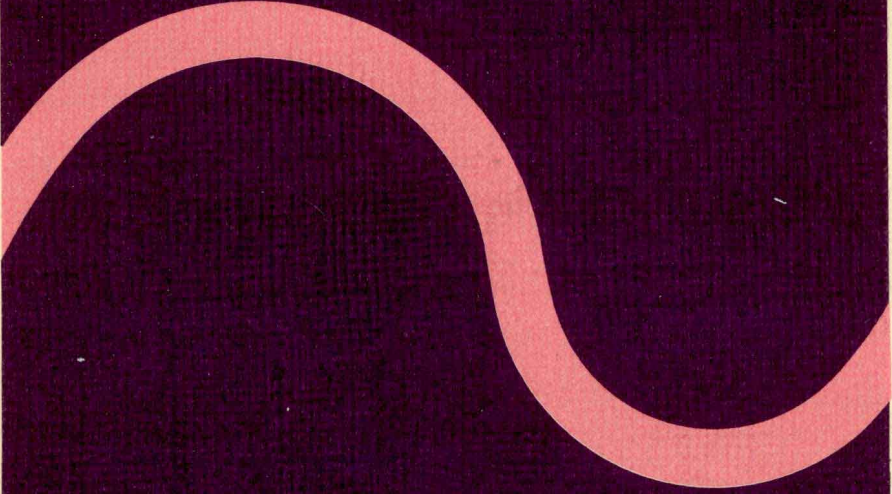


新訂 運動生理学概論

正八著
充喜編
下井
宮石



大修館書店

新訂 運動生理学概論

——◇——
宮 下 充 正

石 井 喜 八
——◇——

大 修 館 書 店

新訂 運動生理学概論

© M. MIYASHITA & K. ISHII 1983

1983年3月5日 初版発行

定価 2000 円

著者代表 宮 下 充 正

石 井 喜 八

発行人 鈴 木 敏 夫

発行所 大 修 館 書 店

東京都千代田区神田錦町 3-24

電 話 03 (294) 2221 (大代表)

振替東京 9-40504

印 刷 壮 光 舎 印 刷

製 本 司 製 本

装 幀 近 藤 敬 三

著者との申し合せにより検印を略します。
乱丁、落丁のものはお取替えいたします。

Printed in Japan

■ 執筆者紹介・執筆分担

宮下 充正（東京大学教授）	第1章—1
跡見 順子（東京大学講師）	第1章—2, 3, 第5章, 補章
山本 高司（中京大学教授）	第2章—1
手塚 政孝（明治大学教授）	第2章—2—(1)
大築 立志（奈良女子大学助教授）	第2章—2—(2)
寺岡 暉（駒込病院脳神経外科医長）	第2章—3
金子 公宵（大阪体育大学教授）	第3章—1, 4
福永 哲夫（東京大学助教授）	第3章—2
菊地 邦雄（広島大学助教授）	第3章—3
武藤 芳照（東京大学助教授）	第3章—5
小林 寛道（名古屋大学助教授）	第4章—1, 2
進藤 宗洋（福岡大学教授）	第4章—3
山地 啓司（富山大学助教授）	第4章—4
加賀谷 照彦（埼玉大学助教授）	第4章—5, 第8章—3
浅見 高明（筑波大学教授）	第6章—1
石井 喜八（日本体育大学教授）	第6章—4, 5
蘆 信義（弘前大学講師）	第7章—1
渡部 和彦（広島大学助教授）	第7章—2
宮村 実晴（名古屋大学助教授）	第7章—3
北川 薫（中京大学助教授）	第8章—1, 2
油座 信男（中京女子大学助教授）	第9章—1
島岡 清（名古屋大学講師）	第9章—2
加賀谷 淳子（日本女子体育大学助教授）	第10章

(執筆順)

はじめに

本書は、故猪飼道夫教授の指導を受けた8名の筆者によって、1975年に初版した「運動生理学概論」を全面改訂したものである。

過去8ヶ年の間に、健康・体力に対する国民の関心は急激に高まり、それとともにその方面の研究もいっそうの発展を遂げた。健康・体力と身体運動とのかかわり合いの深さは指摘するまでもなく、身体運動の生理学的基礎を明らかにする運動生理学の研究もまた一段と進展したといえる。

ところで、健康・体力が国民の各年齢層にわたって広く関心を呼ぶに至るにつれて、体育・スポーツを出発点として研究を継続してきたわれわれは、さらに広い分野の知識を必要とせざるを得なくなり、また関連分野の各分野の研究者の助言を得ての研究も不可欠となったといえる。それらの分野としては、たとえば、代謝・内分泌系にかかわる内科学や栄養学、呼吸・循環系にかかわる外科学や内科学、筋・骨格系にかかわる整形外科やリハビリテーション医学などがあげられよう。また、小児医学や老年医学の分野の人びとからの助言による研究の遂行も重要性を増しつつあるといえる。

他方、本書を主として利用する体育専攻の学生は、卒業後学校体育での授業やスポーツでのコーチングに従事する他に、地域住民の健康、体力の保持・増進のための指導的活動が要望される時代となったといえよう。

上記のような背景のもとに、新たに15名の研究者に参加してもらい、運動生理学における新しい研究成果を加え、章を組み変えて本書をまとめあげた。今日の日本において、体育がなおいっそう重要な使命をおびることは疑いもないことであり、その指導者が立派な役目を果たせるために本書が少しでも役に立つことを期待したい。

1983年3月

宮下充正

目 次

●第1章 運動を成立させる背景

1. 人体の構成	1	2. 食物の摂取	6
(1) 構成単位——細胞	1	(1) 栄養素	6
(2) 人体の大きさ	2	(2) 代謝, 異化, 同化	7
①発育加速現象	4	①内部恒常性と代謝	7
②相対成長	4	②同化と異化	7
③体型指数	4	3. 内部環境の保持	10
④体型	5	●研究問題	10
⑤除脂肪体重	6		

●第2章 運動を支配する機能

1. 神経系の基本的構造と機能	11	④興奮性シナプス伝達	19
(1) 中枢神経系と末梢神経系	11	⑥抑制性シナプス伝達	20
(2) 反射・情動・随意動作	13	③シナプス経路とその機能	20
①動作とその神経機構	13	②発散	20
②反射動作	14	⑥収束	21
③情動動作	14	③抑制	21
④随意動作	14	④促進	21
(3) ニューロン	15	⑥閉塞	21
①ニューロンの構造	15	④反復興奮(循環)	21
②ニューロンの機能	16	⑥相反性	22
(4) 興奮の伝導	16	⑤その他	22
①活動電位の発生	16	(6) 神経筋伝達	22
②興奮の伝導速度	17	2. 神経系と運動	22
(5) シナプス	18	(1) 反射運動	22
①シナプスの構造	18	①反射の機構	23
②シナプス伝達の基本的性質	19	②筋紡錘	24
②一方向性伝達	19	⑥腱紡錘	25
③シナプス遅延	19	③Ia 抑制	25
④シナプス疲労	19	④Ib 抑制	26
		②伸張反射	26
		③屈曲反射	27
		④姿勢反射	28
		②緊張性迷路反射	29
		⑥緊張性頸反射	29
		③立ちなおし反射	29

(2) 随意運動……………30

①随意運動の特性 30

- 1) 刺激に対する反応／30
- 2) 刺激によらない反応／31
- 3) 熟練／32 4) 目的と結果の意識／32

②大脳皮質と機能局在 32

- 1) 大脳半球と大脳皮質／32
- 2) 大脳皮質の微細構造／33
- 3) 機能局在／34

③運動の意図とその発現 35

1) 情報の受容と処理／35

2) 出力の形成と運動の発現／37

3) フィードバック／39

3. 運動を支配する機能の障害 ……………40

①運動麻痺 40

②筋緊張異常 41

③過運動症 42

④協調運動障害 43

●研究問題・参考書籍……………44

●第3章 運動を発現する機能

1. 筋収縮のメカニズム……………45

- (1) 筋の種類と機能……………45
- (2) 骨格筋の名称と機能……………46
- (3) 骨格筋の内部構造……………48
- (4) フィラメントの滑走……………50

2. 筋収縮のエネルギー……………51

- (1) 非乳酸性機構(ATP-CP 系エネルギー供給機構)……………52
- (2) 乳酸性機構(解糖系エネルギー供給機構)……………53
- (3) 有酸素性機構……………55
- (4) 運動時間とエネルギー供給機構……………56

3. 筋線維の種類……………58

- (1) 筋線維の分類……………58
- (2) 筋線維の収縮特性……………59
- (3) 筋線維の代謝特性……………60

4. 筋収縮の様式……………62

- (1) 筋収縮の2様式……………62
- (2) 等尺性収縮と筋力……………63
 - ①2種の等尺性筋力 63
 - ②“みかけの筋力”と“真の筋力” 64
 - ③筋断面と絶対筋力 65
 - ④等尺性筋力と神経機能 66

⑤関節角度と筋力 67

(3) 等張力性収縮とパワー……………68

①筋収縮の力・速度・パワー 68

②ヒトの骨格筋の力・速度・パワー 69

③等速性収縮のトルク 71

④力・速度と筋電図 72

(4) 全身運動のパワー……………73

①垂直跳のパワー 74

②ランニングの出力パワーと
スピード 75

(5) エネルギーの出入力と効率……………77

①歩行と自転車作業の効率 78

②ランニングの効率 78

③水泳の効率 79

5. 筋の機能とその障害……………80

(1) 筋萎縮……………80

①神経原性筋萎縮 80

②筋原性筋萎縮 81

③廃用性萎縮(不動性萎縮) 82

(2) 肉ばなれと筋断裂……………82

①肉ばなれ 82 ②筋断裂 83

●研究問題・参考書籍……………83

●第4章 運動を持続させる機能

1. 呼吸循環系の概略85
 - (1) 血液の循環85
 - (2) 動脈86
 - (3) 毛細血管87
 - (4) 静脈88
 - (5) 血液配分89
2. 末梢循環90
 - (1) 筋肉の毛細血管90
 - ①毛細血管での物質代謝 90
 - ②組織における酸素分圧 91
 - ㊤ボア効果/91
 - ㊦赤血球2, 3-DPG/92
 - ㊧ミオグロビン/93
 - ③組織における炭酸ガスの運搬 93
 - (2) ミトコンドリアにおける酸素摂取...94
 - (3) 動静脈酸素較差95
 - (4) 筋持久力97
 - ①静的筋持久力と動的筋持久力 97
 - ②筋持久力と血流量 98
 - ③筋持久力と神経系 100
3. 中心循環102
 - (1) 心臓の構造と心容積 102
 - ①心臓の構造 102
 - ②心臓の解剖学的位置 103
 - ③心容積 104
 - (2) 心拍数と心拍出量 105
 - ①心臓の神経性・代謝性の調節 105
 - ②運動に対する反応 107
 - (3) 心電図 107
 - ①心臓の刺激伝導系 107
 - ②正常波形の心電図 108
 - ③心電図の誘導法 109
 - ㊤標準肢誘導/109 ㊦単極肢誘導/109
- ④単極胸部誘導/109
- ④運動負荷テストと心電図 110
- (4) 血圧 110
 - ①血圧の調節 112
 - ②運動と血圧 113
4. 呼吸機能114
 - (1) 肺換気量 115
 - ①呼吸運動の機能と構造 115
 - ②肺の大きさと機能 116
 - ③肺換気量と運動 117
 - ④肺換気量と酸素摂取量 119
 - ⑤呼吸商 120
 - ⑥息こらえと呼吸停止 120
 - (2) 肺拡散容量 121
 - ①肺拡散容量の原理 121
 - ②運動と肺拡散容量 122
 - ③肺腔膜拡散容量と肺毛細管血量 123
 - ④接触時間 124
5. 酸素摂取能力 124
 - (1) 運動と酸素 124
 - ①酸素摂取量, 酸素負債量, 酸素需要量 124
 - ②有酸素的運動と無酸素的運動 127
 - (2) 有酸素的作業能 128
 - ①最大酸素摂取能力と酸素摂取水準維持能力 128
 - ②最大酸素摂取量(競技者の最大酸素摂取量) 128
 - ③酸素摂取水準維持能力 132
 - ④無酸素的作業閾値 133
 - ⑤最大酸素摂取量と筋の組成 134
 - (3) 測定法 136
 - ①最大酸素摂取量の測定法 136

②最大下負荷テスト 138	⑥低血圧症 141
④ハーバード・ステップ・テスト／138	⑦心臓弁膜症 141
⑤PWC ₁₇₀ テスト／138	⑧心臓肥大 141
⑥無酸素的作業閾値テスト／139	⑨狭心症 142
6. 呼吸・循環系の病氣と障害…………… 139	⑩心筋梗塞 142
①脳貧血 140	⑪呼吸困難 142
②貧血 140	⑫チアノーゼ(青色症) 142
③心不全 140	⑬胸痛 142
④不整脈 140	
⑤高血圧症 141	●研究問題・参考書籍…………… 143

●第5章 運動と栄養・エネルギー

1. 栄養素とその代謝経路…………… 145	③カリウム, ナトリウム, 塩素 153
(1) 糖質とその代謝経路…………… 145	④鉄 154
①糖質 145	2. 運動のエネルギー源…………… 154
②糖質の代謝経路 146	(1) 運動強度とエネルギー源…………… 155
(2) 脂質とその代謝経路…………… 147	(2) 長時間運動のエネルギー源…………… 158
①脂質 147	(3) エネルギー源としての蛋白質の利用
②脂質の代謝経路 148	…………… 159
(3) 蛋白質とその代謝…………… 149	(4) 運動前のグリコーゲン貯蔵状態, 食
①蛋白質 149	事の影響…………… 160
②蛋白質の代謝経路 150	(5) エネルギー代謝の臓器相関とホルモ
(4) ビタミン…………… 150	ン…………… 161
(5) ミネラル, 水…………… 152	●研究問題・参考書籍…………… 162
①カルシウムの生理作用 152	
②リン, マグネシウム 153	

●第6章 年齢と運動能力

1. 発育・発達概念と形態の発育…………… 163	(1) 筋力・筋組織の発育・発達…………… 171
(1) 発育・発達概念…………… 163	①体肢組成の発育 171
(2) 発育・発達期の区分…………… 164	②筋力の発達 173
(3) 形態の発育…………… 165	③相対発育からみた筋力と筋組織 174
2. 神経系の発育・発達…………… 169	④絶対筋力の性・年齢別差異 175
3. 筋系の発育・発達…………… 171	(2) パワーの発育・発達…………… 176

①脚筋パワーと年齢 176	182
②疾走のパワーと年齢 177	
4. 呼吸機能の発達 178	
(1) 静的容量の変化 179	
①肺活量 179	
②全肺容量と機能的残気量の変化 180	
(2) 動的容量の変化 181	
①呼吸器系の圧縮率と気道抵抗 181	
②動的換気能力 182	
5. 循環機能の発達 182	
(1) 安静状態における循環機能の発達	
①心拍数 182	
②血圧 183	
③心拍出量 183	
(2) 運動時における循環機能の発達 184	
①最高心拍数の年齢による変化 184	
②最大心拍出量 184	
③筋血流量 185	
●研究問題・参考書籍 186	

●第7章 トレーニングの効果

1. 練習による神経支配の改善 187	
(1) 運動動作の上達と神経支配の改善 188	
(2) 体性神経系へのトレーニング効果 191	
(3) トレーニングによる自律神経系への波及効果 193	
2. 筋出力に及ぼすトレーニング効果 194	
(1) 筋力の増強 194	
①筋力増強の生理学的原理 194	
②筋断面面積の増大/194	
③作業性筋肥大/194	
④筋の線維縦裂/195	
⑤神経系への影響/196	
⑥性差/196	
②筋力トレーニングの原則 197	
(2) 筋パワーの向上 197	
①筋パワーを構成するもの 197	
②筋パワーと年齢 197	
③ランニングのパワー 198	
④パワーのトレーニング 198	
(3) 筋持久力の発達 201	
①筋力と筋持久力 201	
②トレーニングの強度、時間、頻度 201	
③トレーニング効果の生理学的理解 202	
④末梢循環の改善/202	
⑤生化学的変化/204	
⑥中枢性要素の改善/204	
④性、年齢について 205	
⑤トレーニング効果の男女差/205	
⑥トレーニング効果の年齢差/205	
3. 呼吸循環系のトレーニング効果 205	
(1) 呼吸機能 205	
①分時換気量 205	
②肺拡散容量 207	
(2) 循環機能 208	
①心容積 208	
②毛細血管 210	
③心拍数と心拍出量 210	
(3) 血液 212	
①全ヘモグロビン量 212	
②酸素解離曲線 212	
③動静脈酸素較差 213	
(4) 最大酸素摂取量 214	
●研究問題・参考書籍 216	

●第8章 スポーツの特性とトレーニング法

1. 運動生理学からみた各種スポーツの特性…217
 - (1) 身長…………… 218
 - (2) 体重と身体組成…………… 219
 - (3) 筋収縮のためのエネルギー供給機構
…………… 221
 - (4) 筋力・パワー・全身反応時間…… 223
2. スポーツ選手のためのトレーニング法 … 227
 - (1) トレーニングの基礎概念…………… 227
 - ①過負荷の原則 227
 - Ⓐ強度/227
 - Ⓑ時間/228
 - Ⓒ頻度/228
 - Ⓓ期間/228
 - ②特異性の原則 229
 - Ⓐエネルギー供給機構/229
 - Ⓑ運動様式/229
 - (2) スポーツとトレーニング法…………… 230
3. 一般人のための運動処方 …………… 234
 - (1) 運動処方とトレーニング処方…… 234
 - (2) 運動処方の基準…………… 235
 - ①運動の種類について 235
 - ②運動の強度について 236
 - Ⓐ心拍数からみた強度/236
 - Ⓑ酸素摂取量からみた強度/237
 - Ⓒ主観的強度/238
 - ③運動の時間と頻度について 239
 - (3) 運動処方のモデル…………… 241
 - ①発育期と中高年齢期の持久性トレーニング 241
 - ②体育科学センター方式・運動処方図 242

●研究問題・参考書籍…………… 243

●第9章 環境と運動

1. 温度と運動 …………… 245
 - (1) 体温調節…………… 245
 - ①体温 245
 - ②正常体温 246
 - ③体温の概日リズム 247
 - ④運動時の体温調節 247
 - (2) 環境温への適応…………… 248
 - ①寒冷への適応（寒冷順化） 248
 - ②暑熱への適応（暑熱順化） 249
 - ③各種環境温での運動 250
 - ④水中環境での運動 251
2. 低圧と運動 …………… 252
 - (1) 高所登山…………… 252
 - (2) 低圧下での運動…………… 254
 - (3) 高所順下…………… 257
 - (4) 高地での競技記録…………… 258
 - (5) 高地トレーニング…………… 259

●研究問題・参考書籍…………… 260

●第10章 身体運動と女性

1. 身体組成からみた女性の身体的特徴 …… 263
2. 運動機能からみた女性の身体的特徴 …… 265
 - (1) 運動を遂行する能力にみられる男女
差…………… 265

(2) 運動を制御する能力にみられる男女差	267	レーナビリティー	272
(3) パフォーマンスにみられる男女差とそれを生じさせる生理的要因	268	4. 月経周期と運動	273
3. トレーナビリティーの男女差	271	(1) 運動と性ホルモン	273
(1) 身体組成に対するトレーニング効果	271	(2) 月経周期にともなう生体反応の変動とパフォーマンス	274
(2) エネルギー系の体力からみた女子のト		●研究問題・参考書籍	275

●補章 人体の内部環境

1. 内部環境の保持	277	⑥粘度	284
(1) 体液と水分代謝	277	(4) 体温	284
①体内での水の移動	278	①環境温度の変化と恒温性	284
②外界との水の交換(水の出納)	278	②筋収縮と熱発生	285
③水分とイオンの吸収	279	③体熱平衡	286
④細胞外液量とその浸透圧の調節	279	④人体と環境間の熱の交換の原理	286
⑤運動時の水分代謝	280	⑤熱交換の生理機構	288
⑥運動時の水分摂取	280	2. 内部環境の調節	289
(2) 酸・塩基平衡	281	(1) 自律神経による制御	289
①酸塩基平衡の防御機構	281	(2) 体液制御系・ホルモン	290
②アルカリ予備	282	①ホルモンおよびその作用の特性	290
③アシドーシスとアルカローシス	282	②ホルモンと内分泌腺とその作用	293
②激運動と酸塩基平衡	283	③運動とホルモン	295
(3) 血液とリンパ	283	(3) 内部環境のリズム(生物リズム) …297	
①赤血球	283	①ホルモンのリズム	298
②白血球	283	②生物リズムと刺激に対する反応性	299
③血漿	284	③外部環境リズムと生物リズムのずれによる影響	299
④比熱	284		
⑤緩衝作用	284		

●さくいん	301
-------	-----

第 1 章

運動を成立させる背景

＜本章のねらい＞

生体を示す特有な現象を生命現象という。基本的な生命現象は、アメーバのような単細胞動物から人間のような高等動物まで同じようにみられる。これらの生命現象の機序 (mechanism) を研究する自然科学が生理学である。

物質代謝 (metabolism) という立場から生命現象をみれば、同化作用 (assimilation) と異化作用 (dissimilation) とに分けられる。人間の場合は主として食物の摂取によるエネルギーの獲得蓄積であり、後者は主として運動によるエネルギーの放出利用である。したがって、運動生理学 (exercise physiology) は主として異化作用に参加する系統の機序を研究する自然科学といえる。それゆえ本書では、同化作用に関する系統については、運動を成立させる背景として本章において簡単に記述するにとどめた。

1. 人 体 の 構 成

(1) 構成単位——細胞

あらゆる生物の構成単位は細胞 (cell) である。これらの細胞はそれ自体で独

立した生活を営みながらも、一人の人間として統一のとれた働きに対して、構成員として互いに相互作用をもちながら協同している。

人間という複雑な生物も、発生的には1個の細胞(卵)から始まる。卵は受精によって分裂を開始し、多くの細胞分裂をくり返しながら分化し組織(tissue)をつくり上げる。さらにいくつかの組織が集まって器官(organ)をつくり、たとえば呼吸、消化、排泄、循環、運動、内分泌、知覚などの生活機能を営む単位をつくりあげている。

細胞の増加は、ある一定の細胞数に達するにつれて低下し、ある時期以後は死滅した細胞の代りに新しく補われる程度となる。たとえば皮膚、腸管、血球などたえず新しい細胞の形成が起こっている。

細胞は必ず1個の核を有している。核は遺伝子(gene)の担荷体としてのデオキシリボ核酸(DNA)およびリボ核酸(RNA)の所在部位であり、遺伝形質を次代に伝えるのにきわめて重要であるとともに、一方ではその細胞全体の代謝活動を調節支配する機能をもち、細胞の生活活動の維持にも不可欠である。

細胞内にあるもうひとつの重要な成分にミトコンドリア(mitochondria)がある。ミトコンドリアは細胞内の動力源として、脂肪酸、アミノ酸、ピルビン酸などを消費して、リン酸、ADPの存在の下にアデノシン三リン酸(ATP)をつくり、これを細胞内に供給する装置であり、これらを遂行するために必要な諸酵素(enzymes)の集合体である。

(2) 人体の大きさ

人体は200個あまりの骨が組み合わさって骨格をつくり、この支柱の下に内臓諸器官を包含し、筋、皮膚が外側をおおっているという構造である。この構造の大きさは、長さとして身長(height)、重さとして体重(weight)という測定をもって一般的に表わされている。

身長・体重の日本人の一生にわたる横断的(cross-sectional)変化は1-1表に示す通りである。身長は出生後2～3歳までの発育(growth)はきわめて大きく、しだいに小さくなるが、思春期(puberty)になると再び大きくなる。そし

1-1 表 日本人の身長・体重の平均値

(性・年齢別)

	男		女	
	身長	体重	身長	体重
	cm	kg	cm	kg
1 歳	79.8	10.8	78.6	10.4
2	89.3	12.9	88.4	12.4
3	96.3	14.7	95.4	14.3
4	103.1	16.3	102.1	16.2
5	109.1	18.2	108.6	18.2
6	114.5	20.5	114.8	20.3
7	120.6	23.1	120.4	22.7
8	125.9	25.8	125.0	24.4
9	131.4	28.3	131.6	28.5
10	136.2	31.6	137.1	31.7
11	142.6	35.8	145.1	37.4
12	149.4	40.6	150.5	41.9
13	156.3	45.2	153.4	44.0
14	162.9	51.7	155.4	48.3
15	166.5	55.7	156.5	49.9
16	167.6	57.9	156.4	51.8
17	169.0	60.5	154.5	50.3
18	168.6	60.0	156.6	50.7
19	168.8	59.5	155.9	50.3
20	169.7	60.6	156.9	50.2
21	169.7	59.1	156.5	49.8
22	168.5	61.4	155.4	49.6
23	169.3	61.1	156.5	50.1
24	169.5	62.0	155.2	50.6
25	167.5	60.4	155.0	50.0
26 ~ 29	167.3	61.5	154.7	50.5
30 ~ 39	166.0	62.0	153.4	51.7
40 ~ 49	163.3	61.0	151.6	53.2
50 ~ 59	161.5	58.9	149.5	51.7
60 ~ 69	158.9	55.9	147.1	49.7
70 ~	156.4	52.8	141.6	45.6

資料：公衆衛生局「国民栄養の現状」，昭和54年

て男子では17歳，女子では15歳で成人値に達する。体重は8～9歳まではほぼ一定の年間発育量であるが，思春期になると発達速度は大きくなり，男子では17歳，女子では16歳で成人値に達する。また，60歳を越えるとやや減少する傾

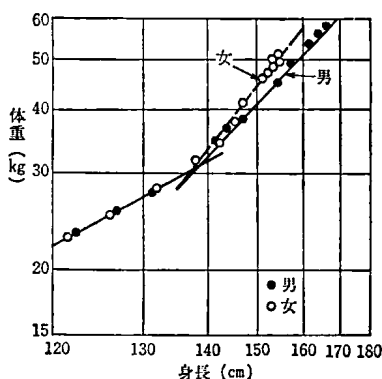
向となる。

① 発育加速現象

明治33年から昭和54年にいたる80年間の日本人について同一年齢における身長を比較すれば、年代が進むにつれて、いずれの年齢でも身長がしだいに大きくなってきていることがわかる。このように、最近になって身長の増加の著しいことを発育加速現象 (growth acceleration) という。

② 相対成長

身体の大きさを表わす身長・体重は誕生より成人にいたる間増加するが、それらの増加率は年齢の増加にしたがって等しくはない。ある時期には長育の発育速度が高まり、ある時期では重量の発育が強化されるといった様相を示す。このことは、身長の伸びに対する体重の増加の傾向をみることによって明らかとなる。



1-1 図 身長・体重の相対成長 (都市青少年)

このように身体各部の成長の比率を比較することを相対成長という。6～18歳にいたる日本人都市青少年について、身長、体重の相対成長をみると(1-1図)、男子 156 cm、女子 145 cm という身長のときに大きく傾向が変わり、この変曲点は身体の成熟と深い関係にある。とくに女子の場合には、この付近で初潮がみられる。

③ 体型指数

いろいろな発育の測定を組み合わせ、ひとつの指数 (index) を算出することが行われている。これらには、比体重 (体重/身長)、比胸囲 (胸囲/身長)、比座高 (座高/身長) などがある。さらに身体の充実度を示すものとして、ローレル指数 (Rohrer's index) がある。これは身長³の3乗に対する体重の比で、次のようにして求められる。

$$\text{ローレル指数} = \text{体重} \div (\text{身長})^3 \times 10^7$$

したがって、この指数の極端に大きい場合は肥満 (obesity) となり、肥満児の尺度ともなっている。一般的な傾向は、誕生とともに減少し13～14歳頃から

再び増加する。

④ 体型

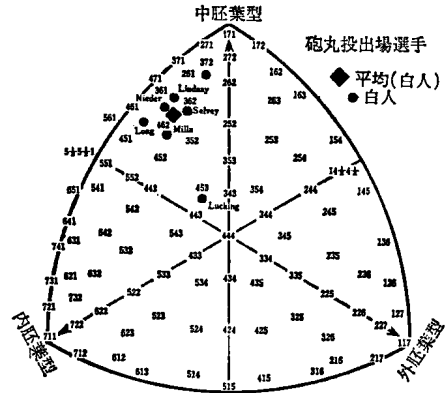
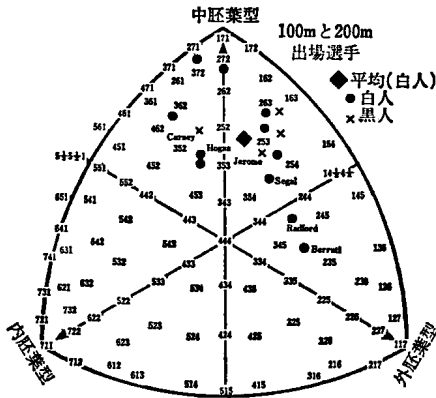
成人に達するといわゆる身体つきに個人の特徴が明らかとなる。これを体型 (body type) といい、

いくつかの類別が行われている。クレッチマーは肥満型、細長型、闘士型との3つに分類し、気質との関係で体型と性格を論じている。(1-2図)

シェルドンは全身の写真をもとに3つの典型的体型を頂点とし、平面上を等



1-2 図 クレッチマーの性格類型

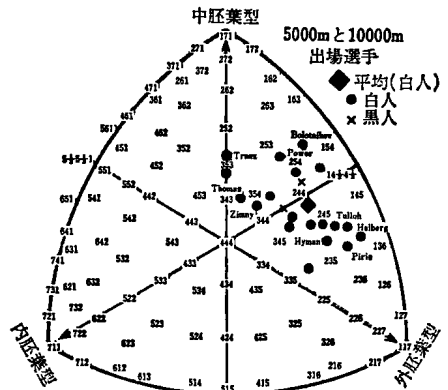


しく60度で交わる3本の線を7段階に分け、体型の細かい分類法を確立した。典型的体型は次の3つである。

内胚葉型 (endmorph): 肥満体型で身体各部が軟らかく丸味をおびている。

中胚葉型 (mesomorph): 筋肉型で骨格や筋が十分に発達し、均整がとれている。

外胚葉型 (ectomorph): 細長型で繊細な身体の構造をしている。



1-3 図 シェルドンの体型分類による陸上競技選手の特徴