

# 弁当内の最適配分導出方法の提案～栄養価と価格に注目した場合～

## Proposal of a Method for Deriving the Optimal Distribution of Side-Dishes in Lunchbox - the Case of Maximum Nutritional and Minimal Cost -

1941010 石坂 尚也

Naoya ISHIZAKA

指導教員 秋葉 知昭

In recent years, there is a large gap between healthy life expectancy and average life expectancy in Japan. The period of this difference means that they are living in an unhealthy state due to lifestyle-related diseases and the like. So In this study, I propose a method for deriving the optimal distribution of side-dishes in lunchbox at case of maximum nutritional and minimal cost. The experiment was conducted by the exhaustive enumeration method, after satisfying the nutrient conditions, the lowest cost price and the top 2 items that followed it, and 3 patterns by changing the conditions. As a result of this experiment, when the types of items packed in the bento box were increased, the use of frozen food tended to lower the cost. From this, it can be said that the hypothesis of this research, “If the production time is taken into account, there may be cases where it is cheaper to buy the product” was correct.

### 1. 緒言

近年、日本人の平均寿命は男女ともに世界一の水準にあるが、日常生活に制限のない期間を指す「健康寿命」との差は男性で約9年、女性で約12年ある。この差の期間は生活習慣病等により健康でない状態で過ごしていることとなる。

厚生労働省は食生活等の4視点から生活習慣病予防を促している。国民の健康維持のためにはバランスの取れた食事をとる必要がある。

本研究では、栄養価とコスト(価格+製作時間)において最適化された栄養バランスの取れた弁当の中身を求める方法の提案を行う[1].

### 2. 最適化問題

最適化問題は自然科学等の分野で発生する基本的な問題の1つである。与えられた条件下で何らかの関数を最小化又は最大化するような問題である。扱う変数の数が有限個である場合であり、また与えられる条件の数も有限個の場合を扱い、こうした問題は数理計画問題と呼ばれる[2].

本研究は栄養価と価格と製作時間に注目し、弁当内の最適配分導出方法の提案を行う。

### 3. 研究方法及びデータ収集

#### 3.1 研究内容

本研究は、コストにより最適化された弁当の中身の提案を行う。

実験は全数列挙法により、栄養素の条件を満たした上で、コスト最安値とそれに準ずる組み合わせ上位2項目、それらを条件を変更し3パターン、計9組の結果を求め、その考察を行う。

コストに弁当の製作時間も含める理由は、全て手作りより購入したものを使用したほうが費用対効果の面で優れる場合があるのではないかと仮説を立てた

からである。

#### 3.2 問題定義

##### ① 弁当

昼食1食分とし、内容物は2段の弁当箱の底面積以下で詰めるものとする。おかず部分は4分割をし、おかず4個とごはん1種を組み合わせたものとする。また組み合わせは、『制限なし』、『重複1回まで』、『重複禁止』の3パターンとする。

##### ② コスト

品目の製作に掛かる材料費と製作時間当たりの金額の合計とする。材料費は『おねだんノート』の平均価格を元に、また製作時間当たりの金額は『日本の20代の平均収入』と『平均就業時間』から1秒当たりの金額を割り出し使用する[3][4][5].

ただし製作時間には、『材料調達』、『炊飯や漬け置き』、『品目の箱詰め』の時間は含まないとする。

##### ③ 栄養素

『たんぱく質』『脂質』『炭水化物』『緑黄色野菜』『淡色野菜』とし、上限値と下限値を設ける。

本来ならば『たんぱく質』『脂質』『炭水化物』に『ビタミン』『無機質』を加えた5大栄養素を使用すべきであるが、それらは総称であり、様々な成分で構成されており、どれか一つの成分をとって『ビタミン』『無機質』とするのは好ましくない。

よって、2要素を多く含む食品ジャンルである野菜に目を向け、厚生労働省が推奨する1日の野菜摂取量を基準とし、2要素を『緑黄色野菜』と『淡色野菜』に置換した[6].

#### 3.3 定式化

次の記号を定義する。 $z$ をコスト、 $j$ を弁当の品目、 $n$ を(弁当の品目の種類数)、 $c_j$ を弁当の品目のコスト、 $x_j$ を弁当の品目の選択、 $a_j$ を弁当の品目の容積、 $b$ を弁当箱の容積、 $Pro_j$ を弁当の品目のたんぱく質、 $Lip_j$ を弁当の品目の脂質、 $Car_j$ を弁当の品目の炭水化物、

$Gyv_j$ を弁当の品目の緑黄色野菜,  $Lcv_j$ を弁当の品目の淡色野菜,  $Pro_b$ を20(成人男性の1食分で摂取すべきたんぱく質量),  $Lip_b$ を1.6(同脂質量),  $Car_b$ を106(同炭水化物量),  $Gyv_b$ を40(同緑黄色野菜量),  $Lcv_b$ を76(同淡色野菜量)

以上より, 本研究の問題は以下で定義される.

$$\min z = \sum_{j=1}^5 c_j x_j \quad (1)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n a_j x_j \leq b \quad (2) \\ x_j = \{0,1\} (1 \leq j \leq n) \quad (3) \\ \sum_{j=1}^n Pro_j x_j \geq Pro_b \quad (4) \\ \sum_{j=1}^n Lip_j x_j \leq Lip_b \quad (5) \\ \sum_{j=1}^n Car_j x_j \leq Car_b \quad (6) \\ \sum_{j=1}^n Gyv_j x_j \geq Gyv_b \quad (7) \\ \sum_{j=1}^n Lcv_j x_j \geq Lcv_b \quad (8) \end{array} \right.$$

#### 4. 結果及び考察

表1, 2, 3より, 3.2項①で定義した『制限なし』, 『重複1回まで』, 『重複禁止』の全パターンから, 以下のことが言える.

- ① 野菜炒めとナムルのいずれかが必ず選ばれていることがわかる. このことから, これらは, 本研究の下では, 最適化弁当の製作の上で必須の項目だと言える.
- ② 表3の第3位で, ナムル2種が選ばれている. ナムルの違いは使用する葉野菜のみで, 調理手順は一致しているため, 調理コストは計算値より小さいと言える. このことから, 全パターンの品目の調理で一致している部分はまとめ調理ができ, コストは表示より小さくなると考えられる.

表1 制限なし

制限なし	ごはん	おかず①	おかず②	おかず③	おかず④	コスト
最安値	白米	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	ナムル(小松菜)	ナムル(小松菜)	405.67円
第2位	白米	きんぴらごぼう	春巻き(冷凍)	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	420.31円
第3位	白米	きんぴらごぼう	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	エビグラタン(冷凍)	421.81円

表2 重複1回まで

制限なし	ごはん	おかず①	おかず②	おかず③	おかず④	コスト
最安値	白米	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	ナムル(小松菜)	ナムル(小松菜)	405.67円
第2位	白米	きんぴらごぼう	春巻き(冷凍)	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	420.31円
第3位	白米	きんぴらごぼう	野菜炒め(鶏むね)	野菜炒め(鶏むね)	エビグラタン(冷凍)	421.81円

表3 重複禁止

制限なし	ごはん	おかず①	おかず②	おかず③	おかず④	コスト
最安値	そばろ井	きんぴらごぼう	ブロッコリー(小房3個)	ナムル(小松菜)	えびグラタン(冷凍)	470.699円
第2位	そばろ井	きんぴらごぼう	ブロッコリー(小房3個)	ナムル(ほうれん草)	えびグラタン(冷凍)	482.835円
第3位	そばろ井	野菜炒め(鶏むね)	ナムル(小松菜)	ナムル(ほうれん草)	たらこスパ(冷凍)	500.809円

#### 5. 結 言

本研究では, 価格により最適化された弁当の中身の提案を行うことを目的とした.

その結果, 弁当の品目の種類を増やすと, 冷凍食品を使用した方が低コストになる傾向が表れた. これにより, 『製作時間を考慮した場合, 買ったほうが安い場合が出てくる』という仮説が正しかったといえる.

また本研究では, 実験の複雑化防止のため, ①『おかず』部分の4分割, ②栄養素の簡略化, ③②の影響による, 冷凍食品の栄養素の不正確性, ④食品ごとの相乗効果や相殺効果の不考慮, 等が試会的解導出の上での問題点といえる.

更に, 本研究では, 栄養素の条件を満たしていれば良いとしたため, コストでの最適解しかとめられておらず, 栄養素とコストのパレート最適は求められていない. そのため, 最適解とパレート最適の2種の解を比較出来たらより良い研究になったと考える.

課題として, ビタミン・無機質の2項目や, 様々な食品が複雑に詰められている本来の弁当と言える形式に対応すればより良い解が導出できると推測する.

また, 本研究では製作時間当たりのコストを算出するとして, 20代の男性を置いたが, 年代が上がり年収が上昇した場合, 既に完成しているものを購入する方がコストを抑えられるのではないかと考える.

また, 本研究ではコストを『材料費+製作時間当たりの金額』と置いたが, また違ったコストの考え方をした場合や, 選択される品目の種類を増加させた場合, 弁当の品数を5項目(ごはん1項目+おかず4項目)から増減させた場合, 『味噌汁』等のスープ類や『野菜ジュース』等の飲み物類を含む場合等, 別の解が導出できると推測される.

加えて, 商業的な面も考慮すると, 弁当を食べる人の満足度も視野に入れるべきであり, その場合は更に別の解が導出されるのではないかと推測できる.

#### 文 献

- [1] 厚生労働省:広報誌「厚生労働」  
[https://www.mhlw.go.jp/houdou/kouhou/kouhou\\_shupp\\_an/magazine/2018/03\\_01.html](https://www.mhlw.go.jp/houdou/kouhou/kouhou_shupp_an/magazine/2018/03_01.html)(2023時点)
- [2] 矢部博:工学基礎 最適化とその応用, 数理工学社(2006)
- [3] 野菜の価格推移が一目で分かる!主婦の味方「おねだんノート」  
<https://onedannote.com/> (2023時点)
- [4] 転職なら doda(デューダ)  
<https://doda.jp/guide/heikin/age/> (2023時点)
- [5] JobQ[ジョブキュー](job-q.me)  
<https://job-q.me/articles/3637> (2023時点)
- [6] 厚生労働省:健康日本21  
[https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21\\_11/b1f.html](https://www.mhlw.go.jp/www1/topics/kenko21_11/b1f.html) (2023時点)