

未体験レシピの探求～使えるおもしろレシピ集～

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

1013162 深尾恭平 Kyohei Fukao

1 はじめに

現在、1日に摂取する栄養素の推奨量は厚生労働省により決められている。しかしながら、推奨量の栄養素を毎日摂取するのは非常に困難である。理由として考えられることを若年者と高齢者という2つの観点から見てみる。

超高齢社会における栄養の問題として、健康寿命の延伸や介護予防の観点から、過栄養だけではなく、後期高齢者が陥りやすい「低栄養」、「栄養欠乏」の問題の重要性が高まっている [1]。加齢による食欲低下で控えてしまいがちな肉類であるが、肉に含まれている栄養素には重要なものもあり、摂取量の減少は健康障害の誘因になる可能性がある。肉類に多い栄養素の例としてたんぱく質が挙げられる。たんぱく質は生物の重要な構成成分のひとつであり、非常に多くの種類がある。酵素やホルモンとして代謝を調節し、物質輸送や生体防御に関与している。また、たんぱく質を構成しているアミノ酸は生体活性物質の前駆体でもあり、更に酸化されるとエネルギーとしても利用されるものである [2]。したがって、肉を摂取すべきだ。従来手法を調べると、ターゲットを高齢者にしばった肉もどき料理は見当たらず、ダイエットをしている人に向けたものが多かった。主な肉もどき料理に使われている材料は、麩・豆腐・こんにやくであった。これから肉で得られるように栄養を補える複数の食材を組み合わせることで、肉で得られる栄養を肉もどきでも摂取することに有用性がある。

近頃、生活習慣病という言葉が広がっている。生活習慣病とは、食事や運動、ストレス、喫煙、飲酒などの生活習慣がその発症・進行に深く関与する病気の総称である。生活習慣病にはさまざまな種類があるが、癌、脳卒中や心臓病などが挙げられる。それらの要因のひとつとして食生活の変化による栄養不足がある [3]。栄養不足の原因のひとつとして、外食産業の発展が挙げられる。現代の外食率は20から30歳代の男性で3人に2人、20歳代女性で2人に1人という状況にある [4]。外食では栄養バランスを考慮されていないことが多く、添加物を多分に含む料理であることが多い。このような問題を解

決するためには栄養バランスを考慮した料理を行うことが望ましい。また、旭化成株式会社が行ったアンケートによると、20から30歳代の働く女性で毎日自炊をしている人は17%である [5]。これにより、働きながら料理を作ることは困難であると考えた。従来手法の「Soylent」とは、代替食品のひとつで、2013年にアメリカで開発された。これは、粉末になっていて、それを水に溶かして飲むことにより、1日に必要な全ての栄養素を摂取することができるものである [6]。これは、料理をしない、もしくは料理ができない人も利用することが可能である。しかし、「Soylent」は健康に有益な合成物（植物性栄養素、抗酸化物質）を摂取することができず、液体であるために胃の消化能力が落ちることが考えられる。栄養バランスを整える手段として「Soylent」のような飲料水やサプリメントだけに頼るべきではない。このことから手軽に栄養を補える調味料に有用性がある。

本プロジェクトでは、上記の問題を解決するために2つの提案を行う。一つ目は肉と同等の栄養素をもつ肉もどきのレシピの作成、二つ目は栄養の不足を解消できる調味料のレシピの作成である。

2 使用する技術

レシピ設計支援ツールとは栄養素とコストに関する評価関数が最大になるよう、新たなレシピのもとと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 [7]。用途としては、栄養バランスの整ったレシピの作成、不足しがちな栄養を補う献立の作成、特定の食材を含む新しいレシピの作成などがある。レシピ設計支援ツールの目的は、できるだけ安い材料を用いて栄養バランスに優れた料理を作る。レシピ設計支援ツールを使用する前に以下の情報の入力が必要である。

- 調理に使用できるすべての食材
- 食材使用量の上限と下限
- 摂取したい栄養素の目標値
- 食材の値段

レシピ設計支援ツールは入力データから遺伝的アルゴリズムと非線形計画法で計算が行われる。遺伝的アルゴリズムを用いることで数千種類の食材の中から一食分の料理に用いられる十種類程度の食材の組み合わせの候補を複数種類選択することができるため、栄養バランスの計算の最適化を行える。遺伝的アルゴリズムの説明を以下に示す。

- (1) N 種類の染色体を作る。
- (2) 自然淘汰の原理に従って N 種類の染色体の中から優秀な染色体を選び出す。
- (3) 染色体を優秀な順に並びかえる。
- (4) 上位 $N/2$ 個の染色体を交叉して $N/2$ 個の新しい染色体を作り出す。

交叉を行う理由は優秀だと選定された二つの集合を混ぜ、よりよい集合が得られる可能性がある。そして、二つの集合から新たに二つの集合を作り、全部で四つの集合を作成する。これらを再度 (1) に戻って評価値の計算を行い、(2), (3) を繰り返す。これによって、元の集合よりも優秀な集合を作り出せる可能性がある。

次に非線形最適化について説明する。

- 非線形: 線形 (1 次式) 以外
- 非線形最適化: $J = (x - a)^2 + b$

x の関数の最大値または最小値を与える x を求める関数のことを最適化という。これらの手法を用いて、以下の情報を出力する。

- 食材
- 配合量
- 重要視した栄養素

レシピ設計支援ツールには長所と短所がある。以下が長所である。

- 栄養素の目標値を設定することができる。
- 食材栄養素行列から食材を追加、または削除することができる。
- 一度のレシピ設計支援ツールの計算結果では評価値が高い順に 16 種類のレシピが表示される。
- 食材の配合量の上限・下限を設定できる。
- 選ばれる食材の優先順位をつけることができる。

以下が短所である。

- 料理手順は得られない。

- 味の考慮がなされていない。
- 計算時間が長い。

短所の 3 つ目より、結果に問題があった際に、再度計算を行いさらに時間がかかる。長所の 2 つ目より、使わないと考えた食材を食材栄養素行列から削除し時間短縮した。また、食材栄養素行列から肉を削除し、肉を使わない肉もどき料理の作成が達成できた。

3 提案手法

もどき料理グループの肉の主要な栄養素 (ビタミン B1, ビタミン B2, たんぱく質等) を補える肉もどきの作成, 栄養補完調味料グループの栄養素の不足を補える栄養補完調味料の作成の提案手法について説明する。

3.1 もどき料理グループ

たんぱく質やビタミン B1 などの肉で摂取したい栄養素を、肉を用いずに摂取できる肉もどき料理のレシピ作成を行う。目標とする肉の種類は中型種の豚のヒレ肉とした。肉もどき料理のレシピを作成するために、レシピ設計支援ツールを使用して、豚のヒレ肉と同等の栄養素を持つ食材の組み合わせを出力し、その結果からレシピを作成する。肉もどきの作成であるため、肉に近づくレシピは液状ではなく固形物を作成できるものとする。固形化には、細かくした食材を全て混ぜ合わせ、捏ねて成形する方法を用いる。また、捏ねて成形するには小麦粉をつなぎとして使い、ごま油やしょうゆなどの常温で液体の食材はひとつのレシピに使用できる量を制限した。これらの制限はレシピ設計支援ツールで食材の配合量を決める際、あらかじめ設定しておくこととする。調理実験では、風味や香りを付けられると考え、燻製器を用いた。調理実験後、グループメンバー内で改善点などを話し合い、レシピ設計支援ツールの設定や調理方法に活かした。

3.2 栄養補完調味料グループ

20 代から 30 代の方は、自炊ができていない、外食をしている割合が多いのが現状である。このような状態では栄養バランスの良い食事を摂取することができず、栄養不足を起こす。本来は、栄養バランスを考慮した料理を行うことが望ましい。しかし、栄養素を考慮するレシピを毎日作成することは難しい。そこで本グループでは、調味料の手軽さに着目し、目標とした料理にかけることにより、1 食に必要な栄養素を摂取することができる栄養補完調味料の作成を目的とした。栄養補完調味料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 [8] を基にした。栄養補完調味料を作成するた

めに、レシピ設計支援ツールを使用して、豚のヒレ肉に不足している栄養素を補える調味料を作成するための最適な食材を出力して、栄養補完調味料を作成する。合わせ調味料の作成であるため、レシピ設計支援ツールで食材の配合量を決める際に、ベースとなる調味料が必ず選定されるように設定する。この制限はレシピ設計支援ツールで食材の配合量を決める際、あらかじめ設定しておくこととする。フードプロセッサーを用いて食材をペースト状にして鍋で数時間煮込むことにより、ソースのような調味料を作成することに成功した。

4 性能評価

4.1 調理実験

今回、一般的な食料品店で買える食材をレシピ設計支援ツールの使用可能食材にし、家庭でも調理可能な食材を使用した。味の評価アンケートを作成してプロジェクト内で評価を行うことを考えた。しかし、前期の作業が円滑に進めることが出来ず、前期に遅れた作業を引き続き後期に行い、味の評価アンケートを作成することが出来なかった。また、味の評価の設定を作成することが困難であるため、今回は行うことが出来なかった。味の評価はプロジェクト内部の評価のみである。

もどき料理グループは、レシピ設計支援ツールによって豚肉の主要な栄養素を補える食材でレシピを作成した。3回目の調理実験で作成したレシピと豚のヒレ肉の栄養素のグラフを図1に示す。このグラフのY軸は対数メモリを使用している。栄養素の目標値には肉で摂取したいと考えた栄養素を重要視し、たんぱく質、ビタミンB1、ビタミンB2、ナトリウムに重みを置いて、作成したものである。この図により、重要視した栄養素は、目標値と近い量を摂取できることがわかる。これは、従来の肉もどき料理と違い、肉の栄養面に着目した肉もどき料理であり、新規性のある肉もどき料理の作成ができたと考えられた。次に、味の評価として、プロジェクトメンバーと担当教員が試食することによって評価をした。栄養素を肉に似せることを重要視したため、味の面では従来の肉もどき料理に劣っていると感じられた。

栄養補完調味料グループは、レシピ設計支援ツールによって豚のヒレ肉の栄養不足を補える調味料を作成した。4回目の調理実験で作成したレシピと栄養素の目標値のグラフを図2に示す。このグラフのY軸は対数メモリを使用している。創作レシピは作成した調味料のことであり、栄養の目標値は1食に必要なとされている栄養素からご飯、豚ヒレ肉、コーン、にんじん、アスパラガスを引いた。図2より、栄養補完調味料

を目標とした食材にかけることにより、1食に必要な栄養素を補うことができることがわかる。従来の調味料はこのような栄養素を補うことが考慮されず、また多くの調味料は食塩相当量が高く、毎食摂取し続けると、人体に悪影響を及ぼすおそれがあるが栄養補完調味料は食塩を考慮して作成した。次に、味の評価に関しては、美味しく食べることが出来る調味料となった。しかし、この評価は数人の味覚によって確かめられたものであり、多人数の意見を取り入れたものではない。また、調理方法としてはベースとなる基本調味料に食材を配合する方法をとったため、醤油、味噌などのように発酵のような時間のかかる工程を必要としない。しかし、1時間以上煮込む必要があるのが問題として残る点である。

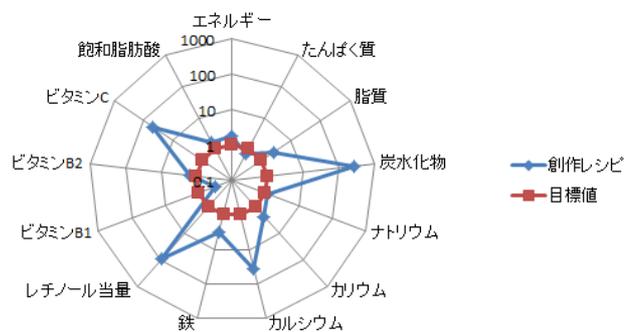


図1 肉もどきと栄養素の目標値の比較

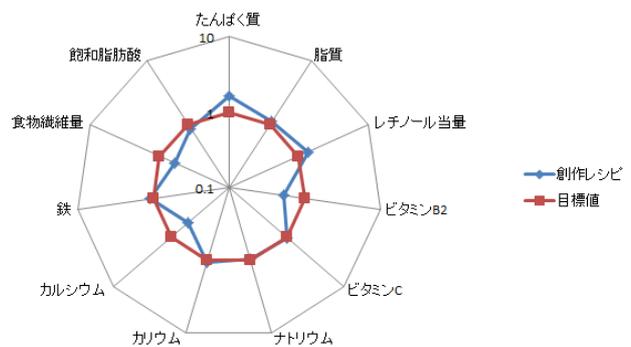


図2 栄養補完調味料と栄養素の目標値の比較

5 まとめ

5.1 提案手法について

栄養素とコストに関する評価関数が最大になるように食材及びその配合量を最適化するレシピ設計支援ツールを用いたことにより、栄養バランスの優れたレシピを作成するために活動してきた。

肉もどきは、主に植物性の原料を用いて、豚肉と同等な栄養素を持つ。この肉もどきを用いた料理により、ヘルシーな植物

原料から豚肉の主要な栄養素を摂取できる。高齢者のための肉もどきを作成したため、家庭での料理だけではなく、特別養護老人ホーム、介護老人保健施設の料理で使用されることが期待できる。従来の肉もどきは肉と同等の栄養素を補うことが目的ではなかったために、今回作成した肉もどきは肉と同等の栄養素を摂取するという点では優れた。また、プロジェクトメンバーと担当教員の味の評価は、従来の肉もどきのほうが良いという結果になった。

今回作成した調味料の栄養バランスは、豚肉料理の不足栄養素を補うように整えられている。この調味料を料理に応じて作成することにより、手軽に栄養素の不足を解消できる。栄養補完調味料は、従来手法にある「Soylent」の液体ではなく、料理に調味料を加えることで栄養バランスが整えられる調味料を作成した。今回、作成したレシピは家庭での料理だけではなく、栄養が不足している人に対して栄養を補える点で優れたレシピになった。従来の調味料では栄養素を補うことができない、食塩量が高いことに比べて、作成した調味料は栄養素を補え、塩分量に配慮して作成を行ったため、この2つに関しては優れている点である。また、従来の醤油や味噌のように発酵のために時間をかける必要がなく、煮込むことで作成できる。しかし、煮込む時間が長いいため短くする工夫が必要である。また、プロジェクトメンバーと担当教員の味の評価は、美味しいといった評価になった。

5.2 プロジェクト評価

プロジェクトで最も大きな問題になったのはスケジュール通りに活動が行えなかったことである。先のスケジュールを見通した予定を前期は立てることが出来ずに、前期の作業を後期に引き続き行うことになった。そのため、後期の初回のプロジェクトではメンバーで今後の活動の対策を話し合った。対応としてはプロジェクトリーダーや担当教員にこまめな進捗報告をすることになった。また、役割分担は問題なく行えたのだが、作業の進捗確認が不足していたためにスケジュールの遅れが発生した。改善としては、プロジェクトリーダーがスケジュールを作成して進捗の把握を行った。結論としては、プロジェクトを運用するうえで進捗管理などの問題が発生し、円滑に作業を進めることができなかった。

5.3 今後の課題

作成したレシピは、プロジェクトメンバーと担当教員以外への評価は得られていなかった。そのため、プロジェクト外部の人の客観的な料理の評価を得ることはできなかった。肉もどきは対象の高齢者から評価をもらい、高齢者が好む肉もどきを

作成する。また、作成したレシピ数が少ないかつ、豚のヒレ肉のみを対象としたレシピしか作成していないため、種類を増やして様々な料理に対応する肉もどきを作成する必要がある。栄養補完調味料グループは、豚のヒレ肉以外の料理にも使える調味料を作成する。また、評価項目を作成しプロジェクト外部の人に作成したレシピの味を評価してもらうこと、調味料の種類を増やして、評価の項目を設定すべきである。また、両グループに共通する今後の課題は作成したレシピを広める方法を検討することである。

参考文献

- [1] 厚生労働省, 「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会」報告書 高齢者 <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000042643.pdf>, (最終アクセス:2015年12月22日).
- [2] 厚生労働省, 「日本人の食事摂取基準(2015年版)策定検討会」報告書 たんぱく質 <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000042630.pdf>, (最終アクセス:2015年7月9日).
- [3] 戸川律子. "マグガパン・レポートと日本における食の「近代化」の内発的契機." オーム社, 2012.
- [4] 厚生労働省. "栄養・食生活". http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/b1.html, (最終アクセス:2016年1月10日).
- [5] 旭化成株式会社. "働く女性の料理に関する意識調査について". <https://www.asahi-kasei.co.jp/asahi/jp/news/2013/li130910.html>, (最終アクセス:2016年1月10日).
- [6] Soylent Corporation, 2015. <http://www.soylent.me>, (最終アクセス:2016年1月10日).
- [7] 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法-," 信学技法 NLP2013-78, pp. 47-52, Oct. 2013.
- [8] 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. http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/002/011.pdf, (最終アクセス:2015年12月25日).