

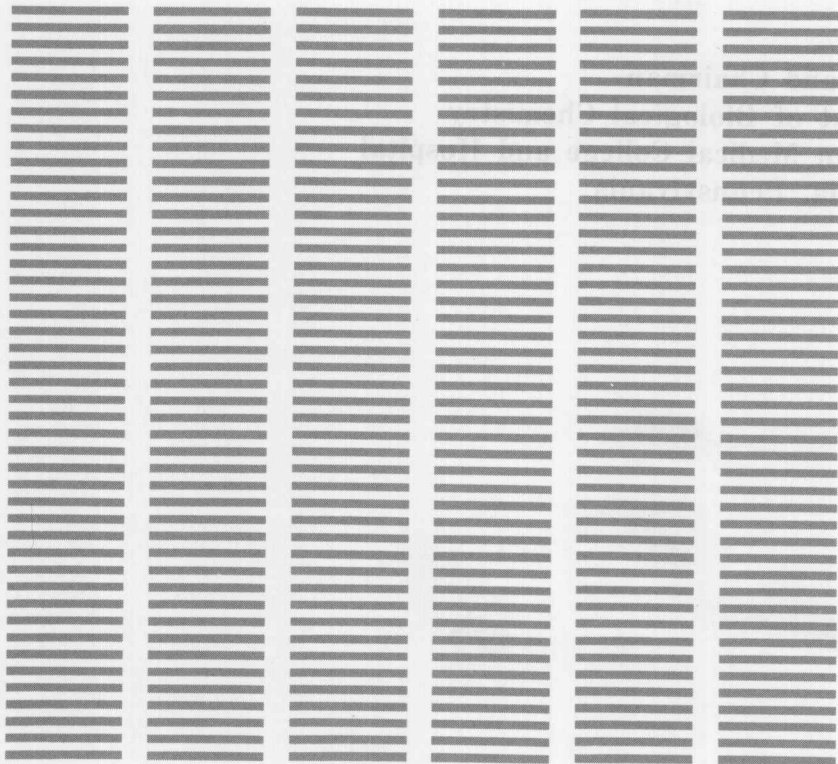
TEXTBOOK OF BIOCHEMISTRY with Clinical Correlations



デヴリン生化学 Ⅲ

臨床との関連

トーマス・M・デヴリン編集
上代淑人 日本語版監修



啓学出版

Thomas M. Devlin, Ph. D.

Professor and Chairman

Department of Biological Chemistry

Hahnemann Medical College and Hospital

Philadelphia, Pennsylvania

上代淑人 (Yoshito Kaziro)

東京大学医科学研究所

教授, 医学博士

トーマス M. デヴリン 編集

デヴリン生化学——臨床との関連——(下)

昭和60年2月25日 初版1刷発行

日本語版
監修者 上代淑人
企画・編集 ワイリー・ジャパン Inc.
代表者 J.A.E.ハイアム
東京都品川区上大崎2-24-11-403 〒141
発行所 啓学出版株式会社
東京都千代田区神田神保町1-46 〒101
電話 東京 03(233)3731(代)
振替 東京 3-109286

印刷 新日本印刷株式会社
製本 株式会社 積信堂

本書の定価はカバーに表示してあります

ISBN 4-7665-0867-X

TEXTBOOK OF BIOCHEMISTRY WITH CLINICAL CORRELATIONS

Edited by

Thomas M. Devlin, Ph.D.

**Professor and Chairman
Department of Biological Chemistry
Hahnemann Medical College and Hospital
Philadelphia, Pennsylvania**

ISBN 0-471-05039-3 (A Wiley medical publication)

Copyright© 1982 by John Wiley & Sons, Inc., New York.

Copyright© 1985 by Wiley Japan, Inc., Tokyo.

All rights reserved.

翻 訳 者

藤田道也 (Michiya Fujita)

浜松医科大学医学部
教授, 医学博士

飯田静夫 (Shizuo Handa)

東京医科歯科大学医学部
教授, 医学博士

石塚稲夫* (Ineo Ishizuka)

帝京大学医学部
教授, 医学博士

* 日本語版 編集幹事

亀山恒夫 (Tsuneo Kameyama)

順天堂大学医学部
助教授, 医学博士

上代淑人† (Yoshito Kaziro)

東京大学医科学研究所
教授, 医学博士

森内幸子 (Sachiko Moriuchi)

日本女子大学家政学部
教授, 医学博士

† 日本語版 監修者

翻 訳 協 力 者

菅野(水島)純子 (Junko Mizushima-Sugano)

東京大学医科学研究所
理学修士

富永真一 (Shin-ichi Tominaga)

自治医科大学医学部
医学博士

矢部希見子 (Kimiko Yabe)

東京大学医科学研究所
理学博士

青 執 筆 者

Stelios Aktipis, Ph.D.

Professor
Department of Biochemistry
Loyola University Stritch School of Medicine
Maywood, Illinois

William Awad, Jr., M.D., Ph.D.

Professor
Department of Medicine and Biochemistry
University of Miami School of Medicine
Miami, Florida

James Baggott, Ph.D.

Associate Professor
Department of Biological Chemistry
Hahnemann Medical College and Hospital
Philadelphia, Pennsylvania

Stephen G. Chaney, Ph.D.

Assistant Professor
Department of Biochemistry and Nutrition
School of Medicine
The University of North Carolina at Chapel Hill
Chapel Hill, North Carolina

Joseph G. Cory, Ph.D.

Professor and Chairman
Department of Biochemistry
College of Medicine
University of South Florida
Tampa, Florida

David W. Crabb, M.D.

Fellow, Gastroenterology
Department of Medicine
Indiana University School of Medicine
Indianapolis, Indiana

Thomas M. Devlin, Ph.D.

Professor and Chairman
Department of Biological Chemistry
Hahnemann Medical College and Hospital
Philadelphia, Pennsylvania

Thomas I. Diamondstone, Ph.D.

Assistant Professor
Department of Physiology and Biochemistry
The Medical College of Pennsylvania and Hospital
Philadelphia, Pennsylvania

Edward Glassman, Ph.D.

Professor
Departments of Biochemistry and Nutrition
School of Medicine
University of North Carolina at Chapel Hill
Chapel Hill, North Carolina

Robert H. Glew, Ph.D.

Associate Professor
Department of Biochemistry
School of Medicine
University of Pittsburgh
Pittsburgh, Pennsylvania

Peter N. Gray, Ph. D.

Associate Professor
Department of Biochemistry and Molecular
Biology
University of Oklahoma Health Sciences Center
Oklahoma City, Oklahoma

Robert A. Harris, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
Indiana University School of Medicine
Indianapolis, Indiana

Ulrich Hopfer, M. D., Ph. D.

Associate Professor
Department of Anatomy
School of Medicine
Case Western Reserve University
Cleveland, Ohio

Francis N. LeBaron, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
School of Medicine
The University of New Mexico
Albuquerque, New Mexico

Karl H. Muench, M. D.

Professor
Departments of Medicine and Biochemistry
University of Miami School of Medicine
Miami, Florida

Merle S. Olson, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
University of Texas Health Center at San
Antonio
San Antonio, Texas

Richard M. Schultz, Ph. D.

Associate Professor
Department of Biochemistry and Biophysics
Loyola University Stritch School of Medicine
Maywood, Illinois

Nancy B. Schwartz, Ph. D.

Associate Professor
Departments of Pediatrics and Biochemistry
University of Chicago
Chicago, Illinois

Frank Ungar, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
Medical School
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota

John F. Van Pilsum, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
Medical School
University of Minnesota
Minneapolis, Minnesota

Marilyn S. Wells, M. D.

Adjunct Assistant Professor
Department of Medicine
University of Miami School of Medicine
Chief, Spinal Cord Injury Service
Veterans Administration Medical Center
Miami, Florida

J. Lyndal York, Ph. D.

Professor
Department of Biochemistry
School of Medicine
University of Arkansas
Little Rock, Arkansas

日本語版

監修者 序文

本書は医学部の学生を対象として編集された生化学の教科書である。現在、生化学は広く、医、理、農、薬、工の各学部、また他にも栄養学科、家政学科などを含めるときわめて多くの領域で教えられているので、教科書としては各分野ごとにそれぞれの特色を備えたものが必要となってきた。医科生化学の教科書として望ましいことは、高等動物、とくに人間に中心をおいて記述がおこなわれていること、および臨床医学との関連を重視し、疾患の生化学的背景について学生に興味をいだかせるものであること、の2点であろう。もちろん、生命現象の基本的な過程で、すべての生物に普遍的に存在するものについては、より取り扱いが容易である下等生物、たとえば細菌類を素材として研究が発展してきたことは事実である。とくに、分子遺伝学の基本的な部分については微生物を材料として明らかにされてきたものが多いが、医学を学ぶ場合にはそれらの個々の過程について、常にそれが高等動物、とくに人間においてもみいだされるものか否かという点を念頭においておかねばならない。

本書では医学生教育をめざして、可能なかぎり哺乳動物、とくに人間を対象として記述が進められている点がひとつの特色である。また第1章を細胞構造の記述からはじめた点でも、生理的、生物学的な面を重視しようとする意図がうかがえる。第2の特色としては、この本の表題にもかかっているよう

に、臨床医学との関連——Clinical Correlation——を重視し、要所、要所に別枠として、疾患の生化学的背景が語られていることであろう。現代では、分子生物学の進歩、とくに組み換え遺伝子の技術の進歩にともない、疾患の分子的基本的研究が可能となっている。これから医学を学ぼうとしている学生にとって、疾患の分子的背景がどのようにして解明されていくかということを知るのはきわめて魅力あることであろう。上記の二つの特色を備えた本書は、医科生化学を学ぶ学生にとって、きわめて好適の教科書ということができる。

翻訳という作業は、あまり創造的なものではないので、研究者としては、やり甲斐のある仕事とはいえない。それを敢えて後進の啓蒙のために貴重な時間を割いて翻訳にあたって下さった訳者の方々に厚く御礼を申し上げたい。とくに本書の翻訳について幹事役として、全般にわたって企画、および訳の統一などにあたられた石塚稲夫教授の御努力に対して深甚の感謝の意を表したい。また、専門家の立場から第4章を校閲していただいた大西正健氏、デスクで編集の労を惜しまれなかったワイリー・ジャパンの中村立身氏に心から御礼申し上げる次第である。

1983年11月

上代淑人

序 文

この教科書は哺乳動物細胞の生化学を取り扱い、細胞レベルの生化学的出来事を全動物体の生理的過程と関連させている。題材は医学部の生化学の講義に必要なものを選び、できるだけヒトの生化学についての知識あるいは実例を収録した。またより高学年生向きの、あるいは卒業後も役立つような内容も含まれている。

最初の6章は、タンパク質と酵素の化学、膜構造、および生体エネルギー論にあてられ、主要な細胞成分の代謝を学ぶための基礎知識を提供している。次いで、細胞および組織レベルでの代謝の相互関係、および主要なホルモンについての解説がある。遺伝情報の伝達に伴う生化学的過程、および形質発現の機序とその調節、ならびに組み換えDNA 研究と遺伝子工学の最近の進歩についても述べた。その他の章には、哺乳動物の各組織における生化学、鉄とヘムの代謝、ガス輸送、pH の調節、および食物の消化と吸収などの生理化学上重要な事項が含まれている。そして最後に、生化学的栄養論でしめくくっている。

これらの項目と病気という問題との関係を強調するために、各章に、ヒトの正常の生化学的出来事を病態生理学的状態と関係づけるような臨床関連事項(略号:C.C.)を選んで挿入した。C.C. は特定の臨床例ではなく、病態の生化学について説明することを目的としている。ときには、ひとつの病気について、いくつかの章でそれぞれ異なる角度から見た所見が記載されている場合もある。生化学についての叙述の流れを妨げないため、臨床関連事項は別個に示した。また、必要な生化学的情報はすべて本文に盛り込まれているので、臨床関連事項の詳細を参

照しなくても十分理解できるはずである。しかし、項目によっては臨床症状に密接な関係があるため、本文の中に含めて論議している章もいくつかある。

すべての教科書の例に洩れず、本書でも題材の選定は難しい問題であった。細胞内の化学的出来事に関してわれわれが持っている知識は、多くの場合細菌や酵母のような単細胞生物から得られている；実際、哺乳動物細胞の場合については極めておぼろげなイメージしか得られていない事項もいくつかある。そのため、いくつかの節では細菌の系から得られた情報をモデルとして、より複雑な哺乳動物の組織にあてはめて論議せざるを得なかった。

各執筆には講義用の教科書ということで書いていただいた。この本は単なる生化学的事実の要約ではないのである。記述は辞典のように詳細に過ぎることはないが、生化学的概念と情報をしらべるために十分役立つように配慮した。この本はこれまでの研究報告をまとめた総説というわけでもない。そのため、執筆には特定の研究者の業績を引用しないようにお願いした。この点、生化学領域で画期的な業績をあげ、当然引用されてしかるべき多くの生化学者には御許しをいただきたい。代りに各章末には文献を付けて、その領域の原著を検索できるようにした。

多数の執筆者が、それぞれの専門領域について分担して書かれた教科書は、良い面も多いが問題も生じやすい。この仕事を始める前に、このような方式についての賛否両論を十分に検討した。結局、多数の研究教職にたずさわる者が、それぞれ興味を持つ生化学の分野を受け持つことのほうが価値が大きいということに決まった。執筆者は医学部で活発に生

化学を教えており、分担領域について深い研究上の興味を抱いている。そのため全員、生化学の教官としての展望を持ち、学生に必要な教材の選び方および重点の置き方を決めることができるだけの経験を持ち合わせている。しかし、執筆者はそれぞれ文体に特徴があるため、章ごとに表現法は異なっている。にもかかわらず、学生はこのような内容を理解する力を持っているものと判断された。学生はふつう様々な教材を使うことに慣れているものである。編集者としては、なるべく冗長にならず、全体を統一するように配慮したつもりである。異なる章に1つの事項が重複して現われる場合も、読者にとって

繰り返しが有益であるという点を重視して、そのままにしておいた。

どのような計画でも、仕上がりについての責任は負わなければならない。題材と形式の選定、校正および最終的な本のチェックについての責任はすべて私にある。この本を使われる学部および学生諸君からの感想、批判および示唆を是非いただきたい。この本が、生化学を学ぶというすばらしい経験を始めるために役立つように祈る。

Thomas M. Devlin

謝 辞

この本は、多数の方々の激励と参画なしには完成しなかったであろう。分担者は執筆中に同僚や学生諸君から、さまざまな援助を受けている。しかし、謝辞に遺漏が生じることを恐れるため、あえて御名前は挙げないことにした。貴重な時間を割き、本書について客観的かつ批判的御意見を賜った方々に心から御礼申し上げたい。また、すべての執筆者は恩師先輩の方々、多数の参考書、そしてもちろん生化学の研究論文によって影響を受けている；われわれは、これらすべてに強い刺激を与えられた。

各章を執筆することを引き受け、意見を交換し、本書を良くするための示唆を与えて下さった上、原稿を書き直すことにこころよく応じていただき完成に至るまで協力的であった分担者の方々には編集者として特別に感謝する。長い間、私と共に働いて下さったジョン・ワイリー社の方々には個人的に深い謝意を表したい。Executive Editor の John de Carville 氏は、先見の明と忍耐強さで初期の計画段階において私を支えて下さり、原稿の作成と編集の段階においては無条件の支援を惜しまれなかった。製作の初期において有能な助力をいただいた Managing Editor の Charles Kyreakou 氏；注意深い校正をして下さった Editorial Supervisor の Bruce

Williams 氏；原稿を手際よく複写して下さった Deslie Lawrence さん；そして、着実、かつ辛棒強く複雑な編集作業を導いて下さった Assistant Production Manager の David Feren 氏の名も特記しなければならない。ジョン・ワイリーのイラスト部門、特に Illustration Production Manager の Ishaya Monokoff 氏および本書の完成を助けて下さった多数のスタッフには特別な謝意を表したい。

この2、3年間にわたって私の部屋のスタッフである Caren Gold さん、Mary Ellen Minto さん、Eileen O'Shaughnessy さん、そして特に Mary Hart vanBoven さんの皆さんには、この企画に関する多量の雑用を忠実に、しかも能率良く処理して下さいたことに対して深く感謝する。

最後に、協力的で理解ある家族、特にこの企画を引き受けることを私に奨め、この教科書をまとめ上げるために多くの時間を投入することのできるような環境を作り出してくれた私の妻、Marjorie に深甚の謝意を表したい。皆様どうもありがとうございました。

Thomas M. Devlin

目次

第13章 プリンヌクレオチドおよびピリミジンヌクレオチドの代謝469	
Joseph G. Cory; 矢部希見子・上代淑人 訳	
13.1 概観.....469	
13.2 スクレオチドの代謝機能.....469	
13.3 スクレオチドの化学.....471	
13.4 プリンヌクレオチドの代謝.....475	
13.5 ピリミジンヌクレオチドの代謝.....486	
13.6 デオキシリボスクレオチド形成.....492	
13.7 スクレオチドとスクレオチドキナーゼ.....495	
13.8 細胞周期と細胞分裂速度の関数としてのヌクレオチド代謝酵素.....497	
13.9 スクレオチドコエンザイム合成.....498	
13.10 5-ホスホリボシル 1-ピロリン酸の合成と利用.....503	
13.11 プリン, ピリミジンヌクレオチド代謝の妨害物質.....505	
C. C. 13.1 Lesch-Nyhan 症候群.....483	
C. C. 13.2 プリンヌクレオチド代謝の欠陥に関連した免疫不全症.....485	
C. C. 13.3 痛風.....487	
C. C. 13.4 オロト酸尿症.....490	

第14章 代謝の相互関連509	
Robert A. Harris, David W. Crabb; 藤田 道也 訳	

14.1 概観.....509	
14.2 飢餓-摂食サイクル.....510	
14.3 肝の代謝を飽食状態または絶食状態に合わせる機構.....518	

14.4 さまざまな栄養状態, ホルモン状態における組織の代謝関連.....525	
C. C. 14.1 肥満.....510	
C. C. 14.2 低タンパク質栄養.....510	
C. C. 14.3 Reye 症候群.....516	
C. C. 14.4 高浸透圧・高血糖コーマ.....516	
C. C. 14.5 高血糖とグリコシル化.....517	
C. C. 14.6 飢餓.....518	
C. C. 14.7 インスリン依存性糖尿病.....530	
C. C. 14.8 バコール誘導性糖尿病.....530	
C. C. 14.9 インスリン非依存性糖尿病.....531	

第15章 ホルモンの生化学 I: ホルモンレセプター, ステロイドおよび甲状腺ホルモン533	
---	--

Frank Ungar; 森内 幸子 訳	
15.1 生化学的調節.....533	
15.2 ホルモン作用のレセプターモデル.....537	
15.3 ステロイドホルモン.....541	
15.4 ステロイド性腺ホルモン: 調節と生物学的活性.....551	
15.5 甲状腺ホルモン.....555	

C. C. 15.1 グルココルチコイドの生物学的利用.....550	
C. C. 15.2 乳腺におけるエストロゲン・レセプター.....557	
C. C. 15.3 放射性ヨウ素の使用.....560	

第 16 章 ホルモンの生化学II: ペプチドホルモン	第 19 章 タンパク質合成: 翻訳および翻訳後修飾
.....563681
Frank Ungar; 森内 幸子 訳	Karl H. Muench; 菅野 純子・上代 淑人 訳
16.1 細胞膜のレセプター563	19.1 遺伝暗号681
16.2 カルシウムのホルモン調節568	19.2 アミノアシル-tRNA シンテターゼ.....686
16.3 プロスタグランジン571	19.3 タンパク質合成689
16.4 膵のホルモン573	19.4 ポリペプチドの翻訳後修飾698
16.5 視床下部-下垂体ホルモン.....576	19.5 コラゲンの生合成701
16.6 生体リズム586	
C. C. 16.1 膜ならびに核のホルモン作用部位.....567	C. C. 19.1 ミスセンス変異: ヘモグロビン.....684
C. C. 16.2 ホルモンによるタンパク質合成の調節.....584	C. C. 19.2 停止コドンの疾患.....685
	C. C. 19.3 サラセミア.....685
第 17 章 DNA: 複製過程と修復589	C. C. 19.4 家族性プロインスリン過剰症.....699
Stelios Aktipis; 矢部希見子・上代 淑人 訳	C. C. 19.5 Ehlers-Danlos 症候群.....703
17.1 DNA の生物学的性質589	C. C. 19.6 壊血病とヒドロキシプロリン合成.....703
17.2 DNA の構造590	C. C. 19.7 リシルヒドロキシラーゼの欠損.....704
17.3 DNA 構造の類型604	C. C. 19.8 皮膚のもろさ.....704
17.4 DNA の構造と機能614	C. C. 19.9 リシルオキシダーゼの欠損.....704
17.5 生体内のホスホジエステル結合の形成620	
17.6 DNA の突然変異と修復621	第 20 章 遺伝子発現の調節709
17.7 DNA 複製630	Edward Glassman; 富永 真一・上代 淑人 訳
17.8 組み換え DNA638	20.1 概 観709
17.9 DNA のヌクレオチド配列641	20.2 細菌の転写単位: オペロン710
C. C. 17.1 突然変異と癌の病因論.....627	20.3 プロモーター領域: RNA ポリメラーゼとの親和性711
C. C. 17.2 DNA 修復の病気と癌に対する感受性.....630	20.4 CRP 部位: 調節タンパク質である CRP が関与するポジティブ調節機構715
C. C. 17.3 組み換え DNA.....641	20.5 オペレーター領域: 調節タンパク質であるレプレッサーが関与するネガティブ転写調節機構718
	20.6 RNA ポリメラーゼの構造変化による転写の調節724
第 18 章 RNA: 転写および転写後修飾645	20.7 アテナニューエーター領域: 転写終結の調節725
Peter N. Gray; 富永 真一・上代 淑人 訳	20.8 rRNA および tRNA 合成の緊縮調節.....728
18.1 概 観645	20.9 細菌の種々のオペロンにおける転写調節728
18.2 RNA の構造646	20.10 哺乳動物細胞における転写の調節730
18.3 RNA の型650	20.11 遺伝子工学の生化学733
18.4 転写機構658	20.12 哺乳動物細胞の形質転換740
18.5 転写後プロセッシング665	
18.6 スクレアーゼ676	C. C. 20.1 β^+ および β^0 -サラセミア732
C. C. 18.1 抗生物質.....665	C. C. 20.2 男性仮性半陰陽.....732
C. C. 18.2 変化したヒトのグロビン遺伝子.....674	C. C. 20.3 動物への遺伝子移入.....742
C. C. 18.3 サラセミア.....675	

第21章 各組織の代謝745	23.3 Hill の式.....806
John F. Van Pilsum; 亀山 恒夫・森内 幸子 訳	23.4 ヘモグロビンとアロステリズム：2,3-ビス ホスホグリセリン酸の効果.....806
21.1 骨格筋.....745	23.5 その他のヘモグロビン.....807
21.2 心筋.....754	23.6 酸素結合に及ぼす環境の影響.....810
21.3 脂肪組織.....756	23.7 二酸化炭素の輸送.....811
21.4 肝 (liver).....760	23.8 ヘモグロビン, 酸素, 二酸化炭素, 水素イ オン, 2,3-ビスホスホグリセリン酸の間の 相互関係.....815
21.5 腎 (kidney).....768	23.9 pH 調節序論.....816
21.6 神経組織.....769	23.10 血漿, 細胞間液, 細胞の緩衝系.....816
21.7 肺 (lung).....776	23.11 二酸化炭素-炭酸水素塩緩衝系.....818
21.8 結合組織 (connective tissue).....776	23.12 酸-塩基平衡とその維持.....822
21.9 眼.....778	23.13 代償機構.....826
21.10 血液細胞.....781	23.14 酸-塩基平衡の失調に関するその他の測定 法.....830
21.11 皮膚.....782	23.15 酸-塩基平衡の失調における Na^+ および Cl^- の有意な変化.....832
C. C. 21.1 Duchenne 型筋萎縮症.....747	C. C. 23.1 酸素親和性の異常なヘモグロビン.....809
C. C. 21.2 本態性果糖尿症.....763	C. C. 23.2 慢性呼吸性アシドーシス.....828
C. C. 21.3 多発性硬化症.....770	C. C. 23.3 急性呼吸性アルカローシス.....828
C. C. 21.4 新生児肺硝子膜症 (neonatal hyaline membrane disease, HMD).....777	C. C. 23.4 サリチル酸中毒.....830
C. C. 21.5 肺胞タンパク症 (alveolar proteinosis, AP).....777	C. C. 23.5 臨床医学における酸-塩基データの評 価.....832
C. C. 21.6 グリコサミノグリカン.....778	C. C. 23.6 代謝性アルカローシス.....834
C. C. 21.7 溶血性貧血 (hemolytic anemia).....781	
C. C. 21.8 先天性色素欠如.....782	
第22章 鉄とヘムの代謝785	第24章 栄養素の消化と吸収837
William M. Awad, Jr., Marilyn S. Wells;	Ulrich Hopfer; 森内 幸子 訳
藤田 道也 訳	24.1 概説.....837
22.1 鉄代謝：概観.....785	24.2 消化：一般的考察.....839
22.2 鉄含有タンパク質.....786	24.3 上皮細胞輸送.....843
22.3 鉄の腸管吸収.....788	24.4 タンパク質の消化と吸収.....848
22.4 鉄の分布と動力学.....789	24.5 炭水化物の消化と吸収.....854
22.5 ヘムの生合成.....791	24.6 脂質の消化と吸収.....856
22.6 ヘムの異化.....797	24.7 胆汁酸の代謝.....861
C. C. 22.1 鉄欠乏性貧血.....790	C. C. 24.1 中性アミノ酸症 [Hartnup 病].....851
C. C. 22.2 血色素症と鉄強化食.....791	C. C. 24.2 二糖類加水分解酵素欠損症.....855
C. C. 22.3 急性間欠性ポルフィリン症.....793	C. C. 24.3 コレステロール結石.....860
C. C. 22.4 新生児性免疫溶血.....799	
第23章 ガス輸送と pH 調節803	第25章 栄養学の原理 I：大栄養素865
James Baggott; 亀山 恒夫 訳	Stephen G. Chaney; 森内 幸子 訳
23.1 ガス輸送序論.....803	25.1 概説.....865
23.2 血液中での酸素運搬体の必要性.....803	

25.2 エネルギー代謝	866	26.4 水溶性ビタミン	893
25.3 タンパク質代謝	867	26.5 エネルギー代謝に関与する水溶性ビタミン類	894
25.4 タンパク質・エネルギー失調症	872	26.6 造血に関与する水溶性ビタミン類	901
25.5 過剰のタンパク質-エネルギー摂取	874	26.7 他の水溶性ビタミン	905
25.6 炭水化物	875	26.8 マクロミネラル類	907
25.7 脂肪	877	26.9 微量ミネラル	908
25.8 食事中の大栄養素の組成	877	26.10 アメリカ人の食事：その実情と問題点	912
C. C. 25.1 菜食主義者の食事とタンパク質-エネルギー必要量	870	26.11 栄養状態の臨床面からの評価	914
C. C. 25.2 低タンパク質食と腎疾患	871	C. C. 26.1 吸収不全症候群についての栄養学的考察	887
C. C. 25.3 高エネルギー輸液法と異化的応答	872	C. C. 26.2 ビタミンD不応性くる病	890
C. C. 25.4 タンパク質によって緩和された絶食	873	C. C. 26.3 新生児についての栄養学的考察	894
C. C. 25.5 入院患者への十分なタンパク質とエネルギーの供給	874	C. C. 26.4 アルコール中毒についての栄養学的考察	896
C. C. 25.6 流行の食事 (fad diets) : 高タンパク質-高脂肪食	876	C. C. 26.5 経口避妊薬使用者のビタミン B ₆ 必要量	900
C. C. 25.7 炭水化物負荷と運動選手の耐久性	876	C. C. 26.6 抗痙攣剤とビタミン必要量	903
第26章 栄養学の原理II: 小栄養素	883	C. C. 26.7 体内利用鉄の算出について	910
Stephen G. Chaney; 森内 幸子 訳		C. C. 26.8 鉄欠乏性貧血	911
26.1 栄養失調症の評価	883	C. C. 26.9 菜食主義者についての栄養学的考察	914
26.2 栄養所要量	884	索引	917
26.3 脂溶性ビタミン	885		

上 巻 目 次

第1章 真核細胞の構造	1
第2章 タンパク質I: 組成と構造	19
第3章 タンパク質II: 生理的な機能をもつタンパク質	63
第4章 酵素: 分類, 反応速度論, 調節	105
第5章 生体膜—構造と膜輸送	163
第6章 生体エネルギー論と酸化的代謝	193
第7章 糖質代謝I: 主要な代謝経路とその調節	241
第8章 糖質代謝II: その他の経路	299
第9章 脂質代謝I: 脂質の形でエネルギーの利用と貯蔵	325
第10章 脂質代謝II: 各脂質の代謝経路	355
第11章 アミノ酸代謝I: 一般的経路	399
第12章 アミノ酸代謝II: 個々のアミノ酸の代謝	413

