

カメラ付携帯電話を利用した栄養管理システムの評価

Evaluation of the Nutrition Management System Using Mobile Phones with a Built-in Camera

奥村 万寿美, 照井 眞紀子, 横田 正恵,
Masumi OKUMURA, Makiko TERUI, Masae YOKOTA,

長谷川 聡, 吉田 友敬
Satoshi HASEGAWA, Tomoyoshi YOSHIDA

在宅からの食事の画像転送による食事評価と栄養指導を行い、栄養状態の改善、生活機能の維持、QOLの向上につながる予防サービスを地域との関連で行うことを最終目的とし、カメラ付き携帯電話による転送画像を解析し栄養診断・評価を行うシステムを開発し、協力者2名によるプレテストを行った。

現段階での検討目的は5項目あり、(1) 栄養診断システムの性能について、(2) 食事・栄養診断レポートの内容の検討、(3) 食事の撮影方法と画像の解像度、(4) 画像による読み取り技術と解析技術、(5) 管理栄養士の養成校としての教育課題、である。食事を撮影・転送に用いる携帯付きカメラは、中高年者を対象としていることもあり、操作が簡単でありかつ解像度が高度な携帯電話を用いた。栄養アセスメントに用いる個人情報と栄養関連項目は、対象者の条件を考慮し平易で簡単に双方向で理解できるように項目だて、多彩色で視覚的に容易に判断できるようにした。食事・栄養診断と評価で一般的料理と創作料理の食材の判断、類似色と形状による食材の判断、調味料の分量の推察と味、調理の品質との関連など読み取り解析についての課題があがった。食事・栄養診断をし、評価する管理栄養士の教育養成として、知識や技術の向上を教育・訓練していかなければならない重要な課題であることが示唆された。栄養診断・評価のシステムは、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り、栄養知識が少なくても平易に、視覚的に理解できることから生活習慣や食習慣の変容が可能と考える。今後、更なる改善を加えより対象者が理解しやすく、継続した食事療法が可能となるようなシステムの開発を続け、地域に貢献して行く予定である。

キーワード: カメラ付携帯電話, 栄養管理システム, 栄養アセスメント, 栄養診断レポートシート,
ITを利用した食事摂取量調査

Nutritional management system, Nutrient assessment, Mobile phone with camera,
Nutritional diagnosis report sheet, IT-used Caloric intake investigation

1. はじめに

我が国では、2004年9月の総務省の統計によると、65歳以上の高齢者人口が2,484万人で総人口に占める割合は19.5%と過去最高となった¹⁾。2002年国民衛生の動向によると65歳以上の高齢者の死因で免疫機能と関連が深い疾患での死亡率が高くなっていることが報告されている²⁾。高齢者の食事や栄養に関する問題として、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。また、嚥下・咀嚼障害や消化液の分泌低下など消化器系の機能が低下することによって、低栄養の状態に陥りやすいことが挙げられる。高齢者の低栄養は、日常生活活動（ADL: activity 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。これを回避するため、食事による栄養状態の改善や免疫機能を高める試みが行われており、高齢者に対する栄養ケアの効果が実証されている^{3) 4)}。また、全世界で2001年の病死した者のうち、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ひとつに挙げられる。

高齢者の低栄養状態の改善と生活習慣病の予防には、管理栄養士などの専門家チームによる、個人ごとの健康状況を理解した適切な栄養指導が必要であると考えられる。具体的には、個人の健康状態、食事・栄養摂取状況の把握と疾病の病期や病態に応じた、嗜好性の高い食事・栄養補給を支援することが重要な要素となる。

地域住民の栄養状態の改善や生活の質（QOL: Quality of life）の向上につながる予防に、管理栄養士の養成校が貢献していくことは、地域に開かれた大学を目指すためには今後不可欠のものであると考える。そこで、地域住民とのコミュニケーション手段としてITを利用した在宅からの食事の画像転送による栄養アセスメントおよび食事評価と栄養指導を行う予防サービスを地域との関連で実施することを最終目的とし、カメラ付き携帯電話を使った食事の画像転送による栄養診断システムを開発した。このシステムの問題点を明らかにするとともに管理栄養士養成において強調すべき教育資料を得ることを目的にプレテストを実施し、検討を行ったので報告する。

2. 栄養指導システム⁵⁾

2.1 システムの概要

構築した栄養管理システム・プロトタイプの概要図を図1に示す。対象者は個人の所有するカメラ付携帯電話を用いて、摂取する食事を撮影する。その画像を携帯メールに添付してインターネットに繋がる栄養管理システムへ送信する。送信された画像は、データベースに蓄積される。管理栄養士が、栄養管理システムを使用し、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。これを対象者に返信（現在はプリントアウトし送付）する。

2.2 栄養診断レポート

対象者が受け取る栄養診断レポートを図2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B1、ビタミンB2、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、摂取した食品は五訂日本食品標準成分表⁷⁾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（図2）。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⁸⁾により、年齢、性別、生活活動強度に基づいて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、ビジュアルなレポートとした。

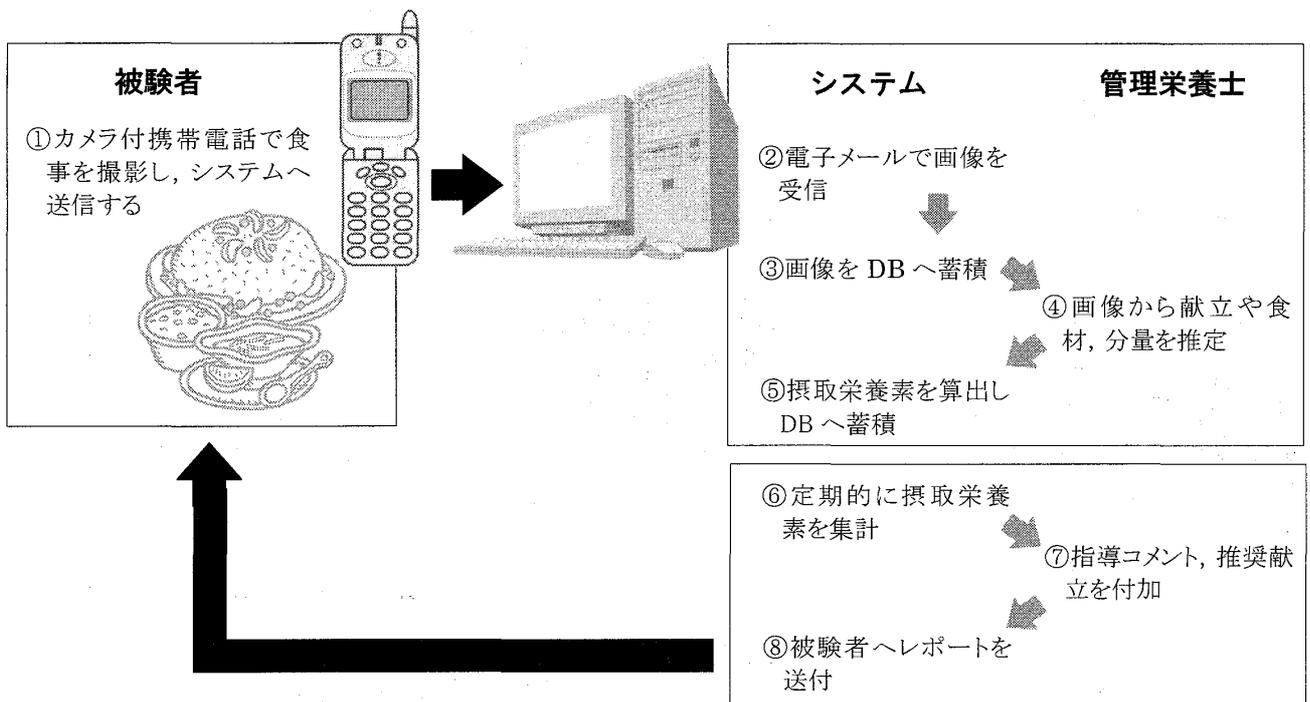


図1 システムの概要

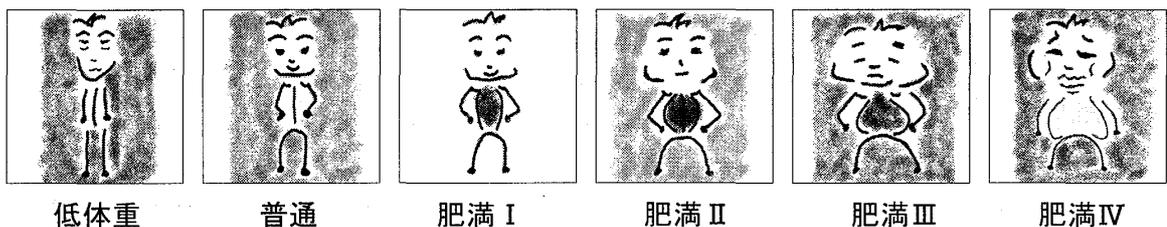


図2 画像イメージによる肥満の判定

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対象者に返送するものである。

3. 方法

画像転送による食事・栄養診断、栄養指導のためのソフトを開発した。被験者は19～20歳の女子大学生2名である。被験者に、操作が平易で高齢者が使用可能なカメラ付き携帯電話（vodafone-J-SH53）を貸与し、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1日分の食事）を撮影し、写メールモードで画像を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、画像撮影時に撮像範囲に長さ約20cmの割り箸を置くこと

を義務付けた。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。

現段階での検討目的は次の4項目であり、各項目に対し、以下に考察する。

(1) 栄養診断・評価ソフトの内容

構築した栄養管理システムの性能についての評価。

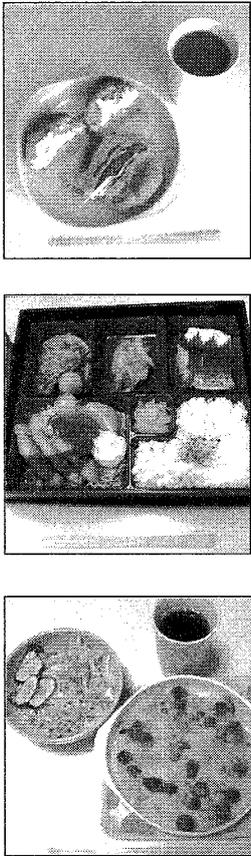
(2) 食事の実写と画像の解像度

食事・栄養診断レポートの内容の検討。

(3) 画像による読み取り技術と解析技術

食事の実写と画像の解像度と画像からのメニューの解

(a)



(b)

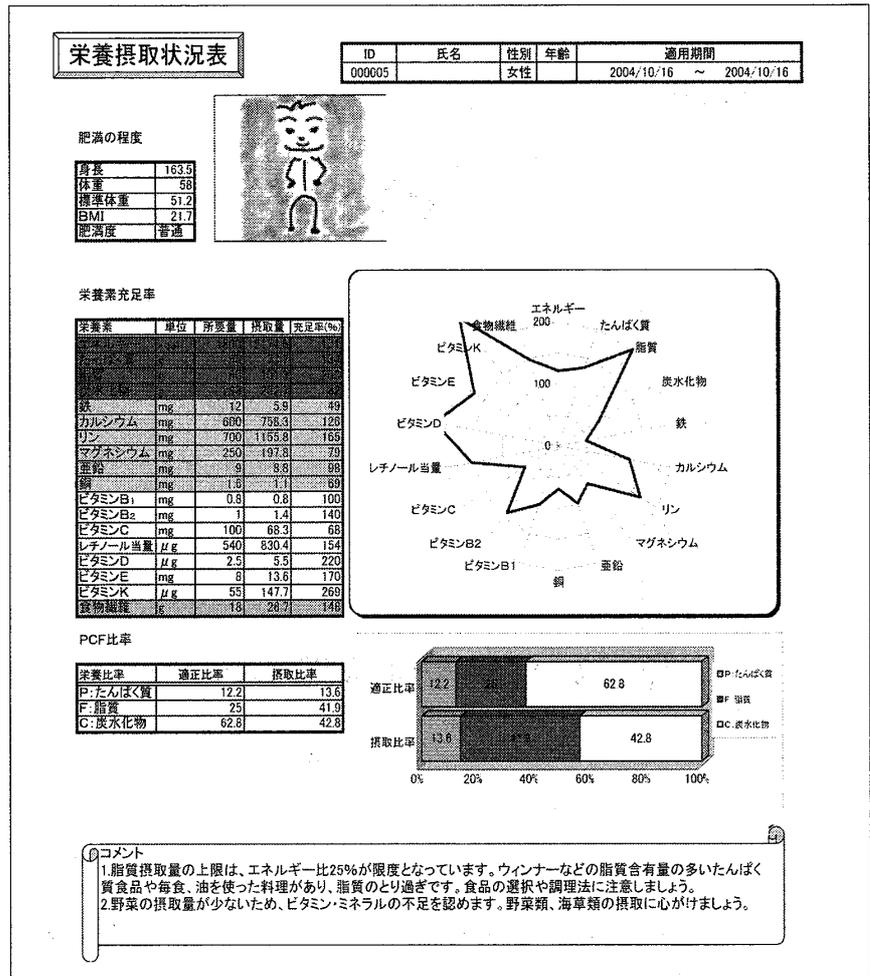


図3 栄養診断レポート (a) 被験者から送信された画像の例 (b) 作成された栄養診断レポート

析における問題点。

(4) 管理栄養士の養成校としての教育課題

管理栄養士の養成校において、IT を利用した食事摂取量調査における画像による栄養評価を行う上で習得すべき知識や技術を教育・訓練する上での教育課題。

4. 結果・考察

4.1 画像解析による食事評価・栄養診断についての課題

被験者から送信された画像の一例を図3(a) に示した。また、図4には、食事のメニューと食材、分量を推定することが容易な例をあげ、図5は困難な例を示した。

画像におけるメニューの食材の推定が次の理由により、本システムの課題であることがわかった。

ハンバーグ (図4) 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。しかし、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

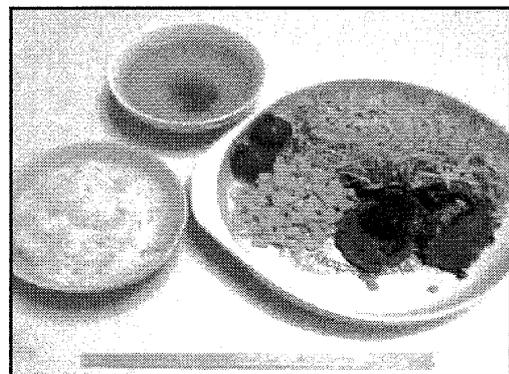


図4 食材の推定が容易な画像例

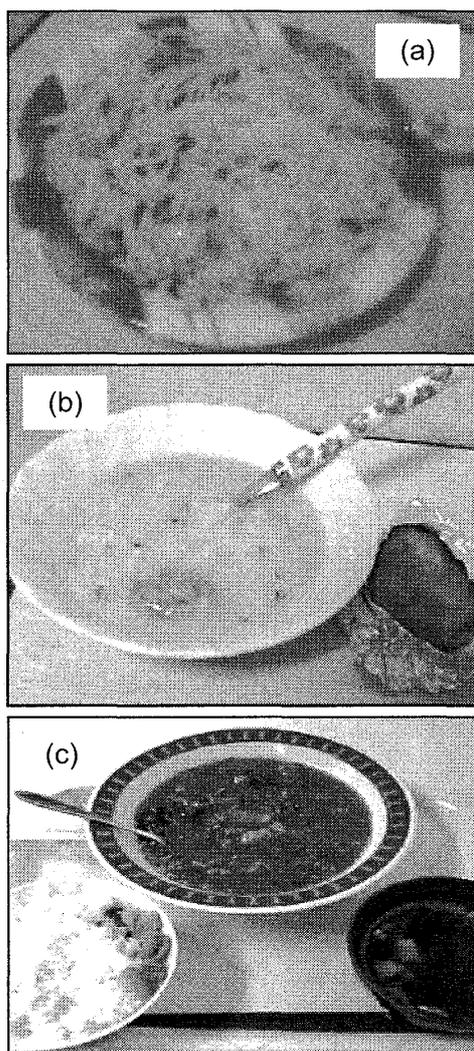


図5 食材の推定が困難な画像例

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、食材の推定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となり判断しにくい。

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。

調味については、読み取り解析した分量で調味料の種類と分量を判断しているが、対象者の好みによる、あるいは摂食した食事の味の具体的な判断がつきにくく、正確な評価に欠けるなどが課題としてあげられた。

4.2 IT を利用した食事摂取量調査を解析する上での教育課題

画像による食事摂取量の分析は、視覚より捉えた料理が、まずどのようなメニューであるのか判断し、次に、その料理に使われている食材は何か？分量はどれくらいなのか？どのような調理方法が行われたものなのか？そして、味付けに使われた調味料の種類と分量などの分析技術が必要となる。そのため、メニューバリエーションを数多く知識として備えていることが条件となる。また、それに付随し、調理方法などの技術的な理解も必要である。これらは、日ごろからの食事内容や調理などの関心度や熟練度、経験など総合的な知識と技術が必要である。これらの知識や技術は管理栄養士の栄養診断・評価の能力向上のため、教育・訓練していかなければならない重要な課題であることが見出された。

5. 考察

適切なアセスメントの実施に基づき、利用者に適切な栄養ケア計画の策定・評価を行うには、視診、問（聞）診、触診による栄養状態観察とは別に、対象者がどのような食生活、食習慣を持っているか、1日のタイムスタディ調査と合わせて摂取食品やその頻度、調理法などを把握し、日常の摂取栄養量を推定する必要がある。特に健康状態を損ねている場合には、栄養素の過不足や食品成分など目的にあわせて調査することも必要である。生活行動様式の多様化、簡便化による変則的な勤務形態もみられ、不規則な食事摂取形態が健康阻害因子としての危険度を増していることから、少なくとも1週間程の調査を行って個人の習慣的食事摂取量を把握しておく必要がある。

食事調査で必要なことは献立名、摂取した食品名と

その分量のほか摂取時期、摂取場所などの正確な把握である。食事摂取量調査は現在、24時間思い出し法、秤量記録表、目安量記録法、食物摂取頻度調査、陰膳法、質問紙法などが用いられている。24時間思い出し法は、栄養士が面接し、前日一日分の食事を思い出し、摂取食品名と量を聞き取るが、一切れ、一皿など目安量を推測するには、栄養士の経験、食生活の多様な知識などが必要とされ、それによって重量を推測し、内容分析を行う方法である。また、秤量記録法は、実際の調理で使用した食材品名、量を記録させる方法である。これらの方法は、対象者が実施する上での問題点は、摂取した食事内容をすべて正確に報告しなければならないことであるが、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。一方、画像による食事調査は、対象者にこれらの負担がなくQOLをそこなうことがない。今回、栄養診断・評価のシステム構築する上で、カメラ付き携帯電話を利用したのは、①対象者が食事内容を送信する際のユーザー・インターフェースがシステムの使いやすさを決める主要素であること。②食事内容を、できるだけ正確に伝えられるものであること。③対象者が使い慣れたユーザー・インターフェイスであること。④外食にも利用可能で携帯できるものであること。などの条件を満たすことを配慮した結果である。このことから、デジタルカメラやインターネット利用環境がない人でも簡単に食事内容を栄養士に送ることができた。そ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。

栄養診断・評価のシステムは、中高齢者や栄養知識が少ない場合でも平易に、視覚的に理解でき、自己の基本的な栄養・食事について考え直し、生活習慣、食習慣が変容でき、対象者が容易に導入できるように開発したものである。今後、更なる改善を加えより対象者が理解しやすく、継続した食事療法が可能となるようなシステムの開発を続け、地域に貢献できるように研究を重ねて行く予定である。

画像解析による食事評価・栄養診断についての課題として、①解像度が高度なカメラでも色彩が類似している食材が形状を変えた場合、流動体あるいは半流動体で個体が埋没している場合、煮すぎ、焼きすぎなど料理の品質が劣化し、形状や色彩が変化している場合に判断が難しいこと。②味について対象者の好みの濃

さ等の判断がしにくく標準的な味として評価するため正確さに欠けること。③油料理について、樹脂加工のフライパンなどの調理器具や料理に使用される油の量や種類などは一般的に周知されている種類や量として評価するため、エネルギー量が多く評価される場合があることなどが挙げられる。これらの課題の対応については、対象者からの情報の収集とコミュニケーションにより判断したり撮影時の指示等により改善ができると推察する。しかし、料理についての分量の読み取り技術、調味料の判断、食事診断の評価については相応の熟練を要する。これらの知識や技術は管理栄養士の栄養アセスメントの能力向上のために教育・訓練する必要があり、システム運用に際し、考慮すべき重要な研究目標であると考えている。

6. 結語

栄養診断・評価のシステムは、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り、栄養知識が少なくても平易に、視覚的に理解できることから生活習慣や食習慣の変容が可能と考える。

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先生に感謝の意を表します。

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。栄養診断レポートの肥満イメージ画像は、情報文化学科の学生によって作成された。

参考文献

- 1) 総務省統計局高齢者の人口・世帯 <http://www.stat.go.jp/data/topics/topics091.htm> available on Nov. 9 2005.
- 2) 厚生統計協会：国民衛生の動向，厚生指標，臨時増刊，vol.49,pp.406-407 (2002).
- 3) 厚生労働省：2002年国民衛生の動向。
- 4) 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).
- 5) Tsuji, Yokota, Okumura et.al. "Nutrition management system using mobile phones with built-in cameras", Proc. Of International Conference on Gerontechnology, CD-ROM, No.PO-15, pp.1-4, Nagoya

(2005).

- 6) 本部比呂絵, 酒元誠治, 江藤靖, 久野 (永田) 一恵:
栄養学雑誌, vol.62, No.1, 19-23 (2003).
- 7) 科学技術庁資源調査会編: 五訂日本食品標準成分
表 (2000).
- 8) 健康・栄養情報研究会編集: 第六次日本人の栄養
所要量—食事摂取基準—, 第一出版, (1999).