# Web情報を活用した自動献立作成における制約条件を考慮できる粒子群最適化による多目的最適化の並列分散処理

1815008　安藤祐斗　　情報基盤工学講座　指導教員 アントニオ・レネ

## 要約

本研究では,学校や病院で実際に行われている献立の作成を,Webから得られるレシピ情報や食材単価情報を活用し,制約条件のもと多目的で最適化する自動献立作成システムを提案する.多目的最適化の手法として,制約条件を考慮できる多目的粒子群最適化（PSO）を採用する.

また,最適化問題は最適解を得るために膨大な時間がかかる可能性があることを考慮し,並列分散処理を利用して最適化プログラムを実行する.

キーワード：
献立作成，粒子群最適化， 多目的， 並列分散

## 1 はじめに

現在,学校給食や病院食の現場では,学生や患者に必要な栄養のことを考え,様々な食材の組み合わせからなる献立を作成している.

また,近年,生活習慣病を患う人々が増加している.生活習慣病とは「食習慣,運動習慣,休養,喫煙,飲酒,ストレスなどの生活習慣を原因として発症する疾患の総称」のことであり,深刻な疾患に深く関与している.その要因には,偏った栄養による食生活や運動不足,飲酒,喫煙などが挙げられる.この生活習慣病を防ぐためには.過度な喫煙や飲酒を控えることや,栄養バランスの良い献立の作成をすることが重要視されている.

しかし,栄養バランスの取れた献立を作成するには,メニューの組み合わせや栄養価の計算を考慮する必要があり,献立を考えることは面倒だと考える人は少なくない.そのため,栄養やメニュー組み合わせの観点から献立そのものをコンピュータによって最適化し,自動作成する研究が存在する.

## 2 自動献立作成の概要

### 2.1 自動献立作成支援システムの概要

最適化とは,「制約条件のもと,複数の選択肢を組み合わせて何か結果を出すとき,その結果（目的関数）を最小,もしくは最大にすること」であり,メリットとして自動化による結果が出るまでの労力,作業時間が削減されることや,現実的ではない時間がかかる答えを導くことができることが挙げられ,献立作成にも活用されている.

献立における制約条件として,何日分の献立を作成するか,カロリーをどのくらい制限するか,特定の栄養素を最低でもどのくらい取得するか,などが挙げられる.また,目的関数として,費用や調理時間の最小化,個人の嗜好の最大化などが挙げられる.

既存の献立作成の最適化方法は,栄養摂取量を制約条件として,費用最小化を目的関数とした,線形計画法の利用による手法や,既存の単品料理を献立に加えるか加えないかを整数計画問題で表し,費用,調理時間の最小化を目的とした手法が存在する.

また,最適化をしない献立作成方法として,ユーザが作りたい料理のレシピ情報や雰囲気をシステムに入力したのちに,ユーザの相性に合った料理レシピ群を推薦し,レシピ群から選択したレシピを入力に含め献立を作成を支援する手法（図1）や,ユーザが食材や料理の選定を行い,コンピュータ上に栄養価の計算やダイヤグラムを表示する手法が存在する.

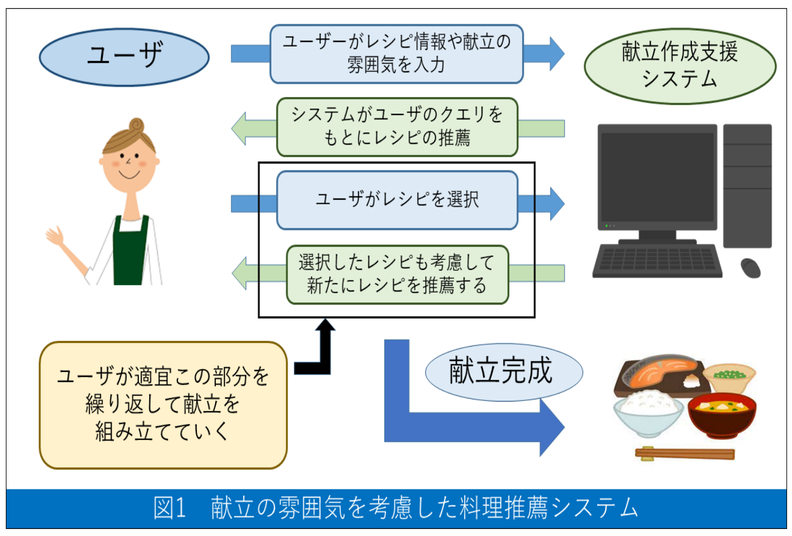


図1　献立の雰囲気を考慮した料理推薦システム

図1 献立の雰囲気を考慮した献立作成システム

### 2.2 Web上のレシピデータを活用

現在,cookpadやクラシル,DELISH KITCHEN,ボブとアンジーなどの料理レシピサイトと呼ばれるサイトが多数存在する.これらのサイトには,料理名,料理のイメージ,和食や洋食などの料理ジャンル,必要な材料,料理工程,摂取カロリー,調理時間,得られるすべての栄養素などの情報がレシピページに掲載されている.

また,生鮮食品や加工食品,畜産品などの価格動向を前月や前年同月と比較して提供しているサイトが存在している.

本研究では,レシピサイトである「ボブとアンジー」からレシピ情報を,食品価格動向を調査しているWebサイトから食材単価をスクレイピングし,データベースに蓄積し,献立作成の最適化に活用する.スクレイピングによって得られるデータの流れを図1に示す.

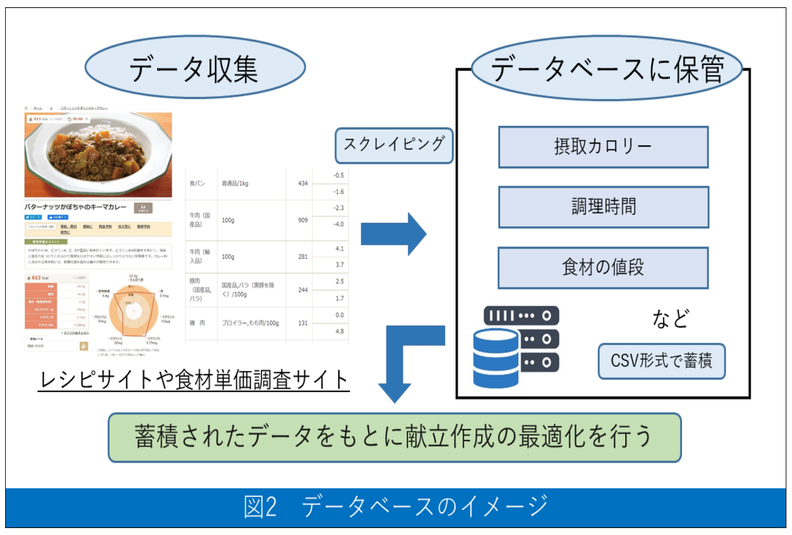


図2　データベースのイメージ

図2 データ収集と活用

### 2.3 多目的最適化

多目的最適化とは,ある制約条件のもと,複数の目的関数を最大化,あるいは最小化する最適化法である.多目的最適化問題は,あらゆる分野において存在し,それらは全ての目的関数を最大化,あるいは最小化するような最適解が存在するとは言えないため,パレート最適という概念を導入する必要がある.

パレート解とは,ある目的関数を満たそうとしたときに,他の目的関数が犠牲になり満たされなくなってしまう解のことであり,パレート解は一般的に一つにとどまらず複数存在するので集合となる.実際にはその中から解を選択することになる.また,パレート最適解集合が形成する面はパレート最適フロントと呼ばれている.

多目的最適化問題の定式化と,パレート最適解の定義,目的関数が2つの場合のパレート最適解の例を図2に示す.

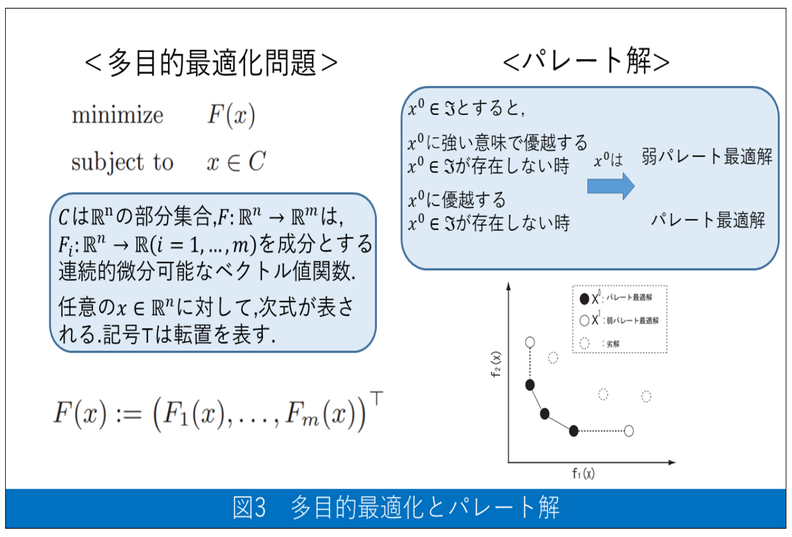


図3　多目的最適化とパレート解

図3 多目的最適化の定式化とパレート解

## 3 制約条件を考慮できる多目的PSO

### 3.1 粒子群最適化による解法

粒子群最適化（Particle Swarm Optimization : PSO）法とは,鳥や魚などに観察される群知能を探索手法に応用したメタヒューリスティクスアルゴリズムの一つであり,組み合わせ最適化問題の近似解を求めるための手法である.

そのPSOを応用し,制約条件に対応した上下限制約連続時間PSOモデルとそれを離散化したモデルを図3に示す.連続式は,プログラムへの実装を考えたときに,実装することが困難であることが懸念されたため,上下限制約連続時間PSOモデルを離散化し,非線形変数変換モデルである離散化PSOを,オイラー法を用いることによって作成する.

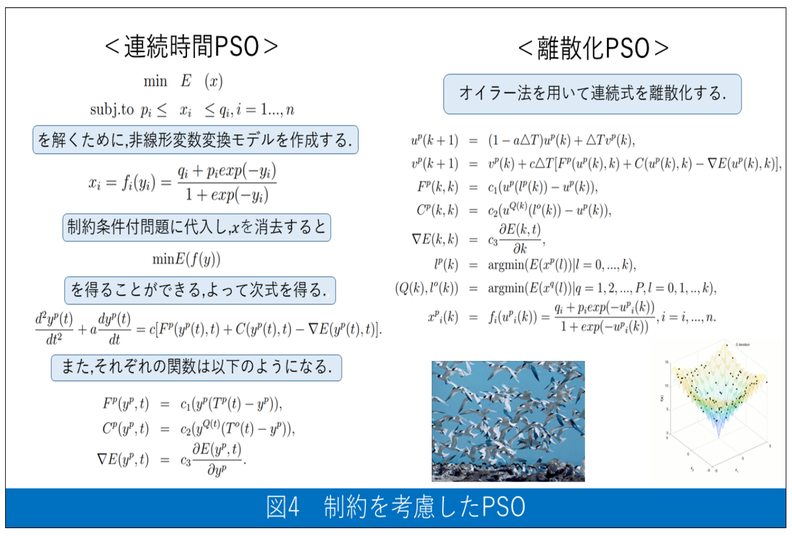


図4　制約を考慮したPSO

図4 連続時間PSOの離散化

上下限制約付最適化問題を解くにあたり,「変数変換モデル」を導入する必要があるため,上下限制約領域内に問題の変数を変換して無制約化した,新たな変数空間に無制約PSOモデルを適用する.そのために$x$を$x_i$とおき,制約条件付き問題にこの変換式を代入することにより変数$x$を消去し.非線形変数変換モデルを作成する.

### 3.2 並列分散処理による解法

並列分散処理とは,複数台のコンピュータを用いて複数のCPUや,メモリを使うことで一つの計算処理を行い,性能や計算速度の向上を図ることである.とあるタスクをどう分散させ,どう実行するか,複数のコンピュータによる処理結果はどう一つの結果にまとめたらよいか,などの問題があり,導入は容易ではなかったが,HadoopやApache Sparkなどの並列分散ソフトウェアが台頭したことによって並列分散処理の利用に対する敷居は低くなりつつある.

本研究で使用する並列分散処理ソフトウェアは,最適化問題を解く際に必要な巨大なデータに対して,高速に分散処理を行う必要があるため,Apache Sparkを選択した.Sparkは,処理するデータを格納するためのファイルシステムであるHDFSと,RDDと呼ばれる並列実行可能なコレクションによって構成されている.

## 4 提案システム

最適な献立作成には,煩雑な栄養価計算やメニューの組み合わせなどから発生する難しさと,摂取栄養素や調理時間などの曖昧性を含んでいる.また,献立作成は学校や病院で実際に行われているため,最適化解は実時間で解かなければならない.

これらを解決するために,本研究では,Webサイトから得られるレシピ情報や食材単価を活用し,制約条件を考慮できる多目的PSOによって最適化された献立を,自動で作成することにより煩雑な計算の手間をなくし,並列分散処理を行うことで,最適解を得る時間が削減できるシステムを提案する.

## 5 数値実験並びに考察

## 6 おわりに

## 参考文献

[1] “生活習慣病（せいかつしゅうかんびょう）　- e-ヘルスネット” https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/metabolic/y040.html

[2] “日常の献立作りの実態に関する調査研究(第1報) 貝沼 やす子, 江間 章子”

[3] “日本栄養士会編（梶本雅俊, 大谷八峯, 白鷹増男, 他）：「栄養指導に役立つコンピュータ入門」, 第一出版(1983)”

[4] “Joseph L. Balintfy, G. Terry Ross, Prabhakant Sinha and Andris A. Zolthers: A mathematical Programming System for Preference and Compatibility Maximized Menu Planning and Scheduling, Mathematical Pro-gramming, Vol.15, No.1, pp.63-76 (1978)”

[5] “献立の雰囲気を考慮した料理推薦システムの提案 大野 礼儀, 福原 知宏, 山田剛一, 増田 英孝, 東京電機大学 産業技術総合研究所”

[6] “料理レシピ ボブとアンジー 管理栄養士監修の健康ヘルシーレシピ” https://www.bob-an.com/