

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

長谷川 聡、吉田 友敬、横田 正恵、奥村 万寿美、照井 眞紀子

名古屋文理大学

要旨：管理栄養士の初等教育において、患者が摂取する食事の量と内容を把握する能力の養成が必要となる。我々は、カメラ付き携帯電話で食事の写真を撮って栄養士の元に電子メールで送付すれば、食事の量と栄養バランスが管理でき、専門的管理栄養士の指導が受けられるシステムの開発を行っている。今回、開発中のシステムとその実証実験を紹介し、このシステムの運用による管理栄養士の初等教育への応用の可能性について報告する。

Application of the Mobile Nutrition Assessment System
to Nutrition Management Education: Estimation of the Quantity of Rice
and Nutrition Management Using Camera Phones

Satoshi HASEGAWA, Tomoyoshi YOSHIDA, Masae YOKOTA,
Masumi OKUMURA, Makiko TERUI

Nagoya Bunri University

Abstract: We developed a system to estimate rice volume and a nutrition management system using mobile camera phones to guide subjects to improve eating habits by elucidating their dietary lifestyles. In this paper we discuss about the probability of applying these systems to train dietitians.

1. はじめに

近年、高齢者や生活習慣病患者の増加に伴って、日常の食事調査と栄養管理を要する人の数が増加しつつある。また、健常者にとっても、栄養摂取の状況を把握することは、生活習慣病や誤ったダイエットなどを予防するために有効である。病院の入院患者や、専門的管理栄養士が指導する高齢者施設の入居者などは、医師や栄養士による日々の栄養管理・栄養指導を受けることが可能であるが、専門知識のない在宅患者や健常者が、自ら日々の食事の量や栄養の成分バランスを管理するのは困難である。

実物の食事の成分や分量を計測する「秤量法」によらずに、食事の写真(図1)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、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[1]。

一方で、現在、携帯電話(ケータイ)に内蔵



図1 食事の写真の例

されたデジタルカメラを使って写真を撮り、E-mail に添付して送受信することが一般化し、これにより、いつでもどこでも写真を撮影して遠隔地に送ることが容易になった。扱える画像の解像度も向上し、この機能は、単に風景や人物の姿を伝えるためだけでなく、遠隔地での画像診断など、ユビキタスな画像情報システムへの応用が期待される。

今回、カメラ付きケータイで、自分が摂取する食事の写真(図1に例を示す)を撮るだけで、その量や成分が分かり、毎日の食事の写真から栄養摂取状況を継続的に管理し、必要に応じて専門家による適切なアドバイスまたは警告を得ることができるシステムの実現を目指し、まず、食事の写真から御飯の量を推定するシステム、および、食事の写真を継続的に E-mail で受け付けて保存・管理し、栄養成分の分類ができ、医師や栄養士などの専門家による栄養管理・栄養指導をレポートなどの形で患者に提示することができるシステムの、2つのプロトタイプシステムを作成した。

本稿では、まず、システムによる御飯の量の推定方法を紹介し、熟練の管理栄養士が写真を見て推定した結果と比較して評価するとともに、管理栄養士を目指す学生による推定の結果と比較して、本システムの管理栄養士養成教育への応用の可能性について考察する。また、

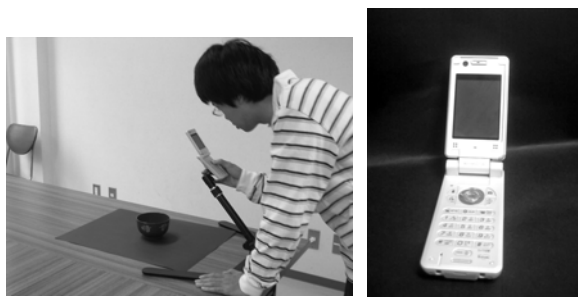
栄養管理システムについては、被験者による実証実験を行った結果を報告し、管理栄養士が指導する場合と、学生が扱う場合を想定して教育効果について考察する。

2. 画像からの御飯の量の推定

摂取する食事のカロリーを知るためには、その食事の量を知る必要があり、とくに、主食である御飯の量を把握することが必要な条件である。熟練の管理栄養士などは、秤で量らなくとも食事を見ただけで栄養管理に十分な正確さでおよその量を把握できるという。

また、栄養士や管理栄養士を目指す学生には、目測でご飯の量を推測できるようにする訓練が教育現場で行われている。

今回、まず、図2のように、ケータイ(NTT Docomo FOMA SH901iS 撮影画像最大 3.2 M pixels)で撮ったご飯画像(実際の撮影は 240 × 320 pixel で行った)(図3)を、熟練の管理栄養士と、管理栄養士を目指す学生に見せて、ご飯の量を推定させ、画像解析による自動推定の結果と比較した。



(a)撮影の様子 (b)撮影に用いたケータイ

図2 実験用ご飯画像の撮影

2.1. ご飯の量推定アンケート

同じ器に様々な分量でご飯を盛り、図2のように、同じ距離・角度からケータイでご飯を撮影した。これらの画像を、A4用紙1枚に16枚の割合で合計32枚ランダムな順にカラー印刷したもの(図3に一部を示す。アンケート時には正解のg数は示さない)を用意した。これらの画像を見せ、さらに、撮影時に用いた器の実物を見せた後、画像を見ながらそれぞれのご飯の量を推定して答えてもらうアンケートを行った。

アンケートに答えたのは、熟練の管理栄養士1名と、管理栄養士を目指す大学3年(21歳)の女子学生3人(以下、学生A・学生B・学生Cと記す)である。



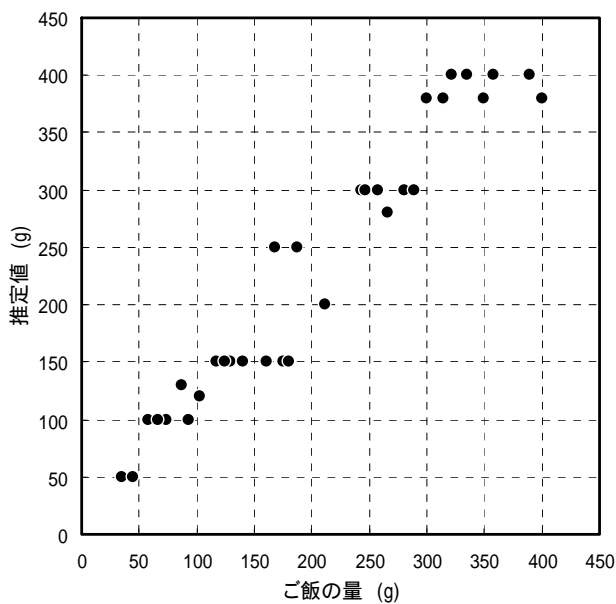
(a) 161 g

(b) 247 g

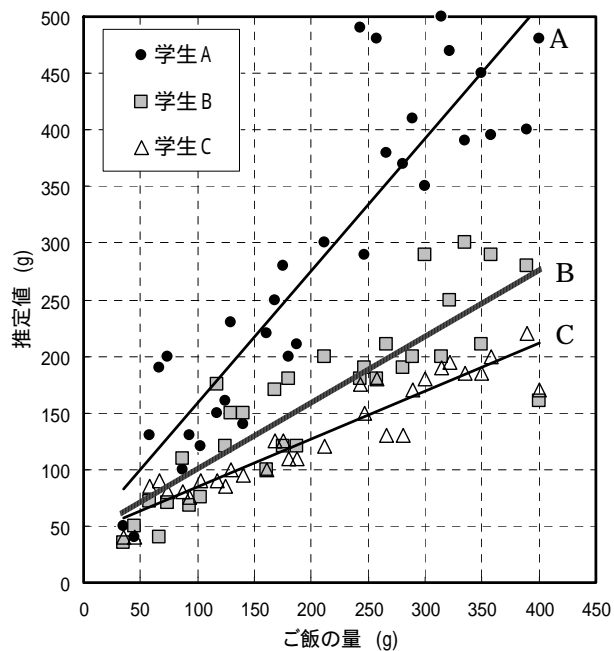
(c) 45 g

(d) 389 g

図3 実験に用いたご飯画像の例(ケータイ内蔵カメラで撮影)



(a) 管理栄養士



(b) 学生

図4 ご飯の量推定アンケートの結果

図4にアンケート結果を示す。横軸が正解のg数、縦軸がアンケート結果である。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(図4a)が、学生の場合(図4b)は、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(詳細な比較結果は表1に示す)。管理栄養士の育成のためには、画像を見てご飯の量を推定する訓練が有効ではないかと思われる。

2.2. ご飯の量の自動推定システム

図5に示すように、画像からご飯の領域を抽出して、その領域の面積・横径・縦径を自動計測するソフトウェアを試作した。

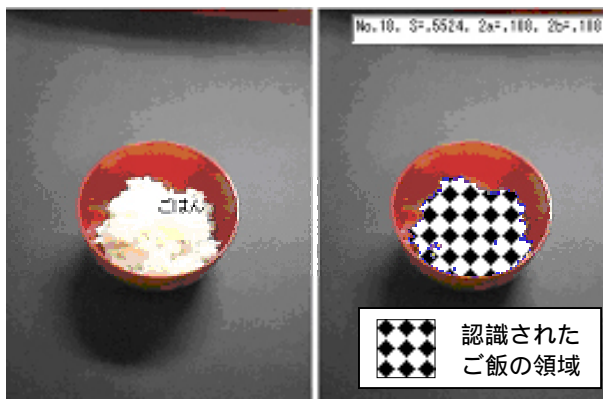


図5 ご飯の量自動計測システムの実行例

図6は、自動計測した34枚のデジタル画像から、ご飯の量を算出した結果である。算出は、計測した面積(dot)を、横径・縦径の比で補正し、器の径の実測値でcm²単位に換算した結果から、正解のg数に対する累乗曲線の最小二乗フィッティングの結果を用いて行った。図6から、推定結果が妥当であることが分かる。詳細は表1に、前述のアンケートによる推定の結果とともに示すとおりである。

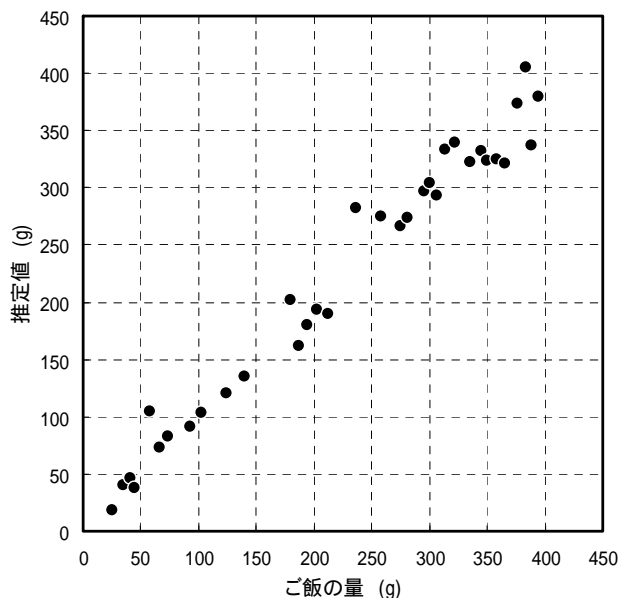


図6 ご飯の量の自動計測の結果

表1 ご飯の量の推定精度

推定者 (結果の図)	正解と比較した推定精度	
	相関係数 r	err (%)
管理栄養士 (図4a)	0.97	26.9
学生A (図4bのA)	0.91	63.9
学生B (図4bのA)	0.86	27.3
学生C (図4bのA)	0.94	36.2
自動計測 (図6)	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。

表1に示した自動計測の結果は、画像からの自動推定システムが、熟練の管理栄養士に匹敵する精度を実現できる可能性を示唆している。

画像から食事の量を自動推定するシステムは、完全に実用化できれば、管理栄養士の技術を持たない人でもこれを使って食事管理ができるようになると考えられるが、管理栄養士を目指す学生がこのシステムを使うことにより、熟練の指導者がいなくても食事量の目測技術の向上を図ることができると思われる。

なお、今回実験に使用した自動推定方法では、ご飯領域の抽出に、器の色との差を利用しているため、図7に示すように、白いご飯が直接写っていない場合や器が白い場合には計測が困難であり、器の形がちがう場合には、ご飯の量の算出のために個別にキャリブレーションが必要である。これらは、ご飯の量の自動推定システムの実用化までの課題である。



(a) ご飯が見えない



(b) 器と色で区別困難



(c) 器の形が異なる

図7 自動推定が困難な食事の画像の例

3. 食事画像による栄養管理システム

もうひとつの試みとして、高齢者や食事療法を必要とする患者もしくは健康管理を目的とする人(以下では対象者と記す)が、在宅で、自分の食事をカメラつきケータイで撮影して専門家の下へE-mailで送るだけで、栄養管理と適切な栄養指導が受けられるシステム[2]の開発を行った。図8にシステムの概要を示す。

対象者は、あらかじめ、身長・体重・健康状況・食事状況などの問診アンケートをうけ、個別にシステムに登録される。対象者は、食事のたびに個人のカメラつきケータイを使って写真(図1参照)を撮ってE-mailで送付する。送付された画像はすべて、栄養管理システムのデータベースに対象者別に蓄積される。管理栄養士が、システムを使用し、送られてきた画像からメニューや食材、分量を推定し入力することにより摂取栄養価が算出される。

摂取栄養価の計算結果はデータベースに蓄積し、食事区分ごとや一日または数日の平均などのパラメータを指定することにより再度栄養価計算がなされ、その指示に従った栄養価や栄養バランスなどを分析・評価する。対象者の栄養摂取状況、栄養バランス、食事の改善点などの管理栄養士からの指導内容を栄養診断レポート(図9に例を示す)として作成する。これを対象者に返信(現状のシステムではプリントアウト)する。この健康管理レポートは、図9に示すようにグラフや表でビジュアルに表示され、素人にもわかりやすいように工夫してある。肥満度はBMI = 体重(kg) / (身長(m))²の値によって、低体重(BMI < 18.5)、普通(18.5 ~ 25)、肥満(25 ~ 30)、肥満(30 ~ 35)、肥満(35 ~ 40)、肥満(BMI > 40)の6段階に区分できる。出力レポートでは、肥満度をイラストで表示して対象者に提示する(図9)。

本稿では、まず、システムの使用実験を通してその有効性について考察し、実証実験から、画像による栄養診断・栄養指導の実際について、および、このシステムの教育への応用の可能性について考える。

3.1. 栄養管理システムの使用実験

今回、開発したシステムを使って、19~20歳の女子大学生2名を被験者(対象者)とし、それぞれにカメラつきケータイ(vodafone SH53)を貸与して、実証実験を行った。

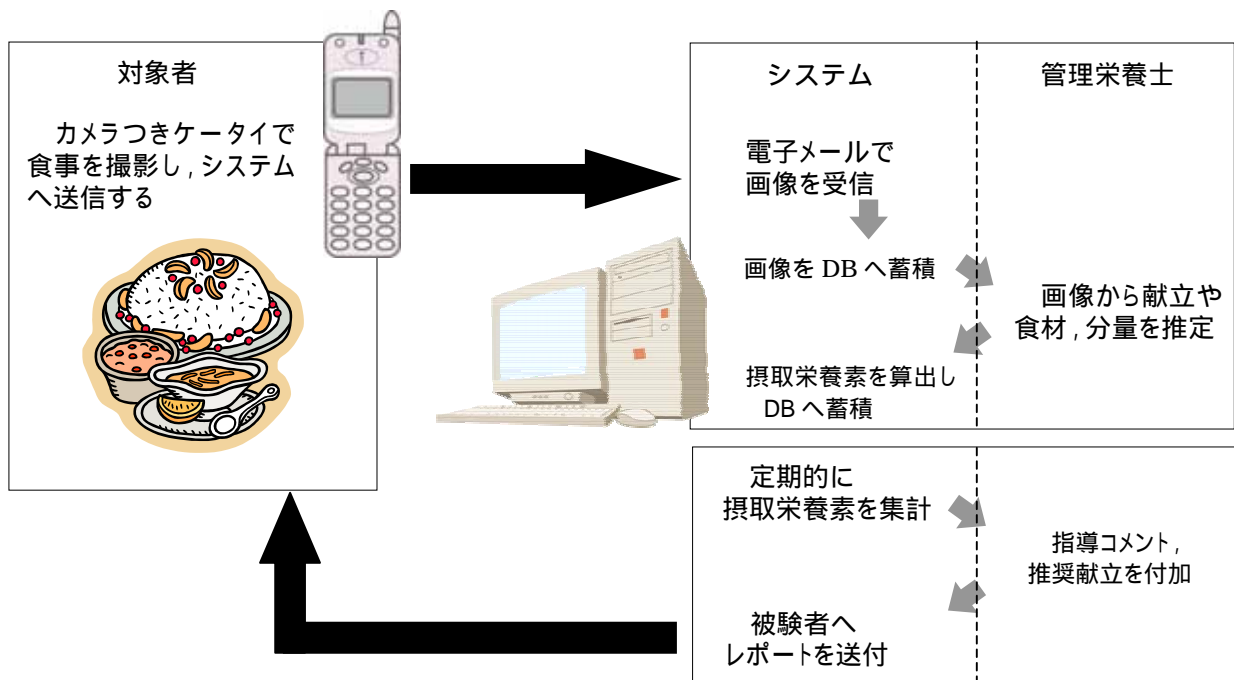


図8 ケータイ栄養管理システムの概要

今回の実証実験では、被験者に対し、任意の4日間に摂取するすべての食事内容(朝・昼・

夕・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した(図1参照)。

本システムは、カメラ付きケータイを利用することで、対象者側にはインターネット接続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、初めて利用する機種種のケータイで、問題なく撮影・送信が行われた。実際には、普段使い慣れている個人のケータイを利用するため、システムの使用はさらに容易になると考えられる。ただし、ケータイの操作に不慣れた高齢者などにとっては、負担となる可能性があると考えられる。

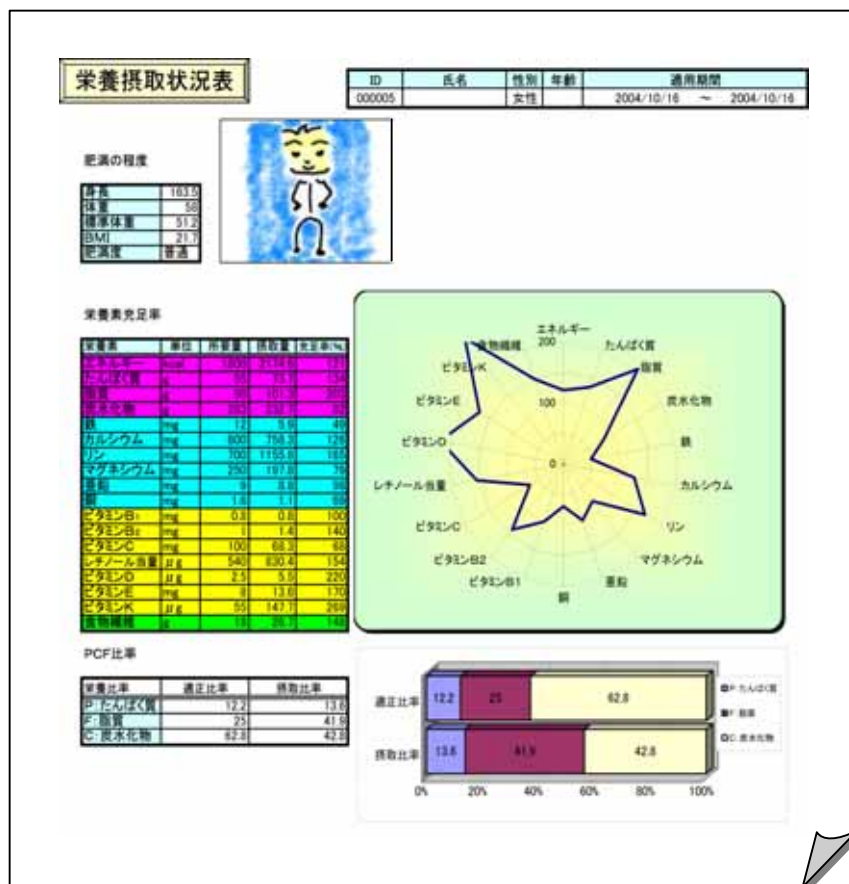


図9 栄養管理システムが出力するレポートの例

今回の実証実験では、送付された画像を実際に熟練の管理栄養士が見て、料理名・食材名・分量を判断したが、多くの画像で今回の画像解像度で十分判別可能であった。ただし、料理の種類によって、食材の推定が容易なもの（図 10）と困難なもの（図 11）があった。図 11a 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、図 11b 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。

また、推定した料理名と分量から、栄養成分データベースを利用して栄養管理システムでの栄養管理を行うが、現状システムではパソコン上でのデータのやり取りは自動化されておらず、管理栄養士の作業負担が大きい。実用化のためには、今後、システムを統合・改良してゆく必要がある。

管理されたデータや診断結果のレポート（図 9 参照）は、中・高齢者や栄養学の知識がない対象者にも平易に、視覚的に理解でき、自己の基本的な栄養・食事について考え、生活習慣・食習慣の改善に役立てられるように開発したものであり、イラスト表示などを使って親しみやすいものとした。現状ではパソコンの画面とプリントアウトで見られるだけであるが、今後、遠隔地にいる対象者が必要に応じて閲覧できるようにする必要がある。

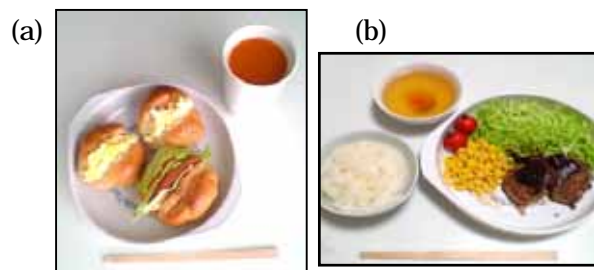


図 10 食材の推定が容易な画像の例

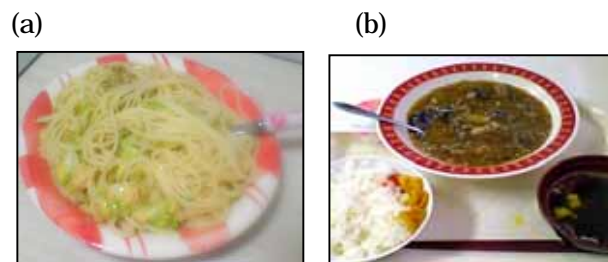


図 11 食材の推定が困難な画像の例

さらに、将来的に、必要な場合には個別に警告を伝えたり、前述の御飯の量の自動推定機能や食前に食材やカロリーが分かる機能などが実現できれば、いっそう有効なシステムになると考えられる。

3.2. 栄養管理システムの教育への応用

本システムは、次のような場面で教育効果を発揮しうると考えられる。システム利用者（対象者）に対する健康教育・食育・食事による健康管理法の啓蒙、管理栄養士をめざす学生が、対象者や栄養士の役を演じ栄養指導の疑似体験を通じて栄養指導法を学ぶため、学生または経験の浅い栄養士が、熟練栄養士の指導の下でシステムを利用して栄養指導を行い、実践的な指導力を高める。これらの教育の効果について、今後検討していきたい。

4. おわりに

今回報告した2つのシステムは、今後も実用化のための開発・検証を進める予定である。

また、同時に、今後も管理栄養士養成を目指した教育への応用を検討していく予定である。

謝辞

本研究にあたって、画像解析システム開発のご指導をいただいた名古屋文理大学情報文化学部の小橋一秀先生、食事指導における写真法の有用性についてご教示いただいた同大学健康生活学部の江上いすず先生、本研究の推進に尽力した鈴木伸幸（名古屋文理大学学生）、小川祐介・梶田陽平（名古屋文理大学卒業生）ならびに、ケータイの利用に関して適切なアドバイスをいただいた名古屋大学の宮尾克教授の各氏に心から謝意を表します。

参考文献

- [1] 鈴木，宮内，服部，江上，若井，玉腰，安藤，中山，大野，川村：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，第 49 巻，8 号，pp.749-758, (2002)
- [2] 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).