

ケータイ栄養管理システムによる食育と栄養教育

長谷川 聡・吉田 友敬・江上 いすず・横田 正恵・村上 洋子

抄録

近年、食や栄養に関する教育の必要性が高まっている。我々は、カメラ付き携帯電話で食事の写真を撮ることで栄養管理ができるシステムとして、摂取する食事の画像を栄養士の元にメール送信すれば栄養指導が受けられ栄養管理ができるシステムを開発し、さらに食事画像から御飯の量を自動推定する機能の開発を行っている。本稿では、このシステムを利用して、学生や児童の食事管理をおこなうだけでなく食事のバランスや摂取量を自己管理できる知識と意識を育てることで食育に役立てることを提案するとともに、このシステムの管理栄養士の初等教育への応用の可能性についても考察する。

Key Words 携帯電話, 画像処理, 画像解析, 電子メール, 栄養調査, 栄養士

Title Dietetic Education Using a Nutrition Management System with Camera Phones

Authors Satoshi Hasegawa, Tomoyoshi Yoshida, Isuzu Egami, Masae Yokota, Yoko Murakami

Abstract

Recently, the education concerning food and nourishment has become increasingly important. We have developed a nutrition management system using camera phones that enables a person to receive nutrition lectures and management from dietitians by the sending of pictures of intake dishes. We are also developing a prototype system of automated analysis to estimate a quantity of rice from photos of dishes taken by camera phones. In this paper, we propose to apply these systems not only to nutrition management but also to basic food education for students. The idea is to improve student awareness and knowledge needed to control a balanced calorie of intake of their meals by. We also discuss the feasibility of applying these systems to the education of dietitians in the apprentice stage of their learning.

Keywords: mobile phone, image processing, image analysis, e-mail, nutrition assessment, dietitian

連絡先: 名古屋文理大学情報文化学部 長谷川聡, hasegawa@nagoya-bunri.ac.jp

Contact to: Satoshi Hasegawa, School of Information Culture, Nagoya Bunri University, Japan.

1 はじめに

近年、携帯電話は、音声通話だけでなく、文字メール・Web アクセス・デジタルカメラ・ビデオ・デジタルTV・GPSなどの機能を備え、様々なアプリケーションをいつでもどこでも実行できるユビキタス端末として広く普及し、教育[1-3]・医療[4]・防災[5]などをはじめとする様々な分野での応用が進められている。

一方、近年、小中学校をはじめとする日本の教育現場で「食育」への取り組みが始まっている。平成17年6月に食育基本法[6]が成立したのをうけ18年度から毎年6月を「食育月間」毎月19日を「食育の日」と定めて、学校・地域・地方公共団体・国を挙げて食育の国民への浸透が図られることになった。食育基本法によれば、食育は『(1)生きる上での基本であって、知育、徳育およ

び体育の基礎となるべきもの。(2)様々な経験を通じて「食」に関する知識と「食」を選択する力を習得し、健全な食生活を実践することができる人間を育てること』であり、食育の必要性が高まった背景には、近年の日本における『「食」を大切に作る心の欠如、栄養バランスの偏った食事や不規則な食事の増加、肥満や生活習慣病の増加、過度の痩身志向、「食」の安全上の問題の発生、「食」の海外への依存、伝統ある食文化の喪失』などがあるとしている[6][7]。食育は、まさに教育の基本と位置づけられるわけであるが、特に上記

の問題に対処できる正しい知識と習慣を身につけるためには、管理栄養士や医師など専門知識を持った指導者による栄養管理・栄養教育が有効であると考えられる。

我々は、カメラ付き携帯電話を使って食事の写真を撮

ることです。いつでもどこでも栄養管理ができるシステム（以下、ケータイ栄養管理システム）を開発し実用化を図っている[8]-[10]。本稿では、これまでに開発し実用化を進めているケータイ栄養管理システムの概要を紹介し、追加機能として開発中の、御飯の量を自動推定する機能についてその可能性を示すとともに、システムの大学教育現場での利用を通して教育、特に食育と管理栄養士教育への応用について考える。

2. ケータイ栄養管理システムの概要

2.1 栄養管理の対象者

ケータイ栄養管理システムは、身近な携帯電話で日々の食事を撮影してメールに添付して管理栄養士のもとへ送信すれば、食事の内容（栄養バランス）と量（摂取カロリー）が記録され、定期的または必要に応じて管理栄養士の指導を受けられるようにする目的で開発された。本システムの実用用途としては、医師や管理栄養士の指導を直接受けられる病院や施設ではなく在宅で生活する高齢者や中高年の生活習慣病患者などのように、日常の食事の管理が必要な人を管理対象者とするのが想定される[8]-[10]。

しかし、ケータイ栄養管理システムによる管理対象者は必ずしも中高年や高齢者に限らない。食生活の乱れは、

若年層にも広がっている。例えば、厚生労働省「国民健康・栄養調査」（平成 15 年）によれば朝食の欠食（調査日に「菓子・果物のみ」「錠剤などのみ」「何も食べない」に該当した場合）の年代別集計では、20 代男 29.5%、女 23.6%と男女とも 20 代が最も多く、児童を対象とした別の調査（独立行政法人日本スポーツ振興センター「平成 12 年度児童生徒の食生活等実態調査」）では「小中学校の児童生徒の約 20%が 1 週間のうち朝食を食べないことがある」としている。さらに近年、肥満傾向の学童が全ての学年において増加しており（文部科学省「学校保健統計調査」）、従来は「成人病」とされていた症状も各年代で見られる「生活習慣病」とよばれるようになった[7]。このように食育や食事管理が必要な学童・学生が増加していると考えられる。

加えて、携帯電話は、広く普及しているとはいえ、中高年・高齢者に比べ若年層の方が日常の使用率が高く、特にカメラ機能やメール送信機能の利用は、高齢者には負担となる場合が少なくない[11][12]。ケータイ栄養管理システムによる管理対象者としては現状ではむしろ若年層の方が適していると言える。

2.2 システム構成と利用の流れ

Fig. 1 に、ケータイ栄養管理システムの概要と、利用時のデータの流れを示す。管理対象者の個別情報（氏名・

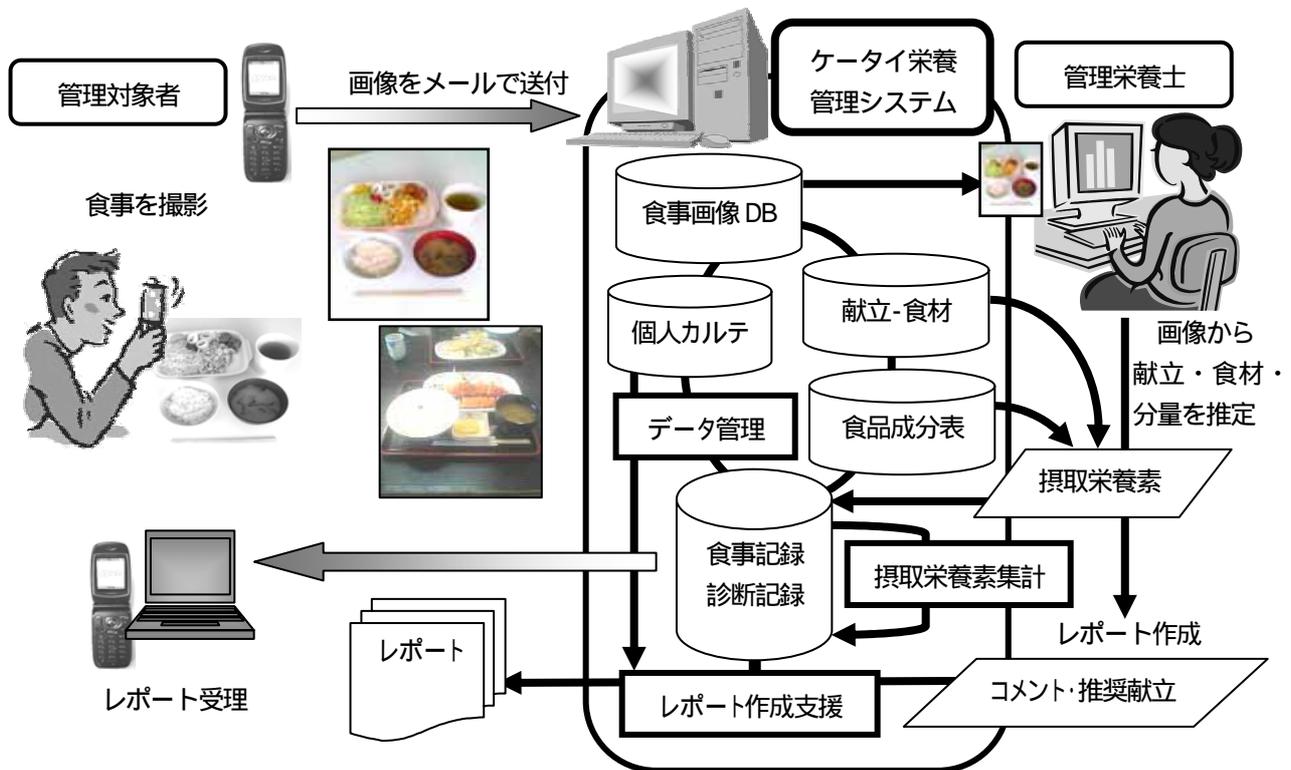
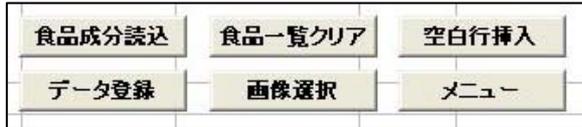


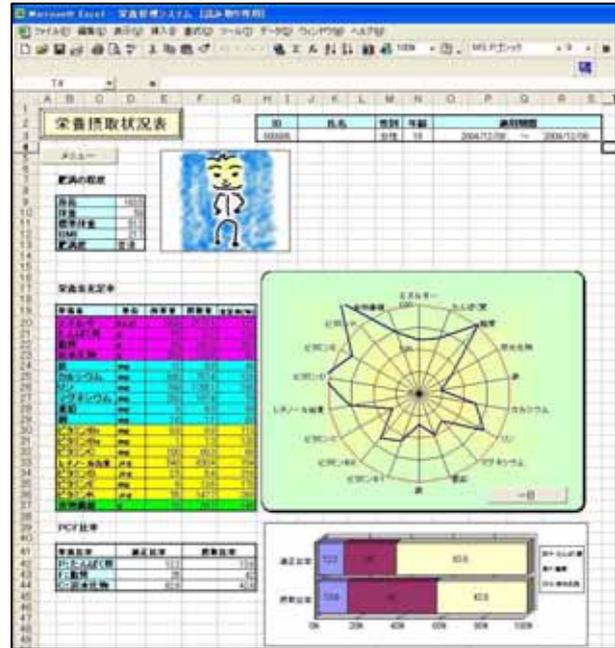
Fig.1 ケータイ栄養管理システムの概要



(a) 操作メニューボタン (一部)

食事区分	メニュー	食品番号	食品名	摂取量
朝				1602.5
	実績			
1日合計				1602.5
朝	ホットドッグ	11186	豚加工品 ソーセイウイン	15
		6312	レタス、結球葉、生 (レタス類)	3
		12004	鶏卵 全卵 生	50
		17042	マヨネーズ 全卵型	15
		17012	食塩	0.2
		17064	こしょう 白	0
		1034	ロールパン	90
		14020	マーガリンソフトタイプ	10
		17058	辛子 練り	2
		6186	トマト缶詰 ミックスジュース	200
		1088	こめ 水稲 めし 精白米	200

(b) データ入力画面 (一部)



(c) レポート作成画面

Fig. 2 ケータイ栄養管理システムの実行画面

携帯電話のメールアドレス・年齢・性別・身長・体重・疾病の状況・食の嗜好などは、システム登録時に問診によって調査され、個人カルテに記録される。登録済みの管理対象者は、食事のたびに、摂取する食事を携帯電話内蔵のカメラで撮影し、そのままメールに添付して管理システムに送付する。送付された食事画像は、システムのデータベース (DB) に蓄積される。管理栄養士は食事画像をディスプレイ上で見て、献立・食材・分量を推定する。システムは、典型的な献立とその食材や、食品に含まれる標準栄養素 (科学技術庁資源調査会編「五訂日本食品標準成分表」(2000)を参考に改変)のDBを持ち、管理栄養士が推定した食事内容と量に該当する摂取栄養素が管理対象者ごとに記録される。Fig.2は、システムの実行画面の一部である。管理対象者が摂取した栄養素は定期的 (1日・1週間など) に集計されて表やグラフとして閲覧できる。システムは、レポート作成支援機能を持ち、摂取カロリーやバランスを表示し、標準量 (健康・栄養情報研究会編「第六次日本人の栄養所要量・食事摂取基準」などによる) との比較を示す。管理栄養士は、示されたデータに、指導コメントや推奨献立を記入してレポートを完成させる。レポートには個人カルテをもとに算出されたBMI (Body

Mass Index) 指標にしたがって対象者の肥満度などもイラスト表示される。レポートは、現状ではプリントアウトして渡す必要があるが、Webページなどで登録済みの管理対象者から閲覧可能にする予定である。システムは、表計算ソフトの操作ができれば誰でも容易に利用できる (Fig. 2)。

また、現状のシステムでは管理栄養士がPC上でやっている、献立・食材・分量の推定およびレポートの作成 (コメントの記入と推奨献立のアドバイス) を、できるかぎり自動化することを目的とした研究も行っている。自動化が有効と思われる機能には、1) 画像からの食材の自動推定、2) 画像からの食事の量の自動推定、3) 献立名の推定、4) 栄養状況に応じた適切なコメントの

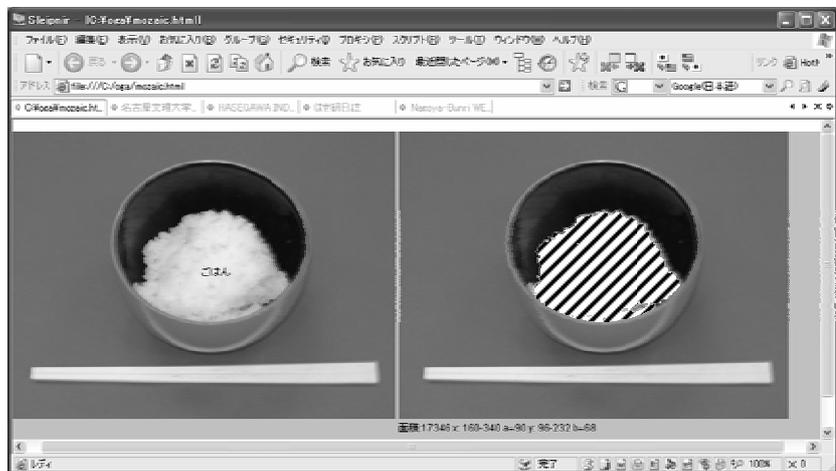


Fig. 3 「御飯の量自動推定プログラム」の実行例 (左は元画像、右の斜線部が御飯領域)

自動生成，5) 推奨献立の自動生成とそれともなう推奨献立画像の合成，などがある。現在進めているのは2) 画像からの食事の量の自動推定のうちの「御飯の量」の自動推定機能である。食事における御飯の量は，食事全体の摂取カロリーを左右する重要な要素である。Fig. 3は「御飯の量」自動推定機能の実行画面である。画像から色情報をキーに「御飯領域」(Fig. 3 斜線部)を抽出し，御飯領域の面積などを自動計測し，器の形状などを考慮して御飯の量を自動で推定することを目指したプロトタイプシステムである。

2.3 教育利用の形態

本システムを教育に応用する場合の利用形態には，次のようなものが考えられる。管理対象者の食育。児童や学生が管理対象者として参加し，食事を撮影・送信してレポートによる指導を受けることで，自らの食事内容を理解し，食生活に関心を持つとともに，規則正しい食習慣を身につけていく。管理栄養士の育成。管理栄養士を目指す学生または経験の浅い栄養士などが，システムを利用して栄養指導する方法を学ぶ。この場合，学習者が熟練の管理栄養士の指導の下で実際に栄養管理・栄養指導を行って実践力を高めることが考えられる他，このシステムがDBを備えていることを利用して，過去に蓄積された食事画像または教育用に作成した食事画像を利用して，栄養指導を疑似体験するという利用法が考えられる。管理栄養士を目指す学生にとって，食事を見ただけでその内容と量を把握する能力や，管理対象者の栄養摂取状況を見て適切なアドバイスができる能力を養うことが必要であり，授業や教科書から得る知識だけでなく，実際に想定した指導を疑似体験することが不可欠である。管理栄養士養成課程では，高齢者施設や給食施設などでの臨地実習が行われるが，こうした実習は受け入れ側の負担も大きく，いつでも誰でも何度でも体験する

という訳にはいかない。システムを利用した仮想栄養指導による疑似体験が有効であると考えられる。特に，本システムを使えば，あらかじめ典型的な画像を教材として準備しておいて，学生に画像からの読み取りと栄養指導を行わせ，熟練の管理栄養士による結果と比較して学ぶことも可能である。

3. ケータイ栄養管理システムの利用実験

本研究では，携帯電話利用実験と御飯の量推定アンケートの2つの実証実験を行った。

3.1 携帯電話利用実験

大学生11人(名古屋文理大学情報文化学部2~4年生)に，管理対象者と同様に各自の所有する携帯電話を使って食事画像を撮影・送付させ実証実験を行った。被験者は任意の3日間の3食(朝・昼・晩)を撮影・送付させた。また，別の大学生2名(同健康生活学部健康栄養学科1~2年生)にそれぞれカメラ付き携帯電話を貸与して，同様の実証実験を行った。携帯電話を貸与した学生には任意の4日間に摂取するすべての食事内容(朝・昼・晩・間・夜食の4日分の食事)を撮影して240×320 pixelの画像とし，そのつど写メールモードで栄養管理システムへ送信するよう依頼した。なお，食器の大きさを画像から相対的に把握できるように，撮像範囲に長さ約20cmの割り箸を置いて撮影することとした。

3.2 御飯の量推定アンケート

管理栄養士を目指す大学生3人(同健康生活学部健康栄養学科3年生)に，カメラ付き携帯電話(撮影画像最大3.2 M pixels，撮影には240×320 pixelの解像度を使用)で撮影した実験用の御飯画像(Fig. 4に一部を示す。アンケート時にはg数は示さない。)合計32枚をランダ



(a) 161 g

(b) 247 g

(c) 45 g

(d) 389 g

Fig. 4 御飯の量推定アンケートに用いた御飯画像の例

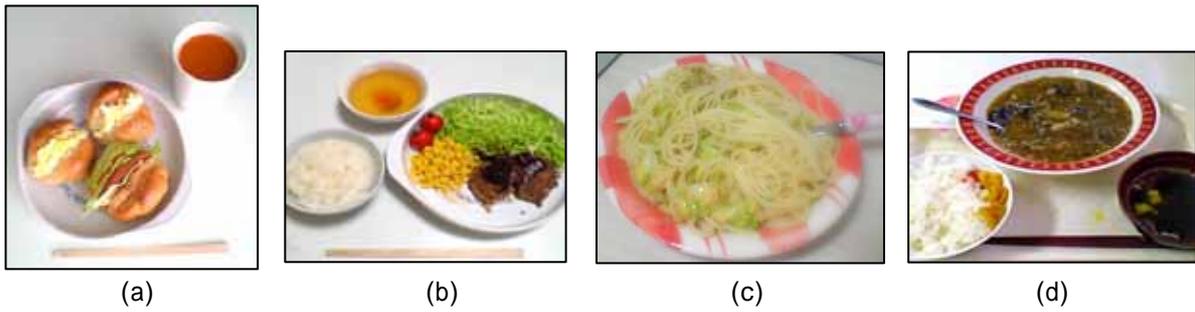


Fig. 5 学生がケータイで撮影・送付したの食事画像の例 (a,bは献立推定が容易、c,dは困難なもの)

ムな順に見せて御飯の量を推定させるアンケートを行い、同じ画像を見て熟練の管理栄養士が推定した結果や開発中の自動推定システム (Fig. 3) による推定結果と比較した。呈示した 32 枚の画像は、同じ器に様々な分量で御飯を盛り、ほぼ同じ距離・角度から撮影しカラー印刷したものを用い、アンケート時に、器の実物を見せた後、画像を見ながらそれぞれの御飯の量を推定して答えてもらった。

3.3 携帯電話利用実験の結果

ケータイ栄養管理システムは、カメラ付き携帯電話を利用することで、対象者側にはインターネット環境やパソコン操作の技能が必要なく、簡単に食事画像を撮影・送信できる利点がある。実証実験でも、普段使い慣れている個人の携帯電話を利用した学生は、十分に利用可能な食事画像を全員が送信してきた。ただし、3日間分の画像を撮影・送付するのに約3週間かかった学生もいた。毎日連続して撮影することを義務付けたわけではないが、欠食・撮影忘れなども原因と考えられる。携帯電話を貸与した学生は、初めて利用する機種種の携帯電話で、最初は操作に不案内であったが、すぐに慣れ、問題なく撮影・送信が行われた。送付された画像はどれも栄養指導に利用可能な内容をほぼ満たしていた。

実物の食事やその材料の分量を秤を使って計測する「秤量法」によらずに、食事の写真から食事内容を推定し摂取栄養素の種類や摂取エネルギー量を把握する食事調査法は、「写真法」と呼ばれ、これまでに、栄養士が推定した場合に十分に妥当で実用性がある方法であるという報告がなされている[13]。管理栄養士教育を受けている学生を対象に、デジタルカメラ画像を用いて料理の献立名・材料名・分量・エネルギー量・塩分含有量などを推定させる実験も行われている[14]。

本実証実験で学生から送られた食事画像は、様々であったが、Fig.5(a)(b)に示すように、鮮明な画像で献立・食材が性格に判定できたものが大半であった半面、Fig.5(c)(d)のように、熟練の管理栄養士が推定を誤った

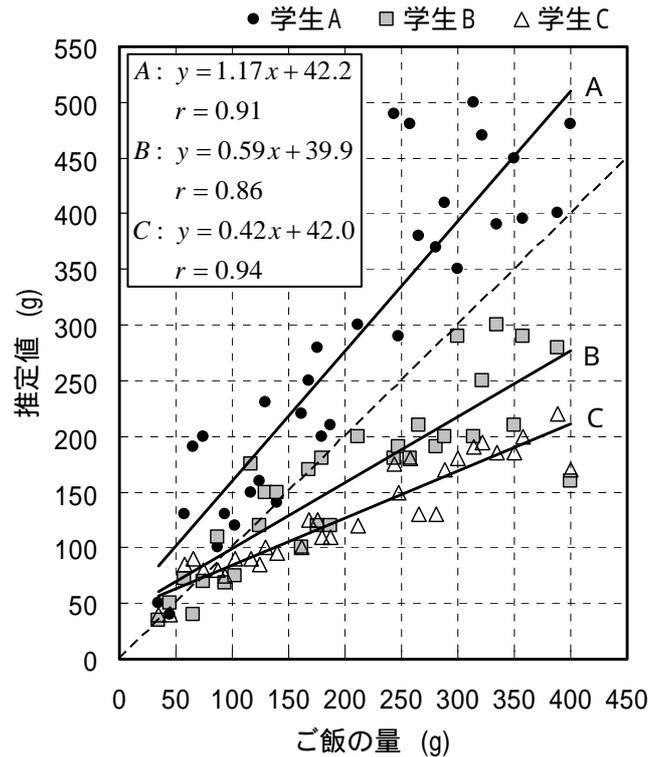


Fig.6 学生によるご飯の量の推定結果

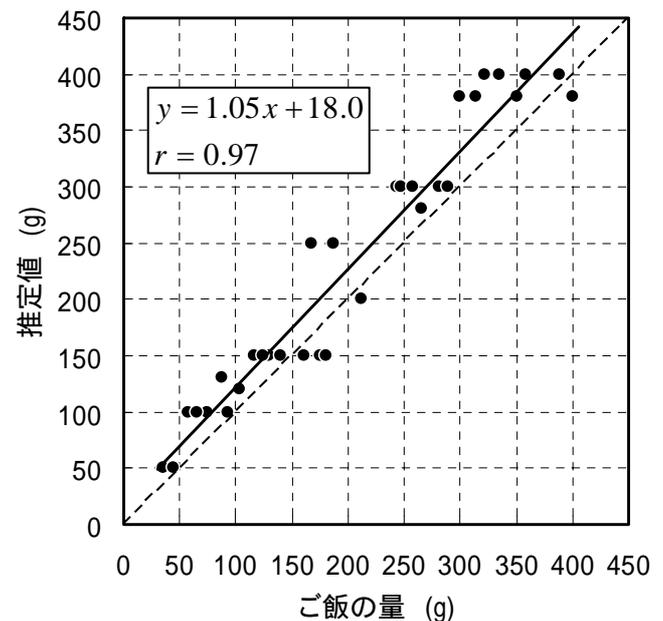


Fig.7 管理栄養士による御飯の量の推定結果

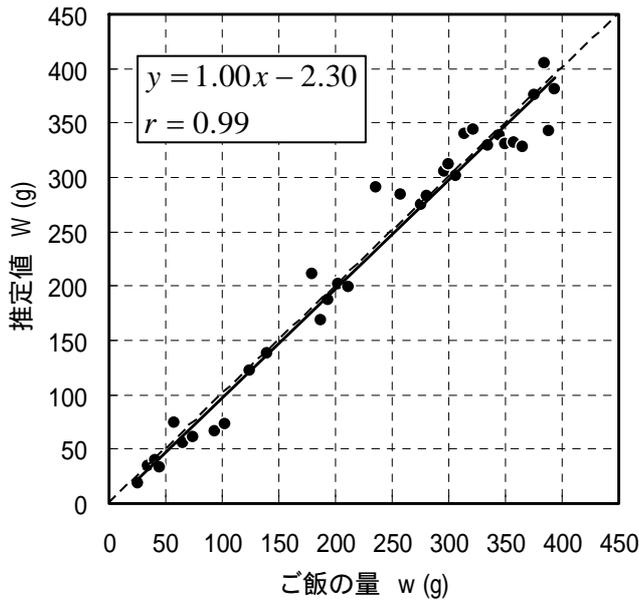


Fig.8 自動推定システムによる御飯の量の推定結果

ものもあった。(c)は「キャベツとツナのスパゲッティ」と推測されたが実際には「アボガドと卵のスパゲッティ」であり、(d)は「ビーフシチュー」と「わかめと豆腐のすまし汁」と推測されたが実際には「マーボー茄子」と「わかめと根深葱の味噌汁」であり、いずれもオリジナリティの高い献立であり、通常の献立・食材DBに存在しないだけでなく、管理栄養士でも正確な推定はできなかった。また、撮影の角度によっては、分量の推測が困難なものもあった。

3.4 御飯の量推定アンケートの結果

Fig.6 に、3人の学生の御飯の量推定結果を示す。横軸が正解のg数、縦軸がアンケート結果である。管理栄養士の初等教育を受け始めた学生であるため、全く推定ができないわけではないが、推定量が大きすぎたり(学生A)、小さすぎたり(学生C)、バラツキが大きかったり(学生B)、正確な推定ができていない。

それに比べて、熟練の管理栄養士は、画像を見ただけでかなり正確にご飯の量を推定した(Fig.7)。

また、自動推定システムは、現段階では適用できるのは色のついた器に白い御飯が写っている画像に制限される[9]ものの、推定できる場合には、Fig.8のように高い推定精度を示した。詳細な比較結果はTable 1に示す。

4. 考察とまとめ

本研究による携帯電話利用実験の結果、大学生を管理対象者として携帯電話で食事画像をシステムに送付させて栄養管理することが十分可能であることを実証した。

Table 1 ご飯の量の推定精度

推定者	正解と比較した推定精度	
	相関係数r	err (%)
学生A	0.91	63.9
学生B	0.86	27.3
学生C	0.94	36.2
管理栄養士	0.97	26.9
自動推定システム	0.99	17.1

$$\text{ただし、} err = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \left\{ \frac{100}{w_n} (W_n - w_n) \right\}^2}$$

w は各サンプルの御飯の量の正解値、 W は推定値、 n はサンプル番号、 N はサンプルの数。

毎食の画像撮影は負担となると考えられるが、期間を限定した実施であっても、食生活の乱れを認識させ食事の重要性を認識させる効果は期待できる。ただし、学生の食事画像には 献立や量の推定が困難なものも見られた。これらの影響の定量的評価は今後の課題である。管理栄養士の教育用には、最初は推定困難な画像は避け、推定が容易なものを教材として利用することが有効ではないかと思われる。また、例えば「偏食傾向のある児童の食事」「肥満のため特別な食事管理が必要な児童」「過度のダイエットに陥っている学生」「糖尿病の中老年の食事管理」「食欲が衰えた高齢者の栄養管理」などのように、管理栄養士が学ぶべき学習課題に応じた、いくつかの典型的な管理対象者情報と食事画像を、教材として用意しておき、これを使って栄養指導の仮想実習を行って、熟練の管理栄養士による指導レポートを模範回答として参照できるようにすれば、いっそう学習意義と効果の高い教育システムとすることができると考えられる。

また、御飯の量推定アンケートの結果は、熟練の管理栄養士の技能で正確に推定できる画像でも学生には難しいという結果を示しており、管理栄養士の育成のために、画像を見て御飯の量を推定する訓練が可能であることを示唆している。さらに、自動推定システムが実用化すれば、この機能を使って管理栄養士の技能を高める訓練も可能になると考えられる。

本研究では、開発したケータイ栄養管理システムを、管理対象者や栄養指導者として学生が利用することによって、教育に役立てることを検討した。その結果、本システムは学生による利用が容易で、学生の食育や栄養士教育に利用可能であることが示された。ただし、そのまま利用するよりも、本システムに、教育用の適切な食事画像と熟練の管理栄養士による栄養評価結果を教材とし

て準備すれば、仮想栄養指導システムとして教育効果が
高いのではないかと考えられる。

今後、特に必要性が高い「学童・学生の食育」と「管
理栄養士の育成」の2つのテーマを検討し、それぞれの
教育に適した教育用のデータを整備して、ケータイ栄養
管理システムを利用し、教育効果を検証したい。

謝辞

本研究で紹介した栄養指導システムは、名古屋文理大
学において辻とみ子、奥村万寿美、照井眞紀子の各氏ら
との共同研究によって開発された。本研究の推進に当た
って名古屋文理大学の小橋一秀氏、卒業生の小川祐介・
梶田陽平・鈴木伸幸らの尽力を得た。また、名古屋大学
の宮尾克教授の指導を得た。関係各氏に謝意を表する。

参考文献

- [1] 田村博, 丁井雅美, 上新内明香, 「大学教育におけるケー
タイ通信活用の試み」, ケータイ・カーナビの利用性と人
間工学, 2003, 99-104 .
- [2] 田代久美, 成田忠雄, 永井一也, 青木茂, 「小学校におけ
る携帯電話を利用した協調学習に関する研究」, ケータイ
・カーナビの利用性と人間工学, 2006, 19-22 .
- [3] 安藤明伸, 「携帯電話による画像取得を利用した授業支援
システムの提案」, ケータイ・カーナビの利用性と人間工
学, 2006, 37-40 .
- [4] 小暮祐一, 松岡央樹, 芥川正武, 木内陽介, 「携帯電話を
利用した遠隔患者モニタリングシステムの開発」, 電子情
報通信学会・信学技報, Vol.105, No.22, 2005, 65-68 .
- [5] 長谷川聡, 宮尾克, 「携帯電話における多言語表示 携帯
電話の災害時利用」, システム制御情報学会・システム/

制御/情報, Vo.50, No.6, 2006, 232-237 .

- [6] 「食育基本法」, 内閣府ホームページ,
<http://www.cao.go.jp/>
- [7] 農林水産省: 「なぜ? なに? 食育!!」,
<http://www.maff.go.jp/syokuiku/>
- [8] T. Tsuji, M. Yokota, M. Okumura, S. Hasegawa, T.
Yoshida, "Nutrition management system using mobile
phones with built-in cameras", CD-ROM, Proc.
International Conference on Gerontechnology, PO-15,
2005, 1-4.
- [9] 長谷川聡, 吉田友敬, 横田正恵, 奥村万寿美, 照井眞紀
子, 「管理栄養士教育へのモバイル栄養指導システムの応
用 カメラ付き携帯電話による食事の量と栄養の管理
」, 情報処理学会・情処研報, 2006-CE-83, 2006, 41-46 .
- [10] 奥村万寿美, 照井眞紀子, 横田正恵, 長谷川聡, 吉田友
敬, 「カメラ付携帯電話を利用した栄養管理システムの評
価」, 名古屋文理大学紀要, 第6号, 2006, 85-91.
- [11] S. Hasegawa, S. Matsunuma, M. Omori, M. Miyao, "Aging
effects on the visibility of graphic text on mobile
phones", Gerontechnology, 4, 4, 2006, 200-208.
- [12] M. Ziefle, S. Bay, "How older adults meet complexity:
Ageing effects on the usability of different mobile
phones", Behaviour & Information Technology, 24, 2005,
375-389.
- [13] 鈴木亜矢子, 宮内愛, 服部イク, 江上いすず 他, 「写真
法による食事調査の観察者間の一致性および妥当性の検
討」, 日本公衆衛生雑誌, 49巻, 8号, 2002, 749-758 .
- [14] 橋本賢, 森井沙衣子, 照井眞紀子, 村上洋子, 奥村万寿
美, 「ITを用いた食事摂取量調査に関する教育方法の検
討」, 名古屋文理大学紀要, 第6号, 2006, 93-98.

著者略歴

長谷川 聡 (はせがわ さとし)

現在の所属: 名古屋文理大学 情報文化学部情報メディア学科
専門分野: 情報教育, 応用情報科学, 応用数理科学, 生物物理学
主な著書: (単著)『改訂新版 よくわかるC言語 - イメージと例題で
理解する』(近代科学社, 2005), (共著)『7章 画像処理と画像解析』,
御橋眞編『蛍光分光とイメージングの手法』(学会出版センター, 2006).

吉田 友敬 (よしだ ともよし)

現在の所属: 名古屋文理大学 情報文化学部情報メディア学科
専門分野: 音楽心理学 音楽神経科学 音楽情報科学 非線形科学
主な著書: (単著)『言語聴覚士の音響学入門』(海文堂出版, 2005).

江上 いすず (えがみ いすず)

現在の所属: 名古屋文理大学 健康生活学部健康栄養学科
専門分野: 応用栄養学
主な著書: (共著) 堀江祥充編『応用栄養学』(中央法規, 2004).

横田 正恵 (よこた まさえ)

現在の所属: 名古屋文理大学 情報文化学部情報メディア学科
専門分野: 生体情報処理(主に視覚系)

村上 洋子 (むらかみ ようこ)

現在の所属: 名古屋文理大学 健康生活学部健康栄養学科
専門分野: 給食経営管理
主な著書: (共著) 小倉れい 他『学内給食の運営 給食計画・実習テキ
スト』(学建書院, 2001).