

栄養士養成課程のための

栄養学 実験実習・演習

基礎と応用〔第4版〕

編著：渡邊早苗・山田和彦

共著：今井久美子・曾我部夏子・高橋律子・武田 篤・西村早苗・橋詰和慶
真野由紀子・矢ヶ崎信子・山田恒代・吉澤みな子・若杉人美

建帛社

KENPAKUSHA

はじめに

私たちの健康は、「栄養」「運動」「休養」の3つがバランスよく保たれていることで得られます。「栄養」とは、食べ物を取り入れる身体の代謝や、食べ物の量・質・調理法や食べ方（知識や行動なども含む）など、“食”に関することすべてを意味しています。

一方、現代社会では、人びとは偏食・欠食や過食などによって起こる身体の歪みから、さまざまな病気を抱えていることも少なくありません。栄養士の役割は、食生活の歪みを正し、食べ物が人体に及ぼすさまざまな影響を理解して、その作用・効用を教え広め、適正な食事を提供することによって国民の健康の保持・増進を支えることです。

栄養士教育における「栄養学」では、各栄養素の特徴や体内での代謝を学び、人体の消化・吸収を理解することや、自身の消費エネルギーを計ることで、対象者の必要エネルギーを理解し、個人や集団の食事計画を立てる（給食管理の基礎）能力を養います。さらには、喫食対象者のアセスメントができるようになるために、学生自身が自分の身体的・食生活的アセスメントを演習することでその実践力を身につけます。また、各ライフステージの特徴に合わせた食事を整える技術を習練し、栄養士として疾病予防の知識とスキルを涵養し、社会に役立てる実践性を学習します。

そこで本書は、全国栄養士養成施設協会が提案するコアカリキュラムに沿って、第Ⅰ部は「栄養学総論（基礎栄養学）」、第Ⅱ部は「栄養学各論（応用栄養学）」の内容を網羅し、実験・実習・演習を通して講義内容を理解し、興味をもって取り組める内容としました。詳細な解説は割愛し出来るだけコンパクトにまとめ、実験・実習・演習項目を多数掲載しました。

第Ⅰ部 栄養の概念および摂食行動については、従来、脊椎動物（哺乳類）としてラットの飼育実験（解剖）で理解していましたが、今日では、人体の映像はIT機器によって容易に見ることができるので、栄養状態の評価を知る目的としては、より入手が容易なエビの飼育を取り上げました。第1章 栄養の概念、第11章 遺伝子発現と栄養、第12章 食事摂取基準は、文章のみですが、第3章 消化・吸収と栄養素の体内動態から第10章 エネルギー代謝までは、実験または演習項目をいくつか掲載しているので、ピックアップして学習して頂ければ幸甚です。

第Ⅱ部第1章 成長・発達・加齢（老化）と第2章 栄養マネジメントでは、各ライフステージの実習・演習に必要な図表をまとめて掲載しました。第3章 妊娠期の栄養から第14章 運動・スポーツと栄養までは、基本的に食事献立（料理）例を載せ、調理実習を行えるようにしました。また、第6章 幼児期の栄養では栄養カルタ、第7章 学童期の栄養では栄養紙芝居、第9章 成人期の栄養では栄養指導のポスター作成などバラエティーに富む内容をとりあげ、“栄養の指導”の教材としても活用できる構成としました。

将来、栄養士として社会で活躍するための専門知識とスキルを学習できる教材として、より多くの人びとに使用されることを願いつつ、読者からのご批判、ご教示をいただきながら、今後もさらにより使いやすいテキストにしたいと願っています。

2014年3月

執筆者一同

I. 栄養学総論（基礎栄養学）

1. 栄養の概念…………… 2	実験3 総脂肪量の測定…………… 19
1) 栄養の定義	
2) 栄養と健康・疾病	
2. 摂食行動…………… 3	6. たんぱく質の栄養…………… 20
実験 栄養条件の違いによるブライン	1) たんぱく質の体内代謝
シュリンプの成育…………… 4	2) アミノ酸の臓器間輸送
3. 消化・吸収と栄養素の体内動態…………… 6	3) たんぱく質の栄養価
1) 消化・吸収の基本概念	4) 他の栄養素との関係
2) 消化器系の構造と機能	① たんぱく質とエネルギー
3) 消化・吸収の機構	② たんぱく質とビタミン
実験1 アミラーゼによる炭水化物の	実験1 たんぱく質の検出と定量…………… 21
消化…………… 7	実験2 非たんぱく態窒素化合物の測
実験2 ペプシン・トリプシンによる	定…………… 23
たんぱく質の消化…………… 8	演習 食事たんぱく質の栄養価（ア
実験3 リパーゼによる脂質の消化…………… 9	ミノ酸価）を算出しよう，補
4. 糖質の栄養…………… 10	足効果について学ぼう…………… 25
1) 糖質の体内代謝	7. ビタミンの栄養…………… 26
2) 血糖とその糖質	1) ビタミンの構造と機能
3) エネルギー源としての利用	2) ビタミンの代謝と栄養学的機能
4) 他の栄養素との関連	3) 他の栄養素との関係
実験1 血糖の測定…………… 11	実験1 ビタミンCの定量…………… 27
実験2 グリコーゲンの定量…………… 12	実験2 ビタミンA・D・Eの定性…………… 28
実験3 アルコール発酵…………… 14	8. 無機質（ミネラル）の栄養…………… 29
5. 脂質の栄養…………… 16	1) 無機質の分類と栄養学的機能
1) 脂質の体内代謝	2) 他の栄養素との関係
① 脂質の化学	実験1 カルシウムの定量…………… 30
② 脂質の消化・吸収と体内移動	実験2 鉄の定量…………… 31
③ TG・脂肪酸・コレステロールの代謝	9. 水・電解質の代謝…………… 32
④ 必須脂肪酸の機能	1) 水の代謝と栄養
2) 貯蔵エネルギーとしての作用	① 水の出納
3) 摂取する脂質の量と質の評価	② 水の体内分布
実験1 TGの測定（GPO・DAOS法）… 17	③ 体液調節の異常
実験2 総コレステロールの測定（コ	2) 電解質の代謝と役割
レステロールオキシダーゼ・	実験 ナトリウム・カリウムの測定… 33
DAOS法）…………… 18	演習 1日の食事からの水分摂取量と
	尿量との関係を調べてみよう… 33

10. エネルギー代謝	35	11. 遺伝子発現と栄養	39
1) エネルギー代謝の概念		1) 遺伝形質と栄養の相互作用	
2) エネルギー消費量		① 遺伝子と栄養	
① 基礎代謝量と影響因子		② 生活習慣病と遺伝子多型	
② 活動時エネルギー消費		③ 儉約遺伝子	
3) エネルギー代謝の測定法		12. 食事摂取基準	40
演習1 行動時間調査法（タイムスタ デイ）で、自分の日常生活での エネルギー消費量を求めてみよ う	37	1) 日本人の食事摂取基準（2020年版） の策定方針	
演習2 加速度計を用いて、日常のエネ ルギー消費量を求めてみよう	38	2) エネルギーの指標	
		3) 栄養素の指標	
		4) 年齢区分	
		5) 参照体位（身長・体重）	
		6) 策定した食事摂取基準	
		7) ライフステージ別の留意点	
		8) 活用に関する基本	

II. 栄養学各論（応用栄養学）

1. 成長・発達・加齢（老化）	44	③ 予後アセスメント	
1) 概念		6) 栄養評価（栄養アセスメント）の評価項目	
① 成長		① 身体計測	
② 発達		② 食事調査	
③ 加齢		演習 自分の栄養アセスメントをして みよう	51
2) ヒトのライフサイクル		実 験 自分の栄養状態と体格（筋肉質か？）を 知ろう	53
① 身長，体重，体組成		3. 妊娠期の栄養	54
② 消化・吸収		1) 妊娠の概要	
③ 運動・知能・言語・精神・社会性の 発達		① 妊娠の成立・維持	
④ 食生活，栄養状態		② 胎児の成長と母体の体重変化	
⑤ 加齢（老化）に伴う身体的・精神的 変化と栄養		2) 栄養アセスメント	
2. 栄養マネジメント	48	3) 栄養ケア	
1) 概要		① 栄養付加量	
2) 定義		② 栄養素の過剰と不足の影響	
3) 過程		実 習 妊娠期の調理・供食について 学ぼう	55
4) 栄養評価（栄養アセスメント）の意義 と目的		4. 授乳期の栄養	56
5) 栄養評価（栄養アセスメント）の機能 別分類		1) 授乳女性の生理的特徴	
① 静的アセスメント		① 乳汁分泌のメカニズム	
② 動的アセスメント		2) 乳汁の成分と母乳の利点	

3) 栄養アセスメント	
① 産褥期	
② マタニティーブルー	
4) 栄養ケア	
① 栄養付加量	
② 授乳・離乳の支援ガイド	
実習 授乳期の調理・供食について	
学ぼう ……………	57
5. 乳児期の栄養 ……………	58
1) 乳児期の生理的特徴	
① 発育・発達	
② 咀嚼・嚥下機能の変化	
③ 消化機能の発達	
④ 乳児の摂食・精神・運動機能の発達	
⑤ 乳歯の形成	
2) 栄養ケア	
① 食事摂取基準	
② 栄養補給法	
③ 食物アレルギー	
④ 先天性代謝異常	
3) 調乳	
① 調乳器具	
② 調乳の仕方	
4) 離乳	
① 離乳食の特徴と摂食機能	
② 離乳の開始	
③ 離乳の進行	
④ 離乳の完了	
⑤ 食品の種類と調理	
⑥ 食物アレルギーへの対応	
実習 離乳食の調理・供食について	
学ぼう ……………	63
6. 幼児期の栄養 ……………	64
1) 幼児期の特性	
2) 栄養アセスメント	
① 偏食	
② 食欲不振	
③ むし歯	
④ 食物アレルギー	
3) 栄養ケア	
① 食事摂取基準	
② 保育所給食	
演習 栄養カルタをつくってみよう ……	64
実習 幼児期の調理・供食について	
学ぼう ……………	65
7. 学童期の栄養 ……………	66
1) 学童期の特性	
① 発育・発達	
② 精神発達	
2) 栄養アセスメント	
① 欠食	
② 肥満	
3) 栄養ケア	
① 食事摂取基準	
② 学校給食の栄養基準	
③ 食育	
演習 栄養紙芝居をつくってみよう ……	66
実習 学童期の調理・供食について	
学ぼう ……………	67
8. 思春期の栄養 ……………	68
1) 思春期の特性	
① 初潮	
② 神経性食欲不振症	
③ 思春期の貧血	
2) 栄養アセスメント	
3) 栄養ケア	
① 食事摂取基準	
② 食習慣の自立	
実習 思春期の調理・供食について	
学ぼう ……………	69
9. 成人期の栄養 ……………	70
1) 成人期の特性	
2) 栄養アセスメント	
3) 栄養ケア	
演習 栄養ポスターをつくってみよう ……	71
10. 閉経期（更年期）の栄養 ……………	72
1) 閉経期（更年期）の特性	
① 更年期障害	
② 更年期症状評価	
③ 骨粗しょう症	
2) 栄養ケア	
実習 閉経期の調理・供食について	
学ぼう ……………	73

11. 高齢期の栄養	74	① たんぱく質	
1) 高齢期の特性		② 脂質	
2) 栄養アセスメント		③ 炭水化物	
① 咀嚼困難・嚥下障害		④ エネルギー産生栄養素バランス	
② 褥瘡		4) ビタミン, ミネラルの食事摂取基準策定の根拠	
3) 栄養ケア		5) ライフステージ別の食事摂取基準	
① 流動食, 軟食 (易消化食), 介護食		① 乳児・小児	
② とろみ調整食品		② 妊婦・授乳婦	
③ 自助具		③ 高齢者	
実習 1 高齢期の調理・供食について		演習 「私の食事摂取基準」をつくっ	
学ぼう	76	てみよう	84
実習 2 高齢期の流動食, 易消化食に		14. 環境と栄養	85
ついて学ぼう	77	1) ストレスと生体リズム	
12. 障害と栄養	78	① サーカディアンリズム	
1) 障がい者 (児) の特性		② ストレスによる代謝の変動	
2) 障害の種類		③ 睡眠リズム	
3) 栄養ケア		④ ストレス状態による健康障害	
① 知的障がい者		2) 栄養アセスメント	
② 精神 (情緒) 障がい者		3) 栄養ケア	
③ 身体障がい者		15. 運動・スポーツと栄養	86
実習 知的障がい児・視覚障がい児		1) スポーツ・運動時の特性	
・肢体不自由児の調理・供食		① 運動の種類と代謝	
について学ぼう	79	② 時間とエネルギー源との関係	
13. 栄養必要量の科学的根拠	80	2) 栄養アセスメント	
1) 食事摂取基準の概要		① 栄養必要量	
2) エネルギー必要量		② グリコーゲンローディング	
① 基礎代謝量と基礎代謝基準値		③ 水分補給	
② 身体活動レベルと身体活動の分類例		3) 栄養ケア	
③ 高齢者, 小児, 肥満者の注意点		実習 持久力・瞬発力をつける調理・	
3) たんぱく質, 脂質, 炭水化物の食事摂取基準		供食について学ぼう	87
策定の根拠			
		臨床検査基準値一覧表	88
		さくいん	89

本書の使い方—実験実習・演習の実際

栄養学は、医学、農学、家政学の3分野が統合された学問です。栄養士は、人体の代謝（医学的視点）、栄養素としての食べ物の特徴（農学的視点）、そして食べ物をどのような（調理）形（料理）にすれば（家政学的視点）個人や集団の場で、人の健康の保持・増進に役立てることができるかを考え、その知識や技術を身につける必要があります。

第I部では、“栄養の概念”を栄養状態の違う条件で飼育した生物で理解します。栄養素を実験的手法で測定する目的は、その栄養素が人体でどのように代謝されるのかを学習するためです。三大栄養素の消化について、各栄養素に対する消化酵素の働きを実験で確かめ、人体の消化・吸収を理解しましょう。さらに各学生が自分の消費エネルギーを知ることで、対象者の必要エネルギーを理解し、個人や集団の食事計画ができる能力を養うことです。

実験手法の難易度や、得られた結果が正しいかどうかより、その目的が何か、実験実習を行い、考察することで知り得た（考えた）事柄に重点を置いて学習しましょう。

第II部では、喫食対象者のアセスメントができるスキルを養うために、学生自身が自分の身体的・食生活的アセスメントを演習することでその能力を涵養することができます。さらに食事摂取基準に掲載されている栄養素を参考に、各ライフステージの食事献立が掲載してありますから、調理・供食実習の進め方としては、①調理上の注意事項をメモする、②試食後の感想を料理毎に記入する、③対象に適しているかどうかを考察する、④課題を行う、の順に実習してみましょう。特に学生自身の健康管理の一環としての貧血予防や骨量増加のための調理・供食実習は、実施したいものです。

人の健康の保持・増進をサポートするには、対象者に適した栄養教育を行うことが大切です。そのための教材（媒体）として、カルタや紙芝居、ポスターやパンフレットの作成能力を学習することも必要です。

全体を通して、2単位のバラエティーに富んだ実験・実習・演習内容にすると楽しく学習ができると思います。参考までに、栄養学実験・演習1単位、応用栄養学実習・演習1単位のカリキュラムの例を示しました。

なお、第I部第2章の実験、第4章の実験2、実験3、第9章の演習については、実験および演習結果を記録する形式を記載してありますので、他の実験や演習のレポート提出の際の参考にして下さい。レポート提出では、表紙に、①テーマ ②担当教員名 ③実験日（天気・時限）④提出者の名前や学籍番号 ⑤共同実験者 ⑥レポート提出日 ⑦指示された事項等を記載しましょう。検量線は、グラフ用紙に作成し必ず添付するようにしましょう。

例)「栄養学実験・演習」1単位

1回	演習	オリエンテーション
2回	実験	炭水化物の消化実験
3回	実験	脂質の消化実験
4回	実験	たんぱく質の消化実験
5回	演習	栄養素の消化実験のまとめ
6回	実験	血糖の測定
7回	実験	血中TG、コレステロールの測定
8回	演習	血液中成分のまとめ
9回	実験	尿中NaClの測定
10回	実験	尿中クレアチニンの測定
11回	演習	尿中成分のまとめ
12回	演習	たんぱく質の補足効果
13回	演習	エネルギー代謝
14回	演習	エネルギー代謝
15回	演習	全体のまとめ

1回135分で実施

例)「応用栄養学実習・演習」1単位

1回	演習	オリエンテーション
2回	演習	アセスメントについて
3回	実習	妊娠期の献立調理・供食
4回	演習	妊娠期・授乳期のまとめ
5回	実習	乳児期の離乳食の調整
6回	演習	乳児期のまとめ
7回	演習	幼児期対象の栄養カルタ作成
8回	演習	学童期対象の栄養紙芝居作成
9回	実習	思春期の献立調理・供食
10回	演習	カルタ・紙芝居の発表
11回	演習	成人期のポスター作成
12回	演習	ポスターの発表
13回	実習	高齢期の献立調理・供食
14回	演習	高齢期のまとめ
15回	演習	全体のまとめ

1回135分で実施

第Ⅱ部の応用栄養学実習の調理・供食実習では、対象者の食事摂取基準と献立の栄養価が記載されています。食事摂取基準の栄養量をできるだけカバーするような献立としてありますが、実習する季節や入手できる食材、調理器具など各施設では条件が異なりますから、アレンジして実習して下さい。実習に際しては、事前につくり方などを調べておくことや、調理にふさわしい服装、また、衛生面への配慮を十分にしましょう。

調理・供食実習の記録・レポートを作成する際には、以下を参考にして下さい。

〈共通項目〉

1. つくり方の留意点を実習する料理ごとに記入しましょう。
2. 試食の感想と盛付図を記入しましょう。
3. 対象者に適しているか、献立を検討してみましょう。
 - 1) 摂取能力に合っていますか (①形態, ②分量, ③味のバランス, ④彩り, ⑤一口サイズ)。
 - 2) 食器との調和はとれていますか。
 - 3) 料理の温度は適切でしたか。
 - 4) 季節感を出せていましたか。
 - 5) 料理名は適切でしたか。
 - 6) 栄養量は適切でしたか。
 - 7) 経済性は考慮されてきましたか。
 - 8) 安全性は考慮されてきましたか。
 - 9) 実践性はありますか。
 - 10) 教育媒体として適しますか。



〈各章の課題〉

以下は、実習後のさらなる課題です。参考して下さい。

- 第3章 つわりに適した料理を考案してみましょう。
- 第4章 乳汁分泌を促す料理 (水分の多い料理) を考案してみましょう。
- 第5章 離乳前期・中期・後期・完了期の離乳食を1品ずつ考案してみましょう。
- 第6章 保育所給食 (3~5歳児) の昼食+間食献立を考案 (季節も設定) してみましょう。
- 第7章 小学校給食のイベント献立を考案してみましょう。
- 第8章 ① 鉄の多い食品 (鉄量mg/可食部100g, 摂取食品量中の鉄量mg/1人1食あたり) と料理1~2品を考案してみましょう。
- ② カルシウムの多い食品 (カルシウム分mg/可食部100g, 摂取食品量中のカルシウム量mg/1人1食あたり) と料理1~2品を考案してみましょう。
- 第10章 ① 簡単クッキング料理, ハーブを用いた料理1~2品を考案してみましょう。
- ② イソフラボンの多い食品 (イソフラボンmg/可食部100g, 摂取食品量中のイソフラボン量mg/1人1食あたり) と料理1~2品を考案してみましょう。
- 第11章 ① 介護食 (嚥下訓練食) の移行食を考案してみましょう。
- ② 高齢者施設の1日分 (季節・イベント) の献立を考案してみましょう。
- 第12章 対象者を設定し、障がい児 (者) に適した料理を考案してみましょう (考案した理由も記載する)。
- 第15章 市販のスポーツ飲料について調べてみましょう。

I. 栄養学総論 (基礎栄養学)



栄養学の祖といわれるラボアジエは、動物が呼吸することは体内で成分が緩やかに燃焼することであり、酸素といっしょに体内に取り入れられた食べ物は、化学反応によって熱（体温）やエネルギーに変化し、生命を保っているのだというエネルギー代謝の基礎概念を初めて明らかにしました。

それより以前には、ヒポクラテスが“健康と食べ物のかかわり”について説いています。

栄養学は、摂取する食べ物の不足や偏りによって、病気が引き起こされるとい現象から、食べ物の中の栄養素をみつけることで発展してきました。

ここでは、食物としての栄養素の役割や体内での消化・吸収について、実験実習・演習を通して、講義で学んだ知識への理解を深めます。異なる栄養条件下で生き物を飼育・観察し、「栄養とは何か」を理解する実験、消化酵素の働きを知る実験、生体試料を用いた各栄養素の定量実験から生体の構成成分を学ぶ、人体のエネルギー代謝を知るための消費エネルギーを算出する演習など、栄養士として将来、必要な知識やスキルを学びます。



1. 栄養の概念

1) 栄養の定義

栄養とは生物が、体内に必要な物質を取り込み、不要なものを体外へ排出することで、生命を維持する根本的な一連の営みをさします。生命活動に必要な物質を栄養素といいます。生物は食物に含まれるこの栄養素を摂取して、体内で代謝（分解・合成）することで、エネルギー源とし、あるいは生体を構成する成分、さらには、代謝を促進・抑制する因子としても利用しています。

ヒトが必要とする栄養素は、炭水化物（糖質）、脂質、たんぱく質、ビタミン、無機質（ミネラル）の5つに大別されます。食物に含まれる栄養素は、熱量素（エネルギー源となる）、構成素（身体を構成する）、調整素（代謝を円滑にする）の3つの機能をもっています。そのほか人体に必要な物質としてさまざまな物質を溶解し、体温を調節する水があり、生命にとって大切ですが普通の生活では不足しないので、栄養素には含めない場合が多く、また、食物繊維には整腸作用などの役割が認められています。

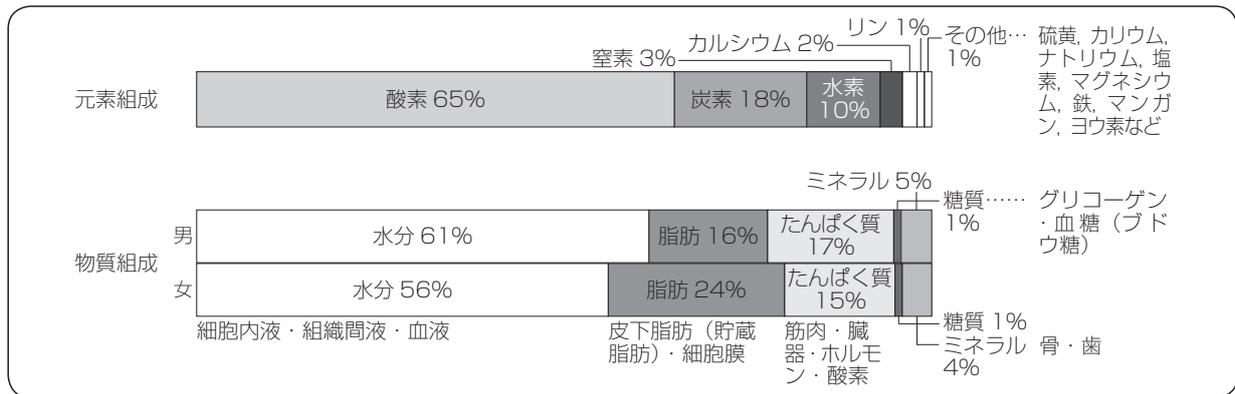


図 1-1 人の物質組成と元素組成

ヒトの身体の大部分は、水と有機化合物で、元素組成で見ると、90%以上は炭素 (C)、酸素 (O)、水素 (H)、窒素 (N) の4種の元素で占められ、それ以外に必要なものを加えても、30種類以下にすぎません。

ヒトの身体を構成している細胞数は約30~60兆個で、細胞が集まって組織（筋組織など）をつくり、組織が集まって器官（胃など）をつくり、種々の器官が系（消化器系など）となり、これらが集まって1つの個体が構成されています。細胞は、それ自体が細胞小器官をもっていて外から栄養素を取り込み、それからエネルギーをつくり出し生命の維持をしています。細胞小器官は、生体高分子といわれる物質（核酸やたんぱく質など）からできていて、生体高分子は分子（アミノ酸やブドウ糖など）からなり、分子は元素によって構成されています。

2) 栄養と健康・疾病

栄養素の摂取が不足しても過剰でも、ヒトは健康を維持できなくなります。健康を保つためには栄養、運動、休養のバランスが大切です。栄養素の摂取では「日本人の食事摂取基準2020年版」が、食生活では「健康日本21（第2次）」が参考になり、運動と休養にもそれぞれ指針があります。健康とは病気や虚弱でないというだけでなく、身体の体力値が高く、知的に適切な教育を受け、社会的には豊かな人間関係があり、精神的にも安定している状態であるということが出来ます。

栄養素の欠乏・過剰と疾病の関係は、栄養素の発見の歴史にみることが出来ます。近年では、社会経済の発展とともにさまざまな食品や料理が豊富に出回り、国民は多種多様な食のサービスを選択できるようになりました。生活面では核家族世帯や単身世帯の激増、家庭内食から半既成食、既成食、外食の利用は日常のこととなり、人びとの食のスタイルも個別化、多様化しています。

日本人の栄養状態は、毎年実施される「国民健康・栄養調査」によって知ることが出来ます。最近の結果では、若年者のやせや中高年者の生活習慣病の増加などが問題となっています。若年者の朝食欠食や、外食への依存度が多くなっていることもその一因と考えられます。