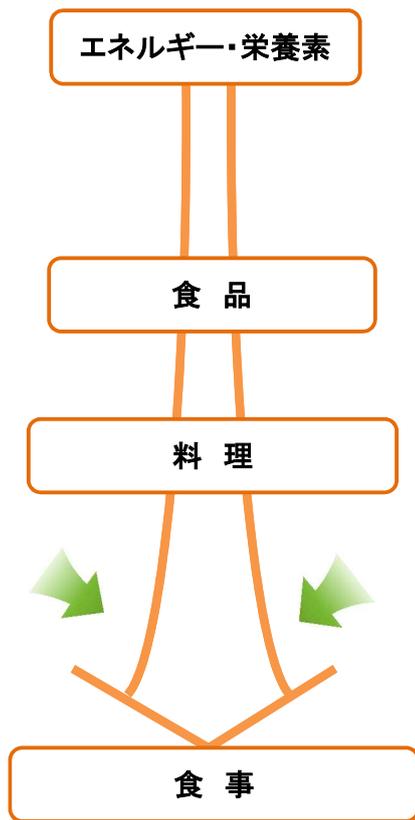


健康の維持・増進に必要とされる
栄養バランスの確保からみた
「健康な食事」の基準についての検討
(食事最適化法を用いた検討)

東京大学大学院
佐々木 敏

健康の維持・増進に必要とされる栄養バランスの確保からみた「健康な食事」の基準についての検討（食事最適化法を用いた検討）



(1) 日本人の食事摂取基準における主要な栄養素の摂取基準値（1日当たり）の範囲におさまり、且つ現在の日本人の食事において最適と考えられる食品群₁～食品群_nの摂取量を求める

- ・ 線形計画法（食事最適化法）を用いた解析

(2) (1)で求めた1日当たりの食品群₁～食品群_nの摂取量をもとに1食当たりの量を求める

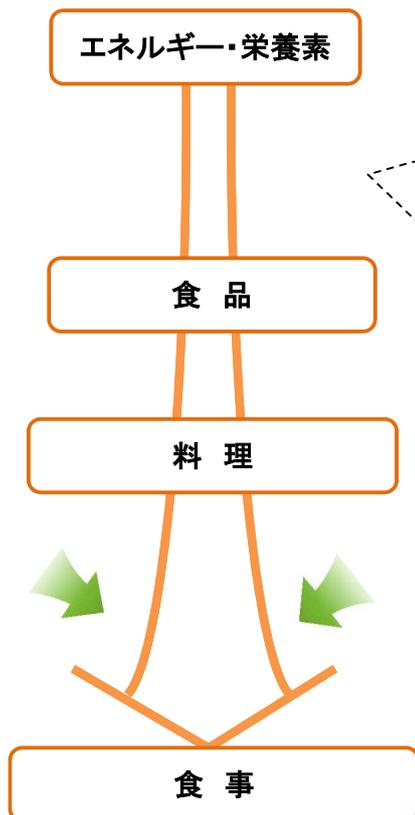
- ・ 平成24年国民健康・栄養調査の朝、昼、夕、間食別、エネルギー摂取量の分布
- ・ 摂取時間帯による朝、昼、夕別、エネルギー摂取量の分布（佐々木らの研究成果による）

(3) (2)で求めた1食当たりの食品群₁～食品群_nをもとに、食事パタンの枠組みで整理する

(4) 1食の食事パタンの特徴を規定するエネルギー量、栄養素量及び食品量の目安を算出する。

(5) 1食の食事パタンとして、食事の基準を求める

(1) 日本人の食事摂取基準における主要な栄養素の摂取基準値（1日当たり）の範囲におさまり、且つ現在の日本人の食事において最適と考えられる食品群₁～食品群_nの摂取量を求める



・線形計画法（食事最適化法）を用いた解析

栄養素

< 栄養素の摂取基準に用いるデータ >
 ・ 日本人の食事摂取基準（2015年版）

解析

< 食品群の設定に用いるデータ >
 ・ 平成24年国民健康・栄養調査の食事摂取量のデータ

< 解析手法 >

- ・ 線形計画法の解析プログラムを用い、コンピューター上で解析

食品群

< 解析結果 >

- ・ 定めた栄養素の摂取基準値の範囲に収まり、かつ現在の食習慣から大きく逸脱しないよう、食品群ごとの摂取量を算出

※現在の食事から離れたものになる可能性がある

①線形計画法(食事最適化法)を用いた解析

【解析のポイント①】

「健康な食事」の基本となる“健康な心身の維持・増進に必要とされる栄養バランス”について、食事摂取基準(2015年版)をもとに、現在の国民の体格、栄養素摂取状況を踏まえ、維持・改善すべき重要な課題を絞り込む。

【解析のポイント②】

最適化法を用い、栄養素の摂取基準値を満たし、かつ現在の食習慣から乖離しない摂取基準値の範囲におさまる食品構成(食品群)を算出する。

<線形計画法(食事最適化法)を用いた解析の具体的な手順>

- (i) 解析に用いる対象者を設定する
- (ii) 日本人の食事摂取基準をもとに、摂取量を算定するための栄養素の種類、及びその量を設定する
- (iii) 国民健康・栄養調査の結果から各食品群に分類し、現在の食習慣を大きく逸脱しないよう各食品群の摂取量の上下限值を設定する
- (iv) 線形計画法の解析プログラムを用い、コンピューター上で解析する
- (v) (ii)で定めた栄養素の摂取基準値を満たす、(iii)で設定した食品群ごとの摂取量を算出する

(i) 解析に用いる対象者を設定する

<対象者を設定するための前提条件>

- ・ 科学的根拠には「日本人の食事摂取基準(2015年版)」を用いる。
- ・ 解析に使用するデータは、平成24年国民健康・栄養調査の結果を用いる。
- ・ 「健康な食事」の対象者は成人である。

⇒ 日本人の食事摂取基準では18歳以上を成人としていることから、本解析の対象者についても18歳以上の者とした。
(ただし、妊婦、授乳婦は除外した。)

○ 食事摂取基準では、18歳以上の者を、以下の年齢区分に分類しているため、本解析でもこの年齢区分に従い、男女ごと、計8グループについて解析した。

年齢区分	解析人数(人)	
	男性	女性
18～29歳	1,295	1,274
30～49歳	3,550	3,799
50～69歳	4,622	5,338
70歳以上	3,015	3,897

(ii) 日本人の食事摂取基準をもとに、摂取量を算定するための栄養素の種類、及びその量を設定する

○ 以下の方針のもと、解析に用いる栄養素の種類、及び量を設定した。

- ・食事摂取基準で策定した栄養素のうち、日本食品標準成分表で成分値が掲載されている栄養素を用いる。
- ・食事摂取基準で目標量を設定した栄養素については、目標量の値を上限あるいは下限とする。
- ・食事摂取基準で推奨量を設定した栄養素については推奨量を、目安量の設定にとどまった栄養素については目安量の値を下限とする。
- ・食事摂取基準で耐容上限量を設定した栄養素については、耐容上限量の値を上限とする。



栄養素	男性								女性								
	18～29歳		30～49歳		50～69歳		70歳以上		18～29歳		30～49歳		50～69歳		70歳以上		
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	
たんぱく質	..																
脂質	..																
炭水化物	..																
...	..																

(iii) 国民健康・栄養調査の結果をもとに、各食品群に分類し、現在の食習慣を大きく逸脱しないよう各食品群の摂取量の上下限値を設定する

○ 以下の方針のもと、国民健康・栄養調査で食べていることが観察された1,628食品を、栄養成分の類似性から食品サブグループに分類し、それらを調理法の類似性から食品グループに分類した。（食品サブグループ、食品グループを総称して食品群と呼ぶ）

- ・穀類は、精製された穀類と、精製度の低い穀類に分ける。
- ・豆類は、日本人の摂取状況を考慮し、野菜類に含める。
- ・ただし、大豆・大豆製品はたんぱく質の摂取源としての意味合いが強いため、野菜類には分類せず、独立した食品群とする。



食品グループ	穀類	野菜・いも・きのこ・海藻類	魚・肉・卵・大豆製品	牛乳・乳製品	果物	その他*
食品サブグループ	<ul style="list-style-type: none"> ・精白めし、パン、めん類 ・精製度の低い穀類 	<ul style="list-style-type: none"> ・緑黄色野菜 ・その他の野菜 ・いも類 ・きのこ類 ・海藻類 ・種実類 	<ul style="list-style-type: none"> ・魚介類 ・肉類 ・卵類 ・大豆製品 	<ul style="list-style-type: none"> ・普通・高脂肪 ・低脂肪 	<ul style="list-style-type: none"> ・果物 	

* その他には、油脂類、砂糖/菓子類、アルコール飲料、嗜好飲料（アルコール以外）、調味料が含まれる

○ 分類した食品群について、解析した結果が現在の食習慣から乖離しないよう、変動させる範囲を設ける。

・ 分類した各食品群について、摂取量分布の10パーセントの値を下限、90パーセントの値を上限とし、解析した結果が現在の食習慣から乖離しないようにする。



食品群	男性								女性							
	18～29歳		30～49歳		50～69歳		70歳以上		18～29歳		30～49歳		50～69歳		70歳以上	
	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値	下限値	上限値
穀類	..															
精白めし、パン、めん類	..															
精製度の低い穀類	..															
野菜・いも・きのこ・海藻類																
緑黄色野菜																
その他の野菜																
いも類																
きのこ類																
海藻類																
種実類																
...																
...																

(iv) 線形計画法の解析プログラムを用い、コンピューター上で解析する

(v) (ii)で定めた栄養素の摂取基準値を満たす、(iii)で設定した食品群ごとの摂取量を算出する

(ii)で定めた栄養素の摂取基準値の範囲

栄養素	男性	
	18～29歳	
	下限値	上限値
たんぱく質	..	
脂質	..	
炭水化物	..	
...	..	

(iii)で設定した食品群と、その変動させる範囲

食品群	男性	
	18～29歳	
	下限値	上限値
穀類	..	
精白めし、パン、めん類	..	
精製度の低い穀類	..	
...	..	

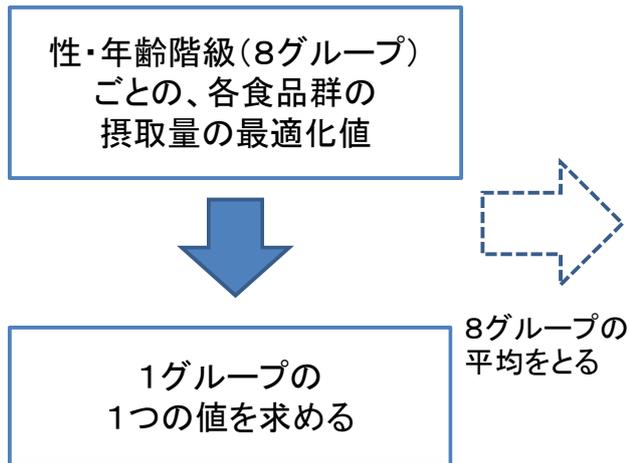


○ 性・年齢階級別の、食品群ごとの摂取量の最適化値

食品群	男性				女性			
	18～29歳	30～49歳	50～69歳	70歳以上	18～29歳	30～49歳	50～69歳	70歳以上
穀類
精白めし、パン、めん類
精製度の低い穀類
...
...

○性・年齢階級の最適化値から、1グループの値を求める

1日当たりのg



食品群	摂取量(平均)
穀類	549 g/日
精白めし、パン、めん類	464 g/日
精製度の低い穀類	85 g/日
野菜・いも・きのこ・海藻類	501 g/日
緑黄色野菜	150 g/日
その他の野菜	268 g/日
いも類	56 g/日
きのこ類	17 g/日
海藻類	9 g/日
種実類	2 g/日
魚・肉・卵・大豆製品	325 g/日
魚介類	84 g/日
肉類	96 g/日
卵類	50 g/日
大豆製品	96 g/日
牛乳・乳製品	150 g/日
普通・高脂肪	86 g/日
低脂肪	64 g/日
果物	95 g/日

※エネルギーについては、性・年齢階級ごとの推定エネルギー必要量の平均をとり、成人の1つの値とする(身体活動レベルⅡの値を用いる)

*その他の食品群は除く

エネルギー	2,194 kcal/日
--------------	---------------------

(2) (1)で求めた1日当たりの食品群₁～食品群_nの摂取量をもとに1食当たりの量を求める

【解析のポイント】

○国民健康・栄養調査結果や先行研究をもとに、1食当たりのエネルギー及び栄養素摂取量の範囲を算出

→食品群別の摂取重量比を解析するなど、いくつかの方法を試み算出する

あわせて以下のような点についても日本人の摂取実態や関連研究をもとに検討

- ・朝、昼、夕のどの食事をメインターゲットとするか
- ・性差、年齢差の取り扱いをどのようにするか
- ・間食からの摂取量の取り扱いをどのようにするか

＜解析の方針＞

○以下の方針に基づき解析する

- ・朝、昼、夕、間食のうち、間食は考慮しない。
- ・朝、昼、夕のいずれかをメインターゲットとした場合、「健康な食事」を食べる場面を限定することにもつながるため、朝、昼、夕のいずれかは特定しない。
- ・性差、年齢差は、解析をしたうえで、方針を決定する。

○解析に用いるデータには以下の2つがある

- ・平成24年国民健康・栄養調査の朝、昼、夕、間食別エネルギー摂取量
- ・摂取時間帯による朝、昼、夕別エネルギー摂取量(佐々木らの研究成果による)

平成24年国民健康・栄養調査の朝、昼、夕、間食別エネルギー摂取量

○解析対象者

- ・20歳以上の者

○集計方法

- ・朝、昼、夕、間食別にエネルギー摂取量の平均値を、男女ごとに集計した。

※エネルギー摂取量が1パーセント未満及び99パーセント以上は外れ値の可能性があるので除外して集計した。

○集計結果

(単位: kcal)

	朝	昼	夕	間	計
男性	453.1	637.6	891.6	129.9	2112.2
女性	398.3	504.6	641.3	141.7	1685.9



(単位: %)

	朝	昼	夕	間	計
男性	21.5	30.2	42.2	6.1	100.0
女性	23.6	29.9	38.0	8.4	100.0

摂取時間帯による朝、昼、夕食別エネルギー摂取量(佐々木らの研究成果による)

○解析対象者

- ・全国4地域に居住する健康な成人: 男性116人[平均52.6歳]
女性119人[平均49.8歳]
- ・2002-2003年、4季節4日間ずつ合計16日間の半秤量式食事記録

(Fukumoto A, et al. *J Epidemiol.* 2013; 23: 178-86 で用いたデータ)

○集計方法

- ・摂取開始時刻で朝、昼、夕に分けてエネルギー摂取量の平均値を、男女ごとに集計した。 ※エネルギー摂取量は除外基準に含めなかった(解析対象者は調査完了者全員)

○集計結果

(単位: kcal)

	04:00~10:29 (朝)	10:30~16:59 (昼)	17:00~03:59 (夕)	計
男性	533	793	1044	2370
女性	455	671	716	1842



(単位: %)

	朝	昼	夕	計
男性	22.6	33.8	43.6	100.0
女性	24.7	36.5	38.8	100.0

<解析の結果>

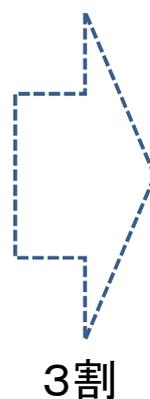
○ 国民健康・栄養調査と佐々木構成員の研究成果のいずれにおいても、朝、昼、夕の摂取比率は、おおむね **2:3:4**であった。

- ・朝、昼、夕のいずれかをメインターゲットとした場合、「健康な食事」を食べる場面を限定することにもつながるため、朝、昼、夕のいずれかは特定しない。
- ・性差を考慮しても、これらそれぞれの比率は大きく変わらない。

⇒「健康な食事」の1食は、1日の食事の3割とする。

(1)で設定した1日当たりの食品群ごとの摂取量を、1食当たりの目安量に変換する

食品群	摂取量(1日当たり)	摂取量(1食当たりの目安量)
穀類	549 g/日	165 g/食
精白めし、パン、めん類	464 g/日	140 g/食
精製度の低い穀類	85 g/日	25 g/食
野菜・いも・きのこ・海藻類	501 g/日	150 g/食
緑黄色野菜	150 g/日	45 g/食
その他の野菜	268 g/日	80 g/食
いも類	56 g/日	17 g/食
きのこ類	17 g/日	5 g/食
海藻類	9 g/日	3 g/食
種実類	2 g/日	1 g/食
魚・肉・卵・大豆製品	325 g/日	100 g/食
魚介類	84 g/日	25 g/食
肉類	96 g/日	30 g/食
卵類	50 g/日	15 g/食
大豆製品	96 g/日	30 g/食
牛乳・乳製品	150 g/日	45 g/食
普通・高脂肪	86 g/日	25 g/食
低脂肪	64 g/日	20 g/食
果物	95 g/日	30 g/食
* その他の食品群は除く		* その他の食品群は除く
エネルギー	2,194 kcal/日	650 kcal/食



(3) (2)で求めた1食当たりの食品群₁～食品群_nをもとに、食事パタンの枠組みで整理する

○食品群を、第9回検討会資料で提示した料理区分Ⅰ～Ⅲに分類する

食品群	摂取量	
穀類	165 g/食	料理区分Ⅰ
精白めし、パン、めん類	140 g/食	
精製度の低い穀類	25 g/食	
野菜・いも・きのこ・海藻類	150 g/食	料理区分Ⅲ
緑黄色野菜	45 g/食	
その他の野菜	80 g/食	
いも類	17 g/食	
きのこ類	5 g/食	
海藻類	3 g/食	
種実類	1 g/食	
魚・肉・卵・大豆製品	100 g/食	料理区分Ⅱ
魚介類	25 g/食	
肉類	30 g/食	
卵類	15 g/食	
大豆製品	30 g/食	その他
牛乳・乳製品	45 g/食	
普通・高脂肪	25 g/食	
低脂肪	20 g/食	
果物	30 g/食	

* その他の食品群は除く

(4) 1食の食事パタンの特徴を規定するエネルギー量、栄養素量及び食品量の目安を算出する

○料理区分Ⅰ～Ⅲに該当する各食品群について、1食当たりの摂取の目安の量と、各食品群のエネルギー及び栄養素量から、1食当たりの目安の量から摂取できるエネルギー及び栄養素の量を算出

料理区分	食品群	一食分の目安量	エネルギー	タンパク質	脂質	飽和脂肪酸	炭水化物	食物繊維	食塩相当量	カリウム
		g/食	kcal/食	g/食	g/食	g/食	g/食	g/食	g/食	mg/食
料理区分Ⅰ (穀類)	精白めし、パン、めん類	140	241.6	4.6	1.1	0.3	51.1	0.8	0.3	56.6
	精製度の低い穀類	25	42.4	1.0	0.2	0.0	8.9	0.4	0.0	16.9
	計	165	284.0	5.6	1.4	0.4	60.0	1.2	0.3	73.4
料理区分Ⅲ (野菜・いも・きのこ・海藻類)	緑黄色野菜	45	14.5	0.7	0.1	0.0	3.2	1.2	0.0	162.4
	その他の野菜	80	21.6	0.9	0.1	0.0	4.9	1.4	0.2	170.1
	いも類	17	12.6	0.2	0.0	0.0	3.0	0.3	0.0	64.5
	きのこ類	5	1.0	0.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.0	16.2
	海藻類	3	0.9	0.1	0.0	0.0	0.3	0.2	0.1	18.2
	種実類	1	4.4	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.0	4.9
	計	150	54.9	2.2	0.6	0.1	11.8	3.4	0.3	436.3
料理区分Ⅱ (魚・肉・卵・大豆製品)	魚介類	25	40.5	4.9	1.9	0.4	0.6	0.0	0.3	73.1
	肉類	30	72.5	5.2	5.3	1.9	0.2	0.0	0.1	83.5
	卵類	15	22.7	1.8	1.5	0.4	0.0	0.0	0.1	19.4
	大豆製品	30	34.4	2.6	2.2	0.4	1.1	0.5	0.0	65.2
	計	100	170.1	14.5	10.9	3.1	1.9	0.5	0.5	241.2

(5) 1食の食事パターンとして、食事の基準を求める

<全体を通しての方針>

- ・基準の値に幅を持たせる場合、性・年齢階級別の値のバラつきも考慮し、目安の量±15%とする。

○料理区分Ⅰの料理の基準を設定する

- ・料理区分Ⅰからの摂取を期待する栄養素は、主に炭水化物と食物繊維である。
- ・料理区分Ⅰに分類した食品群を、(4)で示した目安の量摂取すると、炭水化物は60g/食、食物繊維は1.2g/食摂取できる。
- ・炭水化物の量に幅を持たせるために±15%の値をとると、下限51g/食、上限69g/食となる。
- ・精製度の低い穀類は、穀類の約2割であった。

⇒料理区分Ⅰの基準は、

「玄米等の精製度の低い米や麦等の穀類を使用した主食であり、炭水化物は50～70gで、かつ、精製度の低い穀類を2割以上使用していること」とする。

○料理区分Ⅱの料理の基準を設定する

- ・料理区分Ⅱの料理からは、主にたんぱく質と脂質の適切な摂取を期待する。
- ・線形計画法(食事最適化法)の解析で得られた、料理区分Ⅱに分類される食品群からの1食当たりのたんぱく質摂取量は14.5g/食であった。
- ・たんぱく質の量に幅を持たせるために±15%の値をとると、下限12.3g/食、上限16.7g/食となる。
- ・また、この区分の料理は、たんぱく質源となる食品を、1食で複数食品摂取することは少ない。

⇒料理区分Ⅱの基準は、

「魚介類、肉類、卵類、大豆・大豆製品を主材料とする主菜であり、たんぱく質は12～17gであること」とする。

○料理区分Ⅲの料理の基準を設定する

- ・料理区分Ⅲの料理からは、主に食物繊維、ビタミンやカリウムなどのミネラルの適切な摂取を期待している。
- ・しかし、これらの栄養素の量を測定することは困難なため、この区分の基準には、栄養素ではなく、食品の使用量を用いることとする。
- ・この区分に分類される食品群(及び食品)は多く、栄養素の量や栄養素密度も異なるため、単一の食品のみではこの料理区分から期待している栄養素の摂取は望めず、複数種類の食品を摂取する必要がある。
- ・線形計画法(食事最適化法)の解析で得られた、料理区分Ⅲの摂取の目安量は150g/食であり、ここに含まれる食品群の摂取の目安量は、それぞれ1食当たり、緑黄色野菜は45g/食、その他の野菜は80g/食、いも類、きのこ類、海藻類、種実類を合算すると25g/食である。
- ・また、食品の種類によって異なる栄養素の量や栄養素密度、料理の多様性を考慮し、±30%の値をとると、下限105g/食、上限195g/食となる。

⇒料理区分Ⅲの基準は、

「緑黄色野菜を含む2種類以上の野菜(いも類、きのこ類、豆類(大豆・大豆製品は除く)、藻類も含む)を使用した副菜であり、それら野菜は100～200gであること」とする。

○エネルギー及び食塩の基準を設定する

<エネルギー>

○1食当たりのエネルギーの基準

- ・この基準は特定の個人ではなく成人の集団を対象としているため、推定エネルギー必要量からエネルギーの基準を設定する。
- ・本解析でも使用した、食事摂取基準の性・年齢階級ごと(8グループ)の推定エネルギー必要量を平均し、1食当たりに換算すると、650kcal/食となる。
- ・エネルギーについては、摂りすぎを回避する観点から上限となる値を設定することとする。

⇒1食当たりのエネルギーの基準は、650kcal/食未満とする。

○料理区分ごとのエネルギーの基準

- ・各料理区分で設定した栄養素の基準と、食事バランスガイドで示した主食、主菜、副菜の料理区分ごとのエネルギーの量を勘案し、設定した。

⇒各料理区分の1食当たりのエネルギーの基準は、

料理区分Ⅰは300kcal/食未満、料理区分Ⅱは250kcal/食未満、料理区分Ⅲは150kcal/食未満とする。

<食塩>

○1食当たりの食塩の基準

- ・日本人の食事摂取基準(2015年版)の食塩の目標量は、男性8g/日未満、女性7g/日未満のため、平均すると7.5g/日未満である。
- ・これを1食当たりに換算すると、2.3g/食未満となる。

⇒ここで設定する基準は分かりやすいことが重要なことから、1食としての基準は「3g/食未満」とする。

○料理区分ごとの食塩の基準

- ・1食当たりの基準と矛盾が生じないように、分かりやすい値を設定する。

⇒各料理区分の1食当たりの食塩の基準は、それぞれ「1g/食未満」とする。

※なお、「健康な食事」は各料理区分の料理を組み合わせることを基本としていることから、「1g/食未満」の各料理区分の料理を組み合わせることで、1食当たり3g未満で、かつより少ない方に向かうと考えられる。

「健康な食事」の具体的な基準(案)

	食事パタン		
	I	II	III
基準の内容のイメージ	<p>精製度の低い米や麦等の穀類(主食)。</p> <p>なお、炭水化物は50～70gであること。精製度の低い穀類は2割以上であること。</p>	<p>魚介類、肉類、卵類、大豆・大豆製品を主材料とする副食(主菜)。</p> <p>なお、たんぱく質は12～17gであること。</p>	<p>緑黄色野菜を含む2種類以上の野菜(いも類、きのこ類・藻類も含む)を使用した副食(副菜)。</p> <p>なお、野菜は100～200gであること。</p>
	<p>※1 エネルギー</p> <p>○単品の場合は、料理区分 I は300kcal未満、料理区分 II は250kcal未満、料理区分 III は150kcal未満であること。</p> <p>○食事(料理の組合せ)の場合は、1食当たりのエネルギー量は650kcal未満であること。</p> <p>※2 食塩</p> <p>○単品の場合は、料理ごとの食塩含有量(食塩相当量)は1g未満であること。</p> <p>○食事(料理の組合せ)の場合は、1食当たりの食塩含有量(食塩相当量)は3g未満であること。</p>		