

まえがき

本書の題名について

「Couchbase Mobile」とは、単体のソフトウェアを指す言葉ではなく、Couchbase Lite と Sync Gateway を包含する呼称です。Couchbase Lite は、NoSQL ドキュメント指向モバイル組み込みデータベースです。Sync Gateway は、Couchbase Lite と Couchbase Server とのデータ同期を行うサーバーソフトウェアです。

また、「エッジコンピューティングデータプラットフォーム」については、エッジ端末におけるデータ管理に加え、エッジ上のデータとクラウド/中央データセンターのデータベースとの間の双方向のデータ同期機能を提供するプラットフォームという意味で使われています。

なお、書名としては語句が重複するため避けましたが、「モバイル/エッジコンピューティング～」とする方が実情をうまく表しているため、本文中ではこの表現を用いています。

最後に、「エッジ」という言葉について補足します。IoT(Internet of Things) 隆盛の中、「エッジ」は、IoT デバイスの同義としても使われていますが、「エッジコンピューティング」というとき、それは「クラウドコンピューティング」への対比としての意味を持ちます。その意味で「エッジ」という言葉は、モバイルや IoT デバイスのみならず、クラウド/中央データセンターに対する、「エッジ」データセンターという文脈でも用いられます。

本書の構成

本書は表現や内容、あるいは直接的に想定されている読者層について、傾向の異なるいくつかの部分からなります。

この「まえがき」に続く「プロローグ」は、二人の登場人物の対話の形式で書かれています。ここでは、Couchbase Mobile について、はじめてその名前を聞くという人を想定し、他のデータベースとの比較を行いながら紹介しています。

プロローグに続き、第 1 章は Couchbase Mobile の存在意義を伝えることを目的としています。

第2章から第12章は、Couchbase Lite を組み込みデータベースとして利用する際の基本的な情報を提供しています。第2章と第3章で Couchbase Lite の基本機能について解説した上で、第4章にて各種プログラミング言語で Couchbase Lite を利用する方法を説明しています。その後、Couchbase Lite を使ってアプリケーションを開発するための情報を提供するいくつかの章が続きます。なお、第4章や第9章、第12章のように、個別のプログラミング言語に関する内容を扱っている章以外では、機能の解説やサンプルコードのために Android Java を用いています。

第13章から第20章は、Sync Gatewayについての解説に当られています。

第21章は、Couchbase Mobile を、Couchbase Server クライアントアプリケーションと共に利用するケースについて解説しています。

第22章から第27章は、Couchbase Lite と Sync Gateway のデータ同期について、機能、内部機構から、設計や環境構築まで横断的な内容を扱っています。特に第27章では、Couchbase Mobile の全体を体験することができるよう、サンプルアプリケーションを用いて、環境構築から操作までを、演習形式で解説しています。

最後の第28章では、それまでの内容を踏まえて、実際の開発に進む際に参考となることのできる情報を紹介しています。

本書の記述対象

本書の記述内容は、Couchbase Mobile 3.0 を対象としています。^{*1}

Couchbase Mobile は、エンタープライズエディションとコミュニティーエディションの、ふたつの形態でバイナリが提供されており、その基盤としてオープンソースプロジェクト^{*2}が存在しています。本書の記述は、基本的にコミュニティーエディションに基づきます。加えて、エンタープライズエディション独自の機能についても適宜紹介しています。^{*3}

リポジトリについて

本書中に掲載しているサンプルコード等を以下の URL で公開しています。また、本書に関する情報共有のために、必要に応じ、このリポジトリを更新する予定です。

https://github.com/YoshiyukiKono/Couchbase_Mobile_First_Step_Guide.git

^{*1} 3.0 リリース以前に発表されたブログから、現在でも有益と考えられる情報を紹介している箇所があります。

^{*2} <https://developer.couchbase.com/open-source-projects/>

^{*3} また、第27章で紹介しているサンプルアプリケーションでは、エンタープライズエディション環境を利用しています。

表記関係について

本書に記載されている会社名、製品名などは、一般に各社の登録商標または商標、商品名です。会社名、製品名については、本文中では©、®、™マークなどは表示していません。

免責事項

本書の文責は著者にあり、所属する組織とは関係ありません。

また、本書に記載された内容は、情報の提供のみを目的としています。正確かつ適切な情報を届けるため配慮を尽くしていますが、本書の内容の正確性、有用性等に関しては、一切保証するものではありません。したがって、本書の情報を用いた開発、運用、コンサルティング等、いかなる実践も必ずご自身の責任と判断によって行ってください。本書の情報を参照した行為の結果について、著者はいかなる責任も負いません。

底本について

本書籍は、2022年1月に開催された技術系同人誌即売会「技術書典 12」で頒布された「エッジコンピューティングプラットフォーム Couchbase Mobile ファーストステップガイド」を底本とし、2022年2月にリリースされたCouchbase Mobile 3.0にあわせた内容の更新を行った他、全面的に改訂しています。

プロローグ：モバイル/エッジデータベース選択を巡る対話

「先輩、すみません。少しお時間いただけますか？ 相談に乗ってもらいたいことがあるのですが」

「もちろん。どんな相談ですか？」

「実は、今後のモバイルアプリケーション開発で使う、組み込みデータベースの選択肢を整理しようとしているんですが…」

「Android や iOS アプリ用のデータベースという理解でよいのかな？」

「はい。それから、モバイルアプリだけでなくエッジデバイスも視野に入れて整理できればと思っています」

「了解。調査は、どの程度まで進んでいますか？」

「調べ始めたばかりで、まだ資料など作っていないため、お見せしながら話すことはできないんですが…」

「それは大丈夫。どの程度調べたのか聞かせてもらえますか？」

「ありがとうございます。まず、SQLite については外せないと思っています」

「うん。それから？」

「後は、iOS の Core Data や Android の Room、それから、こうしたプラットフォーム固有の技術以外の選択肢として、Realm を取り上げようと思っています。モバイル用データベースは他にもあると思うんですが、その点で知恵を貸していただければと思って、相談させていただきました」

「わかりました。今後、整理するにあたって気にかけている部分はありますか？」

「MBaaS (Mobile Backend as a Service) について、別途主要クラウドプロバイダーのサービスをまとめようと思っているのですが、組み込みデータベースについても、クラウドやデータセンターのデータベースと同期する方法について整理したいと思っています」

「Realm についてはある程度調べていそうですね」

「まだ調べてはいませんが、Realm が MongoDB と同期できるということまではわかりました。MongoDB は NoSQL データベースですよね。それで、他の NoSQL データ

ベースでも同じような機能を持ったものがあるかもしれないと思ったんです」

「なるほど、それで私に声をかけたということですね」

「はい、先輩は NoSQL データベースについてご経験があると聞いたので」

「では、今聞いた点を踏まえて話しますね。まず、データベースの種類については、どの程度意識されていますか?一口に NoSQL といっても色々な種類がありますが」

「MongoDB は、ドキュメント指向データベースですよね。Realm もリレーション DB のようなテーブル形式でないデータを扱うという意味で、同じ NoSQL 同士という関係だと思っています」

「そういう理解ですか。では、NoSQL について話す前に、そもそも Core Data や Room を利用する意味はどこにあると思いますか?」

「漠然とした言い方かもしれません、SQLite の制約を乗り越える、より進んだ選択肢ということだと思います」

「それでは、SQLite の制約とは何ですか?」

「一面的な見方かもしれません、SQL クエリの結果をアプリケーションのデータモデルに変換するためのコードを自分で書かなければならないところだと思います」

「いわゆるオブジェクトとリレーションナルのインピーダンスマッチ (Object-relational impedance mismatch^{*4}) と呼ばれるものですね。モバイルに限らず、データベース一般において、ORM(Object-relational mapping^{*5}) フレームワークが解決する課題ともいえますね」

「はい。Java でリレーションナルデータベースを使った開発の経験があるので、その点については理解しています」

「SQL クエリは実行時に評価されるので、コンパイル時には検証されないのでに対して、コンパイル時チェックによるタイプセーフなコードを開発することができる、という面から捉えることもできますね」

「わかります」

「そこから Realm について考えてみると、どういう共通点、または違いがあるでしょう?」

「Realm は NoSQL だから、SQL クエリの結果からオブジェクトに変換する必要がないですよね」

「間違ってはいませんが、NoSQL だからというのは不正確です。そもそも NoSQL という言葉が、技術的な特徴について具体的に語るために不十分です」

「この場合は、ドキュメント指向データベース、ということですよね」

「そう言うのも理解できますが、ここには誤解があります」

「そうなんですか?」

^{*4} https://en.wikipedia.org/wiki/Object%E2%80%93relational_impendance_mismatch

^{*5} https://en.wikipedia.org/wiki/Object%E2%80%93relational_mapping

「そもそも、ドキュメント指向データベースとは何でしょうか？」

「JSON データを扱うデータベースと理解しています」

「はい、広い意味ではドキュメント指向という言葉は、JSON だけでなく XML のようなデータを含みますが、MongoDB や多くのドキュメント指向データベースは JSON データを扱っています」

「じゃあ、やっぱりドキュメント指向データベースという整理でよいのではないかですか？」

「どこから話そうか。まず、歴史的に言うと、Realm は 2019 年に MongoDB に買収されましたが、それ以前にも十分なシェアを持っていたといえます。日本でも Realm に関する書籍が出版されていましたり、モバイルアプリ開発用データベースとして SQLite と共に紹介されていました。だから、その頃から使っている人には誤解はないと思いますが、Realm はドキュメント指向ではなくオブジェクト指向のデータベースです。公式ページでも、そのようにはっきり記されています」

「そうなんですね。違う種類というのはわかりましたが、実際どういう違いなんでしょうか？」

「Java の経験があるということだから、オブジェクト指向はわかりますよね?」

「はい。クラスを中心としたアプリケーション開発、というと色々端折りすぎかもしれませんのが…」

「ここでの話としては、それで十分です。つまり、Realm を使う際にはクラス、つまりデータスキーマをあらかじめ定義する、ということです。そのスキーマは、RDB のテーブルスキーマより構造的に柔軟といえますが、それでも格納されるデータの定義が事前に必要であることに変わりはありません。一方、ドキュメント指向、つまり JSON データベースはどうかというと…」

「そうか、データの構造は、JSON データそのもので定義されるから、事前のスキーマ定義は不要」

「そう、それがスキーマレスとも言われるドキュメント指向データベースの特徴ですね。それは MongoDB についても当てはまりますが、Real と同期する際には、事前にデータスキーマを定義することになります」

「そういうことなんですね。MongoDB はドキュメント指向データベースだけど、Realm はそうではなく、オブジェクト指向データベースということですね」

「混乱するのも仕方がないかとも思います。データ構造において、SQL や RDB が扱うテーブルにはない柔軟性がある、というところまでは共通していますし、だからこそ Realm と MongoDB とのデータ同期が成立する訳ですが、事前のデータ定義の必要性の有無という面で、ドキュメント指向とオブジェクト指向の違いは理解しておく意味があると思います」

「はい」

「この違いそれ自体は、優劣ではなく、性質の違いといえるでしょう。Realm はそもそも MongoDB のフロントエンドとして開発されたわけではなく、単体の組み込みデータベースとして開発されたものなので、アプリケーション内で定義されたデータを保存するという観点からは、データモデルの定義を前提とするオブジェクト指向という性質は自然、という見方もできると思います」

「事後的に MongoDB との連携が行われたことから、私のようなよく知らない者にとって、誤解の余地が生じているということですね」

「そこで、本来私に期待されていた、データベースの紹介ということで言えば、ドキュメント指向の組み込みデータベースも存在しています」

「あ、そうなんですね」

「それは、Couchbase Lite というデータベースです」

「JSON 形式のデータを扱う組み込みデータベース、という理解でよいですか?」

「その通りです」

「なるほど。それは是非、将来のプロジェクトの選択肢として資料に加えたいと思います。自分でも調べてみますが、少し教えていただいてよいですか?」

「もちろん。背景や位置づけについて把握してから調べた方が効果的だと思うので、説明しますね」

「お願いします」

「まず、データベースの名前は Couchbase Lite と言いましたよね。Lite がついているからには、Lite ではない Couchbase もあると考えるのが自然だと思いますが、実際 Couchbase Server というデータベースがあります。Couchbase Server は、ドキュメント指向 NoSQL データベースで、JSON データを扱います」

「Couchbase Server のライト版が Couchbase Lite ということですね」

「あくまで名前の由来という意味ですね。NoSQL の特徴のひとつである分散アーキテクチャーを持つサーバーソフトウェアと、組み込みデータベースという根本の違いがあるので、言葉通りに受け取るのは危険ですが」

「そうか、それはそうですよね」

「当然、実装上コードを共有しているわけでもありません。言うなれば、どちらともドキュメント指向であることに始まり、多くの機能上の共通点を持つファミリーであるとは言えるかな」

「ドキュメント指向という他に、どんな特徴がありますか?」

「Couchbase Server と Couchbase Lite に共通した特徴としては、SQL を使えることがあります」

「え、何でここで SQL の話が出てくるんですか?NoSQL ですよね」

「厳密に言えば、SQL を JSON データへのクエリのために拡張した言語です。SQL++ とも呼ばれます」

「SELECT…FROM みたいなクエリを使うんですか?」

「クエリ文字列を使う方法と、クエリビルダー API という、クラスを使って式を構築する方法の二通りがあります。誤解のないようにいようと、ここからは Couchbase Lite にフォーカスしてお話ししますね。Couchbase Lite でタイプセーフなコードを優先する場合は、クエリビルダー API を使うことができます。もともと、クエリビルダー API のみが提供されていたところ、クエリ文字列を使う方法は後から追加されたという背景があります。Couchbase Lite は、C 言語でも使うことができるのですが、C API ではクエリ文字列を使う方法のみが提供されています。C 言語がサポートされたバージョンで、他のプログラミング言語でもクエリ文字列を使う方法が提供された、という経緯があります」

「C 言語での開発でも Couchbase Lite が使えるんですね」

「はい。Couchbase Lite は、もともと Android Java だけでなく、通常の Java にも対応していたので、スマートフォン向けのモバイルアプリに限らず、JVM が利用できる環境で使うことができました。加えて、C 言語に対応したことによって、より幅広い実行環境で、かつ Java を利用するよりも軽量なフットプリントで使うことができるようになっています」

「なるほど、エッジデバイス向けデータベースの選択肢にもなるということですね」

「そうだね。エッジでのユースケースとして、たとえばセンサーデータを収集するアプリケーションを考えてみると、センサーの扱うデータ項目が変更された場合にも、ドキュメント指向データベースであれば対応が容易という面があります」

「なるほど、スキーマレスの利点は、そういう点に見つけることができるんですね」

「さらに、データセンターやクラウドとのデータ同期についても、Couchbase に委ねることができます」

「Realm と MongoDB の組み合わせのようなことでしょうか?もう少し、説明してもらってもいいですか?」

「Couchbase Lite は、単体の組み込みデータベースとして使うことももちろんできますが、Couchbase Server との双方向のデータ同期を行うための機能を内蔵しています」

「元々、連携するように設計されているということですね」

「その通り。これによって、クライアントとサーバーとのデータのやり取りという典型的かつ定型的な処理をデータプラットフォームに任せることができます。つまり、プロジェクトは本来のビジネスのための開発にフォーカスすることができる、ということですね」

「MBaaS のニーズともクロスする部分ですね」

「さらにいえば、モバイルアプリと Web アプリのようなマルチチャネルで共通のサービスを開拓するニーズにもつながってきます」

「なるほど。押さえておくべきことがわかつてきました。自分でも調べてみますが、何か気をつけておくべきことなどありますか?」

「クラウドやデータセンターとの同期や MBaaS まで視野に入れているのであれば、サーバーサイドのデータベースについてもそれなりに把握しておくことが重要になるかと思います。たとえば、ドキュメント指向データベースについては、MongoDB、Couchbase だけでなくクラウドプロバイダーが提供しているものもありますし、それぞれで格納できるドキュメントのサイズ等、仕様も異なっています。この辺りは、まだ単純なところですが」

「はい、調べてみます」

「よりシビアなところでいうと、性能面が焦点になるかと思います。一口にモバイルないしエッジと言っても、業務用専用端末や工場に置かれたデバイスのようなインハウスのシステムなのか、それともコンシューマー向けの展開なのか、といったサービスの性質にもありますが、拡張性との関係も考慮する必要があります。おそらく元々想定されていた調査の範囲を超えてるでしょうが、意識しておく価値はあるはずです」

「確かに。でも、どこから手を付ければいいのか…」

「私が知っている範囲で、NoSQL の性能比較について、三つのリサーチペーパーが公開されています。ひとつは、Couchbase Server と MongoDB、そして DataStax Enterprise を比較したもので、環境としては AWS が IaaS として使われています。^{*6}もうひとつは、DBaaS としての NoSQL を比較したもので、Couchbase Server の DBaaS である Couchbase Capella と、MongoDB の DBaaS である MongoDB Atlas、そして Amazon DynamoDB とを比較しています。^{*7}最後は、やはり DBaaS 同士を比較したもので、Couchbase Capella と Azure Cosmos DB とを比較しています。^{*8}後でそれぞれの URL を送っておきます」

「ありがとうございます!」

「ひとまず、こんなところでしょうか?」

「はい。後は、こちらで整理してみます」

「お伝えしたことが、プロジェクトの適性に応じたデータベース選択の参考になれば嬉しいです」

^{*6} <https://www.altoros.com/research-papers/performance-evaluation-of-nosql-databases-with-ycsb-couchbase-server-datastax-enterprise-cassandra-and-mongodb/>

^{*7} <https://www.altoros.com/research-papers/performance-evaluation-of-nosql-databases-as-a-service-couchbase-capella-mongodb-atlas-amazon-dynamodb/>

^{*8} <https://www.altoros.com/research-papers/performance-evaluation-of-nosql-databases-as-a-service-2021-couchbase-capella-and-azure-cosmosdb/>

目次

| | |
|---|-----|
| まえがき | i |
| 本書の題名について | i |
| 本書の構成 | i |
| 本書の記述対象 | ii |
| リポジトリについて | ii |
| 表記関係について | iii |
| 免責事項 | iii |
| 底本について | iii |
| プロローグ：モバイル/エッジデータベース選択を巡る対話 | v |
| 第1章 なぜ、Couchbase Mobile なのか？ | 1 |
| 1.1 モバイル/エッジコンピューティングデータプラットフォーム Couchbase Mobile | 1 |
| はじめに | 1 |
| モバイルアプリケーションにおける Couchbase Mobile の価値 | 2 |
| ネットワーク依存の分離 | 2 |
| 通信ロジックの分離 | 3 |
| データ操作性の一元化 | 4 |
| データへのアプローチのパラダイムシフト | 4 |
| マルチチャネルにおけるテクノロジー基盤 | 4 |
| 開発コスト削減と先進的技術導入促進 | 4 |
| エッジコンピューティングにおける Couchbase Mobile の価値 | 5 |
| エッジデバイスにおける Couchbase Mobile の価値 | 6 |
| 1.2 ドキュメント指向組み込みデータベース Couchbase Lite | 7 |
| はじめに | 7 |
| SQLite | 7 |
| Room | 9 |

目次

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Core Data | 11 |
| Realm | 11 |
| Couchbase Lite | 12 |
| まとめ | 13 |
| 第2章 Couchbase Lite データベース | 17 |
| 2.1 ドキュメント構造 | 17 |
| ドキュメント ID | 17 |
| JSON ドキュメント | 17 |
| 添付ファイル (バイナリデータ) | 18 |
| ドキュメント有効期限 | 19 |
| 2.2 データベース操作 | 19 |
| 初期化 | 19 |
| データベース作成/オープン | 19 |
| データベースクローズ | 20 |
| 2.3 ドキュメント操作 | 21 |
| ドキュメント作成・保存 | 21 |
| ドキュメント取得 | 21 |
| ドキュメント変更 | 22 |
| 型付きアクセサー | 22 |
| Date アクセサー | 22 |
| 配列操作 | 23 |
| ディクショナリー操作 | 24 |
| プロパティー確認 | 25 |
| バッチ操作 | 25 |
| 変更イベントのリスニング | 26 |
| ドキュメント有効期限設定 | 27 |
| 2.4 添付ファイル操作 | 27 |
| 添付ファイル作成 | 27 |
| 添付ファイル取得 | 28 |
| 2.5 JSON 文字列との変換 | 28 |
| ドキュメントから JSON 文字列への変換 | 28 |
| JSON 文字列によるドキュメント作成 | 28 |
| JSON 文字列とディクショナリーとの変換 | 29 |
| JSON 文字列と配列との変換 | 29 |
| 開発参考情報 | 29 |

目次

| | |
|--|-----------|
| 第3章 Couchbase Lite クエリ | 31 |
| 3.1 概要 | 31 |
| クエリ形式 | 31 |
| N1QL | 32 |
| SQL++ | 32 |
| クエリビルダー API と SQL++/N1QL クエリ API | 32 |
| 標準 SQL からの主な拡張要素 | 34 |
| 3.2 定義と実行 | 34 |
| クエリビルダー API | 34 |
| SQL++/N1QL クエリ API | 35 |
| 3.3 ライブクエリ | 36 |
| 概要 | 36 |
| 利用方法 | 36 |
| Android RecyclerView 連携 | 37 |
| 第4章 Couchbase Lite を使ってみる | 41 |
| 4.1 はじめに | 41 |
| 4.2 Android Java | 41 |
| 確認環境 | 41 |
| プロジェクト作成 | 41 |
| ビルド依存関係追加 | 41 |
| コーディング | 42 |
| 実行結果確認 | 44 |
| 開発参考情報 | 44 |
| 4.3 Kotlin | 45 |
| 確認環境 | 45 |
| プロジェクト作成 | 45 |
| ビルド依存関係追加 | 45 |
| コーディング | 45 |
| 実行結果確認 | 47 |
| 開発参考情報 | 47 |
| 4.4 Swift | 48 |
| 確認環境 | 49 |
| プロジェクト作成 | 49 |
| Swift パッケージマネージャーによるセットアップ | 49 |
| コーディング | 52 |

目次

| | |
|---|-----------|
| 実行結果確認 | 54 |
| 開発参考情報 | 54 |
| 4.5 Objective-C | 55 |
| 確認環境 | 55 |
| プロジェクト作成 | 55 |
| Carthage によるセットアップ | 55 |
| コーディング | 58 |
| 実行結果確認 | 60 |
| 開発参考情報 | 60 |
| 4.6 C#.NET | 60 |
| 確認環境 | 60 |
| プロジェクト作成 | 60 |
| NuGet によるセットアップ | 60 |
| コーディング | 62 |
| 実行結果確認 | 63 |
| 開発参考情報 | 64 |
| 4.7 C/C++ | 64 |
| 確認環境 | 64 |
| APT によるセットアップ | 64 |
| コーディング | 66 |
| 実行結果確認 | 68 |
| 開発参考情報 | 69 |
| 第 5 章 Couchbase Lite クエリビルダー API | 71 |
| 5.1 SELECT | 71 |
| すべてのプロパティを取得 | 71 |
| 特定のプロパティを取得 | 72 |
| ドキュメント ID 取得 | 73 |
| 件数取得 | 74 |
| 5.2 WHERE | 74 |
| 比較演算子 | 74 |
| IN | 75 |
| 文字列マッチング (LIKE) | 75 |
| 正規表現演算子 | 76 |
| NULL および未定義値 | 77 |
| メタデータ | 77 |

目次

| | |
|--|-----------|
| 配列 | 78 |
| 5.3 JOIN | 79 |
| 5.4 GROUP BY | 80 |
| 5.5 ORDER BY | 80 |
| 5.6 LIMIT | 81 |
| 5.7 日付データ | 81 |
| 第6章 Couchbase Lite SQL++/N1QL クエリ API | 83 |
| 6.1 ステートメント | 83 |
| SELECT | 83 |
| FROM | 84 |
| WHERE | 85 |
| JOIN | 85 |
| GROUP BY | 86 |
| ORDER BY | 87 |
| LIMIT | 87 |
| OFFSET | 87 |
| 6.2 リテラル | 88 |
| 数値 | 88 |
| 文字列リテラル | 88 |
| 真偽値 | 88 |
| NULL | 89 |
| MISSING | 89 |
| 配列 | 90 |
| オブジェクト | 90 |
| 6.3 識別子 | 90 |
| 6.4 式 | 91 |
| プロパティ式 | 91 |
| 配列式 | 91 |
| パラメータ式 | 92 |
| 括弧式 | 93 |
| 6.5 二項演算子 | 93 |
| 算術演算子 | 93 |
| 比較演算子 | 93 |
| IN | 93 |
| LIKE | 94 |

目次

| | |
|--|------------|
| BETWEEN | 94 |
| IS (NOT) NULL MISSING VALUED | 95 |
| 論理演算子の論理規則 | 95 |
| AND | 96 |
| OR | 96 |
| 文字列演算子 | 97 |
| 6.6 単項演算子 | 97 |
| 6.7 COLLATE 演算子 | 98 |
| 6.8 CASE 演算子 | 99 |
| シンプルケース式 | 99 |
| サーチドケース式 | 99 |
| 6.9 関数 | 100 |
| メタデータ関数 | 100 |
| 配列関数 | 100 |
| 条件関数 | 101 |
| 日付時間関数 | 101 |
| パターンマッチ関数 | 101 |
| データ型チェック関数 | 102 |
| データ型判別関数 | 102 |
| データ型変換関数 | 102 |
| 算術関数 | 102 |
| 文字列関数 | 103 |
| 集計関数 | 103 |
| 第 7 章 Couchbase Lite インデックス | 105 |
| 7.1 概要 | 105 |
| 留意点 | 105 |
| 7.2 インデックス操作 | 105 |
| インデックス作成 | 105 |
| インデックス削除 | 106 |
| 7.3 インデックス利用条件 | 106 |
| LIKE 検索 | 106 |
| 関数利用 | 106 |
| 7.4 インデックス最適化 | 107 |
| 第 8 章 Couchbase Lite 全文検索 | 109 |

目次

| | | |
|---------------|--------------------------------|------------|
| 8.1 | 概要 | 109 |
| | 言語サポート | 109 |
| 8.2 | FTS インデックス | 111 |
| | 作成 | 111 |
| 8.3 | FTS クエリ | 111 |
| | クエリビルダー API | 111 |
| | SQL++/N1QL クエリ API | 112 |
| 8.4 | パターンマッチングフォーマット | 112 |
| | プレフィックスクエリ | 112 |
| | プロパティ名指定 | 112 |
| | フレーズクエリ | 113 |
| | NEAR クエリ | 113 |
| | 演算子 AND, OR, NOT | 113 |
| | 演算子の優先順位 | 114 |
| 8.5 | ランキング | 114 |
| | クエリビルダー API | 114 |
| | SQL++/N1QL クエリ API | 115 |
| 第 9 章 | Couchbase Lite C 言語サポート | 117 |
| 9.1 | 概要 | 117 |
| | サポートプラットフォーム | 117 |
| | アーキテクチャー | 118 |
| 9.2 | 利点 | 119 |
| | C 言語の利点 | 119 |
| | フィールドレベル暗号化 | 120 |
| 第 10 章 | Couchbase Lite ロギング | 121 |
| 10.1 | 概要 | 121 |
| | ログドメイン | 121 |
| | ログレベル | 121 |
| | ログファイル | 121 |
| | コンソールログ | 123 |
| 10.2 | カスタムロギング | 123 |
| 10.3 | バイナリログのデコード | 124 |
| 第 11 章 | Couchbase Lite ツール | 125 |
| 11.1 | cblite | 125 |

目次

| | |
|---|------------|
| 概要 | 125 |
| サブコマンド | 125 |
| 実行モード | 126 |
| グローバルフラグ | 127 |
| 11.2 cblite サブコマンド | 127 |
| 凡例 | 128 |
| cat | 128 |
| cp | 129 |
| info | 130 |
| logcat | 131 |
| ls | 131 |
| put | 132 |
| query | 133 |
| reindex | 134 |
| select | 134 |
| 11.3 クエリ調査 | 135 |
| 実行方法 | 135 |
| 出力内容 | 136 |
| クエリプラン | 136 |
| 11.4 Visual Studio Code プラグイン | 137 |
| 概要 | 137 |
| データベース内容の確認 | 138 |
| ドキュメントの更新 | 139 |
| クエリ | 139 |
| 第 12 章 クロスプラットフォーム開発 | 141 |
| 12.1 概要 | 141 |
| 12.2 Xamarin | 142 |
| 概要 | 142 |
| サンプルアプリケーション | 142 |
| ソリューション構造 | 143 |
| Couchbase Lite アクティブ化 | 143 |
| 開発参考情報 | 144 |
| 12.3 Flutter | 144 |
| 概要 | 144 |
| Couchbase Lite パッケージ | 145 |

目次

| | | |
|-------------------------------|--|------------|
| 12.4 | React Native | 145 |
| | 概要 | 145 |
| | Couchbase Lite React Native Module | 146 |
| 12.5 | Ionic | 147 |
| | 概要 | 147 |
| | Couchbase Lite 統合 | 147 |
| 第 13 章 Sync Gateway 概要 | | 149 |
| 13.1 | データ同期 | 149 |
| | レプリケーション | 149 |
| | データ同期方向の種類 | 150 |
| | レプリケーション処理の種類 | 150 |
| | リビジョン | 151 |
| 13.2 | アクセス制御モデル | 152 |
| | 概要 | 152 |
| | 利用例 | 153 |
| | チャネル | 154 |
| | ユーザー | 155 |
| | ロール | 156 |
| 13.3 | 機能と操作 | 156 |
| | REST API | 156 |
| | Sync 関数 | 157 |
| | アクセス制御適用 | 157 |
| 13.4 | Sync Gateway 間レプリケーション | 158 |
| | 概要 | 158 |
| | クラウド/中央データセンターとエッジデータセンターの同期 | 159 |
| | クラウド/データセンター間の同期 | 160 |
| 第 14 章 Sync 関数 | | 163 |
| 14.1 | 概要 | 163 |
| | 関数構造 | 163 |
| | ドキュメント更新の制御 | 164 |
| 14.2 | アクセス制御設定 API | 164 |
| | access | 165 |
| | channel | 166 |
| | role | 166 |

目次

| | | |
|-------------------------------|---------------------------------|------------|
| 14.3 | ドキュメント属性設定 API | 167 |
| | expiry | 168 |
| 14.4 | 権限検証 API | 168 |
| | requireAccess | 168 |
| | requireAdmin | 169 |
| | requireRole | 170 |
| | requireUser | 170 |
| 14.5 | 例外 API | 171 |
| | throw | 171 |
| 14.6 | Sync 関数定義における考慮点 | 172 |
| | 検証に利用するパラメーターの選択 | 172 |
| | ドキュメント削除時の分岐 | 173 |
| | 書き込み権限検証とアプリケーション設計 | 174 |
| 14.7 | Sync 関数実装 | 174 |
| | 要件定義 | 174 |
| | サンプル実装 | 175 |
| 第 15 章 Sync Gateway 管理 | | 177 |
| 15.1 | Sync Gateway 構成 | 177 |
| | 概要 | 177 |
| | ノードレベルプロパティ | 178 |
| | データベースレベルプロパティ | 179 |
| | ブートストラップ構成ファイル | 179 |
| | 永続的構成の無効化 | 180 |
| | 構成ファイル内での関数定義方法 | 181 |
| 15.2 | 管理 REST API による構成情報登録 | 182 |
| | 概要 | 182 |
| | API エクスプローラー | 182 |
| | 認証 | 183 |
| | データベース登録 | 183 |
| | ユーザー作成 | 184 |
| | ロール作成 | 185 |
| | ユーザーへのロールとチャネルの割り当て | 185 |
| | ロールへのチャネルの割り当て | 185 |
| | Sync 関数登録 | 186 |
| | 匿名アクセス有効化 | 186 |

目次

| | | |
|---------------|---------------------------------|------------|
| 15.3 | 管理 REST API による構成情報確認 | 187 |
| | 概要 | 187 |
| | データベース | 187 |
| | ユーザー | 187 |
| | ロール | 188 |
| | Sync 関数 | 188 |
| 第 16 章 | Sync Gateway セキュリティー | 191 |
| 16.1 | 概要 | 191 |
| 16.2 | ユーザー認証 | 192 |
| | 匿名アクセス | 192 |
| | 基本認証 | 192 |
| | 認証プロバイダー | 192 |
| | カスタム認証 | 193 |
| | OpenID Connect | 194 |
| 16.3 | TLS 証明書認証 | 195 |
| | 概要 | 195 |
| | 構成方法 | 195 |
| 16.4 | REST API アクセス | 195 |
| | 認証と承認 | 195 |
| | アクセス経路保護 | 196 |
| 16.5 | Couchbase Server 接続 | 196 |
| | 概要 | 196 |
| | X.509 クライアント証明書 | 197 |
| | TLS 無効化 | 198 |
| 第 17 章 | Sync Gateway システム設計 | 199 |
| 17.1 | エンティティー設計 | 199 |
| | チャネル | 199 |
| | ユーザー/ロール | 200 |
| 17.2 | ドキュメント設計 | 201 |
| | ドキュメントサイズ | 201 |
| | ユーザー定義プロパティー | 201 |
| | 添付ファイル | 202 |
| | リビジョン | 202 |
| 17.3 | 性能設計 | 203 |

目次

| | |
|---|------------|
| クラスター | 203 |
| ノード/サーバー | 203 |
| 17.4 OS レベルチューニング | 204 |
| ファイルディスククリプタ設定 | 204 |
| TCP キープアライブ設定 | 205 |
| 第 18 章 Sync Gateway システム連携 | 207 |
| 18.1 ロードバランサー/リバースプロキシ | 207 |
| 概要 | 207 |
| ロードバランサー/リバースプロキシ利用の利点 | 207 |
| WebSocket 接続における考慮点 | 208 |
| NGINX 連携 | 208 |
| 18.2 メトリクス REST API によるシステム監視 | 209 |
| 概要 | 209 |
| 統計情報カテゴリー | 209 |
| エンドポイント | 210 |
| API エクスプローラー | 210 |
| 18.3 パブリック REST API によるアプリケーション連携 | 211 |
| 概要 | 211 |
| API エクスプローラー | 211 |
| 第 19 章 Sync Gateway 運用 | 213 |
| 19.1 オフライン/オンライン制御 | 213 |
| 概要 | 213 |
| ユースケース | 214 |
| エンドポイント | 214 |
| 起動時設定 | 214 |
| 19.2 再同期 | 214 |
| 概要 | 214 |
| エンドポイント | 215 |
| 再同期の要否 | 215 |
| アクセス権削除における留意点 | 215 |
| クラスター構成における留意点 | 215 |
| 影響とワークアラウンド | 216 |
| 第 20 章 Sync Gateway ロギング | 217 |
| 20.1 ログファイル | 217 |

目次

| | |
|---|------------|
| ログファイルの種類 | 217 |
| ファイルローテーション | 217 |
| 20.2 コンソールログ | 218 |
| 利点 | 218 |
| ログレベル | 218 |
| ログキー | 218 |
| 20.3 ロギング構成方法 | 218 |
| ブートストラップ構成 | 219 |
| 管理 REST API | 220 |
| 第 21 章 Couchbase Server クライアントとの共存 | 221 |
| 21.1 概要 | 221 |
| 21.2 共有バケットアクセス | 222 |
| 21.3 インポート処理 | 222 |
| 構成 | 222 |
| インポートフィルター | 223 |
| ワーカロード分離 | 224 |
| 21.4 留意事項 | 226 |
| トゥームストーンリビジョン | 226 |
| 添付ファイル操作 | 226 |
| 第 22 章 Couchbase Lite レプリケーション | 227 |
| 22.1 レプリケーター | 227 |
| 概要 | 227 |
| 起動と停止 | 227 |
| 接続先構成 | 228 |
| クライアント認証 | 229 |
| サーバー認証 | 230 |
| 証明書ピン留め | 230 |
| レプリケーション構成 | 231 |
| チャネル指定 | 232 |
| カスタムヘッダー設定 | 232 |
| チェックポイント初期化 | 232 |
| 22.2 レプリケーションフィルター | 233 |
| プッシュフィルター | 233 |
| プルフィルター | 233 |

目次

| | | |
|---------------|--|------------|
| 22.3 | モニタリング | 234 |
| | アクティビティーレベル | 234 |
| | レプリケーション進行状況監視 | 235 |
| | ドキュメント更新監視 | 236 |
| | プッシュ保留中ドキュメント監視 | 237 |
| 22.4 | ネットワークエラー対応 | 237 |
| | 恒久的なネットワークエラー | 238 |
| | 一時的なネットワークエラー | 238 |
| | 再試行設定 | 238 |
| 22.5 | ドキュメント自動ページ | 239 |
| | 概要 | 239 |
| | 自動ページ無効化 | 239 |
| 第 23 章 | Couchbase Mobile 内部機構 | 241 |
| 23.1 | リビジョン | 241 |
| | 概要 | 241 |
| | リビジョンツリー | 241 |
| | プルーニング | 242 |
| 23.2 | レプリケーションプロトコル | 243 |
| | 概要 | 243 |
| | チェックポイント | 243 |
| | 接続確立 | 244 |
| | チェックポイント確認 | 245 |
| | プッシュレプリケーション | 246 |
| | プルレプリケーション | 248 |
| 第 24 章 | Couchbase Mobile 競合解決 | 251 |
| 24.1 | 概要 | 251 |
| 24.2 | 競合発生シナリオ | 251 |
| | Couchbase Lite での競合検出 | 252 |
| | Sync Gateway での競合検出 | 253 |
| 24.3 | データベース更新時の競合解決 | 254 |
| | デフォルトポリシー | 254 |
| | ドキュメント新規作成時の考慮点 | 254 |
| | ConcurrentControl オプションによるカスタム競合解決 | 254 |
| | ConflictHandler ブロックによるカスタム競合解決 | 255 |

目次

| | | |
|---------------|--|------------|
| 24.4 | プッシュレプリケーション時の競合解決 | 256 |
| | デフォルトポリシー | 256 |
| 24.5 | プルレプリケーション時の競合解決 | 256 |
| | デフォルトポリシー | 256 |
| | ConflictResolver によるカスタム競合解決 | 257 |
| 第 25 章 | Couchbase Mobile 設計パターン | 259 |
| 25.1 | ユーザー エクスペリエンス 向上 | 259 |
| | データ更新の優先順位制御 | 259 |
| | バックグラウンドでのデータ更新 | 260 |
| 25.2 | 同期データの最適化 | 260 |
| | ローカルデータと同期データの分離 | 260 |
| | データ同期対象のフィルタリング | 261 |
| | プレビルドデータベース | 261 |
| 25.3 | ローカルデータの最適化 | 262 |
| | 同期済みデータのページ | 262 |
| | ドキュメント有効期限 | 263 |
| 第 26 章 | Couchbase Mobile 環境構築 | 265 |
| 26.1 | Sync Gateway インストール | 265 |
| | 入手方法 | 265 |
| | インストール | 265 |
| | インストールロケーション | 266 |
| 26.2 | Sync Gateway 実行 | 267 |
| | コマンドライン実行 | 267 |
| | サービス実行 | 267 |
| 26.3 | Couchbase Server 環境 | 268 |
| | 概要 | 268 |
| | クラスター構成 | 268 |
| | バケット | 268 |
| | Couchbase Server ユーザー | 268 |
| | 開発参考情報 | 269 |
| 26.4 | コンテナ利用 | 269 |
| | Docker | 269 |
| | Kubernetes | 270 |
| | 開発参考情報 | 270 |

目次

| | |
|--|------------|
| 第 27 章 Couchbase Mobile を体験する | 271 |
| 27.1 はじめに | 271 |
| 27.2 環境概要 | 273 |
| Couchbase プロダクト | 273 |
| 開発環境 | 273 |
| 実行環境 | 273 |
| 27.3 環境構築 | 274 |
| チュートリアルリポジトリ | 274 |
| ローカル Docker ネットワーク | 274 |
| Couchbase Server | 274 |
| Sync Gateway | 277 |
| Web アプリケーション | 278 |
| 27.4 モバイルアプリセットアップ | 280 |
| プロジェクト | 280 |
| 接続先確認 | 280 |
| 実行 | 280 |
| 27.5 モバイルアプリ設計 | 282 |
| ログインオプション | 282 |
| 同期モードのデータモデル | 283 |
| ゲストモードのデータモデル | 287 |
| ドキュメント設計 | 288 |
| プロジェクト構成 | 288 |
| 27.6 データベース操作 | 288 |
| 初期化 | 288 |
| データベース作成 | 289 |
| ドキュメントの作成と更新 | 289 |
| ドキュメントの削除 | 292 |
| 27.7 セキュリティー | 293 |
| アプリケーションユーザー作成 | 293 |
| Sync Gateway パブリック REST API 利用 | 294 |
| 27.8 クエリ | 295 |
| 単純なクエリ | 295 |
| 結合 (JOIN) クエリ | 296 |
| 27.9 全文検索 | 298 |
| FTS インデックス作成 | 298 |
| FTS クエリ実行 | 299 |

目次

| | | |
|---------------|---|------------|
| 27.10 | レプリケーション | 300 |
| | データルーティング定義 | 300 |
| | 共有バケットアクセス | 301 |
| | レプリケーション構成 | 302 |
| 27.11 | 環境利用終了 | 305 |
| | コンテナ停止 | 305 |
| | コンテナ削除 | 305 |
| | コンテナイメージ削除 | 305 |
| 第 28 章 | 開発の実践に向けて | 307 |
| 28.1 | コミュニティー | 307 |
| 28.2 | 無償オンライントレーニング | 307 |
| 28.3 | ブログ | 308 |
| 28.4 | ドキュメント、API リファレンス | 308 |
| 28.5 | チュートリアル、サンプルアプリケーション | 308 |
| 28.6 | ソースコード | 308 |
| | Open Source Projects on Couchbase | 309 |
| | Couchbase Lite Java CE Root | 309 |
| | Couchbase Lite Java Common | 309 |
| | Couchbase Lite Java CE | 310 |
| 付録 A | ピアツーピア同期 | 311 |
| A.1 | 背景 | 311 |
| A.2 | 概要 | 312 |
| A.3 | アーキテクチャー | 312 |
| | 開発参考情報 | 313 |
| 付録 B | 予測クエリ | 315 |
| B.1 | 背景 | 315 |
| B.2 | 機能 | 316 |
| | 概要 | 316 |
| | 位置づけ | 317 |
| | 開発参考情報 | 317 |
| 付録 C | Couchbase Capella App Services | 319 |
| C.1 | Couchbase Capella | 319 |
| | 概要 | 319 |

目次

| | | |
|-----|------------------------|-----|
| C.2 | App Services | 319 |
| | 開発参考情報 | 319 |

第1章

なぜ、Couchbase Mobile な のか？

この章では、Couchbase Mobile の存在意義と、その技術的位置づけについて解説します。

1.1 モバイル/エッジコンピューティングデータプラット フォーム Couchbase Mobile

はじめに

Couchbase という名前を持つデータベースには、Couchbase Server と Couchbase Lite のふたつが存在します。モバイル/エッジコンピューティングデータプラットフォームという観点において、これら Couchbase Server と Couchbase Lite の両方が重要な意味を持ちます。

「Couchbase Mobile」とは、単体のデータベースないし何らかのソフトウェアを指す言葉ではなく、Couchbase Lite と Sync Gateway を包含する呼称です。

Couchbase Lite は、Android や iOS、またはエッジデバイス上で実行されるアプリケーション用の組込データベース (Embedded Database^{*1}) です。Sync Gateway は、Couchbase Lite と Couchbase Server とのデータ同期を行う役割を担います。具体的には、Couchbase Server と共に用いられるサーバーソフトウェアです。

Couchbase Lite は、それ単体のみで利用することができますが、ここでは、モバイル/エッジコンピューティングデータプラットフォームとしての Couchbase Mobile 総体について、「なぜ Couchbase Mobile なのか？」という問い合わせる観点から整理します。

^{*1} https://en.wikipedia.org/wiki/Embedded_database

モバイルアプリケーションにおける Couchbase Mobile の価値

モバイルアプリケーションで利用されるデータについては、モバイル端末上で作成・保存・利用されれば十分ということはむしろ稀であり、サーバーからのデータ取得やサーバーへのデータ登録・更新が行われることは珍しくありません。そのため、モバイルアプリケーション開発においては、多くの場合、アプリケーション内部のデータ管理と、サーバーとのデータ通信、というふたつの技術的要件が存在します。Couchbase Mobile は、ローカルデータベース (Couchbase Lite) とリモートデータベース (Couchbase Server) 間の双方向の自動データ同期機能の提供という形で、この必要性に応えます。

Couchbase Mobile では、データ同期処理のことをレプリケーション、その処理を実行するモジュールをレプリケーターと呼びます。「レプリケーション (Replication)」という語自体は一般用語であり、コンピューティングの分野で用いられている場合も文脈に応じて多様な意味を持ちますが、Couchbase Mobile の文脈で単にレプリケーションという場合には、上述の内容を指しています。

「サーバーとのデータ通信」という観点において、ローカルデータベースとリモートデータベースとの間のデータ同期 (レプリケーション) という手法は、選択肢のひとつということは言えますが、決して王道とはいえないでしょう。クライアントアプリケーションとサーバーとの間でデータ通信が行われる場合、ローカルにデータベースを持つことは冗長ないし不要、さらにいえば、サーバーにあるデータこそがシングル・ソース・オブ・トゥルース (Single Source of Truth) であり、ローカルデータベースの存在は、データの一元管理という原則に反する、という観点もあり得るかと思います。これは、特に Web アプリケーション開発に馴染んだ立場からは自然な発想ともいえるでしょう。このような見方を踏まえた上でなお、ローカルデータベースを持つ理由・利点として、以下があります。

- ネットワーク依存の分離
- 通信ロジックの分離

以下、それぞれについて具体的に見ていきます。

ネットワーク依存の分離

ローカルデータベースを持つことによって、ネットワーク通信が行えない環境下ではローカルに保存してあるデータを利用しつつ、ネットワークが回復した際にデータの同期を行うことができます。たとえば、想像しやすいところでは、飛行機の搭乗員用のアプリ

ケーションを考えてみることができます。^{*2} このような設計を指して、**オフラインファースト**という言葉が使われます。

一方で、昨今では「ネットワーク通信が行えない環境」と言われても、非常に特殊なケースという印象を持つ方も多いかもしれません。その意味では、オフラインファーストアプリケーションは、**ユーザーエクスペリエンス向上**の一形態と考えた方がわかりやすいかもしれません。

ローカルデータベースを持たないアプリケーションが、サーバーからデータを取得して表示する場合、ユーザーがアプリケーションを立ち上げてから、データが画面に表示されるまでの時間は、たとえそれが短い時間であっても、ユーザーベースとして意味のない単なる待ち時間でしかありません。これは旧来の Web アプリケーションに典型的に見られる状況ともいえます。

ローカルデータベースは、このような形での「ネットワーク依存」をアプリケーションの操作性から分離するために役立ちます。ローカルデータベースを用いることによって、アプリケーションの起動直後はローカルに保存されているデータを利用しながら、データの最新化については、バックグラウンドでユーザーが気がつかないうちにに行うという設計が容易に実現可能になります。当然ながら、これはローカルデータベースを導入するだけで自動的に解決するものではなく、開発者が適切にユーザーベースをデザインする必要があります。

通信ロジックの分離

ここまで、ローカルデータベースの意義について、ユーザーの利便性の観点から見てきました。「オフラインファースト」にしろ「ユーザーエクスペリエンス向上」にしろ、必要なのはデータの扱い方を適切に設計することであり、ローカルデータベースの導入は、その手段でしかないといえます。

ここで、「ローカル」データベースに関する考察を離れて、より広い視野からデータベース一般に視点を移動すると、そもそもデータベースは、システムにおけるデータ（管理）と（ビジネス）ロジックの分離のために存在しているといえます。つまり、データ管理に必要な汎用的な処理を信頼性のある既存のテクノロジーに任せることによって、開発者は、それ以外の部分の開発に注力することができるようになります。ローカルデータとリモートデータの同期を、データベース（データプラットフォーム）に任せることによって、開発者はさらに、通信ロジックの開発についても、信頼性のある既存のテクノロジーに委ねることが可能になります。

これには、次のような副産物が伴います。

^{*2} <https://www.couchbase.com/customers/united-airlines>

データ操作性の一元化

ローカルデータとリモートデータが暗黙裡に同期される状況において、開発者は、ローカルで生成されるデータとリモートから入手するデータについて、それぞれ異なる取り扱い方をする必要がなくなります。アプリケーションにおけるデータ操作は、データがローカルで生成・保存されたのか、リモートから同期されたのかどうかに関わらず、ローカルデータベースに対する API コールやクエリという形でいわば一元化されます。

データへのアプローチのパラダイムシフト

この場合、開発者は、リモートデータの入手や保存のための「操作」を設計・開発するのではなく、同期されるデータの範囲や利用できるユーザーやロールを、プラットフォームの提供する方法によって、「構成」することになります。これは、命令的プログラミング (Imperative programming^{*3}) から宣言的プログラミング (Declarative programming^{*4}) へのパラダイムシフトに比して考えることができます。あるいは、Kubernetes^{*5}における宣言的構成管理との類比で捉えることもできるでしょう。

マルチチャネルにおけるテクノロジー基盤

また現在では、ひとつのサービスが、モバイルアプリケーションと Web アプリケーションの両方の形態で提供されることも珍しくありません。このような場合には、クラウドやデータセンターに存在するデータベースが、ふたつの異なる形態で実装されたアプリケーションのための共通のデータソースとなります。共通のデータソースとなるデータベースに、ローカルデータベースとの同期をサポートしているデータベースを採用することは、サービスを構成するシステム全体にとって、統一されたテクノロジー基盤を持つことに繋がります。

開発コスト削減と先進的技術導入促進

通信ロジックを個々のアプリケーションのために、新たに開発しなくても済むことが開発コストの削減につながることは見やすいところです。また、既存の技術を活用することは、自ら開発するよりも、すでに多くの環境で実績のある、より信頼性の高いコードを利用することにつながります。もっとも、学習コストやメンテナンス性の違いなど考慮すべ

^{*3} https://en.wikipedia.org/wiki/Imperative_programming

^{*4} https://en.wikipedia.org/wiki/Declarative_programming

^{*5} <https://en.wikipedia.org/wiki/Kubernetes>

第1章なぜCouchbase Mobile がデータプラットフォーム Couchbase Mobile

き要素があり、単に楽観的にコストが削減できると考えるのは短絡的であるという見方もあるかもしれません。

一方、既存の技術を活用することによって、先進的な技術の導入のハードルを下げることができるという利点があります。以下、この観点から、技術的な内容に及びますが、例を挙げて説明してみたいと思います。

Couchbase Mobile のレプリケーションは、WebSocket 上のメッセージングプロトコルとして実装されています。WebSocket プロトコルは、単一の TCP ソケット接続を介してリモートホスト間で全二重メッセージを渡すことを可能にします。Couchbase Mobile のメッセージングプロトコルは、WebSocket レイヤーを用いた階層化アーキテクチャにより、レプリケーションロジックとその基盤となるメッセージングトランスポートの間の「関心の分離」を実現しています。

WebSocket プロトコルは、REST API のような HTTP をベースとしたプロトコルよりも高速で、必要となる帯域幅とソケットリソースを削減することができます。さらに、ソケットリソースの節約により、サーバー側での同時接続数を増やすことができます。このような WebSocket によるメッセージプロトコルを、自ら開発するのは相当に高いハードルだといえます。多くの場合、WebSocket を用いることは絶対条件ではないかもしれません、その利点は、既存技術を利用することによる導入の容易さと併せて、検討する価値があると考えられます。

上記のような要素技術の面だけでなく、より一般的にいって、特にエンタープライズでの利用において求められるレベルのセキュリティーを考慮して設計・実装され、多くの運用実績を持つ環境を利用できるという利点は、付け加えておく意味があるでしょう。

これらは一部の例ですが、コスト最適化は、目先の開発コスト削減に関してのみではなく、サービスの先進性や品質等に関する競合との差別化に要するコストと効果のバランスの面からも見る必要があることがわかります。

エッジコンピューティングにおける Couchbase Mobile の価値

エッジコンピューティングにおける重要な要素として、エッジデータセンターの活用があります。各パブリッククラウドから、下記のようなエッジデータセンターを実現するサービスが提供されています。

- AWS Local Zones
- AWS Wavelength
- AWS Outpost
- Azure Edge Services

第1章なぜCouchbase Mobileを用いるのがデータプラットフォーム Couchbase Mobile

- Google Distributed Cloud Powered by Anthos

エッジデータセンターの活用、すなわち複数の異なるデータセンターからなる多階層でのデータ同期においては、きめ細かいアクセス制御を実施しながら、中央集中型データセンターと多数のエッジデータセンター間でのデータ同期を制御する必要があります。上述のようなサービスが各社から提供され利用できる現在の状況を鑑みて、このような要件は、ますます重要になっているといえるでしょう。

Couchbase Mobile は、サーバーに対する複数のクライアントからなる古典的なストップロジー構成に留まらず、マルチティアのネットワーク構成に対応することができます。

Sync Gateway には、Sync Gateway 間レプリケーション (Inter Sync Gateway Replication) 機能が備わっています。これによって、複数の異なるデータセンターに存在する Sync Gateway 間の同期を実現します。

Sync Gateway 間レプリケーションを用いることによって、クラウドや中央データセンターにある Couchbase Server と同期する、ネットワークトポロジーのハブとして Couchbase Server と Sync Gateway をエッジデータセンターに配置することができます。これにより、Couchbase Lite を使ったアプリケーションは、高速・低遅延といった、エッジデータセンターの提供するデータローカリティーによる恩恵を受けることができます。

エッジデバイスにおける Couchbase Mobile の価値

センサー等の IoT / エッジデバイスで発生した情報を収集するための技術として、データストリーミングを実現する様々な技術が存在します。エッジデバイスからデータ収集を行う際の構成要素として、オープンソーステクノロジーとしては、たとえば以下のようないります。

- Apache NiFi/MiNiFi
- Apache Flink
- Apache Kafka
- Apache Spark Streaming

このようなデータストリーミングの技術を組み合わせ、下流と上流でデータの入出力を構成する代わりに、エッジデバイス上のデータベースとして Couchbase Lite を配した上で、通信に関わる処理を Couchbase Mobile に委ねることが考えられます。

第1章 なぜ、Couchbase Liteなのか？

Kafkaのようなソフトウェアは、ストリーミングデータをキューで管理することによって内部にデータを持つため、ネットワークの信頼性の影響を抑えることができますが、ローカルデータベースを活用することによって、オフライン状況でのデータハンドリングがより直接的に容易になる、という捉え方もできます。

Couchbase Lite は、Android や iOS のようなモバイル端末で利用することができるだけではありません。Android Java のみでなく JVM が実行できる環境で利用することができる他、C 言語サポートが提供されており、Raspberry Pi や、Debian、Ubuntu のような Linux OS が用いられているエッジデバイス上で、ネイティブアプリケーションに組み込んで利用することができます。

1.2 ドキュメント指向組み込みデータベース Couchbase Lite

はじめに

ここでは、Couchbase Lite データベースが、他のモバイル組み込みデータベース技術の中で、どのように位置づけられるかを見ていきます。

モバイルアプリケーション用の組み込みデータベースの中でも、よく知られたものとして、SQLite^{*6}があります。あるいは、iOS 開発者であれば Core Data^{*7}を、Android 開発者の場合は Room^{*8}のことを考えるかもしれません。また、それらのようなプラットフォーム固有ではない技術として、Realm^{*9}が知られています。ここでは、これらについて順に見ていきます。その際には、データベースの特徴を最も端的に表す要素として、データモデリングの観点に特に注目して解説します。

SQLite

SQLite は、「SQL データベースエンジンを実装する C 言語ライブラリーであり、世界で最も利用されているデータベースエンジン」です（括弧内は、公式サイトからの抄訳）。

以下に、Android developer サイトの公式ドキュメント^{*10}からのコードを引用しながら、基本的な使い方を紹介します。

まずは、定数定義 (Contract Class) を見てみます。

^{*6} <https://www.sqlite.org/index.html>

^{*7} <https://developer.apple.com/documentation/coredata>

^{*8} <https://developer.android.com/jetpack/androidx/releases/room>

^{*9} <https://realm.io/>

^{*10} <https://developer.android.com/training/data-storage/sqlite>

```
public final class FeedReaderContract {  
    // To prevent someone from accidentally instantiating the contract class,  
    // make the constructor private.  
    private FeedReaderContract() {}  
  
    /* Inner class that defines the table contents */  
    public static class FeedEntry implements BaseColumns {  
        public static final String TABLE_NAME = "entry";  
        public static final String COLUMN_NAME_TITLE = "title";  
        public static final String COLUMN_NAME_SUBTITLE = "subtitle";  
    }  
}
```

データを格納するためには、テーブル定義を行います。以下は、そのためのクエリの例です。

```
private static final String SQL_CREATE_ENTRIES =  
    "CREATE TABLE " + FeedEntry.TABLE_NAME + " (" +  
    FeedEntry._ID + " INTEGER PRIMARY KEY," +  
    FeedEntry.COLUMN_NAME_TITLE + " TEXT," +  
    FeedEntry.COLUMN_NAME_SUBTITLE + " TEXT)";  
  
private static final String SQL_DELETE_ENTRIES =  
    "DROP TABLE IF EXISTS " + FeedEntry.TABLE_NAME;
```

以下が、データベースにデータを挿入するためのコードです。先に確認したテーブル定義に従って、インサートするレコードの構造が決定されます。

```
// Gets the data repository in write mode  
SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();  
  
// Create a new map of values, where column names are the keys  
ContentValues values = new ContentValues();  
values.put(FeedEntry.COLUMN_NAME_TITLE, title);  
values.put(FeedEntry.COLUMN_NAME_SUBTITLE, subtitle);  
  
// Insert the new row, returning the primary key value of the new row  
long newRowId = db.insert(FeedEntry.TABLE_NAME, null, values);
```

以上、SQLite の利用方法を見てきました。リレーションナルデータベースを用いたアプ

第1章 なぜ、Couchbase Mobileなのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

リレーション開発経験者にとっては、特に多くを説明する必要のない内容であると思います。

SQLiteについて、同じくAndroidの公式ドキュメントでは、以下のように問題点が指摘されています。

RAW SQL クエリはコンパイル時に検証されません。

SQL クエリとデータオブジェクトを変換するには、大量のボイラープレートコードを記述する必要があります。

そして、下記のように注意されています。

SQLite データベース内の情報にアクセスするための抽象化レイヤとして Room 永続ライブラリーを使用することを強くおすすめします。

Room

Roomは、Android SDKが提供するORM(Object Relational Mapping^{*11})フレームワークです。

Roomについても、SQLiteと同じく、Android developerサイトの公式ドキュメント^{*12}からコードを引用しながら、解説します。

以下は、Roomにおけるエンティティ定義の例です。

```
@Entity
public class User {
    @PrimaryKey
    public int uid;

    @ColumnInfo(name = "first_name")
    public String firstName;

    @ColumnInfo(name = "last_name")
    public String lastName;
}
```

以下は、上記エンティティに対応するDAO(Data Access Object)定義です。内部で、SQLクエリが用いられているのがわかります。

^{*11} https://en.wikipedia.org/wiki/Object%20relational_mapping

^{*12} <https://developer.android.com/training/data-storage/room?hl=ja#java>

第1章 なぜ、Couchbase Mobile なのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

```
@Dao
public interface UserDao {
    @Query("SELECT * FROM user")
    List<User> getAll();

    @Query("SELECT * FROM user WHERE uid IN (:userIds)")
    List<User> loadAllByIds(int[] userIds);

    @Query("SELECT * FROM user WHERE first_name LIKE :first AND " +
           "last_name LIKE :last LIMIT 1")
    User findByName(String first, String last);

    @Insert
    void insertAll(User... users);

    @Delete
    void delete(User user);
}
```

以下は、上記の DAO を扱う RoomDatabase 継承クラスです。

```
@Database(entities = {User.class}, version = 1)
public abstract class AppDatabase extends RoomDatabase {
    public abstract UserDao userDao();
}
```

次のコードでは、RoomDatabase 継承クラスのインスタンスを取得しています。

```
AppDatabase db = Room.databaseBuilder(getApplicationContext(),
    AppDatabase.class, "database-name").build();
```

以下では、DAO を介してエンティティーのリストを取得しています。

```
UserDao userDao = db.userDao();
List<User> users = userDao.getAll();
```

上記の流れは、ORM(Object Relational Mapping) フレームワークに典型的なものと

第1章 なぜ、Couchbase Mobileなのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

いえるでしょう。

Core Data

Core Data は、「アプリケーションでモデルレイヤーオブジェクトを管理するためのフレームワーク (a framework that you use to manage the model layer objects in your application)」です(括弧内の引用は、Apple 公式ドキュメント「What Is Core Data?」^{*13}より)。

Core Dataにおいて、データモデル定義には、Xcode IDE のモデルエディター UI を用います。

定義したモデルは、プロジェクト内で、マネージドオブジェクトとして利用することができます。

Core Dataについて、単に ORM(Object Relational Mapping) フレームワークであるとする説明は誤りになるでしょうが、目的や開発された背景には ORM と共通のものを認めることができます。

Realm

Realm は、オブジェクト指向データベースです。

Realm では以下のように、データモデルを `RealmObject` を継承したクラスとして定義します(コードは、公式ドキュメント Quick Start^{*14}から引用)。ここでは、Task クラスを定義しています。

```
import io.realm.RealmObject;
import io.realm.annotations.PrimaryKey;
import io.realm.annotations.Required;
public class Task extends RealmObject {
    @PrimaryKey private String name;
    @Required private String status = TaskStatus.Open.name();
    public void setStatus(TaskStatus status) { this.status = status.name(); }
    public String getStatus() { return this.status; }
    public String getName() { return name; }
    public void setName(String name) { this.name = name; }
    public Task(String _name) { this.name = _name; }
    public Task() {}
}
```

^{*13} <https://developer.apple.com/library/archive/documentation/Cocoa/Conceptual/CoreData/index.html>

^{*14} <https://docs.mongodb.com/realm/sdk/android/quick-start-local/>

第1章 なぜ、Couchbase Liteなのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

以下は、データ挿入の例です。Task オブジェクトを直接、データベースに挿入します。

```
Task Task = new Task("New Task");
backgroundThreadRealm.executeTransaction (transactionRealm -> {
    transactionRealm.insert(Task);
});
```

以下は、データ検索の例です。検索結果は、Task として型付けされています。

```
// all Tasks in the realm
RealmResults<Task> Tasks = backgroundThreadRealm.where(Task.class).findAll();
```

以上からわかる通り、Realm は、あらかじめデータモデルの定義が必要なオブジェクト指向データベースであって、MongoDB や Couchbase Server のようなドキュメント指向データベースとは異なります。MongoDB Atlas は、Real とのデータ同期に対応していますが、Realm との同期の場合には、MongoDB クライアントと同等の柔軟性が提供されるわけではないことに注意が必要です。

Realm がオブジェクト指向データベースであることは単なる特徴であって、ドキュメント指向データベースよりも劣る欠点とは言えませんが、MongoDB との関わりにおいて、それぞれの違いを意識する必要があります。

Couchbase Lite

Couchbase Lite は、ドキュメント指向データベースです。

Couchbase Lite では、以下のようにドキュメントオブジェクト (`MutableDocument`) に対して、プロパティとして値を設定します。事前にデータモデルを定義する必要はありません。

```
MutableDocument newTask = new MutableDocument();
newTask.setString("type", "task");
newTask.setString("name", "データベース設計");
newTask.setString("owner", "TBD");
newTask.setString("status", "NEW");
newTask.setDate("createdAt", new Date());
try {
    database.save(newTask);
```

第1章 なぜ、Couchbase Liteなのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

```
} catch (CouchbaseLiteException e) {  
    Log.e(TAG, e.toString());  
}
```

このように、Couchbase Lite には、特定のデータモデルを表すテーブルスキーマやクラスといったものが存在しません。^{*15}

Couchbase Lite では、データ（ドキュメント）の種類を表す以下のふたつの方法があります。これらは時に併用されます。

- 種類を表す特定のプロパティを用います。典型的には「type」というプロパティ名が用いられます。
- 種類を表す名称をドキュメントを一意に特定するキー（ドキュメント ID）の一部に用います。たとえば、「user::001」のように、種類を表す接頭辞の後、任意のセパレーターが置かれ、後続の値によりキーがデータベース内で一意となるように設計します。

Couchbase Lite は、SQL 準拠のクエリが利用できるため、たとえば以下のよう WHERE 句を用いて、特定の種類のドキュメントを検索することができます。^{*16}

```
WHERE type = 'task'
```

まとめ

データモデリングの観点から各データベースについて見てきました。

データモデリングにおけるそれぞれの違いは、一次的にはそれらの特徴であって、優劣ではないということができます。一方で各 OS が提供する独自の技術は、その存在意義を示すために、SQLite と比べて優位性を強調しています。

各 OS が提供する独自の技術は、その OS 専用にアプリケーションを構築する場合には、固有の能力を発揮します。一方で、同じ目的を持ったアプリケーションをそれぞれの

^{*15} Couchbase Server では、リレーションナルデータベースにおけるテーブルに対応するコレクションというキースペース（名前空間）が存在します。

^{*16} Couchbase Server では、SELECT * FROM task のようなクエリ表現が可能です。

第1章 なぜ、Couchbase Liteなのか？指向組み込みデータベース Couchbase Lite

OSのために作成する際の合理化のために、Realm や Couchbase Lite のような、中立のテクノロジーを活用することが考えられます。

ここでは詳細に及ぶことはできませんでしたが、ここで紹介したデータベースには、それぞれ特色があり、データベースへのクエリの方法などは違いのわかりやすい部分でしょう。

「なぜ、Couchbase Lite なのか？」という問い合わせへの答えについて、他のデータベースとの比較という形は取りませんが、後続の章についても参考としていただければ幸いです。

■コラム：データ同期機能

リモートデータベースとデータを同期することによって、異なる端末でも同じデータが扱えるようにすることは、特殊な要件ではありません。様々なデータベースがそれぞれのやり方で、このような要件に対する配慮を示しています。

ここでは、これまで紹介したそれぞれのデータベースについて、リモートデータベースとのデータ同期機能について簡単に触れます。

MongoDB Atlas は、Realm はとのデータ同期機能^{*17}を提供しています。

Core Data は、CloudKit^{*18}による、iCloud との同期をサポートしています。

Room では、ネットワークとデータベースからページングする (Page from network and database^{*19}) ための `RemoteMediator` というコンポーネントが提供されています。

以上は、あくまでそれぞれのデータベースにおいて、リモートデータベースとのデータ同期という要件が考慮されていることを示すための概観に過ぎません。それについて注目すべき特徴や、あるいは、ここに挙げた以上の機能の存在、あるいは今後の機能拡張があるかもしれません、それらについては是非それぞれのデータベースに関する情報へ直接当たっていただきますようお願いします。

■コラム：組み込みデータベースの観点から見た MBaaS

各パブリッククラウドから、以下のような Mobile Backend as a Service が提供さ

^{*25} <https://www.mongodb.com/docs/atlas/app-services/sync/learn/overview/>

^{*26} https://developer.apple.com/documentation/coredata/mirroring_a_core_data_store_with_cloudkit/settings_and_options

^{*27} <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/paging/v3-network-db>

れています。

- Google Firebase
- AWS Amplify
- Azure Mobile Apps

それぞれ、iOS や Android といったモバイルプラットフォームの差を吸収する（両方に対応する）という意味において、Realm や Couchbase Lite と似た位置づけを持っているとも言えますが、MBaaS は、本質的にはバックエンドサービスをクラウドとして提供するものであり、組み込みデータベースと単純に比較を行えるものではありません。

一方、それぞれのサービスからオフライン時を想定した機能が提供されています。ここでは、ローカルデータベースとしての機能という観点から、それについて簡単に触れます。

AWS Amplify は、ローカル永続データストア機能として、Amplify DataStore^{*20}を提供しています。Amplify DataStore では、データモデルの定義として GraphQL スキーマを使用します。リモートバックエンドと同期する場合には、AWS AppSync と連携します。その際、GraphQL をデータプロトコルとして使用します。同期対象のリモートデータベースとして、AWS が提供するフルマネージド NoSQL ドキュメント指向データベース DynamoDB があります。

Firebase の提供するローカルデータサポートは、一時的なオフラインのためのキャッシュとしてのものであるといえます。Firebase では、リモートデータベースとしてリレーショナルデータベースを利用することもできますが、NoSQL データベースとしては Firestore^{*21}を利用できます。

Azure Mobile Apps は、オフラインデータ同期 (Offline Data Sync^{*22}) 機能としてローカルストアを提供します。これは、クライアント SDK の機能 (MobileServiceSyncTable) として位置付けられ、オンライン操作時における、MobileServiceTable と同等の操作性を提供しています。同期先のリモートデータベースとして、Azure SQL Database と Azure SQL Server を使うことができます。

クラウドプロバイダーのサービスは、常に進歩しています。ここでの記述内容については、著者の把握できていない部分や、今後変わっていく、あるいはすでに変わっている部分も存在することでしょう。是非、それぞれのサービスの一次情報を確認いただきますようお願いします。

*³¹ <https://docs.amplify.aws/lib/datastore/getting-started/q/platform/js/>
*³³ <https://docs.microsoft.com/ja-jp/azure/developer/mobile-apps/azure-mobile-apps/howto/data-sync>

第 2 章

Couchbase Lite データベース

2.1 ドキュメント構造

Couchbase Lite のデータの基本単位はドキュメントであり、これは RDB の行またはレコードに相当します。

Couchbase Lite の内部で、ひとつのドキュメントは一意かつ不変のドキュメント ID(キー)と、ドキュメント ID により一意に特定されるデータ(バリュー)、つまりキーとバリューのペアから構成されます。

ドキュメント ID

ドキュメント ID はデータベース内で一意であり、ドキュメント作成後に変更することができません。ドキュメント ID はユーザーが作成時に指定するか、あるいは(UUIDとして)自動的に生成することができます。

ドキュメント ID として利用できる文字列には、以下の制約あります。

- スペースを含まない UTF-8 文字列(「%」、「/」、「"」、「_」などの特殊文字を許容)
- 最大 250 バイト

JSON ドキュメント

Couchbase Lite データベースに格納されるドキュメントのデータモデル(Documents Data Model^{*1})は、JSON の形式を取ります。

JSON オブジェクトは、名前と値のペアのコレクションであり、値は、数値、文字列、

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/document.html>

null、JSON オブジェクト、そしてこれらの値の配列といった、さまざまなデータ型を取ります。

この「名前」と「値」のペアはプロパティと呼ばれます。「名前」のことをプロパティ名、「値」をプロパティ値と呼ぶことがあります。このように、プロパティは、データ自体に加え、名前という属性情報を含むため、JSON ドキュメントは複雑なデータ構造を自己組織化された方法で表すことができます。

以下は、このような JSON オブジェクトの例です。

```
{  
    "名前1": "値1",  
    "名前2": [ "値2A", "値2B", "値2C" ]  
    "名前3": {  
        "名前3A" : "値3A",  
        "名前3B" : 123,  
        "名前3C" : [ 1, 2, 3 ]  
    },  
    "名前4": null,  
    "名前5": [  
        { "名前5A" : "値5A1", "名前5B" : 1 },  
        { "名前5A" : "値5A2", "名前5B" : 2 },  
        { "名前5A" : "値5A3", "名前5B" : 3 }  
    ]  
}
```

添付ファイル(バイナリデータ)

ドキュメントには、添付ファイルと呼ばれるバイナリデータ (BLOB) を関連付けることができます。添付ファイルによって、Couchbase Lite データベースは、画像ファイルやその他の非テキストデータを保存する手段を提供します。

添付ファイルは、添付先のドキュメントと同じ Couchbase Lite データベースインスタンスに保存されます。添付ファイルは、内部的にはそのファイルが添付された JSON ドキュメントとは異なるドキュメント ID を持つ別のドキュメントとして保存されます。添付先ドキュメントには、そのドキュメント自体のデータに加え、添付ファイルへの参照や添付ファイルの属性情報に関するデータが加えられます。

ひとつのドキュメントに対して、複数の添付ファイルを関連付けることができます。反対に、同じ添付ファイルを複数のドキュメントに添付することもでき、その場合、添付ファイルのひとつのインスタンスのみがデータベースに保存されます。

ドキュメント有効期限

ドキュメントに対して有効期限を設定できます。ドキュメントの有効期限が切れると、ドキュメントはデータベースからページ（消去）されます。

2.2 データベース操作

Couchbase Lite データベース（Databases^{*2}）を利用する際の基本的な操作について解説します。

初期化

最初に、Database クラスの静的メソッド `init()` をコールし、データベースを初期化します。

```
CouchbaseLite.init(context);
```

上の例で、引数として与えられているのは、`android.content.Context` オブジェクトです。

初期化前に他の API が呼び出されると、例外が発生します。

データベース作成/オープン

Database クラスを使用して、新しいデータベースを作成したり、既存のデータベースをオープンすることができます。Database クラスのインスタンスを作成する際には、データベース名を指定します。また、必要に応じ、DatabaseConfiguration オブジェクトを作成の上、Database クラスのコンストラクターへの引数として指定します。

以下の例では、DatabaseConfiguration を用いて、データベースのパスを指定しています。パスを指定しない場合は、デフォルトの場所が利用されます。

```
final String DB_NAME = "CBL";
```

^{*2} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/java/database.html>

```
DatabaseConfiguration config = new DatabaseConfiguration();
config.setDirectory(context.getFilesDir().getAbsolutePath());

Database database = new Database(DB_NAME, config);
```

指定された名前のデータベースが指定されたパスに存在しない場合、新しいデータベースが作成されます。

■コラム：データベース暗号化

エンタープライズエディションでは、データベースを暗号化することができます。

暗号化を有効にするには、データベース作成時に `DatabaseConfiguration` の `encryptionKey` プロパティーに暗号化キーを設定します。暗号化に使用されるアルゴリズムは 256 ビット AES です。

暗号化されたデータベースをオープンする際には、複合化のために暗号化キーを指定する必要があります。

暗号化キーの管理は、アプリケーション側の責任になります。暗号化キーは通常、Apple のキーチェーンや Android のキーストアなどのプラットフォーム固有の安全なキーストアに保存されます。

データベースクローズ

以下は、データベースをクローズする例です。

```
database.close();
```

2.3 ドキュメント操作

ドキュメント作成・保存

新規ドキュメント作成時には、`MutableDocument` クラスを使用します。次のいずれかのコンストラクターを使用できます。

- `MutableDocument(String id)`: 指定したドキュメント ID を使用して新しいドキュメントを作成します。
- `MutableDocument()`: ドキュメント ID をランダムに生成して、新しいドキュメントを作成します。

次のコードは、ドキュメントを作成してデータベースに永続化する例です。

```
MutableDocument newTask = new MutableDocument();
newTask.setString("type", "task");
newTask.setDate("createdAt", new Date());
try {
    database.save(newTask);
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    Log.e(TAG, e.toString());
}
```

ドキュメント取得

ドキュメント ID を引数として取る、`Database` クラスの `getDocument` メソッドを使用して、ドキュメントを取得することができます。

```
Document document = database.getDocument("xyz");
```

指定されたドキュメント ID を持つドキュメントが存在しない場合は、null が返されます。

ドキュメント変更

データベースからドキュメントが読み取られるとき、ドキュメントは不变 (immutable) オブジェクトとして取得されます。ドキュメントを更新する際には、`toMutable` メソッドを使用して、更新可能な (mutable) インスタンスを取得します。

ドキュメントへの変更は、`Database` の `save` メソッドコールのタイミングでデータベースに反映されます。

```
Document document = database.getDocument("xyz");
MutableDocument mutableDocument = document.toMutable();
mutableDocument.setString("name", "apples");
try {
    database.save(mutableDocument);
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    Log.e(TAG, e.toString());
}
```

型付きアクセサー

`Document` クラスは、文字列、数値 (整数、浮動小数点数)、ブーリアン (真偽値) など、さまざまな型のプロパティーへのアクセサーを提供します。これらのアクセサーを利用して、アプリケーションが期待する型と JSON エンコーディングとの間の変換を行うことができます。

アクセサーの引数として指定された名前のプロパティーがドキュメント内に存在しない場合、アクセサーのタイプに応じたデフォルト値が返されます (たとえば、整数値に対するアクセサー `getInt` の場合は 0 のように)。

Date アクセサー

`Date` 型は一般的なデータ型ですが、JSON はネイティブにサポートしていないため、

ISO-8601 形式の文字列として日付データを格納するのが慣例です。Document クラスは、Date 型アクセサーを備えています。

次の例では、`java.util.Date` オブジェクトを `MutableDocument` のプロパティとして設定しています。

```
mutableDocument.setValue("createdAt", new Date());
```

次の例では、`Document` オブジェクトの `getDate` アクセサーを使用して `Date` オブジェクトとして取得しています。

```
Date date = document.getDate("createdAt");
```

配列操作

`Document` クラスは、配列型のプロパティへのアクセサーを持ちます。

`Document` の配列型のプロパティ値として、Couchbase Lite は `Array` クラスと `MutableArray` クラスを提供します。

以下は、`MutableArray` を `Document` のプロパティとして追加する例です。

```
// MutableArrayオブジェクト作成
MutableArray mutableArray = new MutableArray();

// 要素の追加
mutableArray.addString("650-000-0000");
mutableArray.addString("650-000-0001");

// 新規ドキュメントのプロパティとしてMutableArrayオブジェクトを追加
MutableDocument mutableDoc = new MutableDocument("doc1");
mutableDoc.setArray("phones", mutableArray);

// ドキュメント保存
database.save(mutableDoc);
```

以下は、`Document` から `Array` を取得して利用する例です。

```
Document document = database.getDocument("doc1");

// ドキュメントプロパティーから配列を取得
Array array = document.getArray("phones");

// 配列の要素数をカウント
int count = array.count();

// インデックスによる配列アクセス
for (int i = 0; i < count; i++) {
    Log.i(TAG, array.getString(i));
}

// ミュータブルコピーの生成
MutableArray mutableArray = array.toMutable();
```

ディクショナリーオペレーション

Document クラスは、ディクショナリーオペレーションへのアクセサーを持ちます。Document のディクショナリーオペレーションのプロパティー値として、Couchbase Lite は Dictionary クラスと MutableDictionary クラスを提供します。

以下は、MutableDictionary を Document のプロパティーとして追加し、データベースに保存する例です。

```
// MutableDictionaryオブジェクト作成
MutableDictionary mutableDict = new MutableDictionary();

// ディクショナリーオペレーションへのキー/値の追加
mutableDict.setString("street", "1 Main st.");
mutableDict.setString("city", "San Francisco");

// 新規ドキュメントのプロパティーとしてMutableDocumentオブジェクトを追加
MutableDocument mutableDoc = new MutableDocument("doc1");
mutableDoc.setDictionary("address", mutableDict);

// ドキュメント保存
database.save(mutableDoc);
```

以下は、Document から Dictionary を取得して利用する例です。

```
Document document = database.getDocument("doc1");

// ドキュメントプロパティーからディクショナリーを取得
Dictionary dict = document.getDictionary("address");

// キーによる値の取得
String street = dict.getString("street");

// ディクショナリーに対する走査
for (String key : dict) {
    Log.i(TAG, key + ":" + dict.getValue(key));
}

// ミュータブルコピーの生成
MutableDictionary mutableDict = dict.toMutable();
```

プロパティー確認

ドキュメントに特定のプロパティーが存在するかどうかを確認するために、`contains` メソッドを使用できます。

```
Document document = database.getDocument("doc1");
String key = "key1";
if (document.contains(key)) {
    Log.i(TAG, key + ":" + document.getString(key));
}
```

バッチ操作

データベースに一度に複数の変更を加える場合、それらをグループ化してバッチとして実行する方法が提供されています。

次の例では、`inBatch` メソッドに与えるコードブロックの中で、ドキュメントをデータベースに保存する処理を複数回実行しています。

```
database.inBatch(() -> {
    for (int i = 0; i < 10; i++) {
        MutableDocument doc = new MutableDocument();
```

```
        doc.setValue("type", "user");
        doc.setValue("name", "user " + i);
        doc.setBoolean("admin", false);
        try {
            database.save(doc);
            Log.i(TAG, String.format("saved user document %s", doc.getString("name")));
        } catch (CouchbaseLiteException e) {
            Log.e(TAG, e.toString());
        }
    }
});
```

バッチとして実現される一連の操作は、ローカルレベルでトランザクショナルです。つまり、他のプロセスは、コードブロック実行中に変更を加えることができず、また、コードブロック中の変更の一部を認識するということがありません。

ローカルレベルと断っているのは、Couchbase Lite と Couchbase Server とのデータ同期を行う場合、これらのグループ化された操作による Couchbase Lite データベースに対する更新が、Couchbase Server に対して反映される際に、トランザクショナルに実施されるわけではない、という意味合いでいます。

変更イベントのリスニング

データベースやドキュメントで発生した変更をイベントとして検知することによって、要件に応じた処理を実装することが可能です。

次の例では、ドキュメントに対する変更を検知するために、特定のドキュメントに対してリスナーを登録しています。

```
database.addDocumentChangeListener(
    "doc1",
    change -> {
        Document doc = database.getDocument(change.getDocumentID());
        if (doc != null) {
            Toast.makeText(context, "Status: " + doc.getString("status"), Toast.LENGTH_SHORT)
        }
    });
});
```

ドキュメント有効期限設定

ドキュメントに有効期限を設定できます。ドキュメントの有効期限が切れると、ドキュメントはデータベースからページ(消去)されます。

次の例では、ドキュメントの TTL(Time To Live) を現在の時刻から 1 日後に設定しています。

```
Instant ttl = Instant.now().plus(1, ChronoUnit.DAYS);
database.setDocumentExpiration("doc1", new Date(ttl.toEpochMilli()));
```

以下のように、null を設定することで、有効期限をリセットすることができます。

```
database.setDocumentExpiration("doc1", null);
```

2.4 添付ファイル操作

添付ファイル作成

以下は、ドキュメントの添付ファイルを作成し、データベースに保存する例です。

```
AssetManager assetManager = context.getResources().getAssets();
InputStream is = null;
try {
    is = assetManager.open("image.jpg");
    Blob blob = new Blob("image/jpeg", is);
    mutableDoc.setBlob("image", blob);
    database.save(mutableDoc);
} catch (IOException e) {
    Log.e(TAG, e.toString());
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    Log.e(TAG, e.toString());
} finally {
    try {
        if (is != null) {
            is.close();
        }
    }
```

```
    } catch (IOException ignore) { }
}
```

添付ファイル取得

以下は、ドキュメントから添付ファイルを取得する例です。

```
Blob blob = doc.getBlob("image");
byte[] bytes = blob.getContent();
```

2.5 JSON 文字列との変換

Couchbase Lite の Document、MutableDocument、Dictionary、MutableDictionary、Array、MutableArray クラスは、JSON 文字列との変換をサポートしています。

ドキュメントから JSON 文字列への変換

Document クラスの `toJSON()` メソッドを使用して、ドキュメントの内容を JSON 文字列として取り出すことができます。

```
final String json = doc.toJSON();
```

JSON 文字列によるドキュメント作成

JSON 文字列を使用して MutableDocument オブジェクトを作成することができます。次の例では、まずデータベースから取得したドキュメントを JSON 文字列に変換し、その JSON 文字列を使用して別のドキュメントとして保存しています。

```
final String json = database.getDocument("doc1").toJSON();
```

```
final MutableDocument document = new MutableDocument("doc2", json);
database.save(document);
```

JSON 文字列とディクショナリーとの変換

JSON 文字列を使用して `MutableDictionary` オブジェクトを作成することができます。

以下は、JSON 文字列とディクショナリーの変換を扱う例です

```
final String JSON = "{\"name1\":\"value1\",\"name2\":\"value2\"}";
final MutableDictionary mDict = new MutableDictionary(JSON);

for (String key: mDict.getKeys()) {
    Log.i(TAG, key + ":" + mDict.getValue(key));
}
```

JSON 文字列と配列との変換

JSON 文字列を使用して、`MutableArray` オブジェクトを作成することができます。

以下は、JSON 文字列と配列の変換を扱う例です。

```
final String JSON = "[{\"id\":\"obj1\"},{\"id\":\"obj2\"}]";
final MutableArray mArray = new MutableArray(JSON);

for (int i = 0; i < mArray.count(); i++) {
    final Dictionary dict = mArray.getDictionary(i);
    Log.i(TAG, dict.getString("name"));
    db.save(new MutableDocument(dict.getString("id"), dict.toMap()));
}
```

開発参考情報

ここでは、Couchbase Lite API による JSON 操作について解説しました。

一旦、Couchbase Lite オブジェクトから JSON データが文字列として取り出された後

は、プログラミング言語で提供されている JSON 用ライブラリーを活用することができます。たとえば、ライブラリーの提供するデータバインディング機能を利用して、JSON から POJO(Plain Old Java Object) に変換することが考えられます。

そのようなライブラリーの例として、Jackson^{*3}があります。Couchbase Lite と Jackson の組み合わせは、Couchbase Blog: Exploring Couchbase Mobile on Android: Object Mapping^{*4}でも取り上げられています。

^{*3} <https://github.com/FasterXML/jackson>

^{*4} <https://blog.couchbase.com/object-mapping-couchbase-mobile-android/>

第3章

Couchbase Lite クエリ

3.1 概要

Couchbase Lite では、JSON データに対して SQL 形式のクエリを行うことができます。

クエリ形式

Couchbase Lite は、標準 SQL 同様の以下の形式のクエリを使用します。

```
SELECT ----  
FROM ----  
WHERE ----  
JOIN ----  
GROUP BY ----  
ORDER BY ----
```

SQL 経験者にとっては馴染みのあるものだと思いますが、各行について説明すると以下の通りです。

- SELECT ステートメントには、クエリの結果セットを指定します。
- FROM には、クエリの照会先を指定します。
- WHERE ステートメントでは、検索条件を指定します。
- JOIN ステートメントには、複数の照会先を結合するための条件を指定します。
- GROUP BY ステートメントには、結果セットとして返されるアイテムをグループ化するために使用される基準を指定します。

- ORDER BY ステートメントには、結果セット内のアイテムの順序付けに使用される基準を指定します。

このように、クエリ形式の構造とセマンティクスは、SQL に基づきます。さらに、SQL には含まれていない JSON データの操作に関する部分は、N1QL クエリ言語に基づいています。

N1QL

N1QL という名前は、リレーションナルデータモデルにおける第一正規型 (first normal form) と関係し、非第一正規型クエリ言語 (Non 1st normal form Query Language) の略称です。N1QL と書いて、ニッケルと読みます。なお、N1QL という名称は Couchbase 固有のものです。¹

N1QL の設計は、SQL++ に由来します。

SQL++

SQL++ はカリフォルニア大学で生み出され、Apache AsterixDB²でも採用されています。

SQL++ の提唱者 Yannis Papakonstantinou 他の著者による論文「The SQL++ Query Language: Configurable, Unifying and Semi-structured³」では、N1QL について「syntactic sugar over SQL++」という表現が用いられています。

クエリビルダー API と SQL++/N1QL クエリ API

Couchbase Lite クエリには、以下のふたつタイプの API が存在します。

- **クエリビルダー API:** クエリを文字列で表現するのではなく、オブジェクトとして構築します。クエリの構築には、ビルダークラス (`QueryBuilder`) を使用します。

¹ なお、同じ N1QL という名称であっても、Couchbase Lite と Couchbase Server とでは異なる部分があります。詳細については、ドキュメントを参照ください。

² <https://asterixdb.apache.org/>

³ <https://arxiv.org/abs/1405.3631>

- **SQL++/N1QL クエリ API^{*4}**: クエリ文字列を使います。

クエリビルダー API でオブジェクトとしてクエリを構築する場合も、その構文構造は、上述した SQL の形式と一致しています。

ふたつの API は、プログラミング方法は異なるものの、機能レベルでは基本的に同じ機能を提供しますが、わずかながら機能における差分が存在します。

クエリビルダー API は、SQL++/N1QL クエリ API が備えている機能の全てを備えている訳ではありません。一方で、Couchbase Lite 2.x まではクエリ API は存在しておらず、クエリビルダーが唯一の API でした。ここからもわかる通り、この機能の差は利用において本質的な問題とはなりえないものであり、クエリビルダー API に備わっていない機能を利用するため、SQL++/N1QL クエリ API と併用する必要性は基本的に生じません。たとえば、データ型変換関数はクエリ API でのみ提供されていますが、クエリビルダー API を使う場合は、プログラミング言語の機能を利用することができます。

反対に、SQL++/N1QL クエリ API はクエリビルダー API には備わっていない機能を備えている一方、API に依存しなければならない操作があります。このような例に、インデックス作成があります。Couchbase Lite におけるインデックス作成は、DDL クエリではなく API を用います。

■コラム: C API の制約とその背景

Couchbase Lite C API^{*5}では、クエリビルダー API は提供されておらず、SQL++/N1QL クエリ API のみが提供されます。

C 言語におけるこの制約の理由として、クエリの構築をクエリビルダー API のような方法で実現するには、(純粋な)C の構文では表現力が不足している、と考えることができます。なお、C API には、`MutableDocument` クラスのように、C++ の文法に由来する API が含まれていますが、これらは「非安定 (volatile)」、「最終化されておらず、将来のリリースで変更する可能性がある (not finalized, and may change in future releases)」とされています。

クエリ文字列の利用には、コンパイル時に検証されず、タイプセーフではない等の欠点があります。一方、Flutter のようなサポートされていないプログラミング言語

^{*4} 本書の以降の記述では「SQL++/N1QL」という並列表記を用います。Couchbase Mobile 3.0 以降のドキュメントでは、Couchbase のクエリ言語を指す名称として「SQL++」という名称が用いられるようになっている一方、既存の情報では「N1QL」という名称が用いられています。読者がそれらの情報を参照する際の混乱を避けるために、「SQL++/N1QL」という並列表記を採用しています。

のために、Couchbase Lite 用のパッケージを C 言語で構築する際には、クラスを介して実現するよりも、クエリ文字列を用いる方が柔軟で実装が容易である、という利点があります。この点も、C SDK では SQL++/N1QL クエリ API のみが提供されていることを理解する助けになるでしょう。

標準 SQL からの主な拡張要素

Couchbase Lite は JSON を扱うドキュメントデータベースであるため、クエリの構文は SQL に基づきながら、JSON データの扱いのために拡張されています。以下に、主要な拡張要素を示します。

- **未定義データ型:** テーブルスキーマを有するデータベースへのクエリと異なり、N1QL では、未定義のデータを表現するためのデータ型 MISSING が存在します。また、MISSING 値に対する検索条件を指定する方法があります。
- **辞書型オブジェクト:** データ型として辞書型オブジェクトの表現、およびそれを想定した検索条件指定方法があります。
- **配列:** データ型として配列の表現、およびそれを想定した検索条件指定方法があります。

3.2 定義と実行

クエリビルダー API と SQL++/N1QL クエリ API の詳細については、後の章でそれぞれ解説します。ここでは、基本的な定義と両方に共通する実行方法を説明します。

クエリビルダー API

QueryBuilder クラスのメソッドを使用して、Query オブジェクトを作成します。以下は、その例です。

*6 <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-C>

```
Query query = QueryBuilder
    .select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("hotel")))
    .limit(Expression.intValue(10));
```

Query オブジェクトの `execute` メソッドを使用してクエリを実行します。

```
ResultSet rs = query.execute();
```

以下は、`ResultSet` オブジェクトから、`Result` オブジェクトを順番に処理する例です。

```
for (Result result : rs) {
    // 何らかの処理を行う
}
```

結果として返されるデータの構造は、クエリの記載方法によって異なります。これについては、後の章で解説します。

SQL++/N1QL クエリ API

`Database` クラスの `createQuery` メソッドを使用して、クエリ文字列から `Query` オブジェクトを作成します。

以下は、クエリ文字列から、`Query` オブジェクトを作成する例です。

```
Query query = database.createQuery("SELECT * FROM database");
```

Query オブジェクトの実行以降の操作については、クエリービルダー API と同様です。

3.3 ライブクエリ

概要

Query オブジェクトに対してリスナーを設定することで、クエリの結果に影響を与える変更に対する通知を受けることができます。このようなクエリは、ライブクエリ (Live Query^{*6}) と呼ばれます。

ライブクエリは、データを最新の状態に保つ必要のあるテーブルやリストビューなどのユーザーインターフェイスを構築するための方法を提供します。

利用方法

以下、コーディング例を示します。

```
// Queryオブジェクトの作成
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database));

// リスナー追加によるライブクエリのアクティビ化
ListenerToken token = query.addChangeListener(change -> {
    // コールバック関数定義
    for (Result result : change.getResults()) {
        /* 例えばUI更新のように変更を反映するための処理を記述します */
    }
});

// クエリの実行
query.execute();
```

ライブクエリを停止するには、リスナーを追加した際に受け取ったトークンを使用してリスナーを削除します。

^{*6} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/3.0/java/query-live.html>

```
query.removeChangeListener(token);
```

Android RecyclerView 連携

Android プラットフォームでは、動的なデータを効率的に表示するために、RecyclerView^{*7}を用いることができます。

以下に、Couchbase Lite を RecyclerView のデータソースとして使用する際の一般的な構成を示します。

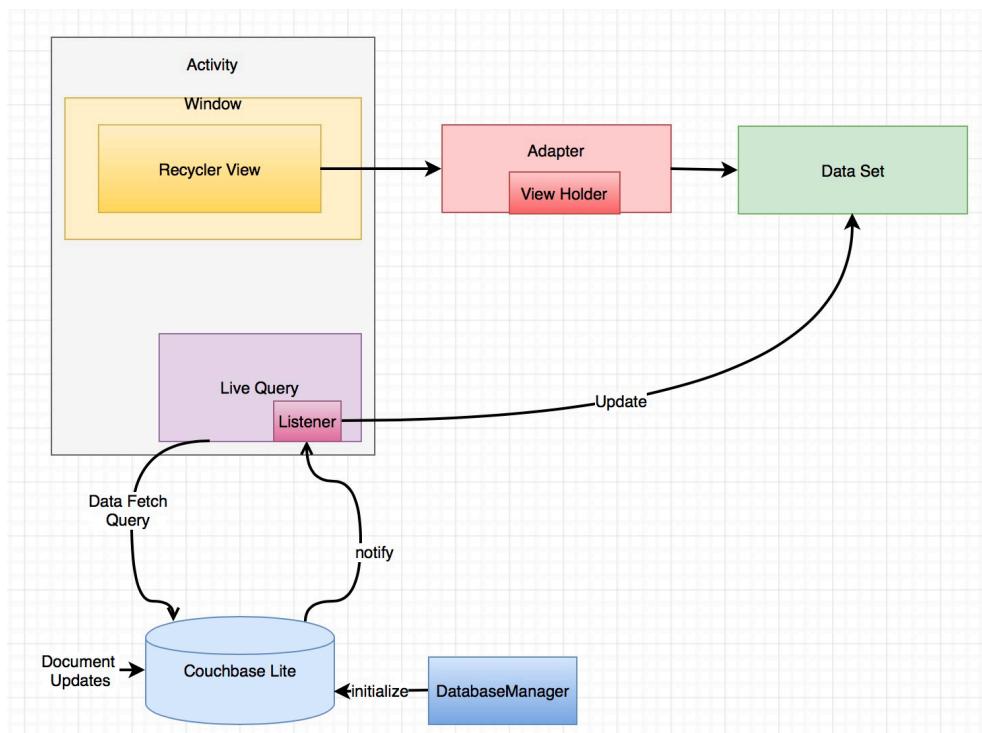


図 3.1: Couchbase Lite と RecyclerView との関係

(図は、Couchbase チュートリアル Using Couchbase Lite with Recycler Views^{*8} より)

*7 <https://developer.android.com/reference/androidx/recyclerview/widget/RecyclerView>

*8 <https://docs.couchbase.com/tutorials/university-lister/android.html>

引用)

- RecyclerView は Activity によってインスタンス化されます。RecyclerView は Adapter と関係を持っています。
- Adapter は、ViewHolder を介してデータ項目をビューにバインドする役割を果たします。
- DatabaseManager は、Couchbase Lite の初期化と管理を担当します。
- Activity から、Couchbase Lite に対して、ライブクエリを構成するリスナーが登録されます。

以下、チュートリアル Using Couchbase Lite with Recycler Views^{*9}の内容をベースに、Android アプリ開発におけるライブクエリの利用について、実際のコーディング内容を紹介します。

まず、以下のように Activity の onCreate メソッドで RecyclerView の初期化が行われます。

ListActivity.java

```
@Override  
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {  
    super.onCreate(savedInstanceState);  
  
    ...  
  
    // RecyclerViewの設定  
    RecyclerView recyclerView = (RecyclerView)findViewById(R.id.rvUniversities);  
    recyclerView.setAdapter(adapter);  
    recyclerView.setLayoutManager(new LinearLayoutManager(this));  
  
    ...  
}
```

ここで RecyclerView に設定されている adapter は、RecyclerView.Adapter<UniversityListAdapter.ViewHolder>を継承したクラスです。

以下は、ライブクエリ登録箇所です。University オブジェクトのリストを扱うためにライブクエリを設定しています。

^{*9} <https://docs.couchbase.com/tutorials/university-lister/android.html>

ListActivity.java

```
// クエリの構築
query = QueryBuilder.select(SelectResult.all()).
    from(DataSource.database(dbMgr.database));

// ライブクエリリスナーを追加
query.addChangeListener(new QueryChangeListener() {
    @Override
    public void changed(QueryChange change) {
        ResultSet resultRows = change.getResults();
        Result row;
        List<University> universities = new ArrayList<University>();
        // リスナーコールバック内における、結果セットの反復処理
        while ((row = resultRows.next()) != null) {

            Dictionary valueMap = row.getDictionary(dbMgr.database.getName());
            ObjectMapper objectMapper = new ObjectMapper();
            objectMapper.configure(DeserializationFeature.FAIL_ON_UNKNOWN_PROPERTIES, false);
            University university = objectMapper.convertValue(valueMap.toMap(), University.class);
            universities.add(university);
        }

        // アダプターにデータをセット
        adapter.setUniversities(universities);

        runOnUiThread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                // アダプターへ通知
                adapter.notifyDataSetChanged();
            }
        });
    }
});

// クエリ実行
query.execute();
```


第4章

Couchbase Lite を使ってみる

4.1 はじめに

Couchbase Lite を各プログラミング言語で利用する際の基本的な手順について解説します。

本章の記述は、アプリケーションで Couchbase Lite を利用する際に、導入として必要な最低限の情報を提供することを目的としています。本章で紹介しているプログラミング実装は、Couchbase Lite のセットアップと基本的な機能の確認を意図したものであり、本番の開発を想定したものではないことをご認識おきください。

4.2 Android Java

確認環境

- Android Studio Bumblebee | 2021.1.1 Patch 2 for Mac

プロジェクト作成

1. Android Studio で新しい「Empty Activity」プロジェクトを作成します。
2. 「Language」として「Java」を選択します。
3. 「Minimum SDK」として「API 22: Android 5.1 (Lollipop)」を選択します。

ビルド依存関係追加

1. Gradle ファイルの `repositories` セクションに `mavenCentral()` が存在することを確認します。存在しない場合は、追加します。

2. Gradle ファイルの `dependencies` セクションに `implementation 'com.couchbase-lite:couchbase-lite-android:3.0.0'` を含めます。

`repositories` セクションや `dependencies` セクションが定義されているファイルは Gradle のバージョンによって異なります。`settings.gradle` ファイル、または `build.gradle` ファイルを確認してください。

コーディング

`MainActivity.java` ファイルに変更を加えます。

下記のインポート文を追加します。

`MainActivity.java`

```
import android.content.Context;
import android.util.Log;
import com.couchbase-lite.*;
```

`MainActivity` クラスを以下のように編集します。

`MainActivity.java`

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity {

    private static final String TAG = "CBL";
    private static final String DB_NAME = "cbl";
    private Context cntx = this;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        // Couchbase Lite 初期化
        CouchbaseLite.init(cntx);
        Log.i(TAG, "Couchbase Lite 初期化完了");

        // データベース利用開始（存在しない場合は、新規作成）
        Log.i(TAG, "データベース利用開始");
        DatabaseConfiguration cfg = new DatabaseConfiguration();
        Database database = null;
        try {
            database = new Database(DB_NAME, cfg);
        } catch (CouchbaseLiteException e) {
```

```
        e.printStackTrace();
    }

    // ドキュメント作成
    MutableDocument mutableDoc =
        new MutableDocument().setString("type", "user").setString("last-name", "佐藤");

    // ドキュメント保存
    try {
        database.save(mutableDoc);
    } catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    // ドキュメント取得、変更、保存
    mutableDoc =
        database.getDocument(mutableDoc.getId())
            .toMutable()
            .setString("first-name", "太郎");
    try {
        database.save(mutableDoc);
    } catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    // ドキュメント取得、変更結果確認
    Document document = database.getDocument(mutableDoc.getId());
    Log.i(TAG, String.format("Document ID : %s", document.getId()));
    Log.i(TAG, String.format("名前: %s %s", document.getString("last-name"), document.getString("first-name")));

    // クエリ実行
    try {
        ResultSet rs =
            QueryBuilder.select(SelectResult.all())
                .from(DataSource.database(database))
                .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("user")))
                .execute();

        for (Result result : rs) {
            Dictionary userProps = result.getDictionary(0);
            String firstName = userProps.getString("first-name");
            String lastName = userProps.getString("last-name");
            Log.i(TAG, String.format("名前: %s %s", firstName, lastName));
        }
    } catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    // データベースクローズ
    try {
```

```
        database.close();
    } catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

実行結果確認

プロジェクトをビルドし、アプリを実行します。プログラムで行っているログ出力の内容を確認します。

プログラムの実行によって作成されたデータベースを確認するには、Device File Explore を使うことができます。

1. エミュレーターを起動している状態で、メニューから次のように開きます。：
[View] > [Tool Window] > [Device File Explore]
2. Device File Explore のツリービューで次のように展開します。：[data] > [data]
3. アプリケーションのパッケージ名のフォルダーの中の [files] の下に作成されたデータベースを確認することができます。

開発参考情報

Couchbase Lite のセットアップ方法を含め、公式ドキュメントや API リファレンスなど、Android プラットフォームでの開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on Android^{*1}) からアクセスすることができます。

また、Couchbase Lite を用いた Android Java アプリケーション開発について、以下のチュートリアルが公開されています。

- User Profile Sample: Couchbase Lite Fundamentals^{*2}
- User Profile Sample: Couchbase Lite Query Introduction^{*3}
- User Profile Sample: Data Sync Fundamentals^{*4}

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/quickstart.html>

^{*2} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-standalone-android/userprofile_basic.html

^{*3} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-query-android/userprofile_query.html

^{*4} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-sync-android/userprofile_sync.html

4.3 Kotlin

確認環境

- Android Studio Bumblebee | 2021.1.1 Patch 2 for Mac

プロジェクト作成

1. Android Studio で新しい「Empty Activity」プロジェクトを作成します。
2. 「Language」として「Kotlin」を選択します。
3. 「Minimum SDK」として「API 22: Android 5.1 (Lollipop)」を選択します。

ビルド依存関係追加

1. `setting.gradle` ファイルの `dependencyResolutionManagement` セクションの `repositories` セクションに `mavenCentral()` が存在することを確認します。存在しない場合は、追加します。
2. アプリケーションレベルの `build.gradle` ファイルの `dependencies` セクションに `implementation 'com.couchbase-lite:couchbase-lite-android-ktx:3.0.0'` を含めます。

コーディング

`MainActivity.kt` ファイルに変更を加えます。

下記のインポート文を追加します。

`MainActivity.kt`

```
import android.content.Context
import android.util.Log
import com.couchbase.lite.*
```

`MainActivity` クラスを以下のように編集します。

MainActivity.kt

```
class MainActivity : AppCompatActivity() {

    private var TAG = "CBL"
    private var DB_NAME = "cbla"
    private var cntx: Context = this

    override fun onCreate(savedInstanceState: Bundle?) {
        super.onCreate(savedInstanceState)
        setContentView(R.layout.activity_main)

        // Couchbase Lite 初期化
        CouchbaseLite.init(cntx)
        Log.i(TAG, "Couchbase Lite 初期化完了")

        // データベース利用開始（存在しない場合は、新規作成）
        Log.i(TAG, "データベース利用開始")
        val cfg = DatabaseConfigurationFactory.create()
        val database = Database(DB_NAME, cfg)

        // ドキュメント作成
        var mutableDoc = MutableDocument().setString("type", "user").setString("last-name",
佐藤")

        // ドキュメント保存
        database.save(mutableDoc)

        // ドキュメント取得、変更、保存
        mutableDoc = database.getDocument(mutableDoc.id)!!.toMutable().setString("first-name",
太郎")
        database.save(mutableDoc)

        // ドキュメント取得、変更結果確認
        val document = database.getDocument(mutableDoc.id)!!
        Log.i(TAG, "ドキュメントID: ${document.id}")
        Log.i(TAG, "名前: ${document.getString("last-name")}\n${document.getString("first-name")}")

        // クエリ実行
        val rs = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
            .from(DataSource.database(database))
            .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("user")))
            .execute()

        for (result in rs) {
            val userProps = result.getDictionary(0)
            val firstName = userProps!!.getString("first-name")
            val lastName = userProps.getString("last-name")
            Log.i(TAG, "名前: ${lastName} ${firstName}")
        }
    }
}
```

```
// データベースクローズ  
database.close()  
}
```

実行結果確認

Android Java の場合と同様のため省略します。

開発参考情報

Kotlin での開発に関する情報は、先に紹介した Android プラットフォームでの開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on Android^{*5}) からアクセスすることができます。

Couchbase Kotlin API は、Java API と同等の機能を備えています。Kotlin 開発者は、Java API との完全な互換性に加えて、Kotlin 拡張機能を利用できます。Kotlin 拡張機能には以下が含まれています。

Flow^{*6}機能を使用して、データベースやドキュメント等の Couchbase Lite オブジェクトの変更を監視することができます。

```
GlobalScope.launch(Dispatchers.Default) {  
    userprofileDatabase?.databaseChangeFlow()?.  
        .map {  
            it.documentIDs  
        }  
        .onEach { ids -> for (docId in ids) {  
            val doc: Document =  
                userprofileDatabase.getDocument(docId)  
            if (doc != null) {  
                Log.i("DatabaseChangeEvent", "Document was added/updated")  
            } else {  
                Log.i("DatabaseChangeEvent", "Document was deleted")  
            }  
        }  
        .catch { throw it }  
        .collect()
```

^{*5} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/quickstart.html>

^{*6} <https://developer.android.com/kotlin/flow>

```
        }
    }
}
```

名前付きパラメーターを活用してデータベースやレプリケーターなどの各種プロパティー設定を行うことができます。

```
val config = ReplicatorConfigurationFactory.create(
    database = userProfileDatabase,
    target = URLEndpoint(url),
    type = ReplicatorType.PULL,
    continuous = true,
    authenticator = BasicAuthenticator(username, password),
    channels = Arrays.asList("channel1"))
```

メソッドのパラメーターと返り値に対して`@Nullable` または`@NonNull` アノテーションを利用することができます。

```
@NonNull
public final ReplicatorConfiguration setChannels(@Nullable List<String> channels) {
    ...
}
```

Kotlin 拡張 API の詳細については、API Doc^{*7}を参照ください。

4.4 Swift

Swift 開発のために、Couchbase Lite を利用する場合、ダウンロードサイトからダウンロードする他、Carthage、CocoaPods、そして Swift パッケージマネージャーを利用する方法があります。

ここでは、Swift パッケージマネージャーを利用したセットアップについて説明します。その他の方法については、ドキュメント^{*8}を参照ください。

^{*7} <https://docs.couchbase.com/mobile/3.0.0/couchbase-lite-android-ktx/>

^{*8} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/swift/gs-install.html>

確認環境

- Xcode Version 12.4

プロジェクト作成

1. Xcode で、新しいプロジェクトを作成します。
2. iOS プラットフォームの [App] アプリケーションを選択します。
3. [Interface] として、「SwiftUI」と「UIKit」のいずれかを選択します。

Swift パッケージマネージャによるセットアップ

Swift パッケージマネージャを使用して、Couchbase Lite をセットアップする手順を紹介します (Swift パッケージマネージャを使用して Couchbase Lite Swift をインストールするには Xcode のバージョン 12 以上が必要です)。

サイドメニューのツリービューの [PROJECT] セクションのプロジェクト名 (~.xcodeproj ファイル) を選択し、[Swift Packages] タブを開きます。

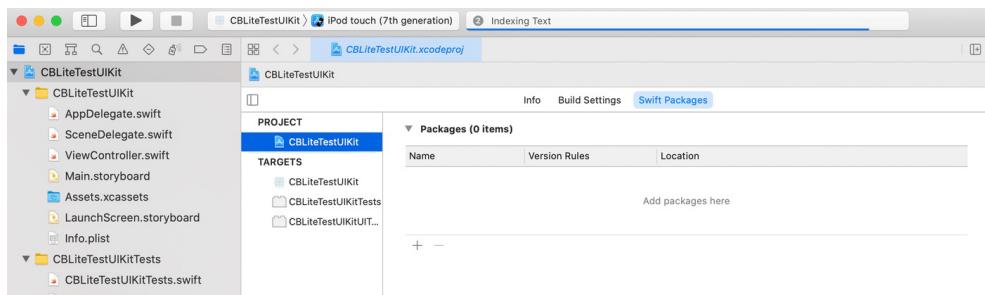


図 4.1: Swift Packages 画面

[+] アイコンを押下し、[Choose Package Repository] ダイアログを表示します。

入力欄に次の URL を入力します。

<https://github.com/couchbase/couchbase-lite-ios.git>

エンタープライズエディションを利用する場合は、以下の URL を利用します。

<https://github.com/couchbase/couchbase-lite-swift-ee.git>

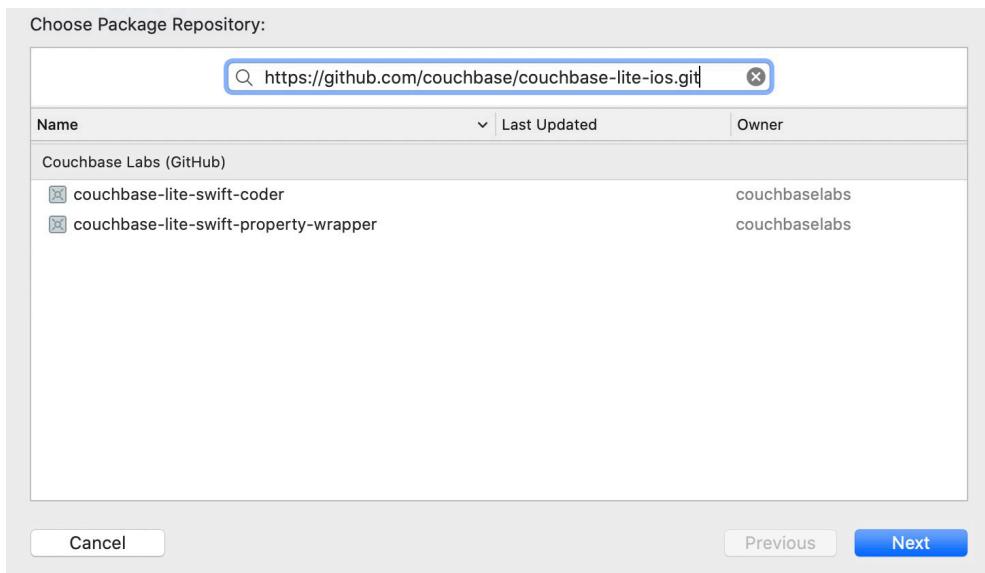


図 4.2: Choose Package Repository ダイアログ

[Next] ボタンを押下します。[Choose Package Options] ダイアログが表示されます。
バージョンを確認します。

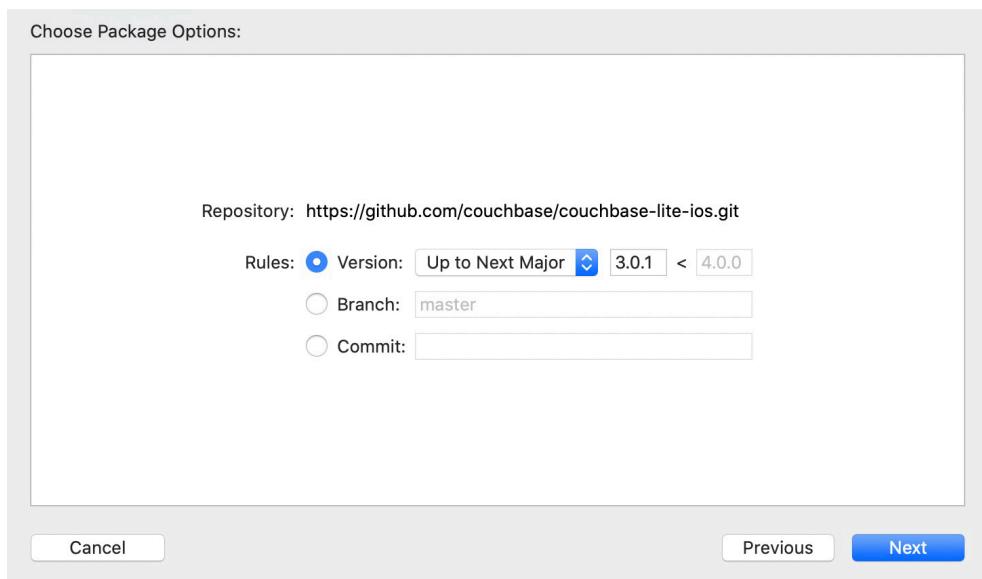


図 4.3: Choose Package Options ダイアログ

[Next] ボタンを押下します。

パッケージのプロジェクトへの追加を確認するダイアログが表示されます。[Choose package products and targets:] テーブルに、「CouchbaseLiteSwift」パッケージが表示されます。右端のチェックボックスをチェックし、[Finish] ボタンを押下します。

[Swift Packages] タブの [Packages] セクションに、追加されたパッケージの名前、バージョン、URL が表示されます。

| Packages (1 item) | | |
|--------------------|--------------------|---|
| Name | Version Rules | Location |
| couchbase-lite-ios | 3.0.1 – Next Major | https://github.com/couchbase/couchbase-lite-ios.git |
| + | - | |

図 4.4: Packages セクション

これで、Couchbase Lite をアプリで使用できるようになりました。

コーディング

「UIKit」を選択した場合は、ViewController.swift を編集します。

「SwiftUI」を選択した場合は、ContentView.swift を編集します。

下記のインポート文を追加します。

MainActivity.kt

```
import CouchbaseLiteSwift
```

下記の関数を追加します。

```
func getStarted () {
    // データベース作成または取得（再実行時）
    let database: Database
    do {
        database = try Database(name: "mydb")
    } catch {
        fatalError("Error opening database")
    }

    // ドキュメント作成
    let mutableDoc = MutableDocument().setString("佐藤", forKey: "lastname")
        .setString("user", forKey: "type")

    // ドキュメント保存
    do {
        try database.saveDocument(mutableDoc)
    } catch {
        fatalError("Error saving document")
    }

    // ドキュメント取得、変更、保存
    if let mutableDoc = database.document(withId: mutableDoc.id)?.toMutable() {
        mutableDoc.setString("太郎", forKey: "firstname")
        do {
            try database.saveDocument(mutableDoc)

            let document = database.document(withId: mutableDoc.id)!
            print("ドキュメントID: \(document.id)!")
            print("名前: \(document.string(forKey: "lastname")!) \(document.string(forKey: "firstname")!)")
        } catch {
            fatalError("Error updating document")
        }
    }
}
```

```
}

// クエリ
print("クエリ実行")
let query = QueryBuilder
    .select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("user")))

do {
    let result = try query.execute()
    print("ユーザー数: \(result.allResults().count)")
} catch {
    fatalError("Error running the query")
}

do {
    try database.close()
} catch {
    fatalError("Error running the query")
}
}
```

追加した関数がアプリ起動時に実行されるようにします。

ContentView.swift

```
import SwiftUI
import CouchbaseLiteSwift

struct ContentView: View {
    var body: some View {
        Text("Hello, world!")
            .padding()
            .onAppear {
                getStarted()
            }
    }

    func getStarted() {
```

ViewController.swift

```
import UIKit
```

```
import CouchbaseLiteSwift

class ViewController: UIViewController {

    override func viewDidLoad() {
        super.viewDidLoad()

        getStarted()
    }

    func getStarted () {
```

実行結果確認

プロジェクトをビルドしてアプリを実行します。プログラムで行っているログ出力の内容を確認します。

以下のように、作成されたデータベースファイルを確認できます。

```
$ cd ~/Library/Developer/CoreSimulator/Devices
$ find . -name "mydb.cblite2"
./5C245945-C956-495A-B7CB-D646905E95C7/data/Containers/Data/Application/4E0B4959-
```

開発参考情報

Couchbase Lite のセットアップ方法を含め、公式ドキュメントや API リファレンスなど、公式ドキュメントや API リファレンスまで、Swift での開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on Swift^{*9}) からアクセスすることができます。

また、Couchbase Lite を用いた Swift アプリケーション開発について、以下のチュートリアルが公開されています。

- User Profile Sample: Couchbase Lite Fundamentals^{*10}
- User Profile Sample: Couchbase Lite Query Introduction^{*11}

^{*9} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/swift/quickstart.html>

^{*10} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-standalone/userprofile_basic.html

^{*11} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-query/userprofile_query.html

- User Profile Sample: Data Sync Fundamentals^{*12}

4.5 Objective-C

Objective-C 開発のために、Couchbase Lite を利用する場合、ダウンロードサイトからダウンロードする他、Carthage、CocoaPods を利用する方法があります。

ここでは、Carthage^{*13}を利用したセットアップについて説明します。

その他の方法については、ドキュメント^{*14}を参照ください。

確認環境

- Xcode Version 12.4
- Carthage 0.38.0

プロジェクト作成

1. Xcode で、新しいプロジェクトを作成します。
2. iOS プラットフォームの [App] アプリケーションを選択します。
3. [Interface] として、「Storyboard」を選択し、[Language] に、「Objective-C」を使います。

Carthage によるセットアップ

Cartfile を作成し、以下の内容を記載します。

Community Edition の場合

```
binary "https://packages.couchbase.com/releases/couchbase-lite-ios/carthage/CouchbaseLite-Community"
```

Enterprise Edition の場合

```
binary "https://packages.couchbase.com/releases/couchbase-lite-ios/carthage/CouchbaseLite-Enterprise"
```

^{*12} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-sync/userprofile_sync.html

^{*13} <https://github.com/Carthage/Carthage>

^{*14} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/objc/gs-install.html>

Cartfile を作成した場所で、以下のコマンドを実行します。

```
$ carthage update --platform ios
```

Carthage/Build/に作成された CouchbaseLite.xcframework を Xcode のナビゲーターエリアにドラッグします。

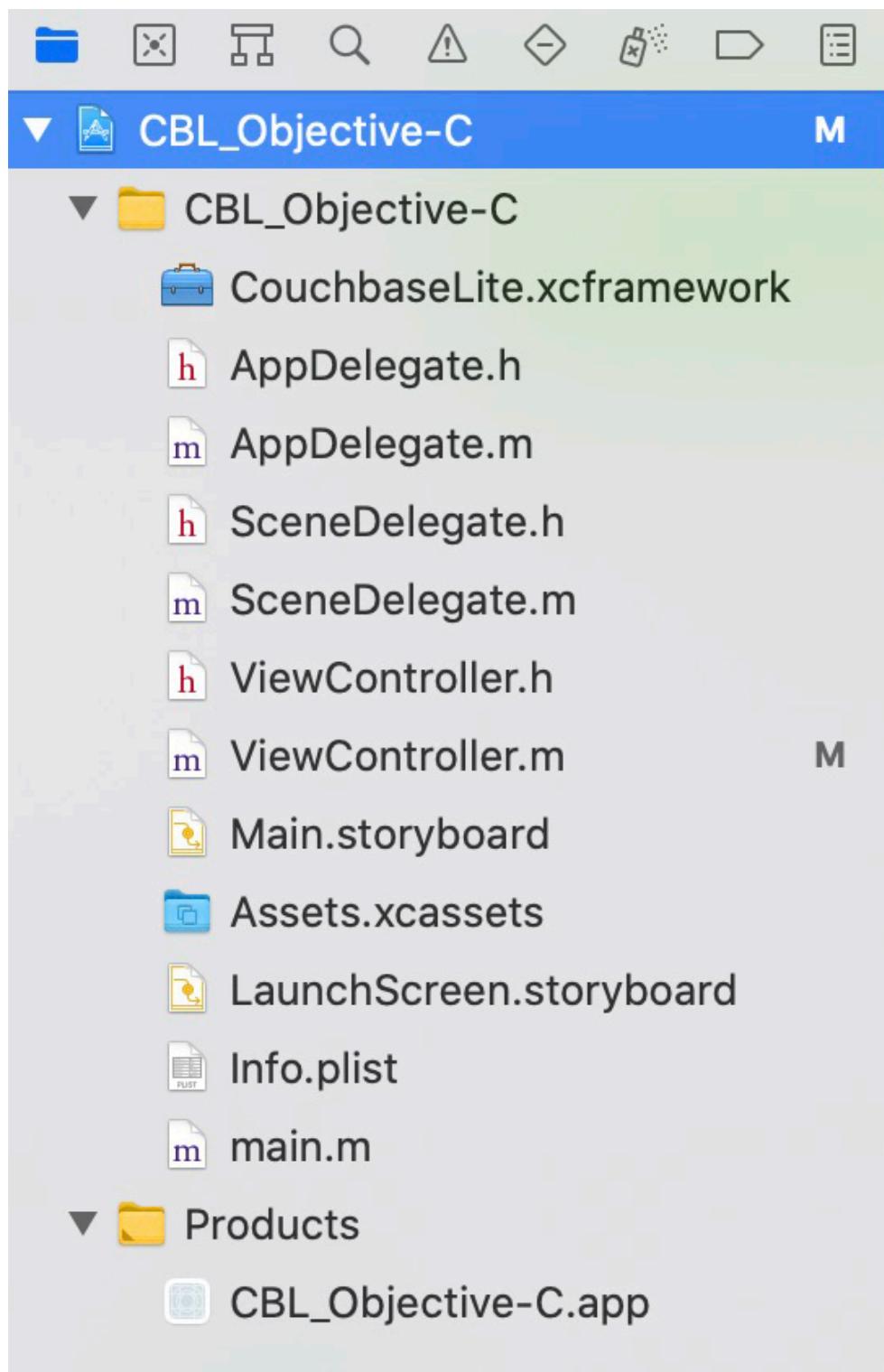


図 4.5: Xcode ナビゲーター画面

サイドメニューのツリービューの [TARGETS] セクションのプロジェクト名を選択し、[General] タブの [Framework, Libraries, and Embedded Content] セクションを確認します

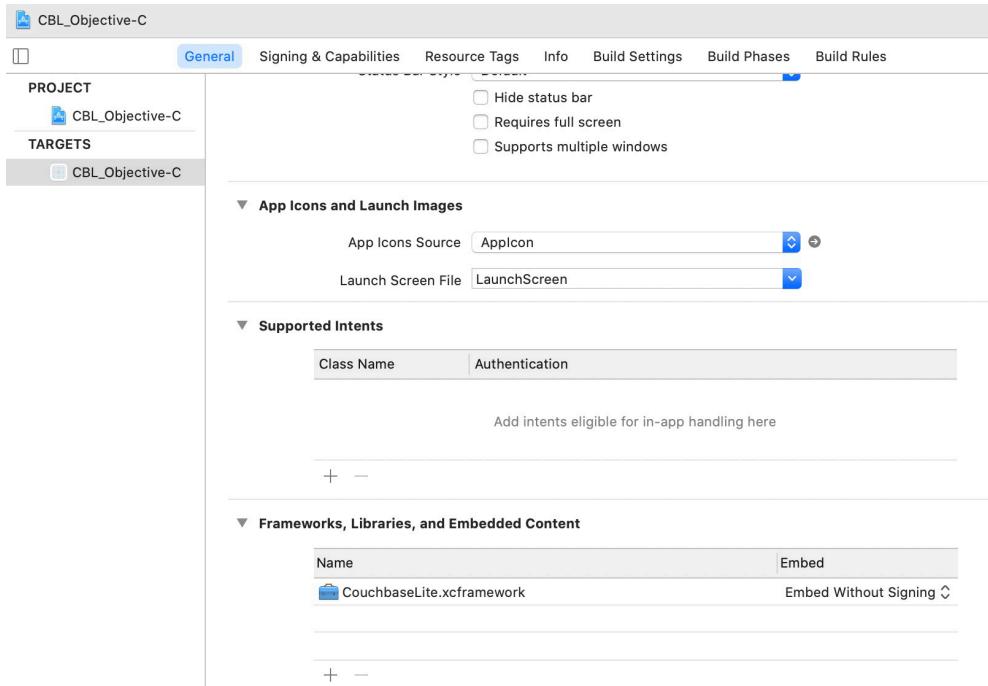


図 4.6: Xcode General 画面

コーディング

ViewController.m の viewDidLoad メソッドを編集します。

下記のインポート文を追加します。

ViewController.m

```
#import <CouchbaseLite/CouchbaseLite.h>
```

ViewController.m の全体を示します。

ViewController.m

```
#import "ViewController.h"

#import <CouchbaseLite/CouchbaseLite.h>

@interface ViewController : UIViewController

@end

@implementation ViewController

- (void)viewDidLoad {
    [super viewDidLoad];

    NSError *error;
    CBLDatabase *database = [[CBLDatabase alloc] initWithName:@"mydb" error:&error];

    // ドキュメント作成
    CBLMutableDocument *mutableDoc = [[CBLMutableDocument alloc] init];
    [mutableDoc setString:@"佐藤" forKey:@"lastname"];
    [mutableDoc setString:@"user" forKey:@"type"];

    // ドキュメント保存
    [database saveDocument:mutableDoc error:&error];

    // ドキュメント取得、変更、保存
    CBLMutableDocument *mutableDoc2 =
        [[database documentWithID:mutableDoc.id] toMutable];
    [mutableDoc2 setString:@"太郎" forKey:@"firstname"];
    [database saveDocument:mutableDoc2 error:&error];

    CBLDocument *document = [database documentWithID:mutableDoc2.id];
    // ドキュメントIDとプロパティの出力
    NSLog(@"ドキュメントID: %@", document.id);
    NSLog(@"タイプ: %@", [document stringForKey:@"type"]);
    NSLog(@"ユーザー名: %@ %@", [document stringForKey:@"lastname"], [document stringForKey:@"firstname"]);

    // クエリ作成
    CBLQueryExpression *type =
        [[CBLQueryExpression property:@"type"] equalTo:[CBLQueryExpression string:@"user"]];
    CBLQuery *query = [CBLQueryBuilder select:@[[CBLQuerySelectResult all]]
                           from:[CBLQueryDataSource database:database]
                           where:type];

    // クエリ実行
    CBLQueryResultSet *result = [query execute:&error];
    NSLog(@"ユーザー数: %lu", (unsigned long)[[result allResults] count]);

    // データベースクローズ
}
```

```
if (![database close:&error])
    NSLog(@"%@", @"Error closing db:%@", error);

}

@end
```

実行結果確認

プロジェクトをビルドしてアプリを実行します。プログラムで行っているログ出力の内容を確認します。

開発参考情報

Couchbase Lite のセットアップ方法を含め、公式ドキュメントや API リファレンスなど、Objective-C での開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on Objective-C^{*15}) からアクセスすることができます。

4.6 C#.NET

確認環境

- Visual Studio for Mac COMMUNITY 8.10.2 (build 4)

プロジェクト作成

C#.NET で Couchbase Lite を使う方法を簡潔に示すため、コンソールアプリとしてプロジェクトを作成します。ここでは、フレームワークに「.NET5.0」を選んでいます。

NuGet によるセットアップ

1. メニューから、プロジェクト > 「NuGet パッケージの管理...(Manage NuGet Packages...)」を開きます。
2. 右上の「検索」フォームに「couchbase」と入力し、表示された項目から「Couchbase.Lite」 выбираます。これは、コミュニティーエディションにあたります。エン

^{*15} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/objc/quickstart.html>

ターブライズエディションの場合は、「Couchbase.Lite.Enterprise」を選択します。

3. 「パッケージの追加」ボタンを押し、ダイアログの指示に従って進めていくと、Couchbase.Lite が依存関係に追加されます。

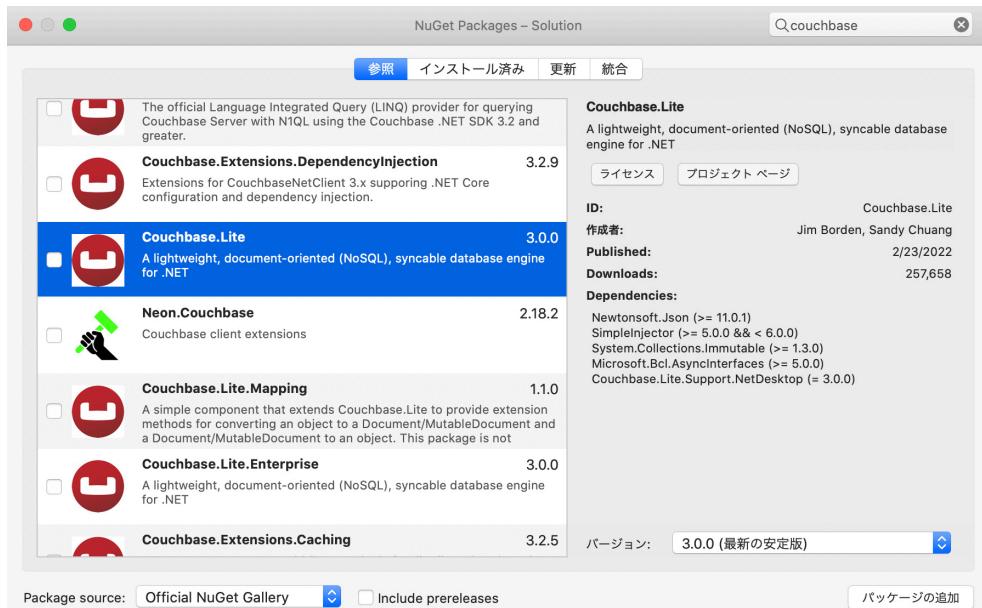


図 4.7: NuGet パッケージ管理ダイアログ



図 4.8: 依存関係ツリービュー

コーディング

Program.cs ファイルを編集します。

下記のインポート文を追加します。

Program.cs

```
using Couchbase.Lite;
using Couchbase.Lite.Query;
```

Main の内容を以下のように編集します。

Program.cs

```
static void Main(string[] args)
{
    // データベース利用開始（存在しない場合は、新規作成）
    Console.WriteLine("データベース利用開始");
    var database = new Database("mydb");
```

```
// ドキュメント作成・保存
string id = null;
using (var mutableDoc = new MutableDocument())
{
    mutableDoc.SetString("lastname", "佐藤")
        .SetString("type", "user");

    database.Save(mutableDoc);
    id = mutableDoc.Id;
}

// ドキュメント取得・更新
using (var doc = database.GetDocument(id))
using (var mutableDoc = doc.ToMutable())
{
    mutableDoc.SetString("firstname", "太郎");
    database.Save(mutableDoc);

    using (var docAgain = database.GetDocument(id))
    {
        Console.WriteLine($"ドキュメントID: {docAgain.Id}");
        Console.WriteLine($"名前: {docAgain.GetString("lastname")}, {docAgain.GetString("firstname")}");
    }
}

// クエリ実行
using (var query = QueryBuilder.Select(SelectResult.All())
    .From(DataSource.Database(database))
    .Where(Expression.Property("type").EqualTo(Expression.String("user"))))
{
    // Run the query
    var result = query.Execute();
    Console.WriteLine($"ユーザー数: {result.AllResults().Count}");
}

// データベースクローズ
database.Close();

}
```

実行結果確認

プロジェクトをビルドしてアプリを実行します。プログラムで行っているログ出力の内容を確認します。

下記のように作成されたデータベースを確認することができます。

```
$ find bin -name "*.cblite2"  
bin/Debug/net5.0/CouchbaseLite/mydb.cblite2
```

開発参考情報

Couchbase Lite のセットアップ方法を含め、公式ドキュメントや API リファレンスなど、C#.Net での開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on C#.Net^{*16}) からアクセスすることができます。

4.7 C/C++

確認環境

- Raspberry Pi 3 Model B+

OS の情報について、実環境での出力結果を示します。

```
$ cat /etc/debian_version  
9.4  
$ cat /etc/issue  
Raspbian GNU/Linux 9 \n \l  
$ uname -a  
Linux raspberrypi 4.14.50-v7+ #1122 SMP Tue Jun 19 12:26:26 BST 2018 armv7l GNU/
```

APT によるセットアップ

Ubuntu および Debian プラットフォームに Couchbase Lite をインストールする場合、Advanced Package Tool を使用することができます。

依存関係を含め、Couchbase Lite を自動的に取得してインストールするために必要なメタパッケージをダウンロードします。

URL は、以下です。

<https://packages.couchbase.com/releases/couchbase-release/couchbase-release-1.0->

^{*16} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/csharp/quickstart.html>

noarch.deb

たとえば、以下のように curl コマンドを用いることができます。

```
$ curl -O https://packages.couchbase.com/releases/couchbase-release/couchbase-releas
```

メタパッケージをインストールします。

```
$ sudo apt install ./couchbase-release-1.0-noarch.deb
```

ローカルパッケージデータベースを更新します

```
$ sudo apt update
```

パッケージをインストールします。

以下は、コミュニティーエディションを使う場合の例です。

```
$ sudo apt install libcblite-dev-community
```

エンタープライズエディションを利用する場合は、以下のように行います。

```
$ sudo apt install libcblite-dev
```

開発用のパッケージをインストールする例を紹介しましたが、ランタイムのみのパッケージをインストールする場合は、パッケージ名はそれぞれ libcblite-community、libcblite となります。

コーディング

下記の内容を持つファイルを作成します。

cbltest.c

```
#include "cbl/CouchbaseLite.h"

int main(void) {
    CBLError err;
    CBLDatabase* database = CBLDatabase_Open(FLSTR("mydb"), NULL, &err);

    if(!database) {
        fprintf(stderr, "Error opening database (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
        FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
        fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
        FLSliceResult_Release(msg);
        return 1;
    }

    // ドキュメント作成
    CBLDocument* mutableDoc = CBLDocument_Create();
    FLMutableDict properties = CBLDocument.MutableProperties(mutableDoc);
    FLMutableDict_SetString(properties, FLSTR("type"), FLSTR("user"));
    FLMutableDict_SetString(properties, FLSTR("lastname"), FLSTR("佐藤"));

    // ドキュメント保存
    CBLDatabase_SaveDocument(database, mutableDoc, &err);
    if(!CBLDatabase_SaveDocument(database, mutableDoc, &err)) {
        fprintf(stderr, "Error saving a document (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
        FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
        fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
        FLSliceResult_Release(msg);
        return 1;
    }

    // ドキュメントIDを保存し、ドキュメントのメモリーを解放
    // (注。 FLSliceResultやFLStringResultとして確保した変数は明示的な解放が必要)
    FLStringResult id = FLSlice_Copy(CBLDocument_ID(mutableDoc));
```

```
CBLDocument_Release(mutableDoc);

// ドキュメント取得
mutableDoc =
    CBLDatabase_GetMutableDocument(database, FLSliceResult_AsSlice(id), &err);
if(!mutableDoc) {
    fprintf(stderr, "Error getting a document (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
    FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
    fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
    FLSliceResult_Release(msg);
    return 1;
}

// ドキュメント更新・保存
properties = CBLDocument.MutableProperties(mutableDoc);
FLMutableDict_SetString(properties, FLSTR("firstname"), FLSTR("太郎"));
if(!CBLDatabase_SaveDocument(database, mutableDoc, &err)) {
    fprintf(stderr, "Error saving a document (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
    FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
    fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
    FLSliceResult_Release(msg);
    return 1;
}

// リードオンリーでドキュメントを取得（注. constを指定しています）
const CBLDocument* docAgain =
    CBLDatabase_GetDocument(database, FLSliceResult_AsSlice(id), &err);
if(!docAgain) {
    fprintf(stderr, "Error getting a document (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
    FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
    fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
    FLSliceResult_Release(msg);
    return 1;
}

// ここでは、コピーを行っていないため、後のメモリー解放は不要（注. 下記ではFLStringを利用し、FLStringResultでないことに留意）
FLString retrievedID = CBLDocument_ID(docAgain);
FLDict retrievedProperties = CBLDocument.Properties(docAgain);
FLString retrievedType = FLValueAsString(FLDict_Get(retrievedProperties, FLSTR("type")));
printf("ドキュメントID: %.*s\n", (int)retrievedID.size, (const char *)retrievedID.buf);
printf("タイプ: %.*s\n", (int)retrievedType.size, (const char *)retrievedType.buf);

CBLDocument_Release(mutableDoc);
CBLDocument_Release(docAgain);
FLSliceResult_Release(id);

// クエリ作成と実行
int errorPos;
CBLQuery* query = CBLDatabase_CreateQuery(database, kCBLN1QLLanguage, FLSTR("SELECT * FROM _ W
if(!query) {
```

```
fprintf(stderr, "Error creating a query (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
FLSliceResult_Release(msg);
return 1;
}
CBLResultSet* results = CBLQuery_Execute(query, &err);
if(!results) {
    fprintf(stderr, "Error executing a query (%d / %d)\n", err.domain, err.code);
    FLSliceResult msg = CBLError_Message(&err);
    fprintf(stderr, "%.*s\n", (int)msg.size, (const char *)msg.buf);
    FLSliceResult_Release(msg);
    return 1;
}
while(CBLResultSet_Next(results)) {
    FLDict dict = FLValue_AsDict(CBLResultSet_ValueForKey(results, FLSTR("_")));

    FLString firstname = FLValue_AsString(FLDict_Get(dict, FLSTR("firstname")));
    FLString lastname = FLValue_AsString(FLDict_Get(dict, FLSTR("lastname")));

    printf("名前: %.*s", (int)lastname.size, (const char *)lastname.buf);
    printf(" %.*s\n", (int)firstname.size, (const char *)firstname.buf);
}

CBLResultSet_Release(results);
CBLQuery_Release(query);

// データベースクローズ
CBLDatabase_Close(database, &err);

return 0;
}
```

実行結果確認

下記のようにコンパイルします。

```
$ gcc -g -o cbgtest cbgtest.c -lcblite
```

コンパイルの結果、生成された cbgtest を実行します。

```
$ ./cbltest
```

プログラムで行っているログ出力の内容を確認します。

実行後、下記のように Couchbase Lite データベースファイルが作成されます。

```
$ ls -l  
mydb.cblite2
```

開発参考情報

Couchbase Lite のセットアップ方法を含め、公式ドキュメントや API リファレンスなど、C/C++ での開発に関するランディングページ (Couchbase Lite on C^{*17}) からアクセスすることができます。

^{*17} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/c/quickstart.html>

第5章

Couchbase Lite クエリビルダー API

Couchbase Lite のクエリビルダー API^{*1}について解説します。

5.1 SELECT

SELECT ステートメントでは、クエリの結果セットを指定します。

結果セットとして、特定のプロパティのみを取得することも、ドキュメント全体を取得することもできます。また、ドキュメント ID や、検索結果件数の取得も可能です。

クエリの結果セットは配列です。配列を構成する各要素は JSON オブジェクトですが、各要素の構成は SELECT ステートメントに指定された内容によって決定されます。

クエリビルダー APIにおいて、SELECT ステートメントに指定する内容は、SelectResult クラスで表現されます。

すべてのプロパティーを取得

すべてのプロパティーを取得するには、SelectResult.all() メソッドを使います。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all()).from(DataSource.database(database));
```

この場合の結果セットは、配列の要素オブジェクトごとにデータベース名を唯一のキーとして持ち、その値はドキュメントの各プロパティーをキーと値のペアとする辞書型オブ

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/querybuilder.html>

ジェクトです。

次の例を参照ください。

```
[  
  {  
    "hotels": {  
      "id": "hotel123",  
      "type": "hotel",  
      "name": "Hotel California",  
      "city": "California"  
    }  
  },  
  {  
    "hotels": {  
      "id": "hotel456",  
      "type": "hotel",  
      "name": "Chelsea Hotel",  
      "city": "New York"  
    }  
  }  
]
```

以下は、すべてのプロパティを取得した場合の結果セットの利用例です。Result オブジェクトにはデータベース名をキーとした辞書型オブジェクトのエントリーがただひとつ存在します。

```
for (Result result : query.execute().allResults()) {  
  
    Dictionary props = result.getDictionary(0);  
    String id = props.getString("id");  
    String name = props.getString("name");  
    String city = props.getString("city");  
}
```

特定のプロパティを取得

特定のプロパティを指定して取得するには、クエリの SELECT ステートメントで、プロパティごとにひとつずつ、カンマで区切られたアイテムのリストを用います。

```
Query query = QueryBuilder.select(
    SelectResult.property("id"),
    SelectResult.property("type"),
    SelectResult.property("name"))
    .from(DataSource.database(database));
```

この場合、結果セットの配列に含まれる要素オブジェクトは、指定したプロパティのキーと値のペアで構成されます。

次の例を参照してください。

```
[  
  {  
    "name": "Hotel California",  
    "city": "California"  
  },  
  {  
    "name": "Chelsea Hotel",  
    "city": "New York"  
  }  
]
```

以下は、特定のプロパティを取得した場合の結果セットの利用例です。

```
for (Result result : query.execute().allResults()) {  
  
    String name = result.getString("name");  
    String city = result.getString("city");  
}
```

ドキュメント ID 取得

以下は、ドキュメント ID を取得するクエリの例です。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.expression(Meta.id).as("id"))
    .from(DataSource.database(database));
```

結果セットは、以下のような JSON オブジェクトの配列になります。

```
[  
  { "id": "123" },  
  { "id": "456" }  
]
```

件数取得

以下は、ドキュメントの件数を取得するクエリの例です。

```
Query query = QueryBuilder.select(  
    SelectResult.expression(Function.count(Expression.string("*"))).as("count"))  
    .from(DataSource.database(database));
```

結果セットは、以下のようにエイリアス名と件数の組み合わせになります。

```
{ "count": 6 }
```

5.2 WHERE

WHERE 句を使用して、クエリによって返されるドキュメントの選択基準を指定できます。WHERE 句のフィルタリングを実現するために、任意の数の式を組み合わせることができます。

クエリビルダー API において WHERE 句を表現するためには、Expression クラスが使われます。

比較演算子

WHERE 句では、条件を指定するために比較演算子を使用することができます。

以下のコードは、「type」プロパティーが「hotel」に等しいドキュメントを選択しています。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("hotel")));
```

IN

IN 演算子は、対象を複数指定する場合に使います。

次の例では「name」プロパティの値が、「Foo」、「Bar」または「Baz」のいずれかに等しいドキュメントを検索します。

```
Expression[] values = new Expression[] {
    Expression.string("Foo"),
    Expression.string("Bar"),
    Expression.string("Baz")
};

Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("name").in(values));
```

次の例では「first」、「last」または「username」のいずれかのプロパティの値が「Cameron」に等しいドキュメントを検索します。

```
Expression[] properties = new Expression[] {
    Expression.property("first"),
    Expression.property("last"),
    Expression.property("username")
};

Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.string("Cameron").in(properties));
```

文字列マッチング (LIKE)

文字列マッチングのために、LIKE 演算子を使用することができます。

LIKE 演算子を用いた文字列マッチングでは、大文字と小文字が区別されます。大文字と小文字を区別しないマッチングを実行するには、関数 (Function.lower または Function.upper) を使用して、大文字と小文字の違いを取り除きます。

SQL 同様、以下の二種類の照合が可能です。

- ワイルドカードマッチ (%): 0 個以上の文字に一致します。
- キャラクターマッチ (_): 1 文字に一致します。

以下に例を示します。

「%」記号を使用して、0 個以上の文字に対してワイルドカードマッチを行うことができます。

以下の例では、"eng%e%"という指定により、「name」プロパティの値に対してワイルドカードマッチを行います。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("landmark")))
    .and(Function.lower(Expression.property("name")).like(Expression.string("eng%e%"))));
```

「_」記号を使用して、単一の文字に対するキャラクターマッチを行うことができます。

以下の例では、"eng____r"という指定により、「name」プロパティの値に対して、キャラクターマッチを行います。「eng」で始まり、その後に正確に 4 つの任意の文字が続き、最後が「r」で終わる文字列に一致するドキュメントを検索しています。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("landmark")))
    .and(Function.lower(Expression.property("name")).like(Expression.string("eng____r"))));
```

正規表現演算子

LIKE 式表現に加えて、正規表現によるパターンマッチングを利用することができます。正規表現によるパターンマッチングを行うための `regex` メソッドが提供されています。

以下の例では、「name」プロパティの値が、「eng」で始まり「r」で終わる任意の文字列に一致するデータを検索しています。

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("landmark")))
    .and(Function.lower(Expression.property("name"))
        .regex(Expression.string("\\beng.*r\\b"))));
```

Couchbase Lite で使用される正規表現仕様の詳細については、cplusplus.com 正規表現リファレンスページ^{*2}を参照ください。

NULL および未定義値

NULL 値の扱いは、SQL に準じています。JSON データは、プロパティの値として null を指定できます。一方、存在していない値について、プロパティ自体を設けないこともできます。

NULL と未定義値を区別する必要はない場合があります。その場合に、クエリを簡潔に表現することのできる `isValued` と `isNotValued` メソッドが用意されています。^{*3} これらは、プロパティ自体が定義されていないことと、プロパティの値が null であることを区別しません。

次の例は、「email」プロパティが定義されており、かつ null 以外の何らかの値を持っているドキュメントを検索しています。

```
Query query = QueryBuilder
    .select(SelectResult.expression(Expression.property("email")))
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("email").isValued());
```

メタデータ

ドキュメントのメタデータを条件としてクエリを行うことが可能です。

以下の例では、ドキュメント有効期限が 5 分以内のドキュメントを検索しています。

^{*2} <http://wwwcplusplus.com/reference/regex/ECMAScript/>

^{*3} [https://docs.couchbase.com/mobile/3.0.0/couchbase-lite-java/com/couchbase/lite/Expression.html#isValued\(\)](https://docs.couchbase.com/mobile/3.0.0/couchbase-lite-java/com/couchbase/lite/Expression.html#isValued())

```
Instant fiveMinutesFromNow = Instant.now().plus(5, ChronoUnit.MINUTES);

Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.expression(Meta.id))
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Meta.expiration.lessThan(
        Expression.doubleValue(fiveMinutesFromNow.toEpochMilli())));
```

配列

WHERE 句の中で、配列型のプロパティを持つドキュメントに対して、配列の要素を用いたフィルタリングを行うことが可能です。

指定された値が配列に存在するかどうかを確認するために、`ArrayFunction` クラスを利用できます。

次の例では、配列型の値を持つ「like」プロパティに「Graham Nash」と等しい値が含まれているドキュメントを検索します。

以下のように、プロパティの値が配列となっているドキュメントに対して用います。

```
{
  "id": "hotel456",
  "type": "hotel",
  "name": "Chelsea Hotel",
  "city": "New York"
  "like": ["Leonard Cohen", "Graham Nash", "Nico"]
}
```

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("hotel"))
        .and(ArrayFunction.contains(Expression.property("like"),
            Expression.string("Graham Nash"))));
```

Couchbase Lite の N1QL は、配列型のプロパティに対する、より複雑な検索条件を利用する方法を提供しています。これは、クエリビルダー API でも、SQL++/N1QL API でも同様に利用可能です。ただし SQL には存在しない構文であるため、クエリ文字列の

方が理解しやすいと思われるため、配列に対する高度な検索については、SQL++/N1QL クエリ API の解説において扱います。

クエリビルダー API を用いた詳細な解説について、Couchbase Blog: How to Query Array Collections in Couchbase Lite^{*4}を参考として紹介します。

5.3 JOIN

JOIN 句を用いて、指定された基準によってリンクされた複数のデータソースからデータを選択できます。

Couchbase Lite には、リレーションナルデータベースにおけるテーブルに対応する概念が存在しないため、クエリの照会先データソースはデータベースそのものです。Couchbase Lite では、データベースはファイルに対応しており、複数のデータベース（ファイル）間の結合はサポートされていません。^{*5}そのため、Couchbase Lite における結合は自己結合となります。

以下は、航空会社（airline）の情報を、ルート（route）の情報と組み合わせる例です。それぞれ「type」プロパティとして「airline」と「route」を持ち、「route」タイプのドキュメントには、「airline」タイプのドキュメントのドキュメント ID が、プロパティー「airlineid」として格納されています。

```
Query query = QueryBuilder.select(
    SelectResult.expression(Expression.property("name").from("airline")),
    SelectResult.expression(Expression.property("callsign").from("airline")),
    SelectResult.expression(Expression.property("destinationairport").from("route")),
    SelectResult.expression(Expression.property("stops").from("route")),
    SelectResult.expression(Expression.property("airline").from("route")))
    .from(DataSource.database(database).as("airline"))
    .join(Join.join(DataSource.database(database).as("route"))
    .on(Meta.id.from("airline").equalTo(Expression.property("airlineid").from("route"))))
    .where(Expression.property("type").from("route").equalTo(Expression.string("route")))
    .and(Expression.property("type").from("airline").equalTo(Expression.string("airline")))
    .and(Expression.property("sourceairport")
    .from("route").equalTo(Expression.string("RIX"))));
```

^{*4} <https://blog.couchbase.com/querying-array-collections-couchbase-mobile/>

^{*5} Couchbase Server では、リレーションナルデータベースにおけるテーブルに対応するコレクションというキースペース（名前空間）が存在し、コレクション間の結合がサポートされています。

5.4 GROUP BY

GROUP BY 句を利用すると、検索結果のデータに対してグループ化を行うことができます。

ここでの例では、以下のような情報を持つ空港 (airport) ドキュメントを用います。

```
{  
    "_id": "airport123",  
    "type": "airport",  
    "country": "United States",  
    "geo": { "alt": 456 },  
    "tz": "America/Anchorage"  
}
```

次の例は、高度が 300 フィートを超えるすべての空港を選択するクエリを示しています。結果は、国およびタイムゾーンごとにグループ化され、結果にはグループ毎の件数が含まれます。

```
Query query = QueryBuilder.select(  
    SelectResult.expression(Function.count(Expression.string("*"))),  
    SelectResult.property("country"),  
    SelectResult.property("tz"))  
    .from(DataSource.database(database))  
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("airport"))  
        .and(Expression.property("geo.alt").greaterThanOrEqualTo(Expression.intValue(300)))  
    .groupBy(Expression.property("country"), Expression.property("tz"));
```

5.5 ORDER BY

ORDER BY 句を利用すると、クエリの結果を並べ替えることができます。

次の例では、「name」プロパティーの値の昇順で並べ替えられたドキュメントが返されます。

```
Query query = QueryBuilder.select(  
    SelectResult.expression(Meta.id),
```

```
SelectResult.property("name")
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Expression.property("type").equalTo(Expression.string("hotel")))
    .orderBy(Ordering.property("name").ascending());
```

5.6 LIMIT

LIMIT 句を利用して、指定されたオフセットから始まる指定された数の結果を返すことができます。

これはたとえば、大量の結果を返すクエリでページネーションを処理するために利用することができます。

```
int offset = 0;
int limit = 20;

Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .limit(Expression.intValue(limit), Expression.intValue(offset));
```

5.7 日付データ

Couchbase Lite は、JSON ドキュメントのプロパティーとして Date タイプ^{*6}をサポートしています。Date タイプは内部的に、ISO8601 形式の日付 (GMT/UTC タイムゾーン)を持っています。

ISO8601 形式の日付と、他のフォーマットの日付とを比較するために、以下のようなメソッドが提供されています。

次の例では、ISO8601 に従って有効にフォーマットされた文字列を入力として取り、出力は Unix エポックからのミリ秒を表す Expression オブジェクトになります。

```
Expression eStM = Function.stringToMillis(Expression.property("date_time_str"));
```

^{*6} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/querybuilder.html#lbl-date-time>

次の例では、ISO8601 に従って有効にフォーマットされた文字列を入力として取り、出力は日付と時刻を UTC ISO8601 文字列として表す文字列コンテンツを表す `Expression` オブジェクトになります。

```
Expression eStU = Function.stringToUTC(Expression.property("date_time_str"));
```

次の例では、入力は Unix エポックからのミリ秒を表す数値です。出力はデバイスのタイムゾーンで ISO 8601 文字列として日付と時刻を表す文字列コンテンツを表す `Expression` オブジェクトになります。

```
Expression eMtS = Function.currentTimeMillis(Expression.property("date_time_millis"));
```

次の例では、入力は Unix エポックからのミリ秒を表す数値です。出力は、日付と時刻を UTC ISO8601 文字列として表す文字列コンテンツを表す `Expression` オブジェクトになります。

```
Expression eMtU = Function.currentTimeMillis(Expression.property("date_time_millis"));
```

第6章

Couchbase Lite SQL++/N1QL クエリ API

Couchbase Lite の SQL++/N1QL クエリ API^{*1}について解説します。

6.1 ステートメント

SELECT

SELECT 句は SELECT キーワードで始まります。

SELECT キーワードに続き、JSON ドキュメントのプロパティ名を指定します。各プロパティーに対して、AS を使用して、プロパティーにエイリアス名を指定することができます。

ワイルドカード「*」を使用して、すべてのプロパティーを取得することもできます。

クエリの結果は、JSON オブジェクトの配列になります。配列の要素オブジェクトの構成は、ワイルドカード「*」を使用した場合とプロパティー名を指定した場合とで、異なります。

ワイルドカード「*」を使用した場合、配列の要素ごとに、データベース名をキーとする辞書型オブジェクトで構成されます。この辞書型オブジェクトは、ドキュメントの各プロパティーが、キーと値のペアとして含まれます。

次の例を参照ください。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/query-n1ql-mobile.html>

```
[  
  {  
    "hotels": {  
      "id": "hotel123",  
      "type": "hotel",  
      "name": "Hotel California",  
      "city": "California"  
    }  
  },  
  {  
    "hotels": {  
      "id": "hotel456",  
      "type": "hotel",  
      "name": "Chelsea Hotel",  
      "city": "New York"  
    }  
  }  
]
```

クエリでプロパティ名を指定した場合、配列の要素オブジェクトに、指定されたプロパティが、キーと値のペアとして含まれます。

```
[  
  {  
    "name": "Hotel California",  
    "city": "California"  
  },  
  {  
    "name": "Chelsea Hotel",  
    "city": "New York"  
  }  
]
```

また、SQL 同様、DISTINCT キーワードを用いて重複した結果を削除することも可能です。

FROM

FROM 句ではクエリの照会先となるデータソースを指定します。

Couchbase Lite にはテーブルの概念がなく、データソースはデータベース自体です。そして、照会先のデータベースは、Database オブジェクトにおいて、既に一意に定まっ

ています。そのため、FROM 句では以下のようにアンダースコア文字（「_」）を共通のデータソース表記として使用することができます。

```
SELECT name FROM _
```

データソースにはエイリアスをつけることができます。以下の例を参照ください。

```
SELECT store.name FROM _ AS store
SELECT store.name FROM _ store
```

Database オブジェクトを作成するときに使用したデータベースの名前をデータソース名として使うこともできます。

```
Database database = new Database("db");
Query query = database.createQuery("SELECT * FROM db");
```

WHERE

WHERE 句を使用して、クエリによって返されるドキュメントの選択基準を指定できます。

ブーリアン値に評価される任意の数の式をチェーンできます。次の例を参照ください。

```
SELECT name FROM _ WHERE department = 'engineer' AND division = 'mobile'
```

WHERE 句内で利用できる表現については、後掲の二項演算子についての解説を参照ください。

JOIN

JOIN 句を用いて、指定された基準によってリンクされた複数のデータソースからデータを選択できます。

Couchbase Lite には、リレーションナルデータベースにおけるテーブルに対応する概念が存在しないため、クエリの照会先データソースはデータベースそのものです。Couchbase Lite では、データベースはファイルに対応しており、複数のデータベース（ファイル）間の結合はサポートされていません。^{*2}そのため、Couchbase Lite における結合は自己結合となります。

次の5つのJOIN演算子がサポートされています。

- JOIN
- LEFT JOIN
- LEFT OUTER JOIN
- INNER JOIN
- CROSS JOIN

なお、JOINとINNER JOINは同義であり、LEFT JOINとLEFT OUTER JOINは同義です。

JOIN句は、JOIN演算子で始まり、その後にデータソース指定が続きます。結合制約は、ONキーワードで始まり、その後に結合制約を定義する式が続きます。

次の例を参照してください。

```
SELECT one.prop1, other.prop2 FROM _ AS one JOIN _ AS other ON one.key = other.key
```

GROUP BY

GROUP BY句を利用すると、検索結果のデータに対してグループ化を行うことができます。通常、集計関数（COUNT、MAX、MIN、SUM、AVGなど）と一緒に使用されます。

オプションとして、HAVING句を使って、集計関数に基づいて結果をフィルタリングすることができます。

次の例を参照ください。

^{*2} Couchbase Server では、リレーションナルデータベースにおけるテーブルに対応するコレクションというキースペース（名前空間）が存在し、コレクション間の結合がサポートされています。

```
SELECT COUNT(empno), city FROM _ GROUP BY city HAVING COUNT(empno) > 100
```

ORDER BY

ORDER BY 句を利用すると、クエリの結果を並べ替える（ソートする）ことができます。

オプションの ASC（昇順）または DESC（降順）を使用してソート順を指定します。何も指定しなかった場合のデフォルトは ASC です。

次の例を参照ください。

```
SELECT name, score FROM _ ORDER BY name ASC, score DESC
```

LIMIT

LIMIT 句を利用して、クエリによって返される結果の最大数を指定することができます。

次の例は、10 件の結果のみを返します。

```
SELECT name FROM _ ORDER BY name LIMIT 10
```

OFFSET

OFFSET 句を利用して、クエリの結果をスキップする数を指定することができます。

次の例は、最初の 10 件の結果を無視して、残りの結果を返します。

```
SELECT name FROM _ ORDER BY name OFFSET 10
```

次の例は、最初の 10 件の結果を無視してから、次の 10 件の結果を返します。

```
SELECT name FROM _ ORDER BY name LIMIT 10 OFFSET 10
```

6.2 リテラル

次のようなリテラル表現を用いることができます。

数値

下の例のような表現で数値を表すことができます。

```
SELECT * FROM _ WHERE number = 10
SELECT * FROM _ WHERE number = 0
SELECT * FROM _ WHERE number = -10
SELECT * FROM _ WHERE number = 10.25
SELECT * FROM _ WHERE number = 10.25e2
SELECT * FROM _ WHERE number = 10.25E2
SELECT * FROM _ WHERE number = 10.25E+2
SELECT * FROM _ WHERE number = 10.25E-2
```

文字列リテラル

クオートまたはダブルクオートを用いて、文字列を表現します。

```
SELECT * FROM _ WHERE middleName = "Fitzgerald"
SELECT * FROM _ WHERE middleName = 'Fitzgerald'
```

真偽値

Oracle、MySQL、PostgreSQL 同様 (SQL Server や SQLite とは異なり)、ブーリアン型を扱うことができます。

```
SELECT * FROM _ WHERE value = true  
SELECT * FROM _ WHERE value = false
```

NULL

NULL は、空の値を表します。

JSON 仕様には、空の値の表現として、`null` があり、以下のようなデータ表現が可能です。

```
{  
  "firstName": "John",  
  "middleName": null,  
  "lastName": "Kennedy"  
}
```

下記のクエリの検索条件は、上記のデータと一致します。

```
SELECT firstName, lastName FROM _ WHERE middleName IS NULL
```

MISSING

MISSING は、ドキュメントに定義されていない（欠落している）名前と値のペアを表します。

たとえば、以下のようなデータがあるとします。

```
{  
  "firstName": "John",  
  "lastName": "Kennedy"  
}
```

下記のクエリの検索条件は、上記のデータと一致します。

```
SELECT firstName, lastName FROM _ WHERE middleName IS MISSING
```

配列

JSON 同様の表現で配列を表します。

```
SELECT ["a", "b", "c"] FROM _  
SELECT [ property1, property2, property3] FROM _
```

オブジェクト

JSON 同様の表現で辞書型のオブジェクトを表します。

```
SELECT { 'name': 'James', 'department': 10, 'phones': ['650-100-1000', '650-100-2000'] } F
```

6.3 識別子

クエリ内のデータベース名、プロパティ名、エイリアス名、パラメータ名、関数名、インデックス名のような識別子には、以下のような文字を利用することができます。

- アルファベット (a-z, A-Z)
- 数字 (0-9)
- _ (アンダースコア)

アルファベットでは、大文字と小文字が区別されます。

クエリの識別子として利用可能な文字と、JSON のプロパティ名などに利用することができる文字の範囲は異なります。上記以外の文字（例えばハイフン「-」）をクエリ内で使用する場合には、バッククォート (`) で囲みます。以下の例を参照ください。

```
SELECT 'first-name' FROM _
```

6.4 式

プロパティー式

ドキュメントのプロパティーを参照するためにプロパティー式が使用されます。以下のような使い方があります。

- ドット構文を使用して、ネストされたプロパティーを参照します。
- 角括弧（[]）を使った添え字構文を使用して、配列内の項目を参照します。
- アスタリスク (*) を、SELECT 句の結果リストでのみ、すべてのプロパティーを表すために使用できます。
- プロパティー式の前にデータソース名またはそのエイリアス名を付けて、その起源を示します（クエリ内でひとつのデータソースのみが利用されている場合は省略可能です）。

以下に例を示します。

```
SELECT contact.address.city, contact.phones[0] FROM _  
SELECT directory.* FROM _ AS directory
```

配列式

配列内のアイテムを評価するための独自の構文があります。

以下に例を示します。

```
SELECT name  
FROM _  
WHERE ANY v
```

```
IN contacts
SATISFIES v.city = 'San Mateo'
END
```

配列式は、ANY/SOME、EVERY、またはそれらの組み合わせで始まります。それぞれが以下に説明するように異なる機能を持ちます。

- ANY/SOME: 配列内の少なくともひとつの項目が式を満たしている場合に TRUE を返します。そうでない場合は、FALSE を返します。ANY と SOME は同義です。
- EVERY: 配列内のすべての項目が式を満たしている場合は TRUE を返します。そうでない場合は、FALSE を返します。配列が空の場合は、TRUE を返します。
- ANY/SOME AND EVERY: 配列が値を持つ場合は、EVERY と同様ですが、配列が空の場合に FALSE を返します。

上記キーワードのいずれかに続き、評価される配列内の各要素、または要素オブジェクトのプロパティを指定します。配列の要素を表現するために上記例の v のように任意の変数を用いることができます。

IN キーワードに続いて評価する配列型のプロパティ名を指定します。

SATISFIES キーワードに続いて、配列内の各要素を評価するための条件を指定します。

配列式は、END キーワードで終了します。

パラメータ式

パラメータ化クエリを利用することができます。

検索条件として用いられる値のようにクエリの実行毎に内容が異なる箇所にパラメータを用いることによって、SQL インジェクション対策やパフォーマンス改善の効果を得ることができます。

クエリ文字列内でパラメータを指定するには、名前の前に、\$を付けます。

このパラメータに対して、クエリ実行時に指定するパラメータマップから値が割り当てられます。

以下に、使用例を示します。

```
Query query = database.createQuery("SELECT * FROM _ WHERE type = $type");
query.setParameters(new Parameters().setString("type", "hotel"));
```

```
ResultSet rs = query.execute();
```

括弧式

式をグループ化して読みやすくしたり、演算子の優先順位を設定するために、丸括弧を使用できます。

以下に、使用例を示します。

```
SELECT (n1 + n3) * r AS n FROM _ WHERE (n1 = n2) AND (n3 = n4)
```

6.5 二項演算子

算術演算子

算術演算子として、以下がサポートされています。

+(加算) -(減算) *(乗算) /(除算) %(剰余)

/(除算) については、両方のオペランドが整数の場合は整数除算が使用され、一方が浮動小数点の場合は浮動小数点除算が使用されます。算術関数 DIV では、常に浮動小数点除算が実行されます。

比較演算子

比較演算子として、以下がサポートされています。

=(または ==) <>(また !=) > >= < <=

IN

左辺の値が右辺に指定された式に含まれるかどうかを評価します。

```
SELECT name FROM _ WHERE department IN ('engineering', 'sales')
```

LIKE

LIKE を用いて曖昧検索を行うことができます。

SQL 同様、以下の二種類の照合が可能です。

- ワイルドカードマッチ (%): 0 個以上の文字に一致します。
- キャラクターマッチ (_): 1 文字に一致します。

```
SELECT name FROM _ WHERE name LIKE 'art%'  
SELECT name FROM _ WHERE name LIKE 'a__'
```

LIKE 式によるマッチングは、ASCII 文字では大文字と小文字を区別せず、非 ASCII 文字では大文字と小文字を区別します。

BETWEEN

BETWEEN を用いて、値の範囲を指定することができます。

```
SELECT * FROM _ WHERE n BETWEEN 10 and 100
```

上の式は、下の式と同等です。

```
SELECT * FROM _ WHERE n >= 10 AND n <= 100
```

IS (NOT) NULL | MISSING | VALUED

SQL では、NULL 値を持つ項目を検索条件に利用する場合は、以下のような表現を行います。N1QL でも、同じ表現が利用可能です。

```
SELECT * FROM _ WHERE p IS NULL  
SELECT * FROM _ WHERE p IS NOT NULL
```

N1QL では加えて、以下のような検索条件を指定することができます。

- IS MISSING: MISSING に等しい (プロパティが定義されていない)
- IS NOT MISSING: MISSING に等しくない (プロパティが定義されている)
- IS VALUED: NULL でも、MISSING でもない (プロパティが定義されており、`null` 以外の値を持つ)
- IS NOT VALUED: NULL または、MISSING のいずれか (プロパティが定義されていないか、定義されていても値が `null` である)

論理演算子の論理規則

論理演算子は、ブーリアンとしての評価において、次の論理規則を使用して式を結合します。

- TRUE は TRUE、FALSE は FALSE
- 数字 0 または 0.0 は FALSE
- 配列とオブジェクトは FALSE
- 文字列は、値が 0 または 0.0 としてキャストされる場合は FALSE、それ以外は TRUE、
- NULL は FALSE
- MISSING は MISSING

TOBOOLEAN 関数を用いる評価では、以下のような違いがあります。

- MISSING、NULL および FALSE は FALSE
- 数字 0 は FALSE
- 空の文字列、配列、およびオブジェクトは FALSE
- 他のすべての値は TRUE

TOBOOLEAN 関数では、Couchbase Server の N1QL と同様の基準で値を変換することができます。

また、以下の論理演算子 AND、OR の評価においても、Couchbase Server の N1QL とは異なる部分があります。詳細はドキュメントを参照ください。

AND

オペランドの両方が TRUE と評価された場合、TRUE を返します。それ以外の場合は FALSE を返します。

以下に、利用例を示します。

```
SELECT * FROM _ WHERE city = "Paris" AND state = "Texas"
```

ただし、以下の例外があります。

- 一方のオペランドが MISSING で、もう一方が TRUE の場合は MISSING を返し、もう一方のオペランドが FALSE の場合は FALSE を返します。
- 一方のオペランドが NULL で、もう一方が TRUE の場合は NULL を返し、もう一方のオペランドが FALSE の場合は FALSE を返します。

OR

オペランドのひとつが TRUE と評価された場合、TRUE を返します。それ以外の場合は FALSE を返します。

以下に、利用例を示します。

```
SELECT * FROM _ WHERE city = "San Francisco" OR city = "Santa Clara"
```

ただし以下の例外があります。

- 一方のオペランドが MISSING の場合、他のオペランドが FALSE の場合は MISSING になり、他のオペランドが TRUE の場合は TRUE になります。
- 一方のオペランドが NULL の場合、他のオペランドが FALSE の場合は NULL になり、他のオペランドが TRUE の場合は TRUE になります。

文字列演算子

文字列の連結のために`||`を利用することができます。

以下に、利用例を示します。

```
SELECT firstName || lastName AS fullName FROM _
```

6.6 単項演算子

次の3つの単項演算子が提供されています。

- `-`: オペランドを加法における逆言（反数）に置き換えます。
- `NOT`: ブーリアンの値を反転します。

以下は、負の値の表現の例です。

```
SELECT * FROM _ WHERE n1 >= -10 AND n1 <= 10
```

以下は、論理否定演算子の利用例です。

```
SELECT * FROM _ WHERE name NOT IN ("James", "Jane")
```

このように、NOT 演算子は、IN、LIKE、MATCH、BETWEEN などの演算子と組み合わせて使用できます。なお、NOT 演算は、NULL 値や MISSING 値に対しては作用しません。NULL 値に対する NOT 演算は NULL を返し、MISSING 値に対する NOT 演算は、MISSING を返します。

6.7 COLLATE 演算子

COLLATE 演算子を用いて、文字列比較(照合)の実行方法を指定できます。文字列比較式および ORDER BY 句と組み合わせて使用します。

複数の照合を使用する場合は、括弧を用います。照合がひとつだけ使用される場合、括弧はオプションです。

COLLATE 演算子に使用可能なオプションは次のとおりです。

- UNICODE: Unicode 比較を実行します(デフォルトでは、ASCII 比較です)。
- CASE: 大文字と小文字を区別して比較を行います。
- DIACRITIC: アクセントと発音区別符号を考慮に入れます。デフォルトで有効です。
- NO: 他の照合の接頭辞として使用して、それらを無効にします(たとえば、NOCASE は、大文字と小文字を区別しません)。

以下に、利用例を示します。

```
SELECT name FROM _ ORDER BY name COLLATE UNICODE
```

6.8 CASE 演算子

CASE 演算子によって、クエリ中で条件式を評価することができます。

シンプルケース (Simple Case) 式とサーチドケース (Searched Case) 式があります。

シンプルケース式

- CASE 式が最初の WHEN 式と等しい場合、結果は THEN 式になります。
- CASE 式が先行する WHEN 式に一致しない場合、後続の WHEN(～THEN) 句は同じ方法で評価されます。
- すべての WHEN 句が FALSE に評価され、一致するものが見つからない場合、結果は ELSE 式になり、ELSE 式が指定されていない場合は NULL になります。

以下にシンプルケース式の例を示します。

```
SELECT CASE state WHEN 'CA' THEN 'Local' ELSE 'Non-Local' END FROM _
```

サーチドケース式

- 最初の WHEN 式が TRUE の場合、この式の結果はその THEN 式になります。
- それ以外の場合、後続の WHEN 句は同じ方法で評価されます。
- すべての WHEN 句が FALSE に評価され、一致するものが見つからない場合、式の結果は ELSE 式になり、ELSE 式が指定されていない場合は NULL になります。

以下にサーチドケース式の例を示します。

```
SELECT CASE WHEN shippedOn IS NOT NULL THEN 'Shipped' ELSE 'Not-Shipped' END FROM _
```

6.9 関数

SQL++/N1QL クエリで利用できる関数の全体像を紹介しながら、Couchbase Lite に固有の部分を中心に解説します。詳細についてはドキュメント^{*3}を参照ください。

メタデータ関数

メタデータ関数 (META) を用いて、Couchbase Lite ドキュメントのメタデータを取得することができます。

以下に、利用例を示します。この例では、ドキュメント ID とドキュメントが削除されたかどうかを示すフラグを取得しています。

```
SELECT META().id, META().deleted FROM _
```

上記のようなシンプルなクエリの場合は不要ですが、META(<データソース名>) のように、データソース名を引数に指定することによって、メタデータを取得する対象を識別することができます。これは、下記のような結合を行っているクエリで利用することができます。

```
SELECT p.name, r.rating FROM _ AS p INNER JOIN _ AS r ON META(r).id = p.reviewID WHERE META(p).deleted = 0
```

配列関数

配列関数は、入力として配列を受け取る関数です。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/query-n1ql-mobile.html#lbl-functions>

| 関数 | 説明 |
|------------------------------|--|
| ARRAY_AGG(expr) | 入力を要素とする配列を返します。MISSING は無視されます。 |
| ARRAY_AVG(array) | 配列内のすべての数値の平均を返します。配列内に平均を求める要素がない場合は NULL を返します。 |
| ARRAY_CONTAINS(array, value) | 配列に指定された値が存在する場合は TRUE を返します。それ以外の場合は FALSE を返します。 |
| ARRAY_COUNT(array) | 配列内の NULL 以外の値の数を返します。 |
| ARRAY_IFNULL(array) | 配列内の NULL 以外の最初の値を返します。 |
| ARRAY_MAX(array) | 配列内の最大の値を返します。 |
| ARRAY_MIN(array) | 配列内の最小の値を返します。 |
| ARRAY_LENGTH(array) | 配列の長さを返します。 |
| ARRAY_SUM(array) | 配列内のすべての数値の合計を返します。 |

条件関数

条件関数は、複数の入力を受け取り、それらの中からそれぞれの関数に備わった条件に合致する値を返す関数です。

| 関数 | 説明 |
|------------------------------------|---|
| IFMISSING(expr1, expr2, ...) | MISSING 以外の最初の値を返します。すべての値が MISSING の場合は NULL を返します。 |
| IFMISSINGORNONE(expr1, expr2, ...) | 非 NULL および非 MISSING である最初の値を返します。すべての値が NULL の場合は NULL を返します。 |
| IFNULL(expr1, expr2, ...) | 最初の非 NULL 値を返します。すべての値が NULL の場合は NULL を返します。 |
| MISSINGIF(expr1, expr2) | expr1 = expr2 の場合に MISSING を返します。それ以外の場合は expr1 を返します。 |
| NULLF(expr1, expr2) | expr1 = expr2 の場合に NULL を返します。それ以外の場合は expr1 を返します。 |

日付時間関数

日付時間関数は、日付と時刻を表す異なる形式の文字列間の変換を行います。

| 関数 | 説明 |
|---------------------|---|
| STR_TO_MILLIS(expr) | ISO 8601 形式の文字列を、UNIX 時間 (ミリ秒) に変換します。 |
| STR_TO_UTC(expr) | ISO 8601 形式の文字列を、UTC の ISO 8601 形式の文字列に変換します。 |
| MILLIS_TO_STR(expr) | UNIX 時間 (ミリ秒) をローカルタイムゾーンの ISO 8601 形式の文字列に変換します。 |
| MILLIS_TO_UTC(expr) | UNIX 時間 (ミリ秒) を UTC の ISO 8601 形式の文字列に変換します。 |

UNIX 時間は、UNIX OS において利用される日時の表現であり、具体的には協定世界時 (UTC) での 1970 年 1 月 1 日午前 0 時 0 分 0 秒 (UNIX エポック) を基準として、そこから経過した秒数で日時を表現します。

パターンマッチ関数

パターンマッチ関数は、正規表現を用いることができる関数です。

| 関数 | 説明 |
|---|--|
| REGEXP_CONTAINS(expr, pattern) | 文字列に正規表現 (pattern) に一致するシーケンスが含まれるか |
| REGEXP_LIKE(expr, pattern) | 文字列が正規表現 (pattern) と完全に一致する場合は TRUE を返します。 |
| REGEXP_POSITION(expr, pattern) | 文字列中の正規表現 (pattern) の出現する最初の位置を返します。 |
| REGEXP_REPLACE(expr, pattern, repl [, n]) | pattern が repl に置き換えられた新しい文字列を返します。 |

データ型チェック関数

データ型チェック関数は、入力となる値の型をチェックする関数です。データ型チェック関数は、評価の結果としてブーリアン値を返します。^{*4}下記の関数が利用可能です。

ISARRAY ISATOM ISBOOLEAN ISNUMBER ISOBJECT ISSTRING

ISATOM は、値がブール値、数値、または文字列の場合に、TRUE を返します。

データ型判別関数

TYPE 関数は、値に型に基づいて、次のいずれかの文字列を返します。

"missing", "null", "boolean", "number", "string", "array", "object", "binary"

データ型変換関数

データ型変換関数は、入力値を特定の型に変換します。下記のようなデータ型変換関数が提供されています。

TOARRAY TOATOM TOBOOLEAN TONUMBER TOOBJECT TOSTRING

算術関数

下記のような算術関数が提供されています。

ABS ACOS ASIN ATAN ATAN2 CEIL COS DIV DEGREES E EXP FLOOR LN LOG PI POWER R
ADIANS ROUND ROUND_EVEN SIGN SIN SQRT TAN TRUNC

^{*4} SQL++/N1QL ではブーリアン評価の結果として、TRUE と FALSE 以外に NULL や MISSING を取ることがあります。データ型チェック関数が評価する値が NULL、または MISSING の場合は、ブーリアン型への評価が行われず、そのまま NULL または MISSING が返されます。

文字列関数

下記のような文字列関数が提供されています。

CONTAINS LENGTH LOWER LTRIM RTRIM TRIM UPPER

集計関数

集計関数は、入力となる集合に対し、ひとつの結果を返す関数です。下記の関数が利用可能です。

AVG COUNT MIN MAX SUM

第7章

Couchbase Lite インデックス

7.1 概要

Couchbase Lite は、多くのデータベースと同じように、インデックス (Index^{*1}) を作成することによってクエリを高速化することができます。

インデックス作成はオプションであり、インデックスが作成されていないプロパティを検索条件に利用することができます。

留意点

インデックスを利用する際には、以下に留意する必要があります。

- ドキュメントが更新されるたびにインデックスが更新されるため、データベースへの書き込み操作時に多少なりともオーバーヘッドが生じます。
- インデックスの情報がデータベースに格納されるため、データベースのサイズが大きくなります。
- インデックスの数が多くなると、パフォーマンスが低下する可能性があります。

7.2 インデックス操作

インデックス作成

以下の例は、ドキュメントのプロパティー `type` と `name` に対して、新しいインデックスを作成します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/indexing.html>

```
database.createIndex(  
    "TypeNameIndex",  
    IndexBuilder.valueIndex(  
        ValueIndexItem.property("type"),  
        ValueIndexItem.property("name")));
```

インデックス削除

以下の例は、指定した名前のインデックスを削除します。

```
database.deleteIndex("TypeNameIndex");
```

7.3 インデックス利用条件

インデックスが作成されているプロパティがクエリの検索条件として利用されている場合、インデックスが利用されます。ただし、クエリの内容によって、以下のような条件があります。

LIKE 検索

LIKE 検索では、次の条件が満たされている場合のみ、インデックスが使用されます。

- 検索文字列がワイルドカードで始まらない。
- 検索文字列は実行時に既知の値である（クエリの処理中に導出された値ではない）。

関数利用

インデックスの作成されているプロパティを検索条件に用いる際、そのプロパティに対して関数が適用されていると、インデックスは利用されません。

たとえば、以下のようなクエリでは、`name` プロパティに対してインデックスが作成されている場合であっても、そのインデックスは利用されません。

```
Query query = QueryBuilder
    .select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(Function.lower(Expression.property("name")).equalTo(Expression.string("apple")));
Log.i(TAG, query.explain());
```

このようなケースにおいては、クエリ実行時ではなく、インデックスを作成するときに関数を適用しておくことが考えられます。

7.4 インデックス最適化

Couchbase Lite では、クエリオプティマイザーによる統計情報の収集に基づき、クエリ速度向上のためのインデックス最適化が行われます。

統計情報は、次のような特定のイベントの後に収集されます。

- インデックス作成後
- データベース再オープン後
- データベース圧縮後

統計情報収集の効果として、データベースをオープンした後や、インデックスを削除して再作成した後など、それ以前と比べてクエリの実行速度が速くなる場合があります。

ß

第8章

Couchbase Lite 全文検索

8.1 概要

Couchbase Lite は、全文検索 (Full-Text Search^{*1}) 機能を提供します (以下では機能名として、Full-Text Search の略称「FTS」を用います)。

言語サポート

Couchbase Lite の FTS は、単語の区切りに空白を使用する言語で利用することができます。

また、ステミング（語幹処理）は、デンマーク語、オランダ語、英語、フィンランド語、フランス語、ドイツ語、ハンガリー語、イタリア語、ノルウェー語、ポルトガル語、ルーマニア語、ロシア語、スペイン語、スウェーデン語、トルコ語でサポートされています。

日本語は以上の条件を満たしていませんが、全文検索を利用する場面として、以下のケースが考えられます。

- サポートされる言語（たとえば英語）による文章（たとえば、システムログメッセージ）に対する検索
- サポートされる言語（たとえば英語）を持つ複数のプロパティに対する検索（通常のクエリでも、複数の条件を組み合わせることはできますが、シンプルな実装になる可能性があります）

■コラム: Couchbase Lite の差別化要因としての FTS

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/fts.html>

Flutter の Couchbase Lite 用パッケージ cbl-dart^{*2}の開発者である Gabriel Terwesten によるブログ記事「How to make your Flutter app offline-first with Couchbase Lite」^{*3}では、以下のように書かれています。

And then there is full-text search (FTS), or rather the lack thereof. The Firestore documentation basically tells you to check out Elastic, Algolia or whatever… just figure it out. Hm, ok, what about SQLite? It comes preinstalled on many systems and has multiple FTS extensions. Looking into it, I found that while possible, it's not exactly simple to make it work. Not all preinstalled versions of SQLite have the same FTS extension enabled or any at all. Of course, the versions of SQLite itself differ between platforms and platform versions, so you have to take that into account. As with any relational database, you have to manage a schema and setting up a FTS index in SQLite is not super simple, either.

以下、上記引用を翻訳します。

そして、全文検索 (FTS)、というよりもむしろ、その欠如が問題でした。Firestore のドキュメントは、基本的にこんな言いぶりです。Elastic、Algolia、あるいは他の何かを使って自分でなんとかしてください。ああ、そうですか。SQLite はどうでしょうか?多くのシステムにプリインストールされており、複数の FTS 拡張機能があります。調べてみたところ、可能ではあるにしても、思ったようなことを行うのは簡単ではないことがわかりました。プリインストールされている SQLite のすべてのバージョンで同じ FTS 拡張機能が使えるわけでもなければ、そもそも使えないものもあります。当然のことながら、SQLite のバージョン自体がプラットフォームとプラットフォームのバージョンによって異なるため、それを考慮に入れる必要があります。他のリレーショナルデータベースと同様に、スキーマを管理する必要があります。いずれにせよ、SQLite で FTS インデックスをセットアップするのも非常に単純というわけではありません。

このような認識から、著者は、自身の Flutter アプリ開発のために Couchbase Lite を選択し、Flutter 用のパッケージを開発しています。

8.2 FTS インデックス

FTS クエリでは、通常のクエリとは異なり、インデックス作成はオプションではありません。FTS クエリ実行のための前提条件として FTS インデックスが作成されている必要があります。

作成

Database クラスの `createIndex` メソッドに、`FullTextIndexConfiguration` オブジェクトを渡すことにより、FTS インデックス作成します。

次の例では、「overview」プロパティーに FTS インデックスを作成します。

```
FullTextIndexConfiguration config = new FullTextIndexConfiguration("overview").ignoreAccents(false)  
database.createIndex("overviewFTSIndex", config);
```

`FullTextIndexConfiguration` を作成する際、複数のプロパティーを指定することもできます。

8.3 FTS クエリ

インデックスを作成すると、インデックス付きのプロパティーに対して FTS クエリを作成して実行できます。

なお、FTS では大文字と小文字が区別されません。

クエリビルダー API

クエリビルダー API では、全文検索条件は、`FullTextFunction` を使って指定します。

```
Expression whereClause = FullTextFunction.match("overviewFTSIndex", "michigan");
```

*2 <https://github.com/cbl-dart/cbl-dart>

*3 <https://medium.com/flutter-community/how-to-make-your-flutter-app-offline-first-with-couchbase-lite-86bb23780f74>

```
Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(whereClause);
```

SQL++/N1QL クエリ API

SQL++/N1QL クエリ API では、全文検索条件は、MATCH を使って指定します。

```
Query query = database.createQuery("SELECT * FROM _ WHERE MATCH(overviewFTSIndex, 'michiga
```

FTS インデックスの照合には、上記のような単純な検索語指定だけでなく、以下で紹介するパターンマッチングフォーマットを使うことができます。

8.4 パターンマッチングフォーマット

以下の形式で、検索条件として照合するパターンを指定することができます。

プレフィックスクエリ

検索語に続けて「*」（アスタリスク）文字を付することで、プレフィックス（接頭辞）によるクエリを行うことができます。

以下の例では、接頭辞「lin」が付いた単語を含むすべてのドキュメントを検索します。

```
lin*
```

プロパティ名指定

FTS インデックス作成時に、複数のプロパティーを指定することができます。通常、検索語は、インデックス定義に用いられた全てのプロパティーと照合されます。プロパティー名と「:」の組み合わせに続いて検索語を指定することで、インデックス中の特定のプロパティーに対する照合を表現することができます。

プロパティー名と「:」の間にはスペースを含みません。「:」と検索語の間にはスペース

を入れます。

次の例は、「linux」という単語がドキュメントの title プロパティに存在し、「problems」という単語が FTS インデックス作成時に指定されたいずれかのプロパティに含まれるドキュメントを検索します。

```
title: linux problems
```

フレーズクエリ

フレーズクエリは、スペースで区切られた単語のシーケンスを二重引用符（「」）で囲むことによって指定します。

次の例は、「linux applications」というフレーズを含むドキュメントを検索します。

```
"linux applications"
```

NEAR クエリ

NEAR クエリを利用して、複数の検索語の関係を指定することができます。NEAR クエリでは、ふたつの検索語の間にキーワード NEAR を置くことで、これらの検索語間の近接度を指定します。近接度を指定するには、「NEAR/n」の形式を用います。ここで、n は、近接度を示す数字です。デフォルトの近接度は 10 です。

次の例は、「database」という単語と「replication」という単語を含み、これらの単語の間に存在する単語がふたつ以下である（3つ以上の単語によって隔てられていない）ドキュメントを検索します。

```
database NEAR/2 replication
```

演算子 AND, OR, NOT

FTS クエリ構文は、演算子として、AND、OR、NOT をサポートします。

FTS クエリでは、演算子には必ず大文字を使用する必要があることに注意が必要です。それ以外の場合は、演算子ではなく検索語として解釈されます。

次の例は、「couchbase」という単語と「database」という単語の両方を含むドキュメントを検索します。

```
couchbase AND database
```

演算子の優先順位

括弧を使用して、さまざまな演算子の優先順位を指定できます。

以下の例は、「linux」という単語を含み、かつ「couchbase database」または「sqlite library」というフレーズの少なくともひとつを含むドキュメントを検索します。

```
("couchbase database" OR "sqlite library") AND linux
```

8.5 ランキング

全文検索において、検索結果を関連性の高い順に並べ替えることは、一般的な要件です。Couchbase Lite は、このような要件に応えるランキング機能を提供しています。

FTS クエリと組み合わせて利用することができる RANK 関数が提供されています。RANK 関数の結果を ORDER BY 句に指定することによって、検索結果を関連性の高い順に並べ替えることができます。

クエリビルダー API

以下は、クエリビルダー API における RANK 関数利用の例です。

```
Expression whereClause = FullTextFunction.match("overviewFTSIndex", "'michigan'");

Query query = QueryBuilder.select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(whereClause)
```

```
.orderBy(Ordering.expression(FullTextFunction.rank("overviewFTSIndex")).descending());
```

SQL++/N1QL クエリ API

以下は、SQL++/N1QL クエリ API における RANK 関数利用の例です。

```
Query query = database.createQuery("SELECT * FROM _ WHERE MATCH(overviewFTSIndex, 'michigan') ORDER BY RANK DESC");
```


第9章

Couchbase Lite C 言語サポート

9.1 概要

Couchbase Lite は、C 言語での利用がサポートされています。^{*1}

サポートプラットフォーム

Couchbase Lite は、C 言語での利用環境として、Unix 系 OS としては、macOS、Ubuntu、Debian の他、Raspberry Pi OS をサポートしています。

また、Windows、Android、iOS もサポートしており、これらの環境用のアプリケーションを C/C++ でプログラミングする際に Couchbase Lite を利用することができます。

以下に、サポート対象の OS のバージョンとプロセッサーのアーキテクチャー種類を整理します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/c/>

表 9.1: Couchbase Lite C API サポートプラットフォーム

| OS\アーキテクチャー | x64 | ARM32 | ARM64 |
|----------------------------|------|-------|-------|
| Debian 9 | N/A | サポート | サポート |
| Debian 9 Desktop | サポート | N/A | N/A |
| Debian 10 | N/A | サポート | サポート |
| Debian 10 Desktop | サポート | N/A | N/A |
| Ubuntu 20.04 Desktop | サポート | N/A | N/A |
| Ubuntu 20.04 Core | N/A | N/A | サポート |
| Raspberry Pi OS9 (stretch) | N/A | サポート | N/A |
| Raspberry Pi OS10 (Buster) | N/A | サポート | サポート |
| iOS10+ | サポート | N/A | サポート |
| Android (API22+) | サポート | サポート | サポート |
| macOS (Catalina+) | サポート | N/A | サポート |
| Windows 10 | サポート | N/A | N/A |

アーキテクチャー

Couchbase Lite は、2018 年にリリースされたバージョン 2.0 にて、C/C++ を用いて再実装されました。現在の Couchbase Lite はプラットフォームに依存しない共通のコアコンポーネントに基づいています。Java、Swift、Objective-C、C# 等、各プラットフォーム用の Couchbase Lite 実装は、全て内部で C API を利用しています。

Couchbase Lite C 言語実装は、Couchbase Lite コアライブラリーと静的にリンクされたバイナリとして提供されます。

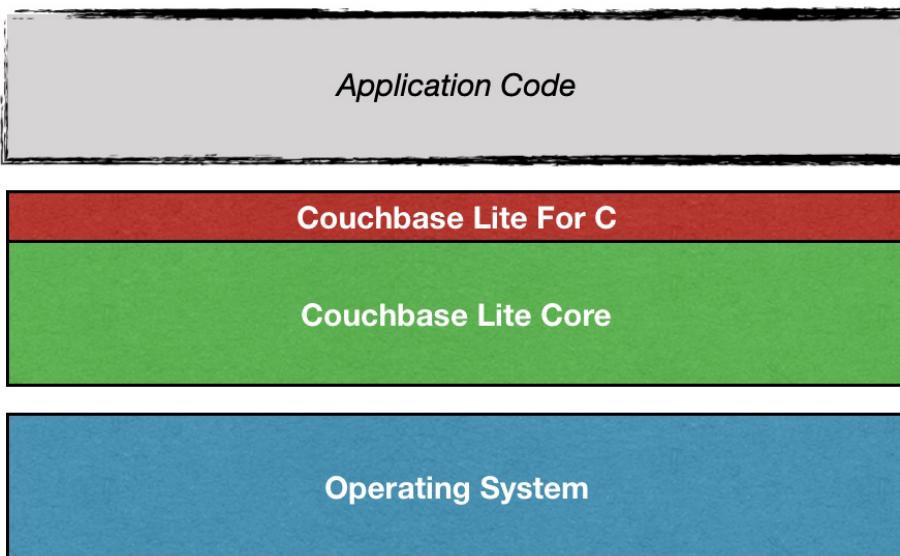


図 9.1: C API 階層アーキテクチャー

(図は、Couchbase Blog: Couchbase Lite — In C!*² より引用)

9.2 利点

C 言語の利点

C 言語特有の以下の利点があります。

- リソースフットプリントと実行速度: C/C++ を用いて開発することにより、IoT/エッジコンピューティングに求められる、低いリソースフットプリントと実行速度の最大化が図れます。
- 非サポート言語用のパッケージ開発: C API を他のプログラミング言語と組み合わせて利用することによって、開発プラットフォームに幅広い選択肢をもたらすことが考えられます。たとえば、Python、JavaScript、Rust、Go などのプログラミング言語による開発の際に、FFI(Foreign function interface^{*3}) のような、それらの

*² <https://blog.couchbase.com/couchbase-lite-in-c/>

*³ https://en.wikipedia.org/wiki/Foreign_function_interface

言語が提供するネイティブ言語サポートを活用し、Couchbase Lite を用いたアプリケーションを構築することができます。

フィールドレベル暗号化

Couchbase Lite C API は、フィールドレベル暗号化 (Field Level Encryption^{*4}) 機能を提供します。^{*5} フィールドレベル暗号化は、Couchbase Lite 3.0 の時点では、他のプログラミング言語ではサポートされていません。

クライアント側の暗号化機能を使用すると、データを Couchbase Server と同期するクライアントアプリケーションとして Couchbase Lite を利用する際に、ネットワーク経由で複製するドキュメント内のフィールドを暗号化することができます。正しい暗号化キーにアクセスできるクライアントのみが、データを復号化して読み取ることができます。

Couchbase Lite のフィールドレベル暗号化は、Couchbase Server SDK のフィールドレベル暗号化と互換性があります。

^{*4} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/c/field-level-encryption.html>

^{*5} フィールドレベル暗号化はエンタープライズエディションで提供される機能です。

第 10 章

Couchbase Lite ロギング

Couchbase Lite のトラブルシューティングのためのログ利用 (Using Logs for Troubleshooting^{*1}) について解説します。

10.1 概要

Couchbase Lite のログ出力先には、ファイルとコンソールのふたつがあります。これらのログ出力は、ログドメインとログレベルによって制御されます。

ログドメイン

ログドメインには、次の種類があります。

DATABASE, LISTENER, NETWORK, QUERY, REPLICATOR

ログレベル

ログレベルには、次の種類があります。

DEBUG, ERROR, INFO, NONE, VERBOSE, WARNING

ログファイル

ファイルベースのロギングでは、ログはログレベルでフィルタリングされた個別のログファイルに書き込まれます。ファイルベースのログはデフォルトで無効になっています。

ファイルベースのログ出力フォーマットには、バイナリと平文 (プレインテキスト) の

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/troubleshooting-logs.html>

2通りがあります。

バイナリフォーマットは、ストレージとパフォーマンスに最も効率的であり、ファイルベースログ出力のデフォルトフォーマットです。

ファイルベースのロギングでは、`LogFileConfiguration` クラスのプロパティを使用して以下を指定することができます。

- ログファイルを保存するディレクトリー
- 出力フォーマット: バイナリまたは、プレインテキスト。デフォルトはバイナリです。必要に応じて、プレーンテキストのログに変更できます。
- ログファイルの最大サイズ (バイト) : この制限を超えるとログファイルのローテーションが行われます。
- ローテーションされたログファイルを保持する最大数: デフォルトは「1」です。たとえば、この設定を「5」にした場合、ローテーションされた5つのログファイルとアクティブなログファイルの最大6ファイルが存在することになります。

以下は、上記設定の適用例です。

```
final File path = context.getCacheDir();

// ログファイルディレクトリーを設定
LogFileConfiguration LogCfg = new LogFileConfiguration(path.toString());

// ログファイルの最大サイズ (バイト) を設定
LogCfg.setMaxSize(10240);

// 最大回転数を5に変更
LogCfg.setMaxRotateCount(5);

// フォーマットをプレインテキストに変更
LogCfg.setUsePlaintext(true);

Database.log.getFile().setConfig(LogCfg);

// ログ出力レベルをデフォルト(WARN)から「INFO」に変更
Database.log.getFile().setLevel(LogLevel.INFO);
```

コンソールログ

コンソールベースのロギングでは、ログはコンソールに出力されます。コンソールログはデフォルトで有効になっています。

コンソールログはファイルログとは独立して設定を行うことができるため、通常のファイルベースのログに干渉することなく、問題調査のための診断シナリオに合わせて出力情報を調整できます。

デフォルトのログでは情報が不十分な場合に、下記のようにデータベースエラーに焦点を当てて、より詳細なメッセージを得ることができます。

```
Database.log.getConsole().setDomains(LogDomain.DATABASE);
Database.log.getConsole().setLevel(LogLevel.VERBOSE);
```

10.2 カスタムロギング

コールバック関数を登録してログメッセージを受信することができます。受信したメッセージは、何らかの外部のログフレームワークを使用してログに記録できます。

カスタムロギングを行うには、`com.couchbase-lite.Logger` インターフェースを実装します。

ロガーインターフェイスを実装するコードを紹介します。

```
class LogTestLogger implements Logger {

    private final LogLevel level;

    public LogTestLogger(LogLevel level) { this.level = level; }

    @Override
    public LogLevel getLevel() { return level; }

    @Override
    public void log(LogLevel level, LogDomain domain, String message) {
        //カスタムロギング処理の実装
    }
}
```

Logger インターフェースの実装に加えて、Database に対して、カスタムロギングを有効にする必要があります。以下の例では、「警告」のレベルに設定して、カスタムロガーを追加しています。

```
Database.log.setCustom(new LogTestLogger(LogLevel.WARNING));
```

10.3 バイナリログのデコード

バイナリログファイルは、Couchbase Lite のコマンドラインツール `cblite` を使って、デコードすることができます。`cblite` の利用方法について、次の章で説明しています。

また、ログ専用のコマンドラインツール `cbl-log` も提供されています。`cbl-log` ツール (The `cbl-log` Tool^{*2}) は、Couchbase Labs の GitHub リポジトリ The Couchbase Mobile Tool Repo^{*3}にて公開されています。

`cbl-log` の利用法については、ドキュメント^{*4}を参照ください。また、ライセンス、利用規約や詳細については、リポジトリの記載をご確認ください。

^{*2} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-mobile-tools/blob/master/README.cbl-log.md>

^{*3} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-mobile-tools/>

^{*4} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/troubleshooting-logs.html#decoding-binary-logs>

第 11 章

Couchbase Lite ツール

11.1 cblite

概要

Couchbase Lite データベースファイルを検査したり、データベースファイルに対してクエリを実行することができるコマンドラインツールとして、`cblite` があります。このコマンドはトラブルシューティングに用いられる他、開発者がアプリにビルトインするためのデータベースを準備するために利用することができます。

`cblite` は、Couchbase Labs の GitHub リポジトリー The Couchbase Mobile Tool Repo^{*1} から入手することができます。

サブコマンド

`cblite` は、サブコマンドを用いて様々な用途に用いることができます。

以下に、サブコマンドの概要を示します。

^{*1} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-mobile-tools/>

| コマンド | 目的 |
|-------------------------|---|
| <code>cat</code> | データベース内のドキュメントの内容を表示します。 |
| <code>check</code> | データベースファイルの整合性、破損の有無をチェックします。 |
| <code>compact</code> | データベースファイルを圧縮します。 |
| <code>cp</code> | データベースの複製、インポート、エクスポートを行います。 |
| <code>decrypt</code> | データベースを複合化します。 |
| <code>encrypt</code> | データベースを暗号化します。 |
| <code>help</code> | ヘルプテキストを表示します。 |
| <code>info</code> | データベースに関する情報を表示します。 |
| <code>logcat</code> | バイナリログファイルをプレーンテキストに変換します。 |
| <code>ls</code> | データベース内のドキュメントを一覧表示します。 |
| <code>mv</code> | ドキュメントを現在のコレクションから別のコレクションへ移動します。 |
| <code>mkcoll</code> | コレクションを作成します。 |
| <code>open</code> | インタラクティブモードでデータベースを開きます。 |
| <code>openremote</code> | リモートデータベースを一時的にローカルにプルし、インタラクティブモードで開きます。 |
| <code>put</code> | ドキュメントを作成または更新します。 |
| <code>query</code> | JSON クエリスキーマを使用してクエリを実行します。 |
| <code>reindex</code> | インデックスを再構築します。 |
| <code>revs</code> | ドキュメントの改訂履歴を一覧表示します。 |
| <code>rm</code> | ドキュメントを削除します。 |
| <code>select</code> | SQL++/N1QL 構文を使用してクエリを実行します。 |
| <code>serve</code> | 簡易的な REST API リスナーを開始します。 |

この他、`cp` に類似する機能を提供するコマンドとして、`push`、`export`、`pull`、`import` があります。ここでは、`cp` コマンドに代表させています。

実行モード

`cblite` は、以下のふたつの実行モードで利用することができます。

- ・ インタラクティブ(対話)モード: データベースパスを指定して実行後、インタラクティブにサブコマンドの入力を行います。
- ・ ワンショット(非インタラクティブ)モード: 最初の引数としてサブコマンドを、その後にサブコマンドに応じたオプションの引数を指定して実行します。

以下は、インタラクティブモードでの実行例です。

```
$ cblite travel-sample.cblite2
Opened read-only database ./travel-sample.cblite2/
(cblite) ls -l --limit 5

airport_1254      1-d4d718ab ---    918     0.2K
airport_1255      1-bf36065e ---    919     0.2K
airport_1256      1-3bd3788b ---    920     0.2K
airport_1257      1-6298d53f ---    921     0.2K
airport_1258      1-11b49ddf ---    922     0.2K
(Stopping after 5 docs)
(cblite) quit
```

インタラクティブモードを終了する際は、上記のように `quit` を入力します。

グローバルフラグ

グローバルフラグは `cblite` コマンドの直後に指定します。以下のような機能を提供します。

| フラグ | 効果 |
|--------------------------|---|
| <code>--color</code> | ANSI カラーを有効にします。 |
| <code>--create</code> | 新しいデータベースを作成します。作成されたデータベースは書き込み可能モードでオープンされます。 |
| <code>--encrypted</code> | 暗号化されたデータベースをオープンします。暗号化キーの入力が求められます。なお、インタラクティ |
| <code>--upgrade</code> | データベースを開く際に、データベースバージョンのアップグレードを許可します。アップグレードされ |
| <code>--version</code> | バージョンを出力します。 |
| <code>--writeable</code> | データベースを書き込み可能モードでオープンします。 |

11.2 cblite サブコマンド

`cblite` のサブコマンドについて、開発やトラブルシューティングに際して特に有益と思われるものを選んで、利用可能なフラグや利用例を紹介します。

`check` や `compact` のように、開発やトラブルシューティングに利用できるものであっても、追加のフラグやパラメーターが存在せず、特に解説を要しないものは扱っていません。上掲のサブコマンド表も参考ください。

全てのサブコマンドの詳細については、ドキュメント^{*2}を参照ください。

^{*2} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-mobile-tools/blob/master/Documentation.md>

凡例

以下ではサブコマンド毎に、まずははじめにワンショットモードとインタラクティブモードのそれについて、利用時の構文構造を示します。

そこで用いられているキーワードの意味を記します。

- **flags:** サブコマンドに指定するフラグ
- **databasepath:** データベースファイルパス
- **DOCID:** ドキュメント ID

[flags] のような、角括弧内の記載はオプションであることを表します。

cat

```
cblite cat [flags] databasepath DOCID [DOCID ...]
```

```
cat [flags] DOCID [DOCID ...]
```

ドキュメント ID 指定により、ドキュメントの JSON 本文を表示します。

ドキュメント ID の指定 (**DOCID**) には、シェルスタイルのワイルドカード (「*」、「?」) を用いることができます。この場合、パターンに一致した全てのドキュメントが表示されます。

| フラグ | 効果 |
|-----------|--|
| --key KEY | 指定したキー (ドキュメントプロパティー) とその値のみを表示します。複数個同時に指定できます。 |
| --rev | リビジョン ID を表示します。 |
| --raw | JSON を、そのまま出力します。 |
| --json5 | JSON5 構文で出力します (JSON5 構文では、キーが引用符で囲まれません)。 |

cp

```
cblite cp [flags] source destination
```

```
cp [flags] destination
```

source から **destination** に対してデータを移動します。

インタラクティブモードでは、**cblite** コマンド実行時に指定したデータベースが **source** として使用され、**cp** サブコマンドは **destination** のみを引数として取ります。

source と **destination** は、データベースファイルや、JSON ファイル等、多様な形態を取ることができます。ただし、**source** または **destination** のいずれかが、**.cblite2** で終わるデータベースパスである必要があります。

データを移動する方法は、**source** と **destination** の指定によって決まります。指定方法の違いにより、データベースへの JSON ドキュメントのインポート、またはデータベースからの JSON ドキュメントのエクスポートを行うことができます。

なお、**cp** サブコマンドでは、Couchbase Mobile の重要な機能のひとつであるふたつのデータベース間のデータ同期（レプリケーション）操作についてもカバーされていますが、ここではレプリケーションに関する記述については割愛しています。必要に応じ、ドキュメント^{*3}を参照ください。

source と **destination** は、次のいずれかの形式で指定します。

- **.cblite2** で終わるデータベース
- **.json** で終わる JSON ファイル。1 行にひとつの JSON ドキュメントを含むファイルである必要があります。
- **/** で終わるディレクトリー。ディレクトリーには JSON ファイル（ドキュメントごとに 1 ファイル）が含まれている必要があります。

| フラグ | 効果 |
|--------------------------|---|
| --careful | エラーが発生した場合は中止します。 |
| --existing または-x | destination がまだ存在しない場合は失敗します。 |
| --jsonid property | ドキュメント ID に使用する JSON プロパティを指定します。詳細、下記参照ください。 |
| --limit n | n 個のドキュメントに対する実行の後で停止します。 |
| --verbose または-v | 進捗情報をログに記録します。 |

^{*3} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-mobile-tools/blob/master/Documentation.md>

--jsonid フラグは次のように機能します。

- **source** が JSON の場合、ドキュメント ID として使用するプロパティ名を指定します。省略した場合、ドキュメント ID には UUID が用いられます。
- **destination** が JSON の場合、ドキュメント ID を追加するための JSON のプロパティ名を指定します。このフラグを省略すると、プロパティ名はデフォルトで `_id` になります。

info

```
cblite info databasepath  
cblite info databasepath indexes  
cblite info databasepath index indexname
```

```
info  
info indexes  
info index indexname
```

データベースのサイズや格納されているドキュメント数など、データベースに関する情報を表示します。サブサブコマンド `indexes` を使用すると、データベース内のすべてのインデックスが一覧表示されます。サブサブコマンド `index` の後にインデックス名を付けると、そのインデックスの内容（キーと値）がダンプされます。

以下に、実行例を示します。

```
$ cblite info travel-sample.cblite2  
Database:      /path/to/travel-sample.cblite2  
Size:          6.4MB  (use -v for more detail)  
Collections:  "_default": 2885 documents, last sequence #2885
```

logcat

```
cblite logcat logfile [logfile ...]  
cblite logcat directory
```

```
logcat logfile [logfile ...]  
logcat directory
```

Couchbase Lite のバイナリログファイルを読み取り、プレーンテキストとして出力します。

ログファイル (**logfile**) を複数指定すると、出力はマージされ時系列で並べ替えられます。

ディレクトリーパス (**directory**) を指定すると、そのディレクトリー内のすべての `.cbllog` ファイルが読み取られます。

なお、このサブコマンドは、**databasepath** を必要としません。

| フラグ | 効果 |
|----------------|---|
| --csv | CSV 形式で出力します。 |
| --full | すべてのログが読み込まれた後に、ログレベル毎に重要性の高い順に出力が開始されます。 |
| --out filepath | 標準出力ではなくファイルに出力を書き込みます。 |

ls

```
cblite ls [flags] databasepath [PATTERN]
```

```
ls [flags] [PATTERN]
```

データベース内のドキュメントを一覧表示します。フラグを指定しない場合ドキュメント ID のみが表示されます。

[PATTERN] は、シェルスタイルのワイルドカード「*」、「?」を使用してドキュメント ID を照合するためのオプションの引数です。

| フラグ | 効果 |
|------------|--|
| -l | 1 行にひとつのドキュメントの詳細情報を表示します。 |
| --offset n | 最初の n 個のドキュメントをスキップします。 |
| --limit n | n 個のドキュメントを表示した後に停止します。 |
| --desc | 降順で表示します。 |
| --seq | ドキュメント ID ではなくシーケンスで並べ替えます。 |
| --del | 削除されたドキュメントを含めます。 |
| --conf | 競合するドキュメントのみを含めます。 |
| --body | ドキュメント本文を表示します。 |
| --pretty | ドキュメント本文を読みやすい形で表示します（--body と同時に利用）。 |
| --json5 | JSON5 構文、つまりキーを引用符で囲まずに表示します（--body と同時に利用）。 |

以下に、オプションを組み合わせて実行した例を示します。

```
$ cblite ls -l --limit 10 travel-sample.cblite2
airport_1254      1-d4d718ab ---    918    0.2K
airport_1255      1-bf36065e ---    919    0.2K
airport_1256      1-3bd3788b ---    920    0.2K
airport_1257      1-6298d53f ---    921    0.2K
airport_1258      1-11b49ddf ---    922    0.2K
airport_1259      1-6f41e72f ---    923    0.2K
airport_1260      1-a57d8cf5 ---    924    0.2K
airport_1261      1-6bdfcdda ---    925    0.2K
airport_1262      1-9aeab53b ---    926    0.2K
airport_1263      1-2cf49f25 ---    927    0.1K
(Stopping after 10 docs)
```

put

cblite put [flags] databasepath DOCID "JSON"

put [flags] DOCID "JSON"

JSON 文字列 (JSON) を指定して、ドキュメントを作成または更新します。

| フラグ | 効果 |
|----------|---------------------------------------|
| --create | ドキュメントを作成します。ドキュメントが存在する場合は失敗します。 |
| --update | 既存のドキュメントを更新します。ドキュメントが存在しない場合は失敗します。 |

インタラクティブモードでは、データベースが書き込み可能モードでオープンされていない（`--writeable` または `--create` フラグが用いられていない）場合、このコマンドは失敗します。

query

```
cblite query [flags] databasepath query
```

```
query [flags] query
```

データベースへのクエリを実行します。`query` の記述は、JSON クエリスキーマ^{*4}に従います。

| フラグ | 効果 |
|-------------------------|-------------------------------|
| <code>--explain</code> | クエリプランを出力します。 |
| <code>--offset n</code> | 最初の <code>n</code> 行をスキップします。 |
| <code>--raw</code> | (テーブル形式ではなく)JSON データを出力します。 |
| <code>--limit n</code> | <code>n</code> 行の後で停止します。 |

以下に、実行例を示します。

```
$ cblite travel-sample.cblite2
Opened read-only database ./travel-sample.cblite2/
(cblite) query {"FROM": [{"COLLECTION": "_"}], "GROUP_BY": [[".state"]], "ORDER_BY": [
state           num
-----
Aquitaine      1
Auvergne        1
Bourgogne       1
Bretagne         1
Midi-Pyrénées   1
Nord-Pas-de-Calais 1
Basse-Normandie 2
Corse            3
Haute-Normandie 4
Rhône-Alpes     10
Provence-Alpes-Côte d'Azur 33}
```

^{*4} <http://json5.org>

| | |
|---------------|-----|
| Île-de-France | 78 |
| California | 361 |
| null | 420 |

reindex

```
cblite reindex databasepath
```

```
reindex
```

インデックスを再構築します。

再構築後のインデックスは、段階的に更新してきたインデックスよりも効率的な構造になる可能性があるため、クエリのパフォーマンスが向上する可能性があります。アプリケーション内に埋め込むデータベースを準備する際の最終ステップとして実行する価値があります。

インタラクティブモードでは、データベースが書き込み可能モードでオープンされていない (--writeable または --create フラグが用いられていない) 場合、このコマンドは失敗します。

select

```
cblite select [flags] databasepath query
```

```
select [flags] query
```

データベースへのクエリを実行します。query の記述は、SQL++/N1QL 構文に従います。

| フラグ | 効果 |
|------------|-----------------------------|
| --explain | クエリプランを出力します。 |
| --offset n | 最初の n 行をスキップします。 |
| --raw | (テーブル形式ではなく)JSON データを出力します。 |
| --limit n | n 行の後で停止します。 |

query 記述のベースは、SQL++/N1QL の SELECT クエリです。

キーワード `select` はコマンド名に含まれているため、`query` の記載から除きます。以下に、実行例を示します。

```
$ cblite travel-sample.cblite2
Opened read-only database ./travel-sample.cblite2/
(cblite) select name from _ where type = 'hotel' order by name limit 10
'La Mirande Hotel
192 B&B
500 West Hotel
54 Boutique Hotel
8 Clarendon Crescent
AIRE NATURELLE LE GROZEAU Aire naturelle
Abbey Hotel
Aberdovey Hillside Village
Ace Hotel DTLA
Adagio La Défense Esplanade
(cblite)
```

11.3 クエリ調査

Couchbase Lite で用いられるクエリの調査またはトラブルシューティング (Query Troubleshooting^{*5}) 方法について解説します。

調査方法には、`cblite` コマンドを利用する方法と API を利用する方法があります。これらのはずれの方法を用いた場合でも、出力内容は同じフォーマットとなります。ここでは、`cblite` コマンドを用いる方法について説明します。

出力内容は、クエリのパフォーマンスの問題を診断したり、クエリを最適化したりするときに役立つ情報を提供します。

実行方法

ターミナル上で、データベースを指定して、インタラクティブモードで、`cblite` コマンドを実行します。

データベースへのクエリを行うための `cblite` のサブコマンドとして、`select` と `query` があります。クエリを調査する場合、これらのサブコマンドに対して、`--explain` オプションを指定します。

次の例では、`select` サブコマンドを使用しています。

^{*5} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/objc/query-troubleshooting.html>

```
(cblite) select --explain state, COUNT(*) AS num from _ where type = 'hotel' gro
```

出力内容

--explain オプションを指定してクエリを実行した場合の出力内容は、以下のようなフォーマットになります。

```
SELECT fl_result(fl_value(_.body, 'state')), fl_result(count(fl_root(_.body))) AS num
7|0|0| SCAN TABLE kv_default AS _
15|0|0| USE TEMP B-TREE FOR GROUP BY
57|0|0| USE TEMP B-TREE FOR ORDER BY
{"FROM": [{"COLLECTION": "_"}], "GROUP_BY": [{"".state"}], "ORDER_BY": [{"".num"}]}, "WHAT": "COUNT(*) AS num"
```

出力は、次の 3 つの主要な要素で構成されています。それぞれの要素は空白行で区切られます。

- SQL クエリに翻訳された文字列: あくまで診断用の情報であり、必ずしもそのまま実行可能なフォーマットとは限らないことに注意してください。
- クエリプラン: クエリ実行に関するハイレベルの情報を提供します。
- JSON 文字列形式のクエリ: cblite ツールの query サブコマンドで直接実行することができます。

なお、Couchbase Lite は内部的に SQLite を利用しており、クエリプランの出力は SQLite の EXPLAIN QUERY PLAN コマンドに関係します。SQLite の EXPLAIN QUERY PLAN の詳細については、SQLite ドキュメント^{*6}を参照ください。

クエリプラン

出力中のクエリプランセクションには、クエリの実行プランが表形式で表示されます。出力内容は、データがどのように取得され、どのように加工されるかを示しています。

^{*6} <https://www.sqlite.org/eqp.html>

以下に出力例を示します。

```
7|0|0| SCAN TABLE kv_default AS _  
15|0|0| USE TEMP B-TREE FOR GROUP BY  
57|0|0| USE TEMP B-TREE FOR ORDER BY
```

各行は、下記の内容に対応しています。

1行目は、クエリに使用されている検索方法 (Retrieval method) を示しています。上の例では、データベースの順次読み取り (SCAN) が行われており、最適化を検討できる可能性があります。検索方法 (Retrieval method) には、以下の三種類があります。

- SEARCH: キーを使用して必要なデータに直接アクセスできます。 最速の検索方法です。
- SCAN INDEX: インデックスをスキャンすることでデータを取得します。 SEARCHよりも低速ですが、インデックスの恩恵を受けます。
- SCAN TABLE: データベースをスキャンして、必要なデータを取得する必要があります。最も遅い検索方法であり、最適化を検討することが考えられます。

2行目はグループ化方法 (Grouping method) を、3行目は順序付け方法 (Ordering method) を示しており、それぞれBツリーが一時ストレージとして使用されています。

11.4 Visual Studio Code プラグイン

概要

Visual Studio Code(VSCode)用のプラグインとして、Couchbase Lite for VSCode^{*7}が提供されています。

マーケットプレイスにて、「couchbase」で検索して、インストールすることができます。

^{*7} <https://code.visualstudio.com>

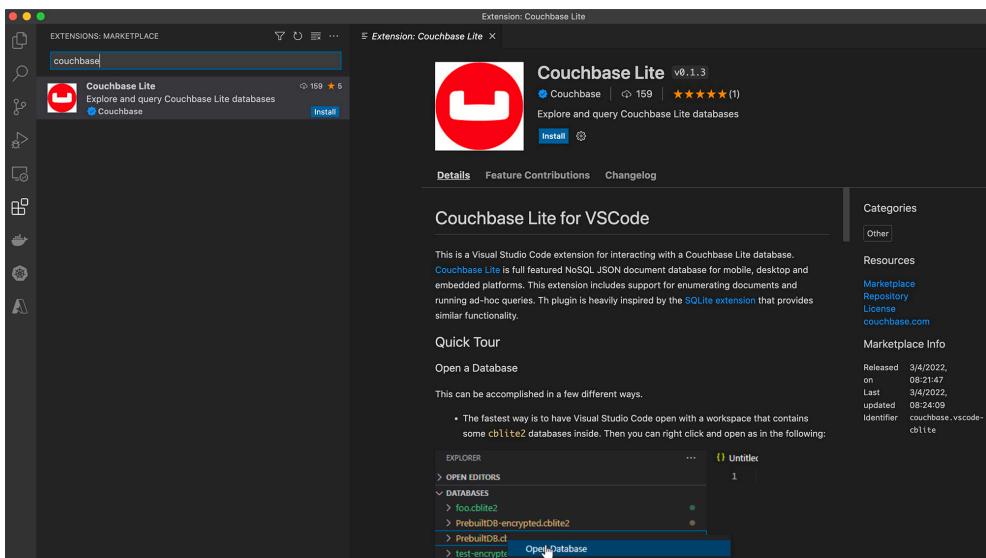


図 11.1: Visual Studio Code マーケットプレイス画面

このプラグインを使うことによって、VSCode 上で Couchbase Lite データベースファイルに対して、データの閲覧、編集、そしてクエリが可能になります。

このプラグインのソースコードは、Couchbase Labs の GitHub リポジトリ vscode-cblite^{*8}で公開されています。最新のアップデートや利用方法について、このリポジトリの README を参照することができます。

データベース内容の確認

プラグインの利用を開始するには、はじめに Couchbase Lite データベースを VSCode のサイドパネルのエクスプローラー画面で開きます。ここで、選択する Couchbase Lite データベースは「～.cblite2」という名称のフォルダーになります（そのフォルダーの中にあるファイルを選択するのではなくことにご注意ください）。

エクスプローラー画面に Couchbase Lite データベースが表示されたら、それを選択し、右クリックメニューから [Open Database] へ進みます。

データベースがオープンされると、エクスプローラー画面の下部に [CBLITE EXPLORER] が表示されます。この [CBLITE EXPLORER] には、データベースに格納されているドキュメントとその内容がツリービューで表示されます。

ドキュメントの内容を JSON 形式で表示するには、ツリービューでドキュメントを選

^{*8} <https://github.com/couchbaselabs/vscode-cblite>

択して、右クリックメニューから [Get Document] を選びます。すると、エディター画面に JSON ドキュメントが1行で表示されます。エディター画面上で右クリックメニューから [Format Document] を選択することで、プロパティ毎に改行されたフォーマットでドキュメントの内容を表示することが可能です。

ドキュメントの更新

ドキュメントを更新するには、まずエディター画面に表示された JSON データを編集します。

データベースに対して、編集したドキュメントの更新を反映するためには、VSCode のコマンドパレット ([F1] キー、または Windows/Linux では [Ctrl]+[Shift]+[P]、macOS では [Command]+[Shift]+[P] で表示) から、次のコマンドを実行します。

```
cblite: Update Document
```

クエリ

データベースに対してクエリを行うには、[CBLITE EXPLORER] でデータベースを選択し、右クリックメニューから [New SQL++ Query] を選択します。

エディター画面には、はじめサンプルクエリが表示されるので、実行したいクエリに変更します。

クエリを実行するには、VSCode のコマンドパレットを利用して、下記のコマンドを実行します。

```
cblite: Run Query
```


第 12 章

クロスプラットフォーム開発

12.1 概要

Couchbase Lite を用いたモバイルアプリを開発する際に、iOS と Android の両方で利用するために、クロスプラットフォーム^{*1}/ハイブリッドアプリ^{*2}開発に関連する内容を整理します。

以下、ここで扱うフレームワークについて、概要を整理します。

- **Xamarin:** C#で書かれたコードが、Intermediate Language(IL) としてコンパイルされます。
- **Flutter:** Dart で書かれたコードが、C/C++ コードとしてコンパイルされて、ネイティブに実行されます。
- **React Native:** JavaScript や TypeScript で書かれたコードが、JavaScript エンジンで実行されます。
- **Ionic:** JavaScript や HTML、CSS のような Web アプリケーション開発技術を使って書かれたコードが、Web ブラウザーの機能を提供する Web View^{*3}を介して、ネイティブアプリや PWA(Progressive Web Apps) として実行されます。

^{*1} https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-platform_software

^{*2} <https://www.techtarget.com/searchsoftwarequality/definition/hybrid-application-hybrid-app>

^{*3} <https://ionicframework.com/docs/ja/core-concepts/webview>

12.2 Xamarin

概要

Couchbase Lite を Xamarin アプリケーション開発に使う方法を、Couchbase Labs で公開されているサンプルアプリケーションを使って解説します。このサンプルアプリケーションについて公式チュートリアル^{*4}が公開されています。

サンプルアプリケーションは、Xamarin.Forms、C#、XAML(Extensible Application Markup Language) を使用しています。iOS、Android、および UWP に対応しており、それぞれ以下の環境を利用する想定されています。

- iOS (Xcode 12.5+)
- Android (SDK 22+)
- UWP (Windows 10)

サンプルアプリケーション

ここで紹介するアプリケーションは、Couchbase Lite を Couchbase Server との同期を行わずにスタンドアローンで利用するものです。

アプリケーションを実行するには、以下のように GitHub リポジトリーから `standalone` ブランチをクローンします。

```
$ git clone -b standalone \
https://github.com/couchbaselabs/userprofile-couchbase-mobile-xamarin.git
```

本アプリケーションは、ユーザープロファイル情報管理機能を提供します。プロファイル情報は、Couchbase Lite で管理されます。

ログイン後、そのユーザーのプロファイル情報を表示・編集することができます。ログイン画面にて情報したユーザーが未登録の場合は新規ユーザーとして追加され、ログイン画面で入力した情報を引き継がれたプロファイル画面に遷移後、追加の情報を入力します。

^{*4} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-standalone-xamarin/userprofile_basic.html

ソリューション構造

ソリューションは、7つのプロジェクトで構成されています。

- UserProfileDemo: ビュー機能のための.NET 標準プロジェクト
- UserProfileDemo.Core: ビューモデル機能のための.NET 標準プロジェクト
- UserProfileDemo.Models: データモデルのための.NET 標準プロジェクト
- UserProfileDemo.Repositories: データベースの管理のためのリポジトリークラスを含む.NET 標準プロジェクト
- UserProfileDemo.iOS: .ipa ファイルのビルドを担当する iOS プラットフォームプロジェクト
- UserProfileDemo.Android: .apk ファイルのビルドを担当する Android プラットフォームプロジェクト
- UserProfileDemo.UWP: .exe ファイルのビルドを担当する UWP プラットフォームプロジェクト

/modules/userprofile/examples/src の下に、ソリューションファイル UserProfileDemo.sln が存在します。

Couchbase.Lite パッケージは、このソリューションの以下の 4 つのプロジェクト内で利用されています。

- UserProfileDemo.Repositories
- UserProfileDemo.iOS
- UserProfileDemo.Android
- UserProfileDemo.UWP

Couchbase Lite アクティブ化

Xamarin アプリ内で Couchbase Lite を使用するには、Couchbase.Lite をプラットフォームごとにアクティブ化します。

以下、各プラットフォームにおける例を示します。

iOS プラットフォームの場合。

AppDelegate.cs

```
Couchbase.Lite.Support.iOS.Activate();
```

Android プラットフォームの場合。

MainActivity.cs

```
Couchbase.Lite.Support.Droid.Activate(this);
```

UWP プラットフォームの場合。

MainPage.xaml.cs

```
Couchbase.Lite.Support.UWP.Activate();
```

チュートリアルでは、アプリケーションで利用されるデータモデルの説明や、データベース操作について機能毎に解説が行われています。

開発参考情報

ここで紹介したチュートリアルの発展として、データベースに対するクエリを扱ったもの (User Profile Sample: Couchbase Lite Query Introduction^{*5}) や、Couchbase Serverとのデータ同期を扱ったもの (User Profile Sample: Data Sync Fundamentals^{*6}) が公開されています。

12.3 Flutter

概要

Flutter は、FFI(foreign function interface^{*7}) による連携をサポートしており、プラットフォームネイティブコードとのインテグレーションに用いることができる dart:ffi^{*8}

^{*5} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-query-xamarin/userprofile_query.html

^{*6} https://docs.couchbase.com/tutorials/userprofile-sync-xamarin/userprofile_sync.html

^{*7} https://en.wikipedia.org/wiki/Foreign_function_interface

^{*8} <https://docs.flutter.dev/development/platform-integration/c-interop>

パッケージを提供しています。そのため、Couchbase Lite C API^{*9}を用いて Couchbase Lite を Dart/Flutter アプリケーションで利用することができます。そのような試みとして、以下で紹介するパッケージが公開されています。

Couchbase Lite パッケージ

Dart と Flutter の公式パッケージリポジトリ (pub.dev^{*10}) に、各種パッケージが公開されています。

Couchbase Lite に関するパッケージは、アクティブにメンテナンスされていないよう見えるものも含めて、何種類か存在します。ここでは、現在最もアクティブと思われるパッケージを紹介します。

以下は、同じ Publisher によって開発された一連のパッケージです。目的に合わせた組み合わせにより利用することができます。

- cbl^{*11}: Couchbase Lite API のパッケージです。以下のパッケージを利用する際、同時に利用します。
- cbl_dart^{*12}: サーバーや CLI 等、純粋な Dart アプリケーション用のパッケージです。
- cbl_flutter^{*13}: Flutter アプリケーション開発用のパッケージです。

パッケージの利用方法や、サンプルアプリケーションについて、各パッケージのサイトを参照することができます。

12.4 React Native

概要

React Native^{*14}は、ハイブリッドアプリ開発のためのオープンソース UI フレームワークです。

React Native は、Native Module^{*15}システムを要しており、Android と iOS それぞれ

^{*9} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-C>

^{*10} <https://pub.dev/>

^{*11} <https://pub.dev/packages/cbl>

^{*12} https://pub.dev/packages/cbl_dart

^{*13} https://pub.dev/packages/cbl_flutter

^{*14} <https://reactnative.dev/>

^{*15} <https://reactnative.dev/docs/native-modules-intro>

のネイティブ実装 (Android Java と Objective-C/Swift) と組み合わせてアプリケーションを開発する手段を提供しています。

Couchbase Lite React Native Module

Couchbase Labs にて、Couchbase Lite を React Native で利用するための React Native Module の参照実装 ([couchbase-lite-react-native-module^{*16}](https://github.com/couchbaselabs/couchbase-lite-react-native-module)) が公開されています。このモジュールの位置づけについて、以下の引用を参照ください。

NOTE: The plugin is not officially supported by Couchbase and there are no guarantees that the APIs exported by the module are up to date with the latest version of Couchbase Lite. The module implementation is available as an open source reference implementation for developers to use as a starting point and contribute as needed

上記の翻訳を以下に示します。

注: このプラグインは Couchbase による公式サポートではなく、モジュールによってエクスポートされている API が最新バージョンの Couchbase Lite に追随しているという保証はありません。モジュールの実装は、開発者がスタート地点として使用でき、また必要に応じて貢献することのできるオープンソース参考実装として公開されています。

この参考実装は、ネイティブ Couchbase Lite API 機能のサブセットをエクスポートし、React ネイティブ JavaScript アプリで利用できるようにしています。プラグインによって JavaScript にエクスポートされた API のリストや個々の API 使用例について、リポジトリの README を参照することができます。

また、このモジュールを使用したサンプルアプリケーション^{*17}も公開されています。

このような既存のモジュールを利用しない場合、あるいは既存のモジュールを拡張する場合には、Couchbase Lite のネイティブ API にアクセスするために、React Native が提供する Native Module システムを利用して実装を行います。

^{*16} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-lite-react-native-module>

^{*17} <https://github.com/couchbaselabs/userprofile-couchbase-mobile-reactnative>

12.5 Ionic

概要

Ionic^{*18}は、ハイブリッドアプリ開発のためのオープンソース UI フレームワークです。JavaScript や、HTML、CSS といった Web アプリケーション開発技術を使って、ネイティブアプリや PWA(Progressive Web Apps)^{*19}を開発するために利用することができます。Angular、React、そして Vue のような JavaScript の Web フレームワークと組み合わせて利用されます。

Ionic フレームワークは、GitHub において、Ionic チーム (<https://github.com/ionic-team>) によってリポジトリ^{*20}が公開されています。

ハイブリッドモバイルアプリ開発のために必要となるネイティブ連携のフレームワークとして、同じく Ionic([Ionic.io](https://ionic.io)^{*21}) による Capacitor^{*22}があります。Ionic.io は、Ionic の有償サポートも提供しています。^{*23}

Couchbase Lite 統合

Ionic 開発に、Couchbase Lite を利用するための、Ionic の Couchbase Lite 統合 (Ionic's Couchbase Lite integration^{*24}) が提供されています。この Ionic Couchbase Lite 統合のネイティブ連携レイヤーには、Capacitor が利用されています。

Couchbase Lite 統合を利用するには有償のサポートが必要とされますが、パッチのリリースや新機能のアップデート、さらに iOS および Android の新しいリリースに対する互換性維持など、継続的なアップデートとメンテナンスが謳われています。

なお、Ionic の Couchbase Lite 統合を利用するには、Couchbase Lite エンタープライズエディションが必要です。

■コラム: Apache Cordova

Apache Cordova^{*25}は、JavaScript、HTML、CSS といった Web アプリケーション開発技術を使って、モバイルアプリケーションを開発することができるフレーム

*18 <https://ionicframework.com/>

*19 https://en.wikipedia.org/wiki/Progressive_web_application

*20 <https://github.com/ionic-team/ionic-framework>

*21 <https://ionic.io/>

*22 <https://capacitorjs.com/>

*23 <https://ionic.io/pricing>

*24 <https://ionic.io/docs/couchbase-lite>

ワークです。Cordova Native API によりネイティブ連携を行う手段が提供されています。

Ionic は、Cordova との組み合わせで、Android および iOS アプリを開発する手段 (`ionic cordova build*26`) を提供しています。一方で、Cordova から Capacitor へのマイグレーション (Cordova to Capacitor Migration^{*27}) の方法が公開されており、そこでは Capacitor について「最新の開発体験と Cordova との 99% の下位互換性 (A modern development experience and 99% backward-compatibility with Cordova)」と説明されています。

第 13 章

Sync Gateway 概要

本章から、Couchbase Mobile の構成要素のひとつである Sync Gateway を扱います。ここではまず、Sync Gateway を理解するために必要な基本的な概念を解説します。

13.1 データ同期

Sync Gateway は、Couchbase Lite と Couchbase Server との間でデータ同期を行う機能を提供します。

レプリケーション

レプリケーション (Replication^{*1}) とは、字義通りには複製 (Replica) を作ることといえますが、コンピューティングの分野でデータレプリケーションといった場合には、一般に複数の環境に同じデータを保存することを指します。その具体的な内容は多岐に渡ります。

Couchbase Mobile について「レプリケーション」という用語が用いられる場合、それは複数の Couchbase データベース間の自動データ同期を指しています。^{*2}

^{*1} [https://en.wikipedia.org/wiki/Replication_\(computing\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Replication_(computing))

^{*2} Couchbase Mobile の文脈で、「レプリケーション」という用語が用いられるときには、Couchbase Lite と Couchbase Server との Sync Gateway を介した同期を指すことが大部分です。ただし、後述の Sync Gateway 間レプリケーションにおいては、Sync Gateway を介した Couchbase Server クラスター間のデータ同期を指すなど、必ずしもそれだけの意味に止まらないため、ここでは「Couchbase データベース間」という表現が選ばれています。

データ同期方向の種類

Sync Gateway と Couchbase Lite との同期 (Sync with Couchbase Lite^{*3}) を実行するにあたって、データの同期方向に関して、以下の 3通りからひとつを選択します。

- **プッシュ:** Couchbase Lite から、Couchbase Server に対してデータの変更を同期します。
- **プル:** Couchbase Lite へ、Couchbase Server のデータの変更を同期します。
- **プッシュアンドプル:** プッシュとプルの両方を行います。

たとえば、アプリケーションのマスターデータのように、ユーザーによって変更されないデータについては、プルレプリケーションを使うことが考えられます。また、単にアプリケーションからデータの収集を行うケース、たとえばエッジ端末上のセンサーデータを収集する IoT アプリケーションや、端末上でデータ登録を行うアプリケーションでは、プッシュレプリケーションを使うことができます。どの端末でも、同じデータを参照する必要があり、端末上でユーザーがデータを作成・編集する場合には、プッシュアンドプルを使うことになるでしょう。

レプリケーション処理の種類

レプリケーションは、データの同期方向がプッシュであれプルであれ、Couchbase Lite アプリケーションが Sync Gateway に対して接続し、レプリケーションのリクエストを行うところから始まります。

Couchbase Lite におけるレプリケーション処理の選択肢として、リクエスト時点で生じている全ての差分の同期が完了した後に処理を終了するワンショットレプリケーションと、一旦すべての差分の同期が完了した後も継続して、以降のレプリケーションのために接続を続ける継続的レプリケーションとがあります。

アプリケーションは、ローカルデータベースとリモートデータベース間の同期を維持する場合、要件に応じて、継続的レプリケーションを利用することも、ワンショットレプリケーションをアプリケーションから定期的に実行することもできます。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-using-app.html>

リビジョン

複数のユーザーから同時に処理要求が行われる場合、データの一貫性を保証するためには、データの複数のバージョンを制御する必要があります。このような制御は、Multi Version Concurrency Control(MVCC)^{*4}と呼ばれます。

Sync Gateway は、複数の Couchbase Lite アプリケーション (Sync Gateway クライアント) で、同じデータに対する更新が発生する状況に対応する必要があります。データが複数のデータベースにコピーされて管理されている状況では、あるクライアントの変更が、別のクライアントに対して反映される前に、そのクライアントが同じデータへの変更を行うことが起こります。このような状況では、競合 (データ更新の不整合) が発生します。

こうした状況に対応するために、Couchbase Mobile では、ドキュメントが作成、更新、または削除されるたびに新たにリビジョンが作成されます。「リビジョン」という用語について、Git や Subversion のような分散バージョン管理システムを利用したことのある人には特に説明を要しないと思われますが、「リビジョン」は「バージョン(番号)」のようなものと考えることができます。ソフトウェアのバージョンのように (ソフトウェア会社によって) 一元的に管理されているケースでは、バージョン番号は直線的に増加するのに対して、ある特定のバージョンに対して、複数の異なる環境 (開発者やデータベース) で異なる変更を加えられるケースでは、同じ親リビジョンを持った子リビジョンがツリー状に枝分かれする状態が生じます。

ソフトウェアバージョン管理においては、こうした競合の発生においては、開発者によってマージが行われることになります。Couchbase Mobile では、こうした異なるリビジョン間の競合発生時において、デフォルトのルールの適用による自動競合解決機能を提供されています。そのため、Couchbase Mobile を利用するにあたって、特に基本的な機能を理解する段階においては、ユーザーにとってリビジョンを意識する場面はありません。

一方で、リビジョンは Couchbase Mobile を理解する上で、依然として重要な概念だといえます。運用やトラブルシューティングに際して、リビジョンに関する知識が必要があります。

また、Couchbase Mobile では、カスタム競合解決ロジックを開発することもできます。その際には、同じドキュメントの異なるリビジョン間の競合をどのように解決するかを開発者が設計・実装することになります。

^{*4} https://en.wikipedia.org/wiki/Multiversion_concurrency_control

13.2 アクセス制御モデル

Sync Gateway のアクセス制御モデル (Access Control Concepts^{*5}) について解説します。

概要

Sync Gatewayにおいて、ドキュメントへのアクセスは、ユーザー、ロール、チャネルという、3つのエンティティによって管理されます。

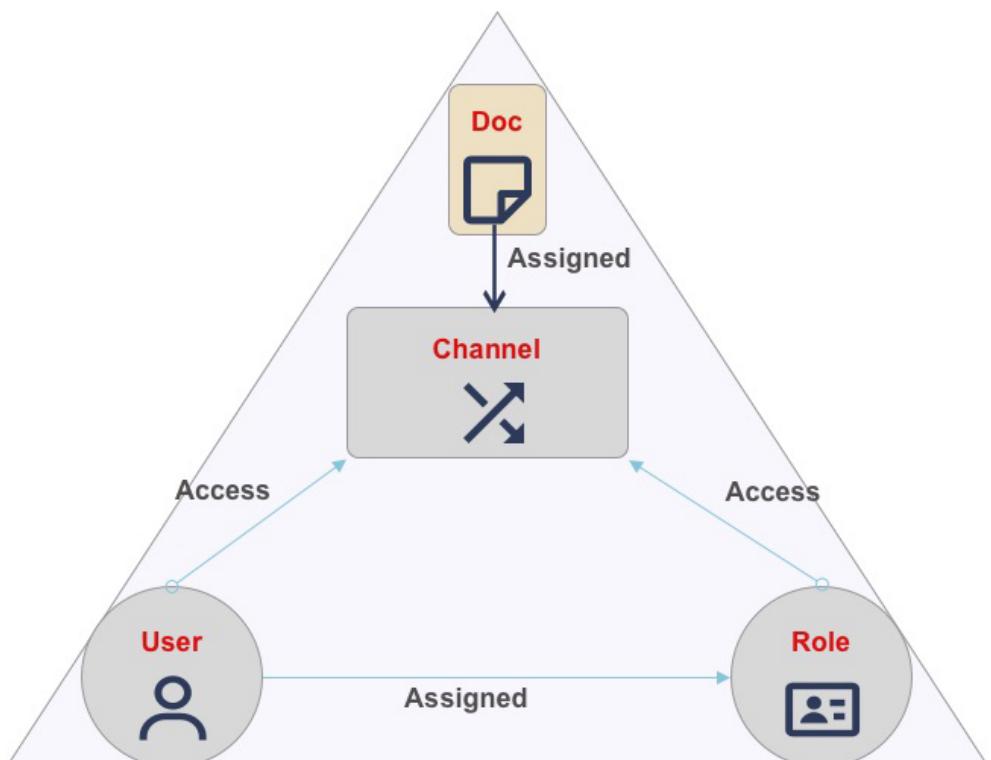


図 13.1: Sync Gateway アクセス制御モデル概念図

(図は、Couchbase ドキュメント Access Control Concepts より)

チャネルはドキュメントに関連付けられたタグと見なすことができます。チャネルは、

^{*5} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/access-control-concepts.html>

ドキュメントを分類し、アクセス制御を実施するための基本になります。ユーザーに対してチャネルへのアクセスが許可されることによって、ユーザーがアクセスできるドキュメントが決定されます。

ロールは、ユーザーを論理的にグループ化します。ユーザーと同様に、ロールに対しても、チャネルへのアクセス権限を与えることができます。ユーザーは、直接にまたはロールを介して割り当てられたチャネルにあるドキュメントのみにアクセスすることができます。

なお、このアクセス制御モデルは、ドキュメントに対するアクセス権限の種類(読み取りと書き込み)については区別しません。^{*6}

利用例

チャネルを中心としたアクセス制御について、具体的に見ていきます。

まずは次の図を見てください。

^{*6} 書き込み権限を制御する際には、後に紹介する、Sync 関数を用いてアクセス制御を実装することができます。

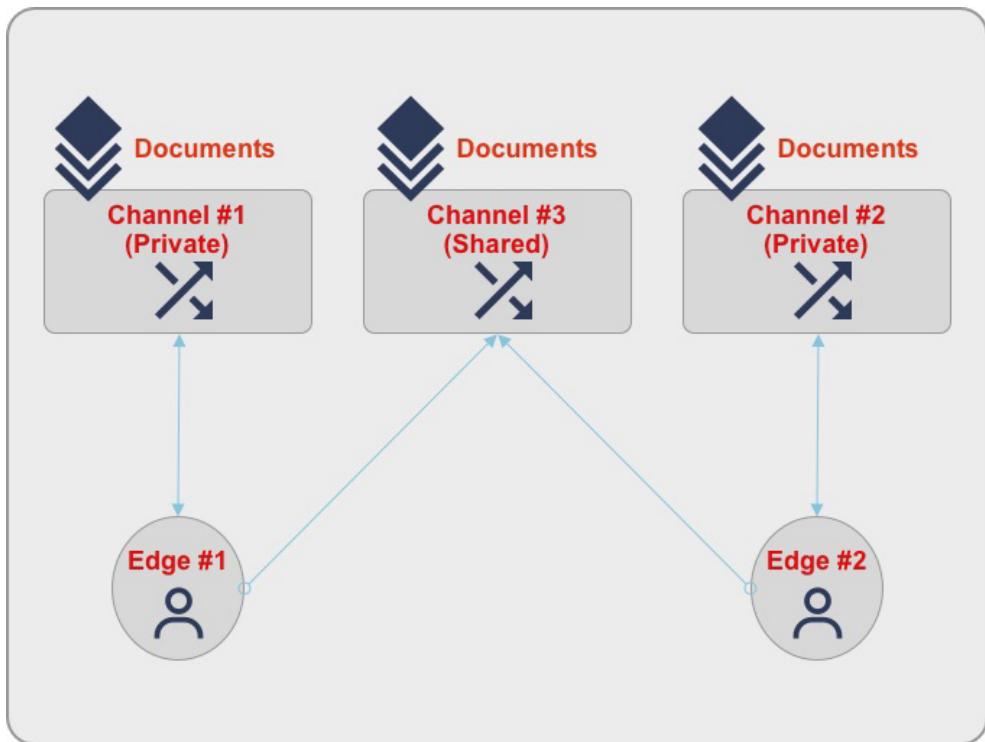


図 13.2: Sync Gateway アクセス制御利用例

(図は、Couchbase ドキュメント Access Control Concepts より)

ここでは、特定のユーザー（グループ）のみがアクセスできるドキュメント群と、全てのユーザーに共有されるドキュメント群が存在しています。

例として、小売チェーンの各店舗毎にユーザーまたはロールを割り当てるケースが考えられます。各店舗向けに、在庫や営業スケジュールなど店舗固有の情報のためのチャネルがあります。そして、製品カタログのような小売チェーン店舗全体で共通の情報のためのチャネルがあり、すべての店舗は、この共有されたチャネルにアクセスします。

チャネル

チャネルエンティティーは、名前とドキュメントのリストで構成されます。

チャネルによって、ユーザー間でドキュメントを共有することができます。

チャネルには、ドキュメントのリストが割り当てられます。さらに、ユーザーまたはロールに対して、複数のチャネルへのアクセスを許可することができます。つまり、ユーザーとロールは許可されたチャネルのリストを持ちます。この二重のリスト構造によっ

て、以下のような目的が達成されます。

- ドキュメントをチャネルに割り当てることによるドキュメントルーティング
- ユーザーにチャネルへのアクセスを許可することによるアクセス制御

具体的には次のことが実現可能になります。

- 多数のドキュメントをデータセットとして分割して管理する。
- ユーザーに対して必要なドキュメントだけを公開する。
- モバイルデバイスに同期されるデータの量を最小限に抑える。

チャネルには、アプリケーションにより設定されるプライベートチャネルと、あらかじめ定義されているシステムチャネルとがあります。

以下のように、Sync Gateway によって予め定義されているチャネルを、目的に応じて利用することができます。

パブリックチャネル（記号「！」で表現されます）は、誰でも利用可能なドキュメントのためのチャネルです。ドキュメントをユーザー全体で利用したい場合、このチャネルに割り当てます。ユーザーに明示的にパブリックチャネルへのアクセスを割り当てる必要はありません。全てのユーザーに対して、パブリックチャネルへのアクセスが自動的に許可されます。

オールチャネルワイルドカード（記号「*」で表現されます）は、ユーザーに対して全てのチャネルへのアクセスを許可するときに使用することができます。オールチャネルワイルドカードを使ってアクセスを許可すると、プライベートチャネルを含め、全てのチャネルのすべてのドキュメントにアクセスすることができるようになります。

ユーザー

ユーザーエンティティーは名前、パスワード、ロールのリスト、およびチャネルのリストで構成されます。

ユーザーは、アクセス制御の基本概念です。ドキュメントへのアクセスを特定のユーザーに制限することにより、アクセス制御を実施します。

チャネルへのアクセスを許可されたユーザーは、そのチャネルに割り当てられたすべてのドキュメントにアクセスできます。

ユーザーは、ロールに割り当てもできます。ユーザーは、所属するすべてのロー

ルのチャネルアクセスを継承します。

ロール

ロールエンティティーは、名前とチャネルのリストで構成されます。

ロールにより、同様の特性を持つユーザーをグループ化でき、ユーザーの管理が容易になります。

ロールに対して、チャネルへのアクセスが許可されます。ロールが割り当てられたすべてのユーザーは、ロールにアクセスが許可されているすべてのチャネル（そのチャネル内のドキュメント）にアクセスできます。

ロールに関連付けられているすべてのユーザーは、ロールのリスト内のチャネルにアクセスする権利を継承します。これにより、複数のチャネルを複数のユーザーに関連付けることができます。

なお、ロールはユーザーとは別の名前空間で管理されるため、同じ名前のユーザーとロールを持つことができます。

13.3 機能と操作

REST API

Sync Gateway に対して設定や操作を行う方法として、REST API が提供されています。

Sync Gateway には、下記の 3 種類の REST API があります。

- 管理 REST API
- メトリクス REST API
- パブリック REST API

管理 REST API は、Sync Gateway の管理のための機能を提供します。

メトリクス REST API は、Sync Gateway システム監視に用いられます。

パブリック REST API は、Couchbase Lite 以外のアプリケーションが Sync Gateway の機能を利用するため使うことができます。

各 REST API は、それぞれ異なるポート番号を使います。ポート番号を変更することも可能です。

構成方法等の詳細については、ドキュメント (Secure API Access^{*7}) を参照ください。

Sync 関数

Sync Gateway では、アクセス制御モデルの適用のために、アプリケーション独自の実装を定義することができます。これは、Sync 関数 (Sync Function^{*8}) と呼ばれる JavaScript 関数を定義することによって実現されます。

Sync 関数では、以下のような処理を制御することができます。

- チャネルへのドキュメントの割り当て
- ユーザーやロールへのチャネルアクセスの許可
- ユーザーの検証
- ドキュメントの検証
- 変更の非承認

Sync 関数は、ドキュメントに対して新しい更新が行われるたびに呼び出されます。

Sync 関数内では、変更前と変更後のドキュメントの内容を参照することができます。そのため、ドキュメント内容に対して検証を行うことができるだけでなく、ドキュメントの情報を利用してユーザーの検証などの操作を実現することができます。

Sync 関数内では、Sync Gateway によって提供される様々な種類のヘルパー関数 (Sync 関数 API) を利用することができます。

Sync 関数の詳細については、後の章で解説します。

アクセス制御適用

Sync Gateway におけるドキュメントの配布やユーザーアクセスを構成する方法には、以下があります。

- 管理 REST API
- Sync 関数

構成管理の対象によって、これらの方法を使い分けることになります。

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api-access.html>

^{*8} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-function-overview.html>

たとえば、以下の図に示すように、ユーザーやロールへのチャネルの追加は、両方の方法で構成可能です。一方、ドキュメントのチャネルへの割り当ては Sync 関数を介して行います。

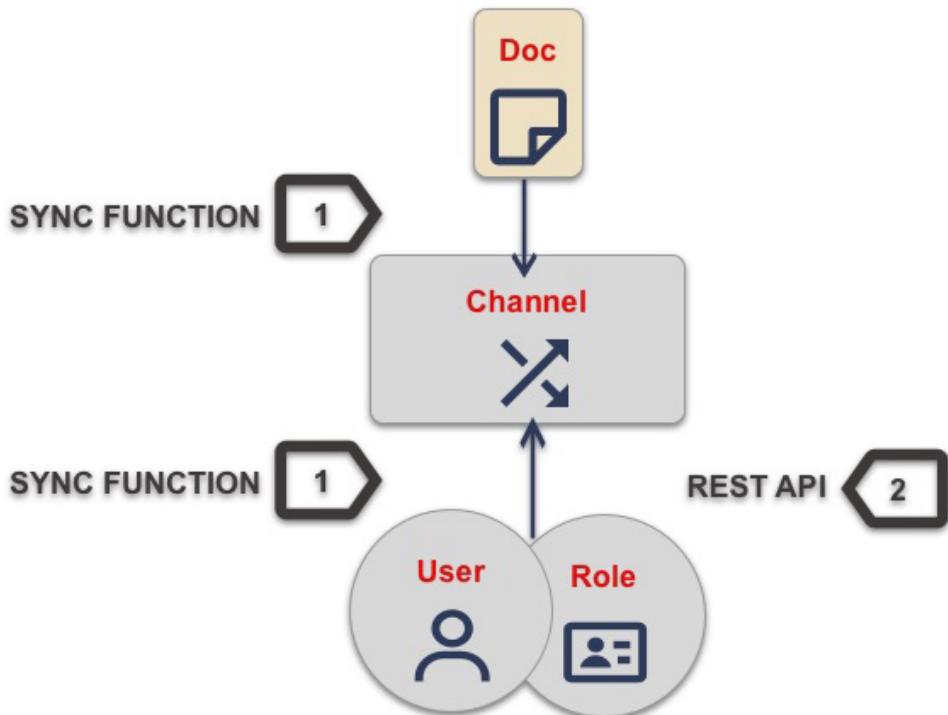


図 13.3: アクセス制御適用概念図

(図は、Couchbase ドキュメント Access Control Concepts より)

13.4 Sync Gateway 間レプリケーション

概要

Sync Gateway は、Sync Gateway 間レプリケーション (Inter-Sync Gateway Replication^{*9}) 機能を提供します。Sync Gateway 間レプリケーションによって、異なるデータセンターにある複数の Couchbase Server クラスター間の同期を行うことができます。

Sync Gateway 間レプリケーションは、多くの点で Couchbase Lite と Sync Gateway

^{*9} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-inter-syncgateway-overview.html>

の間のレプリケーションと共通点を持っています。たとえば、Sync Gateway 間レプリケーションは WebSocket に基づいており、Couchbase Lite とのレプリケーションに使用されるものと共通のプロトコルが用いられます。

本書では、Sync Gateway 間レプリケーションについての記述は、以下のユースケースの紹介に留めます。構成管理方法等、Sync Gateway 間レプリケーションの詳細についてはドキュメント^{*10}を参照ください。

クラウド/中央データセンターとエッジデータセンターの同期

このケースでは、複数のエッジデータセンターにある Couchbase Server クラスターがクラウドまたは中央データセンターの Couchbase Server クラスターと同期します。各エッジクラスターは、クラウドデータセンターへのネットワーク接続が失われた場合も自律的に動作します。

たとえば、AWS Wavelength のようなサービスを活用し、キャリアネットワークに Couchbase Server を配置して低遅延のアクセスを提供する際に、このような構成を取ることが考えられます。

^{*10} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-inter-syncgateway-overview.html>

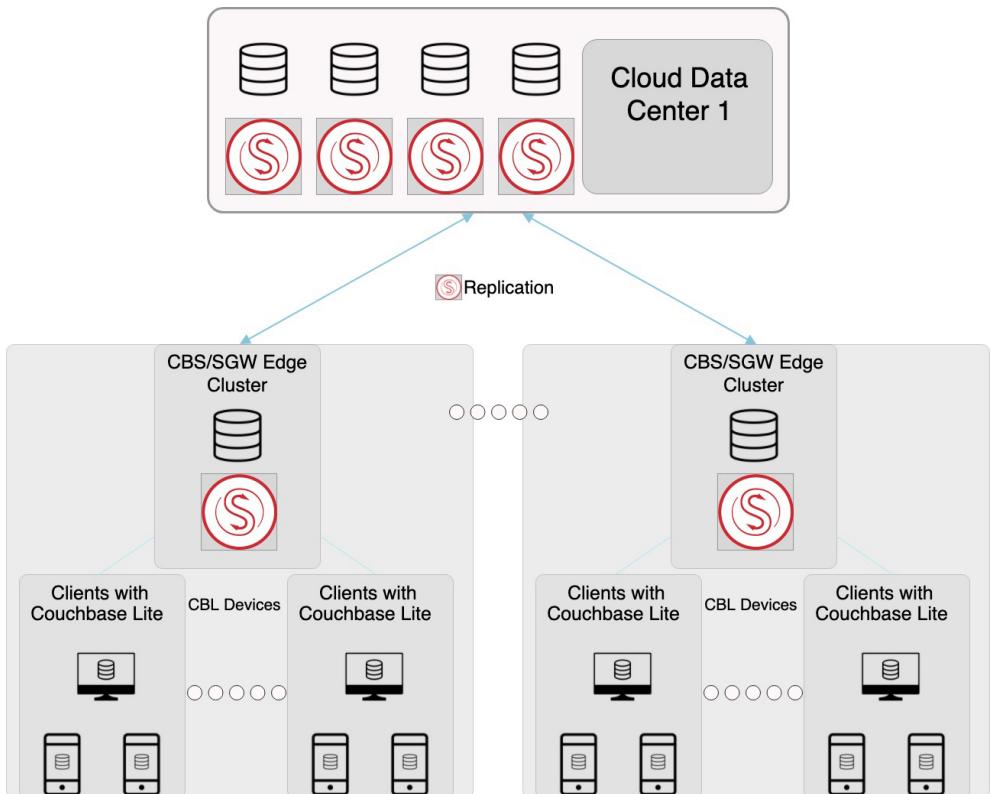


図 13.4: クラウド/中央データセンターとエッジデータセンターの同期

(図は、Couchbase ドキュメント Inter-Sync Gateway Replication より)

クラウド/データセンター間の同期

このケースでは、地理的に離れた Couchbase Server クラスター同士が同期されます。

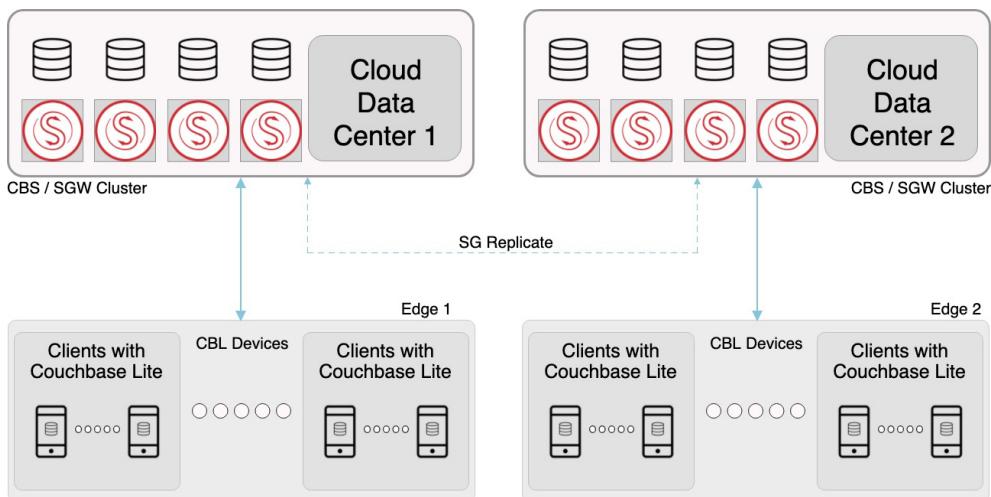


図 13.5: 複数のクラウド/データセンター間の同期

(図は、Couchbase ドキュメント Inter-Sync Gateway Replication より)

■コラム: Couchbase Server の XDCR と Sync Gateway 間レプリケーションの関係

Couchbase Server は、XDCR(クロスデータセンターレプリケーション)という、複数の Couchbase Server クラスター間のレプリケーション機能を提供しています。Couchbase Mobile を利用しない場合、この XDCR を用いて、Couchbase Server クラスター間のレプリケーションを行います。

Sync Gateway 間レプリケーションを利用することによって、Couchbase Lite と Couchbase Server との同期を行うために、Sync Gateway が管理する固有の情報を、Couchbase Server クラスター間で同期することができます。Couchbase Lite との同期が介在する場合は、Couchbase Server クラスター間の同期のために Sync Gateway 間レプリケーションを用います。

第 14 章

Sync 関数

Sync Gateway では、開発者が Sync 関数 (Sync Function^{*1}) を定義することによって、データルーティングやアクセス制御などのアプリケーション固有の要件を実装します。

14.1 概要

関数構造

Sync 関数は、以下のような引数を取る JavaScript 関数として定義されます。呼び出し元へ返す戻り値はありません。

```
function (doc, oldDoc, meta) {  
}
```

引数は、それぞれ次ののような意味を持ちます。

- `doc`: ドキュメントのコンテンツを参照します。ユーザー定義のプロパティに加え、以下のプロパティを含みます。
 - `_id`: ドキュメント ID
 - `_rev`: リビジョン ID
 - `_deleted`: ドキュメント削除フラグ（ドキュメント削除の場合に含まれ、プロパティの値は `true` です）

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-function.html>

- `oldDoc`: 更新によって置き換えられるリビジョンを参照します。ドキュメント新規作成の場合、`null`になります。
- `meta`: ドキュメントのメタデータを参照します。

Sync 関数を実装する際には、JavaScript 仕様に即して、パラメーターの記載を省略することができます。`meta` パラメーターを Sync 関数で利用しない場合に記載を省略することができ、`meta` と `oldDoc` の両方のパラメーターが必要ない場合も記載を省略できますが、`oldDoc` パラメーターのみの省略はできません。

ドキュメント更新の制御

Sync 関数定義においては、戻り値による制御は行われません。その代わり、Sync 関数内で例外を発生させることができ、例外の発生により関数の実行が中断された場合には、そのドキュメントの更新は実行されません。

開発者は Sync Gateway 関数を定義する際に、要件に応じた検証ロジックを実装し、検証に適わない場合には例外により処理を中断することによって、ドキュメントの更新を制御することができます。

このドキュメントの更新の制御は、ドキュメントの必須項目の検証の他、実行ユーザー権限の検証にも用いることができます。Sync Gateway のユーザーは、アクセスが許可されているチャネルに関連付けられたドキュメントにのみアクセスできます。このチャネルへのアクセス権付与は、アクセス権限の種類(読み取り、書き込み)については区別しません。つまり、ドキュメントにアクセスできるユーザーは誰でも、ドキュメントへの読み取りアクセスを持つ(Sync Gateway からドキュメントをプルする)ことに加え、ドキュメントを更新する(Sync Gateway に対してドキュメントをプッシュする)ことができます。ドキュメントの書き込みアクセス制御は、Sync 関数内で検証のプロセスを実装することによって実現されます。

14.2 アクセス制御設定 API

Sync 関数を定義する際に開発者が利用することのできる API(Sync Function API^{*2})から、アクセス制御設定に関するものを紹介します。

^{*2} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-function-api.html>

access

ユーザーにチャネルへのアクセスを許可します。

次のふたつの引数を取ります。

- ユーザーやロールを識別する文字列、またはその配列
- チャネルを識別する文字列、またはその配列

この関数をユーザーではなくロールに適用するには、ロール名の前に `role:` を付けます。

オールチャネルワイルドカード ('*') を使用して、すべてのチャネルへのアクセスをユーザーに許可することができます。

ユーザーとロールは、管理者が明示的に作成する必要があります。

次の例は、ユーザーにチャネルのアクセスを許可します。

```
access ("jchris", "mtv");
```

次の例は、ユーザーに複数のチャネルへのアクセスを許可します。

```
access ("jchris", ["mtv", "mtv2", "vh1"]);
```

次の例は、複数のユーザーとロールにチャネルのアクセスを許可します。

```
access (["snej", "jchris", "role:admin"], "vh1");
```

channel

ドキュメントをチャネルに割り当てます。

次の引数を取ります。

- チャネル名を識別する文字列、またはその配列

指定するチャネルは、必ずしも事前に定義されている必要はありません。ドキュメントがチャネルに割り当てられると、そのチャネルが存在していなかった場合には、暗黙的に作成されます。

有効なチャネル名は、テキスト文字 ([A-Z, a-z])、数字 ([0-9])、およびいくつかの特殊文字 ([= + / . , _ @]) で構成されます。チャネル名では大文字と小文字が区別されます。

null、または undefined として解決される引数で channel を呼び出すことが許容されています。この場合、単に何も起こりません。これにより channel(doc.channels) のような使い方をするときに、doc.channels が存在するかどうかを確認しなくても利用することが可能になっています。

以下の例は、ドキュメントの「published」プロパティが真の場合、ドキュメントの「channels」プロパティに定義されているチャネルに割り当てます。

```
if (doc.published) {  
    channel(doc.channels);  
}
```

role

ユーザーにロールを追加します。

次のふたつの引数を取ります。

- ロールを識別する文字列、またはその配列
- ユーザーを識別する文字列、またはその配列

ロール名の前には `role:` を付ける必要があります。

ユーザーとロールは、管理者が明示的に作成する必要があります。存在しないロールはエラーを引き起こしませんが、ユーザーのアクセス権限には影響しません。ロールの作成は、遡及的に行うことができます。存在しないロールをユーザーに追加した場合、事後にロールが作成されたとすぐに、そのロールへの参照が有効になります。

次の例は「owner」ロールをユーザーに割り当てます。

```
role("jchris", "role:owner");
```

次の例は、指定されたふたつのロールをユーザーに割り当てます。

```
role("jchris", ["role:owner", "role:creator"]);
```

次の例は、「owner」ロールを、すべての指定されたユーザーに割り当てます。

```
role(["snej", "jchris", "traun"], "role:owner");
```

14.3 ドキュメント属性設定 API

Sync 関数を定義する際に開発者が利用することのできる API(Sync Function API^{*3})から、ドキュメント属性設定に関するものを紹介します。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-function-api.html>

expiry

ドキュメントの有効期限値 (TTL) を設定します。

次の引数を取ります。

- ISO-8601 形式の日付文字列、またはユニックタイムで指定された有効期限値

TTL が 30 日未満の場合は、現在の時刻からの秒単位の間隔として表すこともできます(たとえば、「5」を指定すると、ドキュメントが書き込まれてから 5 秒後に削除されます)。

次の例は、ISO-8601 形式の日付文字列を使用して、有効期限を設定しています。

```
expiry("2022-06-23T05:00:00+01:00")
```

14.4 権限検証 API

Sync 関数を定義する際に開発者が利用することのできる API(Sync Function API^{*4}) から、権限検証に関するものを紹介します。

このタイプに属する関数は、権限の検証に際して、例外をスローすることで拒否を通知します。その場合、Sync 関数のそれ以降のコードは実行されず、ドキュメントの更新は行われません。

requireAccess

指定されたチャネル (の少なくともひとつ) にアクセスできるユーザーによって、行われていないドキュメントの更新を拒否します。

次の引数を取ります。

- チャネル名を識別する文字列、またはその配列

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-function-api.html>

`requireAccess` は、具体的なチャネル名による許可のみを認識し、ワイルドカードを認識しません。ユーザーがワイルドカード (*) によって、すべてのチャネルに対するアクセスを許可されている場合、そのユーザーは `requireAccess` の引数として指定される具体的なチャネルへのアクセスを明示的に許可されていないため、この関数呼び出しは失敗します。

次の例は、ユーザーが「events」チャネルを読み取るためのアクセス権を持っていない限り、例外をスローします。

```
requireAccess("events");
```

次の例は、ユーザーがドキュメントの `channels` プロパティーに定義されているチャネル（の少なくともひとつ）にアクセスできない場合、例外をスローします。

```
requireAccess(oldDoc.channels);
```

requireAdmin

Sync Gateway 管理 REST API によって行われたものではないドキュメントの更新を拒否します。

引数はありません。

次の例は、このリクエストが管理 REST API に送信されたものでない限り、例外をスローします。

```
requireAdmin();
```

requireRole

指定されたロール（の少なくともひとつ）を持っているユーザーによって、行われていないドキュメントの更新を拒否します。

次の引数を取ります。

- ロールを識別する文字列、またはその配列

次の例は、ユーザーが「admin」ロールを持っていない限り、例外をスローします。

```
requireRole("admin");
```

次の例は、ユーザーがこれらのロールの少なくともひとつを持っていない限り、例外をスローします。

```
requireRole(["writer", "editor"]);
```

requireUser

指定したユーザーによって行われていないドキュメントの更新を拒否します。

次の引数を取ります。

- ユーザーを識別する文字列、またはその配列

次の例は、ユーザーが「jchris」でない場合は例外をスローします。

```
requireUser("jchris");
```

次の例は、ユーザーの名前がリストにない場合は例外をスローします。

```
requireUser(["snej", "jchris", "tleyden"]);
```

次の例は、現在ドキュメントの更新を実行しているユーザーが、そのドキュメントに所有者として記録されているユーザーであるかどうかを確認することによって、ドキュメントの所有者のみに変更を許可するロジックを示しています。

```
if (oldDoc) {  
    requireUser(oldDoc.owner);  
}
```

14.5 例外 API

throw

(JavaScript) 例外を発生させます。関数の実行は停止されます。

後掲の例のようなメッセージを引数に指定することができます。

たとえば、以下のような用途に利用することが考えられます。

- 特定のユーザーや、実行コンテクスト以外でのドキュメントの変更を許可しないように、要件に応じて実装された検証プロセスに適っていない場合に、例外を発生させます。
- ドキュメントに対して特定の構造を強制するために、必要な制約をチェックし、それらが満たされていない場合に例外を発生させます。たとえば、必須プロパティや、充足していなければならないプロパティの組み合わせのチェック等が考えられます。

- 無効な更新を許可しないために、更新前ドキュメント (`oldDoc`) と更新後ドキュメント (`doc`) を比較し、不適切な変更が行われている場合に例外を発生させます。例としては、「ドキュメント作成者」のような、ドキュメントの新規作成以降は変更を許さないプロパティが考えられます。

次のように、Sync 関数内でドキュメントモデルの検証を実装し、事前定義されたデータモデルに従わないドキュメントを、`throw` メソッドを使用して拒否することができます。

```
if (!doc.title || !doc.creator || !doc.channels || !doc.writers) {  
    throw({forbidden: "Missing required properties"});  
} else if (doc.writers.length == 0) {  
    throw({forbidden: "No writers"});  
}
```

上記の関数がコールされると、ドキュメントの更新は、HTTP 403 "Forbidden" エラーコードで拒否され、`forbidden`: プロパティの値が HTTP ステータスマッセージになります。

14.6 Sync 関数定義における考慮点

開発者が Sync 関数を定義する際に、考慮すべき内容を紹介します。

検証に利用するパラメーターの選択

Sync 関数の中でドキュメントを検証するロジックを実装する際には、更新後のドキュメントを、つまり更新後ドキュメント情報を保持する `doc` パラメータのすべてのプロパティを、基本的に「信頼できないもの」として扱うべきだといえます。これは関数は常に、その検証対象とするデータへの変更が破壊的なものでないこと、ないし悪意による変更が含まれていないことを前提とするべきではない、という考え方によります。

たとえば、以下のコードは一見問題ないように見えます。

```
function(doc, oldDoc, meta) {  
    requireUser(doc.owners);  
}
```

ただし、上記の考え方に基づくと、以下の表現が適切になります。

```
function(doc, oldDoc, meta) {
    requireUser(oldDoc.owners);
}
```

ドキュメント情報に基づくアクセス権限などの検証を実装する場合には、`doc`ではなく、`oldDoc`のプロパティを利用することが、往々にして適當だといえます。

一方で、以下のように、実行ユーザーが更新後ドキュメントのプロパティの値と一致することを検証するケースも考えられます。このケースは、ドキュメントの内容に対する検証の一種であると考えることができます。

```
function(doc, oldDoc, meta) {
    if (oldDoc == null) {
        requireUser(doc.creator);
    } else {
        requireUser(doc.updater);
    }
}
```

ドキュメント削除時の分岐

Couchbase Mobile におけるドキュメントの変更はリビジョンの追加として実現されています。これは、ドキュメントの削除の場合も同様です。削除されたドキュメントは、`_deleted:true` プロパティを持つ単なるリビジョンです。そして削除されたドキュメントには、`_deleted:true` 以外のプロパティは存在しません。

ドキュメントが削除されている場合には、ドキュメントに対する検証は実際上必要になる場面はないと思われるかもしれません。ただし、Sync 関数は、変更と削除の別を問わず呼び出されることに注意が必要です。そのため、特にドキュメント削除時の処理を明示的に設ける要件がないケースでこそ注意する必要があります。

ドキュメント削除時の処理が必要ない場合であっても、Sync 関数には、ドキュメントの削除時にコールされた場合に、ドキュメントの更新時のために実装されている検証ロジックをスキップするための条件分岐を設ける必要があります。

`doc._deleted` プロパティをチェックして、削除時には不要な更新時の検証をスキップすることによって、削除時には存在しないプロパティへアクセスすることにより発生

する意図しないエラーを回避します。

書き込み権限検証とアプリケーション設計

Sync 関数は、Couchbase Lite データベースと Couchbase Server との同期（レプリケーション）時に、Sync Gateway 側（サーバーサイド）で実行されます。

モバイルアプリケーションのユースケースを想定した場合、本質的には、ユーザーは自身が行ったデータ編集が有効かどうかについて知る必要があるといえます。つまり、ユーザーがドキュメントの保存を実行したタイミングで、その操作が無効な操作である場合には、アプリケーションは、ユーザーに対して、操作がシステムに反映されなかったことを伝えるべきです。

その意味で、Sync 関数内での書き込み権限の検証は、サーバーサイドでの整合性を保証するための（最終的な）手段であり、アプリケーション設計上、クライアントサイドでは、ユーザーがデータを保存するアクションをトリガーとして、操作の有効性に対する検証と結果の通知が行われるべきであると考えることができます。

なお、サーバーサイドでの検証の利点としては、あるユーザーやユーザーのグループ（ロール）に対して、サーバー側でアクセス権限を失効させることができる点があります。

14.7 Sync 関数実装

Sync 関数に関する章の締めくくりとして、実際のプロジェクトを想定した Sync 関数の実装について見ていきます。

要件定義

Sync 関数定義を実装する際には、まず要件を決定することから始めます。要件定義着手にあたって、たとえば以下のようないかん観点が考えられます。

- どのドキュメントを処理するか？
- どのユーザーがどのドキュメントにアクセスする必要があるか？
- ドキュメントの作成、更新、削除にどのような制約を課すか？

ここでは、次の要件の実装について見ていきます。

- ドキュメントは、必ず次のプロパティを持つ：`title`, `creator`, `channels`, `wr`

- iters
- editor ロールを持つユーザーへのみドキュメントの編集(作成・変更・削除)を許可
 - ドキュメントの writers プロパティेに登録されているユーザーへのみドキュメントの変更(削除を含む)を許可
 - ドキュメントの creator プロパティеに登録されているユーザーによるドキュメント作成のみを許可(ドキュメント新規作成時に、実行ユーザーと creator プロパティеに登録されているユーザーが一致している)
 - ドキュメントの creator プロパティеが変更されない

サンプル実装

以下は、上記の要件を実装した Sync 関数定義です。

```
function(doc, oldDoc, meta) {
    if (doc._deleted) {
        // ドキュメント削除時の分岐
        // ロールの検証: editorロールを持つユーザーによる削除でない場合、同期を拒否する。
        requireRole("editor");
        // ユーザー権限の検証: writersプロパティеに定義されているユーザーによる更新でない場合、同期を拒否する。
        requireUser(oldDoc.writers);
        // 後続のロジックをスキップ
        return;
    }

    // 必須プロパティの検証
    if (!doc.title || !doc.creator || !doc.channels || !doc.writers) {
        throw({forbidden: "Missing required properties"});
    } else if (doc.writers.length == 0) {
        throw({forbidden: "No writers"});
    }

    if (oldDoc == null) {
        // 新規ドキュメント作成時の分岐
        // ロールの検証: editorロールを持つユーザーによる作成でない場合、同期を拒否する。
        requireRole("editor");
        // ユーザー権限の検証: creatorプロパティеに定義されているユーザーと実行ユーザーが同一でない場合、同期を拒否する。
        requireUser(doc.creator)
    } else {
        // 既存ドキュメント更新時の分岐
    }
}
```

```
// ユーザー権限の検証: writersプロパティーに定義されているユーザーによる更新で  
ない場合、同期を拒否する。  
requireUser(oldDoc.writers);  
// 変更不可プロパティーの検証: creatorプロパティーが変更されている場合、同期を  
拒否する。  
if (doc.creator != oldDoc.creator) {  
    throw({forbidden: "Can't change creator"});  
}  
}  
}
```

■コラム: Sync Gatewayにおける拡張属性利用

Couchbase Server はドキュメントに対して、拡張属性 (Extended Attributes^{*5}) を設ける機能を提供しています。開発者は拡張属性 (XATTR) を使って、ドキュメントにユーザー定義のメタデータを設定することができます。

拡張属性は、通常のアプリケーションロジックではなく (この場合、ドキュメントプロパティーを利用するのが適当)、ライブラリーやフレームワークでの利用が想定されています。

エンタープライズエディションでは、Sync 関数内でドキュメントの拡張属性にアクセスすることができます。これによって、たとえばアクセス制御の目的で利用される、Sync 関数専用のデータ項目を、ドキュメントのプロパティーを使用するよりも、安全かつ効率的に保持することができます。

拡張属性の利用には、情報がドキュメントのコンテンツから分離されるという設計上の利点があります。加えて、拡張属性の更新は新しいリビジョンを作成しないため、情報を更新してもドキュメントの同期が発生しない、という実行効率上の利点があります。

詳細についてはドキュメント (Use Extended Attributes for Access Grants^{*6}) を参照ください。

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/access-control-how-use-xattrs-for-access-grants.html>

^{*5} <https://docs.couchbase.com/java-sdk/current/concept-docs/xattr.html>

第 15 章

Sync Gateway 管理

15.1 Sync Gateway 構成

Sync Gateway の構成 (Configuration^{*1}) について解説します。

概要

Sync Gateway は、複数の Sync Gateway ノードからなるクラスターとして構成することによって、水平方向にスケーリングすることができます。単一障害点を避け、高可用性を確保するためには、少なくともふたつの Sync Gateway ノードが必要になります。

Sync Gateway は、このようなクラスターとしての運用に適した、**一元化永続的モジュラー構成** (Centralized Persistent Modular Configuration) を採用しています。

Sync Gateway の構成情報は、Sync Gateway ノード毎に個別に管理されるのではなく、それらのノードから構成される Sync Gateway クラスターが共通して利用する Couchbase Server で管理されます。具体的には、Sync Gateway に対して、管理 REST API を通じて構成管理を行うことで、永続的かつ一元化された構成管理が実現されます。

このような一元化永続的モジュラー構成によって、たとえば、ノード毎にそれぞれの構成ファイルを管理する場合と比べて、シンプルかつ俊敏な構成の更新が可能になっています。

一元化永続的モジュラー構成の特徴について、以下に整理します。

- **永続的構成:** 管理 REST API を使用して行われた構成情報の変更はすべて Couchbase Server データベースに永続化され、Sync Gateway の再起動後も存続します。
- **構成情報共有とノード固有構成の両立:** Sync Gateway クラスターを構成するノード

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/configuration-overview.html>

ドは、共通の Couchbase Server に接続します。ノードは、Couchbase Server を介して、構成情報を共有します。また、各ノードはそのノード固有の構成を持つこともできます。

- **ブートストラップ起動:** ブートストラップ設定ファイルという最小限の構成ファイルを使用して、Sync Gateway ノードを起動し、Couchbase Server クラスターに接続します。ブートストラップ設定ファイルに記載される設定はノード固有になります。
- **動的構成:** 実行中の Sync Gateway の構成を、管理 REST API を使用して変更することができます。これにより、俊敏なメンテナンスが可能になります。必要な場合には、自動再起動が行われます。
- **リモート管理:** Sync Gateway ノードのトポロジーに左右されず、容易に Sync Gateway を管理することができます。これは、エッジデータセンターに Sync Gateway がデプロイされている場合に特に有用です。また、構成情報の変更・確認においては、ユーザー認証とロールベースのアクセスコントロールが適用されるため、セキュリティーを担保しながら容易な管理を実現することができます。

Sync Gateway の構成プロパティは、ノードに固有のノードレベルプロパティと、Sync Gateway クラスター内で共有されるデータベースレベルプロパティのふたつのレベルのいずれかに属します。

ノードレベルプロパティ

ノードレベルプロパティはノード固有であり、他のノードとは共有されません。以下のようなプロパティが、ノードレベルプロパティに属します。

- **Couchbase Server 接続設定:** Sync Gateway ノードが Couchbase Server へ接続するために必要な情報であり、構成プロパティの最小限セットです。変更には再起動が必要です。
- **システムプロパティ:** たとえば、TLS 認証ファイルのパス (`api.tls.cert_path`) や、サーバー固有のファイルデスクリプター最大値 (`max_file_descriptors`) のようなシステム固有のプロパティです。変更には再起動が必要です。
- **ロギングプロパティ:** ノードのログ出力に関するプロパティです。管理 REST API により変更可能であり、その場合、再起動は不要ですが、REST API によるロギングプロパティへの変更は、再起動後は引き継がれません。

データベースレベルプロパティー

データベースレベルプロパティーは、クラスターを構成する Sync Gateway ノードで共有されます。これらのプロパティーは、管理 REST API により変更可能です。以下のようなプロパティーが、データベースレベルプロパティーに属します。

- **DB プロパティー:** `bucket` のようなデータベース構成や `users` のようなデータベースへのアクセス制御ポリシーに関するプロパティーです。
- **レプリケーションプロパティー:** レプリケーションに関するプロパティーです。

ブートストラップ構成ファイル

以下は、ブートストラップ構成ファイルの例です。

```
{
  "bootstrap": {
    "server": "couchbases://localhost",
    "server_tls_skip_verify": true,
    "username": "Administrator",
    "password": "password"
  },
  "logging": {
    "console": {
      "enabled": true,
      "log_level": "info",
      "log_keys": ["*"]
    }
  }
}
```

以下は、このようなブートストラップ構成ファイルを利用して、Sync Gateway をコマンドラインから実行した際の出力の例です。^{*2}

^{*2} サーバーソフトウェアをこのようにフォアグラウンドプロセスで実行することに疑問を持たれる方がいるかもしれません、ここではわかりやすさを優先しています。Sync Gateway をサービスとしてバックグラウンドで実行する方法について、後の環境構築についての章で紹介しています。

```
$ ./bin/sync_gateway ./basic.json
2022-05-20T14:25:27.239+09:00 === Couchbase Sync Gateway/3.0.0(541;46803d1) CE -
2022-05-20T14:25:27.241+09:00 [INF] Loading content from [./basic.json] ...
2022-05-20T14:25:27.243+09:00 [INF] Config: Starting in persistent mode using config file: ./basic.json
2022-05-20T14:25:27.243+09:00 [INF] Logging: Console to stderr
2022-05-20T14:25:27.243+09:00 [INF] Logging: Files disabled
2022-05-20T14:25:27.243+09:00 [ERR] No log_file_path property specified in configuration
2022-05-20T14:25:27.244+09:00 [INF] Logging: Console level: info
2022-05-20T14:25:27.244+09:00 [INF] Logging: Console keys: [* HTTP]
2022-05-20T14:25:27.244+09:00 [INF] Logging: Redaction level: partial
2022-05-20T14:25:27.244+09:00 [INF] Configured process to allow 5000 open file descriptors
2022-05-20T14:25:27.244+09:00 [INF] Logging stats with frequency: &{1m0s}
2022-05-20T14:25:27.412+09:00 [INF] Config: Successfully initialized cluster agent
2022-05-20T14:25:27.811+09:00 [WRN] Config: No database configs for group "default"
2022-05-20T14:25:27.811+09:00 [INF] Config: Starting background polling for new databases
2022-05-20T14:25:27.811+09:00 [INF] Starting metrics server on 127.0.0.1:4986
2022-05-20T14:25:27.811+09:00 [INF] Starting admin server on 127.0.0.1:4985
2022-05-20T14:25:27.811+09:00 [INF] Starting server on :4984 ...
```

データベースの設定が含まれていないという警告が出力されていますが、管理 REST API による構成を受け付けるために、Sync Gateway が実行されているのがわかります。

■コラム: 構成グループ

Sync Gateway エンタープライズエディションではクラスターのノードを、共通の構成を共有するグループに所属させることができます。共通の構成を共有するノードのグループを構成グループ (Config Group) と呼びます。グループ ID プロパティ (bootstrap.group_id) を使用して、Sync Gateway ノードをグループ化します。

ひとつのノードに行われた変更は、グループ内の他のノードに自動的に伝播されます。

構成グループを明示的に指定しない場合、そのノードは、default グループに所属します。

永続的構成の無効化

Sync Gateway では、管理 REST API による構成設定を Couchbase Server データベースに永続化する永続的構成 (Persistent Config) を無効に設定し、全ての構成情報を構成

ファイルを用いて静的に構成するオプションも用意されています。

本格的な複数台ノードからなるクラスター運用では、一元化永続的モジュラー構成が有益ですが、たとえば開発用に環境を複製する場合など、再現性のある構成情報を簡単に共有するために静的な構成ファイル管理の利点を活用することができます。このオプションを使用するには、ブートストラップ設定ファイルの中で `disable_persistent_config` フラグを `true` に設定します。

構成ファイル内の関数定義方法

永続的構成を無効化し、全ての構成情報をファイルを用いて構成する場合、Sync 関数のような JavaScript 関数による設定は、JSON フォーマットで定義される構成ファイル内に記述することになります。

Sync Gateway 構成ファイル内で JavaScript 関数を定義する場合には、以下のようにバッククォート (`) で関数定義箇所を囲みます。^{*3}

```
{  
    "disable_persistent_config": true,  
    "databases": {  
        "travel-sample": {  
            "sync": `  
                function(doc, oldDoc, meta) {  
                    // Sync関数実装  
                }`  
        }  
    }  
}
```

このようなバッククォートの利用は、JSON 本来の仕様には含まれない、Sync Gateway 構成ファイル独自のものです。

■コラム: JavaScript 関数定義方法

上記の例における関数定義では、JavaScript の無名関数を用いています。

Couchbase Mobile のドキュメントやサンプルでは、無名関数が用いられている場合と、関数に (sync のような) 名前が定義されている場合の両方が見られます。

構成プロパティの値として定義された関数は、何らかの変数に代入された上で利

^{*3} 本記述例は、構造を簡潔に示すためのものであり、本来の構成とは異なります。

用されている(つまり、特定の関数命名規則に依存しているのではない)と考えると、この記載方法の違いが本質的ではないことが理解できるでしょう。

15.2 管理 REST API による構成情報登録

概要

アクセス制御のために、管理 REST API を利用して各種アクセス権限管理エンティティを構成する方法を解説します。

Couchbase Mobile におけるレプリケーションの構成単位は、Couchbase Server のバケットです。この Couchbase Server の「バケット」は、他のデータベースにおける「データベース」に類する位置づけと捉えることができ、Sync Gateway 構成プロパティー上の命名としても「データベース (Database/DB)」という語が用いられています。アクセス制御の設定は、この「データベース」単位に行います。

設定対象データベースは、管理 REST API エンドポイント URL 上のパスで表現されます。以降の説明では、このパス中のデータベース指定を{db}と表記します。

なお、管理 REST API のデフォルトのポート番号は 4985 であり、例中でもデフォルトのポート番号が利用されています。

API エクスプローラー

以降で紹介する実行例は、エンドポイントの全てを網羅するものではありません。

Couchbase のドキュメンテーションでは、管理 REST API として公開されている全てのエンドポイントを確認することのできる API エクスプローラー^{*4}が公開されています。この API エクスプローラーは、OpenAPI^{*5}仕様に基づいたフォーマットを持っています。OpenAPI 仕様は、API ドキュメンテーション化のためのフレームワークである Swagger^{*6}を起源としており、広く用いられています。

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api-admin.html#api-explorer>

^{*5} <https://www.openapis.org/>

^{*6} <https://swagger.io/>

認証

管理 REST API へのリクエストを行うためには、必要な権限のセットを有している Couchbase Server ユーザーによる認証が必要になります。

以下は、認証情報を与えて管理 REST API(のルートエンドポイント) をコールした例です。

```
$ curl -X GET http://localhost:4985 \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
{"ADMIN":true,"couchdb":"Welcome","vendor": {"name": "Couchbase Sync Gateway", "ver
```

なお、上記の認証用のヘッダーに指定した情報は、下記のように生成したものです。

```
$ echo -n "Administrator:password" | base64
QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==
```

認証情報を用いない場合は、下記のような結果になります。

```
$ curl -X GET http://localhost:4985
{"error": "Unauthorized", "reason": "Login required"}
```

データベース登録

/ {db} / エンドポイントに PUT リクエストを送信して、新しいデータベースを登録します。

以下の例では、Couchbase Server の mybucket という名前のバケットを Sync Gateway で利用するために登録しています。

```
$ curl --location --request PUT 'http://localhost:4985/mybucket/' \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
--header 'Content-Type: application/json' \
```

```
--data-raw '{ "bucket": "mybucket", "num_index_replicas": 0}'
```

登録されたデータベースに対して、`/{{db}}/_config` エンドポイントに PUT リクエストを送信して、構成情報の登録・変更を行うことができます。

構成プロパティの詳細については、ドキュメント (Configure Database^{*7}) を参照ください。

ユーザー作成

`/{{db}}/_user` エンドポイントに POST リクエストを送信して、新しいユーザーを作成します。

以下の例は、「mydatabase」のアクセス制御のために新しい Sync Gateway ユーザー「Edge1User」を追加します。

```
$ curl -vX POST "http://localhost:4985/mybucket/_user/" \
-H "accept: application/json" -H "Content-Type: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d '{"name": "Edge1User", "password": "pass"}'
```

既存のユーザーを更新する場合は、PUT リクエストを送信します。この場合、URL パスの最後にユーザー名を含めます。

以下の例は、既存のユーザー「Edge1User」を更新し、`admin_channels` にエントリーを追加します。

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/configuration-schema-database.html#lbl-configure-db>

```
$ curl -vX PUT "http://localhost:4985/mybucket/_user/Edge1User" \
-H "accept: application/json" -H "Content-Type: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d '{"name": "Edge1User", "admin_channels": ["RandomChannel"]}'
```

ロール作成

`/{{db}}/_role/`エンドポイントに POST リクエストを送信して、新しいロールを作成します。

以下の例は、「mybucket」のアクセス制御のために新しい Sync Gateway ロール「Edge1」を追加します。

```
$ curl -vX POST "http://localhost:4985/mybucket/_role/" \
-H "accept: application/json" -H "Content-Type: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d '{"name": "Edge1"}'
```

ユーザーへのロールとチャネルの割り当て

以下のように、ユーザーにロールとチャネルを割り当てるすることができます。

ここでは、「Edge1User」に、「Edge1」 ロールと「Channel1」 チャネルを割り当てています。

```
$ curl -vX PUT "http://localhost:4985/mybucket/_user/Edge1User" \
-H "accept: application/json" -H "Content-Type: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d '{ "admin_roles": ["Edge1"], "admin_channels": ["Channel1"] }'
```

ロールへのチャネルの割り当て

`/{{db}}/_role/{{name}}`エンドポイントに PUT リクエストを送信して、ロールにチャネルを追加します。`{{name}}`は、更新するロール名です。

`admin_channels` プロパティーの値に割り当てるチャネルを指定します。

```
$ curl -vX PUT "http://localhost:4985/mybucket/_role/Edge1" \
-H "accept: application/json" -H "Content-Type: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d '{ "admin_channels": ["Channel2","Channel3"]}'
```

Sync 関数登録

`_config/sync` エンドポイントに PUT リクエストを送信して、Sync Gateway に Sync 関数を登録します。

```
$ curl -vX PUT 'http://localhost:4985/mybucket/_config/sync' \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-H 'Accept: application/json' -H 'Content-Type: application/javascript' \
-d 'function(doc,oldDoc, meta){ if (doc.published) { channel("public"); } }'
```

関数の登録には、ここで紹介したパラメーターとして指定する方法の他、ファイルパスを指定する方法や、URL を指定する方法があります。詳しくはドキュメント (Using External Javascript Functions^{*8}) を参照ください。

匿名アクセス有効化

次の例では、GUEST アカウントを有効にし、「public」 という名前のチャネルへのアクセスを許可しています。

```
$ curl -X PUT localhost:4985/mybucket/_user/GUEST \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
--data '{"disabled":false, "admin_channels":["public"]}'
```

^{*8} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/configuration-javascript-functions.html>

15.3 管理 REST API による構成情報確認

概要

ここまで、管理 REST API により設定を追加、変更する方法を見てきました。運用上、既存の設定を確認することも必要になる場面があるでしょう。以下では、構成対象毎に、現在の構成情報を確認する方法を紹介します。

データベース

`/{{db}}` エンドポイントに GET リクエストを送信します。

```
$ curl 'http://localhost:4985/mybucket/' \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
```

以下は、上記リクエストの出力の例です。

```
{
  "db_name": "mybucket",
  "update_seq": 0, "committed_update_seq": 0, "instance_start_time": 1653967274774798, "compact_running": }
```

ユーザー

`/{{db}}/_user/{{name}}` エンドポイントに GET リクエストを送信します。

以下は、ユーザー `Edge1User` のアクセスを確認する例です。

```
$ curl http://localhost:4985/mybucket/_user/Edge1User \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
```

以下は、上記リクエストの出力の例です。

```
{  
  "name": "Edge1User",  
  "admin_channels": ["Channel1"],  
  "all_channels": ["!", "Channel1", "Channel2", "Channel3"],  
  "disabled": false,  
  "admin_roles": ["Edge1"],  
  "roles": ["Edge1"]  
}
```

ユーザー Edge1User には、Edge1User 自身の admin_channels プロパティを通じて Channel1 が割り当てられており、Edge1 ロールの admin_channels プロパティを通じて Channel2 と Channel3 が割り当てられています。ロールの admin_channels の内容を確認しなくとも、ユーザーの all_channels プロパティから、これらのチャネルの全てを確認することができます。

ロール

/{{db}}/_role/{{name}} エンドポイントに GET リクエストを送信します。

以下は、ロール Edge1 のアクセスを確認する例です。

```
$ curl http://localhost:4985/mybucket/_role/Edge1 \  
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
```

以下は、上記リクエストの出力の例です。

```
{  
  "name": "Edge1",  
  "admin_channels": ["Channel2", "Channel3"],  
  "all_channels": ["!", "Channel2", "Channel3"]  
}
```

Sync 関数

Sync 関数の内容を確認するには、/{{db}}/_config/sync エンドポイントに GET リクエストを送信します。

```
$ curl 'http://localhost:4985/mybucket/_config/sync' \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
```


第 16 章

Sync Gateway セキュリティー

Sync Gateway へのアクセスに関するセキュリティー (Secure Sync Gateway Access^{*1}) 機能について解説します。^{*2}

16.1 概要

Sync Gateway で発生する通信経路について整理すると、以下の種類があります。

- Sync Gateway のクライアント (Couchbase Lite や、パブリック REST API ヘアクセスするユーザー) との通信
- Sync Gateway の管理/監査ユーザー (管理/メトリクス REST API ヘアクセスするユーザー やシステム) との通信
- Couchbase Server との通信

Sync Gateway と Couchbase Server との通信においては、Sync Gateway が Couchbase Server のクライアントの位置づけとなります。Sync Gateway の通信におけるセキュリティーを理解する際には、Sync Gateway がサーバーの役割を果たす場合と、クライアントの役割を果たす場合とを区別することが重要になります。

たとえば、Sync Gateway における TLS 対応というとき、それは直接的にはまずサーバーとしてのセキュリティー機能として考えられますが、Sync Gateway がクライアントとして Couchbase Server へ接続する際の構成オプションとしての面も存在します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/secure-sgw-access.html>

^{*2} ここでは、Sync Gateway で行うセキュリティー構成について記述しています。Sync Gateway に接続する Couchbase Lite アプリケーションで行うセキュリティー構成については、後の Couchbase Lite レプリケーションの章を参照ください。

16.2 ユーザー認証

Sync Gateway における、ユーザー認証 (User Authentication^{*3}) について解説します。

ここでいう「ユーザー」とは、Sync Gateway のクライアントである Couchbase Lite アプリケーションで用いられる Sync Gateway ユーザー (Sync Gateway User^{*4}) を指します。

匿名アクセス

Sync Gateway では、「GUEST」という名前の付いた特別なユーザー アカウントが、認証されていないリクエストに適用されます。Authorization ヘッダーまたはセッション Cookie を持たないパブリック REST API へのリクエストは、GUEST アカウントからのものとして扱われます。この匿名アクセスはデフォルトで無効になっています。

GUEST アカウントを有効化して利用する場合、GUEST アカウントに対して、特定のチャネルへのアクセスを許可します。チャネルを GUEST アカウントに割り当てない限り、匿名のリクエストはどのドキュメントにもアクセスできません。

基本認証

Sync Gateway ユーザーを作成する際に、認証情報としてユーザー名とパスワードを定義します。Couchbase Lite アプリケーションで、そのユーザー名/パスワードを使用して、Sync Gateway に対して認証することができます。

レプリケーターは最初のリクエストで認証情報 (クレデンシャル) を送信してセッションクッキーを取得し、これを後続のリクエストに使用します。

認証プロバイダー

Sync Gateway は、Facebook や Google のようなサードパーティ認証機関を利用するためのソリューションを提供します。

認証プロバイダーから提供されている SDK を利用して、トークンを取得する責任はアプリケーションにあります。アプリケーションは、取得したトークンを Sync Gateway に送信し、Sync Gateway からセッション ID を受け取ります。このセッション ID が、その後のリクエストに使用されます。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/authentication-users.html>

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/access-control-concepts.html#lbl-sgw-users>

次の図は、この一連の手順を示しています。

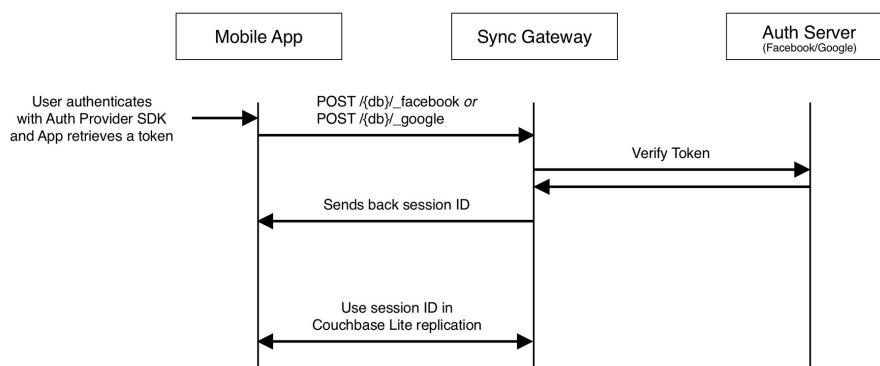


図 16.1: 認証プロバイダー連携シーケンス

(図は、Couchbase ドキュメント User Authentication より引用)

上記図にあるように、Sync Gateway は、下記のエンドポイントを提供します。

- /{db}/_facebook
- /{db}/_google

ドキュメントに掲載されている、パブリック REST API の API エクスプローラー^{*5}(Authentication セクション)にて、利用方法を確認することができます。

カスタム認証

カスタム認証では、アプリケーションサーバーを用いて、認証のための独自のフロンティエンドを設けます。このアプリケーションサーバーでは、他の認証サービスと、Sync Gateway REST API を組み合わせて認証プロセスを構築します。Sync Gateway は、そのために利用することのできる機能を提供します。

次の図は、Couchbase Mobile アプリケーションで Google サインインとの連携を行うアーキテクチャの例を示しています。

^{*5} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api.html#api-explorer>

詳細については、ドキュメント^{*6}を参照ください。

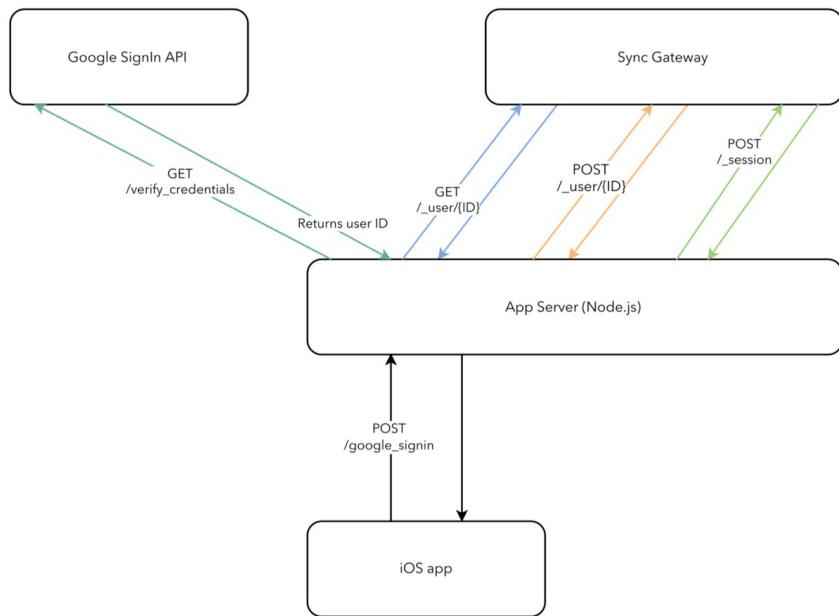


図 16.2: カスタム認証概念図

(図は、Couchbase ドキュメント User Authentication より引用)

OpenID Connect

Sync Gateway は OpenID Connect に対応しています。これにより、OpenID Connect をサポートするサードパーティ認証プロバイダーに認証を委任することができます。

詳細については、ドキュメント^{*7}を参照ください。また、OpenID Connect 利用に関するチュートリアル「Set up an OpenID Connect authentication for the Sync Gateway^{*8}」が公開されています。

^{*6} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/authentication-users.html#custom-authentication>

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/authentication-users.html#openid-connect>

^{*8} <https://docs.couchbase.com/tutorials/openid-connect-implicit-flow/index.html>

16.3 TLS 証明書認証

概要

Sync Gateway は、TLS 証明書認証 (TLS Certificate Authentication^{*9}) をサポートします。

TLS 証明書認証を有効にするには、次のふたつの構成プロパティを追加します。

- SSLCert: X.509 証明書または証明書チェーンを含む PEM 形式のファイルへのパス
- SSLKey: 証明書と一致する秘密鍵を含む PEM 形式のファイルへのパス

これらのプロパティが存在する場合、Sync Gateway インスタンスは、TLS のみに応答します。HTTP 接続と HTTPS 接続の両方をサポートしたい場合は、ふたつの別々の Sync Gateway インスタンスを実行する必要があります。

構成方法

TLS 証明書を利用するには、信頼されている認証局 (CA) から証明書を取得するか、自己署名証明書を作成します。どちらの方法で証明書を準備した場合でも、秘密鍵と X.509 証明書が得られます。

これらのファイルを Sync Gateway プロセスが読み取り可能なディレクトリーに配置します。その際には、許可されていないユーザーがファイルを読み取れないようにすることが重要です。

16.4 REST API アクセス

認証と承認

REST API へのアクセス制御の方法は、パブリック REST API と、他の API(管理 REST API とメトリクス REST API) とで異なります。

パブリック REST API へのリクエストを送信するユーザーについては、Sync Gateway

^{*9} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/authentication-certs.html>

ユーザー (Sync Gateway User^{*10}) を作成し、Sync Gateway 構成における適切な権限管理を行います。

一方、管理/メトリクス REST API へのリクエストを送信するユーザーについては、Couchbase Server のユーザー (RBAC Users^{*11}) を作成し、必要な権限のセットを与えます。

アクセス経路保護

Sync Gateway では、REST API のエンドポイントを API の種類毎に構成します。それぞれに、デフォルトで異なるポート番号が割り当てられています。

管理 REST API やメトリクス REST API は、通常内部ネットワークに公開されなければ十分だと考えられます。

一方、パブリック REST API に対しては、ファイアウォールを構成する等、必要に応じ外部からの安全な接続を構成することが考えられます。

このように、API の性格、利用法に応じて、ポート番号レベルで構成を行うことが想定されています。

16.5 Couchbase Server 接続

概要

Sync Gateway からの Couchbase Server への接続に際して、次のふたつの方法があります。

- Couchbase Server のユーザー名とパスワードを、Sync Gateway 構成情報として指定します。
- Couchbase Server のルート証明書によって署名された X.509 クライアント証明書を使用します。これは、ユーザー名とパスワードを指定する方法の代替として、もしくは同時に使用することができます。

Sync Gateway から Couchbase Server への接続は、データベース (バケット) 指定により構成されます。従って、予め Couchbase Server に該当するバケットが存在する必要があるのに加えて、Couchbase Server への接続に用いられるユーザーがそのバケットに対

^{*10} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/access-control-concepts.html#lbl-sgw-users>

^{*11} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/access-control-concepts.html#lbl-rbac-users>

する適切な権限を有している必要があります。

X.509 クライアント証明書

Couchbase Server と Sync Gateway との間で X.509 証明書ベースの認証を使用するには、はじめに Couchbase Server でルート証明書とサーバー証明書を作成します。ルート証明書とサーバー証明書によって Couchbase Server クラスターを保護した後で、クライアント証明書をルート証明書で署名します。このクライアント証明書を用いて、Sync Gateway でクライアント証明書認証を有効にすることによって、証明書によって保護された Couchbase server への接続を設定することができます。

Couchbase Server クラスターのルート証明書によって承認されるクライアント証明書の作成方法については、Couchbase Server ドキュメント (Configure Client Certificates for Couchbase Server^{*12}) を参照ください。

なお、Sync Gateway 構成情報内に、Couchbase Server のユーザー名/パスワードと X.509 証明書に関するプロパティの両方が指定されている場合、パスワードベースの認証が行われた上で、TLS ハンドシェイクの際にクライアント証明書が用いられます。

X.509 証明書ベースの認証は、以下の Sync Gateway 構成プロパティに各ファイルへのパスを指定することによって有効になります。

- `bootstrap.ca_cert_path`
- `bootstrap.x509_cert_path`
- `bootstrap.x509_key_path`

構成プロパティの詳細については、ドキュメント (Bootstrap Configuration^{*13}) を参照ください。

適切と思われる構成を行ったにも関わらず接続が失敗する場合は、クラスター証明書エラー表 (Cluster Certificate Errors^{*14}) を問題解決に役立てることができます。

^{*12} <https://docs.couchbase.com/server/current/manage/manage-security/configure-client-certificates.html#client-certificate-authorized-by-a-root-certificate>

^{*13} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/configuration-schema-bootstrap.html>

^{*14} <https://docs.couchbase.com/server/current/manage/manage-security/handle-certificate-errors.html#cluster-certificate-errors>

TLS 無効化

テストや開発時などの簡略化のために、TLS を無効にする設定が提供されています。bootstrap.server_tls_skip_verify フラグを true にを設定することによって、TLS を無効にすることができます。

TLS 暗号化利用時には、接続先の Couchbase Server を指定する接続文字列のプロトコルとして couchbases://を指定します (<https://> のように、「s」で終わっていることに注意)。TLS を無効にした場合は、接続文字列に couchbase://を指定します。

■コラム: Couchbase Server との TLS 通信

Couchbase Server ではクライアントとの TLS 通信はエンタープライズエディションにおける機能として位置付けられています。一方、Sync Gateway では TLS の利用にエディションによる制約はなく、コミュニティーエディションでも用いることができます。この不整合は将来何らかの形で解消されるかもしれません、現時点においてはコミュニティーエディションユーザーにとって混乱の原因となる可能性があるため、記します。

第 17 章

Sync Gateway システム設計

Sync Gateway をシステム構築に用いる際における、設計上の留意事項について解説します。

Sync Gateway を介した Couchbase Lite と Couchbase Server とのデータ同期を行うに際して、Sync Gateway エンティティーに由来する観点に加えて、Couchbase Server の技術仕様に応じた考慮も必要になります。

また、Sync Gateway のデプロイメント (Deployment^{*1}) における、ハードウェアや OS に関する留意事項についても解説します。

17.1 エンティティー設計

ユーザーやチャネルのような、Sync Gateway で用いられるエンティティーの数は、プロジェクトの要件によって異なります。

エンティティー情報は、ディスクやメモリーのスペースを消費するため、要件に応じて、それらに関わるデフォルト値を変更したり、名前設計を考慮する必要が生じる場合があります。

チャネル

チャネルは、ユーザーとドキュメントの両方と関係を持ちます。

Sync Gateway で用いることのできるチャネル数については、固定された上限値はありません。ただし、Sync Gateway 内部における情報の保存方法に關係して、実際上の上限が存在します。

以下、Sync Gateway 内部のチャネル情報管理について、ユーザーとドキュメントそれ

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/deployment.html>

ぞれの観点から解説します。また、設計上の具体的な指針についても示します。

はじめに、**ユーザー当たりのチャネル数**について、見ていきます。

ユーザーに割り当てられているチャネルの情報は、Sync Gateway ユーザー情報の一部として管理されます。Sync Gateway ユーザー情報は、Couchbase Server のドキュメントとして保存されます。

そのため、1 ユーザーに対して割り当てる事のできるチャネルの数は、チャネルによって消費されるデータ量による限界を持ちます。ユーザー情報は、Couchbase Server ドキュメントの最大サイズである 20MB 以内に収まる必要があります。通常 1 ユーザーあたり 1000 チャネル程度の運用が可能とされています。

次に検討するのは、**ドキュメント当たりのチャネル数**です。

ドキュメントが新しいチャネルに割り当てられるたびに、チャネル名がそのドキュメントのメタデータに追加されます。そのため、チャネルへのアクセス許可情報によって消費されるデータのサイズが、ドキュメントの拡張属性 (XATTR) の最大サイズである 1MB 内に収まる必要があります。

したがって、ドキュメントを複数のチャネルに割り当てる場合、割り当てるチャネルの最大数には実際上の上限があります。Sync Gateway は、許可された制限を下回っている限り、ドキュメントを新しいチャネルに割り当てます。

通常 1 ドキュメントあたり 50 チャネル程度の運用が可能とされています。

ユーザーやドキュメントあたりのチャネル数が使用可能なスペースを超えることが見込まれる場合、次のことを検討します。

- チャネル名を短くします。チャネル名が短いほど、占有するスペースが少なくなります。
- 必ずしも個別に持つ必要がないチャネルを統合するなど、システムで利用するチャネルの数を減らせないかどうかを検討します。
- ドキュメントあたりのチャネル数を減らすために、ドキュメントのリビジョンの数を制限します。チャネル情報はリビジョンごとに保持されます。

ユーザー/ロール

Sync Gateway のユーザーやロールの情報は、Couchbase Server のバケットに格納されます。そのため、ユーザーやロールの数は、バケットの容量を消費することになります。

す。特に、コンシューマー向けモバイルアプリのように、サービスの利用規模拡大に合わせて、ユーザー数が増加する様なユースケースでは注意が必要になります。

17.2 ドキュメント設計

Sync Gateway を使用して同期するドキュメントのデータモデリング (Data Modelling^{*2}) について解説します。Couchbase Lite を単体で利用する場合と異なり、データ同期を行う場合に固有の考慮事項があります。

ドキュメントサイズ

Couchbase Server のドキュメントの最大サイズは 20MB です。Couchbase Lite には、ドキュメントの最大サイズ制約はありませんが、Couchbase Server と同期される場合、Couchbase Lite のドキュメントもこの制限に従う必要があります。

ユーザー定義プロパティー

Sync Gateway には、ドキュメントのプロパティーに使われる予約済みのキーワードが存在します。予約済みのキーワードは、_id、_rev、_sequence のようにアンダースコア (_) を接頭辞として持ります。先頭にアンダースコアが付いたユーザー定義のプロパティーがドキュメントのトップレベルに含まれる場合、Sync Gateway によって同期を拒否されます。その場合、次のようなエラーが発生します。

```
{"error": "Bad Request", "reason": "user defined top level properties beginning with '_' are not allowed in document body"}
```

Couchbase Lite は、このようなプロパティー名の使用を明示的にエラーとはしません。これは、ドキュメントを Couchbase Server と同期せずにローカルのみで使用する場合には制約とならないためです。Couchbase Server との同期を行う場合は、Couchbase Lite でアンダースコア文字から始まるプロパティー名を使用することを避ける必要があります。

このルールは、共有バケットアクセスが有効になっている場合には、Couchbase Lite データベースのみではなく、Couchbase Server データベースと Couchbase Server クライアントアプリケーションの設計にも適用される必要があります。

^{*2} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/data-modeling.html>

このように、Sync Gateway は内部管理情報をドキュメントやその拡張属性 (XATTR) に保持します。ドキュメントの同期のために使用されるこうしたメタデータは Sync Gateway によって内部的に管理されており、その構造は予告なく変更され得ます。Sync Gateway のメタデータの内容をアプリケーションロジックのために、使用することはできません。

添付ファイル

Couchbase Lite の添付ファイルは、Couchbase Server に同期される際に、添付先ドキュメントと同じバケットに別のドキュメントとして保存されます。同じ添付ファイルが複数のドキュメントで共有されている場合、添付ファイルのひとつのインスタンスのみが保存されます。

Couchbase Server とのレプリケーションを利用する場合、以下に留意する必要があります。

- 添付ファイルのサイズは、ドキュメントの最大サイズである 20MB 以内である必要があります。
- Couchbase Lite では、ドキュメントに関連付けることができる添付ファイルの数に固定の上限はありません。ただし、添付ファイルの属性情報がドキュメントに保存されるため、添付ファイルの数は、ドキュメントとして保存可能なサイズの上限によって、实际上制限されます。

なお、添付先ドキュメントが更新されていても、添付ファイル自体に変更がない場合には、添付ファイルは同期の対象とされません。

リビジョン

リビジョンの情報は、ドキュメント内部に格納されます。

Sync Gateway では、`revs_limit` 設定によって、保持されるリビジョンの数を変更することができます。Sync Gateway の `revs_limit` のデフォルト値は 1000 であり、許容される最小値は 20 となっています。

なお、Couchbase Lite では、最大 20 のリビジョンを保持します。最大値を変更することはできません。

17.3 性能設計

クラスター

Sync Gateway は、複数の Sync Gateway ノードからなるクラスターとして構成することによって、水平方向にスケーリングすることが可能です。

単一の Sync Gateway ノードがサポート可能な同時ユーザー接続数は、そのノードが利用することのできるハードウェアリソースによって決まります。そのため、垂直方向のスケーリングには、自ずから限界が存在します。

垂直方向のスケーリング（スケールアップ）と、水平方向のスケーリング（スケールアウト）のそれぞれの特色に応じて、クラスターの構成を検討することが重要です。

ノード/サーバー

Sync Gateway の設計仕様との関係におけるノード/サーバーレベルの性能設計に影響する論点を以下に整理します。

- Sync Gateway は、ブートストラップ構成ファイル以外のローカル状態を保持しないため、ディスクの性能や容量については考慮する必要がありません。
- Sync Gateway は、RAM にチャネルとリビジョンのメタデータキャッシュを維持します。そのため RAM のサイズについて考慮する必要があります。
- Sync Gateway は、マルチプロセッシング用に設計されており、軽量スレッドと非同期 I/O を使用します。そのため、Sync Gateway は、CPU コア数に応じてパフォーマンスを上げることができます。
- Sync Gateway では、すべての書き込み操作は Sync 関数によって処理され、読み取りアクセス権を持つ他のクライアントへの通知をトリガーします。そのため、書き込み操作は読み取り操作よりもシステムに大きな負荷をかけます。
- 繙続的レプリケーションを実行している各クライアントは、オープンソケットを維持します。これらのソケットはほとんどの時間アイドル状態であるため、オープンソケットの数について留意する必要があります。OS レベルチューニングを検討する場面があります（後の部分で解説します）。
- Sync Gateway は RAM 利用に最適化されているため、Linux の swappiness 値を 0 に変更することでパフォーマンスを向上させることができます。これにより、少なくとも性能が劣化することはありません。詳しくはドキュメント（Swap Space

and Kernel Swappiness^{*3}) を参照ください。

■コラム: Sync Gateway キャッシュ設定

Sync Gateway エンタープライズエディションでは、内部で利用されるキャッシュを調整するオプションが提供されています。

このキャッシュ設定は、チャネルとリビジョンに対して構成可能です。詳細はドキュメント (Channel and Revision Cache^{*4}) を参照ください。

なお、コミュニティーエディションでは、これらのプロパティーが設定されていても無視され、デフォルト値が適用されます。

17.4 OS レベルチューニング

Sync Gateway をデプロイするにあたっての OS レベルチューニング (OS Level Tuning^{*5}) について解説します。

ファイルディスクリプタ設定

Sync Gateway プロセスが使用可能なファイルディスクリプタ^{*6}の最大数を増やすことは、Sync Gateway がオープンすることができるソケットの最大数、つまり Sync Gateway が同時にサポートできるクライアントの最大数に直接影響します。これには、OS のパラメーターを調整する必要があります。

ここでは具体的な内容については説明しませんが、OS のファイルディスクリプター制限の操作 (Operating System File Descriptor Limits^{*7}) について、Sync Gateway ドキュメントで解説されています。Sync Gateway をサービスとして管理している場合には、サービスのファイルディスクリプタ制限 (Service File Descriptor Limits^{*8}) を変更します。サービスを利用せずに Sync Gateway を運用している場合には、プロセスのファ

^{*3} <https://docs.couchbase.com/server/current/install/install-swap-space.html>

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/deployment.html#channel-and-revision-caches>

^{*5} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html>

^{*6} https://en.wikipedia.org/wiki/File_descriptor

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html#operating-system-file-descriptor-limits>

^{*8} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html#service-file-descriptor-limits>

イルディスクリプタ制限 (Process File Descriptor Limits^{*9}) を変更します。

OS の設定にあわせて、Sync Gateway 構成上のファイルディスクリプタ制限 (Sync Gateway File Descriptor Limits^{*10}) を構成します。

TCP キープアライブ設定

Sync Gateway で使用可能なファイルディスクリプタの最大数を増やしても、「too many open files」というエラーが発生する場合があります。この場合、TCP キープアライブ設定を調整する必要があります。

モバイルアプリケーション利用時においては、クライアントが接続を閉じることなく、ネットワークから突然切断される場合があります。これらの接続は Sync Gateway によって、デフォルトでは約 7200 秒 (2 時間) 後にクリーンアップされますが、このような状態が蓄積されることにより、「too many open files」というエラーの発生に繋がります。

エラーが発生した場合に、次のコマンドを使用して、Sync Gateway との間に確立された接続の数を数えることができます。

```
$ lsof -p <Sync GatewayのプロセスID> | grep -i established | wc -l
```

上記の方法で確認した値がファイルディスクリプタの最大制限付近である場合、TCP キープアライブパラメータを調整して、デッドピアがソケットを開いたままにする時間を短縮することが考えられます。

ただし、TCP キープアライブ設定を用いた調整には欠点がないわけではなく、TCP/IP スタックが頻繁にキープアライブパケットを送信するため、システム全体のネットワークトラフィックの量が増加することに注意が必要です。

CentOS での TCP キープアライブ設定手順について、Sync Gateway ドキュメント^{*11} で解説されています。

^{*9} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html#process-file-descriptor-limits>

^{*10} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html#sync-gateway-file-descriptor-limits>

^{*11} https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/os-level-tuning.html#_linux_instructions_centos_1

第 18 章

Sync Gateway システム連携

18.1 ロードバランサー/リバースプロキシ

概要

Sync Gateway と Couchbase Server は、それぞれのアーキテクチャー上の役割に応じた異なるネットワーク環境にデプロイされることが想定されます。これは、論理的に以下のように説明することができます。Sync Gateway は、エンドユーザーが利用するモバイルアプリからのリクエストを受け付けるという役割上、インターネットからのアクセスを受け付けるアプリケーション層に配置されます。Couchbase Server は、インターネットから直接アクセスされる必要がないデータベース層に配置されます。一方、Sync Gateway と Couchbase Server 間のコミュニケーションにおいて最適なパフォーマンスを実現するには、それらを互いに近接させておくことも重要になります。

Couchbase Server は、分散アーキテクチャーを備えた NoSQL データベースとしてそれ自体冗長性を備えています。Sync Gateway では、複数ノードからなるクラスター構成を実現する場合には、クライアントからのアクセスを仲介するロードバランサー (Load Balancer^{*1}) を用います。

また、リバースプロキシを用いて、Sync Gateway と Couchbase Lite アプリケーションとの接続を仲介するケースもあります。

ロードバランサー/リバースプロキシ利用の利点

ロードバランサー/リバースプロキシ利用の利点を以下に整理します。

- クライアントからのリクエスト負荷を複数の Sync Gateway ノードに分散します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/load-balancer.html>

- ・インターネットに公開されているサービスから、Sync Gateway サーバーを隠すことによって保護します。
- ・アプリケーションファイアウォール機能によって、一般的な Web ベースの攻撃から保護します。
- ・Sync Gateway から SSL ターミネーションをオフロードすることによって、多数のモバイルデバイスをサポートする場合のオーバーヘッドを分散します。
- ・各着信要求の URL を書き換えます。たとえば、Sync Gateway のパブリック REST API ポートを外部公開用のポートにマップします。

以下では、Sync Gateway でロードバランサー/リバースプロキシを使用する際の考慮点や参照可能な情報を紹介します。

WebSocket 接続における考慮点

Couchbase Lite は Sync Gateway に対して WebSocket 接続を開いたままにするために、デフォルトで 300 秒 (5 分) ごとに WebSocket PING メッセージ (ハートビート) を送信します。

ハートビートを成立させるためには、介在するロードバランサーのキープアライブタイムアウト間隔がハートビート間隔より長い必要があります。そのため、必要に応じてロードバランサーのキープアライブタイムアウト間隔を設定します。または、Couchbase Lite のハートビート間隔を変更することもできます。

NGINX 連携

Sync Gateway のフロントエンドとして、NGINX^{*2}を利用する方法が、Sync Gateway のドキュメント^{*3}で解説されています。

Sync Gateway とクライアント間の接続を保護するには、トランスポート層セキュリティー (TLS) を使用します。NGINX と Sync Gateway の間の接続で、X.509 証明書を用いた TLS を有効化する方法について、ドキュメントで解説されています。

^{*2} <https://www.nginx.co.jp/>

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/load-balancer.html#nginx>

18.2 メトリクス REST API によるシステム監視

概要

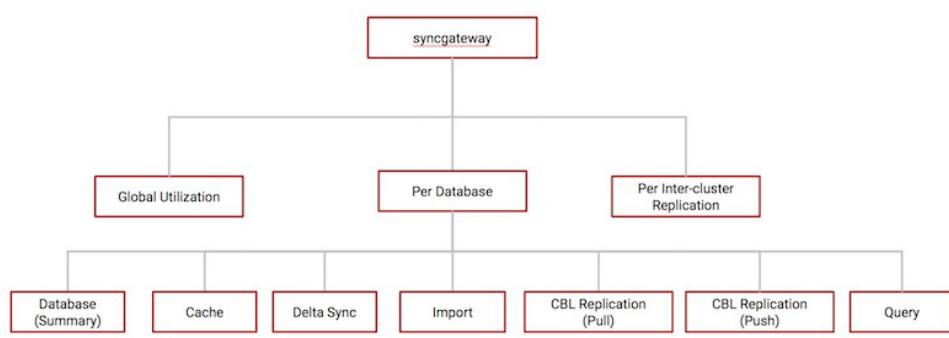
Sync Gateway は、システム統計情報監視 (Stats Monitoring^{*4}) のためのメトリクス REST API (Metrics REST API^{*5}) を提供しています。メトリクス REST API を用いて、リソース使用率や性能、サービス正常性に関する情報が収集可能です。

メトリクス REST API は、JSON フォーマットで情報を提供する他、Prometheus^{*6}との連携に用いることも可能です。Prometheus との連携についてはドキュメント (Integrate Prometheus^{*7}) を参照ください。また、Couchbase Blog: Monitor Couchbase Sync Gateway with Prometheus and Grafana^{*8}が公開されています。

メトリクス REST API が提供する統計情報は、ノードが再起動するたびにリセットされます。つまり、合計値、カウント、平均値はノードが起動された後の状況を反映した値になります。

統計情報カテゴリー

統計情報のカテゴリー構造は、以下のように整理できます。



(図は、Couchbase Blog: Monitor Couchbase Sync Gateway with Prometheus and

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/stats-monitoring.html>

^{*5} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api-metrics.html>

^{*6} <https://prometheus.io/>

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/stats-prometheus.html>

^{*8} <https://blog.couchbase.com/monitoring-sync-gateway-prometheus-grafana/>

Grafana^{*9}より引用)

統計情報スキーマの詳細はドキュメント^{*10}を参照ください。

エンドポイント

メトリクス REST APIには、以下のようなふたつのエンドポイントがあり、JSON または Prometheus 形式のいずれかのレポートフォーマットでデータを受け取ることができます。

- `_expvars`: JSON フォーマット
- `_metrics`: Prometheus フォーマット

メトリクス REST API のデフォルトのポート番号は 4986 です。

以下は、`_expvar` エンドポイントに対してリクエストを行う例です。

```
$ curl -X GET "http://localhost:4986/_expvar" -H "accept: application/json" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA=='
```

API エクスプローラー

メトリクス REST APIについて、以下のような API エクスプローラー^{*11}が公開されています。API エクスプローラーは、すべてのエンドポイントを機能別にグループ化しています。ラベルをクリックすると展開され、それぞれのエンドポイントに関する詳細を確認できます。

^{*9} <https://blog.couchbase.com/monitoring-sync-gateway-prometheus-grafana/>

^{*10} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/stats-monitoring.html#sync-gateway-stats-schema>

^{*11} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api-metrics.html#api-explorer>

第 18 章 Sync Gateway システム連携ブリック REST API によるアプリケーション連携

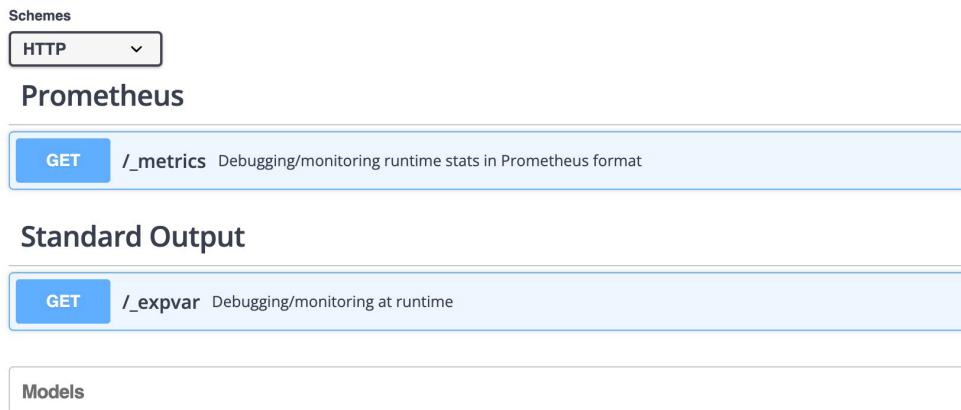


図 18.2: メトリクス REST API エクスプローラー

18.3 パブリック REST API によるアプリケーション連携

概要

Sync Gateway は、Couchbase Server データベースに対するドキュメント操作などの機能を提供する、パブリック REST API を持っています。このパブリック REST API を、他のアプリケーションとの連携の目的で利用することができます。

パブリック REST API の利用はアプリケーションの要件次第であり、Couchbase Lite と Couchbase Server の同期のためだけに、Sync Gateway を利用するためには必ずしも必要ありません。

パブリック REST API のデフォルトのポート番号は 4984 です。

パブリック REST API を利用する場合の留意事項、その他詳細はドキュメント^{*12}を参照ください。

API エクスプローラー

パブリック REST API についても、以下のような API エクスプローラー^{*13}が公開されています。

^{*12} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api.html>

^{*13} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/rest-api.html#api-explorer>

第 18 章 Sync Gateway システム連携 ブリック REST API によるアプリケーション連携

Schemes

HTTP

Authorize

attachment

GET /{db}/{doc}/{attachment} Get attachment

PUT /{db}/{doc}/{attachment} Add or update attachment

auth

database

default

document

server

session

Models

The screenshot shows a user interface for exploring a public REST API. At the top left, there's a dropdown menu labeled 'Schemes' with 'HTTP' selected. To its right is a green 'Authorize' button. Below this, a list of API endpoints is displayed under various categories. The 'attachment' category contains two entries: a blue 'GET' button followed by the URL '/{db}/{doc}/{attachment}' and a brief description 'Get attachment', and an orange 'PUT' button followed by the same URL and description 'Add or update attachment'. Other categories listed include 'auth', 'database', 'default', 'document', 'server', 'session', and 'Models'. Each category has a corresponding colored button (blue for auth, orange for database, etc.) followed by the endpoint URL and a brief description.

図 18.3: パブリック REST API エクスプローラー

第 19 章

Sync Gateway 運用

19.1 オフライン/オンライン制御

Sync Gateway が接続している Couchbase Server データベース（以下、データベース）のオフライン/オンライン制御（Take Database Offline/Online^{*1}）について解説します。

概要

Sync Gateway では、Sync Gateway インスタンスを停止することなく、クライアントからのデータベースへのアクセスをオフラインにしたり、その後再度オンラインに戻したりすることができます。このオンライン/オフライン制御は、管理 REST API の機能として提供されます。

データベースをオフラインにすることによって、Sync Gateway はクライアントからのそのデータベースに関するリクエストを受け付けなくなりますが、Sync Gateway とデータベース間の接続が失われる訳ではありません。

反対に、Sync Gateway がデータベースに接続できなくなった場合には、Sync Gateway はそのデータベースを自動的にオフラインにします。この場合、データベースと Sync Gateway との間に発生した問題を修正した後、Sync Gateway を再起動することなく、REST API コールにより、そのデータベースとの接続をオンラインにすることができます。

デフォルトでは Sync Gateway が起動すると、データベース構成プロパティに従って、Sync Gateway とデータベースとの接続がオンラインになります。Sync Gateway の起動時にデータベースをオフラインにしておきたい場合は、`offline` 構成プロパティをデータベース構成プロパティに追加します。

なお、データベースのオンラインまたはオフラインのステータス変更は、ステータス変

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/3.0/database-offline.html>

更リクエスト先の特定の Sync Gateway ノードでのみ発生します。Sync Gateway クラスターの他のノードには反映されません。

ユースケース

このようなオフライン/オンライン制御機能が提供されている理由のひとつとして、Sync Gateway では複数のデータベース用に構成することができるため、それぞれのデータベースの運用を個別に行う手段が提供されているといえます。

あるいは、Sync Gateway がただひとつのデータベース用に構成されている場合に、クライアントに対してはオフラインにしておきながら、Sync Gateway とデータベースの接続を維持しておく、Sync Gateway 特有の理由として、再同期があります。この再同期についてでは、後に説明します。

エンドポイント

管理 REST API は、オンライン/オフライン制御用の以下のエンドポイントを提供しています。

- `/{{db}}/_offset`: データベースをオフラインにする。
- `/{{db}}/_online`: データベースをオンラインにする。

起動時設定

19.2 再同期

概要

Sync Gateway の Sync 関数は、ドキュメントのユーザーへのルーティング及び、アクセス制御設定に関係しています。アプリケーションの仕様変更等に伴い、Sync 関数を変更する場合、既存のドキュメントに対して変更後の Sync 関数を実行し、仕様変更後のルーティングやアクセス制御設定を適用する必要が生じる場合があります。このように、通常のドキュメント更新のタイミングではなく、既存のドキュメント全体に対して Sync 関数を実行することを、**再同期 (Resync^{*2})** と呼びます。再同期を実行するには、データベースをオフラインにする必要があります。

^{*2} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/resync.html>

エンドポイント

管理 REST API は、再同期用のエンドポイント/`{db}/resync` を提供しています。このエンドポイントは、データベース内のすべてのドキュメントに対する Sync 関数の適用をトリガーします。このエンドポイントの応答メッセージには、再同期を実行した結果として行われた変更の数が含まれます。

再同期の要否

Sync 関数定義への変更が、ドキュメント更新時における検証ロジックに関するもののみであり、ルーティングやアクセス権限設定には影響しない場合、再同期操作を実行する必要はありません。

なお先述の通り、再同期操作は管理 REST API コールとして行われるため、Sync 関数の実行コンテキストは `admin` ユーザーになります。そのため、Sync 関数内で書き込み操作を制御するために、`requireUser`、`requireAccess` および `requireRole` といった Sync 関数 API を使用している場合、API コールは常に成功します。

また、Sync 関数の中でルーティングやアクセス権限設定を変更している場合であっても、Sync 関数の変更以降に作成されたドキュメントに関してのみそれらのルールを適用したい場合は、当然ながら再同期操作を実行する必要はありません。

アクセス権削除における留意点

Sync 関数を変更してユーザーのドキュメントへのアクセスを取り消す場合、新しい設定は、そのドキュメントの新しいリビジョンが Sync Gateway に保存されたときにのみ有効になります。再同期操作を実行しても、ドキュメントの現在のリビジョンへのアクセスは取り消されません。

クラスター構成における留意点

複数の Sync Gateway ノードからなるクラスター環境では、再同期の実行はひとつのノードでのみ行います。

再同期の前後で、Sync 関数の更新に伴う変更が、全てのノードで一貫性が保たれていく必要があります。再同期を実行するには、データベースをオフラインにする必要がありますが、クラスター環境では、全てのノードでデータベースをオフラインにする必要があることに注意が必要です。この際、特に支障がなければ、他の全てのノードの Sync Gateway プロセスを停止することも考えられます。

データベースの再同期が完了した後、必要に応じ他のノードのプロセスを開始し、全てのノードでデータベースをオンラインにします。

影響とワークアラウンド

再同期を実行するには、データベースをオフラインにする必要があるため、アプリケーションのダウンタイムが発生します。

再同期は、データベース内のすべてのドキュメントを処理する必要があるため、リソースコストが高く、ドキュメント数に応じて時間を要する操作になります。

再同期中に、可能な範囲でサービスの提供を維持するためのワークアラウンドとして、事前にデータベース（バケット）の読み取り専用コピーを作成してから、そのバケットとセカンダリー Sync Gateway を使って読み取りのみのサービスを提供することが考えられます。そして、再同期が完了したら、プライマリーの Sync Gateway に切り替えます。

第 20 章

Sync Gateway ロギング

Sync Gateway のロギング (Logging^{*1}) について解説します。Sync Gateway のログ出力先には、ファイルとコンソールのふたつがあります。

20.1 ログファイル

ファイルベースのロギングでは、ログは、ログレベルでフィルタリングされた個別のログファイルに書き込まれます。

ログファイルの種類

ログファイルの種類には次のものがあります。: ERROR, WARN, INFO, DEBUG

DEBUG ログはデフォルトで無効になっています。

ファイルローテーション

`logging.console.rotation` プロパティーを使用してログのローテーションを構成します。

ログファイルは、`max_size` に指定したサイズを超えるとローテーションされます。ローテーションされたファイルは、ディスク使用量を減らすために圧縮されます。

ログの更新日付が `max_age` に指定した日数を超えると、そのログはクリーンアップされます。`max_age` のデフォルト値と最小値は、ログの種類 (ERROR, WARN, INFO, DEBUG) によって異なります。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/logging.html>

20.2 コンソールログ

利点

コンソールログ設定は、ファイルへのログ出力とは独立しているため、基本的なログを損なうことなく、次の点を調整できます。

- ログレベルを使用して詳細度を上げ、追加の診断情報を生成します
- 特定のログキーを有効または無効にして、調査中の領域に焦点を合わせます
- ログレベルに基づいてログ出力の色を設定することにより、読みやすさを向上させることもできます。

ログレベル

コンソールログに出力する情報の重要度を制御するために、ログレベルが提供されています。

ログレベルには、次の 6 つのレベルがあります。`: none, error, warn, info, debug, trace`

ログキー

コンソールログに出力する情報の種類を制御するために、ログキーが提供されています。デフォルトでは、HTTP 関連情報のみが有効になっていますが、特定の診断ニーズを満たすために、他のさまざまなキーを使用できます。

ログキーには、次の種類があります。`: *, none, Admin, Access, Auth, Bucket, Cache, Changes, CRUD, DCP, Events, gocb, HTTP, HTTP+, Import, Javascript, Migrate, Query, Replicate, SGCluster, Sync, SyncMsg, WS, WSFrame`

各ログキーの意味については、ドキュメント (Log Keys^{*2}) を参照ください。

20.3 ロギング構成方法

Sync Gateway では、ブートストラップ構成や、管理 REST API を使ってロギングを構成します。

^{*2} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/logging.html#lbl-log-keys>

ブートストラップ構成

ロギングは、ノードレベルのプロパティとして、ブートストラップ構成にて管理されます。

以下は、ログに関する構成箇所の例です。

```
{
  "logging": {
    "log_file_path": "/var/tmp/sglogs",
    "redaction_level": "partial",
    "console": {
      "log_level": "debug",
      "log_keys": ["*"]
    },
    "error": {
      "enabled": true,
      "rotation": {
        "max_size": 20,
        "max_age": 180
      }
    },
    "warn": {
      "enabled": true,
      "rotation": {
        "max_size": 20,
        "max_age": 90
      }
    },
    "info": {
      "enabled": false
    },
    "debug": {
      "enabled": false
    }
  }
}
```

ブートストラップ構成ファイルを作成する際には、Sync Gateway インストール時に提供される各種サンプル構成ファイルを参照することができます。

ブートストラップ構成ファイルのプロパティの詳細については、ドキュメント (Bootstrap Configuration^{*3}) を参照ください。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/configuration-schema-bootstrap.html>

管理 REST API

ロギング設定を、管理 REST API を使って動的に変更することも可能です。ただし、管理 REST API によるロギングプロパティへの変更は再起動後は引き継がれません。
詳細はドキュメント^{*4}を参照ください。

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/logging.html#lbl-log-api>

第 21 章

Couchbase Server クライアント との共存

21.1 概要

Couchbase Server を、単に Couchbase Mobile によるモバイル/エッジコンピューティングデータプラットフォームのバックエンドデータベースとして利用するだけでなく、同時に、Web アプリケーションのような他のシステムのデータベースとしても利用し、共通のデータに基づくサービスをユーザーに提供することは珍しくありません。

Sync Gateway は、Couchbase Server を単体で利用している場合には存在しない、Couchbase Lite との同期のためのデータを、Couchbase Server のバケットに保持します。Couchbase Lite と同期されるドキュメントには、ユーザーが定義したドキュメントプロパティー以外の、同期のためのプロパティー/拡張属性が存在します。そのため、Couchbase Server クライアント (Couchbase Server SDK を利用するアプリケーション) が、Couchbase Server に保存したドキュメントを、Sync Gateway を介して Couchbase Lite と同期するためには、これらのプロパティー/拡張属性のための追加的な措置が必要になります。

また、必ずしも Couchbase Server クライアントアプリケーションが扱うデータの全てを Couchbase Lite と同期する必要があるとは限らないため、同期の範囲を定める必要も生じます。

ここでは、Couchbase Mobile クライアントに対してだけではなく、Couchbase Server クライアントに対してもホストしている Couchbase Server と同期するケース (Sync with Couchbase Server^{*1}) について解説します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-with-couchbase-server.html>

21.2 共有バケットアクセス

Couchbase Lite アプリケーションと、Couchbase Server クライアントが同じバケットに対して読み取りと書き込みを行えるようにする仕組みを共有バケットアクセスと呼びます。

Sync Gateway 構成プロパティー `enable_shared_bucket_access` の設定により、共有バケットアクセスを有効化します。

以下に、設定例を示します。

```
$ curl -vX PUT "http://localhost:4985/mybucket/_config" \
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-H 'Content-Type: application/json' -H "accept: application/json" \
-d '{ "enable_shared_bucket_access" : true, "import_docs": true }'
```

21.3 インポート処理

Sync Gateway が、Couchbase Server クライアントにより行われたデータの登録・変更を認識し、そのデータを Couchbase Lite と同期するために必要とされるメタデータを設定する処理は、**インポート処理** (Import Processing) と呼ばれます。

構成

Sync Gateway を複数ノードからなるクラスターとして構成する場合、ノードをインポート処理に参加させるかどうかを選択することができます。

ノードがインポート処理に参加することを指定するために `import_docs` プロパティーが使用されます。なお、`enabled_shared_bucket_access` が `true` に設定されている場合にのみ `import_docs` が有効になります。

インポート処理においても、ドキュメントに対して Sync 関数が適用されますが、通常の Sync 関数の適用とは次の違いがあります。

- インポートは、管理 REST API を介して行われる変更と同様に、管理者ユーザーのコンテキストで処理されます。そのため、Sync 関数内で `requireAccess`、`requireUser` および `requireRole` が利用されている場合、それらは、通常のユー

ザーコンテキストのようには評価されず、常に成功します。

- Sync 関数の引数 oldDoc は null になります。

インポートフィルター

大量のデータを含むクラスターの場合、最初のインポートプロセスが完了するまでに相当の時間がかかることがあります。インポートフィルター (Import Filter^{*2}) を使用することにより、このプロセスを効率化することができます。インポートフィルターを利用すると、特定のドキュメントのみをインポート対象 (Couchbase Lite との同期対象) とすることができます。

インポートフィルターは、次のような目的で使うことが考えられます。

- ドキュメントの種類に応じて、モバイルでの利用の必要有無を反映させる。
- ドキュメントの作成年月日に応じて、モバイルでの利用の必要有無を反映させる。
- アプリケーションが設定するフラグによって、インポート処理実行の必要性を反映させる。

インポートフィルターは、以下のような JavaScript 関数として定義します。この例では、「type」プロパティーが、「mobile」に等しいとドキュメントのみをインポートします。

```
function(doc) {
  if (doc.type != "mobile") {
    return false;
  }
  return true;
}
```

インポートフィルターの設定には、以下のように管理 REST API を利用します。import_filter プロパティーを使用してフィルター関数を指定します。

```
$ curl -X PUT "http://localhost:4985/mybucket/_config/import_filter" \
-H "accept: application/json" \
-H "Content-Type: application/javascript" \
```

^{*2} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/import-filter.html>

```
-H 'authorization: Basic QWRtaW5pc3RyYXRvcjpwYXNzd29yZA==' \
-d 'function(doc) { if (doc.type != "mobile") { return false; } return true; }
```

■コラム: import_docs デフォルト設定

コミュニティーエディションでは、`import_docs` プロパティーのデフォルトは `false` です。ノードをインポート処理に参加させるには、明示的に `true` に設定する必要があります。

エンタープライズエディションでは、`import_docs` のデフォルトは `true` であり、クラスタ内のすべてのノードがインポート処理に参加することを意味します。ノードをインポート処理から除外するには、`import_docs` プロパティーを `false` に設定します。

詳細は、ドキュメント^{*3}を参照してください。

ワークロード分離

ノードをインポート処理専用に構成し、クライアントからのリクエストを処理するノードから分離することができます。

`import_docs` が `false` に設定されている場合、そのノードはインポートプロセスに参加しません。

この構成は、ワークロードの分離に寄与します。高い書き込みスループットが想定される場合、ワークロードの分離が望ましい場合があります。

次の図は、クライアント接続を処理するふたつの Sync Gateway ノードとインポート処理専用のふたつのノードからなるクラスター構成を示しています。

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/sync-with-couchbase-server.html#configuration>

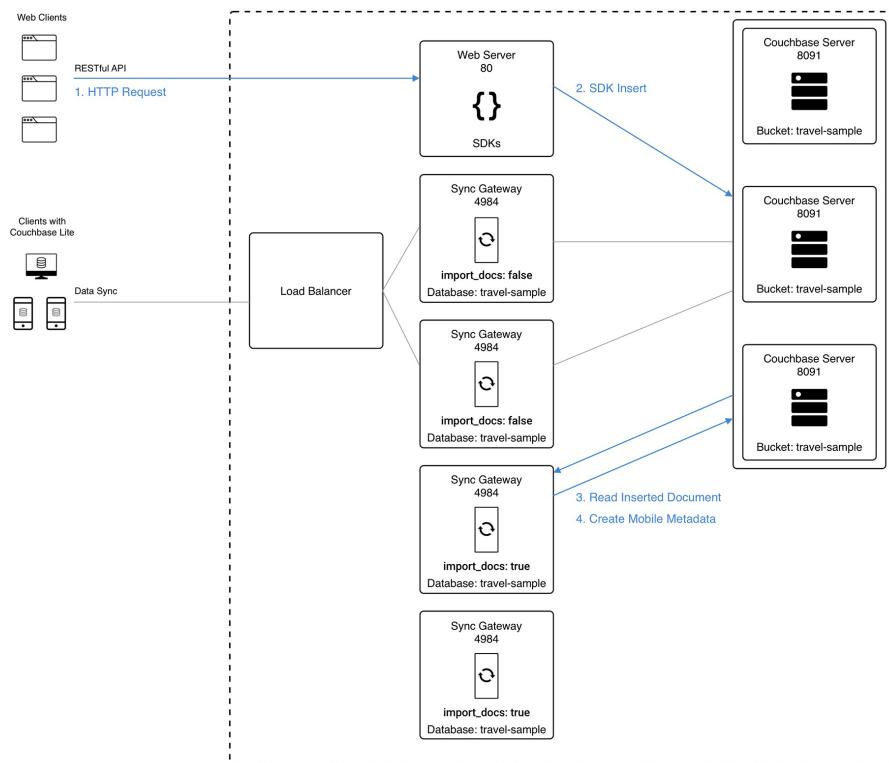


図 21.1: Sync Gateway ワークロード分離アーキテクチャー例

(図は、Couchbase ドキュメント Sync with Couchbase Server より引用)

■コラム: エディションによるインポート処理の高可用性対応の違い

Sync Gateway コミュニティーエディションには、インポート処理をノード間で分散する機能が存在しません。高可用性のためにはスタンバイノードを用いて、外部的に制御する必要があります。

Sync Gateway エンタープライズエディションでは、インポート処理作業は、インポート処理を有効に設定されたすべての Sync Gateway ノードにわたって分散されます。これによって、インポート処理の高可用性が実現されます。

21.4 留意事項

トゥームストーンリビジョン

ドキュメントの削除に対応するリビジョンは、トゥームストーン (墓石) リビジョンと呼ばれます。バケット共有を有効にする場合、トゥームストーンリビジョンの存在に注意する必要があります。

トゥームストーンリビジョンは、Couchbase Server のメタデータページ間隔に基づいてページされます。トゥームストーンリビジョンが Couchbase Lite に同期される前にページされると、Couchbase Lite からドキュメントが削除されるタイミングを失うことになります。

トゥームストーンリビジョンが確実に同期されるようにするには、レプリケーション頻度に基づいて Couchbase Server のメタデータページ間隔を設定する必要があります。

詳細は、ドキュメント^{*4}を参照ください。

添付ファイル操作

Couchbase Lite では、バイナリデータをドキュメントの添付ファイルとして扱うことができます。添付ファイルは Couchbase Lite 独自のコンセプトであり、Couchbase Server には、ドキュメントの添付ファイルという概念は存在しません。

Couchbase Server では、バイナリデータをドキュメントとして保存することができます。Couchbase Mobile は、この機能を利用して、Couchbase Lite の添付ファイル付きドキュメントと Couchbase Server との同期を行っています。

Sync Gateway では、添付ファイルを操作するパブリック REST API が提供されています。この機能を利用して、Couchbase Lite の添付ファイル付きドキュメントによって実現されているモバイルアプリ上の機能と同等の操作を、Web アプリケーション等の他のプラットフォームに対して提供することが可能になっています。Couchbase Blog: Handle Binary Data Attachments & Blobs with Couchbase Mobile^{*5}で実際的な利用例を参照することができます。

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/managing-tombstones.html>

^{*5} <https://blog.couchbase.com/store-sync-binary-data-attachments-blobs-couchbase-mobile>

第 22 章

Couchbase Lite レプリケーション

本書の前半の Couchbase Lite に関する章では、Couchbase Lite を純粋に組み込みデータベースとして利用するための情報を提供しました。ここでは、Sync Gateway を用いたデータ同期 (Data Sync using Sync Gateway^{*1}) を行うケースにおける、Couchbase Lite の機能について解説します。

22.1 レプリケーター

概要

Couchbase Liteにおいて、レプリケーションを司るモジュールはレプリケーターと呼ばれます。

レプリケーター (クライアント) は Sync Gateway(サーバー) に接続し、ローカルデータベース (Couchbase Lite) とリモートデータベース (Couchbase Server) の同期を実行します。

起動と停止

次のコードは、レプリケーターを開始するまでの基本的なプロセスを示しています。

```
// ローカルDBと、リモートDBのエンドポイントを指定
final ReplicatorConfiguration config = new ReplicatorConfiguration(database, new URLEndpoint(new U
```

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/replication.html>

```
// レプリケーションのタイプを指定  
config.setType(ReplicatorType.PUSH_AND_PULL);  
  
// ベーシック認証情報を指定  
final BasicAuthenticator auth = new BasicAuthenticator("Username", "Password".toCharArray());  
  
config.setAuthenticator(auth);  
  
// レプリケーター作成  
final Replicator replicator = new Replicator(config);  
  
// レプリケーター開始  
replicator.start();
```

以下は、レプリケーターを停止するコードです。

```
replicator.stop();
```

なお、一般的なネットワーク I/O プログラミング同様、レプリケーターの実行は通常バックグラウンドで行われます。

接続先構成

ReplicatorConfiguration コンストラクターは、以下の引数をとります。

- 同期するローカルデータベース
- Sync Gateway 接続エンドポイント

```
final ReplicatorConfiguration config = new ReplicatorConfiguration(database, new URLEndpoint("ws://127.0.0.1:4984/_utils/repl"));
```

エンドポイントには、WebSocket スキーム、`wss:` プレフィックスを使用します。

暗号化されていないクリアテキストのネットワークトライフィック (`ws:`) を使用するには `android:usesCleartextTraffic="true"` をマニフェスト要素に含めます。詳細は、

Android のドキュメント^{*2}を参照ください。これは本番環境での利用は推奨されません。

クライアント認証

Sync Gateway でクライアント認証を行う方法として、**ベーシック認証**と**セッション認証**を用いることができます。

ベーシック認証では、`BasicAuthenticator` クラスを用いてユーザー名とパスワードを指定します。レプリケーターは最初のリクエストでクレデンシャル情報を送信して Sync Gateway からセッションクッキーを取得し、後続のすべてのリクエストに使用します。

次の例は、ユーザー名とパスワードを指定して、レプリケーションを開始する方法を示しています。

```
final BasicAuthenticator auth = new BasicAuthenticator("Username", "Password".toCharArray());
config.setAuthenticator(auth);
```

Sync Gateway で認証するための、もう一つの方法は、**セッション認証**です。セッション認証では、パブリック REST API の`/{{db}}/_session` エンドポイントを介して、ユーザーセッションを作成します。この API からの応答には、セッション ID が含まれます。

セッション認証は、Sync Gateway でカスタム認証を行う場合に用いることができます。次の例は、あらかじめ REST API エンドポイントから取得したセッション ID を使用してレプリケーションを開始する方法を示しています。

^{*2} <https://developer.android.com/training/articles/security-config#CleartextTrafficPermitted>

```
config.setAuthenticator(new SessionAuthenticator("904ac010862f37c8dd99015a33ab5a3565fd8447"))
```

クライアント認証 (Client Authentication^{*3}) に関する詳細は、ドキュメントを参照ください。

サーバー認証

Couchbase Lite と Sync Gateway 間の通信においては、基本的には、信頼できる CA によって署名されたルートを持つ証明書チェーンのみが許可されており、自己署名証明書は許可されていません。

サーバー認証 (Server Authentication^{*4}) に関する詳細は、ドキュメントを参照ください。

■コラム: エディションによる自己署名証明書の扱いの違い

エンタープライズエディションの ReplicatorConfiguration クラスには、setAcceptOnlySelfSignedServerCertificate メソッドが存在し、自己署名された証明書のみを受け入れるようにレプリケーターを設定することができますが、このメソッドは、コミュニティエディションの ReplicatorConfiguration クラスでは、利用できません。

証明書ピン留め

証明書ピン留め (Certificate Pinning) とは、サーバーの公開鍵を、アプリケーションに事前に配置する (ピン留めする) ことを指します。これによりアプリケーションは、この公開鍵によって信頼されたサーバーとのみ通信を行います。証明書ピン留めは、中間者 (Man-in-the-middle/MITM) 攻撃の防止に役立つとされています。

Couchbase Lite は、証明書のピン留めに対応しています。詳細はドキュメント^{*5}を参

^{*3} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/replication.html#lbl-client-auth>

^{*4} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/replication.html#lbl-svr-auth>

^{*5} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/replication.html#lbl-cert-pinning>

照ください。また、Couchbase Blog: Certificate Pinning in Android with Couchbase Mobile^{*6}を参照することもできます。

■コラム: 相互 TLS

中間者 (MITM) 攻撃の検出に関連する技術として、相互 TLS/mTLS(mutual TLS) があります。mTLS では、証明書を使用した通常の TLS サーバー認証に加えて、クライアントが TLS セッションをネゴシエートするときに X.509 証明書を提示し、対応する秘密鍵を所有していることをサーバーに対して証明します。証明書ピン留めでは、アプリケーション側で通信相手のサーバーの適正性の検証が行われるのに対して、mTLS ではサーバー側でクライアントから提示された証明書の照合が行われます。

Couchbase Lite と Sync Gateway 間の通信では、mTLS はサポートされていません。一方、Sync Gateway と Couchbase Server 間の通信では、mTLS がサポートされます。

レプリケーション構成

レプリケーターの種類には、PUSH、PULL、PUSH_AND_PULL の三種類があります。

次の例では、レプリケータータイプを PUSH 専用に設定しています。

```
config.setType(ReplicatorType.PUSH);
```

また、レプリケーターの挙動には、その時点で生じている全ての差分の同期が完了した後に Sync Gateway との接続を終了するワンショットレプリケーションと、一旦すべての差分の同期が完了した後も継続して、以降のレプリケーションのために Sync Gateway との接続を続ける継続的レプリケーションとがあります。

次の例では、継続的レプリケーションに設定しています。

```
config.setContinuous(true);
```

^{*6} <https://blog.couchbase.com/certificate-pinning-android-with-couchbase-mobile/>

チャネル指定

レプリケーターは、通常ユーザーがアクセスできるチャネルに関連づけられた全てのドキュメントをプルします。

レプリケーター構成に、チャネル名のリストを指定することもできます。この場合、レプリケーターはそれらのチャネルでタグ付けされたドキュメントのみをプルします。

```
String[] channels = {"channel1", "channel2", "channel3"};
List<String> channelList = Arrays.asList(channels);
config.setChannels(channelList);
```

カスタムヘッダー設定

Sync Gateway へのリクエストに対してカスタムヘッダーを設定できます。レプリケーターはすべてのリクエストで設定されたヘッダーを送信します。

この機能は、Couchbase Lite と Sync Gateway の間にあるプロキシサーバーによって認証・承認ステップが実行されている場合に、追加の資格情報を渡すのに利用することができます。

以下は、カスタムヘッダーを設定する例です。

```
Map<String, String> headers = new HashMap<>();
headers.put("CustomHeaderName", "Value");
config.setHeaders(headers);
```

チェックポイント初期化

レプリケーターは、チェックポイントを使用して、ターゲットデータベースに送信されたドキュメントを追跡します。

この機能は通常の運用において、開発者が意識する必要はありませんが、必要に応じ、レプリケーターを開始するときにチェックポイントリセット引数を指定することができます。

チェックポイントをリセットした場合、Couchbase Lite は、過去のレプリケーション

でデータの一部またはすべてが既にレプリケートされている場合でも、データベース全体をレプリケートします。

以下の例では、`start` メソッドのリセットオプションを `true` に設定しています。`false`（デフォルト）は、引数として明示的に指定する必要はありません。

```
if (resetCheckpointRequired) {  
    replicator.start(true);  
}
```

22.2 レプリケーションフィルター

レプリケーションフィルターという、コールバック関数定義を使用して、プッシュレプリケーションやプルレプリケーションの結果として保存されるドキュメントをコントロールすることができます。

コールバックされる関数は純粋関数のセマンティクスに従う必要があります。そうでなければ、長時間実行される関数によってレプリケーターの速度が大幅に低下します。コールバック関数は、スレッドセーフである必要があります。

プッシュフィルター

プッシュフィルターを使用すると、アプリはデータベースのサブセットをサーバーにプッシュすることができます。これはたとえば、優先度の高いドキュメントを最初にプッシュしたり、ドラフト状態のドキュメントをスキップしたりするために用いることができます。

```
config.setPushFilter((document, flags) -> flags.contains(DocumentFlag.DELETED));
```

プルフィルター

プルフィルターを使用してプルされるドキュメントを検証し、ドキュメントの同期をスキップすることができます。

プルレプリケーションフィルターと、チャネルによるフィルタリングの違いに注意が必要です。チャネルによるドキュメントのフィルタリングはサーバー上で実行されます。プ

ルレプリケーションフィルターは、ダウンロードされるドキュメントに対して適用されます。

```
config.setPullFilter((document, flags) -> "draft".equals(document.getString("type")));
```

ドキュメントへのアクセスが失われると、プルレプリケーションフィルターもトリガれます。このようなイベントでドキュメントの同期をスキップすると、ドキュメントはローカルに保持され続けることになります。その結果、Couchbase Server にあるドキュメントとは切り離されたドキュメントのローカルコピーが残存することになります。Couchbase Server に保存されているドキュメントへのそれ以降の更新はプルレプリケーションで受信されず、さらにローカル編集がプッシュされ、アクセスが取り消されているためにエラーが発生する可能性があります。

22.3 モニタリング

Couchbase Lite は、開発者がニーズに応じて利用することのできる、レプリケーションに関する、モニタリング機能を提供します。

アクティビティーレベル

レプリケーターのアクティビティーレベルには、以下の種類があります。

- STOPPED: レプリケーションが終了、あるいは致命的なエラーが発生しています。
- OFFLINE: レプリケーターはリモートホストに接続しておらず、オフラインです。
- CONNECTING: レプリケーターがリモートホストに接続中です。
- IDLE: IDLE は継続的レプリケーションの場合に使用されるステータスです。レプリケーションの待機状態を示します。
- BUSY: レプリケーターがアクティブにデータを転送しています。

以下は、アクティビティーレベルの利用例です。

```
Log.i(TAG, "The Replicator is currently " + replicator.getStatus().getActivityLevel());  
  
if (replicator.getStatus().getActivityLevel() == ReplicatorActivityLevel.BUSY) {
```

```
    Log.i(TAG, "Replication Processing");
}
```

レプリケーション進行状況監視

開発者は、レプリケーターの状態の変更イベントに応じてアクションを実施するため、リスナーを登録することができます。これによって、たとえば、ユーザーに対してレプリケーションの進行状況を通知することができます。

Replicator クラスの addChangeListener() メソッドを用いて、Replicator に対して、チェンジリスナーを追加します。これにより、レプリケーターの状態の変化が非同期で通知され、登録したチェンジリスナーのコールバック関数が実行されます。

Replicator の start() メソッドをコールする前に、リスナーを登録することによって、start() メソッドコールによるレプリケーション開始以降の通知を受け取ることができます。

以下は、アクティビティーレベルと組み合わせて、状態をログ出力する例です。

```
replicator.addChangeListener(new ReplicatorChangeListener() {
    @Override
    public void changed(ReplicatorChange change) {

        if (change.getReplicator().getStatus().getActivityLevel().equals(ReplicatorActivityLevel.IDLE)) {
            Log.e("Replication Comp Log", "Schedular Completed");
        }
        if (change.getReplicator().getStatus().getActivityLevel()
            .equals(ReplicatorActivityLevel.STOPPED) || change.getReplicator().getStatus().getActivityLevel()
            .equals(ReplicatorActivityLevel.OFFLINE)) {
            Log.e("Rep schedular Log", "ReplicationTag Stopped");
        }
    }
});
```

レプリケーションが停止すると、アクティブなチェンジリスナーはすべて停止します。リスナーの登録を明示的に解除したい場合には、後でリスナーを削除できるように、トークンを保存します。removeChangeListener(ListenerToken token) を使用してリスナーを削除することができます。以下は、トークンを受け取る例です。

またここでは、上記例の、ReplicatorChangeListener を継承する無名クラスの利用

に代えて、ラムダ式を利用しています。

この例では、コールバック関数の中で、エラーの発生を確認しエラー内容をログ出力しています。

```
ListenerToken token = replicator.addChangeListener(change -> {
    final CouchbaseLiteException err = change.getStatus().getError();
    if (err != null) {
        Log.i(TAG, "Error code :: " + err.getCode(), err);
    }
});
```

ドキュメント更新監視

レプリケーターの状態の監視だけではなく、レプリケーション中のドキュメントの更新を監視し、レプリケーションの状況に応じた処理を実装することができます。

次の例では、ドキュメントの同期状況を監視するリスナーを登録しています。

```
replicator.addDocumentReplicationListener(replication -> {

    // レプリケーションタイプをログ出力
    Log.i(TAG, "Replication type: " + (replication.isPush() ? "Push" : "Pull"));
    for (ReplicatedDocument doc : replication.getDocuments()) {

        // 送受信されたドキュメントのドキュメントIDをログ出力
        Log.i(TAG, "Doc ID: " + doc.getID());

        CouchbaseLiteException err = doc.getError();
        if (err != null) {
            // エラー発生
            Log.e(TAG, "Error replicating document: ", err);
            return;
        }
        // ドキュメント削除のケース
        if (doc.getFlags().contains(DocumentFlag.DELETED)) {
            Log.i(TAG, "Successfully replicated a deleted document");
        }
    }
});
```

上記の例で使われている列挙型 com.couchbase.lite.DocumentFlag には、DELETED

の他に、ACCESS_REMOVED が定義されています。ユーザーに対してドキュメントへのアクセス権が取り消されると、この通知が送信されます。これは、現在の自動ページ設定に関係なく送信されます。自動ページが有効な場合、通知の後、そのドキュメントはローカルデータベースからページされます。

プッシュ保留中ドキュメント監視

Replicator には、プッシュ保留中のドキュメントが待機しているかどうかを確認することができる API が用意されています。

- `getPendingDocumentIds()` メソッドは、ローカルで変更されているが、まだサーバーにプッシュされていないドキュメント ID のリストを返します。これは、プッシュ同期の進行状況を追跡したり、アプリがエンドユーザーにステータスを視覚的に示したり、いつ安全に終了できるかを判断したりするのに役立ちます。
- `isDocumentPending(docId)` メソッドを個々のドキュメントがプッシュを保留しているかどうかを確認するために利用することができます。

以下に利用例を示します。

```
final Set<String> pendingDocs = replicator.getPendingDocumentIds();

for (Iterator<String> itr = pendingDocs.iterator(); itr.hasNext(); ) {
    final String docId = itr.next();

    if (replicator.isDocumentPending(docId)) {
        Log.i(TAG, "Doc ID " + docId + " is pending");
    } else {
        Log.i(TAG, "Doc ID " + docId + " is not pending");
    }
}
```

22.4 ネットワークエラー対応

レプリケーターがネットワークエラーを検出した場合、以下のようにケースに応じて振る舞いが異なります。

恒久的なネットワークエラー

たとえば、「404 not found」、または「401 unauthorized」のような恒久的なネットワークエラーの場合、レプリケーターはステータスを STOPPED に設定します。そして、レプリケーターは即座に停止します。これは、継続的レプリケーションモードであったとしても同様です。

一時的なネットワークエラー

次のエラーコードは、レプリケーターによって一時的なものと見なされます。

- 408: Request Timeout
- 429: Too Many Requests
- 500: Internal Server Error
- 502: Bad Gateway
- 503: Service Unavailable
- 504: Gateway Timeout
- 1001: DNS resolution error

このようなエラーは、回復可能なエラーと見做され、レプリケーターはステータスを OFFLINE に設定した上で、接続の再試行を行います。

この再実行は、継続的レプリケーションでは無期限に試みられますが、ワンショットレプリケーションでは一定の回数だけ試みられます。

再試行設定

レプリケーターは、回復可能なネットワークエラーに対応するため、ハートビート機能と再試行ロジックを備えています。これによって、復元力のある接続が実現されています。

レプリケーターは、ハートビートを維持することにより、接続が切断される可能性とその影響を最小限に抑えます。ハートビートパルスの間隔は設定可能です。

接続エラーを検出した場合、レプリケーターは再実行を試みます。再実行の回数は設定可能です。

再試行のたびに、試行間の間隔が指数関数的に増加します。個々の再実行の間の間隔はレプリケーターの指数バックオフアルゴリズムによって計算され、最大待機時間設定に

よって上限が定められます。最大待機時間は設定可能です。

以下に、これらの設定を変更する例を示します。

```
// ハートビートパルス間隔(秒)を設定
config.setHeartbeat(150);
// 最大再試行回数を設定
config.setMaxAttempts(20);
// 再実行最大待機時間(秒)を設定
config.setMaxAttemptWaitTime(600);
```

ハートビートパルス間隔については、ロードバランサーやプロキシを利用している際には、それらのキープアライブ間隔を考慮して設定します。

再試行を行いたくない場合は、最大再試行回数をゼロに設定します。ワンショットトレーリケーションにおける最大再試行回数のデフォルトは 9 回です。

最大待機時間とハートビートパルス間隔のデフォルト値は 300 秒 (5 分) です。

22.5 ドキュメント自動ページ

概要

Couchbase Lite は、ユーザーがドキュメントへのアクセス権を失った場合、そのドキュメントをローカルデータベースから自動的にページします。

ユーザーは、以下のケースでチャネルにアクセスできなくなる可能性があります。

- ユーザーから、チャネルへのアクセスが直接的に失われる。
- ユーザーがチャネルにアクセスできるロールから削除される。
- ユーザーが割り当てられているロールがチャネルにアクセスできなくなる。

複数のチャネルに存在するドキュメントは、ユーザーがすべてのチャネルにアクセスできなくなるまで、自動ページされません。

また、ユーザーがドキュメントへのアクセスを回復した場合には、ページされたドキュメントは自動的にプルダウンされます。

自動ページ無効化

自動ページ機能はデフォルトで有効ですが、設定で無効にすることが可能です。

以下は、その設定例です。

```
config.setAutoPurgeEnabled(false);
```

第 23 章

Couchbase Mobile 内部機構

23.1 リビジョン

リビジョンの概念と運用上の留意点はすでに説明してありますが、ここでは、Couchbase Mobile 内部における、リビジョンの管理方法について解説します。

概要

Couchbase Mobile は、ドキュメントが作成、更新、または削除されるたびにリビジョン (Revision^{*1}) を作成します。ドキュメントの削除に対応するリビジョンは、トゥームストーン（墓石）リビジョンと呼ばれます。

一意のドキュメント ID で識別されるドキュメントは、複数のリビジョンで構成され、各リビジョンには、一意のリビジョン ID が与えられます。

なお、ドキュメントの添付ファイルは、ドキュメント自体とは別に保存されますが、添付ファイルを変更してもリビジョンは生成されません。

リビジョンツリー

ドキュメントの変更履歴は、木構造からなるリビジョンツリーとして管理されます。リビジョンツリーには、ドキュメントの存続期間を通じて発生した各リビジョンが順番に記録されます。

ツリーの先端であるリーフノードが、現在のリビジョン（ドキュメントの最新バージョン）です。

以下に、リビジョンツリーのイメージを示します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/revisions.html>

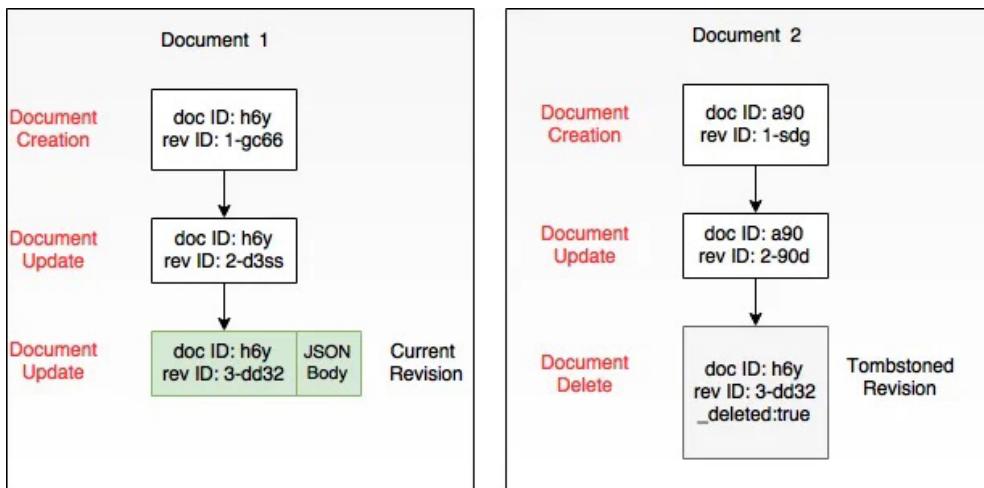


図 23.1: リビジョンツリー概念図

(図は、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couchbase Mobile 2.0^{*2}より引用)

プルーニング

リビジョンツリーが再現なく肥大しないよう、不要なリビジョンの削除が行われます。このプロセスは、プルーニング（剪定）といわれます。

リビジョンが追加されるたびに、プルーニングが自動的に実行されます。

たとえば、Sync Gateway におけるリビジョン保持数設定 (`revs_limit`) が 1000 の場合、プルーニングは、最近の 1000 のリビジョンを保持し、他のリビジョンを削除します。

プルーニングは、Sync Gateway と Couchbase Lite とで、異なる方法で行われます。それぞれのアルゴリズムについて、Couchbase Blog: Managing Database Sizes in Couchbase Mobile and Conflict Resolution^{*3}にて詳説されています。

■コラム: リビジョンキャッシュ

ドキュメントへのアクセスが発生すると、リビジョンツリーが Sync Gateway にキャッシュされます。

エンタープライズエディションでは、`database.cache.rev_cache` プロパティー

^{*2} <https://blog.couchbase.com/data-replication-couchbase-mobile/>

^{*3} <https://blog.couchbase.com/database-sizes-and-conflict-resolution/>

を使用して、リビジョンキャッシュのサイズを設定できます。

この設定を調整することにより、Sync Gateway のメモリー消費量を制御できます。これは、メモリーが限られている環境を利用する場合、ドキュメント作成・更新が頻繁に発生する場合に重要になります。

23.2 レプリケーションプロトコル

ここでは、Couchbase Mobile のレプリケーションプロトコルについて、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couchbase Mobile 2.0^{*4}の内容に基づいて解説します。

概要

Couchbase Mobile のレプリケーションは、WebSocket 上のメッセージングプロトコルとして実装されています。

WebSocket プロトコルは、単一の TCP ソケット接続を介してリモートホスト間で全二重メッセージを渡すことができます。レプリケーションプロトコルは HTTP/S 接続として開始され、リモートホストのサポートが確認された後に、WebSocket に切り替わります。

チェックポイント

レプリケーションの最新の進行状況を記録することによって、レプリケーションが障害等による中断を経て再開する際に、レプリケーションの継続性を確実にするための仕組みをチェックポイントと呼びます。

レプリケーションサイクルは、最後のチェックポイント以降のすべての変更を送信するプロセスであるといえます。継続的レプリケーションでは、レプリケーションサイクル終了後、新たな変更の発生を待機の上、次のレプリケーションサイクルが実行されます。ワンショットレプリケーションでは、レプリケーションサイクルが終了すると、処理は終了します。

チェックポイントは、JSON としてエンコードされ、以下の要素から構成されています。

^{*4} <https://blog.couchbase.com/data-replication-couchbase-mobile/>

- **ローカルシーケンス ID:** クライアントからサーバーにプッシュされた最後のシーケンス ID
- **リモートシーケンス ID:** クライアントがサーバーから受信した最後のシーケンス ID

接続確立

ここからは、レプリケーションにおけるフェーズ毎に、プロトコルのシーケンスを解説します。なお、各シーケンスの記述においては、クライアント/サーバー間通信における基本的な構成に則って、レプリケーターを「クライアント」、Sync Gateway を「サーバー」と記載します。

レプリケーションは、接続の確立からはじめられます。

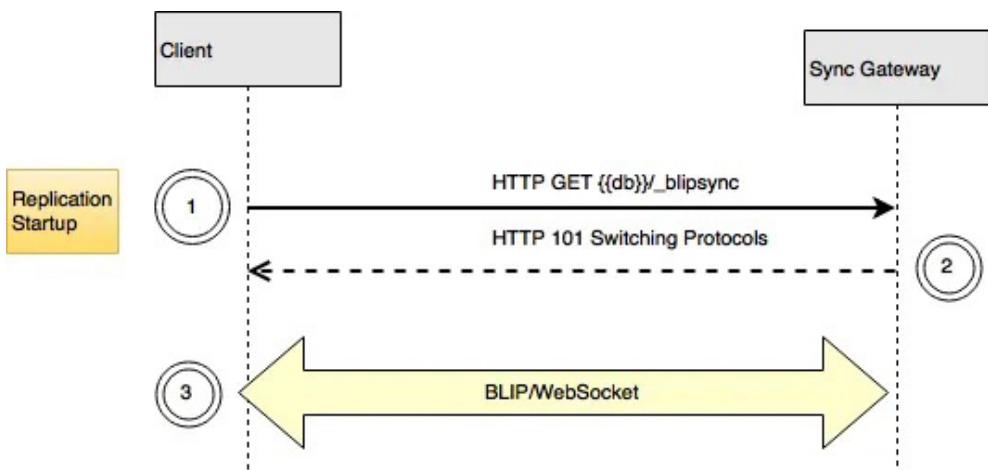


図 23.2: レプリケーション接続確立プロセス

(図は、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couchbase Mobile 2.0 より引用)

1. クライアントは HTTP プロトコルを用いて、サーバーに WebSocket ハンドシェイク要求を送信し、WebSocket に切り替えようとしていることを伝えます。
2. サーバーは、プロトコルの切り替えに同意したことをして応答します。
3. WebSocket によるハンドシェイクが行われると、HTTP の使用が停止され、すべての通信は WebSocket のメッセージになります。

ひとつのソケットで、プッシュレプリケーションとプルレプリケーションの両方を同時にサポートできます。

チェックポイント確認

接続の確立に続いて、チェックポイントが確認されます。これはプッシュとプルのいずれの場合でも同様です。

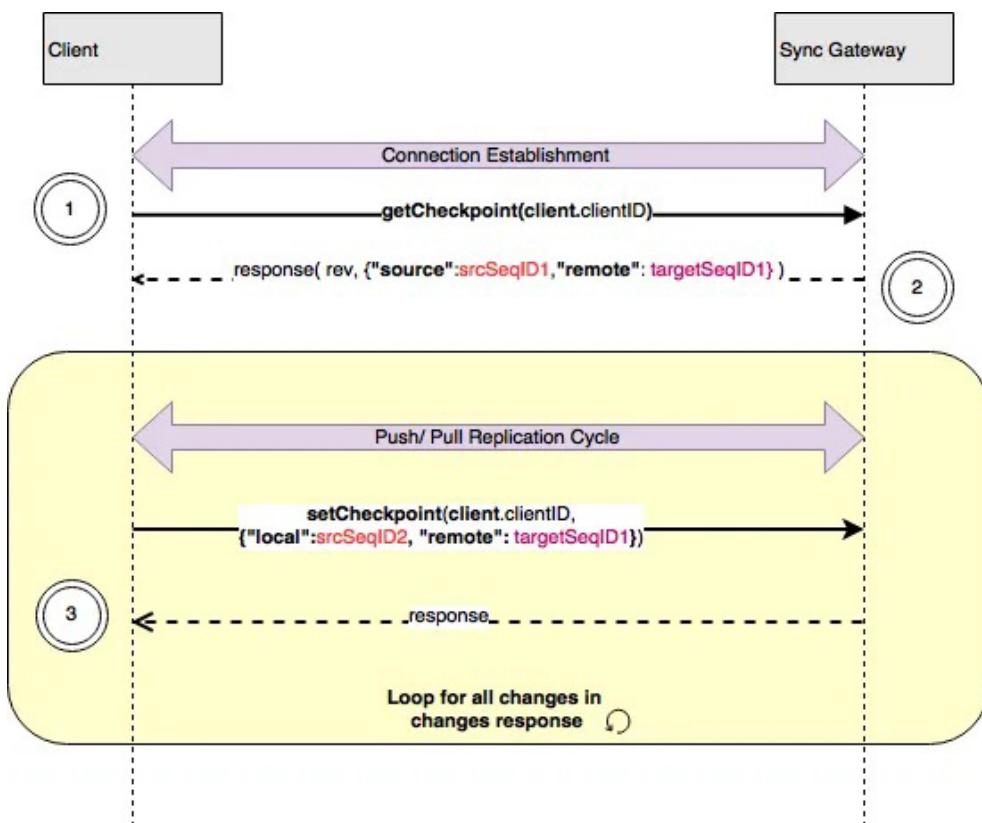


図 23.3: チェックポイント確認プロセス

(図は、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couchbase Mobile 2.0 より引用)

1. クライアントからサーバーに対して `getCheckpoint` メッセージを送信します。こ

のリクエストにはクライアントを識別するクライアント ID が含まれます。

2. サーバーから、`getCheckpoint` 要求への応答が返されます。この応答には、リクエストしたクライアントに対して、サーバー側で最後に記録されたチェックポイントが含まれます。
3. クライアントは定期的に `setCheckpoint` メッセージを送信し、チェックポイントを記録します。

プッシュレプリケーション

プッシュレプリケーションでは、ローカルデータベースにおける一連の変更が、クライアントからサーバーに送信されます。

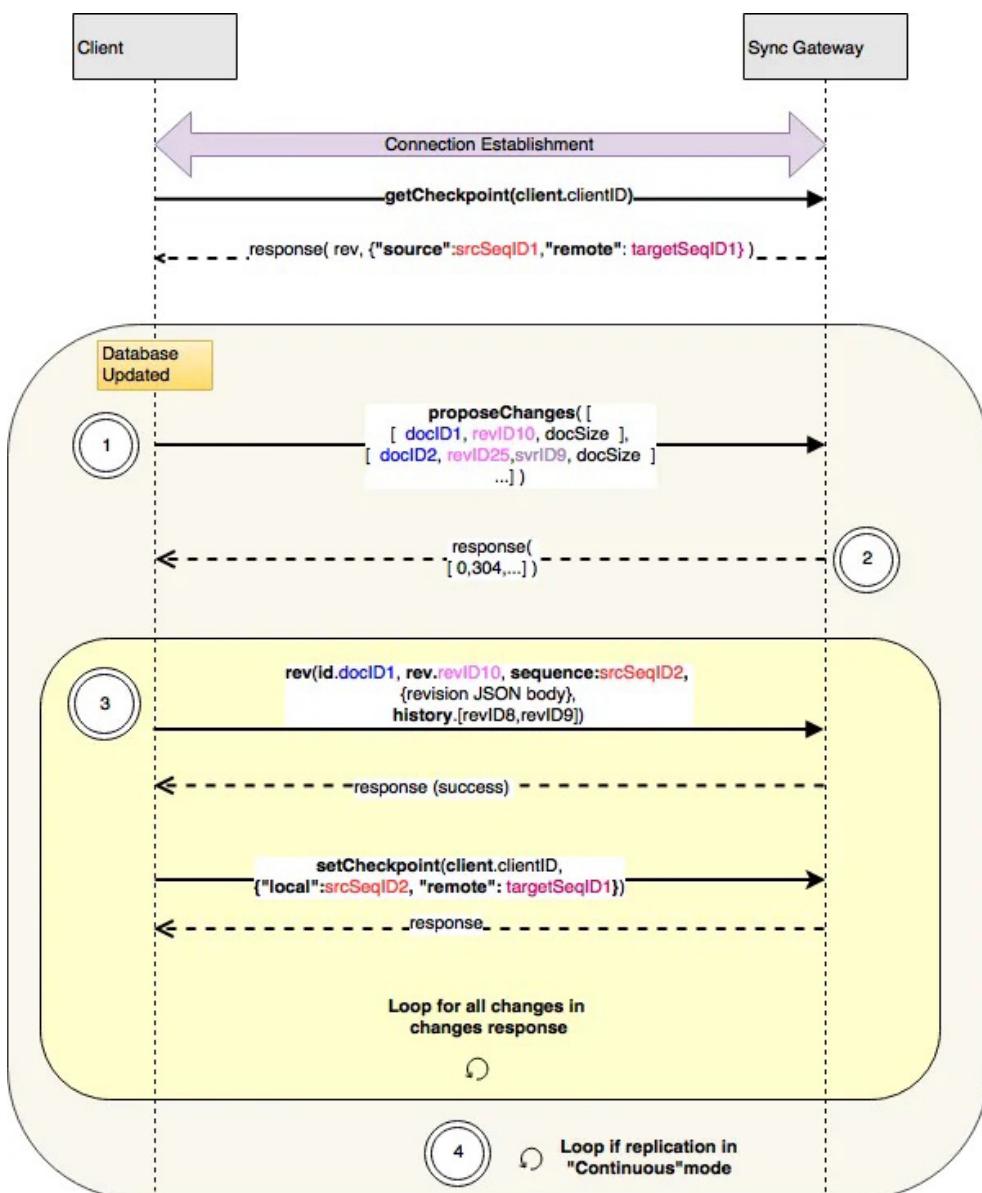


図 23.4: プッシュレプリケーションプロセス

(図は、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couchbase Mobile 2.0^{*5}より引用)

^{*5} <https://blog.couchbase.com/data-replication-couchbase-mobile/>

1. クライアントは、ローカルシーケンス ID 以降のローカルデータベースへの変更を検出すると、変更後のリビジョンに対応する `change` オブジェクトの配列を含む `proposeChanges` メッセージをサーバーに送信します。これには、トゥームストーンリビジョン（ドキュメント削除情報）も含まれます。
2. `proposeChanges` リクエストに対するサーバーの応答には、ステータスコードの配列を含む JSON オブジェクトが含まれます。配列の各要素は、`proposeChanges` リクエストで指定されたリビジョン ID に対応します。このステータスによって、そのリビジョンの状態（競合が発生しているかどうか等）が判別されます。
3. クライアントは、要求されたリビジョンごとに `rev` メッセージを送信します。`rev` メッセージの本文には JSON 形式のドキュメントが含まれ、ヘッダーには関連するメタデータが含まれます。
4. すべての `rev` メッセージが送信された後、継続的レプリケーションでは、クライアントのレプリケーターはローカルデータベースが変更されるのを待ち、はじめのステップに戻ります。ワンショットレプリケーションでは、接続が切断され、レプリケーションが終了します。

プルレプリケーション

プルレプリケーションでは、クライアントからのプルリクエストに応答して、リモートデータベースにおける一連の変更が、サーバーからクライアントへ送信されます。

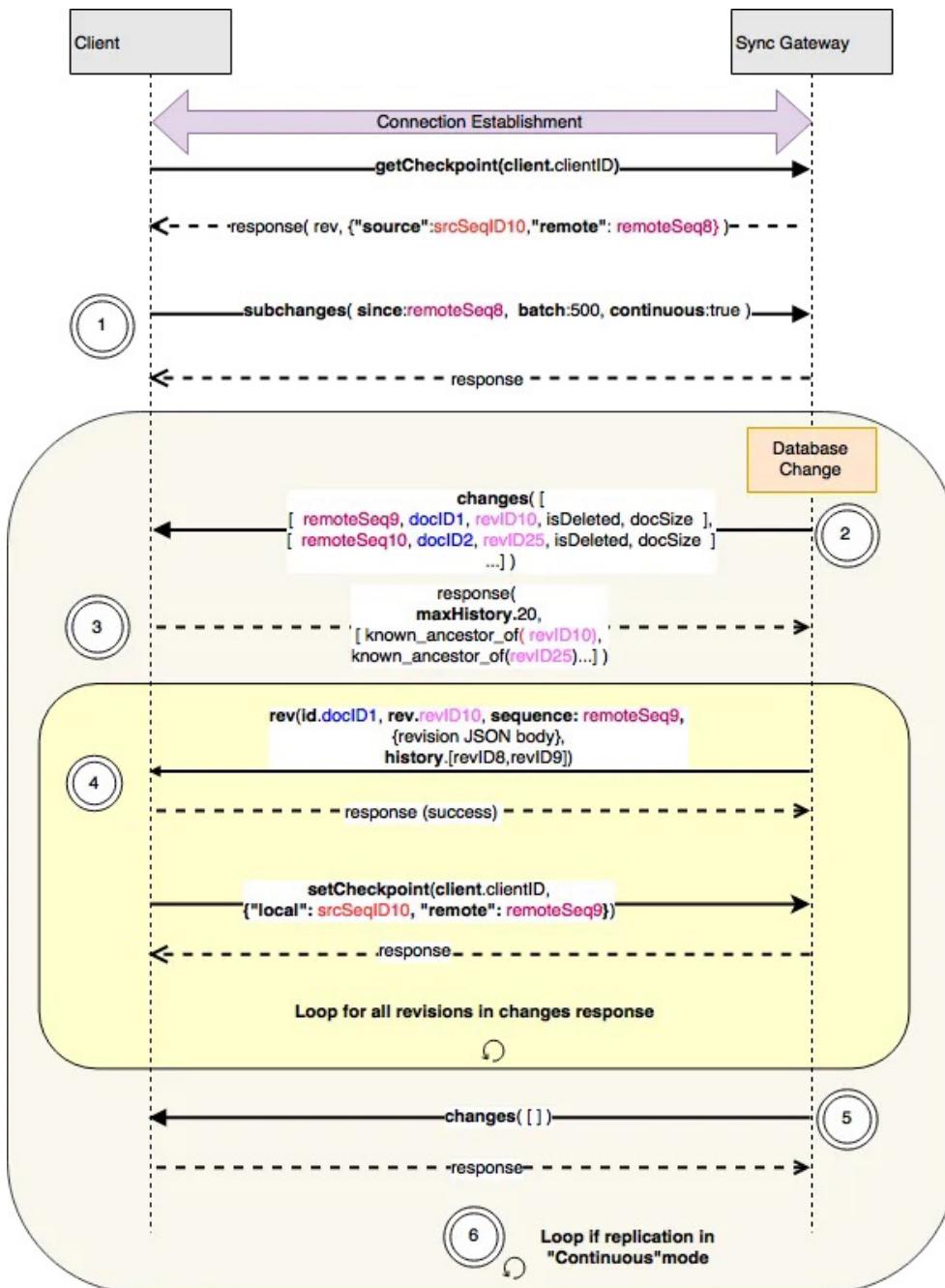


図 23.5: プルレプリケーションプロセス

(図は、Couchbase Blog: Introducing the New Data Replication Protocol in Couch-

base Mobile 2.0 より引用)

1. クライアントは、`subchanges` メッセージをサーバーに送信します。`subchanges` メッセージには、継続的レプリケーションかどうか等のレプリケーションを開始するにあたって必要な基本的な情報が含まれています。
2. サーバーは、変更された現在の各リビジョンに対応する `change` オブジェクトの配列 `changes` を含むメッセージをクライアントに送信します。
3. クライアントは、受け取った変更のリストに対して、どの変更に関心があるか(要求するリビジョンのリスト)を応答します。その際、クライアントが受け入れることのできる履歴の最大サイズ(`maxHistory`)も伝達します。
4. サーバーは、要求されたリビジョンごとに `rev` メッセージを送信します。`rev` メッセージの本文には JSON 形式のドキュメントが含まれ、ヘッダーには関連するメタデータが含まれます。
5. 変更の送信が完了すると、サーバーは空の `changes` メッセージを送信して、送信する変更がこれ以上ないことを示します。
6. すべての変更が送信された後、継続的レプリケーションでは、サーバーが変更を待機している間、接続は開いたままになり、ステップ 2 に戻ります。ワンショットレプリケーションでは、接続が切断されレプリケーションが終了します。

手順 2~4 は、クライアントとサーバーの役割が入れ替わっているだけで、プッシュレプリケーションの手順 1~3 と同じです。このように、Couchbase Mobile の WebSocket レプリケーションプロトコルは、クライアントとサーバーとで完全に異なるコードを必要とする HTTP ベースの API とは異なり、対称的であるといえます。

第 24 章

Couchbase Mobile 競合解決

24.1 概要

Couchbase Mobile では、自動競合解決機能が提供されています。競合が検出されるとデフォルトの競合解決ロジックが呼び出されます。システムが競合を自動的に処理するため、開発者が競合に対処することは必須ではありません。一方、開発者は要件に応じて、独自の競合解決ロジックを実装することもできます。

この章では、最初に競合が発生するシナリオを整理します。そして、それぞれのシナリオにおけるデフォルトの自動競合解決ロジックと、カスタム競合解決ロジックの実装方法およびその典型的な設計について解説します。

なお、本章の記述は Couchbase Blog: Document Conflicts & Resolution in Couchbase Mobile 2.0^{*1}を参考にしています。^{*2}

24.2 競合発生シナリオ

同じドキュメントに対して、複数のクライアントから「同時」に更新が行われる場合、競合が発生します。ここで「同時」とは、「前のレプリケーションから次のレプリケーションまでの間」に対応します。たとえば、クライアントが一定期間オフラインになった後に、再度オンラインに復帰した場合には、オフライン期間中にそのクライアントによって行われた変更は、その間に他のすべてのクライアントによって行われた変更と実質的に「同時」に行われたものとみなされます。

^{*1} <https://blog.couchbase.com/document-conflicts-couchbase-mobile/>

^{*2} 説明にあたって、ソフトウェア内部の挙動など適宜簡略化している部分があります。厳密な内容については参照源にあたってください。

Couchbase Lite での競合検出

Couchbase Lite での競合検出には、データベース更新時とプルレプリケーション時のふたつがあります。

たとえば、ドキュメントをローカルデータベースから取得し、変更を加えた上で保存する前に、そのドキュメントが、プルレプリケーションによってリモートデータベースの変更を反映して更新されていた場合、ドキュメントをローカルデータベースに保存しようとしたタイミングで競合が検知されます。

次の図は、そのシナリオを示しています。

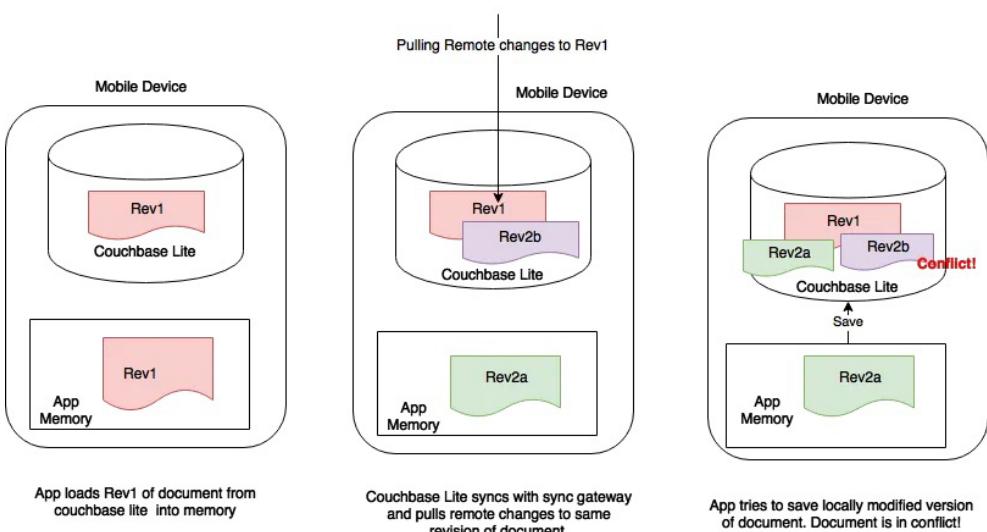


図 24.1: データベース更新時の競合発生シナリオ

(図は、Couchbase Blog: Document Conflicts & Resolution in Couchbase Mobile 2.0^{*3} より引用)

また、ローカルデータベースのドキュメントを更新した後に、リモートデータベースで同じドキュメントへ行われていた変更がプルレプリケーションによって反映される場合は、レプリケーションプロセスの中で競合が検知されることになります。

*3 <https://blog.couchbase.com/document-conflicts-couchbase-mobile/>

Sync Gateway での競合検出

Sync Gateway での競合検出は、プッシュレプリケーション時に行われます。

複数のクライアントが、同じドキュメントに対して、それぞれ変更を加え、その変更がリモートデータベースに対して「同時」にプッシュされる場合、Sync Gateway 側で競合が検知されます。

次の図は、そのシナリオを示しています。

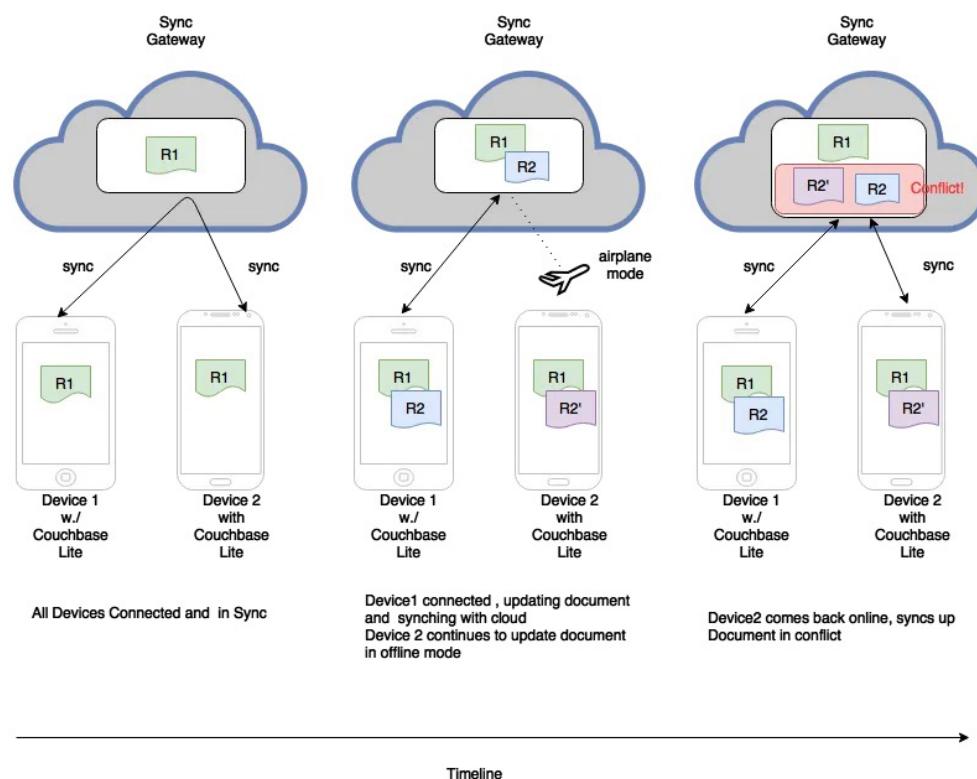


図 24.2: プッシュレプリケーション時の競合発生シナリオ

(図は、Couchbase Blog: Document Conflicts & Resolution in Couchbase Mobile 2.0^{*4} より引用)

*4 <https://blog.couchbase.com/document-conflicts-couchbase-mobile/>

24.3 データベース更新時の競合解決

デフォルトポリシー

Couchbase Lite データベースに対してドキュメントの保存を行う場合、データベース中のドキュメントと競合が発生していたとしても、基本的には最後の書き込みが常に勝ちます。つまり、ドキュメントを読みとってから更新するまでの間にプルレプリケーションによって行われたドキュメントの変更はすべて上書きされます。これは、データベース内のドキュメントが削除されている場合であっても同様です。つまり、結果として、削除されたドキュメントは復活することになります。

ドキュメント新規作成時の考慮点

デフォルトの競合解決ポリシーでは、最後の書き込みが常に優先されます。これは、ドキュメントの新規作成を意図した操作であっても、データベースにすでに同じドキュメント ID を持つドキュメントが存在していた場合、既存のドキュメントの更新となることを意味します。

新規ドキュメント作成時には、本来競合は発生しないはずです。一方で、ドキュメント ID の生成方法次第によって、別の場所で作成された同じ ID を持つドキュメントがローカルデータベースに同期される、という可能性が存在し得ます。

ドキュメント ID 設計上、このような状況を避けることができない場合には、新規ドキュメントの作成が意図せずに既存ドキュメントの更新となってしまわないように、カスタム競合解決を用いて、ドキュメント ID を変更して保存するといった対応を行う必要が生じます。

ConcurrentControl オプションによるカスタム競合解決

多くの場合、「最後の書き込みが常に勝つ」というデフォルトのポリシーで十分だと考えられますが、ドキュメント保存時の動作をカスタマイズする方法が提供されています。

その方法のひとつは、ドキュメントの保存を実行する際に競合が発生していることを検知できるようにすることです。具体的には、ドキュメントの保存実行時のオプションパラメーターである `ConcurrentControl` 引数に、`failOnConflict` を指定します（デフォルトは、`lastWriteWins` が指定された状態）。この引数指定による `save` メソッドコールの戻り値が `false` であった場合、ドキュメントの保存が競合発生の結果として失敗したこと示します。

この機能を利用して、競合発生によりドキュメントの保存が失敗した場合には、現在保

存されているドキュメントを取得し、要件に応じたロジックに基づき変更を加えた上で、再度ドキュメントを保存する等の処理を実装することによって、競合解決ロジックをカスタマイズすることができます。

ただし、この方法によって競合の発生を検知した後に再度ドキュメントを保存する場合、再度競合状態が発生している可能性があることに注意を払う必要があります。この問題への典型的な解決策は、再試行のためのループを導入することです。

なお、ドキュメントの保存だけではなく削除の場合 (`delete` メソッド) にも、`ConcurrentControl` 引数を用いることができます。

`ConcurrentControl` オプションを用いた実装について、Couchbase Blog: Document Conflicts & Resolution in Couchbase Mobile 2.0^{*5}に、様々なパターンのプログラミング例が紹介されています。

ConflictHandler ブロックによるカスタム競合解決

ドキュメント保存時にカスタム競合解決を実装する別の方法として、`ConflictHandler` ブロックを指定する方法が提供されています。以下、その利用例を見ていきます。

競合をどのように処理するかは、アプリケーションの仕様によって異なります。ひとつ的方法として、競合が発生しているドキュメントをマージすることが考えられます。以下は、`ConflictHandler` ブロックを使って、競合が発生しているドキュメントをマージする例です。

```
database.save(
    mutableDocument,
    (newDoc, curDoc) -> {
        if (curDoc == null) { return false; }
        Map<String, Object> dataMap = curDoc.toMap();
        dataMap.putAll(newDoc.toMap());
        newDoc.setData(dataMap);
        return true;
    });
}
```

マージをどのように処理するかはアプリケーションの仕様によって異なりますが、この例では、保存されているドキュメントに新しいドキュメントのプロパティーを上書きしています。現在保存されているドキュメントの内容と新たに保存しようとしているドキュメントの内容とを比較した上で、その結果に応じた処理を行うこともできます。

あるいは、競合発生時においてローカルの更新よりもリモートの更新を優先する場合

^{*5} <https://blog.couchbase.com/document-conflicts-couchbase-mobile/>

は、単にそのドキュメントの保存をスキップすることも考えられます。

24.4 プッシュレプリケーション時の競合解決

デフォルトポリシー

プッシュレプリケーション中に、競合を引き起こす更新のリクエストが行われた場合、Sync Gateway はこのリクエストを拒否して HTTP 409 エラーを返します。これによって、Couchbase Server データベース上に競合するリビジョンがないことが保証されます。

Sync Gateway から、409 エラーが返された場合、レプリケーターは、それをログに記録する以外に何も行いません。拒否されたリクエストに内在している競合は、プルレプリケーション中にクライアント側で処理されます。

■コラム: Sync Gateway のカスタム競合解決

エンタープライズエディションでは、Sync Gateway にカスタム競合解決ロジックを実装することが可能になっています。これは、構成プロパティー `custom_conflict_resolver` に、JavaScript 関数を定義することによって行われます。ドキュメント^{*6}にその定義例が紹介されています。

24.5 プルレプリケーション時の競合解決

デフォルトポリシー

プルレプリケーション中に競合が検出された場合、競合は次の基準により解決されます。

- 更新が削除である場合、常に勝ちます。
- 最新のリビジョン/最新の変更が勝ちます。^{*7}

このように、レプリケーションにおける競合はプルレプリケーション時に Couchbase Lite 側で解決されます。このことは、レプリケーターをプッシュレプリケーション専用に

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/glossary.html#custom-conflict-resolver>

^{*7} ここでは、ソフトウェア内部におけるデータ管理仕様の詳細に立ち入らず簡潔な記述に留めていますが、興味がある場合は、より具体的な内容について本章解説の参照源として紹介した Couchbase Blog: Document Conflicts & Resolution in Couchbase Mobile 2.0 を参照することができます。

構成した場合、競合状態が解決される機会がなく、ローカルデータとリモートデータの間に差異が存続し続ける可能性があることを意味します。したがって、このような競合が発生するユースケースでは、プッシュアンドプルレプリケーションを行うことが必要になります。

ConflictResolverによるカスタム競合解決

Couchbase Lite のレプリケーターに対して、カスタム競合解決を実装するための ConflictResolver^{*8} インターフェイスが提供されています。

利用する場合には、`resolve` メソッドを実装したクラスを、レプリケーター構成オブジェクトに登録します。ConflictResolver を設定しない場合には、デフォルトの競合解決が適用されます。

```
ReplicatorConfiguration config = new ReplicatorConfiguration(database, target);
config.setConflictResolver(new LocalWinConflictResolver());

Replicator replication = new Replicator(config);
replication.start();
```

以下に、カスタム競合レゾルバーの実装例を紹介します。

まず以下のように、マージされた新しいドキュメントを返す実装が可能です。

```
class MergeConflictResolver implements ConflictResolver {
    public Document resolve(Conflict conflict) {
        Map<String, Object> merge = conflict.getLocalDocument().toMap();
        merge.putAll(conflict.getRemoteDocument().toMap());
        return new MutableDocument(conflict.getDocumentId(), merge);
    }
}
```

以下は、競合発生時に、常にリモートドキュメントを採用する例です。

```
class RemoteWinConflictResolver implements ConflictResolver {
    public Document resolve(Conflict conflict) {
```

^{*8} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/2.6/java.html#conflict-resolver>

```
        return conflict.getRemoteDocument();
    }
}
```

以下は、競合発生時に、常にローカルドキュメントを採用する例です。

```
class LocalWinConflictResolver implements ConflictResolver {
    public Document resolve(Conflict conflict) {
        return conflict.getLocalDocument();
    }
}
```

第 25 章

Couchbase Mobile 設計パターン

Couchbase Mobile を使ったアプリケーションの設計パターンをカテゴリー毎に紹介します。

本章の記述は、Couchbase Blog: Best Practices For Using Couchbase Mobile : Part 1^{*1}と Best Practices and Patterns with Couchbase Mobile - Part 2^{*2}を参考にしています。

25.1 ユーザーエクスペリエンス向上

データ更新の優先順位制御

アプリを利用開始時、最低限必要なデータセットを優先的にサーバーから同期することができれば、ユーザーは残りのデータが同期されるのを待たずに操作に取り掛かることができます。

このように、アプリがサーバーから受信する情報を優先順位によって制御することによって、ユーザーエクスペリエンスを向上させることができます。

Sync Gateway では、チャネルを使用してドキュメントを分類しますが、この際、優先度に基づいてドキュメントを分類し、チャネル毎に同期の方法を変えることによって、ドキュメントを同期する優先順位を制御することができます。

たとえば、起動時にチャネルフィルターを指定して優先度の高いチャネルのワンショットプルレプリケーションを実行します。そして、優先順位の高いドキュメントのレプリケーションが完了した後に、残りのチャネルのためのレプリケーションを開始します。

また、優先度の高いチャネルを継続的レプリケーションにより最新の状態に保ちなが

^{*1} <https://blog.couchbase.com/best-practices-common-patterns-couchbase-mobile-part1/>

^{*2} <https://blog.couchbase.com/best-practices-couchbase-mobile-database-sync-part2/>

ら、それ以外のチャネルについては、オンデマンドでワンショットレプリケーションを実行することも考えられます。

バックグラウンドでのデータ更新

ユーザーが、アプリをアクティブに（フォアグラウンドで）使用していない間に、バックグラウンドでアプリのデータを最新の状態に保つことで、ユーザーがアプリ利用を開始した際に、データ更新を待つ時間を短縮することができます。

このように、レプリケーションの実行タイミングを制御することによって、ユーザーエクスペリエンスを向上させることができます。

アプリがバックグラウンドにプッシュされると、Couchbase Lite のレプリケーションはオフラインモードに移行します。

モバイルアプリのバックグラウンドサポートは、プラットフォームによって異なります。

たとえば、Android では、Work Manager^{*3}を使用して、ワンショットレプリケーションをスケジュールし、バックグラウンドで非同期に実行することができます。

iOS では、「App のバックグラウンド更新」を活用することが考えられます。

また、サーバー側のデータ更新をトリガーにしてレプリケーションを実行するために、Android では Firebase Cloud Messaging(FCM)^{*4}を、iOS では Apple Push Notification Service(APNS)^{*5}を使用することも考えられます。

25.2 同期データの最適化

ローカルデータと同期データの分離

モバイルアプリで利用するデータの必ずしも全てをリモートデータベースと同期する必要があるわけではなく、ローカルでのみ利用するデータが存在する場合があります。

ひとつのアプリ内で、複数の Couchbase Lite データベースインスタンスを使うことができます。

リモートと同期する必要のないデータのためにローカルデータ専用のインスタンスを利用することが考えられます。このローカル専用データベースには、データ同期のためのレプリケーターを構成しません。

また、リモートと同期を行う場合であっても、ローカルでのみ作成および更新するデータ

^{*3} <https://developer.android.com/topic/libraries/architecture/workmanager>

^{*4} <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging>

^{*5} <https://developer.apple.com/documentation/usernotifications>

タセットと、リモートでのみ作成・更新するデータセットに対して、別のデータベースインスタンスを利用し、それぞれプッシュ専用レプリケーター、プル専用レプリケーターを用いることも考えられます。

ただし、Couchbase Lite ではデータベースインスタンスを跨ぐ結合クエリを実行することができないため、同期対象データとローカル専用データ間で結合クエリを実行する要件がある場合には、別の方針を検討する必要があります。

データ同期対象のフィルタリング

データ同期の必要性有無に応じて別々のデータベースインスタンスを利用することは簡単な方法ですが、データを同期するタイミングを細かく制御したい場合があります。また、ローカル専用データと同期対象データとの間で結合クエリを利用する必要がある場合には、ひとつのデータベースインスタンス内で、データ同期の対象を制御します。

レプリケーターにフィルターを設定して、サーバーにプッシュされるドキュメントを決定することができます。この機能を利用して、いつどのドキュメントをサーバーに同期するかを制御できます。

フィルターでは、ドキュメントのプロパティを検査して、ドキュメントを同期するかどうかを判断します。ドキュメントの変更があるたびに、レプリケーターによってフィルター機能が適用され、フィルターの基準が満たされた場合にのみドキュメントが同期されます。このフィルターを、以下のようなデータモデリングと組み合わせて利用することができます。

たとえば、ドキュメントをモデル化する際に、「ステータス」プロパティを設けます。アプリケーションは、このステータスプロパティの値を操作することによって、そのドキュメントを同期するタイミングを制御することができます。

あるいは、「スコープ」プロパティを設け、リモートデータベースと同期する必要のないドキュメントでは、その値を「ローカル」に設定し、ドキュメントを同期しないことを示すことができます。この場合、インスタンスレベルで分割するパターンと異なり、ドキュメント間の結合を行うことができます。

プレビルドデータベース

アプリが利用するデータには、インストール時から変わらないデータもあれば、アプリの利用時期によってアップデートしなければならないデータも存在する場合があります。さらに、そのアプリが使い始められるタイミングがエンドユーザーに委ねられているよう

な場合、それらの区分が難しい場合があります。

Couchbase Lite では、あらかじめデータ登録済みのデータベース（プレビルドデータベース）をアプリケーションに同梱（バンドル）することができます。

アプリケーションを初めて利用する際に、サーバーから全てのデータをダウンロードするかわりに、プレビルドデータベースを利用する考えられます。プレビルドデータベースを使うことによって、このような初回データロードを省略、あるいは必要な範囲にのみ限定することができます。

最新化しなければならないデータの範囲があらかじめ明確に区別されていない場合であっても、プルレプリケーション実行により、リモートで更新されたデータのみが同期されます。そのため、リリース時からの更新差分について外部的に管理する必要はありません。

■コラム：デルタ同期

エンタープライズエディションでは、データ同期時にドキュメント内の変更があった部分のみを送信することのできるデルタ同期機能が提供されています。

エンタープライズエディションユーザーは、この機能を利用して、同期データサイズの最適化を行うことが可能です。

25.3 ローカルデータの最適化

同期済みデータのページ

ローカルデータベースの肥大化を回避するために、またはコンプライアンス上の理由から、サーバーに同期された後にローカルデータベースからドキュメントを削除することが必要な場合があります。

Couchbase Lite は、ドキュメントの同期ステータスについて通知を受けることができる、イベント処理をサポートしています。この機能を利用して、ドキュメントの同期ステータスに応じて、適切な処理を実行することができます。

たとえば、ドキュメントがリモートデータベースに対してプッシュされたことを示す`nPushed` イベント受信時に、そのドキュメントをページする処理を実装することが考えられます。

ページされたドキュメントの状態は、削除されたドキュメントとは異なり、リモート

データベースに同期されません。そのため、リモートデータベースにのみドキュメントが格納されている状態になります。

ドキュメント有効期限

サーバー上で作成されたドキュメントには有効期限、つまりドキュメントがデータベース上に存続する期間である TTL(Time To Live) が設定されている場合があります。

ネットワーク接続環境下で継続的に同期が行われている場合、リモートデータベースのドキュメントの状態がクライアント側に同期されるため、サーバー側で有効期限が切れて削除されたドキュメントは、いずれクライアント側でも削除されることになります。

ただし、クライアントがオフライン環境化で利用されることが予想され、そのような場合にも有効期限切れのドキュメントをタイムリーにクライアントから削除することが重要である場合があります。

Couchbase Lite は、リモートデータベース上のドキュメントの TTL とは別に、ドキュメントに有効期限を設定する機能をサポートしています。この機能を利用して、サーバーへの接続状態に関係なく、Couchbase Lite 上のドキュメントを期限切れにすることができます。Couchbase Lite で設定したドキュメントの有効期限が切れると、そのドキュメントは Couchbase Lite から自動的に削除されます。

Couchbase Lite で作成されたドキュメントについては、作成時に有効期限設定することができます。一方、サーバーから同期されたドキュメントに対して有効期限を設定したい場合には、イベント処理を活用することができます。

具体的には、ドキュメントの Pull イベント受信時に、同期されたドキュメントに TTL を設定します。この TTL には、サーバーとクライアントとで同じ値を使うことも、あるいは要件に応じて別の値を使うこともできます。

第 26 章

Couchbase Mobile 環境構築

Couchbase Mobile 環境構築の概要を記します。

26.1 Sync Gateway インストール

はじめに、Sync Gateway のインストール (Install Sync Gateway^{*1}) について説明します。

入手方法

各種 Linux 系 OS や、Windows、macOS 用の SyncGateway を Couchbase のサイト^{*2} からダウンロードできます。コミュニティーエディションとエンタープライズエディションの両方をここから入手可能です。

サポートされる OS の詳細については、ドキュメント (Supported Operating Systems^{*3}) を参照ください。

インストール

Red Hat/CentOS の場合は、RPM(Red Hat Package Manager) を使って、以下のようにインストールできます。

```
$ rpm -i couchbase-sync-gateway-community_3.0.0_x86_64.rpm
```

^{*1} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/get-started-install.html>

^{*2} <https://www.couchbase.com/downloads#extend-with-mobile>

^{*3} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/get-started-prepare.html#supported-operating-systems>

Ubuntu と Debian については、`dpkg` コマンドを使って、以下のようにインストールします。

```
$ dpkg -i couchbase-sync-gateway-community_3.0.0_x86_64.deb
```

macOS の場合、ダウンロードしたファイルを解凍して利用します。ドキュメントの記載は、`/opt` ディレクトリーに解凍して利用することを想定したものになっています。

```
$ sudo unzip couchbase-sync-gateway-community_3.0.0_x86_64.zip -d /opt
```

Windows では、インストーラーを用いてインストールします。Windoes へのインストールの詳細については、ドキュメント (Install for Windows^{*4}) を参照ください。この後の記載では、Windows についての説明は省略します。

インストールロケーション

デフォルトの Sync Gateway インストールでは、次のロケーションが使用されます。

| コンテナツ | ロケーション |
|--------------|---|
| バイナリ | <code>/opt/couchbase-sync-gateway/bin/</code> |
| サンプル構成ファイル | <code>/opt/couchbase-sync-gateway/examples/</code> |
| スクリプト | <code>/opt/couchbase-sync-gateway/service/</code> |
| サービス (Mac) | <code><LIBRARY_ROOT>/com.couchbase.mobile.sync_gateway.plist</code> |
| サービス (Linux) | <code><LIBRARY_ROOT>/sync_gateway.service</code> |

`<LIBRARY_ROOT>`は、macOS の場合/`Library/LaunchDaemons`、Linux の場合/`/lib/systemd/system` または、`/usr/lib/systemd/system`です。

また、構成ファイルとログファイルのデフォルトのロケーションは、以下の通りです。

- 構成ファイル: `<HOME_ROOT>/sync_gateway/`
- ログファイル: `<HOME_ROOT>/sync_gateway/logs/`

^{*4} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/get-started-install.html#install-for-windows>

<HOME_ROOT>は、macOS の場合/Users、Linux の場合/home です。

26.2 Sync Gateway 実行

Sync Gateway は、サービスとして実行することも、コマンドラインから直接実行することもできます。

コマンドライン実行

インストールディレクトリーに解凍されたバイナリファイル (sync_gateway) に対して、実行時引数としてブートストラップ構成ファイルのパスを指定して実行することができます。

特定のシャットダウン手順はなく、SIGINT シグナル (Ctrl+C) を使用して安全に停止することができます。

コマンドライン実行時のコマンドラインオプションの詳細については、ドキュメント (Using the Command Line^{*5}) を参照ください。

サービス実行

Linux 環境で、systemd を利用する場合のサービスの開始と停止は以下のようになります。

```
$ systemctl start sync_gateway  
$ systemctl stop sync_gateway
```

Linux 環境で、init を利用している場合は、以下のようになります。

```
$ service sync_gateway start  
$ service sync_gateway stop
```

macOS でサービスとして実行するための手順についてはドキュメント^{*6}を参照ください。

^{*5} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/command-line-options.html>

^{*6} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/get-started-install.html#lbl-service>

26.3 Couchbase Server 環境

概要

Sync Gateway を含めた、Couchbase Mobile 環境を構築する際には、Couchbase Server を Sync Gateway 用にセットアップします。

クラスター構成

Couchbase Server をクラスターとしてセットアップする際には、要件に応じて、利用するサービスの有効化およびクラスター内での配置を実施します。

Sync Gateway と共に利用する Couchbase Server クラスターでは、以下のサービスが稼働している必要があります。

- Data サービス
- Index サービス
- Query サービス

バケット

Couchbase Server では、データはバケットと呼ばれる論理エンティティーに格納されます。バケットには、データをメモリーとディスクの両方に保持する Couchbase バケットと、データをメモリーにのみ保持する Ephemeral バケットとがあります。Couchbase Lite とデータ同期を行うリモートデータベースとして利用する場合には、Couchbase バケットを利用します。

Couchbase Lite と同期されるバケットには、Sync Gateway のメタデータも保存されます。

Couchbase Server ユーザー

Sync Gateway から Couchbase Server にアクセスするため、Couchbase Server ユーザーを、適切な RBAC(Role Based Access Control) の元、構成する必要があります。ユーザーは、同期対象のバケットに対する適切なアクセス権限を持っている必要があります。このユーザーは、Sync Gateway から Couchbase Server への接続に用いられます。

Sync Gateway の管理 REST API とメトリクス REST API へアクセスする際のユー

ユーザーは、Couchbase Server ユーザーです。つまり、Couchbase Server のアクセス権限管理に従います。要件に応じて、適切な権限が付与された専用のユーザーを用います。

なお、パブリック REST APIへのアクセスや、Couchbase Lite アプリケーション(レプリケーター)が Sync Gateway に接続する際に用いるユーザーは、Couchbase Server ユーザーではなく、Sync Gateway ユーザーです。これらのユーザー情報は Sync Gateway メタデータの一部という位置づけにて、Couchbase Server のバケットにドキュメントとして格納されます。

開発参考情報

Sync Gateway を利用するために必要となる Couchbase Server の構成方法の詳細については、ドキュメント (Configure Server for Sync Gateway^{*7}) を参照してください。

また、Couchbase Server のインストールや操作方法については Couchbase Server のドキュメント^{*8}を参照ください。特に、Sync Gateway の管理 REST API へアクセスするユーザーを構成する際に必要となる、Couchbase Server の RBAC(Role-Based Access Control) については、承認 (Authorization^{*9}) に関するドキュメントを参照ください。

また、Couchbase Server に関する日本語の情報として、拙著『NoSQL ドキュメント指向データベース Couchbase Server ファーストステップガイド』(インプレス R&D、2021 年) を参照いただくことができます。

26.4 コンテナ利用

Docker

Sync Gateway の Docker コンテナイメージは、Docker Hub の以下の URL で公開されています。

<https://hub.docker.com/r/couchbase/sync-gateway>

Couchbase Server のコンテナイメージも、以下に公開されています。

https://hub.docker.com/_/couchbase

次章で、Docker 環境を使って、Couchbase Server と Couchbase Server クライアント

^{*7} <https://docs.couchbase.com/sync-gateway/current/get-started-prepare.html#configure-server>

^{*8} <https://docs.couchbase.com/home/server.html>

^{*9} <https://docs.couchbase.com/server/current/learn/security/authorization-overview.html>

Web アプリケーションを含めた Couchbase Mobile の機能を体験するための環境構築と操作方法について解説します。

Kubernetes

Couchbase Server や Sync Gateway を、Kubernetes 環境で利用するための技術として、**Couchbase Autonomous Operator**^{*10}があります。Autonomous Operator は、Kubernetes および RedHat OpenShift とのネイティブ統合を提供します。

開発参考情報

Autonomous Operator を使って Sync Gateway をデプロイする方法については、ドキュメント (Connecting Sync Gateway to a Couchbase Cluster^{*11}) を参照してください。

また、Couchbase Server を Autonomous Operator を使ってデプロイする方法についても、ドキュメント (Create a Couchbase Deployment^{*12}) を参照することができます。

Kubernetes プラットフォームに Couchbase をデプロイする際のベストプラクティスと AWS EKS 環境に Couchbase Server と Sync Gateway をセットアップする手順について、Couchbase Blog: Get set to the edge with Sync Gateway^{*13}を参照することができます。

^{*10} <https://docs.couchbase.com/operator/current/overview.html>

^{*11} <https://docs.couchbase.com/operator/current/tutorial-sync-gateway.html>

^{*12} <https://docs.couchbase.com/operator/current/howto-couchbase-create.html>

^{*13} <https://blog.couchbase.com/get-set-to-the-edge-with-sync-gateway/>

第 27 章

Couchbase Mobile を体験する

27.1 はじめに

Couchbase Mobile をモバイル/エッジコンピューティングデータプラットフォームとして利用する際には、Couchbase Lite と Sync Gateway に加え、Couchbase Server を利用します。さらに、モバイルアプリケーションだけでなく、Web アプリケーションでも同じサービスを提供する場合があります。この場合、Web アプリケーションサーバーは、Couchbase Server のクライアントとして位置付けられます。

このような環境を簡単に体験することのできるチュートリアル Couchbase Mobile Workshop^{*1}が公開されています。このチュートリアルに従うことによって、Sync Gateway を用いた Couchbase Lite と Couchbase Server との同期を比較的簡単に体験することができます。また、チュートリアルの素材としてモバイルアプリケーションのみではなく Web アプリケーションも提供されており、Couchbase Server クライアントとの共存のユースケースについても確認することができます。

このチュートリアルの環境は、Docker リポジトリに公開されているセットアップ済みの Docker イメージを利用して構築することができます。また、アプリケーションのコードや設定ファイルは GitHub リポジトリで公開されています。

本章では、演習形式の実行を想定して、このチュートリアルの内容を紹介します。演習の進め方の概要としては、はじめに環境を構築して、アプリケーションを実行できるようになります。演習には、具体的な処理のプログラミングは含まれません。アプリケーションが実行できるようになったら、その処理を行っているソースコードの該当箇所と照らし合わせながら、対応するアプリの挙動を確認していきます。

チュートリアルのアプリケーションは、旅行会社のサービスを扱っており、ホテルの検索とブックマークやフライトの検索と予約を行う機能を提供します。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/tutorials/mobile-travel-tutorial/introduction.html>

なお、この Couchbase Mobile Workshop チュートリアルは、Swift 等複数のプログラミング言語に対応していますが、ここでは Android Java を用いて解説します。

また、チュートリアルでは、エンタープライズエディションが利用されています。

■コラム: エンタープライズエディション利用

Couchbase のエンタープライズエディションには、ライセンスキーとアクティベーションコードは存在しません。また試用期間も存在せず、利用規約の定める範囲で使い続けることができます。

コミュニティーエディションは、機能や利用規模に関して定められた規約 (Couchbase, Inc. Community Edition License Agreement^{*2}) に基づいて商用目的で利用することができます。規約の概要について、2021年6月に投稿された Blog: Couchbase Modifies License of Free Community Edition Package^{*3}を参照することができます。

エンタープライズエディションは、商用目的以外ないしプリプロダクションフェーズにおいて利用することができます。公式の FAQ(Couchbase Licensing and Support Frequently Asked Questions^{*4}) から、この点について触れている該当部分を引用します。^{*5}

Customers can use Enterprise Edition free-of-charge for unlimited pre-production development and testing with forum support.^{*6}

以下に翻訳を示します。

顧客はエンタープライズエディションを、プリプロダクションの開発とテストのために、制限なく、フォーラムのサポートを利用しながら、無料で使用することができます。

コミュニティーエディションユーザーと、エンタープライズエディションをサブスクリプションを購入せずに利用しているユーザーは、フォーラム^{*7}で、質問を投稿して有志からの回答を受けたり、過去の質問への回答を検索したりすることができます。

27.2 環境概要

Couchbase プロダクト

- Couchbase Server v7.0.0
- Couchbase Lite v3.0.0
- Sync Gateway v3.0.0
- Couchbase Python SDK 3.0.x

開発環境

- 最新の Android Studio
- Android エミュレーター (API レベル 22 以上)
- Android SDK 29
- Android ビルドツール 29 以上
- JDK 8 以上

実行環境

下記の 3 つの環境を Docker イメージを用いて構築します。

- Couchbase Server
- Sync Gateway
- Web/REST API Server

Couchbase Server については、サンプルデータやユーザーがセットアップ済みの環境

*² これは、「Do I need to purchase an Enterprise Edition subscription for development, QA, and pre-production usage?」という質問への回答です。

*³ 回答全文では、引用文の後に以下が続きます:For customers who require technical support during production, development, QA, pre-production testing and/or as part of a 3rd-party packaged and/or partner-provided solution, a paid subscription is required. This is inclusive of nodes and/or devices in non-production where the production usage requires an Enterprise Edition paid subscription.

*⁵ <https://www.couchbase.com/community-license-agreement04272021>

*⁶ <https://www.couchbase.com/licensing-and-support-faq>

*⁸ <https://blog.couchbase.com/couchbase-modifies-license-free-community-edition-package/>

*⁹ <https://forums.couchbase.com/>

(server-sandbox) を用います。この環境にセットアップされている内容に関心がある場合は、ドキュメント^{*8}でマニュアル設定手順を確認することができます。

27.3 環境構築

チュートリアルリポジトリ

はじめに mobile-travel-sample リポジトリを取得します。Sync Gateway の環境構築のために、このリポジトリに含まれている Sync Gateway 用の構成ファイルを利用します。

```
$ git clone -b master --depth 1 \
https://github.com/couchbaselabs/mobile-travel-sample.git
```

ローカル Docker ネットワーク

「workshop」という名前のローカル Docker ネットワークを作成します。次のコマンドを実行します。

```
$ docker network ls
$ docker network create -d bridge workshop
```

Couchbase Server

Docker イメージを取得します。

```
$ docker pull couchbase/server-sandbox:7.0.0
```

Docker コンテナを起動します。

^{*8} <https://docs.couchbase.com/tutorials/mobile-travel-tutorial/android/installation/manual.html#couchbase-server>

```
$ docker run -d --name cb-server --network workshop -p 8091-8094:8091-8094 \
-p 11210:11210 couchbase/server-sandbox:7.0.0
```

次のコマンドを使用して、「cb-server」という名前の Docker コンテナが実行されていることを確認します。

```
$ docker ps
```

Docker プロセスが開始されても、サーバーが起動するまでに数秒かかる場合があります。次のコマンドにより、Couchbase Server のログを表示できます。

```
$ docker logs cb-server
```

以下に、実行例を示します。

```
$ docker logs cb-server
Starting Couchbase Server -- Web UI available at http://<ip>:8091
and logs available in /opt/couchbase/var/lib/couchbase/logs
Configuring Couchbase Server. Please wait (~60 sec)...
Configuration completed!
Couchbase Admin UI: http://localhost:8091
Login credentials: Administrator / password
```

Couchbase Server の起動が完了するのを待って、Couchbase Server の Web 管理コンソールを開きます。URL は、次の通りです。: <http://localhost:8091>
ユーザー名を「Administrator」、パスワードを「password」としてログインします。

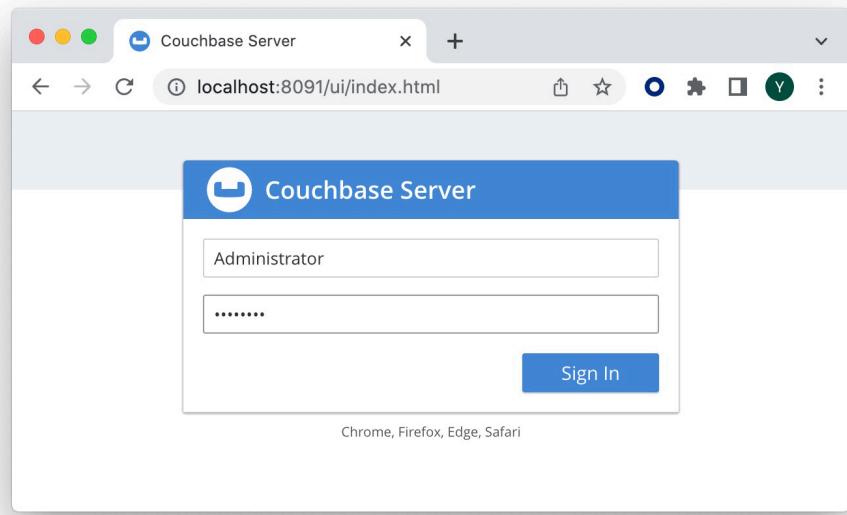


図 27.1: Couchbase Server Web 管理コンソールのログイン画面

ログイン後、サイドメニューから [Buckets] を選択し、travel-sample バケットにサンプルデータが登録されていることを確認します。

A screenshot of the "Cluster > Buckets" page in the Couchbase Server Web Management Console. The sidebar shows "Dashboard", "Servers", "Buckets" (which is selected and highlighted in blue), "Backup", "XDCR", and "Security". The main area has a search bar "filter buckets..." and a table with columns: name, items, resident, ops/sec, RAM used/quota, disk used, Documents, and Scopes & Collections. A single row is visible for "travel-sample" with the following data: 63,288 items, 0% resident, 0 ops/sec, 38MB / 200M... RAM used/quota, 76MB disk used, and links for "Documents" and "Scopes & Collections".

図 27.2: Couchbase Server Web 管理コンソールの Buckets 画面

Sync Gateway

Docker イメージを取得します。

```
$ docker pull couchbase/sync-gateway:3.0.0-enterprise
```

このチュートリアルでは、sync-gateway-config-travelsample.json という名前の構成ファイルを使用して Sync Gateway を起動します。このファイルは、mobile-travel-sample リポジトリに含まれています。

接続先を確認するため、任意のテキストエディターを使用して sync-gateway-config-travelsample.json を開きます。

Couchbase Server に接続するには、サーバーのアドレスを指定する必要があります。Couchbase Server の Docker コンテナを起動したときに--name オプションに「cb-server」を指定したこと思い出してください。

以下のように、接続先の記述が「cb-server」であることを確認します。

sync-gateway-config-travelsample.json

```
"databases": {  
    "travel-sample": {  
        "import_docs": true,  
        "bucket": "travel-sample",  
        "server": "couchbases://cb-server",
```

確認したファイルを使用して Sync Gateway を起動します。

ファイルが置かれているフォルダーから以下のコマンドを実行します。

Windows 以外のプラットフォームでの実行方法は、以下になります。

```
$ docker run -p 4984-4985:4984-4985 --network workshop --name sync-gateway -d \  
-v 'pwd'/'sync-gateway-config-travelsample.json':/etc/sync_gateway/sync_gateway.  
couchbase/sync-gateway:3.0.0-enterprise -adminInterface :4985 \  
/etc/sync_gateway/sync_gateway.json
```

Windows での実行方法は、以下になります。

```
$ docker run -p 4984-4985:4984-4985 --network workshop --name sync-gateway -d \
-v %cd%/sync-gateway-config-travelsample.json:/etc/sync_gateway/sync_gateway.j
couchbase/sync-gateway:3.0.0-enterprise -adminInterface :4985 \
/etc/sync_gateway/sync_gateway.json
```

次のコマンドを使用して、「sync-gateway」という名前の Docker コンテナが実行されていることを確認します。

```
$ docker ps
```

次のコマンドにより、Sync Gateway のログを表示できます。

```
$ docker logs sync-gateway
```

ブラウザーで次の URL にアクセスします。: <http://127.0.0.1:4984>
以下のような応答が返されることを確認します。

```
{"couchdb": "Welcome", "vendor": {"name": "Couchbase Sync Gateway", "version": "3.0"}, "version": "3.0", "language": "nodejs", "pid": 1, "port": 4984, "releases": [{"version": "3.0.0-enterprise", "url": "https://github.com/couchbaselabs/sync-gateway/releases/download/v3.0.0-enterprise/sync-gateway-3.0.0-enterprise.linux.x86_64.tar.gz"}]}
```

Web アプリケーション

Docker イメージを取得します。

```
$ docker pull connectsv/try-cb-python-v2:6.5.0-server
```

Docker コンテナを起動します。

```
$ docker run -it -p 8080:8080 --network workshop --name try-cb-python \
connectsv/try-cb-python-v2:6.5.0-server
```

コンソールに次のように出力されます。

```
Connecting to: couchbase://cb-server
couchbase://cb-server <couchbase.auth.PasswordAuthenticator object at 0x7f06d135>
* Running on http://0.0.0.0:8080/ (Press CTRL+C to quit)
```

ブラウザーで次の URL にアクセスします。: <http://127.0.0.1:8080>

Web アプリのログイン画面が表示されることを確認します。

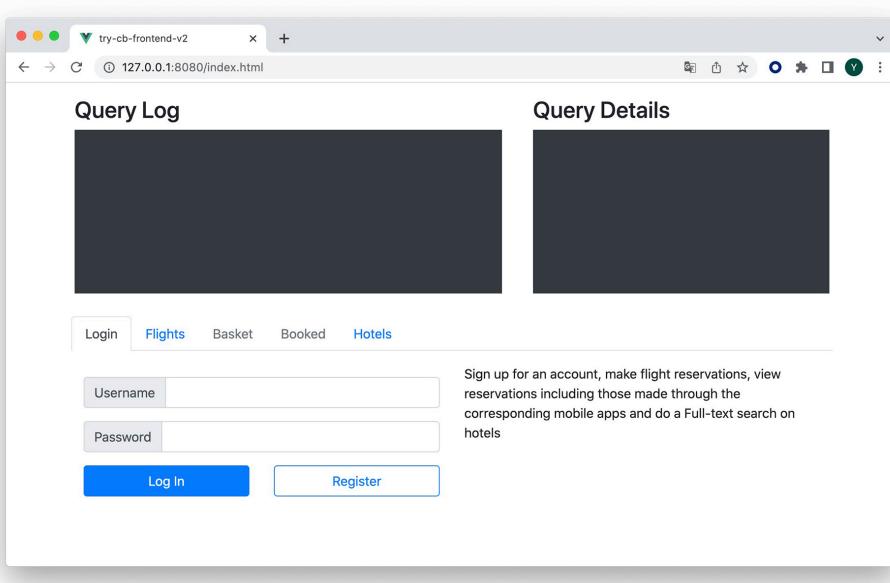


図 27.3: Web アプリのログイン画面

27.4 モバイルアプリセットアップ

プロジェクト

先に取得済みの mobile-travel-sample リポジトリに含まれる Android プロジェクトを Android Studio で開きます。build.gradle ファイルは mobile-travel-sample/android/TravelSample の下にあります。

接続先確認

com.couchbase.travelsample.util パッケージの DatabaseManager.java を開きます。

Web アプリケーションサーバーと Sync Gateway の接続先を確認します。

以下のように、Web アプリケーションサーバーと Sync Gateway の接続先が設定されていることを確認します。

DatabaseManager.java

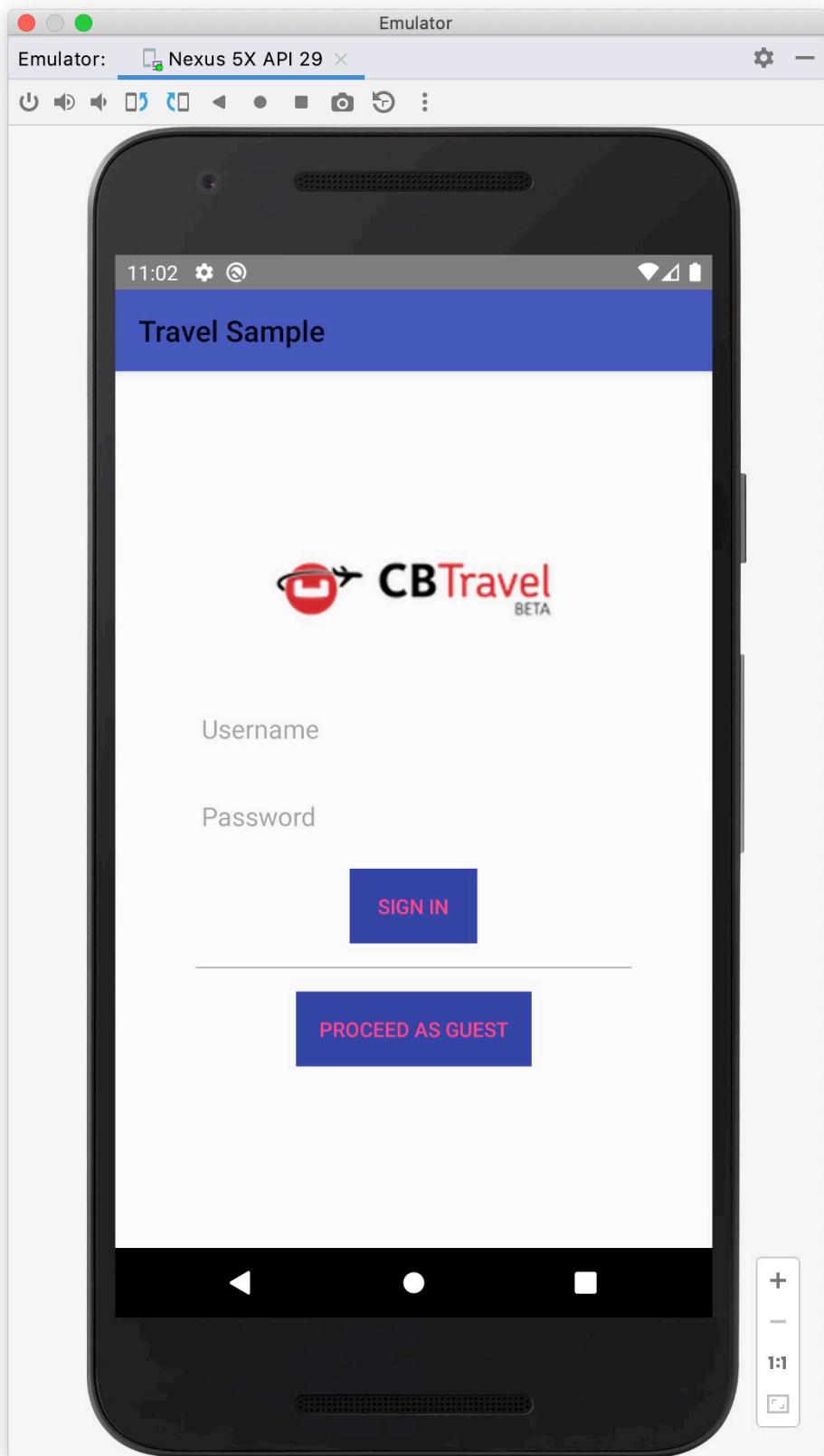
```
public class DatabaseManager {  
    // Use 10.0.2.2 if using Emulator(s)  
    public static String APPLICATION_ENDPOINT = "http://10.0.2.2:8080/api/";  
    public static String SGW_ENDPOINT = "ws://10.0.2.2:4984/travel-sample";
```

■コラム：エミュレーターからローカル環境への接続

本演習では、モバイルアプリケーションの実行確認は、エミュレーターの利用を想定しています。エミュレーターからローカルホストで稼働しているサーバーにアクセスする際には、接続先としてエミュレーターがアサインしている特別な IP アドレスを指定します。Android エミュレーターのからローカルホストへの接続に用いる IP アドレスは、「10.0.2.2」になります。

実行

プロジェクトをビルドして、Android エミュレーターを使用してアプリを実行します。モバイルアプリのログイン画面が表示されます。



これで、環境の準備が完了しました。

27.5 モバイルアプリ設計

ログインオプション

モバイルアプリのログイン画面には、次のログインオプションが表示されます。

- SIGN IN
- PROCEED AS GUEST

これらのオプションは、それぞれ次の動作モードに対応しています。

- 同期 (Sync) モード: ユーザーが入力した情報を Couchbase Server と同期します。Web アプリケーションでログインした場合も同じデータが引き継がれます。
- ゲスト (Guest) モード: ローカルデータのみを使ってアプリを操作します。

モバイルアプリ内部では、それぞれのモードに対応したデータベース、Travel Sample DB と Guest DB が用いられています。

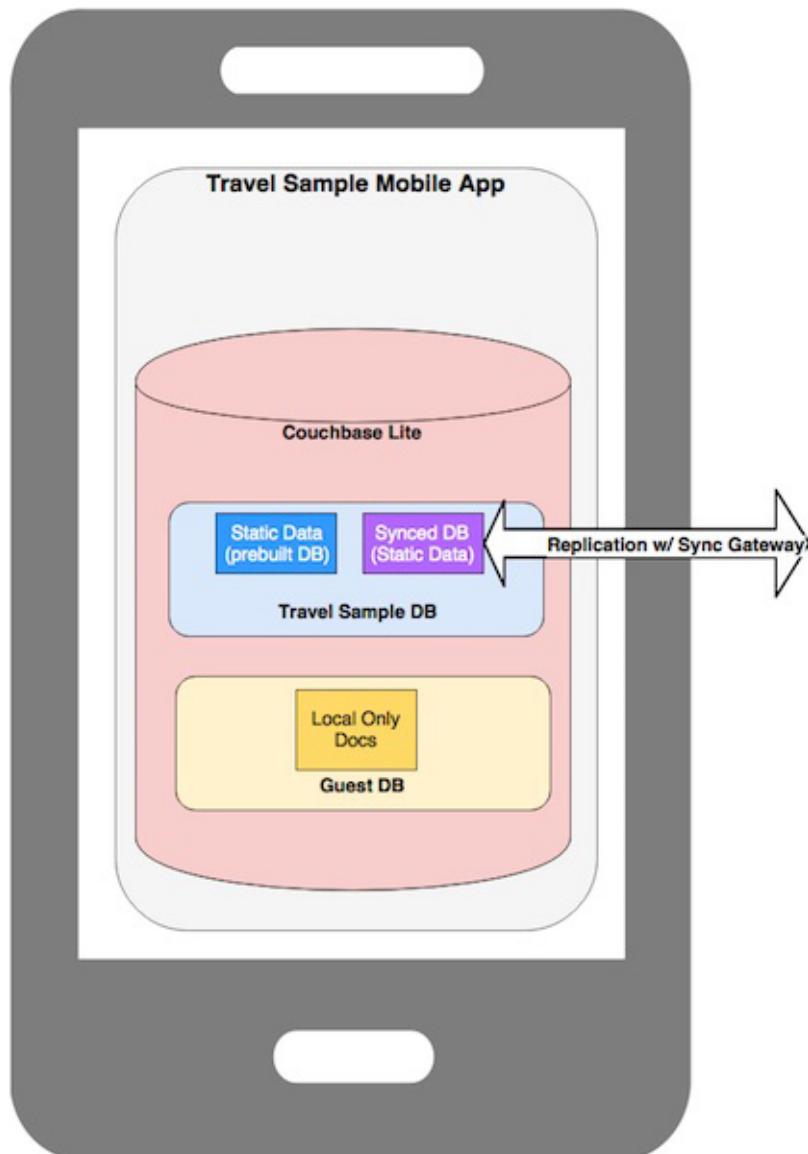


図 27.5: モバイルアプリのデータベースインスタンス概念図

(図は、Couchbase Mobile Workshop より引用)

同期モードのデータモデル

同期モードでは、モバイルアプリは、Sync Gateway および Web アプリケーションサーバーが提供する REST API を介して、Couchbase Server と通信します。同期モードで

利用されるドキュメントの種類は次の通りです。

- `user`
- `airline`
- `airport`
- `hotel`
- `route`

`user` ドキュメントは、アプリケーションで作成・更新され、Sync Gateway を介して Couchbase Server に同期されます。`user` ドキュメントには、ID、名前、パスワードのようなユーザーに関する情報の他、ユーザーが予約したフライトに関する情報も含まれます。

演習では、`user` ドキュメントを対象にしたレプリケーションの動作を確認します。

```
key: user::demo
{
  "id": "user:demo",
  "flights": [
    {
      "flight": "AF368",
      "price": 1000.10,
      ....
    }
  ],
  "username": "demo",
  "password": "jfhgdfghs7"
}
```

図 27.6: user データモデル

(図は、Couchbase Mobile Workshop より引用)

`user` 以外のドキュメントは、アプリケーションから作成・更新されることはできません。

`hotel` と `airport` ドキュメントは、プレビルドデータベースとして、モバイルアプリにあらかじめバンドルされています。演習では、これらのドキュメントを利用してクエリや全文検索機能を確認します。

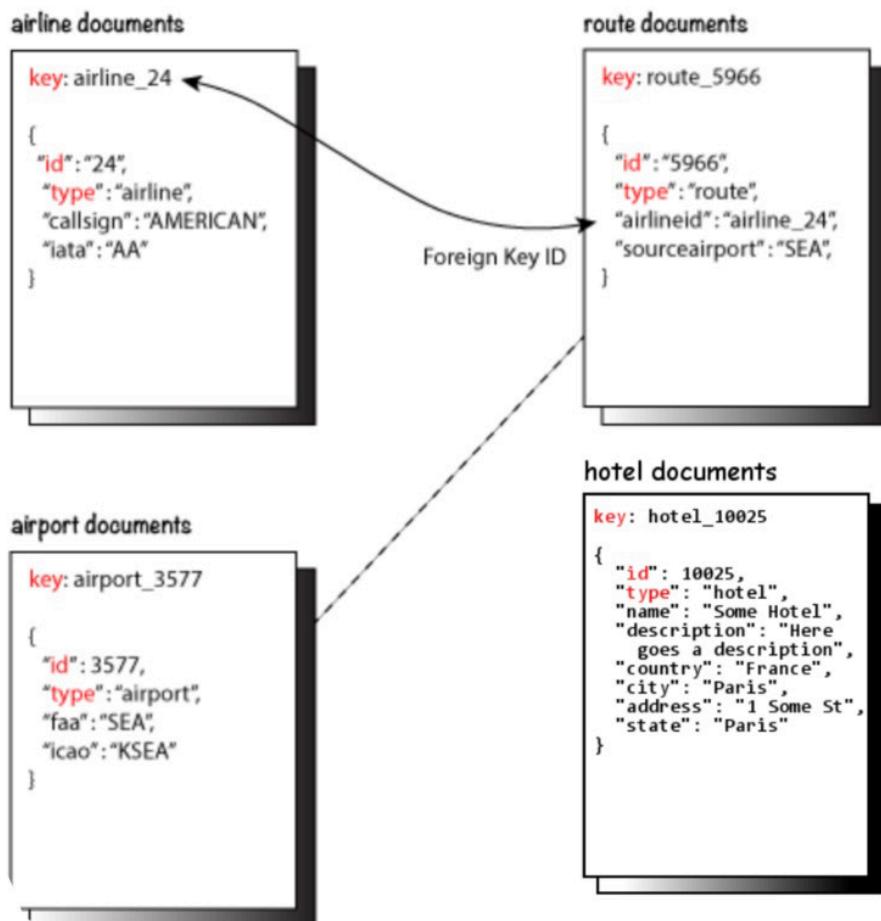


図 27.7: user 以外のデータの関係構造図

(図は、Couchbase Mobile Workshop より引用)

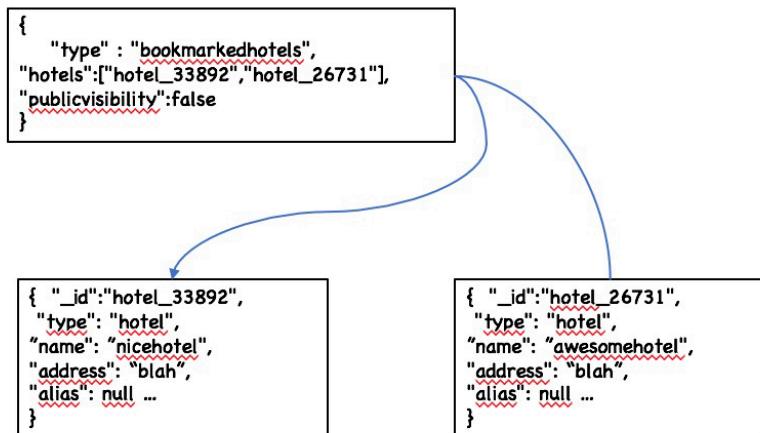
ゲストモードのデータモデル

ゲストモードでは、ユーザーとしてアプリにログインしていないなくても、ホテルの情報を検索・閲覧し、気になったホテルをブックマークすることができます。

モバイルアプリはゲストユーザー用のデータベースを持ちます。このデータベースには、ユーザーによってブックマークされたホテルの情報が保存されます。

ゲストモードでは、次のタイプのドキュメントが利用されます。

- hotel
- bookmarkedhotels



(図は、Couchbase Mobile Workshop より引用)

ドキュメント設計

Couchbase Lite では、異なる種類のドキュメントが同じ名前空間に保存されます。したがって、通常はドキュメントの種類を示すプロパティーを使用して、各エンティティーを区別します。このアプリケーションでは、このプロパティーを「type」と名付けています。

また、このアプリケーションではドキュメント ID に、ドキュメントの種類と数値文字列との組み合わせを用いています。ドキュメント ID に用いるドキュメント種類は、ドキュメントの type プロパティーの値と一致しており、数値文字列との組み合わせにより、ドキュメントを一意に識別します。

プロジェクト構成

モバイルアプリの設計は、MVP(Model-View-Presenter) パターンに従っています。

クラスは機能ごとにパッケージ化されており、各パッケージには次の 3 つの種類のファイルが含まれます。

- Activity: すべてのビューロジックが存在する場所です。
- Presenter: データのフェッチと永続化のためのロジックが存在する場所です。
- Contract: Presenter とが Activity が実装するインターフェースです。

演習では Couchbase Lite の機能について、プレゼンターのコードで行われている内容を確認していきます。

27.6 データベース操作

初期化

アプリケーションで、Couchbase Lite データベースの利用を開始するには、はじめにアプリケーションコンテキストを用いて Couchbase Lite を初期化します。

DatabaseManager.java

```
public void initCouchbaseLite(Context context) {  
    CouchbaseLite.init(context);  
    Database.log.getConsole().setLevel(LogLevel.DEBUG);  
}
```

```
    applicationContext = context;
}
```

データベース作成

このアプリケーションでは、ユーザーごとにデータベースを作成します。`guest` という名前のディレクトリーにゲストユーザー用の空のデータベースを作成します。

`DatabaseManager` の `OpenGuestDatabase` メソッドを確認します。`DatabaseConfiguration` に対して、「`guest`」という名前のディレクトリーを設定しています。設定した `DatabaseConfiguration` を渡して、「`guest`」という名前のデータベースを作成しています。

`DatabaseManager.java`

```
public void OpenGuestDatabase() {
    DatabaseConfiguration config = new DatabaseConfiguration();

    this.enableLogging(applicationContext);
    config.setDirectory(String.format("%s/guest", applicationContext.getFilesDir()));

    try {
        database = new Database("guest", config);
    }
    catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

ドキュメントの作成と更新

ユーザーがホテルをブックマークすると、`bookmarkedhotels` タイプのドキュメントが作成され、`hotels` プロパティーに、そのホテルに対応する `hotel` ドキュメントのドキュメント ID が格納されます。以下は、`bookmarkedhotels` ドキュメントの例です。

```
{
    "type": "bookmarkedhotels",
```

```
    "hotels": ["hotel1", "hotel2"]  
}
```

ドキュメントの作成と保存について、確認します。

com.couchbase.travelsample.hotels パッケージの HotelsPresenter.java を開きます。

HotelsPresenter の bookmarkHotels(Map<String, Object> hotel) メソッドを確認します。

ここでは、まず DatabaseManager からデータベースのインスタンスを取得しています。

HotelsPresenter.java

```
Database database = DatabaseManager.getDatabase();
```

ホテルの情報は、hotel タイプのドキュメントとして保持されています。

次のコードは、hotel ドキュメントを guest データベースに新しいドキュメントとして保存します。

HotelsPresenter.java

```
MutableDocument hotelDoc = new MutableDocument((String) hotel.get("id"), hotel);  
try {  
    database.save(hotelDoc);  
} catch (CouchbaseLiteException e) {  
    e.printStackTrace();  
}
```

次に、bookmarkedhotels ドキュメントを作成します。ドキュメントには、type プロパティの値として「bookmarkedhotels」が設定されています。また、ブックマークされたホテルのドキュメント ID を格納するための配列型の hotels プロパティが含まれます。

ドキュメント ID には user::guest が用いられています。ゲストユーザーのための bookmarkedhotels ドキュメントはアプリにおいて唯一であり、ローカルでのみ利用されます。

HotelsPresenter.java

```
if (document == null) {  
    HashMap<String, Object> properties = new HashMap<>();  
    properties.put("type", "bookmarkedhotels");  
    properties.put("hotels", new ArrayList<>());  
    mutableCopy = new MutableDocument("user::guest", properties);  
}  
else {  
    mutableCopy = document.toMutable();  
}
```

ユーザーによって選択されたホテルの ID は、`bookmarkedhotels` ドキュメントの配列型の `hotels` プロパティーに追加されます。

HotelsPresenter.java

```
MutableArray hotels = mutableCopy.getArray(hotels).toMutable();  
mutableCopy.setArray(hotels, hotels.addString((String) hotel.get(id)));
```

最後に、ドキュメントが保存されます。

HotelsPresenter.java

```
try {  
    database.save(mutableCopy);  
} catch (CouchbaseLiteException e) {  
    e.printStackTrace();  
}
```

■コラム：演習：ホテルのブックマーク

1. モバイルアプリを実行します。
2. [PROCEED AS GUEST] を選択します。
3. [BookmarksActivity] ページが表示されることを確認します。
4. アプリ画面右下のベットのアイコンをタップします。
5. [location] テキストフィールドに、「London」と入力します。London にあるホテルのリストが表示されます。
6. 最初のホテルのセルをタップしてブックマークします。

7. [BookmarksActivity] 画面に新しくブックマークされたホテルが表示されていることを確認します。

ドキュメントの削除

ホテルがブックマークされると、そのホテルのドキュメントがゲストユーザー用のローカルデータベースに挿入されます。ユーザーがホテルのブックマークを解除するときは、その反対に、挿入されたホテルドキュメントをゲストユーザーのデータベースから削除します。

ドキュメントの削除について、確認します。

com.couchbase.travelsample.bookmarks パッケージの BookmarksPresenter.java を開きます。

BookmarksPresenter の removeBookmark(Map<String, Object> bookmark) メソッドを確認します。

BookmarksPresenter.java

```
@Override
public void removeBookmark(Map<String, Object> bookmark) {
    Database database = DatabaseManager.getDatabase();
    Document document = database.getDocument((String) bookmark.get("id"));
    try {
        database.delete(document);
    }
    catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    MutableDocument guestDoc = database.getDocument("user::guest").toMutable();
    MutableArray hotelIds = guestDoc.getArray("hotels").toMutable();
    for (int i = 0; i < hotelIds.count(); i++) {
        if (hotelIds.getString(i).equals((String) bookmark.get("id"))) {
            hotelIds.remove(i);
        }
    }

    try {
        database.save(guestDoc);
    }
    catch (CouchbaseLiteException e) {
```

```
        e.printStackTrace();
    }
}
```

ブックマーク解除プロセスは、`hotel` のドキュメントを削除することに加えて、`bookmarkedhotels` ドキュメントの `hotels` 配列からホテル ID を削除します。

■コラム: 演習: ブックマーク解除

1. ブックマークされたホテルのセルを左にスワイプして、ブックマークを解除します。
2. 結果が画面に反映されることを確認します。

27.7 セキュリティー

アプリケーションユーザー作成

アプリケーションへのユーザー登録は、Web アプリで実施します。

Web アプリ画面でユーザーを作成すると、そのユーザーの情報を持つドキュメントが Couchbase Server に保存されます。

さらに、Web アプリは、Sync Gateway 管理 REST API を用いて、同じユーザー名を持つ Sync Gateway ユーザーを登録します。Sync Gateway ユーザーは、Couchbase Server の同期対象バケットの中のドキュメントとして管理されます。このドキュメントは、`_sync:user:<ユーザー名>`というドキュメント IDを持ちます。

■コラム: 演習: 新規ユーザー作成

1. ブラウザーで Web アプリを開きます。
2. 新しいユーザーを作成します。ユーザー名に「demo」、パスワードに「password」を入力して [Register] をクリックします。
3. Web アプリへログインしたことを確認します。
4. 次に、ブラウザーで Couchbase Server Web 管理コンソールを開きます。
5. Web 管理コンソールにログインします。ID/パスワードは次の通りです。: A

```
dministrator/password
```

6. サイドメニューの [Buckets] を選択します。「travel-sample」バケットの [Documents] リンクをクリックします。
7. [Document ID] というラベルの付いた入力欄に、「`user::demo`」と入力し、[Retrieve Docs] ボタンを押下します。
8. 検索されたドキュメントの表示を確認します。「username」プロパティの値が「`demo`」であることを確認します。これはアプリケーションのユーザー情報です。
9. 次に、ドキュメント ID が「`_sync:user:demo`」のドキュメントを探します。これは、Sync Gateway のユーザー情報です。

Sync Gateway パブリック REST API 利用

作成したユーザーを利用して、Sync Gateway のパブリック REST API を用いて、同期対象バケット (travel-sample) へのアクセスを確認します。

まず、ユーザー情報を指定せずに、次のコマンドを実行してみます。

```
$ curl -X GET http://localhost:4984/travel-sample/
```

次のようなエラーが返されることを確認します。

```
{"error": "Unauthorized", "reason": "Login required"}
```

今度は、Sync Gateway ユーザーの情報を指定して、アクセスします。

`authorization` ヘッダの値は、先に作成したユーザーの情報である「`demo:password`」を base64 でエンコードした文字列を使用します。

たとえば、以下のように「<ユーザー>:<パスワード>」の base64 エンコード文字列を取得することができます。

```
$ echo -n "demo:password" | base64  
ZGVtbzpwYXNzd29yZA==
```

以下のように、ヘッダーを指定して travel-sample バケットへのアクセスを確認します

```
$ curl -X GET http://localhost:4984/travel-sample/ \  
-H 'authorization: Basic ZGVtbzpwYXNzd29yZA=='
```

「travel-sample」データベースの詳細が表示され、「state」が「online」であることを確認します。以下、実施例です。

```
{"db_name": "travel-sample", "update_seq": 4, "committed_update_seq": 4, "instance_stati
```

27.8 クエリ

単純なクエリ

モバイルアプリには、データベースに対するクエリを実行している箇所が複数あります。まず単純なクエリについて見ていきます。

com.couchbase.travelsample.searchflight パッケージの SearchFlightPresenter.java を開きます。

SearchFlightPresenter の startsWith(String prefix, String tag) メソッドを確認します。

以下では、type プロパティの値が「airport」であり、airportname プロパティが指定された検索語 (prefix) から始まるドキュメントを検索し、そのドキュメントの airportname プロパティを取得するための Query を構築しています。

SearchFlightPresenter.java

```
Query searchQuery = QueryBuilder  
.select(SelectResult.expression(Expression.property("airportname")))  
.from(DataSource.database(database))  
.where(
```

```
        Expression.property("type").equalTo(Expression.string("airport"))
        .and(Expression.property("airportname").like(Expression.string(prefix + "%")))
    );
```

次に、Query の execute() メソッドを使用してクエリが実行されます。結果の各行には、airportname プロパティの値が含まれます。検索結果は、画面表示のために mSearchView の showAirports メソッドに渡されます。

SearchFlightPresenter.java

```
ResultSet rows = null;
try {
    rows = searchQuery.execute();
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    Log.e("app", "Failed to run query", e);
    mSearchView.displayError(e.toString());
    return;
}

List<String> data = new ArrayList<>();
for (Result row: rows) data.add(row.getString("airportname"));
mSearchView.showAirports(data, tag);
```

■コラム：演習：前方一致検索

1. モバイルアプリに「demo」ユーザーとして、パスワードに「password」を使い、ログインします。
2. 画面右下の飛行機のアイコンをタップします。
3. 遷移先画面で、画面左上の入力欄に「Detroit」と入力します。
4. 「Detroit」から始まる項目を持つドロップダウンリストが表示されることを確認します。

結合 (JOIN) クエリ

次に、結合 (JOIN) クエリについて見ていきます。

`bookmarkedhotels` タイプのドキュメントには、ブックマークされたホテルのドキュメント ID の配列である `hotels` プロパティが含まれています。

`bookmarkedhotels` ドキュメントの `hotels` プロパティ配列に含まれているドキュメントをフェッチするクエリを確認します。

`BookmarksPresenter.java` から、`fetchBookmarks()` メソッドを確認します。

まず、結合クエリの両側に対応するふたつのデータソースをインスタンス化しています。

`BookmarksPresenter.java`

```
DataSource bookmarkDS = DataSource.database(database).as("bookmarkDS");
DataSource hotelsDS = DataSource.database(database).as("hotelsDS");
```

次に、クエリ式記述を確認します。`bookmark` データソースのプロパティ `hotels` と、`hotel` データソースのドキュメント ID に対応する `Expression` をインスタンス化しています。

`BookmarksPresenter.java`

```
Expression hotelsExpr = Expression.property("hotels").from("bookmarkDS");
Expression hotelIdExpr = Meta.id.from("hotelsDS");
```

さらに、`ArrayFunction` 関数式を使用して、`Meta.id` が `hotels` 配列内に含まれるドキュメントを検索する式を定義しています。

そして、結合式を定義しています。

`BookmarksPresenter.java`

```
Expression joinExpr = ArrayFunction.contains(hotelsExpr, hotelIdExpr);
Join join = Join.join(hotelsDS).on(joinExpr);
```

定義した結合式を使用して、ブックマークドキュメントの `hotels` 配列で参照されているすべてのホテルドキュメントを検索するクエリを定義しています。

`BookmarksPresenter.java`

```
Expression typeExpr = Expression.property("type").from("bookmarkDS");
SelectResult bookmarkAllColumns = SelectResult.all().from("bookmarkDS");
```

```
SelectResult hotelsAllColumns = SelectResult.all().from("hotelDS");

Query query = QueryBuilder
    .select(bookmarkAllColumns, hotelsAllColumns)
    .from(bookmarkDS)
    .join(join)
    .where(typeExpr.equalTo(Expression.string("bookmarkedhotels")));
```

最後に、ビューを更新するためのリスナーを登録して、クエリを実行します。

```
query.addChangeListener(new QueryChangeListener() {
    @Override
    public void changed(QueryChange change) {
        ResultSet rows = change.getRows();

        List<Map<String, Object>> data = new ArrayList<>();
        Result row = null;
        while((row = rows.next()) != null) {
            Map<String, Object> properties = new HashMap<>();
            properties.put("name", row.getDictionary("hotelDS").getString("name"));
            properties.put("address", row.getDictionary("hotelDS").getString("address"));
            properties.put("id", row.getDictionary("hotelDS").getString("id"));
            data.add(properties);
        }
        mBookmarksView.showBookmarks(data);
    }
});

try {
    query.execute();
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    e.printStackTrace();
}
```

27.9 全文検索

FTS インデックス作成

全文検索 (Full Text Search) を実行するには、FTS インデックスが作成されている必要があります。

DatabaseManager の createFTSQueryIndex() メソッドを確認します。

以下のコードは、description プロパティに対する FTS インデックスを作成し

ます。

DatabaseManager.java

```
private void createFTSQueryIndex() {
    try {
        database.createIndex("descFTSIndex", IndexBuilder.fullTextIndex(FullTextIndexItem.property
    }
    catch (CouchbaseLiteException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
```

FTS クエリ実行

次に、FTS クエリを確認します。

HotelsPresenter の queryHotels(String location, String description) メソッドを確認します。

match() オペレーターを使って、FullTextExpression を作成しています。

この match 式は、複数の項目に対して like 比較を行う他の Expression と、論理的に AND で結合されます。

結合された式は、クエリの WHERE 句で使用されます。

HotelsPresenter.java

```
expression descExp = FullTextFunction.match("descFTSIndex", description) ;
Expression locationExp = Expression.property("country")
    .like(Expression.string("%" + location + "%"))
    .or(Expression.property("city").like(Expression.string("%" + location + "%")))
    .or(Expression.property("state").like(Expression.string("%" + location + "%")))
    .or(Expression.property("address").like(Expression.string("%" + location + "%")));
    
Expression searchExp = descExp.and(locationExp);

Query hotelSearchQuery = QueryBuilder
    .select(SelectResult.all())
    .from(DataSource.database(database))
    .where(
        Expression.property("type").equalTo(Expression.string("hotel"))
        .and(searchExp)
    );
```

上記のクエリを実行した結果 (ResultSet) を、リスト (List<Map<String, Object

>>) に変換して、ビュー (mHotelView) に渡しています。

HotelsPresenter.java

```
ResultSet rows = null;
try {
    rows = hotelSearchQuery.execute();
} catch (CouchbaseLiteException e) {
    e.printStackTrace();
    return;
}

List<Map<String, Object>> data = new ArrayList<Map<String, Object>>();
Result row = null;
while((row = rows.next()) != null) {
    Map<String, Object> properties = new HashMap<String, Object>();
    properties.put("name", row.getDictionary("travel-sample").getString("name"));
    properties.put("address", row.getDictionary("travel-sample").getString("address"));
    data.add(properties);
}
mHotelView.showHotels(data);
```

■コラム: 演習: 曖昧検索

1. モバイルアプリにゲストユーザーとしてログインします。
2. モバイルアプリ画面右下のペットのアイコンをタップします。
3. 「Location」テキストフィールドに「London」と入力します。
4. 「Description」テキストフィールドに「pets」と入力します。
5. 「Novotel London West」がリストされていることを確認します。

27.10 レプリケーション

データルーティング定義

Sync Gateway はチャネルを使用して、ユーザー間でドキュメントを共有します。チャネル設定を行っている Sync 関数の内容を確認します。

`sync-gateway-config-travelsample.json` ファイルを開きます。

"sync"属性に JavaScript による関数定義が含まれています。以下は、チャネル設定箇所の抜粋です。

sync-gateway-config-travelsample.json

```
/* Routing */
// Add doc to the user's channel.
channel("channel." + username);
```

共有バケットアクセス

共有バケットアクセスを有効化することによって、モバイルアプリと Web アプリが Couchbase Server の同じバケットに対して読み取りと書き込みを行うことができるようになります。

この機能は、`enable_shared_bucket_access` を「true」に設定することで有効にされます。

関連するオプションとして、`import_docs` があります。

sync-gateway-config-travelsample.json ファイルの該当箇所を確認します。

sync-gateway-config-travelsample.json

```
"databases": {
    "travel-sample": {
        "import_docs": "true",
        "bucket": "travel-sample",
        "server": "couchbases://cb-server",
        "enable_shared_bucket_access": true
    }
}
```

インポートフィルター機能を定義することにより、Sync Gateway でインポートおよび処理する Couchbase Server ドキュメントを指定できます。このアプリでは、`user` ドキュメントのみを同期します。他のすべてのドキュメントタイプは無視します。

sync-gateway-config-travelsample.json

```
function(doc) {
    /* Just ignore all the static travel-sample files */
    if (doc._deleted == true ) {
        return true;
    }
    if (doc.type == "landmark" || doc.type == "hotel" || doc.type == "airport" || doc.type == "airline"
        return false;
    }
    return true;
}
```

```
}
```

レプリケーション構成

DatabaseManager ファイルの startPushAndPullReplicationForCurrentUser(String username, String password) メソッドを確認します。

ここでは、まず同期する Sync Gateway エンドポイントを指す URI オブジェクトを初期化しています。

DatabaseManager.java

```
URI url = null;
try {
    url = new URI(SGW_ENDPOINT);
} catch (URISyntaxException e) {
    e.printStackTrace();
}
```

次に、レプリケーション構成箇所を確認します。

ReplicatorConfiguration を、ローカルデータベースと Sync Gateway エンドポイントを指定して構築しています。

さらに、レプリケーションのタイプを指定しています。pushAndPull が用いられ、プッシュレプリケーションとプルレプリケーションの両方が有効になっていることを示しています。

また、continuous モードが true に設定されています。

DatabaseManager.java

```
ReplicatorConfiguration config = new ReplicatorConfiguration(database, new URLEndpoint(url));
config.setType(ReplicatorType.PUSH_AND_PULL);
config.setContinuous(true);
```

以下のように、認証資格情報が設定されています。

DatabaseManager.java

```
config.setAuthenticator(new BasicAuthenticator(username, password.toCharArray()));
```

ここまで行った構成で、レプリケータを初期化しています。

DatabaseManager.java

```
Replicator replicator = new Replicator(config);
```

レプリケーションの変更をリッスンするために、チェンジリスナーのコールバックブロックが登録されます。プッシュまたはプルの変更があるたびに、コールバックが呼び出されます。

DatabaseManager.java

```
replicator.addChangeListener(new ReplicatorChangeListener() {
    @Override
    public void changed(ReplicatorChange change) {

        if (change.getReplicator().getStatus().getActivityLevel().equals(ReplicatorActivityLevel.I
            Log.e("Replication Comp Log", "Schedular Completed");
    }
    if (change.getReplicator().getStatus().getActivityLevel()
        .equals(ReplicatorActivityLevel.STOPPED) || change.getReplicator().getStatus().getActi
        .equals(ReplicatorActivityLevel.OFFLINE)) {
        // stopReplication();
        Log.e("Rep schedular Log", "ReplicationTag Stopped");
    }
}
});
```

最後に、レプリケーションを開始しています。

DatabaseManager.java

```
replicator.start();
```

■コラム: 演習: プッシュレプリケーション

- モバイルアプリに「demo」ユーザーとしてパスワードに「password」を使い、ログインします。このユーザーは、Web アプリを介して作成されている必要があります。

2. モバイルアプリ画面右下の飛行機のアイコンをタップして、遷移先画面でフライトを予約します。すべての入力は初期値のままにしておきます。
3. [lookup] リンクをタップします。
4. フライトのリストから、最初のフライトリストを選択します。これにより、予約が行われます。
5. Web アプリにアクセスします。
6. 「demo」ユーザーとして、パスワードに「password」を使い、Web アプリにログインします。
7. [Booked] タブをクリックし、予約済みのフライトのリスト画面に遷移します。
8. モバイルアプリで予約したフライトが Web アプリのフライトリストに表示されていることを確認します。

■コラム: 演習: プルレプリケーション

1. Web アプリにアクセスします。
2. 「demo」ユーザーとしてパスワードに「password」を使い、Web アプリにログインします。
3. [Flights] タブをクリックしてフライトを予約します。
4. [From] に「Seattle」と入力し、ドロップダウンメニューから空港 (Seattle Tacoma Intl) を選択します。
5. [To] に「San Francisco」と入力し、ドロップダウンメニューから空港 (San Francisco Intl) を選択します。
6. [Leave] と [Return] を入力します (任意の日付を用いることが可能です)。
7. [Search] ボタンをクリックします。
8. [Outbound Flights] リストから、最初のフライトの「Add to Basket」ボタンをクリックします。
9. [Basket] タブをクリックしてフライトのリストを表示し、「Buy」ボタンをクリックして予約を確定します。
10. [Booked] タブをクリックします。確定済みのフライト予約が表示されます。
11. モバイルアプリに、「demo」ユーザーとして、パスワードに「password」を使い、ログインします。

12. モバイルアプリのフライトリストに、Web アプリで予約したフライトが表示されていることを確認します。

27.11 環境利用終了

コンテナ停止

Couchbase Server と Sync Gateway を停止するには、以下のコマンドを用います。

```
$ docker stop cb-server sync-gateway
```

Web アプリケーションを停止するには、実行中のログが出力されているターミナルで Ctrl+C を入力します。

コンテナ削除

以下のコマンドは、今回利用した全てのコンテナを削除します。

```
$ docker rm cb-server sync-gateway try-cb-python
```

コンテナイメージ削除

以下のコマンドは、今回利用した全てのコンテナイメージを削除します。

```
$ docker rmi couchbase/server-sandbox:7.0.0 \
couchbase/sync-gateway:3.0.0-enterprise \
connectsv/try-cb-python-v2:6.5.0-server
```


第 28 章

開発の実践に向けて

本書によって、Couchbase Mobile を使った開発について、基本的なイメージを掴むことができたと感じていただけたのなら幸いです。

一方、当然のことながら、アプリケーション開発は、一冊の書籍で語り尽くせてしまるものではありません。

ここでは、さらに学習を進めるにあたって有益と思われる情報を紹介し、締め括りとしたいと思います。

28.1 コミュニティー

Couchbase Dev Community サイト^{*1}では、Couchbase 開発者コミュニティーへ向け、チュートリアルやベストプラクティス等、様々な情報提供が行われています。また、フォーラム^{*2}で、コミュニティーエディションに関する疑問について質問したり、過去に行われた質疑応答を検索したりすることができます。

28.2 無償オンライントレーニング

Couchbase, Inc. が運営する Couchbase Academy では、各種のトレーニングコースや認証資格が提供されています。自分のペースで受講することができる、Couchbase Mobile についての無償のオンライントレーニングとして、「CB040: Essentials of Couchbase Mobile and IoT^{*3}」が存在します。

その他、Android や iOS を対象とした Couchbase Mobile のコースも存在します。提

^{*1} <https://developer.couchbase.com/>

^{*2} <https://forums.couchbase.com/>

^{*3} <https://learn.couchbase.com/store/404628-cb040-essentials-of-couchbase-mobile-and-iot>

供されるコースは変化する可能性があります。Couchbase Academy のトップページ^{*4}から、ご確認ください。

28.3 ブログ

本書中でもいくつかの記事を紹介しましたが、Couchbase Blog^{*5}には、アークテクチャーの解説や、アプリケーション構築や操作の具体例、新機能の紹介など様々な記事が公開されています。

ここでは、Couchbase Mobile に関する以下の記事を紹介します。

- Couchbase Mobile changes source code license to BSL 1.1^{*6}

28.4 ドキュメント、API リファレンス

Couchbase Lite のドキュメントや API リファレンスについては、各プログラミング言語用のランディングページからアクセスできます。URL については、すでに開発参考情報として紹介しているため、ここでは割愛します。

28.5 チュートリアル、サンプルアプリケーション

Couchbase チュートリアル (Couchbase Tutorials^{*7}) から、モバイル開発者向けのチュートリアルを見つけることができます。また、Couchbase Labs GitHub リポジトリ^{*8}では、Couchbase に関連する様々なプロジェクトが公開されており、Couchbase Mobile を使ったサンプルアプリケーションも含まれています。これらについて、すでにその中からいくつかを開発参考情報として紹介しています。

28.6 ソースコード

Couchbase は、様々なプロジェクトをオープンソースとして公開しており、ソースコードや Issue Tracker などにアクセスすることができます。

ここでは、Couchbase Lite Android プロジェクトについて説明します。

^{*4} <https://www.couchbase.com/academy>

^{*5} <https://blog.couchbase.com/>

^{*6} <https://blog.couchbase.com/couchbase-mobile-changes-source-code-license-to-bsl-1-1/>

^{*7} <https://docs.couchbase.com/tutorials/index.html>

^{*8} <https://github.com/couchbaselabs/>

Open Source Projects on Couchbase

オープンソースプロジェクトのランディングページ (Open Source Projects on Couchbase^{*9}) から現時点リンクされている Couchbase Lite Android プロジェクト (couchbase-lite-android^{*10}) は、「This repository is deprecated as of Couchbase Lite v2.8.」とされており、別のプロジェクト (couchbase-lite-java-ce-root^{*11}) へのリンクが掲載されています。

Couchbase Lite Java CE Root

名称の違いにも表現されていますが、このプロジェクトは「About The root workspace for the Community Editions of the Java language family of products (Java Desktop, Java WebService, and Android)」とされています。

このプロジェクト中には、「ce...」、「common...」、「core...」という名称のリンクが存在しています。「common...」という名称でリンクされているプロジェクト (couchbase-lite-java-common^{*12})、から、基本的な Java のソースコードを参照することができます。

Couchbase Lite Java Common

このプロジェクトは「Common code for the Java language family of products (Java Desktop, Java WebService, and Android)」とされています。

ソースコードは、「common」、「android」、「java」等のフォルダーに分かれて格納されています。プラットフォームに依存しない大部分のソースコードについて、「common」以下を参照することになります。

注意しなければならないところとしては、この「common」以下のパッケージの `com.couchbase-lite` パッケージに含まれるクラスのソースコードが格納されているパス^{*13}を確認したときに、ログ関連のクラスのようなプラットフォーム依存のクラスではないにもかかわらず、存在しないファイルがあることです。たとえば、`AbstractReplicatorConfiguration.java` は存在しますが、`ReplicatorConfiguration.java` は存在していません。この `ReplicatorConfiguration.java` ファイルを確認するには、別のプロジェクト (couchbase-lite-java-ce^{*14}) にあたることになります。

^{*9} <https://developer.couchbase.com/open-source-projects/>

^{*10} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-android>

^{*11} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-java-ce-root>

^{*12} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-java-common>

^{*13} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-java-common/tree/android/release/3.0/common/main/java/com/couchb>

^{*14} <https://github.com/couchbase/couchbase-lite-java-ce>

Couchbase Lite Java CE

このプロジェクトは、「Code for the Community edition of the Java language family of products (Java Desktop, Java WebService, and Android)」とされています。

`ReplicatorConfiguration` や、`Database`、`Function`、`IndexBuilder` クラスのような CE(コミュニティーエディション) と EE(エンタープライズエディション) で機能に差異があるクラスのソースコードが、このプロジェクトに含まれています。なおエンタープライズエディションのソースコードは一般に公開されていませんが、利用可能なクラスやメソッドについては、API リファレンス^{*15}から参照可能です。

API リファレンスの内容と、このプロジェクトに格納されているソースコードの内容を対照することによって、クラスとメソッドのレベルで、コミュニティーエディションとエンタープライズエディションの機能差異を確認することができます。

^{*15} <https://docs.couchbase.com/mobile/3.0.0/couchbase-lite-android/>

付録 A

ピアツーピア同期

エンタープライズエディションで提供される機能から、独自のユースケースに対応する機能を紹介します。

Couchbase Lite のピアツーピア同期 (Data Sync Peer-to-Peer^{*1}) は、エッジデバイス間でデータの双方向同期を行うアプリケーションの開発を容易にします。

A.1 背景

ピアツーピア (Peer-to-peer/P2P^{*2}) という表現は、ピア (対等者) 同士が直接的に相対している、そのようなアーキテクチャーを示しています。これは、クライアントサーバー モデル^{*3}と対置される形で示されることが一般的です。

P2P 通信の基本的な概念としては、あくまでコンピューター端末の役割について規定しているものであり、たとえば Skype のようなサービスで P2P アーキテクチャーが採用される場合、あるいは Winny のようなファイル共有ソフトで P2P ネットワークが用いられる場合には、インターネット環境の利用を前提としていますが、モバイル/IoT に関して P2P が語られる際には、端末に備わっている Wi-Fi や Bluetooth 機能を利用した、オフライン環境での端末同士の直接的な通信というコンテキストで用いられるケースがみられます。そのようなアプリケーションのひとつに、FireChat^{*4}があります。

FireChat については、香港のデモ参加者に利用された、あるいはイラク政府によるインターネット規制環境下で用いられたという報道で名前が知られたところがありますが、モバイルアプリにおける P2P 通信活用については、自然災害発生時のように通信インフ

*1 <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/android/p2psync-websocket.html>

*2 <https://en.wikipedia.org/wiki/Peer-to-peer>

*3 https://en.wikipedia.org/wiki/Client%20server_model

*4 <https://en.wikipedia.org/wiki/FireChat>

ラが不安定化している状況における連絡手段としても注目されています。

Couchbase Lite のピアツーピア同期も、そのようなオフライン環境での端末間での直接的な通信、この場合はローカルデータベース間のデータの同期、を実現するものです。

なお、モバイルアプリにおける上記のような P2P 通信機能と同時に、メッシュネットワーキング (*5) について触れられることが見られますが、Couchbase Lite のピアツーピア同期は、あくまでアクティブピアとパッシブピア間のデータ同期機能を提供するものであり、メッシュネットワークを実現する機能の設計・実装については、アプリケーションサイドの担当範囲となります。

A.2 概要

Couchbase Lite のピアツーピア同期では、開発者が自分でピアツーピア同期を実装する場合と比べて、以下のような機能と利点を提供します。

- 通信暗号化や認証を備えたセキュアな通信
- データ同期における競合発生時の自動競合解決
- ネットワーク障害、一時停止からのリカバリー
- デルタ同期による、ネットワーク帯域幅使用の最適化とデータ転送コスト削減

Couchbase Lite のピアツーピア同期は、たとえば、Android と iOS のようなクロスプラットフォーム間の同期をサポートしています。

A.3 アーキテクチャー

以下に、Couchbase Lite ピアツーピア同期の基本的なアーキテクチャーを示します。

*5 https://en.wikipedia.org/wiki/Mesh_networking

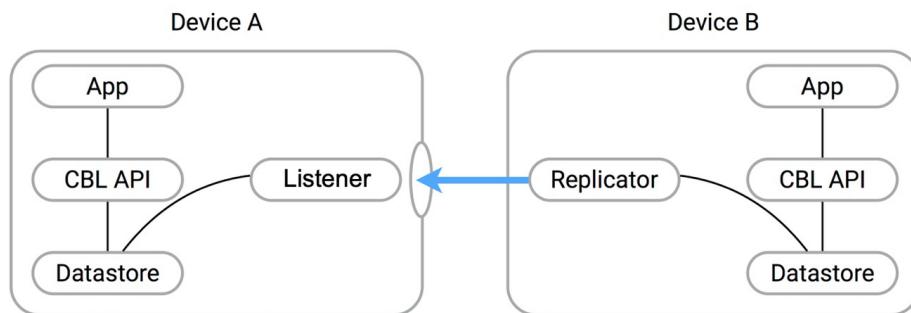


図 A.1: Couchbase Lite ピアツーピア同期アーキテクチャー

(図は、Couchbase ドキュメント Data Sync Peer-to-Peer より引用)

このように、Couchbase Lite のピアツーピア同期は、リスナー（パッシブピア、またはサーバー）とレプリケーター（アクティブピア、またはクライアント）との間で実現されます。

開発参考情報

iOS と Xamarin 用の具体的な実装について、以下のチュートリアルを参照することができます。

- Getting Started with Peer-to-Peer Sync on iOS^{*6}
- Getting Started with Peer-to-Peer Sync on Xamarin (UWP, iOS, and Android)^{*7}

^{*6} <https://docs.couchbase.com/tutorials/cbl-p2p-sync-websockets/swift/cbl-p2p-sync-websockets.html>

^{*7} <https://docs.couchbase.com/tutorials/cbl-p2p-sync-websockets/dotnet/cbl-p2p-sync-websockets.html>

付録 B

予測クエリ

エンタープライズエディションで提供される機能から、独自のユースケースに対応する機能を紹介します。

Couchbase Lite は、予測クエリ (Predictive Query^{*1}) 機能を提供します。予測クエリについて、その登場の背景との関係を踏まえながら、紹介します。

B.1 背景

機械学習、深層学習の成果が実用化されるとき、多くの場合、そのサービスは、クラウドとのやりとりで実現されてきたといつていいでしょう。そのようなサービスの例として、たとえば、スマートスピーカーや、Web 上やデスクトップアプリケーションで提供される自動翻訳機能があります。このようなサービスは、データがクラウドに送られることで成立しています。一方、iPhone の Face ID での顔認識モデルは、端末上で実現されています。このような端末上での AI 機能は、エッジ AI といわれています。

エッジ AI の文脈において重要な要素として、セキュリティーやプライバシーの観点があります。

機械学習にはモデルの学習と推論の二面がありますが、学習済みのモデルを使った「推論」機能を、エッジ環境で提供することにより、データをサーバーへ送信する必要がなくなります。また、局所的な学習結果を連合 (Federate) してひとつのモデルを構築する、Federated Learning^{*2}のような、モデルの「学習」のためのテクノロジーも登場しています。

^{*1} <https://docs.couchbase.com/couchbase-lite/current/java/querybuilder.html#lbl-predquery>

^{*2} https://en.wikipedia.org/wiki/Federated_learning

このようなニーズや背景を踏まえ、TensorFlow Lite^{*3}や PyTorch Mobile^{*4}のような、エッジ AI を実現するためのオープンソースのソフトウェアライブラリーが存在しています。また、iOS の CoreML^{*5}や、Android の Neural Networks API(NNAPI)^{*6}のような、プラットフォームサポートも登場しています。これらは、プラットフォーム固有の開発言語における機械学習の利用手段 (API) を提供するだけでなく、テンソル演算専用のチップセットの活用のように、ハードウェアレベルでの最適化についても実現できるようになっています。その意味では、ハードウェアにおける深層学習への対応の波が、モバイルや IoT の世界にも及んでいる、という背景が前提にあります。このような関係は、Google Coral^{*7}が提供するデバイスに搭載されている Edge TPU^{*8}と Tensor Flow との関係にも現れています。

さらには、Apache TVM^{*9}のように、TensorFlow, PyTorch 他各種ディープラーニングフレームワークと、CPU、GPU 他各種ハードウェアリソースを横断的にサポートし、モデルと実行時間の最適化を実現するテクノロジーも登場しており、最適化のターゲットとしてモバイルデバイスもカバーされています。

Couchbase Lite の予測クエリは、エッジでの学習済みモデルを使った推論のためのものであり、このようなハードウェアおよびソフトウェアライブラリーの隆盛と本質的な関係があります。

B.2 機能

概要

予測クエリを使うことで、Couchbase Lite データベースに格納されたデータと機械学習モデルとを容易に組み合わせることができます。

予測クエリは、CoreML や TensorFlow Lite、PyTorch Mobile のようなエッジデバイス上での機械学習モデルによる推論機能を提供するライブラリーと組み合わせて利用します。なお、予測クエリは、Android Java 等、C 言語以外の他の SDK でも利用できますが、Swift SDK では、Core ML に準拠した API が提供されています。

この機能により、Couchbase Lite データベースのデータ（イメージデータや、テキスト、数値）へ機械学習モデルによる推論を適用する際に、データ個々に対してコードを記

^{*3} <https://tensorflow.google.cn/lite/guide>

^{*4} <https://pytorch.org/mobile/home/>

^{*5} <https://developer.apple.com/documentation/coreml>

^{*6} <https://developer.android.com/ndk/guides/neuralnetworks>

^{*7} <https://coral.ai/>

^{*8} <https://cloud.google.com/edge-tpu>

^{*9} <https://tvm.apache.org/>

述する必要がなくなります。言い換えれば、データベースに対してモデルをアタッチすることで、データセットに対して推論結果を付与することが可能になります。

予測クエリを実行するには、次の手順を実装します。

1. モデルを登録する
2. インデックスを作成する
3. 予測クエリを実行する

モデルを登録するには、PredictiveModel インターフェイスを実装したクラスのインスタンスを作成してデータベースに登録します。

位置づけ

先に予測クエリで実現できることとして、「データベースに対してモデルをアタッチすることで、データセットに対して推論結果を付与する」と書きました。ここで、アタッチするモデルは特定の仕様に縛られるものではなく、実際には機械学習モデルを内部で利用している通常の関数を登録します。これにより、どのような実装とも組み合わせることのできる柔軟性を確保しています。一方、ここでアタッチするものが予測モデル=推論関数であることは技術的には本質的ではなく、何らかの任意の関数であっても成立するともいえます。

このことを踏まえると、単に技術的実装面からの発想ではなく、エッジ AI という具体的なニーズ（今後のモバイル・エッジ端末の機能としてさらに重要な部分を占めることになるであろうもの）への対応として、このような機能が登場したということが読み取れるのではないかと思います。

開発参考情報

予測クエリについて、下記のようなリソースが参照可能です。

- Couchbase Blog: Machine Learning Predictions in Mobile Apps with Couchbase Lite Predictive Query^{*10}
- Couchbase Labs サンプルアプリケーション: PredictiveQueriesWithCouchbaseLite^{*11}

^{*10} <https://blog.couchbase.com/machine-learning-predictions-couchbase-lite-predictive-query/>

^{*11} <https://github.com/couchbaselabs/couchbase-lite-predictive-query-examples>

- API リファレンス: CoreMLPredictiveModel^{*12}

^{*12} <https://docs.couchbase.com/mobile/3.0.0/couchbase-lite-swift/Classes/CoreMLPredictiveModel.html>

付録 C

Couchbase Capella App Services

C.1 Couchbase Capella

概要

Couchbase Capella は、フルマネージドサービスとして、Couchbase Server の機能を提供する、DBaaS(Data Base as a Service) です。

下記の URL からサインアップすることができます。

<https://cloud.couchbase.com/sign-up>

C.2 App Services

Couchbase Capella の App Services は、Couchbase Lite モバイル/IoT アプリケーションのためのバックエンド機能をフルマネージドサービスとして提供します。

開発参考情報

Couchbase Capella に関する、環境設定やチュートリアル、価格情報など、Couchbase Capella ドキュメントのランディングページ^{*1}からアクセスすることができます。

App Services の詳細についても、ドキュメント^{*2}を参照ください。

Couchbase Capella トライアルアカウントのサインアップから、App Services を使ってアプリケーションのバックエンドをセットアップし、アプリケーションを App Service

^{*1} <https://docs.couchbase.com/cloud/index.html>

^{*2} <https://docs.couchbase.com/app-services/index.html>

用に構成する一連の手順についても解説されています。^{*3}

^{*3} <https://docs.couchbase.com/cloud/get-started/configuring-app-services.html>

エッジコンピューティングデータプラットフォーム **Couchbase Mobile** ファーストステップガイド

2022年7月25日 初版第1刷 発行

著 者 河野泰幸
