

公立はこだて未来大学 2015 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2015 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

未体験レシピの探求～使えるおもしろレシピ集～

Project Name

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

グループ名

栄養補完調味料グループ, もどき料理グループ

Group Name

Seasoning which supply nourishment group, MODOKI food group

プロジェクト番号/Project No.

02-A,B

プロジェクトリーダー/Project Leader

1013162 深尾恭平 Kyohei Fukao

グループリーダー/Group Leader

1013096 鈴木裕弥 Yuhya Suzuki

1013042 渡邊俊 Shun Watanabe

グループメンバ/Group Member

1013042 渡邊俊 Shun Watanabe

1013084 棟方耕人 Koto Munakata

1013096 鈴木裕弥 Yuhya Suzuki

1013156 須田成美 Narumi Suda

1013162 深尾恭平 Kyohei Fukao

1013212 大石茉莉子 Mariko Ohisi

1013242 寺坂拓哉 Takuya Terasaka

指導教員

佐藤仁樹教授 新美礼彦准教授

Advisor

Professor Hideki Satoh Associate professor Ayahiko Niimi

提出日

2016 年 1 月 20 日

Date of Submission

January 20, 2016

概要

インスタント食品の摂取や不規則な食生活によって生じる栄養不足を解決するために、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配合量を最適化するレシピ設計支援ツールを用いて、栄養不足を補うための肉もどきと調味料を開発した。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(ビタミン B1, ビタミン B2, たんぱく質等)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。また、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。

キーワード 栄養不足, 肉もどき, 調味料, 植物原料, レシピ設計支援ツール

(※文責: 深尾恭平)

Abstract

A recipe design tool, which optimizes food ingredients and their quantities so as to maximize an evaluation function with respect to their nutrients and cost, was used to solve malnutrition problems caused by eating instant foods and an unbalanced diet. We developed MODOKI meats and seasonings to compensate for lack of the nutrients. MODOKI meats were developed primarily using vegetable materials so that their nutrients equal to those of pork (vitamin B1, vitamin B2, protein, etc). We can thus take main nutrients of pork from healthy vegetable materials. The nutrients of seasonings were adjusted to compensate that of pork. Various malnutrition problems can be solved by using these seasonings.

Keyword malnutrition, MODOKI meat, seasonings, vegetable material, recipe design tool

(※文責: 深尾恭平)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.1.1	もどき料理グループ	1
1.1.2	栄養補完調味料グループ	2
1.2	もどき料理グループの従来手法	2
1.2.1	従来手法の調査内容	3
1.2.2	従来手法の問題点	3
1.2.3	従来手法の改善	4
1.3	栄養補完調味料グループの従来手法	4
1.3.1	従来手法の調査内容	4
1.3.2	従来手法の問題点とその改善策	6
1.4	提案手法の概要	7
1.4.1	もどき料理グループ	7
1.4.2	栄養補完調味料グループ	8
第 2 章	レシピ設計支援ツール	9
2.1	レシピ設計支援ツールの概要	9
2.2	レシピ設計支援ツールの仕組み	10
2.3	レシピ設計支援ツールの使用方法	12
2.4	レシピ設計支援ツールの特徴	14
第 3 章	提案手法	16
3.1	プロジェクトの目的と提案手法の関係	16
3.2	もどき料理グループ	16
3.2.1	目的・概要	16
3.2.2	使用するデータ	16
3.2.3	プロジェクトとしての評価	17
3.3	栄養補完調味料グループ	18
3.3.1	目的・概要	18
3.3.2	使用するデータ	19
3.3.3	プロジェクトとしての評価	19
第 4 章	性能評価	21
4.1	調理実験	21
4.1.1	調理実験の諸注意	21
4.1.2	調理実験の準備	22
4.1.3	調理実験の手順	22
4.1.4	調理実験後の手順	23

4.1.5	調理実験マニュアルの確認	24
4.2	もどき料理のレシピ集	25
4.2.1	もどき料理のレシピ 1	25
4.2.2	もどき料理のレシピ 2	27
4.2.3	もどき料理のレシピ 3	30
4.2.4	性能評価	32
4.3	調味料のレシピ集	33
4.3.1	調味料のレシピ 1, 2, 3	33
4.3.2	調味料のレシピ 4	36
4.3.3	調味料のレシピ 5	39
4.3.4	性能評価	41
4.4	成果発表会	42
4.4.1	中間発表会	42
4.4.2	成果発表会	43
4.4.3	プロジェクト見学	44
第 5 章	まとめ	45
5.1	提案手法の特徴	45
5.2	提案手法の位置づけ	45
5.3	提案手法の評価	45
5.4	プロジェクト評価	46
5.5	今後の課題	46
付録 A	もどき料理グループの従来手法	47
付録 B	栄養補完調味料グループの従来手法	49
参考文献		54

第 1 章 はじめに

1.1 背景

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。若年者は生活の中に余裕のある時間が少ない。また近年では外食産業やコンビニエンスストアの発展もあり、手軽に食事ができるのが現状である。そのため栄養バランスを考慮した自炊を避けてしまいがちである。この点から手軽に栄養を整えられる手法が必要だと考えられる。高齢者は加齢による食欲低下から、油の多い肉を控えてしまうことが多い。しかし肉にはたんぱく質など重要な栄養素が含まれている。このような状態では栄養不足に陥るのは明白である。栄養不足が続くと健康障害を引き起こす可能性が非常に高い。そこで私たちはこの問題を解決するために、高齢者をターゲットに肉もどきの作成、若年者をターゲットに栄養を補完する調味料を開発した。

(※文責: 鈴木裕弥)

1.1.1 もどき料理グループ

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視点から、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。高齢者の低栄養の要因としては、独居や介護力不足、孤独感、貧困といった社会的要因、認知機能障害やうつ、誤嚥や窒息の恐怖といった精神的心理的要因、嗅覚や味覚の障害、食欲低下といった加齢の関与、臓器不全、炎症や悪性腫瘍、疼痛、義歯など口腔内の問題、薬物副作用、咀嚼や嚥下の障害、日常生活動作障害、下痢や便秘などの消化管の問題といった疾病要因、その他不適切な食形態問題や、栄養に関する誤認識、医療者の誤った指導などさまざまなものが挙げられる [1]。これらの中でも加齢による食欲低下で控えてしまいがちなものとして、肉類が挙げられる。身体によくないと思われ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存在する。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理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。たんぱく質の摂取量が少ないことは筋力の低下と関連し、またフレイルティの出現のリスクが増加することが確認されているという調査もある。フレイルティとは、老化に伴う種々の機能低下（予備能力の低下）を基盤とし、様々な健康障害に対する脆弱性が増加している状態、すなわち健康障害に陥りやすい状態、年をとって心身が衰えていることを指す。ここで、フレイルティとは体重増加、主観的疲労感、日常生活活動量の減少、身体能力（歩行速度）の減弱、筋力（握力）の低下の五項目のうち、三項目が当てはまるものとする。高齢者は加齢により生理機能が低下し、体組織では骨格筋が減少、脂肪は増加傾向を示し、筋たんぱく質代謝は低下する。一方で、内臓たんぱく質代謝は成人期からほとんど変化しないとされ、18歳～31歳の若年成人とたんぱく質の推定平均必

要量に差は認められないとの報告もある。また、たんぱく質の過剰症は報告されていない [2]。

本グループでは、肉類のもつ栄養は高齢者にとって欠かせないものであり、しかし肉類が食欲の低下している高齢者にとって控えがちな食品であると考えた。そこで肉類を控えている高齢者を対象とし、肉類と同等の栄養、特に肉で摂取したいたんぱく質などの栄養素を、肉を使わずに摂取できるような肉もどき料理のレシピの作成を目的とした。肉もどき料理のレシピの作成においては、肉を使わないことに加え、高齢者が対象であることから噛み切りやすいもの、かつ食した際にあまりに油っぽい印象を受けないものを目標とした。

(※文責: 須田成美)

1.1.2 栄養補完調味料グループ

近頃、生活習慣病という言葉をよく耳にする。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、癌や脳卒中、心臓病なども挙げられる。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挙げられている [3]。実際、食事と健康は密接に関係している。なぜなら食事から摂取するミネラルやビタミンなどの栄養素で体の機能を動かして生きているからである。厚生労働省の調査結果でも、成人の野菜類摂取量の平均値は、どの年代も推奨値の 350g に達していないことがわかる [4]。栄養不足の要因のひとつとして、外食産業の発展が挙げられる。近年、20～30 歳代の男性は 3 人のうち 2 人、20 歳代女性は 2 人のうち 1 人が外食をしているという状況にある [5]。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が多い。このように不足しがちな栄養素があることに対して近年では、サプリメントによる栄養摂取が有用とされている。しかし、サプリメントには 2 つの問題がある。1 つは、現在発見されている栄養素は全体の一部分にしか過ぎないため、サプリメントだけでは摂取できない栄養素がある。果物や野菜には未発見の栄養も含まれており、栄養素は相互作用で仕事をする。そのためサプリメントを使用しただけでの栄養素の摂取は体を壊す可能性がある。もう 1 つは、栄養素が大量に含まれているため、栄養の過剰摂取になり、副作用を引き起こす可能性がある。

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。しかし、旭化成株式会社が行ったアンケートによると、20～30 歳代の働く女性で毎日自炊をしている人は 17% である [6]。アンケートの結果から、働きながら料理を作ることは困難である。

本グループでは、調味料の手軽さに着目し、栄養を補完できる合わせ調味料「栄養補完調味料」の作成を目的とした。この栄養補完調味料は、ベースとする基本調味料にあらゆる食材を配合し、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ものである。

(※文責: 鈴木裕弥)

1.2 もどき料理グループの従来手法

我々の目的に近いものとして、味覚や健康、調理とレシピについての多くの文献や手法が提案・公開されている。以下に調べた手法を挙げる。

(※文責: 大石茉莉子)

1.2.1 従来手法の調査内容

もどき料理グループの目的は、肉を使わずに肉と同等の栄養素を摂取できるような肉もどき料理のレシピの開発をすることである。目的を達成するにあたって、開発内容の新規性の確立のため、また、開発の参考にするため、既存の肉もどき料理について、従来手法の調査をした。

既存の肉もどき料理を調べるにあたって、クックパッド [7]、楽天レシピ [8]、E・recipe[9] などの料理レシピのコミュニティウェブサイトや Google[10] を利用して、既存の肉もどき料理のレシピの調査をした。これらのサイトを利用した理由として、料理のレシピの観覧専用のサイトであるため調査が容易であること、コミュニティウェブサイトであるから情報量が多いことが挙げられる。今回調べた主なレシピについては、付録 A にまとめた。ウェブサイト上に掲載されている肉もどき料理のレシピを「肉もどき」のワードで検索した結果、肉もどき料理では主に麩、豆腐、こんにゃくなどの食材が使われやすい傾向にあると考えられた。その食材が選択された理由として、その食材が肉よりも安価であり節約になると考えられていること、その食材の調理後の食感や味が肉と近いと感じられていることが挙げられた。また、肉もどき料理を作る理由として、肉を食さないため健康的である、ダイエットに有効的であると考えられていることが挙げられた。

今回の調査によって検索された肉もどき料理とは、栄養ではなく味や食感を肉に似せることを重要視されており、私たちの提案する肉もどき料理とは重要視する部分が違うものであった。

次に、高齢者の栄養不足の対策の調査を行った。東京 2 3 区で、最も高齢化率が高い北区では、高齢者の栄養不足を解消するため、65 歳以上を対象にした食事会を開いており、栄養学の専門家の指導のもと、平均年齢 65 歳のボランティアが食事を作る活動が行われていることがわかった [11]。

以下の図 1.1 は、調査結果を KJ 法によってまとめたものである。

(※文責: 大石茉莉子)

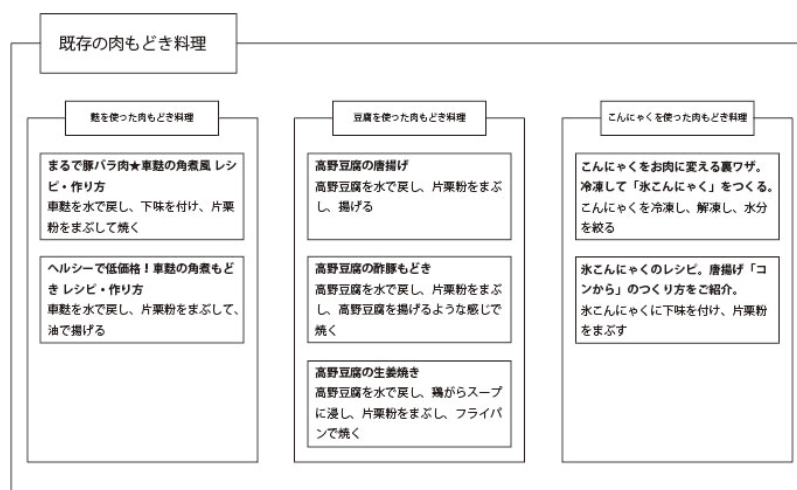


図 1.1 KJ 法

1.2.2 従来手法の問題点

既存の肉もどき料理は高齢者のことを考えて作られておらず、また、肉を食すことで得られる栄養素と同等な栄養素を摂取することができないものであった。これは、高齢者が肉類を控えがちで

ある問題の解決とはならない。また、既存の肉もどき料理を食しても肉を食すことで得られる栄養素と同等な栄養素を摂取することができないということから、高齢者の栄養不足の問題の解決にもならないと考えられた。今回の調査によって検索された肉もどき料理とは、私たちの提案する肉もどき料理とは重要視する部分が違うものであったので、前例がない。高齢者の栄養不足を解消する食事会などは、開催場所が限られており、多くのボランティアがいないと成立しないものであり、開催場所を増やしたり、知名度を上げるなどをしない限り、参加が難しいものであり、一部の人のしか効果のない対策であると考えられた。

(※文責: 大石茉莉子)

1.2.3 従来手法の改善

改善策として、肉を食すことで得られる栄養を補える、複数の食材を組み合わせることで、肉を食すことで得られる栄養素を肉もどきでも摂取できるようにする、私たちの提案は非常に有用的であると考えられた。また、既存の肉もどき料理と、私たちの提案する肉もどき料理の重要視する部分が異なり、前例がないため、新規性があると考えられた。食事会など、自分がその場に赴かなければならない対策は参加しづらいことから、場所を選ばない対策を行わなければならないと考えられた。

(※文責: 大石茉莉子)

1.3 栄養補完調味料グループの従来手法

1.3.1 従来手法の調査内容

私達のグループの最終目的としては食生活の変化による栄養不足の解決するレシピを提案することである。そのため、従来手法を調査するにあたって、レシピ推薦手法、栄養素、味、調味料、4項目を中心として調査した。

まず、栄養を考慮したレシピ推薦手法についてである。”美味しさモデルと栄養状態を考慮した料理レシピ推薦システム”が挙げられる [12]。伏木が提唱する「生理的欲求による美味しさ」、「文化的な美味しさ」、「情報による美味しさ」、「偶然の美味しさ」の4つからなる「おいしさの構成要素」の内の「生理的欲求による美味しさ」と「文化的な美味しさ」をユーザの栄養状態と嗜好に結びつけてレシピを提案するものである。次に、”嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発・栄養管理システムの最適化”では、タブーサーチ法と遺伝的アルゴリズムを用いて、嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発を提案している [13]。 ”食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法”では料理したい食材を入力することによって、毎日同じ食材となることを避けることができる、複数のレシピを出力していた [14]。単純な食材をキーワードとして検索が行えるレシピ検索サイトに対して、利用者の調理履歴から抽出した個人の嗜好を反映させる手法の提案である。 ”料理レシピの推薦と栄養バランスの可視化による食生活支援システム”ではユーザが食事をとり、その食事の日記をつけることにより、栄養バランスが改善されるような、「食事の日記」の可視化が提案されている [15]。レシピ検索と登録、「食事の日記」の可視化、レシピの推薦を統合的に行うシステムである。これらの結果から、必要な栄養素を補う方法としては献立を提供するという方法が主流であり自炊をしない人に対しては難しいも

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

のであると考えられる。

次に栄養面として調査を行った結果である。“ビタミンAの過剰摂取による影響”では食品安全委員会によるビタミンAの過剰摂取又は不足による身体への影響の調査が行われていた[16]。ビタミンA過剰症には、急性と慢性の症状がある。急性の中毒症状は、腹痛、悪心、嘔吐、めまい、過敏症などが出現した後、全身の皮膚落屑がみられる。慢性の中毒症状では、全身の関節や骨の痛み、皮膚乾燥、脱毛、食欲不振、体重減少、肝脾腫、脳圧亢進による頭痛及びうっ血乳頭などを示す。以上より、創作するレシピには栄養素の調整を厳密に行う必要性が分かった。また、“日本人の食事摂取基準（2015年版）の概要”では生活習慣病の予防を特に重視した、食事摂取基準策定の結果が得られた。増やすべき栄養素と減らすべき栄養素を参考にすることで、私達が作成するレシピで重要視する栄養素を決定した[17]。他にも、“Soylent”と呼ばれる完全食がある[18]。「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。「Soylent」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。

味に関する提案手法に関する調査についてである。“味覚・うま味と自律神経”では味覚刺激による唾液分泌を測定すると同時に、心電図を記録し、心拍のゆらぎから味覚刺激の自律神経の動揺を記録し、心拍のゆらぎから味覚刺激の自律神経活動の動揺を検討した結果についてである[19]。人間は食物中の成分を検出するため科学的シグナルを受け取って味の感覚情報を生じ、摂取するか、忌避するか的基本的な情報を提供すると共においしいまたはまずいといった情報から食欲の摂取調整をしている。

調味料を作成していく上で調味料がどのような使われ方をしているかの調査を行った。“調味料の開発動向と食品産業における役割”では調味料の商品及び製造技術開発の概要と食品産業における役割を考察が行われている。近年の調味料の傾向は、醤油、味噌、食酢のような基礎的・素材的調味料から、ドレッシング、スープやその他調味料に分類される惣菜用調味料やメニュー対応調味料などの2次加工した調味料へと進化している[20]。“調味料の上手な使い方”では調味料の有効的な使い方を示しており、現在、食塩の過剰摂取が生活習慣病予防の課題のひとつで、食塩摂取の約7割が調味料類からである[21]。調味料を上手に使うためには、味を考慮しつつ食塩の量を減らしいくことが必要であるということが分かる。以上より、ベースとなる基礎的調味料に食材を掛けあわせて栄養素を補うことが出来る調味料を作成することで一般的に好まれやすい調味料になるのではないかという考察結果となった。

また、これらの従来手法と提案手法の位置づけを明確化するために、KJ法を用いて調査結果を可視化した。図1.2、図1.3にその結果を示す。

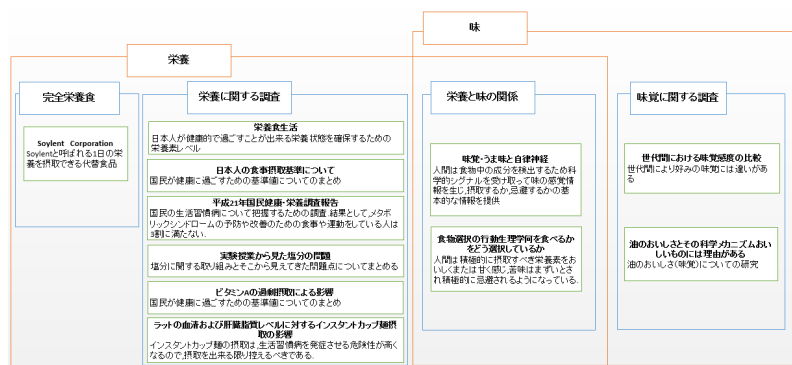


図 1.2 KJ 法 1

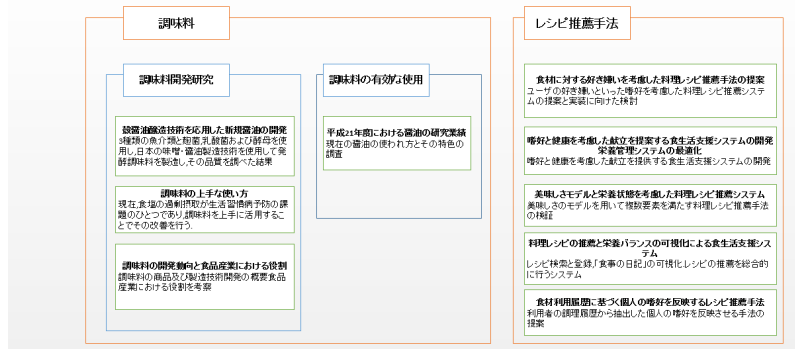


図 1.3 KJ 法 2

(※文責: 寺坂拓哉)

1.3.2 従来手法の問題点とその改善策

従来手法には多数の問題が見られた。 ”美味しさモデルと栄養状態を考慮した料理レシピ推薦システム”， ”嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発・栄養管理システムの最適化”， ”料理レシピの推薦と栄養バランスの可視化による食生活支援システム”ではそれぞれ栄養素が整った料理を作成するという方法であり，働きながら自炊をすることが難しいという問題を解決することが出来ない。 私達の目的を達成するためには，料理する必要が無い，もしくは料理する時間が非常に短く簡単である必要があると考えられる。 そのために，私たちは料理をしない，もしくは料理ができない人でも問題なく利用することのできるものを探すことにした，結果として，前述した問題も解決することができ，かけるだけでよいという手軽さを持つ調味料の作成をすることとした。

栄養面として従来手法にあげた ”Soylent” と呼ばれる完全食は，前述した料理をしない，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。また，食べるという行為は，ただ栄養を補っているのではなく，人間の喜びや社会性といった部分に深い関わりを持っている。しかし， ”Soylent” を飲むだけではそれを満たすことが出来ない。つまり，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。

味に関する問題としては，味覚を調査する機材や知識が不足しており，それを手に入れるだけの資金や時間がないことがあげられる。この問題に対しては実際に調理を行い，試食することを繰り返して改善を測ることとした。本来ならば，多くの人に試食をしてもらい意見をもらい，その結果により評価をすべきであるが，作成した調味料を多くの人に食べてもらう場を用意することは難しいと判断し，プロジェクトメンバーと担当教員のみで評価することとした。

私たちはこれらすべての問題を解決することが可能である 「栄養補完調味料」のレシピを作成することとした。「栄養補完調味料」は対象とする料理にかけるだけなので，料理をしない，もしくは料理ができない人であっても扱うことができる。また，対象とする料理にかけるという形態なので，日常的な食生活が崩れる心配もない。

(※文責: 寺坂拓哉)

1.4 提案手法の概要

1.4.1 もどき料理グループ

本グループでは、肉を控えがちな高齢者を対象とし、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する。肉の種類決定には、文部科学省が公開している五訂増補日本食品標準成分表 [22] を参考にした。豚のヒレ肉は、豚のバラ肉に比べたんぱく質やビタミン B1 が多く、脂質が少ないものである。また、和牛のヒレ肉や大型種の豚のヒレ肉と比較しても同様にたんぱく質やビタミン B1 を多く含んでおり、脂質が少ないものである。たんぱく質は筋肉や内臓、皮膚などの材料となるアミノ酸に分解される栄養素であり、摂取量が足りないと健康障害に陥りやすくなる、人体にとって欠かせないものである。ビタミン B1 は糖質がエネルギーに変わるために必要な栄養素であり、また、皮膚や粘膜の健康維持を助けるものである。ビタミン B1 欠乏症は、脚気やウェルニッケーコルサコフ症候群がある [23]。また、ビタミン B1 過剰症として頭痛やいらだち、不眠、速脈、脆弱化、接触皮膚炎、かゆみなどの症状が挙げられるが、通常の食品で可食部 100g 当たりのビタミン B1 含有が 1mg を超える食品は存在せず、通常の食品を摂取している人で、過剰摂取による健康障害が発生したという報告はされていない。更に、たんぱく質とビタミン B1 の他、ビタミン B2 も摂取したい栄養素とし、摂取しすぎないようにする目的でナトリウムにも目標値を定めた。ビタミン B2 は主に皮膚や粘膜の健康維持を助ける働きをする栄養素であり、また、糖質、脂質、たんぱく質を体内でエネルギーに変えるなどの、代謝を支えるために重要な働きをするものである。ビタミン B2 が欠乏すると、成長抑制を引き起こし、また、口内炎や口角炎、舌炎、脂漏性皮膚炎などが起こる。一方で、通常の食品で可食部 100g 当たりのビタミン B2 含有量が 1mg を超える食品は肝臓を除き存在せず、また、過剰量が吸収されても余剰分が速やかに尿中に排泄されるため、通常の食品を摂取している人で、過剰摂取による健康障害が発現したという報告はない。ナトリウムは体内の水分の調節や、神経や筋肉を正常に動かすために重要な働きをする栄養素である。通常の食事をしている場合にはナトリウムが不足することはなく、腎臓の機能が正常であれば、腎臓におけるナトリウムの再吸収機能によりナトリウム平衡は維持され、ナトリウム欠乏となることはないと言われている [24]。一方で過剰摂取は生活習慣病のリスク上昇や重症化につながるとされている。

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 [25] を使用して、肉もどき料理の作成に最適な食材の組み合わせを出力し、レシピを作成する。肉もどきの作成であるため、肉に近付くよう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用いることとし、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することとする。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。また、作成したレシピを元に実際に調理実験を行った。調理実験では、風味や香りを付けられるのではないかと考え、燻製器を用いた。更に、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、そこで出た改善点をレシピ設計支援ツールの設定や調理方法に活かし、再度調理実験を行うことを繰り返すことでよりよい肉もどき料理のレシピの作成を行った。

(※文責: 須田成美)

1.4.2 栄養補完調味料グループ

20～30歳代で働いている人は、自炊ができていない人が多いのが現状である [6]。また外食産業の発達により、現代の20～30歳代の男性は3人のうち2人が、20歳代女性は2人のうち1人が外食をしているという状況にある [5]。このような状態では栄養不足を起こす。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。しかしそれがなされていない現状では、調理の省力化が望まれていることがわかる。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。栄養補完調味料を作成するために、レシピ設計支援ツール [25] を使用して、栄養補完調味料を作成するための最適な食材を出力する。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 [26] を基に栄養補完調味料のレシピを作成する。食材はレシピ設計支援ツールで出力できるので食材を一定に決める必要がないため複数のレシピを作成することが可能である。

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。作成したレシピを元に調理実験を計4回行った。調理実験では、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した。

(※文責: 鈴木裕弥)

第 2 章 レシピ設計支援ツール

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 [25] についての説明をする。

(※文責: 須田成美)

2.1 レシピ設計支援ツールの概要

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に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。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。

この節では 2.3 節以降で用いられる変数やファイル名や用語について説明する。

評価関数 J:	栄養バランスの誤差とコストの和にマイナスをかけた値。0 に近ければ近いほど計算結果が良いということになる。
使用可能食材集合:	使用可能な食材全て。
調理食材集合:	使用可能な食材集合から選ばれた食材。
調理食材番号ベクトル:	調理食材集合の食材番号のベクトル。
食材配合量ベクトル:	食材配合量のベクトル。
栄養素ベクトルの目標値:	一日に必要な栄養素の量。
遺伝的アルゴリズム:	生物の進化の仕組みを使い優秀な解を得るためのアルゴリズム。

遺伝的アルゴリズムの簡単な例。

- (1-1) N 種類の染色体を作る。
- (1-2) 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。
- (1-3) 染色体を優秀な順に並びかえる。
- (1-4) 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。

この手順では優秀な染色体と優秀な染色体を交叉しているのでさらに優秀な染色体が得られる可能性がある。

この手順を繰り返すことで最も優秀な染色体を探し出すことができる。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- 非線形: 線形 (1 次式) 以外.
- 非線形最適化: 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. このような計算のことを最適化という.
- 染色体: 遺伝子が集まったもの.
- 交配: 親から子供を作り出す.
- 交叉: 親の染色体を混ぜ合わせて新しい染色体を作り出す.
- 淘汰: 優れたものを残すこと. 遺伝的アルゴリズムでは染色体の評価関数の値が高い食材の集合を残す.
- 食材栄養行列: 食材の栄養素からなる行列.

- レシピ設計支援ツールのファイルの説明.
- DIRWORK/data/フォルダに入っている変更が必要なファイル.

- ingredientDataAll.csv: 食材の追加.
- ingredientListUse.csv: レシピに使用する食材.
- ingredientDataUse.csv: 食材配合量の最低値と最小値, 必ず使用するかどうかでも良いか, コスト.
- targetNutrition.csv: 各栄養素の最大値, 最小値, 重み.
- inparUserSettings.par: 調理食材集合の食材数, 想定計算時間.

- /DIRWORK/read_allparam/inpar*.par/フォルダ内に入っている変更が必要なファイル.

- inpar1Main.par: プログラムの最大継続時間や実行回数の設定.
- inpar1Mtlset.par: レシピの数や 1 つのレシピに用いられる食材数の設定.
- inpar2Eval.par: 料理の栄養素ベクトルの誤差に対する重み, 料理の原価に対する重み.

(※文責: 棟方耕人)

2.2 レシピ設計支援ツールの仕組み

レシピ設計支援ツールでは, 遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms, 以下 GA と表記する) を用いて, 創作料理のレシピ 1 つに用いられる食材の組み合わせの候補を複数種類選択し, 選択された食材を用いて非線形計画法により設定した目標に近い栄養バランスとなる食材の配合量を計算する. 非線形計画法とは制約条件付き非線形計画法を解くプロセスのことであり, GA を用いずにレシピ設計支援ツールで行いたい計算問題を非線形最適化問題と定式化した場合, 数千種類の食材の配合量を状態変数とした制約付き非線形問題となる. そのため, 計算時間やメモリの制約から通常の非線形計画法を適用することは困難である.

ここで, GA を説明する. GA とは, 1989 年に Galdberg によって提案された, 最適化問題を解決するための進化的アルゴリズムのひとつである.

i 番目の個体は染色体に対応する m_{max} 次元のベクトル g_i を持ち, 個体の優劣は g_i から計算される適応度 J_i で表され, 染色体 g_i の d 番目の遺伝子を $g_{i;d}$ とした時, このツールでは $g_{i;d}$ を $g_{i;d}$

$\in \{1, 2, \dots, \hat{m}_{max}\}$ と定義する. GA は, 優秀な個体を得るために, 選択, 交叉, 突然変異を繰り返すことで染色体 g_i を改良するものである. 特徴として, GA は解空間を大域的に探索できるため, 局所解に陥りにくいというものがある. レシピ設計支援ツールでは, エリート戦略に従い染色体を選択した.

まずランダムに個体数 b_{max} の調理食材集合を選び, それぞれの適応度を計算する. 次に, 個体の適応度が高い順に g_i をソートする. レシピ設計支援ツールでは, 適応度が高いほど設定した目標に近い栄養素をもつものとなる. ソートした結果のうち, g_1, \dots, g_N の個体, すなわち目標とする栄養素に近いものを残し, 残りの $g_{N+1}, \dots, g_{b_{max}}$ の個体を廃棄する. ここで, $N = b_{max} \times (1 - r)$, r は個体数 b_{max} を更新する割合であり, r は $1 \leq N < b_{max}$ となるように設定される. g_1, \dots, g_N からランダムに 2 つのベクトル g_i, g_j を選び, g_i と g_j を交叉し, それにより生成されたベクトルを乱数により生成されたベクトルに置き換える. ここでの交叉の目的は, 適応度の高いベクトル 2 つを混ぜ合わせることにより, よりよいベクトルが得られる可能性があると考えられるためである. また, 確率 p_M で遺伝子は突然変異を起こす. 突然変異を起こした遺伝子の値は, $1, 2, \dots, \hat{m}_{max}$ である.

以下に, レシピ設計支援ツールで用いる遺伝的アルゴリズムを示す.

- Algorithm 1: パラメータ $(r, p_M, \hat{m}_{max}, b_{max})$ を与える.
- Algorithm 2: $g_1, \dots, g_{b_{max}}$ の要素に 1 から \hat{m}_{max} までの整数を乱数で与え, 初期化する.
- Algorithm 3: $g_1, \dots, g_{b_{max}}$ から適応度 $J_1, \dots, J_{b_{max}}$ を計算する.
- Algorithm 4: 適応度の値により, $J_1, \dots, J_{b_{max}}$ 及び $g_1, \dots, g_{b_{max}}$ をソートする. ($J_i > J_{i+1}$)
- Algorithm 5: J_i の値が収束すれば終了, 収束していない場合, Algorithm 6 へ
- Algorithm 6: g_1, \dots, g_N を残し, $g_{N+1}, \dots, g_{b_{max}}$ を廃棄する.
- Algorithm 7: $n = N$ とする.
- Algorithm 8: g_1, \dots, g_N から, 2 つのベクトル g_i, g_j をランダムに選ぶ.
- Algorithm 9: g_i と g_j を交叉し, g_{n+1}, g_{n+2} を作成する. 交叉ポイントは 2 から $m_{max} - 1$ までの乱数とする.
- Algorithm 10: 以下の条件を満たさない場合, 条件をみたすように, g_{n+1} 及び g_{n+2} を乱数で生成する.

$$g_{n+1} \notin \{g_1, \dots, g_N\}$$

$$g_{n+2} \notin \{g_1, \dots, g_N\}$$

$$g_{n+1} \neq g_{n+2}$$

- Algorithm 11: $n + 2 \geq b_{max}$ ならば, (1-12) へ. $n + 2 > b_{max}$ ならば, $n = n + 2$ として (1-18) へ.
- Algorithm 12: $g_i (N + 1 \leq i \leq b_{max})$ の各要素を確率 p_M の突然変異により変更する.
- Algorithm 13: $g_i (N + 1 \leq i \leq b_{max}) \in \{g_1, \dots, g_N\}$ の場合, $g_i \notin \{g_1, \dots, g_N\}$ となるように g_i を乱数で生成する.
- Algorithm 14: Algorithm 13 へ戻る.

(※文責: 須田成美)

2.3 レシピ設計支援ツールの使用方法

この節ではレシピ設計支援ツールの使い方演習の際に配布された、レシピ・献立設計演習 (ver7.1版) の付録 1. パラメータの入力手順の 1.7. 実行手順を参考にして記述する。

1. 食材を追加する必要がある場合、ingredientDataAll.csv を編集する。編集する際には、追加する食材の食材名、栄養素の値、最大値、最小値、食材使用スイッチ、及びコストを追加する。
2. targetNutrition.csv を編集する。栄養素名、最大値、最小値、及び重みを、目標とする栄養素の値になるよう設定する。
3. ingredientListUse.csv を編集する。ingredientDataAll.csv に記載されている食材から、創作料理のレシピの作成に必要な食材を抜き出して追加する。
4. inparUserSettings.par を編集する。スパース最適化ツールの想定計算時間 (expectedTime) と 1 つの創作料理に用いる食材数 (numElmBlenSet) を設定する。
5. シェルスクリプトを実行する。シェルスクリプトは以下の (5-1) から (5-11) までの手順を自動で実行させる。また、(5-7) の時点でシェルスクリプトは入力待ちの状態となる。ingredientDataUse.csv を編集したい場合は、この時に行う。必要な編集を終えたのち、Enter キーを押すことで (5-8) の手順へ進める。
- (5-1) ./make_relav/make_relav.e を使用し、料理食材配合行列 (haigouryou_140202.csv) から食材に関する相関行列を求め、relatviIngredientOrg.csv に出力する。
- (5-2) ./compare_material/compare_material.e を使用し、relatviIngredientOrg.csv と ingredientDataAll.csv の食材の矛盾をチェックする。その結果、以下の条件に当てはまる場合はエラーを出力して終了する。ただし、relatviIngredientOrg.csv の行ラベルと ingredientDataAll.csv の列ラベルの順序は異なってもよい。
 - ・ relatviIngredientOrg.csv の行数と列数が一致しない場合。
 - ・ relatviIngredientOrg.csv の行ラベルと列ラベルが一致しない場合。
 - ・ relatviIngredientOrg.csv の食材数が ingredientDataAll.csv の食材数より多い場合。
 - ・ relatviIngredientOrg.csv の行ラベルのどれかが、relatviIngredientOrg.csv の列ラベルから見つからない場合。
- (5-3) /compare_relav/compare_relav.e を使用して、手順 1 で relatviIngredientOrg.csv に追加した食材を relatviIngredientOrg.csv に追加し、relatviIngredientAll.csv とする。このとき、追加された相関は 0 とする。また、relatviIngredientOrg.csv の行ラベルと ingredientDataAll.csv の列ラベルの順序は異なってもよい。
- (5-4) ./compare_eiyou/compare_eiyou.e を使用し、targetNutrition.csv の栄養素の数と ingredienListUse.csv の食材に合わせて、ingredienDataUse.csv を出力する。
- (5-5) ./modify_relav/modify_relav.e を使用し、relatviIngredientAll.csv の行と列を ingredienDataUse.csv の食材に合わせて relatviIngredientUse.csv を出力する。
- (5-6) ./relav_remove_label/relav_remove_label.e を使用し、relatviIngredientUse.csv から食材のラベルを削除して relatviIngredientUseWithoutlabel.csv を出力する。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- (5-7) 必要に応じて, `ingredientDataUse.csv` を編集する. 編集の際は, `ingredientDataUse.csv` の食材の最大値, 最小値, 食材使用スイッチ, 及びコストを設定する. 編集が完了したら端末で Enter キーを押すことで, 入力待ちのシェルスクリプトを続行させることができる. なお, このとき食材の増減を行うことはできない.
- (5-8) `./Eiyoutargetthenkan_4/sim/main.e` を使用することで, `targetNutrition.csv` と `ingredientDataUse.csv` を正規化し, `targetNutritionNormal.csv` と `ingredientDataUseNormal.csv` を出力する.
- (5-9) 作成された `targetNutritionNormal.csv`, `ingredientDataUseNormal.csv`, `relatviIngredientUseWithoutlabel.csv` に合わせて以下のパラメータファイルを生成する. またこのとき使用している `/read_allparam/read_allparam.e` はスパース最適化プログラムの各パラメータファイルを読み込む巻数を用いているため, スパース最適化プログラムで入力できないパラメータの値が入力されるとエラーを出力し停止する.
- (5-9-1) `inpar1Main.oar` で自動設定されるパラメータ
- ・ `prmodA`
 - ・ `prmodB`
- (5-9-2) `inpar1MtlSet` で自動設定されるパラメータ
- ・ `numElmMtlSet`
 - ・ `numBlenSet`
 - ・ `numElmBlenSet`
- (5-9-3) `inpar2Eval.par` で自動設定されるパラメータ
- ・ `dimTastVec`
- (5-9-4) `inpar2NLP.par` で自動設定されるパラメータ
- ・ `dimX`
- (5-9-5) `input.par` で自動設定されるパラメータ
- ・ `material`
 - ・ `sousaku_row`
 - ・ `dimEiyou`
- (5-10) `./javaUI/uiexe` を使用し, java プログラムの画面を立ち上げる. 画面にある実行ボタンをクリックするとスパース最適化ツールによる計算が開始され, 現時点での評価関数の値, 栄養ベクトルの値, 食材名及び食材配合量が表示される. 計算を中止したい場合は中止ボタンを, 再度計算を開始させたい場合は実行ボタンをクリックする. 想定計算時間 (`exceptedTime`) と 1 つの創作料理に用いる食材数 (`numElmBlenSet`) を変更したい場合は, 計算を中止させた上でオプションボタンをクリックし, 表示されるダイアログボックス内の値を変更して OK ボタンをクリックする. また, 計算を中止, もしくは完了したのちに java のプログラムを閉じると次のプログラム (5-11) が自動的に実行される.

想定計算時間 (`exceptedTime`) と 1 つの創作料理に用いる食材数 (`numElmBlenSet`) 以外のパラメータを変更したい場合は, 以下の (5-10-1) から (5-10-2) までの手順で変更する.

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- (5-10-1) スパース最適化ツールによる計算が実行されている場合は、java のプログラムの中止ボタンを押してから閉じるボタンを押す。
- (5-10-2) recipeDSTGUI/read_allparam/inpar*.par を編集する。
- (5-10-3) Java の GUI プログラムに戻り、実行ボタンを押す。
- (5-10-4) 編集されたパラメータファイルが自動的にコピーされ、変更が反映される。
- (5-11) ./Ex_recipe_name/sim/main.e を使用し、創作料理のファイルの整形が ./dat/sousaku_list.csv に出力される。スパース最適化ツールが 0g の食材を選択した場合、その食材は創作料理の食材一覧には出力されない。

(※文責: 須田成美)

2.4 レシピ設計支援ツールの特徴

○ 長所

- 栄養素の目標値を設定することができる。
本プロジェクトでは、栄養素の上限・下限を自由に設定できることで目標とする料理を作成することができた。
- 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。
この方法を用いることで、調理が困難な食材や作りたい料理にそぐわない食材を省くことが可能となる。本プロジェクトのもどき料理グループでは肉を使わない肉もどき料理を作成することを目標としていた。よって、このツールの特徴から食材栄養素行列から肉類を抜くことで目標を達成することができた。
- 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。
本プロジェクトでは、味が良くなると思われるものを選ぶことができた。
- 食材の配合量の上限・下限を設定できる。
レシピ設計支援ツールは味の考慮がなされていないため非現実的な配合量が計算結果として表示されることがある。しかし、本プロジェクトでは一度の食事で食べる現実的な食材の量の上限・下限を設定することで味を良くすることにつながった。
- 選ばれる食材の優先順位をつけることができる。
本プロジェクトでは、ベースにしたい食材や調味料の優先順位を高くする、またあまり選ばれて欲しくない食材の優先順位を低くすることで理想とするレシピの作成につながった。

○ 短所

- 料理手順は得られない。
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、調理手順は得られない。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。本プロジェクトでは、レシピ設計支援ツールによって得られた食材の特徴を調べ、調理時間が短くなるようにレシピを作成した。
- 味の考慮がなされていない。
レシピ設計支援ツールによって得られる食材及びその配合量は栄養バランスを満たすことを条件としているため、味の考慮はなされていない。本プロジェクトでは、調理実験を行った

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

後の反省で入れたほうがいい食材，入れないほうがいい食材を話し合い味の改善を行った．

- 計算時間が長い．

結果が思うようにいかなかった際にまた改めて計算を行うという作業を繰り返すと時間が無駄になってしまう．本プロジェクトでは，使用しないと思われる食材を使用可能食材集合から抜くことで計算時間を短縮することができた．

(※文責: 棟方耕人)

第 3 章 提案手法

3.1 プロジェクトの目的と提案手法の関係

今回はプロジェクト内で二つのグループを作り、もどき料理グループと栄養保管調味料グループに分かれ、各グループでテーマを設定し、問題解決に取り組むことにした。栄養保管調味料は豚のヒレ肉に対する栄養保管調味料の作成、もどき料理グループは肉を敬遠しがちな高齢者でも食べられる肉もどきの作成を目的としている。本章では各グループのテーマ概要と目的について説明する。

(※文責: 渡邊俊)

3.2 もどき料理グループ

3.2.1 目的・概要

高齢者が加齢による食欲低下で控えてしまいがちなものとして、肉類が挙げられる。身体によくないと思われ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。高齢者は低カロリー低脂肪で塩分控えめのあっさりとした粗食を好む傾向があると言われてしている。しかし、肉などの脂肪を抑える食事は 65 歳以上の高齢世代では老化を早める原因になる場合があるため、高齢者は肉を食べる必要がある。そのため、本グループでは肉を用いずに肉と同等な栄養素を摂取できる肉もどきの作成を行い、肉を敬遠しがちな高齢者に食べてもらえるようなレシピを作成することを目的とした。今回作成する肉もどきはヒレ肉をターゲットとしてレシピの作成を行った。これは肉の中でも脂肪が少なく、バラ肉と比べると約 2 倍のビタミン B 1 を持っており、カロリーも少ないため高齢者でも食べやすいと考えたためである。また、レシピを作成する際にはヒレ肉の主要な栄養素を摂取できるような肉もどきの作成を行った

(※文責: 渡邊俊)

3.2.2 使用するデータ

本プロジェクトではレシピ設計支援ツールを用いてレシピの作成を行った。目標とする栄養素は豚のヒレ肉をターゲットにした。目標とする豚のヒレ肉の栄養素の値は、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」[26] を参考に決定した。今年度は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データを使用し、その中からグループのテーマである肉を使用しないということから肉の食材を抜いた。もどき料理グループは豚のヒレ肉に多く含まれている主要な栄養素、たんぱく質、ビタミン B 1、ビタミン B 2、ナトリウムに重みを置き、ツールを運用することで豚のヒレ肉により近い栄養素が出力されるように調整を行った。

3.2.3 プロジェクトとしての評価

ここでは本グループのプロジェクトとして良かった点、悪かった点、工夫した点を列挙する。

良かった点

- 目的に沿った成果物を作成した。
- 調理実験の反省からより良い成果物を作成することができた。
- プロジェクト遂行に必要な知識・技術を学んだ。
- グループ内でタスクを割り当て作業を進めた。
- メンバー同士でわからないときは助け合った。
- 従来手法を調査し、従来のものと違った成果物を作成した。

本グループでは、豚のヒレ肉に変わる肉もどきを作成し、それを用いた料理を作成することを目的として作業を行った。グループ内の作業ではタスクを割り当て、分担することで仕事の量が偏ることがないようにした。これにより、作業効率を上げることができた。そして、メンバー同士ではわからないことはお互いに聞いて理解を深めた。主にレシピ設計支援ツールのことでわからないことがある場合は他のツール運用者や、ツールについて担当していたメンバーと話し合い解決していった。レシピを作成する前知識としてレシピ設計支援ツールに関する論文を読み、ツールに使われている用語やアルゴリズムについて理解した。これによってどのようにしてレシピを作成して、うまいかない場合にはどこを改善していけばいいのかを考えることができた。そのため、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肉と同等な栄養素を持つ肉もどきの作成を行うことができた。また、調理実験を行い最初は味があまりおいしいとは言えないものができてしまっていたが、調理実験で失敗や反省を重ねることで味の改良をすることができた。これにより、栄養素は整っているがおいしくないといった肉もどきから栄養素が整っていて尚且つおいしい肉もどきを作成することに成功した。

悪かった点

- 担当教員との相談が足りなかった。
- グループ内での情報共有が足りなかった。
- 完成したレシピの数が少ない。
- スケジュールを上手くたてられなかった。
- レシピ作成の際に対象とする食材を選ぶのに時間がかかってしまった。
- テーマが定まるのが後期まで長引いてしまったこと。

プロジェクトを進めるときにグループ内で話し合った内容を自分たちだけが把握してそれをプロジェクトリーダーや担当教員などに報告をしていなかったため、情報の共有が足りていなかった。担当教員に聞けばすぐに解決できる問題を自分たちで解決を試みたが解決できず、作業が進まなかったことも多かったこともあり、スケジュール通り作業が進まなかった。そのため、調理実験の回数も減り、レシピを作る時間が失われた。そして、最も大きな問題はグループのテーマが後期に入るまで確定しなかったことである。これは、テーマの対象者や対象とする食材を何回も変更して

しまったためである。テーマを前期の段階で決めることができればより良いレシピの作成と他のレシピを作成する時間があったと考えられる。

工夫した点

- レシピ設計支援ツールで栄養素のパラメータの上限下限を調節し、重みを置くことで栄養素の調整をした。
- 使用可能食材集合を調整し、肉類を使わないようにした。
- 調理方法で燻製器を使用し、匂いを付けることで野菜の青臭さを消すよう工夫した。
- 使用可能食材で必ず小麦粉を使うことで固まるようにした。

レシピ設計支援ツールを使用するときには栄養素の上限下限を設定し、主要である栄養素のタンパク質、ナトリウム、ビタミン B1、ビタミン B2 に重みを置くことで栄養素の整ったレシピを作成出来るように工夫をした。肉もどきを作成するために野菜を中心にしたレシピを組んだ。そのため、調理を行うと必然的に水分が多くなってしまい、混ぜ合わせる時に固まり問題があった。この時に小麦粉を食材に混ぜ合わせることつなぎとして使い、問題を解決した。最初の調理実験では燻製器を使用しないで調理を行ったため、野菜の青臭さが残ったものとなり、食感も柔らかく美味しいとは到底言えないものであった。その後の調理実験ではその失敗を活かし、燻製器を使用することで匂いの改善ができないかと考えた。実際に燻製機を使用する時には時間を 15 分燻製したものと 30 分燻製した物を作成した。その結果、15 分の方では少し匂いを付けることができたが、野菜の青臭さは感じた。しかし、30 分燻製した方では匂いを完全に消すことができ、さらに野菜の緑の色から肉を焼いたような茶色の色をつけることができ、見た目も肉に似せることができた。また、味に関しても美味しいといえるものになっていた。結果的に、これらの工夫からより良い成果物の作成に繋がった。

(※文責: 渡邊俊)

3.3 栄養補完調味料グループ

3.3.1 目的・概要

体を健康で保つためには、栄養の整った食事をする必要がある不可欠である。しかし近年、生活習慣病にかかる人が増加していると言われている。実際、厚生労働省が行った調査によると、40 歳以降で生活習慣病が増加している [4]。要因のひとつとして、食生活の変化が挙げられる。近年では、家庭で行う調理の省力化が進行し、外食やコンビニ弁当で食事をする人も多い。実際に現代の外食率は、20～30 歳代の男性で 3 人のうち 2 人、20 歳代女性で 2 人のうち 1 人という状況にある [5]。このような変化にともない、多くの人が栄養バランスを考慮できていない食生活であることがわかる。これらを改善するためには栄養バランスを考慮した料理を作ることが望ましい。しかし、調理の省力化が望まれている現代では、栄養バランスを考慮した調理をすることは手間であり、実際にそのような調理をする人はごくわずかだろう。

そこで本グループでは、調味料の手軽さに着目し、目標の食材に調味料をかけることで 1 食に必要なとされている栄養素を補うことができる「栄養補完調味料」の作成を目的とした。

栄養補完調味料は今回ヒレ肉をターゲットとして作成することとした。なぜならもうひとつのグループが作成している肉もどきがヒレ肉をターゲットとしているからである。同じ食材がターゲッ

トであることで、プロジェクトとしての関連性が増し、また調理実験では新しく肉を焼く必要がなくなり、作成された肉もどきにかけることでよりスムーズな実験を行うことができた。

(※文責: 鈴木裕弥)

3.3.2 使用するデータ

今回本グループで使用したレシピ設計支援ツールでは、入力として使用可能食材集合(正規化後)と栄養素ベクトルの目標値(正規化後)が求められる。今年度は使用可能食材集合(正規化後)については佐藤(仁)研究室によって作成されたデータを使用し、栄養素ベクトルの目標値についても担当教員側で用意された。1度の食事で1日の3分の1の栄養を摂取できるように設定された値を使用した。データとして、まず食材栄養素行列(正規化後)の作成について、料理のレシピが記載されている書籍から料理のデータを抜き出して料理食材行列を作成した後、食材栄養素データの作成するにあたり、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」[26]を利用した。また、栄養ベクトルの目標値として採用する栄養素として、エネルギーをはじめとする35の栄養素を「日本人の食事摂取基準(2010年度版)」[27]、日本人の食事摂取基準[2010年版]の実践・運用[28]を参考にしている。正規化とはレシピ設計支援ツールを用いて利用する際に計算の誤差を無くす為に食材栄養素行列(正規化前)、栄養ベクトルの目標値(正規化前)をそれぞれ栄養ベクトルの目標値(正規化前)で割ったものである。本グループでは調味料の元となる醤油やソースなどを使用可能食材集合のなかで優先順位を高めツールを使用することによって、調理食材集合として出力することを可能にした。

(※文責: 鈴木裕弥)

3.3.3 プロジェクトとしての評価

ここでは本グループのプロジェクトとしてよかった点、悪かった点、工夫した点を列挙する。

よかった点

- 目的に沿った成果物を作成した。
- プロジェクト遂行に必要な知識・技術を獲得した。
- 従来手法を調査し、従来にはない新しい成果物を作成した。
- 適切に役割分担し、効率的に作業を行った。
- 調理実験を重ね、反省をうまく活かすことができた。
- グループ内で積極的に交流し、円滑に作業を進めた。

本グループでは、レシピ設計支援ツールを使用してレシピ作成を行ったが、そのレシピ設計支援ツールを使用する際に必要な知識や技術があった。それらを獲得しうまく運用することにより、従来にはない栄養補完調味料を作成することができた。レシピ設計支援ツールでは味について考慮することができないので、調理実験を重ねることで味を改良した。最終的に味もおいしく栄養も補うことができる栄養補完調味料を作成できた。役割分担し効率的に作業を行い、適切に交流しお互いの状況把握や手伝いなどをする事により、スムーズに作業を行うことができた。

悪かった点

- スケジュール管理が甘かった。
- もどき料理グループとの交流を図らなかった。
- 担当教員と相談が足りなかった。
- 複数のレシピを作ることができなかった。
- 発表会に積極的に参加することができなかった。
- プロジェクト内の状況把握が足りなかった。

グループ内での交流は多かったが、プロジェクト内での交流が足りていなかった。そのためプロジェクトリーダーが把握できていなかったり、もどき料理グループとの連携が取れなかったりと問題が発生した。また、担当教員に相談しないで自分たちで解決しようとして空回るケースが多かった。そのため、円滑に作業を行うことができてスケジュール通りに進まなかった。そのため当初はレシピ集で複数のレシピを作成する予定だったが、1つのレシピしか作成できなかった。

工夫した点

- 従来にはない手軽に栄養を補完できる手法の提案した。
- レシピ設計支援ツールで栄養素のパラメータの上限下限を調節し、栄養を補完できるように調整した。
- 使用可能食材集合を調整し、肉類と魚介類を使わないようにした。
- 調理方法を調味料のような形態になるように工夫した。

従来ではサプリメントなどで栄養を補完することが有用とされていたが、サプリメントでは栄養素の過剰摂取、また栄養素の相乗効果は期待できない。そこで、手軽に且つ栄養を補完できる調味料という新たな手法を提案した。レシピ設計支援ツールでは、栄養素のパラメータの上限下限を栄養素の摂取基準の範囲内に設定することで、幅広い食材とその分量を出力することができた。また、ナトリウムを少し多めに設定することで、調味料としての味の濃さの面を解決することができた。使用可能食材集合では、肉類と魚介類を入れないことで野菜と乳製品と既存の調味料だけにした。これにより味の統一感を出すことができた。また既存の調味料の種類も少なく絞ることで、味を損なわないように工夫した。調理方法では、フードプロセッサーを用いて食材をペースト状にし、それを長時間煮込んだ。この工程により、ソースのような形態の調味料を作成することができた。

(※文責: 鈴木裕弥)

第 4 章 性能評価

4.1 調理実験

調理実験はもどき料理グループは 3 回，栄養補完調味料グループは 4 回行った。調理実験を行った場所は公立はこだて未来大学研究棟の 1 階にあるコアスペースにて行った。調理実験はレシピ設計支援ツールにて出力された結果を用いて，レシピを作成してから行った。また事前に使用する調理器具の個数，材料とその使用量，レシピを記述した調理手順書を作成し，調理実験管理者が管理することとした。

(※文責: 深尾恭平)

4.1.1 調理実験の諸注意

調理実験を行う際に，衛生面に配慮するために以下の内容をチェック項目として設けた。以下の条件を満たせない者は調理実験に参加できないとした。

- 前日までに，嘔吐，下痢などの症状がない。
- 手指にできものや化膿した傷がない。
- 爪を短く切っている。
- 三角巾，エプロンを着用する。
- 調理実験室から途中退室する際はエプロン，三角巾を脱いでから出る。
- 指輪などのアクセサリーや腕時計を外す。

食中毒を起こさないために，調理実験中は清潔，温度管理について注意する。以下の菌，ウイルスが繁殖する可能性が高い。

- サルモネラ菌
- 黄色ブドウ球菌
- ノロウイルス
- ウェルシュ菌

対策としては，十分な加熱，十分な手洗い，調理済食品を低温保存する。ただし，黄色ブドウ球菌に関しては，120℃で 10 分加熱しても無毒化しないため，手に傷があるものは調理ができない。また，ウェルシュ菌も 100℃で 1～6 時間の加熱に耐えるので調理後の急速冷却，低温保存を行う。以上に加えて，以下の食中毒の予防を実践し厳重に行う。

- 清潔な服装で調理実験を行う。
- 石鹸を用いて両手指，腕までしっかり洗い，20 秒以上かけて流水で洗い流し，ペーパータオルでふく。
- 新鮮な食材，器具類の消毒，下痢や手指に化膿があるものは調理しない。
- 使用する食材は全て中心部まで火を通し，低温で保存する。

- 調理後はすぐに食べ、再加熱時は中心温度が75℃以上になるように加熱する。

(※文責: 深尾恭平)

4.1.2 調理実験の準備

ここでは調理実験の準備について説明する。まず、調理手順を考案する。以下、手順を説明していく。

1. レシピ設計支援ツールで食材及びその配合量を出力する。
2. 食材及びその配合量から調理方法を考案する。
3. 調理方法を担当教員が添削する。
4. 許可が下りなかった場合、1に戻る。
5. 許可が下りた場合、調理実験を行う。

次に、調理場に入室後の準備手順を説明していく。

1. まずエプロンと三角巾(マスク)を装着する。
2. その後、手洗いの手順に従い手を洗う。
3. シンクとガス台を台拭きでふき、クレンザーで十分に洗浄する。
4. 調理用テーブルを台拭きでふき、除菌スプレーをかける。
5. 調理器具を食器用洗剤を使って器具用スポンジで洗浄し十分すすぐ。
6. 5で洗浄した調理器具の水気を布巾でとる。
7. 6で水気をとった調理器具に除菌スプレーをかける。

(※文責: 鈴木裕弥)

4.1.3 調理実験の手順

ここでは調理の手順を記載する。調理中の手順は大まかに分けると以下のようになる。

- 野菜類の下ごしらえ
- 魚貝類の下ごしらえ
- 肉類の下ごしらえ
- 調理

野菜類の下ごしらえの手順を説明する。

1. 出力された食材配合量にしたがって、計量器を用い計量する。
2. 野菜・果物類を洗浄する。
3. 野菜・果物類を野菜・果物専用まな板で切る。
4. 切った野菜・果物類を野菜・果物専用ボウルに入れる。
5. 生ゴミをゴミ箱に入れる。
6. 3で使用したまな板と包丁を食器用洗剤を使い、器具用スポンジで洗浄する。
7. 6で洗ったまな板と包丁を専用の立てかけに立てかけておく。
8. 手洗い手順に従い手を洗う。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

魚介類の下ごしらえの手順を説明する。

1. 魚貝類を真水で洗浄する。
2. 魚貝類を魚貝専用まな板を使って下ごしらえする。
3. 出力された食材配合量にしたがって、計量器を用い計量する。
4. 2 で下ごしらえした魚貝類を魚貝類専用ボウルに入れる。
5. 生ゴミをゴミ箱に入れる。
6. 手洗いの手順に従って手を洗う。
7. 魚貝専用まな板と包丁を食器用洗剤を使い、器具用スポンジで洗浄する。
8. 7 で洗ったまな板と包丁を専用の立てかけに立てかけておく。

肉類の下ごしらえの手順を説明する。

1. 肉類を肉類専用まな板を使って切る。
2. 出力された食材配合量にしたがって、計量器を用い計量する。
3. 2 で計量した肉類を肉類専用ボウルに入れる。
4. 生ゴミをゴミ箱に入れる。
5. 手洗いの手順に従って手を洗う。
6. 肉類専用まな板と包丁を食器用洗剤を使い、器具用スポンジで洗浄する。
7. 6 で洗ったまな板と包丁を専用の立てかけに立てかけておく。

調理の手順を説明する。

1. 調味料を計量する。
2. フライパンを加熱する。
3. フライパンが暖まったら、食材をフライパンに入れ焼く。このとき、全体に火が通るように注意する。
4. 火が通ったら調味料を入れ、あえる。
5. 出来上がった料理を皿に移す。
6. すぐに試食しない場合は、常温で放置せず冷蔵庫に補完する。

必要に応じて鍋やフードプロセッサーなどの器具を用いて調理すること。

(※文責: 鈴木裕弥)

4.1.4 調理実験後の手順

ここでは調理実験後の手順を記載する。調理実験後の手順は大きく分けて以下の通りである。

- 検品
- 試食する
- 片付け

万が一、食中毒があったときの為、速やかに保健所に提出するために、検品した商品を冷凍保管する。以下が検品の手順である。

1. 検品用に、出来上がった料理の小皿一枚程度を取り分けてラップでつつむ。これが終了する

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

まで試食を実施しない。

2. 1のサララップに日付をマジックで書く。
3. 2を試食が終わったらすぐ冷凍庫に保管する。

試食をして、レシピ設計支援ツールが出力した料理がどのような味なのかを検証する。また教員にも意見をいただく。以下が試食の手順である。

1. 試食用の食器を各自準備する。
2. 手を洗う。
3. 試食する。
4. 担当教員から意見をいただく。
5. プロジェクトメンバー内で味の感想を意見しあう。

調理実験が終了した後の片付けの手順について説明する。普段、コアスペースは調理実験として使う教室ではないため、自宅のキッチンで調理した後よりも丁寧な清掃、片付け作業を行う。

1. 洗剤を使い器具用スポンジで使用したすべての調理器具・機材を洗浄し十分すすぐ。
2. 1で洗浄した調理器具の水気をふきんでふきとり、除菌スプレーをかける。
3. 掃除用洗剤を使い掃除用スポンジでシンクを洗浄する。
4. 掃除用洗剤を使い掃除用スポンジでガス台を洗浄する。
5. テーブルを台拭きでふく。
6. 使用したふきん、台拭き、器具用スポンジ、掃除用スポンジを洗剤で洗い、十分すすぐ。
7. すべてのスポンジをよく洗い洗剤を落とし、水分を十分絞る。
8. 7で洗浄したふきんと台拭きを漂白剤につける。
9. 8で漂白したふきんと台拭きを十分にすすいで絞る。
10. 床の掃除をする。
11. 使用した調理器具を指定の場所に移し、乾燥させる。

このとき調理器具周辺を十分に空気が循環するように注意して、以下のように調理器具を並べた。

- 調理器具を重ねて置かない。
- ボール、ザルを上向きに置くこと。
- ふきんをふきん掛けに掛けて干すこと。
- 皿、まな板、包丁を食器かご・まな板たてに隙間を空けて干すこと。

(※文責: 深尾恭平)

4.1.5 調理実験マニュアルの確認

調理実験は調理実験管理者を決めてから行う。また、調理実験マニュアルに基づいて行う。調理実験管理者は調理実験マニュアル、調理実験記録書を常に携帯し、以下の業務を行う。

- 調理実験の監督業務
- 調理実験中の調理器具及び食材の管理
- 調理実験記録書の記入

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

調理実験管理者は調理実験マニュアルを参照して、参加者が調理実験マニュアルに従って作業しているかを常時確認し、必要に応じて参加者に指示を与える。さらに、調理実験最中の出来事を調理実験記録書に記述した。また、調理実験管理者は監督業務を行い、調理実験には参加しない。

(※文責: 深尾恭平)

4.2 もどき料理のレシピ集

4.2.1 もどき料理のレシピ 1

11月13日に、はこだて未来大学1階のコアスペースにて、1回目の調理実験を行った。図4.1は調理実験の様子を撮った写真である。

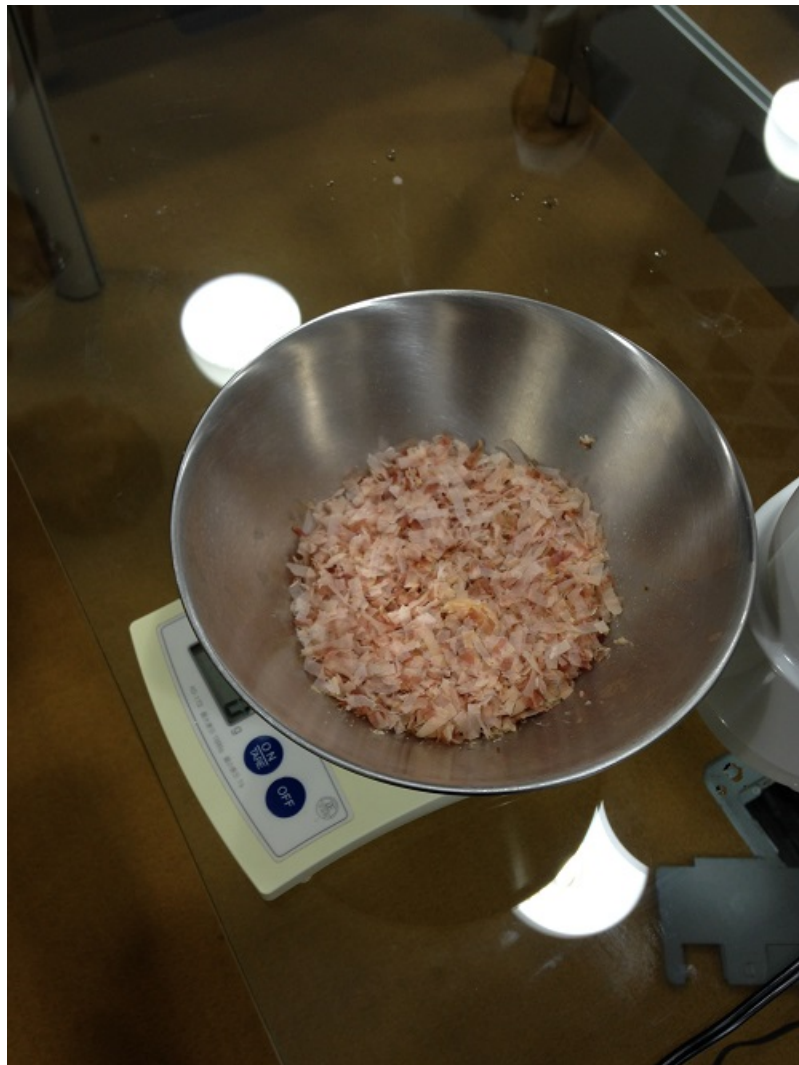


図 4.1 1 回目の調理実験の様子

事前にレシピ設計支援ツールを使用し、豚のヒレ肉 100g の栄養素を目標値として、食材の配合量を決定した。複数あがった食材の配合量のうち、4 番目のものを採用した。理由は、上位にあり、かつお節の使用量が一番少なかったからである。上位の食材の配合量のもの、すべてかつお節の使用量が大量であった。また、食材の購入は既に済ませており、かつお節を大量に使用することを想定していなかったことから、かつお節の購入した量が足りなかった。よって、かつお節の使用量

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

の少ないものを優先して選択することとなった。1 回目の調理実験では、4 番目の食材の配合量を用い、レシピの作成をしたものを、実際に調理し、評価をした。以下が実際に用いた、食材の配合量と、その調理手順である。

食材の配合量と調理手順

食材の配合量

- カリフラワー 1.0g
- トマト 1.1g
- 青ピーマン 1.1g
- 赤ピーマン 1.0g
- 生しいたけ 1.0g
- かつお類 49.1g
- ぶり 14.0g
- ほっけ 6.5g
- あさり 9.8g
- あまえび 6.9g
- 鶏卵 1.3g
- オリーブ油 1.2g
- ごま油 2.5g
- サフラワー油 1.3g
- マヨネーズ 1.0g

調理手順

1. 材料を使う分だけ計量する。
2. カリフラワーを茹でる。
3. 冷凍の食品を解凍する。
4. 茹でたカリフラワー、トマト、青ピーマン、赤ピーマン、生しいたけ、ぶり、ほっけ、あさり、あまえびを包丁でフードプロセッサーを使える大きさに切る。
5. フードプロセッサーにかけて細かく刻む。
6. かつお節、鶏卵、マヨネーズを加え、混ぜ合わせる。
7. オリーブ油、ごま油、サフラワー油を、全体量を見て加えられそうであれば加える。固まる心配がなければ、つなぎとして、小麦粉を加える。
8. 熱したフライパンに油をひいて焼く。
9. 加熱後、表面に水分が残っていればキッチンペーパー等で軽く拭い、30 分ほど燻製器にかける。

レシピ 1 の成果と改善点

かつお節の使用量が購入量を超えているので、1 回目の調理実験では、レシピ設計支援ツールの計算結果よりも少ない量で実験を行った。豚のヒレ肉に多く含まれる、ビタミン B1 を補うために、多く配合されたと考えられた。食材をフードプロセッサーにかける段階で、全体的に使用する

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

食材量が少ないことから、うまくフードプロセッサーで食材を細かくすることが出来なかった。かつお節の使用量が大量すぎるせいか、食材を混ぜ合わせたものが固まりづらく、つなぎとして小麦粉を使用したものと、つなぎを使用せず、レシピ設計支援ツールの計算結果に従ったものの2通りを作ることにした。燻製器のマニュアルを熟読しておらず、理解不足なため、1回目の調理実験での燻製器の使用は断念した。

味についてだが、2種類ともかつお節の味がほとんどであり、肉と似ているとは言えない結果となった。見た目は2種類とも、もともとのかつお節の色や、フライパンで焼いたことによって、茶色く仕上がり、遠目で見ればハンバーグと似たような見た目となった。食感は、つなぎを使用したものは、不使用のものとは比べると固く感じた。つなぎを不使用のものは非常に崩れやすく、食べづらかった。

以上のことから、以下の改善点が挙げられた。

- かつお節に対し使用量の上限を設定する。
- 調理の際に、使用する食材の量を倍にし、フードプロセッサーにかけやすくする。
- つなぎの小麦粉は、もともと計算結果に含まれていなかったため、必ず使う設定にして計算する。
- 次回の調理実験までに燻製器のマニュアルを熟読しておく。

(※文責: 大石茉莉子)

4.2.2 もどき料理のレシピ2

11月27日に、前回と同所にて、2回目の調理実験を行った。図4.2は調理実験の様子を撮った写真である。

事前にレシピ設計支援ツールを使用し、豚のヒレ肉100gの栄養素のうち、肉に重要であると判断した、タンパク質、ナトリウム、ビタミンB1、ビタミンB2を重要視した目標値を設定して、食材の配合量を決定した。1回目の調理実験の反省から、かつお節の上限量の設定、小麦粉を必ず使用する設定、使用する食材の全体量を考慮した設定をし、計算を行った。複数あがった食材の配合量のうち、1番目と2番目のものを採用した。理由は、上位のものほど、数値的には肉に近い栄養素となる食材の組み合わせであるからだ。2回目の調理実験では、1番目と2番目の食材の配合量を用い、レシピの作成をしたものを、実際に調理し、評価をした。以下が実際に用いた、食材の配合量と、その調理手順である。

食材の配合量と調理手順

1番目の食材の配合量

- 小麦粉 15.8g
- こめ 20.2g
- さといも 42.1g
- だいた 45.7g
- グリンピース 43.4g
- スイートコーン 4.2g
- トマト 6.9g
- にんにく 7.1g



図 4.2 2 回目の調理実験の様子

- 青ピーマン 3.9g
- 黄ピーマン 6.3g
- あまえび 1.4g
- 鶏卵 15.3g
- オリーブ油 3.9g
- ごま油 1.6g
- 米酢 5.2g

2 番目の食材の配合量

- 小麦粉 22.0g
- こめ 16.1g
- さとiamo 52.3g
- だいず 47.0g
- グリンピース 33.2g
- ごぼう 30.9g
- スイートコーン 12.0g

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- トマト 3.1g
- 黄ピーマン 7.1g
- あまえび 1.7g
- 鶏卵 15.0g
- オリーブ油 8.2g
- サフラワー油 9.9g
- 米酢 1.7g
- マヨネーズ 1.0g

調理手順

1. 米を水につける.
2. 材料を使う分だけ計量する.
3. 米を炊く.
4. 茹でる必要性のある食材を茹でる.
5. 冷凍の食品を解凍する.
6. さといも, トマト, 青ピーマン, 赤ピーマン, あまえび, ごぼうを包丁でフードプロセッサーを使える大きさに切る.
7. フードプロセッサーにかけて細かく刻む.
8. マヨネーズなどの調味料と小麦粉をいれて混ぜ合わせる.
9. 熱したフライパンに油をひいて焼く.
10. 加熱後, 表面に水分が残っていればキッチンペーパー等で軽く拭い, 20分ほど燻製器にかける.

レシピ 2 の成果と改善点

かつお節の使用量を制限したからか, 1番目・2番目と共にビタミン B1 を多く含むグリーンピースの配合量が多くなった. 食材をフードプロセッサーにかける際, 十分な量があったからか, 問題なく食材を細かくすることが出来た. グリーンピースや里芋など, 水分を置く含む食材の使用量が多かったからか, 混ぜ合わせた時点で柔らかく, 加熱する際も形が崩れやすく, 加熱後は多少は固くなったが柔らかく仕上がった. 燻製器に関しては, 使用法を一部間違えたことにより, 香りづけや風味づけが不十分である結果となってしまった.

味についてだが, 1番目・2番目とともにグリーンピースの味がほとんどで青臭く, 肉と似ているとは言えない結果となった. 2番目の方が, グリーンピースの使用量が少なめということもあってか, どちらかと言えば2番目の方が美味しいという意見が多かった. 燻製にしたことにより, 燻製にする前の状態のものとは比べると, 食材そのままの味が少し薄まり, 燻製の風味を少し感じられた. 見た目は2種類とも, もともののグリーンピースの色が強く, 薄い緑色であり, フライパンで焼き, 燻製器にかけた結果, 少し茶色がかった薄い緑色に仕上がった. 食感は, 1回目の調理実験でのものと比べるとかなり柔らかく感じた. 肉というより, お好み焼きに近い食感であった.

以上のことから, 以下の改善点が挙げられた.

- かつお節に加え, グリーンピースにも使用量の上限を設定する.
- 燻製器にかける時間を増やし, 香りづけと風味づけをじっくりさせる.

(※文責: 大石茉莉子)

4.2.3 もどき料理のレシピ 3

12月18日に、前回と同所にて、3回目の調理実験を行った。図4.3は調理実験の様子を撮った写真である。



図 4.3 3 回目の調理実験の様子

事前にレシピ設計支援ツールを使用し、豚のヒレ肉 100g の栄養素のうち、肉の主要である栄養素のタンパク質、ナトリウム、ビタミン B1、ビタミン B2 を重要視した目標値を設定して、食材の配合量を決定した。2 回目の調理実験の改善点から香りづけと風味づけを行うために、燻製器にかける時間を長めに設定することと、使用する食材の全体量を考慮した設定をし、計算を行った。今回の調理実験では炭水化物の量を減らすことを目的としていた。そのため、炭水化物の量が少ないレシピである 2 つを採用した。3 回目の調理実験では上記 2 つの食材の配合量を用い、レシピの作成をしたものを実際に調理し、評価をした。以下が実際に用いた食材の配合量とその調理手順である。

食材の配合量と調理手順

食材の配合量

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- 小麦粉 15.0g
- だいず 11.1g
- アスパラガス 75.6g
- いんげんまめ 9.1g
- グリンピース 23.0g
- カリフラワー 3.2g
- こまつな 27.0g
- そらまめ 4.1g
- こねぎ 25.0g
- 赤ピーマン 3.0g
- 生しいたけ 21.5g
- かつお節 3.6g
- あさり 1.2g
- あまえび 3.1g
- 鶏卵 15.0g

調理手順

1. 冷凍されていた食材を解凍する.
2. 食材を洗う.
3. 食材を配合通りに計る.
4. 野菜等を茹でる.
5. 茹でた野菜を細かく刻み, フードプロセッサーにかける.
6. 細かくした食材に小麦粉を加え混ぜる.
7. 熱したフライパンに油をひいて焼く.
8. 加熱後, 燻製器に 30 分かける.

食材の配合量

- 小麦粉 15.1g
- だいず 14.5g
- アスパラガス 53.9g
- いんげんまめ 2.7g
- グリンピース 21.7g
- オクラ 15.1g
- カリフラワー 41.8g
- こまつな 31.0g
- そらまめ 7.3g
- トマト 1.8g
- こねぎ 2.8g
- モロヘイヤ 1.0g
- 生しいたけ 31.0g
- 乾燥わかめ 2.5g
- 鶏卵 15.0g

調理手順

1. 冷凍されていた食材を解凍する。
2. 食材を洗う。
3. 食材を配合通りに計る。
4. 野菜等を茹でる。
5. 乾燥わかめを水で戻す。
6. 茹でた野菜を細かく刻み，フードプロセッサーにかける。
7. 細かくした食材に小麦粉を加え混ぜる。
8. 熱したフライパンに油をひいて焼く。
9. 加熱後，燻製器に 30 分かける。

レシピ 3 の成果と改善点

調理手順は前回と同様に行った。燻製器にかける手順では前回よりも燻製器にかける時間を増やし，正しく燻製器を使用した。燻製器にかける時間を増やしたことによって前回の調理実験よりもしっかり匂いをつけることができた。そのため，前回の調理実験のときではグリーンピースなどの野菜の青臭さが残ってしまい，肉もどきと言えるようなものではなかったが，今回は青臭さをほとんど感じることなく燻製にした肉のような香りにすることができた。味に関しては前はグリーンピースを混ぜて焼いたものの味がして肉を食べているとは思えなかったが，今回燻製時間を増やすことによって青臭さを消すことができたためか野菜を混ぜ合わせたものとはわからないものとなって，より肉の味に近づけることができ美味しく食べることができた。また，見た目に関しても前回は燻製時間が短かったことにより肉もどきの色が緑色で野菜を混ぜた物という感じが強かったものを今回は燻製時間を前回よりも長くしたことによって肉もどきの色を茶色くすることができ，より肉に近い見た目に改善することができた。しかし，野菜に含まれている水分を上手く処理できなかったため柔らかく食感として肉とは少し違うものとなっていた。また，水分が多かったため途中のフライパンで焼く段階でべちゃべちゃとしてしまい調理がしづらいという問題も起きてしまった。結果として，水分が多く食感は柔らかくなってしまったものの，味，見た目，匂いは改善され今までの成果物よりも良いものができた。以上のことから，改善すべき点は以下のこととなった。

- 水分を抜いて，食感をつける。
- 小麦粉の量を増やし，形を崩れにくくする。

(※文責: 渡邊俊)

4.2.4 性能評価

肉を摂取せずに，豚のヒレ肉と同等の栄養を摂取できるような肉もどき料理のレシピ作成を行った。

肉もどき料理レシピ 3 の栄養素グラフを図 4.4 に示す。目標値として，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。結果として，重要視した栄養素は，目標値と近い量を摂取できるような肉もどき料理の作成ができた。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，新規性を得られた肉もどき料理の作成ができたと考えられた。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

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。最終的な結果としては、主に含まれている野菜の青臭さを燻製の風味で上手く隠すことができおり、食べやすいものとなった。しかし、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。

また、調理方法としては、燻製器を使用していることから、手間がかかるという点が問題と言えた。しかし、食材の面からは、一般家庭で購入することが可能な食材を使用していることから、調理が可能であると言えた。

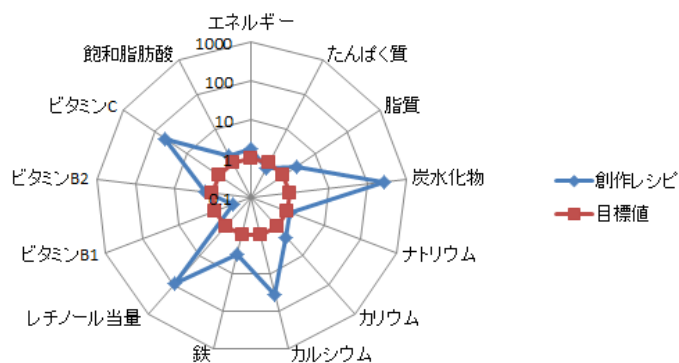


図 4.4 肉もどきと栄養素の目標値の比較

(※文責: 大石茉莉子)

4.3 調味料のレシピ集

4.3.1 調味料のレシピ 1, 2, 3

1回目の調理実験は、2015年11月13日に公立はこだて未来大学研究棟1階のコアスペースで行なった。図4.5は調理実験中の様子を撮った写真である。

ヒレ肉にかけるソースを作成するという想定のもと、レシピ設計支援ツールの計算結果からレシピを作成した。また、今後の実験をスムーズに行うために経験を積むことと、今後の改善点を把握することを重視した。そのため、似た食材の3品を調理手順を少しだけ変えることによってどのような違いが見られるかを観察することにした。食材と調理手順の2条件を変えるため正確な比較をすることは出来ないが、食材によって相応しい調理方法を調査することを優先するために、大まかな違いを捉えることができるだけでも十分とした。また、1回目の調理実験では食材がうまく細かく出来なかったことに加え時間が足りなかったので、ソース作成に必要な煮こむという工程は行わないことにした。

食材の配合量と調理手順

調味料レシピ1の食材の配合量(1人前)

- さといも 8.3g
- オクラ 24.5g
- カリフラワー 34.0g
- ごぼう 33.8g



図 4.5 調味料レシピ 1

- トマト 1.5g
- 赤ピーマン 1.2g
- 黄ピーマン 1.6g
- しいたけ 23.2g
- ひじき 1.5g
- 乾燥わかめ 2.9g
- あさり 2.5g
- 鶏卵 1.0g
- プロセスチーズ 7.8g
- オリーブ油 4.0g
- ごま油 15.8g

調理手順

1. 食材を洗う.
2. さともしも, オクラ, カリフラワー, ごぼう, しいたけを下茹でする.
3. 乾燥わかめを水で戻す.

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

4. 1 で下茹でした食材と赤ピーマン，黄ピーマンを細かく切る．
5. 切った食材とひじき，わかめ，あさり，鶏卵をフードプロセッサーでより細かくする．
6. 細かくした食材にプロセスチーズ，オリーブ油，ごま油を混ぜ軽く炒める．

調味料レシピ 2 の食材の配合量（1 人前）

- さといも 23.9g
- いんげんまめ 10.4g
- オクラ 18.1g
- カリフラワー 15.5g
- ごぼう 34.3g
- そらまめ 1.0g
- 青ピーマン 4.1g
- 赤ピーマン 1.3g
- 黄ピーマン 2.4g
- しいたけ 34.6g
- ひじき 1.4g
- 乾燥わかめ 2.4g
- あさり 1.5g
- プロセスチーズ 8.0g
- ごま油 19.7g

調理手順

1. 食材を洗う．
2. さといも，いんげんまめ，オクラ，カリフラワー，ごぼう，そらまめ，しいたけを下茹でする．
3. 乾燥わかめを水で戻す．
4. 1 で下茹でした食材と青ピーマン，赤ピーマン，黄ピーマン，ひじき，わかめ，あさを細かく切る．
5. すべての食材を混ぜ，フードプロセッサーでより細かくする．

調味料レシピ 3 の食材の配合量（1 人前）

- さといも 22.4g
- だいず 1.0g
- オクラ 33.8g
- カリフラワー 22.1g
- ごぼう 34.2g
- そらまめ 11.0g
- 青ピーマン 3.2g
- 赤ピーマン 1.3g
- しいたけ 26.9g
- ひじき 1.2g
- 乾燥わかめ 6.3g

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- あさり 1.2g
- プロセスチーズ 6.1g
- ごま油 19.2g
- マヨネーズ 3.4g

調理手順

1. 食材を洗う。
2. さといも，オクラ，カリフラワー，ごぼう，そらまめしいたけを下茹でする。
3. 乾燥わかめを水で戻す。
4. 1 で下茹でした食材とごぼう，青ピーマン，赤ピーマンを細かく切る。
5. 切った食材とだいず，ひじき，わかめ，あさり，プロセスチーズをフードプロセッサーでより細かくする。
6. 細かくした食材にごま油，マヨネーズを和える。

成果と改善点

本調理実験では各レシピの食材を1人前用意して行った。その結果として、フードプロセッサーで食材を細かくするという工程が上手くいかなかった。原因としては、フードプロセッサーに入れる食材が少なかつたため刃が食材に当たらずに細かく出来なかったと考えられる。この問題を解決するために2回目以降の調理実験では食材を1人分ではなく、数人分用意することとした。それ以外に、味に関する問題点もあげられた。非常に味が薄く調味料として利用することが難しい状態であった。改善案として、次回以降作成する調味料レシピでは、食塩相当量のパラメータを設定しなおしてレシピ設計支援ツールで計算することとした。また、海鮮物を使用しているため生臭さを感じた。調理方法を変えることでも改善することができると考えたが、凝った調理方法を避けるために海鮮物を今後は調理食材集合に入れないこととした。

次に3つのレシピの比較である。オクラの粘り気は調味料としての味を損ねる結果となった。3つのレシピの中で最もオクラの配分量が多い、調理レシピ3はその傾向が最も顕著であった。しかし、プロジェクトメンバーの評価の最も良いレシピは調理レシピ3であった。要因としては、最後に加えたマヨネーズによる味付けだと考えられる。また、1回目の調理実験では食材の配合量や調理方法が似通っていたため、大きな違いは見られなかった。以上より、1回目の調理実験の反省として、オクラなどのクセの強い食材は配合量を少なくなる、もしくは味が馴染むような調理方法を考えることとした。また、味の濃い食材を多くすることとした。

(※文責: 寺坂拓哉)

4.3.2 調味料のレシピ4

2回目の調理実験は、2015年11月20日に公立はこだて未来大学研究棟1階のコアスペースで行った。今回も1回目と同様にヒレ肉にかけるソースという想定でレシピを作成した。図4.6は4品目の調味料を撮った写真である。

前回の改善点から、食塩相当量の目標値を本来の推奨量の1.5倍と前回よりも高くしレシピ設計支援ツールで計算した。そこで出た中で最も栄養が目標値に近い計算結果からレシピを作成した。また、1回目の調理実験では食材が少なかつたことでフードプロセッサーがうまく機能せず、食材



図 4.6 調味料レシピ 4

を細かくすることができなかった。よって、食材の量を3人前にした。加えて、さらに食材の味を染み込ませるために前回よりも煮込む時間を長くした。一度の調理実験では煮込む時間が足りなかったもので、二度に分けて調理実験を行った。

食材の配合量と調理手順

食材の配合量（1人前）

- さといも 5.0g
- オクラ 34.7g
- カリフラワー 5.0g
- ごぼう 35.0g
- 青ピーマン 7.3g
- 黄ピーマン 7.1g
- 生しいたけ 14.5g
- 乾燥わかめ 12.8g
- プロセスチーズ 5.0g
- オリーブ油 7.6g

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- ごま油 12.2g
- みりん 15.0g
- 中濃ソース 28.5g
- さしこみしょうゆ 25.0g
- 麦みそ 5.0g

調理手順（一度目）

1. 食材を洗う.
2. 乾燥わかめを水で戻す.
3. さといも, オクラ, カリフラワー, ごぼう, しいたけを下茹でする.
4. 下茹ですた食材と, 青ピーマン, 黄ピーマン, わかめをフードプロセッサーで細かくする.
5. 沸騰した 300ml したお湯に細かくした食材を入れ 1 時間煮込む (お湯が沸騰してなくなってきたら 100ml 入れるという工程を 2 回繰り返す).
6. 煮込んだ食材をジップロックに入れ, 水で冷やす.
7. 冷凍庫にしまう.

調理手順（二度目）

1. 冷凍していた食材を解凍する.
2. 解凍した食材を 1 時間煮込む (お湯が沸騰してなくなってきたら 100ml 入れるという工程を 2 回繰り返す).
3. 煮込んだ食材に細かく切ったプロセスチーズを入れ, 5 分煮込む.
4. オリーブ油, ごま油, みりん, 中濃ソース, さしこみしょうゆ, 麦みそをそれぞれ少しずつ入れてひと煮立ちさせる.

成果と改善点

前回の改善点で挙げた食材を細かくするというのは, 3 人前作ることでうまくフードプロセッサーの刃が食材にあたり細かくすることができた. 煮込む時間も 2 時間に増やすことが食材を更に細かくすることができ, 食材の味も染み込ませることができた. しかし, 食べた時に舌に細かくした食材がざらざらとした食感で残ってしまった. これは, フードプロセッサーで細かくしきれなかったのが原因と考えた. 味を濃くするというもう 1 つの改善点は, 前回とは逆に味が濃すぎるものになってしまった. また, 調味料の種類が多すぎたのか, 味のバランスが悪くなってしまった. その中でも, オリーブ油は特に味を損ねる結果となってしまった.

プロセスチーズは 5 分煮込んだのだが, すべて溶けこませることができず, まろやかさに欠けてしまった.

よって, 以下の改善点が挙げられた.

- 食材をさらに細かくする.
- 水分を増やす.
- 食塩相当量の目標値を下げる.
- 入れる調味料の種類を減らす.
- オリーブ油を使わない.
- 次にプロセスチーズを使うときは煮込む時間を長くする.

4.3.3 調味料のレシピ 5

4 回目の調理実験は、2015 年 12 月 18 日に公立はこだて未来大学研究棟 1 階のコアスペースにて行った。今回もヒレ肉にかけるソースのレシピを作成した。図 4.7 は 4 回目の 5 品目の調味料を撮った写真である。



図 4.7 調味料レシピ 5

2, 3 回目の調理実験の改善点から食塩相当量の目標値を推奨量の 1.25 倍に下げた。食材をさらに細かくするために、前回よりもフードプロセッサーに食材をかける時間を長くした。レシピ設計支援ツールの結果からレシピを作成するため、使用する調味料の量は変えることができない、よって、調味料を少しずつ入れて味見をし、味が濃くなったら水分を足すという工程を繰り返すことで味の濃さを調節した。メンバー間での話し合いから、味を損ねてしまったのはオリーブ油が原因だという考えに至ったため、使用食材集合からオリーブ油を抜いてレシピ設計支援ツールの計算を行った。また、使用する調味料の種類を減らすために調理食材集合の最大数を 15 種類から 12 種類に変えて計算を行った。その計算結果のすべてが前回よりも入れる調味料の種類が減っていたので、最も目標値に近いレシピを作成した。このレシピの食材にはプロセスチーズが入っていたの

で、前回よりもプロセスチーズを入れる時間を早くして煮込む時間を長くした。

食材の配合量と調理手順

食材の配合量（1人前）

- さといも 20.4g
- だいず 1.0g
- えだまめ 1.3g
- オクラ 29.0g
- カリフラワー 21.5g
- ごぼう 30.0g
- 乾燥にんにく 3.1g
- 青ピーマン 14.1g
- しいたけ 26.4g
- プロセスチーズ 7.7g
- ごま油 18.4g
- 中濃ソース 33.3g

調理手順（1人前）

1. 食材を洗う。
2. 乾燥にんにくを水に戻す。
3. さといも、えだまめオクラ、カリフラワー、ごぼう、しいたけを下茹でする。
4. 下茹でした食材とだいず、にんにく、青ピーマンをフードプロセッサーで細かくする。
5. 沸騰した 300ml のお湯に茹でた食材を入れ 30 分煮込む（お湯が沸騰してなくなってきたら 100ml 入れるという工程を 2 回繰り返す）。
6. 30 分煮込んだら細かくしたプロセスチーズを入れて煮込む。
7. 45 分煮込んだらごま油と中濃ソースを少しずつ入れて煮込む。

成果と改善点

4 回目の調理実験では、食材を一度フードプロセッサーにかけ、刃の回転の遠心力によって縁について細かくすることができなかつたところを刃があたるところまで寄せて、またフードプロセッサーにかけるを繰り返すことで、前回よりも食材を細かくすることができた。この工程によって食材に早く火が通り、煮込む時間を前回の半分に抑えることができた。また、前回よりも早めにプロセスチーズを入れたことで、すべて溶かすことができチーズのまろやかな風味を際立たせることができた。

この調味料はすべて食べて推奨された栄養をとれるものなので、そのものだけでも食べることができるくらいの濃さでなければいけない。そのために、煮込みながら味見してもちょうどいい濃さになるように水分を足していった。

味としてはソースの味が主なのだが、ごま油の香ばしさとプロセスチーズのまろやかな風味、野菜の旨味が味わえるヒレ肉に合う調味料を作成することができた。これで最終成果物としてみなせるレシピを作成することができた。しかし、さらにレシピの質を向上させるために食材の食感をさらに除く必要があると考えた。これはまだ口に入れた際に少し食材がざらざらとした食感で残って

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

しまったためだ。また、もう少し旨味があってもいいように感じた。旨味は昆布やわかめなどの海藻類、トマトなどに多く含まれている。しかし、今回のレシピ設計支援ツールでは使用可能食材集合には入っていたのだが計算結果には出てこなかった。

よって、以下の改善点が挙げられた。

- こしきを使って細かくしきれなかった食材を取り除く。
- 旨味成分の多い食材の選ばれる優先順位を高くする。

(※文責: 棟方耕人)

4.3.4 性能評価

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栄養補完調味料のレシピ作成を行った。栄養補完調味料のレシピ作成にあたって、一般家庭でも調理することのできるレシピを想定した。そのため、使用可能食材は丸井今井函館店と大槻食品函館店で購入することが可能な食材のみとした。

調味料レシピ5の栄養素グラフを図4.8に示す。目標値は1食に必要なとされている栄養素からご飯(160g)、豚ヒレ肉(50g)、コーン(20g)、にんじん(30g)、アスパラガス(20g)を引いたものである。これはヒレ肉を使用した食事を想定したものである。図4.8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ていない。特に多くの調味料は食塩相当量が高く、栄養補完調味料と同量を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。したがって、栄養素という観点では従来の調味料よりも優れたものであるといえる。次に、味の評価に関してである。味の評価に関しては、プロジェクトメンバーと担当教員が試食することで判断した。結果としては、美味しく食べることが出来る調味料となった。しかし、この考察結果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。よって、多くの人に好まれる調味料とするためにはより多くの調査が必要であると考えられる。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ので、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まだ工夫できる点である。

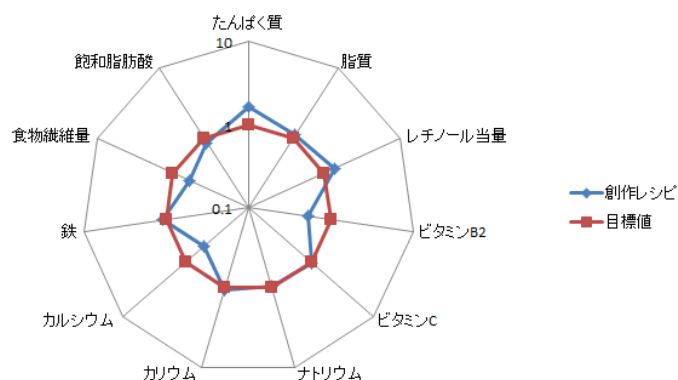


図 4.8 栄養補完調味料と栄養素の目標値の比較

(※文責: 寺坂拓哉)

4.4 成果発表会

4.4.1 中間発表会

2015年7月10日に、公立ほこだて未来大学でプロジェクト学習の中間発表を行った。発表にはスライドを使用した。また、ポスターを発表スペースの付近に設置した。プロジェクトの全体の目的とレシピ設計支援ツール、前期までの活動、今後の課題について発表した。そして、聴衆に聞いてもらい、発表技術に対する点数とコメントの一部をもらった。発表技術の点数の平均は6.14点であった。次に、このときに寄せられたコメントを以下に示す。

- 声が小さい
- カンペを見ている
- 前を向いて話したほうが良い
- スライドに図や写真がほしい
- 実際に動いているのをみたい
- プログラムの出力が見えにくい
- 調査結果と考察がほしい
- テーマごとの区別がほしい

まず、最初の3つのコメントについては、発表者の発表技術の不足についての意見である。中間発表直前に発表準備が終わったため、十分な練習をしなかった。そのため、後期では発表準備に余裕をもって完成を目指し、練習時間を多く取る必要がある。次の3つのコメントについては、発表に使用するスライドに関する意見である。発表に使用したスライドには、調理実験の写真を載せなかった。また、実際にレシピ設計支援ツールが動いているのを見たいというコメントもあったが、時間の兼ね合いで行わなかった。次の2つのコメントについては、スライドや口頭発表に対する意見である。調査結果をまとめてないこと、テーマについての説明が不足していた。従来の発表、考察を発表して、テーマの説明について十分に行う。次に発表内容の平均は6.97点であった。発表内容のコメントを以下に示す。

- ゴールが見えなかった
- 現状が知りたかった
- テーマ1のやりたいことが分からなかった
- テーマ2の手法でモドキ料理のアイデアがわからなかった
- ツール、遺伝的アルゴリズム、非線形計画法の詳細な説明がほしかった
- 自分たちがツールで何をやっているのか理解できていないように感じた

まず、最初の2つのコメントについて、最終目標に向けて現状の内容についての発表が少なかったことが原因と考えられる。また、最終目標が「栄養を補えるレシピ」という表現しかなかったことも挙げられる。次の2つのコメントについて、アイデアの具体的な内容について深く発表しなかったことが原因と考えられる。最後の2つコメントについては、メンバーが活動に使用しているものについての理解が不足していた。そのため、後期では使用しているレシピ設計支援ツール、遺伝的アルゴリズム、非線形計画法の理解を深めることが重要となる。これらのコメントの意見を後期の成果発表に反映する。

4.4.2 成果発表会

2015年12月11日に、公立はこだて未来大学でプロジェクト学習の成果発表を行った。発表にはスライドとポスターを使用した。メインポスター、スライドは中間発表時のコメントを踏まえて作成し、プロジェクトの発表を行った。発表内容は概要、レシピ設計支援ツール、もどき料理グループと栄養補完調味料グループの行った作業、作成したレシピの内容である。これらの内容を聴衆に聴いてもらい、発表技術に対する点数とコメントをもらった。発表技術の点数の平均は6.87点であった。中間発表のときよりも改善されたと言えた。以下に、このときに寄せられたコメントの一部を示す。

- 声が大きく聞き取りやすかった
- 声が小さく聞き取りにくかった
- スライドの文字が多く見づらかった
- ポスターとスライドの発表の2つを行う必要があったのか

まず、最初の2つコメントは発表者に対するコメントである。中間発表時よりも練習時間を多くしたため、改善できた人がいたためにこのような意見が出たと考えられる。次の2つのコメントは発表物に対するコメントである。スライドの文字が多く見づらかったことについては、文章を簡潔に作成しようという話し合いで決まったが努力が足りなかった。ポスターとスライドの2つで行う必要については、レシピ設計支援ツールのポスターの図が2分割になってしまうことで説明しにくいという点を踏まえたが、聴衆側だと見えにくいという結果になった。発表内容に対する点数とコメントをもらった。発表内容の点数の平均は7.24点であった。中間発表のときよりも改善されたと言えた。以下に、このときに寄せられたコメントを示す。

- プロジェクトの行ってきた過程が見えなかった
- ゴールが見えなかった
- 作った後が見えなかった
- 食材、レシピを載せてほしかった
- 味が気になった
- 遺伝的アルゴリズム、非線形計画法の説明が分かりやすかった

最初は、細かい説明ではなく、どのようなことを行ってきたかをまとめたものを説明したが、内容が不足していたため、伝わらなかったと考えられる。次の2つは栄養を補えるレシピを作成することを目的に活動して、どの程度できたら完成とするか、また今後の課題を発表しなかったために、このような意見が出たと考えられる。次に、レシピを載せてほしかった、味が気になるに対するコメントに対しては、活動内容だけではなく、一例として公開したほうが聴衆としては面白味があったと判断した。前期では遺伝的アルゴリズム、非線形計画法が分からないというコメントが多数あったが、今回はその2つが分かりやすいというコメントがあり、改善された。

4.4.3 プロジェクト見学

2015年10月9日に、公立はこだて未来大学で高校生向けのプロジェクト学習の発表を行った。発表形式はレシピ設計支援ツールに関する説明の時にはスライドを使用し、それ以外の説明は口頭で行った。発表内容に関しては、もどき料理グループの概要・目的と中間発表会終了時点での作業内容、レシピ設計支援ツールの説明ではツールの中で使われている遺伝的アルゴリズムとそれがツールの中でどのように動いているのかについて詳しく説明を行った。

今回の発表会では時間の都合上栄養補完調味料の説明は行わなかった。発表を行って感じたことはもどき料理グループの説明ではこの段階では調理実験を行っていなかったため、これからの予定や前期行ったことを説明するだけで写真などがなく想像しにくい説明になってしまっていた。そのため、口頭での説明のみになってしまったため、わかりづらくなってしまったと感じた。レシピ設計支援ツールの説明では、ツールの説明の時点で高校生側の理解があまり得られなかったということである。これはツールや遺伝的アルゴリズムの関係性を理解するために必要な知識がまだ揃っていない高校生に対して、当然のようにツールの説明を行ってしまったことが原因であると考えられる。また、スライド内容が少し専門用語が多く高校生向けではなかったということも原因だったと感じた。これは、説明を行う前にレシピ設計支援ツールの中で使われている用語や、スライドにてくる言葉についてわかりやすいように説明を行えば改善できたと考えられる。

この結果から、今後の発表会ではツールに関する説明を誰が聞いても理解できるように簡単に言い換えることと、発表する自分たちがツールをもっと深く理解し、わかりやすい説明を行うことが必要であると感じた。また、この発表会の段階では成果物はできてなかったため、ツールの理解だけでなくプロジェクト全体として調理実験などの実際の作業や成果物の発表の準備も進めていかなければならないとメンバー全体で確認することができた。説明後の質問では以下二つの質問を受けた。

- 遺伝的アルゴリズムのソートの部分で選ばれなかった集合は必要のない集合ということで排除されるのか
- 使用可能食材の段階でアレルギーなどで食べることのできない食材を抜くことはできるのか

上記の質問には次のように回答した。

- 必要のない集合は排除されます
- 使用可能食材を決める際にアレルギーのある食材を抜くことで解決できます

(※文責: 渡邊俊)

第 5 章 まとめ

5.1 提案手法の特徴

本プロジェクトでは、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提案するために活動した。

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 (ビタミン B1, ビタミン B2, たんぱく質等) 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。従来の肉もどきには栄養素を補えるものが存在しなかったため、新規性がある肉もどきを作成できた。

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。また、ソース状にするために、フードプロセッサーを使用することや、長時間煮込むことなど調理方法を工夫した。

(※文責: 深尾恭平)

5.2 提案手法の位置づけ

もどき料理グループは、調べた従来のなかに豚肉と同等の栄養素を持つ肉もどきがなかった。そのために、豚肉の栄養素を補える肉もどきを作成した。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。

栄養補完調味料グループは、「Soylent」のような液体ではなく、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ている。

(※文責: 深尾恭平)

5.3 提案手法の評価

今回、作成したレシピは、プロジェクトメンバーと担当教員が食べて評価を行った。プロジェクト内で料理に対して味の評価のアンケートを実施する予定があった。しかし、2つのグループの作業が円滑に進まなかったこと、味の評価に関する項目の設定が困難であったことにより、口頭で評価を行った。もどき料理グループ、栄養補完調味料グループの2つで活動を行ったために順に評価していく。

最初に肉もどきについて評価を行う。肉と同等の栄養素を補う肉もどきは従来になかったために、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、焼いたうえに燻製機を用いて調理方法を用いているために、従来の調理器具よりも手間加えることになり、調理作業が増える欠点があった。

次に、栄養補完調味料グループについての評価を行う。従来の調味料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、今回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、上記の2つは優れた。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。プロジェクトメンバーと担当教員の評価は、主観的な評価だが美味しいといった結果になった。

(※文責: 深尾恭平)

5.4 プロジェクト評価

プロジェクトの最も大きな問題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立てることが出来ずに、前期のタスクを後期に作業を引き続き行った。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。そのため、後期の初回で今後の活動の内容の対策を話し合った。対策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を挙げた。また、プロジェクトリーダーがスケジュールを作成して把握を行った。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。

(※文責: 深尾恭平)

5.5 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ことが望まれる。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調味料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使える調味料を作成する。したがって、今後の課題としては評価項目を作成しプロジェクト外部の人に評価してもらうこと、調味料の種類を増やして、評価の項目を設定していくことである。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ことである。インターネット上には楽天レシピなどの作成したレシピを公開する方法が挙げられる。しかし、公開した後はどのように広めていくかが重要な問題である。これらを考慮して利用して広めることが重要である。

(※文責: 深尾恭平)

付録 A もどき料理グループの従来手法

まるで豚バラ肉★車麩の角煮風 レシピ・作り方 [29]

目的:麩を使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:車麩を水で戻し、下味を付け、片栗粉をまぶして焼く

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

ヘルシーで低価格！車麩の角煮もどき レシピ・作り方 [30]

目的:麩を使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:車麩を水で戻し、片栗粉をまぶして、油で揚げる

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

高野豆腐の唐揚げ [31]

目的:豆腐を使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:高野豆腐を水で戻し、片栗粉をまぶし、揚げる

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

高野豆腐の酢豚もどき [32]

目的:豆腐を使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:高野豆腐を水で戻し、片栗粉をまぶし、高野豆腐を揚げるような感じで焼く

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

高野豆腐の生姜焼き [33]

目的:豆腐を使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:高野豆腐を水で戻し、鶏がらスープに浸し、片栗粉をまぶし、フライパンで焼く

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

こんにやくをお肉に変える裏ワザ。冷凍して「氷こんにやく」をつくる。 [34]

目的:こんにやくを使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:こんにやくを冷凍し、解凍し、水分を絞る

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

氷こんにやくのレシピ。唐揚げ「コンから」のつくり方をご紹介します。 [35]

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

目的:こんにゃくを使用した既存の肉もどき料理を知るため

方法:氷こんにゃくに下味を付け、片栗粉をまぶす

長所:肉を使用せず、味と食感を似せることができる

短所:栄養面について考えられていない

高齢者こそ肉を?!～見過ごされる高齢者の“栄養失調”～[11]

目的:高齢者の栄養不足の対策を知るため

方法:栄養学の専門家の指導のもと、平均年齢 65 歳のボランティアが食事を作る会を開く

長所:仲間との楽しい会話をすることで食欲増進が見込める

短所:開催場所が限られているため、参加がしづらい

付録 B 栄養補完調味料グループの従来手法

栄養・健康ビタミンAの過剰摂取による影響 [16]

内容：ビタミン A の過剰摂取又は不足による身体への影響の調査。

特徴：ビタミン A 過剰症に、急性と慢性の症状がある。急性の中毒症状は、腹痛、悪心、嘔吐、めまい、過敏症などが出現した後、全身の皮膚落屑がみられる。慢性の中毒症状では、全身の関節や骨の痛み、皮膚乾燥、脱毛、食欲不振、体重減少、肝脾腫、脳圧亢進による頭痛及びうっ血乳頭などを示す。

日本人の食事摂取基準（2015年版）の概要 [17]

目的：生活習慣病の予防を特に重視、このことに対応するために、食事摂取基準の策定。

内容：生活習慣病予防に重点をおき、以下の栄養素について新たな指標「目標量」を設定。

増やすべき栄養素：食物繊維、n-3系脂肪酸、カルシウム、カリウム

減らすべき栄養素：コレステロール、ナトリウム（食塩）

脂質については、脂肪エネルギー比率のみならず、その質も考慮する必要がある、飽和脂肪酸、n-3系脂肪酸、n-6系脂肪酸、コレステロールについても策定した。

Soylent Corporation[18]

概要：「Soylent」とは、代替食品のひとつである。「Soylent」は、1日に必要な全ての栄養素が粉末になっていて、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。

内容：一日の栄養を摂取できる簡単な食品の作成。

長所：簡単に一日に必要な栄養を摂取できる。

短所：液体であること、高価である。

平成 21 年国民健康・栄養調査報告 [36]

目的：国民の身体の状態、栄養素等摂取量及び生活習慣の状態を明らかにし、国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基礎資料を得ること。

内容：自分にとって適切な食事内容・量を知っていると回答した者の割合は、男性 75.0%、女性 78.2% である。また、肥満者（BMI \geq 25）のうち、メタボリックシンドロームの予防や改善のために適切な食事や定期的な運動をすることについて、男性では「するつもりがあり、頑張ればできる」（42.6%）、女性では「するつもりはあるが、自信がない」（44.1%）と回答した者が最も多い。肥満者（BMI \geq 25）の割合は、男性 30.5%、女性 20.8% である。

食塩摂取量は、成人で平均 10.7g であり、男性 11.6g、女性 9.9g である。

栄養・食生活 [5]

目的：健康・栄養状態の是正を図るとともに、国民すべてが良好な食生活を実践できる力を十分に育み、発揮できるような平等な機会と資源を確保すること。

内容：栄養・食生活モニタリングシステムの確立により目標値のまとめ。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

ラットの血清および肝臓脂質レベルに対するインスタントカップ麺摂取の影響－異なる種類の調味料を用いた同一製品間の比較－ [37]

内容：インスタントカップ麺摂取の血清および肝臓脂質レベルに対する影響をラットにおいて検討。

味覚

味覚・うま味と自律神経 [19]

概要：人間は食物中の成分を検出するため科学的シグナルを受け取って味の感覚情報を生じ、摂取するか、忌避するかの基本的情報を提供すると共においしいまたはまずいといった情報から食欲の摂取調整をしている。

目的：うま味刺激は迷走神経を介する胃腸機能の促進を生じ、苦味刺激はストレスを生じる可能性が示唆されたので報告する。

方法：味覚刺激による唾液分泌を測定すると同時に、心電図を記録し、心拍のゆらぎから味覚刺激の自律神経の動揺を記録し、心拍のゆらぎから味覚刺激の自律神経活動の動揺を検討した結果についても報告する。

長所：ヒトがうま味と苦味の情報を受け取りどういった行動を推奨するか神経の面から書かれている。

短所：栄養素が整っている食品などについては書かれていない。

油のおいしさとその科学メカニズムおいしいものには理由がある [38]

概要：油のおいしさについての研究、人間は油だけではおいしさを感じないがラードで調理した食品や豚骨スープにおいしさを感じる。口腔内に脂肪の科学受容機構があることなどがまだ認知されていないことからこの分野は発展中の分野である。

目的：ラットに油を与え反応を見る実験。

長所：油のおいしさについて追求し、ラットは油に味を感じているが人は調理された油の旨みのようなものを感じているが油自体に味覚は反応していないことがわかった。

短所：いまだ発展途中であること。

食物選択の行動生理学何を食べるかをどう選ぶか [39]

概要：人間は積極的に摂取すべき栄養素（炭水化物などエネルギーになるもの）をおいしくまたは甘く感じました、苦味はまずいとされ積極的に忌避されるようになっているなどの味覚についての論文。

目的：ヒトをはじめとする動物の毒物を誤って摂取しないメカニズムを知る。

方法：ラットに甘味、酸味、苦味、塩味の4種類のえさを与え続け違う味のえさを与えたときの行動をみて実験をする。

長所：ラットによる実験から味覚による誤って毒物を摂取しないメカニズムについてまとめた。

短所：栄養素が整っている料理が美味しいなどについては書いていなかった。

世代間における味覚感度の比較 [40]

目的：世代による味覚の違いを比較する。

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

方法：世代ごとに何の食品を好むか調査する。

長所：世代間の味覚の違いを知ることが出来る。

短所：実験対象者の数が少ないため、より多い数のデータが求められる。

レシピ

美味しさモデルと栄養状態を考慮した料理レシピ推薦システム [12]

目的：おいしさのモデルを用いて複数要素を満たす料理レシピ推薦手法の検証

入力：各ユーザ，各食品群の充足率

出力：評価が高い料理レシピ

長所：ユーザにとって価値の高い情報を推薦することが出来る。

短所：食事履歴記入の簡易化と継続的利用を促す要素の検討が必要。

嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発栄養管理システムの最適化 [13]

入力：タブーリスト

出力：ユーザの嗜好に合った献立，献立の評価点

使われている技術：タブーサーチ法 (Tubu search method : TS 法)，遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm : GA)

長所：健康と嗜好を考慮した献立を提示する食生活支援システムを提案した。栄養バランスのとれた献立の探索には、TS 法を使用した。本シミュレーションでは、栄養管理システムに TS 法を用いた場合の有効性が確認された。

短所：シミュレーションでは疑似レシピ，疑似成分表やシミュレーション用に設定したおおまかな評価関数を使用している。したがって、実際のレシピデータや食品成分表を作成し、より正確な評価関数を設定する必要がある。

食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法 [14]

目的：単純な食材をキーワードとして検索が行えるレシピ検索サイトに対して、利用者の調理履歴から抽出した個人の嗜好を反映させる手法の提案。

入力：料理したい食材

出力：複数の料理レシピ

使われている技術：不明

長所：毎日同じ食材となることを避けることができる、複数のレシピを出力。

料理レシピの推薦と栄養バランスの可視化による食生活支援システム [15]

目的：食生活の支援

概要：レシピ検索と登録、「食事の日記」の可視化，レシピの推薦を統合的に行うシステム

入力：ユーザが食事をとり，その食事の日記をつける

出力：栄養バランスが改善されるような、「食事の日記」の可視化

長所

- ・栄養バランスのグラフを見ながら献立を簡単に決めることができる
- ・食事の日記をつけて食生活を振り返ることができる
- ・食生活の改善につながる、もしくは改善しようという意識が高まる

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

短所

- ・「献立を決める」機能で、自分の生活様式に合った献立が作れない
- ・「料理を登録して食事の日記をつける」機能で、自分が食べた料理の材料名や分量が入力できなかった。

遺伝的アルゴリズムに基づく非線形スペース最適化- 食材・配合量最適化問題の解法-[25]

目的：栄養バランスが整った複数のレシピ (調理食材とそれらの配合量) を計算する

入力：使用可能食材, 食材栄養素行列, 栄養素の目標値ベクトル, 食材配合量の上限・下限栄養素の上限・下限, 食材を必ず使う/使わないの選択肢等

出力：複数のレシピ (調理食材とそれらの配合量) とそれらの評価値

使われている技術：GA, 非線形計画法 (Nelder-mead 法)

長所

- ・複数のレシピ (調理食材とそれらの配合量) を出力
- ・数千～数万の使用可能食材を設定可能
- ・調理に用いられる食材数を設定可能

短所

- ・計算時間が長い
- ・パラメータ設定が複雑

食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦手法の提案 [41]

概要：料理レシピを推薦する際にはユーザの好き嫌いといった嗜好を考慮することが重要だと考え、食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦システムの提案と実装に向けた検討を行ったので報告する。

長所：調理履歴とレシピ閲覧履歴から食材単位での嗜好を推定する手法を提案した。これは過去に提示された料理レシピの中から実際に「調理した」・「調理しなかった」という行動履歴を分析することにより個人の嗜好を推定するものである。

短所：今後の課題として推薦システムの実装を行い、評価実験を通じて提案手法の有効性の確認と改良を行う。

調味料

調味料の開発動向と食品産業における役割 [20]

目的：調味料の商品及び製造技術開発の概要と食品産業における役割を考察。

特徴：近年の調味料の傾向は、醤油, 味噌, 食酢のような基礎的・素材的調味料から、ドレッシング, スープやその他調味料に分類される惣菜用調味料やメニュー対応調味料などの2次加工した調味料へと進化している。

調味料の上手な使い方 [21]

目的：調味料の有効的な使い方を示す

特徴：現在、食塩の過剰摂取が生活習慣病予防の課題のひとつで、食塩摂取の約7割が調味料類からである。調味料を上手に使うためには、味を考慮しつつ食塩の量を減らしいくことが必要。

平成21年度における醤油の研究業績 [42]

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

目的：機能性物質の探索や醸造微生物の機能性に関する研究.

特徴：現在の醤油の使われ方とその特色の調査.

実験授業から見た塩分の問題 [43]

目的：塩分に関する取り組みとそこから見えてきた問題点についてまとめること.

穀醤油醸造技術を応用した新規魚醤油の開発 [44]

目的：3種類の魚介類と麹菌，乳酸菌および酵母を使用し，日本の味噌・醤油製造技術を応用して発酵調味料を製造し，その品質を調べた結果を報告する. 長所：従来の魚醤油独特の臭いが少ない水産発酵調味料が調製された. 新たな発酵調味料の提案.

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>
- [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>
- [3] 戸川律子. “マクガバン・レポートと日本における食の「近代化」の内発的契機” 人文学論集. 2012, 30, p.41-62
- [4] 厚生労働省 平成 22 年国民健康・栄養調査結果の概要 <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000032074.html> (最終アクセス: 2016 年 1 月 10 日)
- [5] 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).
- [6] 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)
- [7] クックパッド株式会社. クックパッド, <http://cookpad.com/>, (最終アクセス:2016 年 1 月 13 日).
- [8] 楽天株式会社. 楽天レシピ. <http://recipe.rakuten.co.jp/>, (最終アクセス:2016 年 1 月 13 日).
- [9] 京都アム有限公司. E・recipe. <http://erecipe.woman.excite.co.jp/>, (最終アクセス:2016 年 1 月 13 日).
- [10] Google. Google. <https://www.google.co.jp/>, (最終アクセス:2016 年 1 月 13 日).
- [11] NHK. 高齢者こそ肉を?!～見過ごされる高齢者の“栄養失調”～. http://www.nhk.or.jp/gendai/kiroku/detail02_3429_all.html, (最終アクセス:2016 年 1 月 13 日).
- [12] 狩野達哉, 山口崇志, “美味しさモデルと栄養状態を考慮した料理レシピ推薦システム”, 情報科学技術フォーラム講演論文集 12(4), 637-638, 2013-08-20.
- [13] 徳美雄大, 袴田隼毅, 徳丸正孝, “嗜好と健康を考慮した献立を提供する食生活支援システムの開発栄養管理システムの最適化”, 日本知能情報ファジィ学会 ファジィ システム シンポジウム 講演論文集 vol.27, pp.270-270, 2011.
- [14] 上田真由美, 石原和幸, 平野靖, 梶田将司, 間瀬健二, “食材利用履歴に基づき個人の嗜好を反映するレシピ推薦手法”, 日本データベース学会 Letters Vol.6. No.4.
- [15] 苺米志帆乃, 藤井敦, “料理レシピの推薦と栄養バランスの可視化による食生活支援システム”, WebDB Forum 2009.
- [16] 食品安全委員会, “ビタミンAの過剰摂取による影響”, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/11/h1122-2.html>, (最終アクセス: 2016 年 1 月 10 日).
- [17] 厚生労働省, 「日本人の食事摂取基準(2015年版)の概要」, <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushinka/0000041955.pdf>, 2015.
- [18] Soylent Corporation, <http://www.soylent.me>, (最終アクセス: 2016 年 1 月 10 日).

- [19] 杉本久美子, “味覚・うま味と自律神経”, 日本味と匂学会誌 vol.17 No.2 pp.109-115, 2010.
- [20] 石田賢吾, “調味料の開発動向と食品産業における役割”, JAS 情報 49(6), 1-5, 2014-06.
- [21] 厚生労働省, “調味料の上手な使い方”. <http://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/food/e-03-016.html>, (最終アクセス:2016年1月10日).
- [22] 文部科学省, 第2章 五訂増補日本食品標準成分表(本表) 肉類 http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu3/toushin/05031802/002/011.pdf
- [23] 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 ビタミン(水溶性ビタミン) <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000067134.pdf>
- [24] 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 ミネラル(多量ミネラル) <http://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000067135.pdf>
- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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」.
- [28] 食事摂取基準の実践・運用を考える会, “日本人の食事摂取基準[2010年度版]の実践・運用特定給食施設等における栄養・食事管理,” 第一出版, 2010.
- [29] yuki-.-. まるで豚バラ肉★車麩の角煮風 レシピ・作り方. http://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1570001685/?l-id=nw_blg_blg, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [30] 千悠仁, ヘルシーで低価格!車麩の角煮もどき レシピ・作り方. <http://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1350000757/>, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [31] 京都アム有限会社, 高野豆腐の唐揚げ. http://erecipe.woman.excite.co.jp/features/kanbutu/02_2.html, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [32] hugge38. 高野豆腐の酢豚もどき. <http://cookpad.com/recipe/283941>, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [33] ねあっつ. 高野豆腐の生姜焼き. <http://recipe.rakuten.co.jp/recipe/1820003609/>, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [34] やまでらくみこ. こんにゃくをお肉に変える裏ワザ。冷凍して「氷こんにゃく」をつくる。。 <http://kumiko-jp.com/archives/38275.html>, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [35] やまでらくみこ. 氷こんにゃくのレシピ。唐揚げ「コンから」の作り方をご紹介。。 <http://kumiko-jp.com/archives/40231.html>, (最終アクセス:2016年1月13日).
- [36] 厚生労働省, 「平成21年国民健康・栄養調査報告」, <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h21-houkoku-01.pdf>, Oct, 2011.
- [37] 千葉さゆり, 撰待詩織, 篠木千佳, 小濱広子, 金澤奈津美, 泉山若菜, 川崎雅志, “ラットの血清および肝臓脂質レベルに対するインスタントカップ麺摂取の影響—異なる種類の調味料を用いた同一製品間の比較—”, 岩手県立大学盛岡短期大学部研究論集第17号, pp.31-37, Mar.2015.
- [38] 松村成暢, “油のおいしさとその科学メカニズムおいしいものには理由がある”, 日健医誌 20(2):53-57, 2011.
- [39] 碓哲崇, 神田昇平, 勝川秀夫, 但野正朗, 中島清人, 村忠敬, “食物選択の行動生理学何を食べるかをどう選ぶか”. 岐歯学誌 30 卷(特集号) 61 66 Nov. 2004.

Exploring recipe～Useful and interesting recipes～

- [40] 大森玲子, “世代間における味覚感度の比較”, 宇都宮大学教育学部紀要 第63号 第1部 別刷, pp.202-209, Mar. 2013.
- [41] 高畑麻理, 上田真由美, 中島伸介, “食材に対する好き嫌いを考慮した料理レシピ推薦手法の提案”, DEIM Forum 2011 E3-5.
- [42] 日本醸造協会, “平成 21 年度における醤油の研究業績”, 日本醸造協会誌 Vol.105 (2010), No.5 pp.300-314.
- [43] 村上俊男, 横田直子, “実験授業から見た塩分の問題”, 京都文教短期大学研究紀要 50, 42-52, 2011.
- [44] 堂本信彦, 王鏗智, 森徹, 木村郁夫, 郡山剛, 阿部宏喜, “穀醤油醸造技術を応用した新規魚醤油の開発”, 日本水産学会誌 67(6), 1103-1109, 2001-11-15.