

ゲームデータ仕様

－ バージョン整合機能付きバイナリゲームデータ －

2014 年 2 月 10 日 初版

板垣 衛

■ 改訂履歴

| 版 | リリース | 担当 | 改訂内容 |
|----|-----------------|------|------|
| 初版 | 2014 年 2 月 10 日 | 板垣 衛 | (初版) |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

■ 目次

| | |
|-----------------------------------|----|
| ■ 概略 | 1 |
| ■ 目的 | 1 |
| ■ 基本用語 | 1 |
| ▼ 「ゲームデータ」 | 1 |
| ■ 要件定義 | 2 |
| ▼ 基本要件 | 2 |
| ▼ 要求仕様／要件定義 | 2 |
| ■ 仕様概要 | 3 |
| ▼ 環境3 | |
| ▼ ワークフロー | 4 |
| ■ データ仕様 | 4 |
| ▼ DB/Excel | 5 |
| ▼ 拡張 JSON | 5 |
| ● JSON 形式の採用について | 5 |
| ● 拡張 JSON 仕様 | 6 |
| ▼ データ定義 JSON【入力データ：手動／自動作成】 | 8 |
| ▼ 中間 JSON①【中間出力データ】 | 8 |
| ▼ 中間 JSON②【中間出力データ】 | 9 |
| ▼ フォーマット定義 JSON【入力データ：手動作成】 | 10 |
| ▼ データ型定義リスト【入力データ：手動作成】 | 14 |
| ▼ 計算式用拡張関数定義リスト【入力データ：手動作成】 | 16 |
| ▼ チェック用 JSON【出力データ】 | 17 |
| ▼ C 言語ソース【出力データ】 | 19 |
| ▼ バイナリデータ【出力データ】 | 23 |
| ■ 値の演算と組み込み関数 | 26 |
| ▼ 計算式解析関数：expr() | 26 |
| ■ 計算式 | 26 |
| ▼ 計算式の構文 | 27 |
| ▼ 対応演算子 | 29 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| ▼ 組み込み関数 | 30 |
| ▼ 拡張関数 | 30 |
| ■ 処理仕様 | 31 |
| ▼ プリプロセッサ | 31 |
| ▼ データ変換ツール | 32 |
| ● ツールの作成 | 33 |
| ● ツールの処理 | 33 |
| ● ツールの処理フロー | 33 |
| ▼ データ変換実行バッチ | 35 |
| ▼ データ変換処理 (C# Tips) | 37 |
| ● JSON.Net の使用 | 37 |
| ● JSON 解析済みオブジェクトの C#スクリプト内での使用 | 38 |
| ▼ データ取り込み処理 (ランタイム) | 41 |
| ● データ取り込み処理フロー | 41 |
| ● 構造不一致時のメモリサイズ計算 | 44 |
| ▼ データアクセス処理 (ランタイム) | 45 |
| ■ 計算式処理仕様 | 46 |
| ▼ 計算式解析処理 | 46 |
| ▼ 計算式データの構造 | 50 |
| ▼ 計算式実行処理 (ランタイム) | 50 |
| ● 計算式実行時の処理 | 51 |
| ■ データ変換作業環境の改善 | 51 |
| ▼ SCons の利用 | 52 |
| ■ JSON データの利用 | 54 |
| ▼ .Net Framework の利用 | 55 |
| ▼ VBA の利用 | 55 |
| ▼ JScript の利用 | 56 |
| ▼ 【不可】VBScript の利用 | 58 |
| ▼ PowerShell の利用 | 58 |

■ 概略

「ゲームデータ」の入力フォーマットと実機上のデータフォーマット、および、その変換・取り込み処理に関する基本仕様を規定する。

本書における「ゲームデータ」とは、大まかには、グラフィック関係データとサウンド関係データ以外のデータ全般を指す。

その多くはプランナーが扱うデータで、ゲームを制御するための設定やパラメータなどのことである。多彩なデータを扱い、ゲーム固有のデータ構造となるものが多い。

■ 目的

本書は、汎用化したゲームデータ処理により、バージョン整合処理や数式解析処理などの高度な処理も標準化し、作業の効率化と安全性の向上を目的とする。

■ 基本用語

▼ 「ゲームデータ」

本書においては、「ゲームデータ」という用語を下記の意味で扱う。

- ・ グラフィック関係データとサウンド関係データを除くデータ全般。一般的には、これらのデータを含むリソース全般をまとめて「ゲームデータ」と呼ぶが、本書では区別して扱う。
- ・ グラフィック関係データとサウンド関係データであっても、それを制御するためのゲーム固有のデータは「ゲームデータ」に類する。
- ・ 何らかの処理設定やデバッグ用データなど、プログラマーが扱うデータもまた「ゲームデータ」である。
- ・ 基本的には、予め定義された静的なデータを指し、ファイル（リソース）として扱われる。
- ・ メモリ上で内容が変動する動的なデータやセーブデータなどは、「ゲームデータ」の範疇に含まない。しかし、例えば「ゲームデータを読み込んでセーブデータを復元する」といった、動的なデータを再現するためのゲームデータの活用はありえる。
- ・ PlayStation 系では「インストールデータ」を指して「ゲームデータ」と呼ぶが、本書

における「ゲームデータ」はそれとは別物である。

■ 要件定義

▼ 基本要件

本書が扱うシステムの基本要件は下記の通り。

- ・ ゲームデータの入力データをテキストファイル形式で扱う。
- ・ Excel や DB で管理するデータの場合、直接実機向けのデータに変換せず、いったんテキストファイルに変換して扱う。これにより、全てのゲームデータに対して、一貫したデータ変換とフォーマットを使用するものとする。なお、Excel/DB に関する仕様は本書の範疇外とし、別途仕様を策定する。
- ・ テキストファイルをバイナリデータに変換する汎用ツールを作成する。
- ・ バイナリデータを実機（ゲーム）に取り込むための汎用処理を作成する。
- ・ テキストファイルの取り込みは、実機上では行わないものとする。（パーサーを実装しない。）

▼ 要求仕様／要件定義

以下、本書が扱うシステムの要件を定義する。なお、要件として不確定の要求仕様も併記する。

- ・ テキストファイルは、JSON を基本フォーマットとして統一する。
- ・ テキストファイルの文字コードは UTF-8 とし、日本語や欧州文字に対応する。
- ・ テキストファイルは、下記の拡張仕様（JSON が非対応の仕様）に対応する。
 - JavaScript 形式のコメント文を使用できる。（例：`// comment`、`/* comment */`）
 - C 言語形式の`#include` 文と`#define` 文を使用できる。
 - データ部に四則演算を用いることができる。（例：`{ "age": 30 + 3, ... }`）
 - データ部に CRC 変換やゲーム用計算式変換などの特殊な関数を使用できる。（例：`{ "id": CRC("c0010"), ... }, { "condition": Expr("IsFlag(¥"AlreadyMetOldMan¥") == True && GetChapter() >= 2"), ... }`）

注：JSON データを MongoDB などのドキュメント指向データベース（BSON 形式で保存される）で扱う場合、これらの拡張仕様が使えないので注意。同様の情報を扱うための別の仕様も合わせて策定する。

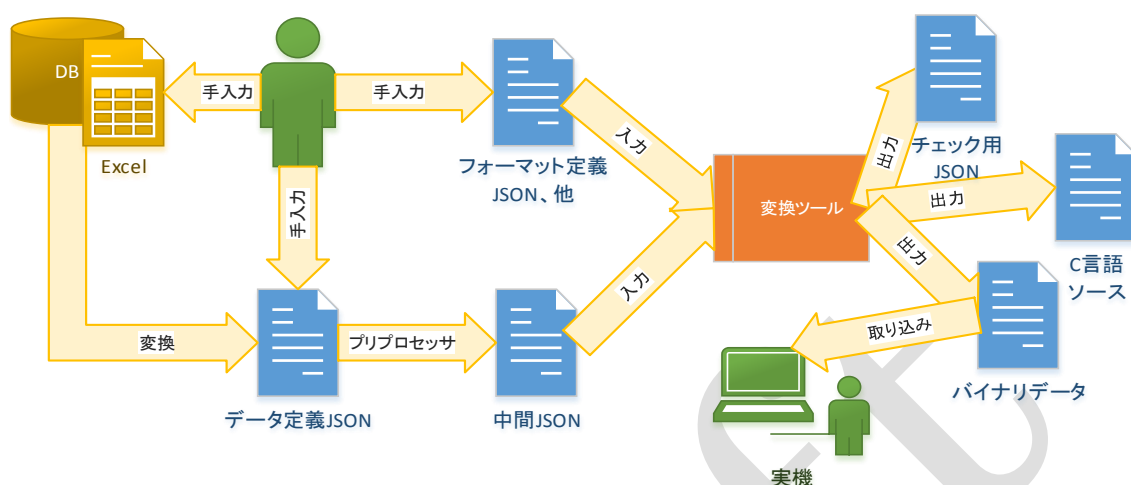
- ・ テキストファイルからバイナリデータに変換するための変換設定もまた JSON 形式のテキストデータとして定義する。期待される値の範囲など、エラー判定用の設定も可能。
- ・ 不定長の配列をメンバーに持つ構造体にも対応。
- ・ 専用のデータ変換ツールを通して、バイナリデータを出力する。
- ・ データ変換ツールは、下記の仕様に対応する。
 - CUI ツールとして構成し、単純に一つのテキストファイルを一つのバイナリファイルに変換する。これは、任意のバッチ処理や他のツールからの呼び出しなどに対応しやすい形式である。
 - エンディアンの指定、ポインタのビット数（32 or 64）指定に対応。
 - 【できれば】シフト JIS などのエンコーディングの指定に対応。
 - データ構造／内容のエラーを検出した場合、出力ファイルは作成されず、エラーが通知される。
- ・ バイナリデータは、メモリ上のイメージとしてほぼそのまま取り込める。
 - 文字列のポインタ変換などの処理も取り込み時に同時に行われる。
- ・ バイナリデータの構造が変更され、実機上の構造とずれた場合、取り込み処理は自動的にその事を検出し、項目毎のデータ取り込み処理を行う。要は、データ構造が変わっても、プログラムが極力正常に動作するようにする。

■ 仕様概要

▼ 環境

- ・ OS : Windows 系 PC (XP 以上) 32bit/64bit
- ・ 必須ツール① : テキストエディタ ※なんでもよい
- ・ 必須ツール② : MinGW(GCC) ※プリプロセッサ
- ・ 必須ツール③ : 変換ツール ※独自開発
- ・ 使用ツール (オプション) : Python + SCons

▼ ワークフロー



- ・ DB／Excel 元データ ※この仕様書では扱わない。
- ・ データ定義 JSON テキストで記述されたデータ
- ・ 中間 JSON プリプロセッサを通した後の「データ定義 JSON」
- ・ フォーマット定義 JSON ... データ変換のためのフォーマットとルールを定義
- ・ データ型定義リスト 「フォーマット定義 JSON」に付随するリスト ※「データ型」の仕様を定義
- ・ 計算式用拡張関数定義リスト 「フォーマット定義 JSON」に付随するリスト ※計算式で使用する「拡張関数」を定義
- ・ 変換ツール 「データ定義 JSON」を「バイナリデータ」や「C 言語ソース」に変換するツール
- ・ バイナリデータ バイナリデータ（C 言語構造体と一致）
- ・ C 言語ソース 構造体とバージョン整合用の構造定義情報
- ・ チェック用 JSON バイナリデータと同じ内容を表す JSON ※内容確認／二次利用向け
- ・ 実機 ゲームプログラム ※バイナリデータのみを扱える

■ データ仕様

以下、前述の「ワークフロー」に基づいて、各データの内容と構造について説明。

▼ DB/Excel

DB/Excel に関する仕様は本書では扱わない。別途仕様を策定。

なお、想定としては、ドキュメント指向 DB (MongoDB など) + RDB (PostgreSQL など) で管理し、Excel へのエクスポート/インポートでデータ編集する。DB には独自のバージョン管理とロック機構を備え、チーム開発を支援する。

DB に記録されるデータも JSON 形式とするが、Excel 化を考慮したデータ構造とするため、本書で示すデータ構造とは必ずしも一致しない。DB 上のデータを変換してデータ定義 JSON を出力する。

DB に記録される JSON は、一切の拡張仕様が使えない。しかし、この場合、直接テキストを編集することはないので、ほぼ問題はない。

▼ 拡張 JSON

「データ定義 JSON」に適用する記述仕様。

JSON の基本仕様に独自の拡張仕様を加えたもの。

「フォーマット定義 JSON」と、それに付随する「データ型定義リスト」「計算式用拡張関数定義リスト」にも、この「拡張 JSON」の記述仕様を適用する。

● JSON 形式の採用について

データフォーマットには JSON 形式を採用する。採用理由は下記の通り。

- テキストファイルによる柔軟で素早いデータ策定が見込める。
 - 「Excel⇒バイナリデータ出力」よりも、「Excel⇒テキスト⇒バイナリデータ」とすることで、ツール (Excel) の用意に先行してデータ策定と処理を作成できる。
 - 「テキスト⇒バイナリデータ」の変換ツールを汎用化できる。
- XML のように、メンバー名を持った柔軟な構造体 (オブジェクト) を扱える。
- 配列が扱える。
- XML よりも軽量で視覚的にも分かり易い。
 - XML の「<タグ>~</タグ>」のような記述の冗長性がなく、開始タグ (「タグ:」) のみを記述する。
 - 反面、XML の「属性」のような複雑なデータ記述はできない。その方がシンプルで良い。

- XML のような一般的なデータ記述仕様であり、多くのライブラリ（Java や .Net）やデータベース（MongoDB や CouchDB）などが対応している。
 - Ajax で利用が広がり注目を集めた。テキスト形式かつ軽量な点は http 通信にも向いている。XML の代替として注目。
- JavaScript 準拠のフォーマットであり、JavaScript やそれをサポートする多数の言語（ライブラリ）でそのままデータを取り込めるため、データの二次利用がし易い。

● 拡張 JSON 仕様

- 基本仕様：
 - JSON 仕様：http://ja.wikipedia.org/wiki/JavaScript_Object_Notation
 - ファイルの拡張子は .json。
 - エンコーディングは Unicode。基本的に UTF-8。
 - キーと値のペアでデータを記述するのが基本。
 - 値は、整数、小数、真偽値（true / false）、文字列、null を記述可能。文字列はダブルクォーテーションで囲む。
 - 整数の記法は 10 進法に限られる。「0127」のような 8 進記法、「0x12af」のような 16 進記法には対応しない。
 - 小数の記法には「1.0e-10」のような指数表記が可能。
 - 文字列には「¥n」「¥r」「¥¥」などのエスケープシーケンスが記述可能。
 - 【注意】 エスケープ文字を含む一部のシフト JIS コードの文字（「ソ」「能」「表」など）は正常に扱えない事に注意。エンコーディングはあくまでも Unicode。
 - 複数のデータを並べる場合は、「,」（コンマ）で区切って列挙。
 - 【注意】 Microsoft の Jscript など、最後のデータには「,」が付いているとエラーになるパーサーもあるので注意。
 - 配列を記述可能。
 - オブジェクト（構造体）を記述可能。
- キーと値の記述：
 - キーと値のペアは、「”キー”+ : + 値」の書式で記述。
 - キーには文字列のみが指定可能で、必ずダブルクォーテーションで囲む。

例：

```

{
  "id" : 123,
  "name" : "名前",
  "value" : 1.23
}
```

- 配列の記述：
 - 「[] ~ []」（角括弧）で囲む事で表現する。

例：

```
"array" : [ 1, 2, 3 ]
"data" : [ "山田", "田中", "佐藤" ]
```

多重配列も可能：

```
"array" :
[
    [1, 2, 3],
    [4, 5, 6]
]
```

➤ オブジェクトの記述：

- 「{」～「}」(波括弧)で囲む事で表現する。
- 一つのデータ項目は、「キー」+「:」+「値」のペアを記述。「キー」は構造体のメンバー名と同じ意味。重複禁止。ダブルクォーテーションで囲んで記述。

例：

```
{
    "id" : 123,
    "name" : "山田",
    "param" :
    {
        "str" : 10,
        "vit" : 20
    }
}
```

➤ データテーブルの記述：

- オブジェクトを配列で列挙する。

例：

```
"table" :
[
    { "id":1, "name":"山田", "param": { "str": 10, "vit": 2.0, "ext": [1, 2, 3], "is_cleared": true } },
    { "id":2, "name":"田中", "param": { "str": 11, "vit": 2.1, "ext": [4, 5, 6], "is_cleared": false } },
    { "id":3, "name":"佐藤", "param": { "str": 12, "vit": 2.2, "ext": [7, 8, 9], "is_cleared": true } }
]
```

➤ 独自拡張仕様：

- C 言語のコンパイラに依存し、多数のプリプロセッサ用の記述をサポート。
 - ・ JavaScript 形式 (C++形式) のコメント (「//」もしくは「/*」～「*/」) を使用可能。
 - ・ #include 文を使用可能。
 - ・ #define マクロ、#undef を使用可能。
 - ・ #pragma once を使用可能。
 - ・ #if, #ifdef, #ifndef ~ #elif, #else ~ #endif を使用可能。
 - ・ 文字列化演算子「#」、トークン連結演算子「##」を使用可能。
- 値に 8 進表記 (0 + 0～7 の数字)、16 進表記 (0x + 0～f の数字)、2 進表記 (0b + 0～1 の数字) を指定可能。書式は C 言語準拠。なお、2 進表記の書式は C++14 仕様準拠。
- 値に四則演算などの演算子を記述可能。

- 組み込み関数（pow(), sqrt(), crc(), expr() など）を使用可能。
- キーのダブルクォーテーション表記は省略可能。

例：

```
//データ定義 JSON サンプル

//共通定義のインクルード
#include "common.jsonh"
//BASE_**マクロが定義されている

//キー定義
#define KEY_ID "id"
#define KEY_NAME "name"

//パラメータ計算マクロ
#define STR(x) BASE_STR + x
#define VIT(x) BASR_VIT + x

//名前用文字列作成マクロ
#define TO_NAME(s) #s

/**
 * キャラデータリスト
 */
"table":
[
    { KEY_ID: CRC( "c0010" ), KEY_NAME: TO_NAME(山田), param: { "str": STR(1), "vit": VIT(1) },
      "condition": expr( "getChapter() >= 20" ) },
    { KEY_ID: CRC( "c0020" ), KEY_NAME: TO_NAME(田中), param: { "str": STR(2), "vit": VIT(2) } },
    { KEY_ID: CRC( "c0030" ), KEY_NAME: TO_NAME(佐藤), param: { "str": STR(3), "vit": VIT(3) } }
]
```

▼ データ定義 JSON 【入力データ：手動／自動作成】

データを定義するための JSON。手作業で作成するか、DB/Excel から変換して作成される。

本書中に、短縮して「JSON データ」と表記している箇所もあるが、「データ定義 JSON」と同義。

記述仕様は「拡張 JSON」形式。

オブジェクトの配列（いわゆる「テーブル」）で定義するのが基本形。「[]」で始まり「[]」で終わる。その内部には、「{ }」で定義されたオブジェクト（構造体）を列挙する。

一つのファイルでは一つのデータ（テーブル）だけを扱う。ネストしたデータ構造も使用可能。

サンプルは、前述の「拡張 JSON」の仕様を参照。

▼ 中間 JSON① 【中間出力データ】

データ定義 JSON にプリプロセッサを通した状態の中間データ。

プリプロセッサには、フリーの C 言語コンパイラ MinGW(GCC) を使用。

プリプロセッサの機能に頼り、`#line` 文が埋め込まれた状態で出力する。これにより、変換ツールがエラーを検出した際に、プリプロセス前の行位置や、インクルードファイル内のエラーであることを表示できる。

この状態では JSON パーサーに通せないので注意。

例：前述の「拡張 JSON」からの変換結果

```
※空行が多いのは、コメントや#define が除去された結果。
エラーメッセージ出力時に行番号がずれないように、残っている行の位置は変化しないため、空行が多くなる。

# 1 "common.jsonh" 1
(インクルードファイルが展開される。)

(インクルードファイルから元のファイルに戻る。最初の # 5 は、この位置から元のファイルの 5 行目が再開することを示す。)
# 5 "data.json" 2
(コンパイラによっては、「#line」という書式ののものもある。この出書式は GCC 準拠。)

"table":
[
  { "id": CRC("c0010"), "name": "山田", param: {"str": 10 + 1, "vit": 20 + 1 },
    "condition": expr( "getChapter() >= 20" ) },
  { "id": CRC("c0020"), "name": "田中", param: {"str": 10 + 2, "vit": 20 + 2 } },
  { "id": CRC("c0030"), "name": "佐藤", param: {"str": 10 + 3, "vit": 20 + 3 } }
]
```

▼ 中間 JSON②【中間出力データ】

中間 JSON①に対して、値の演算と組み込み関数を処理した結果の JSON。

`#line` 文も除去される。なお、`expr()` 関数は処理しない。

中間 JSON①への変換＋中間 JSON②への変換により、JSON パーサーに通せる状態になる。

データ変換ツールの実行中にメモリ内で処理されるが、確認用にファイル出力も可能。

例：前述の「中間 JSON①」からの変換結果

```
[
  { "id": 745853103, "name": "山田", param: {"str": 11, "vit": 21 },
    "condition": expr( "getChapter() >= 20" ) },
  { "id": 123306860, "name": "田中", param: {"str": 12, "vit": 22 } },
  { "id": 507687469, "name": "佐藤", param: {"str": 13, "vit": 23 } }
]
```

▼ フォーマット定義 JSON 【入力データ：手動作成】

データフォーマットを定義するための JSON。

データ変換ツールに変換方法を指定するために用いる。データ定義 JSON ファイルを入力して、バイナリデータファイルと C 言語ソースファイルを出力するためのフォーマットとルールが定義される。

基本的な記述仕様は「拡張 JSON」形式に従う。記述内容は、フォーマット定義のための設定項目が定められている。下記のサンプルでその仕様を示す。赤い字で書かれた項目が、サンプル中で初出の定義項目であり、詳しい説明を併記する。

例：

```
//データフォーマット定義 JSON サンプル
{
    "name": "CharaData", //データフォーマット名 ※構造一致照合用。
    "majorVer": 1, //データフォーマットメジャーバージョン ※構造一致照合用。
    "minorVer": 0, //データフォーマットマイナーバージョン ※構造一致照合用。
    "comment": "キャラパラメータ構造定義", //コメント ※C 言語ソース用。

    "headerFileName": "charaData.h", //ソースファイル名 ※C 言語ヘッダーファイル出力用。
    "declFileName": "charaDataDecl.cpp", //ソースファイル名 ※C 言語ソースファイル（バージョン整合用
    // 構造定義）出力用。
    "isUsePragmaOnce": true, //#pragma once 使用指定 ※C 言語ヘッダーファイル出力用。
    "headerIncludeFiles": [ "types.h" ], //インクルードファイル ※C 言語ヘッダーファイルに適用。
    // 複数指定可。
    "declIncludeFiles": [ "gameDataDecl.h" ], //インクルードファイル ※C 言語ソースファイル（バージョン整合用
    // 構造定義）に適用。
    // 複数指定可。
    "headerNamespace": [ "charaDataDef" ], //ネームスペース ※C 言語ヘッダーファイルに適用。
    // ネストする場合は配列で複数指定。
    "declNamespace": [ "charaDataDecl" ], //ネームスペース ※C 言語ソースファイル（バージョン整合用
    // 構造定義）に適用。
    // ネストする場合は配列で複数指定。
    "funcNameForGetDecl": "getDecl", //バージョン整合用構造定義情報の取得関数名
    // ※C 言語ソースファイル（バージョン整合用
    // 構造定義）に適用。

    "struct": //構造体
    {
        "name": "T_CHARA", //構造体名
        "comment": "キャラ構造体", //コメント ※C 言語ソース用。

        "isMakeSource": true, //構造体の定義を C 言語ヘッダーに出力するか？
        // ※規定値は true。汎用構造体などの定義済みの構造体を用いる場合は
        // false を指定する。

        "primaryKey": "id", //主キー ※メンバー名で指定。主キーの昇順にデータが並び替えされる。
        // 重複検出でエラー。ネストした構造体のメンバーは指定不可。
        "secondaryKey": [ "name" ], //副キー ※メンバー名で指定。検索用のインデックステーブル作成用。
        // 複数メンバー指定可。重複検出でエラー。
        // ネストした構造体のメンバーは指定不可。

        "indexes": [ "kana" ], //並べ替えキー ※キーで指定。並べ替え用のインデックステーブル作成用。
        // 複数キー指定可。複合キー指定不可。重複可。
        // ネストした構造体のメンバーは指定不可。
        // ※並べ替えキーは、実データに含まれなくても良い。

        "members": //メンバー ※デフォルトでは、定義順がデータの並び順になるので注意。
    }
```

```

//メンバー定義：基本形
{
    "name" : "id", //メンバー名
    "comment" : "識別 ID", //コメント ※C 言語ソース用。
    "key" : "id", //対象キー ※JSON データ上のキー。
    // 省略時は "name" と同じとみなす。
    "type" : "crc", //データ型 ※s8, u8, s16, u16, s32, u32, s64, u64, f31, f64, ptr, struct,
    // str, expr, crc, crcs を指定可。
    // crc, crcs は文字列が 32bit 整数に変換される。
    // expr は文字列が T_EXPR 型の計算式データに変換
    // される。
    // str と expr はポインターに変換され、バイナリ
    // データにはオフセット値として記録される。
    "typeName" : "CRC32", //データ型名 ※C 言語ソース用
    // 特別に指定したい場合だけ指定。
    // 通常は "type" に対応した型から自動判定される。
},
//メンバー定義：文字列型の場合
{
    "name" : "name", //メンバー名
    "comment" : "名前", //コメント
    "type" : "str", //データ型 ※文字列のデータ型は、C 言語ソース上では
    // const char* などのポインター型に置き換わる。
    // 文字列データはバイナリデータの後部にまとめられ、
    // ポインターはその位置を指す。
    // バイナリデータ上では、文字列データのオフセット値が
    // 記録される。
},
//メンバー定義：計算式型の場合
{
    "name" : "condition", //メンバー名
    "comment" : "有効化条件式", //コメント
    "type" : "expr", //データ型 ※計算式のデータ型は、C 言語ソース上では
    // const T_EXPR* 型に置き換わる。
    // 実際のデータはバイナリデータの後部にまとめられ、
    // ポインターはその位置を指す。
    // バイナリデータ上では、計算式データのオフセット値が
    // 記録される。
    // ※JSON データに記述された計算式（文字列）を解析して、
    // 計算式データ（バイナリ）に変換して記録する。
    // この解析の際にエラー判定も行う。
    // ※計算式内で使用される関数は、予め用意された組み込み
    // 関数（crc や pow など）のほか、実機側の処理で
    // 計算式用に用意された拡張関数（getChapter などの
    // ゲーム依存の関数）を指定できる。
    // 正しい名前とパラメータで拡張関数を使用しているか
    // どうかは、変換ツール実行時に渡される
    // 「拡張関数定義リスト」に基づいて判定する。
},
//メンバー定義：値の場合 ※エラー判定のサンプル
{
    "name" : "power", //メンバー名
    "comment" : "力", //コメント
    "key" : "param.power", //対象キー ※JSON データ上のネストしたデータは
    // 「.」で区切って指定。
    "type" : "i8", //データ型
    "default" : 1, //省略時の規定値 ※JSON データ上で記述されなかった場合の規定値。
    "isRequired" : false, //入力必須項目？ ※JSON データ上で記述が必須か？
    // ※エラー判定用、省略時はエラー判定なし
    // (false 指定と同じ)。ただし、
    // primayKey, secondaryKey, indexes に
    // 指定された項目は必然的に入力必須となる。
    "min" : 0, //最小値 ※エラー判定用、省略時はエラー判定なし。
    "max" : 100, //最大値 ※エラー判定用、省略時はエラー判定なし。
    //※データ型に応じた最小値～最大値の範囲チェックは

```

```

// デフォルトで行われる。例えば、i8 なら -128~127 の
// 範囲外の値が指定されたらエラー。
},
//メンバー定義：固定長配列の場合
{
    "name": "tol", //メンバー名
    "comment": "耐性", //コメント
    "key": "param.tol", //対象キー
    "type": "f32", //データ型
    "isArray": true, //配列か？ ※規定値は false。
    // true 指定されたデータが、データ定義 JSON 上で
    // 配列として定義されていなければエラー。その逆も同様。
    "arraySize": [ 10 ] //配列の要素数 ※配列の次元数分の要素数を指定。
    // 二次元配列なら [ 5, 10 ] のように記述する。
    // JSON データ上と要素数が一致しない場合はエラー。
},
//メンバー定義：不定長配列の場合
{
    "name": "abilities", //メンバー名
    "comment": "アビリティ", //コメント
    "key": "abilities", //対象キー
    "type": "u32", //データ型
    "isVariableArray": true, //不定長配列の指定 ※isArray の指定を省略可。
    "arraySizeName": "abilitiesNum", //配列の要素数を記録するメンバー名
    "arraySizeType": "i8", //配列の要素数を記録するメンバーのデータ型
    // ※省略時は i32 とみなす
    //※不定長配列の場合、構造体にはポインターと要素数の二つのメンバーが定義される。
    // 通常、要素数のメンバーが先に、続いてポインターが並ぶ。
    // (例) i8 abilityNum;
    // u32* abilities;
    //※実際のデータはバイナリデータの後部にまとめられ、ポインターはその位置を指す。
    // バイナリデータ上では、データのオフセット値が記録される。
},
//メンバー：ネストした構造体の場合
{
    "name": "param", //メンバー名
    "comment": "パラメータ", //コメント
    "key": "param", //対象キー
    "type": "struct", //データ型 ※C 言語の構造体をネストする場合は、
    // "struct" を指定して、データ型名に構造体名を指定。
    "typeName": "I_PARAM", //データ型名
    //※実際の構造体は、"substructs" で定義する。
},
//メンバー定義：固定値の場合
{
    "name": "fixed", //メンバー名
    "comment": "固定値", //コメント
    "key": null, //対象キー ※対象キーに null を指定することで、JSON データ側に
    // 存在しないメンバーを定義することが可能。
    "type": "i16", //データ型
    "default": 1, //省略時の規定値 ※固定値の指定に使用
},
//メンバー定義：無視項目の場合
{
    "key": "dummy", //対象キー
    "type": "ignore", //データ型 ※データ型に "ignore" を指定すると、対象キーを無視する。
}
],

"membersOrder": //メンバーの並び順 ※"members" の定義順と変えたい時だけ記述する。
// これを指定する場合、"members" の全項目を指定しなければエラー。
// "name" および "arraySizeName" を全て列挙する。
// アラインメントを考慮した配置にしたい場合などに使用する。
[

```



```

        "id",          //ID : crc
        "power",       //力 : i8
        "abilitiesNum", //アビリティ (Num) : i8
        "fixed",       //固定値 : i16
        "tol",         //耐性 : f32[10]
        "name",        //名前 : str*
        "condition",   //有効化条件 : T_EXPR*
        "abilities",   //アビリティ : u32*
        "param"        //パラメータ : T_PARAM
    ],
    "substructs" : //ネストした構造体 ※「struct」とほぼ同様の構造だが、配列で複数の構造体を定義する。
    [
        {
            "name" : "T_PARAM",          //構造体名
            "comment" : "パラメータ構造体", //コメント

            "isMakeSource" : true,        //構造体の定義をC言語ヘッダーに出力するか？
            "isInternalStructure" : true, //親の構造体の中にこの構造体を定義するかどうか？

            "members" : //メンバー
            [
                {
                    "name" : "atk", //メンバー名
                    "comment" : "攻撃力", //コメント
                    "key" : "atk", //対象キー ※JSON データ上のネストしたデータのキーだが、
                                // 親キーは指定しない。
                                // ※メンバー名と同じなら省略可能。
                    "type" : "i16" //データ型
                },
                {
                    "name" : "def", //メンバー名
                    "comment" : "守備力", //コメント
                    "type" : "i16" //データ型
                },
                {
                    "name" : "specials", //メンバー名
                    "comment" : "特殊能力", //コメント
                    "type" : "struct", //データ型 ※さらにネストした構造体も指定可能
                    "typeName" : "T_SPECIAL_PARAM", //データ型名
                    "isVariableArray" : true, //不定長配列の指定
                    "arraySizeName" : "specialsNum" //配列の要素数
                }
            ],
            "membersOrder" : //メンバーの並び順
            [
                "atk", //攻撃力:i16
                "def", //防御力:i16
                "specialNum", //特殊能力 (Num) : s32
                "special" //特殊能力:T_SPECIAL_PARAM*
            ]
        },
        {
            "name" : "T_SPECIAL_PARAM",
            "comment" : "特殊パラメータ構造体", //コメント

            "isMakeSource" : true, //構造体の定義をC言語ヘッダーに出力するか？
            "isInternalStructure" : false, //親の構造体の中にこの構造体を定義するかどうか？

            "members" : //メンバー
            [
                {
                    "name" : "dark", //メンバー名

```

```

        "comment": "闇", //コメント
        "type": "u32" //データ型
    },
    {
        "name": "shine", //メンバー名
        "comment": "光", //コメント
        "type": "u32" //データ型
    }
]
},
//エラー判定用ルール ※メンバーごとの min, max, isReuired 以外のルールを設定したい場合に用いる。
// ※複数のルールを指定可。
// ※メンバーの値を計算結果などで書き換えたい場合にも利用可能。
"rules": [
    {
        //ルール ※エラーメッセージ判定用の C#処理を記述。一塊の文字列として定義する。
        // エラーがある場合はエラーメッセージを return し、問題が無い場合は null を return。
        // ※一つのオブジェクト（構造体）が取り込まれる毎に実行され、
        // 取り込んだオブジェクトは変数 obj として渡される。
        // なお、この時の obj は、str や不定長配列などの情報はポインター化（オフセット化）
        // されていないため、そのままメンバーにアクセスできる。crc などの組み込み関数、
        // expr による計算式解析もまだ行われていない状態。ルールを一通りパスした後に
        // それらの処理を行う。
        // ※エラーメッセージ出力時は、データ定義位置の行番号と、主キーの情報もいっしょに出力される。
        // ※obj のメンバーに値を代入すれば、そのまま実際の値として反映される。
        // ※行が連結されてしまうので、「//」によるコメントの記述は禁止
        "rule": "
¥
var atk = obj.param.atk; ¥
var def = obj.param.def; ¥
if(atk < def) ¥
{ ¥
    return ¥ "ATK(¥) + atk + ¥" )は、DEF(¥) + def + ¥ (" 以上の値にして下さい。¥" ; ¥
} ¥
obj.tol[2] = obj.tol[0] + obj.tol[1]; /*値を書き換え可能*/ ¥
return null; ¥
"
    },
    {
        //ルール
        "rule": "
¥
if(obj.tol[0] > 0 && obj.tol[1] > 0) ¥
{ ¥
    return ¥ "「耐性」は、どれか一つだけ入力して下さい。¥" ; ¥
} ¥
return null; ¥
"
    }
]
},
]
}

```

▼ データ型定義リスト【入力データ：手動作成】

データフォーマットで使用するデータ型を定義するための JSON。

基本的な記述仕様は「拡張 JSON」形式に従う。記述内容は、データ型定義のための設定項目が定められている。下記のサンプルでその仕様を示す。赤い字で書かれた項目が、サンプル中で初出の定義項目であり、詳しい説明を併記する。

例：

```
//データ型定義リスト
//※「データ型」の内容を定義する。
//※プリミティブな型のみに対応し、構造体や配列は定義できない。
[
  //u16_ex 型
  {
    "type": "u16_ex", //データ型
    "typeName": "unsigned int", //データ型名 ※C 言語ソース用
    "baseType": "int", //基本データ型 ※int (整数) / float (浮動小数点) / dec (固定小数点)
    // bool (真偽値) / str (文字列) / expr (計算式)
    // ptr (ポインター) のいずれかで指定する。
    // ※ptr は便宜上存在。任意のデータを扱うことができないが、
    // 構造体にポインター型のメンバーを含めたい場合に
    // 使用する。
    "isUnsigned": true, //符号無し指定 ※基本データ型が int の場合のみ指定可。
    "size": 2, //データサイズ ※基本データ型が int の場合は 1, 2, 4, 8 のいずれか。
    // float の場合は 2, 4, 8 のいずれか。
    // dec の場合は 2, 4, 8 のいずれか。
    // str/scpr/ptr の場合はサイズ指定不要。ポインターの
    // サイズ (32/64bit) になる。
    "decBits": 8, //固定小数の小数部のビット数 ※基本データ型が dec の場合のみ指定可。
    // 省略時はデータサイズの半分 -1 の
    // ビット数。2 バイトなら 7bit、4 バイト
    // なら 15bit、8 バイトなら 31bit。
    "min": -10000, //最小値 ※オプションで指定可。省略時は基本データ型、符号無し指定、
    // データサイズから自動判定。
    "max": 10000, //最大値 ※(同上)
    "default": 1, //規定値 ※オプションで指定可。省略時は 0。
  },
  //crc 型
  {
    "type": "crc", //データ型
    "typeName": "unsigned int", //データ型名
    "baseType": "int", //基本データ型
    "isUnsigned": true, //符号無し指定
    "size": 4, //データサイズ
    "func": "crc" //組み込み関数 ※バイナリデータに変換する際に適用する
    // 組み込み関数を指定する。
  },
  //文字列型
  {
    "type": "str", //データ型
    "typeName": "const char*", //データ型名
    "baseType": "str", //基本データ型 ※str が指定されたデータは、JSON データをバイナリ
    // データに変換した際、データ後部に実際のデータ
    // (文字列) をまとめ、その参照を扱うようになる。
  },
  //計算式型
  {
    "type": "expr", //データ型
    "typeName": "T_EXPR*", //データ型名
    "baseType": "expr", //基本データ型 ※expr が指定されたデータは、JSON データをバイナリ
    // データに変換した際、データ後部に実際のデータ
    // (T_EXPR 型の計算式データ) をまとめ、その参照を
    // 扱うようになる。
    "func": "expr" //組み込み関数 ※expr () 組み込み関数は、計算式が記述された
    // 文字列を、T_EXPR 型 (不定長のデータ部を含む) の
```

```

    }                                     // バイナリデータに変換する。
]

```

データ型定義リストは、複数の定義ファイルを変換ツール実行時に指定することが可能。
もっとも基本的な定義リストには、下記のデータ型が定義される。

- bool 真偽値 : 1 バイト : true/false
- i8 符号付き 8bit 整数 : 1 バイト : -128 ~ 127
- u8 符号無し 8bit 整数 : 1 バイト : 0 ~ 255
- i16 符号付き 16bit 整数 : 2 バイト : -32,768 ~ 32,767
- u16 符号なし 16bit 整数 : 2 バイト : 0 ~ 65,535
- i32 符号付き 32bit 整数 : 4 バイト : -2,147,483,648 ~ 2,147,483,647
- u32 符号なし 32bit 整数 : 4 バイト : 0 ~ 4,294,967,295
- i64 符号付き 64bit 整数 : 8 バイト : -9,223,372,036,854,775,808
~ 9,223,372,036,854,775,807
- u64 符号なし 64bit 整数 : 8 バイト : 0 ~ 18,446,744,073,709,551,615
- f32 32bit 浮動小数点 : 4 バイト : 1 + 8 + 23 bits (符号 + 指数 + 仮数)
- f64 64bit 浮動小数点 : 8 バイト : 1 + 11 + 52 bits (符号 + 指数 + 仮数)
- str 文字列 : ポインター (オフセット値) + 実データ (char[]型)
- expr 計算式 : ポインター (オフセット値) + 実データ (T_EXPR 型 + データ長)
- crc 符号なし 32bit 整数 : 4 バイト : 32bit CRC 値
- crcs 符号なし 32bit 整数 : 4 バイト : 32bit CRC 値 (文字列を小文字化して算出)

▼ 計算式用拡張関数定義リスト【入力データ : 手動作成】

「データ定義 JSON」内の「計算式」で使用する拡張関数を定義するための JSON。

なお、これはあくまでも「計算式」の中で、ランタイム時に実行される関数を指定するためのものであり、バイナリデータ変換時には処理されないことに注意。(組み込み関数の場合は、パラメータに動的な要素がない限りは、データ変換時にも処理される。)

基本的な記述仕様は「拡張 JSON」形式に従う。記述内容は、拡張関数定義のための設定項目が定められている。下記のサンプルでその仕様を示す。赤い字で書かれた項目が、サンプル中で初出の定義項目であり、詳しい説明を併記する。

例 :

```

//拡張関数定義リスト
//※「拡張関数」の名前とパラメータを定義する。
[
    //フラグを更新 : bool setFlag( "フラグ名", bool)
    {
        "func" : "getChapter", //関数名
    }
]

```

```

    "args": [ "str", "bool" ],    //パラメータ ※データ型を列挙
    "return": "bool",            //戻り値 ※データ型を一つ指定
  },
  //現在の章を取得: u32 getChapter()
  {
    "func": "getChapter",        //関数名
    "args": [ ],                //パラメータ ※パラメータがない場合は空の配列を指定するか、
                                //                                args 自体を指定しない。
    "return": "u32",            //戻り値
  },
  //デバッグプリント: bool debugPrint()
  {
    "func": "debugPrint",        //関数名
    "args": [ "str", "..." ],  //パラメータ ※不定長パラメータには "..." (ピリオド三つ) を指定する。
    "return": "bool",            //戻り値
  }
]

```

▼ チェック用 JSON【出力データ】

バイナリデータ出力が成功した時にだけ一緒に出力される。

チェック用 JSON は拡張仕様を排除した JSON 仕様のフォーマットのため、データの二次利用にも活用できる。

バイナリデータの構造に合わせた構造だが、文字列や計算式、不定長配列などのポインター（オフセット）要素は展開されず、そのまま本来の位置に記述される。crc などの組み込み関数は計算結果が出力され、計算式のようなバイナリデータは BASE64 エンコードされた文字列が出力される。出力されるデータの並び順は、指定された「主キー」に基づいて並べ替えされた状態となる。「副キー」と「並べ替えキー」に指定されたインデックステーブルも別ファイルに出力され、内容を確認することができる。以下にそれらのサンプルを示す。

例：データ定義 JSON ⇒ チェック用 JSON&インデックステーブル（主キー = "id"、副キー = "name"、並べ替えキー = "kana" を設定し、かつ、"kana" は実機用バイナリデータに出力されないものとする）

```

//キャラ定義
#include "header.jsonh"

[
  //キャラ: 山田
  {
    "id": "c0010",            //ID: 主キー
    "name": "山田",          //名前: 副キー
    "kana": "やまだ",        //読み: 並べ替えキー
    "condition": "getChapter() >= 20",
    "param":
    {
      "atk": 10,
      "def": 20
    },
    "abilities": [ "aaa", "bbb" ]
  },
  //キャラ: 田中

```

```
[
  {
    "id": "c0020",      //ID: 主キー
    "name": "田中",     //名前: 副キー
    "kana": "たなか",  //読み: 並べ替えキー
    "param": {
      "atk": 11,
      "def": 21
    },
  },
  //キャラ: 佐藤
  {
    "id": "c0030",      //ID: 主キー
    "name": "佐藤",     //名前: 副キー
    "kana": "さとう",  //読み: 並べ替えキー
    "param": {
      "atk": 12,
      "def": 22
    },
    "abilities": [ "xxx" ]
  }
]
```

↓ (変換後)

チェック用 JSON: ※ "id" が CRC 値に変換され、"condition" のバイナリコードが BASE64 に変換され、リストの並びが主キー ("id") の順に変わり、kana が消滅し、abilities などの入力省略された項目が網羅されている。

```
[
  {
    "id": 123306860,
    "name": "田中",
    "condition": null,
    "param": {
      "atk": 11,
      "def": 21
    },
    "abilities": [ ]
  },
  {
    "id": 507687469,
    "name": "佐藤",
    "condition": null,
    "param": {
      "atk": 12,
      "def": 22
    },
    "abilities": [ "xxx" ]
  },
  {
    "id": 745853103,
    "sortOrder": 1,
    "condition": "Z2V0Q2hhcHRlcigpID49IDIweA==",
    "param": {
      "atk": 10,
      "def": 20
    }
  }
]
```

```

    },
    "abilities": [ "aaa", "bbb" ]
  },
]

```

副キー検索用インデックステーブル： ※ "name" の CRC 順。"key"は"name"の CRC 値を、"index"は出力データ（チェック用 JSON）の位置を示す。

```

[
  { "key": 230889854, "index": 2 },
  { "key": 558509826, "index": 1 },
  { "key": 2850539082, "index": 0 }
]

```

並べ替え用インデックステーブル： ※ "kana" 順（さとう→たなか→やまだ）。数値は出力データ（チェック用 JSON）の位置を示す。

```
[ 1, 0, 2 ]
```

▼ C 言語ソース【出力データ】

構造体が定義されたヘッダーファイルと、バージョン整合用の構造定義情報が定義されたソースファイル。

データ変換ツールのオプションにより出力可能。その際、「データ定義 JSON」は必要なく、「フォーマット定義 JSON」に基づいて作成される。

「バージョン整合用構造定義」は、T_GDBIN_DECL 型のデータで定義される static なデータ。この情報を取得するための関数 getDecl() も合わせて自動生成される。

以下に自動生成されたファイルのサンプルを示す。T_GDBIN_DECL 型の扱いについてもサンプルで示す。なお、この内容は、前述の「フォーマット定義 JSON」のサンプルに基づく。

例：ヘッダーファイル：charaData.h

```

#pragma once
#ifndef __CHARA_DATA_H__
#define __CHARA_DATA_H__

//ATTENTION!
//Do not modify this file manually.

#include "types.h"

namespace charaDataDef
{

//キャラパラメータ構造定義
//Name: CharaData
//Version: 1.0
//Update: 204.1.10 12:34:56

//特殊パラメータ構造体
struct T_SPECIAL_PARAM

```

```

{
    unsigned int dark; //闇
    unsigned int shine; //光
};

//キャラ構造体
struct T_CHARA
{
    //パラメータ構造体
    struct T_PARAM
    {
        short atk; //攻撃力
        short def; //守備力
        int specialNum; //特殊能力 (Num)
        T_SPECIAL_PARAM* special; //特殊能力
    };

    CRC id; //識別 ID
    char power; //力
    char abilitiesNum; //アビリティ (Num)
    short fixed; //固定値
    float tol[10]; //耐性
    const char* name; //名前
    const T_EXPR* condition; //有効化条件
    unsigned int* abilities; //アビリティ
    T_PARAM param; //パラメータ
};

} //namespace charaDataDef

#endif // __CHARA_DATA_H__

```

例：バージョン整合用構造定義ファイル：charaDataDecl.cpp

```

//ATTENTION!
//Do not modify this file manually.

#include "gameDataDecl.h"
/*
※このインクルード内で下記の構造体が定義されている。
本来このコメントの部分はファイル出力されないが、
このサンプルでは内容を分かり易くするために記述している。

//ゲームデータ定義
struct T_GDBIN_DECL
{
    //型情報
    struct TYPE_INFO
    {
        unsigned int dataNameCrc:      //構造体名 CRC ※型種別 = struct の場合に指定。
        unsigned char baseType:3;      //型種別 ※0 = int, 1 = float, 2 = dec, 3 = bool, 4 = str,
        //                               5 = expr, 6 = ptr, 7 = struct。
        unsigned char isUnsigned:1;    //符号無し型か? ※型種別 = int の場合のみ指定可。
        unsigned char size:4;          //型のサイズ ※int の場合は、1, 2, 4, 8 のいずれか。
        //                               float の場合は、2, 4, 8 のいずれか。
        //                               dec の場合は 2, 4, 8 のいずれか。
        //                               bool の場合は 1。
        //                               str / expr / ptr /struct の場合は 0。
        unsigned char padding[3];      //パディング ※0xdb で埋める
    };

    //ゲームデータ構造体定義
    struct STRUCT
    {
        //ゲームデータ構造体メンバー定義

```



```

struct MEMBER
{
    TYPE_INFO type;           //型情報
    unsigned int memberNameCrc; //メンバー名 CRC
    unsigned int isArray:1;    //不定長配列か? ※true で不定長配列。この時、メンバーの実際の
                                // データ型はポインターとなる。
    unsigned int arraySize:31; //配列要素数 ※配列でない時や不定長の時は 0。
};

//不定長データ情報
struct VARIABLE_DATA_INFO
{
    TYPE_INFO type;           //型情報
    unsigned int recotdSize; //不定長データのレコードサイズ（1件あたりのデータサイズ）
};

unsigned int structNameCrc; //構造体名 CRC
unsigned short membersNum;  //構造体メンバー数
MEMBER* members;           //構造体メンバー定義の参照

unsigned int formatNameCrc; //データフォーマット名 CRC
unsigned short majorVer;    //データフォーマットメジャーバージョン
unsigned short minorVer;    //データフォーマットマイナーバージョン

unsigned short structsNum;  //構造体数
unsigned short structMembersNum; //全構造体の全メンバー数
unsigned short variableDataInfosNum; //不定長データ情報数
unsigned char padding[2];    //パディング ※0xdb で埋める

unsigned int recotdSize;    //基本構造体のレコードサイズ（1件あたりのデータサイズ）
unsigned int primaryKeyNameCrc; //主キーメンバー名 CRC

STRUCT* structs;           //構造体定義の参照
VARIABLE_DATA_INFO* variableDataInfos; //不定長データ情報の参照
};
*/

namespace charaDataDecl
{
    //キャラパラメータ構造定義
    //Name: CharaData
    //Version: 1.0
    //Update: 204.1.10 12:34:56

    //データ構造定義

    //構造体のメンバー定義
    static const int s_structMembersNum = 9 + 4 + 2; //全構造体の全メンバー数
    static T_GDBIN_DECAREL::STRUCT::MEMBER s_structMembers[s_structMembersNum] =
    {
        //T_CHARA 構造体
        { {0x00000000, 0, true, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xe66c3671, false, 0 }, //識別 ID:" id" :crc
        { {0x00000000, 0, false, 1, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xab8a01a0, false, 0 }, //力:" power" :i8
        { {0x00000000, 0, false, 1, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x9c504212, false, 0 }, //アビリティ(Num):" abiriliesNum" :i8
        { {0x00000000, 0, false, 2, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x9ec9ce32, false, 0 }, //固定値:" fixed" :i16
        { {0x00000000, 4, false, 0, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x5e237e06, false, 0 }, //名前:" name" :str
        { {0x00000000, 5, false, 0, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xbdd68843, false, 0 }, //有効化条件:" condition" :expr
        { {0x00000000, 1, false, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xad84385, false, 10 }, //耐性:" tol" :f32[10]
        { {0x00000000, 0, true, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xb8388da4, true, 0 }, //アビリティ:" abilities" :u32*
        { {0x22a2e1dc, 7, false, 0, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xa4fa7c89, false, 0 }, //パラメータ:" param" :T_PARAM
        //T_PARAM 構造体
        { {0x00000000, 0, false, 2, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x27677c27, false, 0 }, //攻撃力:" atk" :i16
        { {0x00000000, 0, false, 2, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xcc4e161, false, 0 }, //防御力:" def" :i16
    }
}

```

```

    { {0x00000000, 0, false, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0xcd1415d7, false, 0 }, //特殊能力(Num):" specialsNum" :i32
    { {0x84f96e44, 7, false, 0, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x4c6b3fe3, true, 0 }, //特殊能力:" specials" :T_SPECIAL_PARAM*
//T_SPECIAL_PARAM 構造体
    { {0x00000000, 0, true, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x1b7cbdfb, false, 0 }, //闇:" dark" :u32
    { {0x00000000, 0, true, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 0x076291bf, false, 0 }, //光:" shine" :u32
};

//構造体の定義
static const int s_structsNum = 3; //全構造体数
static T_GDBIN_DECL::STRUCT s_structs[s_structsNum] =
{
    { 0x0ed35394, 9, &s_structMembers[0] }, //T_CHARA
    { 0x22a2e1dc, 4, &s_structMembers[9] }, //T_PARAM
    { 0x84f96e44, 2, &s_structMembers[13] }, //T_SPECIAL_PARAM
};

//不定長データ情報
static const int s_variableDataInfoNum = 2; //不定長データ情報数
static T_GDBIN_DECL::VARIABLE_DATA_INFO s_variableDataInfos[s_variableDataInfoNum] =
{
    { {0x00000000, 0, true, 4, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 4 }, //u32
    { {0x84f96e44, 7, false, 0, {0xdb,0xdb,0xdb}}, 8 }, //T_SPECIAL_PARAM
};

//フォーマット情報定義 (バージョンを含む)
static T_GDBIN_DECL s_decl =
{
    0xe1e4a645, //フォーマット名 CRC : CharaData
    1, //フォーマットメジャーバージョン
    0, //フォーマットマイナーバージョン

    s_structsNum, //構造体数
    s_structMembersNum, //全構造体の全メンバー数
    s_variableDataInfoNum, //不定長データ情報数

    72, //基本構造体のレコードサイズ (1件あたりのデータサイズ)
    0xe66c3671, //主キーメンバー名 CRC : id
    {0xdb, 0xdb}, //パディング ※0xdb で埋める

    &s_structs[0], //構造体定義の参照
    &s_variableDataInfos[0] //不定長データ情報の参照
};

//データ構造定義取得関数
const T_GDBIN_DECL* getDecl() {return &s_decl;}

} //namespace charaDataDecl

```

「バージョン整合用構造定義」データは、以下の二つの目的で使用される。

① バージョン整合判定：

バイナリデータ取り込み時に、バイナリデータのデータ構造と実機側のデータ構造が一致しているかどうかの判定に用いる。バイナリデータのヘッダー部にも同様の「バージョン整合用構造定義」データが記録されており、両者を比較する。両者が一致する場合はバイナリデータをまるごとコピーできるが、不一致だった場合は、両者の情報を比較しながら、名前が一致する項目のデータを一つずつコピーする。

② ポインター補正：

バイナリデータ取り込み後、文字列、計算式、不定長配列のデータは、データのオフセット

トが記録されているため、ポインターに修正する。

▼ バイナリデータ【出力データ】

「データ定義 JSON」が変換された実機向けのデータ。

基本構造は下記の通り。

| 項目 | 型 | サイズ | 内容 |
|----------------------------------|--------|------|---|
| 01: ヘッダー部: T_GDBIN_HEADER | | | |
| マジックナンバー | i8[4] | 4 | 'd', 'B', 0x00, 0xdb |
| エンディアン | u8 | 1 | 0 ... リトルエンディアン、1 ... ビッグエンディアン |
| ポインターサイズ | u8 | 1 | 0 ... 32bit、1 ... 64bit |
| エンコーディング | u8 | 1 | 0 ... UTF-8、1 ... シフトJIS |
| アラインメント(構造体パッキング) | u8 | 1 | 0 ... 1、1 ... 2、2 ... 4、3 ... 8、4 ... 16(バイト) |
| 総サイズ | u32 | 4 | ヘッダー部も含む全体サイズ(バイト) デバッグデータ部と構造定義部は含まない |
| 総サイズ(デバッグデータ含む) | u32 | 4 | ヘッダー部とデバッグデータ部も含む全体サイズ(バイト) 構造定義部は含まない |
| データ部オフセット | u32 | 4 | ヘッダー部の先頭からのオフセット値(バイト) |
| 検索インデックス部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| 並べ替えインデックス部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| 計算式データ部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| 文字列データ部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| 終端部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| デバッグデータ部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| 構造定義部オフセット | u32 | 4 | (同上) |
| (64バイトパディング) | u8[16] | 16 | 0xdb で埋める |
| | | (64) | |

※「検索インデックス部オフセット」「並べ替えインデックス部オフセット」「計算式データ部オフセット」
「文字列データ部オフセット」「デバッグデータ部オフセット」は、それぞれ、対象データが存在しない場合は 0 になる。

| | | | |
|-------------------------------|-------|----------|--|
| 02: データ部: T_GDBIN_DATA | | | |
| 基本データ情報 | | | |
| データ件数 | u32 | 4 | |
| データ位置オフセット | u32 | 4 | |
| 不定長データ種数 | u32 | 4 | |
| 不定長データ情報 | | | |
| T_GD_VARTBL_INFO[不定長データ種数] | | | |
| データ型識別情報 | | | |
| 構造体名CRC | u32 | 4 | ※型種別 = struct 以外の場合は 0x00000000。 |
| 型種別 | u8 | (3 bit) | ※0 = int, 1 = float, 2 = dec, 3 = bool, 4 = str, 5 = expr, 6 = ptr, 7 = struct |
| 符号無し型か? | u8 | (1 bit) | ※型種別 = int の場合のみ指定可 |
| 型のサイズ | u8 | (4 bit) | ※型種別 = int の場合 ... 1, 2, 4, 8, float の場合 ... 2, 4, 8, dec の場合 ... 2, 4, 6, bool の場合 ... 1, str / expr / struct の場合 ... 0 |
| (パディング) | u8[3] | 3 | 0xdb で埋める |
| データ件数 | u32 | 4 | |
| データ位置オフセット | u32 | 4 | |
| ※不定長データ種数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 基本データ | | | |
| ? | ? | ? | 任意の構造体[基本データ情報::データ件数] |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 不定長データ[n] | | | |
| ? | ? | ? | 任意の型/構造体[不定長データ情報[n)::データ件数] |
| ※不定長データ種数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める (不定長データ1種類ごとにアラインメント) |
| | | (12 + ?) | |

※「基本データ」および「各不定長データ」の「レコードサイズ(1件あたりのデータサイズ)」は、「構造定義部」に記録。
「データ件数」×「レコードサイズ」で、各データの全体サイズが算出できる。

| 03: 検索用インデックステーブル部: T_GDBIN_SEARCHING_TABLE | | | |
|---|-----------------------|------------------|---|
| テーブル数 | u32 | 4 | ※副キーの指定数 |
| テーブル参照データ[n] | T_GD_SEARCH_REF[n] | | |
| 副キーCRC値 | u32 | 4 | 副キー(文字列)のCRC値 |
| 副キーの値のサイズ | u32 | 4 | |
| 実データオフセット | u32 | 4 | テーブルの実データ位置のオフセット ※検索用インデックス テーブル部のトップからのオフセット |
| ※テーブル数分続く... | | | データはCRC値順に並び、バイナリサーチ可能な状態 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 検索用インデックステーブル[n] | T_GD_SEARCH_IDX<T>[n] | [基本データ情報::データ件数] | |
| 副キーの値 | ? | ? | |
| 基本データインデックス | u32 | 4 | |
| ※テーブル数×データ件数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (4 + ?) | |

※「副キー」が一つも指定されなかった場合、この「検索用インデックステーブル部」自体が存在しない。

| 04: 並べ替え用インデックステーブル部: T_GDBIN_SORTING_TABLE | | | |
|---|------------------|------------------|--|
| テーブル数 | u32 | 4 | |
| テーブル参照データ[n] | T_GD_SORT_REF[n] | | |
| 並べ替えキーCRC値 | u32 | 4 | 並べ替えキー(文字列)のCRC値 |
| 実データオフセット | u32 | 4 | テーブルの実データ位置のオフセット ※並べ替え用インデックス ステーブル部のトップからのオフセット |
| ※テーブル数分続く... | | | データはCRC値順に並び、バイナリサーチ可能な状態 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 並べ替え用インデックステーブル[n] | T_GD_SORT_IDX[n] | [基本データ情報::データ件数] | |
| 基本データインデックス | u32 | 4 | |
| ※テーブル数×データ件数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (4 + ?) | |

※「並べ替えキー」が一つも指定されなかった場合、この「並べ替え用インデックステーブル部」自体が存在しない。

| 05: 計算式データ部: T_GDBIN_EXPR | | | |
|---------------------------|---------------|---------|---|
| 計算式データ数 | u32 | 4 | |
| 計算式参照データ[n] | T_EXPR_REF[n] | | |
| 文字列CRC値 | u32 | 4 | 計算式文字列のCRC値 ※検索/重複定義検出用 |
| 実データオフセット | u32 | 4 | 計算式の実データ位置のオフセット ※計算式データ部のトップ からのオフセット |
| ※計算式データ数分続く... | | | データはCRC値順に並び、バイナリサーチ可能な状態 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 計算式データサイズ | u32 | 4 | ※最後のパディングは含まないサイズ。 |
| 計算式データ[n] | T_EXPR[n] | | ※T_EXPRは可変長データ |
| (T_EXPR型の構造については別途記述) | ? | ? | |
| ※計算式データ数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (4 + ?) | |

※赤く着色した部分は検索用情報。全ての計算式データを収集して、計算式データ部の内容が確定した後は不要。

同じ内容のデータを二重定義せずに共通利用するためのものであるため、ランタイム時には使用されない。

メモリ使用量削減のためにも、この情報は最後に削除する。

※データ構造に、「計算式」のデータ項目が一つも含まれない場合は、この「計算式データ部」自体が存在しない。

| 06: 文字列データ部: T_GDBIN_STRING | | | |
|-----------------------------|-----------------|---------|---|
| 文字列データ数 | u32 | 4 | |
| 文字列参照データ[n] | T_STRING_REF[n] | | |
| 文字列CRC値 | u32 | 4 | 文字列のCRC値 ※検索/重複定義検出用 |
| 実データオフセット | u32 | 4 | 文字列の実データ位置のオフセット ※文字列データ部のトップ からのオフセット |
| ※文字列データ数分続く... | | | データはCRC値順に並び、バイナリサーチ可能な状態 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 文字列データサイズ | u32 | 4 | ※最後のパディングは含まないサイズ。 |
| 文字列データ[n] | char[n] | ? | ※文字列は可変長データ |
| ※文字列データ数分続く... | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (4 + ?) | |

※赤く着色した部分は検索用情報。全ての文字列データを収集して、文字列データ部の内容が確定した後は不要。

同じ内容のデータを二重定義せずに共通利用するためのものであるため、ランタイム時には使用されない。

メモリ使用量削減のためにも、この情報は最後に削除する。

※データ構造に、「文字列」のデータ項目が一つも含まれない場合は、この「文字列データ部」自体が存在しない。

| 07: 終端部: T_GDBIN_TERMINATOR | | | |
|-----------------------------|--------|------|----------------------|
| マジックナンバー | i8[4] | 4 | 0xdb, 'D', 'b', 0x00 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[12] | 12 | 0xdb で埋める |
| | | (16) | |

| 08: デバッグデータ部: T_GDBIN_DEBUG | | | |
|-----------------------------|-----------------|---------|--|
| 文字列データ数 | u32 | 4 | |
| 文字列参照データ[n] | T_STRING_REF[n] | | |
| 文字列CRC値 | u32 | 4 | 文字列のCRC値 ※検索／重複定義検出用 |
| 実データオフセット | u32 | 4 | 文字列の実データ位置のオフセット ※デバッグデータ部のトップからのオフセット |
| ※文字列データ数分続く… | | | データはCRC値順に並び、バイナリサーチ可能な状態 |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| 文字列データサイズ | u32 | 4 | ※最後のパディングは含まないサイズ。 |
| 文字列データ[n] | char[n][] | ? | ※文字列は可変長データ |
| ※文字列データ数分続く… | | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (4 + ?) | |

※「識別ID」や「計算式」のような、数値化される文字列データを、ランタイム時にデバッグ表示するためのデータ。

※デバッグ用データはランタイム時に検索が行われるため、全ての情報を残しておく。

※データ構造やデータ変換時のオプションにより、デバッグ用の文字列が一つも無かった場合は、

| 09: 構造定義部: T_GDBIN_DECL | | | |
|-------------------------|----------------------------------|---------------|---------------|
| フォーマット名CRC | u32 | 4 | |
| フォーマットメジャーバージョン | u16 | 2 | |
| フォーマットマイナーバージョン | u16 | 2 | |
| 構造体数 | u16 | 2 | |
| 全構造体の全メンバー数 | u16 | 2 | |
| 不定長データ情報数 | u16 | 2 | |
| (パディング) | u8[2] | 2 | 0xdb で埋める |
| 基本構造体のレコードサイズ | u32 | 4 | ※1件あたりのデータサイズ |
| 主キーメンバー名CRC | u32 | 4 | |
| 構造体定義情報 | T_GDBIN_DECL::STRUCT | [構造体数] | |
| | ? | | |
| 構造体メンバー定義情報 | T_GDBIN_DECL::STRUCT::MEMBER | [全構造体の全メンバー数] | |
| | ? | | |
| 不定長データ情報 | T_GDBIN_DECL::VARIABLE_DATA_INFO | [不定長データ情報数] | |
| | ? | | |
| (16バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xdb で埋める |
| | | (24 + ?) | |

| 10: 最終部: T_GDBIN_SEPARATOR | | | |
|----------------------------|--------|------|-----------|
| (16バイトパディング) | u8[16] | 16 | 0xdb で埋める |
| | | (16) | |

「データ部」内で扱うデータには、「不定長データ」「計算式データ」「文字列データ」が含まれる。それらは、それぞれ「不定長データ部」「計算式データ部」「文字列データ部」を指すポインター型で定義されているが、「バイナリデータ」内では、オフセット値が記録されているため、それをポインターに変換する必要がある。

それぞれのオフセット値は、いずれもバイナリデータの先頭からのオフセット値になっているため、単純に先頭ポインターを加算するだけで変換できる。オフセット値が 0 のデータは nullptr。

どのデータ項目をポインターに変換する必要があるかは、プログラム（ソースコード）に組み込まれている「バージョン整合用構造定義」に基づく。

また、データ取り込み時には、この「バージョン整合用構造定義」とバイナリデータ内の「構造定義部」の内容を比較し、そのままコピー可能かどうか判定する。構造が不一致の場合、全体サイズを計算してメモリを確保し、必要な情報を一つずつコピーする。この時、ヘッダー部の各種オフセット値は書き換えられる。

最終的に、「構造定義部」はメモリにコピーされない。プログラム中に構造定義が存在するため、構造の照合が済んだあとは不要になる。

データ取り込み時に、「デバッグデータ部」を取り込むかどうか指定することができ。取

り込まなかった場合は、ヘッダー部内の「デバッグデータ部のオフセット」は 0 になり、デバッグ用文字列の参照ができなくなる。

■ 値の演算と組み込み関数

拡張 JSON の仕様により、「データ定義 JSON」の「値」には、演算と組み込み関数の使用が可能。データ変換時に演算が行われ、算出された値がバイナリデータに出力される。

使用可能な演算子と組み込み関数は、後述する「計算式」とほぼ同じ。仕様も「計算式」の説明に記述。

演算と組み込み関数の扱いについて、「計算式」との違いは下記の通り。

- ・ 拡張 JSON 上では、「+」演算子による文字列の連結が可能。計算式では不可。
- ・ 計算式では、`expr()` 関数が使用不可。`expr()` 関数はデータ定義 JSON 専用。

▼ 計算式解析関数：`expr()`

- ・ 関数名：`expr`
- ・ パラメータ：計算式文字列
- ・ 戻り値：T_EXPR 型（計算式型）
- ・ 用例：`expr("getChapter() >= 20 && getFlag(¥" flag1¥") == 0n")`

計算式の文字列を、ランタイム時に実行可能なバイナリの計算式データに変換して返す。計算式に関する仕様は後述。

■ 計算式

「データ定義 JSON」内で、ランタイム時に実行するための計算式を使用できる。

例えば、会話テキストの選択条件として「○章以降なら」「XXX フラグが立っていたなら」「△章時にフラグA=OFFでフラグB=ONなら」といった条件を与えたい場合などに使用する。汎用的なデータであるため、Excel シートの会話テキストに並べて条件判定式として記述するようなことが可能。

例：

| キャラ | 条件判定式 | 会話テキスト | 会話後処理 |
|-----|--|----------------------|--|
| 太郎 | <code>getChapter() == 30 && getFlag("flagA") == OFF && getFlag("flagB") == ON</code> | これは… 本当に大変なことになった | |
| | <code>getFlag("XXX") == ON && getFlag("YYY") == OFF</code> | なんと、あなたは！ | <code>runEvent("ev0020"); setFlag("YYY", ON);</code> |
| | <code>getChapter() >= 20</code> | 今日もいそがしい | |
| | | こんにちは | |

複雑な判定条件が必要になっても、データシートを拡張せずに対応できる点も利点。拡張関数さえ登録すれば、どのようなタイトルでも、タイトル依存の情報を扱うことができる。

章判定やフラグ判定などの基本的な要素は専用の入力欄を設けて、実機用のデータにする際に計算式化するような方法も有効。この場合、判定要素の追加が必要になって Excel シートを拡張することがあっても、実機用のデータはそのまま（一つの計算式があるだけ）にして、少しでも手間を軽減することができる。

以降、計算式データに関する仕様を示す。

▼ 計算式の構文

計算式の構文は、下記の要素で成り立つ。

- ・ 値（整数、小数、真偽値）
 - 整数には、10 進表記、8 進表記（0 + 0~7）、16 進表記（0x + 0~f）、2 進表記（0b + 0~1）が使用可能。
 - 真偽値は、真値に `true`, `yes`, `on` のいずれか、偽値に `false`, `no`, `off` のいずれかを記述可能。大文字／小文字は問わない。
- ・ 文字列
 - 文字列はダブルクォーテーションもしくはシングルクォーテーションのどちらかで囲む。
 - 文字列内にはエスケープ文字を使用可能。使用可能なエスケープ文字は下記のとおり。
 - ¥"（ダブルクォーテーション）
 - ¥'（シングルクォーテーション）
 - ¥n（改行）／ ¥r（改行）／ ¥r¥n（改行） ※どれも単一の改行として扱われる
 - ¥¥（¥マーク）
- ・ 単項演算子（+, -, ~, !）※C 言語準拠

- ・ 四則演算子 (+, -, *, /, %) ※C 言語準拠
- ・ ビット演算子 (&, |, ^, ~, <<, >>, >>>) ※C 言語／Java 準拠
- ・ 判定式 (==, !=, >, <, >=, <=) ※C 言語準拠
- ・ 論理演算子 (&&, ||) ※C 言語準拠
- ・ 三項演算子 (x ? y : z) ※C 言語準拠
- ・ かっこ (丸かっこのみ) ※C 言語準拠
- ・ 組み込み関数 ※あらかじめ用意されている関数。
- ・ 拡張関数 ※タイトル固有の関数。
- ・ 「,」(コンマ) ※関数のパラメータの区切り用。
- ・ 「;」(セミコロン) ※演算と無関係に複数の関数を呼び出したい時用。

なお、下記の要素には対応しない。

- ・ 配列
- ・ 変数
- ・ 代入および代入を伴う演算 (=, +=, -=, *=, /=, ++, --)

▼ 対応演算子

《ゲームデータ内計算式対応演算子》 ※C言語の仕様がベース

| 優先順位 | ID | 演算子 | 用法 | 名称 | 備考 |
|------|-------|--------|-----------|-----------------|--|
| 1 | | [] | a[b] | 添字演算子 | 非対応 |
| | | () | a(b) | 関数呼び出し演算子 | 非対応 |
| | | . | a.b | ドット演算子 | 非対応 |
| | | -> | a->b | ポインタ演算子 | 非対応 |
| | | ++ | a++ | 後置増分演算子 | 非対応 |
| 2 | | -- | a-- | 後置減分演算子 | 非対応 |
| | | ++ | ++a | 前置増分演算子 | 非対応 |
| | | -- | --a | 前置減分演算子 | 非対応 |
| | | & | &a | 単項&演算子、アドレス演算子 | 非対応 |
| | | * | *a | 単項*演算子、間接演算子 | 非対応 |
| | 1 | + | +a | 単項+演算子 | ※単項演算子の扱いに注意 左値が演算子で右値が値なら単項演算子 |
| | 2 | - | -a | 単項-演算子 | |
| | 3 | ~ | ~a | 補数演算子 | |
| | 4 | ! | !a | 論理否定演算子 | |
| | | sizeof | sizeof a | sizeof演算子 | 非対応 |
| 3 | | () | (a)b | キャスト演算子 | 非対応 |
| 4 | 5 | * | a * b | 2項*演算子、乗算演算子 | ※左値が0なら右値を評価しない(普通に評価する) |
| | 6 | / | a / b | 除算演算子 | ※左値が0なら右値を評価しない(普通に評価する) |
| | 7 | % | a % b | 剰余演算子 | 右値が0でもNanにせず0とする |
| 5 | 8 | + | a + b | 2項+演算子、加算演算子 | |
| | 9 | - | a - b | 2項-演算子、減算演算子 | |
| 6 | 10 | << | a << b | 左シフト演算子 | ※左値が0なら右値を評価しない(普通に評価する) |
| | 11 | >> | a >> b | 右シフト演算子(符号拡張あり) | ※左値が0もしくは0xffffffffなら右値を評価しない(普通に評価する) |
| | 12 | >>> | a >>> b | 右シフト演算子(符号拡張なし) | ※Java仕様、左値が0なら右値を評価しない |
| 7 | 13 | < | a < b | <演算子 | ※bool値を返す |
| | 14 | <= | a <= b | <=演算子 | |
| | 15 | > | a > b | >演算子 | |
| | 16 | >= | a >= b | >=演算子 | |
| 8 | 17 | == | a == b | 等価演算子 | ※bool値を返す |
| | 18 | != | a != b | 非等価演算子 | |
| 9 | 19 | & | a & b | ビット単位のAND演算子 | ※左値が0なら右値を評価しない(普通に評価する) |
| 10 | 20 | ^ | a ^ b | ビット単位の排他OR演算子 | |
| 11 | 21 | | a b | ビット単位のOR演算子 | ※左値が0xffffffffなら右値を評価しない(普通に評価する) |
| 12 | 22 | && | a && b | 論理AND演算子 | ※bool値を返す/左値が0なら右値を評価しない |
| 13 | 23 | | a b | 論理OR演算子 | ※bool値を返す/左値が0以外なら右値を評価しない |
| 14 | 23,24 | ?: | a ? b : c | 条件演算子 | ※条件に当てはまらなかった方の値は評価しない |
| 15 | | = | a = b | 単純代入演算子 | 非対応 |
| | | += | a += b | 加算代入演算子 | 非対応 |
| | | -= | a -= b | 減算代入演算子 | 非対応 |
| | | *= | a *= b | 乗算代入演算子 | 非対応 |
| | | /= | a /= b | 除算代入演算子 | 非対応 |
| | | %= | a %= b | 剰余代入演算子 | 非対応 |
| | | <<= | a <<= b | 左シフト代入演算子 | 非対応 |
| | | >>= | a >>= b | 右シフト代入演算子 | 非対応 |
| | | &= | a &= b | ビット単位のAND代入演算子 | 非対応 |
| | | ^= | a ^= b | ビット単位の排他OR代入演算子 | 非対応 |
| 16 | | = | a = b | ビット単位のOR代入演算子 | 非対応 |
| | 25 | , | a , b | コンマ演算子 | ※「,」と「;」は、同じ扱いとする |
| | 26 | ; | a ; b | セミコロン(ターミネータ) | 列挙された値全部が返され、関数の引数などになる |
| | 0 | | | ダミー | |

※べき乗や平方根の演算子はない。
pow(x, y) 関数やsqrt(x) 関数を使用する。

※1の「評価しない」とは、実機上の処理で、実際の演算や関数呼び出しを実行しないことを意味する。

文字列の演算には対応しない。例えば、「+」演算子で文字列連結といったことはできない。
基本的に、文字列操作のような、メモリ操作を要する処理は計算式内では実行できない。

リスト中の一部の説明「...なら右値を評価しない」とあるのは、例えば、「getChapter0 >= 30 && getFlag("flag") == ON」という計算式があった場合、論理演算子「&&」の左値

「`getChapter() >= 30`」の結果が偽だった時点で、「`&&`」の結果が偽と確定するため、右値の「`getFlag("flag") == ON`」が評価されず、関数「`getFlag()`」も呼び出されないことを意味する。これは C 言語と同じ挙動である。評価が省略されることにより、処理が少しでも効率化される。

▼ 組み込み関数

下記の組み込み関数に対応する。どれもありきたりの関数なので、細かい仕様は省略し、関数を列挙する。

- ・ `crc("str")` 文字列"str"の CRC 値を算出
- ・ `crcls("str")` 文字列"str"を小文字化した文字列の CRC 値を算出
- ・ `pow(x, y)` x の y 乗を算出
- ・ `sqrt(x)` x の平方根を算出
- ・ `abs(x)` x の絶対値を返す
- ・ `sign(x)` x の符号を返す (x=負...-1、x=0...0、x=正...1)
- ・ `sin(x)` x の sin 値を算出 ※x はラジアン
- ・ `cos(x)` x の cos 値を算出 ※x はラジアン
- ・ `tan(x)` x の tan 値を算出 ※x はラジアン
- ・ `asin(x)` x の asin 値を算出 ※x は sin 値
- ・ `acos(x)` x の acos 値を算出 ※x は cos 値
- ・ `atan(x)` x の atan 値を算出 ※x は tan 値
- ・ `atan2(x, y)` x, y の atan2 値を算出
- ・ `toRad(x)` 度をラジアンに変換
- ・ `toDeg(x)` ラジアンを度に変換
- ・ `pi()` π (3.141592653589) を返す

なお、組み込み関数は、できる限りデータ変換時に計算結果を算出して値に置き換えるようにする。できない場合はランタイム時に計算される。基本的に、拡張関数がパラメータに含まれない限りは算出可能である。(例：`crc("c0010")`⇒可、`pow(4, 3)`⇒可、`sqrt(2.0 * 2.0)`⇒可、`toRad(45)`⇒可、`cos(toRad(45))`⇒可、`pow(getUserLevel(), 2)`⇒不可)

▼ 拡張関数

拡張関数も使い方は組み込み関数と同様。

タイトル固有の関数を使用することができる。

データ変換時には、「拡張関数定義リスト」に基づいて、関数名とパラメータが正しいかどうかチェックされる。

■ 処理仕様

データ変換および実機でのデータ取り込みの処理仕様を示す。

▼ プリプロセッサ

プリプロセッサには MinGW(GCC) を使用。

ダウンロードサイト：<http://sourceforge.net/projects/mingw/files/Installer/>

(インストール方法は省略)

実行手順①： MinGW のパスを通す。バッチファイルなどで、実行時にだけパスに追加する方法でも可。

(例)

```
SET PATH=C:\MinGW\bin;%PATH%
```

実行手順②： コマンドラインコンパイラ `g++.exe` を使用し、プリプロセッサを実行。

(例)

```
$ g++.exe -x c++ -E -c data.json -o data.i.json
```

【使用オプション】

- `-x c++` C++ 言語として処理
- `-E` C プリプロセッサだけを実行
- `-P` #line 文を出力しない
- `-c` 入力ファイルを指定
- `-o` 出力ファイルを指定
- `-I dir` インクルードファイルの検索パスを指定 (複数指定可)
- `-include file`
..... 強制インクルードファイルを指定
- `-Dmacro`
- `-Dmacro=defn`
..... マクロを定義 (=defn が無いときは 1 になる)
- `-M` 依存ファイル (インクルードファイル) のリストアップ

-Mf file

..... 依存ファイルのリストをファイルに出力

▼ データ変換ツール

- ・ 開発言語 : C#コンソールアプリケーション (.Net Framework4.0 以上)
選定理由 : 開発のし易さ、JSON パーサーの利用、dynamic 型 (遅延バインド) の利用。
- ・ 使用ライブラリ : JSON. Net
<http://json.codeplex.com/downloads/get/744406>
- ・ ツール名 : `gdconv.exe` ※Game Data CONVerter の意。
- ・ 使用方法 : (例)

```
$ gdconv.exe --be --p64 --sp8 --dbgcrcl --dbgexpr --utf8 --dbgutf8 -t
types.json -t ext_types.json -f funcs.json -f ext_funcs.json -d
char_format.json -i chara_data.json -o chara_data.bin -c
chara_data_chk.json
```

【対応オプション】 ※競合オプションは後に指定されたものが有効

```
--le ..... リトルエンディアン ※デフォルト
--be ..... ビッグエンディアン
--p32 ..... ポインターサイズ : 32bit (4 バイト) ※デフォルト
--p64 ..... ポインターサイズ : 64bit (8 バイト)
--sp1 ..... 構造体パッキング (アラインメント) : 1 バイト
--sp2 ..... 構造体パッキング (アラインメント) : 2 バイト
--sp4 ..... 構造体パッキング (アラインメント) : 4 バイト
--sp8 ..... 構造体パッキング (アラインメント) : 8 バイト ※デフォルト
--sp16 ..... 構造体パッキング (アラインメント) : 16 バイト
--dbgcrcl ... crc/crcs 変換前テキストをデバッグデータ化 ※デフォルト
--dbgexpr .. 計算式変換前テキストをデバッグデータ化 ※デフォルト
--nodbg .... デバッグデータなし
--utf8 ..... エンコーディング : UTF-8 ※デフォルト
--sjis ..... エンコーディング : シフト JIS
--dbgutf8 .. デバッグデータエンコーディング : UTF-8 ※デフォルト
--dbgsjis .. デバッグデータエンコーディング : シフト JIS
--makesrc .. ソースファイル生成 ※-c, -o, -c, -m オプションは無視
--srcutf8 .. ソースファイルエンコーディング : UTF-8 ※デフォルト
--srcsjis .. ソースファイルエンコーディング : シフト JIS
```

`-t file` データ型定義リストファイル指定 ※複数指定可
`-f file` 計算式用拡張関数定義リストファイル指定 ※複数指定可
`-d file` フォーマット定義 JSON ファイル指定 ※必須
`-i file` データ定義 JSON ファイル（入力ファイル）指定
`-o file` バイナリファイル（出力ファイル）指定
`-c file` チェック用 JSON ファイル（出力ファイル）指定
`-m file` 中間 JSON②ファイル（出力ファイル）指定
 ※C 言語ヘッダーファイル（出力ファイル）と C 言語ソース（構造定義情報）
 ファイル（出力ファイル）はデータ定義 JSON 内で指定。
 ※`-c` オプションがないとチェック用 JSON は出力されない。
 ※`-d` オプションがないとエラー。
 ※`-makesrc` オプション非指定時は、`-c`, `-o` オプションがないとエラー。

● ツールの作成

各データ仕様および上記オプションに基づいてツールを作成する。

● ツールの処理

ツールの処理を作成する上での主な注意点を示す。

- 主キー、副キーの重複エラー判定は、文字列と CRC 値の両方で行う。
- 計算式データ、文字列データ、デバッグデータは、バイナリデータ化の際、同じ内容なら同じ実データを参照するようにする。
- 途中エラーが一つでも検出されたら、一切のファイル出力を行わず、その時点で処理を終了する。
- 途中エラーが一つでも検出されたら、コマンド（ツール）は 1 を返す。（正常時は 0 を返す。）

● ツールの処理フロー

ツール内の処理フローを示す。

- ⇒ データ型定義リスト解析（中間 JSON②化→JSON 解析→内部データ化）
- ⇒ フォーマット定義 JSON 解析（中間 JSON②化→JSON 解析→内部データ化）
- ⇒ フォーマット定義の整合性チェック

※ 存在しない型が使用されていたらエラー、ネストした構造体が定義されていないければエラー、などをチェック。

【以下、C 言語ソース出力時は行わない処理】

- ⇒ 計算式拡張関数定義リスト解析（中間 JSON②化→JSON 解析→内部データ化）
- ⇒ データ定義 JSON 解析（中間 JSON②化→JSON 解析→内部データ化）
 - ※ 中間 JSON②作成と同時に、CRC 値化された文字列をデバッグ用データとして蓄積。
 - ※ 同 CRC 値のデータが蓄積済みなら、文字列が一致するかチェックして不一致ならエラー。
 - ※ `crcs()` 関数使用箇所は、小文字化した文字列で扱う（元の文字列は失われる）。
- ⇒ データのフォーマット照合
 - ※ フォーマット定義に存在しないキーが使用されていたらエラー、主キー／副キー／検索キーに指定された項目が定義されていなければエラー、など。
- ⇒ 不定長データを分割
 - ※ 基本のデータと、不定長データ（の型）の数だけリストが作られる。
- ⇒ 計算式（`expr` 関数）解析処理（計算式データに変換して蓄積、元の計算式文字列をデバッグ用データとして蓄積）
 - ※ 計算式文字列の CRC 値で計算式データ蓄積済みかどうかをチェックする。デバッグ用データも同様。
 - ※ 同 CRC 値のデバッグ用データが蓄積済みなら、計算式の文字列が一致するかチェックして不一致ならエラー。
- ⇒ 文字列解析処理（文字列データとして蓄積）
 - ※ 文字列の CRC 値で文字列データ蓄積済みかどうかをチェックする。
 - ※ 同 CRC 値のデータが蓄積済みなら、文字列が一致するかチェックして不一致ならエラー。
- ⇒ 主キーによるデータソート
 - ※ 重複があったらエラー。
 - ※ 処理対象は基本のデータリストのみ。不定長データのリストはなにもしない。
- ⇒ 検索用インデックステーブル作成（副キー）
 - ※ 重複があったらエラー。
- ⇒ 並べ替え用インデックステーブル作成
- ⇒ バイナリデータのメモリサイズ計算
- ⇒ 不定長データ、計算式データ、文字列データのオフセット値化
 - ※ 処理対象は基本のデータリストと不定長データのリスト全て。
- ⇒ バイナリデータ出力
- ⇒ チェック用 JSON 出力
- ⇒ 中間 JSON②出力
 - ※ 対象は、データ定義 JSON の中間 JSON②のみ。

【以下、C 言語ソース出力時のみ行う処理】

- ⇒ C 言語ヘッダーファイル出力
- ⇒ C 言語ソース（構造定義情報）ファイル出力

▼ データ変換実行バッチ

プリプロセッサからソースファイルの自動生成、データ変換を実行するバッチのサンプルを示す。なお、ビルドツールを使用して効率化する手法については後述。

バッチファイルサンプル：

```
@ECHO OFF

rem --- バッチファイルの存在するパス（ドライブ&ディレクトリ）にカレントディレクトリを変更 ---
CD /D %~dp0

rem --- MinGW(GCC)のパスを通す ---
SET MINGW_BIN_DIR=D:\MinGW\bin
SET PATH=%MINGW_BIN_DIR%;%PATH%

rem --- プリプロセッサオプション ---
SET PP_FLAGS=-x c++ -E -P
SET PP_INC_DIRS=-I . -I "lib/common"
rem SET PP_INCLUDES=-include "common.hjson"
SET PP_INCLUDES=

rem --- データ変換オプション ---
SET GD_FLAGS=-le -p32 -sp8 -dbgcrs -dbgexpr -utf8 -dbgutf8
SET GD_MKSRC_FLAGS=-makesrc -srcutf8

SET GD_TYPE_FILE01=settings/common_type
SET GD_TYPE_FILE02=settings/ext_type

SET GD_FUNC_FILE01=settings/ext_func01
SET GD_FUNC_FILE02=settings/ext_func02

SET GD_FORMAT_FILE=settings/chara_fomat
SET GD_FORMAT_INC_FILE=include/chara_format.h
SET GD_FORMAT_SRC_FILE=src/chara_format.cpp

rem --- 開始 ---
ECHO ***** データ変換開始 *****
ECHO.
SET RESULT_TOTAL=0

rem --- 型定義リストのプリプロセッサ実行 ---
CALL :PREPROCESSOR %GD_TYPE_FILE01%
CALL :PREPROCESSOR %GD_TYPE_FILE02%

rem --- 拡張関数定義リストのプリプロセッサ実行 ---
CALL :PREPROCESSOR %GD_FUNC_FILE01%
CALL :PREPROCESSOR %GD_FUNC_FILE02%

rem --- フォーマット定義JSONのプリプロセッサ実行 ---
CALL :PREPROCESSOR %GD_FORMAT_FILE%

rem --- ソースファイル作成 ---
CALL :GDSRC CONV %GD_FORMAT_FILE%
```

```

rem --- データ変換実行 ---
CALL :GD CONV %GD_FORMAT_FILE% data/data01 bin/data01
CALL :GD CONV %GD_FORMAT_FILE% data/data02 bin/data02
CALL :GD CONV %GD_FORMAT_FILE% data/data03 bin/data03

rem --- 終了 ---
ECHO.
ECHO エラー数: %RESULT_TOTAL%
CALL :PAUSE_MSG ***** データ変換終了 *****
EXIT /B %RESULT_TOTAL%

rem ===== プリプロセッサ実行 =====
:PREPROCESSOR
SET JSON_FILE=%1.json
SET JSON_PP_FILE=%2
IF "%JSON_PP_FILE%" == "" SET JSON_PP_FILE=%1
SET JSON_PP_FILE=%JSON_PP_FILE%.i.json
ECHO.
ECHO -----
ECHO プリプロセッサ実行: "%JSON_FILE%" to "%JSON_PP_FILE%"
CALL :RESET_ERRORLEVEL
CALL :RUN_CMD g++.exe %PP_FLAGS% %PP_INC_DIRS% %PP_INCLUDES% -c "%JSON_FILE%" -o "%JSON_PP_FILE%"
SET RESULT=%ERRORLEVEL%
IF NOT "%RESULT%" == "0" ECHO エラー !
IF NOT "%RESULT%" == "0" SET /A RESULT_TOTAL=RESULT_TOTAL+1
EXIT /B %RESULT%

rem ===== ソースファイル生成実行 =====
:GDSRC CONV
SET FORMAT_FILE=%1.i.json
ECHO.
ECHO -----
ECHO ソースファイル生成: "%FORMAT_FILE%"
CALL :RESET_ERRORLEVEL
CALL :RUN_CMD gdconv.exe %GD_MKSRC_FLAGS% -t "%GD_TYPE_FILE01%.i.json" -t "%GD_TYPE_FILE02%.i.json" -f
"%GD_FUNC_FILE01%.i.json" -f "%GD_FUNC_FILE02%.i.json" -d "%FORMAT_FILE%"
SET RESULT=%ERRORLEVEL%
IF NOT "%RESULT%" == "0" ECHO エラー !
IF NOT "%RESULT%" == "0" SET /A RESULT_TOTAL=RESULT_TOTAL+1
EXIT /B %RESULT%

rem ===== データ変換実行 =====
:GD CONV
SET FORMAT_FILE=%1.i.json
SET JSON_FILE=%2.json
SET JSON_PP_FILE=%2.i.json
SET JSON_MID_FILE=%2.m.json
SET JSON_CHECK_FILE=%2.c.json
SET BIN_FILE=%3.bin
ECHO.
ECHO -----
ECHO データ変換: "%JSON_FILE%" to "%BIN_FILE%"
CALL :RESET_ERRORLEVEL
CALL :RUN_CMD g++.exe %PP_FLAGS% %PP_INC_DIRS% %PP_INCLUDES% -c "%JSON_FILE%" -o "%JSON_PP_FILE%"
SET RESULT=%ERRORLEVEL%
IF NOT "%RESULT%" == "0" ECHO エラー !
IF NOT "%RESULT%" == "0" SET /A RESULT_TOTAL=RESULT_TOTAL+1
CALL :RUN_CMD gdconv.exe %GD_FLAGS% -t "%GD_TYPE_FILE01%.i.json" -t "%GD_TYPE_FILE02%.i.json" -f
"%GD_FUNC_FILE01%.i.json" -f "%GD_FUNC_FILE02%.i.json" -d "%FORMAT_FILE%" -i "%JSON_PP_FILE%" -o "%BIN_FILE%" -c
"%JSON_CHECK_FILE%" -m "%JSON_MID_FILE%"
SET RESULT=%ERRORLEVEL%
IF NOT "%RESULT%" == "0" ECHO エラー !
IF NOT "%RESULT%" == "0" SET /A RESULT_TOTAL=RESULT_TOTAL+1
EXIT /B %RESULT%

```



```

rem ===== 標準サブルーチン =====

rem --- 標準サブルーチン：コマンドラインを表示して実行 ---
:RUN_CMD
ECHO ^> %*
%*
EXIT /B %ERRORLEVEL%

rem --- 標準サブルーチン：メッセージ付きポーズ ---
:PAUSE_MSG
SET MSG=%*
IF "%MSG%" == "" SET MSG=続行するには何かキーを押してください...
ECHO. %MSG%
PAUSE >NUL
EXIT /B

rem --- ERRORLEVEL リセット ---
:RESET_ERRORLEVEL
DATE /t >NUL
EXIT /B

```

▼ データ変換処理（C# Tips）

C#で JSON を活用する方法を解説。

● JSON.Net の使用

準備：まず C# のプロジェクトにて、「参照設定」に、JSON.Net の Newtonsoft.Json.dll を追加しておく。

C# プログラムソースサンプル：（クラス定義と Main からの呼び出し部分は省略）

```

using System;

//JSON.Net のネームスペース使用指定
using Newtonsoft.Json;
using Newtonsoft.Json.Linq;

//JSON パーサーテスト
void test()
{
    //JSON テキスト
    string json_text = @"
    {
        ""data1"":
        [
            { ""id"": ""c0010"", ""name"": ""田中"", },
            { ""id"": ""c0020"", ""name"": ""山田"", },
            { ""id"": ""c0030"", ""name"": ""佐藤"", },
        ],
        ""data2"":
        [
            [1, 2, 3],
            [4, 5, 6],
            [7, 8, 9, 10],
        ]
    }
    ";
}

```

```
//JSON テキストを解析
//※本来は JObject 型を返すが、dynamic 型（動的型付け）でないと、
// 遅延バインディングが行われないため、コンパイル時にエラーになってしまう。
dynamic json_obj = JObject.Parse(json_text);

//dynamic 型を使用することにより、型宣言せずに、
//JSON 内で定義されたメンバーに直接アクセスが可能
Console.WriteLine();
Console.WriteLine("data1[0].id={0}¥", json_obj.data1[0].id);
Console.WriteLine("data1[2].name={0}¥", json_obj.data1[2].name);
Console.WriteLine("data2[2][3]={0}", json_obj.data2[2][3]);

//foreach も使用可
Console.WriteLine();
Console.WriteLine("data1=[");
foreach (dynamic rec in json_obj.data1)
{
    Console.WriteLine(" [{ id={0}¥", name={1}¥" }],", rec.id, rec.name);
}
Console.WriteLine("]");

//foreach のネストも使用可
Console.WriteLine();
Console.WriteLine("data2=[");
foreach (dynamic array1 in json_obj.data2)
{
    Console.Write(" [");
    foreach (dynamic array2 in array1)
    {
        Console.Write(array2 + ",");
    }
    Console.WriteLine("]");
}
Console.WriteLine("]");
}
```

↓ (処理結果)

```
data1[0].id="c0010"
data1[2].name="佐藤"
data2[2][3]=10

data1=[
  { id="c0010", name="田中" },
  { id="c0020", name="山田" },
  { id="c0030", name="佐藤" },
]

data2=[
  [1, 2, 3, ]
  [4, 5, 6, ]
  [7, 8, 9, 10, ]
]
```

● JSON 解析済みオブジェクトの C#スクリプト内での使用

準備： まず C#のプロジェクトにて、「参照設定」に「Microsoft.CSharp」を追加しておく。

C#プログラムソースサンプル：（クラス定義と Main からの呼び出し部分は省略）

```
using System;

//JSON.Net のネームスペース使用指定
using Newtonsoft.Json;
using Newtonsoft.Json.Linq;

//C#コンパイラ使用指定
using Microsoft.CSharp;
using System.CodeDom.Compiler;
using System.Reflection;

//C#スクリプト+JSON+dynamic 型テスト
void test()
{
    //JSON テキスト
    string json_text = @"
    {
        ""name"": ""田中"",
        ""data"": 10
    }
    ";

    //JSON オブジェクト生成
    dynamic json_obj = JObject.Parse(json_text);

    //C#スクリプト
    string cs_source = @"
    using System;
    using Newtonsoft.Json;
    using Newtonsoft.Json.Linq;
    public class CScriptTest
    {
        public string checkJsonData(dynamic json_obj)
        {
            //スクリプト外部から受け渡された型情報不明な JSON 解析済みオブジェクトに直接アクセス
            string msg = ""スクリプト内のメッセージテキスト("" + json_obj.data + """";
            json_obj.name += ""さん"";
            json_obj.data += 1;
            return msg;
        }
    }
    ";

    //コンパイラパラメータ生成
    CompilerParameters param = new CompilerParameters();

    //コンパイラパラメータ設定
    param.GenerateExecutable = false;    // 実行ファイル (.exe) を作らない
    param.GenerateInMemory = true;       // メモリ上にプログラム (スクリプト) を生成
    param.IncludeDebugInformation = false; // デバッグ情報を付加しない

    //スクリプト内で使用する .Net アセンブリをコンパイラパラメータに追加
    //※以下の設定により、JSON.Net と dynamic 型が使用可能になる
    param.ReferencedAssemblies.Add("System.dll");
    param.ReferencedAssemblies.Add("System.Core.dll");
    param.ReferencedAssemblies.Add("Microsoft.CSharp.dll");
    param.ReferencedAssemblies.Add("Newtonsoft.Json.dll");

    //C#コンパイラ生成
    CSharpCodeProvider provider = new CSharpCodeProvider();

    //C#スクリプトをコンパイル
    CompilerResults script_prog = provider.CompileAssemblyFromSource(param, cs_source);
```

```
if (script_prog.Errors.Count > 0)
{
    //コンパイルエラーあり
    Console.WriteLine("コンパイルエラー数 = " + script_prog.Errors.Count);
    foreach (var err in script_prog.Errors)
    {
        Console.WriteLine("コンパイルエラー:" + err.ToString());
    }
}
else
{
    //コンパイルエラーなし

    //スクリプト内の型（クラス）情報を取得
    Type script_class = script_prog.CompiledAssembly.GetType("CScriptTest");

    //インスタンスを生成（コンストラクタ呼び出し：パラメータなしコンストラクタ呼び出しのケース）
    dynamic script_obj = script_class.GetConstructors()[0].Invoke(new Object[0]);

    //実行前状態表示
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("実行前：json_obj.name=¥" {0} ¥", .data={1}", json_obj.name, json_obj.data);

    //スクリプト内のメソッド呼び出し ※JSON テキスト解析済みオブジェクトを受け渡し
    string ret_msg = script_obj.checkJsonData(json_obj);

    //実行後結果表示
    Console.WriteLine();
    Console.WriteLine("実行後：json_obj.name=¥" {0} ¥", .data={1}", json_obj.name, json_obj.data);
    if (ret_msg != null)
    {
        Console.WriteLine("  戻り値=¥" {0} ¥", ret_msg);
    }
}
}
```

↓（処理結果）

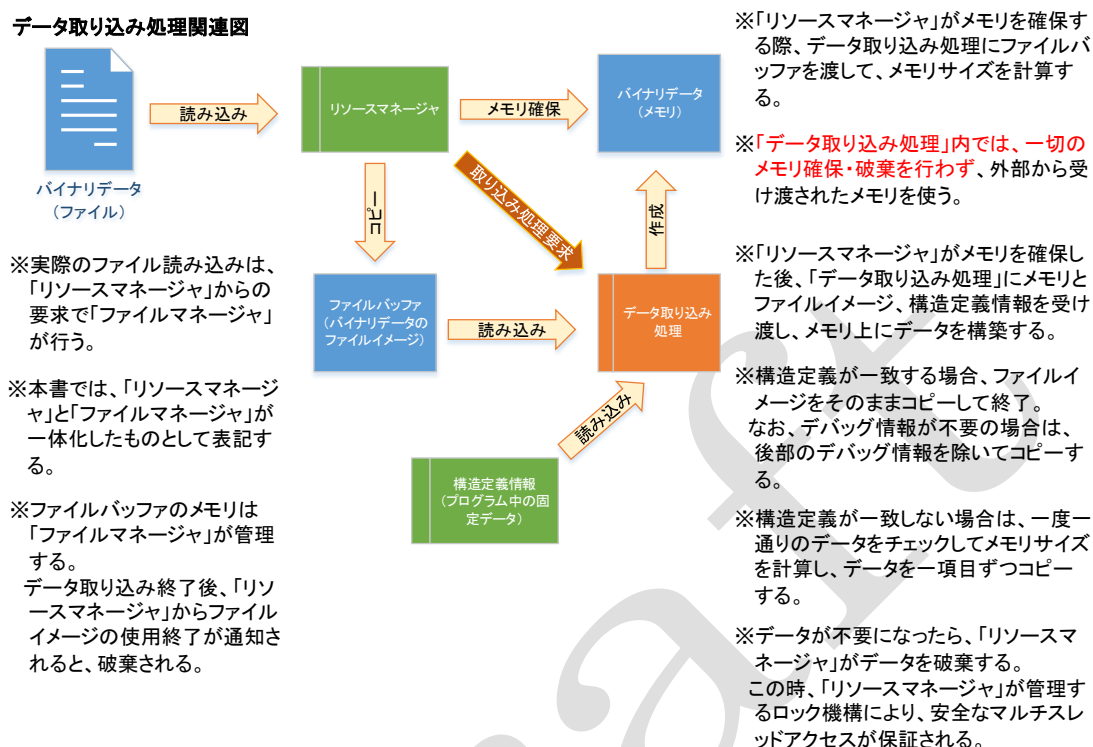
実行前：json_obj.name="田中", .data=10

実行後：json_obj.name="田中さん", .data=11

戻り値="スクリプト内のメッセージテキスト(10)"

▼ データ取り込み処理（ランタイム）

データ取り込み処理関連図



捕捉：

「データ取り込み処理」は完全に独立した汎用処理である。必要なリソースを受け渡すだけで処理が完結する。メモリ管理を外部に頼る構造であるため、スレッドセーフ機構も外部の責任となる。「リソースマネージャ」からの利用に特化したものではない。

● データ取り込み処理フロー

データ取り込み処理に、「ファイルイメージ（先頭ポインタとサイズ）」、「構造定義情報」、「メモリ（先頭ポインタとサイズ）」、「デバッグデータ取り込み指定」が渡されて実行。その際の処理フローを以下に示す。

⇒ ファイルイメージ破損確認

※ ファイルイメージ内のヘッダーと終端にあるマジックナンバーを確認。正しい値でない場合は、**データ破損としてエラー終了**。

⇒ ファイルイメージ構造確認①：環境確認

※ エンディアン、ポインタサイズ、エンコーディング、アラインメント（構造体パッキング）の設定を確認。ランタイムの環境が対応しない場合は、**非対応データとしてエラー終了**。

⇒ ファイルイメージ構造確認②：フォーマット確認

※ ファイルイメージと構造定義情報のフォーマット名 CRC を確認。一致しない場合は、
ファイル（イメージ）不一致としてエラー終了。

⇒ ファイルイメージ構造確認③：メジャーバージョン確認

※ ファイルイメージと構造定義情報のメジャーバージョンを確認。一致しない場合は、
アサーション違反として扱う。

【注意】 アサーション違反時の処理はタイトルに依存するが、確実に問題を気付かせるようにすること。

⇒ ファイルイメージ構造確認④：マイナーバージョン確認

※ ファイルイメージと構造定義情報のメジャーバージョンが一致する場合、マイナーバージョンを確認。一致しない場合は、**警告を表示**する。

⇒ ファイルイメージ構造確認⑤：構造確認

※ ファイルイメージ内の構造定義情報と比較し、構造が一致しているか確認。下記の不一致を検出した場合は、**データを取り込み不可としてエラー終了。**

- 基本構造体の名前が一致しない。
- 主キー項目名 CRC 値が一致しない。（副キー、並べ替えキーはチェックしない）
- 変換可能な型に変更されたメンバーがある。

変換可能な型：（左がファイルイメージ側、右が実機側）

- 整数型→精度の大きな整数型（例：i16→i32、u8→i16 など）
- 整数型→精度の小さな整数型（例：i16→i8、u16→i16 など）※警告表示を伴う
- 整数型→小数型 ※警告表示を伴う
- 小数型→整数型 ※警告表示を伴う
- 固定長配列要素数の拡大
- 固定長配列要素数の縮小 ※ワーニング表示を伴う

変換可能な型：（左がファイルイメージ側、右が実機側）

- 上記以外全部（以下、主な例）
- 文字列型→文字列型以外／文字列型以外→文字列型
- 計算式型→計算式型以外／計算式型以外→計算式型
- 非配列型→配列型／配列型→非配列型
- 固定長配列型→不定長配列型／固定長配列型→不定長配列型
- 構造体名名の不一致

【以下、構造定義が一致した場合の処理】

⇒ メモリサイズチェック①：総サイズ確認

※ ファイルイメージヘッダー部の「総サイズ」よりも「メモリサイズ」が小さい場合、

メモリ不足としてエラー終了。

⇒ メモリサイズチェック②：デバッグデータサイズ確認

※ 「デバッグデータ取り込み指定」が true の時に、ヘッダー部の「総サイズ（デバッグデータ含む）」よりも「メモリサイズ」が小さい場合、警告を表示した上で、「デバッグデータ取り込み指定」を false にする。

⇒ メモリコピー

※ ファイルイメージから、メモリをまるごとコピー。「デバッグデータ取り込み指定」に応じてコピーサイズが異なる点に注意。なお、「構造定義部」はコピーしない。

⇒ オフセット値のポインター化：不定長データ

⇒ オフセット値のポインター化：計算式データ

⇒ オフセット値のポインター化：文字列データ

※ 構造定義情報に基づいて、全てのオフセット値をポインターに変換。

⇒ ヘッダー部の調整：デバッグデータ調整

※ 「デバッグデータ取り込み指定」が false の場合、メモリ上の「ヘッダー部」の「デバッグデータ部オフセット」を 0 に書き換える。

【以下、構造定義が一致しなかった場合の処理】

⇒ メモリサイズ計算

※ データ部のサイズ変化を計算し、総サイズを算出し直す。アライメントを考慮してサイズを計算する点に注意。

※ 計算のポイントについては後述。

⇒ メモリサイズチェック①：総サイズ確認

⇒ メモリサイズチェック②：デバッグデータサイズ確認

※ 【構造定義が一致した場合の処理】と同じ。

⇒ ヘッダー部のコピーと調整：

※ まずはヘッダー部のみコピー。

※ データ部のサイズ変化に基づいて、メモリ上の「ヘッダー部」の各オフセットを調整して書き換える。書き換え対象項目は下記の通り。

- 総サイズ
- 総サイズ（デバッグデータ部含む）
- 検索用インデックステーブル部オフセット
- 並べ替え用インデックステーブル部オフセット
- 計算式データ部オフセット
- 文字列データ部オフセット

- 終端部オフセット
- デバッグデータ部オフセット

※ 「デバッグデータ取り込み指定」が false の場合、メモリ上の「ヘッダー部」の「デバッグデータ部オフセット」を 0 に書き換える。

⇒ メモリコピー①：「データ部」以外

※ ファイルイメージから、各部のメモリをそれぞれコピー。「データ部」以外はまとめてコピーして良い。「デバッグデータ取り込み指定」に応じてコピーサイズが異なる点に注意。なお、「構造定義部」はコピーしない。

⇒ メモリコピー ②：「データ部」

※ ファイルイメージ上の構造定義とプログラム上の構造定義の違いに基づいて、1項目ずつデータをコピーする。この時、ファイルイメージ上のデータをどのようにコピーするか、変換マップを作成してから処理することで、少しでも処理を効率化する。

※ このコピー処理に関する詳しい仕様は省略。不定長データやネストした構造体の情報の扱いに注意。

⇒ オフセット値のポインター化：不定長データ

⇒ オフセット値のポインター化：計算式データ

⇒ オフセット値のポインター化：文字列データ

※ 【構造定義が一致した場合の処理】と同じ。

● 構造不一致時のメモリサイズ計算

ファイルイメージ上のデータを実機の構造に合わせた場合に生じるデータ部のサイズの差を計算する。この値を、総サイズや各データ部のオフセットに反映させてデータを調整する。

サイズの差の計算方法は下記の通り。

$$\begin{aligned} \text{サイズの差} &= \text{実機側データサイズ} - \text{ファイルイメージ側データサイズ} \\ &\quad \pm \text{不定長データ種の増減数} \times \text{不定長データ情報のサイズ(16バイト)} \end{aligned}$$

データサイズ

$$\begin{aligned} &= \text{データサイズ(レコードサイズ)} \times \text{データ件数} \\ &\quad + 16 \text{ バイトアラインメント補正} \end{aligned}$$

※ 「基本データ」と「不定長データ」全てに対するデータサイズをそれぞれ求め、その総和で計算する。

※ 「不定長データ」(の種類/型) 自体に増減があった場合、「データ部」内にあるその管理情報自体も増減するので、その分も計算に含める。

▼ データアクセス処理（ランタイム）

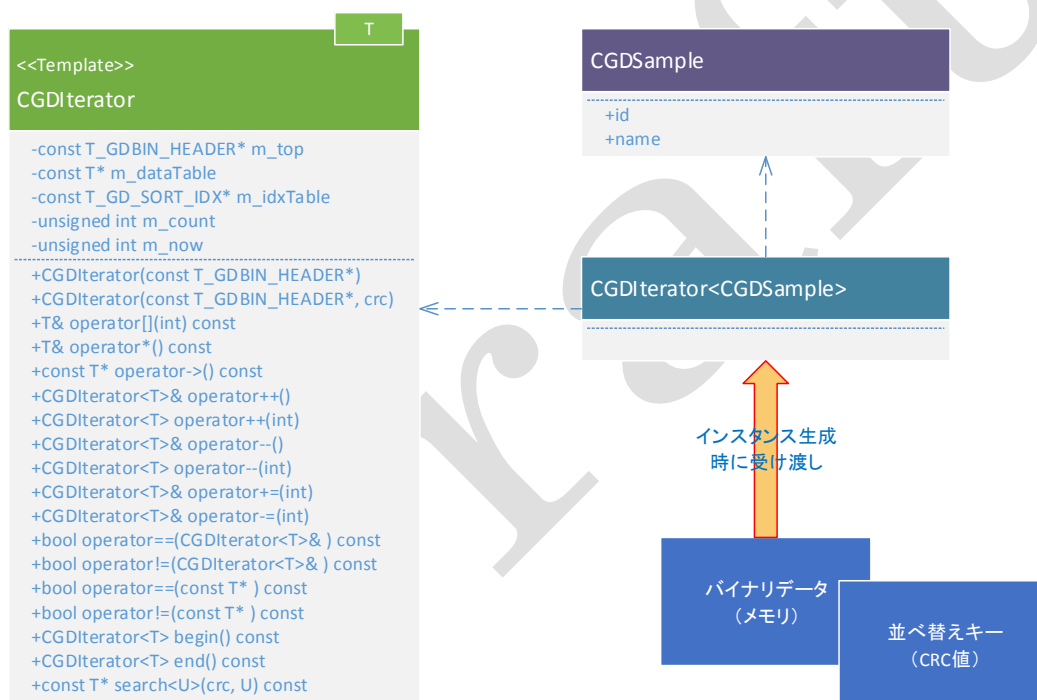
方針：

STL 互換のイテレータテンプレートクラスを使用することでデータにアクセスできるようになる。

イテレータのオブジェクト実体生成時に、バイナリデータの先頭ポインター、基本データのクラス、それと、オプションで並べ替えキーの CRC 値（オプション）を渡す。

イテレータは、operator[] (int), operator->(), operator++(), operator==(), begin(), end() などの操作に対応し、STL の for_each などのアルゴリズムを適用可能とする。

イテレータテンプレートクラスのクラス図：（インスタンス化のサンプル含む）



処理サンプル：

```

void sample(const T_GDBIN_HEADER* bin_data)
{
    // 「kana」順にデータを取得するイテレータを生成
    CGDIterator<CGDSample> ite(bin_data, CRC( "kana" ));

    //全データを順に表示
    CGDIterator<CGDSample> ite_end = ite->end();
    while(ite != ite_end)
    {
        Printf( "id=0x%08x, name=%s" %s, ite->id, ite->name);
        ++ ite;
    }
}

```

■ 計算式処理仕様

計算式の解析処理、データ構造、ランタイム時の実行処理について解説。

▼ 計算式解析処理

データ変換の処理中に行われる「計算式解析処理」について、詳しく説明する。

基本的な処理の流れは、「字句解析（トークン分解）」⇒「抽象構文木作成」⇒「ポーランド記法によるバイナリデータ化」。

《抽象構文木によるゲームデータ内計算式の構文解析処理手順》

サンプル計算式: $1+2*(3-(-4+5))-6/2$

トークン分解: ※最初に字句解析処理(Lexical Analyzer 処理)で、計算式の文字列を各トークンに分解する



抽象構文木作成処理:

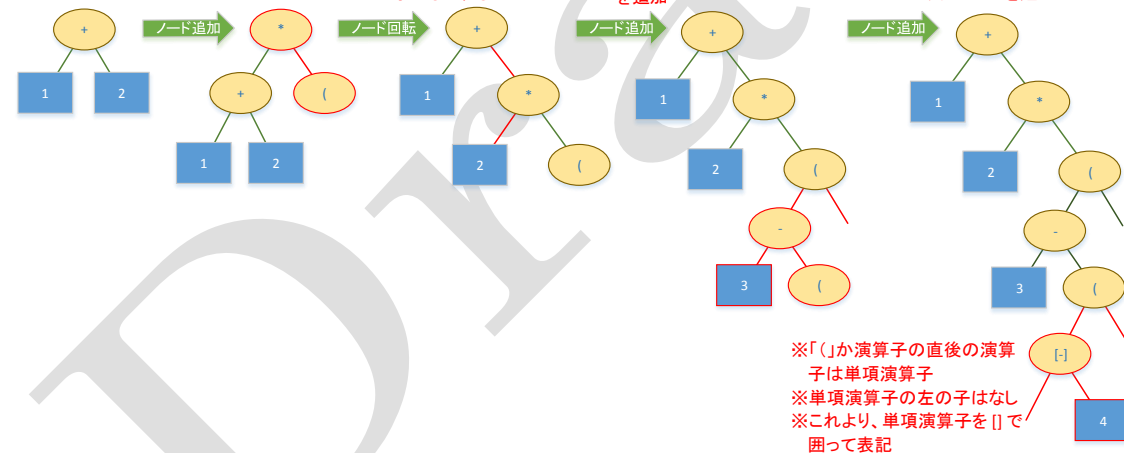
※演算子の子に二つの値がぶら下がるようにノードを連結

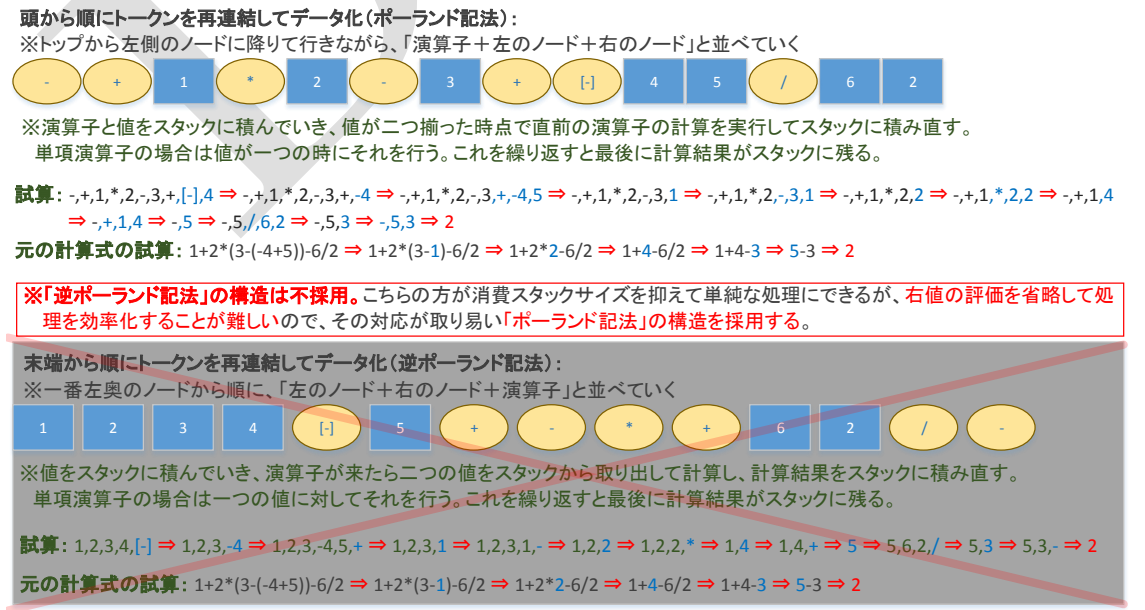
※トップノードに次の演算子を追加

※優先順位の高い演算子を、低い演算子の子どもにする

※「(」をカレントのトップノードとして次のノードを追加

※同様に末端の「)」をカレントのトップノードとして次のノードを追加





《ゲームデータ内計算式の抽象構文木による解析とデータ化》

基本形:

10+20



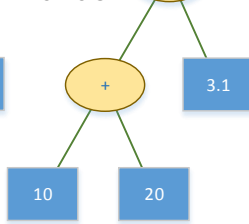
①+,10,20

②[3]+,0,1:i:10,i20

③[3]+,0,1:i,i:10,20

整数+小数:

10+20-3.1



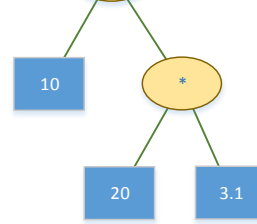
①-,+,10,20,3.1

②[5]-,+,0,1,2:i:10,i20,f3.1

③[5]-,+,0,1,2:i,i,f:10,20,3.1

演算子優先順位:

10+20*3.1



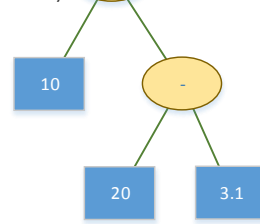
①+,10,*,20,3.1

②[5]+,0,*,1,2,+:i:10,i20,f3.1

③[5]+,0,*,1,2:i,i,f:10,20,3.1

括弧:

10+(20-3.1)



①+,10,-,20,3.1

②[5]+,0,-,1,2:i:10,i20,f3.1

③[5]+,0,-,1,2:i,i,f:10,20,3.1

①ポーランド記法に変換(括弧の除去と演算子の優先順位を反映)

②数値部をインデックス化(先頭にデータ個数)

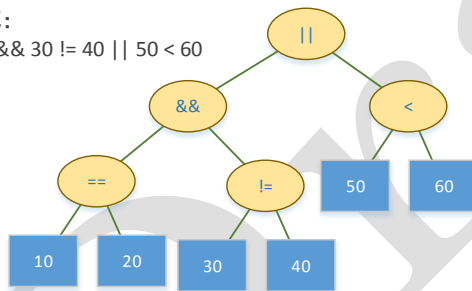
③数値部を型と数値に分離(データサイズ縮小)

※本来は、①のデータ化の過程で、演算子の両側が値だった場合、その時点で計算を済ませてしまい、「値」のノードに変換して扱う。これにより、少しでもデータが小さくなり、ランタイム時の処理も速くなる。つまり、ランタイム時にしか値が分からない要素(=関数)が使用されない限りは、計算式は極力縮小される。

※一部の関数も、パラメータが全て値の場合は、①のデータ化の過程で計算結果(値)に置き換える。⇒対象関数: pow(x, y), sqrt(x, y), crc("str"), crcs("str"), abs(x), sign(x), sin(x), cos(x), tan(x), asin(x), acos(x), atan(x), atan2(x), log(x), log10(x), min(x, y), max(x, y), pi()など

論理演算:

10 == 20 && 30 != 40 || 50 < 60



①||,&&==,10,20,!,<,30,40,<,50,60

②[11]||,&&==,0,1,!,<,2,3,<,4,5:i:10,i20,i30,i40,i50

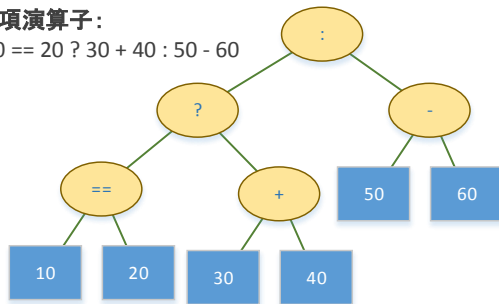
③[11]||,&&==,0,1,!,<,2,3,<,4,5:i,i,i,i:10,20,30,40,50

※実機の処理にて、「||,&&==,10,20」までを処理した時点のスタックは「||,&&,false」となる。「&&」の左値がfalseに確定したので、右値は評価する必要がない。後続の「!=,30,40」の部分は計算せずにスタックの消化のみを行う。具体的には、後続の演算子と値の関係にだけ注目を続け、「演算子,左値,右値⇒false(値)」と変換しながら、一つの値が残った時点(&&の右値が確定した時点)で走査を終了する。その結果「||,&&,false,false」となり「||,false」となる。その後、残りの「<,50,60」を処理する。

このようにして、少しでも処理を効率化する。特に関数が使われている場合は、関数の呼び出しを行わなくなるので、処理効率が向上する。実際にC言語なども、このように評価を省略する挙動になっている。なお、「||」の場合は、左値がtrueに確定したなら右値を評価しない。

3項演算子:

10 == 20 ? 30 + 40 : 50 - 60



①:;,?,==,10,20,+,30,40,-,50,60

②[11];;,?,==,0,1,+,2,3,-,50,60:i10,i20,i30,i40,i50

③[11];;,?,==,0,1,+,2,3,-,50,60:i,i,i,i:10,20,30,40,50

※三項演算子の場合、まず、「?」の親ノードが「:」という関係を前提とする。

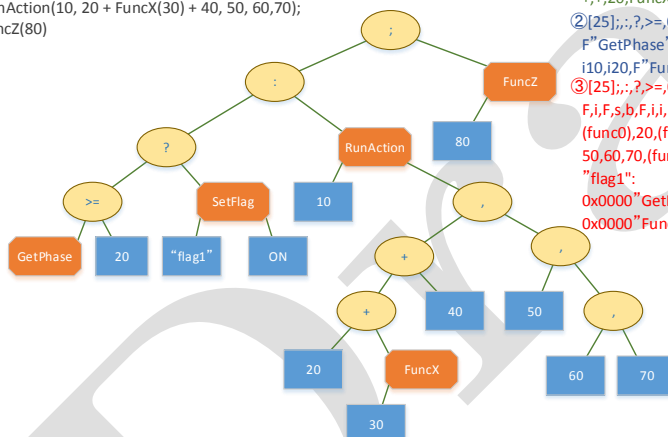
※「:;,?,==,10,20」までを処理した時点のスタックは「:;,?,false」となる。「?」の左値がfalseに確定したので、右値は評価する必要がない。後続の「+,30,40」の部分は計算せずにスタックの消化のみを行う。その結果「:;,?,false,false」となり「:;,false」となる。「:」の左値がfalseに確定したので、残りの「-,50,60」を処理する。

「?」演算子は、左値がtrueなら右値を評価して値を返し、falseなら右値を評価せずにfalseを返す。

「:」演算子は、左値がfalseなら右値を評価して値を返し、それ以外(0もあり得る)なら右値を評価せずに左値をそのまま返す。

関数呼び出し／文字列「:」,「;」の使用:

GetPhase() >= 20 ? SetFlag("flag1", ON) :
RunAction(10, 20 + FuncX(30) + 40, 50, 60, 70);
FuncZ(80)



①:;,;,?,>=,GetPhase,20,SetFlag,"flag1",ON,RunAction,10,,

+,+,20,FuncX,30,40,,,50,,,60,70,FuncZ,80

②[25];;,;,?,>=,0,1,2,3,4,5,6,,,+,+,7,8,9,10,,,11,12,,,13,14:

F"GetPhase",i20,F"SetFlag",s"flag1",true,F"RunAction",

i10,i20,F"FuncX",i30,i40,i50,i60,i70,F"FuncZ",i80

③[25];;,;,?,>=,0,1,2,3,4,5,6,,,+,+,7,8,9,10,,,11,12,,,13,14,15:

F,i,F,s,b,F,i,i,F,i,i,i,i,i,i,i:

(func0),20,(func16),(str0),1,(func28),10,20,(func44),30,40,

50,60,70,(func56),80:

"flag1":

0x0000"GetPhase",0x0000"SetFlag",0x0000"RunAction",

0x0000"FuncX",0x0000"FuncZ"

※③のデータ構造では、値のリストに続けて、文字列のリストと関数(ID+文字列)のリストが続く。

※値リスト上での文字列と関数は、それぞれリストのオフセット値を格納する。

※関数リストは4バイトアラインメントで、ID+文字列で構成。ID部は4バイトの整数で、関数名のCRC値。通常、実機内の処理では、ID(CRC値)で関数がマッピングされ、ランタイムエラーメッセージ表示時のみ関数名が使用される。

※関数のパラメータが二つの場合は、「:」のノードを削除し、関数の左右の子にパラメータを付ける。三つ以上の場合、右の子に「:」を付け、一つずつパラメータを追加していく。

※実機の処理にて、「:」や「;」は他の演算子のように計算結果をスタックし直すようなことはせず、左右の子の値をそのままスタックする。

※実機の処理にて、関数は下記のタイミングで実行する。

- 関数に子ノードが一つも無い場合(パラメータ0)
- 関数の左の子ノードだけがある場合(パラメータ一つ)
- 関数の左右の子ノードが値の場合(パラメータ二つ)
- 「:」の右の子ノードが値の場合(パラメータ三つ以上)

▼ 計算式データの構造

| 項目 | 型 | サイズ | 内容 |
|-------------------------------------|----------------------|---------|--|
| 01: ヘッダー部: T_EXPR | | | |
| マジックナンバー | i8[4] | 4 | '::', 'e', 'x', 0x00 |
| 計算式文字列CRC | u32 | 4 | |
| 全体サイズ | u32 | 4 | |
| | | (12) | |
| 02: 字句ノード部: T_EXPR::LEX | | | |
| 字句ノード数 | u16 | 2 | ※大きな計算式は想定せず、コンパクトにおさめる |
| 値データ数 | u16 | 2 | |
| 字句ノード情報 | T_EXPR::NODE[] | | |
| 字句インデックス | u16 | 2 | 0=ダミー、1~31=演算子ID、32~65535=値データインデックス (-31した値を型データと値データのインデックスとする) |
| ※字句ノード数分続く... | | | |
| | | (4 + ?) | |
| 03: 型データ部: T_EXPR::TYPE | | | |
| 型データ | u8[(値データ数+1)/2] | | |
| 型 | | (4bit) | 0=bool, 1=i8, 2=u8, 3=i16, 4=u16, 5=i32, 6=u32, 7=f32, 8=文字列, 9=関数 ※i64,u64,f64は扱わない |
| ※値データ数分続く... | | | |
| (4バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xe9 で埋める |
| | | (?) | |
| 04: 値データ部: T_EXPR::VALUE | | | |
| 値データ | T_EXPR::VALUE[値データ数] | | |
| 値 | union | 4 | 型=文字列の時は、文字列データのオフセット値、 型=関数の時は、関数データのオフセット値、 それ以外はそのまま値として扱う ※文字列データと関数データのオフセット値は、どちらもデータの先頭(ヘッダー部の先頭)からのオフセット値を保持し、単純なポインター計算で値が得られるようにする。 |
| ※値データ数分続く... | | | |
| | | (?) | |
| 05: 文字列データ部: T_EXPR::STRING | | | |
| 文字列データ | char[n][] | ? | ※文字列データは可変長 |
| ※文字列データ数分続く... | | | |
| (4バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xe9 で埋める |
| | | (?) | |
| 06: 関数データ部: T_EXPR::FUNCTION | | | |
| 関数データ | T_EXPR::FUNCTION[n] | | |
| 関数名CRC | u32 | 4 | |
| 関数名文字列 | char[] | ? | ランタイム時のエラーメッセージ出力用 ※文字列データは可変長 |
| (4バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xe9 で埋める |
| ※関数データ数分続く... | | | |
| (4バイトアラインメントパディング) | u8[] | ? | 0xe9 で埋める |
| | | (?) | |
| 07: 終端部: T_EXPR::TERMINATOR | | | |
| 4バイト | u8[4] | 4 | 0xe9 で埋める |
| | | (4) | |

エンディアンは、バイナリデータ変換時の指定に準拠する。

文字列データと関数データのオフセット値は、ポインターに書き換えず、都度計算して扱う。

▼ 計算式実行処理 (ランタイム)

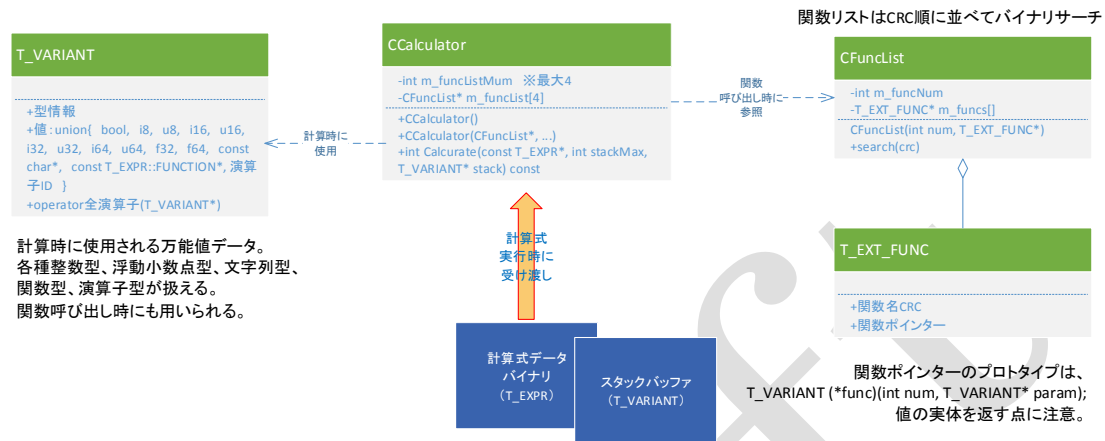
方針：

計算式処理は、ゲームデータ処理に依存しない、独立した処理として構成する。

汎用計算式処理クラスのオブジェクトにあらかじめ拡張関数リストを登録しておき(複数登録可)、そのオブジェクトに計算式データバイナリの先頭ポインターを受け渡す事で、

計算式を実行する。

計算と拡張関数へのデータ受け渡しを処理しやすいように、バリエーション型（なんでも型）のクラスを用意して扱う。



● 計算式実行時の処理

計算式の実行時は、逐次スタックに型情報と値を記録しながら処理する。処理のサンプルは、前述の「計算式解析処理」内の「試算」を参照。

スレッドセーフを考慮し、スタックバッファ（T_VARIANT 型の配列）は外部から受け渡すものとする。取り扱う計算式の（予測される）規模に応じたサイズのバッファを受け渡す。

計算式の最終結果が計算式の呼び出し元に返される。最終的に残ったスタックの数が戻り値で返されるため、呼び出し元ではその数を参考に、スタックバッファから値を参照する。（戻り値は 1 が返るのが普通。ただし、計算式中に「;」を用いると、一つの計算式の中に複数の式を書けるため、結果として返される値も複数になる。また、計算式が崩れていて演算子の右値が存在しない場合にも複数の値が返される。）

なお、計算中にスタックオーバーフローとなった時は、アサーション違反として処理する。

■ データ変換作業環境の改善

データ変換のバッチ処理をより効率化するために、ビルドツールを使用する。

代表的なビルドツールとしては、Makefile などがあるが、ここでは、もっと簡潔な記述が可能な SCons というビルドツールを利用する。

▼ SCons の利用

SCons は Python 製のため、別途 Python のインストールが必要。

SCons のビルド設定ファイルには、Python スクリプトによる高度なプログラムを記述することができ、柔軟なカスタマイズが可能。

Python のインストール : <http://www.python.org/>

SCons のインストール : <http://www.scons.org/>

2014/1/12 時点で、最新の SCons 2.3.0 を Windows 環境で使用するには、Python は 32bit 版の Ver.2.7 が必要。Python の最新版は Ver.3.x 系がリリースされているが、SCons はそのバージョンに対応していない。

以下、SCons を使用して複数の JSON ファイルにまとめてプリプロセッサを通すだけのシンプルなサンプルを示す。

SConstruct のサンプル : ビルド定義ファイル

```
import os
import glob

# MyBuilder
bld = Builder(
    action = 'g++.exe -x c++ -E -P -c $SOURCE -o $TARGET',
    suffix = '.i.json',
    src_suffix = '.json',
)

# Regist MyBuilder
env = Environment(
    ENV = os.environ,
    BUILDERS = {'MyBuilder' : bld},
)

# Source files
input_files = [
    'test1.json',
    'test2.json',
    'sub/test3.json',
    'sub/test4.json',
]

# Run
for input_file in input_files:
    env.MyBuilder(input_file)
```

SCons 実行用バッチファイルサンプル :

```
@ECHO OFF

rem --- バッチファイルの存在するパス（ドライブ&ディレクトリ）にカレントディレクトリを変更 ---
CD /D %~dp0

rem --- Python のパスを通す ---
SET PYTHON_DIR=C:\Python27\python
SET PATH=%PYTHON_DIR%;%PYTHON_DIR%\Scripts;%PATH%
```



```

rem --- MinGW(GCC) のパスを通す ---
SET MINGW_BIN_DIR=C:\MinGW\bin
SET PATH=%MINGW_BIN_DIR%;%PATH%

rem --- TEMP 調整 ---
rem ★環境変数 TEMP と TMP に日本語が入っていると Scons が動作しないので注意。
rem ユーザー名に日本語が含まれているとそのような状態になる
rem 対策として、環境変数の内容を強引に書き換えておく
SET TEMP=%~dp0_temp
SET TMP=%~dp0_temp
IF NOT EXIST %TEMP% MKDIR %TEMP%

rem --- Scons を実行 ---
CALL :RUN_CMD CALL scons.bat --tree=all --debug=explain
SET RESULT=%ERRORLEVEL%

rem 【SCons 実行時オプション】
rem -c オプションを付けると、ターゲットファイルを削除してくれる (make clean と同じ動作)
rem --debug=explain オプションを付けると、ビルド実行時の理由が表示される。
rem --tree=all オプションを付けると、ターゲットの依存関係が表示される。
rem -Q オプションをつけると scons が静かになり主に gcc のメッセージが表示されます。
rem install オプションをつけると make install の振る舞いをします。

rem --- 終了 ---
ECHO.
PAUSE
EXIT /B %RESULT%

rem --- 標準サブルーチン：コマンドラインを表示して実行 ---
:RUN_CMD
ECHO ^> %*
%*
EXIT /B %ERRORLEVEL%

```

↓ (実行結果)

```

> CALL scons.bat --tree=all --debug=explain
scons: Reading SConscript files ...
scons: done reading SConscript files.
scons: Building targets ...
scons: building `sub%test3.i.json' because it doesn't exist
g++.exe -x c++ -E -P -c sub%test3.json -o sub%test3.i.json
scons: building `sub%test4.i.json' because it doesn't exist
g++.exe -x c++ -E -P -c sub%test4.json -o sub%test4.i.json
scons: building `test1.i.json' because it doesn't exist
g++.exe -x c++ -E -P -c test1.json -o test1.i.json
scons: building `test2.i.json' because it doesn't exist
g++.exe -x c++ -E -P -c test2.json -o test2.i.json
+-.
+--SConstruct
+--sub
| +-sub%test3.i.json
| | +-sub%test3.json
| | +-D:\MinGW\bin\g++.exe
| +-sub%test3.json
| +-sub%test4.i.json
| | +-sub%test4.json
| | +-D:\MinGW\bin\g++.exe
| +-sub%test4.json
+-test1.i.json
| +-test1.json
| +-D:\MinGW\bin\g++.exe
+-test1.json
+-test2.i.json

```

```
| +-test2.json
| +-D:%MinGW%bin%g++.exe
+-test2.json
scons: done building targets.
```

続行するには何かキーを押してください . . .

SConstruct を編集して、高度な処理を行うようにすることで、もっと便利にすることができる。下記のような対応を行うと便利になる。(詳しい説明は省略)

- ・ SCons の Command() を使用して、更にシンプルなビルドの実行。
 - ※ Command(出力ファイル, [入力ファイル 1, 入力ファイル 2, ...], コマンド) という書式で、入力出力ファイルの関係とコマンドを定義できる。
- ・ 対象ファイルをフォルダから自動的にリストアップ。
 - ※ Python の os モジュールを使用し、os.walk() を実行するとフォルダ階層のファイルをリストアップできる。re モジュールを使用して正規表現によるファイル名の照合と組み合わせるのも良い。
- ・ 依存ファイルのピックアップと依存ファイルの更新に反応したビルド
 - ※ g++.exe の -M, -Mf オプションによる依存ファイル (インクルードファイル) のリストアップと共に、SCons の env.parseDependFile() と組み合わせると良い。
- ・ 依存ファイルの更新状態チェックに、ファイルのタイムスタンプのほか、ファイルの内容に基づく MD5 ハッシュを利用可能
 - ※ env.Decifer('MD5') という指定が可能。
- ・ SCons の Environment オブジェクトの .Program(), .Object() を利用
 - ※ 前述のサンプルは、「カスタムビルダー」を使用する方法を取っている。
- ・ SCons の Environment オブジェクトを複数使用して、複数のコマンドを連鎖的に実行する

■ JSON データの利用

Windows 環境で JSON データを利用する方法について解説。

幾つか方法を示すが、最も手軽なのは JScript で、最も柔軟なのは C# (.Net Framework) であるとする。

以降のサンプルで使用する JSON テキストのサンプル : test.json

```
{
  "arr":
```

```
[
  { "id":1, "name":"Yamada", "param": { "str": 10, "vit": 2.0, "ext": [1, 2, 3], "is_boss": true } },
  { "id":2, "name":"Tanaka", "param": { "str": 11, "vit": 2.1, "ext": [4, 5, 6], "is_boss": false } },
  { "id":3, "name":"Sato", "param": { "str": 12, "vit": 2.2, "ext": [7, 8, 9], "is_boss": true } }
]
```

▼ .Net Framework の利用

C#や VB.Net などの .Net Framework 環境にて JSON を利用する手法が多数存在する。

本書では、非純正ライブラリの「JSON.Net」の利用を解説している。C#の dynamic 型と組み合わせると、非常に使い勝手が良い。詳しくは「処理仕様」の「データ変換ツール」にて解説。

▼ VBA の利用

Excel などの VBA から JSON を利用することができる。

MSScriptControl.ScriptControl という COM コンポーネントを使用し、その eval() 関数に JSON テキストを渡すとパースできる。

ただし、パース後のオブジェクトのメンバーへのアクセスが面倒で、使い勝手が悪い。

VBA サンプル :

```
' JSON テキストをロード
Public Function loadJSON(ByVal file_path As String) As String
    Dim json_text As String
    Const ForReading As Long = 1, ForWriting As Long = 2
    Dim fs As Object 'Scripting.FileSystemObject
    Set fs = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
    Set file = fs.OpenTextFile(file_path, ForReading, True)
    json_text = file.ReadAll()
    file.Close
    loadJSON = json_text
End Function

' JSON テキストをパースして JSON オブジェクトを返す
Public Function parseJSON(ByVal json_text As String) As Object
    Dim scr_ctrl As Object 'MSScriptControl.ScriptControl
    Set scr_ctrl = CreateObject("MSScriptControl.ScriptControl")
    scr_ctrl.Language = "JScript" ' スクリプトの言語に JScript (Microsoft 独自拡張仕様版の JavaScript) を指定

    ' 「(」 ~ 「)」で JSON テキストを囲む必要がある
    Dim json_obj As Object
    Set json_obj = scr_ctrl.Eval("(" + json_text + ")")
    Set parseJSON = json_obj
End Function

' JSON オブジェクトの配列を表示
Public Sub printObjs(ByVal json_obj As Object)
    Dim idx As Long
    Dim obj As Object
    idx = 0
    For Each obj In json_obj.arr ' .arr:オブジェクトのメンバーには直接アクセス可
        Debug.Print "[" & idx & "]"["
```

```

Debug.Print vbTab & "id=" & CallByName(obj, "id", VbGet) ' 配列のオブジェクトには CallByName() でアクセスする必
要あり
Debug.Print vbTab & "name=" & CallByName(obj, "name", VbGet) & ""
Debug.Print vbTab & "param="
Dim param_obj As Object
Set param_obj = CallByName(obj, "param", VbGet)
Debug.Print vbTab & vbTab & "str=" & CallByName(param_obj, "str", VbGet) ' "str"が IDE 上で"Str"になってしまい、
大文字小文字が不一致で値が取得できなくなるので、CallByName() を使用
Debug.Print vbTab & vbTab & "vit=" & param_obj.vit ' オブジェクトのメンバーには直接アクセス可
Debug.Print vbTab & vbTab & "ext=[" & CallByName(param_obj.ext, "0", VbGet) & ", " & CallByName(param_obj.ext,
"1", VbGet) & ", " & CallByName(param_obj.ext, "2", VbGet) & "]" ' 配列の値へのアクセスにもやはり CallByName() が必要
Debug.Print vbTab & vbTab & "is_boss=" & obj.param.is_boss
Debug.Print "]"
idx = idx + 1
Next obj
End Sub

' テストメイン
Public Sub testMain()
    Dim json_text As String
    Dim json_obj As Object
    json_text = loadJSON(ThisWorkbook.Path & "\¥" & test.json)
    Set json_obj = parseJSON(json_text)
    printObjs json_obj
End Sub

```

↓ (実行結果) ※イミディエイトウィンドウから「testMain」を直接実行

```

[0]{
  id=1
  name="Yamada"
  param=
    str=10
    vit=2
    ext=[1, 2, 3]
    is_boss=True
}
[1]{
  id=2
  name="Tanaka"
  param=
    str=11
    vit=2.1
    ext=[4, 5, 6]
    is_boss=False
}
[2]{
  id=3
  name="Sato"
  param=
    str=12
    vit=2.2
    ext=[7, 8, 9]
    is_boss=True
}

```

▼ JScript の利用

Jscript では、標準の eval() 関数により、JSON をパースできる。

このスクリプトインタープリタの実体は、前述の VBA で使用した

MSScriptControl.ScriptControl と同じものだが、パース後のオブジェクトのメンバーに素直にアクセスできるため、VBA より使い勝手がよい。

JScScript は Microsoft による JavaScript の独自規格で、Windows 環境では標準で利用できる。拡張子 .js でファイルを作るだけで実行可能。

以下のサンプルでは、明示的に CScript.exe を実行して、CUI で実行するようにしている。

JScript サンプル : test.js

```
//JSON テキストをロード
function loadJSON(file_path)
{
    var ForReading = 1, ForWriting = 2;
    var fs = new ActiveXObject("Scripting.FileSystemObject");
    var file = fs.OpenTextFile(file_path, ForReading, true);
    var json_text = file.ReadAll();
    file.Close();
    return json_text;
}

//JSON テキストをパースして JSON オブジェクトを返す
function parseJSON(json_text)
{
    //eval() 実行の際、JSON テキストを「(」～「)」で囲む必要がある
    var json_obj = eval("(" + json_text + ")");
    return json_obj;
}

//JSON オブジェクトの配列を表示
function printObjs(json_obj)
{
    for(idx in json_obj.arr)
    {
        var obj = json_obj.arr[idx];
        WScript.echo("[ " + idx + " ] {");
        WScript.echo("  %tid=" + obj.id);
        WScript.echo("  %tname=%" + obj.name + "%");
        WScript.echo("  %tparam=");
        WScript.echo("    %t%tstr=" + obj.param.str);
        WScript.echo("    %t%tvit=" + obj.param.vit);
        WScript.echo("    %t%ttext=[ " + obj.param.ext[0] + ", " + obj.param.ext[1] + ", " + obj.param.ext[2] + " ]");
        WScript.echo("    %t%tis_boss=" + obj.param.is_boss);
        WScript.echo("  ");
    }
}

//テストメイン
function testMain()
{
    var json_text = loadJSON("test.json");
    var json_obj = parseJSON(json_text);
    printObjs(json_obj);
}

//実行
testMain();
```

JScript 実行バッチファイルサンプル : test.bat

```
@ECHO OFF
```

```
CD /D %dp~0
CScript.exe //Nologo %~dp0test.js
PAUSE
```

↓ (実行結果)

```
[0] {
  id=1
  name="Yamada"
  param=
    str=10
    vit=2
    ext=[1, 2, 3]
    is_boss=true
}
[1] {
  id=2
  name="Tanaka"
  param=
    str=11
    vit=2.1
    ext=[4, 5, 6]
    is_boss=false
}
[2] {
  id=3
  name="Sato"
  param=
    str=12
    vit=2.2
    ext=[7, 8, 9]
    is_boss=true
}
続行するには何かキーを押してください . . .
```

▼ 【不可】VBScript の利用

VBScript では JSON の解析は不可。

VBA と同様に、スクリプト内で MSScriptControl.ScriptControl を利用して JScript の eval()関数を利用すればできないはずだが、素直に JScript を使った方が良い。

▼ PowerShell の利用

PowerShell のスクリプト中では、前述の ScriptControl を使うことができる。その説明は割愛し、あらかじめ用意されている ConvertFrom-Json コマンドの実行例を以下に示す。

PowerShell 実行サンプル：※PowerShell プロンプト上で直接実行

```
> Get-Content test.json -Encoding UTF8 -Raw | ConvertFrom-Json
```

↓ (実行結果)

```
arr
```

```
{@{id=1; name=Yamada; param=}, @{id=2; name=Tanaka; param=}, @{id=3; name=Sato; param=}}
```

■■以上■■

■ 索引

G

GCC..... 31

J

JSON..... 6

M

MinGW..... 31

P

Python..... 52

S

SCons..... 52

け

計算式

逆ポーランド記法..... 47

ポーランド記法..... 47

ゲームデータ..... 1

ゲームデータ仕様

以 上