

# アニーリングマシンを用いた学校給食推薦システムの開発 —学校給食献立推薦 Web アプリケーション—

## 1. 背景

学校では、「食育の推進、学校給食の充実」が求められている [1]。それらの仕事を行なっているのは、管理栄養士や栄養士の資格を持った栄養教諭であるが、献立作成業務に多くの時間、労力がかかっているという現実がある。また、学校で働く栄養士・管理栄養士の仕事は、学校栄養職員であれば、食材の選定や購入、調理作業などがあり、栄養教諭であれば、上記で述べた食育、給食管理、食に関する指導など、献立作成以外にも多くの仕事が存在している [2]。

## 2. 目的

学校で働く栄養士の献立作成業務の負担を減らすことを目標に、2022 年度の未踏ターゲット事業のプロジェクトを発展させ、ユースケースを学校給食とした献立推薦サービスを提案した。

たくさんあるレシピの中からユーザーにとって良いものを組み合わせることで献立にする、ということは組合せ最適化問題として捉えられる。そこで、児童、生徒の学年に合わせた目標栄養価やカロリー、費用などの制約条件を満たすような 1 ヶ月分の学校給食の献立を、組合せ最適化問題に特化した計算システムであるアニーリングマシンを用いて推薦することを目指した。

## 3. ソフトウェア開発内容

本プロジェクトでは、アニーリングマシンを用いた献立作成アルゴリズムの開発と、学校給食に携わる栄養士が使用することを想定した、Web アプリケーションの開発・公開を行なった。

実装には、横須賀市の「小学校給食献立表オープンデータ」から取得した 297 データを用いた [3]。このオープンデータには、提供された年月日、材料名、食材ごとの分量、栄養素の情報が含まれている。この情報に、レシピのカテゴリー、ジャンル、提供できる月の指定、費用の情報を新たに加えたものを使用する。

献立作成のハミルトニアンは、以下の 8 つの制約を用いて構成した。実際に小学校で働く栄養士の方にヒアリングをし、制約の詳細を決めた。

### ① 献立の構成

主食と主菜は 1 個、副菜、汁物、デザートは 0 個または 1 個となるようにする。

### ② 献立の栄養素を理想値に近づける

エネルギー、たんぱく質、脂質の 3 つの栄養素について考慮する制約である。栄養素の基準値は、小学校中学年である、児童 (8-9 歳) の場合を基準値として設定し、学年による栄養素の基準値の違いについては量で調整する。

### ③ 費用を理想値に近づける

1食分を300円程度で換算し、日数分の献立の費用を理想値に近づける。

④ 同じレシピが2回以上出ないようにする

ごはんを除き、1ヶ月の中で同じレシピを2回以上出さない。

⑤ 1日分の献立の中でのジャンルを揃える

1日の中で和風、洋風、中華風などの様々なジャンルのレシピが出てしまうと、食べ合わせが悪くなりやすいので、1日の献立に出すレシピのジャンルを揃えることを考える。

⑥ 主食に合うレシピを推薦する

過去の献立を参考にして、主食と同じ日に出ていたレシピを組み合わせて推薦することで、主食とその他のレシピの食べ合わせを考慮する。

⑦ 似ている献立が隣りあわないようにする

同じ食材を使ったレシピや同じジャンルのレシピが2日連続して出ないようにすることで、献立全体に多様性を持たせる。

⑧ ユーザーからの評価

アニーリングマシンを用いて推薦された献立に対して、ユーザーが評価することで、よくない献立を学習する。

これらの制約を用いて、アニーリングマシンで解を求める。

Webアプリケーションの概要は以下の通りである。

(1) ユーザー入力

ユーザーは、推薦したい献立の年月、対象となる児童の学年、栄養素や費用の基準値を入力する。



The screenshot shows a web browser window with the URL 'menu-recommend.com/school'. The page title is '給食献立推薦' (School Lunch Menu Recommendation). The interface includes a form for inputting search criteria: a date selector for '2024' year and '2' month; a dropdown for '栄養素(1日分)' (Nutrients per day) set to '児童(8歳~9歳)' (Child 8-9 years); a table of nutrient targets with input fields: Energy (650 kcal), Protein (18 g), Fat (30 g), and Sodium (2000 mg); and a '費用(1日分)' (Cost per day) field set to 300 yen. A '献立表作成' (Create menu table) button is present. At the bottom, there are links for '利用規約' (Terms of Use), 'プライバシーポリシー' (Privacy Policy), and 'お問い合わせ' (Contact Us), along with a note: '本サービスは2023年度末第2ラウンド事業の支援を受けて開発・運営されています。' (This service is developed and operated with support from the 2nd round of business in the fiscal year 2023).

図 1：アプリケーショントップページ

## (2) アニーリングマシンによる献立の推薦

献立表作成のボタンを押し、数分待つことで、(1)での情報をもとにシミュレーテッドアニーリングでの献立の推薦結果をカレンダー表示(図 2)とテーブル表示で閲覧できる。結果の制約判定を行い、違反した制約がある場合は表示される。

日	月	火	水	木	金	土
28日	29日	30日	31日	1日	2日	3日
4日	5日	6日	7日	8日	9日	10日
チキンクリームライス	鶏ごはん	中華おこわ	シナガック	ごはん		
スタンプト	とり肉のてり煮	あじのかりかりフライ	とり肉と生揚げのチリ	あじのこほろ揚げ		
ゼリー	ひじきの佃煮	ジャム	ワタンスープ	ごまあえ		
牛乳	あべかわだんご	ミックスフルーツ	牛乳	だんご汁		
	牛乳	牛乳		牛乳		
11日	12日	13日	14日	15日	16日	17日
ごはん	チャーハン	わかめごはん	カレーピラフ	きのこごはん		
生揚げの炒め煮	キーマカレー	とり肉の塩こうじ焼き	ハンバーグ	さけの塩こうじ焼き		
ポイルキャベツ	ヨーグルト	福豆	りんごゼリー	中華あえ		
みそ汁	牛乳	フルーツ白玉	牛乳	みそワタタン		
牛乳		牛乳		牛乳		
18日	19日	20日	21日	22日	23日	24日
ガーリックライス	牛すき丼	コーンピラフ	切の干し大根のたまご	チキンピラフ		
とり肉と豆のトマト煮	さけのつば焼き	ミートローフ	栗のじゃが	フィッシュアード		

図 2：献立の推薦画面（カレンダー表示）

## (3) ユーザーによる献立管理

(2)で得られた献立をもとに1ヶ月分の献立をユーザー自身で決定する。アニーリングマシンによる推薦結果を保存するほか、栄養素などを見ながら、献立を編集したり、一から献立を組むことも可能である。

## (4) ユーザーによるレシピ・費用管理

実際の運用の際には、各学校で蓄積されたレシピデータを用いてその学校に合わせた献立を作成することが想定される。そのため、ユーザーによりオリジナルレシピの追加・編集を行うことができる機能を追加した。Excel ファイルから一括でデータを読み込むこともできる。また、食材ごとに費用を修正することもできる。

## (5) 過去の実行結果

ユーザー登録をすると、過去の推薦結果を保存することができ、後から見返すことができる。

(1)、(2)に関しては誰でも使用することができる機能であり、(3)、(4)、(5)は、ユーザー登録をすることで使用可能な機能である。

## 4. 新規性・優位性

従来のコンピュータでの給食献立アプリは、 $\chi$  technology が提供する「Mr.献ダテマン [4]」や夢工房が提供する「らくらく献立7・学校給食版 [5]」など、ユーザー自

身が献立を入力してデータ管理を行ったり、栄養素を自動計算する、というシステムが多かった。本プロジェクトでは、アニーリングマシンを用いて自動で献立作成を実現させることができる。また、調和技研とフレアサービスが開発した、「ユニクル AI オートメニュー [6]」という自動献立システムがあり、これは、栄養素や調理方法など 13 項目の制約条件を用いて AI 技術による組み合わせ最適化で献立を作成する、というシステムである。この「ユニクル AI オートメニュー」では、1 食種作成するのに 20 分ほどかかるとされているが、アニーリングマシンを用いた本プロジェクトのアプリケーションでは、1 ヶ月分の献立を約 5 分程度で出力することができ、短時間で解を見つけることができることも利点である。

## 5. 期待されるユーザー価値と社会へのインパクト

本プロジェクトで開発した Web アプリケーションは、学校給食に携わる栄養士、管理栄養士の方が献立作成時に利用することを想定している。栄養士、管理栄養士には、献立作成以外にも多くの仕事がある。ヒアリングの際に、書類仕事が多く、献立作成に十分に時間をかけることができない、という意見を聞くこともあった。そこで、このアプリケーションを利用することで、献立作成にかかる時間を短縮できると考えられる。

## 6. 氏名（所属）

井上優風（お茶の水女子大学 理学部情報科学科 工藤研究室）

秋島遥（お茶の水女子大学 人間文化創成科学研究科 理学専攻 工藤研究室）

### （参考）関連 URL

作成した学校給食献立推薦Webアプリケーション

<https://menu-recommend.com/school>

## 引用文献

[1] 文部科学省「学校における食育の推進・学校給食の充実」

[https://www.mext.go.jp/a\\_menu/sports/syokuiku/](https://www.mext.go.jp/a_menu/sports/syokuiku/)（閲覧日：2024 年 2 月 22 日）

[2] 栄養士のお仕事 Magazine「学校で働く栄養士・管理栄養士のお仕事とは？」

<https://eiyoushi-shigoto.com/magazine/archives/854/>（閲覧日：2023 年 2 月 26 日）

[3] 横須賀市「小学校給食献立表オープンデータ」

<https://www.city.yokosuka.kanagawa.jp/8345/kyuushoku/kyuusyoku-menu-open.html>（閲覧日：2024 年 1 月 21 日）

[4]  $\chi$  technology「栄養士の働き方を支援する 栄養・給食ソフト『献ダテマン』」

<https://kk-tas.jp>（閲覧日：2023 年 2 月 26 日）

[5] 夢工房「学校給食管理ソフト（システム）の「らくらく献立 7・学校給食版」

[https://www.yumekobo.jp/product/rakukon\\_gakkou.html](https://www.yumekobo.jp/product/rakukon_gakkou.html) (閲覧日：2023年2月26日)

[6] 株式会社調和技研「調和技研の AI エンジン『furas』が AI 自動献立システム『ユニクル AI オートメニュー』に採用されました」

<https://www.chowagiken.co.jp/news/20220222-2> (閲覧日：2023年2月26日)