

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：14603

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2016

課題番号：15K12356

研究課題名(和文) 拡張現実感と食品ビッグデータ解析による在宅食事療法におけるQOLの改善

研究課題名(英文) Improvement of QOL on diet therapy at home based on Augmented Reality and Food Big Data Analysis

研究代表者

加藤 博一 (Kato, Hirokazu)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授

研究者番号：70221182

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：栄養素データベースを活用することで微量栄養素にも注意を払いつつ制限食の献立を検討することの重要性を確認し、さらに、そのデータを献立推薦システム内に取り込み、複数日で栄養制約の調整を行うことが患者のQOL向上に有効であることを確認した。また、このような推薦システムにタブレット型拡張現実感技術を導入することに関して、そのユーザインタフェースとしての有用性を評価するための検討を行い、その評価のガイドラインを作成した。

研究成果の概要(英文)：We confirmed the importance of examining the menu of restricted diet while paying attention to micronutrients by utilizing the nutrient database we developed. Furthermore, we confirmed that adjusting nutritional constraints in multiple days is effective for improving patients' QOL by using our menu recommendation system. In order to introduce tablet type augmented reality technology into such a recommendation system, we also examined to evaluate its usefulness as a user interface, and established guidelines for the evaluation.

研究分野：情報科学

キーワード：在宅食事療法 食材データベース QOL改善

1. 研究開始当初の背景

超高齢社会に突入した我が国において医療費の削減は最重要課題の一つであり、糖尿病や慢性腎臓病患者の重篤化を阻止する、在宅での食事療法の役割は非常に大きい。しかし、その継続的な実践は、患者のQOLを低下させる場合が多く、非常に難しいのが現状である。近年、糖尿病患者のQOLを総合的に評価するアンケートが開発され[1]、それを治療方針の立案に用いることが可能となった。これは、患者のQOLが治療の継続性に大きく影響するとの考えからである。しかし、どのようにすれば、QOLを向上させることができるのかという問題はまた未解決の挑戦的な課題である。

情報科学の立場からは、人間のモチベーションを向上させる方法論として、これまでタスクに競争原理や娯楽性を取り入れることが有効と考えられ、人と人とを容易に繋ぐことのできるソーシャルネットワークを用いることでタスクに競争環境を与えたり、Gamification というタスクにゲーム要素を導入する方法の有用性が報告されてきた[2]。我々はQOLの向上という観点から、受動的なタスクを能動的・戦略的・道理的なタスクに作り替えることが、日常的に知的活動を行っている、もしくは行ってきた成人には効果的ではないかという仮説を立て、この問題に挑むこととした。

2. 研究の目的

在宅食事療法を患者に対し長期にわたり継続させることは、非常に困難な問題として知られている。これには、2種類の問題があり、1つめは、患者自らが自身に課せられた栄養・エネルギー制限に基づき献立を立案するのが困難であることである。2つめは、栄養・エネルギー制限の下での献立は必ずしも質や量の点で患者を満足させるものでないことである。

1点目に関しては、宅配サービスなどの取り組みで解決は可能であるが、2点目を満足させるのは難しい。宅配サービスの食事に満足できないことが原因で、それ以外の食事に問題が生じる場合がある。2点目に関しては、前述のQOL評価アンケートが開発され、患者の食事療法に対する満足度を測ることはできるようになったが、それを改善する方策までは考えられていない。本研究は、この2つの困難な問題を同時に解決することを目指すものである。具体的な解決のアプローチとして、拡張現実感という最新のユーザインタフェース技術、及びに、食品データベースに対するビッグデータ解析という情報科学分野の2つの最先端技術を用いる。

在宅食事療法におけるQOLを改善する方法が解明されることで、糖尿病や慢性腎臓病患者が無理なく継続的に在宅食事療法を実践することが可能となり、症状の重篤化を阻止することができる。さらに、この方法が

普及することで、我が国の医療費の削減にも貢献できる。また、健常者の健康管理や栄養管理にもこの方法は利用できるように、健康立国日本の実現にも大きく貢献する。

人間は、能動的に活動することにより生き甲斐を感じ、モチベーションが上がる。食事療法として毎日与えられた献立通りの食事の摂取を維持することは、まさに受動的なタスクであり、人間のモチベーションを低下させてしまい、そのタスクを長期的に継続させることは困難になる。そこで、この問題を、能動的・戦略的・道理的なタスクに作り替えることが有効ではないかと考えた。具体的には、以下のような方針での方法論の提案を行うものである。

- ・各患者に必要な栄養素やエネルギーの摂取状況、消費状況を正確かつ容易に確認出来るようにする。各栄養素やエネルギーの摂取量は、その収支で考えるのが道理的であり、その収支バランスに基づく、食事活動を支援する。

- ・各栄養素やエネルギーの摂取量には、毎回の食事での判断ではなく、ある程度の期間の合計値での判断で問題ないものも多い。そこで、日常的な社会生活の中で発生し得る社交行事、慶弔行事、祝祭行事などにおいて一律に食事制限を課すのではなく、そのような状況を受け入れつつ、一定期間内で帳尻をあわせる戦略的食事活動を支援する。

- ・ある栄養素やエネルギー制限の中で献立を考える場合でも、ある程度の自由度は存在する。しかし、献立立案にあたって、各患者の好みや気分に合わせて毎回内容をカスタマイズするには、人的コストがかかりすぎる。そこで、患者自ら献立立案ができるような仕組みを考える。

この方針のもと具体的には、以下の課題に取り組む。

- ・拡張現実感技術を用いて、患者のエネルギーや栄養素の摂取状況を理解しやすい形で可視化する技術の確立する。

- ・食品データベースに対するビッグデータ解析により、献立戦略に対し患者が積極的に関わることのできる機能を実現する技術の確立する。

- ・上述の2つの技術を用いて開発されたシステムを用いることで、在宅食事療法におけるQOLが改善されることを、実証実験を通じて確認する。

3. 研究の方法

前述の研究目的を達成するために、3グループからなる研究体制をとる。グループ1は、本研究の研究目的を達成するための具体的な手法を検討した後、2年目上半期までにシステムを試作する。特に、拡張現実感技術を用いたユーザインタフェース、画像処理による食事摂取量の推定、食品&献立データベース解析によるコンテキストに応じた献立推

薦の3点には注力する。グループ2では、グループ1が開発するシステムで使用する食品&献立データを1年目に構築する。2年目には、そのデータベースの異なる活用法を探る。グループ3は、1年目には在宅食事療法を実施している患者の実態調査を実施する。患者の食事療法に対するQOLの調査と共に、患者や高齢者に対するGamificationの有効性の調査も行う。2年目にはグループ1によって開発された試作システムを用いて実証実験を実施し、提案システムの有効性を確認する。

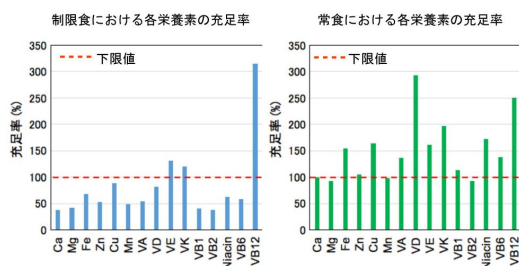
1年目においては、グループ1では提案システムの基本設計を行う。前述の機能を実現するために必要な機能を洗い出し、開発すべき技術項目を整理する。特に各研究者が担当するユーザインタフェース、食事摂取量の推定、献立の推薦の3点に関しては、学生の支援を得ながら技術開発を進める。この作業は第3四半期での完了を予定し、その後、作業はシステムの試作に移行する。グループ2では、1年間をかけて、食品&献立データベースを完成させる。グループ3では、在宅食事療法の実態調査を行う。「患者の食事療法に対するQOLが実際のどの程度なのか」といった調査と共に、「高齢化すると競争やゲームに対するモチベーションはどうなるのか」「Gamificationは有効か」といった観点でも調査を行う。

2年目においては、グループ1では前年度から着手したシステム試作を上半期で完了させ、そのシステムをグループ3に提供する。グループ3は在宅食事療法の実態調査の取りまとめを行い、その結果が我々の想定と異なっていれば、グループ1にその知見を返し、開発中のシステムの機能に反映させる。上半期後半にグループ1から試作システムを受け取り、下半期は実証実験を実施する。グループ2では、構築した食品&献立データベースのその他の活用法を検討したり、さまざまなビッグデータ解析技術を適用することで、あらたな知見の抽出を試みる。第4四半期には、研究をとりまとめる活動に移り、グループ1では研究代表者と共に本研究全体の総括を行う。

4. 研究成果

研究目的の章において、患者自らが自身に課せられた栄養・エネルギー制限に基づき献立を立案するのは困難であるが、宅配サービスなどの取り組みで可能であると述べた。しかし、専門書に掲載されている食事療法のための献立においても、必ずしも十分な栄養・エネルギー制限が行われているわけではないことがわかった。そこで、新たな方法の提案に先立ち、まず、在宅食事療法として使われている既存の献立本に掲載されている献立の栄養分析を行った。既存の献立本に記載の献立を我々のグループが保有する食品栄養素データベースに取り込み、タンパク質の

摂取制限のかかる患者を想定し、その献立に含まれる栄養素を常食に含まれる栄養素と比較した。その結果、常食においては、ほとんどすべての栄養素において、その摂取量が摂取基準を満たしていることが確認出来た。一方、制限食においては、制限すべき栄養素に関してその制限が満たされていることが確認出来たが、同時に制限が不要な栄養素に関して摂取基準を満たさないものが多数あることが確認出来た(下図)。これは、制限食の継続的な利用により患者が栄養不足になる可能性があることを示唆している。また、献立の検討を行うに当たって、我々が開発した栄養素データベースを用いることの有効性を示している。



次に、調理者の観点から、制限食と常食を同時に調理できる献立を複数開発した。また、この献立もデータベースに取り込んだ。さらに従来の栄養制限が1日単位で行われていたところを、設定により3日間、1週間といった複数日の平均値で制限することを想定し、その制約の中で、献立推薦を行うアルゴリズムを考案し、それに従った献立推薦システムを試作した。予備的な評価実験から、このアルゴリズムを使用することで、食事における満足度が向上することが確認された。

さらに、開発した献立と献立推薦システムの有効性を確かめる実験を行った。まず、本システムによる献立推薦が有効に機能することを確認するために、構築したCKD食事療法用献立栄養素データベースを用いて、その中の献立を網羅解析することで微量栄養素を含む栄養バランスや栄養摂取制約における問題点の抽出を試みた。1日分の献立の組み合わせのうち、CKD食事療法基準ステージ3bを満たす組み合わせ約9万通りを抽出しその中に含まれる栄養成分について「日本人の食事摂取基準(2015年版)」と比較したところ、ビタミンやミネラルなどの微量栄養素において不足傾向を認め、特にCa・ZnやビタミンB群・ビタミンDで顕著であった。これら微量栄養素の不足は常食では認められなかったことから、タンパク制限を中心とした腎臓病食特有の問題であることが推測された。一方で、Znのように必ずしもタンパク制限量との間に強い相関を認めない場合も存在したことから、食材の組み合わせによっては、CKD食においても食事摂取基準を十分満たすことの可能を示すことができた。次に、本システムの有効性を確認する実験として、

体内におけるリンの吸収率が食材により異なる点に着目し、食事に由来するタンパク質源の違いが体内リン代謝動態に及ぼす影響を検証した。まず、実践に適用可能なCKD献立を新規に作成した。その献立を基本に、動物性タンパク質比率と植物性タンパク質比率を変えて調整した試験食を継続的に供した際の体内リン代謝動態を比較した。その結果、植物性タンパク質を多く含む献立では食後の血中リン濃度の上昇が穏やかであることが明らかとなった。この結果は、新たなCKDの食事療法の可能性を示すものであり、CKD患者のQOL向上に貢献できる可能性を示した。

以上から、栄養素データベースを活用することで微量栄養素にも注意を払いつつ制限食の献立を検討することの重要性を確認し、さらに、そのデータを献立推薦システム内に取り込み、複数日で栄養制約の調整を行うことが患者のQOL向上に有効であることを確認した。

また、このような推薦システムにタブレット型拡張現実感技術を導入することに関して、そのユーザインタフェースとしての有用性を評価するための検討を行い、その評価のガイドラインを作成した。

<引用文献>

- [1] H. Ishii, "Development and Psychometric Validation of The Diabetes Therapy-Related QOL (DTR-QOL) Questionnaire", J Med Econ, 15(3):556-63, 2012.
- [2] Mario Herger, "Gamification in Human Resources", EGC Media, ISBN 1500567140, 2014.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計2件)

- 1) Marc Santos, Jarkko Polvi, Takafumi Taketomi, Goshiro Yamamoto, Christian Sandor, and Hirokazu Kato, Toward Standard Usability Questionnaires for Handheld Augmented Reality, IEEE Computer Graphics and Applications, Vol.35, No.5, pp.66-75, 2015 査読有 DOI: 10.1109/MCG.2015.94
- 2) 平井(森田)晶, 西原典孝, 大橋美名子, 富田圭子, 小島誠也, 大西啓介, 稲村真弥, 生島早紀子, 佐藤哲大, 小野直亮, 黄銘, 鈴木優, 中村哲, 加藤博一, 金谷重彦, ビッグデータ・フード・サイエンス: 料理レシピと世界の食品アクセスにおけるデータ・サイエンス, 明日の食品産業, Vol.2016・3, pp.33-44, 2016, 査読無

[学会発表](計6件)

- 1) 木戸慎介, 富田史子, 上西梢, 小島誠也, 加藤博一, 安岡美総, 富田圭子, 慢性腎臓病患者向け食事療法が抱える栄養学的

課題の抽出: ビッグデータを活用した新たな栄養学的アプローチ, 第15回日本栄養改善学会近畿支部学術総会, 2016年12月18日, 神戸学院大学ポートアイランドキャンパス(神戸市・兵庫県)

- 2) Takafumi Taketomi, Varunyu Fuvattanasilp, Alexander Plopski, Christian Sandor, and Hirokazu Kato, 3D Contents Arrangement in Handheld Augmented Reality Application Based on Gravity Vector, 1st International Workshop on Mixed and Augmented Reality Innovations, 2016年11月29日, ローンセストン(オーストラリア)
 - 3) 上西梢, 安岡美総, 富田圭子, 加藤博一, 木戸慎介, 慢性腎臓病患者の新たな食事・栄養療法の開発~タンパク質源の違いが体内リン代謝動態に及ぼす影響~, 第63回日本栄養改善学会学術総会, 2016年09月07日~2016年09月09日, ホテルクラウンパレス青森(青森県・青森市)
 - 4) 木戸慎介, 上西梢, 加藤博一, 安岡美総, 富田圭子, 情報技術を基盤とした網羅解析による慢性腎臓病患者向け食事療法に潜在する栄養学的課題の抽出, 第63回日本栄養改善学会学術総会, 2016年09月07日~2016年09月09日, ホテルクラウンパレス青森(青森県・青森市)
 - 5) 小島誠也, 富田圭子, 木戸慎介, 森田晶, 金谷重彦, 稲村真弥, 上西梢, 武富貴史, 山本豪志朗, サンドア クリスチャン, 加藤博一, 在宅食事療法の栄養素情報の分析と動的な献立計画支援手法の提案, 電子情報通信学会 マルチメディア・仮想環境基礎研究会(MVE), 2016年03月07日~2016年03月08日, 名城大学(沖縄県・名護市)
 - 6) Marc Santos, Jarkko Polvi, Takafumi Taketomi, Goshiro Yamamoto, Christian Sandor, and Hirokazu Kato, On Usability Analytics and Beyond with Human-Centered Data Science, 1st International Workshop on Developing a Research Agenda for Human-Centered Data Science at CSCW'16, 2016年2月28日, サンフランシスコ(米国)
- [その他]
ホームページ等
<http://imd.naist.jp/>
<http://keitomi.wixsite.com/kyusyoku-hp>

6. 研究組織

(1)研究代表者

加藤 博一(KATO, Hirokazu)

奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授
研究者番号：70221182

(2)研究分担者

富田 圭子 (TOMITA, Keiko)
近畿大学・農学部・准教授
研究者番号：20381931

(3)連携研究者

金谷 重彦 (KANAYA, Shigehiko)
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・教授
研究者番号：90224584

サンドア クリスチャン (Sandor, Christian)
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・准教授
研究者番号：80733196

山本 豪志朗 (YAMAMOTO, Goshiro)
京都大学・医学研究科・特定講師
研究者番号：70571446

武富 貴史 (TAKETOMI, Takafumi)
奈良先端科学技術大学院大学・情報科学研究科・助教
研究者番号：50610664

木戸 慎介 (KIDO, Shinsuke)
近畿大学・農学部・准教授
研究者番号：30437652

稲村 真弥 (INAMURA, Maya)
近畿大学・農学部・助手
研究者番号：40709010

(4)研究協力者

上西 梢 (UENISHI, Kozue)
近畿大学・農学部・助手
研究者番号：40709523