

# 健康的なダイエットを 成功させるための食事

東海大学 情報通信学部 経営システム工学科 小濱駿仁

# 目次

- 1, 研究背景
  - 1-1, ダイエットに対する関心
  - 1-2, 現代の食生活の問題
- 2, 肥満になる原因
  - 2-1, 肥満になるメカニズム
  - 2-2, 原因
- 3, 食事パターンによる比較
  - 3-1, 食事パターンの構造と栄養素等の摂取状況の研究
- 4, 研究目的と分析手順
  - 4-1, データ概要
  - 4-2, 用語解説
- 5, 研究目的と手順
- 6, 分析
  - 6-1, 主成分分析
  - 6-2, 重回帰分析
  - 6-3, 組み合わせ最適化
- 7, 考察
- 8, 今後の展望
- 参考文献
- Appendix

# 1, 研究背景

## 1-1, ダイエットに対する関心

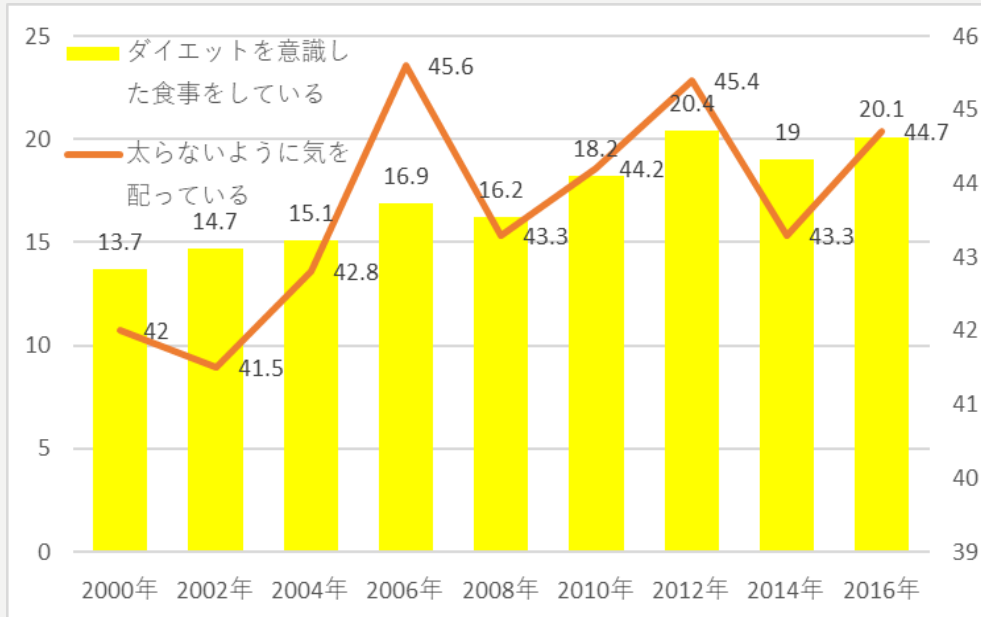


図1, ダイエットを意識した食事

### 理由[1]

- 体重が増えたから
- 昔の体型に戻りたいから
- きれいまたは、かっこよくなりたいから
- 親しい人に「太った」と言われたから
- 自分を変えるため

- 近年、ダイエットに関する意識が高まっています。
- 図1において、オレンジの折れ線から2000年以降から増えていることがわかります。
- 黄色い棒グラフからダイエットを意識した食事をとる傾向があると言えます。

# 1, 研究背景

## 1-2, 現代の食生活の問題

その一方、現代の食生活は栄養素の摂取量が不足しています。

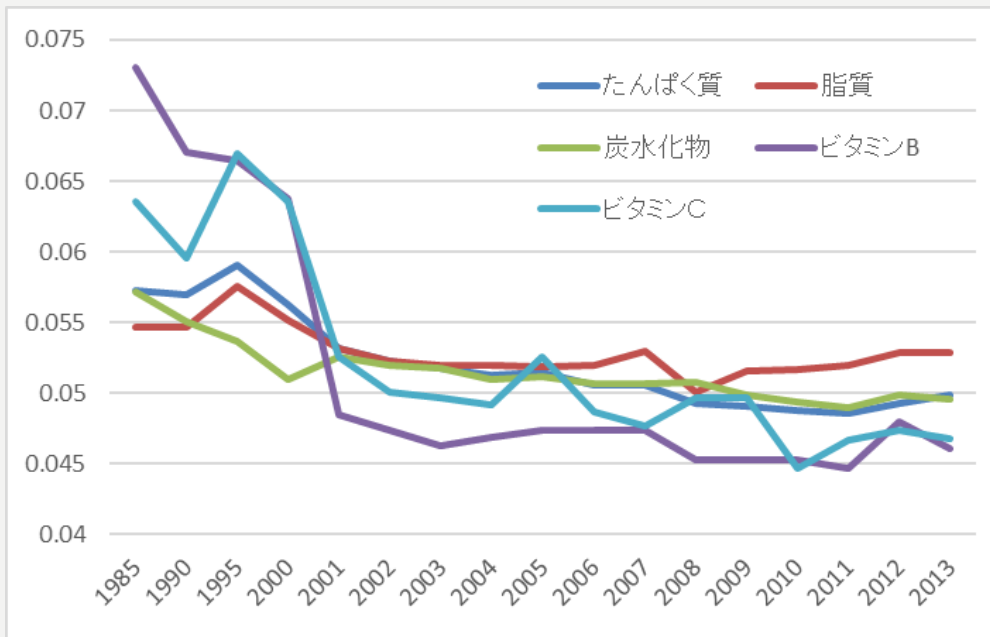


図2, 年ごとの栄養素の割合の比較

- たんぱく質、ビタミンB、ビタミンCの低下が著しいといえます。
- 脂質、炭水化物の割合が変わらないです。

栄養素のなかで脂質、炭水化物は変わらず、その他の栄養素は低下したので栄養素が足りない食事を摂っていることがわかります。

栄養素が不足した生活

- 骨粗鬆症
- 貧血
- 集中力、思考力の低下
- 体温保持がうまくできない。

# 2, 肥満になる原因

## 2-1, 肥満になるメカニズム<sup>[2]</sup>



図3, 肥満メカニズム

摂取するカロリー量の方が消費するカロリー量より多くなるとエネルギーに変換されず、脂肪に蓄えられます。その状態が続きやがて肥満となります。

# 2,肥満になる原因

## 2-2,原因

カロリーの摂取量を抑える

- (1)炭水化物を摂取し血糖値上昇
- (2)インスリン活発化し脂肪細胞に糖質を送り込む。
- (3)これが脂肪に変わり肥満になる

たんぱく質、脂質、**炭水化物**の量を減らす

**炭水化物抜きダイエット**  
炭水化物を抜くことでカロリーの摂取量を抑えダイエットする

ダイエット  
成功!?

**健康的なダイエット**  
栄養のバランスを保ちながらカロリーを抑えるダイエット

# 3, 食事パターンによる比較

## 3-1, 食事パターンの構造と栄養素等の摂取状況の研究<sup>[3]</sup>

### 目的

家庭料理 に着目して、食事パターンの構造とその栄養素摂取量の検討

表1, 食事パターン

17献立内等別 パターン	49食事 パターン	主食	主食兼 主菜	主菜	副菜	副々菜	汁物	17献立内等別 パターン	49食事 パターン	主食	主食兼 主菜	主菜	副菜	副々菜	汁物	
A	1	○		○	○		○	F	1	25	○			○		
	2	○		○	○	○	○		2	26	○			○	○	
	3		○	○	○		○		3	27		○		○		
	4		○	○	○	○	○		4	28		○		○	○	
	5	○	○	○	○		○		5	29	○	○		○		
	6	○	○	○	○	○	○		6	30	○	○		○	○	
B	1	○		○	○			G	1	31	○				○	
	2	○		○	○	○	2		32		○				○	
	3		○	○	○		3		33	○	○				○	
	4		○	○	○	○		H	1	34			○	○		○
	5	○	○	○	○		2		35			○	○	○	○	
	6	○	○	○	○	○	1		36			○	○			
C	1	○		○			○	I	1	36			○	○	○	
	2		○	○			2		37			○	○	○		
	3		○	○			○	J	1	38			○		○	
1	○		○			○	K		1	39			○		○	
D	1	○		○					2	40				○	○	○
	2		○	○				L	1	41	○					
	3	○	○	○			2		42		○					
E	1	○			○		○	M	1	43	○	○				
	2	○			○	○	○		2	44			○			
	3		○		○	○	○		N	1	45			○	○	
	4		○		○	○	○	2		46			○	○	○	
	5	○	○		○	○	○	O		1	47					○
	6	○	○		○	○	○		その他*	48						
								欠食	49							

その他\* (漬物、デザート、飲み物)

# 3, 食事パターンによる比較

## 3-1, 食事パターンの構造と栄養素等の摂取状況の研究<sup>[3]</sup>

### (2) 解析方法

クロス集計には $\chi^2$ 検定を行い、2群間の平均値の差の検定にはノンパラメトリックSteel-dwassの多重検定を行っています。

### (3) 結果

- ・一汁三菜・・・脂質、食塩、たんぱく質の摂取過剰が見られました。
- ・副菜のないパターン・・・無機質、ビタミン類の不足が見られました。
- ・主菜のないパターン・・・たんぱく質、脂質の不足が見られました。



必ずしも一汁三菜が良いのではなく、過剰摂取になることもあります。また、副菜や主菜などを抜くと栄養のバランスがとれず、健康的ではありません。



健康的なダイエットのための食事は料理の栄養バランスから見直す必要があります。



# 4, データ概要

## 4-1, 日本食品標準成分表について

日本食品標準成分表とは文部科学省が公表している2190品目の食品に含まれる成分のデータです[4]。

### <データ構成>

- ・ 食品群・・・1から18までのカテゴリーデータ
- ・ 食品名・・・食パンやゆで卵、冷凍餃子などの食品の名前
- ・ 成分・・・各栄養素の数値データ
  - ・ エネルギー
  - ・ 水分
  - ・ たんぱく質；アミノ酸組成によるたんぱく質
  - ・ 脂質；トリアシルグリセロール当量
  - ・ 飽和脂肪酸；一価飽和脂肪酸、多価飽和脂肪酸
  - ・ コレステロール
  - ・ 炭水化物；利用可能炭水化物
  - ・ 無機質；ナトリウム、カリウム、マグネシウム、リン
  - ・ ビタミン；ビタミンA、ビタミンB、ビタミンC、ビタミンK
  - ・ 食塩相当量
  - ・ アルコール、カフェイン、ポリフェノール

# 4, データ概要

## 4-2, 用語解説<sup>[5]</sup>

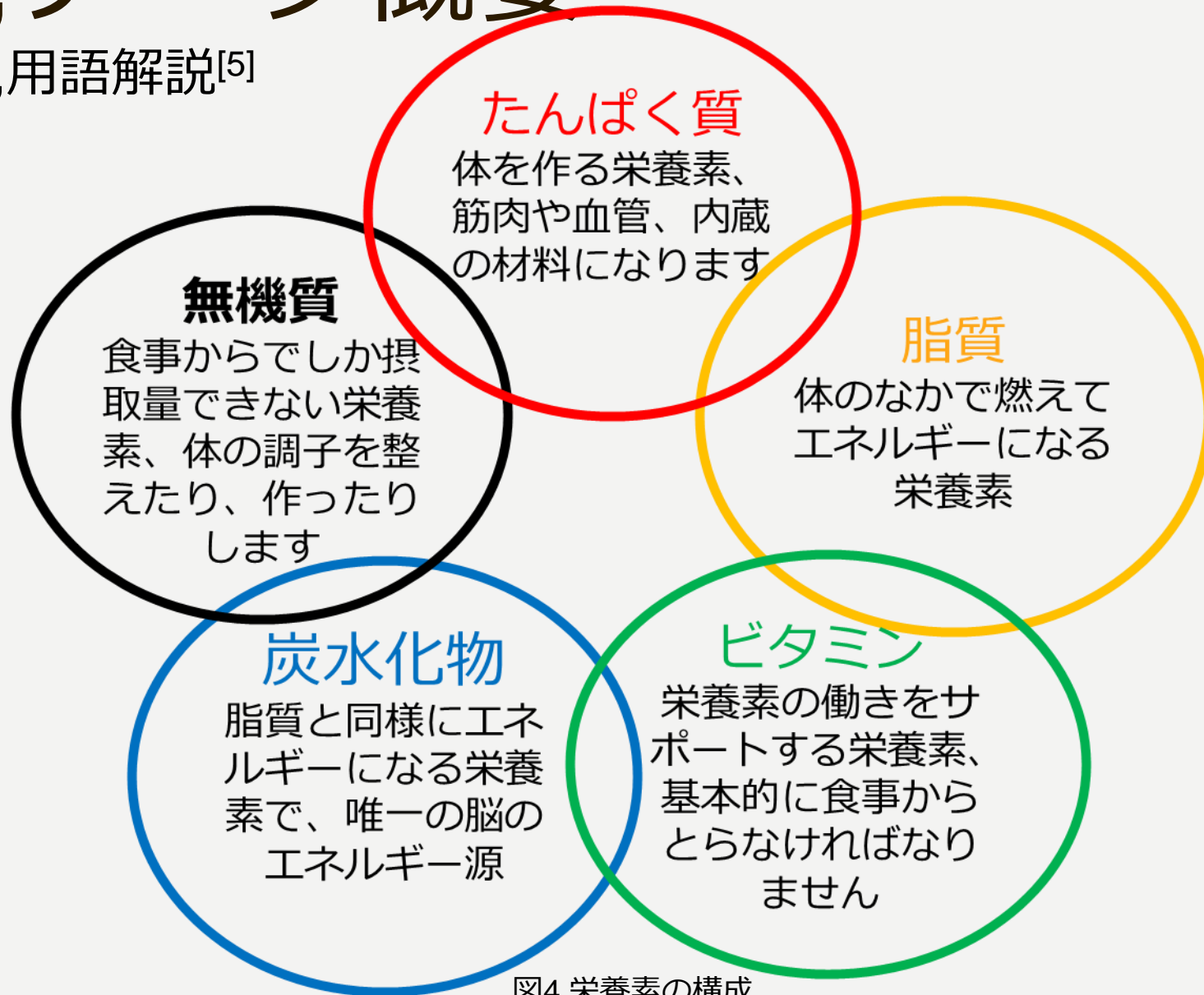


図4, 栄養素の構成

# 5, 研究目的と手順

## (1) 目標

栄養バランスが良くエネルギー摂取量を抑えた料理モデルを作成する。

## (2) 手順

Step1

1, 栄養素の関係を分析し食品を分類する。  
・主成分分析(VMS)

Step2

2, どの主成分がエネルギーに対して影響を与えているかについて分析する。  
・重回帰分析 (VRP)

Step3

3, 主成分からなる料理モデルをカロリーが最小となるような食品を組み合わせでつくる。  
・組み合わせ最適化(NUOPT)

# 6, 分析

## 6-1, 主成分分析<sup>[6]</sup>

表2, 主成分負荷量

	第1主成分	第2主成分	第3主成分	第4主成分	第5主成分
たんぱく質	-0.42749	0.112915	0.383741	0.094032	0.081586
脂質	-0.11407	0.601743	-0.23237	-0.24976	-0.04251
飽和脂肪酸	-0.07668	0.600564	-0.25604	-0.24785	-0.0742
炭水化物	0.01302	-0.32918	-0.19255	-0.4721	0.195275
食物繊維	-0.2416	-0.30275	-0.32288	-0.41353	0.055682
ナトリウム	-0.06256	-0.08533	0.114807	-0.03147	-0.68493
カルシウム	-0.31936	-0.09928	0.218058	-0.29469	-0.3533
リン	-0.48168	0.042082	0.367232	-0.1118	0.031806
レチノール 活性当量	-0.22668	-0.01293	-0.40231	0.510798	-0.12432
ビタミンK	-0.21592	-0.20353	-0.41321	-0.03893	-0.26026
ビタミンB1	-0.33833	-0.0101	-0.01822	-0.00352	0.515207
ビタミンB2	-0.43523	-0.06212	-0.25168	0.332693	0.034874

### 第1主成分

- ・たんぱく質、カルシウム、リン、ビタミンB1、ビタミンB2の値が**低い**です。
- ・食品は野菜や、米、などが第1主成分に含まれています。  
⇒**野菜+主食**グループ

### 第2主成分

- ・脂質、飽和脂肪酸の値が**高く**、炭水化物、食物繊維が**低い**です。
- ・食品はナッツ類、魚、肉、植物性油、乳製品が含まれています。  
⇒**主菜+お菓子**グループ

### 第3主成分

- ・たんぱく質、リンの値が**高く**、食物繊維、レチノール活性化当量、ビタミンKの値が**低い**です。
- ・食品は大豆、魚介類、だしが含まれます。  
⇒**味噌汁**グループ

### 第4主成分

- ・レチノール活性化当量、ビタミンB2が**高く**、炭水化物、食物繊維が**低い**です。
- ・のり、鳥や豚の内蔵などが含まれています。  
⇒**珍味**グループ

### 第5主成分

- ・ビタミンB1が**高い**値で、ナトリウムが**低い**値です。
- ・食品は小麦や玄米、豆、豚などが含まれています。  
⇒**パン+豚**グループ

# 6,分析

## 6-2,重回帰分析

カロリーを目的変数、第1主成分から第5主成分までを説明変数として重回帰分析をし、カロリーにどの主成分が**マイナス**の影響を与えているのか分析しました。



- **第1主成分**は野菜と主食が中心のグループで、影響度は2番目です。
- **第3主成分**は味噌汁のだしや具材のグループで、影響度は一番低いです。
- **第4主成分**は珍味が中心のグループで影響度は一番高いです。
- このことから**レチノール活性化当量**、**ビタミンB2**はカロリーを抑える栄養素であると言えます。

- カロリーを抑える主成分の特徴は肉料理を抜いた食品群で健康的な食品が多く見られるのがこの食品群です。
- これらの主成分の食品を組み合わせれば料理を作れば**健康的でカロリー**を抑えた料理ができ、ダイエットにつながります。

# 6,分析

## 6-2,重回帰分析

カロリーを目的変数、第1主成分から第5主成分までを説明変数として重回帰分析をし、カロリーにどの主成分が**プラス**の影響を与えているのか分析しました。



- **第2主成分**は主菜とお菓子のグループで、カロリーに最もプラスの影響を与えています。
- **第5主成分**はパンと豚のグループでカロリーにプラスの影響を与えますが全体として一番低い値です。
- **脂質**やパンやお菓子に多く含まれる**炭水化物**はカロリーの値を増加させます。



- この主成分の特徴は**肉**や**お菓子**、**パン**などに偏りがある食品群でお菓子など間食をする食品も含まれます。
- **肉料理**、**間食**をするとカロリーの摂取量が増え肥満になる可能性が増えると言えます。
- **脂質**や**炭水化物**を抑えればカロリーを抑えることができます。

# 6,分析

## 6-3,組み合わせ最適化

3つのカロリーを抑える主成分から料理モデルを作成し特徴を分析し、比較します。

### 料理モデル1

#### 野菜+主食グループ

- ・たんぱく質、カルシウム、リン、ビタミンB1、ビタミンB2の値が**低い**です。
- ・食品は野菜や、米、などが第1主成分に含まれています。

### 料理モデル2

#### 味噌汁グループ

- ・たんぱく質、リンの値が**高く**、食物繊維、レチノール活性化当量、ビタミンKの値が**低い**です。
- ・食品は大豆、魚介類、だしが含まれます。

### 料理モデル3

#### 珍味グループ

- ・レチノール活性化当量、ビタミンB2が**高く**、炭水化物、食物繊維が**低い**です。
- ・のり、鳥や豚の内蔵などが含まれています。

#### <目的>

- ・カロリーを脂質、炭水化物を抑えながら最小化する食品の組み合わせを決める。

#### <手順>

- 1) 食品の個数を7としました。(主食+主菜×3+副菜×3)
- 2) 脂質、炭水化物の基準値を決める。  
↳カロリーのみで最適化を行い、その結果の値か脂質、炭水化物の基準値を決めました。
- 3) この基準値で条件で組み合わせ最適化をしました。

# 6,分析

## 6-3,組み合わせ最適化

表3,料理モデル1の栄養素

エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	食物繊維	レチノール	ビタミンB1	ビタミンB2
215	12	1.7	43.8	13.3	240	0.21	0.2

料理モデル1



米

玄米



野菜・果物

- ・レッドキャベツ
- ・たまねぎ
- ・スイカ
- ・スターフルーツ
- ・パイナップル
- ジュース

図7,料理モデル1の食品



魚

くじら

<特徴>

- ・たんぱく質、脂質が少ないです。
- ・炭水化物、レチノールが多いです。
- ・野菜が中心の料理モデル



<料理>

- ・前菜、主食、主菜を幅広く作れます。
- ・デザートなども作れます。
- ・バランスの良い料理モデルと言えます。



# 6,分析

## 6-3,組み合わせ最適化

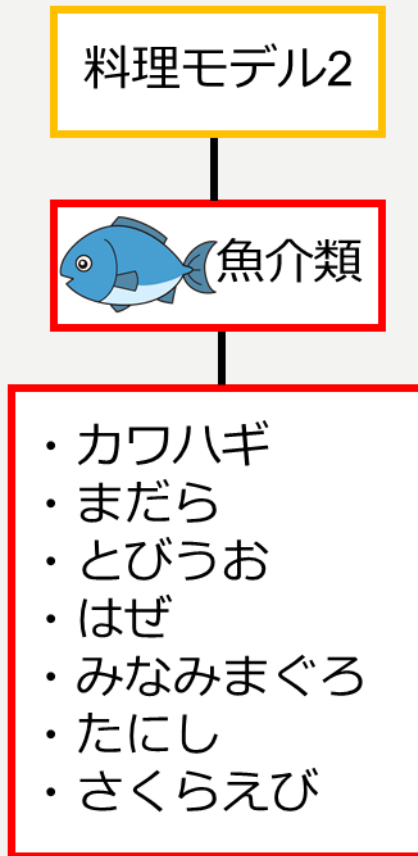


図8,料理モデル2の食品

表4,料理モデル2の栄養素

エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	食物繊維	レチノール	ビタミンB1	ビタミンB2
600	129.3	3.9	4	0	130	0.41	0.76

### <特徴>

- ・炭水化物、食物繊維、脂質が少ないです。
- ・たんぱく質、レチノールが多いです。
- ・魚介類だけの料理モデルです。



### <料理>

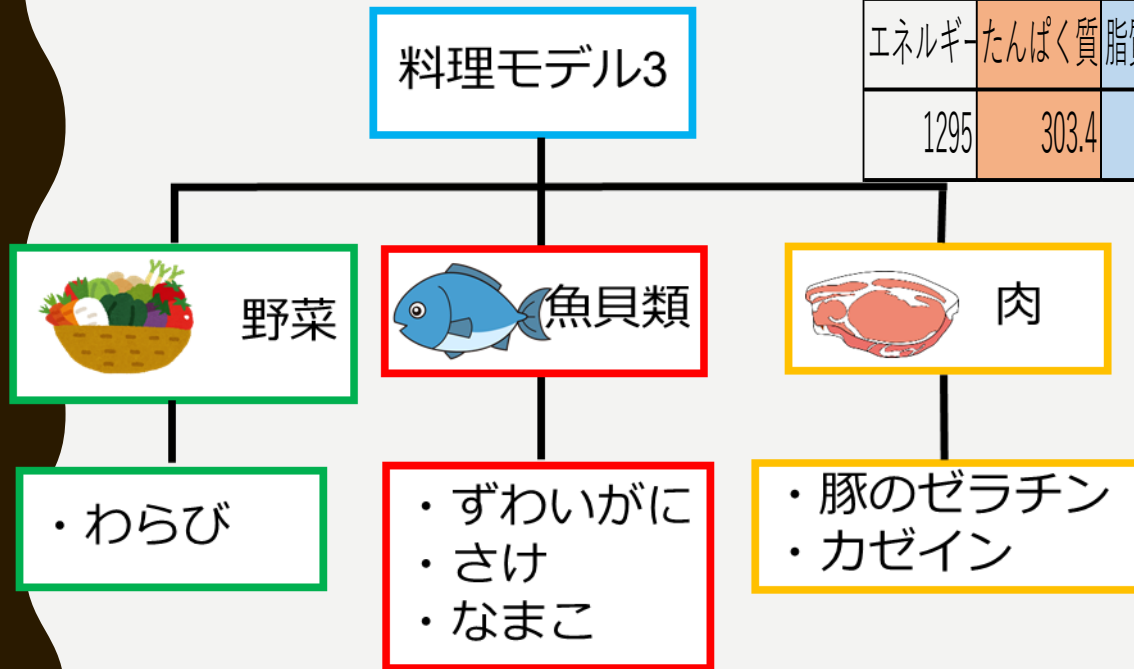
- ・主菜、汁物が作れます。
- ・とびうおからは、だしがとれお吸い物ができます。
- ・さくらえびがあり、かき揚げや天ぷらもできます。
- ・まぐろなどはお刺身にしても美味しいです。

# 6,分析

## 6-3,組み合わせ最適化

表5,料理モデル3の栄養素

エネルギー	たんぱく質	脂質	炭水化物	食物繊維	レチノール	ビタミンB1	ビタミンB2
1295	303.4	6.8	5	3.6	334	0.43	8.54



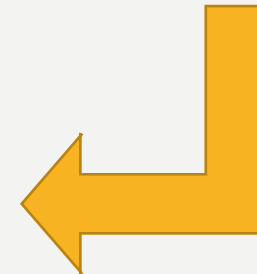
### <特徴>

- ・脂質、炭水化物、食物繊維が少ないです。
- ・たんぱく質、レチノール、ビタミンB2が多いです。
- ・魚介類が中心の料理モデルです。

図9,料理モデル3の食品

### <料理>

- ・主菜、副菜が作れます。
- ・さけとずわいがになどで、テリーヌができます。
- ・わらびで和え物ができます。
- ・なまこはお酢と和えて料理します。



# 7, 考察

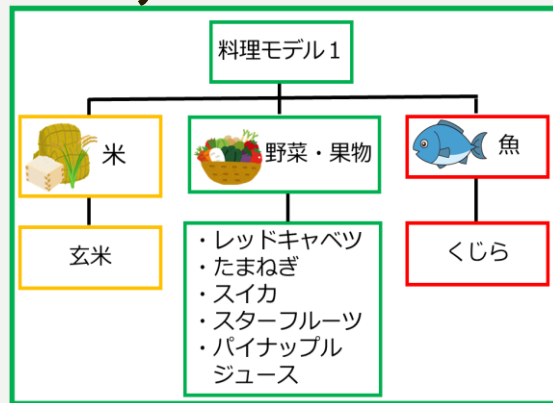


図7,料理モデル2の食品

- ・料理モデル1は主菜、主食、副菜の組み合わせの料理が可能です。
- ・カロリーが一番低い料理モデルです。
- ・栄養素のバランスが良い

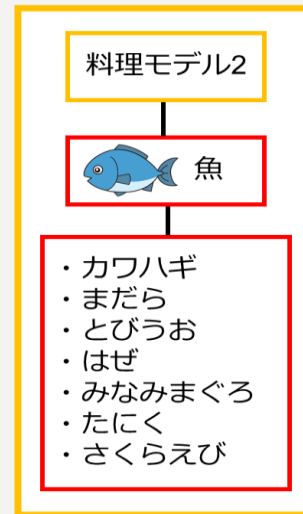


図8,料理モデル2の食品

- ・料理モデル2は主菜、汁物しかできません。
- ・栄養素がたんぱく質、レチノールに偏っているモデルです。

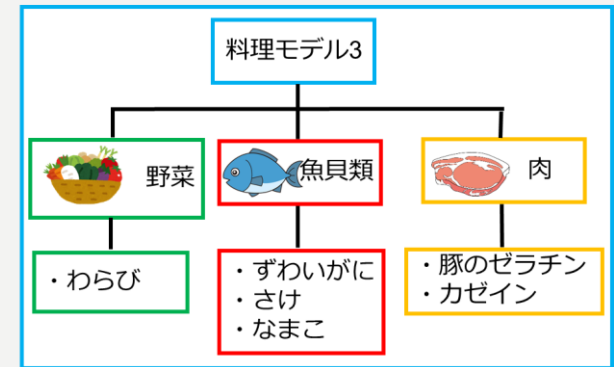


図9,料理モデル3の食品

- ・料理モデル3は野菜、魚介類、肉系をとることができます。
- ・カロリーが一番高い料理モデルです。
- ・栄養素がたんぱく質、レチノール、ビタミンB1に偏っているモデルです。

料理モデル1が一番カロリーが低く、さまざまな種類の食品から料理がつくれます。栄養素の配分の一番バランスがとれていて健康的なダイエットを実現させる料理モデルであると言えます。

# 8, 今後の課題

- 本研究で肥満の原因をカロリーだと仮定して研究しました。しかし、肥満は**ストレス**や**疲れ**など**精神的**な要因も含まれるかどうかについて研究したいです。
- **味**や**食感**、**香り**などを考慮しなかったなので、そこを考慮して研究をしたいです。
- 組み合わせ最適化で制約式にゆとりを持たせなかったなので、**ファジィ数**を利用した組み合わせ最適化で分析したいです[7]。
- 料理を組み合わせせて献立を作りたいです。



- 料理の特徴を学習し美味しいと思う要因やその日の気分などを入力し最適な料理を提案するようなシステムをつくる。

# 参考文献

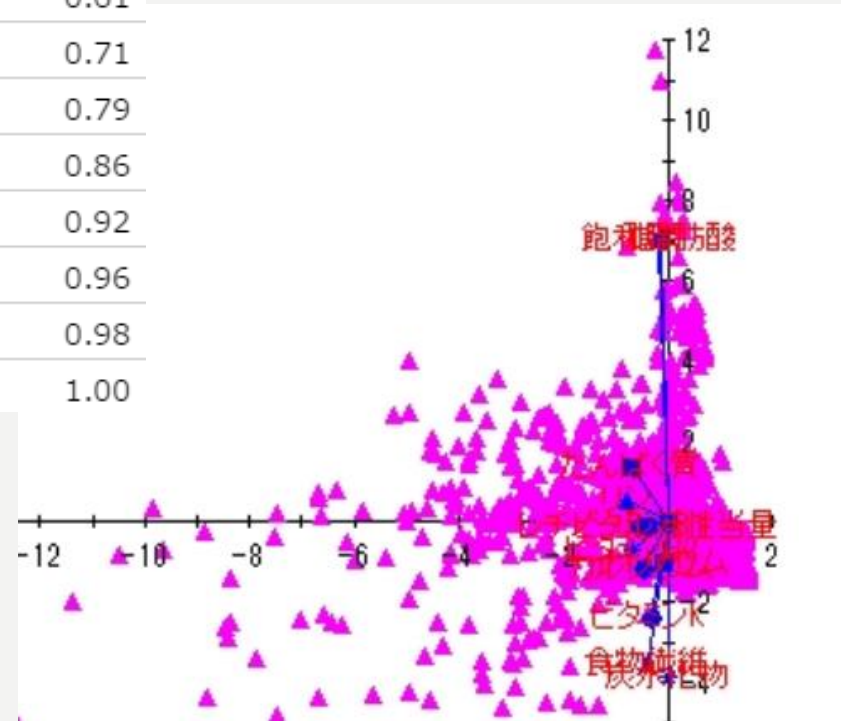
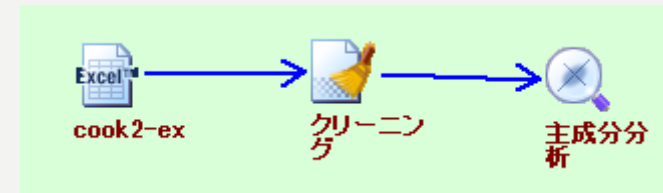
- [1] <http://www.dims.ne.jp/timelyresearch/2017/170315/>  
ネットリサーチチームスドライブ、最終閲覧(2018/10/3)
- [2] <https://www.alic.go.jp/joho-s>  
独立行政法人農畜産業振興機構、最終閲覧(2018/10/8)
- [3] 三成由美・濱田綾子・北原詩子・入来寛・御手洗早也伽・大仁田あずさ・宮原葉子・徳井教孝：“長期食生活調査における食事パターンの構造とその栄養素等摂取状況”,中村学園大学薬膳科学研究所研究紀要,Vol.8,pp43 – 66, (2016)
- [4] [http://www.mext.go.jp/a\\_menu/syokuhinseibun/1365295.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365295.htm)  
文部科学省、最終閲覧(2018/10/14)
- [5] <http://www.chantotaberu.jp/jikan>  
食育の時間、最終閲覧(2018/10/16)
- [6] <https://logics-of-blue.com/principal-components-analysis>  
Logics of blue、最終閲覧(2018/10/24)
- [7] 辻明日香・倉重賢治・亀山嘉正：“ファジィ数理経済学を用いた料理の選択”,日本知能情報学会誌,Vol20,pp337-346,(2008)

# APPENDIX

---

# 主成分分析の出力結果 (VMS)

	主成分名	標準偏差	寄与率	累積寄与率
1	第1主成分	1.52	0.21	0.21
2	第2主成分	1.41	0.18	0.39
3	第3主成分	1.17	0.12	0.51
4	第4主成分	1.05	0.10	0.61
5	第5主成分	1.02	0.10	0.71
6	第6主成分	0.95	0.08	0.79
7	第7主成分	0.90	0.07	0.86
8	第8主成分	0.76	0.05	0.92
9	第9主成分	0.71	0.05	0.96
10	第10主成分	0.50	0.02	0.98
11	第11主成分	0.41	0.02	1.00



累積寄与率が0.7を超えるところまでを採用しました。

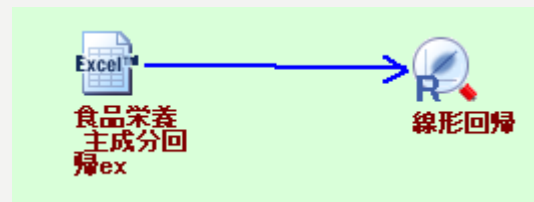
# 重回帰分析(VRP)

## 評価

	F統計量.値	F統計量.第一自由度	F統計量.第二自由度	決定係数	重相関係数	調整済決定係数
1	1006.35	5.00	2185.00	0.70	0.84	0.70

## 結果

	変数名	Estimate	Std. Error	t value	Pr(>  t )
1	(Intercept)	-0.00	0.01	-0.00	1.00
2	第1主成分	-0.29	0.01	-24.53	0.00
3	第2主成分	0.57	0.01	48.51	0.00
4	第3主成分	-0.22	0.01	-18.42	0.00
5	第4主成分	-0.48	0.01	-40.80	0.00
6	第5主成分	0.10	0.01	8.51	0.00





# 組み合わせ最適化(NUOPT)

名前	値
バージョン	20.1.0
ステータス	最適化正常終了
問題名	model
変数の数	198
制約式の数	8
整数変数の数	198
目的	最小化
アルゴリズム	単体法+分枝限定法
問題種別	線形整数計画
目的関数値	215
単体法計算フェー	整数解探索終了
単体法ピボット数	21
部分問題数	1
実行可能解の個	1
メモリ利用状況(M...	11/8(134213231/5191)
経過時間(秒)	0.52

## 条件式

```
Set · I; ↓  
Element · i(set=I); ↓  
↓  
IntegerVariable · x(type=binary, index=i, name="料理選択"); ↓  
↓  
Parameter · energy(index=i, name="エネルギー"); ↓  
Parameter · s(index=i, name="脂質"); ↓  
Parameter · t(index=i, name="炭水化物"); ↓  
↓  
sum(x[i], i) == 7; ↓  
sum(x[i]*s[i], i) <= 1.7; ↓  
sum(x[i]*t[i], i) <= 47.4; ↓  
↓  
Objective · total_energy(type=minimize, name="最小エネルギー"); ↓  
... total_energy = sum(x[i]*energy[i], i); ↓
```