

ユーザのスケジュールに柔軟に対応するダイエットのためのレシピ推薦

Recipe Recommendation for a Diet Considering User's Schedule

三野 陽子*1
Yoko MINO

小林 一郎*1
Ichiro KOBAYASHI

*1お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻
Advanced sciences, Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University

Today, there are a lot of Web sites and tools that introduce and propose cooking recipes for a diet. However, it is difficult to be on a diet following the recipes because many of them do not consider user's circumstances. So, in this study, we propose a method to recommend cooking recipes for a diet considering user's schedule. Concretely, the evaluation value of either intake or consumption calorie is assigned to each event in the user's schedule, and then based on the calculation with the values, some candidates of recipes with calorie to make the user easily lost weight for the objective weight are selected considering the user's schedule during the period of a diet. In addition, to recommend more healthy recipes among the selected recipes, we use linear programming with the constraints of reducing the amount of salinity and increasing the amount of vegetable intake.

1. はじめに

近年, “メタボリックシンドローム” という言葉が急速に広まった. 40~75歳の男性の2人に1人, 女性の5人に1人が, メタボリックシンドロームが強く疑われるか又は予備群だと言われている. 更に, 生活習慣病においては人口の約半分に相当する47%が有病者だと言われている [1]. また, 朝日新聞社が行った「健康」をテーマにした全国世論調査では, 「健康に気がつかっている」とする人の割合が83%に達し, 国民の健康意識が向上していることが分かる [2]. それに伴い, 健康対策の商品が多く見られるようになった. 例えば, ピリーズブートキャンプや任天堂のWiiFitなどが挙げられる. そこで本研究では, 健康管理の一つとしてダイエットに注目する. ダイエットとはなかなか思う通りに実行することは難しく, 達成し難い. なぜなら, 多忙を極める日常生活において, 生活のスケジュールに即してダイエットを行うことは困難であるからである. このことを踏まえ, 本研究ではユーザのスケジュールを考慮したダイエットを行う手法を提案することを目的とする. 具体的には, ユーザのスケジュールに合わせてカロリーを減らすレシピを推薦し, 推薦されたレシピ群の中から線形計画法を用いることによって, 塩分量が少なく野菜摂取量が多いレシピを最終的に推薦する.

2. スケジュールを考慮したレシピ推薦

2.1 ダイエットのためのカロリー計算

ダイエットとは, 消費カロリーよりも摂取カロリーを健康的に減らすことが重要とされる. 400kcalに相当する脂肪は約45g, 体重に与える影響は約80gと言われている [3]. つまり, 1ヶ月で2kg痩せたい場合には1ヶ月で約10,000kcal, 1日にして約340kcalずつ減らしていけば良いということになる. そこで, 本研究ではカロリーを減らすことを, 体重を減らすこととして考える. また, 本研究では夕食のレシピ推薦のみを行う

とする. 1週間分の夕食の平均摂取カロリーを計算し, その値と推薦するレシピとのカロリーの差をレシピ評価値と設定し, イベントによるカロリーの増減から得られる値をイベント評価値として設定する. そして, 目標カロリーを100で割った値を目標評価値として設定する. ここでは目標評価値を正規化するために, 100で割っている. レシピ評価値とイベント評価値の合計が目標評価値に達すれば, 目標体重に達するというようにする.

2.2 推薦に使用されるレシピ

本研究では, 「味の素レシピ大百科」 [4] のレシピを推薦対象のレシピとして使用する. 扱うデータは, 「レシピ名」, 「レシピURL」, 「カロリー」, 「塩分量」, 「野菜摂取量」である. 味の素レシピ大百科に記載されているレシピには全て, カロリーと塩分量, 野菜摂取量の値が与えられている. また, 本研究ではメイン料理の推薦のみ行うため, レシピは予め主菜系(肉魚野菜メインのもの)と麺類ご飯もの系に分類した. そして, 主菜系のレシピにはご飯と副菜, 汁物分の固定カロリーを決め, その値を主菜系レシピのカロリーに上乘せし, 麺類ご飯もの系には副菜と汁物分の固定カロリーを上乘せしてデータベースに格納しておく. ここでは主菜系の固定カロリーを300kcal, 麺類ご飯もの系の固定カロリーを100kcalとして与えた.

2.3 イベントのカロリー計算

スケジュールに入ってくるイベントは, タイプ別に分類し, そのタイプ毎に摂取カロリー又は消費カロリーを予め決定しておく. それらのカロリーを基にイベントに対してイベント評価値を与える. イベントの分類を表1に示す. 例えば, Eのスポーツのイベント評価値は, 1時間に300kcal消費するため, 300を100で割った3にイベントの時間であるtをかけた値となっている. また, 本研究ではカロリーを減らしていくことが目的なので, カロリーを消費するイベントのイベント評価値はプラスの値, カロリーを摂取するイベントのイベント評価値はマイナスの値になっている.

表1中に示されたそれぞれのイベントに対して表2に示す制約を与える. これらの制約は, イベントに対してどれくらいのレシピ評価値を持つレシピを選択すれば良いかという指針を示すものである. カロリーを摂取するイベントについては,

連絡先: 三野 陽子, お茶の水女子大学大学院人間文化創成科学研究科理学専攻情報科学コース小林研究室, 〒112-8610 東京都文京区大塚 2-1-1, 03-5978-5708, mino.yoko@is.ocha.ac.jp

表 1: イベントの分類

	イベントタイプ	カロリー	イベント評価値
A	授業・バイト・仕事	1時間:100kcal減	$+(1 \times t)$
B	夜ご飯	平均より200kcal増	-2
C	飲み会	1600kcal	$+(\text{平均}-1600)/100$
D	ランチ	平均より200kcal増	-2
E	スポーツ	1時間:300kcal減	$+(3 \times t)$

※ t: イベントの時間

カロリーの低いレシピを推薦できるような制約に、また、カロリーを消費するイベントについては、カロリーの高いレシピを推薦できるような制約になっている。

表 2: イベントの制約

	イベントタイプ	制約条件
A	授業・バイト・仕事	$I-(1 \times \alpha t)$ くらいのレシピ評価値選択 α : 調整係数(ここでは1/2とする)
B	夜ご飯	夜ご飯の推薦はしない
C	飲み会	夜ご飯の推薦はしない 飲み会で摂取したカロリーを区間内で均一に分散
D	ランチ	I くらいのレシピ評価値選択
E	スポーツ	$I-(3 \times t)$ くらいのレシピ評価値選択

※ I: 目標評価値/推薦期間
t: イベントの時間

2.4 推薦システムの全体構成

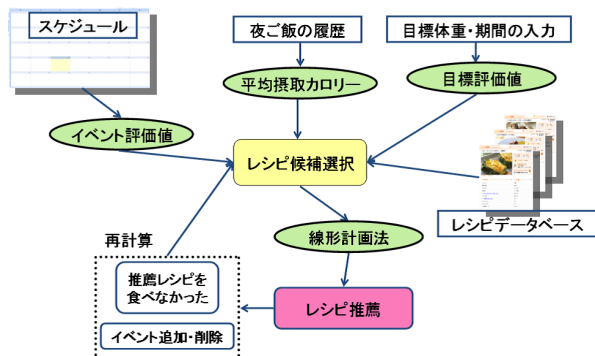


図 1: システム概要

システムの概要を図 1 に示す。スケジュールからイベント評価値を算出し、ユーザの夕食の履歴から夕食における平均摂取カロリーを算出する。また、目標体重と推薦期間をユーザに入力してもらい、そこから目標評価値を算出する。次に、目標期間におけるユーザのスケジュールに登録されているイベントを考慮して、日ごとのカロリー摂取に対する評価値を計算する。そして、それらの値とレシピデータベースから、推薦期間内でダイエットを実現させるレシピ候補を選択する。そのレシピ候補に対して線形計画法を用いて、塩分や野菜摂取量などを考慮した最終的なレシピを推薦する。もし推薦レシピを食べなかった場合や、イベントの追加・削除が起きた場合は再計算をし、さらに新たなレシピを推薦する。

2.5 レシピ推薦のながれ

ここで、レシピ候補選択の流れを詳細に説明する。評価値の付与において、カロリーの増減の大きいものから先に行うことにより、計算の煩雑さを避けることができるため、分類したイベントに次のような優先順位を与える。

優先順位: C > B > E > D > A

(A: 授業・バイト・仕事, B: 夜ご飯)
(C: 飲み会, D: ランチ, E: スポーツ)

この優先順位を基に次のような流れでレシピ候補を選択する。

Step1. イベントが入っている日に対して、イベントの優先順位に従って、イベントごとの制約条件を満たすレシピ評価値を計算する。

Step1'. 期間内が全てイベントで埋まっていれば、優先順位とは逆順番で目標評価値に達するようなレシピ評価値を選択する。

Step2. イベントが入っていない日があれば、最終的な評価値の合計が目標評価値に達するように、それらの日のレシピ評価値を決定する。

Step3. 期間内の全てのレシピ評価値が決定したら、そのレシピ評価値に近い値を持つレシピを 1 日に n 個ずつ選択する (n は任意の自然数)

Step4. Step3 において得られたレシピ候補群の中から、更に線形計画法を用いて、栄養バランスを考慮したレシピを選択する。

2.6 栄養バランスの視点からのレシピ推薦

上記 Step4 において得られたレシピ候補群に対して線形計画法を用い、その中から栄養バランスを考慮したレシピを選択し推薦する。制約条件は式 (1)、目的関数は式 (2) として与える。

$$\begin{cases} x_1 + x_2 + \dots + x_n = 1 \\ x_{n+1} + x_{n+2} + \dots + x_{2n} = 1 \\ \vdots \\ x_{(d-1)n+1} + x_{(d-1)n+2} + \dots + x_{dn} = 1 \\ S_1 x_1 + S_2 x_2 + \dots + S_{dn} x_{dn} \leq 3d \end{cases} \quad (1)$$

$$x_i \in \{0, 1\} (i = 1, 2, \dots, dn)$$

$$f(x) = V_1 x_1 + V_2 x_2 + \dots + V_{dn} x_{dn} \rightarrow \max \quad (2)$$

d : 日数

n : 1 日に選択するレシピ候補数

$x_1 \sim x_{dn}$: 推薦レシピ

S_i : 塩分量

V_i : 野菜摂取量

制約条件として、1 日ごとに選ばれた n 個のレシピ候補群の中からどれか 1 つを選択すること、および塩分量をできるだけ小さくすることとしている。塩分量の $3d$ という値は、1 日に摂取できる塩分量を考慮して設定している。また、目的関数 $f(x)$ は野菜摂取量の最大化としている。

	6	7	8	9	10	11	12
14:00 パイト	10:30 ゼミ 14:00 パイト	16:00 テニス	14:00 パイト	13:30 授業 19:00 飲み会	11:30 ランチ		
14:00 パイト	10:30 ゼミ 16:00 テニス			13:30 授業 16:00 テニス	18:30 飲み会	12:00 ランチ	

図 2: スケジュール例 1

	6	7	8	9	10	11	12
14:00 パイト	10:30 ゼミ 14:00 パイト	16:00 テニス	14:00 パイト	13:30 授業 19:00 飲み会	11:30 ランチ		
14:00 パイト	10:30 ゼミ 16:00 テニス			13:30 授業 16:00 テニス	18:30 飲み会	12:00 ランチ	
イベント 評価値	5	6.5	6	5	-4.5	-2	0
レシピ 評価値	6.21	5.46	2.71	6.21	0	8.71	8.44
14:00 パイト	10:30 ゼミ 16:00 テニス			13:30 授業 16:00 テニス	18:30 飲み会	12:00 ランチ	
	5	7.5	0	0	7.5	-6	-2
	6.21	2.71	8.44	8.44	2.71	0	8.71

図 3: イベント評価値とレシピ評価値

3. シミュレーション例

3.1 レシピ推薦

ユーザのスケジュールの例を図 2 に示す。ここでは目標を 14 日間で 1.5kg 減らすと設定する。すると、目標評価値は 108 となる。また、夕食の平均摂取カロリーは 1,000kcal と仮定する。目標を設定したら、次はスケジュールに記されているイベントに対して、表 1 のイベントの分類を基にイベント評価値を与える。例えば、10 日のイベント評価値を計算してみる。10 日は授業と飲み会のイベントが入っている。授業のイベント評価値は 1 時間で 1 であり、ここでは 1.5 時間授業があるという予定が入っているため、授業のイベント評価値は 1×1.5 で 1.5 となる。また、飲み会のイベント評価値は -6 である。授業と飲み会のイベント評価値の合計が 10 日のイベント評価値となるので、10 日のイベント評価値は $1.5 + (-6)$ で -4.5 という値になる。ほかの日も同様に計算し、期間内の全ての日についてイベント評価値を求めたら、次はレシピ候補を選択するために、表 2 のイベントの制約とイベントの優先順位を基にレシピ評価値を決定する。

まずは一番優先順位の高い「飲み会」のイベントを探す。飲み会の制約条件に従いこの日の夕食のレシピ推薦は行わないので、飲み会のイベントが入っている 10 日と 18 日のレシピ評価値は 0 となる。また、飲み会で摂取したカロリーを区間内で均一の分散するために、式 (3) によって得られた値を加算したレシピ評価値を飲み会のイベントが入っている日以外に与える。ここでは計算すると 1 となるので、この値を加える。

$$\frac{1600 - \text{夜ご飯平均摂取カロリー}}{100 \times (\text{期間} - \text{飲み会の回数})} \times \text{飲み会の回数} \quad (3)$$

次に、このスケジュール (図 2) の中で優先順位が高いイベントは「テニス」である。よってテニスのイベントがある日にはスポーツの制約条件に従いレシピ評価値を求め、その値に 1 を足した値をその日のレシピ評価値とする。例えば、「テニス」の予定が入っている 8 日のレシピ評価値は、3.71 となる。同様に計算すると、イベント評価値とレシピ評価値は図 3 のようになる。

全てのイベント評価値とレシピ評価値の合計を求めると約 108 となっており、目標評価値に達していることが分かる。次に、決定したレシピ評価値に近いレシピ評価値を持つレシピを 3 つずつ選択するとする。上記のレシピ候補選択の流れに従い、この例の場合では、表 3 の様なレシピ候補が選択された。この中から塩分量を小さくして野菜摂取量を大きくするよ

うなレシピを、線形計画法を用いて求める。これらを解くと、最終的に表 4 に示すレシピが推薦される。

表 3: レシピ候補群

	レシピ名	レシピ評価値	塩分	野菜摂取量
10月6日	いんげんの牛肉巻き	7.22	5.3	30
	牛肉のチーズマスタート巻き煮	7.07	1.9	41
	桜えびとレタスの卵とじ	7.28	2	221
10月7日	サラダ丼	5.44	1.7	83
	きつねうどん	5.41	5.4	15
	小松菜と揚げ鶏の煮込みスープ風	5.65	3.2	86
10月8日	押し寿司	3.61	4.2	22
	豚肉の香りパン粉揚げ	3.6	1.5	66
	ローストビーフ	3.74	0.6	8
10月9日	いわしの梅マヨネーズ揚げ	7.28	1.2	70
	とろろ丼	7.15	2.7	57
	豚肉とさつまいものみそ炒め	7.21	1.4	23
10月10日	推薦なし	0	0	0
10月11日	アスパラの牛肉巻き	8.65	1.5	26
	甘だいのブランデー風味焼き	8.58	1.4	8
	豚ひき肉ともやしの炒めもの	8.9	0.7	89
10月12日	かれいの煮つけ	8.57	3.2	8
	いかのまる煮	8.47	3	0
	ちりめんじゃこのかき揚げ	8.51	0.5	19
10月13日	おろしそば	7.4	2.3	65
	スパイシーミートローフ	7.07	1.8	37
	牛モツ鍋	7.3	3.9	280
10月14日	チキンピラフ	3.9	1.6	77
	きのこ鶏肉のスパゲッティ	3.86	0.9	147
	ローストビーフ	3.74	0.6	8
10月15日	たけのこのり炒め	8.49	1.9	233
	とびうおのからし竜田揚げ	8.28	4.8	27
	ハムとこんにくの茎の炒めもの	8.37	1.5	114
10月16日	ささ身の香り揚げ	8.62	0.4	26
	豚肉とわけぎの酢味噌あえ	8.44	0.7	71
	かぶと肉そぼろのコロコロあんかけ	8.53	1.9	149
10月17日	鶏鍋	3.86	5.2	226
	ツナの洋風鍋	3.67	3.6	253
	さけちらし	3.77	3.5	41
10月18日	推薦なし	0	0	0
10月19日	ほうれん草のおかゆ	8.68	2.4	56
	いかとこんにくの茎炒め	8.62	1.5	74
	魚の子とたけのこ炊き合わせ	8.52	6.5	62

表 4: 推薦レシピ

	レシピ名	レシピ評価値	塩分	野菜摂取量
10月6日	桜えびとレタスの卵とじ	7.28	2	221
10月7日	小松菜と揚げ鶏の煮込みスープ風	5.65	3.2	86
10月8日	豚肉の香りパン粉揚げ	3.6	1.5	66
10月9日	いわしの梅マヨネーズ揚げ	7.28	1.2	70
10月10日	推薦なし	0	0	0
10月11日	豚ひき肉ともやしの炒めもの	8.9	0.7	89
10月12日	ちりめんじゃこのかき揚げ	8.51	0.5	19
10月13日	牛モツ鍋	7.3	3.9	280
10月14日	きのこ鶏肉のスパゲッティ	3.86	0.9	147
10月15日	たけのこのり炒め	8.49	1.9	233
10月16日	かぶと肉そぼろのコロコロあんかけ	8.53	1.9	149
10月17日	ツナの洋風鍋	3.67	3.6	253
10月18日	推薦なし	0	0	0
10月19日	いかとこんにくの茎炒め	8.62	1.5	74

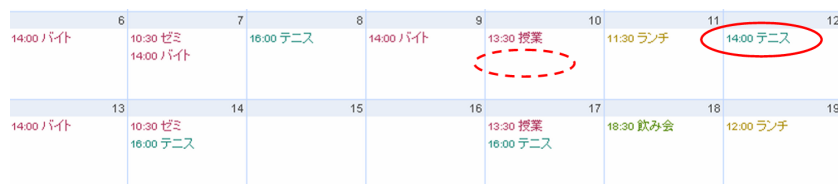


図 4: スケジュール例 2

3.2 イベントの変更があった場合のレシピ推薦

図 2 に示すスケジュール例において、イベントの変更があった場合にどのようなレシピ推薦が行われるかについて示す。同様に、目標を 14 日間で 1.5kg 減らすと設定する。9 日まで推薦されたレシピを食した後に、図 4 の様にスケジュールが変更されたとする。

ここでは、10 日の飲み会がスケジュールから削除され、12 日に新たにテニスの予定が追加されている。この場合、スケジュールの変更が起きた 10 日以降は再度レシピ推薦のながれ (2.5) に従い表 5 に示すレシピが推薦される。カロリーの摂取が大きい飲み会のイベントが削除され、新たにカロリーを消費するテニスのイベントが追加されたため、イベントの変更があった日以降はさきほど推薦したレシピよりも比較的レシピ評価値の低いものが推薦されていることが分かる。

表 5: イベントの変更があった場合のレシピ推薦例

	レシピ名	レシピ評価値	塩分	野菜摂取量
10月10日	ウインナーと鶏肉のロール揚げ	5.29	1.3	92
10月11日	いんげんの牛肉巻き	6.22	5.3	30
10月12日	かき揚げそば	0.11	4.9	69
10月13日	鶏肉とごぼう・こんにゃくのチャーハン	3.54	2.2	170
10月14日	ステーキ丼	0.93	0.4	18
10月15日	豚肉と揚げじゃがいもの煮もの	6.06	1.8	7
10月16日	きんぴらご飯	5.92	2.3	60
10月17日	牛肉の炒めもの	0.29	3	126
10月18日	推薦なし	0	0	0
10月19日	れんこんと豚肉のうま煮	6.24	2.6	69

3.3 推薦されたレシピを食べなかった場合のレシピ推薦

表 4 に示すレシピ推薦例において、推薦されたレシピを食べなかった場合にどのようなレシピ推薦が行われるかについて示す。例えば、13 日の「牛モツ鍋」というレシピを食べなかったとし、その代わりにレシピ評価値が 2 であるレシピを食べたとする。すると、13 日以降は表 6 の様なレシピが推薦される。

表 6: 推薦レシピを食べなかった場合のレシピ推薦例

	レシピ名	レシピ評価値	塩分	野菜摂取量
10月14日	海苔の焼きめし	2.86	3.3	42
10月15日	豚肉と揚げじゃがいもの煮もの	6.06	1.8	7
10月16日	グリーンアスパラとキャベツ・あじの煮びたし	9.81	1.4	37
10月17日	にんじんのスティック春巻	9.72	0.1	11
10月18日	推薦なし	0	0	0
10月19日	きのこ雑炊	8.99	2.3	64

4. 関連研究

レシピ推薦の研究として、ファジィ数値計画法を用いて料理のメニューを選択するという研究が行われている [5]。栄養のバランスや料理同士の相性、各カテゴリーでの品数を考慮し、いくつかの料理を組み合わせることでメニューの作成を行っている。バランスの取れた料理を作成するためには各栄養素の摂取量を考慮する必要があり、栄養素の必要摂取量をファジィ数で表現することによって、それぞれの栄養素に適したメンバーシップ関数を作成する。そして最も低いメンバーシップ関数の最大化を目的とすることで、バランスの取れたメニューを作成する。また、複数食分の料理献立を対象者の嗜好と栄養バランス等を考慮し、線形計画法を用いて推薦を行うという研究も行われている [6]。対象者の年齢・性別に応じて必要な栄養摂取量は異なるため、それに応じてカロリー、たんぱく質量、塩分量

等の上限・下限を考慮した制約条件を与えている。目的関数は調理時間を最短に、もしくは費用を最安値にするもので、これらを解くことにより最適な料理献立を推薦している。これら 2 つの研究は、共に栄養のバランスや食事の成分などを考慮して料理の献立を推薦するものであり、献立を推薦する際に、スケジュールなどによって表されるユーザの日常生活における活動を考慮する本研究とはアプローチが異なる。

5. 考察

本研究では、ユーザのスケジュールに記された個々のイベントに対して、カロリーの消費・摂取の評価値を与えた。そしてダイエット期間中のイベントを考慮して無理なく目標体重に達するようなカロリーを持ったレシピの候補をいくつか選択し、更に塩分と野菜摂取量を制約条件とした線形計画を解くことによって、健康面にも配慮したレシピを推薦することができた。また、スケジュールに変更が生じた場合や推薦レシピを食べなかった場合にも、柔軟に対応してレシピ推薦を行うことができた。

6. おわりに

本研究では、ユーザのスケジュールを用いてその人に適するダイエットのためのレシピを推薦する手法を提案した。ただ単純にカロリーを減らしていくだけではなく、イベントに合わせて柔軟に摂取カロリーを調節できるような推薦を行った。そして、塩分や野菜摂取量が偏らないように健康面にも配慮したレシピの推薦を行うことができた。一方、現時点では、同じカテゴリーのレシピを続けて推薦しないメカニズムを導入していないことや、推薦レシピをメイン料理に限っていることなどから、実用性を高めるために改善すべき箇所が複数存在する。今後は献立のバランスにも配慮し、主食や副菜、汁物も含めたメニューの推薦を行えるよう改良を行うつもりである。また、ダイエットに限らずメタボリックシンドロームや成人病などの病気の人に対する健康改善のためのレシピ推薦について考えていきたい。

参考文献

- [1] “国民健康・栄養調査結果の概要について”, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/04/h0430-2.html>.
- [2] “健康意識に対する全国世論調査”, 朝日新聞, 2008 年 7 月 28 日朝刊.
- [3] “消費カロリーと摂取カロリー大辞典”, <http://www.muuum.com/calorie/1013.html>.
- [4] “【味の素 KK】レシピ大百科”, <http://www.ajinomoto.co.jp/recipe/>.
- [5] 辻 明日夏, 倉重 賢治, 亀山 嘉正, “ファジィ数値計画法を用いた料理の選択”, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌) Vol.20, No.3, pp.337-346 (2008).
- [6] 高田 光子, “料理献立作成エキスパートシステムの最適化に関する研究”, <http://orchid.ics.nara-wu.ac.jp/ppt/2001/takada.ppt.pdf>.
- [7] 苅米 志帆乃, 藤井 敦, “栄養バランスを考慮した料理レシピ検索”, 言語処理学会第 14 回年次大会発表論文集, pp.127-130, Mar. 2008.