

# 未体験レシピの探求～食の新世界を目指して～

## Exploring recipe ~for a new concept of food~

1012125 若林憲吾 Kengo Wakabayashi

### 1 はじめに

現在、我々を取り巻く環境では食に関する問題が多様に存在する。我々の身近な食に関する大きな問題としては、日常生活での栄養不足、食物アレルギーによる食事の制限などが挙げられる。まず栄養不足について、2004年において先進国では食料の供給過剰であるものの途上国では8億人(6人に1人)が食料不足であると述べている[1]。十分な食料を生産しているのにも関わらず、途上国では栄養不足の人の割合が多いのが現状である。しかし、食料の供給が十分な先進国でも栄養不足に陥る人々が多い。原因の一つとして、ファストフードやファミリーレストランなどの外食産業の発展やコンビニエンスストア業界の成長も挙げられる。外食産業やコンビニエンスストアの利用により、食生活が偏食になり栄養をバランスよく摂取できないためだと考えられる。また近年、食事よりも仕事や遊びなどを優先して、サプリメントなどで手軽に栄養の摂取を行うこともめずらしくないのが現状である。

食物アレルギーについては、食物アレルギーの症状の多くが蕁麻疹やかゆみといった皮膚症状である。しかし人によっては消化器や呼吸器症状が発現する。重篤な場合はアナフィラキシー症状である血圧低下や失神といったショック症状を引き起こし死に至る危険性もある。食物アレルギーの原因食品には様々なものが挙げられるが、鶏卵、牛乳、小麦が三大アレルギー物質といわれている。体内の免疫機構が未発達な乳幼児から小児までは鶏卵、乳製品、小麦が主なアレルギー原因食品である[2]。食物アレルギーを発症した場合、対象となる食物を回避するための除去食や代替食品を摂取することとなるため[3]、日々の食生活に様々な制限が設けられることになる。そのためアレルギーを持っていない人と同じような食生活を送ることは難しい。特に食物アレルギーを持つ子供がいる一般家庭の場合、成長に必要な栄養面等

も考慮しなければならないため食事のレパートリーが大きく制限されるのではないかと考えられる。しかし一般家庭でアレルギー食品を除去した上で栄養素を考慮した食材を選び、実際に料理を行うという行為を行うことは難しく、かなりの時間と手間を要すると予想される。

本プロジェクトでは、上記の問題を改善するために2つの提案を行う。一つ目は一日に必要な栄養素を摂取できる完全食品の作成、二つ目は小麦アレルギーをもつ小児を対象とした米粉を使用したレシピの作成を提案する。

### 2 提案手法に使われている従来の技術

この章では、本提案手法に使用した従来の技術を記述する。

#### 2.1 レシピ設計支援ツール

レシピ設計支援ツール[4]とは、栄養素とコスト、及び食材の相関の和に関する評価関数が最大になるよう、新たなレシピの基になる食材及びその配合量を最適化し出力するツールである。用途として、以下のような用途がある。

- ・食事制限が必要な患者のための特別食作成
- ・健康補助食のレシピを作成
- ・栄養バランスが整った献立を作成

レシピ設計支援ツールは必要な栄養素の数値から最適な食材の組み合わせを全てグラム数で出力する。レシピ設計支援ツールを使用する際に、必要な栄養素の数値を栄養素の目標値を定義し、栄養素が並んだベクトルを栄養素ベクトルと定義した。栄養素の個数を35種類とした。また、最適な食材の組み合わせと各食材の量を食材配合量と定義した。まず、レシピ設計支援ツールは入力データを三つ必要とする、一つ目は、文部科学省の日本食品標準成分表2010[5]から参考に作成した行を食材、列を各食材に対応した栄養素の数値とした行列である。このデータを食材栄養素行列と定義した。二つ目は、栄養

素の目標値 [6] である。三つ目は相関係数の和である。この三つの入力データからレシピ設計支援ツールは食材配合量を出力する。レシピ設計支援ツールの特徴として、所望の栄養バランスを満たす料理を提供するための食材及びその配合量を複数得ることが可能である。これにより、栄養食事療法、または一般食への適応が可能となる。また、食材栄養素行列から食材を追加、または削除することによって、調理が困難な食材などを省くことが可能となる。しかし、レシピ設計支援ツールによって得られるものは食材及びその配合量のみであり、料理手順は得ることができない。よって、得られた食材及びその配合量をどのように調理するかは、調理者自身で考案しなければならない。

### 3 提案手法

この章では、本プロジェクトが行った完全食品の作成、米粉を使用したレシピの作成の2つの提案手法について説明する。また、2つの提案手法を図1に示す。

図1 2つの提案手法

#### 3.1 A グループ

小麦アレルギーを持った小児を対象に、一日に必要な栄養素の三分の一を補い、かつ小麦粉の代替食材として米粉を使用した新しいレシピの提案を目的とした。米粉とはうるち米を水洗いした後に特殊製法により小麦粉程度まで細かく粉砕したものを言う [7]。米粉は油の吸収率が低く、小麦粉と比べて約2割程度低いと言われている。また、米粉には小麦粉に含まれているグルテンというたんぱく質が含まれていないため、小麦アレルギーを持つ人用に小麦粉の代用品として使用することが出来る。小麦アレルギーを持つ乳幼児の離乳食への応用へ用いられた例もあるが [8] 一般家庭で使用される食材として普及しているとは言いがたいのが現状である。米粉を使用したレシピを開発するにあたり、まず調理をする際の味付けや風味付けを適切に行うことができるような調味料の組み合わせを調査した。手順として、楽天レシピ [9] に掲載されている人気メニューのカテゴリと米粉のカテゴリから、調味料の組み合わせを調査した。今回は各料理ごとにレシピを15個分調べ、その中で7個以上のレシピに使われている調味料の組み合わせを抜き出した。レシピに使用する食材の出力にはレシピ設計支

援ツールを使用した。出力する食材を指定することも出来るので、必ず米粉を含むよう設定し、食材リストを出力した。また、本グループでは味について考慮された食材リストを出力するために、食材相関行列を求めるツールを作成した。このツールは、既存の料理の使用食材とその配合量から、相関係数を用いて食材相関行列を求めるソフトウェアである。食材相関行列をレシピ設計支援ツールに入力することで、味の整った食材リストを出力し、その食材リストを元に調査した調味料の組み合わせ等を考慮してレシピ開発を行った。作成したレシピを使用して実際に調理実験を行い、改善点等をグループメンバー内で出し合いレシピの改善を行っていった。

#### 3.2 B グループ

1日に必要な栄養素を摂取できる固形完全食品を作成し、固形完全食品を摂取することで健康を維持または、より健康になれるのかを検証するための体調調査実験を行った。固形完全食品を作成するために、レシピ設計支援ツールを使用して固形完全食品を作成するための最適な食材を出力し、固形完全食品の作成を行う。固形完全食品の食材を決定するために、厚生労働省が調査した日本人の食事摂取基準 [6] を基に、固形完全食品のレシピを作成する。食材はレシピ設計支援ツールが様々な食材による出力を行うため、味のレパートリーについての問題を解決できると考えられる。また、固形化に関しては食材をミンチ状にすることで固形化することを容易化できるので、咀嚼の問題点は改善できる。固形完全食品における体調調査実験はプロジェクトのメンバー5人で1ヶ月間行った。調理した固形完全食を毎日1食以上摂取し、体調調査の記録をとった。実験の際、被験者は実験の最中の健康状態として体重、ウエスト、就寝時間、睡眠時間、起床時間を記録した。更に、体重とウエストの記録を基にBMIの計算を行い、その記録を行った。更に、血圧、体脂肪率、血糖値を専用の機器を用いた検査と、活動量計を用いた歩数と消費カロリーの記録を行った。また、各人の食事時間を確認するために食事の写真を撮るものとした。上記の検査項目を記録用紙に記入する際、記入事項を検査するものをあらかじめ設定しておき、記入ミスや記入漏れがないことを確認した。体調調査実験で得られたデータは単回帰分析を行って実験の結果を確認した。なお、単回帰分析とは、説明変数と目的変数と定めた2変数間の関係を分析するものであ

る. 説明変数を食事量 (x), 目的変数 (y) をそれぞれの検査項目とし計算し、決定係数を求め、回帰分析のまとまりを調べ、傾きに関して t 検定を行った結果、全被験者の全体調検査項目に対して、効果が確認できなかった。

#### 4 提案手法の評価

まず A グループでは、米粉レシピを作成するにあたってレシピ設計支援ツールの使用可能食材集合 (正規化後) から小麦粉を抜いて、代わりに米粉 (今回は精白米として追加) を集合に入力することで米粉を含んだレシピを出力することを可能とした。今回、使用可能食材集合については佐藤 (仁) 研究室によって作成されたものを使用した。また、レシピの味を調えるために既存の料理の使用食材 [10] とその配合量から相関係数を用いて食材相関行列を求めるツールを作成した。従来、レシピ設計支援ツールでは味について考慮して食材を出力するということはされていなかった。このツールから出力されたものをレシピ設計支援ツールに入力することで、味の整ったレシピにすることが可能となった。また、調理実験後の試食の際、評価シートを使用した。使用した評価シートの内容については以下の通りである。

1 ~ 4 の数字を書いてください。

- 1 : とても感じる
- 2 : 感じる
- 3 : あまり感じない
- 4 : 全然感じない

甘味 (                    )  
塩味 (                    )  
酸味 (                    )  
苦味 (                    )  
辛味 (                    )

・上の甘味~辛味の中で一番感じたのは (                    )

・味付けのバランスはどうでしたか?  
(                    )

この評価シートでは試食した料理の甘味、塩味、酸

味、苦味、辛味を 4 段階で評価し、一番感じた味と味付けについての感想を記述する。このシートに記述を行うことによって、次回調理実験を行う際に、評価シートに書かれた味や改善点をふまえることで、より味の整ったレシピを作成・調理することができるようになった。また、より小児が好みやすい味とするために、どのような味を好むのか調査を行った。その結果、小児は甘味と酸味の強い食品を好む傾向があることが判明した。調理の際はなるべく甘味もしくは酸味のある料理を作成するようにすることで、小児が好みやすい味とすることが可能となった。B グループでは、フードプロセッサーと乾燥機を使用することによって、固形状の完全食品を作成した。これによって従来の手法である Soyrent[11] が抱えていた、咀嚼することができないという問題点を解消することができた。また、レシピ設計支援ツールで出力する食材の数を増やすことによって、栄養素の整ったレシピにすることができた。体調管理実験では、作成した完全食品を毎日 1 食以上摂取し、体調調査の記録をとった。単回帰分析の際は、被験者の 5 名をそれぞれ A, B, C, D, E とし上から傾き (a), 切片 (b), 決定係数 ( $R^2$ ) とした。このデータで単回帰分析を行った結果、回帰分析の結果から、決定係数が 0.5 以上のものは、被験者 A の体重と BMI, 被験者 B の体重と BMI, 被験者 E の最高血圧であった。しかしながら、被験者 A 及び B の BMI 以外の項目の変化量は微々たるもので、変化をみるができなかった。被験者 A 及び B の BMI は変化を確認することが出来た。

#### 5 まとめ

本プロジェクトで行った各グループの提案手法の特徴として、A グループでは食材相関行列を求めるツールを作成した点が挙げられる。このツールにより得られた相関行列をレシピ設計支援ツールに入力することにより、味の整ったレシピを出力することが可能となった。B グループでは固形状の完全食品の作成と、完成した固形状の完全食品を実際に食べ続ける体調調査実験を行った点が挙げられる。この調査を行うことで、今回作成した固形完全食品は必要な栄養素を摂取でき、なおかつ健康状態にどのような影響を及ぼすのか知ることができる。米粉レシピに関する従来の手法として、小児の食物アレルギーに関するアンケート調査と栄養・食事指

導 [12] では、食物アレルギーを発症した小児を持つ保護者は、除去食の調理や安全な食品の購入などの負担、料理のレパートリーの少なさや除去食を使用することによる栄養不足の不安といった悩みを持っている場合が多いという結果が出ている。完全食品に関する従来手法として SoyLent[11] は、1日に必要な全ての栄養素が粉末になっており、それを水に溶かして飲むことによって1日に必要な全ての栄養素を摂取することができる。これにより、SoyLent を食すだけで必要な栄養を摂取することを可能としている。従来手法との比較として、まず A グループ、B グループの提案手法に共通した利点として、レシピ設計支援ツールを使用することで栄養の整ったレシピを作成することができる点が挙げられる。そのため、栄養不足の問題を解消することができる。次に A グループの提案手法では食材相関行列を求めるツールから出力されたものをレシピ設計支援ツールに入力することで、味の整った料理にすることができる。これによって、従来の手法で挙げられていた料理のレパートリーの少なさの問題を解消することができる。B グループの提案手法では、SoyLent では粉末を水に溶かして飲むために行えなかった咀嚼を、固形状の完全食品を作成することによって可能としている。また従来の手法では味が全て同じであるという問題を抱えていたが、レシピ設計支援ツールで食材を出力することによって様々な味の完全食品を作成することができる。本提案手法によって、A グループは小児を対象とした米粉を使用した味の整ったレシピの作成を行うという目的を達成することが出来た。今後の課題としては、A グループではプロジェクト活動中に 35 回の調理実験を行ったが、食材相関行列を求めるツールの作成に時間がかかり、そのツールを使用したレシピは 2 品しか作成できなかったため、おいしいと言えるレシピの数を食材相関行列を求めるツールを使用して更に増やしていくことが必要となる。また、作成したレシピの評価方法は 5 人という少ない人数での評価であるため、更に多くの客観的な評価を得る必要がある。B グループは固形状の完全食品を作成することができたが、体調調査実験では有意な結果を得ることが出来なかった。また、一日に必要な栄養素を摂取できる固形完全食品の栄養素を整えるのことは成功したが、味について全く考慮せずにレシピを作成したため、あまりおいしいとはいえないレシピになってしまった。今後の

課題として、味を考慮するためには、A グループで作成した食材相関行列をうまく用いることができれば改善できると考えられる。また今回は、フードプロセッサーや食品乾燥機などの食品器具を使用できたので固形状を容易に出来たが、今後はこのような器具なしでも作成できる調理方法を調べる必要がある。そして体調調査実験では、有意な結果を得ることが出来なかった理由として、実験を行った被験者たちは元々健康であったため、より健康になったと証明することが難しかったと考えられる。そのため、実験を行う際には健康状態が違う被験者を増やす必要がある。

## 参考文献

- [1] 高橋梯二, "世界の食料問題", 熱帯農業, 48(5), pp313-317, 2004.
- [2] 池田友久, "食品とアレルギーをめぐる現状と課題", JAS 情報, pp1-4.
- [3] 鈴木美佐, "日本における食物アレルギー児を持つ母親に関する研究の現状", 聖泉看護学研究 2, pp103-110.
- [4] 佐藤仁樹, 佐藤雅子, "遺伝的アルゴリズムに基づく非線形スパース最適化 食材・配合量最適化問題の解放", pp.1-6, Oct. 2013.
- [5] 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会報告「日本食品標準成分表 2010」.
- [6] 第一出版編集部, 日本人の食事摂取基準 (2010 年度版), 第一出版, 2010.
- [7] 今別府靖子, "米粉の特徴を生かした調理のコツと活用法".
- [8] 件みずほ. "小麦アレルギー代替食として米粉の離乳食への応用", 山陽学園短期大学紀要 第 42 巻 (2011).
- [9] 楽天株式会社, "楽天レシピ," <http://recipe.rakuten.co.jp/> Dec. 2014
- [10] 女子栄養大学監修, 栄養 Pro Ver.2.00, 女子栄養大学出版部, 2011.
- [11] SoyLent Corporation, <http://www.soylent.me>, July. 2014.
- [12] 川上祐子, 鈴木祥恵, 城戸喜三子, 中山 順子." 小児の食物アレルギーに関するアンケート調査と栄養・食事指導", p1 p26. March. 2009.