

# 卒業論文

アスリートの食事管理システムの構築と検証

平成31年2月8日提出

指導教員 相澤 清晴 教授  
山崎 俊彦 准教授

電子情報工学科

03-163006 唐澤弘明

# 内容梗概

本研究室では深層学習を利用した食事記録のシステムを開発してきた。食事記録システムは FoodLog [1] というサービスとして公開されている。FoodLog は一般人が毎日の食事を簡単に記録し、自身の食事生活を振り返るためのサービスである。利用者はのべ 20000 人以上おり、食事記録の件数は 150 万件以上に及び、それらの記録は食事分析のためのデータセットとして整理されている [2]。

本研究では、FoodLog の食事認識の仕組みを応用し、管理栄養士とアスリートがコミュニケーションを取るためにシステムを開発した。このシステムは管理栄養士・アスリート双方の負担軽減と管理栄養士がアドバイスを作成する際の情報を充実化することを目的としている。このシステムはアスリート向けのモバイルアプリケーションと管理栄養士向けのウェブアプリケーションからなる。アスリートはモバイルアプリケーションを用いて食事の写真を撮るだけで食事記録を作成することができ、管理栄養士は食事の写真と自動補完された食品名・栄養情報を参照することによって栄養指導を行うことができる。

栄養指導のための食事記録は詳細に行けば行うほど正確な分析ができるが、その分記録の手間も増えアスリートが食事 자체を控えてしまうという問題がある。本研究では食事記録の簡便化によりこの問題を解決する。また、将来的に栄養指導の自動化を行うべく、アスリートの食事記録・生体データと対応付けられたアドバイスデータの収集を行う。

本システムを株式会社ドーム [3] の管理栄養士が大学運動部の選手の栄養指導を行うために実際に使用した。さらなる栄養指導データの収集のため、今後も利用者の増加に務める予定である。

# 目次

<b>第 1 章</b>	<b>序論</b>	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
1.3	運動選手の食事管理の現状	2
<b>第 2 章</b>	<b>関連研究と類似サービス</b>	5
2.1	FoodLog	5
2.2	Atlete	6
2.3	MyFitnessPal	6
2.4	Slack	7
<b>第 3 章</b>	<b>提案手法</b>	8
3.1	アスリート側	8
3.2	管理栄養士側	13
<b>第 4 章</b>	<b>実験</b>	15
4.1	システムの可用性と信頼性を確認するための試験利用	15
4.2	栄養指導データの収集のための本番利用	16
<b>第 5 章</b>	<b>課題と展望</b>	18
5.1	栄養情報の統計	18
5.2	体組成値の記録	18
5.3	栄養データの正確性	18
5.4	アドバイスデータの収集	18
5.5	栄養指導の段階的な自動化	18
5.6	サービスのオープン化	18
<b>第 6 章</b>	<b>結論</b>	19
<b>参考文献</b>		20

# 第1章

## 序論

### 1.1 背景

アスリートの食生活は量・頻度・栄養素などの要素のうちどれをとっても一般人のものとは大きく異なっている。激しい練習では多くのエネルギーを消費するのでとにかく大量に食事を摂取しなければならないし、大量のエネルギーを摂取するには通常の食事に加え、練習の合間の細かいエネルギー補給が必要になる。また、栄養素に関する要求も多く、例えば筋肉量増大のためにはタンパク質を大量に摂取しなければならない。図1.1に競技ごとのアスリートの目標エネルギー摂取量を示す。一般的な日本人の18歳から29歳のエネルギー必要量は男性で2650 kcal、女性で1950 kcal [4]であることを踏まえると、アスリートの食事がいかに特殊であるかが見て取れる。

表1.1 種々の競技のアスリートの目標エネルギー摂取量 [5]

競技種目	目標エネルギー摂取量 (kcal/day)	
	男性	女性
陸上短距離	2600 – 3300	2300 – 2800
サッカー・ホッケー・テニス	3100 – 3700	2000 – 2600
水泳	3600 – 4600	2400 – 3600
野球・ソフトボール	3400 – 4600	2200 – 3400
ラグビー・アメフト	4000 – 5000	-

こういった要求を満たす献立を考えるには高度な知識が必要になるが、アスリートは実際的には管理栄養士と呼ばれる食事の専門家に助言を受けている。アスリートは毎食ごとの食事記録を管理栄養士に渡し、管理栄養士はその結果から次の食事へのフィードバックを行う。食事記録の方法には様々なものがあり、単に写真を撮るだけのものから摂取した料理の量をすべて申告するものまである。当然のことながらより詳細な情報を得られた方が管理栄養士はアドバイスをしやすくなるので、アスリートは詳細なアドバイスが欲しければ煩雑な記録作業を行わなければならない。しかしながら、食事のたびに逐一詳細な記録を作成するのはアスリートにとって非常に負担が大きく、この煩雑さがあるためにアスリートが食事の摂取そのものを控えてしまうこともある。これでは本末転倒なため、管理栄養士はアスリートに詳細な記録を指示できないという問題がある。

アスリートが行なっている記録作業は食事記録だけではない。体重や除脂肪量などの体組成値<sup>\*1</sup>や練習スケジュール<sup>\*2</sup>なども競技パフォーマンスを上げる上で必ず取得しなければならないパラメータである。しかしながら、本来であればアスリートは練習に集中しなければならぬはずであり、煩雑な記録作業は記録そのものを敬遠する要因となってしまう。そうなってしまえば管理栄養士やコーチは選手に適切なアドバイスを与えることがで

\*1 体組成値を記録するサービスの例として次のものがある。OneTap (株式会社ユーフォリア、 <https://www.one-tap.jp/top> )

\*2 練習スケジュールを記録するサービスの例として次のものがある。Athlete Stories (インフォコム株式会社 <https://athletestories.jp/> )

きず、アスリートは満足なパフォーマンスを発揮することができなくなってしまう。図 1.1 にアスリートと管理栄養士が行っているコミュニケーションの例を図示した。

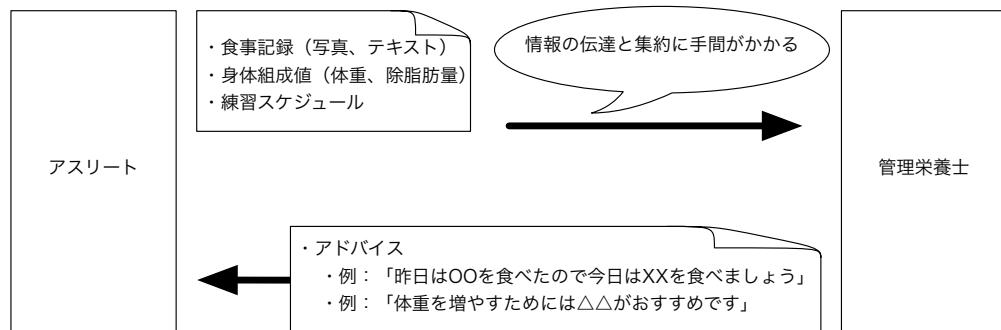


図 1.1 管理栄養士とアスリートの間のコミュニケーション

以上のような背景から、アスリートが競技において最高のパフォーマンスを発揮するために、より多くの情報がより簡単な操作によって得られるようなツールがアスリート・管理栄養士の双方から求められている。

## 1.2 目的

### 1.2.1 フードコンサルティングシステムによる栄養指導の簡便化・充実化

本研究ではアスリートが食事記録を作成する際の煩雑さを軽減するため、食事画像から詳細なデータ（品目・エネルギー・栄養素等）を補完するモバイルアプリケーションを作成する。食事記録の充実化はアスリートの利便性を向上させるのみならず、管理栄養士のアドバイスの詳細化・簡便化にも寄与する。また、本研究では管理栄養士がアスリートの食事記録を把握し、アスリートとコミュニケーションできるような Web アプリケーションも開発する。

これらのアプリケーションの目的は管理栄養士とアスリートの双方が迅速かつ詳細な情報共有を行えるようにすることである。そのための仕組みとして、食事記録の共有機能に加え、管理栄養士とアスリートがコミュニケーションを取れるようなチャットシステムも実装する。図 1.2 に本システムによる食事記録と栄養指導の流れを示す。

### 1.2.2 栄養指導を自動化するためのデータ収集

また、将来的には栄養指導を自動化したいという需要もある。これに応えるためにはまず現状の栄養指導の方法を十分に分析する必要がある。しかし、現状では栄養指導は個々の管理栄養士の経験に頼るところが大きく、栄養指導の方法は定式化できていない。本研究では開発したフードコンサルティングシステムを多くのアスリート・管理栄養士に利用してもらうことで、アスリートの身体情報・食事記録に対応付けられた栄養指導のデータを集める。

## 1.3 運動選手の食事管理の現状

本研究では運動選手の食事管理の現状を調査するため、株式会社ドーム [3] の管理栄養士にインタビューを行った。この節ではインタビューの内容をまとめる。

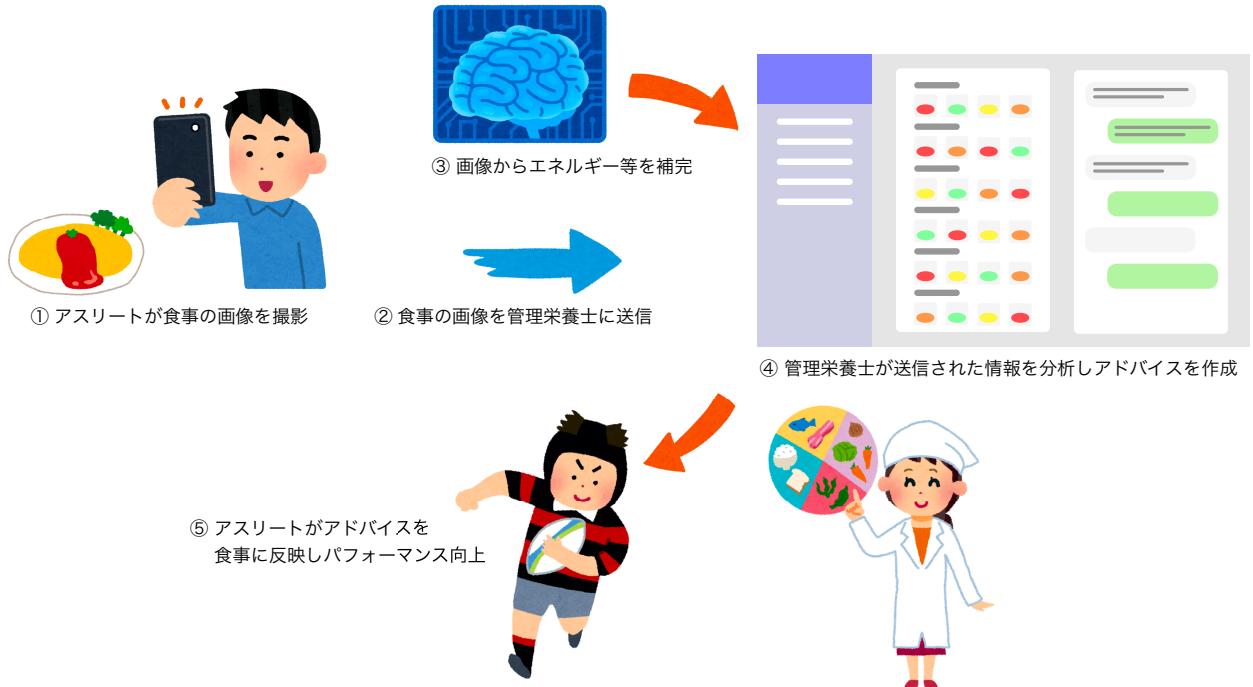


図 1.2 理想的な管理栄養士とアスリートのコミュニケーション

### 1.3.1 前提

インタビューを行った管理栄養士は一度に十数人の選手を担当し、それらの選手の食事を毎日確認している。選手は大学のラグビー部に所属するアスリートで、体重は 90 kg から 110 kg で 1 日の平均摂取エネルギー量は 4000 kcal から 6000 kcal に及ぶ。選手は数ヶ月ごとに体重や筋肉量に関する目標<sup>\*3</sup>を立てており、管理栄養士はそれを参考にして栄養指導を行う。

### 1.3.2 栄養指導の工程

アスリートは毎食ごとに食事の写真を Slack[6] というチャットツールで管理栄養士に送信する。管理栄養士は日毎にアスリートの食事内容を確認してコメントを作成する。コメントを作成する際には次の情報を参照している。

- 当日と過去 3 日分の食事記録
- 1 日毎の体組成値（体重）の変化
  - 半年に 1 度、首・胸囲・除脂肪体重・体脂肪も測定する
- 当日の体調（アスリートによる主観をコメントで記述する）
- 当日の練習スケジュール

管理栄養士はこれらの情報を活用してアドバイスを作成する。アドバイスは過去の食事の傾向に関するまとめと、どういった食事を摂るべきかという提案からなる。提案はアスリートが参考にしやすいように次の点を考慮して作成される。

- 個人の生活習慣にあってるかどうか

<sup>\*3</sup> 例えば「1 ヶ月で脂肪量を維持したまま筋肉量を 1kg 増量する」など

- 個人の状態に対するフィードバックが含まれているか
- アスリートが自ら食事を調整するのに役に立つ参考知識を含んでいるかどうか

### 1.3.3 目標を達成できる選手と達成できない選手

数ヶ月の期間で目標を達成できた選手は前日に提案されたものをすぐに食べるという特徴がある。逆に、目標を達成できなかった選手には次の問題があった。

- 写真の撮り忘れが多くフィードバックをしづらい
- 食事のタイミングが悪い
- 食事量が自身で把握できていない

本研究では食事記録を行う際に生じてしまうこのような問題を解決するシステムを提案する。

## 第2章

# 関連研究と類似サービス

### 2.1 FoodLog

FoodLog [1] は foo.log 株式会社によって開発されている毎日の食事を簡単に記録するためのモバイルアプリケーションである。このアプリケーションではスマートフォンによって撮影された画像を機械学習技術によって分析することができる。このアプリケーションによってユーザーは自身の食生活の実態を理解・把握することができる。

このサービスはユーザーが自分で食事記録を作成・利用するものなので、本研究のように記録者と閲覧者が異なるユースケースには対応できない。しかしながら、食事画像の分析機能は本研究にも応用可能であるため、本研究で作成するシステムでは FoodLog の食事画像の分類機能を API として利用する。



図 2.1 FoodLog のアプリ画面

## 2.2 Atleta

Atleta [7] はアスリートのコンディション管理、食事管理、指導者・選手感のコミュニケーション管理などを行うことができるサービスである。Atleta を使うことで、スポーツチームの指導者はアスリートの情報をすべて包括的に管理することができる。Atleta の機能は大きく分けて次の 5 つがある。

1. コンディション – 体調・睡眠時間・疲労度・体組成値等を入力・管理できる
2. 食事管理 – アスリートがとった食事を写真付きで管理できるが、管理自体はアスリートが行う
3. スケジュール管理 – チーム全体のスケジュールを管理することができる
4. 指導者・選手間のコミュニケーション – 指導者・選手間でチャットメッセージによるコミュニケーションをとることができる
5. 全体メッセージ – 指導者からチームメンバー全体へのメッセージを送ることができる

このように多様な機能が実装されていることがこのサービスの魅力である。しかしながら、個別の機能に注目してみれば入力補助などの利便性はないという状況である。また、従来は別々のサービスをそれぞれの団体がカスタマイズして組み合わせて使っていたので、それらをすべて統合するとなると移行の手間も大きく、このサービスにロックインされてしまうというデメリットもある。

(a) 食事記録の一覧画面

(b) 練習スケジュールのカレンダー画面

(c) 指導者とのメッセージ画面

図 2.2 Atleta のアプリ画面

## 2.3 MyFitnessPal

MyFitnessPal はアスリートや一般人が自身で栄養管理を行うためのアプリケーションで、世界的に広く使われている。このアプリケーションでは食事記録の他に運動量・体重・水分量なども登録でき、目標体重に合わせて毎日のカロリー摂取目標を算出してくれる。MyFitnessPal では 400 万件以上の食品を登録することができ、登録も製品のバーコードを使って行うことができるため、食品登録時に所望の食品が登録できないというフラストレー

ションが非常に少ない。



図 2.3 MyFitnessPal のアプリ画面

## 2.4 Slack

Slack [6] は主にビジネス上のコミュニケーションを図るためのチャットツールの一種である。単なるチャットツールであり食事に特化した機能は一切ないが、食事画像やアドバイスを共有できるため本研究が対象とする課題を解決するために使われることがある。このようなツールが利用されている背景には、アスリートも管理栄養士も食事のアドバイスを通じたコミュニケーションに重きを置いているという事情が見える。Slack はモバイルアプリケーションでもデスクトップアプリケーションでも提供されているため、アスリートは投稿がいつでも簡単にでき、管理栄養士はツールに集中して作業することができる。

また、チャットツールが栄養指導に用いられる似たような例として LINE [8] が使われることもある。

## 第3章

# 提案手法

本研究ではアスリートと管理栄養士が行うコミュニケーションを食事画像の解析技術を用いたシステムで簡便化する。このシステムは食事画像の解析をサーバーで行い、ユーザーはそれぞれのクライアントアプリケーションを使用する。更にアスリートの食事記録や体組成値、管理栄養士のフィードバック情報はすべてシステムに保管されるため、それがデータセットとして利用可能になる。以上の構成を図3.1にまとめた。

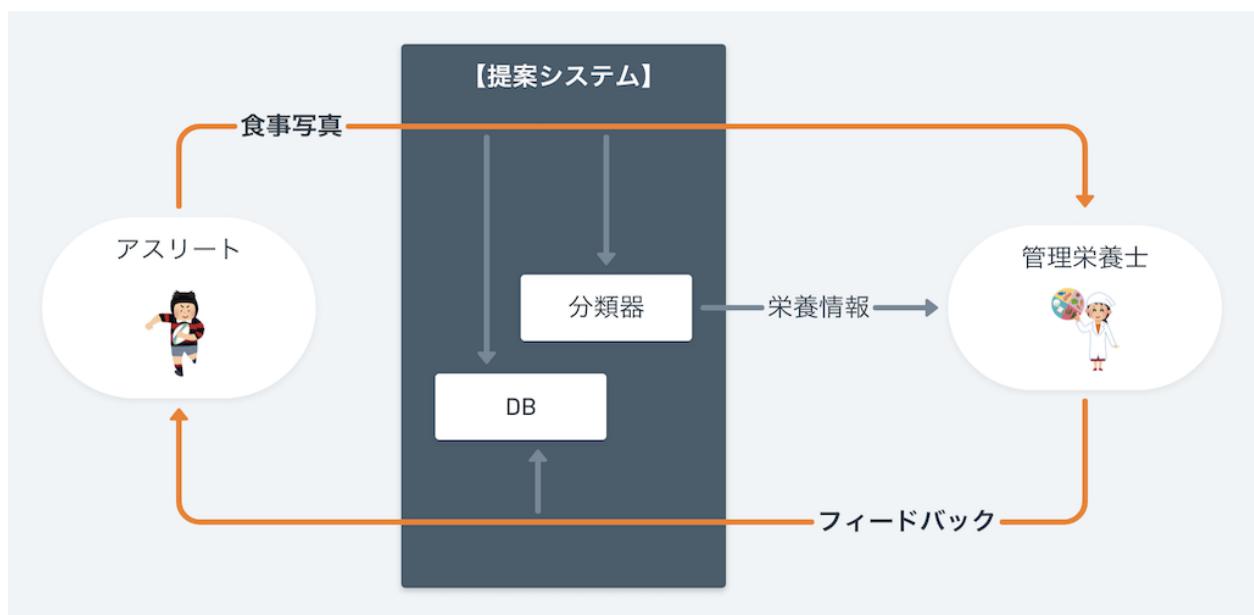


図3.1 提案システムにおける情報の流れ

アスリートはこのアプリケーションを食事の直前に使うため、いつでも使用可能なモバイルアプリケーションというかたちがふさわしい。管理栄養士はこのシステムを他の様々なWebアプリケーションと同時に使用するため、このシステムもWebアプリケーションとして実装するのが良いと思われる。実際のデータの流れを図3.2に示した。次節以降でそれぞれのアプリケーションについて詳細に説明する。

### 3.1 アスリート側

アスリート側のアプリケーションについて説明する。  
このアプリケーションに最低限必要な機能は以下のものである。

- 食事の写真をアプリケーション内に記録できる
- 食事の写真を管理栄養士と共有できる
- その日に摂取したエネルギーを計算・表示できる

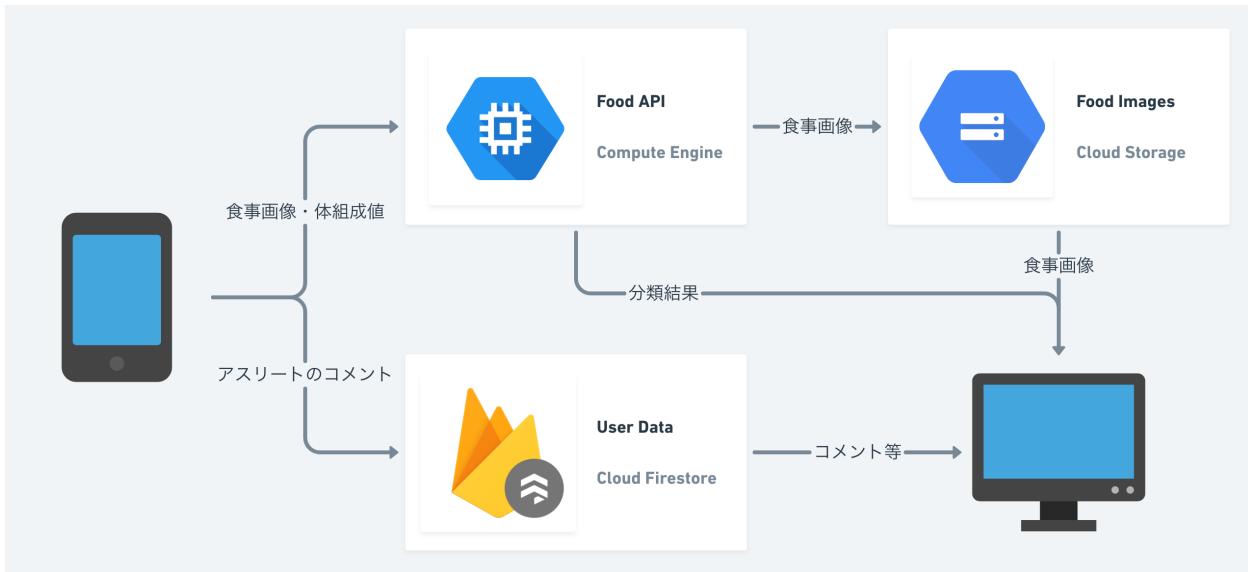


図 3.2 システム構成

- 管理栄養士からのコメントを表示することができる
- 管理栄養士にコメントすることができる

これらの機能を大雰囲気に分けると食事記録の作成・食事記録の閲覧・管理栄養士とのメッセージという 3 つの機能に分類することができる。以下で各機能について画面のスクリーンショットと共に紹介する。

### 3.1.1 食事記録の作成

図 3.3 と図 3.4 は食事記録の作成の手順をまとめたものである。

図 3.3 は食事作成時の大まかな画面遷移を表したものである。食事作成の手順は食事の画像を撮影するところから始まる。写真を撮影すると FoodLog の食事認識 API によって写真に写っている料理ごと料理品目とセグメントが同定される。認識が間違っているときはアスリートが自身で修正することもできる。品目が正しければ確認画面に遷移し、時刻とコメントを入力し食事記録を作成する。なお、料理写真はすでに撮影済みのものを用いてもいいし、用いなくても良い。写真を用いない場合は従来の手法通り、テキストによる料理名の検索によって食事記録を作成する。

図 3.4 に食事認識結果の訂正方法を示した。まず、料理が認識されていない場合は画像の対象部分を長押しすることで料理を追加できる。次に、認識結果や分量が間違っている場合は料理のカラムをタップし料理の編集画面に遷移する。編集画面では料理品目や分量を変更することができ、品目ごとの栄養素を確認できる。料理品目はテキストやバーコードにより検索できる。検索画面では一般食品 1453 品目と食事製品約 9 万品目の料理を検索することができる。なお一般食品のデータは FoodLog で使用されているもので、食事製品のデータは EatSmart<sup>\*1</sup> のデータである。アスリートはプロテインなどの市販品を摂取する頻度が非常に高いため、この機能が必要であった。また、検索画面では過去に選択した料理が候補として表示されるので、頻繁に摂る食事は簡易に入力できる。

このようにして、本システムでは FoodLog の食事画像認識 API によって食事記録の際の料理品目の選択という工程を簡単に行うことができる。

<sup>\*1</sup> 11



図 3.3 食事記録の作成時の画面遷移（大まかな流れ）

### 3.1.2 食事記録の閲覧

図??の画面では食事記録の一覧を確認することができる。食事記録は日毎に整理され、エネルギーと3大栄養素（たんぱく質・炭水化物・脂質）を確認できる。アスリートは管理栄養士からエネルギー・栄養素の目標値を伝えられているので、その値に達するにはあとどれだけ食事を摂れば良いのかということがわかる。食事記録の画像をタップすることで記録の詳細を確認できる。ここではエネルギーと3大栄養素に加えて以下の栄養素を確認することができる。

- 食物繊維量
- カルシウム
- 鉄

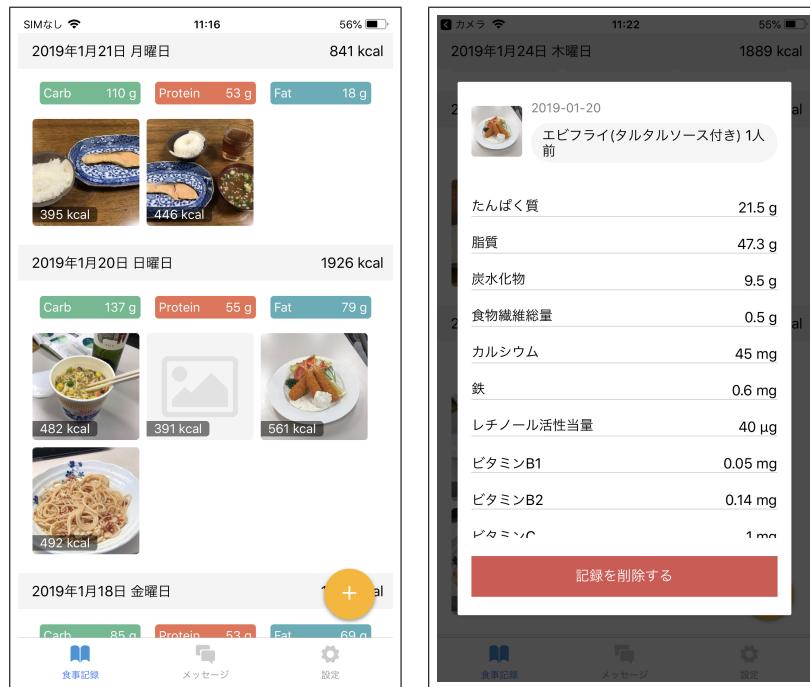


図 3.4 食事記録の作成時の画面遷移（料理の訂正）

- レチノール活性当量
- ビタミン B1
- ビタミン B2
- ビタミン C

### 3.1.3 管理栄養士とのメッセージ

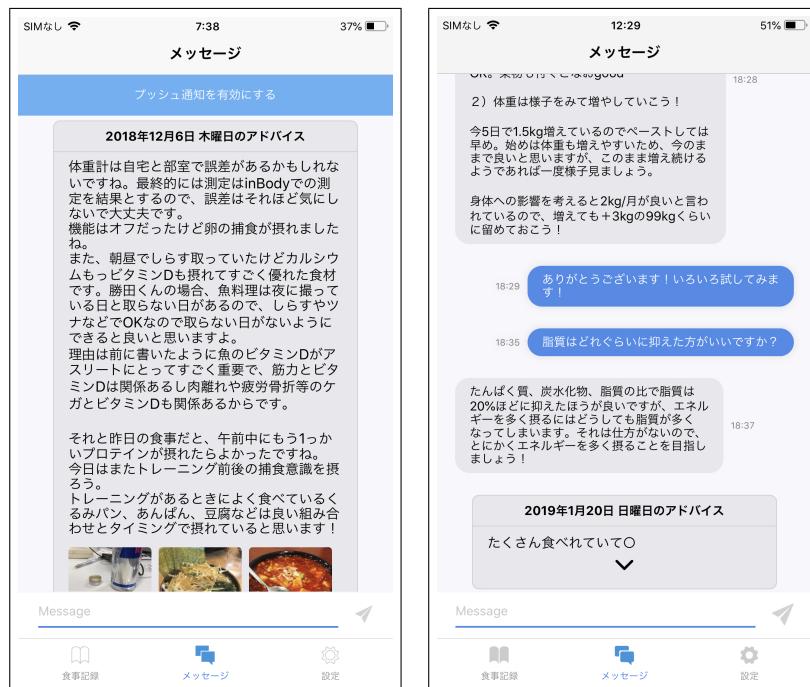
図 3.6 は管理栄養士とのメッセージ画面である。この画面には管理栄養士からのアドバイスが表示される。また、メッセージは双方向のものなので、アスリートから管理栄養士に質問などを送ることもできる。



(a) 食事記録の一覧画面

(b) 食事記録の詳細画面

図 3.5 食事記録の閲覧画面



(a) 管理栄養士からのアドバイス

(b) アスリートから質問を行い管理栄養士がそれに答える様子

図 3.6 管理栄養士とのメッセージ画面

## 3.2 管理栄養士側

管理栄養士の業務について今一度説明する。管理栄養士は担当している数人から十数人のアスリートすべてに対して、そのアスリートが過去3日から1週間程度で何を食事をしたかを記録・参照し、アスリートの目標・体組成値・体調・練習量等を考慮し次に何を食べるべきかを提案する。この際、体組成値（体重や腹囲・除脂肪量等）と練習量は本研究で提案するものとは別のアプリケーションを用いて記録する<sup>\*2</sup>。また、目標や体調はその時々でヒアリングを行う。

このように、管理栄養士の診断には様々な行為が伴い複雑である。そこで、本研究では管理栄養士のためのアプリケーションはWebサービスとして提供することにした。

管理栄養士のアプリケーションに必要になるのは以下の機能である。

- 数人～十数人のアスリートの情報（氏名・年齢・目的等）を参照できる
- アスリートの食事画像を見ながらコメントを入力できる
- コメントと食事をまとめてレポートを作成できる
- 選手からの食事画像・メッセージが来たときに通知を受け取ることができる

以上の点を踏まえた画面を図3.7に示す。

The screenshot shows the application's main dashboard. On the left, a sidebar titled 'WATCHLIST' lists various athletes with their names, university, and a red badge indicating the number of new messages (e.g., 12, 15, 16). The main area is divided into several sections:

- ① 選手一覧**: Shows a summary for '側島真太郎' (Age: 19, University: 東大アメフト部, Position: 未設定) with tabs for '体組成値' (Body Composition), '② 選手情報' (Athlete Information), and '目標' (Goals). The '目標' section includes macronutrient targets: 脂質 87.0 g, たんぱく質 186.0 g, 炭水化物 744.0 g, エネルギー 4500 kcal.
- ④ メッセージ画面**: Displays a conversation with '側島君'. A message from the nutritionist says: '19kgを自然に瘦りたい。夏前に牛乳やヨーグルト、プロテインなど追加してみましょう！' (I want to lose 19kg naturally. Add milk or yogurt, and protein powder to your diet before summer!). The athlete responds: '脂質はどのくらいに抑えたほうがいいですか？' (What is the best way to reduce fat intake?). The nutritionist replies: '側島君、こちら返信しそびれておりごめんなさい<今のところ、目標までは脂質はあまり意識しなくて良いです。体重が増えるためにカロリーを摂ることを優先で考えよう！ただ揚げ物や脂質の高いパンや甘いものなどを意図的に摂る必要はないので、今写真載せてくれているメニュー選択でとても良いです★' (Side島君, I apologize for missing your message. For now, there's no need to worry about fat intake. Prioritize calorie intake to prevent weight gain! Just avoid fried foods and high-fat breads and sweets.★). The athlete thanks: 'ありがとうございます！意識します' (Thank you! I will pay attention).
- Food Log**: Shows meal logs for three days:
  - 1月19日 土曜日 9:28**: Includes a photo of a meal, nutritional values (35.0g protein, 30.8g fat, 169.6g carbohydrates, 1090 kcal), and a link to 'アドバイスを作成する' (Create advice).
  - 1月20日 日曜日**: Shows four meal photos with their respective kcal values (1090, 1296, 341, 541).
  - 1月21日 月曜日**: Shows five meal photos with their respective kcal values (887, 1006, 409, 1572, 1062).

図3.7 管理栄養士側のWebアプリケーションの画面

この画面では複数のアスリートの身体情報・目標・食事記録とメッセージ画面を表示できる。1の箇所には選手一覧が表示されているので、確認したい選手を探したり新着メッセージの数を確認したりできる。2の箇所には選手の氏名・所属・体組成値が表示される。3の箇所では栄養素ごとの目標値が表示される。図3.8が目標値を設定する画面である。こうして管理栄養士にアスリートごとの栄養素目標値を入力してもらうことで、アスリートは自身の食事の自己採点が可能になる。

\*2 開発したシステムを実際に使ってもらうアスリートのグループがすでにGoogle Formを用いて体組成値を記録していたので、本システムでは記録の対象としなかった。より一般的なシステムとする場合は体組成値も記録する仕組みが必要になる。

図 3.8 管理栄養士側の Web アプリケーションの画面（目標値の設定）

4 の箇所ではアスリートとメッセージのやり取りを行うことができる。食事記録へのアドバイスもここに表示される。5 の箇所にはアスリートの食事記録が表示される。管理栄養士はこの画面で過去の食事一覧を参照しつつアスリートへのアドバイスを作成することができる。各料理に対しすでにカロリーなどの栄養素が設定されているので管理栄養士が栄養素を入力する手間が軽減される。図 3.9 がアドバイスの作成画面である。この画面では食事ごとのや日毎の栄養素の合計値を確認でき、3 大栄養素についてはそれぞれの栄養素の重量比も確認できる。

図 3.9 管理栄養士側の Web アプリケーションの画面（アドバイスの作成）

## 第4章

# 実験

前章で紹介したシステムを実装し、実際に管理栄養士とアスリートのグループを対象に実験を行った。実験はシステムの可用性と信頼性を確認するための第1段階と、栄養指導データの収集のための第2段階に分けて行った。以降の節ではそれぞれの段階の実験について述べる。

### 4.1 システムの可用性と信頼性を確認するための試験利用

今回作成したシステムは管理栄養士とアスリートが毎日使うものであり、アプリケーションの構成が複雑なため本番利用のためのベータテストでシステムの不具合を洗い出す必要があった。この段階はそのための試験利用であり、2018年12月の中旬に2週間ほど行った。対象は大学運動部のアスリート10名とそれらをサポートする管理栄養士1名である。

#### 4.1.1 実験結果

ベータテストにより多くの不具合を洗い出し、アプリケーションの使用感に関するフィードバックを得ることができた。以下でいくつかのフィードバックの例とその対策を紹介する。

##### 栄養素の目標値を設定したい

管理栄養士がアスリートに指導する際に日毎の栄養素の充足率を確認するために、この機能が必要になる。また、後々アスリートのデータを用いて食事のレコメンドシステムを構築する際にも、選手の栄養素目標値はデータとして活用できるので、この機能は二重の意味で必要不可欠である。

##### アスリート向けに日毎の栄養素の集計情報を表示したい

この機能は選手が食事の自己学習を行うために必要になる。管理栄養士がアスリートにフィードバックを送るまでに数日のタイムラグがあるのでアプリケーションを見るだけで自身の摂取栄養量が把握できる機能は必要である。栄養素の目標値が設定されている場合、この機能と合わせてアスリートだけで簡易的な自己の食事管理を行うこともできるようになる。

##### 食事記録の時刻を可変にしたい

機械学習による食事認識はFoodLog APIを用いて行っているため、ネットワーク状況などにより食事の際に記録を作成できないことがある。こういったケースで食事後に記録を作成するためにこの機能が必要になる。

## コンビニエンスストアなどで購入する食事製品を登録したい

本実験で対象としたアスリートは大学運動部の選手だったこともあり、日常的に摂取している食事がコンビニエンスストアの食品などの製品であった。そういう場合により正確な栄養情報を取得するためには各製造会社ごとに Web ページなどで公開されている栄養情報を参照する必要がある。従来の管理栄養士の業務ではそういう情報をすべて自身で収集していた。そういう手間を削減するために本システムでは EatSmart[11] という食事製品の品目名・栄養情報等を蓄積しているデータ提供サービスを用いて食事記録に利用できるようにした。

## 4.2 栄養指導データの収集のための本番利用

ベータテストはシステムの不具合を洗い出すためのものだったので、その段階ではシステムには多くの不具合が含まれていた。しかし、それでも本システムは利用した管理栄養士からの評判が良好であったため、2019 年の 1 月から 3 月までの期間で実際の栄養指導に利用されることになった。対象は一月につきアスリート 10 名と管理栄養士 1 名であり、月が変わるごとにアスリートは別の 10 人になる。アスリートは大学アメフト部の選手であり、1 月から 3 月までの期間はオフシーズンである。オフシーズンは選手にとってボディビルディングを行うための絶好の期間であり<sup>\*1</sup>、今回のシステムの利用は管理栄養士やアスリートにとって紛れもなく本番の利用である。

### 4.2.1 実験結果

実験を開始してから本稿の執筆まで間(約 2 週間)に合計で XX 件の食事記録が作成され、YY 件のアドバイスが作成された。図 4.1 に実際にアスリートが記録した食事を示す。



図 4.1 食事記録の写真

\*1 試合シーズンは選手は試合のための調整を行ったり競技の技術を学んだりするため栄養指導の効果が薄い

次に図 4.2 に管理栄養士とアスリートの間で送りあったメッセージの例を紹介する。

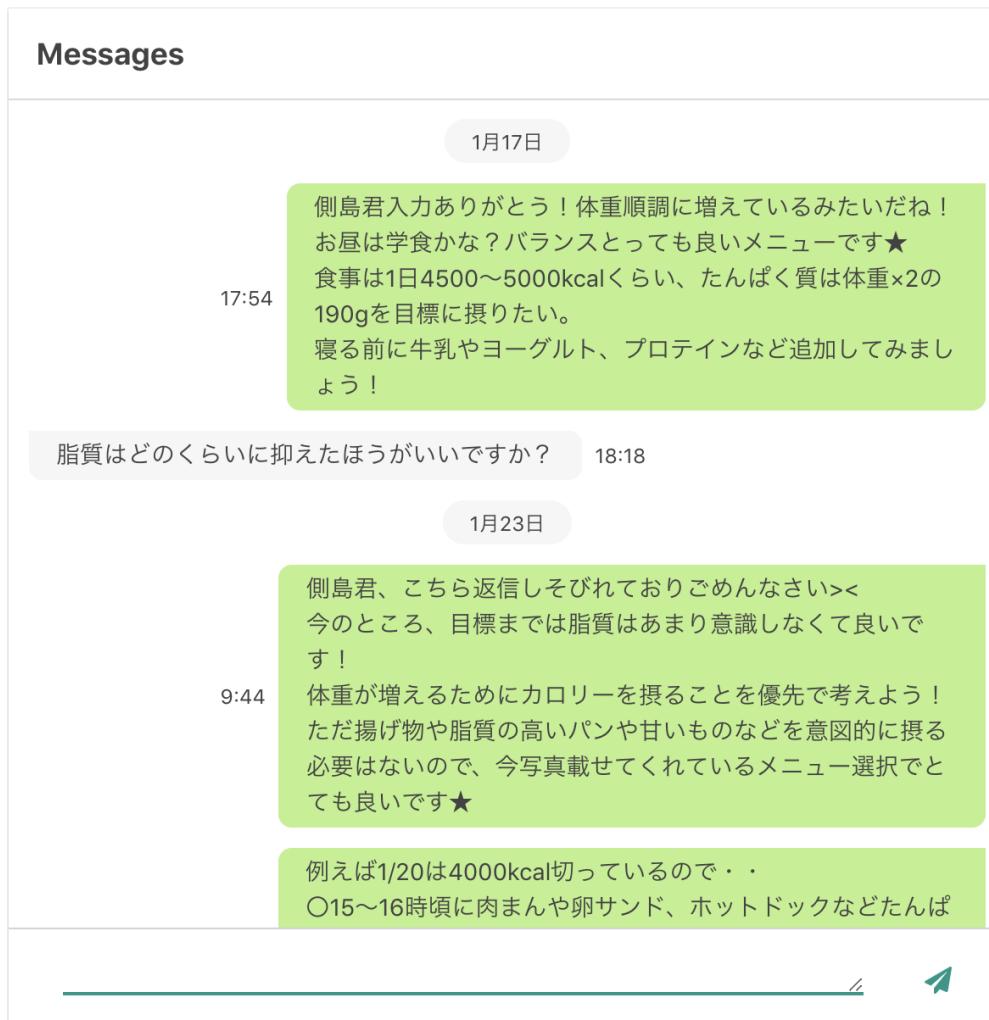


図 4.2 メッセージの例

図 4.1 や図 4.2 で紹介したように、本システムは管理栄養士とアスリートの間のコミュニケーションを取るのに十分な機能を備えていることが確認できた。管理栄養士からも

- 食品ごとの栄養素の計算をする必要がなくなった
- 選手とやり取りしたメッセージをレポートの形式で保存する作業がなくなった
- 選手との食事記録の振り返りがわかりやすく、容易になった

と肯定的な意見を得ることができた。選手と目標栄養値を共有する機能についても、選手が自身で摂取栄養量を確認し食事を修正することができるようになったと報告があった。

逆に本システムの課題としては次のことが明らかになった。

- メニュー名による記録では食材の細かい違いによる栄養量の誤差を扱いきれない
- 食事記録を分析するために、摂取栄養量の変化なども見れると良い

前者については、本システムが食事画像から料理品目を推論するという仕組みを用いているため、料理クラスを更に細かくするといった方法でしか対応できず、その方法では推論自体が難しい。後者については栄養分析に必要な様々な統計情報を管理栄養士のアプリケーションに表示することで対応したい。

## 第5章

### 課題と展望

#### 5.1 栄養情報の統計

#### 5.2 体組成値の記録

#### 5.3 栄養データの正確性

#### 5.4 アドバイスデータの収集

本研究で開発するシステムを利用することで、アスリートの体組成値・食生活などと管理栄養士のアドバイスを対応付けたデータベースを作成することができる。このデータを利用してアスリート向けの食事指導システムを構築することも考えられる。

#### 5.5 栄養指導の段階的な自動化

#### 5.6 サービスのオープン化

## 第 6 章

### 結論

本研究室では [1] で用いている画像認識技術の研究・開発を行ってきた。本研究ではそれをアスリートと管理栄養士のコミュニケーションに取り入れるという試みを行っている。開発するアプリケーションはアスリート向けのものと管理栄養士向けのものが存在し、アスリート向けのものはモバイルアプリケーションとして、管理栄養士向けのものは Web アプリケーションとして提供する。

アスリート向けのモバイルアプリケーションでは主に食事記録の作成と管理栄養士とのメッセージ送受を行うことができる。このアプリケーションでは食事記録の作成が簡便化されており、アスリートは食事の画像を撮影するだけで記録ができる。

管理栄養士向けの Web アプリケーションではアスリートが作成した食事記録の参照とアスリートへのアドバイスの作成ができる。従来のサービスでは管理栄養士が自ら行わなければならなかったカロリー計算が自動化されているため、管理栄養士の手間が軽減すると期待される。

現状の開発状況では以上のようなアプリケーションは完成していないため、本稿ではシステムがアスリート・管理栄養士の体験を向上させたかどうかを定量的に述べることはできなかった。アプリケーションが完成し次第、ヒアリングによるユーザー体験の調査とサービス改善を行っていく予定である。

システム完成後の展望としては主に次の 2 点を考えている。

- アスリートごとの食事画像の認識精度の向上
- アドバイスデータの収集によるアドバイスの自動作成

# 参考文献

- [1] foo.log 株式会社, <https://foo-log.co.jp/business-foodlog.html>, 2019.
- [2] S.Horiguchi, S.Amano, M.Ogawa, K.Aizawa, Personalized Classifier for Food Image Recognition, IEEE Trans. Multimedia Vol 20, No. 10, pp. 2836-2848, 2018.
- [3] 株式会社 ドーム, <http://www.domecorp.com/>, 2019.
- [4] 厚生労働省, “日本人の食事摂取基準”, [https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou\\_iryou/kenkou/eiyou/syokuji\\_kijyun.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/kenkou/eiyou/syokuji_kijyun.html), 2015.
- [5] 小林修平, “アスリートのための栄養・食事ガイド”, 第一出版, 2014.
- [6] Slack, <https://slack.com>, 2019.
- [7] CLIMB Factory, <http://www.climbfactory.com/>, 2019.
- [8] LINE Cooperation, <https://line.me/>, 2019.
- [9] 一般財団法人 流通システム開発センター, “JAN コード統合商品情報データベース (JICFS/IFDB)”, [http://www.dsri.jp/database\\_service/jicfsifdb/](http://www.dsri.jp/database_service/jicfsifdb/), 2019.
- [10] 文部科学省, “日本食品標準成分表”, [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/syokuhinseibun/1365297.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365297.htm), 2019.
- [11] 株式会社 Eat Smart, <https://www.eatsmart.co.jp>, 2019.

# 謝辞

Thanks.

2019年2月8日

# 付録

## システムの使い方

管理栄養士とアスリート向けのシステムの使い方を Web に公開した。それぞれ次のリンクから参照できる。

- ・管理栄養士: <https://karszawa.github.io/food-consul-app/usage-for-dietitians>
- ・アスリート: <https://karszawa.github.io/food-consul-app/usage-for-athletes>

## システムアーキテクチャ

本稿ではシステムの特徴について使用者の操作やデータフローを用いて説明してきたが、ここでは実際に使用したサービスを用いてシステムアーキテクチャを詳細に述べる。図 6.1 は本システムで活用したサービスをコンポーネントとしてまとめた図である。

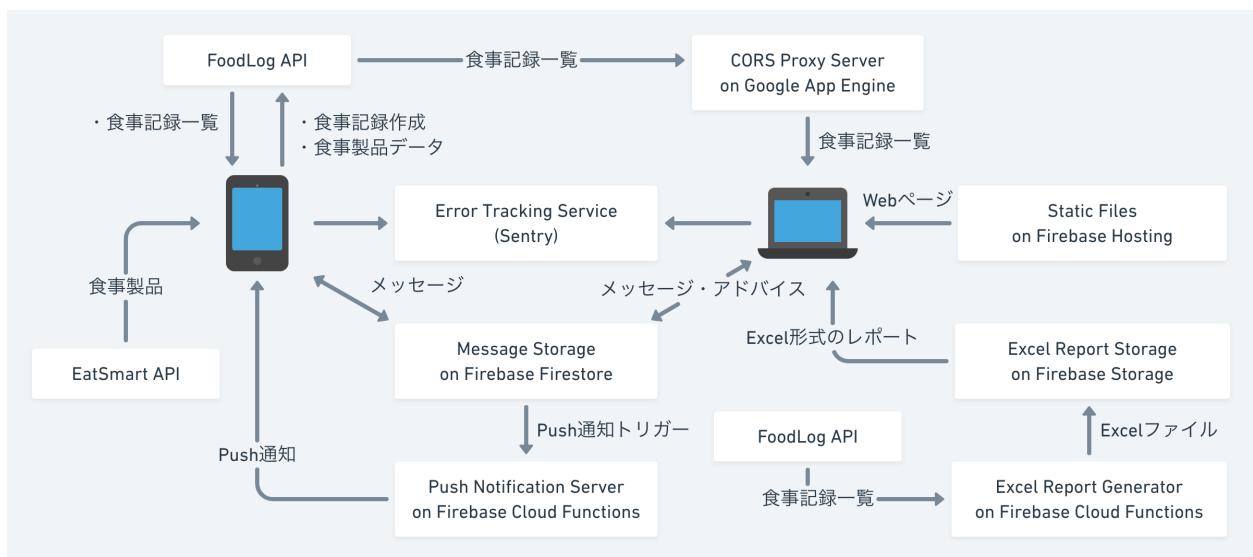


図 6.1 システムアーキテクチャ

アスリートの用いるモバイルアプリケーションは食事記録の認識と保持を FoodLog API を通して行う。メッセージやアドバイスの保持には Firebase Firestore を用いる。このようにデータストアが別れている理由は、Firestore ではデータの追加などにトリガーして Firebase Cloud Functions などの処理を実行できるからである。実際に本システムでは Firestore へのメッセージの追加にトリガーしてアスリートのモバイルアプリケーションに Push 通知を送信している。また、Firestore はデータの変更をただちにデータの利用先に反映するという仕組みがあるため、メッセージの送受信のように即時応答性が求められるような利用に適している。

本システムでは EatSmart の食事データを登録することもできるようになっている。この仕組みは EatSmart の食事データをモバイルアプリケーションを通して FoodLog に新しい食事データとして作成することで実現して

いる。EatSmart のデータを FoodLog でも利用できるようにする正規化はモバイルアプリケーションで行っているので、管理栄養士側の Web アプリケーションでは両者のデータの違いを意識することなく栄養の分析ができる。

管理栄養士側の Web アプリケーションは Firebase Hosting でホスティングされた静的ファイルにより管理栄養士のブラウザで実行される。ブラウザから FoodLog の API にアクセスする場合、サーバーにて CORS ポリシーへの対応が必要になるが、他サービスでも利用されている FoodLog API の制約で FoodLog API に CORS ポリシーを適用することはできなかった。そのため、FoodLog API に CORS ポリシーを適用するためだけのリバースプロキシが必要であった。リバースプロキシは Google App Engine 上で動作する Web アプリケーションとして実装した。

本システムで実験を行った管理栄養士が栄養情報に対して統計的な分析を行うために、栄養情報を Excel ファイルに書き出すという機能を実装した。Excel ファイルの作成は Firebase Cloud Functions の機能として実装し、ファイルの保存には Firebase Storage を利用した。これにより保存したファイルがブラウザからダウンロードできるようになった。

エラー監視はモバイルアプリケーション・Web アプリケーション共に Sentry<sup>\*1</sup>を用いて行った。

コードベースで捉えると本システムは 5 つの部分に分かれる。以下に各コードをリポジトリの URL と共に列挙する。

- アスリート向けのモバイルアプリケーション
  - <https://github.com/karszawa/food-consul-app>
- 管理栄養士向けの Web アプリケーション
  - <https://github.com/karszawa/food-consul-admin>
- Push 通知用の Function タスク
  - <https://github.com/karszawa/food-consul-functions>
- Excel ファイル作成の Function タスク
  - Push 通知用の Function タスクと同じリポジトリ
- Web アプリケーション用のリバースプロキシ
  - <https://github.com/karszawa/food-consul-proxy>

## ソフトウェアアーキテクチャ

管理栄養士側の Web アプリケーションは React<sup>\*2</sup>を用いて作成し、すべての処理をユーザーのブラウザ上で実行している。こうしたことで Web ページを提供する際のサーバー側の負担がほとんどなくなった。また、Firebase Hosting によりサービスが負荷に応じて自動でスケールするため、仮にユーザーが増えたとしても Web サーバーがボトルネックとなることはない。

アスリート向けのモバイルアプリケーションの開発には React Native<sup>\*3</sup>と Expo<sup>\*4</sup>を用いた。これによりアプリケーションのコードを iOS・Android で共通にすることができた。また、Expo を用いたことで OTA(Over the Air) 更新<sup>\*5</sup>によるデプロイが可能になり、実験のフィードバックを漸次的に本番環境のアプリケーションに反映できた。これがなければモバイルアプリケーションの更新は各プラットフォームの審査を通さなければならないのでソフトウェアの更新には 1 日から 3 日ほどの時間がかかっていた。このように、Expo を採用することで短い実験期間で多くの試行を行うことができた。

\*1 様々なプラットフォームに対応したエラー情報を集積するためのサービス <https://sentry.io/>

\*2 Web ページのユーザーインターフェイスを作成するための JavaScript ライブラリ <https://reactjs.org/>

\*3 React を用いてモバイルアプリケーションを開発するためのライブラリ <https://facebook.github.io/react-native/>

\*4 React Native 上で高速にモバイルアプリケーションを作成するためのプラットフォーム <https://expo.io/>

\*5 アプリケーションストアの審査を通さない実行コードだけのオンラインアップデートのこと