

令和3年度厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）
「健康な食事」の基準の再評価と基準に沿った食事の調理・選択に応じた活用支援ガイドの開発
分担研究報告書

「健康な食事」の基準と健康アウトカムとの関連
～食物摂取頻度調査票を用いた「健康な食事」の曝露評価とその妥当性の検討～

研究分担者 石原 淳子（麻布大学）
研究協力者 津金昌一郎（国立健康・栄養研究所）

研究要旨

本研究では、多目的コホート（JPHC）研究の食物摂取頻度調査票（FFQ）妥当性研究において収集した561名のDR（28日または14日の平均）を用いて推定した「健康な食事」スコアを比較基準として、FFQから推定したスコアの妥当性を検証、さらに2回（1年間隔）のFFQから推定したスコアの再現性についても検討した。さらに、JPHCコホート全体を対象として収集されたFFQを用いて算出した「健康な食事」スコアの分布を明らかにした。今後は「健康な食事」スコアを曝露とした死亡リスクを検証する。

A. 背景

本研究では、大規模コホート研究集団を対象に「健康な食事」の基準に基づく食事と、健康アウトカムとの関連を明らかにすることを最終的な目的としている。令和2年度は次世代多目的コホート（JPHC-NEXT）研究における「健康な食事」の基準に基づく食事を評価するためのスコア（以下、「健康な食事」スコア）算出方法の開発と、その妥当性の検証を行い、「健康な食事」スコアの妥当性が一定レベル担保できることが確認された。また、算出方法を検討する中で、多目的コホート（JPHC）研究のデータを用いた算出も可能であることが明らかになった。JPHC研究は全国11地域において1990年および1993年から開始した前向きコホート研究であり、20年以上の追跡データを用いて、がんや循環器疾患をはじめとする生活習慣病の死亡・罹患を健康アウトカムとして用いることができるのがメリットである。本年度はまず、JPHC研究の食物摂取頻度調査票（FFQ）を用いた「健康な食事」スコアの算出と、その妥当性の検証を行ったうえで、JPHC研究の追跡データを用いて健康アウトカムとの関連の検討

を行うための基礎検討を行うこととした¹⁾。

B. 研究方法

1. JPHC研究FFQを用いた「健康な食事」スコア算出と妥当性・再現性の検証

JPHC研究において用いられるFFQの妥当性を検証することを目的に、JPHC研究対象地域のうち10地域からボランティアで参加した約500名を対象として1995～98年に実施されたFFQ妥当性研究^{2,3)}の既存データを用いた。FFQはおおよそ1年間隔で、計2回収集し、その間に妥当性の比較基準である7日間×4季節（一部、2季節）の秤量法食事記録（DR）を収集するデザインとなっており、2回目のFFQから推定した摂取量を、DRからの推定摂取量（28日平均）と比べることにより妥当性を、2回のFFQを比べることで再現性を検証した。

(1) 「健康な食事」スコアの算出

令和2年度に検討した算出方法を用いてJPHCのDRの摂取量データを用い、「健康な食事」の基準⁴⁾に定義されている主食、主菜、副菜由来のエネルギー摂取量の多寡に

基づく2カテゴリ（650kcal/食未満、または650kcal～850kcal/食）に分け、主食は穀類由来の炭水化物摂取量(g)、主菜は魚介類、肉類、卵類、大豆・大豆製品由来のたんぱく質摂取量(g)、副菜はいも類、豆類（大豆・大豆製品除く）、野菜類、きのこ類、海藻類の摂取量(g)、牛乳・乳製品は乳類（アイスクリーム類、シャーベット除く）の摂取量(g)、果物は果実飲料（100%果汁飲料含む）、ジャム類除く摂取量(g)、および食塩相当量の基準値を以下の通りとして算出した。

<カテゴリ① 650kcal未満>

主食：40～70g/食
主菜：10～17g/食
副菜：120～200g/食
牛乳・乳製品：100～200g/日
果物：100～200g/日
食塩相当量：3g未満/食

<カテゴリ② 650～850kcal>

主食：70～95g/食
主菜：17～28g/食
副菜：120～200g/食
牛乳・乳製品：100～200g/日
果物：100～200g/日
食塩相当量：3.5g未満/食

なお、定義に示されているこの他の条件（主菜のうちの穀類の精製度、副菜のうちの野菜の種類、単品料理の扱い、食品の多様性など）は用いなかった。また、「健康な食事」スコア算出においては、1食分が基準となる主食、主菜、副菜、食塩相当量については、その1/3を1食分の摂取量として用いた。

「健康な食事」スコアの算出は、アメリカ人のための食事ガイドラインであるHealthy Eating Index(HEI)2015^{5,6}および食事バランスガイド順守得点⁷の算出方法を参考とし、以下のように、各項目の望ましい摂取量の範囲からの逸脱度によって、各項目1点を最高得点

として減点する方法を用いた。

<スコアの算出方法>

- 基準値の範囲内の場合：1点
- 基準値よりも摂取量が少ない場合： $1 \times (\text{摂取量} - \text{基準値の下限値})$
- 基準値よりも摂取量が多い場合： $1 - \{ (\text{摂取量} - \text{基準値の上限値}) \div \text{基準値の上限値} \}$

※マイナスとなった場合は0点とする

一方、FFQについてはその性質上、摂取量の絶対量把握が難しいため、「健康な食事」の基準として設定されているエネルギーや主食、主菜、副菜などの基準である栄養素や食品の基準値（カットポイント値）をそのまま用いることが適切でないため、DRの値からFFQの予測式を算出し、カットポイント値を補正した。

JPHCのFFQは、対象者の過去1年間の平均的な食物摂取頻度を回答する調査票で、食品・栄養素摂取量は1日分に換算して推定されているため、DRと同様に、1食分が基準となる主食、主菜、副菜、食塩相当量については、1日摂取量の1/3を1食分の摂取量として用いた。「健康な食事」スコア算出方法は、DRと同様、各項目の望ましい摂取量の範囲からの逸脱度によって、各項目1点を最高得点として減点する方法とし、基準値は補正值を用いた。

(2)「健康な食事」スコア妥当性・再現性検証

FFQから推定した「健康な食事」スコアをDRから推定した「健康な食事」スコアと比較することで妥当性を検証した。Spearman相関係数を求め、順位妥当性を確認することに加え、スコアを四分位に分け、分位毎のクロス表を作成した。

2. JPHCコホートにおける「健康な食事」スコアの算出

全国10 府県11 保健所管内の地域住民約14 万人（コホート研究開始時点年齢40～69 歳）を対象とした「多目的コホートに基づくがん予防など健康の維持・増進に役立つエビデンスの構築に関する研究（多目的コホート研究）」（国立がん研究センター研究開発費、2021年主任研究者：澤田典絵）において、1995～1998 年に実施したアンケート調査（5 年後調査、138 食品項目を含む食物摂取頻度調査）を用い、最終的には死亡などの健康アウトカムとの関連について解析するために「健康な食事スコア」を算出し、その分布（男女別平均値、標準偏差、中央値、四分位範囲、範囲）および四分位にわけた際の各群の平均値、標準偏差、中央値、範囲を検討した。

（倫理面への配慮）

本研究は多目的コホート研究（国立がん研究センター 研究開発費(26-A-2) 「多目的コホートに基づくがん予防など健康の維持・増進に役立つエビデンスの構築に関する研究—予防研究基盤としてのコホート研究の維持と規模の拡大」、主任研究者：澤田典絵（国立がん研究センターがん対策研究所））において収集された、匿名化された既存情報を用いて実施する研究である。本研究遂行にあたっては、人権の保護及び法令等の遵守について、関連する法令及び指針（「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」等）、を遵守し、事前に作成した研究実施計画書の記載に準じて実施した。

研究実施にあたっては、本研究代表者及び分担者の所属機関及び共同研究機関の倫理審査委員会の承認を得た。

C. 研究結果

1. JPHC研究FFQを用いた「健康な食事」スコア算出と妥当性・再現性の検証

(1) 「健康な食事」スコアの算出

DRの値からFFQの予測式を算出し、「健

康な食事」の基準値（カットポイント値）の補正を行った（表1）。補正後のエネルギー基準値は、男性ではカテゴリ①で526kcal未満、カテゴリ②で526kcal～625kcal、女性ではカテゴリ①で530kcal未満、カテゴリ②で530～634kcalとなった。

さらに主食、主菜、副菜、牛乳・乳製品、果物、食塩相当量の基準値についても、同様に補正基準値を算出した（表1）。男女両方において、補正したカットポイント値が、主食、牛乳・乳製品、果物では本来の基準値より高く（すなわち過大評価を補正する方向）、主菜と副菜では基準値と概ね同程度か若干低い（すなわち、過小評価を補正する方向）となった。

(2) 「健康な食事」スコア妥当性・再現性検証

DRでは基準値を、FFQでは補正した基準値を用いて、それぞれのエネルギーカテゴリ別の各項目の指標となる食品または栄養素の粗摂取量を用いて「健康な食事」スコアを算出した。なお、エネルギーがカテゴリ②の上限を超える場合は、カテゴリ②に含めた。

DRとFFQから推定されたスコアの度数分布（図1-1、1-2）、DRとFFQの散布図（図2-1、2-2）を示す。FFQを用いて推定されたスコアはDRと比較して男女とも過小評価されていた。両者の間のSpearmanの順位相関係数の値は男性では0.40 ($p<0.01$)、女性で0.32 ($p<0.01$)であった（表2）。

DRおよびFFQから推定されたスコアの一致に関する κ 係数は男性で0.82、女性で0.81であった（表3）。またスコアを四分位にわけたクロス表（表4）では、完全一致が男性33.8%、女性32.5%であり、極端に不一致（DRとFFQがQ1とQ4、またはQ4とQ1に分類）は男性3.6%、女性5.6%であった。

さらに1年間隔で2回実施されたFFQの再現性の検証においては、2回の推定値に大きな差はなく、両者の間のSpearmanの順位相関係数の値は男性では0.50 ($p<0.01$)、女性で0.59 ($p<0.01$)であった。2回のFFQの絶対値の差も小さかった(表5)

2. JPHCコホートにおける「健康な食事」スコアの算出

JPHC研究5年後調査における「健康な食事」スコアの分布を表6および図3-1、3-2に示した。平均値および中央値は、男女両方において、妥当性研究の代表値よりも低く、コホート集団全体における分布の幅が広いことが明らかになった。四分位に分けた場合(表7)、特に第1四分位では分布の幅が広いことが明らかになった。

D. 考察

JPHC研究のFFQを用いて算出した「健康な食事」スコアの順位妥当性(男性 $r=0.40$ 、女性 $r=0.32$)は、前年度に検討したJPHC-NEXT研究FFQ妥当性研究における結果(男性 $r=0.53$ 、女性 $r=0.35$)と比べ、男性では若干下回るもののおおむね同様であり、一致度の結果もあわせて、順位付けの妥当性が担保できていることが明らかになった。また再現性についても、絶対値の差、及び順位相関の観点から再現性が担保されていることが明らかになった。

妥当性・再現性が明らかになった算出方法を用いて、コホート集団全体に当てはめ、分布を確認したところ、妥当性研究よりも低い方向にスコアの分布が広がっていたが、これは妥当性研究対象集団が健康意識の高い集団であることが理由であると考えられる。また、第1四分位での分布の幅が0~3.4と広いことに伴って、今後、健康アウトカムとの関連について相対危険度を用いて検討

する際、基準とする群をどこに設定するか、注意深く検討する必要がある。妥当性研究対象者ではスコアが1未満というものはおらず、質問票への回答の仕方による外れ値の可能性もあるため、スコアに影響している要因について十分検討していく必要がある。

E. 結論

本研究では、JPHCのFFQを用いて推定した「健康な食事」スコアの妥当性によって順位付けすることの妥当性・再現性を明らかにし、さらにコホート集団全体における分布も明らかにした。今後は「健康な食事」スコアと健康アウトカムの関連を、コホート集団において検討する。

参考文献

1. Shoichiro Tsugane, Norie Sawada. The JPHC Study: Design and Some Findings on the Typical Japanese Diet. Japanese Journal of Clinical Oncology 2014; 44(9): 777-782.
2. Tsugane S, Sasaki S, Kobayashi M, Tsubono Y, Akabane M JPHC. Validity and reproducibility of the self-administered food frequency questionnaire in the JPHC Study Cohort I: study design, conduct and participant profiles. J Epidemiol 2003; 13(1 Suppl): S2-12.
3. Ishihara J, Inoue M, Kobayashi M, Tanaka S, Yamamoto S, Iso H, Tsugane S; JPHC FFQ Validation Study Group. Impact of the revision of a nutrient database on the validity of a self-administered food frequency questionnaire (FFQ). J Epidemiol

2006;16(3):107-16.

なし

4. 厚生労働省、日本人の長寿を支える「健康な食事」のあり方に関する検討会報告書 <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000070498.pdf>
5. Developing the Healthy Eating Index. NIH.
<https://epi.grants.cancer.gov/hei/developing.html#2015c>
6. Evaluating the Healthy Eating Index. NIH.
<https://epi.grants.cancer.gov/hei/evaluation-validation.html>
7. Kurotani K, Akter S, Kashino I, Goto A, Mizoue T, Noda M, Sasazuki S, Sawada N, Tsugane S; Japan Public Health Center based Prospective Study Group. Quality of diet and mortality among Japanese men and women: Japan Public Health Center based prospective study. BMJ 2016; 352: i1209.

F. 健康危機情報

既存データを用いる研究であるため、健康危機の発生はない。

G. 研究発表

1. 論文発表
なし
2. 学会発表
なし

H. 知的所有権の取得状況

表1. DR摂取量を用いて補正したFFQ摂取量のカットポイント

性別	料理単位	回帰式*	FFQカットポイント補正值		参考：健康な食事基準値	
			カテゴリ①	カテゴリ②†	カテゴリ①	カテゴリ②
男性 (n=275)	エネルギー §	$y = 0.4958x + 203.05$	526未満	526 - 625	650kcal未満	650~850kcal
	主食 §	$y = 0.59x + 23.78$	47.4 - 65.1	65.1 - 79.8	40~70g	70~95g
	主菜 §	$y = 0.3819x + 7.4712$	11.3 - 14.0	14.0 - 18.2	10~17g	17~28g
	副菜 §	$y = 0.5057x + 41.198$	101.9 - 142.3	101.9 - 142.3	120~200g	120~200g
	牛乳・乳製品 ¶	$y = 1.2109x + 75.597$	196.7 - 317.8	196.7 - 317.8	100~200g	100~200g
	果物 ¶	$y = 1.0863x + 83.875$	192.5 - 301.1	192.5 - 301.1	100~200g	100~200g
	食塩相当量 §	$y = 0.7091x + 1.3729$	3.5未満	3.9未満	3g未満	3.5g未満
女性 (n=286)	エネルギー §	$y = 0.5174x + 193.99$	530未満	530 - 634	650kcal未満	650~850kcal
	主食 §	$y = 0.4849x + 29.317$	48.7 - 63.3	63.3 - 75.4	40~70g	70~95g
	主菜 §	$y = 0.5317x + 5.5805$	10.9 - 14.6	14.6 - 20.5	10~17g	17~28g
	副菜 §	$y = 0.6154x + 45.135$	119.0 - 168.2	119.0 - 168.2	120~200g	120~200g
	牛乳・乳製品 ¶	$y = 1.3053x + 50.701$	181.2 - 311.8	181.2 - 311.8	100~200g	100~200g
	果物 ¶	$y = 1.0035x + 114.38$	214.7 - 315.1	214.7 - 315.1	100~200g	100~200g
	食塩相当量 §	$y = 0.7191x + 1.3544$	3.5未満	3.9未満	3g未満	3.5g未満

*: $y=FFQ, x=DR$

§: 1日平均摂取量を3で除した値 (≒1食あたり) での回帰式

¶: 1日平均摂取量での回帰式

主食：穀類由来の炭水化物摂取量 主菜：魚介類、肉類、卵類、大豆・大豆製品由来のたんぱく質摂取量

副菜：野菜（いも類、豆類（大豆・大豆製品除く）、きのこ類、海藻類含む）の摂取量

牛乳・乳製品：牛乳・乳製品（アイスクリーム類およびシャーベットは除く）由来の摂取量

果物：果物（果汁飲料およびジャム類は除く）由来の摂取量

†エネルギーについては上限を超えているものもカテゴリ②に含めた

表2. FFQ妥当性研究対象者のFFQから推定した「健康な食事」スコアの分布、およびDRとの比較

性別	FFQ*						DR*			順位相関係数	
	平均 ± 標準偏差	中央値	第1四分位数	第3四分位数	最小値	最大値	平均 ± 標準偏差	%差 ¶	r	P	
男性 (n=275)	4.2 ± 0.9	4.5	3.8	5.0	1.1	6.0	4.7 ± 0.7	-9.2	0.40	<0.01	
女性 (n=286)	4.5 ± 0.8	4.6	4.1	5.0	0.7	5.9	5.1 ± 0.7	-12.0	0.32	<0.01	

スコア算出法（マイナス値になった場合は、0点とする）

基準値範囲内の場合：1（点）

基準値よりも摂取量が少ない場合：1 × (摂取量 ÷ 基準値の下限値)（点）

基準値よりも摂取量が多い場合：1 - { (摂取量 - 基準値の上限値) ÷ 基準値の上限値 }（点）

*: DR (FFQ) で算出した1日平均摂取量を3で除した値の合計（最高点：6点）

¶: (FFQ - DR) / DR * 100

表3. 「健康な食事」スコアの一致度

	男性 (n=275)	女性 (n=286)
0	93 (33.8)	93 (32.5)
1	114 (41.5)	122 (42.7)
2	58 (21.1)	55 (19.2)
3	10 (3.6)	16 (5.6)
κ 係数	0.82	0.81

値は人数 (%)

表4. DRおよびFFQから推定した「健康な食事」スコア 四分位のクロス表

男性

P2		FFQ				計
		Q1	Q2	Q3	Q4	
DR	Q1	26	23	13	6	68
	Q2	20	19	17	13	69
	Q3	18	13	18	20	69
	Q4	4	14	21	30	69
計		68	69	69	69	275

完全一致の者の割合： 33.8 %

極端不一致の者の割合： 3.6 %

女性

P2		FFQ				計
		Q1	Q2	Q3	Q4	
DR	Q1	29	21	14	7	71
	Q2	20	22	15	15	72
	Q3	13	16	18	25	72
	Q4	9	13	25	24	71
計		71	72	72	71	286

完全一致の者の割合： 32.5 %

極端不一致の者の割合： 5.6 %

表5. 2回のFFQ（1年間隔）から推定した「健康な食事」スコアの比較および再現性

性別	FFQ*		%差 †	相関係数 (Spearman)	
	1回目	2回目		1回目 vs 2回目	
				r	P
男性 (n=244)	4.2 ± 0.9	4.3 ± 0.9	2.4	0.50	<0.01
女性 (n=254)	4.5 ± 0.8	4.5 ± 0.8	-0.1	0.59	<0.01

スコア算出法（マイナス値になった場合は、0点とする）

† : (2回目 - 1回目) / 1回目 * 100

表 6. JPHC研究5年後調査における「健康な食事」スコアの分布

	平均値±標準偏差		中央値	第1四分位	第3四分位	最小値	最大値
男性 (n=47756)	3.8	± 0.9	3.9	3.3	4.5	0.0	6.0
女性 (n=54483)	4.1	± 0.9	4.2	3.6	4.8	0.0	6.0

表 7. JPHC研究5年後調査における「健康な食事」スコアの分布（四分位）

男性	Q1	Q2	Q3	Q4
n	11939	11939	11939	11939
平均値	2.7	3.6	4.2	4.9
標準偏差	0.5	0.2	0.2	0.3
中央値	2.8	3.6	4.2	4.9
最小値	0.0	3.3	3.9	4.5
最大値	3.3	3.9	4.5	6.0
女性	Q1	Q2	Q3	Q4
n	13620	13621	13621	13621
平均値	2.9	3.9	4.5	5.2
標準偏差	0.6	0.2	0.2	0.3
中央値	3.1	3.9	4.5	5.1
最小値	0.0	3.6	4.2	4.8
最大値	3.6	4.2	4.8	6.0

Q1～4：第1～第4四分位

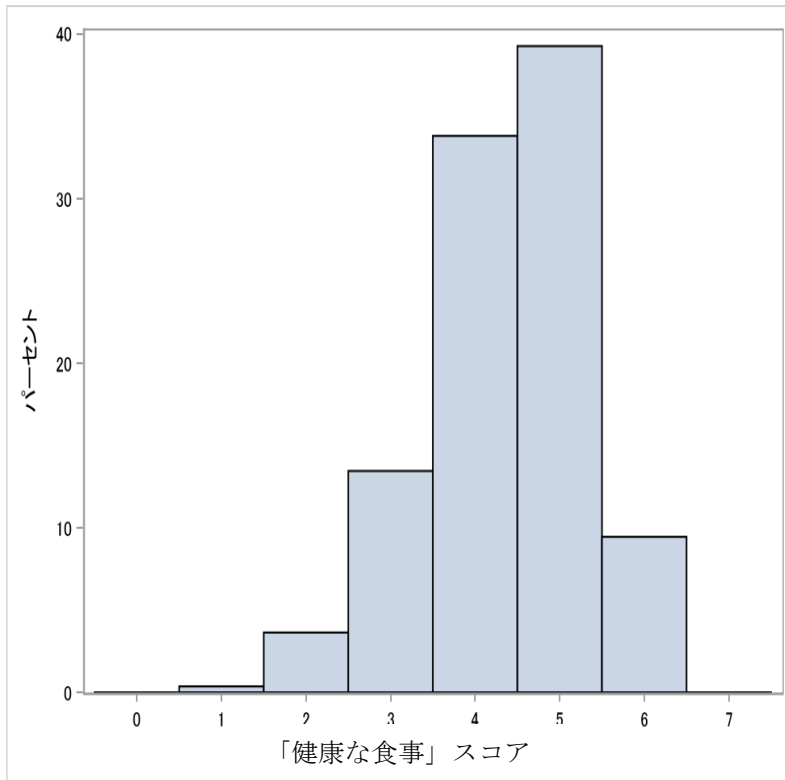


図 1 - 1. FFQ妥当性研究男性対象者の「健康な食事」スコア度数分布

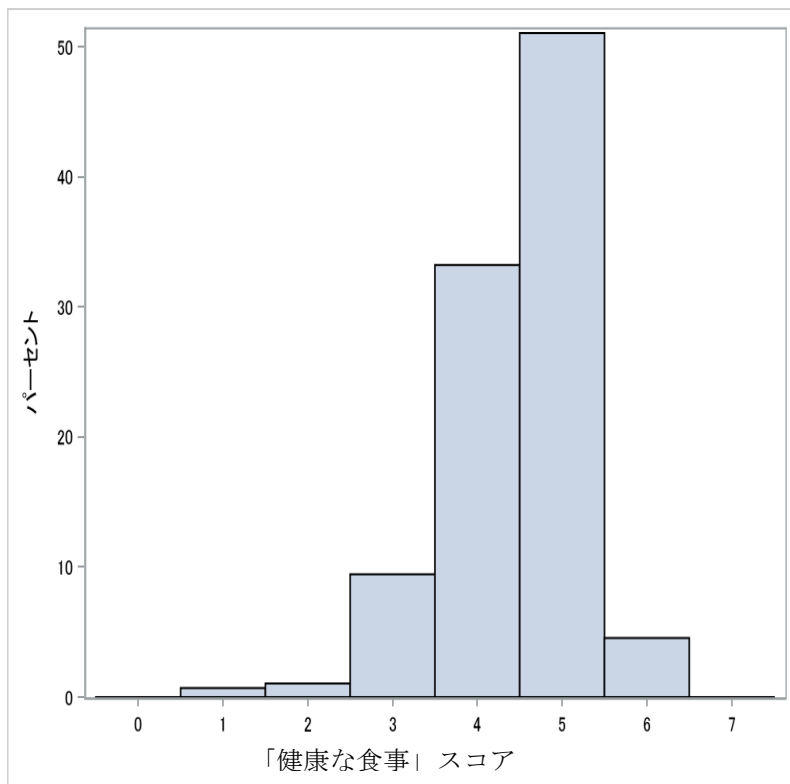


図 1 - 2. FFQ妥当性研究女性対象者の「健康な食事」スコア度数分布

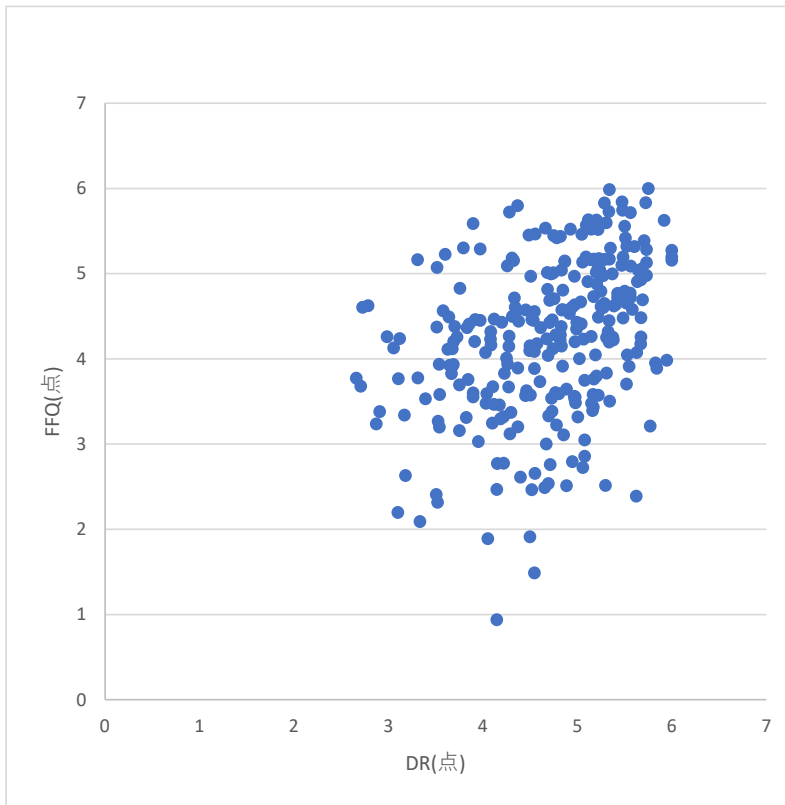


図 2 - 1. FFQ妥当性研究男性対象者の「健康な食事」スコア—FFQとDRの散布図

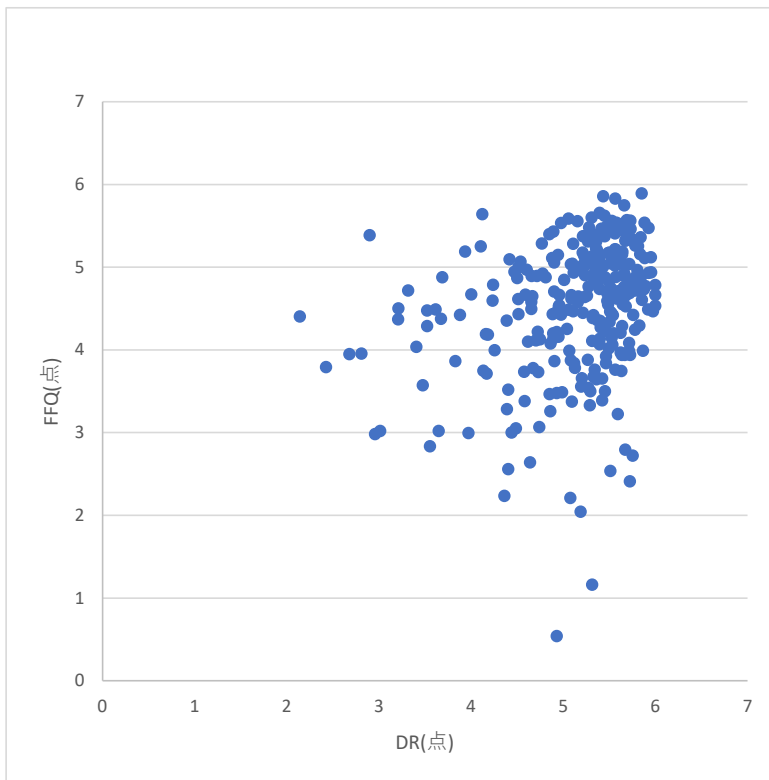


図 2 - 2. FFQ妥当性研究男性対象者の「健康な食事」スコア—FFQとDRの散布図

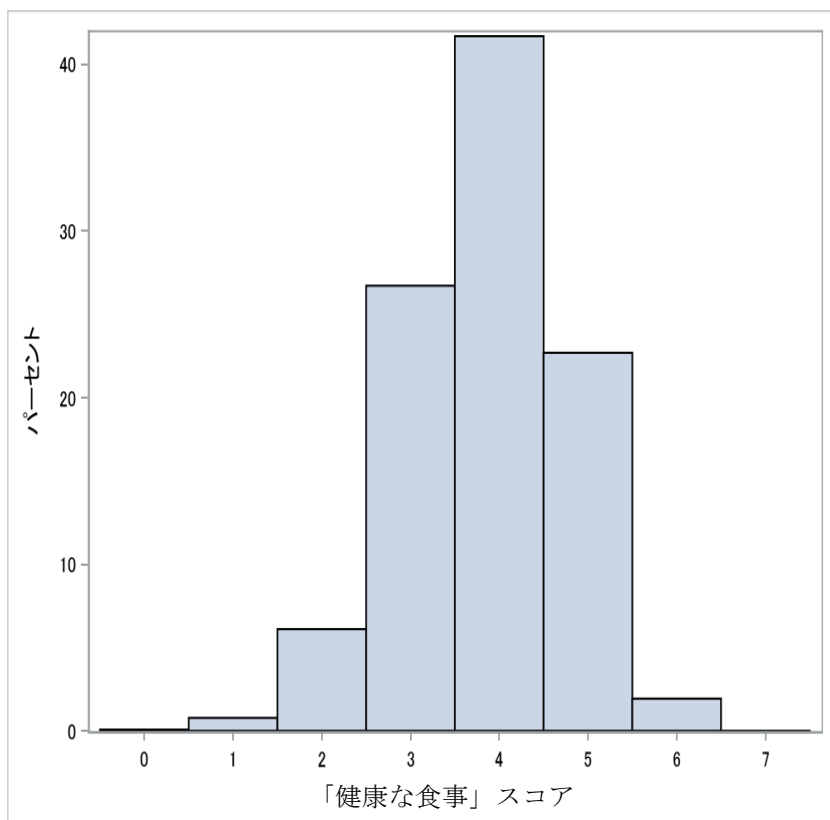


図3-1. 男性対象者（コホート全体）の「健康な食事」スコア度数分布

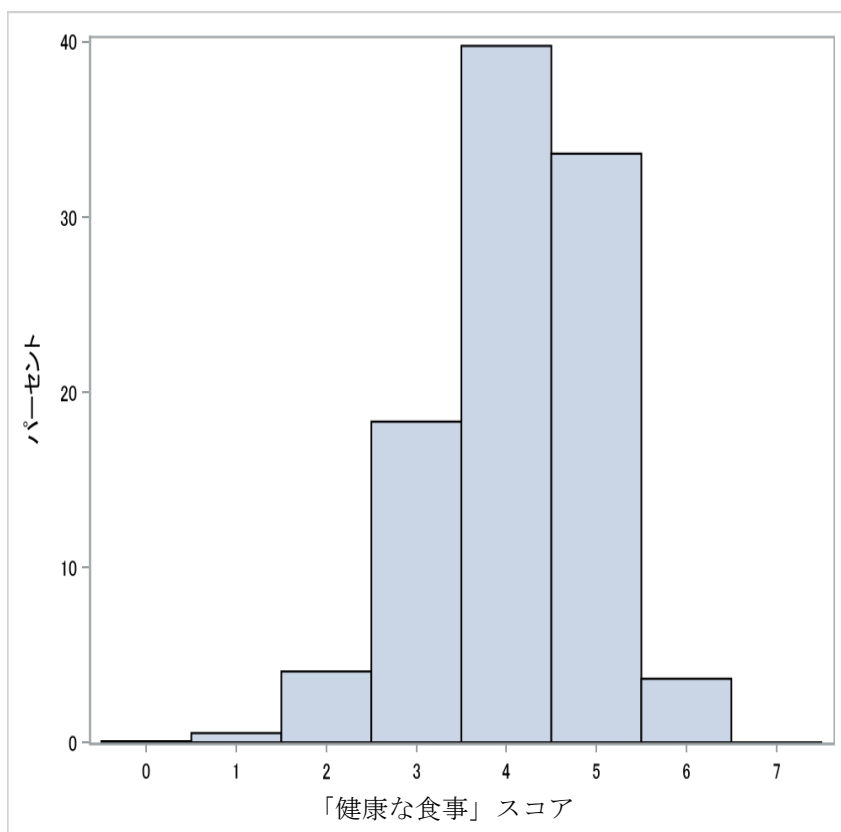


図3-2. 女性対象者（コホート全体）の「健康な食事」スコア度数分布