

包絡分析法を用いて提案された食品摂取パターンにおける食事摂取基準の遵守

研究分担者 杉本南^{1,2}

研究代表者 片桐 諒子²

¹ 東邦大学医学部社会医学講座衛生学分野

² 東京大学大学院医学系研究科社会予防疫学分野

³ 千葉大学大学院情報学研究院

【研究要旨】

近年、包絡分析法を用いて、現在の食事よりも改善された食品摂取パターンを提案する手法が開発された。本研究では、包絡分析法で提案された日本人の食品摂取パターンにおける、食事摂取基準の遵守度を調べた。2022年に、男性184人、女性185人の非連続4日間食事記録データに対して包絡分析法を用いて食品摂取パターンを算出した際のデータを再分析した。包絡分析法で提案された食品摂取パターンにおける栄養素摂取量を、食事摂取基準2020年版の基準値と比べ、摂取量が推定平均必要量未満の者、目安量以上の者、目標量の範囲を逸脱している者の割合を求めた。包絡分析法で提案された食品摂取パターンでは、観察された食品摂取パターンと比べて、食塩、総脂質、飽和脂肪酸を除く多くの栄養素で、推定平均必要量未満の者が少なく、目安量以上の者が多く、目標量を逸脱している者が少ない傾向が見られた。しかし、改善の程度は栄養素によって異なっているほか、観察された食品摂取パターンでの摂取量の分布によっては、提案された食品摂取パターンで、目標量を逸脱するものが増えてしまう栄養素もあった。

A. 背景と目的

公衆衛生の促進と慢性疾患の予防を目的として、各国がFood based dietary guidelineを提案している¹。これらのガイドラインは、各人口層の栄養ニーズ、食料の入手可能性、文化的習慣に合わせた食品の選択と食生活パターンに関する実践的なアドバイスを提供するように構成されている。

Food based dietary guidelinesの食品摂取パターンを定めるにあたって、数理計画法の一つである、線形計画法が用いられることがある。この方法では、現在の食品摂取パターンに最も近く、かつ栄養素に関するガイドラインが満たされるような食品摂取パターン(=最適化された食品摂取パターン)を算出することが理論上可能である²。しかし、線形計画法の解として得られたパターンが、献立として組み合わせる

のが難しい、実現性の低い構成になってしまう可能性がある。この限界に対応する方法として、近年、別の数理計画法である、包絡分析法を用いて食品構成を求める方法がオランダの研究グループから提案された^{3,4}。この方法では、まず、対象者集団の中から、栄養素または食品の面で、好ましい摂取の傾向を持つ者を選び(これをefficient dietsと呼ぶ)、次に、efficient dietsを組み合わせることによって、efficient dietsと判定されなかった個々人(inefficient dietsと呼ぶ)に、改善された食品摂取パターンを提案する。Efficient dietsを選ぶ際には、a.多く摂取すべき食品または栄養素と、b.少なく摂取すべき食品または栄養素をあらかじめ決めておき、対象者の集団の中で、aとbの摂取量の比を多次元で比較し、bに対してaの量が多いものをefficient dietsに選定

する。改善された食品摂取パターンを求める際には、inefficient diets のそれぞれについて、元の食事よりも、a の摂取量が多く、かつ b の摂取量が少なくなるように条件付けられている。さらに、栄養学的な食事の質を表すスコア (Nutrient-Rich Food Index) が最大になるような条件を加え、改善された食品構成の食事の質を高めるようにモデルを設定することもできる⁴。線形計画法と包絡分析法による食品摂取パターンの方法の概念図を図1に示す。

報告者は、2022 年にオランダ国ワゲニンゲン大学の研究者らとの共同研究として、日本人の食事データに対して上記の方法を用いて、改善された食品摂取パターンを提案した⁵。しかし、この方法では、提案された食品摂取パターンが、必ずしも食事摂取基準を満たすものとなっていない。そこで、本研究では、2022 年に発表した報告のデータを再分析することで、包絡分析法で得られる食品摂取パターンの食事摂取基準の遵守度を調べることを目的とした。

B. 方法

2013 年に全国 23 都道府県から参加した 392 名の非連続4日間食事記録データを用いた。この食事記録データの詳細は Asakura et al. が報告している^{6,7}。この食事記録データは、東京大学医学部倫理委員会の承認のもと、収集された(承認番号 10 005, 承認日 2013 年 1 月)。

Sugimoto et al. は、この 392 人のうち、エネルギー摂取量が妥当だと推定された男性 184 人と女性 185 人に対して包絡分析法を用いた⁵。具体的には、次のような手順である。

まず、多く摂取すべき食品として、果物、野菜、豆類、ナッツ類／種子類、牛乳／クリーム／ヨーグルト、魚介類、全粒穀物を、少なく摂取すべき食品として red meat および加工肉、精製穀物、加糖飲料、エタノール(アルコール飲料の代替として)を定めた。次に、これらの摂取量の比を多次元的に比較し、efficient

diets の者を同定した。その結果、男性 74 人、女性 71 人が efficient diets と同定された。さらに、efficient diets を組み合わせることで、inefficient diets と同定された個人に対して、改善された食品摂取パターンを提案した。この時、次の5つのモデルで食品摂取パターンを算出した。①MAX acceptability model: 観察された食品摂取パターンと、提案された食品摂取パターンとの間で、各食品群の摂取量の差の合計が最小になるモデル、②MAX NRF model: 提案された食品摂取パターンの NRF スコアが最大になるモデル、③MIN cost model: 提案された食品摂取パターンの金銭的な食事のコストが最小になるモデル、④MIN GHGE model: 食事に関連する温室効果ガス排出量 (greenhouse gas emissions: GHGE) が最小になるモデル、⑤OPT all model: ①～④をすべて組み合わせたモデル。

Efficient diets を組み合わせて inefficient diets を求めるため、摂取量は男性 2500 kcal、女性 2000 kcal に標準化し、さらに、男女は分けて解析を行った。

観察された食品摂取パターンと、提案された食品摂取パターンのそれぞれについて、カットポイント法を用いて、食事摂取基準2020年版の各基準値(補足表1)と栄養素の摂取量を比較し、推定平均必要量未満の者、目安量以上の者、目標量の範囲を逸脱している者の割合を求めた。女性の鉄の摂取量に関しては、月経なしの推定平均必要量を用いたカットポイント法、月経ありの推定平均必要量を用いたカットポイント法のほか、WHO/FAO のガイドライン⁸にある分布表(補足表2)を用いて、probability method による推定も行った。

C. 結果

男性の結果を表1に、女性の結果を表2に示す。男女いずれにおいても、食塩、総脂質と飽和脂肪酸を除き、包絡分析法で提案された食品摂取パターンの方が、観察された食品摂

取パターンに比べて、推定平均必要量未満の者が少なく、目安量以上の者が多く、目標量を逸脱している者が少ない傾向が見られた。ただし、順守度の改善の程度はモデルと栄養素によっても様々であり、NRFを最大化するモデル(MAX NRF model)において、遵守度の改善の程度が大きい傾向があった。

食塩では、いずれのモデルでも、観察された食品摂取パターンと、目標量を逸脱している者の割合が変わらなかった。

飽和脂肪酸に関しては、女性の MAX NRF model、MIN cost model、OPT all model において、目標量よりも摂取量が多い者の割合が、観察された食品摂取パターンよりも多かった。

D. 考察

包絡分析法を用いて提案された食品摂取パターンでは、観察された食品摂取パターンと比べて、多くの栄養素で、食事摂取基準の遵守度が改善していた。しかし、食品摂取パターンを求めるにあたり、食事摂取基準を満たすことを条件づけていないこと、efficient diets を組み合わせで食品摂取パターンを提案するという方法の性質上、遵守度の改善の程度も制限されることが明らかになった。特に、efficient diets においても遵守できていない、あるいは基準値に近い摂取量の分布を持つ栄養素(例、食塩、総脂質、飽和脂肪酸)については、包絡分析法を用いて提案された食品摂取パターンでも遵守が難しくなると考えられる。

包絡分析法を用いた食品摂取パターンを食事ガイドに生かす際には、現在の食事に近く、実現可能性は高いが、食事の質の改善の程度は小さいことを考慮する必要がある。

E. 結論

包絡分析法を用いて提案された食品摂取パターンでは、観察された食品摂取パターンと比べて、食塩、総脂質、飽和脂肪酸を除く多くの栄養素で、食事摂取基準の遵守度が改善して

いた。しかし、観察された栄養素摂取量の分布と方法の制約により、改善の程度は栄養素によっても大きく異なることが明らかになった。

F. 健康危険情報 なし

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

I. 参考文献

- 1) Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dietary guidelines
<https://www.fao.org/nutrition/nutrition-education/food-dietary-guidelines/en/> (accessed on April 14, 2025)
- 2) Gazan R, Brouzes CMC, Vieux F, Maillot M, Lluch A, Darmon N. Mathematical Optimization to Explore Tomorrow's Sustainable Diets: A Narrative Review. Adv Nutr. 2018 Sep 1;9(5):602-616.
Yang W, et al. Is heme iron intake associated with risk of coronary heart disease? A meta-analysis of prospective studies. Eur J Nutr 2014; 53: 395-400. (例)
- 3) Kanellopoulos A, Gerdessen JC, Ivancic A, Geleijnse JM, Bloemhof-Ruwaard JM, Van't Veer P. Designing healthier and acceptable

- diets using data envelopment analysis. *Public Health Nutr.* 2020 Sep;23(13):2290–2302.
- 4) Mertens E, Kuijsten A, Kanellopoulos A, et al. Improving health and carbon footprints of European diets using a benchmarking approach. *Public Health Nutr* 2021;24(3):565–75.
- 5) Sugimoto M, Temme EHM, Biesbroek S, et al. Exploring culturally acceptable, nutritious, affordable and low climatic impact diet for Japanese diets: proof of concept of applying a new modelling approach using data envelopment analysis. *Br J Nutr* 2022;128(12):2438–52.
- 6) Asakura, K, Uechi, K, Sasaki, Y, et al. Estimation of sodium and potassium intakes assessed by two 24 h urine collections in healthy Japanese adults: a nationwide study. *Br J Nutr* 2014; 112, 119–205.
- 7) Asakura, K, Uechi, K, Masayasu, S, et al. Sodium sources in the Japanese diet: difference between generations and sexes. *Public Health Nutr* 2015; 19, 2011–2023.
- 8) WHO/FAO. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva, Switzerland; 2006.

表1 日本人成人男性184名(20～69歳)の4日間の食事記録に基づく、観察された食品摂取パターン(observed diets)と包絡分析法による食品摂取パターン(modelled diets)における、食事摂取基準2020年度版の遵守者の割合*

per 2500 kcal/d	Observed diet											Modelled diet (MAX acceptability model)										
	Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)				Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)			
			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	86.9	12.3	72.2	78.3	85.9	94.7	103.3	0	-	-	-	88.0	10.6	76.5	81.6	88.3	94.8	100.8	0	-	-	-
Protein (%E)	13.9	2.0	11.6	12.5	13.7	15.2	16.5	-	-	41	0	14.1	1.7	12.2	13.1	14.1	15.2	16.1	-	-	32	0
Total fat (%E)	27.2	5.1	20.9	23.7	26.7	30.4	34.2	-	-	7	28	27.0	4.2	21.7	25.2	27.1	29.6	32.0	-	-	6	20
Saturated fat (%E)	7.6	1.9	5.2	6.2	7.6	8.9	10.2	-	-	-	62	7.6	1.5	5.8	6.7	7.6	8.5	9.5	-	-	-	68
n-6 PUFA (g/day)	12.9	3.0	9.1	10.8	12.7	15.0	16.7	-	83	-	-	13.0	2.6	10.5	11.5	12.9	14.2	15.9	-	89	-	-
n-3 PUFA (g/day)	2.7	0.9	1.7	2.0	2.6	3.2	3.9	-	71	-	-	2.7	0.7	1.9	2.3	2.7	3.1	3.5	-	85	-	-
Carbohydrate (%E)	52.5	7.7	43.7	47.7	53.1	57.7	61.2	-	-	35	2	53.0	6.9	44.1	49.9	54.1	56.8	59.9	-	-	26	2
Dietary fibre (g/day)	15.4	5.0	10.0	12.4	14.8	17.4	20.7	-	-	91	-	16.5	5.3	11.5	13.5	15.6	18.3	22.2	-	-	86	-
Vitamin A (μg RAE/d)	683	906	313	378	520	656	813	73	-	-	-	840	933	384	506	609	778	1166	57	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	8.7	5.6	2.6	4.1	7.7	12.0	16.8	-	47	-	-	8.5	4.0	3.6	5.8	8.5	10.4	13.1	-	51	-	-
Vitamin E (mg/d)	8.4	2.0	6.2	7.1	8.1	9.3	11.0	-	86	-	-	8.9	1.9	7.0	7.7	8.7	9.9	11.4	-	96	-	-
Vitamin K (mg/d)	255.3	107.5	142.6	175.7	231.1	324.1	404.9	-	85	-	-	270.7	90.2	173.3	205.4	259.6	323.9	404.4	-	95	-	-
Thiamin (mg/d)	1.2	0.3	0.8	0.9	1.2	1.3	1.5	52	-	-	-	1.1	0.2	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	58	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.5	0.4	1.0	1.2	1.4	1.7	1.9	27	-	-	-	1.5	0.3	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	14	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	22.3	5.9	15.5	18.0	21.3	26.2	30.2	3	-	-	-	21.9	4.7	16.4	19.0	21.5	24.4	27.2	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.5	0.4	1.0	1.2	1.4	1.8	2.0	15	-	-	-	1.6	0.3	1.2	1.3	1.5	1.8	2.0	7	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (μg/d)	7.6	4.9	2.9	4.2	6.5	9.6	13.6	4	-	-	-	8.2	4.5	3.8	5.2	7.4	9.7	13.3	2	-	-	-
Folate (μg/d)	399	150	238	283	376	482	582	2	-	-	-	428	110	292	352	421	492	582	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	6.9	1.3	5.4	5.9	6.8	7.5	8.8	-	88	-	-	7.1	1.1	6.0	6.4	7.0	7.6	8.7	-	97	-	-
Vitamin C (mg/d)	117	50	60	79	109	150	185	29	-	-	-	129	43	77	100	127	154	183	13	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent/d)	11.8	2.5	8.7	10.0	11.7	13.3	15.2	-	-	-	98	11.2	2.1	8.7	9.9	11.1	12.3	13.3	-	-	-	98
Potassium (mg/day)	2926	690	2168	2460	2813	3280	3817	71	-	59	-	3058	615	2336	2629	3011	3486	3750	-	81	49	-
Calcium (mg/d)	544	156	363	423	527	625	761	68	-	-	-	566	137	410	482	550	629	759	67	-	-	-
Magnesium (mg/d)	321	74	233	268	312	362	427	46	-	-	-	332	67	253	286	330	371	419	37	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1238	181	1027	1115	1224	1351	1477	-	91	-	-	1262	157	1072	1171	1252	1355	1460	-	97	-	-
Iron (mg/d)	9.3	2.1	6.9	7.8	9.0	10.7	12.4	5	-	-	-	9.8	1.7	7.7	8.8	9.8	10.7	11.8	3	-	-	-
Zinc (mg/d)	10.2	2.1	7.7	9.0	10.1	11.2	12.4	23	-	-	-	10.3	1.9	8.6	9.5	10.2	10.9	12.0	15	-	-	-
Copper (mg/d)	1.4	0.3	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	1	-	-	-	1.5	0.2	1.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1	-	-	-
Manganese (mg/d)	4.7	2.6	3.0	3.4	4.2	5.1	6.7	-	54	-	-	4.8	1.4	3.4	4.0	4.6	5.4	6.3	-	77	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents; NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2500 kcal/day

†Niacin equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

表 1(続き)

per 2500 kcal/d	Modelled diet (MAX NRF model)											Modelled diet (MIN cost model)										
	Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)				Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)			
			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	97.1	12.5	78.2	89.7	101.8	106.5	108.1	0	-	-	-	89.4	10.8	77.0	82.6	89.7	97.0	102.0	0	-	-	-
Protein (%E)	15.5	2.0	12.5	14.3	16.3	17.0	17.3	-	-	15	0	14.3	1.7	12.3	13.2	14.3	15.5	16.3	-	-	28	0
Total fat (%E)	27.9	3.9	21.8	26.8	28.7	29.7	30.8	-	-	5	18	26.8	4.3	21.2	24.2	27.3	29.6	31.8	-	-	5	20
Saturated fat (%E)	8.0	1.4	6.0	7.5	8.3	8.6	9.2	-	-	-	82	7.7	1.6	5.8	6.6	7.5	8.7	9.8	-	-	-	64
n-6 PUFA (g/day)	12.9	2.7	9.7	11.4	12.7	14.1	16.0	-	86	-	-	12.8	2.6	9.6	11.3	12.8	14.2	15.8	-	87	-	-
n-3 PUFA (g/day)	3.1	0.8	2.0	2.6	3.2	3.7	4.1	-	88	-	-	2.8	0.7	1.9	2.4	2.8	3.3	3.7	-	88	-	-
Carbohydrate (%E)	52.7	6.3	45.7	51.4	53.3	55.3	58.3	-	-	20	2	53.8	6.9	45.8	50.5	54.8	57.8	61.5	-	-	21	2
Dietary fibre (g/day)	20.0	6.0	11.8	16.0	20.3	23.6	25.4	-	-	55	-	17.0	5.3	11.8	13.8	16.3	18.9	22.9	-	-	85	-
Vitamin A (μg RAE/d)	845	877	398	626	733	788	863	27	-	-	-	775	885	386	522	628	727	851	54	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	9.6	3.9	4.7	7.7	10.0	11.5	13.0	-	68	-	-	9.8	3.9	4.7	7.7	9.9	11.4	14.1	-	70	-	-
Vitamin E (mg/d)	9.7	2.0	7.2	8.5	9.8	10.7	12.0	-	96	-	-	9.1	2.0	6.8	7.7	8.8	10.3	11.7	-	96	-	-
Vitamin K (mg/d)	391.0	147.5	188.0	267.1	395.6	514.2	588.7	-	95	-	-	291.3	96.6	185.8	221.0	283.4	350.1	418.5	-	95	-	-
Thiamin (mg/d)	1.3	0.2	0.9	1.2	1.3	1.4	1.4	24	-	-	-	1.1	0.2	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	58	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.9	0.4	1.3	1.5	1.9	2.2	2.3	9	-	-	-	1.6	0.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.8	11	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	23.9	4.4	18.1	22.4	24.5	26.3	27.2	2	-	-	-	21.9	4.6	16.6	19.5	21.5	24.4	27.0	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.8	0.4	1.3	1.7	2.0	2.1	2.1	5	-	-	-	1.6	0.3	1.2	1.4	1.7	1.9	2.0	6	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (μg/d)	11.2	5.5	4.2	7.3	11.3	13.7	16.8	2	-	-	-	8.6	4.4	4.2	6.2	8.0	10.3	13.2	2	-	-	-
Folate (μg/d)	528	132	313	464	559	632	670	2	-	-	-	421.0	117.4	282.0	335.0	410.3	497.0	574.9	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	8.5	1.5	6.3	7.4	8.9	9.7	10.1	-	97	-	-	7	1	6	7	7	8	9	-	97	-	-
Vitamin C (mg/d)	163	50	88	136	168	203	217	9	-	-	-	129	45	77	97	125	155	190	14	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent/d)	10.6	2.1	8.7	9.3	10.2	11.3	13.0	-	-	-	98	11.0	2.1	8.7	9.7	10.9	12.1	13.3	-	-	-	98
Potassium (mg/day)	3613	677	2501	3289	3838	4042	4265	-	90	20	-	3135	587	2447	2734	3086	3507	3750	88	-	42	-
Calcium (mg/d)	754	209	430	592	806	923	971	26	-	-	-	593	142	410	502	585	681	791	55	-	-	-
Magnesium (mg/d)	395	74	283	350	422	448	465	15	-	-	-	350	66	273	307	347	398	429	22	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1448	210	1115	1322	1535	1624	1652	-	97	-	-	1299	165	1086	1199	1311	1415	1503	-	97	-	-
Iron (mg/d)	10.8	1.8	8.3	9.9	11.1	12.1	12.7	3	-	-	-	9.8	1.7	7.6	8.8	9.8	10.7	12.1	3	-	-	-
Zinc (mg/d)	11.7	2.6	9.2	10.6	11.4	12.8	14.3	8	-	-	-	10.3	1.9	8.8	9.5	10.3	10.9	12.1	14	-	-	-
Copper (mg/d)	1.6	0.3	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1	-	-	-	1.5	0.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1	-	-	-
Manganese (mg/d)	5.3	1.4	3.5	4.5	5.6	6.1	6.3	-	84	-	-	4.8	1.4	3.4	3.9	4.7	5.3	6.1	-	72	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents, NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2500 kcal/day

†Niacine equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

表 1(続き)

per 2500 kcal/d	Modelled diet (MIN GHGE model)											Modelled diet (OPT all model)										
	Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)				Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)			
			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	88.7	10.8	75.5	82.5	88.3	96.3	101.6	0	-	-	-	89.0	10.5	77.0	83.0	89.0	95.6	101.7	0	-	-	-
Protein (%E)	14.2	1.7	12.1	13.2	14.1	15.4	16.3	-	-	30	0	14.2	1.7	12.3	13.3	14.2	15.3	16.3	-	-	28	0
Total fat (%E)	26.4	4.2	21.3	24.5	26.5	28.5	31.1	-	-	7	15	26.3	4.2	21.4	23.8	26.4	28.6	31.3	-	-	6	15
Saturated fat (%E)	7.3	1.4	5.8	6.4	7.2	8.1	9.2	-	-	-	56	7.4	1.5	5.8	6.5	7.2	8.2	9.5	-	-	-	55
n-6 PUFA (g/day)	12.7	2.6	10.1	11.3	12.4	13.6	15.8	-	88	-	-	12.8	2.6	10.0	11.4	12.7	14.1	15.8	-	86	-	-
n-3 PUFA (g/day)	2.9	0.7	1.9	2.4	2.9	3.3	3.7	-	87	-	-	2.8	0.7	2.0	2.4	2.9	3.2	3.7	-	88	-	-
Carbohydrate (%E)	54.9	6.9	46.2	52.1	56.4	58.7	61.7	-	-	16	3	54.1	6.9	45.7	50.9	55.4	58.2	61.3	-	-	21	2
Dietary fibre (g/day)	18.9	5.7	11.8	15.2	18.7	21.8	25.5	-	-	68	-	17.6	5.3	11.8	14.5	17.2	19.8	22.9	-	-	81	-
Vitamin A (µg RAE/d)	760	886	394	526	611	694	821	62	-	-	-	782	885	398	533	630	729	859	54	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	10.2	3.9	4.7	8.5	10.6	12.4	13.8	-	75	-	-	9.7	3.9	4.7	7.8	9.9	11.5	13.3	-	70	-	-
Vitamin E (mg/d)	9.4	1.9	7.2	8.3	9.4	10.5	11.7	-	96	-	-	9.5	2.0	7.1	8.1	9.5	10.8	11.9	-	96	-	-
Vitamin K (mg/d)	330.0	111.7	188.0	246.8	334.3	413.3	470.9	-	95	-	-	298.5	99.2	185.8	235.4	283.2	354.6	436.2	-	95	-	-
Thiamin (mg/d)	1.2	0.2	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	44	-	-	-	1.2	0.2	0.9	1.0	1.1	1.3	1.4	55	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.6	0.3	1.3	1.4	1.6	1.7	2.0	11	-	-	-	1.6	0.3	1.3	1.4	1.5	1.7	1.9	12	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	22.6	4.5	16.7	20.3	22.8	24.9	27.0	2	-	-	-	22.7	4.6	17.1	20.2	22.8	25.3	27.4	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.7	0.3	1.2	1.5	1.8	1.9	2.1	6	-	-	-	1.7	0.3	1.3	1.5	1.8	2.0	2.1	5	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (µg/d)	8.9	4.5	4.3	6.2	8.7	11.1	13.6	2	-	-	-	8.9	4.6	4.3	6.3	8.2	11.0	14.0	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	450.9	117.2	287.9	372.5	457.6	523.4	589.3	2	-	-	-	438.7	112.1	296.7	362.1	433.0	511.4	583.2	2	-	-	-
Folate (µg/d)	8	1	6	7	8	9	9	-	97	-	-	8	1	6	7	8	8	9	-	97	-	-
Vitamin C (mg/d)	139	46	77	106	142	166	199	11	-	-	-	137	44	85	108	136	162	198	10	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent/d)	11.1	2.0	8.7	9.8	11.1	12.2	13.3	-	-	-	98	11.0	2.0	8.7	9.7	10.9	11.7	13.1	-	-	-	98
Potassium (mg/day)	3186	588	2468	2797	3193	3549	3813	89	-	37	-	3179	581	2470	2843	3184	3526	3791	89	-	37	-
Calcium (mg/d)	585	143	410	496	574	652	769	58	-	-	-	580	146	410	481	570	667	765	60	-	-	-
Magnesium (mg/d)	359	67	275	314	361	402	439	21	-	-	-	356	65	272	316	360	398	433	21	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1321	166	1077	1226	1344	1428	1535	-	97	-	-	1306	159	1107	1222	1305	1406	1491	-	97	-	-
Iron (mg/d)	10.2	1.8	7.8	9.3	10.3	11.3	12.4	3	-	-	-	9.9	1.7	8.0	8.9	9.9	10.8	12.3	3	-	-	-
Zinc (mg/d)	10.2	1.8	8.8	9.5	10.2	10.7	12.1	11	-	-	-	10.5	1.9	9.1	9.8	10.4	11.0	12.5	8	-	-	-
Copper (mg/d)	1.5	0.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1	-	-	-	1.5	0.2	1.3	1.5	1.6	1.7	1.8	1	-	-	-
Manganese (mg/d)	5.3	1.4	3.5	4.5	5.4	5.9	6.5	-	84	-	-	5.0	1.3	3.5	4.3	5.0	5.5	6.1	-	80	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents, NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2500 kcal/day

†Niacine equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

表2. 日本人成人女性 185 名 (20～69 歳) の 4 日間の食事記録に基づく、観察された食品摂取パターン (observed diets) と包絡分析法による食品摂取パターン (modelled diets) における、食事摂取基準 2020 年度版の遵守者の割合*

per 2000 kcal/d	Observed diet											Modelled diet (MAX acceptability model)										
	Percentile							DRI Compliance (%)				Percentile							DRI Compliance (%)			
	Mean	SD	10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)	Mean	SD	10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	71.6	10.0	59.8	64.4	71.5	76.1	83.1	0	-	-	-	72.5	9.7	61.4	66.3	71.9	77.8	84.8	0	-	-	-
Protein (%E)	14.3	2.0	12.0	12.9	14.3	15.2	16.6	-	-	31	1	14.5	1.9	12.3	13.3	14.4	15.6	17.0	-	-	30	1
Total fat (%E)	29.5	5.1	22.5	27.0	29.7	32.6	35.7	-	-	4	46	29.9	4.6	24.7	27.0	29.5	32.6	35.8	-	-	2	46
Saturated fat (%E)	8.8	2.3	6.2	7.3	8.6	10.2	11.6	-	-	-	79	8.8	1.9	6.8	7.4	8.6	9.8	10.9	-	-	-	87
n-6 PUFA (g/day)	11.0	2.7	7.5	9.1	11.0	12.5	14.7	-	87	-	-	11.0	2.1	8.6	9.6	11.1	12.1	13.2	-	94	-	-
n-3 PUFA (g/day)	2.2	0.8	1.3	1.6	2.1	2.7	3.3	-	71	-	-	2.2	0.7	1.5	1.8	2.2	2.6	3.0	-	80	-	-
Carbohydrate (%E)	53.6	5.4	47.0	50.1	53.8	57.4	60.4	-	-	24	2	53	5	48	51	53	57	59	-	-	21	1
Dietary fibre (g/day)	14.6	4.0	10.0	11.9	14.3	16.6	20.2	-	-	83	-	15.2	3.7	11.2	12.8	14.8	16.8	19.8	-	-	81	-
Vitamin A (μg RAE/d)	541	479	320	371	467	603	730	55	-	-	-	633	476	401	496	566	658	768	26	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	7.4	5.1	2.3	3.5	5.9	10.1	15.0	-	32	-	-	8.1	4.2	3.5	5.2	7.7	10.4	12.4	-	37	-	-
Vitamin E (mg/d)	7.7	1.9	5.6	6.3	7.4	8.8	10.0	-	88	-	-	8.0	1.5	6.4	7.0	7.8	8.6	9.6	-	97	-	-
Vitamin K (mg/d)	260.7	123.2	126.8	173.0	235.8	331.8	435.8	-	84	-	-	287.8	110.2	159.6	216.7	270.6	341.7	426.7	-	92	-	-
Thiamin (mg/d)	1.0	0.2	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	42	-	-	-	0.9	0.2	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	48	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.3	0.3	1.0	1.1	1.3	1.5	1.7	12	-	-	-	1.4	0.3	1.1	1.2	1.4	1.6	1.8	4	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	17.9	4.2	12.7	15.1	17.9	20.2	23.0	2	-	-	-	18.2	3.9	13.8	16.0	18.0	20.2	22.6	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.3	0.3	0.9	1.1	1.2	1.4	1.6	18	-	-	-	1.3	0.3	0.9	1.1	1.3	1.5	1.6	18	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (μg/d)	6.1	4.3	2.3	3.2	4.9	7.8	11.5	8	-	-	-	6.7	3.9	3.1	4.2	6.1	8.3	11.1	3	-	-	-
Folate (μg/d)	387	139	243	292	364	454	553	4	-	-	-	411	112	294	351	401	458	531	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	6.0	1.2	4.8	5.2	5.9	6.6	7.4	-	84	-	-	6.3	1.2	5.0	5.6	6.1	6.9	7.9	-	90	-	-
Vitamin C (mg/d)	122.3	50.5	66.6	84.1	116.7	144.6	191.2	26	-	-	-	126	44	79	98	120	144	181	15	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent)	9.8	2.3	7.1	8.3	9.6	11.1	12.6	-	-	-	95	9.1	2.1	7.0	7.6	8.7	10.2	11.4	-	-	-	95
Potassium (mg/day)	2734	622	1976	2295	2701	3031	3526	-	89	42	-	2929	580	2259	2515	2834	3247	3695	-	97	27	-
Calcium (mg/d)	541	172	355	426	516	629	730	62	-	-	-	594	173	418	491	561	668	812	43	-	-	-
Magnesium (mg/d)	291	69	216	248	284	320	384	21	-	-	-	304	64	239	260	298	333	383	9	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1064	166	868	965	1037	1132	1296	-	97	-	-	1110	166	934	1002	1083	1205	1331	-	98	-	-
Iron (mg/d)	8.4	2.0	6.1	7.0	8.3	9.4	10.7	4‡	-	-	-	8.9	1.7	7.0	7.8	8.7	9.7	10.9	2‡	-	-	-
								65§	-	-	-								56§	-	-	-
								62	-	-	-								56¶	-	-	-
Zinc (mg/d)	8.2	1.5	6.6	7.4	8.0	8.9	9.8	16	-	-	-	8	2	7	7	8	9	9	18	-	-	-
Copper (mg/d)	1.2	0.2	0.9	1.0	1.2	1.3	1.4	0	-	-	-	1.2	0.2	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	0	-	-	-
Manganese (mg/d)	4.3	2.4	2.8	3.1	3.9	4.8	6.0	-	62	-	-	4.4	1.5	3.2	3.7	4.1	4.6	5.6	-	85	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents, NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2000 kcal/day

†Niacin equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

‡ The percentage of participants below the EAR for non-menstruating females (cut-point method).

§ The percentage of participants below the EAR for menstruating females (cut-point method).

|| Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 64.3% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" byWHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstruating women. Thus, (0.643×178+0×7)/185×100=62(%)

¶Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 57.93% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" byWHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstruating women. Thus, (0.579×178+0×7)/185×100=56(%)

表2(続き)

per 2000 kcal/d	Modelled diet (MAX NRF model)											Modelled diet (MIN cost model)										
	Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)				Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)			
			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	82.3	11.1	63.3	76.1	85.8	90.8	91.8	0	-	-	-	71.8	10.1	60.3	64.3	71.1	77.7	85.7	0	-	-	-
Protein (%E)	16.5	2.2	12.7	15.2	17.2	18.2	18.4	-	-	13	1	14.4	2.0	12.1	12.9	14.2	15.5	17.1	-	-	34	1
Total fat (%E)	30.5	3.8	25.6	28.7	31.5	32.5	32.8	-	-	2	69	30.2	4.5	24.3	28.1	30.2	32.7	36.0	-	-	2	51
Saturated fat (%E)	8.7	1.6	7.2	8.0	8.8	8.9	10.5	-	-	-	91	8.84	1.77	7.10	7.76	8.72	9.87	10.7	-	-	-	90
n-6 PUFA (g/day)	13.1	2.9	9.0	11.1	13.2	16.0	16.4	-	94	-	-	11.7	2.1	9.0	10.7	12.1	12.8	14.2	-	94	-	-
n-3 PUFA (g/day)	2.4	0.6	1.6	2.2	2.4	2.6	3.0	-	88	-	-	2.35	0.73	1.54	1.87	2.24	2.81	3.2	-	85	-	-
Carbohydrate (%E)	52	4	50	51	51	54	58	-	-	10	1	53.8	4.6	48.1	51.2	53.5	56.9	59.1	-	-	17	1
Dietary fibre (g/day)	20.5	5.8	12.8	15.6	20.9	26.3	27.4	-	-	35	-	15.9	3.6	11.6	13.4	15.6	17.6	20.5	-	-	77	-
Vitamin A (μg RAE/d)	717	464	432	553	681	835	839	15	-	-	-	608	465	418	479	544	632	747	30	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	9.6	4.2	3.9	8.3	8.9	11.8	15.4	-	72	-	-	7.62	4.45	3.14	4.51	6.65	9.46	13.0	-	34	-	-
Vitamin E (mg/d)	9.6	2.1	6.5	8.0	9.6	11.6	11.7	-	97	-	-	8.36	1.71	6.39	7.32	8.22	9.24	10.4	-	97	-	-
Vitamin K (mg/d)	417.3	149.6	193.9	311.4	435.8	564.4	565.6	-	94	-	-	302.3	107.6	187.1	243.5	286.4	352.3	435.8	-	94	-	-
Thiamin (mg/d)	1.0	0.2	0.8	1.0	1.1	1.1	1.1	16	-	-	-	0.91	0.16	0.72	0.81	0.92	1.00	1.11	48	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.9	0.5	1.2	1.5	2.0	2.3	2.4	4	-	-	-	1.41	0.29	1.12	1.21	1.38	1.54	1.82	4.32	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	20.3	3.8	15.1	18.7	20.9	22.7	23.0	2	-	-	-	17.0	4.1	12.4	13.9	17.0	19.1	21.5	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.7	0.4	1.1	1.4	1.8	2.2	2.3	7	-	-	-	1.28	0.30	0.88	1.08	1.28	1.48	1.63	17	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (μg/d)	6.2	3.7	3.6	3.8	5.3	7.3	9.8	3	-	-	-	6.56	3.91	2.74	4.12	5.62	8.19	10.7	4	-	-	-
Folate (μg/d)	565	165	332	458	570	725	754	2	-	-	-	412	112	297	349	402	458	531	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	8.0	1.8	5.4	6.6	8.3	9.7	9.9	-	94	-	-	6.29	1.14	5.13	5.56	6.12	6.68	7.81	-	92	-	-
Vitamin C (mg/d)	195	70	100	136	199	267	280	9	-	-	-	129.5	44.5	78.4	101.4	123.8	152.1	183.3	15	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent)	8.5	2.2	6.9	7.2	7.7	9.1	11.5	-	-	-	95	9.40	2.17	7.03	7.98	9.20	10.5	12.1	-	-	-	95
Potassium (mg/day)	3902	1038	2464	2999	3883	4989	5217	-	97	11	-	2904	578	2269	2501	2821	3232	3695	-	97	32	-
Calcium (mg/d)	816	238	471	653	855	1040	1081	17	-	-	-	624	160	450	538	606	697	798	28	-	-	-
Magnesium (mg/d)	396	98	254	311	401	501	510	5	-	-	-	315	63	244	272	309	344	390	7	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1313	209	1000	1199	1353	1494	1526	-	98	-	-	1117	159	937	1014	1100	1199	1322	-	98	-	-
Iron (mg/d)d	11.4	2.8	7.4	9.5	11.5	14.3	14.7	2‡	-	-	-	8.99	1.71	7.15	7.98	8.89	9.84	11.1	14‡	-	-	-
								21§	-	-	-								54§	-	-	-
								34	-	-	-								54¶	-	-	-
Zinc (mg/d)	9.1	1.5	7.3	8.5	9.3	10.0	10.0	8	-	-	-	8.09	1.43	6.79	7.40	8.01	8.53	9.20	14	-	-	-
Copper (mg/d)	1.6	0.4	1.1	1.3	1.6	2.0	2.0	0	-	-	-	1.27	0.20	1.05	1.16	1.26	1.36	1.46	0	-	-	-
Manganese (mg/d)	5.5	1.6	3.2	4.5	5.5	6.7	6.8	-	88	-	-	4.31	1.43	3.19	3.60	4.06	4.57	5.34	-	83	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents; NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2000 kcal/day

†Niacine equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

‡ The percentage of participants below the EAR for non-menstruating females (cut-point method).

§ The percentage of participants below the EAR for menstruating females (cut-point method).

|| Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 35.57% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" byWHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstrating women. Thus, (0.3557×178+0×7)/185×100=34(%)

¶Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 56.58% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" byWHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstrating women. Thus, (0.5658×178+0×7)/185×100=54(%)

表2(続き)

per 2000 kcal/d	Modelled diet (MIN GHGE model)											Modelled diet (OPT all model)										
	Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)				Mean	SD	Percentile					DRI Compliance (%)			
			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)			10th	25th	50th	75th	90th	<EAR (%)	>=AI (%)	<DG (%)	>DG (%)
Protein (g/d)	72.7	10.6	59.8	64.4	72.2	79.7	87.1	0	-	-	-	74.8	9.5	62.6	69.9	74.1	80.4	87.0	0	-	-	-
Protein (%E)	14.5	2.1	12.0	12.9	14.4	15.9	17.4	-	-	30	1	15.0	1.9	12.5	14.0	14.8	16.1	17.4	-	-	18	1
Total fat (%E)	29.5	4.4	23.8	27.0	29.4	32.5	34.5	-	-	2	41	30.0	4.2	24.7	28.1	30.0	32.3	35.0	-	-	2	50
Saturated fat (%E)	8.70	1.87	6.93	7.43	8.43	9.73	11.0	-	-	-	88	8.61	1.71	6.98	7.74	8.34	9.27	10.7	-	-	-	90
n-6 PUFA (g/day)	11.9	2.3	9.0	10.5	12.2	13.3	14.9	-	94	-	-	11.7	2.2	9.0	10.4	11.9	13.0	14.4	-	94	-	-
n-3 PUFA (g/day)	2.28	0.75	1.54	1.82	2.12	2.58	3.29	-	82	-	-	2.43	0.71	1.61	2.06	2.37	2.80	3.31	-	88	-	-
Carbohydrate (%E)	54.4	4.9	48.0	51.4	54.7	57.5	60.0	-	-	17	2	53.2	4.4	47.7	50.9	53.3	55.7	58.3	-	-	18	1
Dietary fibre (g/day)	16.5	3.5	11.9	14.6	16.3	18.2	20.9	-	-	72	-	16.2	3.6	11.9	14.1	15.6	17.8	21.1	-	-	75	-
Vitamin A (μg RAE/d)	623	463	422	500	568	651	776	23	-	-	-	644	473	422	511	563	655	805	19	-	-	-
Vitamin D (mg/d)	8.88	5.18	3.26	4.88	8.15	11.7	16.8	-	46	-	-	9.56	4.79	3.93	5.96	9.16	11.94	16.3	-	56	-	-
Vitamin E (mg/d)	8.48	1.66	6.48	7.40	8.42	9.39	10.4	-	97	-	-	8.54	1.66	6.46	7.66	8.40	9.36	10.3	-	97	-	-
Vitamin K (mg/d)	292.4	107.4	181.8	222.6	272.4	349.2	429.9	-	94	-	-	311.3	104.8	181.9	257.6	305.9	354.8	438.4	-	94	-	-
Thiamin (mg/d)	0.95	0.17	0.72	0.84	0.96	1.05	1.14	38	-	-	-	0.94	0.15	0.76	0.85	0.95	1.01	1.1	36	-	-	-
Riboflavin (mg/d)	1.39	0.32	1.05	1.15	1.34	1.55	1.85	7	-	-	-	1.48	0.29	1.15	1.29	1.47	1.63	1.86	4	-	-	-
Niacin (mgNE/d)†	18.0	3.7	13.8	15.9	17.9	19.6	21.3	2	-	-	-	17.7	3.8	13.8	15.4	17.6	19.5	21.5	2	-	-	-
Vitamin B ₆ (mg/d)	1.33	0.27	0.99	1.15	1.30	1.51	1.65	11	-	-	-	1.34	0.27	1.02	1.16	1.36	1.51	1.67	10	-	-	-
Vitamin B ₁₂ (μg/d)	6.94	3.96	3.09	4.45	5.97	8.68	11.2	3	-	-	-	6.87	3.76	3.29	4.52	6.46	7.94	11.1	3	-	-	-
Folate (μg/d)	417	116	301	355	400	472	553	2	-	-	-	439	108	329	379	436	480	553	2	-	-	-
Pantothenic acid (mg/d)	6.29	1.17	5.17	5.55	6.13	6.71	7.94	-	91	-	-	6.44	1.12	5.23	5.81	6.35	6.79	7.92	-	92	-	-
Vitamin C (mg/d)	140	46	85	108	135	168	199	10	-	-	-	140	43	89	115	136	160	189	9	-	-	-
Sodium (g NaCl equivalent/d)	9.47	2.14	7.05	8.15	9.24	10.5	12.1	-	-	-	95	9.20	2.14	6.95	7.81	8.85	10.2	12.0	-	-	-	95
Potassium (mg/day)	2997	560	2375	2663	2921	3258	3750	-	97	21	-	2964	565	2332	2626	2895	3235	3700	-	97	24	-
Calcium (mg/d)	641	168	450	556	626	717	835	23	-	-	-	652	162	471	564	656	727	845	21	-	-	-
Magnesium (mg/d)	325	61	252	289	319	355	399	5	-	-	-	321	61	248	288	312	352	399	6	-	-	-
Phosphorus (mg/d)	1143	169	950	1030	1131	1253	1356	-	98	-	-	1161	156	975	1063	1164	1251	1325	-	98	-	-
Iron (mg/d)d	9.07	1.81	7.03	7.94	8.91	10.0	11.1	13‡	-	-	-	9.31	1.67	7.42	8.57	9.27	10.0	11.1	11‡	-	-	-
								52§	-	-	-								39§	-	-	-
								53	-	-	-								50¶	-	-	-
Zinc (mg/d)	8.17	1.46	6.84	7.40	8.01	8.60	9.35	13	-	-	-	8.23	1.39	6.90	7.56	8.19	8.58	9.26	11	-	-	-
Copper (mg/d)	1.29	0.20	1.08	1.19	1.28	1.37	1.48	0	-	-	-	1.28	0.20	1.06	1.19	1.27	1.37	1.49	0	-	-	-
Manganese (mg/d)	4.3	1.4	3.2	3.6	4.0	4.6	5.4	-	78	-	-	4.45	1.38	3.19	3.90	4.33	4.74	5.26	-	86	-	-

AI, Adequate Intake; DG, Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases; EAR, Estimated Average Requirement; RAE, retinol activity equivalents; NE, niacin equivalents; PUFA, polyunsaturated fatty acid; UL, Tolerable Upper Intake Level

* Dietary intake was standardized to per 2000 kcal/day

†Niacine equivalents= niacin (mg) + protein (mg)/6000

‡ The percentage of participants below the EAR for non-menstruating females (cut-point method).

§ The percentage of participants below the EAR for menstruating females (cut-point method).

|| Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 55.40% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" by WHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstruating women. Thus, (0.554×178+0×7)/185×100=53(%)

¶Among 178 females aged 20-64 y, the percentage of participants whose iron intake was considered inadequate was 51.97% based on "Guidelines on food fortification with micronutrients" by WHO/FAO (2006). None of 7 females aged 65-70y below the EAR for non-menstruating women. Thus, (0.5197×178+0×7)/185×100=50(%)

補足表1. 食事摂取基準 2020 年版における基準値

	Males				Females			
	18–29 y	30–49 y	50–64 y	65–74 y	18–29 y	30–49 y	50–64 y	65–74 y
Tentative Dietary Goal for Preventing Lifestyle-related Diseases								
Protein (% energy)	13–20	13–20	14–20	15–20	13–20	13–20	14–20	15–20
Fat (% energy)	20–30	20–30	20–30	20–30	20–30	20–30	20–30	20–30
SFA (% energy)	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7	≤7
Carbohydrate (% energy)	50–65	50–65	50–65	50–65	50–65	50–65	50–65	50–65
Dietary fibre (g/d)	≥21	≥21	≥21	≥20	≥18	≥18	≥18	≥17
Sodium (g salt equivalent/d)	<7.5	<7.5	<7.5	<7.5	<6.5	<6.5	<6.5	<6.5
Potassium (mg/d)	≥3000	≥3000	≥3000	≥3000	≥2600	≥2600	≥2600	≥2600
Estimated Average Requirement								
Protein (g/d)	50	50	50	50	40	40	40	40
Vitamin A (μg RAE/d)	600	650	650	600	450	500	500	500
Thiamin (mg/d)	1.2	1.2	1.1	1.1	0.9	0.9	0.9	0.9
Riboflavin (mg/d)	1.3	1.3	1.2	1.2	1	1	1	1
Niacin (mgNE/d)	13	13	12	12	9	10	9	9
Vitamin B-6 (mg/d)	1.1	1.1	1.1	1.1	1	1	1	1
Vitamin B-12 (μg/d)	2	2	2	2	2	2	2	2
Folate (μg/d)	200	200	200	200	200	200	200	200
Vitamin C (mg/d)	85	85	85	80	85	85	85	80
Calcium (mg/d)	650	600	600	600	550	550	550	550
Magnesium (mg/d)	280	310	310	290	230	240	240	230
Iron (mg/d)	6.5	6.5	6.5	6	8.5*	9*	9*	5
Zinc (mg/d)	9	9	9	9	7	7	7	7
Copper (mg/d)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6
Adequate Intake								
n-6 PUFA (g/day)	11	10	10	9	8	8	8	8
n-3 PUFA (g/day)	2	2	2.2	2.2	1.6	1.6	1.9	2
Vitamin D (mg/d)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
Vitamin E (mg/d)	6	6	7	7	5	5.5	6	6.5
Vitamin K (mg/d)	150	150	150	150	150	150	150	150
Pantothenic acid (mg/d)	5	5	6	6	5	5	5	5
Potassium (mg/day)	2500	2500	2500	2500	2000	2000	2000	2000
Phosphorus (mg/d)	1000	1000	1000	1000	800	800	800	800
Manganese (mg/d)	4	4	4	4	3.5	3.5	3.5	3.5
Tolerable Upper Intake Level								
Vitamin A (μg RAE/d)	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700
Vitamin D (mg/d)	100	100	100	100	100	100	100	100
Vitamin E (mg/d)	850	900	850	850	650	700	700	650
Niacin (mgNE/d)	300	350	350	300	250	250	250	250
Vitamin B-6 (mg/d)	55	60	55	50	45	45	45	40
Folate (μg/d)	900	1000	1000	900	900	1000	1000	900
Calcium (mg/d)	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500
Phosphorus (mg/d)	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Iron (mg/d)	50	50	50	50	40	40	40	40
Zinc (mg/d)	40	45	45	40	35	35	35	35
Copper (mg/d)	7	7	7	7	7	7	7	7

*Values for menstrual women.

補足表2. 月経中の女性における鉄摂取不足の可能性*

Probability of inadequacy	Iron intake range
1	<5.00
0.96	5.0–5.6
0.93	5.6–6.2
0.85	6.2–7.1
0.75	7.1–7.9
0.65	7.9–8.6
0.55	8.6–9.3
0.45	9.3–10.1
0.35	10.1–11.1
0.25	11.1–12.4
0.15	12.4–15.0
0.08	15.0–17.8
0.04	17.8–21.0
0	>21

*Consuming a diet from which the bioavailability of iron is 15% was assumed.

Source: WHO/FAO. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva, Switzerland; 2006.

線形計画法 (Okubo et al.の方法)

n種類の食品を、集団の中で観察された摂取量の範囲内で、制約条件のもとで組み合わせ、食品の摂取パターンを構成する



- ← : 集団内での観察値の分布により設定された、各食品の摂取量の取り得る値の範囲
- : 制約条件（栄養素摂取量の下限・上限）のもとで算出された各食品の摂取量の解

⇒ 包絡分析モデルでは、観察値による制約が、数理最適化法より相対的に大きい
(=実現可能性は高いが、変化の幅は小さい)

包絡分析食事モデル (Sugimoto et al.の方法)

1. 包絡分析法を使い、m人の食事について、特定の食品・栄養素の摂取量を比較
⇒ “efficient diet”※ を特定する



2. 制約条件※のもとで、K人のefficient dietを組み合わせ、“inefficient diet”と判定されたXiのmodelled dietとする。

$$\text{Xiさんの Modelled diet} = \text{Aさんの efficient diet} \times 0.7 + \text{Bさんの efficient diet} \times 0.3$$

Modelled dietにおける各efficient dietの割合は、各inefficient diet Xiで異なる（例、X1では7:3、X2では5:5など）

※多く摂取すべき食品・栄養素(f+)の摂取量が多く、少なく摂取すべき食品・栄養素(f-)の摂取量が少ない

※2: 条件① Xさんのmodelled dietでのf+の摂取量は、Xさんの観察値より大きく、Xさんのmodelled dietでのf-の摂取量はXさんの観察値より小さい
条件② NRFスコアが最大／食品群の摂取量の変化が少ない／食事の金銭的コストが最小／食事に由来する温室効果ガス排出量が最小、のいずれか1

図 1. 数理最適化法と包絡分析法を用いた食品摂取パターン算出方法の比較の概念図