

令和 2 年 7 月 13 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2019

課題番号：17H00841

研究課題名(和文)食を起点とした地域価値共創のためのデータ収集・分析システム

研究課題名(英文)A Data Collecting and Analyzing System toward Regional Value Co-creation based on Food

研究代表者

藤井 信忠 (Fujii, Nobutada)

神戸大学・システム情報学研究科・准教授

研究者番号：80332758

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 32,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、一人暮らしの高齢者を対象とし、日常の生活に欠かせない食を起点としながら食の履歴、健康データを収集し分析するための個別クッキングプレート・ネットワーク・システムの構築を試みた。食に関する客観的データだけでなく、配膳する人による対面コミュニケーションによる情動的・物理的両面からの支援を実現することで利用者の健康を維持し、地域の活性化を実現する価値共創の仕組み作りを提案した。福井県鯖江市の河和田地区を対象に簡便的な実証実験を行い、提案手法の有効性と今後の発展・システムの汎用化について検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

福井県鯖江市はものづくりやIT推進で注目を集めているが、中心部から離れた河和田地区は高齢者率が30%を越えるなど、今後の日本各地で迎える超高齢社会をすでに迎えている課題先進地区でもある。実用化に道筋をつけた提案システムの活用によって食の改善を実現し、個人が元気になり、結果として地域活性化を実現できれば意義が大きい。

宅配業やIoT機器による地方在住の一人ぐらしの見守りを実現するサービスはあるが、荷物の配達等は毎日あるわけではなく、またIoT機器ではユーザの情報が取得できない場合も散見される。本研究課題では毎日必要な食を起点とした物理・情報両面からのサポートを実現し、将来の発展可能性も大きい。

研究成果の概要(英文)：This research project tried to construct an individual cooking plate network system for elderly people living alone to collect and analyze food history and health data, starting from foods that are indispensable for daily life. A value co-creation mechanism that maintains the health of users and revitalizes the region by not only providing objective data on food but also providing informational and physical support through face-to-face communication by the caterer. Preliminary demonstration experiments were conducted in Kawada area of Sabae City, Fukui Prefecture, and examined the effectiveness of the proposed method, future development, and generalization of the system.

研究分野：サービス工学，生産システム工学，都市デザイン

キーワード：情報システム システム工学 人工知能 医療・福祉 栄養学 オペレーションズ・リサーチ

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

少子高齢化や人口の都市への集中などに起因し、特に車などの移動手段をもたない地方の一人暮らしの高齢者の健康状態をいかに管理・サポートするかが重要な課題であることには論を俟たない。さらに近年、高齢者の栄養評価において、「サルコペニア＝筋肉の衰え」「フレイル＝運動能力だけでなく心も含めた心身の衰え」が散見されているが、これは移動手段の問題がある地方だけの傾向ではなく、都市部においても同様であり、高齢化とともに食がおろそかになり健康的な生活が阻害される傾向にある。これらの状況を打破し、地域として高齢者をサポートしながら高齢者の健康を維持し、健康寿命を延伸することで地域活性化に繋げていかなければならない。

本研究課題では、これらの背景をもとに高齢者の食に着目する。食を改善することで、健常高齢者の健康を増進するだけでなく、入院していた病院を退院し在宅介護の必要な高齢者が再び入院するリスクを低下させるなど、高齢者の健康寿命を延伸することが可能となると考えられる。そこで、研究協力者である下村ら（下村漆器店）がこれまで開発・導入を図ってきた病院・施設向けのインカート・クックシステムに着目している。インカート・クックシステムとは、IH調理が可能な食器を用いてカート内で食材を生から調理することで、できたての料理をタイムリーに提供できるシステムである（図1）。食材の下処理でしか人手を介さず、加熱調理過程では90℃以上の温度が保たれることで菌・ウイルスが死滅し衛生面のメリットがある。また、必要な材料を必要なだけ各人の分だけ盛り付けることができるため食材を作り過ぎることもなく、食品残渣が軽減できるなどのメリットがあることが確認されてきている。減塩食、低タンパク食、嚥下食など各個人にあわせた食事を一度に調理できるというメリットもある。



図1：インカートクックシステム

このインカート・クックシステムをもとに個（戸）別システム化に向けて開発中の個別クッキングプレートをもとに、それらをネットワークで結合した個別クッキングプレート・ネットワークを構成することで、食事に関するデータを取得し栄養管理するだけでなく、周辺病院（食事箋）・薬局（投薬）・民生委員の協力を得て物理的サポート（対面）と情動的サポート（データ取得・分析）を組み合わせ、総合的に健康サポートを行うシステムの構築が可能となると考え、本研究課題の着想に至った。

2. 研究の目的

本研究課題では、一人暮らしの高齢者を対象とし、日常の生活に欠かせない食を起点としながら食の履歴・健康データを収集・分析するための個別クッキングプレート・ネットワーク・システムを構築する。食に関する客観的データだけでなく、配膳する人による対面コミュニケーションによる情動的・物理的両面からの支援を実現することで利用者の健康を維持し、地域の活性化を実現する価値共創の仕組み作りを提案する。福井県鯖江市の河和田地区を対象に実証実験を行い、提案手法の有効性と今後の発展・システムの汎用化について検討する。

3. 研究の方法

個（戸）別クッキングプレート・ネットワーク・システムは、下村ら（下村漆器店）がこれまで開発・導入を図ってきた病院・施設向けのインカート・クックシステムを拡張し開発する。インカート・クックシステムをもとに個（戸）別システム化に向けて開発中の個別ク



図2：個別クッキングプレート

ックプレート（図2）を用いて、それらをネットワークで結合した個別クッキングプレート・ネットワークを構成し、食事に関するデータを取得し栄養管理するだけでなく、かかりつけ医師・薬局・管理栄養士（在宅NST（Nutrition Support Team））や民生委員らの協力を得て物理的サポート（対面）と情動的サポート（データ取得・分析）を組み合わせ、総合的に健康サポートを行うシステムである。

個別クッキングプレート・ネットワーク・システムの全体像を図3に示す。個別クッキングプレートが各戸に配置され、ネットワークで接続された状況を想定している。まず図中のものの流れから説明する。サプライヤから調達した原材料を病院・介護施設などの施設にて下処理、盛り付けを行う。各お膳は協力管理栄養士が各戸に配膳し、前日の膳を回収するとともに食事残渣をチェックし、ユーザとコミュニケーションを行い健康チェックや栄養指導を行う。ユーザ過程全

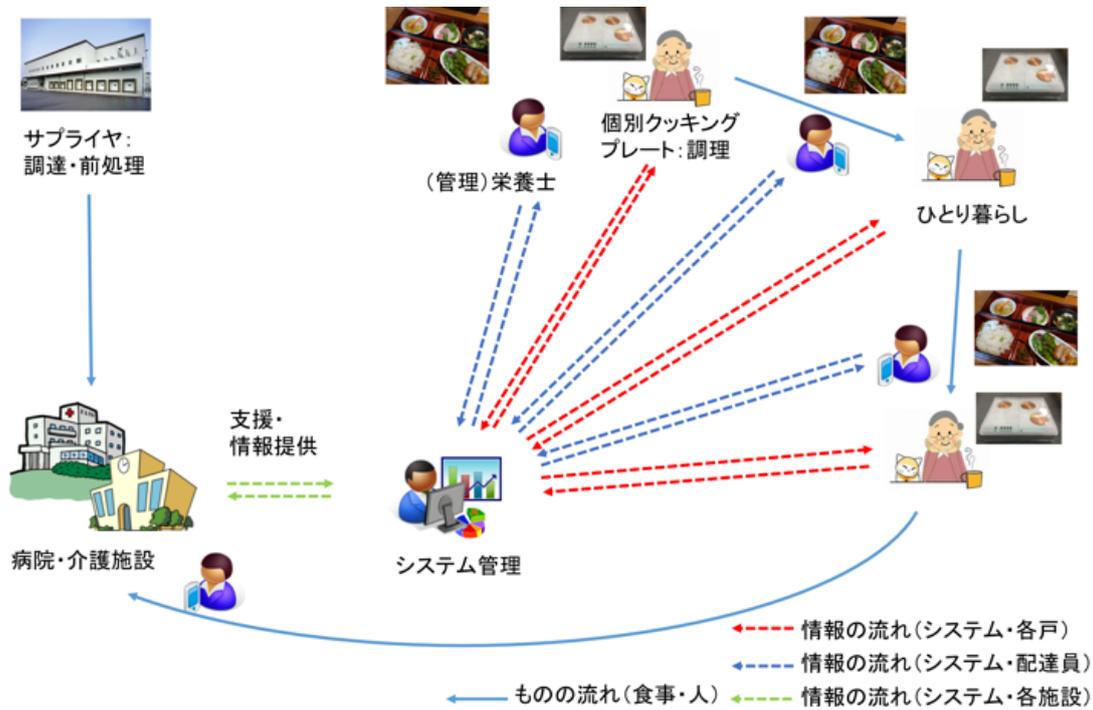


図 3 : 個別クッキングプレート・ネットワーク・システム

てを回り配膳を終了し、回収した膳の洗浄を行う。次に情報の流れを説明する。各ユーザの食事調理のコントロールを行うとともに、食事履歴等のデータをシステム管理へと送信する。また、各戸に配膳される配達員が食事残渣等のチェックを行い、それらの情報を手持ちのハンディ端末でシステムへと送付するとともに、投薬管理等の指示に関する情報も提示する。システム管理へと集められた情報は、協力病院、介護施設、管理栄養士、薬剤師、ケアマネージャなどの在宅NSTと情報連携し、健康チェックが行われる。

4. 研究成果

以上の個別クッキングプレート・ネットワーク・システムを構築するために、大きく以下の項目に分類して研究を推進し成果をあげた。

(1) 個別クッキングプレート・ネットワーク・システム試作と実証実験

個別クッキングプレートシステムを既存の試作品からネットワークインターフェースを有する改良版を試作した。また、調理中の温度管理が可能となるように温度センサを内蔵し、調理過程の温度フィードバックを実現した。これらはすべて Microsoft Azure, Amazon AWS クラウドサービスを紹介して制御可能となるように設計され、メニュー管理を行うメニュー入力端末、それらを参照するタブレット端末、スマートフォン端末から構成される。各端末がクラウドを介した通信を行いながら、配膳担当、配達担当へと指示を出すとともに、お膳の個人識別情報を QR コードで管理し、メニューを基にした調理情報（時刻、調理時間、火力など）を自動的にダウンロードし、調理を開始するというものである。すべての履歴情報はブロックチェーン内に格納され、メニュー情報の機械学習モジュールも実装した。配膳担当、配達担当へは、SNS のチャットボツ



図 4 : 構築した個別クッキングプレート



図 5 : 膳組例

トを介したユーザインターフェースを構築し、使用者の利便性にも配慮した作りとなっている。

図4は試作した個別クッキングプレートを示している。Raspberry Pi を用いてクラウドとの通信環境を実現し、調理情報を受け取り、実績をクラウドへと返答する。

図5は膳組例を表す。医師からの食事箋をもとに、ユーザに適合したメニューが選択され、これらの情報はすべて食札上に印刷されたQRコードを介してやり取りされる。配膳担当が利用するタブレットや、配達担当が利用するスマートフォン端末でQRコードを読み取り、配膳指示、配達指示を確認する。この際、配膳や配達に関する情報は、トレーサビリティを確保するためにブロックチェーン上に情報を格納するように構築した。

福井県鯖江市河和田地区において、5箇所のパイロットを想定してシステムを稼働し、簡易的に実証実験を行ったところ、5箇所全てに予定通りの食が提供できることを確認するとともに、配膳・配達履歴をすべて記録可能であることなど、システムの基本的な動作確認を完了した。

(2) 遺伝的アルゴリズムによる管理食献立計画システム

病院や介護施設などで提供される管理食の献立計画に着目する。管理食の献立に求められる要件として、以下の4点が挙げられる。

- ・1日3食で、長期(4週間または6週)の献立計画
- ・食事を楽しめるように食品の変化や重複の考慮
- ・食事摂取基準[2]に基づいた栄養量の調整、病態による栄養量の調整
- ・食材費の考慮

栄養管理に関しては減塩食を対象とし、塩分量とエネルギー量を考慮する。塩分量は日本高血圧学会が推奨している塩分量を守るものとする。エネルギー量は食事摂取基準で定められているものを目標値としている。

本手法において用いた料理データベースはレシピサイト「おいしい健康：毎日のおいしい食事・健康管理」から作成したもので、料理データベースに登録した料理の数は300である。また、各料理データが持つ情報は「料理番号」、「料理名」、「料理に含まれる塩分量・エネルギー量」、「料理の特徴」、「料理に必要な食材とその分量」である。料理の特徴のばらつきを考慮する上で、主菜と副菜についてそれぞれ以下のように特徴を数値化する。主食については特徴が少なく、考慮する必要性が低いため本研究では考慮しない。主菜の特徴については以下に示すように数値化する。

特徴1(ジャンル) 1:和 2:洋 3:中

特徴2(食材) 1:豚肉/牛肉 2:鶏肉 3:魚 4:その他

特徴3(調理法) 1:焼く 2:煮る 3:揚げる 4:炒める 5:その他

副菜の特徴については以下の通り。

特徴1(ジャンル) 1:和 2:洋 3:中

特徴2(野菜の種類) 1:果菜類 2:葉菜類 3:根菜類

特徴3(調理法) 1:生 2:和える/漬ける 3:スープ 4:炒める/煮る

これらの特徴を用いて各食事のばらつき具合をエントロピーとして計算し、遺伝的アルゴリズムを用いて食材費の制約を満たしながら、メニューのばらつきを最大化する手法を提案した。提案手法の流れを以下に示す。

(手順1) ランダムに個体を生成する。制約違反がある場合は個体を破棄し、既定の個体数が揃うまで個体を生成する。

(手順2) 個体の評価値を算出する。

(手順3) 既定の世代数に達していなければ手順4へ、達していれば終了。

(手順4) 各個体の評価値に応じて次世代の個体を選択する。その際、その世代における最良個体は次世代にそのまま残す。

(手順5) ランダムに2個体選び、一定の確率で一様交叉を行う。制約違反があった場合は個体を破棄し、既定の個体数が揃うまで交叉を行う。

遺伝的アルゴリズムを用いて、C(1人当たりの食材発注量の上限値)を20000, 18000と設定した場合を検証した。試行回数は10としており、遺伝的アルゴリズムのパラメータは以下のとおりとした。

- ・個体数:500
- ・遺伝操作世代数:10000
- ・選択方法:トーナメント選択(トーナメントサイズ:2)
- ・交叉方法:一様交叉(交叉率:0.9)
- ・突然変異率:0.1

食材発注費用に関する制約を設けない場合, $C=20000$, $C=18000$ とした時の評価値 (エントロピー) H と 1 人当たりの食材費の 10 試行における平均値をまとめた結果を表 1 に示す.

表 1: Result of experiment

C	H	Cost per person
	4.86	21221.48
20000	4.50	19208.00
18000	4.22	17768.09

食材発注費用は設定した上限値以内に抑えられた献立が得られた. 制約を厳しくするほど, 評価値は下がっており, 献立の料理の多様性が失われていることを確認した. これは, 食材発注費用を低くするためには, 使用する食材の種類を減らすことが効果的となるため, その分料理の多様性が失われているためであると考えられる.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 入江恭平, 藤井信忠, 國領大介, 貝原俊也
2. 発表標題 管理食を対象とした献立計画システム - 食材発注費用の考慮 -
3. 学会等名 2020年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kyohei Irie, Nobutada Fujii, Daisuke Kokuryo, and Toshiya Kaihara
2. 発表標題 A study on menu planning method for managed meal -Consideration of the cost of ordering ingredients-
3. 学会等名 Advances in Production Management Systems (APMS) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 野中朋美, 鎌谷かおる, 藤井信忠
2. 発表標題 作業指示書としての調理レシピを対象としたシステムエンジニアリング分析
3. 学会等名 システム制御情報学会研究発表講演会2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tomomi Nonaka, Takeshi Shimmura, Nobutada Fujii
2. 発表標題 Service system design considering employee satisfaction through introducing service robots
3. 学会等名 Advances in Production Management Systems (APMS) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 入江恭平, 藤井信忠, 國領大介, 貝原俊也
2. 発表標題 管理食を対象とした献立計画システムに関する一提案
3. 学会等名 第62回自動制御連合講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井 信忠
2. 発表標題 個別クッキングプレート・ネットワーク・システムによる地域価値共創
3. 学会等名 2018年度人工知能学会全国大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Takeshi Shimmura, Tomomi Nonaka, Satomi Kunieda (Eds.)	4. 発行年 2020年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 254
3. 書名 Service Engineering for Gastronomic Sciences	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	野中 朋美 (Nonaka Tomomi) (60644812)	立命館大学・食マネジメント学部・准教授 (34315)	