

相澤 清晴

東京大学大学院情報学環・教授

食に関するライフログ共有技術基盤

§1. 研究実施体制

(1)「東京大学・情報学環(相澤)」グループ

- ① 研究代表者:相澤清晴 (東京大学大学院情報学環, 教授)
- ② 研究項目: 食に関わるライフログ取得と処理
 - ・食ログ画像群のクラスタリング
 - ・食事画像のタッチポイントによるセグメンテーション
 - ・汎用食事画像データセットの構築
 - ・個人に特化した食事画像認識
 - ・食ログシステムの社会実装へ向けた基盤づくり

(2)「東京大学・情報理工学系研究科(廣瀬)」グループ

- ① 主たる共同研究者:廣瀬 通孝 (東京大学大学院情報理工学系研究科, 教授)
- ② 研究項目: 食関連行動の記録と利用
 - ・食関連行動の取得, 活用
 - ・状況・空間・場の記録・再生
 - ・食関連行動の推測・支援
 - ・食からのコミュニケーション支援

(3)「(株)KDDI 研究所(橋本)」グループ

- ① 主たる共同研究者:橋本 真幸 (KDDI 研究所, プロジェクトリーダー)
- ② 研究項目: 食ログと健康指導基盤
 - ・食ログと健康指導基盤の連携
 - ・統一の入力インターフェースの開発とシステムの高度化
 - ・実証実験

(4)「小川」グループ

- ① 主たる共同研究者:小川 誠 (foo.log 株式会社)
- ② 研究項目: 食に関わる大規模ログ収集システムと展開
 - ・食ログシステムの基盤構築と社会実装、運用
 - ・スマートフォンを用いた食ログシステムの展開
 - ・栄養評価との連携
 - ・社会展開の拡充のための外部組織との連携
 - ・食歴法などとのユーザインターフェースの統合

(5)「東京大学・医学系研究科(佐々木)」グループ

- ① 主たる共同研究者:佐々木 敏 (東京大学大学院医学系研究科, 教授)
- ② 研究項目
 - ・食歴法における食ログの活用に向けた取り組み

§ 2. 研究実施内容

(1)「東京大学・情報学環(相澤)」グループ：食に関わるライフログ取得と処理



図1-1 FoodLog のページの一部

本プロジェクトの第一の目標は、食事内容記録の簡易で継続しやすい記録手法、システムの研究開発である。このために、写真を撮り、アップロードするだけで、食事日誌を構成し、食事記録をつくることのできる“FoodLog” (<http://www.foodlog.jp>)というシステムを開発してきた。通常の栄養管理の目的で利用される記録手法では、食事のメニュー、食材をテキストで書きだす必要があり、手間がかかるため、継続することが難しく、漏れも多い。これに対し、FoodLogでは、写真をアップロードするだけでよく、はるかに手軽に記録を継続することができる。単なる画像データの羅列にとどまらず、ある程度の指標となる食事内容解析も行うことで、記録はより充実したものになる。食事の記録を留めることで、健康の自己管理、管理栄養士等の第3者による管理などが容易になり、今後の健康管理のためのツールとなり得るとの期待が大きい。なお、手軽に写真で食事日誌を作成し、画像処理で食事内容を推定するという FoodLog は、世界的にユニークな仕組みであり、公開利用されているものは、本システムが唯一である。

食事内容解析に関する画像処理が、本プロジェクトの独自性を強める課題であり、本年度も継続して、その検討を様々な角度から進めてきた。

“FoodLog”の運用により得られる一般ユーザの登録する食事画像に基づき、食事画像の解析手法についての多様な研究を展開した。食事記録が誰でも簡単にできるネット上のアプリケーション FoodLog (図1-1)を foo. log (株) と構築し、これまでの研究成果の食事画像処理技術の一部が活用されている。以下に挙げるような研究が進んだ。当初想定していた課題をはるかに越えた多くの課題を見出し、取り組むことができた。H24年度に取り組んだ課題を列記する。

* 個人の食事傾向を考慮した食事判定、バランス推定の精度向上

- * 画像からのエネルギー(カロリー値)推定
- * タッチポイントに基づく食事画像のセグメンテーション
- * 多カテゴリ食事認識のための画像特徴量の比較評価
- * 個人利用に特化した食事画像認識
- * 個人の嗜好を把握するための食事画像群のクラスタリング
- * 食ログシステムの社会実装へ向けた基盤づくりと外部連携

■ 食事画像検出・食事バランス推定、その個人性の考慮による精度向上

一般ユーザの投稿する画像について、大域的、局所的な画像特徴を利用することで、食事であるかどうかの判別、さらには、食事バランス(主食、主菜等 5 カテゴリとSV)の推定を行う機能を実現した。

さらに、食事には様々な偏りがあり、朝食、昼食、夕食といった時間による違い、対象ユーザの違いによる偏りといった個人性を利用することで、その精度が大きく改善できることを初めて示した。

ベイズ推定を用いて、推定で用いるモデルに食事特有の傾向を反映させる解析を行った。食事画像からの食事バランス推定において、個人の食傾向、食事バランス値の事前分布、食事の時間帯の3つの傾向を取り入れた結果、テストした2ユーザの平均で、平均誤差が0.69[SV]から0.28[SV]と大幅に改善された。また、さらに、それに加えて、3ユーザのデータを追加し、同様の傾向が得られることを示した。

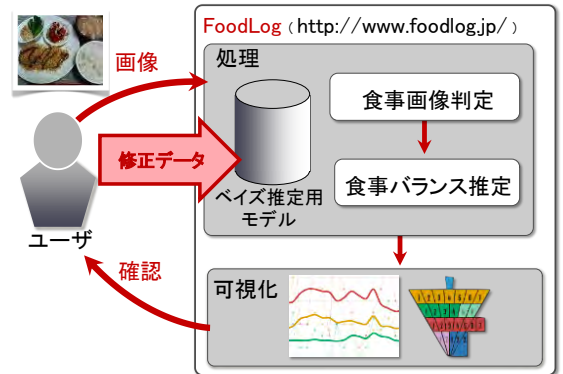


図 1-2 ユーザの傾向を考慮した画像解析

■ 多カテゴリと少カテゴリの食事画像のデータセットの構築と認識のための画像特徴量の検討

食事画像認識の検討も進め、少数のカテゴリ(3や15)といったケース、多数カテゴリ(400程)の場合に分けて、一般のインターネットから評価用のデータセットを構築し、特徴量についての評価を進めた。

データセットの構築には、Google 画像検索とFlickerを用いて、「家庭のおかず」記載のメニュー名を画像検索でクエリとして与え、1メニューにつきそれぞれ 64 枚ずつ画像を取得し、さらにマニュアルで適切な不適切な画像を除去し、最終的に377メニュー、各 40 枚以上を有する 15080 枚の画像からなるデータセットを構築した。また、少カテゴリのデータセットとして、15メニュー各 500 枚からなる 7500 枚のデータセットを構築した。

図 1-2 に示した特徴量をそれぞれ用いてSVM等の分類器により類別する認識実験を行った。

- **色系(表色系もLab・HSV等複数)**
 - コレログラム
 - ヒストグラム
 - カラーモーメント
 - その他: エントロピー, Bag-of-colors等
- **テクスチャ系**
 - ガボール特徴
 - GIST
 - 円特徴
 - その他: モルフォロジー, Haar-Like等
- **局所特徴量系**
 - SIFT+BoF
 - SURF+BoF
 - その他: 局所特徴・BoF 共に手法多数

図 1-2 比較した特徴量

その結果、多カテゴリ、少カテゴリのデータセットを用いた実験では、GIST、コレログラム、SIFT特徴が有効であったことを確認した。

■個人利用に特化した食事画像認識

食事メニュー認識は、食事画像処理の大きな課題である。現在の FoodLog では食事の画像全体の色味などからバランス推定のみを行っており、もしメニューの認識ができれば、カロリー推定・バランス推定などの、より詳細な推定ができる。

ユーザによってカメラ、照明などの撮影環境はさまざまであり、同じメニューを撮影したとしても実際に撮られた写真データは大きく異なることも多い。画像の一般物体認識において良く使われる特徴量の多くは、このようなユーザごとに撮影する環境の違いを吸収できず、認識結果に大きな影響を与えてしまう。さらに、食事メニューの定義も、地域等その個人に依存することがある。これらはライフログ処理の本質的な問題になる。

そこで、我々は、個人の記録に特化したメニュー認識を行った。個人の記録であれば、撮影状況の変化がある程度緩和される。また、食事の習慣性を暗に利用することで、より正確な認識を行うことができ、記録が増えていくほど、精度の高いメニュー推定が可能になっていくと考えられる。手作りの料理についても、自身のデータをカスタマイズできよう。

高速計算可能なバイナリの局所的な特徴量に色特徴を合わせた特徴量を用いて認識精度の評価実験を行った。データは、FoodLog ユーザから 4 人を選び、上位 15 メニューについての評価を行った。NBNNを用い、個人ごとのデータを反映した認識を行うと、表 1-1 に示すように、個人の偏りが生かされ、個人ごとの認識は、4 人をまとめた認識に比して十分に高いものであることを確認した。

表 1-1 画像あたりの認識正答率

Users	1 位	3 位以内	5 位以内	10 位以内
User1	49%	84%	89%	99%
User2	74%	87%	92%	99%
User3	37%	68%	85%	100%
User4	50%	66%	75%	93%
UserALL	38%	66%	76%	94%

■食事画像群のクラスタリング:個人の傾向の可視化

FoodLog のプラットフォームの利用者数は、スマートフォンからの利用も含めると 10 万人を超えており、そこで記録された食事の画像には、多様な情報が含まれる。食事記録を密にとるユーザも多数おり、画像だけからも個人の食習慣や嗜好がある程度まで把握できるほどになりつつある。その記録情報から個人の食習慣を知り、食事推薦に応用することを目的として、食事画像群から同じ傾向の食事を画像情報に基づきクラスタリングする手法を初めて提案し、評価を進めた。

画像の色特徴量をもとに、空間ピラミッドマッチングを

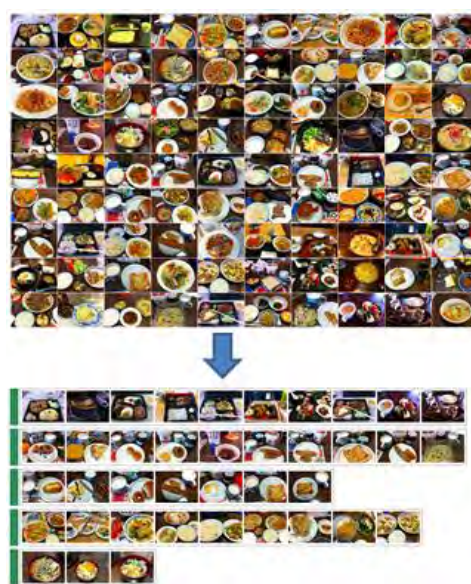


図 1-3 個人 1 か月分のクラスタリング

修正して用いて、空間への重みづけを行い、その類似度をもとに、多段階でのクラスタリングを行った。23人のユーザの1か月のデータを使い、任意の2ユーザのデータを混合して、クラスタリングを行う評価実験を、すべてのユーザの組み合わせに対して行った。最終的に出来上がるクラスターの個人帰属度を評価すると、平均して91%もの確度で分類でき、個人性の高いクラスターが生じることを確認した。可視化することで、個人への具体的なフィードバックとしての効果が大きいとともに、第3者がデータを一望することを大いに手助けする。

■ タッチポイントに基づく食事画像のセグメンテーション

画像の中から食事対象を切り出すことは、その認識や可視化などの処理にとって不可欠な処理になる。スマートフォンを入力に利用することを想定して、スマートフォン上でインタラクティブに効果的に利用するためのセグメンテーション手法についての検討を行った。食事画像では、複数の食事が写る場合が多い。それらを正確に、また、ユーザの介入も最も少なく切り出すために、点指定(タッチポイント)で食事

の領域のヒントを与えることで、画像処理により食事領域を切り出す手法を提案し、評価を行った(図1-3)。指定点から推定される境界を考慮した領域成長によりセグメンテーションを行う。事前に手作業で正解領域を求めた画像群300枚に対しての評価を行い、切り出された領域を面積で比較したところ、適合率は0.87であった。開発した自動セグメンテーション手法で評価すると0.70であった。さらに、面積だけでなく、結果的に切り出される領域数は、ユーザ指定で確実に切り出される。点指定という最小のインタラクションで効果的なセグメンテーションが行えることを示した。

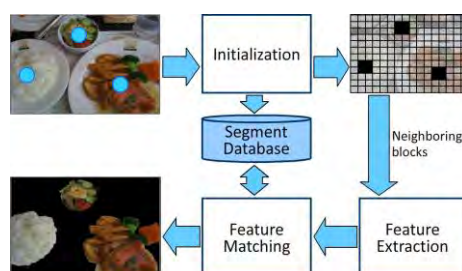


図 1-4 タッチポイントによる食領域分割

■ 食ログシステムの社会実装へ向けた基盤づくりと外部連携

foo. log(株)とともにWebサービスを公開するとともに、スマートフォンアプリケーションとしての、“FoodLog”の展開を進めた。それらのアプリケーションでは、前年度の成果である画像の低次特徴に基づくエネルギー推定(カロリー推定)も用いられた。

また、foo. log とともに、佐々木グループのBDHQ(食歴法)という紙ベースの栄養検査手法のIT化の検討を行った。

(2)「東京大学・情報理工学系研究科(廣瀬)」グループ：食関連行動の記録と利用

本研究項目では、食に影響する文脈的情報のライフログを取得し活用する研究を行う。ここでは、誰と何のためにどのように食べているのかなどの食関連行動に関する情報や、食卓の風景や場所などの食事の周辺の空間・環境に関わる情報、食事によって得たエネルギーの使用、すなわち運動状況など、食事そのものではないがそれに深く関わる情報のライフログに関する研究を行う。

すなわち、本研究項目は食事をより大きな文脈で研究・分析するための技術の研究である。具体的には、食事相手や状況など、食事に関するメタデータの記録、行動のセグメンテーションや抽出技術の開発、臨場感の高い食風景・食状況の記録・再生技術の開発を行ってきた。また、このように取得された情報を利用者間で共有することで、食行動の結果の簡単な未来予測や、食事メニューの推薦などのフィードバックを行うことのできるシステムに関わる技術についても研究を行ってきた。

これまで、食に影響する文脈的情報(食関連行動)のライフログを取得するための基盤として、デバイスを含むライフログ取得手法の開発、ライフログ解析および可視化手法の開発を行ってきた。これらの手法をベースとして、本年度は食事満足度の記録、食におけるコミュニケーション活性化手法、食事メニューの推薦、適切な食行動を誘発する拡張現実感手法など、多様なフィードバックに関する研究を展開した。具体的には、H24年度に、以下に挙げるような研究を行った。

■行動予測、状況・空間・場の記録・再生

・主観的金額による食事満足度の記録

食事の栄養素やカロリー、量などの身体的な健康に関わる要素は客観的に記録することができるが、食事に対する満足度のような精神的な記録は主観情報に頼らざるを得ない。そこで、「ある食事に対してどれだけの金額を払えるか」という主観的金額を記録することで、食事満足度を金額に置き換えることを試みた。高価な食事に対する満足度は自然と高くなるが、主観的金額と実際価格の比較により、その価格帯における有効な食事評価値を知ることができるのではないかと考えた。

実験には、専用のスマートフォンアプリ「Vallog」を開発して記録を行った(図 2-1)。記録した内容は、ある食事についての、「手料理か、売り物か」、「実際に払った金額」、「主観的な金額」、「満足度(7段階)」、「満腹度(7段階)」、「リラックス度(7段階)」、「食事時間」、「自由記述の付加情報」、「食事写真」である。記録者は6人で、食事件数は170件であった。表 2-1は、各記録項目及び「差額(= 主観的金額 - 実際に払った金額)」、「比率(= 主観的金額 / 実際に払った金額)」の相関係数を求めたものである。結果として、「差額」は「実際の価格」に比例するため、その価格帯における有効な食事評価としては使えず、「比率」ならば使える可能性を示した。また、食事の

価格と食事時間には大きな相関が見られることも分かった。来年度以降、「その価格帯における主観的満足度」を記録項目に加え、被験者数も増やして実験を続けていく。



図 2-1 Vallog

	実際の価格	評価価格	満腹度	時間	リラックス度	差額	比率	満足度
実際の価格	1	0.9849	0.3731	0.8263	0.1458	0.1322	-0.1812	0.391
評価価格		1	0.3991	0.824	0.1565	0.3018	-0.1163	0.4316
満腹度			1	0.3201	0.2008	0.2304	0.0022	0.2912
時間				1	0.0999	0.1676	-0.0759	0.3738
リラックス度					1	0.0933	0.1279	0.3368
差額						1	0.3318	0.3179
比率							1	0.1183
満足度								1

表 2-1 記録項目及び差額，比率の相関係数

■食からのコミュニケーション支援

・ソーシャルメディアを介した食体験の共有と食関連コミュニケーションの促進

食事満足度は、食べ物自体だけでなく付加される情報にも影響を受ける。心理学においては「期待同化」という現象として知られ、食べ物のおいしさへの印象・期待に引っ張られるように無意識においしさや食事の満足度が変化するといふものである。本研究では、食行動に対する他者からの評価をフィードバックすることで、評価の高い食行動をとるモチベーションを向上させ、食行動を適切な方向に改善する手法の構築を目指している。これまでに食行動を相互に匿名で評価可能なソーシャルメディア基盤を実験的に構築し、食事前に食事写真を撮ると、食事中に他者からのフィードバックが寄せられるシステム「Yumlog」を構築した(図 2-2)。本システムはスマートフォンアプリケーションとして実装され、食事開始時にアップロードした写真に対する評価がリアルタイムでプッシュ通知される(図 2-3)。このシステムを複数人に利用させ、他者評価フィードバックによる食事の満足度変化に関する研究を行った。食後に満足度を記録し、ダミーの評価を交えたものと比較することで、他者評価フィードバックが食事満足度に及ぼす影響を評価した。今後、より多人数にて実験するとともに結果の解析を行い、食事満足度向上のためのフィードバック手法等の改善を検討する。

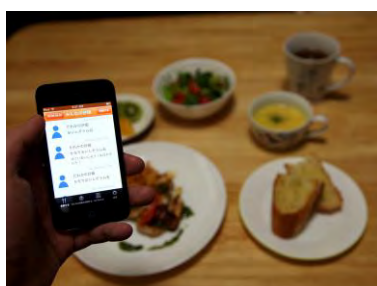


図 2-2 Yumlog の使用シーン

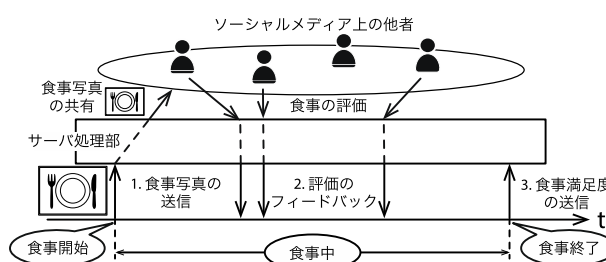


図 2-3 Yumlog 使用の流れ

■食事・メニュー推薦(食行動推薦)

・ソーシャルメディアを利用した食行動の評価と改善

健康的な食事に対する満足度を高めることで、食習慣が改善されるという仮定のもと、上記の Yumlog を用いた食習慣改善手法の検討を行った。他者評価フィードバックが食事満足度に影響をおよぼすことから、ヘルシーな食事において高評価をフィードバックすることで満足度を高められる。そのために、評価において「ヘルシーそう」という項目を設け、この「ヘルシーそう」の評価を「おいしそう」という評価にすり替えてフィードバックを行った(図 2-4)。実験を行った結果、食習慣に改善傾向が見られたユーザもいた(図 2-5)。改善の度合いはユーザによって差が見られたが、結果の解析を行い、その理由を実験への参加度合いなどの面から探る。また、より多人数、より長期での実験を行うとともに、ヘルシーさをそのままフィードバックした場合(すり替えの必要性)などを検討する。

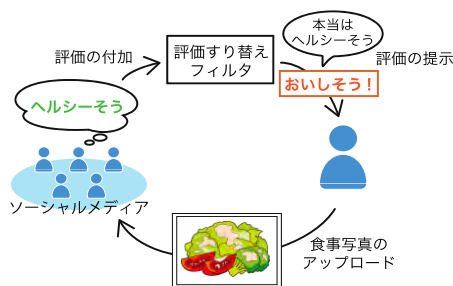


図 2-4 評価のすり替え

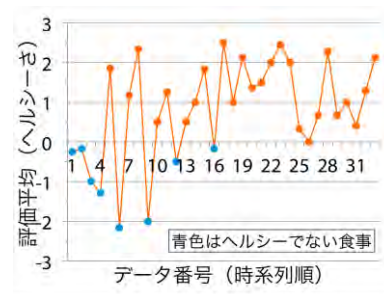


図 2-5 あるユーザのヘルシー評価遷移

・テーブルトップ型拡張満腹感

これまでに、拡張現実感を利用して食品の見た目を変えて見せることで食事ボリュームを調整する「拡張満腹感」の研究を行ってきた。今年度は満腹感に影響を与える一要素として食器のサイズに着目し、食品の周囲に投影する皿の映像の大きさを変化させることで食事ボリュームに対する認知を変化させ、HMD等のウェアラブルデバイスを必要とすることなく食事から得られる満足感を操作する「テーブルトップ型拡張満腹感」システムの提案と構築を行った(図 2-6, 図 2-7)。提案システムにより、ユーザが意識するしないにかかわらず映像のサイズによって食品摂取量を操作できる可能性が示される結果が得られた。今後は被験者を増やすなどしてより本システムの効果について精緻な検証を続ける。また、得られた結果をもとに、食品の自動認識技術等と組み合わせるなどして複数の食品に対して食事摂取量を操作できるかどうかについても検証を行う。



図 2-6 テーブルトップ型拡張満腹感

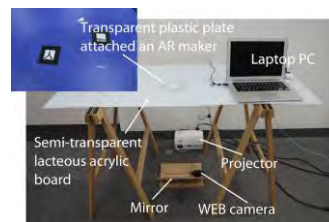


図 2-7 システム構成

・ 拡張現実感による飲料消費量の変化

上記の拡張満腹感システムは、食品から得られる満腹感のみを操作するものであるが、飲料から得られる栄養素も多い。例えば、アメリカでは人口の約 8.3%, 2580 万人が糖尿病であるとの統計が有り、その原因としてコーラなどの清涼飲料水の飲みすぎが問題視されている。しかし、そうした問題を、ユーザが意識的な努力を継続することで解決することは難しい。そこで、飲料から得られる満足感を操作することにより、その消費量を無意識に変化させる研究を行った。飲料から得られる満足感は、コップ等の容器の長さが長い程少ないという先行研究の知見に着目し、コップの見た目の長さを変えてユーザにフィードバックするシステムを構築した。このシステムは、ブルーバックを用いた色抽出によりコップと手を認識し、コップの長さのみを変形させ、HMD を用いてユーザにフィードバックしている(図 2-8)。実験により、コップの見た目の長さを30%増減することにより(図 2-9), 飲料消費量を約 20%程度変化させられることが分かった(図 2-10)。

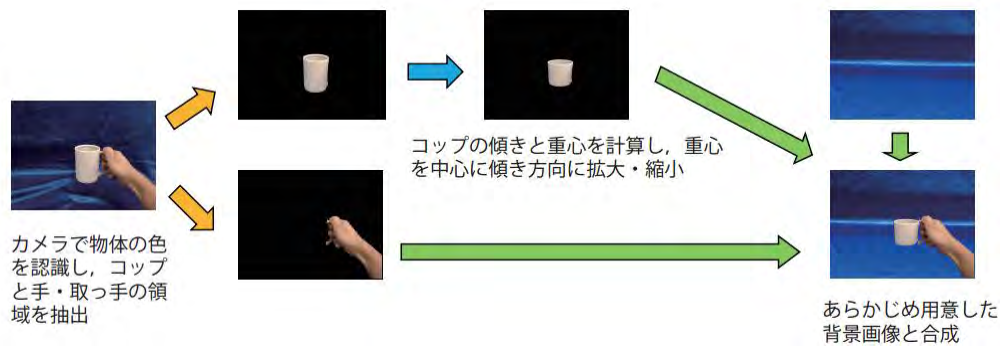


図 2-8 コップの変形手法



図 2-9 各条件で提示されるコップ

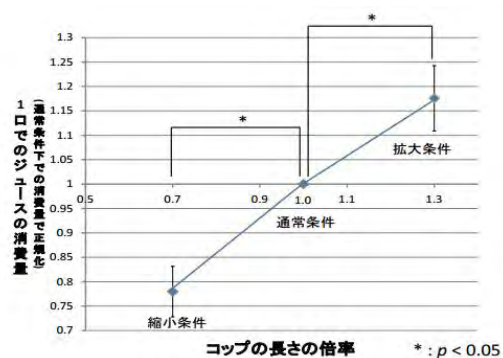


図 2-10 コップ変形による飲料消費量の変化

(3)「KDDI 研究所(橋本)」グループ：食ログと健康指導基盤：橋本G

統合ライフログ健康指導基盤は、食事画像に加えてバイタルデータ(体重、血圧等)を統合的に記録・閲覧する統一的インターフェースと、メール等を用いて健康指導や健康相談に活用できるコミュニケーション機能、指導者が効率的に健康指導を行う指導者画面からなる利用者と指導者をシームレスに繋ぐ健康指導支援システムの実現を目指し、それを活用した健康指導サービスモデルに関する研究開発を行う。図3-1に統合ライフログ健康指導基盤の概要を示す。

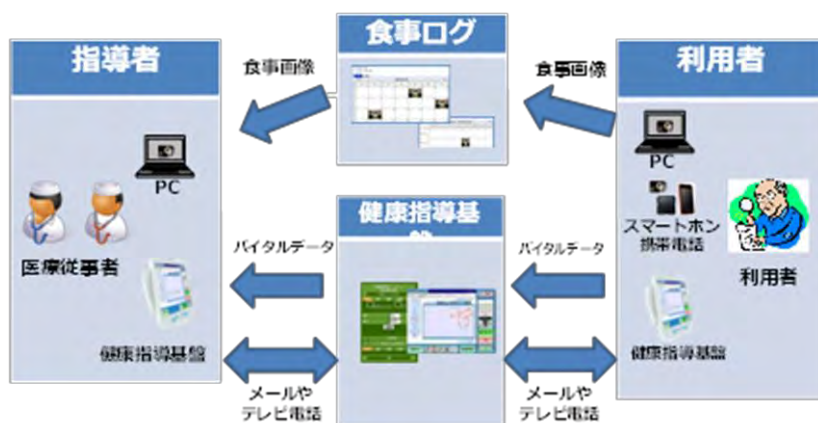


図3-1 統合ライフログ健康指導基盤（食ログと健康指導基盤）

H24年度は、スマートフォンを用いた食事画像と体重・血圧などのバイタルデータを健康指導基盤に統一的に入力するシステムを試作し、医療従事者を対象としたその有効性の検証と必要な機能要件の確認を行った。また、企業健保の被験者等を対象とした健康指導支援効果の評価を行った。

■システムの高度化(ユーザビリティの向上)

食事画像を用いた栄養・健康指導において、対象となる利用者の IT リテラシーは様々である。また、栄養指導や健康指導が必要となる糖尿病などの慢性疾患患者やメタボリック・シンドロームは中年や高齢者に多く、スマートフォンに不慣れな人も多い。そこで、システムの高度化は、複雑な機能の追加ではなく、高齢者やスマートフォンに不慣れな人でも直観的に使用できるインターフェースを高度化と考え、システムを試作した。また、これまでの実証実験の結果から、食ログシステムの継続利用の妨げになる一要因として、歩数データをはじめとする健康データの入力が上げられている。そこで、食ログシステムと NFC 搭載歩数計を連携させ、歩数データをスマートフォンにて自動受信(図3-2参照)することによって入力の手間を省き利便性を向上した。図3-3、図3-4、に試作したシステムの画面を記す。

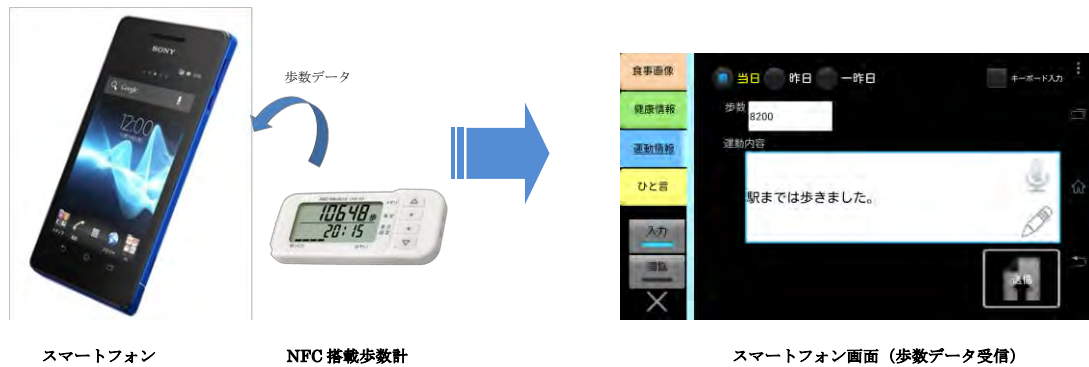


図 3-2 NFC 搭載歩数計から歩数データの自動受信



図 3-3 試作システム画面例（食事画像閲覧画面）



図 3-4 試作システム画面例（歩数データ閲覧画面）

■ 試作システムを用いた健康指導の有効性検証のための実証実験（糖尿病患者の疾病管理に成功）

（実証実験）糖尿病患者を対象とした食事指導の有効性検証

スマートフォンを用いた食事画像と体重・血圧などのバイタルデータを健康指導基盤に統一的に入力するシステムを新たに試作し、地方国立大学病院糖尿病センターにて糖尿病患者を対象とした食事指導の有効性の検証と必要な機能要件を確認した。

当該大学病院に通院中の1型糖尿病患者（女性、28歳）（以下、患者と記す）を対象として、2012年6月28日から8月15日の49日間にわたり食ログシステムを用いて食事指導を実施した。患者は、過去（第2子妊娠時）に高血糖を指摘され、空腹時血糖（FBS）146 mg/dl、HbA1c(JDS) 9.1%、GAD抗体 104.1 U/mlで1型糖尿病（自己免疫疾患の一種）と診断、治療開始されるも流産となった。身長157cm、妊娠前体重46.7 kg、HbA1c(JDS)5、強化インスリン療法中だったが、糖尿病専門医より妊娠許可されていた。今回、第3子妊娠出産のため、当該大学病院にて食事指導及び血糖値管理の指導を行う事となった。

妊娠後、第2子出産時の高血糖・流産に対する恐怖から、食事量が減少し食後低血糖になるという悪循環を繰り返していた。従来通り、管理栄養士が積極的に介入したが、通常の食事指導では不安から生じる食行動の異常に対応が難しかった。そこで、食ログシステムを用い、食事画像に

対する栄養評価と合わせて血糖値管理についてのアドバイスを本システムのコメント機能(図3-5参照)を用いて1日に1回返信した。これによって、患者は、管理栄養士から見守られているという安心感を得られ、血糖管理が安定し、無事に出産した。更に、食ログシステムによって患者の食事内容が正確に把握可能となり指導の精度が向上した。また、出産直前期の入院の際に、患者の食嗜好に合わせた入院対応食を予め用意することが出来た。

本実証実験では、1型糖尿病患者の食事指導において食ログシステムの有効性が確認された。また、担当した管理栄養士から小児糖尿病患者や慢性の循環器疾患患者など食事指導を必要とする慢性疾患患者への適用可能性が示唆された。一方で、食事画像の分析における効率性の向上が必要との指摘があった。

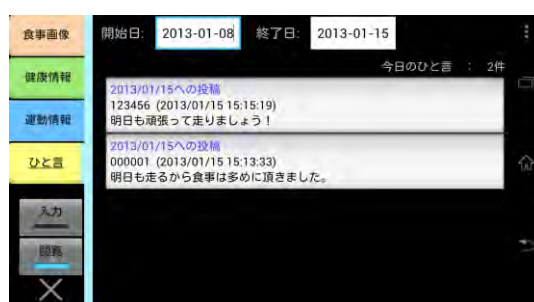


図3-5 コメント閲覧画面

(4) 「foo. log 株式会社(小川)」グループ

■大規模ログ収集システムの構築と運用

食ログシステムをより多くの人・サービスに利用してもらうためには、共通の基盤や仕組みが必要となる。本研究項目の目標は、食ログシステムの社会実装へ向けた大規模サービスに耐えうる基盤を構築することである。また、この基盤を中心に、スマートフォンとの連携による操作性・簡便さの向上、栄養学など専門知識との連携によるユーザメリットの向上、外部組織との連携による社会展開の拡充など行い食ログシステムの実用化を進めている。

1. 大規模 FoodLog の構築と運用:

写真データにより記録を行うことを特徴としている食ログシステムの基盤においては、大量の画像データを保持・処理するために、多大なコンピューティングリソースの確保とその効率的な運用が欠かせない。そこで、柔軟でスケーラブルなクラウドリソースを活用することで、大規模展開が可能なログ収集・解析のための情報処理基盤の構築・運用を行っている。本年度は、図4-1に示す通り食ログシステムをクラウド上で完全にスケール可能なものとし、また API 利用者や登録データの管理を行うための管理システムの構築を行った。管理ツールの導入により API の利用が容易になることで、外部組織との連携が加速した。

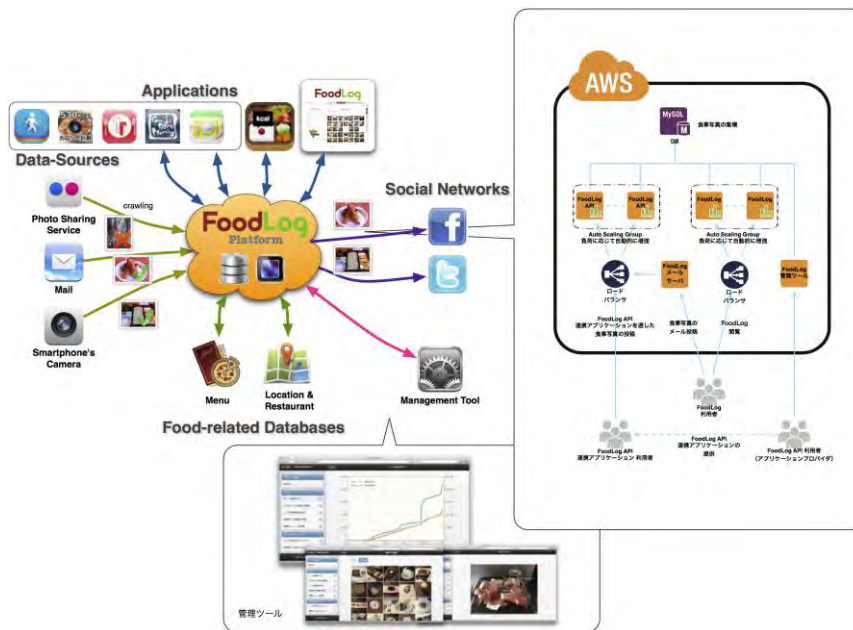


図4-1:食ログクラウドプラットフォームの概要

2. スマートフォンを用いた食ログシステムの展開:

昨今急速に普及したスマートフォンによって、より高度な情報処理がユーザの手元で可能となった。そこで、スマートフォンにより操作性を向上させるとともに、身近で日常的な食ログの利用が可能となるよう、スマートフォンを活用した新たな仕掛け・アプリケーションの構築を行っている。その一例として、毎日欠かさず精度の高い食事記録・カロリー計算を必要とするユーザ向けに、昨年度より食事メニュー登録とカロリー計算に特化したスマートフォンアプリを実装しているが、本年度はユーザテストを重ね、複数のお皿の一括登録機能(特許取得)の追加やユーザインターフェースのリファインを行い、アプリケーションの一般公開の準備を行った。(リリースは 25 年度頭を目指している)



図4-2:高度なユーザインターフェースを備えたカロリー計算専用アプリ

3. 栄養評価との連携:

健康管理への応用においては、栄養学など専門知識に基づいた情報提供が期待されている。そこで、大規模食ログシステムの運用を通して収集された膨大な食事ログデータから得られた栄養評価・食事評価などをユーザにフィードバックし、付加価値の高い情報サービスの構築を進めている。

本年度は、システマティックな食事評価の手法として既に一定の妥当性が検証されている食歴法(本研究では佐々木チームで開発したBDHQ)をIT化したアプリケーションを公開し、一般ユーザに利用してもらった。その結果は佐々木チームにて評価を行っている。(詳細は佐々木チームの研究実施内容を参照)

また、専門家による食事記録を活用した食事指導のため、FoodLog に機能追加を行い、図4-3のような管理栄養士が食事指導を行うシステムとしての実証実験(その他技術移転等の実運用・実サービス3)を開始した。本年度は2回の食事指導をトライアルで実施し、約 150 名のユーザに対して食事指導を行い、これを通して食事記録に基づいた食事指導を効率良く実施するための表示方法・指導方法の検討などを行った。

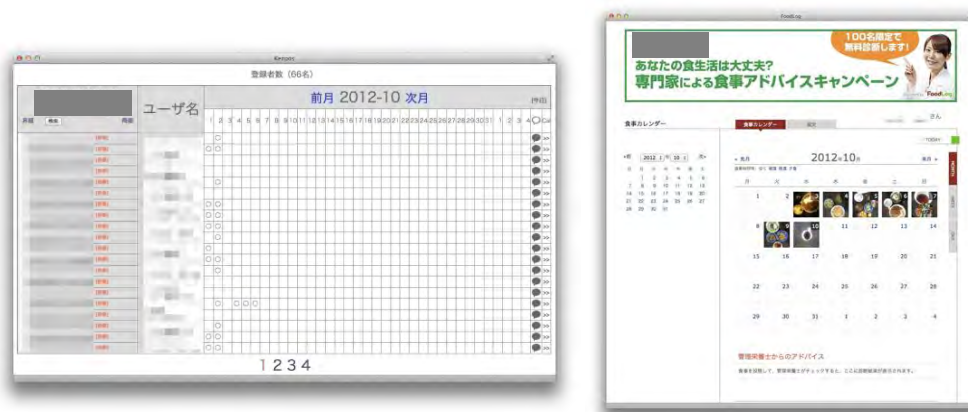


図4-3:FoodLogを活用した食事指導システム

4. 社会展開の拡充のための外部組織との連携:

食ログの応用範囲は、健康管理だけには限定されない。特に、外部組織の提供する幅広い応用との連携を行うため、研究グループ外でも本研究成果を活用できる WebAPI として構築し社会還元することを進めている。

昨年度までに、WebAPI を利用して2つのサービスと連携を行っていたが、本年度は、さらに新たに3つの連携サービスが一般向けにリリースされた。さらに、昨年度から実証実験として連携していた「健康増進サービス」は、本年度8月に「goo からだログヘルスアシスト」と名称を変更し商用サービスとして運営されている。

図4-4の通り利用者数・登録ログ件数が伸びており、2012年12月末時点で、APIのエンドユーザ数は15万人以上、投稿された画像件数は150万件以上となり、開発中・導入検討中などで

試験的に利用している組織・研究機関が 10 件となった。

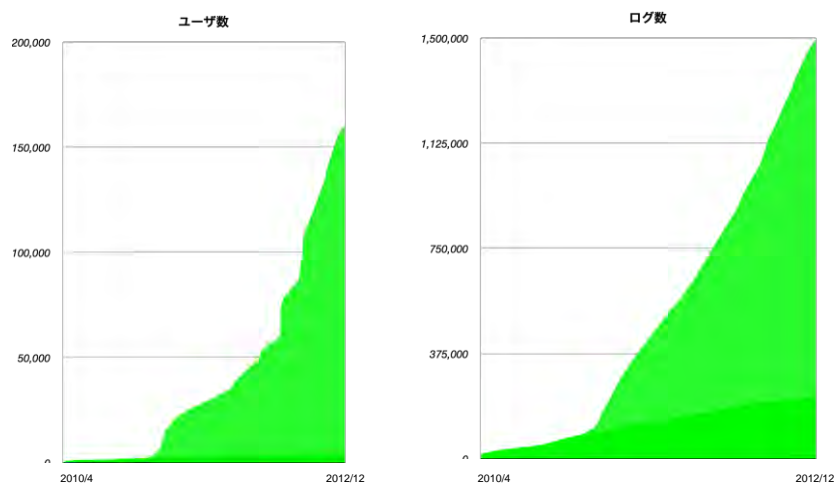


図4-4: FoodLog プラットフォームの利用状況

(5)「東京大学・医学系研究科(佐々木)」グループ: 食歴法における食ログの活用

BDHQ(簡易型食事歴法質問票)とは、一か月程度の長期にわたる平均的な栄養摂取について、80項目ほどの食材の摂食頻度をもとに、定量的に推定する手法である。詳細な栄養素に至るまで推定することができ、活用すれば、生活習慣病の予防に役立つと期待できる。これまで、紙と鉛筆のマークシート式の質問票であったが、それをIT化することをここでの目標とする。

二つの課題があり、

- *タブレット端末で入力可能なインターフェースを用いて、従来法との比較検証を行う。
- *調査に継続参加できるように、BDHQとFoodLogを連携させ、食品頻度での問題を自らの食事画像を基に、気づくための仕掛けを構築する。
- *画像によるFoodLogの食事日誌も作成することで、BDHQの結果に表れる食事の偏りを視覚的に明らかとし、ユーザの行動変容を促す仕組みを構築する予定である。

H24年度は、現状のBDHQのIT化のために、foo. log(株)とともに、タブレット端末をもちいた入力の仕掛けを作り、その運用可能性の検証を行った。システム的には、現状の仕掛けを大きく変えないものとし、インターフェースでの入力を、メールベースで受け取り、解析を行い、解析結果をメールで送る仕組みとした。なお、そのインターフェース部の設計はiPad端末を用い、foo. log(株)とともに設計を行った。以下にシステムの概要をまとめる。

- (1) iPad版BDHQの入力インターフェース(図2-7)を介して、回答者自らが自分の食習慣を画面の指示にしたがって入力する。入力に必要な時間はおよそ3~5分間程度と見積もった。
- (2) 入力されたデータはFoodLogサーバーを経てDHQサポートセンター内に置かれたBDHQ

データの解析センターに送信される。

- (3) 解析センターではデータを解析し、個人結果帳票(その人の栄養素摂取量の良否を判定した結果)を作成し、PDFファイルにしたうえで、FoodLogサーバに送信する。
- (4) 個人結果帳票は、FoodLog からメールを通じて本人に送信される。

上記システムの iPad 端末 1 台を東京大学 医学部・医学部附属病院「健康と医学の博物館」に 2012 年 6 月 11 日から 9 月 7 日までおよそ 3 か月間設置し、同博物館入館者が本人の興味に応じて自由に iPad 端末を利用できる環境を作り、運用可能性に関する実証実験を行った。



図 5 - 1 博物館に設置されたタブレット

設置期間中に合計 144 人が iPad 端末を利用した。利用者の基本属性と栄養素等摂取量を表 5-2 に示す。入力されたデータから類推される限り、入力状況は従来の方法(紙の質問票に回答する方法)によって得られたデータと大きな違いは認められず、この点においてはこの入力方法は利用可能性が高いものと考えられた。また、栄養素等摂取量の平均値は現在の日本人の代表値に近いものであった。

今回用いた BDHQ は成人(18 歳以上)を対象として開発されたものであったが、今回、iPad 端末を利用した 144 人のうち、36 人(25%)は 17 歳以下であった。大学付属の博物館内での実験であったため、このような結果(未成年が一定数いた)になった可能性も大きい。iPad 端末への親和性も影響しているかもしれない。BDHQ は別途、未成年(小児)用のものも開発されており、その利用可能性も併せて検討することによって、子どもという新たな集団への利用が広がる可能性がある。

表 5-2 端末を利用してBDHQに回答した144人の基本属性と栄養素等摂取量の平均値(±標準偏差)

変数		人数または平均±標準偏差	
性	男性/女性	69/75	人
年齢階級	10歳未満	1	人
	10-19歳	38	人
	20-29歳	24	人
	30-39歳	24	人
	40-49歳	19	人
	50-59歳	22	人
	60-69歳	8	人
	70-79歳	7	人
	80歳以上	1	人
年齢階級		31 ± 19	歳
身長		164 ± 8	cm
体重		57 ± 10	kg
肥満度(BMI)		21 ± 3	kg/m ²
推定エネルギー必要量		2303 ± 294	kcal/日
摂取量(BDHQのデータから 計算したもの)	エネルギー	2085 ± 870	kcal/日
	たんぱく質	15.1 ± 3.6	%エネルギー
	脂質	26.4 ± 6.9	%エネルギー
	炭水化物	53.9 ± 9.7	%エネルギー
	ナトリウム	11.5 ± 4.4	g/日(食塩相当量)
	カルシウム	639 ± 283	mg/日
	カリウム	2950 ± 1294	mg/日
	肉類	86 ± 66	g/日
	魚介類	79 ± 58	g/日
野菜	287 ± 211	g/日	

§3. 成果発表等

(3-1) 原著論文発表

● 論文詳細情報

1. 杉山春樹、森川茶民(ガムヘワゲ チャミンダ デシルバ、相澤清晴、極値点情報と GrabCut による食事画像領域分割、映像情報メディア学会誌、Vol. 66、No. 5、pp. J179-J181、May 2012.
2. Takuji Narumi, Yuki Ban, Takashi Kajinami, Tomohiro Tanikawa and Michitaka Hirose: Augmented Perception of Satiety: Controlling Food Consumption by Changing Apparent Size of Food with Augmented Reality, CHI2012, pp. 109-118, May 2012.
3. Kiyoharu Aizawa, Yuto Maruyama, He Li, Gamhewage C. De Silva, Food Balance Estimation by Using Personal Dietary Tendencies in a Multimedia Food Log, IEEE Trans. Multimedia. (accepted for publication)
4. 鳴海拓志, 伴祐樹, 梶波崇, 谷川智洋, 廣瀬通孝: 拡張現実感を利用した食品ボリューム

ムの操作による満腹感の操作, 情報処理学会論文誌, Vol. 54 No. 4, 2013 年 4 月. (in press)

5. Fukumoto A, Asakura K, Murakami K, Sasaki S, Okubo H, Hirota N, Notsu A, Todoriki H, Miura A, Fukui M, Date C. Within-and between-individual variation in energy and nutrient intake in Japanese adults: effect of age and sex difference on the group size and number of records required for adequate dietary assessment. *J Epidemiol*: (in press).
6. Takayama M, Arai Y, Sasaki S, Hashimoto M, Shimizu K, Abe Y, Hirose N. , Association of marine-origin n-3 polyunsaturated fatty acids consumption and functional mobility in the community-dwelling oldest old. *J Nutr Health Aging* 2012; 17(1): 82-9.
7. Kohri T, Kaba N, Murakami T, Narukawa T, Yamamoto S, Sakai T and Sasaki S. , Search for promotion factors of ultrasound bone measurement in Japanese males and pre/post-menarcheal females aged 8-14 Years. *J Nutr Sci Vitaminol* 2012; 58: 263-71.
8. Murakami K, Sasaki S, Okubo H, the Freshmen in Dietetic Courses Study II Group. Characteristics of under- and over-reporters of energy intake among young Japanese Women. *J Nutr Sci Vitaminol* 2012; 58: 253-62.
9. Murakami K, Miyake Y, Sasaki S, Tanaka K, Arakawa M. An energy-dense diet is cross-sectionally associated with an increased risk of overweight in male children, but not in female children, male adolescents, or female adolescents in Japan: the Ryukyus Child Health Study. *Nutr Res* 2012; 32: 486-94.

(3-2) 知財出願

- ① 平成 24 年度特許出願件数(国内 1 件)
- ② CREST 研究期間累積件数(国内 2 件)