

# カメラ付きケータイを用いた栄養教育システムの開発

○吉田 友敬, 長谷川 聡, 横田 正恵, 奥村 万寿美, 照井 眞紀子  
名古屋文理大学

The Development of a Nutrition Management System Using Mobile Phones with  
Built-in Cameras  
Tomoyoshi YOSHIDA, Satoshi HASEGAWA, Masae YOKOTA, Masumi OKUMURA,  
Makiko TERUI  
Nagoya Bunri University

**Keywords:** nutritional management, mobile phone with camera, nutrient assessment

**キーワード:** 栄養管理 (教育), カメラ付き携帯電話, 栄養アセスメント

## 1. はじめに

近年、日常の食事における適正な栄養摂取の必要性が訴えられるようになってきた。これは、栄養を管理するということが他の医療や健康促進方法の中に埋もれて見過ごされがちであったのが、科学の進歩によって脚光を浴びてきたという側面と、現代のライフスタイルが栄養バランスを著しく欠いてきたという負の側面が相まって注目されるようになったためである。

こうしたニーズの高まりは、全ライフステージにわたっているが、特に注目すべき対象者として、中高年者、要介護者（高齢者、入院患者等）、青少年（食育）を挙げることができる。本研究は、このうち最初に挙げた、中高年者を第一ターゲットとするが、青少年の食育に対しても適用することが可能である。

従来より、栄養管理、栄養指導は行われてきたが、病院などでの管理栄養士との面接が継続的に必要な従来手法に比べ、ITとりわけ携帯端末を用いた、在宅でも実施可能な実効性の高い栄養システムの有効性が認められてきている。そこで、そのような試みの一つとして、本研究におけるプロトタイプシステムの開発経過を報告するものである。

## 2. 栄養管理の意義と問題点

最初に用語の問題について触れておく。本研究では、「栄養管理」「栄養教育」「栄養指導」などの言葉を使用する。このうち、「栄養管理」と「栄養指導」は従来より用いられるが、「栄養教育」という言葉を、栄養管理には教育的見地が必要であるという考えから導入している。しかし、この用語は一般に普及していないため、本稿では、便宜的に「栄養教育」と「栄養管理」を同義として扱うので了承いただきたい。

### 2.1 栄養管理の対象者

前述のように、栄養管理の特に必要な対象者として、「中高年者」、「要介護者」、「青少年」が挙げられ

る。

このうち、2番目の「要介護者」については、入院患者を中心に、栄養管理が症状の改善に大きく影響するため、近年、「栄養療法」として、システムティックに取り組みされるようになってきている。この方式は、海外で普及しているものが日本静脈経腸栄養学会のプロジェクトによって国内に導入推進され、「NST (nutrition support team)」と呼ばれている。その要点は、患者一人一人の代謝量や、栄養必要量を個別に計算して、食事などに反映するというものである[1]。

このように、入院患者であれば十分な栄養管理を受けることが可能であるが、日常生活を送る中高年者や青少年においては、現状での栄養管理ははなはだ心許ないものである。それは、第一には、あとに述べるように、正確な栄養摂取量を把握することが難しいケースが多いからである。

中高年者の場合、食生活と生活習慣病との関連が栄養管理の必要な大きな要因である。全世界で2001年に病死した者のうち、心血管疾患、糖尿病などの生活習慣病に起因するものが60%を占めている。WHOは、この割合が2020年に73%まで上昇すると予測しており、生活習慣病の予防は、先進諸国が抱える重要課題の一つに挙げられる。

また、高齢者では、加齢に伴い脂肪組織の割合が増加し、除脂肪体重の減少、筋力の減少、細胞内水分の減少などが生じる。さらに、嚥下・咀嚼障害や消化液の分泌低下によって、低栄養の状態に陥りやすい。高齢者の低栄養は日常生活活動 (ADL: activities of daily living) の低下を生じさせ、加齢と低栄養が相乗的に作用し、免疫機能を低下させ深刻な事態に至る可能性がある[2]。

青少年の栄養状態は近年特に注目され、食育として、政府の重点政策に盛り込まれるに至っている。青少年においては、食生活の乱れと学力や性格形成

との相関が指摘されている。特に朝食を食べない、不規則な食事、ジャンクフードの摂りすぎなどが問題視されている。

## 2.2 栄養評価の正確性

正確な栄養摂取量の把握が難しいのには、いくつかの理由が存在する。

(1) 食事のたびに食材の分量を量り、栄養計算をするのが面倒である。

(2) 外食など、自力での栄養計算が不能なものが含まれる。

(3) 間食など、食事以外に摂取したものを計算に含めるのが難しい。あるいは、含めないで報告される。

などである。(1)は、熱心な対象者であれば、毎食栄養計算を行うなどの実践が見られる。しかし、本当に栄養管理を必要としているのは、むしろ、そのような日常負担のできない層である。(2)は、自分で栄養計算する場合には深刻な問題であるが、あとに述べるようなシステムにおいては、むしろメリットに転換できる可能性もある。(3)は、実際のところもっとも深刻な問題で、対象者による虚偽の報告や、間食を申告することの拒否など、栄養管理ということ自体において解決すべき本質的な問題を抱えている。当面、この問題に対する解決策は存在しないが、栄養管理や食育がある種のリハビリであると考えるなど、栄養指導の概念を変えることから始めなくてはならないであろう。

## 3. ケータイ, IT を用いた栄養管理

このようなわけで、栄養計算の手間を簡略化し、かつ、正確な栄養摂取量のために、コンピュータを

用いた栄養管理が次第に増えてきている。栄養管理のためのソフトウェアは、いくつか存在し、栄養素や食品の各種データベースを用いた栄養摂取量の計算がパソコン上で行われるようになってきた。

しかし、これらのソフトウェアの多くは個人で使用するには若干高価であり、ソフトの開発自体も、病院向けなどになっていると考えられる。また、基本的に、料理に含まれる食品の量は、結局自分で計算するか、入力する必要があり、その結果の適切性には、管理栄養士などの専門家の助言が必要である。

このようなソフトの中で注目すべきものとして、携帯端末(ケータイ)を使用した、簡便なシステムがいくつか開発されている。

モバイルヘルスケア株式会社による携帯電話向け自己健康管理サービスもそのようなものの一つである[3]。このサービスは有料であるが、栄養摂取量の自己管理が可能になっている。注目すべきは、外食産業と提携することにより、いくつかのレストランやファストフードのメニューについて正確な栄養素のデータを持っていることである(図1)。この結果、このようなシステムでは、外食メニューの方がかえって正確な栄養計算ができるという、逆転現象が生じている。

## 4. 栄養教育システムの概要

### 4.1 食事画像の送信

現在までに構築したプロトタイプシステムの概要は図2のようである[4]。本システムの大きな特徴として、従来対象者が自分でメニューや食品量を入力しなくてはいけなかったのを、その代わりにメニュー画像をケータイのカメラ機能を利用して撮影し、

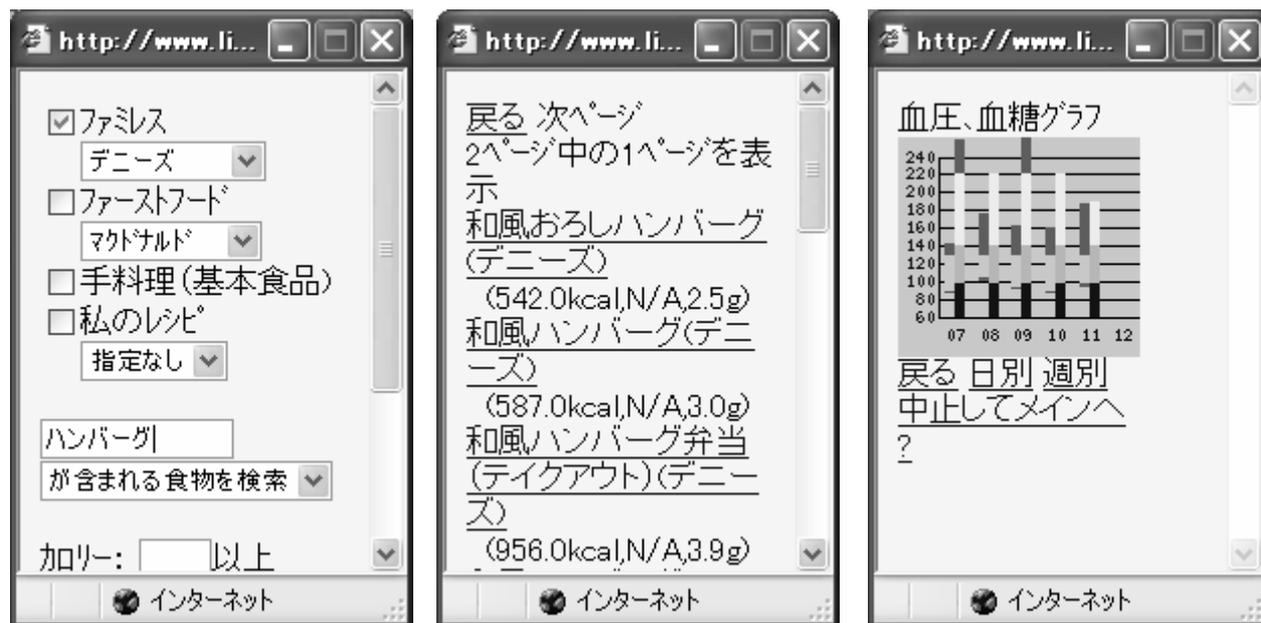


図1 ケータイを用いた健康管理システムの例

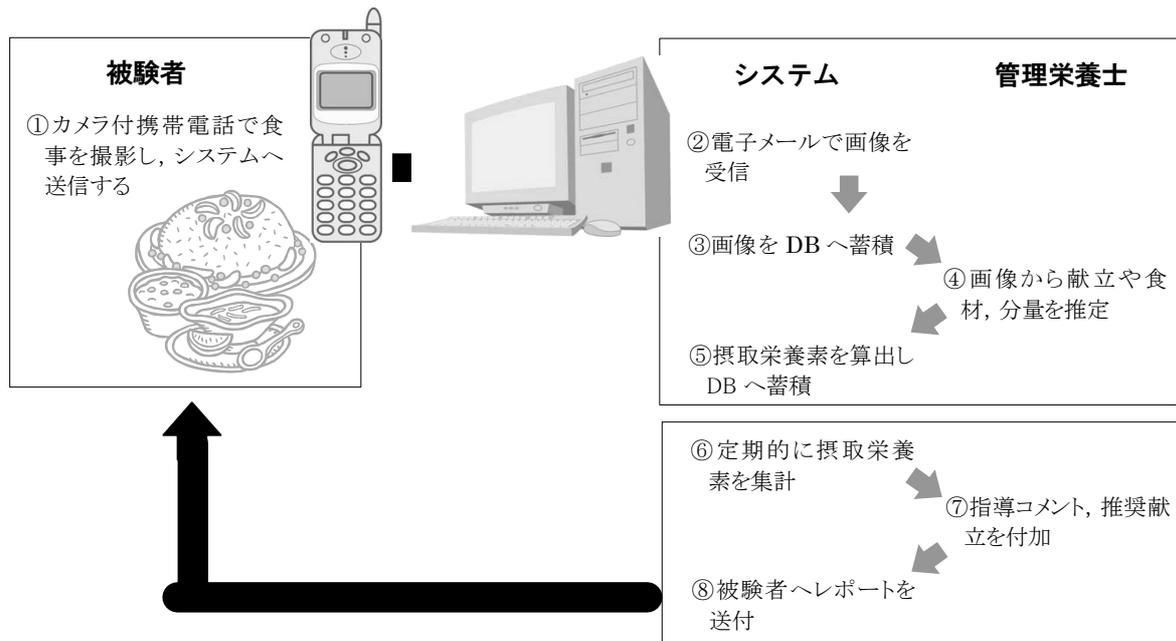


図2 栄養教育システムの概要

それをメールに添付して送信するということが挙げられる。このことにより、対象者の栄養計算に関わる負担を一気に軽減し、在宅のみならず、外食の場合でも手軽に食事データをシステムに送信してデータベースとして蓄積することができるのである。

この方式の問題点は、特に対象者が高齢である場合など携帯電話の取り扱いに不慣れな場合、写真を撮影してその画像をメールで送信するという手順を理解して操作できるかどうかということである。ケータイの操作手順は年々改善されてきているが、ケータイに表示される文字の視認性やボタンの小ささという問題は残っている[5]。

#### 4.2 栄養評価

対象者から送られてくる画像は、システムのPCで受信後、自動的にデータベース化され、その都度、送信者に確認のメールを返信する。なお、現在のところ、システムはPC上に実装されており、サーバ上には構築されていない。

定期的に管理栄養士が、その画像を観察し、メニューと分量を特定する。画像からのメニューの特定は、今のところ自動化のめどは立っておらず、メニュー判定の専門家が必要である。但し、ご飯の分量については若干の自動化が検討されている。

その後、メニューと分量のデータから、含まれる食品の分量データに変換され、さらに、栄養素の分量が計算される。現在のところ、この手順の前半は主に既成のデータベースを使用しており、後半は、「五訂日本食品標準成分表」に基づくデータベースを使用している。これらのデータベースは、特に前者について、より適切なものに変更していく予定である。

#### 4.3 栄養診断レポート

このような、食事画像の送信とそれに基づく栄養評価を、一回につき数日間分蓄積し、対象者の栄養摂取状況、栄養バランス、食事の改善点など、管理栄養士からの指導内容を、栄養診断レポートとして作成する。現時点では、これをプリントアウトし、対象者に郵送するシステムとなっている。

栄養診断レポートの例を、図3に示す。標準体重、BMI (Body Mass Index) および肥満度は身長、体重のデータを用いて算出される。栄養摂取状況表の栄養成分項目は、基本的な栄養素であるエネルギー、たんぱく質、脂質、炭水化物、鉄、カルシウム、リン、マグネシウム、亜鉛、ビタミンB<sub>1</sub>、ビタミンB<sub>2</sub>、ビタミンC、レチノール当量、ビタミンD、ビタミンE、ビタミンK、食物繊維とした。なお、摂取した栄養素は五訂日本食品標準成分表に基づいて計算する。

中高齢者や栄養知識が乏しい人でも、見れば即座に指導内容を簡単に理解でき、同時に、楽しみながら食事療法に取り組めるようにするために、肥満度の診断を親しみやすいイラスト表示とした。栄養摂取状況表は栄養素群ごとに4色（エネルギーおよび三大栄養素を赤色、ミネラル類を青色、ビタミン類を黄色、食物繊維を緑色）に分けて表示することで、視覚的な把握を容易にした。また、栄養評価に際し、平均摂取量に対する比である充足率を、第六次日本人の栄養所要量食事摂取基準に基づいて、年齢、性別、生活活動強度をレーダーチャートグラフで表示した。三大栄養素すなわち、たんぱく質 (P)、脂質 (F)、炭水化物 (C) の質的な評価基準になる栄養比率は、横棒グラフで表示し、適正比率と標準比率が視覚的に比較できるように配慮し、ビジュアルな

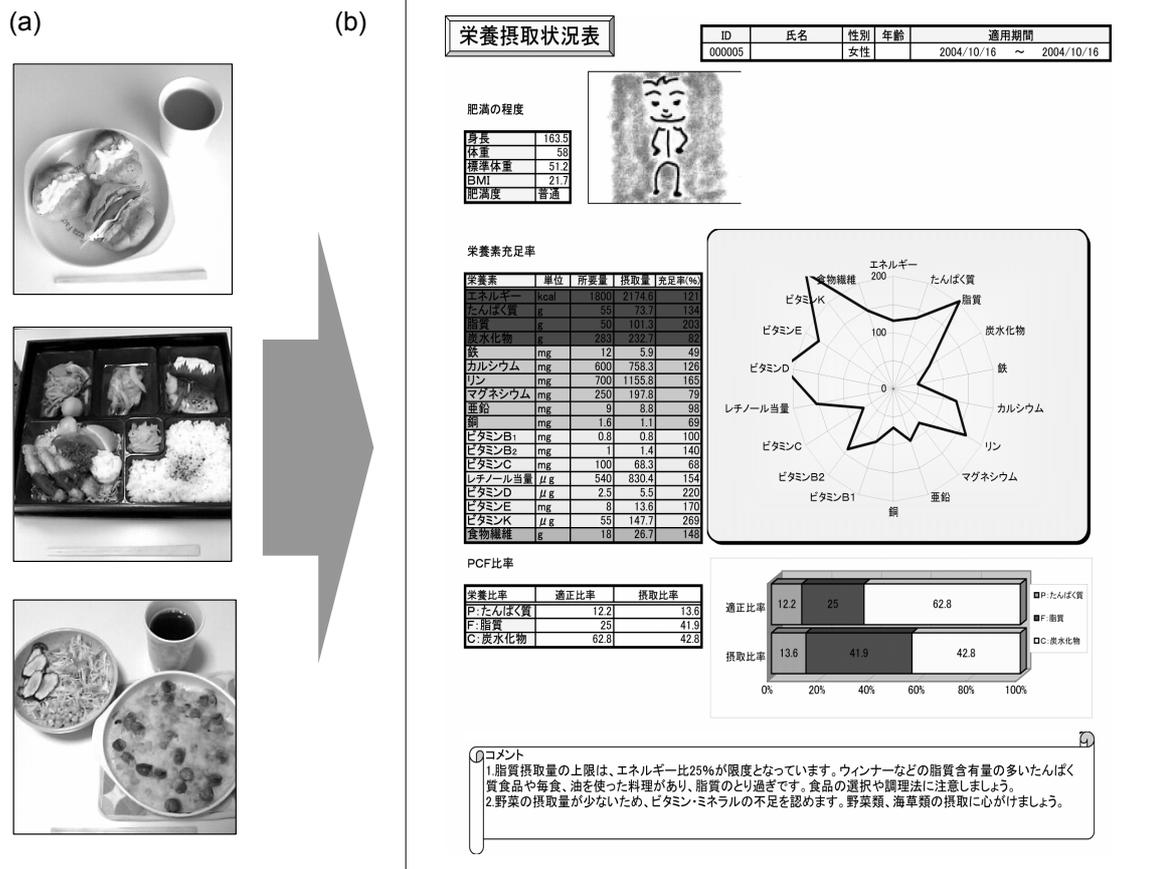


図3 栄養診断レポートの例

レポートとした。これにより、対象者やその関係者が見ても現在の体格や栄養状況を平易に知ることができるようにした。このシートには以上の内容の一覧に加えて、食事・栄養診断の結果と改善点などの栄養士からのコメントを記述する欄を設けてあり、コメントデータベースから選んで表示するほか、管理栄養士が任意の助言を加えることができる。

5. 実証実験

5.1 方法

被験者：女子大学生 2名

使用したケータイ：vodafone-J-SH53

被験者に指定のケータイを貸与し、任意の4日間に摂取したすべての食事内容を撮影し、その画像をメールで送信させた。食器の大きさを画像から相対的に把握できるよう、画像撮影時に撮影範囲に長さ約20cmの割り箸をおくことを義務づけた。送信される画像は、240×320[pixel]と設定した。

送信された画像に対して、熟練した管理栄養士が画像による食事のメニューと食材、分量を推定し、開発した栄養診断ソフトにより評価した。

5.2 結果

被験者が送信してきた画像の例を図4、5に示す。

このうち、図4は、献立の推定が容易な例である。ハンバーグやトマトなど、なじみの深いメニューや食品である場合には、材料の推定が容易であった。

これに対し、図5に示したような、液体や流動食品の場合は、推定が容易ではない。

主食は撮影の角度により、茶碗とも皿とも考えられる場合については分量の推測が難しい。

その他、料理が煮すぎたり焼きすぎたりする場合など品質が劣化し、形状や色彩が変化しているものが判断しにくかった。

図5(a)の場合は、メニューを「キャベツとツナのスパゲッティ」と推測したところ「アボカドと卵の



図4 食材の推定が容易な画像例

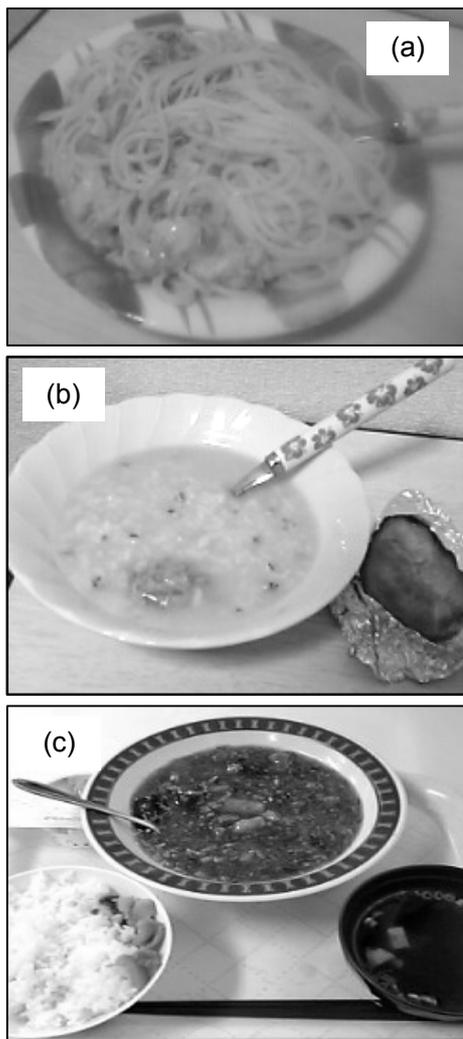


図5 食材の推定が困難な画像例

スパゲッティ」であった。被験者が創作したメニューは、一般的な食材ではなく、好みにより意外性のある食材が使われており、一般的な知識では材料の同定が困難であった。また、パスタ料理はオリーブオイルが豊富に使用されているメニューであるが、画像からはどれだけの量が使用されているのかは判断できなかった。

メニュー図 5 (b) は、「トマトのリゾット」と推測したところ「かにかまぼこと葱のリゾット」であった。色彩が類似した材料が類似した形状で混入している場合には、食材の推測が難しい場合が多い。

また、メニュー図 5(c) の場合は、「シチュー」と推測されたが「マーボー茄子」であった。解像度が高いカメラを用いた場合でも、色彩が類似している食材が形状を変えて使用されていると、食材が何か判断しにくい。汁物は「わかめと豆腐のすまし汁」と推測されたが「わかめと根深葱の味噌汁」であった。個体の形状で盛りつけされているものと流動体或いは半流動体で個体が埋没しているもの、器の色によりその内容が不鮮明な場合などは判断しにくい。

### 5.3 考察

本研究での手法と従来手法による栄養調査を比較して、メリットと課題をまとめてみる。

本研究手法のメリットとして、従来手法に比べ、対象者の負担が著しく軽減され、QOLを損ねることが少ないということが挙げられる。従来手法には、24時間思い出し法、秤量記録法、目安量記録表、食物摂取頻度調査、質問紙法などがあるが、記憶の正確性や食事記録方法に対する教育レベル、記録に対する持続性(面倒である)など不安定な要素が多い。

これに対して、ケータイを用いた画像による食事調査は、

- (1) 食事内容をできるだけ正確に伝えられる。
- (2) 対象者の使い慣れたインターフェース。
- (3) 外食にも利用可能で携帯できる。

というような点において、より有効であると思われる。これにより栄養士が直接現場で食事の内容を聞き取る必要がなく、遠隔でありながらリアルタイムに栄養指導を行うことが可能であることが示唆された。

一方、本システムの課題として、

- (1) 献立によって推定の難しいケースがあること
- (2) 調味料など、対象者の嗜好の把握の必要性

などが挙げられる。前者に対しては、メール送信時のタイトルや本文に、最小限のメニュー名を入力することなどが考えられる。対象者の負担感を増大しないようなインターフェースの工夫が必要である。後者に対しては、画像送信とは別に、対象者の嗜好や生活レベルなど、必要なプロフィールを収集するインターフェースが必要である。

## 6. 今後の課題

### 6.1 管理栄養士の教育

現在のところ、献立とその量については、自動化のめどは立っていない。しかし、その可否にかかわらず、管理栄養士が献立を見たときに、適切に栄養摂取状況を推定できることは必須の能力である。本システムを補足する機能として、食事画像に対する管理栄養士(課程の学生)の献立推定能力を鍛えることが必要であり、管理栄養士の教育としても有益である[6]。今後、このような目的で、食事画像のデータベースを利用して、管理栄養士の教育に活かすことが有効であると思われる。

### 6.2 システムのインターネット化

現時点では、本システムは、スタンドアロンのPC上に実装されているが、将来的には、対象者のプロフィールの収集や、栄養診断レポートなどを紙べ

ースから、Web ベースにすることを検討している。これにより、遠隔での栄養教育がより意義のあるものとして実施可能となる。また、PC での利用に加えて、ケータイのインターフェースでも、可能な限り必要なコミュニケーションがとれるようにしたい。

### 6.3 分散運用の構想

本システムの運用に当たって鍵となるのが、管理栄養士が食事画像から献立と量を推定する部分である。この部分には、システムを運営する管理栄養士がある程度専従する必要がある、システムの規模に応じて応分のマンパワーを要求するものである。推定を自動化できればそれに越したことはないが、現状で人間が見ても推定が難しい部分を完全に自動化することは当面不可能と思われる。

この問題は、本システムをネットワーク化することにより、在野の管理栄養士が、本プロジェクトに参加できるようにすれば、一気に解決できる可能性がある。参加する管理栄養士が在宅のままネット上のデータに対して推定を行えば、サーバのあるところがかかりきりになる必要もなく、システム全体を無償のサービスとして運用することも可能になるであろう。

こうして、本システムの当初の目的は地域住民の栄養教育であったが、システムの遠隔性を利用すれば、より広いエリアを対象として、効果的なサービスを提供できるものと考えている。

### 謝辞

本栄養管理システムの構築にあたり、当プロジェクトに初期メンバーとして参加された辻とみ子氏に感謝の意を表す。

本研究は、名古屋文理大学特別研究費によって実施され、システムのプログラミングおよびセッティングは中電 CTI によって行われた。

### 参考文献

- [1] <http://www.jspen.jp/top.html>
- [2] 渡辺明治: エージングの過程における栄養と免疫, Pharm, Medica. vol. 19, pp. 122-132 (2001).
- [3] [http://www.lifewatcher.com/top\\_pc.html](http://www.lifewatcher.com/top_pc.html)
- [4] Tsuji, T., Yokota, M., et. al.: Nutrition Management System Using Mobile Phones with Built-in Cameras, Proc. Of International Conference on Geron Technology, CD-ROM, No. .PO-15, pp. 1-4 (2005).
- [5] 大森 正子, 長谷川 聡, 松沼 正平, 宮尾 克: ケータイ電話の視認性評価と視覚機能, ケータイ・カーナビの利用性と人間工学, pp. 141-144, 日本人間工学会モバイル人間工学研究部会 (2005).

- [6] 奥村, 橋本, et. al.: IT を使った食事摂取量調査における教育方法の検討—第 1~3 報, 第 52 回日本栄養改善学会 (2005).