

公立はこだて未来大学 2014 年度 システム情報科学実習
グループ報告書

Future University-Hakodate 2014 System Information Science Practice
Group Report

プロジェクト名

未体験レシピの探求 ～食の新世界をめざして～

Project Name

Exploring recipe ～ for a new concept of food ～

グループ名

グループ A, グループ B

Group Name

Group A, Group B

プロジェクト番号/Project No.

01-A,B

プロジェクトリーダー/Project Leader

1012125 若林憲吾 Kengo Wakabayashi

グループリーダー/Group Leader

1011132 白戸みなみ Minami Shiroto

1012021 和田智貴 Tomoki Wada

グループメンバ/Group Member

1012101 西澤頌弘 Nobuhiro Nishizawa

1012126 今井美樹 Miki Imai

1012143 藤田千尋 Chihiro Fujita

1012107 井上航次郎 Kojiro Inoue

1012138 西村明敏 Akitoshi Nishimura

1012144 松本哲充 Akimitsu Matsumoto

1012168 上西悠太 Yuta Uenishi

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

2015 年 1 月 14 日

Date of Submission

January 14, 2015

概要

本プロジェクトでは小麦アレルギーをもつ小児のための米粉レシピ，および噛みごたえがある固形食レシピを開発した．まず，レシピ設計支援ツールを用いて食材およびその配合料を最適化した．その結果，既存料理の食材相関行列を使用して作成されたレシピは，食材相関行列を使用しなかったレシピに比べて味に関して高い評価を得た．また，作成した固形食レシピを使用して健康度調査を行った．しかし，残念ながら有意な結果を見出せなかった．

キーワード 小麦アレルギー，米粉，栄養バランス，レシピ設計支援ツール，固形食レシピ

(※文責: 若林憲吾)

Abstract

We developed rice flour recipes for wheat allergy children and solid food recipes. First, we optimized quantities of food ingredients by using a recipe design tool. As a result, the recipes made using a food ingredient correlation matrix of existing recipes were better than those made without using the matrix. A health examination of members who ate solid foods was executed. However, the results were very insignificant.

Keyword wheat allergy, rice flour, nutrient balance, a recipe design tool, solid food recipes

(※文責: 井上航次郎)

目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.1.1	A グループ	1
1.1.2	B グループ	1
1.2	従来手法	2
1.3	調理	7
1.4	従来手法の問題点	11
1.5	提案手法の概要	12
1.5.1	A グループ	12
1.5.2	B グループ	13
第 2 章	レシピ設計支援ツールまとめ	14
2.1	レシピ設計支援ツールについて	14
2.2	レシピ設計支援ツールで重要な変数やファイルの説明	14
2.3	遺伝的アルゴリズム	16
2.4	レシピ設計支援ツールの使用方法	17
2.5	レシピ設計支援ツールの特徴	21
第 3 章	提案手法	22
3.1	A グループ	22
3.1.1	提案の流れ	22
3.1.2	概要・目的	22
3.1.3	食材相関行列	23
3.1.4	使用するデータについて	23
3.2	B グループ	24
3.2.1	提案の流れ	24
3.2.2	概要・目的	24
第 4 章	性能評価	26
4.1	調理実験	26
4.1.1	調理実験を行うに当たって	28
4.1.2	調理実験の準備	29
4.1.3	調理の手順	29
4.1.4	調理終了後の手順	30
4.1.5	調理実験マニュアルの確認	31
4.2	A グループの調理実験の成果	32
4.2.1	米粉レシピ 1, 2	32
4.2.2	米粉レシピ 4~7	36

4.2.3	米粉レシピ 8～21	42
4.2.4	米粉レシピ 22～31	51
4.2.5	米粉レシピ 32, 33	55
4.3	B グループ実験	59
4.4	目的	59
4.5	方法	59
4.5.1	被験者	59
4.5.2	日時	59
4.5.3	手続き	59
4.6	分析	60
4.6.1	回帰分析	60
4.6.2	決定係数	61
4.6.3	計算例	61
4.6.4	データ解説	63
4.7	結果	66
4.8	考察	73
4.9	B グループの調理実験の成果	73
4.10	今後の課題	77
第 5 章	成果	78
5.1	A グループのレシピ	78
5.2	B グループのレシピ	82
5.3	成果発表会	83
5.3.1	中間発表会	83
5.3.2	成果発表会	84
第 6 章	まとめ	86
6.1	本プロジェクトの成果の特徴	86
6.2	本プロジェクトの成果の位置づけ	86
6.3	評価	87
6.4	今後の課題	87
参考文献		89

第 1 章 はじめに

1.1 背景

1.1.1 A グループ

我々を取り巻く環境には様々なアレルギーを引き起こす原因であるアレルゲンが存在している。アレルギーとは、異物を排除しようとして身体の中で起こる不利益な免疫反応のことを指す。主なアレルギーの原因物質として、食物、花粉、ダニ、カビ、金属等が挙げられるが、この中で食物成分を原因とするアレルギーを食物アレルギーと呼ぶ。食物アレルギーの症状の多くは蕁麻疹やかゆみといった皮膚症状であるが、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 [1]。

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、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など献立を考える上で様々な制限が設けられることとなる。しかしこのことは育児をする上で保護者にとって大きな負担となる。実際にアレルギー疾患児のいる家庭の母親について調査を行った結果、普段の育児に加え代替食を使用することによる経済的負担、家族と違う除去食献立を別に考え調理することなどの負担により健康児の母親よりもストレス傾向が高いというデータも出ている [2]。以上のことから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三大アレルゲンのひとつである小麦アレルギーを持つ小児を対象とし、栄養素の高い、かつ小麦の代替食として米粉を使用した新しいレシピの開発を目的とした。今回小麦の代替食材として米粉を選んだ理由としては、米粉は古くから日本人の主食として馴染みがある米を原材料としているため小児向けの料理に使用する上で安心感が高い。また、近年パンやケーキのスポンジといったものに利用されるなど注目度も高くなっている。しかし、普段の料理に使用される食材として一般家庭に普及しているとはいいがたいのが現状である。そこで小麦の代替食材としての米粉の可能性を広げるべく本グループでは米粉を使用することとした。

(※文責: 白戸みなみ)

1.1.2 B グループ

世界における食に関する問題は多様に存在する。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 [3]。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。世界の人口が増加していくの

Exploring recipe

に関わらず、食料不足である現状は大きな問題である。また、普段の私たちの生活に関しても、栄養不足が懸念されている問題がある。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などの食生活で偏食により栄養がバランスを考慮されていない、添加物を多分に含む食事を行うことで栄養を考慮できていないからである。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食事を行うこともめずらしくはないことである。

そこで、本グループでは2つのテーマに分けて活動を行う予定だったが、前期までの活動と中間発表での意見を基に1つのテーマに絞り後期で活動を続けてきた。そのテーマが一日に必要な栄養素を摂取できる固形完全食品を作成することである。さらに、作成した固形完全食がどのような影響を与えるのかを客観的に検証するために本プロジェクトのグループメンバーが体調調査実験を行うことを目的とした。

(※文責: 和田智貴)

1.2 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。以下に調べた手法と KJ 法を行った際の図 (図 1.1) を挙げる。

味覚

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 [4]

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 [5]

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ていた

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

味覚・うま味と自律神経 [6]

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

Exploring recipe

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

世代間における味覚感度の比較 [7]

目的：世代による味覚の違いを比較する

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、より多数のデータが求められる。

幼児の食味嗜好性および味覚閾値 [8]

目的：幼児の嗜好傾向について調査を行う

方法：幼稚園に在園中の幼児に味覚閾値検査を行う

長所：幼児が好む傾向の味、嫌う味がわかる

短所：両親との高い相関がみられた食品によっては傾向が違う可能性がある

健康

Soylent Corporation [9]

概要：「Soylent」とは、代替食品のひとつである。2013年のアメリカで現 Soylent Corporation の CEO であるロブ・ラインハートによって開発された。「Soylent」は、1日に必要な全ての栄養素が粉末になっている。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。つまり、今までの食事は一切必要なくなる

目的：一日の栄養を摂取できる簡単な食品の作成

方法：1日に必要な全ての栄養素が粉末状にして販売している

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

子どもの家庭における食生活の実態と学校給食による調査 (2) 児童の家庭と学校給食における栄養摂取について [10]

目的：家庭における食生活の実態と学校給食の摂取状況を個別に調査した児童男子、女子の一日の栄養素等摂取状況等について明らかにすることによって、学校給食を通じた食育推進をするための資料とすること

方法：沖縄県の小学校で調査を行い、朝食、おやつ、夕食、夜食の区分別にそれぞれの料理名と摂取食品名、食品の使用量または摂取量を記入してもらう。計量機で出た給食の量を算出、栄養素等摂取量の算出は文部科学省科学技術・学術審議会報告書「五訂増補日本食品標準成分表 J(以下「食品

Exploring recipe

成分表」という)の数値を使用した。家庭での食事と学校給食の合計1日の食事摂取量を算出した

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 [11]

目的：患児の保護者が抱える、食物アレルギーの食事療法や治療に関する悩みや不安について理解を深め、管理栄養士の小児食物アレルギーへの関わり方、栄養食事指導を行うために必要な知識情報についての検討

方法：食物アレルギーの治療方法と栄養指導の実際について把握し、食物アレルギーに関するアンケート調査表を作成した後、平成18年と19年の7月～8月の間、クリニックにおいてアンケートを実施した

長所：食事に関する悩みについて理由が詳細に書かれている

短所：それらに関する改善案が曖昧である

児童の食生活実態調査と食育の実践 [12]

目的：児童が望ましい食生活を実践できるように調査を行い、方策する

方法：小学校3～6年生を対象とし、調査票に記入をしてもらう

長所：児童の食生活の実態がわかる

短所：調査対象が少ないので、詳細なデータを出すにはインターネット等を使用してより多くの調査を行う必要がある

ファーストフード利用状態からみる女子短大生の食生活 [13]

概要：女子短大生のファーストフード利用状態から食生活を検討し、今後の食教育の課題を考えるため、本学学生を対象にアンケートを実施した

目的：女子大生のファーストフードの利用状況の調査

方法：女子大生にアンケートをとり、結果を分析する

長所：女子短大生のファーストフードの利用状況から学生にとってのファーストフードの利用状況がわかる点

短所：対象が学生であって日本全体の話ではないこと

幼児の運動量に影響する健康・食生活の要因について [14]

目的：幼児の運動量健診・食習慣・生活状況等の情報から、運動量に影響する因子について主成分分析を用いて検討する

手法：保育園児を対象にアンケートによる生活状況調査及び食習慣調査を実施し、運動量は消費カロリー測定器を用いて計測する

長所：幼児の場合食生活では運動量が多くなる要因は動物性たんぱく質源の食事の摂取とわかりやすく、端的にまとめられていた

短所：1～4因子についての説明が足りないため理解しづらい

レシピ

献立表自動生成におけるユーザのフィードバックに基づく献立再調整アルゴリズム [15]

目的：栄養量を考慮した献立表生成の実現

方法：ユーザの身体や食事情報を基に複数の献立から構成される献立を推薦し、1週間の献立表と

Exploring recipe

して生成するシステム

長所：ユーザのフィードバックによって献立を再構築できる

短所：ユーザが自由に主食を選択できない。主食の栄養量も考慮して献立表を生成する。同じ食材が何度も重複する

複数料理レシピの自動要約 [16]

目的：レシピサイトに投稿された特定の料理に関する複数のレシピから、その料理で使う典型的な材料と調理手順を出力する手法を提案

方法：レシピ間の類似個所の検出には、同義語辞書、格フレーム辞書、述語項構造解ツールなど、様々な言語資源が必要とされる。複数テキスト要約の技術を用いレシピデータからこれらのリソースを構築し、複数レシピ要約に用いる

長所：典型的な材料と調理手順を自動出力してくれる

短所：手法を提案しているだけなので実際に組み込んだツールというものがあまりない

食物アレルギーを考慮した ユーザの気付いていない好きな料理検索 [17]

目的：多数のレシピからユーザが気づいていないユーザ好みのレシピを検索し、且つそのレシピから食物アレルギーを引き起こす可能性のある食材を代替するレシピ検索システムを作成する

方法：ユーザの好きなレシピを決定するために、ユーザが好きな料理から、ユーザが好きな食材を抽出して食材に重みづけを行う。値が閾値を超えたものを表示する。食材を代替するレシピを探す際、代替食材自動選択レシピ検索システムを使用する。この検索システムでは、ユーザが食物アレルギーを引き起こす食品と、食物アレルギーによって食べることが出来なかったレシピを入力することにより、代替食品を使用したレシピを表示する

長所：今まで食品アレルギーのため、食べることで出来なかったレシピをユーザが食べることが出来る

短所：重みづけによる定義が不完全な部分があるため、入力された料理とは関係のないレシピが表示されることがある

誕生・使用事由によるレシピ検索 [18]

目的：レシピをその誕生理由や使用理由から検索できるシステム

方法：ブログ型のレシピから、そのレシピの生い立ちに関する情報をカテゴリ別に抽出し、さらにユーザにその日の気分などを日記に入力させて、そこからそのユーザが料理を決める事由となるようなキーワードを抽出し、それらに対応付けすることによってそのユーザにレシピを提示する

長所：ユーザの希望通りのレシピが提示される。応用すれば、アレルギーの人用のレシピなども検索が出来るようになる可能性がある

欠点：カテゴリ分けの精度の向上が必要である

料理レシピマイニングによる代替可能食材の発見 [19]

目的：類似した料理レシピの中から、代替可能な素材を発見する。これによって、利用者の要求に応じてレシピ中の素材を柔軟に置き換えることを目的とする

方法：類似した料理をカテゴリーごとに分類し、各調理動作と食材を対応付けして、素材ごとに書く料理レシピ内で調理動作を列挙して、代替可能な食材を探索していく

長所：手元にある食材で、食材を変えて調理を行うことができる

Exploring recipe

短所：代替可能な食品を使って実際に料理した際、置き換えて調理しただけでは不十分な結果になることがある

マルチメディア調理支援ソフトウェア「HappyCooking」[20]

目的：ユーザがシステムに提示される情報に従うだけで快適に正しく調理することができる調理支援ソフトウェアの開発

方法：与えられた資源の制約条件のもとで「卵を割る」「卵を焼く」などの複数アクションユニット (AU) を順序や時間制約にもとづいて最適化し、配置する

長所：初心者でも手順に従うことで簡単に調理を行うことができる

短所：最適化によって提案された手順が不適切であると判断される

SHOKUSPORTS[21]

目的：スポーツ選手をサポートするための献立を考えたり、商品開発をしたり遠征帯同したりカウンセリングしたりする

方法：セミナーを開いたり、商品開発をしたりする。またスポーツの遠征のときのサポートを行う

長所：お金を集めているのでより専門的に商品開発をしたりすることができる。スポーツにお金をかけてもよいと考えている人にとってはよい

短所：お金をかけてまで学習したいと思わない人間はセミナーにいったりしない。4500円と高い

SAVAS[22]

目的：すべてのスポーツパーソンを応援する

方法：web ページに基本的な知識やちょっとした疑問を解決するようなページを Q&A 形式でのっけている

長所：Q&A 形式で質問に答えている。さまざまなコラムがのっている。商品開発もてがけている。Web マガジンをやっている

短所：web ページとして基本的なことはそろっている。しかしファンクラブに入って資料請求しないとわからないが特質よい点も見当たらない

勝ち飯って [23]

目的：世界で勝つためのスポーツ栄養プログラム

方法：主食、汁物、主菜、副菜、牛乳・乳製品、果物を基本的な食事の形として組み合わせた、「献立」としてレシピを考える

長所：鉄分たっぷりレシピとパワーアップレシピがある。レシピと簡単な栄養素がのっている。

短所：詳しい栄養素がのっていない。それぞれレシピが1献立分しかない

余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法の提案 [24]

概要：本研究では、余剰食材を上手に使い切ることを考慮したレシピ推薦手法として、(1) 前日までの調理で余ってしまった余剰食材の量と賞味期限を考慮して、廃棄する食材が出ないようなレシピに基づいて調理することを繰り返していくケース、および (2) 1週間分の食材を買い込む際に、調達した食材を丁度使い切れるような7日分のレシピに基づいて調理するケース、を考慮した手法を提案すると共に、システムの実装に向けた検討を行う

長所：2種類の推薦手法を提案した
(1) 1日ずつ献立を検討するケース

Exploring recipe

前日までの調理で余ってしまった余剰食材の量と賞味期限を考慮して、廃棄する食材が少なくなるようなレシピを順次調理

(2) 1週間分の献立を検討するケース。

1週間で食材を使い切る献立セットを検討それぞれの推薦手法に関して、利用の流れとシステムに必要な機能を検討した

短所：プロトタイプシステムを用いた評価実験を行い、賞味期限による重みの調整などチューニングアップを行っていく必要がある

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 [25]

目的：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

本研究では、栄養バランスを考慮したレシピの組合せ探索に、メタヒューリスティックスの1つであるタブーサーチ法 (Tabu search method : TS 法) を用いている。TS 法は巡回セールスマン問題等の組合せ最適化問題に使用されており、性能の高さが確認されている

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 [26]

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

(※文責: 上西悠太)

1.3 調理

小麦アレルギー代替食として米粉の離乳食への応用 [27]

目的：米粉を用いて小麦粉の調理性の一部を代替えし、さらに、特定原材料7品目である卵・乳・小麦・そば・落花生・えび・かきを除いた食材を利用して、手作りのための離乳食・幼児食のレシピ開発を行う

米粉と塩の普及に関するケース研究 [28]

目的：塩麴と米粉の普及に関する比較

Exploring recipe

方法：マスメディアでの取り上げられ方や書籍などを比較している

米粉と各種澱粉併用による低アレルギー性蒸しパンへの応用 [29]

目的：小麦粉の代替品として米粉を取り上げ、米粉に適した調理法である「蒸す」という手法により蒸しパンを調製する

方法：米粉、各種澱粉資料ならびに蒸しパン製品について食品アレルギー検出キットを用いてアレルギー試験を行う。更に、米粉による蒸しパンの調製を行う

長所：米粉によって調製した蒸しパンについてさまざまな角度から検証している。各種澱粉との愛称を調べている

短所：小麦粉に変わる食品素材として米粉を取り上げるなら、小麦アレルギー患者に対するさらに詳細な検証が必要になる

A グループの目的に特に近い手法としては、まず健康面において小児の食生活についての手法が挙げられる。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 [11] で、食物アレルギーをもつ小児がいる家庭に対し、どのような食生活を行っているかについて調査を行う。これにより、各家庭に栄養・食事指導をする際に有益な情報を多く得ることが出来る。レシピ作成に関する手法として、レシピの調理手順を提供する手法がある。複数料理レシピの自動要約 [16] では、レシピサイトに投稿された特定の料理に関する複数のレシピから、レシピ間の類似箇所を検出してその料理で使う典型的な材料と調理手順を出力することが出来る。この手法を用いることにより、レシピを考える際に必要な材料を確認することが出来る。他には、好みのレシピを提供する手法がある。食物アレルギーを考慮したユーザの気づいていない好きな料理検索 [17] では、多数のレシピからユーザが好む料理の食材に対して重み付けを行い、その結果に応じたレシピを表示する。更に、そのレシピから食物アレルギーを引き起こす可能性のある食材を排除し、代替食品を使用したレシピを出力することができる。これにより、今まで食物アレルギーによって食べることの出来なかった料理を食べられるだけでなく、新たな好みのレシピを発見することが出来る。他に挙げられる手法として、代替可能な食材を発見する手法がある。料理レシピマイニングによる代替可能食材の発見 [19] では、類似したレシピの中から各調理動作と食材に対応付けを行い、代替可能な食材を探索する。これにより、利用者の要求に応じてレシピ中の素材を柔軟に置き換えることができる。次に、調理面では代替食品を使用した小児用のレシピ作成や、米粉を使用したレシピの作成などが挙げられる。小麦アレルギー代替食として米粉の離乳食への応用 [27] では、代替食品を使用する際に、小麦粉だけでなく食物アレルギーの特定原材料7品目（卵・乳・小麦・そば・落花生・えび・かに）も除いて調理を行うことで、小麦粉以外の様々な食物アレルギーをもつ人も料理を食べることが出来る。他の調理面における手法では、米粉を使用した蒸しパンを調理する手法が挙げられる。米粉と各種澱粉併用による低アレルギー性蒸しパンへの応用 [26] では、小麦粉の代替品として米粉を取り上げ米粉に適した調理法である「蒸す」手法を用いて蒸しパンを調製する。調製する蒸しパンには食品アレルギー検出キットを用いてアレルギー試験を行い、安全性の調査を行う。この手法を行うことで、各種澱粉と米粉の相性を調べられるだけでなく、安全性についても知ることが出来る。

B グループの目的に近い従来手法として、まず健康面ではスポーツに関する手法が挙げられる。スポーツをする人はその日の疲労を回復し、次の日の試合やトレーニングに備え、栄養や体重のコントロールを考慮し毎日食事を摂取しなければならない。また、プロのスポーツマンは栄養管理をしてくれる人や団体がいる場合があるが、経済的に豊かではない、スポーツを仕事としている人や学生のうちからスポーツをやっている人は食事の管理が難しく美味しく食事を摂取出来てはいないのではないのかといった問題点から我々はスポーツをする人に向けたレシピ、献立の設計を担う

ツールを開発しようといったことを提案した。そこで我々は従来手法としていくつかのウェブサイトや論文を調べ上記のようにまとめた。その中から SHOKUAPORTS [21] と SAVAS[22] というサイトが挙げられる。これらのサイトの長所を生かしより良いツール作りを目指した。このほかにも栄養を考慮したレシピの作成を目指しているため、いくつかのレシピ設計についての論文も調査した。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 [25] では、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目的とする。栄養バランスを考慮したレシピの組合せ探索に、メタヒューリスティックスの 1 つであるタブーサーチ法 (Tubu search method : TS 法) を用いている。TS 法は巡回セールスマン問題等の組合せ最適化問題に使用されており、性能の高さが確認されている。次に、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 [26] がある。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う。長所として、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。他の手法には、余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法の提案 [24] がある。本研究では、余剰食材を上手に使い切ることを考慮したレシピ推薦手法として、前日までの調理で余ってしまった余剰食材の量と賞味期限を考慮して、廃棄する食材が出ないようなレシピに基づいて調理することを繰り返していくケース、および (2) 1 週間分の食材を買い込む際に、調達した食材を丁度使い切れるような 7 日分のレシピに基づいて調理するケース、を考慮した手法を提案すると共に、システムの実装に向けた検討を行う。長所として、2 種類の推薦手法を提案している。(1)1 日ずつ献立を検討するケース。前日までの調理で余ってしまった余剰食材の量と賞味期限を考慮して、廃棄する食材が少なくなるようなレシピを順次調理 (2)1 週間分の献立を検討するケース。1 週間で食材を使い切る献立セットを検討それぞれの推薦手法に関して、利用の流れとシステムに必要な機能を検討した短所として、プロトタイプシステムを用いた評価実験を行い、賞味期限による重みの調整などチューニングアップを行っていく必要がある。

次に、味と栄養の関係性についての提案手法に関する従来手法について。味覚は甘味、塩味、酸味、苦味、うまみの 5 種類がある人間はその中でも甘味がおいしく感じる、甘く感じる代表例が糖のような炭水化物で甘味はエネルギーの代表で人間が積極的に摂取するのが合理的であるからと考えられる、また苦味はまずいとされ積極的に忌避するようにしている cite5。味覚は、食物中の成分を検出するために、その化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判断情報を提供するとともに、おいしい、あるいは、不味くて不快といった情動から食欲、摂食行動の調節に関わるとしている [6]。以上の論文から、人間が生きるために必要な栄養素を取るために栄養価が高い食品は美味しく感じると言える。

このことを踏まえて我々は、栄養が整っている料理は美味しいのではないかという仮説を立て、その検証を試みた。具体的には、栄養が整った料理と栄養が整っていない料理との比較をして検証を試みることを提案した。仮説検証のため以下のような論文を参考にした。

1 つは、食物選択の行動生理学 何を食べるかをどう選ぶか [5] である。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、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である。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ことが目的とする。2 つ目に、味覚・うま味と自律神経 [6] がある。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

Exploring recipe

情報から食欲の摂取調整をしている。目的として、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。他の手法では、”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 [4] が挙げられる。概要として、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。完全食品の従来手法には「Soylent」 [9] がある。「Soylent」とは、代替食品のひとつである。2013年のアメリカで現 Soylent Corporation の CEO であるロブ・ラインハートによって開発された。「Soylent」は、1日に必要な全ての栄養素が粉末になっている。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。つまり、今までの食事は一切必要なくなる。

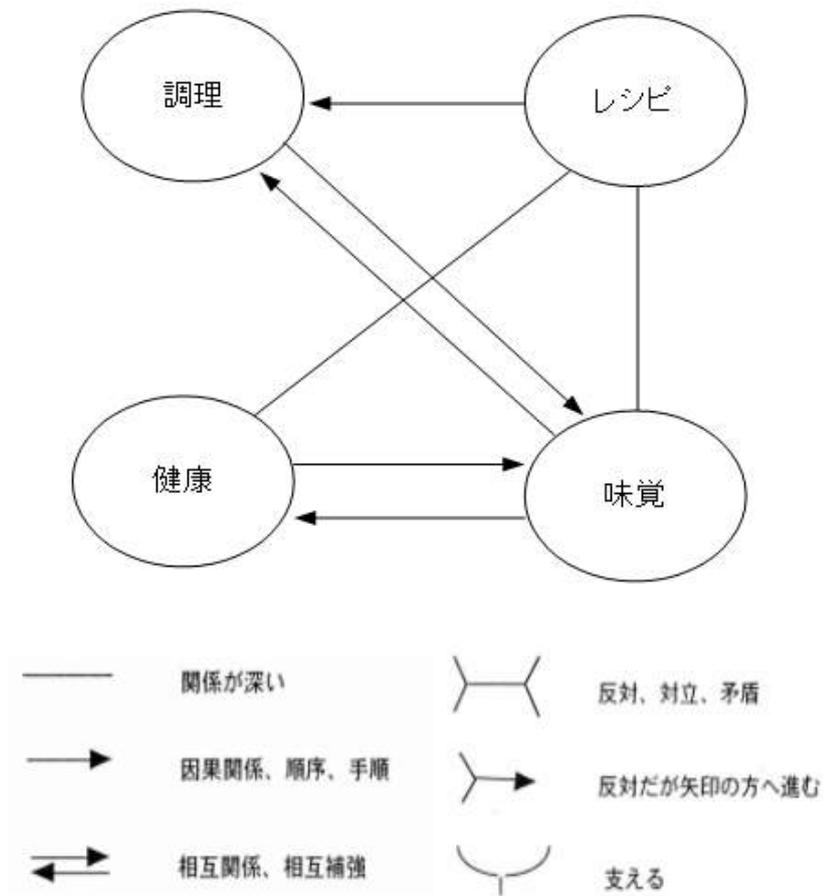


図 1.1 従来手法

(※文責: 西澤頌弘)

1.4 従来手法の問題点

上記の手法には多数の問題点がある。まず、A グループの目的に近い従来手法において、健康面での問題点を挙げる。1 つは食物アレルギーをもつ小児がいる家庭へのアンケートの実施は、アンケートの結果に対する悩みや不安に対する改善案が曖昧なものとなっている点が挙げられる。アンケートで集められた不安や悩みについての改善案が具体的ではなく、解決案としては不十分である。そのため、アンケートで得られた情報を基によりしっかりとした改善案を提供する必要がある。次に、レシピ作成の面における問題点は3つある。複数のレシピから料理で使う材料と調理手順を出力する手法において、調理手順や材料が必ずしも正しいものであるとはいえないという点である。サイトに投稿されているレシピが正しい手順と材料で調理されているとは限らず、その料理を調理するのに適さない手順や材料を使用している可能性がある。そのため、投稿されている複数のレシピから手順と材料を抜き出して作られたレシピは正しく調理できない可能性が考えられる。更に、この手法単体では、実際に使用するにはこの手法を組み込んだツールを作成する必要がある。次の問題点は、代替可能な食品を使って実際に調理した際、素材を置き換えて調理しただけでは不十分な結果になることが挙げられる。これは、代替食品が調理動作のみを参照して選ばれているため、味については考慮されない。そのため、代替食品として選ばれた食材が、その料理に適した味であるかどうかを判断することができない。3つ目はユーザ好みのレシピを検索する際、入力された料理とは関係のないレシピが表示されることがある。この問題は、食材の重み付けの定義が不完全な部分があるため生じるものである。

そのため、定義の部分を正しく定めて検索の精度を上げる必要がある。調理面における問題点は、アレルギー食品の代替食品を使用すると、栄養の偏りが発生する可能性がある。特に、アレルギーをもつ小児などは、本来アレルギー食品に含まれている栄養を摂取することができずに、成長を妨げてしまうことが考えられる。これを解消するには、ほぼ同じ栄養素を含む代替食品を使用するか、栄養素を補うことが出来る食材を料理に追加することが必要となる。他には、小麦粉の代替食品として、米粉を使用する場合は、蒸しパンだけでなく多くの料理にも米粉を代わりに使用して安全性や食材との相性を多く調査する必要がある。調理法によって、米粉の使用方法や味付け、食材との相性も違うため、蒸しパンだけで米粉について検証するのは難しいと考えられる。

次に、B グループの目的に近い従来手法の問題点として、スポーツをする人のレシピ、献立の設計を担うツールの開発について述べる。従来手法の問題点として、情報交換が出来たり、有益な情報が手に入ることがあるが具体的にレシピや献立が作れるわけではなかった。

また、この提案手法には問題点があり、我々が一からスポーツ栄養学を学ばなくてはいけないこと、またスポーツ栄養学に基づいたレシピ、献立のデータを出力するツールを開発しなくてはいけないこと、スポーツマンが食事に飽きない工夫を凝らすため大量のレシピデータを作らなくてはならないこと、また、既存のスポーツをする人のためのレシピやサイトなどがある、といったことからこの提案を止めることにした。次に、栄養が整った料理と栄養が整っていない料理の比較の従来手法と提案手法についての問題点を挙げる。

従来手法の問題点として味覚について色々なことが調べられているが、人間は栄養が整った食品と栄養が整っていない料理の美味しさの比較などはなかった。

提案手法の問題点として、栄養が整った食事を作るために、もともとある料理に足りない分の栄養素を付け加えるとして、そのために毎回そのときに作る料理の栄養価を調べ、足りない分の栄養素を補うための食品探してそれを考慮し、もう一度栄養バランスを確かめるといったことをしなく

てはならないまた、栄養が整っていない食事を作るため、始めは既存のレシピ、ここでは料理本のレシピをそのまま使えばよいとしていたが、何か食材を抜き栄養バランスを崩すといった提案もあった。以上の二つの料理を作り比較するのだがこの二品を作ることにはだいぶ時間がかかってしまうことが実際に調理をしてわかったことである。二つの料理の味の比較についてこれは当初 B グループのメンバーのみが行い比較し具体的に料理の味をととても美味しい、美味しい、普通、不味い、とても不味いといった 5 段階評価に分けて評価することを提案していたが、人数が B グループ 5 人だけの料理の評価が公平といえないことや、料理の嗜好評価にも問題があった。具体的には料理を作る過程を見てしまい偏見があること、正確に味を比較するには目隠しなどをし視覚情報をシャットすることや、比較する料理と料理の間で水を飲むなどして前の料理の影響を受けないようにするなど細かい基準が必要なこと、また、信頼の得られるデータを取るには膨大な数の試食実験をしなくてはならないこと、当初の予定では、50 回を目安にしていた。もちろん被験者を増やし、なおかつ 50 回といった回数をこなすことなど膨大な時間を要することが考えられることから、この実験を止めることにした。

以上の理由から、我々 B グループはこの二つの提案手法を取りやめにし、完全食品の作成のみに専念した。

完全食品の従来手法である「Soylent」の問題点について述べる。「Soylent」には 3 つの問題がある。1 つ目は高価であること、2 つ目に液体での栄養摂取なのでこれのみの生活だと胃の消化能力が落ちると考えられること。そのためこの活動では固形物で作成することを条件としている。3 つ目に「Soylent」は 1 種類しかないこと。これらの問題点が挙げられる。

(※文責: 西澤頌弘)

1.5 提案手法の概要

1.5.1 A グループ

食物アレルギーを発症した小児を持つ保護者の場合、前述したアンケート結果のように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。そこで本グループでは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碎したものを言う [30]。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 [27] 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 [31] 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。レシピ設計支援ツールとは、目標となる栄養素ベクトルを入力することでその栄養素を満たす食材配合量を出力するものである [32]。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

Exploring recipe

味の考慮された食材リストの出力のため食材相関行列を使用した。今回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係数を求めるツールを作成し、使用した。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も出し合いレシピの改善を行っていった。

(※文責: 白戸みなみ)

1.5.2 B グループ

本グループでは、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う。

固形完全食品を作成するために、レシピ設計支援ツール [32] 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て、固形完全食品を作成する。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 [5] 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。そのため、味のレパートリーについての問題を解決できると考える。また、固形化に関して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 ヶ月間行う。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る。体調調査実験では、本学の保健室を利用して測定した。調査項目は、体重、血圧、ウエスト、血圧、血糖値、睡眠時間、起床時間、食事の時間を記録することである。体調調査実験で得られたデータは回帰分析を行う。説明変数を食事量として目的変数を各調査項目とした。

(※文責: 和田智貴)

第 2 章 レシピ設計支援ツールまとめ

このプロジェクトでは栄養バランスの計算のためにレシピ設計支援ツールは必ず必要である。これからそのレシピ設計支援ツールについての説明を行う。

(※文責: 松本哲充)

2.1 レシピ設計支援ツールについて

レシピ設計支援ツール [32] とは栄養バランス, コスト, 相関行列に関する評価関数が最大になるように, 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。また, 食材の相関行列を適切に設定をすることにより, 味を考慮したレシピの作成が可能となる。

(※文責: 松本哲充)

2.2 レシピ設計支援ツールで重要な変数やファイルの説明

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, コスト及び食材の相関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:	1 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。
食材の相関行列:	既存の料理に使用されている食材とその配合量から相関係数を用いて計算し, 2 つの食材同士の相性を 1 から -1 の度数で表したものを行列にしたもの。

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。

Exploring recipe

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はずである。

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。

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。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。
- /deta/フォルダに入っているファイルで変更が必要なファイル。

shokuzaiVJ_eiyou.csv: レシピに使用する食材, 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。

eiyou_targetDy35.csv: 各栄養素の最大値, 最小値, 重み。

seibun.csv: shokuzaiVJ_eiyou.csv に追加できる食材が記載されている。

- /recipeDST/ver6.2/sim/simEiyou/sim_ryori_140131_1/ フォルダ内に入っているファイルで変更が必要なファイル。

inparMain.par: プログラムの最大継続時間や実行回数を設定するファイル。

inparNM.par: 食材数を設定するファイル。

inparMtlset.par: レシピの数や 1 つのレシピに用いられる食材数を設定するファイル。

input.par: material に食材数, eiyou に栄養素の種類の数。

- //EiyouTargethenkan/sim/フォルダに入っているファイルで変更が必要なファイル。
- /pg/Ex_recipe_name/sim フォルダに入っているファイルで変更が必要なファイル。

input.par: material を shokuzaiVJ_eiyou_N.csv に記載されている食材数, sousaku_row の右側は出力されるレシピの個数。

(※文責: 松本哲充)

2.3 遺伝的アルゴリズム

この節では、レシピ設計支援ツールに使用されているアルゴリズムとして遺伝的アルゴリズム (以下 GA と表記する) 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一つである。 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 $g_{i;d} \in \{1, 2, \dots, \hat{m}_{max}\}$ と定義した。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。

- 個体数を b_{max} とし、個体の順応度が高い順に g_i をソートする。
- g_1, \dots, g_N の個体を残し、 $g_{N+1}, \dots, g_{b_{max}}$ 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 を交叉する。
- 交叉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。
- 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、 $1, 2, \dots, \hat{m}_{max}$ の一様乱数で決められる。

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。

$$\begin{cases} g_{n+1} \notin \{g_1, \dots, g_N\} \\ g_{n+2} \notin \{g_1, \dots, g_N\} \\ g_{n+1} \neq g_{n+2} \end{cases}$$

- 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: 藤田千尋)

2.4 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 (ver6.2版) の3章を参考にして記述する。

1 レシピ設計支援ツールのフォルダ外で行う作業。

- (1-1) seibun.csv と shokuzaiVJ_eiyou.csv のファイルを見比べて、seibun.csv にある栄養素で shokuzaiVJ_eiyou.csv にない栄養素の列を列ごと削除する。
- (1-2) shokuzaiVJ_eiyou.csv の一番右の行の空白の行に着目し、栄養素が記載されている行に配合量の最大値、配合量の最小値、必ず使用、コストを左から順に追加する。

※ 全てのファイルについて libreoffice 等で開いて保存する場合。

- (1-1) 名前をつけて保存。
- (1-2) フィルタ設定を編集するにチェック。
- (1-3) 保存。
- (1-4) 選択した書式を保持で enter。
- (1-5) フィールドの区切り記号を空白にする。
- (1-6) 保存。

2 /data/フォルダ内で行う作業の説明。

- (2-1) shokuzaiVJ_eiyou.csv を開き、各食材の最大値、最小値、必ず使用するかどうかでもよいか、コストを設定する。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よいか、コストを設定することができる。s は使用しても使用しなくても良い、u は必ず使用。コストを多くするとその食材は選ばれにくくなる。
- (2-2) eiyou_targetDy35.csv を開き、各栄養素の最大値、最小値、重みを設定する。各栄養素の目標値と最大値と最小値と重みを設定することができる。重みとはある栄養素の重みを増やすとその栄養素他の栄養と比べてが重視されやすくなる。最大値と最小値を設定してもその範囲に制限されて出力されるわけではなく、最大値と最小値の範囲に収まっていなければ評価関数の値が著しく悪くなる。各栄養素の単位は各々異なる。

c, seibun.csv : shokuzaiVJ_eiyou.csv に追加できる食材が記載されている。

3 /pg/EiyouTargethenkan/sim/フォルダ内で行う作業の説明。

Exploring recipe

- (3-1) `input.par` で変更するパラメータの説明.
 - (3-1-1) `material` の右の数値を `shokuzaiVJ_eiyou.csv` に記載されている食材の個数に変更する.
 - (3-1-2) `eiyou` の右の数値を `eiyou_targetDy35.csv` に記載されている栄養素数に変更する.
 - (3-2) 初回限定の作業.
 - (3-2-1) `rm *.e` を実行.
 - (3-2-2) `rm *.o` を実行.
 - (3-2-3) `make` を実行.
 - (3-3) `./main.e` を実行.
- 4 `/recipeDST/ver6.2/sim/simEiyou/sim_ryori_140131_1/` フォルダ内で行う作業の説明.
- (4-1) `inparMain.par` で変更するパラメータの説明.
 - (4-1-1) `stopCondVal` 右の数値をループさせたい回数に変更する.
 - (4-1-2) `maxRunTime` の右の数値を最大でどの程度の時間実行し続けることを許可するのかという数値に変更する. 単位は分.
 - (4-1-3) `stopCondVal/prmod < maxOutputNum` となるように `prmod` の数値を調整する.
 - (4-2) `inparMtlset.par` で変更するパラメータの説明.
 - (4-2-1) `numElmMtlSet` 右の数値を `shokuzaiVJ_eiyou.csv` に記載されている食材の個数に変更する.
 - (4-2-2) `dimTastVec` 右の数値を `eiyou_targetDy35.csv` に記載されている栄養素の種類の数に変更する.
 - (4-2-3) `numBlenSet` 右の数値を出力したい創作料理のレシピの個数に変更する.
 - (4-2-4) `numElmBlenSet` 右の数値を 1 つのレシピの用いたい食材の個数に変更する.
 - (4-3) `inparNM.par`.
 - (4-3-1) `dimx` の右の数値を 1 つのレシピの用いたい食材の個数に変更する.
- 5 `./exe` を実行.

Exploring recipe

※ 確認

- (5-1) more stderr でエラーメッセージのない場合は正しく実行されている。エラーメッセージが間違っている場合はパラメータが間違っているか/data/フォルダ内部にあるファイルに異常がある。
- (5-2) more rsltBlenDataJ.dat で全体の簡単な途中経過が確認できる。
- (5-2-1) 計算結果は0に近ければ近いほど良い。また計算結果が+になることはない。
- (5-2-2) J-dnc-best は一番評価の高い創作レシピの評価地が記載されている。
- (5-2-3) J-dnc-av は上位数個の評価値の平均。
- (5-3) more rsltBlenFin.dat で各レシピごとの詳細な途中経過が確認できる。
- (5-3-1) 1行目はループ回数と実行時間が表示されている。
- (5-3-2) 各レシピごとのデータが出力される。計算結果の高い順番に上から下へと出力されている。個数は numBlenSet の値の数。
- (5-3-3) J は評価値である。e+08 は 10^8 といういみでこの値以下になっていた場合、計算結果が悪すぎる、もしくは制約条件を満たしていないということになる。
- (5-3-4) blenRatBlenSet の行は使用する各食材の分量である。使用する食材の番号は g で表される。

6 計算が終了した後 cp rsltBlenFin.dat .. /.. /.. /.. /.. /data/ryoriVJ_rsltBlenFin.dat
実行。

7 /pg/Ex_recipe_name/sim 内で行う作業の説明。

- (7-1) input.par で変更するパラメータの説明。
- (7-1-1) material の右の数字を shokuzaiVJ_eiyoub.csv に記載されている食材の個数に変更する。
- (7-1-2) numBlenSet の右の数値を変更した出力したい創作料理のレシピの個数に変更する。
- (7-2) 初回限定の作業。
- (7-2-1) rm *.e を実行。
- (7-2-2) rm *.o を実行。
- (7-2-3) make を実行。
- (7-3) ./main.e を実行。

8 /data/フォルダ内の sousakuVJ_list.csv に創作料理のレシピが出力されているかを確認する。

※ shokuzaiVJ_eiyoub.csv の各食材に対応する番号、食材名、食材の量で表示されている。

9 栄養素に関するレーダーチャートの作り方説明。

Exploring recipe

- (9-1) .calc 形式のようなファイルを作成して開く.
- (9-2) 1 行目の 2 列目から `eiyou_targetDy35` の一番上の行をコピーして開いたファイルの一番上の行に貼り付ける.
- (9-3) 2 行目の 2 列目から各栄養素の下に 1 を記載する.
- (9-4) 3 行目の 2 列目から `rsltBelnFin` に記載されている `tastRslt` の行をコピーして貼り付ける.
- (9-5) 1 行目の 1 列目に栄養素と記載する.
- (9-6) 2 行目の 1 列目に目標値と記載する.
- (9-7) 3 行目の 1 列目に比率と記載する.
- (9-8) 記載してある箇所の左上から右下までドラッグする.
- (9-9) 挿入.
- (9-10) グラフ.
- (9-11) レーダー.
- (9-12) 点および線.
- (9-13) 次へ.
- (9-14) 行内のデータ系列.
- (9-15) 完了.

10 `/pg/sousaku_kizon/make` フォルダ内で行う作業の説明.

- (10-1) `input.par` で行う作業の説明.
- (10-1-1) `numBlenSet` の右の数値を変更した出力したい創作料理のレシピの個数に変更する.
- (10-1-2) `numBlenMtlSet` 右の数値を 1 つのレシピの用いたい食材の個数に変更する.
- (10-1-3) `numElmMtlSet` の右の数字を `shokuzaiVJ_eiyou.csv` に記載されている食材の個数に変更する.
- (10-2) 初回限定の作業.
- (10-2-1) `rm *.e` を実行.
- (10-2-2) `rm *.o` を実行.
- (10-2-3) `make` を実行.
- (10-3) `./main.e` を実行.

11 `/data/`フォルダ内の `recipedata_sousaku.csv` に創作料理の食材が記載されている.

12 レシピ設計支援ツールの使用上の注意点.

- (12-1) 単位時間当たりのループ回数を増やしたいのであればレシピの出力数を減らす.
- (12-2) レシピの出力数を増やしたほうが良い計算結果が出やすい場合がある.
- (12-3) レシピ設計支援ツールが実行されているのにプロセスを削除しないまま同フォルダでレシピ設計支援ツールを実行してはいけない.
- (12-4) `rsltBlenFin.csv` のデータは 0 番目から始まっているが `sousakuVJ_list.csv` のデータは 1 番目から始まっている.
- (12-5) 食材配合量 1 グラム以下は家庭用の計量器では計ることはできない.
- (12-6) 食材配合量の最小値を安易に増やすべきではない.

(※文責: 松本哲充)

2.5 レシピ設計支援ツールの特徴

レシピ設計支援ツールにより，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られる．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，料理手順は得られない点である．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．

(※文責: 藤田千尋)

第 3 章 提案手法

3.1 A グループ

3.1.1 提案の流れ

我々は A グループと B グループの二つのグループに分かれ、グループごとに別のテーマを設け研究を行った。A グループでは食物アレルギー、その中でも小麦アレルギーを持つ小児を対象に米粉を使用した新しいレシピの開発を目的とした。

(※文責: 白戸みなみ)

3.1.2 概要・目的

食物アレルギーを発症した小児を持つ保護者の場合、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。そこで本グループでは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。米粉とは主に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碎したものを言う [30]。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、小麦アレルギーの原因となる物質であるグルテンというたんぱく質が米粉には含まれていないため、小麦アレルギーを持つ人のために小麦粉の代用品として使用することが出来る。近年米粉を使用したパンや製菓類が注目を集めているが、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 [31] 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 [32] を使用した。レシピ設計支援ツールとは、目標となる栄養素ベクトルを入力することでその栄養素を満たす食材配合量を出力するものである。出力する食材を指定することも出来るので、米粉を必ず含んだ食材リストが出力されるようにした。また、ある程度味の考慮された食材リストを出力するため A グループでは食材相関行列を使用した。食材相関行列については後述の 3. 1. 3 にて詳しく述べる。これにより出力された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。

(※文責: 白戸みなみ)

3.1.3 食材相関行列

今回のプロジェクトにおいて、A グループが味の考慮のために用いたのが食材相関行列である。食材相関行列とは、既存の料理に使用されている食材とその配合量から相関係数を用いて計算し、2つの食材同士の相性を1から-1の度数で表したものを行列にしたものである。数値が1に近ければ近いほど2つの食材が同時に使われている割合が多く、0に近いほど2つの食材は同時に使われていないことになる。A グループでは、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ツールを作成した。

以下に計算の手順を記す。

1. それぞれの食材の平均使用量を求める
すべての料理でそれぞれの食材 (X_i, X_k) が使用されている量の和を食材ごとに求め、それを料理の数で割る。
2. 分散を求める
それぞれの料理での食材の使用量からその食材の平均使用量を引いたものを二乗し、それらの和を求めて料理の数で割る。
3. 標準偏差を求める
2で求めた分散の平方根を求める。
4. 共分散を求める
 i 番目の食材 X_i と k 番目の食材 X_k の使用量からそれぞれの食材の平均使用量を引いたものを掛けあわせ、それらの和を求めて料理の数で割る。
5. 相関係数を求める
4で求めた X_i の共分散と X_k の共分散を X_i と X_k それぞれの共分散をかけたもので割る。それによって X_i と X_k の相関係数が求まる。

計算式にすると、次のようになる。

$$\frac{Cov(X_i, X_k)}{\sqrt{Cov(X_i, X_i)}\sqrt{Cov(X_k, X_k)}}$$

この計算を行うツールによって出力された食材相関行列をレシピ設計支援ツールに入力することによって、料理で同時に使用されやすい2つの食材が多く含まれた食材及びその配合量が出力されやすくなり、またそれらを用いてレシピを作成することで味の整った料理が作成できるのではないかという仮定のもと、調理実験を行った。

(※文責: 藤田千尋)

3.1.4 使用するデータについて

今回本プロジェクト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」[34]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）」[33]、日本人の食事摂取基準[2010年版]の実践・運用[35]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。

グループAでは食材として小麦粉の代わりに米粉を必ず使用するというを、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可能にした。また、食材相関行列を計算するツールを使用する際に用いる既存料理の食材配合量は、栄養Pro Ver. 2.00[36]から引用して作成されている。また、小児が好む味のレシピを作成する際に文献として、世代間における味覚感度の比較[37]、幼児の食味嗜好性および味覚閾値[38]、児童の食生活実態調査と食育の実践[39]を元に調査したものを参考にしてレシピ作成を行った。

(※文責: 藤田千尋)

3.2 B グループ

3.2.1 提案の流れ

本プロジェクトのグループBでは完全食品の創作がテーマとなっており、その創作が目標であった、この創作に向けたプロセスを時系列に沿って記述するものとする、まず、完全食品の創作の概要、目的についてを説明する、次に完全食品の作成にあたって使用したレシピ設計支援ツールについての説明を行ない、レシピ設計支援ツールを使用して行なった調理実験についても同様に記述する、完全食品の作成が終了後に完全食品を食べ続ける完全食品の体調調査実験を行なった、実験の概要とその結果について説明を行なったのちに、成果と今後の展望について記述するものとする、

(※文責: 西村明敏)

3.2.2 概要・目的

現代人は忙しく、多くの時間を食事に割くことが難しくなっている。また、そんな中で食事の栄養バランスを考慮して食事をとることはより難しい。このような現代人に向け、健康食品は多く出回っている、健康食品の多くは栄養を特化させたものであり、現代人すべてを対象にするものではない。そこで本プロジェクトでは人間が1日に必要な栄養素の3分の1を多分に含んだ完全食品の作成を目標に設定した。実際に、1日に必要な栄養素をすべて摂取できる完全食品としてソイレントがある。ソイレントは粉末状の栄養素を水に溶かして栄養素を摂取するものである。しかしながら、ソイレントは液体での栄養摂取のため、噛めないために、顎の機能が低下すること、胃の消化

Exploring recipe

能力が低下する問題があった。上記の問題点を解決するために、固形での完全食品を作成するものとし、また、その効果を検証するために、完全食品を食べ続ける完全食品の体調調査実験を行なうものとした。故に、本プロジェクトの B グループでは固形の完全食品の作成と完全食品の効果を調べるために、体調調査実験を行なうことを目標とした。

(※文責: 西村明敏)

第 4 章 性能評価

4.1 調理実験

本プロジェクトでは，前期，後期合わせて A グループは 15 回，B グループは 8 回の調理実験（図 4.1）を行った．場所は研究棟 1 階コアスペースで行った．内容は実際にレシピ設計支援ツール [32] を使用し，出力された食材で A グループはアレルギー代替食品，B グループは固形完全食品の試作（図 4.2）し，それぞれのグループで試食（図 4.3）し，それぞれの試作品の改善点をいくつか挙げた．

- 調理の手順を予め調べ，考えておく．
- グループのメンバーで役割を決めておき，円滑に調理実験を行うように心がける．
- 調理実験の内容を調理実験終了後に記録しておく．
- レシピ設計支援ツールが出力した結果や調理方法を予め記録しておく．
- 使用する，調理器具は料理実験前，実験後に確認する．

図 4.1 第 1 回調理実験の調理の様子

図 4.2 第 1 回調理実験の調理の成果

図 4.3 第 1 回調理実験の試食の様子

(※文責: 井上航次郎)

4.1.1 調理実験を行うに当たって

調理実験を行うに当たって、調理実験が行われる研究棟1階コアスペースに器材の運搬を行った。器材とは具体的に以下の4つである。

- 調理器具を収納する棚
- 調理器具
- 冷凍庫
- 冷凍食材

また、調理実験を行う際に、衛生面に配慮するために以下のこと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を行えないものとした。

- 前日までに嘔吐、下痢等の症状が無いこと。
- 手指にできものや化膿した傷が無いこと。
- 爪を短く切っておくこと。
- 三角巾、エプロンを着用すること。
- 指輪などのアクセサリや腕時計をはずすこと。

途中退室についてはエプロン、三角巾、着用のまま調理実験場所からでないことが条件として挙げられる。また調理品については持ち帰らないことを条件とした。食中毒を起こさないために、調理実験では「清潔、温度管理、迅速」を徹底した。具体的に以下の菌、ウィルスが繁殖する可能性が高いので特に注意する必要がある。

- サルモネラ菌
- 黄色ブドウ球菌
- ノロウィルス

以上に加えて、以下のことを実践し衛生面を厳重にし、調理実験を行った。

- 調理実験室から退出する際、三角巾、エプロンを脱いで退出した。
- 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た。
- 調理実験を行う前に、用いる調理テーブル、調理器具、シンク、ガス台を除菌してから行った。
- 野菜類、肉類、魚介類は、全て使用するまな板を分けて下処理等を行った。
- 使用する食材は全て中心部まで火を通した。
- 調理が完了した際、試食をする前に検品用として料理の一部をとりわけラップで包み、日付を記録して冷凍保存した。
- 使用した調理器具・機材を全て洗剤を用いて洗浄、濯ぎを行った。
- 使用した布巾、台拭きは漂白剤につけ殺菌した。
- 洗浄、濯ぎを行った器具の水気をふき取り、除菌スプレーをかけ、しっかりと乾燥させ片付けを行った。

また、使う食材・機材に関して以下の注意事項に従って使用した。

- はかりは精密機械なので、ケースからの出し入れには十分注意し、正しく収納すること。

Exploring recipe

- 余った冷凍食品や乾物を元の袋に入れたままジップロックに入れること。
- 食材の重さは、誤差数 % を許容する。
- できるだけ食材が余らないように調整すること。食材が余る場合は、余った食材を利用して料理を作るようにレシピを準備しておくこと。
- 乾物を冷蔵庫に入れないこと。

(※文責: 井上航次郎)

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から食材配合量が出力される。
2. 食材配合量から調理手順を考案。
3. 調理方法を佐藤教授が添削。
4. 許可が下りなかった場合、2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. 調理実験室に入った後、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. シンクとガス代を専用の台拭きでふき、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. 調理器具を洗剤を使い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: 井上航次郎)

4.1.3 調理の手順

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なになる。

- 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、計量する。
2. 野菜・果物類を野菜・果物専用まな板で切る。
3. 切った野菜・果物類を野菜・果物専用ボールに入れる。
4. 生ゴミを、ゴミ箱に入れる。

Exploring recipe

5. 2 で使用したまな板と包丁を洗剤を使って器具用スポンジで洗浄.
6. 5 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.
7. 手洗い手順に従い手を洗う.

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. 魚貝類を魚介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、計量する.
4. 2 で下ごしらえした魚介類をボールに入れる.
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で洗い、器具用スポンジで洗浄.
8. 7 で洗ったまな板と包丁を専用の立て掛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、計量する.
3. 2 で計量した肉類をボールに入れる.
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で洗い、器具用スポンジで洗浄.
7. 6 で洗ったまな板と包丁を専用の立て掛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.

(※文責: 井上航次郎)

4.1.4 調理終了後の手順

ここでは調理終了後の手順を記載する. 調理終了後の手順は大きく分けて以下の通りである.

- 検品
- 試食
- 片付け

万が一食中毒があったときの為、検品を行い、食中毒が発生したとき、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した. 以下が検品の手順である.

Exploring recipe

1. 検品用に、出来上がった料理の一部を取り分けてラップに包む。分量は小皿一枚程度である。
2. 1に日付をマジックで書く。2が終了するまで試食は実施しない。
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。食材配合量だけでなく盛り付け方や調理手順についても意見しあう。また教員にも意見をいただいた。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。
4. 担当教授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、盛り付け方の是非などを意見しあう。

調理が終了した後の片付けについて説明する。普段調理実験として使う教室ではないため、普段自宅などで調理した後よりもより丁寧な清掃、片付け作業が求められる。

1. 使用したすべての調理器具・機材を洗剤を使い器具用スポンジで洗浄し十分すすぐ。
2. 1で洗浄した調理器具の水気を布巾でふきとり、除菌スプレーをかける
3. シンクをクレンザーを使い掃除用スポンジで洗浄する。
4. ガス代をクレンザーを使い掃除用スポンジで洗浄する。
5. テーブルを台ふきで拭く。
6. 使用した布巾、台ふき、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で洗浄した布巾と台ふきを漂白剤につける。
9. 8で漂白した布巾を十分にすすいで絞る。
10. 床を掃除する。
11. コンテナ内の調理器具の有無の確認をする。
12. 使用した調理器具を指定の場所に移し、乾燥させる。

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

- 調理器具を重ねておかない
- ボール、ザルを上向きに置くこと
- ふきんをふきん掛けにかけて干すこと
- 皿、まな板、包丁を食器かご・まな板たてに干すこと

(※文責: 井上航次郎)

4.1.5 調理実験マニュアルの確認

調理は調理実験マニュアルに基づいて行われた。調理を行う際は調理実験管理者を決めて行った。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、以下の業務を行った。

- 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

Exploring recipe

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どうかを常時確認し、必要に応じて参加者に指示を与えた。さらに、調理実験記録を、調理実験記録書に記載した。また、調理実験管理者は監督業務を優先し、調理実験には参加しないこととした。

(※文責: 井上航次郎)

4.2 A グループの調理実験の成果

4.2.1 米粉レシピ 1, 2

米粉レシピ 1 (図 4.4) と米粉レシピ 2(図 4.5) はレシピ設計支援ツールに米粉の栄養素の情報を組み込み、レシピ設計支援ツールより出力される食材リストに米粉が含まれたリストを使用し、レシピ作成した。

米粉レシピ 1, 2 の食材配合量と調理手順

米粉レシピ 1/米粉ピザ

- 米粉 84.32g
- 甘味噌 2.32g
- 豚挽き肉 47.35g
- ブラックタイガー 33.86g
- 食塩 9.17g
- 豆板醤 4.51g
- しいたけ 1.34g
- こまつな 14.42g
- アスパラガス 35.61g
- カリフラワー 66.25g
- 上白糖 37.54g
- さやいんげん 1.37g
- オリーブオイル 12g
- トマトケチャップ 33.65g
- ほしひじき 0.16g

1. 米粉と水、塩、砂糖、オリーブオイルを混ぜ、纏めてこねる。
2. 生地を丸く伸ばす。
3. ケチャップと味噌と砂糖と塩、豆板醤を混ぜ、それを生地に塗る。
4. 挽き肉、エビ、しいたけ、アスパラガス、カリフラワーを焼いて生地にのせる。
5. 小松菜、さやいんげんは下ゆでしてから一緒に炒め、ひじきをのせてオーブンで 250 度で 12 分焼く。

米粉レシピ 2/餃子風

- 米粉 26.46g
- ひじき 0.14g

Exploring recipe

- かぼちゃ 34.50g
- のり 0.26g
- ケチャップ 29.19g
- ブロッコリー 15.45g
- みそ 19.32g
- 豆板醤 3.05g
- 小松菜 8.19g
- アスパラ 1.60g
- こねぎ 10.22g
- ささみ 1.04g
- チーズ 50.54g
- カリフラワー 25.10g
- 豚肉 19.04g
- 水 30cc
- 塩 0.05g
- 油 0.97g

1. 豚肉, ささみを細かく切ってひき肉状にする.
2. かぼちゃは身の部分を擦りつぶすようにする.
3. その他の具を細かく切って肉と混ぜる.
4. ケチャップ, 味噌, 豆板醤を混ぜてソースを作る.
5. 肉の方はソースとあえて, かぼちゃはそのまま.
6. 片栗粉と水を混ぜながら火にかける.
7. 透明になって変化がなくなったら, 熱い内に米粉と塩と混ぜてこねる.
8. まとまってきたら油を加えてこねる. 粘ついてきたら打ち粉する.
9. 生地を伸ばし, 丸い形を作る.
10. 皮にチーズと具材を詰めて包み, 焼く.

米粉レシピ 1, 2 の改善点

米粉レシピ 1 である米粉ピザは生地に使用される小麦粉の代わりに米粉を使用した. しかし米粉 84.32g が原因で生地が硬くなってしまった. 米粉レシピ 2 である餃子風は皮に使用される小麦粉の代わりに米粉を使用した. しかし, 豆板醤 3.05g が原因でとても辛味が強かった. また, 米粉の弾力性が原因で 1 口で食べないと中の餡がこぼれてしまい, 食べずらいという問題があった. 2 つのレシピより以下の改善点が挙げられた.

- レシピ作成時に食材, 調味料の g 数を考慮して調理する必要がある
- 米粉の性質をよく理解し, 調理方法を学ぶ必要がある.
- 小児の嗜好傾向を知る必要がある.

食材, 調味料の g 数について, レシピ設計支援ツールより出力される食材リストに必ず米粉が指定した g 数が出力されるように設定した. 米粉の性質について, 米粉の油の吸収率は小麦粉と比較すると約 2 割低く, 揚げ物の衣に使用することでサクサク感が向上する. したがって揚げ物に適していることがわかった [30]. また, 米粉の弾力性を活かしてパンをもっちりとした食感にできる

Exploring recipe

が、米粉に含まれておらず、小麦粉に含まれているグルテンがないと膨らみずらく、薄目に広がる [30]。したがって、小麦粉を代替食材として米粉を使用することを踏まえるとパンは適していないことがわかった。同時に伸びにくい性質をもっているため肉まんや餃子の生地には米粉を使用するのは伸びが足りないことが分かった [40]。また、先ほど述べたとおり米粉にはグルテンが含まれていないため水に溶けやすく、ダマになりにくいいため、とろみ付けに適していることが分かった。つまり、揚げ物やとろみ付けに適しているが、パンや生地には適していないことがわかった。

小児の嗜好傾向について、甘味、塩味、酸味、苦味の順で食品嗜好が高いことが分かった [41]。また、地域によって差があるものの、子供は野菜類やきのこ類、果物や魚介類といったものを嫌う傾向があることが分かった [12]。原因は青臭さや、酸味、苦味などに対して本能的に嫌悪感を抱きやすいためであると考えられる。米粉レシピ 1, 2 は小松菜やしいたけなど野菜類を含んでいる。しかし、栄養素を踏まえると野菜を除くのは厳しいと考えられる。したがって、野菜類やきのこ類の食材を使用する際は青臭さや、酸味、苦味の味を少しでも抑えることができるよう調味料を活かすことにした。



図 4.4 米粉レシピ 1



図 4.5 米粉レシピ 2

(※文責: 西澤頌弘)

4.2.2 米粉レシピ 4~7

米粉レシピ 4~7 は前回の改善点を基にレシピ設計支援ツールより出力される食材リストに米粉を 20g 以上で出力されるよう設定した。米粉レシピ 5(図 4.6) であるチヂミ風は米粉の膨らみにくく、薄目に広がる性質を活かした。また、ケチャップを調理する上で混ぜるのではなく、付けてもらうことで小児が好む濃いめの甘味、塩味を食べてもらうようにした。試食したメンバーの 5 人全員が子供が好みそうな味と評価した。

米粉レシピ 6(図 4.7) であるトマト煮込みハンバーグ風は米粉のダマになりにくさを活かしてつなぎに使用した。また、米粉レシピ 4(図 4.8) であるもんじゃ焼きをメンバーが試食した際に見た目が悪く、美味しそうに見えないという評価を基に、調理担当者は見た目にも気を配るようにした。その結果、メンバー 5 人が全員見た目が良いと評価した。しかし、食感が硬いという評価が多かった。

米粉レシピ 7(図 4.9, 図 4.10) である鶏とホタテの揚げ物と野菜炒めは今までの 1 食 1 品から 1 食 2 品に変更した。また、鶏肉とホタテを米粉を衣として使用した結果、揚げ物はパリッとしていて、また味も子供が好みそうな味と評価した。

米粉レシピ 4~7 の食材配合量と調理手順

米粉レシピ 4/もんじゃ焼き風

- 米粉 20.00g
- 卵 32.84g
- しいたけ 13.03g
- ウスターソース 4.90g
- 酢 1.29g
- 鶏肉 49.57g
- 食塩 2.13g
- 小松菜 1.00g
- えび 25.14g
- のり 1.00g
- ピーマン 28.42g
- いんげん 1.02g
- わかめ 1.17g
- 醤油 1.00g
- ねぎ 7.03g

1. しいたけ、鶏肉、小松菜、えび、ピーマン、いんげん、わかめを刻む
2. 米粉、ソース、酢、食塩、しょうゆを水で溶かし、混ぜる
3. 刻んだ具材をフライパンで焼き、土台を作る
4. 水で溶かしたものを土台に流し込み、混ぜる
5. とき卵をかけ、刻んだネギをトッピングし、最後に海苔を乗せて完成

米粉レシピ 5/チヂミ風

- 米粉 21.61g

Exploring recipe

- 卵 13.14g
- わかめ 1.24g
- カリフラワー 49.99g
- たこ 1.11g
- チーズ 17.47g
- とうもろこし 38.32g
- 牛乳 25.96g
- 豆板醤 1.43g
- 油 5.22g
- ケチャップ 6.21g
- 食塩 1.91g
- 砂糖 1.26g
- 豚肉 41.17g

1. 具材は細かく切る
2. 卵に牛乳と砂糖と塩を入れて解きほぐし，米粉と混ぜる
3. その中に具材を入れてかき混ぜ，フライパンで焼いてケチャップを付けて完成

米粉レシピ 6/トマト煮込みハンバーグ風

- 米粉 20.00g
- 卵 19.90g
- ケチャップ 1.44g
- 豚肉 34.77g
- にんじん 34.03g
- チーズ 11.08g
- ささみ 1.98g
- 牛乳 10.52g
- たこ 34.11g
- わかめ 1.93g
- 油 7.74g
- トマト缶 59.24g
- しいたけ 71.72g
- とうもろこし 1.01g
- 食塩 1.50g

1. 豚肉と鶏肉，人参をフードプロセッサーにかける．
2. 牛乳，卵，米粉を入れてつなぎにして混ぜる．
3. しいたけの半分を細かく切ってとうもろこし，わかめ，塩と一緒に肉に混ぜる．
4. ハンバーグを焼く．一緒にたこも焼く．
5. 焼けたらトマト缶を入れ，煮込む．
6. チーズをハンバーグに乗せて煮込み，完成．

米粉レシピ 7/鶏とホタテの揚げ物と野菜炒め

Exploring recipe

- 米粉 19.97g
- 卵 39.25g
- カリフラワー 32.57g
- 醤油 4.11g
- マヨネーズ 9.51g
- かぼちゃ 49.87g
- ピーマン 8.60g
- いんげん 44.02g
- 砂糖 7.99g
- 塩 1.06g
- ソース 0.97g
- ホタテ 13.30g
- わかめ 0.88g
- 油 8.21g
- 鶏肉 45.16g

1. 鶏とホタテは塩をすり込み、醤油につけておく。
2. 米粉をまぶし、卵につけ、米粉を再びつけて焼く。
3. カリフラワー、ピーマン、いんげん、ワカメを食べやすいように切る。
4. マヨネーズとソースで炒める。
5. かぼちゃは砂糖と混ぜる。

米粉レシピ 4～7 の改善点

米粉レシピ 4～7 の 4 つのレシピより以下の改善点が挙げられた。

- 1 食 1 品の場合、様々な味が混ざりよく分からない味になるため改善が必要。
- 1 食 2 品の場合、調味料の量が少なく、片方は味が濃く、もう片方は味が薄くなるため改善が必要。
- コア・スペース使用時間の都合上、3 食以上作るのが不可能のため改善が必要。
- A と B の 2 つのグループが同じ時間にガスコンロを使用するのは調理実験の効率が悪い。

1 食あたりの品数による味のバランスについて、レシピ設計支援ツールに相関係数を用いて、相性の良い食材同士が含まれる食材リストを出力することで、味が考慮されたレシピが作成できると考えた。しかし、佐藤(仁)先生より実際に使用するには時間がかかると言われたため、相関係数を用いないレシピ設計支援ツールで味を考慮させるための手法を考えた。味付けや風味付けするのに欠かせない調味料の相性の良い組み合わせはないか楽天レシピ [31] 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査することにした。

両グループが調理実験室であるコア・スペースを利用することについて、調理実験の効率が悪いため、A グループでは新美先生、佐藤先生に許可を頂き、メンバーの自宅で活動を行うことにした。また、一度に 1 食 2, 3 品を作ると時間が足りないため、プロジェクト研究のある日以外にも自宅で調理実験を行うことにした。ただし、調理担当者と調理監督者はコア・スペースで調理実験を行う際と同様に調理実験マニュアルの 4.2.1～4.2.5 に沿って活動した。



図 4.6 米粉レシピ 5



図 4.7 米粉レシピ 6



図 4.8 米粉レシピ 4



図 4.9 米粉レシピ 7



図 4.10 米粉レシピ 7

(※文責: 若林憲吾)

4.2.3 米粉レシピ 8~21

米粉レシピ 8~21 は今までの改善点を基に調理実験を行った。ただし、レシピ設計支援ツールに相関係数は用いられていなく、かつ相性の良い調味料の組み合わせの調査結果は含まれていない。調理実験場所をメンバーの自宅に変更し、調理実験の時間を増やした結果、以前は1週間あたり2, 3食であったのが4, 5食の調理を行うことができた。味についてはメンバー5人全員が美味しくなってきたと評価した。また、調理実験の回数を重ねることで、メンバーは試食した際の評価が変わった。具体的には、今までは悪い点を上げるばかりだったが、悪い点の改善点も同時にアドバイスするようになった。調理担当者もアドバイスをもとにレシピを考え、調理するようになった。

- 米粉レシピ 10(図 4.11) であるカルボナーラ風クリーム煮は米粉をとろみづけと団子を使用するようになった。
- 米粉レシピ 13(図 4.12) であるピーマンの肉詰めは米粉レシピ 6 にあった問題点を解決した。
- 米粉レシピ 15(図 4.13) であるピザは米粉レシピ 1 の問題点を解決し、美味しいという評価が多かった。
- 米粉レシピ 17(図 4.14, 図 4.15) であるマドレーヌとチーズトマトスープはメンバーが好む味で美味しいという評価が多かったが、酸味が強く子供が好む味ではなかった。

米粉レシピ 8~21 の食材配合量と調理手順

米粉レシピ 10/カルボナーラ風クリーム

- 米粉 28.39g
- 卵 39.82g
- ブロッコリー 2546g
- 小松菜 23.11g
- 小ネギ 25.23g
- 牛乳 40.41g
- 砂糖 8.26g
- 豆板醤 0.95g
- カリフラワー 2.15g
- とうもろこし 8.28g
- ケチャップ 0.94g
- 鶏肉 10.02g
- チーズ 13.33g
- 食塩 4.79g

1. 鶏肉, とうもろこし, カリフラワー, ネギをフードプロセッサーで刻む。
2. 米粉, 油で団子状にする。
3. 小松菜, ブロッコリーを一口大に切る。
4. 鍋に牛乳, 砂糖, 豆板醤, ケチャップ, チーズ, 食塩を入れ, 具材を煮こむ。
5. 米粉 3g を入れてとろみを付けて, 火を止めてから溶き卵を混ぜて完成。

良い点

Exploring recipe

- シチューのような味付けでおいしかった。
- 全体的にまろやかで牛乳と卵がよい働きをしている。米粉の団子にみたいなのも食感が弾力性があってよかった。
- シチューのような味にチーズの風味がマッチしている。

悪い点

- 味付けが濃いため、水で薄めたい。
- もう少しスープにとろみがほしいから、団子に使用している米粉を少し減らして少し小さくすると食べやすくなる。
- 団子の表面がこんがりするまで焼いた方が外はカリカリの中はもちもちした感じにするとよいかも。

米粉レシピ 13/ピーマンの肉詰め

- 米粉 20.00g
- 卵 13.20g
- かぼちゃ 60.49g
- 豚肉 36.29g
- ソース 1.50g
- 醤油 1.00g
- エビ 24.02g
- とうもろこし 2.72g
- ピーマン 20.70g
- 塩 1.56g
- ブロッコリー 1.01g
- しいたけ 75.10g
- いんげん 1g
- トマト 33.20g
- 豆板醤 2.99g

1. 豚肉, エビ, とうもろこし, ブロッコリー, しいたけ半分, いんげんをフードプロセッサーにかける。
2. 米粉, 卵, 塩と一緒にこねる。ピーマンに詰め, 焼く。
3. トマト, ソース, 豆板醤を煮込んで混ぜる。かぼちゃは素焼きで, しいたけは醤油で焼く。
4. それをピーマンの肉詰めに添えて完成。

良い点

- 前回のハンバーグ風と比べて硬さがちょうど良く, 味付けもしっかりしていた。
- ハンバーグ風の味が大分よくなったと思う。見た目もよいと思う。

悪い点

- 一緒に添えられていたかぼちゃの皮が硬かった。
- かぼちゃの皮がかいたため, ゆでたり, 煮る方が向いているかも。
- 子供向けを考えるとじっくり焼いて, ピーマンを柔らかくさせて甘味をだすといいかも。

Exploring recipe

米粉レシピ 15/ピザ

- 米粉 50.00g
- えび 5.81g
- チーズ 13.92g
- マヨネーズ 7.32g
- 油 1.43g
- 卵 21.06g
- 酢 10.13g
- ソース 5.00g
- トマト缶 28.95g
- ネギ 3.49g
- 砂糖 20.00g
- 人参 32.64g
- カリフラワー 25.43g
- かぼちゃ 4.64g
- 豚肉 60.10g

1. 米粉, 卵, 油, 砂糖 5g を混ぜて生地を作る
2. 別に具材を一口大程度に切って焼く
3. 焼いた具材と調味料を煮込む
4. 伸ばした生地に具材とチーズを乗せ, フライパン (オーブン) で焼く. 完成

良い点

- 一般のピザと比べて甘めだけどにんじんと相性が良く, おやつ感覚で食べると小児も喜ぶ味だと思う.
- 生地が柔らかく, もっちりしている.
- 米粉レシピ 1 よりもおいしくできている.
- 生地がもっちりしていておいしかった.

悪い点

- 生地の外側をもう少しパリパリした食感にさせるために, フライパンで焼いたり, 油で揚げたい.
- 少しあまめのため, おやつ感覚になってしまうかもしれない.
- 外側のピザ生地に焼き目をつけるとよい.
- 味が濃くて甘く感じる.

米粉レシピ 17/マドレーヌとチーズトマトスープ

- 米粉 50.00g
- えび 2.13g
- チーズ 10.92g
- 小松菜 1.61g
- 油 5.77g

Exploring recipe

- 卵 29.34g
- 酢 8.02g
- 鶏肉 1.36g
- トマト缶 54.27g
- ネギ 5.94g
- 砂糖 20.00g
- 人参 22.53g
- 豚肉 73.02g
- 食塩 2.20g
- アスパラ 11.42g

1. 米粉, 卵, 砂糖, 水を混ぜる
2. マドレーヌ型に入れてオーブンで焼く
3. 具材を一口大に切る
4. 油で軽く焼く
5. 焼いたあとに軽く茹で, 調味料を入れて煮込んで完成

良い点

- チーズトマトスープがおいしい。
- 見た目が良い。風味は卵で良かった。
- 少し酸っぱいけれど美味しかった。
- マドレーヌの見た目は良い。トマトスープはおいしかった。チーズが効いていた。
- マドレーヌの見た目が良かった。スープは味のバランスがちょうど良かった

悪い点

- 人参が少し硬いから煮込む時間を増やす。
- トマトスープとの相性がよろしくないため、マドレーヌを別の料理にトマトスープにつけたい。
- トマトスープは酸味が少し強い。
- マドレーヌがもちのようだったので、もう少し食感をよくしたい。
- マドレーヌにもう少し甘味がほしい

米粉レシピ 8~21 の改善点

米粉レシピ 8~21 の 14 つのレシピより以下の改善点が挙げられた。

- 小児向けの味にする必要がある。
- レシピ設計支援ツールより出力される食材リストの米粉の g 数を指定したことで栄養素に問題が発生したため、改善する必要がある。

小児向けの味にすることについて、小児の嗜好傾向は甘味、塩味、酸味、苦味の順で食品嗜好が高いため、各料理を試食した際に 4 つの味についてデータを取ることにした。甘味と塩味が強く、酸味と苦味が弱く、美味しいと感じる料理は小児向けの料理になるのではないかと考えた。実際に使用した評価シートは以下の通りである。



図 4.11 米粉レシピ 10



図 4.12 米粉レシピ 13



図 4.13 米粉レシピ 15



図 4.14 米粉レシピ 17



図 4.15 米粉レシピ 17

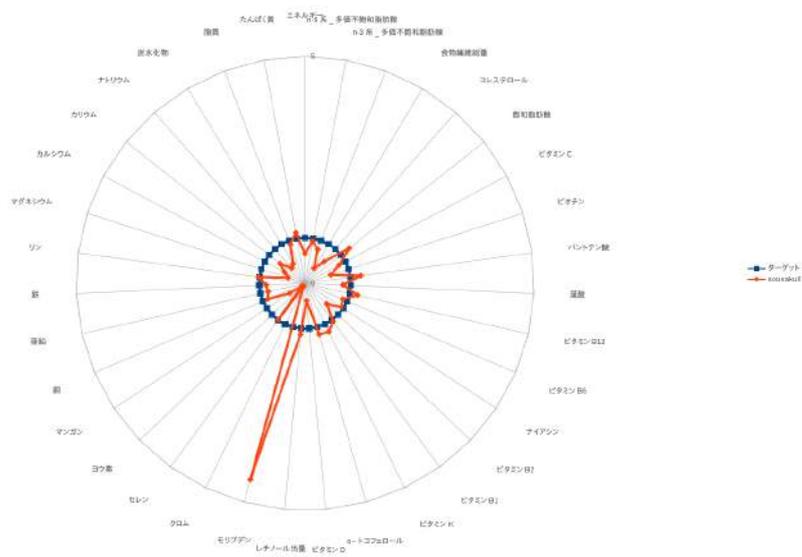


図 4.16 米粉レシピ 15 レーダーチャート

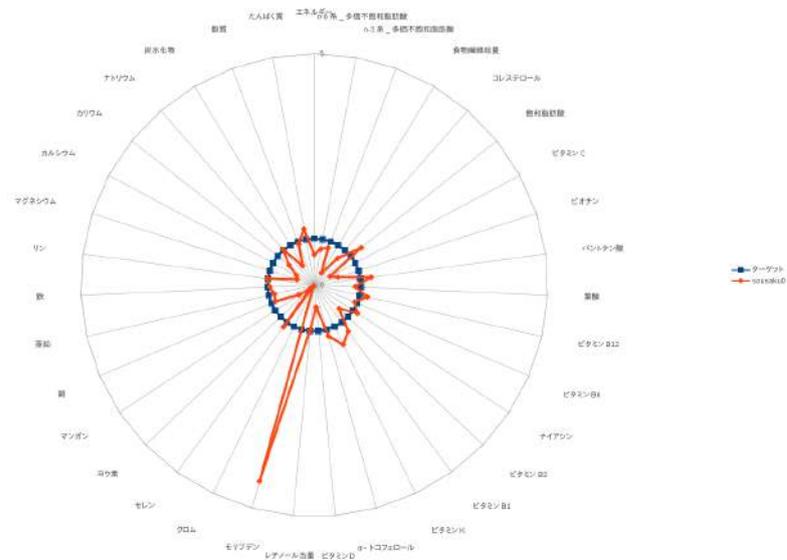


図 4.17 米粉レシピ 17 レーダーチャート

(※文責: 若林憲吾)

4.2.4 米粉レシピ 22～31

米粉レシピ 22～31 では引き続き前回の改善点を元に調理実験を行った。また、今回から前述した評価シートを使用し、甘味、塩味、酸味、苦味の4つを数値で評価した。これまでの調理実験の経験から、使用できる食材数と調味料の種類がもっと多いほうが良いという意見が多かったため、レシピ設計支援ツールで出力できる食材数を15種類から20種類へと増加させた。また、カレー粉やコショウなどの新たな調味料も出力できるようにした。しかし相関行列のツールの実装には時間がかかり、食材相関行列を使用したレシピは米粉レシピ 32, 33 のみとなった。食材数や種類を増やしたことによって味付けのレパートリーが増え、今まで甘味が強いという評価が多かったがその部分が改善された。

- 米粉レシピ 22(図 4.18, 図 4.19) の段階ではまだ食材の出力数を増やせていなかったため、甘味が強いという評価が多かった。
- 米粉レシピ 26(図 4.20) は味のバランスが良いという評価が多く、グループ内でも好評だったため米粉レシピ 28 としてさらに改良を行った。

米粉レシピ 22～31 の食材配合量と調理手順

米粉レシピ 22/いももちと野菜炒め

- 米粉 1.08g
- マヨネーズ 8.94g
- 人参 38.08g
- じゃがいも 34.02g
- ウスターソース 31.40g
- 砂糖 44.00g
- 油 2.71g
- 片栗粉 31.52g
- 豚ひき肉 48.96g
- 玉ねぎ 50.08g
- えび 23.86g
- こしょう 6.75g
- しいたけ 73.48g
- バター 5.73g
- のり 1.00g

いももち

1. じゃがいもをゆでて火を通す。
2. 火が通ったら水をすべてすて火にかけて粉をふかせる。
3. 火を止めて麺棒で塊がなくなるまでつぶす。
4. 全体が滑らかになり、粗熱がとれたら片栗粉をいれて粉っぽさがなくなるまで混ぜる。
5. 団子状にする。
6. 油をしき、焼く。

Exploring recipe

タレ

1. 砂糖とウスターソースの半分を入れて火にかけて煮立たせる。
2. 火を止めて米粉と水を混ぜたものを入れて混ぜ、再び火をかけ、透き通るまで混ぜる。
3. いももちにタレをかけて上にのりをふりかけて完成。

野菜炒め

1. いももち以外の材料をすべて一口大にカット。
2. 人参はあらかじめ下茹でしておく。
3. バターをしき、炒める。
4. 肉に火が通ったらマヨネーズ、ウスターソースの残り、こしょうをかけて炒めて完成。

良い点

- ちょうどよかった
- お菓子と考えれば甘味はちょうどいい

悪い点

- いももちが甘すぎ
- 甘いソースが水あめみたいに固まってしまったので水の量を増やす
- 芋がもう少しやわらかければ食べやすい

米粉レシピ 26/じゃがいもの豚肉巻きと炒め物

- 米粉 6.94g
- こしょう 7.70g
- 卵 13.09g
- 食塩 1.02g
- バター 2.01g
- 油 3.63g
- マヨネーズ 2.43g
- 片栗粉 15.25g
- 牛乳 6.67g
- カレー粉 0.30g
- ケチャップ 27.22g
- 桜えび素干し 2.05g
- 豆板醤 2.06g
- 砂糖 8.14g
- 豚肉 59.24g
- 玉ねぎ 12.55g
- じゃがいも 17.87g
- 人参 24.48g
- しいたけ 51.98g
- カリフラワー 8.58g
- えび 13.07g

Exploring recipe

じゃがいもの豚肉巻き

1. じゃがいも，豚肉に塩，コショウをふりかけ片栗粉をまぶす。
2. じゃがいもを豚肉で巻いて爪楊枝でとめる．バターを敷いて焼く．
3. ケチャップに細かく砕いた桜えびをふりかけ，添えて完成．

炒め物

1. 具材を細切りにする．油とマヨネーズをしいて具材を炒め，コショウをふりかける．
2. 砂糖と牛乳を混ぜた溶き卵を入れさらに炒める．
3. 豆板醤をいれ，なじんだらケチャップを入れる．
4. 最後にカレー粉をふりかけて完成．

良い点

- ジャガイモの豚肉巻きは食感がよく甘味と塩味のバランスがちょうどよい感じでおもしろかった．

悪い点

- 炒め物は辛味が結構強かった．
- 後味が辛く，子供が食べるのは厳しいと感じた．

図 4.19 米粉レシピ 22

図 4.20 米粉レシピ 26

(※文責: 白戸みなみ)

4.2.5 米粉レシピ 32, 33

米粉レシピ 32(図 4.21), 33(図 4.22) では相関係数を用いて食材相関行列を出力するツールを使用し, 出力された行列をレシピ設計支援ツールに入力することによって出力された相関の値が大きい食材同士が含まれる食材リストを用いてレシピを作成した. また, 事前に作成していた中で評価の高かったレシピ 28, 31 の調理法を元に調理手順を考案し, 似たようなレシピを作成することによって以前に作成したレシピとの比較をする事が可能となった. 比較して評価を行うために, レシピ 32, 33 を調理する際にレシピ 28, 31 の調理も同時並行で行った. また, 米粉レシピ 32, 33 のレーダーチャートを図 4.23 に示した.

米粉レシピ 32, 33 の食材配合量と調理手順

米粉レシピ 32/じゃがいもの豚肉巻きと炒め物

じゃがいもの豚肉巻き

- じゃがいも 25.00 g
- 豚肉 32.31 g
- 片栗粉 35.00 g
- バター 3.00 g
- 食塩 1.00 g
- こしょう 1.00 g
- ケチャップ 5.00 g

1. じゃがいも, 豚肉にコショウをふりかけ片栗粉をまぶす.
2. じゃがいもを豚肉で巻いて巻き終わりを下にして, バターを敷いて焼く. ケチャップを添えて完成.

炒め物

- 米粉 3.65g
- 片栗粉 4.23g
- 卵 9.97g
- さくらえび 2.79g
- 牛乳 13.18g
- 油 2.81g
- じゃがいも 27.03g
- 人参 28.12g
- 玉葱 17.54g
- カリフラワー 3.15g
- アスパラ 0.85g
- しいたけ 60.48g
- タコ 10.83g

Exploring recipe

- 食塩 0.57g
- こしょう 1.46g
- 砂糖 6.68g
- マヨネーズ 4.43g
- ケチャップ 5.69g
- ウスターソース 4.20g
- チーズ 0.80g
- バター 9.53g
- カレー粉 2.35g

1. 具材を細かく切る.
2. しいたけ, たこ, じゃがいも, 人参は下茹でする.
3. マヨネーズ・ケチャップ・ウスターソース・細かく砕いたさくらえびを混ぜておく.
4. 卵・牛乳・砂糖を混ぜておく. コメ粉と片栗粉 (5 g) を混ぜ一口大の団子を作る.
5. フライパンに油をとかし, 具材を炒め, 塩・コショウをふりかける. バターをいれて溶けるまで炒める.
6. チーズを入れてとかし, カレー粉をふりかけて皿に盛って完成.

米粉レシピ 33/お好み焼き風

- 米粉 3.65 g
- 片栗粉 39.23g
- 卵 9.97g
- さくらえび 2.79g
- 牛乳 13.18g
- 油 2.81g
- 豚肉 32.31g
- じゃがいも 52.03g
- 人参 28.12g
- 玉葱 17.54g
- カリフラワー 3.15g
- アスパラ 0.85g
- しいたけ 60.48g
- タコ 10.83g
- 食塩 1.57g
- こしょう 2.46g
- 砂糖 6.68g
- マヨネーズ 4.43g
- ケチャップ 10.69g
- ウスターソース 4.43g
- チーズ 0.80g
- バター 12.53g
- カレー粉 2.35g

Exploring recipe

1. 米粉・片栗粉・卵・牛乳・砂糖・熱湯を加えて混ぜ、生地を作る。
2. 具材を細かく切る。
3. じゃがいも・人参・カリフラワー・まだこ・しいたけを茹でておく。
4. 豚肉以外の具材をバターで軽く炒めて塩、コショウ、カレー粉をふっておく。
5. 具材と生地を混ぜ合わせ、フライパンで円状に焼く。
6. その上に豚肉をのせる。
7. ある程度固まってきたらひっくり返し、ソース、ケチャップ、マヨネーズ、チーズをかける。
8. 最後に細かく砕いた桜えびをふりかけて完成。

比較した結果、試食を行った5人全員が食材相関行列を用いたレシピのほうが味が整っていると評価した。これにより、食材相関行列を用いたレシピは用いていないレシピよりも味が整うということが結果として得られた。



図 4.21 米粉レシピ 32



図 4.22 米粉レシピ 33

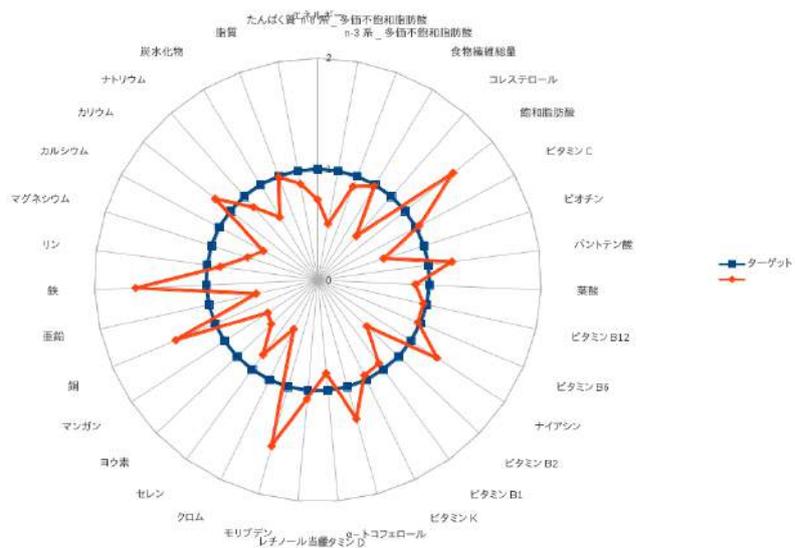


図 4.23 米粉レシピ 32, 33 レーダーチャート

(※文責: 藤田千尋)

4.3 B グループ実験

4.4 目的

現在、日本のビジネスマンは多忙のため、食事に多くの時間を割くことが難しくなっている。また、時間がないため、食事の栄養バランスを考えることも難しい。多くのビジネスマンはコンビニ弁当などで、済ましてしまうことや、また昼食を抜いてしまうことがある。偏食や不規則な時間での食事などを繰り返すことで、体調を崩す危険性を高める。これらの現状はビジネスマンの多忙とともに、食事をとる手間が考えられる。食事をとるだけでも、時間を使ってしまうが、事前に弁当などを用意する場合などでは、多くの時間を要する。また事前に用意しない場合でも、少なからず時間を要することは言うまでもない。そこで、栄養バランスが整った完全食品が存在することで、こういった現状を改善することができるのではないかと考えた。そこで、本プロジェクトでは完全食品の作成を行なった。完全食品は1日に必要な栄養素の3分の1を多分に含んだものであり、この完全食品を食べ続けることで、身体を健康にすることができる。または健康状態を維持できるという仮説を立てた、実際に特定の食品を食べるダイエットなどでは、そのダイエット食品を食べることで体重を減少させることができるものがある。完全食品の作成の終了後、私達は完全食品が、実際に健康状態に影響を与えるかどうかを調査するために、完全食品の体調調査実験を行なった。

(※文責: 西村明敏)

4.5 方法

4.5.1 被験者

被験者は本プロジェクトのグループBのメンバー5人とした。

(※文責: 西村明敏)

4.5.2 日時

実験期間は30日間で、2014年11月13日から12月12日までであった。

(※文責: 西村明敏)

4.5.3 手続き

被験者は1日の中で1食以上完全食品を摂取する。完全食品の摂取方法は被験者の自由とし、また、摂取する時間や場所も自由とした。被験者は実験の最中の健康状態を記録しなければならないものとし、測定時刻は定めず、各人の自由とした。被験者はまず、体重、ウエスト、血圧、体脂肪率、を検査を行なった。また、体重とウエストの記録を元にBMIを計算した。測定方法は公立はこだて未来大学の医務室のそれぞれの専用機器を用いて行なった。血糖値は専用の機器を用い検査した。専用の針を用い指先から適量の血液を出し、その血液を検査機器を用い測定した。また、活動量計を用い歩数、消費カロリーを記録した。各人の食事時間を確認するために、食事の写真をと

るものとした。最後に、各人の就寝時間、睡眠時間、起床時間を記録した。被験者はこれらすべての検査事項を記録用紙に記入した。また記入事項を検査するものを設定し記入内容を確認することで、記入ミスや記入漏れがないことを確認した。これらの内容を1日の内容とし、これを毎日繰り返すものとした。しかし、専用の機器を使える日程が平日に限られていたため、平日のみ記録するものとした。平日のみ記録を行なうが、休日の食事も完全食品を摂取するものとした。

(※文責: 西村明敏)

4.6 分析

4.6.1 回帰分析

完全食品の体調調査実験が終了後に実験結果のまとめを行なった。実験結果は各5人の結果に対して回帰分析を行なった。回帰分析とは原因と考えられる変数を独立変数あるいは説明変数、結果と考えられる変数を従属変数あるいは目的変数 [42] という。本実験では、回帰分析の中でも単回帰分析を用いて結果を見出した。単回帰分析とは、独立変数あるいは説明変数が一つである回帰分析のことを言う。本実験では、この単回帰分析を用いて分析を行った。そして、説明変数を完全食品の食事量とし、目的変数を検査項目とした。まず、説明変数 (x) の値に対して目的変数 (y) がどのような値をとるのか予測するために、回帰直線を求める。回帰直線とは、 y に対して平行な直線を引き、各 y の値との距離の2乗和を最小にようにすることで求めることができる。回帰直線の式を (4.1) に示した。

$$y = ax + b \quad (4.1)$$

次に、変数である a 及び b を求める。 n 個の項目に対して x の各値から、 x の平均値までの偏差の2乗和であり、 x の全変動を示すものを x の偏差平方和といい、 (4.2) に示した。

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \quad (4.2)$$

また、 x と y の各値に関して、 x の \bar{x} への偏差と y の \bar{y} の偏差の積の和を、 x 、 y の偏差積和といい、 (4.3) に示した。

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) \quad (4.3)$$

次に、各値からの距離の2乗の総和は (4.4) の式で表される。

$$\sum_{i=1}^n (y_i - b - ax_i)^2 \quad (4.4)$$

(4.4) を最小化する際に、 (4.2)(4.3) を用いると、 (4.5)(4.6) の式で a 、 b を表せる。

$$a = (4.3)/(4.2) \quad (4.5)$$

$$b = \bar{y} - (4.3)/(4.2)\bar{x} \quad (4.6)$$

上記式を用いて、回帰直線の値を求めた。

4.6.2 決定係数

次に、決定係数を求める。決定係数とは、従属変数 y の変動が、回帰によってどれだけ説明されたかをあてはまりの良さの指標とするものである。

まず、従属変数 y の値の平均値に対して、各値との偏差の合計は無論 0 である。故に変動は偏差の 2 乗和で表され、全変動と呼び、(4.7) の式で表される。

$$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (4.7)$$

また、各点の変動のうち回帰直線が占める変動を合計した値を、回帰によって説明される変動とし、(4.8) の式に示した。

$$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 \quad (4.8)$$

決定係数は、回帰によってどれだけ説明されたかのあてはまりの良さを示す値であるため、決定係数 R^2 は (4.9) の式で表される。

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (4.9)$$

(※文責: 西村明敏)

4.6.3 計算例

回帰分析

回帰分析の計算例を示す。まず被験者 A の体重における偏差平方和、積和の計算を行い、図 4.24 にしめす。

図 4.24 より (4.10)(4.11) の式が求められる。

$$S_{xx} = \sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x})^2 = 2870 \times 10^5 \quad (4.10)$$

$$S_{xy} = \sum_{i=1}^{20} (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) = -4144 \times 10^{10} \quad (4.11)$$

となり次の結果を得る。

$$a = S_{xy}/S_{xx} = \frac{-4144 \times 10^{10}}{2870 \times 10^5} = -0.1444^{-3} \quad (4.12)$$

$$\begin{aligned} b &= \bar{y} - (S_{xy}/S_{xx})\bar{x} \\ &= 58.58 - \left(\frac{-0.1444^{-3}}{2870 \times 10^5} \right) 6600 = 59.53 \end{aligned} \quad (4.13)$$

Exploring recipe

ゆえに回帰直線は

$$\hat{y} = (-0.1444^{-3}x) + 59.53 \quad (4.14)$$

となる。

決定係数

決定係数の計算例を示す。

被験者 A の体重における回帰によって説明される変動の計算を行い図 4.25 に示す。図 4.24 より y の全変動 (4.15) がわかり、図 4.25 より回帰によって説明される変動 (4.16) がわかる。

$$\sum_{i=1}^{20} (y_i - \bar{y})^2 = 10.87 \quad (4.15)$$

$$\sum_{i=1}^{20} (\hat{y} - \bar{y})^2 = 5.984 \quad (4.16)$$

ゆえに、決定係数は

$$R^2 = 5.984/10.87 = 0.5504 \quad (4.17)$$

となる。

次に決定係数が 0.5 以上の相関が正しいものであるか判断するために、変数変換を行ったうえで、 t 検定を用いて分析を行った。(4.18) に t 検定の計算式を示す。

$$T = \sqrt{(N - 2) \frac{Cor^2(x, y)}{1 - Cor^2(x, y)}} \quad (4.18)$$

この変数 T は自由度 $\phi = N - 2$ の t 分布に従うことが知られている。よって、このような変数変換を行ったうえで、 t 検定を行えば相関係数の検定を行うことができる [43]。この方法で、帰無仮説と対立仮説をたて検定を行った。

計算例として、被験者 A の体重に関して示す。有意水準 5% で検定する。

帰無仮説 : $Cor(x, y) = 0$

対立仮説 : $Cor(x, y) \neq 0$

次に変数変換を行う。

$$T = \sqrt{(20 - 2) \frac{(-0.1444 \times 10^{-3})^2}{1 - (-0.1444 \times 10^{-3})^2}} = 0.6126 \times 10^{-3} \quad (4.19)$$

ここで、自由度 18 の t 分布表 [44] より、 $t = 2.100922$ であるため、棄却域は

$$t \leq -2.101, t \geq 2.101$$

採択域は

$$-2.101 \leq t \leq 2.101$$

となる。

本件は $T = 0.6126 \times 10^{-3}$ であるためであるから、棄却域にない。よって、帰無仮説を棄却することはできず、完全食品と被験者 A の体重は相関があると結論できないことになる。

(※文責: 和田智貴)

4.6.4 データ解説

次に、求めた a , b , R^2 について説明する。 a は変化の割合であり、 b は回帰直線の初項、 R^2 は回帰によってどれだけ説明されたかのあてはまりの良さを示す値である。 a は変化の割合であるために、その回帰直線がどの程度の割合で変化するかを示し、本実験においては、どれだけ変化したのかを見定める指標になる。 b は初項であり、本実験では、実験開始時の検査の値を示す。 R^2 は回帰によってどれだけ説明されたかのあてはまりの良さを示す値である。 R^2 は $0 \leq R^2 \leq 1$ の範囲で示され、すなわち、1に近いほど高い相関がある [45]。決定係数が 0.5 以上であると制度が良い [46] ため、本実験では決定係数が 0.5 以上であった項目に着目した。

最後に健康の基準をしめす。検査項目である体重、BMI、血圧、体脂肪率、ウエスト、血糖値の健康の基準を示した。体重は、身長 [m] \times 身長 [m] \times 22 [47] が適正体重であり、これに近づくことを健康であるものとした。BMI は体重 [kg]/(身長 [m] \times 身長 [m]) でもとめ、25 から 18.5 が適正であるため、その中間の 21.75 に近づくことを健康であるものとした。血圧は最高血圧が 120 以下、最低血圧が 80 以下 [48] が適正であるため、この値に近づくことを健康であるものとした。成人男性の体脂肪率の値は 15 から 19 % [49] が適正であるため、その中間の 17 % に近づくことを健康であるものとした。最後に、ウエストと血糖値に関してであるが、ウエストは健康を証明するには証せず、血糖値は食前、食後などで大きく変化するため本実験はルールを決めなかったため基準を定めることができなかった。

No.	y	x	$x_i - \bar{x}$	$y_i - \bar{y}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$
1	59.40	415.1	-6185	0.8200	3825×10^4	0.6724	-5072
2	59.60	830.2	-5770	1.020	3329×10^4	1.040	-5885
3	60.00	2075	-4524	1.420	2047×10^4	2.016	-6425
4	59.00	2491	-4109	0.4200	1689×10^4	0.1764	-1726
5	59.00	2906	-3694	0.4200	1365×10^4	0.1764	-1552
6	59.00	3321	-3279	0.4200	1075×10^4	0.1764	-1377
7	59.00	3736	-2864	0.4200	8203×10^3	0.1764	-1203
8	58.40	5396	-1204	-0.1800	1449×10^3	0.03240	216.7
9	58.40	5811	-788.7	-0.1800	6220×10^2	0.03240	142.0
10	59.00	6226	-373.6	0.4200	1396×10^2	0.1764	-156.9
11	58.60	6641	41.51	0.02000	1723	0.4000×10^{-3}	0.8302
12	57.40	7887	1287	-1.180	1656×10^3	1.392	-1518
13	58.40	8302	1702	-0.1800	2896×10^3	0.03240	-306.3
14	57.80	8717	2117	-0.7800	4482×10^3	0.6084	-1651
15	58.40	9132	2532	-0.1800	6411×10^3	0.03240	-455.8
16	58.40	1079×10	4192	-0.1800	1758×10^4	0.03240	-754.6
17	58.40	1121×10	4607	-0.1800	2123×10^4	0.03240	-829.3
18	58.60	1162×10	5023	0.02000	2523×10^4	0.4×10^{-3}	100.5
19	56.60	1204×10	5438	-1.980	2956×10^4	3.920	-1077×10
20	58.20	1245×10	5853	-0.3800	3425×10^4	0.1444	-2224
計	1172	1320×10^2			2870×10^5	10.87	-4144×10

図 4.24 被験者 A の体重における偏差平方和・積和の計算

No.	y	x	\hat{y}	$\hat{y} - \bar{y}$	$(\hat{y} - \bar{y})^2$
1	59.40	415.1	59.47	0.8930	0.7975
2	59.60	830.2	59.41	0.8331	0.6941
3	60.00	2075	59.23	0.6533	0.4268
4	59.00	2491	59.17	0.5934	0.3521
5	59.00	2906	59.11	0.5334	0.2845
6	59.00	3321	59.05	0.4735	0.2242
7	59.00	3736	58.99	0.4136	0.1710
8	58.40	5396	58.75	0.1738	0.0302
9	58.40	5811	58.70	0.1139	0.0130
10	59.00	6226	58.63	0.0539	0.0029
11	58.60	6641	58.57	-0.0060	0.3586×10^4
12	57.40	7887	58.39	-0.1858	0.0345
13	58.40	8302	58.33	-0.2457	0.0604
14	57.80	8717	58.27	-0.3057	0.0934
15	58.40	9132	58.21	-0.3656	0.1337
16	58.40	1079×10	57.97	-0.6053	0.3664
17	58.4	1121×10	57.91	-0.6653	0.4426
18	58.6	1162×10	57.85	-0.7252	0.5259
19	56.6	1204×10	57.79	-0.7851	0.6164
20	58.2	1245×10	57.73	-0.8451	0.7142
				計	5.984

図 4.25 被験者Aの体重における回帰によって説明される変動

(※文責: 西村明敏)

4.7 結果

図 4.26～図 4.30 に各被験者の決定係数が 0.5 を上回った図をしめす。また、全被験者の検査内容を図 4.31～図 4.35 にしめす。また検査結果を図 4.36 に示す。

本実験で、決定係数が 0.5 を上回ったのは被験者 A と B の体重と BMI、被験者 E の最高血圧である。その値に対して t 検定の変数変換を行った結果を図 4.37 に示す。

この結果及び、t 分布表より、これらの値に対して相関があると結論づけることができなかった。故に、本実験において、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。

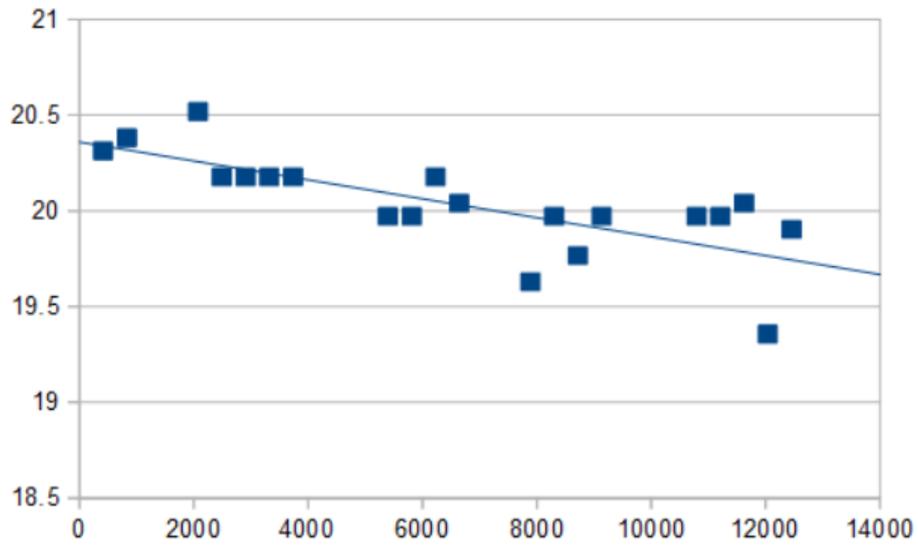


図 4.26 被験者 A の BMI の回帰直線

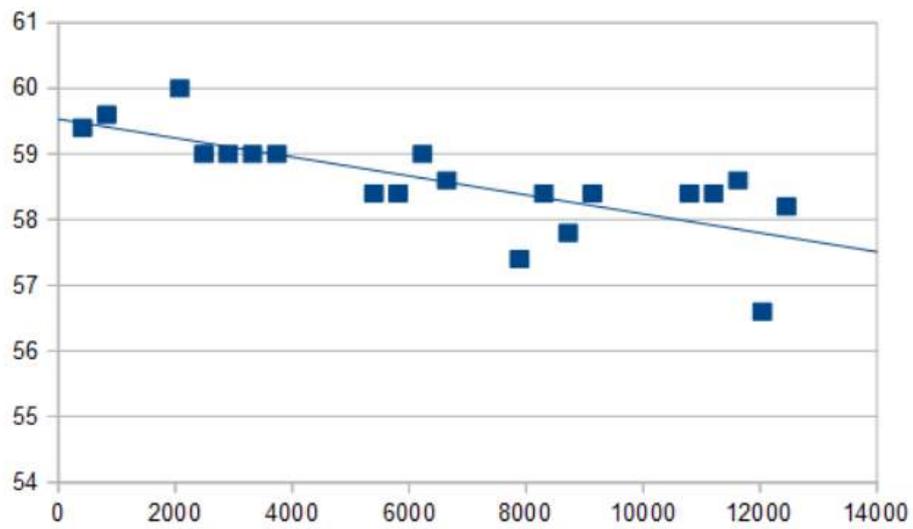


図 4.27 被験者 A の体重の回帰直線

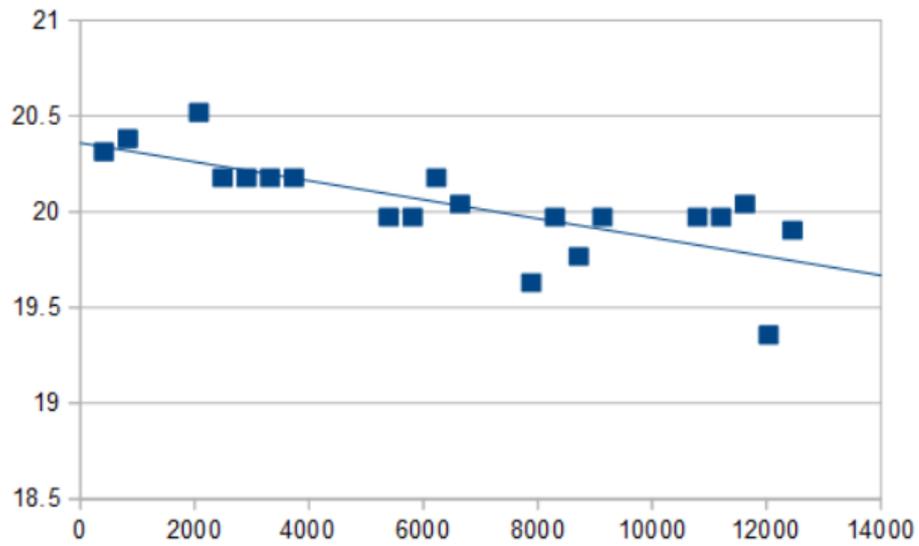


図 4.28 被験者 B の BMI の回帰直線

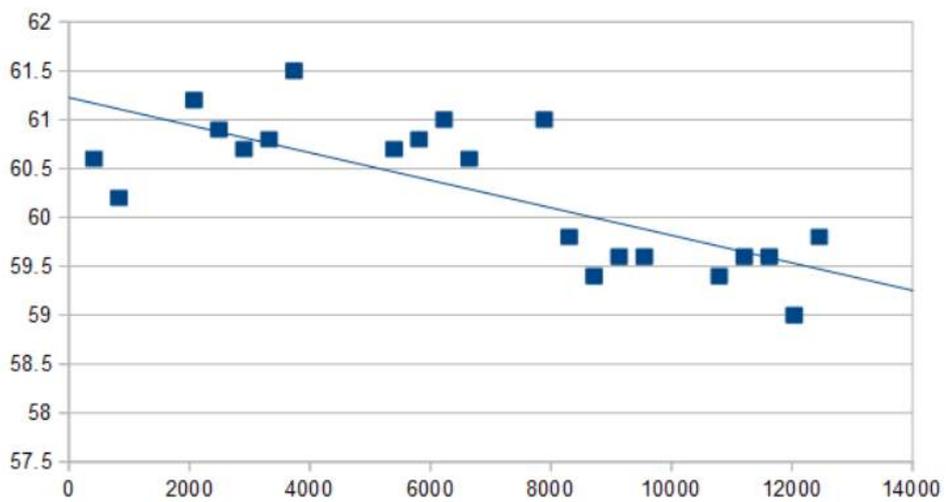


図 4.29 被験者 B の体重の回帰直線

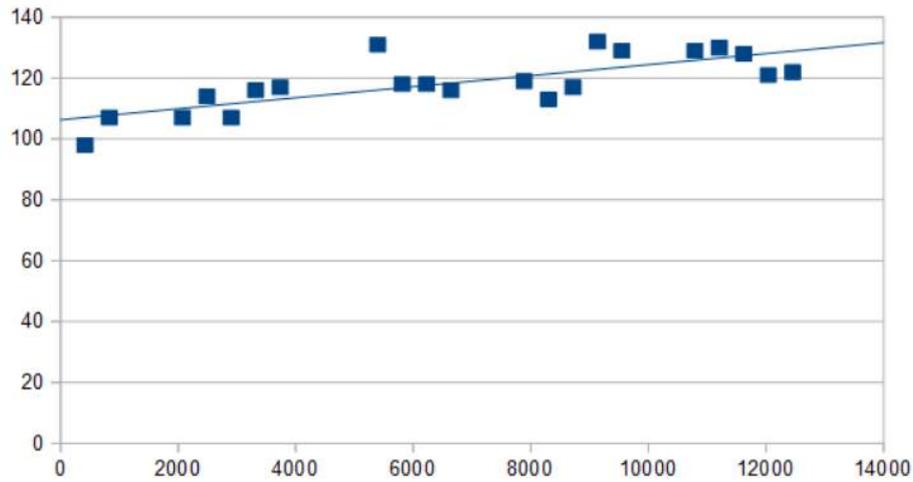


図 4.30 被験者 E の最高血圧の回帰直線

日付	完全食品(g)	体重y	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
11月13日	415.09	59.4	71	20.313942752	108	69	13.6	113
11月14日	830.18	59.6	78	20.382339865	119	77	11	86
11月17日	2075.45	60	78.5	20.519134093	117	58	10.5	107
11月18日	2490.54	59	78	20.177148524	125	79	9.4	95
11月19日	2905.63	59	74	20.177148524	125	77	11.4	96
11月20日	3320.72	59	73	20.177148524	116	73	10.1	104
11月21日	3735.81	59	73	20.177148524	114	69	10.2	91
11月25日	5396.17	58.4	72	19.971957183	119	72	9.4	125
11月26日	5811.26	58.4	73	19.971957183	129	74	10.7	91
11月27日	6226.35	59	71.2	20.177148524	113	61	9.6	145
11月28日	6641.44	58.6	73	20.040354297	137	74	10.8	127
12月1日	7886.71	57.4	71	19.629971615	113	68	8.3	92
12月2日	8301.8	58.4	74	19.971957183	130	71	10.2	99
12月3日	8716.89	57.8	69.5	19.766765842	128	70	9.1	97
12月4日	9131.98	58.4	76.5	19.971957183	109	66	10.1	109
12月8日	10792.34	58.4	71	19.971957183	119	65	11.5	90
12月9日	11207.43	58.4	78	19.971957183	125	67	8.9	98
12月10日	11622.52	58.6	72	20.040354297	123	63	11	115
12月11日	12037.61	56.6	70.5	19.356383161	111	66	9.6	88
12月12日	12452.7	58.2	71	19.90356007	120	67	12.2	101

図 4.31 被験者 A の検査内容

日付	完全食品(g)	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
11月13日	415.09	60.6	80	21.16761397	126	65	20.5	92
11月14日	830.18	60.2	79	21.02789375	95	51	21.3	145
11月17日	2075.45	61.2	80	21.37719431	127	83	19.8	101
11月18日	2490.54	60.9	80	21.27240414	108	59	21.2	91
11月19日	2905.63	60.7	79.5	21.20254403	99	61	20	87
11月20日	3320.72	60.8	79	21.23747408	112	68	20	88
11月21日	3735.81	61.5	80.5	21.48198447	92	61	20	115
11月25日	5396.17	60.7	79	21.20254403	96	53	22	99
11月26日	5811.26	60.8	78.5	21.23747408	118	69	20.7	97
11月27日	6226.35	61	79.5	21.30793419	107	55	20	103
11月28日	6641.44	60.6	79.5	21.16761397	103	59	19.6	107
12月1日	7886.71	61	80	21.30793419	106	63	19.3	115
12月2日	8301.8	59.8	82	20.88817352	124	63	20.4	93
12月3日	8716.89	59.4	79	20.7484533	132	58	20	96
12月4日	9131.98	59.6	80	20.81831341	115	63	20	95
12月5日	9547.07	59.6	79	20.81831341	108	64	20	107
12月8日	10792.34	59.4	79	20.7484533	115	66	16.8	77
12月9日	11207.43	59.6	79	20.81831341	103	59	20	135
12月10日	11622.52	59.6	80	20.81831341	109	58	20	108
12月11日	12037.61	59	79	20.60873307	121	59	20.2	121
12月12日	12452.7	59.8	79	20.88817352	119	67	19.9	99

図 4.32 被験者 B の検査内容

日付	完全食品(g)	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
11月13日	415.09	60.6	81	22.25895317	108	63	11.8	92
11月14日	830.18	60.6	78	22.25895317	128	71	13.6	105
11月17日	2075.45	61.6	80	22.62626263	122	71	14.7	101
11月18日	2490.54	61.2	79	22.47933884	116	68	12.6	109
11月19日	2905.63	61.4	82	22.55280073	123	78	14.1	107
11月20日	3320.72							129
11月21日	3735.81	61.4	82	22.55280073	114	68	13.2	95
11月25日	5396.17	61.2	81	22.47933884	119	71	12.8	116
11月26日	5811.26	60.4	77.5	22.18549128	113	71	12.5	98
11月27日	6226.35	60.8	80.5	22.33241506	118	63	13.1	102
11月28日	6641.44	60.4	79	22.18549128	124	65	12	119
12月1日	7886.71	61.8	79	22.69972452	134	83	19	90
12月2日	8301.8	61	78	22.40587695	127	75	13.8	92
12月3日	8716.89	60.8	83	22.33241506	119	78	14.7	101
12月4日	9131.98	61.8	79	22.69972452	138	84	18	99
12月5日	9547.07	61.2	79	22.47933884	121	74	13.1	113
12月8日	10792.34							
12月9日	11207.43	60.6	79	22.25895317	116	68	11.7	105
12月10日	11622.52	61.2	79	22.47933884	119	72	12	94
12月11日	12037.61	61	78	22.40587695	122	72	12.3	97
12月12日	12452.7	60.8	79	22.33241506	120	65	10.5	95

図 4.33 被験者 C の検査内容

日付	完全食品(g)	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
11月13日	415.09	60.8	77	21.7	108	63	19.9	86
11月14日	830.18	59.8	78	21.3	103	53	18.9	133
11月17日	2075.45	59.2	77	21.1	116	56	18.4	124
11月18日	2490.54	59.8	76	21.3	108	59	18.6	122
11月19日	2905.63	59.6	78	21.2	105	46	18.5	86
11月20日	3320.72	59.8	81	21.3	105	63	18.9	86
11月21日	3735.81	59.6	78	21.2	108	59	18.2	93
11月25日	5396.17	58.4	75	20.8	101	58	17.8	79
11月26日	5811.26	59.4	76	21.2	100	46	18.8	97
11月27日	6226.35	59.6	79.5	21.2	103	54	18	79
11月28日	6641.44	60	80	21.4	103	54	17.4	87
12月1日	7886.71	58.6	79	20.9	107	57	17.6	79
12月2日	8301.8	59.6	79.5	21.2	107	53	19.7	98
12月3日	8716.89	59	78	21.0	102	59	17.5	84
12月4日	9131.98	59.8	79	21.3	108	51	19	85
12月5日	9547.07	59.8	77.5	21.3	103	57	18.7	81
12月8日	10792.34	59.2	78	21.1	119	60	17.9	121
12月9日	11207.43	59	81	21.0	108	56	18.5	118
12月10日	11622.52	59.2	78	21.1	101	50	17.4	78
12月11日	12037.61	58.4	78	20.8	105	61	16.6	110
12月12日	12452.7	59	79	21.0	112	59	16.2	92

図 4.34 被験者 D の検査内容

日付	完全食品(g)	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
11月13日	415.09	69.8	84	23.32186174	98	56	20.1	109
11月14日	830.18	70.6	83	23.58916101	107	59	21.4	103
11月17日	2075.45	71.8	82	23.99010993	107	56	20.1	93
11月18日	2490.54	70.6	81	23.58916101	114	59	20.2	95
11月19日	2905.63	70.6	81.5	23.58916101	107	59	19	101
11月20日	3320.72	70	82	23.38868656	116	53	20.7	101
11月21日	3735.81	71.6	84.5	23.92328511	117	66	20.7	94
11月25日	5396.17	71.2	85	23.78963547	131	75	20.2	107
11月26日	5811.26	71	83.5	23.72281065	118	61	19.2	98
11月27日	6226.35	71.8	16.7	23.99010993	118	55	16.9	108
11月28日	6641.44	71.4	83	23.85646029	116	55	20.6	113
12月1日	7886.71	71	82	23.72281065	119	62	18.1	126
12月2日	8301.8	71.5	82.5	23.8898727	113	60	17.8	113
12月3日	8716.89	70	83	23.38868656	117	84	18.4	95
12月4日	9131.98	71.6	82.5	23.92328511	132	62	21	121
12月5日	9547.07	71.4	83	23.85646029	129	68	20	109
12月8日	10792.34	71.3	84	23.82304788	129	70	21	112
12月9日	11207.43	71.2	85	23.78963547	130	60	21.4	132
12月10日	11622.52	70.6	85.5	23.58916101	128	66	22	107
12月11日	12037.61	72.2	83	24.12375956	121	69	19.5	121
12月12日	12452.7	71.2	84	23.78963547	122	66	19	112

図 4.35 被験者 E の検査内容

Exploring recipe

傾き	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
A	-0.00014439	-0.00027461	-4.94E-05	0.000224164	-0.00059931	-0.00070055	-0.00018381
B	0.550397995	0.13885156	0.550397995	0.012808614	0.180796252	0.049334289	0.002202544
C	1.14E-07	-0.00012181	4.21E-08	0.000414358	0.000332236	-4.08E-05	-0.00065724
D	-8.13E-05	0.000127819	-2.90E-05	7.67E-05	-7.76E-06	-0.00013884	-0.00077521
E	6.56E-05	0.000117142	2.19E-05	0.001815305	0.000929843	-1.20E-05	0.001687586
切片	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
A	59.53296914	75.22239765	20.35941628	118.5205307	73.25543283	10.84235803	104.6631648
B	61.22633787	79.73937205	21.38639414	107.2250625	63.11355932	20.78782162	101.560878
C	61.04133741	80.44852342	22.42106057	118.3261711	69.4086558	13.72083503	107.2467854
D	59.95762156	77.35275076	21.37050446	105.768658	55.95709919	19.15013059	101.3203946
E	70.62450681	82.54376216	23.59734933	106.2881634	56.63737149	19.95250625	96.72045013
決定係数	体重	ウエスト	BMI	最高血圧	最低血圧	体脂肪率	血糖値
A	0.550397995	0.13885156	0.550397995	0.012808614	0.180796252	0.049334289	0.002202544
B	0.56649287	0.019995041	0.566492876	0.043631987	0.007457359	0.172085331	0.004171966
C	0.000001028	0.092347322	0.000001028	0.050306128	0.042472048	0.005725839	0.061061737
D	0.299562691	0.100957852	0.299562691	0.003726628	0.000038058	0.34034192	0.028503301
E	0.154840376	0.11203829	0.154840376	0.57741084	0.227993111	0.001237623	0.364716637

図 4.36 検査結果

	被験者A	被験者B	被験者E
体重	6.126×10^{-4}	2.797	
BMI	2.095×10^{-4}	2.797	
最高血圧			7.702×10^{-3}

図 4.37 t 検定結果

(※文責: 西村明敏)

4.8 考察

本実験は完全食品を食べ続け、その健康状態の変化を見るために体調調査実験を行ってきたが、有意な結果を見出すことができなかった。その原因としては実験の方法と被験者と実験の期間にあると考えられる。実験の方法として、完全食品を1日1回食べるというものであったが、1日1食では効果が薄く、有意な結果が得られなかったと考えられた。実際の用途を想定して行なったため、1日1食という条件にしたが、1日3食を完全食品に置き換え実験を行なうことにより、有意な結果が得られたことが想定される。また、被験者であるが、今回の被験者はBグループの5名で行なったが、5名とも測定を行なった数値が基準値内であり、もともと健康といえる状態であったため、健康になったと証明することができなかったと考える。被験者の数を増やすことや、健康ではない被験者を用意することで、より証明しやすい環境ができたことが考えられた。最後に、実験の期間についてである。実験の期間は30日間であり、健康状態の変化が訪れる前に実験が終わってしまったことが想定された。実験の期間を延ばすこと、また本実験とは別に日常時の健康状態を記録し比較することで、実験の結果も見出すことができたと考えられる。今後の展望としては、完全食品は多くの材料と費用と味の改善、完全食品の保存性、完全食品の調理の手間の改善がある。まず、完全食品の材料と費用についてである。今回の完全食品は多くの材料と費用を要する。実際に、材料の調達には多くの労力を割いてしまっていた。これらは、忙しい現代人にはふさわしくない手間であるために、材料の数を減らさなくてはならない。また、費用であるが、材料多さにもなると、1食約315円かかってしまう。315円は決して高いとはいえないが、他の代替食品と比べた場合安いとはいえない。次に味であるが、今回の完全食品は甘く、食感は柔らかく、食べ続けることに苦痛に感じてしまうことが想定できた。今後は味は薄く、シンプルな味にし、また食感も普段から口にするものに近い状態にすることで、食べ続けやすくしたいとおもう。次に完全食品の保存性である。今回の完全食品は保存することを想定していなかったが、実際に使用する場面を想定すると、何日間か保存しておくことが予想される。そのため、完全食品を腐らせない工夫をすることが望まれる。最後に、完全食品を作る手間についてである。完全食品は生肉など、加熱を要する食品がはいっていたために加熱を要する。加熱を要するために、食べる際には何らかの方法で加熱しなければならない。この手間は他の代替食品と比べ多くの手間がかかっているといえる。袋から開封すると同時に食べられるものや、何かと混ぜることで、飲食できるものなど、多くの方法が考えられるため、用途にあわせ改善が必要だろう。また、本実験で決定係数が0.5を超えたものについて述べる。決定係数が0.5を超えたものは被験者A、Bの体重、BMIと被験者Eの最高血圧であった。これらの決定係数が0.5を超えた理由は各被験者が規則正しい生活やそれぞれの検査項目に対して、影響しづらい影響がなかったと考えられた。

(※文責: 西村明敏)

4.9 Bグループの調理実験の成果

Bグループは調理実験で噛みごたえのある固形完全食品の試作をした。初めの調理実験では、レシピ設計支援ツールから出力された食材を一口大の大きさに切り、フライパンで炒めて火を通し、調味料を加えるという調理法で調理した。しかし、これではそれぞれの食材の食感がして、噛みごたえがある固形食とは言えなかった。そこで、第3回調理実験からフードプロセッサを導入し

Exploring recipe

た。それにより、食材を細かく切り刻むことで食感を統一させることに成功した。だが、細かく切り刻んだ食材に適量の小麦粉を加え焼いても、もんじゃ焼き程度の食感にしかならず、噛みごたえのある固形食にはならなかった。そこで、第6回調理実験から乾燥機を導入した。乾燥機で乾燥させることで、もんじゃ焼き程度の食感が、噛みごたえのある固形食と言える程度の食感を得ることができた。

第8回調理実験で試作した固形完全食品の食材配合量は以下のとおりである。

- 車糖_上白糖 38.00g
- 日本かぼちゃ_果実、生 1.38g
- にんじん_根、皮むき、生 1.33g
- 生しいたけ_生 12.40g
- まだこ_生 0.89g
- ぶた_ひき肉_生 30.00g
- 鶏卵類_全卵_生 20.20g
- プロセスチーズ 8.66g
- オリーブ油 3.89g
- ウスターソース 27.20g
- 小麦粉_中力粉_1等 24.20g
- メープルシロップ 53.50g
- 調製豆乳 0.95g
- にんじん_根、皮むき、ゆで 27.80g
- 乾しいたけ_ゆで 44.50g
- 魚肉ソーセージ 7.78g
- じゃがいも_塊茎、蒸し 0.38g
- 緑豆はるさめ_乾 0.63g
- 油揚げ 15.30g
- スイートコーン_未熟種子、ゆで 9.71g
- トマト_果実、生 13.10g
- 赤ピーマン_果実、生 14.00g
- バナナ_生 6.36g
- わかめ_原藻、生 2.21g
- やりいか_生 21.40g
- ぶた_ベーコン類_ベーコン 5.31g
- ぶどう酒_赤 16.10g
- 黒砂糖 7.93g

以下はその調理手順である。

1. 野菜類，肉類，魚介類，の食材を適当な大きさに切る。
2. 全ての食材をフードプロセッサーに入れ，10秒程度混ぜる。
3. 2をフライパンで火が通るまで焼く。
4. 火が通ったらフライパンから取り出し，一口大に切る。
5. 乾燥機に入れ，6時間乾燥させたら完成。

Exploring recipe

図 4.38 は乾燥前, 図 4.39 は乾燥後の様子である.

図 4.38 乾燥前の様子

図 4.39 乾燥後の様子

(※文責: 井上航次郎)

4.10 今後の課題

A グループは調理実験で小麦アレルギー対応の味の整った米粉レシピを作成した。しかし、美味しいと言えるレシピは2個しかなく、またその評価方法もグループ内のメンバーのみで評価を行ったために本当に美味しいと言えるのかどうかは不十分である。そのため評価者を増やすことが必要である。また、食材相関行列を使用したレシピも2個しか作れなかった。今後は食材相関行列を使用したレシピをもっと増やすことが必要であると考えます。

B グループは調理実験で噛みごたえのある固形完全食品を完成させた。これを1日に3回食べることで、1日に必要な栄養素を摂取することが可能である。しかし、レシピ設計支援ツールは栄養素ベクトルの目標値に従い栄養素のみを判断材料として食材の種類と量を選ぶツールである。したがって、この固形完全食品は味について全く考慮されないで作られた。最終的に完成した試作品には、大量の砂糖やウスターソースが入っておりとても甘辛い味がし美味しくない。これを1日に3回、ましては毎日食べ続けることはとても苦痛であり困難だと考えられる。美味しい料理を作るにはあらゆる食材や調味料、調理法などの知識に加え経験も必要である。よって、料理の基礎や調理に関する知識、またいろいろな美味しいものを食べるのが研究を行うにあたって重要であると考えます。

(※文責: 井上航次郎)

第 5 章 成果

この章では、それぞれのグループで作成したレシピ、発表会においてアンケートに書かれたコメントを紹介している。またそのコメントに対する反省や改善策を記載している。

(※文責: 今井美樹)

5.1 A グループのレシピ

今回 A グループでは小児を対象とした小麦アレルギー対応の味を考慮した米粉レシピを作成した。

以下の 2 個のレシピは最も評価の高かったレシピである。また図 5.1 と図 5.2 はレシピ通りに作成した写真である。

米粉レシピ 32/じゃがいもの豚肉巻きと炒め物

じゃがいもの豚肉巻き

- じゃがいも 25.00 g
- 豚肉 32.31 g
- 片栗粉 35.00 g
- バター 3.00 g
- 食塩 1.00 g
- こしょう 1.00 g
- ケチャップ 5.00 g

1. じゃがいも、豚肉にコショウをふりかけ片栗粉をまぶす。
2. じゃがいもを豚肉で巻いて巻き終わりを下にして、バターを敷いて焼く。ケチャップを添えて完成。

炒め物

- 米粉 3.65g
- 片栗粉 4.23g
- 卵 9.97g
- さくらえび 2.79g
- 牛乳 13.18g
- 油 2.81g
- じゃがいも 27.03g
- 人参 28.12g
- 玉葱 17.54g

Exploring recipe

- カリフラワー 3.15g
- アスパラ 0.85g
- しいたけ 60.48g
- タコ 10.83g
- 食塩 0.57g
- こしょう 1.46g
- 砂糖 6.68g
- マヨネーズ 4.43g
- ケチャップ 5.69g
- ウスターソース 4.20g
- チーズ 0.80g
- バター 9.53g
- カレー粉 2.35g

1. 具材を細かく切る.
2. しいたけ, たこ, じゃがいも, 人参は下茹でする.
3. マヨネーズ・ケチャップ・ウスターソース・細かく砕いたさくらえびを混ぜておく.
4. 卵・牛乳・砂糖を混ぜておく. コメ粉と片栗粉(5g)を混ぜ一口大の団子を作る.
5. フライパンに油をとかし, 具材を炒め, 塩・コショウをふりかける. バターをいれて溶けるまで炒める.
6. チーズを入れてとかし, カレー粉をふりかけて皿に盛って完成.

米粉レシピ 33/お好み焼き風

- 米粉 3.65g
- 片栗粉 39.23g
- 卵 9.97g
- さくらえび 2.79g
- 牛乳 13.18g
- 油 2.81g
- 豚肉 32.31g
- じゃがいも 52.03g
- 人参 28.12g
- 玉葱 17.54g
- カリフラワー 3.15g
- アスパラ 0.85g
- しいたけ 60.48g
- タコ 10.83g
- 食塩 1.57g
- こしょう 2.46g
- 砂糖 6.68g
- マヨネーズ 4.43g
- ケチャップ 10.69g
- ウスターソース 4.43g

Exploring recipe

- チーズ 0.80g
- バター 12.53g
- カレー粉 2.35g

1. 米粉・片栗粉・卵・牛乳・砂糖・熱湯を加えて混ぜ、生地を作る。
2. 具材を細かく切る。
3. じゃがいも・人参・カリフラワー・まだこ・しいたけを茹でておく。
4. 豚肉以外の具材をバターで軽く炒めて塩，コショウ，カレー粉をふっておく。
5. 具材と生地を混ぜ合わせ，フライパンで円状に焼く。
6. その上に豚肉をのせる。
7. ある程度固まってきたらひっくり返し，ソース，ケチャップ，マヨネーズ，チーズをかける。
8. 最後に細かく砕いた桜えびをふりかけて完成。



図 5.1 米粉レシピ 32



図 5.2 米粉レシピ 33

(※文責: 今井美樹)

5.2 B グループのレシピ

B グループは調理実験で噛みごたえのある固形完全食品の試作をした。最終的にできたレシピを示す。また図 5.3 はそのレシピで試作した固形完全食品の写真である。

- 車糖_上白糖 38.00g
- 日本かぼちゃ_果実、生 1.38g
- にんじん_根、皮むき、生 1.33g
- 生しいたけ_生 12.40g
- まだこ_生 0.89g
- ぶた_ひき肉_生 30.00g
- 鶏卵類_全卵_生 20.20g
- プロセスチーズ 8.66g
- オリーブ油 3.89g
- ウスターソース 27.20g
- 小麦粉_中力粉_1 等 24.20g
- メープルシロップ 53.50g
- 調製豆乳 0.95g
- にんじん_根、皮むき、ゆで 27.80g
- 乾しいたけ_ゆで 44.50g
- 魚肉ソーセージ 7.78g
- ジャがいも_塊茎、蒸し 0.38g
- 緑豆はるさめ_乾 0.63g
- 油揚げ 15.30g
- スイートコーン_未熟種子、ゆで 9.71g
- トマト_果実、生 13.10g
- 赤ピーマン_果実、生 14.00g
- バナナ_生 6.36g
- わかめ_原藻、生 2.21g
- やりいか_生 21.40g
- ぶた_ベーコン類_ベーコン 5.31g
- ぶどう酒_赤 16.10g
- 黒砂糖 7.93g

以下はその調理手順である。

1. 野菜類，肉類，魚介類，の食材を適当な大きさに切る。
2. 全ての食材をフードプロセッサーに入れ，10 秒程度混ぜる。
3. 2 をフライパンで火が通るまで焼く。
4. 火が通ったらフライパンから取り出し，一口大に切る。
5. 乾燥機に入れ，6 時間乾燥させたら完成。

(※文責: 今井美樹)

5.3 成果発表会

5.3.1 中間発表会

2014年7月11日にはこだて未来大学にてプロジェクト学習の中間発表を行った。メインの発表物はポスターを2枚使用し、スクリーンをポスターの後方に設置して調理実習の様子の写真をスライドショーにして流した。プロジェクトの全体の目的とレシピ設計支援ツール [32], 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、発表に対するコメントをもらった。以下に、このときに寄せられたコメントを示す。

- 声が小さい
- 文字をただ読んでいるだけのように感じた
- レシピ設計支援ツールの説明がよくわからない
- ソイレントという語句を多用する場合はポスターや紙に注意書きがあると良い
- ポスターの情報が少ない
- スライドを使ったほうが良い
- 配ったレシピの情報がよくわからない
- ポスターが2種類あって右をみたり左を見たりして疲れる
- スライドが見にくい

まず、声が小さい、文字を読んでいるだけ、レシピ設計支援ツールの説明がよくわからないというコメントがあったが、これは発表練習不足についての意見である。

次にソイレントという語句を多用する場合はポスターや紙に注意書きがあると良い、ポスターの情報が少ない、配ったレシピの情報がよくわからない、スライドを使ったほうが良いというコメントについて、これは発表に使用する制作物についての意見である。

最後にポスターが2種類あって右をみたり左を見たりして疲れる、スライドが見にくいというコメントについて、これは制作物の配置についての意見である。改善案として発表のメインをポスターからスライドにする、またスクリーンの配置を前に出す等の案が挙げられる。

次に発表内容に関してのコメントを以下に示す。

- プロジェクト全体の背景が少しあいまいな気がした
- 課題と今後の活動がずれている気がした
- プロジェクトの最終目標がわかりにくく昨年の成果物を使った実験をするだけのように感じる
- 計画の具体性が見えなかった

1~3点目について、プロジェクトの詳しい内容が固まっていなかったことが原因と考えられる。これは後期に向けて改善すべき点である。また4点目については最終的な成果物はどうなるかを説明したが、そこに至るまでにいつまでに何をするという具体的な計画を説明しなかったので具体的

Exploring recipe

な計画を立てるべきである。

最後にそれぞれのテーマについてのコメントを以下に示す。

- アレルギーを持ってる子供が増えているので面白いと思った。実現できたらとてもいいと思う。
- アレルギーをもつ食品の代わりを考えるとというのはとても良かった
- ソイレントがよくわからない

グループ A についてのテーマは非常に身近な話題ということもあり、多くの人が興味を持った。

グループ B については完全食品という言葉自体が浸透していないこともあり、ソイレントがよくわからない等のコメントが寄せられた。人々の認識の差も考慮する必要がある。

全ての聴衆のコメントを通して最終目標が何なのかわかりにくい、計画性がない等の意見が多かったため、後期ではこれらの改善を目指した。

(※文責: 今井美樹)

5.3.2 成果発表会

2014年12月12日に公立はこだて未来大学にてプロジェクト学習の最終発表を行った。メインの発表物は中間発表時のコメントをふまえスライドを作成した。また、中間発表のコメントをもとに発表の準備を強化し望んだ。内容は1年を通しての活動とレシピ設計支援ツール、グループでの活動、調理実験での結果を発表した。以下に、このときに寄せられたコメントを示す。

- 差し棒やレーザーポインタを用いたり、口頭だけではなくスクリーンを有効に使って発表すべき
- 実物の写真が多いのでイメージしやすかった
- 重要な用語がスライドになかった
- スライド1枚にかける説明が長い
- A グループの35個のレシピを何らかの形で紹介したものを成果物として用意したほうがいい
- B グループの結果として体調を途中でいいのでまとめてほしかった

まず、差し棒やレーザーポインタを用いてスクリーンを有効に使って発表すべきというコメントがあったが、これは発表をよりわかりやすくするためのコメントである。また、実物の写真が多いのでイメージしやすかったというコメントについては、実際の写真をスライドにのせて見せることにより、どんな料理が出来上がったのかがわかりやすくなったとのコメントであった。

3点目の重要な用語がスライドになかったというコメントについては、例えばBグループのソイレントについての説明がスライドになく口頭だけの説明となっていたため、聴衆からはわかりづらくなってしまった。またこれに関連してスライド1枚にかける時間が長いというコメントについてもスライド一枚に関する情報を少なくしてその分スライドを増やした方がわかりやすくなるということであった。

また、グループそれぞれに対してのコメントについて、Aグループは35個のレシピを何らかの形で紹介したものを成果物として用意すべき、Bグループは健康度調査の途中結果をまとめてほしかったとのコメントが寄せられた。

Exploring recipe

成果発表のコメントと中間発表のコメントを比較すると声が小さい等の発表練習不足に関するコメントは少なく，中間発表に比べて内容がわからないというコメントも少なかった．よって中間発表のときに比べて発表技術は向上していると言える．また，発表で指摘された点として，味や達成度の評価の基準が曖昧であるという指摘も多く受けた．

(※文責: 今井美樹)

第 6 章 まとめ

6.1 本プロジェクトの成果の特徴

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な食材および配合量を最適化するレシピ設計支援ツール [32] を用いて、未体験なレシピの創作に向けて活動してきた。

A グループでは、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。米粉を使用したレシピを開発するために、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。また、小児を対象にしたレシピの作成をするために、味を考慮する必要がある。そこで、味を考慮した食材リストを出力するための食材相関行列を使用した。

A グループの活動の特徴として、食材相関行列を求めるツールを作成したことである。食材相関行列とは既存の料理に使用されている食材とその配合量から相関係数を用いて計算し、2つの食材同士の相性を1から-1の度数で表したものを行列にしたものである。

B グループでは、1食で1日に必要な栄養素の3分の1を摂取できる完全食品のレシピの提案を目的とした。従来の製品における問題を考慮するために、完全食品は固形状で作成することにした。レシピ設計支援ツールを約1ヶ月間動かした結果、最適なレシピが作成できた。固形状にするのに、フードプロセッサー、食品乾燥機などの調理器具を使用した。

B グループの活動の特徴として、固形完全食品を完成できたこと、完成した固形完全食品を実際に食べ続けて体調にどのような影響を及ぼすのか調査したところである。この調査は、固形完全食品の創作という課題を達成できたのかを客観的に検証するために行った実験である。B グループのメンバーが1ヶ月間固形完全食品を1食以上摂取することで行われた。調査の結果を回帰分析を行うことでまとめた。

(※文責: 和田智貴)

6.2 本プロジェクトの成果の位置づけ

本プロジェクトで作成されたレシピにはそれぞれの対象のユーザを設定して、新たなレシピの考案をしてきた。例えば A グループでは、小麦アレルギーを持つ小児、B グループでは、栄養バランスの取れていない人などである。そこで、今回作成されたレシピの利用が期待できる箇所を以下に示す。

A グループの米粉レシピ

- 病院 (小児科) の病院食への応用として使用
- 一般家庭での料理として使用
- 料理専門家などでの応用として使用

B グループの固形完全食品

- 病院、介護施設などの病院食への応用として使用

Exploring recipe

- 一般家庭での料理として使用
- 料理専門家などの応用で商品化として使用

本プロジェクトで完成したレシピは栄養バランス、アレルギーなどの側面から考えて病院食での利用が一番期待されるものである。しかし、実際に病院食などで使用される場合は現状のレシピから大きく改善される箇所がある。固形完全食の場合、料理の見た目や味の考慮が不十分であったため、多くの患者に好ましく食べてもらうのは困難である。また、一般家庭の料理として、米粉レシピは、小麦アレルギーを持つ小児の家庭などで使用される期待がある。固形完全食品も、仕事で忙しい若い人や一人暮らしの人などに使用できる可能性がある。しかし、固形完全食品にはフードプロセッサーが必須調理器具であるため普段料理をしない人にとっては、期待できない点である。最後に料理専門家での利用について、例えばレストランや食品会社などで米粉レシピ、固形完全食品の研究を行い商品化することができる可能性もある。

(※文責: 和田智貴)

6.3 評価

本プロジェクトで完成したレシピは、プロジェクトメンバー、担当教員のみ食べたものであって、プロジェクト以外の外部の評価は得られていない現状である。プロジェクト成果発表会で貰ったコメントの中で味の評価の基準が曖昧であると指摘された。プロジェクト内での評価としては、A グループの米粉レシピは、食材相関行列を使用することで、使用していない料理と比べるとおいしいという評価が得られた。B グループの固形完全食品は、見た目に反して甘いという意見が多数あり、味の改善は必要であるという評価が得られた。まとめると、プロジェクト活動を通して、目標としていたレシピを作成することが出来たが、そのレシピをしっかりと評価することが出来なかった。

(※文責: 和田智貴)

6.4 今後の課題

本プロジェクトでは、各グループ対象とするユーザを設定して、各グループでレシピ設計支援ツールを使用して、最適なレシピを作成することを目標に活動してきた。今後の課題として挙げられるのは以下のとおりであった。

A グループの米粉レシピ

- 食材相関行列を使用した回数
- 調理実験でできた料理が十分に評価できなかった。

B グループの固形完全食品

- 味の考慮
- 調理方法

A グループの米粉レシピはプロジェクト活動の中で、合計 35 品調理実験を行ったが、グループ内の評価でも 2 品しかおいしいといえるレシピは出来なかった。また、食材相関行列を求めるツール

Exploring recipe

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。さらに、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り、客観的な評価も得られなかったことが問題であった。

Bグループの固形完全食品は、栄養素を整えるのことに成功したが、味について全く考慮せずにレシピを作成したので、あまりおいしいとはいえないレシピになってしまった。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問題である。また固形化するために、こういった調理方法をすればよいのか、十分に調べることが出来なかった。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化を容易に出来たが、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もある。

(※文責: 和田智貴)

参考文献

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 高橋 梯二, ”世界の食料問題”, 熱帯農業, 48(5), 313-317, 2004.
- [4] 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, http://ci.nii.ac.jp/els/110009458227.pdf?id=ART0009928857&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1402031296&cp=
- [5] 裕哲崇, 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. http://ci.nii.ac.jp/els/110004689631.pdf?id=ART0007426080&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1419402358&cp=
- [6] 杉本久美子, ”味覚・うま味と自律神経”, 総説特集:摂食機能と味覚・うま味の関連一 5, 日本味と匂学会誌 vol.17 No.2 pp.109-115, 2010, http://ci.nii.ac.jp/els/110007700611.pdf?id=ART0009506183&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1419402700&cp=
- [7] 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 6 3 号 第 1 部 別刷, pp.202-209, Mar. 2013.
- [8] 田口田鶴子, 岡本洋子, ”幼児の食味嗜好性および味覚閾値”, 日本家政学会誌 Vol. 44 No.2 pp.20-24, Mar. 1991.
- [9] Soy lent Corporation, <http://www.soylent.me>, July. 2014.
- [10] 森山克子, 與那覇由里. “子どもの家庭における食生活の実態と学校給食による調査 (2) 児童 の家庭と学校給食における栄養摂取について”, 琉球大学教育学部紀要=Bulletin of Faculty of Education University of the Ryukyus(83): 207-216.
- [11] 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 2009 年 3 月 31 日.
- [12] 柳田多寿, 大森玲子, ” 児童の食生活実態調査と食育の実践”, 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要 第 3 0 号, pp.352-357, Jul. 2007.
- [13] 田中順子・浅野恭代・岡田真理子・南幸 「ファーストフード利用状態からみる女子短大生の食生活」, 大阪信愛女学院短期大学紀要, 第 42 集 (2008) http://ci.nii.ac.jp/els/110007152948.pdf?id=ART0009106495&type=pdf&lang=jp&host=cinii&order_no=&ppv_type=0&lang_sw=&no=1417528700&cp=
- [14] 石井莊子, 坂本元子. “幼児の運動量に影響する健康・食生活の要因について”, Wayo Women’s University
- [15] 西川智佳, 伊藤孝行, 永井明彦, 丸山智美,. “献立表自動生成におけるユーザのフィードバックに基づく献立再調整アルゴリズム”, The 27th Annual Conference of the Japanese Society for Artificial Intelligence (2013).

- [16] 難波英嗣, 土居洋子, 辻田美穂, 竹澤寿幸, 角和俊.” 複数料理レシピの自動要約”, 一般社団法人 電子情報通信学会 信学技法 (2013).
- [17] 中野 辰彦,” 食物アレルギーを考慮した ユーザの気付いていない好きな料理検索”, http://www.nadasemi.ii.konan-u.ac.jp/publication/research/2010/nakano_r.pdf June. 2014.
- [18] 門脇 拓也, 山肩 洋子, 森 信介, 田中 克己,” 誕生・使用事由によるレシピ検索～生い立ちレシピサーチ～”, <http://db-event.jpn.org/deim2014/final/proceedings/F8-5.pdf> 2014.
- [19] 志土地由香, 井手一郎, 高橋友和, 村瀬洋. “料理レシピマイニングによる代替可能食材の発見”, 電子情報通信学会論文誌 A Vol. J94?A No. 7 pp. 532?535 c (社) 電子情報通信学会 2011.
- [20] 浜田 玲子, 井手 一郎, 佐藤 真一, 坂井 修一, “マルチメディア調理支援ソフトウェア「HappyCooking」.”,
- [21] SHOKUAPORTS, <http://www.shoku-sports.jp/>, Dec. 2014
- [22] 株式会社 明治 SAVAS, <http://www.meiji.co.jp/sports/savas/index.php?>, Dec. 2014.
- [23] AJINOMOTO 勝ち飯って (最終更新日 2014/10/20) http://www.ajinomoto.co.jp/ajitoreonline/?scid=av_top_1410_ajitoreonline.
- [24] “余剰食材の使い切りを考慮したレシピ推薦手法の提案” 木原ひかり, 上田真由美, 中島伸介, DEIM Forum 2011 E3- <http://db-event.jpn.org/deim2011/proceedings/pdf/e3-3.pdf#search=%27%E4%BD%99%E5%89%B0%E9%A3%9F%E6%9D%90%E3%81%AE%E4%BD%BF%E3%81%84%E3%81%8D%E3%82%8A%27>.
- [25] ”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” *徳美 雄大 1), 袴田 隼毅 1), 徳丸 正孝 関西大学 大学院 2) 関西大学 公開日 2012/02/15 27th Fuzzy System Symposium (Fukui, September 12-14, 2011 https://www.jstage.jst.go.jp/article/fss/27/0/27_0_270/_pdf.
- [26] “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” 高畑 麻理, 上田真由美, 中島 伸介 DEIM Forum 2011 E3-5 <http://db-event.jpn.org/deim2011/proceedings/pdf/e3-5.pdf#search=%27%E9%A3%9F%E6%9D%90%E3%81%AB%E3%82%88%E3%82%8B%E5%A5%BD%E3%81%8D%E5%AB%8C%E3%81%84%27>.
- [27] 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).
- [28] 井原久光, “米粉と塩の普及に関するケース研究”, Toyogakuen University.
- [29] 前田智子, 安藤ひとみ, 森田尚文. “米粉と各種澱粉併用による低アレルギー性蒸しパンへの応用”, 兵庫教育大学 研究紀要 第44巻 2014年2月 pp.135-140
- [30] 今別府靖子,” 米粉の特徴を生かした調理のコツと活用法”.
- [31] 楽天レシピ - 料理レシピ検索サイト, <http://recipe.rakuten.co.jp/>, Nov. 2014.
- [32] 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.
- [33] 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.
- [34] 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」.
- [35] 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.

- [36] 女子栄養大学監修, 栄養 Pro Ver.2.00, 女子栄養大学出版部, 2011.
- [37] 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.
- [38] 田口田鶴子, 岡本洋子, “幼児の食味嗜好性および味覚閾値”, 日本家政学会誌 Vol. 44 No.2 pp.20-24, Mar. 1991.
- [39] 柳田多寿, 大森玲子, “児童の食生活実態調査と食育の実践”, 宇都宮大学教育学部 教育実践総合センター紀要 第30号, pp.352-357, Jul. 2007.
- [40] 上川総合振興局, “米粉の活用法”, http://www.kamikawa.pref.hokkaido.lg.jp/ss/nkc/05_nayoro/kankou/h23-keieiroudou.pdf, September, 2014
- [41] 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, <http://uuair.lib.utsunomiya-u.ac.jp/dspace/bitstream/10241/8909/1/63-1-ohmori.pdf>, pp.202-209, Mar. 2013.
- [42] 長谷川勝也 Excel 統計解析 -回帰分析編, 共立出版株式会社, 1995, p. 6-12
- [43] 村上雅人 なるほど回帰分析, 海鳴社 p. 173-174
- [44] 中川雅央 情報科学・システム工学, 付表 t 分布表 <http://www.biwako.shiga-u.ac.jp/sensei/mnaka/ut/tdistinvtab.html>
- [45] 寺林暁良 相関と回帰について② ～回帰式の制度と有意性の見方～, 農林中金総合研究所, Mar. 2010, p. 33
- [46] 久坂哲也 回帰分析について, 回帰分析, Jan. 2006, p. 1
- [47] 日本医師会ホームページ, 健康になる 適正体重, あなたの健康を応援する健康の森, <http://www.med.or.jp/forest/health/eat/11.html>
- [48] 厚生労働省, 血液を調べる検査, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/kouketuatu/inspection.html>
- [49] 厚生労働省, 肥満症を調べる検査, <http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/kenkou/seikatu/himan/inspection.html>