

日本

生理学

雑誌

JOURNAL OF THE PHYSIOLOGICAL SOCIETY OF JAPAN

29巻 5号 1967

IBP 紹介

吉村寿人：国際生物学事業 IBP におけるヒトの適応能の研究……………201

原著

宗宮保・宗宮和子：ポテンシャル壁を有する色覚モデル構成……………206

田村好弘：睡眠時の末梢血管反応とその慣れ……………224

速報

Sinji Itoh・Norimichi Konno・Keiichi Yoshimura and Akihiro Kuroshima : Plasma lipids
in man, with special referene to the adaptation to cold……………239

Koji Uchizono・Yasuya Nomura and Kenji Kosaka : Localization of acetylcholinesterase
activity in the efferent fiber of the human cochlea……………241

日本生理学史

名古屋市立大学医学部生理学教室史……………243

短報

〔意見〕久保田 鏡：「ニューロン」説か「ネウロン」説か——生理学用語についての提
案と意見……………249

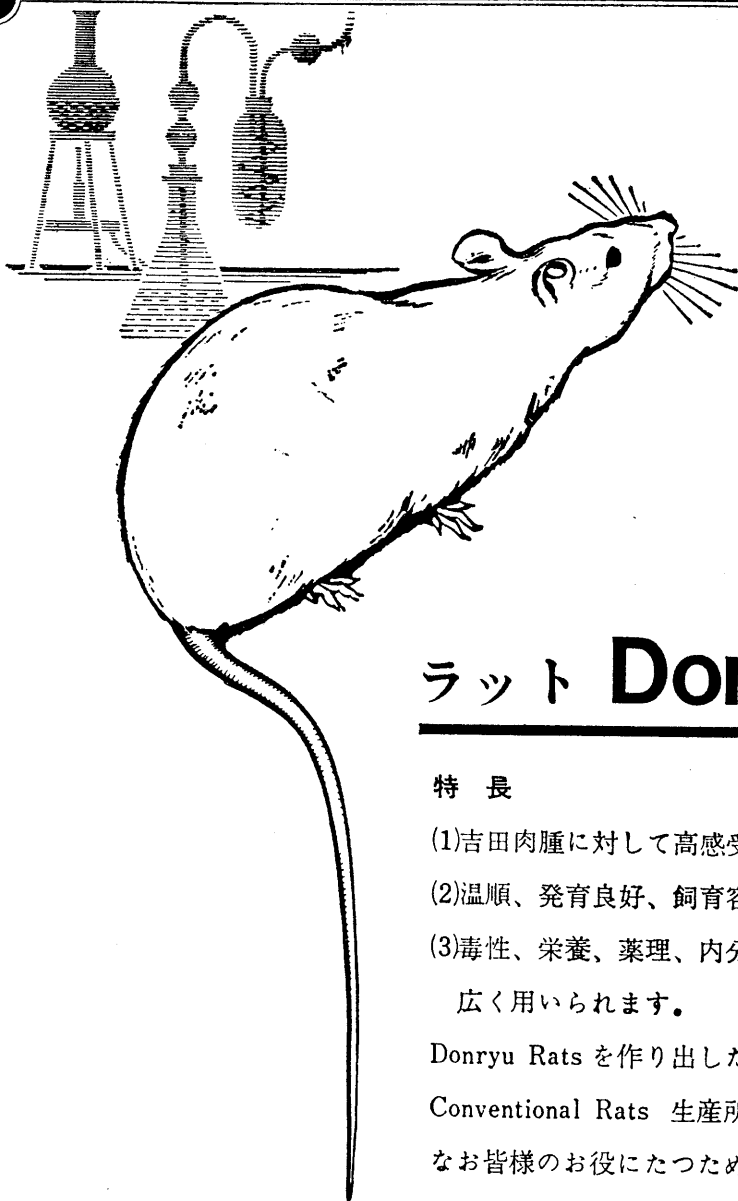
〔会報〕生理学雑誌編集委員会要録……………250

会員移動……………252

編集後記……………252

日本生理誌
J. Physiol. Soc. Japan

日本生理学会



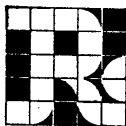
ラット Donryu

特 長

- (1)吉田肉腫に対して高感受性を有す。
- (2)温順、発育良好、飼育容易。
- (3)毒性、栄養、薬理、内分泌その他、
広く用いられます。

Donryu Rats を作り出した日本最大の
Conventional Rats 生産所です。今後
なお皆様のお役にたつため量・質とも
に向上するよう努力いたします。

飼育系統——〈Donryu〉 〈Wistar〉



日 本 ラ ッ ト (株)

埼玉県浦和市根岸 608-3
TEL (0488) 22-7493

[IBP 紹介 (I)] 国際生物学事業 IBP におけるヒトの 適応能の研究 612. 016 : 599. 9

Studies on human adaptability in international biological programme

(JHA シンポジウムの紹介)

吉 村 寿 人 (Hisato Yoshimura)*

(JHA Convenor)

I. IBP 発展の史的展望

本論に入る前に国際生物学事業計画 (International Biological Program) が如何にして生れたかについて説明する。この計画の発想は国際科学連合 ICSU の会長であった Sir Rudolph Peters を中心とした生物学者によって行なわれたものである。それは地球上の人類の数 (人口) は年々増加して行くに拘らず、食物生産がこれに伴なわないから、如何にしてこの地球上の生産物によって人類の健康と福祉を維持するかについて今こそ世界の学者が手をつないで研究すべきであると言う考えである。この考えに拍車をかけたものが近年地球物理学者間において行なわれた国際協力研究 IGY が非常に大きい成果をあげたことであった。一方国際生物学連合 IUBS においても、1961年に会合を開いてこの問題を討議し、この問題の解決の方針として人口増加の調節と言う消極面を見ずに食糧資源の生産性の増加と開発によって解決すると言う積極面を研究する事に決し世界中の生物学者の協力を要請する事になった (Waddington 1)。

かくしてそれ迄人類の人口動態や遺伝の問題を中心に人類学者の間において研究されていた国際協力研究が1964年にパリーで行なわれた会合においては「地球上における有機体の生産」と「変貌しつつある生活条件に対するヒトの適応能」の2つの問題を動植物の生物学者と生理

学者、人類学者の協同研究によって遂行することに発展したのである。勿論これには如何なる生物学上の問題をも受け入れると言うのではなく、生物生産性とヒトの福祉の向上に関連した基礎的な諸問題、殊に国際協力を必要とする問題または地球上の生活環境の急速な変化の為にいそいで研究しなければならない急を要する問題を重点的に取上げる ことになったのである (Worthington 2)。そして1964年7月に始めてパリーにおいて第1回の総会を開いてこれを決議した。上記の如く IBP は各国の研究者の協力によって始めて成立つものであるから、それぞれの国において IBP の協同研究態勢の確立とその国際協力への参加が望まれる訳であるが、現在迄に約38の国に国内委員会が出来ていてこれが IBP の研究遂行の主体となっている。そしてこれらの国の代表や関係学会指導者よりなる協同委員会を作り、これを special committee of IBP (SCIBP) と称した。その会長はスイスの Baer, J. G., 副会長は Cain, S. A. (U. S. A.), Frankel, O. H. (オーストラリア), Montalenti, G. (イタリア), Pstrusewicz, K. (ポーランド), であり、また科学局長として Worthington, E. B. (U. K.) が庶務事項を処理し London に事務局において国際事業の統合指導連絡に当たっている。

II. IBP の研究分野と研究計画

IBP は各種分野の生物学者の協力によって遂行する国際協力研究事業であるが、その研究領域は次の7つの分野に分けられている。

* 京都府立医科大学第1生理学教室
Department of Physiology, Kyoto Prefectural University of Medicine

a. 陸上生物群集の生産性 (PT)

これは緑葉植物による第一次生産およびそれを食って生きている動物に関する二次生産の問題を取扱う領域である。

b. 生産過程 (PP)

太陽エネルギー利用による光合成や植物による蒸泄、窒素固定等の問題を取扱っている。

c. 陸上生物群集の保護 (CT)

自然保護を要する地域や種属決定に科学的根拠を与えることがその任務である。

d. 淡水産物群集の生産性 (PF)

これはさきの PT と同様に淡水産物について第一次生産および第二次生産に関する研究を行なう外、淡水生物群集の保護をも取扱う。実際問題として淡水生産地域の生産増加によって漁夫は利益を受けるが、一方余りその部の生産性を高めるとヒトへの水の供給と言う点では不利となるから、これを調和せねばならぬ。

e. 海水生物群集の生産性 (PM)

主として近海と入江の海産生物の生産性を研究する。それは大洋または外海に関してはいくつかの国際機関が存在するからである。尚海水生物の自然保護の問題も取扱う。

f. ヒトの適応能 (HA)

人類遺伝、人口動態、ヒトの成長、体格、栄養および体力（作業能）並びに暑さ、寒さ、高所等への適応の研究を行なう。

g. 生物資源の利用と処理 (UM)

植物の gene pool、生物調節および穀物の発育生産並びに新しい生物資源の開発と利用の問題を取扱う。

以上の諸研究は 1964～7 の 3 年を第Ⅰ期とし、1967年7月より向う 5 ケ年間を第Ⅱ期の研究とする。そして第Ⅰ期においては研究方法自体の研究と研究者の養成、訓練並びに試験的研究を主として行ない、第Ⅱ期より愈々本格的な研究を行なうことになっている。

III. 日本における IBP 研究態勢

我国においては上記の国際的な研究事業の発展に刺激されて1964年4月に学術会議第4部の

生物学研連を中心に、関係各研連からの推薦者をもって IBP 小委員会が田宮委員長を中心に組織せられて、IBP の受入れ体制や第1回 IBP 総会に対する対策等について協議を行ない、同年7月に田宮、門司、近藤の3氏を SCIBP 総会へ送った。かくて1964年10月の学術会議において IBP 小委員会は IBP 委員会となり、又1965年2月には我国より各研究分野のconvenor が田宮委員長統卒の下に第2回 SCIBP (パリー) に出席し、我国の従来の研究成果や将来計画案が報告せられた。また1966年には田宮委員長の発案により IBP の研究内容は生物圏の動態の研究にあるとして「生物圏の動態の研究」の題名の下に文部省特定研究が認められて、研究者約400名よりなる25の研究班が組織せられて、Phase I における methodology の研究と pilot study が行なわれた。かくて1966年よりは学術会議の中に IBP 特別委員会が組織せられ、1967年度よりの Phase II に入るための予算請求の手続が行なわれている。またその委員長は田宮博（徳川生物研所長）、総幹事は門司正三（東大植物学）教授、各 section のconvenor は吉良竜夫 (PT)、門司正三 (PP)、沼田真 (CT)、森主一 (PF)、宝月欣二 (PM)、吉村寿人 (HA)、松尾孝嶺 (UM) の諸教授である。

IV. IBP におけるヒトの適応能 Human adaptability (HA) の研究

さきにも述べた様に IBP 発想の根元は地球上の人類の健康福祉を如何にして護るかと言うことにあってそのために IBP の初期の研究は HA のみに限られていたのであるが、これに関連した生物生産面の研究分野が加わることによって、IBP と言うもののニュアンスがかなり変形された傾向がある。そして IBP はヒトをも含めた生物生態学の研究が各分野を通じた共通の研究体系をなした観がある。併しこれらの研究はどこ迄も人類福祉の永遠の維持と言う究極の目標に対する基礎研究であるから、ヒトの適応能の研究は IBP の言わばかなり進んだ段階乃至は IBP の中心課題たるべき研究分野に当

る訳である。さきにも述べた様に地球上の人口の増加が食糧生産においつかないからこれを調和せしめんとすることがIBPの意義であるが、このことは既に18世紀末にMalthusの人口論において指摘された所である。当時はMalthusの人口論に対してその人口増加の計算法に疑問をもつ反論もあったが、今日においてはMalthusの指摘が現実となって現われて、貧困で人口密度の高いアジアの各地に栄養不良の多発の徴候が現われつつあり、もはや彼の指摘は疑う余地がなくなった。最近の国連技術局の統計によれば、地球上の人口（現在約30億）は今世紀末にはその2倍以上の約70億に對し、これが更に年を経て600年もすればヒトが1人当りに地球上に住むために残されたスペースは 1 m^2 位になってしまう。これでは食糧生産も工業の発達も何もあったものではない。そこでわれわれはこの爆発的な増加を如何にして処理するか、また食糧不足に対して如何に耐えて行くか、更には新しい人類の住いをどこに見出すかなどについて基礎的調査を行なう必要にせまられている訳である。ことに現在さしせまった問題は工業の飛躍的な発展に伴って生じた、空気や水の汚染による傷害をいかにして防ぐか、また食糧不足による低栄養の問題をいかにして解決するか、更に工業生産に必要な労働力をいかにして求めるかと言うことであって、これらは現在ただちに解決しなければならない問題である。そこでSCIBPのHA委員会(会長はJ. S. Weiner, 英人)では1964年の総会において30ヶ国以上の国々の人類生物学者の意見を徴してその具体的な研究テーマをねり、これを次の4つの部類に分類してその研究方針を示すことになった(Baker and Weiner).

第1部類 各種の民族の生理的特徴とその分布の研究

現在、地球上には文明諸国と未開発国が混在している。文明諸国においては、その生活と生活環境はきわめて高度な人工的調節によって高い水準に平均化されんとしている。したがって、人が本来生理的にもっている適応能は、未

開発国に住む原住民にのみ見ることができる。しかもこれらの未開発国も急速に文明化への道をたどりつつあり、したがって近い将来においてヒトが元来もっている適応能の研究の機会には、もはや失われてしまう恐れさえある。そこでまずどこにどんな特徴をもった民族が住んでいるのか、その分布と適応能を世界的規模のもとに調査しようというのがこのテーマである。

第2部類 気候風土とヒトの適応能の総合的研究

世界各地における各種の気候風土にヒトが住みついて、そこで各種の生活習慣や生活方法が工夫されているわけであるが、そうした気候風土の変化に対する人の適応の様相を調査することがこの研究のねらいであって、その研究項目、または適応能の研究方法としては、次のような諸項目があげられている。

- i. 各種民族の社会統計学的研究（各種人種社会における自然淘汰の研究等）
- ii. 生活環境の調査
- iii. 遺伝体質の調査、ことに(1)のテーマに関連して行なう
- iv. 世界的規模における疾病の調査
- v. 歯科医学的研究
- vi. 栄養調査
- vii. 各季節別の日々の生活活動の調査（エネルギー消費量の調査）
- viii. 体力と発育の調査、ことに(1)の研究分野に関連して行なう
- ix. 体力指標としての最大作業能の調査
- x. 環境生理学的研究（気候変化への馴化の研究）
- xi. 人類遺伝学的研究

研究対象としてどのようなヒトの集団が選ばれようともこの様な各方面からヒトの適応能を総合的に研究しようと言うのがこの部類の研究の特徴であって、以上にあげた諸項目はそれぞれこの研究の component element をなしている訳である。勿論以上の研究項目の内のいずれかに特に重点をおいた研究もあってよい訳であるが、その場合でも他の諸項目の component study

を忘れてはならぬ。例えば, a) 環境生理, b) 高所馴化, c) 遺伝的体質, d) 栄養, e) 成長および体格, f) 体力 (作業能力殊に呼吸機能の面から見た体力) などのいずれかに重点をおいた研究テーマをえらぶのもよい。

第3部類 特定のヒトの集団についての適応能の研究

a. 運動選手とか田舎の住民などの体位体力の調査, ことにその呼吸機能と最大作業能の研究。そしてこれらと文明化した人の集団のそれとを比較すること

b. 遺伝体質による疾病と自然淘汰の研究

c. 遺伝体質に関係する社会民族学的要因

d. 人口動態を支配する諸要因の研究

e. FAO と協力した, 各種食習慣をもった住民の栄養学的研究

勿論これらの研究も上記の第2部類の研究と同様に各方面からの研究が必要であるが, ただその研究項目は, 第2部類ほどに多数でなくともよろしく, 一定の必要項目にしばって研究を進める。

第4部類 WHO と協力した世界的規模における人の健康調査

i. 血圧と年齢, 性, 職業との関係

ii. 血液学的研究

iii. 免疫学的研究

iv. 血液化学成分の研究

v. 先天異常の研究

ざっと以上の様な研究テーマをかかげ, かつこの研究を Phase I にてまとめられた共通の方法を用いて1967~1972の5ケ年で国際協力のもとに一斉にスタートさせる。これが IBP におけるヒトの適応(HA)部門, Human adaptability sectionの計画の概要である。

V. 日本の HA 研究班 (JHA) と HA シンポジウム

我国の HA 委員会では次の如き9つの working group によって Phase II の研究を行なわれんと計画されている。括弧内はその主任である。すなわち, 1) 気候適応(吉村寿人), 2) 体力

と成長(猪飼道夫), 3) 栄養(大磯敏雄), 4) 遺伝(松永 英), 5) 健康調査(嶋谷亮一), 6) 人類学(近藤四郎)。以上の6つは第2部類の研究の要素研究として協力する working group であって第2部類の研究の総合テーマとしては, a) 「日本人の気候適応能」と, b) 「日本人の体力と成長」の2題目が重点的に採上げられている。第3部類の研究として, 7) 水中作業者の適応能(小林庄一, 西部徹一), 8) アイヌの適応能(須田昭義, 近藤四郎), 9) 人口動力学より見た適応能(柳瀬敏幸)がある。但しこの内の9)は Phase I の研究の仕上げであり, また昨年度には高所馴化の研究グループが高木健太郎教授によって組織されてアンデスへの遠征が企てられたが, Phase II においては体力グループにおいて次期オリンピックへの対策を兼ねて体力研究の一環として高所馴化が採上げられている程度である。そこで HA 委員会ではこれらの我国の HA 研究の将来の方針を明らかにする目的を以て日本人の適応能に関連して考慮しておかねばならない諸問題に関し, 従来我国において得られた成果を各方面の専門家に依頼してまとめてもらい, これをシンポジウムの形で討議した(1966年12月5日)。これらの成果はヒトの適応能の研究を進める上にいづれも重要な論述であるので, 日生誌のIBP紹介欄に順次その内容を掲載し, 広く生理学会会員の参考供せんとした次第である。読者はこれによって日本人の適応能の研究がどのような意味をもちまた如何なる根拠に立って如何なる領域に涉って行なわれるかを理解されるであろう。今その内容を一覧表にして見ると次のごとくである。

(括弧内は筆者を示す)

1. IBP におけるヒトの適応能の研究 (JHA シンポジウム紹介) (吉村寿人)
2. 日本人の遺伝的特徴 (松永 英)
3. 日米混血児の生長の特徴 (近藤四郎)
4. 青少年最大作業能の比較民族学的研究 (猪飼道夫)
5. 日本人の居住圏の動態 (額田 繁)
6. 南米アコンカグア (7035 m) への学術調

査遠征 (高木健太郎)

7. 耐寒耐熱生活の比較民族学的研究 (戸田嘉秋)

これらはいづれも従来我国において得られた研究成果をまとめたものであって、今後の研究を進める上に大きな指針を与えるものである。尚、本稿送付の後に我国の IBP 委員長田宮博博士が SCIBP の Cain の辞任によって SCIBP

の副会長に推されていることを記する。

文 献

- 1) Waddington, C. H. ; New Scientist, **18**, 248-250
- 2) Worthington, E. B. (1965. 10) Nature, No. 5007, 223-226
- 3) Weiner, G. S. (1966) The Biology of Human adaptability, ed by P. T. Baker and J. S. Weiner, Clarendon Press, Oxford.

〔原著〕 ポテンシャル壁を有する色覚モデル構成 612. 843. 31-083

宗 宮 保*・宗 宮 和 子

Construction of a model for color vision possessing potential barriers

Tamotsu Somiya and Kazuko Somiya (*Department of Psychology, Faculty of Literature, Nagoya University*)

One of the writers has recently emphasized that, for the purpose of resolving the deadlock of the study of visual perception, one should give a serious consideration to the quantum properties of light as an antecedent condition and the results of electrophysiological study of the retina. On the basis of this standpoint, a model for color vision has been constructed in the present study. Fundamental constructs of the model are as follows; potential barriers (${}_R E_1, {}_R E_2; {}_C E_1, {}_C E_2, {}_C E_3, {}_C E_4$), sections (${}_R S; {}_C S_1, {}_C S_2, {}_C S_3$), energy-roads (${}_R R; {}_C R_1, {}_C R_2, {}_C R_3$), resistances of energy-roads (${}_R C_1, {}_R C_2, {}_R C_3$), collectors (${}_C R; {}_C I, {}_C I_1, {}_C I_2$), collector's shift (${}_S C$), and receptive probabilities of sections (${}_R P; {}_C P_1, {}_C P_2, {}_C P_3$).

These constructs can have given a satisfactory explanation to the following phenomena. 1) Limits of visible light. 2) Absorption spectral curve of rhodopsin. 3) Hue as a function of wavelength. 4) Certain two spectral lights form complementary pairs. 5) Hue discrimination curve. 6) Successive contrast of color. 7) Bezold-Brücke effect. 8) Effect of alcohol on ERG. 9) The change of visual sensitivity with time in dark. 10) Time course of electrical sensitivity of the eye. 11) S-potential are positive, sometimes negative when wavelength is changed.

〔J. Physiol. Soc. Japan (1967) 29, 206-223〕

緒 言

Hecht et al. (1942)¹⁾ は視覚を起こすに必要な最少光量子数を Poisson の分布公式に従って算出し、5～7 個程度の光量子を吸収することで視覚が生ずるとしている。しかし、彼等が用いた算出方法は光量子の微視的特性を考慮していないので基本的に誤っている。というのは、Poisson の公式は粒子が自己同一性を持つことを前提としているが、光量子は Bose 粒子 (Bosons) であり自己同一性を持たず、その分布は Poisson の分布公式に従わず、Bose=Einstein 統計によらねばならないからである。たとえば、2 個の光量子を 2 個の細胞 A, B に放射した場合について、同一性を有する日常的な巨視的粒子とそれを持たない Bose 粒子の分布状態の違いを述べると Table 1 に示すようになる。すなわち、巨視的粒子では 4 つの状態が生ずるが、Bose 粒子では a と b の区別ができないので

Table 1. According to classical statistics, there is a probability 1/4 of both particles being in state I, on the other hand, according to Bose statistics, there is a probability 1/3 of both particles being in state I. Thus with Bose statistics the probability of two particles being in the same state is greater than with classical statistics

Classical statistics

cells states	A	B
I	ab	—
II	—	ab
III	a	b
IV	b	a

Bose statistics

cells states	A	B
I	aa	—
II	—	aa
III	a	a

3 つの状態ができるにすぎない。従って、2 つの光量子の特定の細胞に集まる確率は、巨視的粒子では 1/4 になるが Bose 粒子では 1/3 とそれより大きくなる。そのようになるのは日常的な巨視的粒子では大きさ、形、比重、その他すべての点で同一であっても、a, b, c, ……の如く名をつけることによって区別することができるのに、Bose 粒子では名をつけることがもと

* 名古屋大学文学部心理学教室。

〔昭和42年3月4日受付〕

もと不可能であり、粒子と粒子の区別が本質的にできない特性を持っているからである。

筆者の内の一人²⁾³⁾⁴⁾はそのような視覚の外的条件である光の微視的特性を視覚研究に考慮すべきことを主張してきたが、本論文では、類似の考慮を感光色素の光受容メカニズムのところまで進め、色覚現象を包括的に説明できるモデルを、現象の説明を通して構成してみる。

I. 可視光線の波長範囲

人の眼に見える光は γ 線からラジオ波に至る電磁波の内、その波長が $380 \sim 780 \text{ m}\mu$ 程度のものである。もっとも、その波長範囲は条件によって必ずしも一定せず、たとえば、Griffin et al. (1947)⁵⁾ のように極めて強い光を用いたり、Goodeve (1934)⁶⁾ のように水晶体を除去した眼を用いたりすると、その波長限界は $320 \sim 1000 \text{ m}\mu$ までぐらいと広がる。しかしながら条件をどのようによくしても、ある範囲外の光はどうしても見るができないという可視スペクトルの範囲があることは確かである。そして、その限界は視物質中の光を直接受容する電子の特性に主として依存すると思われるので、そこに事象の微視的特性を考慮し、可視光線の波長範囲を説明できるモデルを考えてみる。

原子核に打ち込まれた粒子がその核内に進入できるかどうかは、ポテンシャル障壁 (Potential barrier) 仮説によると、その粒子の運動エネルギーが原子核を防御するポテンシャルの障壁を越え得るほど大きいかどうかで決まる。すなわち、Fig. 1. に図示されているように、粒子の運動エネルギーがポテンシャル障壁より低い場合には粒子はその壁に跳ね返され核内に進入することはできない。そして、粒子が高い運動エネルギーを持ち、その障壁を越え得る場合にのみ核内に進入することができるのである。視物質中の光受容物質すなわち電子の光量子吸収は、その原子核の粒子受容とその状況において極めてよく類似している。すなわち、原子核の粒子受容は両者の衝突に基因するが、視物質の場合も同様であり、適当な範囲のエネルギーを

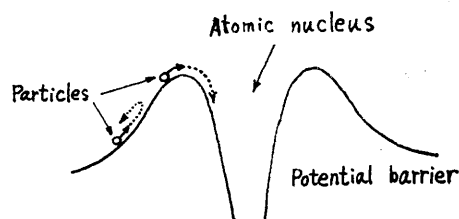


Fig. 1. Gamow's potential barrier hypothesis.

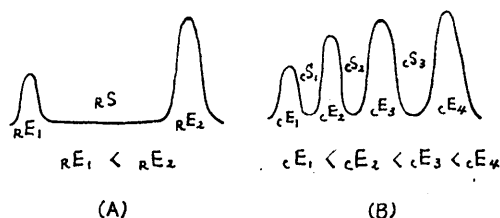


Fig. 2. Fundamental model. Fundamental models for photosensitive substances of rods and cones. (A) Rod-substance. (B) Cone-substance.

持つ粒子のみを受容するという点でも類似している。そこで、原子核内への粒子の進入、非進入が、Fig. 1 の如き山形のポテンシャル障壁で表示できたように、視物質中の特定電子の光量子吸収も同様の表示方法で示し得るのではないかと色々考え、構成したのが Fig. 2 に図示する 2 つの基本モデルである。すなわち、rod 色素中の光受容物質は 2 つの高さの異なるポテンシャル壁 $R E_1$, $R E_2$ と、その壁に取り囲まれた $R S$ を持っている。また、cone 色素中の光受容物質は 4 つの高さの異なるポテンシャル壁 $c E_1$, $c E_2$, $c E_3$, $c E_4$ と、それらの壁で取り囲まれた 3 つの区間 $c S_1$, $c S_2$, $c S_3$ を持っている。そして、それらのポテンシャル壁はそれより高準位の光量子を通し、それより低準位の光量子を跳ね返す性質を有し、区間はそれらを防御するポテンシャル壁の高さの間にある光量子を吸収する。Fig. 3 は、太陽光線を例にして、rod 物質に対するモデルで可視光線の波長限界 (Griffin et al. ⁵⁾, Goodeve⁶⁾ の実験に従ってその範囲 $320 \sim 1000 \text{ m}\mu$ とする) を説明したものである。すなわち、可視光線の波長範囲が $320 \sim 1000 \text{ m}\mu$ になるのは、受容区間を取り囲む 1 番外のポテ

ンシャル壁が $1000\text{ m}\mu$ に相当する 1.99×10^{-12} erg より小さい光量子を跳ね返し, 1 番奥のポテンシャル壁が $320\text{ m}\mu$ の波長に相当する 6.21×10^{-12} erg より大きい光量子を通り越させてしまう程度の高さを持つからである。

II. 感光色素の吸収スペクトル曲線

Rod に含まれる感光色素の抽出は cone のそれに比べて比較的容易なため, 精度の高い吸収スペクトル曲線が得られている。たとえば, Wald (1949)⁷⁾ の結果についていうと, $500\text{ m}\mu$ 附近に吸収極大があり, 波長がそれにより長くなっても短くなっても吸収度は急速に減少する。この曲線は human rhodopsin についての吸収スペクトル曲線⁸⁾ とともに極めてよく一致しているが, ここでは, そのような曲線が色素の如

何なる特性に依存して生ずるかを考えることによって, モデル構成をさらに 1 歩押し進めてみる。

電子は巨視的粒子のように, その瞬間状態を力学的一般化座標と運動量を使って正確に決定することはできない。たとえば, 電子の原子内での位置は確率的に記述し得るにすぎず, ある部位に必ず存在するというような云い方はできないのである。したがって, 視物質中の光量子を吸収する電子の基底状態から励起状態への遷移による光量子吸収も, 当然そのような粒子の微視的特性によって理解されねばならない。このような考慮は Fig. 2 の基本モデルに次のような特性の付加を要請する。基本モデルは, ポテンシャル壁の高さはある一つの特定の大きさを持ち, したがってその高さより低エネルギー

の光は必ずその壁に跳ね返され, それより高エネルギーの光は必ず通過するという表示になっている。しかし, 電子の波動性を考慮すると, ポテンシャル壁の高さは一つの値を取るのではなく, 色々の値を確率的に取り, それ故光量子の通過, 不通過は確率分布の状態で記述されねばならない。Fig. 4 は, その状態をポテンシャル壁の高さそのものによらず, 区間の受容確率として表示したものである。その理由は, ポテンシャル壁の高さよりも, 区間の受容確率の方が, 吸収スペクトル曲線を求めるというような方法で測定しやす

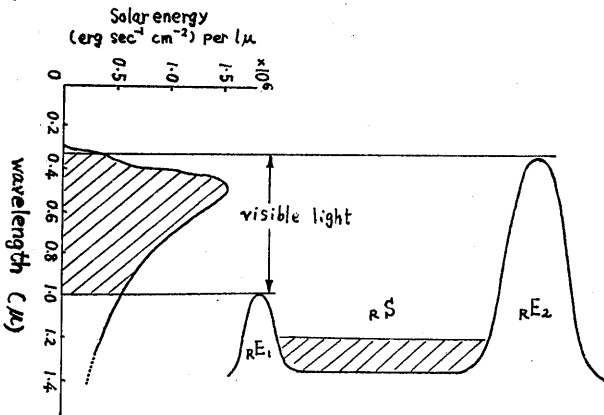


Fig. 3. Explanation of limits of visible light based on the model for rod-substance.

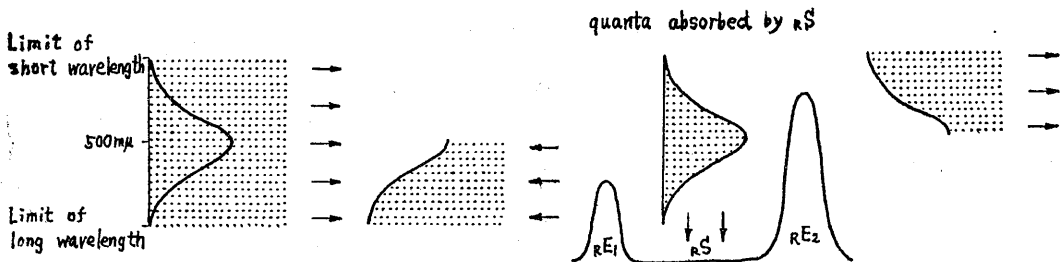


Fig. 4. Model 1. Diagram representing the quanta absorbed by $R S$. The distribution of the absorbed quanta corresponds to an absorption spectrum curve of visual substance.

いからである。Fig. 4 の模式図に示されているように、rod 物質では $500m\mu$ に相当する光量子の区間受容確率 rP が最も高く、光量子がそれより小さくなくても大きくなっても受容確率は急速に減少する。しかし、 rE_1 より低いエネルギーを持つ光量子でも区間に受容される確率は零ではなく、また、 rE_2 より高エネルギーの光量子が rE_2 を必ず通過するとはいえない。すなわち、rod 色素の吸収スペクトル曲線は、ポテンシャル壁の高さの確率的分布によって、そして構成概念としては区間の受容確率によって考えたいのである。

III. 波長と色相

可視スペクトルの範囲で波長を変化すると、それは色相の差として知覚される。このような知覚は cone 系の働きに依存し、rod 系のそれには無関係だとされている。そこで、ここでは波長と色相との関係を cone 物質について構成した基本モデルで考えてみる。

Cone 物質は Fig. 2 に示されているように、外から内に進むにつれて次第に高くなる 4 つのポテンシャル壁を持っている。それ故、そのような壁に取り囲まれた cS_1 , cS_2 , cS_3 に長波長の光から次第に短波長の光を照射していくと、Fig. 5 に図示するような区間エネルギー準位が生ずることが予想される。すなわち、長波長側の可視限界に近いところでは光量子は小さく、 cE_1 に殆ど跳ね返される。そして、 cE_1 を越え得るものがあっても cE_2 は越えられず、受容区間は cS_1 に限られる。しかし、照射する光の波長を次第に短くし光量子を大きくしていくと、 cE_1 を通過する光量子がふえると同時に、より高い cE_2 や cE_3 を越えるものも出始める。そして波長をさらに短くし光量子を大きくしていくと、より高い壁を通過する光量子がますますふえ、受容エネルギーの 1 番多い区間も cS_1 から cS_2 へ、 cS_2 から cS_3 へと次第に移動していく。Fig. 5 はその受容エネルギーの移動の状態を示したものである。そして、その図の右に列記した式は cS_1 , cS_2 , cS_3 に受容されたエネ

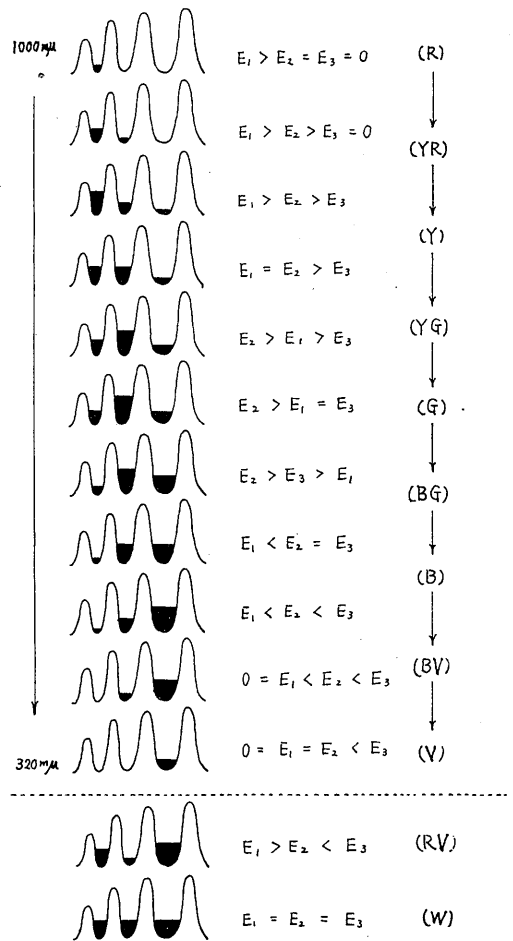


Fig. 5. Relationship between hue and section-energy level as a function of wavelength.

ルギーの準位関係を不等式の形で示したものである。さて、波長と色相との関係であるが、波長に依存する色相はその cS_1 , cS_2 , cS_3 に受容されたエネルギー準位の高低関係に依存する。そして、Fig. 5 の不等式の右に示した色相は、可視スペクトルの長波長限界に近いところで得られる $E_1 > E_2 = E_3 = 0$ の準位関係を赤、短波長限界に近いところで得られる $0 = E_1 = E_2 < E_3$ を紫、11通りの準位関係の丁度中間にできる $E_2 > E_1 = E_3$ を緑と考え、対応させたものである。また、Fig. 5 の下の方に付加した 2 つの準位関係は、スペクトル外色相の赤紫と、白に対するものである。

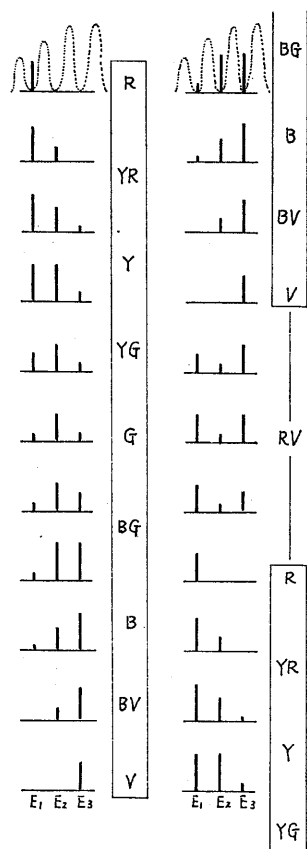


Fig. 6. Complementary colors derived from section-energy level.

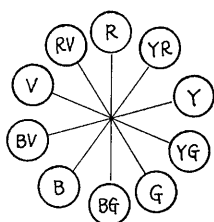


Fig. 7. Munsell's color circle.

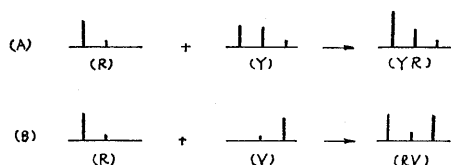


Fig. 8. Explanation of intermediate colors derived from section-energy level. (A) Spectral hue. (B) Extra-spectral hue.

IV. 混 色

2つの異なる色光を混ぜ合わせると、両方の色相がいずれも消失し白になる場合（補色）、中間の色相になる場合（中間色）、スペクトル外色相の赤紫になる場合のいずれかが起こる。ここではその現象を、色相と区間エネルギー準位の高低関係を対応させた Fig. 5 の考え方で説明できるかどうか試してみる。

色相は受容区間のエネルギー準位の高低関係に対応する。この考え方がもし正しいとすれば、2つの異なる色光を混ぜた時に生ずる種々の色相も、同じ区間エネルギー準位の高低関係で表示されなければならない。Fig. 6 は、現象とは無関係に、Fig. 5 の図で示されたモデルから互に補色対になる2つの準位関係を求めたものである。一方 Fig. 7 は観察結果に基づくマンセルの色相環であるが、その補色対とモデルから予想される補色対はよい一致を示している。また、黄緑から青緑までの色相と補色対になるスペクトル色相がないという観察結果も、モデルから求められた Fig. 6 に見ることができる。

Fig. 8 は、同じ考え方で中間色ならびに新しい色相を説明し得るかどうかを確かめたものである。図から明らかなように、その2つの現象も補色同様、色相は受容区間のエネルギー準位の高低関係に対する感覚であるという考え方で説明できそうである。

V. 色相識別曲線

単色光の波長を長波長の方へ $\Delta\lambda_1$ 、短波長の方へ $\Delta\lambda_2$ だけ変化した時に色相の差を認めたとすると、色相識別閾 $\Delta\lambda$ は次の式で表わされる。

$$\Delta\lambda = \frac{1}{2} [(\lambda + \Delta\lambda_1) - (\lambda - \Delta\lambda_2)]$$

Wright (1946)⁹⁾は、この色相識別閾を可視スペクトルの広い範囲に渡って測定し、595 m μ 、497 m μ 、442 m μ 附近に3つの極小と、537 m μ 、452 m μ 附近に2つの極大を持ち、さらに長波

長と短波長の両端で急上昇する色相識別曲線を得た。色相識別閾の波長によるそのような複雑な変化は、色覚のメカニズムを考える上で極めて重要なものと思われる。そこで、ここで再び色相と区間準位関係についての対応で、その曲線の説明が可能かどうかを検討してみる。

色相は cS_1 , cS_2 , cS_3 に受容されたエネルギーの高低関係に基づく感覚である。したがって、その考え方に従うなら、波長を僅かに変えた時に生ずる色相の差は、波長変化に対する区間エネルギー準位の高低関係の変動の大きさに符合しなければならない。では、そのような高低関係の変動は、如何なるエネルギー準位関係の時に大きく、あるいは小さくなるであろうか。Fig. 9 はそれを見るために、(A) cS_1 , cS_2 , cS_3 にエネルギーが均等に配分されている場合と、(B) 特定区間たとえば cS_2 にエネルギーが集中している場合の特殊事例を想定し、その事例で考えてみたものである。まず (A) について考えてみよう。光の波長あるいは分光分布を、(A) のような均等準位関係下で僅かにずらすと、その効果は cS_1 , cS_2 , cS_3 のいずれにも現われる。たとえば、その変化の方向が短波長側にであれば、準位関係は ($E_1=E_2=E_3$) から ($E_1<E_2<E_3$) に変動するが、各区間のエネルギー増減の絶対値は比較的等しく、変動量は 3 つの区間に 3 分される。それに対し、エネルギーが特定区間に集中している (B) の場合には、波長を少しずらしたことによって起こる準位変動もその区間に集中する。また、Fig. 9 の (B) に図示されているように、 cS_2 のエネルギーの一部が cS_3 にはいる場合には、零の準位であった cS_3 に有限の準位が生ずるので、その変動は (A) のそれより大きいことが推定される。さて、以上の特殊事例についての考察から、Fig. 5 に示されているような一般の準位についての変動の大小を述べると次のようになるであろう。波長を少しずらすことによって生ずる準位関係の変動の大きさは、 cS_1 , cS_2 , cS_3 にエネルギーがどのように配分されているかに依存し、それは均等に配分されていればいるほど小さく、

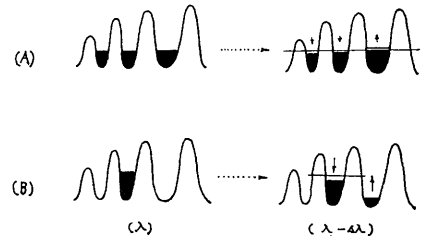


Fig. 9. Comparison of the fluctuation of section-energy level corresponding to the change from wavelength λ to $\lambda - \Delta\lambda$. The fluctuation of (B) is larger than that of (A). (A) Section-energy is equally distributed among three sections. (B) Section-energy is partially distributed among three sections.

く、特定区間に集中していればいるほど大きい。この一般的結論に従って、Fig. 5 のそれぞれの準位関係についての色相識別閾を推測すると、エネルギーが特定区間に偏っている $E_1>E_2>E_3$, $E_2>E_1=E_3$, $E_1<E_2<E_3$ 附近に極小が現われ、エネルギーが比較的均等に受容されている $E_1=E_2>E_3$, $E_1<E_2=E_3$ 附近に極大が現われるはずである。この予測は、Wright⁹⁾の実測値と極めてよい一致を示している。すなわち、第1に極小と極大の数、第2にその波長順位、そして第3に波長部位においてである。

また、色相識別曲線の両端が急上昇しているのは、その部位の光が低エネルギーすぎて、あるいは高エネルギーすぎて、受容区間にはいるエネルギーの全量が減少していくからである。

VI. 色の継時対比

ある色をみ、その直後あるいは少し間を置いて別の色をみると、それらを単独でみた場合とは異なる色相が現われる。この現象は色の継時対比といわれ古くから注目されてきたが、ここではその内から特にきわだった2, 3の現象を取り上げ、それらを受容区間に受容されたエネルギーを脳に伝える“エネルギー路”という新しい概念を構成することによって説明してみよう。

外的条件である光は、もともとは人の視覚等

とは全く無縁な存在である。したがって、そのような光が視覚を惹起するには、まずそれは受容器に受容されねばならない。そして次には、その受容エネルギーは受容器と脳を結ぶ経路によって脳に送られ、そしてそこで視覚に対応する脳生理過程が喚起されねばならない。それ故、もし視覚に異変が起こり、その原因を探ろうとすれば、その異変が受容器のレベルの出来事に起因するのか、受容器と脳を結ぶ経路に関係するのか、あるいは脳のレベルでの事件に原因するのかを尋ねることが必要になる。しかし、その場合大切なのは、その所在の探索を受容器の側から進めていくことであろう。ある現象の説明を行なおうとすれば、まず受容器のレベルでそれを試みるべきである。そして、そのレベルでどうしても説明がつかない場合には、経路のところでもその説明を求むべきだと思うのである。経路を飛び越して脳のところへ行くべきではない。色の継時対比を説明するにあたり、“エネルギー路”という新しい概念を、受容器と脳を結ぶ経路のところでも構成したのはそのような意味を含んでいる。そして、継時対比の説明を受容器のレベルでなすことを断念し、次の経路のところでも求めようとしたのは、その現象がⅠ～Ⅴの現象と異なる性質を持っていると考えたからである。すなわち、Ⅰ～Ⅴの現象は赤は常に赤、青は常に青とみられる静的性質を有している。それに対し、色の継時対比は白がうす青にみえたり、赤がより新鮮な赤にみえたり、変容する性質を持っている。すなわちⅠ～Ⅴの現象を静的現象と仮に名づけるとすれ

ば、継時対比は動的現象と名づけてよい特性を有しているのである。そして、受容器に対する基本モデルは動的現象は扱えない構成になっている。これが以下述べる“エネルギー路”を構成した最大の理由である。

A. 赤をみてついで白をみるとうす青がみえる

赤と白をそれぞれ別個に呈示すると、赤は赤、白は白と知覚される。しかし、まず赤をみてついですぐに白をみると、白とは異なるうす青がみえる。この現象は、Fig. 10 に図示するように、受容エネルギーを脳に伝えるエネルギー路に、次のごとき特性を付与することでうまく説明することができる。

エネルギー路はそこを流出するエネルギー量を調節する機能を有し、その抵抗は流出エネルギー量に比例して次第に増大する。

まず、赤をみている時の状態をそのエネルギー路特性から考えてみよう。赤くみえるのは、光受容物質の区間に生ずるエネルギー準位が cS_1 に偏った状態になり、かつその状態がそれぞれの区間に連なるエネルギー路のレベルでも、さらに脳のレベルでも保持されるからである。そして次に、そのような状態になっている時に急に赤の照射を中止し、受容器のレベルで $E_1=E_2=E_3$ の準位関係になる白光を照射すると、どのようなことが起こるかを考えてみよう。エネルギー路の抵抗は、そこを流出するエネルギー量に比例して高くなる。したがって、赤をみている時には、流出量の最も多い cR_1 の抵抗が1番高く、 cR_2 のそれが2番で、流出量の1番少ない cR_3 のそれが最も低い値になっているであろう。それ故、そのような状態下で光受容物質区間のところで $E_1=E_2=E_3$ の準位関係になる白を照射すると、エネルギー路を流出するエネルギー量は抵抗値と逆比例し、 cR_3 の流出量 ($c\vec{E}_3$) が最も多く、次は cR_2 のそれ ($c\vec{E}_2$) で、最も少ないのは cR_1 のそれ ($c\vec{E}_1$) であろう。すなわち、 $c\vec{E}_1 < c\vec{E}_2 < c\vec{E}_3$ の流出エネルギー準位が生ずる。その準位関係は青に相当する。初めに赤をみてついで白をみると、うす

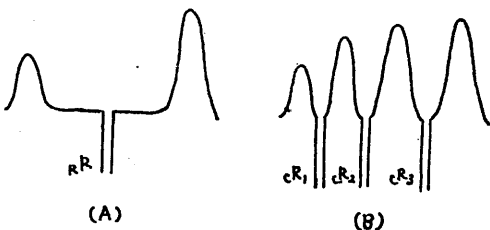


Fig. 10. Model 2. Diagram showing the supplement of energy-road. (A) Rod-substance. (B) Cone-substance

青がみえるのはそのためである。

B. 青をみてついで赤をみると一層新鮮な赤がみえる

この現象も、エネルギー路の抵抗特性から説明することができる。すなわち、初めに青をみている時には、受容区間では $E_1 < E_2 < E_3$ の、そしてエネルギー路では ${}_R\vec{E}_1 < {}_R\vec{E}_2 < {}_R\vec{E}_3$ の準位関係が生じている。したがってエネルギー路の抵抗は、流出エネルギーの1番少ない cR_1 で最も小さく、 cR_2 、 cR_3 の順で次第に大きくなっているであろう。それ故、受容区間のところで cS_1 寄りの準位になる赤色光を照射すると、エネルギー路ではその準位の偏りがさらにひどくなり、 cR_3 の流出量は cR_1 や cR_2 のそれに比べて増大するであろう。赤を単独でみる場合より、青をみてついで赤をみた場合の方が一層新鮮な赤がみえるのはそのためである。

C. ある色を長くみていると色があせてみえる

エネルギーが流れていない時のエネルギー路の抵抗は最も低い値になっている。したがって、光を最初に受けた時には、受容区間のエネルギー準位はエネルギー路でもほぼ保持される。しかし、光を長く照射し続けていると、エネルギー路の統制機能が働き始め、その抵抗は流出エネルギー量に比例した値をとるようになる。したがって、脳に伝達される光エネルギーは次の2点で異なってくる。第1は全エネルギー量の減少である。そして第2は、抵抗値が流出量の多いところほど高くなるので、準位の高低関係が平均化されることである。ある色を長くみていると色があせてくるのはそのためである。

VII. Bezold-Brücke 現象

色相は主として光の波長に依存する。しかし、光を強くすると色相は一般に変容し黄あるいは青方向に偏向する。この現象は Bezold (1873)¹⁰⁾ と Brücke (1878)¹¹⁾ が別個に見出し、その後 Purdy (1931)¹²⁾ が量的により厳密に測定したもので、色覚理論を考える時には重要な現

象になっている。たとえば、7種の受容器の組み合わせで色覚現象を説明した Hartridge (1950)¹³⁾ の多色説も、その現象の説明に都合のよいように構成されている。そして筆者等のモデルでは、Fig. 5 に示した色相と区間エネルギー準位関係、ならびに、Fig. 10 の色の継時対比を説明するために導入したエネルギー路によってその現象を説明することができる。

Bezold-Brücke 現象には2つの特徴がある。

1つは、光の強さを変えても色相の変化しない不変色相が $571\text{ m}\mu$ 、 $506\text{ m}\mu$ 、 $474\text{ m}\mu$ 附近の3箇所（この他にスペクトル外色相も加えると補色主波長 $559\text{ m}\mu$ のところにさらに1箇所）にできることであり、他の1つはその不変色相を中心にした色相の黄あるいは青方向へのずれである。まず、不変色相であるが、それを考える上で極めて興味ある準位関係が Fig. 5 に見出される。すなわち、波長幅の比較的狭い光を長波長側の可視限界から短波長側の可視限界へと照射していくと、 cS_1 、 cS_2 、 cS_3 の受容区間には $E_1 > E_2 = E_3 = 0$ から $0 = E_1 = E_2 < E_3$ に至る11通りのエネルギー準位関係が生ずるが、その中で2つの区間のエネルギー準位が等しくなるところが、不変色相と同じ3箇所あり、かつその部位が Purdy の測定結果とよく一致していることである。したがって、もし両区間のエネルギー準位が等しい場合に、光を強くしても色相が変化しない理由を見出し得れば、Bezold-Brücke 現象の重要な一つの特徴が説明されたことになる。

色相は、受容区間の、そしてエネルギー路の、そして最終的には脳のレベルにおけるエネルギー準位の高低関係に符合する感覚である。したがって、 $571\text{ m}\mu$ 、 $506\text{ m}\mu$ 、 $474\text{ m}\mu$ の3箇所の色相が光の強さによって変化しないということは、最終的な脳のエネルギー準位関係あるいはエネルギーの分布状態が光量の多少にかかわらず変化しないということである。そして、モデル構成の現段階では、動的現象の説明はエネルギー路のところではなそうとしているから、動的現象中の特殊事例である不変色相は、受容区

間とエネルギー路のエネルギー準位関係において論じられねばならない。照射光を強くしていくと、受容区間にはいるエネルギー量は増大する。そして、波長を変化しない場合には、その増大は各区間の準位に比例して起こるので、その高低関係は変化しない。しかしエネルギー路では、一般に、光を強くすると流出量がふえ、その結果抵抗値が変化するので準位の高低関係は徐々に変容していく。けれども、光量がふえてもその変わらないところがある。それは両区間の準位が等しい $E_1 = E_2 > E_3$, $E_2 > E_1 = E_3$, $E_1 < E_2 = E_3$ の準位関係である。というのは、その関係でも光を強くし光量をふやしていくと、エネルギー路の抵抗がそれに比例して変わることは他の準位関係と同じなのであるが、その抵抗変化が2つのエネルギー路で等しく起こるので、受容器のレベルにおける、両区間のエネルギー準位が等しいという関係はエネルギー路でも常に保持されるからである。いうなれば、不変色相は両部位のエネルギー準位が等しいという状態に対する感覚なのである。

さて、Bezold-Brücke 現象のもう1つの特徴

である不変色相を中心にした黄あるいは青方向への色相のずれを次に考えてみよう。光が弱い場合には、エネルギー路を流出するエネルギー量は少なく、その抵抗値は殆ど零に近い。したがって、受容区間に生じた準位関係はそのまま脳に伝えられる。しかし、光の強さを増していくと、エネルギー路を流出するエネルギー量は多くなり、その結果抵抗値は次第に高くなっていく。そしてその高まりは流出量の多いところほど激しいので、その部位の準位が最も大きな影響を受けることになる。たとえば、 cS_1 にエネルギーが偏った $E_1 > E_2 > E_3$ の準位関係についていうと、 cR_1 の抵抗が1番大きくなるので $E_1 - r\vec{E}_1 > E_2 - r\vec{E}_2 > E_3 - c\vec{E}_3$ となり、準位は $E_1 = E_2 > E_3$ の方向にずれる。同様に、 $E_2 > E_1 > E_3$ では $E_1 = E_2 > E_3$ の方向に、 $E_1 < E_2 < E_3$ や $E_1 < E_2 < E_3$ では $E_1 < E_2 = E_3$ の方向にずれることが予測される。Fig. 11-(A) は、それらの変容方向を図で示したものである。

以上は、照射光に波長幅の狭いスペクトル光を用いた時の Bezold-Brücke 現象であるが、スペクトル外の光まで用いると、すでに述べた

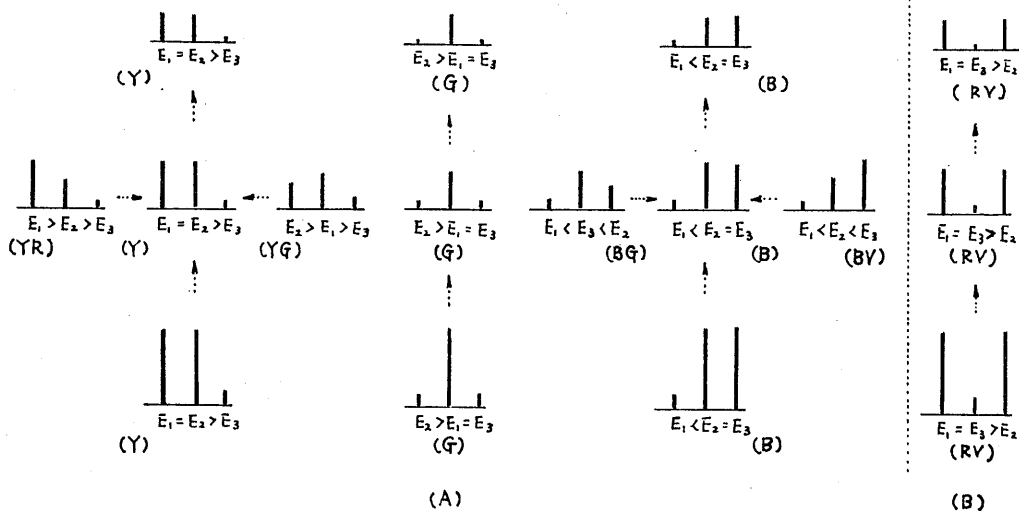


Fig. 11. Explanation of the Bezold-Brücke effect on the basis of the characteristics of section-energy level and energy-road. (A) Spectral hue. (B) Extra-spectral hue.

通り補色主波長 $559\text{ m}\mu$ のところに不変色相が出現する．そしてその部位に不変色相が現われることは，モデルからも予測される．なぜならば，補色主波長 $559\text{ m}\mu$ というのは $E_1 > E_2 > E_3$ と $E_1 < E_2 < E_3$ を混ぜた時に生ずるスペクトル外色相（赤紫）で，Fig. 11-(B)に示すような $E_1 = E_3 > E_2$ の両区間の準位が等しくなる関係が1箇所必ず生ずるからである．

VII. ERG に対する化学物質の作用

網膜に光を照射すると，電気的变化が起こる．ERG (electroretinogram) はそれをオシログラフで描記したものであるが，その ERG についての研究は1930年頃から G. Granit を中心になされてきた．そして，視覚を考える上で貴重な多くの結果が見出されたが，ここではその内の一つである，眼に薬物を作用させた時に生ずる ERG 変容を，エネルギー路の性質で説明してみる．

Fig. 12 は，問田等 (1956)¹⁴が眼にエチルアルコールならびにアリルアルコールを作用させ，その効果を作用前の ERG と作用後のそれを比較することでみたものであるが，その効果は2つの特徴を持っている．一つはb波を大きくする作用であり，他の一つは光の照射停止後現われるd波を消失させる働きである．この現象は，アルコールがエネルギー路の統制機能を抑制し，エネルギー路を開きっぱなしの状態にしたと考えることでうまく説明することができる．すなわち，アルコールの作用を受けない正常時には，受容区間に受容されたエネルギーは調節されながら，エネルギー路を経て脳に送られる．したがって，光を中止しても受容区間は直ちには空にならないで，調節された分のエネルギーが残在する．d波は，この残存エネルギーが流出量の激減にともなうエネルギー路の抵抗低下で，どっと流れる，その流れに対して発生する波である．そして，アルコールを作用させるとd波が消えるのは，アルコールの働きでエネルギー路の調節機能が弱まり，弛緩した状態になるので，受容エネルギーは区間に留まる

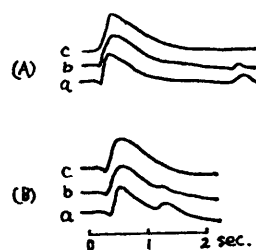


Fig. 12. Effect of alcohol on ERG. (A) Ethyl alcohol. (B) Allyl alcohol. a. Normal control. b. 5 min. after treatment with alcohol. c. 10 min. after treatment with alcohol. (Toida, Ôki, and Kuriyama, 1963).

ことなくザアザア流れてしまう．その結果，光の照射を中止すると区間はたちまち空になり，残存エネルギーがなく，それに依存するd波がでなくなるのである．また，作用後のb波が作用前のそれより大きくなるのは，受容されたエネルギーが区間に残ることなく凡て流出してしまうので，調節機能の正常な場合より流出量がかえって多くなるからである．

IX. 暗順応による光感度の上昇

暗やみに順応すると，その時間経過とともに光に対する感度が著しく上昇する．たとえば，1550 mLの明るさに3分間明順応させ，その後の暗順応状態を測定した Hecht and Shlaer (1938)¹⁵の実験結果によると，充分暗順応した時の感度は，明順応時に比べて中心窩では約500倍，周辺部では10000倍も高くなる．その感度上昇の一部は瞳孔拡大によるのであろうが，それは高々6倍程度で，それを差引いても中心窩では約100倍，周辺部では約2000倍の感度上昇が残る．この感度上昇は，本モデルでは受容区間の数すなわち感光色素の数が暗順応下で増大するからとしても，また，エネルギー路の抵抗特性によっても説明が可能である．そしてここでは，暗順応による感度上昇は，上で述べた静的現象に対する動的現象と考えられるので，後者のエネルギー路特性で説明してみる．

明るみに順応している時には，強い光が眼にはいつているから，受容エネルギーも流出エネ

ルギーも多いであろう。したがって、エネルギー路の抵抗はその特性によって大きくなっている。それに対し、暗やみに順応している時には、外部から供給される光エネルギーは極めて少なく、またエネルギー路を流出するエネルギーも微少であろう。そのため、エネルギー路の抵抗は最低になっている。それ故、暗順応下では受容エネルギーは殆んどそのまま脳に伝えられる。

また、暗順応時の光感度は中心窩と周辺部で異なり、後者で約 200 倍も高いが、その網膜部位の相違は中心窩の視細胞である cone 1 個と、周辺部の殆どをしめる rod 1 個の能力に差があるというよりも、視細胞から双極細胞へ、そして神経節細胞へと進んでいく時に生ずる収斂 (convergence) の効果に依存すると思われる。その根拠は、視細胞の約半分に相当する $12''$ の超微小テスト野で、中心窩と周辺部の光感度を比較した実験 (宗宮, 1967)¹⁶⁾ にある。すなわち、その結果によると 1° の大きなテスト野では確かに網膜部位の効果が現われるのであるが、 $12''$ の超微小テスト野では部位によって感度が変らずほぼ一定の値を示すのである。そしてこの結果は、周辺部の収斂が数百個の rod および cone においてなされるという解剖学的事実と、周辺部の中心窩に対する感度上昇がそれとほぼ同じ 200 倍前後であるという事実から、暗順応にともなう感度上昇がエネルギー路の抵抗特性

に依存するという説明を支持する性質のものである。

X. 赤・緑・青に対する本川の感電性曲線

眼の近くに取り付けた電極に矩形型の直流電流を流すと閃光を生ずる。本川 (1948)¹⁷⁾ はこの現象に着目し、色々の波長の光を照射した後の閃光の閾値すなわち感電性を測定することで人の眼の機能が究明できることを示した。Fig. 13 はその 1 例で、暗やみに順応させた眼に赤・緑・青の各色光を照射し、その後に 0.1 秒持続の矩形型電流を通電し、閃光をみることで網膜の中央部の感電性を測定したものである。すなわち、光遮断後の感電性の極大は赤で最も速く現われ、次が緑で、1 番遅いのは青である。本川は、この結果から、網膜の中央部には少なくとも 3 つの異なる感覚過程があると考えたが、本モデルでは“集計所”ならびに“そのずれ”という新しい概念を構成することでその現象の説明を行なってみる。

基本モデルでは、諸色覚現象を光受容物質間に生ずるエネルギー準位関係で説明し、かつ、その準位関係はあたかも 1 個の光受容物質中に生じているかの如く表示してきた。しかし、可視光線を $h\nu$ 単位のエネルギーを有する光子と考えると、その大きさから色素の光受容を考えると、それは色素中のある特定電子が基底状態から励起状態へ遷移するという姿で理解される。したがって、電子特性からいうと、1 個の光受容物質には 1 個の光子より吸収され得ないと考えねばならない。それ故、次のモデル構成は、そのような電子の特性と齟齬せず、かつ、Fig. 5 に示す色々な準位関係をも含み合わす形で行なわれねばならないことになる。Fig. 14 の 3 つの集計所 (C_I , C_{II} , C_{III}) はその 2 つの要請を同時に満たす概念として構成したものである。すなわち、1 個の光受容物質は 1 個の光子より受容できないが、その受容区間が cS_1 であるか、 cS_2 であるか、 cS_3 であるかによって C_I , C_{II} , C_{III} のいずれかに選別集計されるので集計所のところで受容区間のエネルギー準位

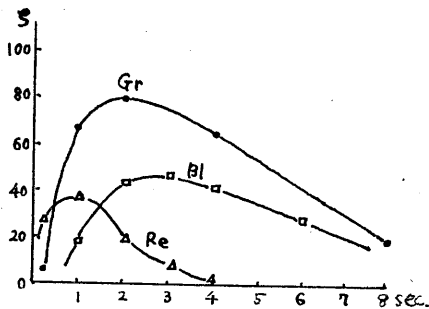


Fig. 13. Time course of electrical sensitivity of the eye obtained by using red, green, and blue lights (Motokawa, 1949).

関係に相当する準位（光量子の数）の差が生ずる。

さて、赤・緑・青で感電の極大点異なる本川の感電性曲線であるが、それは Fig. 14 に図示するように集計所が距離的にずれて位置すると考えることで説明することができる。すなわち、 cS_1 に 1 個の光量子を吸収した①は吸収箇所から 1 番近い C_I に選別集計され、 cS_2 に 1 個の光量子を吸収した②は中間の C_{II} に、そして cS_3 に 1 個の光量子を吸収した③は最も遠い C_{III} に集められる。そして、吸収エネルギーはそこで外部に放出される。エネルギー路を経て脳に至る光エネルギーはその各集計所で放出されたものである。したがって、色素が光量子を吸収し、それを集計所で放出するまでの時間 ($\tau C_I, \tau C_{II}, \tau C_{III}$) は、視覚を左右する重要な因子の一つであろう。そして、本川の色光による感電性曲線の相違はその因子に関係する現象だと思うのである。すなわち、本川の場合には、光遮断後の感電性が問題にされており、それはすでに述べた残存エネルギーに関係し、光遮断後に各集計所に集計される色素（光量子を吸収した色素）の時間分布に依存する現象である。Fig. 15 はそれを図で説明したものである。すなわち、問田等のアルコールによる d 波消失を説明した残存エネルギーの移動が、光量子の吸収箇所と集計所の間で起こり、その移動の時間分布が集計所までの距離に依存して Fig. 15 のような相違を生ずる。そして、本川の感電性曲線はその時間分布に符合するものである。

XI. 波長と活動電位のふれの方

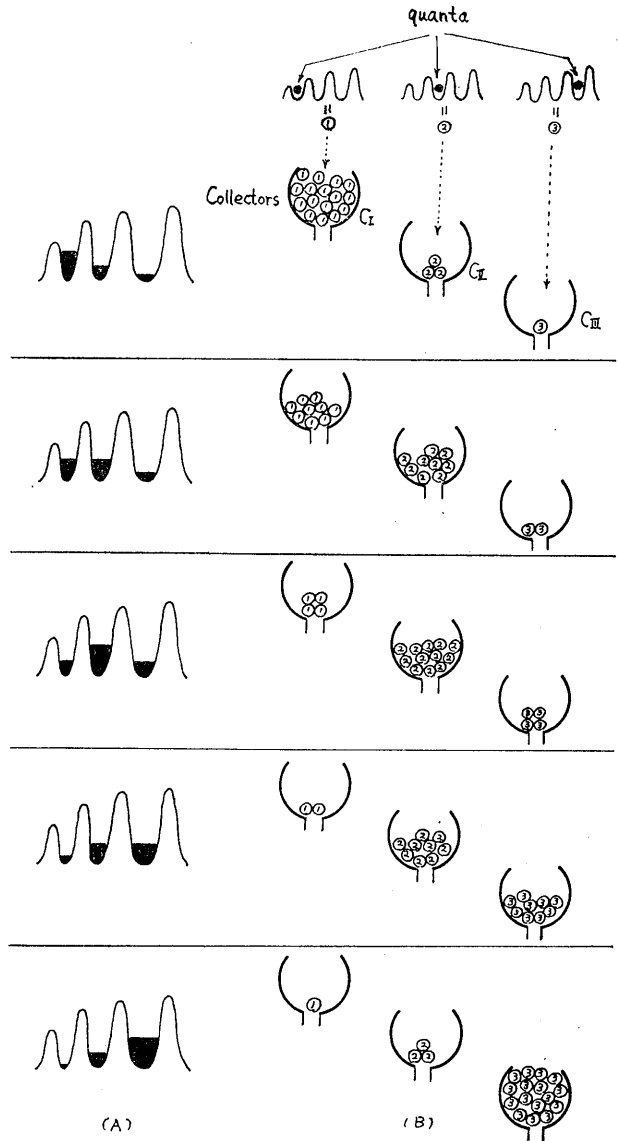


Fig. 14. Model 3. Diagram representing collectors and their shifts. Collectors are at different depths; that is, the depth of C_{II} is deeper than that of C_I , and the depth of C_{III} is the deepest of the three. Such collector's shift was supposed on the basis of recordings of retinograms. (A) Section-energy levels based on the fundamental model. (B) Schematic representation of the distributions of quanta collected in C_I , C_{II} , and C_{III} , which correspond to (A). ① Cone-substance having a quantum absorbed in cS_2 , ② in cS_1 , and ③ in cS_3 .

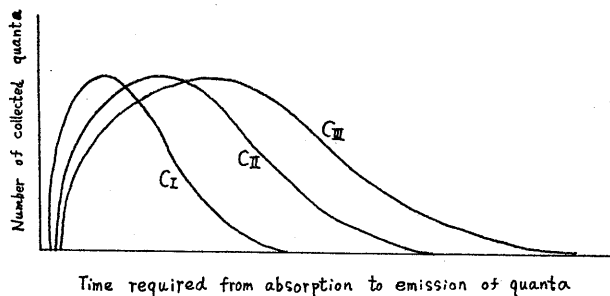


Fig. 15. Time course of number of quanta collected in C_I , C_{II} , and C_{III} , respectively¹.

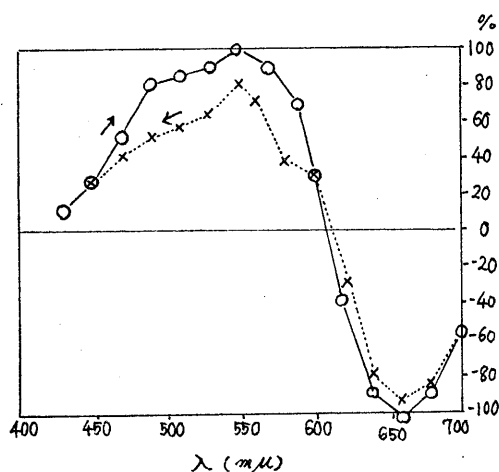


Fig. 16. Spectral response as a function of wavelength (Motokawa, Oikawa, and Tasaki, 1957).

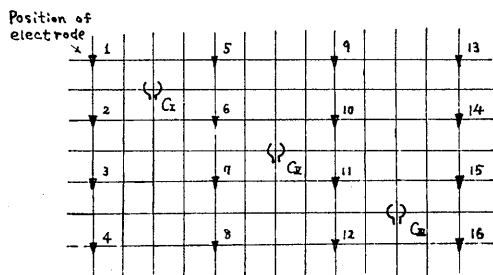


Fig. 17. Diagram showing the relative position of Collectors and microelectrode tip.

向と大きさ

網膜に光を照射すると活動電位が生ずるが, Svaetichin (1953)¹⁸⁾ は先端の極めて細いガラス電極を視細胞の中に挿入し, その電位を細胞内から誘導することに成功した. そして, その大きさが光の強さの対数値に比例し, 特定の波長部位 (625 mμ, 550 mμ, 470 mμ) に極大反応を示すことを報告したので学会の注目の的となった. というのは, 諸色覚説の中で最も権威のあるYoung-Helmholtzの3色説¹⁹⁾が実証されたのではないかと考えられたからである. もっとも, その後, その電位の発生部位についての研究が御手洗, 安藤 (1960)²⁰⁾, Tomita et al. (1959)²¹⁾等によって行なわれ, Svaetichin (1953)¹⁸⁾ のように錐体活動電位 (cone action potential) ではなく, 双極細胞附近から発生することがほぼ確かになり, 3色説の直接証明という点では弱くなった. しかし, その測定法はすばらしいもので, 多くの優れた研究者を魅了し, その方法を用いた研究が続々と現われた. そしてここでは, その中でも色覚の機能を考える上で特に興味のある波長と電位のふれの方向と大きさについての結果を取り上げ, それを集計所とそのずれによって説明してみる.

Svaetichin (1956)²²⁾ は, 照射光の波長を変化すると, 電極の先端が細胞内のある1点に固定されている時でも, 電位のふれの方向が正になったり負になったり, その振幅が大きくなったり小さくなったりする現象を見出した. その後この奇妙な現象は, 本川等 (1957)²³⁾ や御手洗等 (1958)²⁴⁾ によってさらに究明された.

Fig. 16 は本川等の結果である。照射光の波長を $430\text{ m}\mu$ から $700\text{ m}\mu$ へ、そして $700\text{ m}\mu$ から逆に $450\text{ m}\mu$ へと変化すると、その図に示されているように極めて複雑な変化を示す。すなわち、 $430\text{ m}\mu$ から $550\text{ m}\mu$ までは電位のふれの方法は負で、その振幅は次第に大きくなり、 $550\text{ m}\mu$ を越してさらに長波長方向にずらしていくと、今度は振幅は次第に小さくなり、 $610\text{ m}\mu$ 附近では殆ど零になる。そして、 $610\text{ m}\mu$ を過ぎるとふれの方法は負から正に変わり、そして、その振幅は $650\text{ m}\mu$ までは増大し、それを越すとまた減少する。この波長の変化にともなう電位のふれの方法と大きさの複雑な変動は、本川の感電性曲線を説明するために導入した集計所とそのずれの概念で次のように説明することができる。感光色素中の光受容物質に吸収された光量子は、その吸収区間によって C_I 、

C_{II} のいずれかに選別集計される。そして、吸収エネルギーはそこで放出される。Svaetichin¹⁸⁾²²⁾を初め、本川等²³⁾や御手洗等²⁴⁾の測定した活動電位 (S-potential) がその放出エネルギーに依存する電位だとすると、その電位のふれの方法や大きさは、(1)電極の先端から集計所までの距離、(2)集計所内での放出エネルギー量、(3)電極の先端と集計所の位置関係等によって影響されることが予想される。たとえば、細胞内に挿入された電極の位置が、集計所に近いか遠いかによって、あるいは放出されたエネルギーが多いか少ないかによって電位の大きさは変化するであろう。したがって、 C_I 、 C_{II} 、 C_{III} の各集計所に Fig. 14 に示すような色々なエネルギーの準位関係を与える波長変化は、電極先端が固定されている場合でも、複雑な電位変化をもたらすと思われる。そこで、電

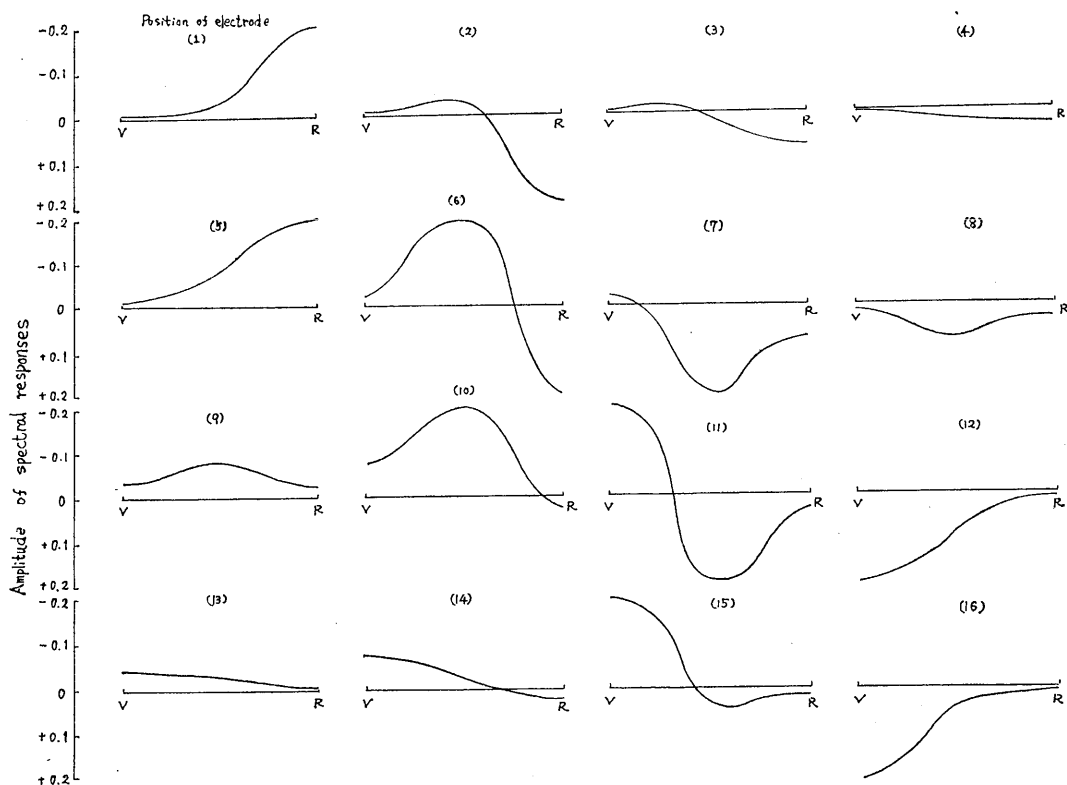


Fig. 18. Graphs representing the theoretical amplitude of spectral responses as a function of wavelength derived from the model on the basis of collector's shift.

極と集計所が Fig. 17 に図示するような位置関係にある時の、波長変化にともなう電位のふれの方と大きさを、次のような3つの関係を仮定することで算出してみた。

1. 電位の振幅は集計所から電極先端までの距離の2乗に反比例する。
2. 電位の振幅は集計所内で放出される光エネルギーの量に比例する。
3. 電位のふれの方と大きさは集計所と電極先端の位置関係に依存し、電極が集計所の上方にある時は負に、そして下方にある時は正になる。

Fig. 18 は、照射光の波長を長波長から短波長へ、すなわち、 C_I に光エネルギーの全量が集中している状態から、光エネルギーが C_{II} 、 C_{III} へと移動し、最後に C_{III} に全エネルギーが集中するその過程において、電位がどのように

変化するかを、Fig. 17 の各電極位置について算出し、それを図示したものである。また Fig. 19 は、集計所のいずれかに全エネルギーが集中する赤 ($E_I=k$, $E_{II}=0$, $E_{III}=0$)、緑 ($E_I=0$, $E_{II}=k$, $E_{III}=0$)、紫 ($E_I=0$, $E_{II}=0$, $E_{III}=k$)、ならびに白 ($E_I=E_{II}=E_{III}=k$) において、電位のふれの方と大きさが電極位置によってどのように変化するかを算出したものである。次にその算出例の一つをあげると

電位の算出例

$$\frac{1}{1^2+2^2} - \frac{1}{1^2+2^2} - \frac{1}{3^2+6^2} = -\frac{1}{45}$$

{ 照射光……白色, 電極位置…… 6
集計所と電極間の距離…… Fig. 17 の 1
目盛を 1 とする

の如くである。

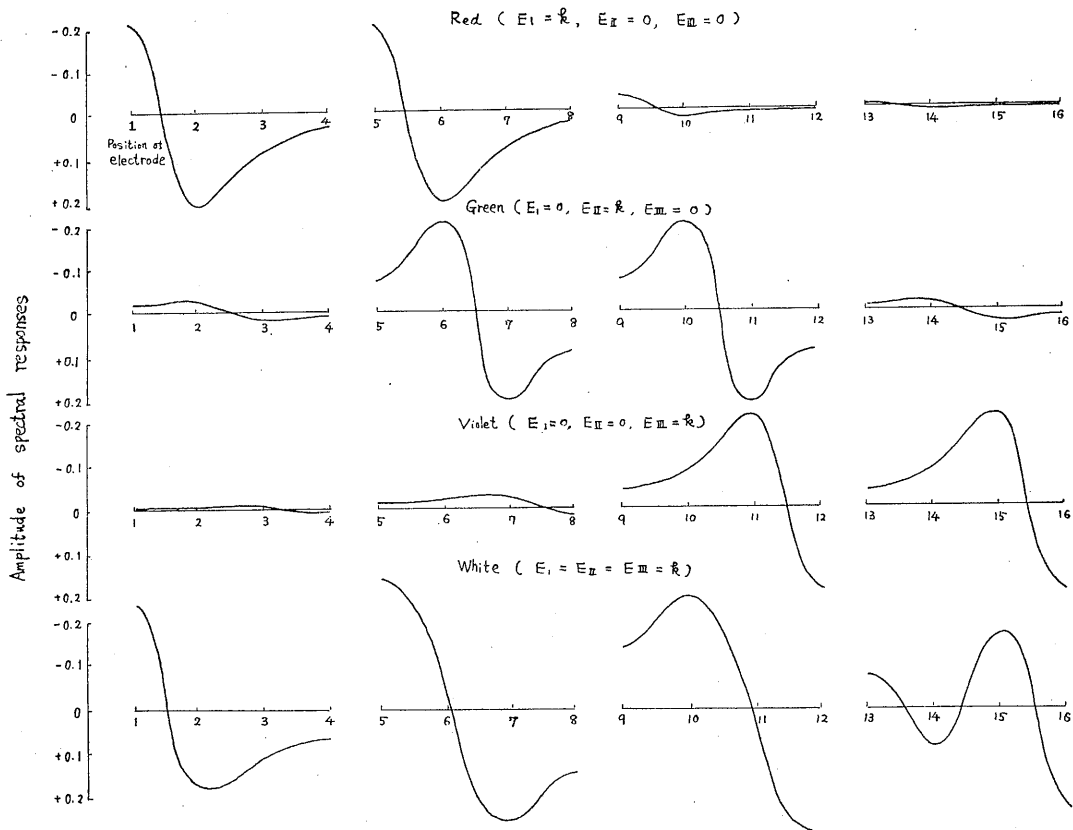


Fig. 19. Graphs representing the theoretical amplitude of spectral responses as a function of depth of electrode tip derived from the model on the basis of collector's shift.

さて、波長を変化した算出電位曲線の中に、Fig. 16 の本川等の実測曲線に類似したものがあろうか。モデル構成がもし誤っていなければ、電極位置の定め方がやや粗いとしても、性質の似た曲線はそこになければならない。そして、Fig. 18 の電極位置 6 の曲線がそれである。図から明らかなように、その傾向は極めてよく一致している。そして、両者の唯一の違いである 650~700 m μ 間の相違も、次のように考えることで了解できる。算出曲線では光エネルギーを集計所のレベルで等しいとして算出されている。それに対し、本川等の等エネルギー光というのは、外部条件としての光についてで、集計所のレベルでは必ずしも等エネルギーにはなっていない。特に、650~700 m μ のような低エネルギー光では、光量子の大きさが cE_1 より小さいものが多く、照射エネルギーの一部が受容される状態にある。そして、その傾向は 700 m μ に近づくにつれてますます強くなり、集計所に至るエネルギー量は減少していく。本川等の曲線が 650 m μ から 700 m μ に進むにつれて零レベルに近づくのはそのためである。

また、御手洗等 (1958)²⁴⁾ が実測したスペクトル感度曲線に類似したものも算出曲線の中に見出し得るので、その両者を Fig. 20 で比較しておく。

XII. Cone 物質モデルに等価なモデル

Cone 物質についての基本モデルは、四つの高さの異なるポテンシャル壁 cE_1, cE_2, cE_3, cE_4 と、三つの区間 cS_1, cS_2, cS_3 を一つのモデルとして構成されているが、そのモデルに等価なモデルとして Fig. 21 に示すような三つのモデルが考えられる。すなわち、基本モデルの cS_1 に 1 個の光量子が吸収されている状態は、 cE_1 と cE_2 に防御された唯一つの区間 cS_1 に 1 個の光量子が吸収されている状態と等価であり、基本モデルの cS_2, cS_3 に 1 個の光量子をそれぞれ受容している状態

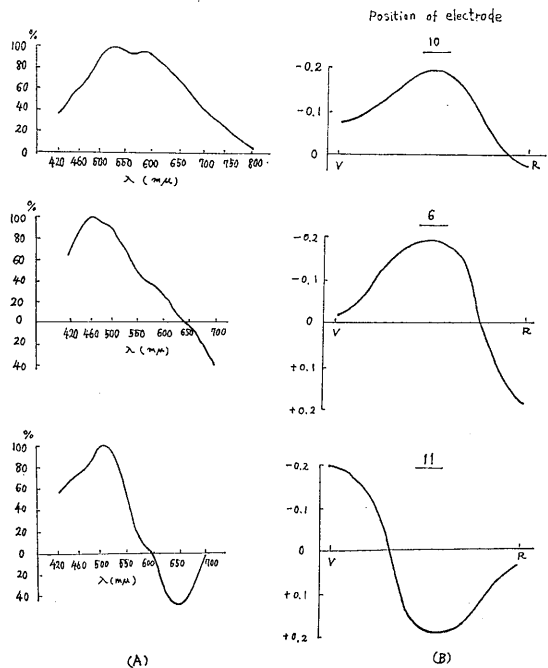


Fig. 20. Comparison of (A) spectral response curves obtained by Mitarai et al. (1958) and (B) theoretical curves derived from model 2 on the basis of collector's shift.

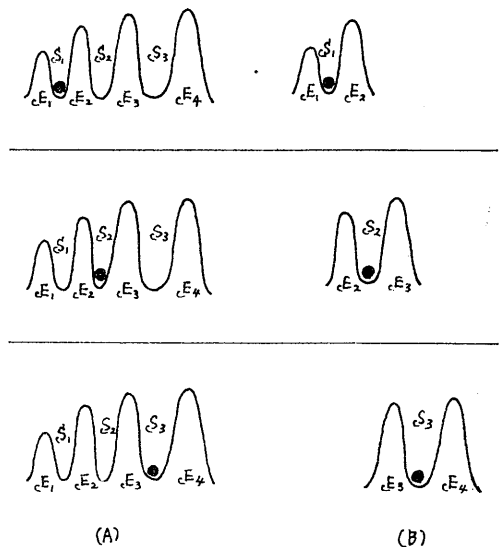


Fig. 21. Equivalent models. A. ①, ②, ③. B. Models being equivalent to ①, ② and ③ respectively.

は、 cE_2 と cE_3 に取り囲まれた唯一の区間 cS_2 に、あるいは cE_3 と cE_4 に取り囲まれた同様の区間 cS_3 に 1 個の光量子を受容した状態と等価である。

XIII. 結 語

色覚については、Newton が混色を説明しようとして以来、数多くの学説が色覚現象をより包括的に説明すべく提出されてきた。Young-Helmholtz の 3 色説¹⁹⁾、Hering の反対色説²⁵⁾、微小電極実験に基づく Granit の Dominator-Modulator 説²⁶⁾、Hartridge の多色説¹³⁾、閃光実験に基づくわが国の本川の色覚説¹⁷⁾等である。そして、今後の理論展開の方向としては、たとえば、Young-Helmholtz の 3 色説を高度に数式化し、現象の数的解析を押し進めていくことも重要であるが、より大切なのは新しい実験事実を包括できる理論の構成であり、貴重な新事実が次々に見出されていく現状では、すでに

ある学説の厳密な数式化よりもむしろ、定性的ではあっても事実の一つでも多く説明のできるモデルの構成が重要に思える。そして、そのモデル構成も、新しい事実に対して修正、変更の可能な形で行なっていくことが必要である。本論文では、そのような立場から、Fig. 22 に図示するような仕方では、より多くの色覚現象を包括的に説明できるモデルの構成を試みてきたのである。

稿を終るに臨み、最近の実験結果をお知らせいただきました本川弘一教授、御懇切な御批評と貴重な文献をいただきました間田直幹教授、富田恒男教授に厚く感謝致します。そして、いろいろと御指導を受けました御手洗玄洋先生に心からお礼を申し上げます。

付記 構成体の註解

Rod 系の構成体

$R E_1$ = Rod 受容物質の第 1 ポテンシャル壁

$R E_2$ = Rod 受容物質の第 2 ポテンシャル壁

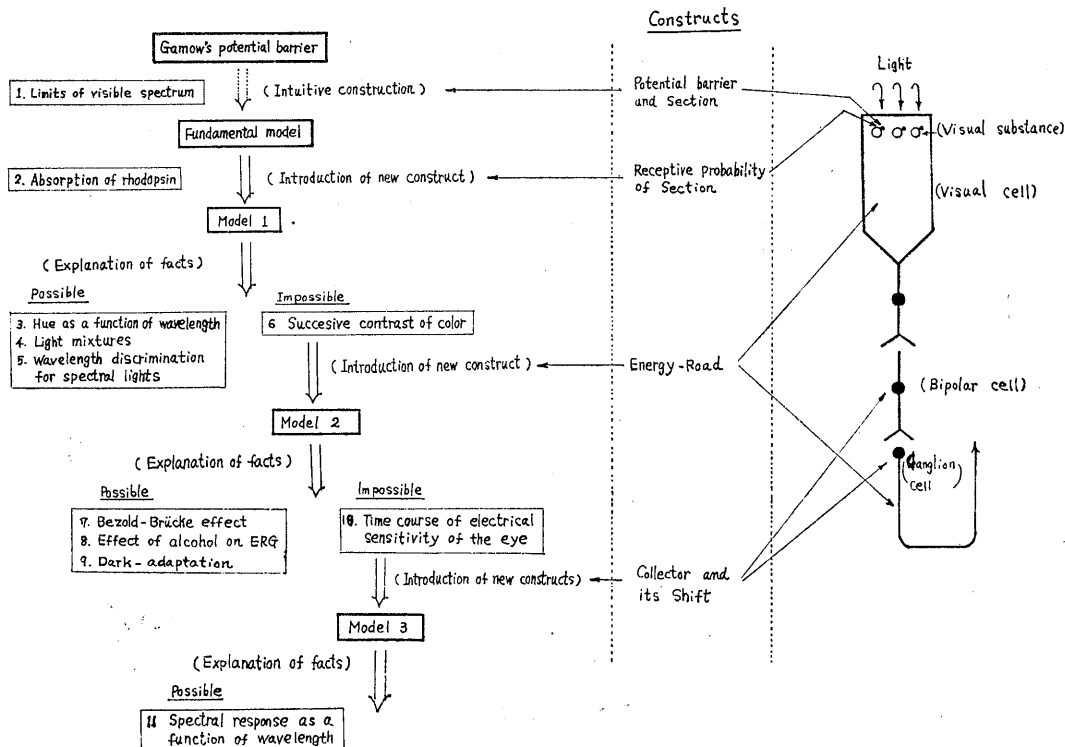


Fig. 22. Summary diagram of the construction of the theory of color vision.

$R_S = R_{E_1}$ と R_{E_2} で取り囲まれた受容区間

$R_R = R_S$ に受容されたエネルギーを脳に伝えるエネルギー路

$E_r = R_S$ に受容されているエネルギー量

$\textcircled{R} = R_S$ に1個の光量子を受容した cone 受容物質

$C_R = \textcircled{R}$ の集計所 (放出エネルギーの脳への発信所)

$E_R = C_R$ に集められたエネルギー量 (光量子の数)

$T_{C_R} =$ 光量子が R_S に受容され C_R で放出されるまでの時間

$R_{C_r} = R_R$ の抵抗 (統制力)

$\vec{R}_{E_r} = R_R$ を流出するエネルギー量

$R_P = R_S$ の受容確率

Cone 系の構成体

$cE_1 =$ Cone 受容物質の第1ポテンシャル壁

$cE_2 =$ Cone 受容物質の第2ポテンシャル壁

$cE_3 =$ Cone 受容物質の第3ポテンシャル壁

$cE_4 =$ Cone 受容物質の第4ポテンシャル壁

$cS_1 = cE_1$ と cE_2 で取り囲まれた受容区間

$cS_2 = cE_2$ と cE_3 で取り囲まれた受容区間

$cS_3 = cE_3$ と cE_4 で取り囲まれた受容区間

$cR_1 = cS_1$ に受容されたエネルギーを脳に伝えるエネルギー路

$cR_2 = cS_2$ に受容されたエネルギーを脳に伝えるエネルギー路

$cR_3 = cS_3$ に受容されたエネルギーを脳に伝えるエネルギー路

$E_1 = cS_1$ に受容されているエネルギー量

$E_2 = cS_2$ に受容されているエネルギー量

$E_3 = cS_3$ に受容されているエネルギー量

$\textcircled{1} = cS_1$ に1個の光電子を受容した cone 受容物質

$\textcircled{2} = cS_2$ に1個の光電子を受容した cone 受容物質

$\textcircled{3} = cS_3$ に1個の光電子を受容した cone 受容物質

$C_1 = \textcircled{1}$ の集計所 (放出エネルギーの脳への発信所)

$C_{II} = \textcircled{2}$ の集計所 (放出エネルギーの脳への発信所)

$C_{III} = \textcircled{3}$ の集計所 (放出エネルギーの脳への発信所)

$E_1 = C_1$ に集められたエネルギー量 (光量子の数)

$E_{II} = C_{II}$ に集められたエネルギー量 (光量子の数)

$E_{III} = C_{III}$ に集められたエネルギー量 (光量子の数)

$sC = C_1, C_{II}, C_{III}$ のずれ

$T_{C_1} =$ 光量子が cS_1 に受容され C_1 で放出されるまでの時間

$T_{C_{II}} =$ 光量子が cS_2 に受容され C_{II} で放出されるまでの時間

$T_{C_{III}} =$ 光量子が cS_3 に受容され C_{III} で放出されるまでの時間

$R_{C_1} = cR_1$ の抵抗 (統制力)

$R_{C_2} = cR_2$ の抵抗 (統制力)

$R_{C_3} = cR_3$ の抵抗 (統制力)

$\vec{R}_{E_1} = cR_1$ を流出するエネルギー量

$\vec{R}_{E_2} = cR_2$ を流出するエネルギー量

$\vec{R}_{E_3} = cR_3$ を流出するエネルギー量

$cP_1 = cS_1$ の受容確率

$cP_2 = cS_2$ の受容確率

$cP_3 = cS_3$ の受容確率

文 献

- 1) Hecht, S., S. Schlaer, and M. H. Pirenne (1942) Energy, quanta, and vision. *J. gen. Physiol.* **25**, 819-840
- 2) 宗宮 保 (1966) 光覚閾で測定される場について 心理学評論 **9**, 163-174
- 3) 宗宮 保 (1966) 恒常現象と光の微視的特性 心理学評論 **9**, 175-177
- 4) 宗宮 保 (1967) 精神物理的方法によるヒトの中心窩の On, Off 反応の測定 心理学研究 **38**, 1-13
- 5) Griffin, D. R., R. Hubbard and G. Wald (1947) The sensitivity of the human eye to infra-red radiation. *J. opt. Soc. Amer.* **37**, 546-554
- 6) Goodeve, C. F. (1934) Vision in the ultra-violet. *Nature, London*, **134**, 416-417
- 7) Wald, G. (1949) The photochemistry of vision. *Docum. Ophthalmol.*, **3**, 94-137
- 8) Wald, G. and P. K. Brown (1958) Human rhodopsin. *Science*, **127**, 222-226
- 9) Wright, W. D. (1946) Researches on normal and defective color vision. Kimpton, London.
- 10) Bezold, W. (1873) Ueber das Gesetz der Farbmischung die physiologischen Grundfarben. *Ann. Phys., Lpz.* **150**, 221-247
- 11) Brücke, E. (1878) Über einige Empfindungen im Gebiete des Sehnerven. *S. B. Akad. Wiss. Wien. Abt. III* **77**, 39-71
- 12) Purdy, D. McL. (1931) Spectral hue as a function of intensity. *Amer. J. Psych.* **43**, 541-559
- 13) Hartridge, H. (1950) Recent advances in the physiology of vision. London, Churchill.
- 14) 間田直幹・大木幸介・栗山 熙 (1956) 網膜の機能と化学物質 福岡医学誌 **47**, 9999
- 15) Hecht, S. and S. Schlaer (1938) An adaptometer for measuring human dark adaptation. *J. opt. Soc. Amer.* **28**, 269-275
- 16) 宗宮 保 (1967) 超微小テスト野による光感度の測定 心理学研究 **38**
- 17) 本川弘一 (1948) 感覚の生理学的基礎 科学 **18**, 526-537
- 18) Svaetichin, G. (1953) The cone action potential. *Acta Physiol. Scand.*, **29**: Suppl. **105**, 365-600
- 19) Helmholtz, H. (1852) On the theory of compound colours. *Phil. Mag.* **4**, 519-534
- 20) 御手洗玄洋・安藤 滋 (1960) 光刺激に対する生体反応の電気生理学的研究 名大環研年報 **11**, 208-211
- 21) Tomita, T., M. Murakami, Y. Sato, and Y. Hashimoto (1959) Further study on the original of the so-called cone action potential (S-potential). Its histological determination. *Jap. J. Physiol.* **9**, 63-68
- 22) Svaetichin, G. (1956) Spectral response curves from single cones. *Acta Physiol. Scand.*, **39**: Suppl. **134**
- 23) 本川弘一・及川俊彦・田崎京二 (1957) 微小電極法の手引き 微小電極研究班編 金芳堂
- 24) 御手洗玄洋・田村 保・杉田雄一郎・永坂鉄夫・杉田虔一郎 (1958) 単一錐体電位の色光感受性について 名大環研年報 **9**, 104-109
- 25) Hering, E. (1920) Grundzüge der Lehre vom Lichtsinne. Berlin: Springer.

〔原著〕

睡眠時の末梢血管反応とその慣れ 612. 821. 7 : 612. 18

田 村 好 弘 *

Peripheral vasomotor response and its habituation in sleep

Yoshihiro Tamura (*First Department of Physiology, Nagoya University School of Medicine*)

Peripheral (finger) vasoconstriction responses (VCR) were recorded by reflection photoelectric plethysmography with other indices (EEG, eye movement & GSRs) during day (natural & induced) and over-night sleep.

The deeper the stages of sleep, the lower the frequency of spontaneous VCR and the more constant the patterns of VCR, but marked increase of the frequency was observed during activated sleep (AS). In AS, there occurred characteristic changes in plethysmogram every 1-5 min. which consisted of serial 3-10 sec. periodic vasoconstriction waves and lasted for 1-3 min., and also preferential to sonically induced responses.

In both spontaneous and sonically induced changes during sleep, most of VCR and EEG phasic responses occurred correspondingly, but a few of them independently. GSRs were often accompanied only with induced changes.

By giving repeated sonic stimuli in every 40-50 sec., early habituations of VCR, GSR and EEG responses were observed in awake state, while in sleep such habituations did scarcely develop anywhere.

These facts suggest that there are some differences in responsiveness between VCR, GSR and EEG phasic responses to the stimuli, and that in these responses, a difference also exists between inductivities to "internal" and "external" stimuli.

Habituation phenomena of induced (orienting) responses were discussed in relation to sleep. [J. Physiol. Soc. Japan (1967) 29, 224-238]

Ⅰ. ま え が き

睡眠時の身体変化に関するポリグラフ的研究が近時盛んに行なわれ、自律系諸機能についても多くの報告がある。最近では特に賦活睡眠相 (Activated sleep, AS) が注目され、心拍数、血圧、呼吸、消化機能、発汗、GSR などに関して特徴的な変動が認められている。しかしながら、これらの指標は発汗、GSR などを除けばいずれも持続的 (tonic) な変動を主として示すので、睡眠時の自律機能の相動的 (phasic) な変動を観察したり、脳波や体動などの体制系機能にみられる相動的変動との関連を知るためには不十分である。指先プレチスモグラムにおける末梢血管反応は覚醒時から睡眠時に至るまで明瞭に存在し、外部からの刺激に対しても敏感に反応して相動的変動を示すので、これを主な指

標にして睡眠時の自律機能の特徴を観察した。

感覚刺激をくり返して投与した場合に、刺激による定位反応が減退する現象—いわゆる慣れ (Habituation) の現象が睡眠時に起りにくいとする観察¹⁾²⁾³⁾があるが、これらは主として脳波および GSR を指標としての実験が多く、しかも GSR は睡眠時には誘発されにくい。また定位反応の慣れの現象はその中に含まれる各反応系のそれぞれが別の皮質下機構によって起こされとする考え⁴⁾もあるので、末梢血管における誘発反応の慣れと睡眠の関係について検討し、慣れの現象について考察した。

Ⅱ. 方 法

A. 被験者および実験条件

被験者は共同研究者 7 名、学生 10 名、適性検査受験者 17 名、その他 2 名で、年齢は 17-30 才の正常成人であり、受験者は 1 回、それ以外の被験者については 2-3 回の実験を行なったものが多い。

* 名古屋大学医学部第 1 生理学教室
〔昭和 42 年 3 月 28 日受付〕

実験は午前10時から約3時間のもの、午後1時から約3時間のものおよび午後9時から翌朝10時迄の終夜に亘るものがあり、自然睡眠の場合と抱水クロラール 1g またはトリクロリール 4～6 錠の経口投与による誘発睡眠の場合とがあった。終夜眠の場合はすべて自然睡眠であった。

受験者以外の被験者は約 4 m²、高さ 2 m の準防音、温湿度調節可能の人工気候室内でベッド上に背臥位をとり、電極その他の装着後直ちに室灯を消して準無音の中におかれる。眠くなったらそのまま眠ってしまってもよい旨を伝える。刺激音に応じて手に握らせた押しボタンを

押すように命じた場合と、何も命じない場合があった。受験者の場合、実験は比較的静かな通常の脳波室で行なわれた。

大部分の実験は夏期に行なわれ、一部冬期のものもあったが、いずれも室温25～28℃、湿度50～80% であった。受験者の例では 30℃ 前後の場合もあった。

B. 記録方法

末梢血管反応、GSR、脳波、眼球運動、呼吸運動を同時記録し、刺激音に対する運動性の応答をみるために、押しボタンを押させた場合があった。

末梢血管反応は反射光電式プレチスモグラ

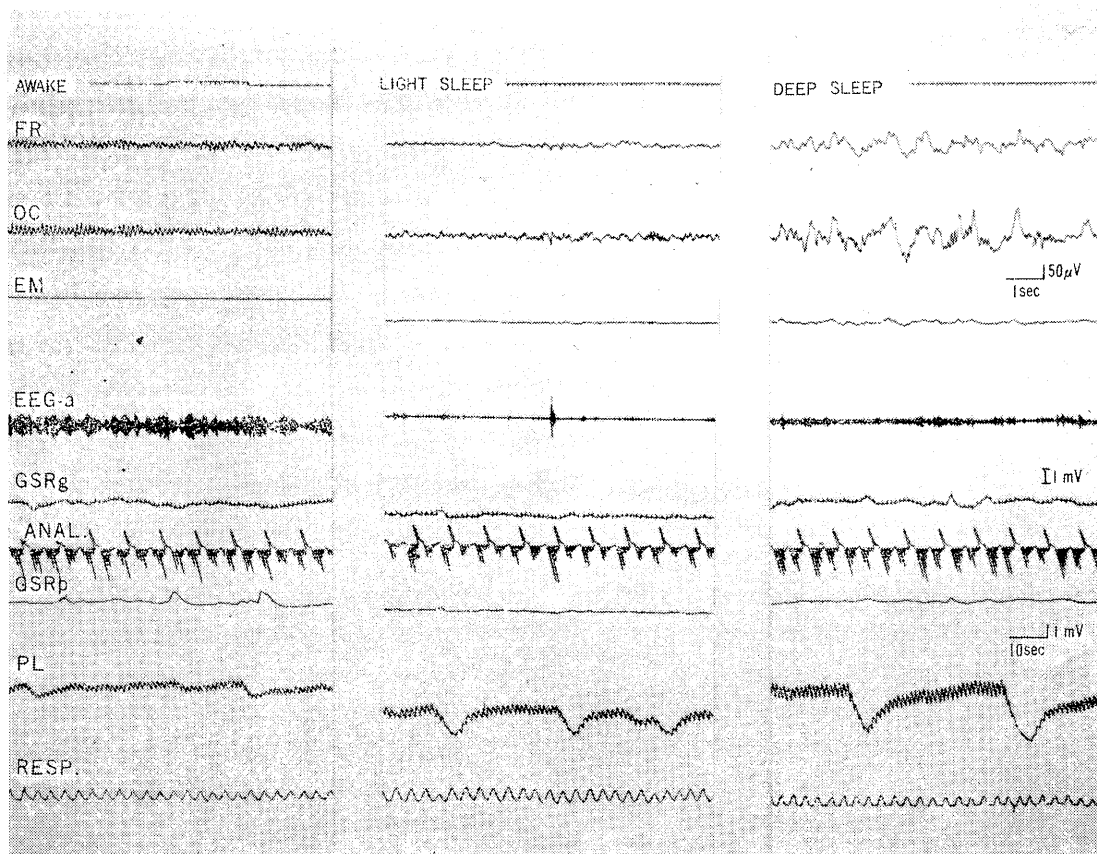


Fig. 1. Polygrams in various conscious states. FR & OC : fronta and occipital EEG, EM : eye movements, EEG-a : 8-12 c/s components in the OC, GSRg & GSRp ; forearm back (or chest) and palm GSR, PL : finger tip plethysmogram, RESP : respiratory movement, ANAL : integrate analysis of FR & OC into 5 bands every 10 sec (<3 c/s, 4-8 c/s, 8-12 c/s, 13-30 c/s, 30 c/s<).

フ⁵⁾を第Ⅱ指末節指腹に装着し、直結式増幅器によって記録した。GSRは手掌面(小指球上, GSRp)および前腕背側または胸部(GSRg)に関電極をおき、前腕内側中央を局所麻酔剤注射によって麻酔して不関電極をおいて電位差を記録した。脳波は前頭部のやや頭頂よりの部(FR)と後頭部(OC)に正中線より4~5cm左右いづれかに寄せて関電極をおき、耳朶に不関電極をおいて単極誘導し、眼裂を上下にはさんで眉

上と下眼瞼の直下とにおいた2ケの電極によって眼球運動による電位差を記録した。

また脳波分析装置によって3 c/s以下、4~7 c/s、8~12 c/s、13~30 c/s、30 c/s以上の5帯域に分けて、FRおよびOCの10秒毎の積分値を記録し、場合によって瞬時値も記録した。呼吸運動は電解質溶液を入れたゴム管を胸部にまき、呼吸運動によるインピーダンスの変動を記録する方法によった。

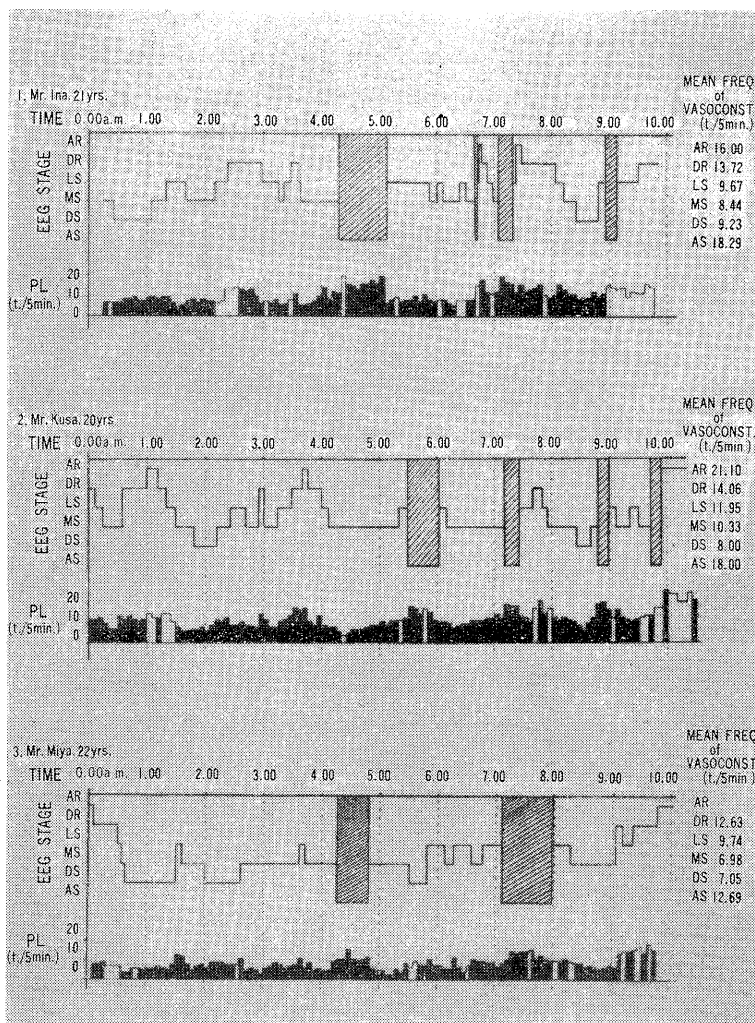


Fig. 2. Interrelation between VCR (PL) frequency and EEG stages of sleep over one night records. The deeper the stages of sleep, the fewer the frequencies of PL responses, but marked increases were seen during AS period (oblique line parts). Black parts in PL: sonic stimulation presented.

C. 刺激音

刺激にはスピーカーを通じた純音を用い、被験者の耳の高さで約1.5 mの距離にスピーカーを置いた。1,000 c/s, 75 db(約85フォン)の音を標準にし、clickの影響を避けるために20秒間持続して与えた。実験の途中で周波数や強さを多少変えた場合もあった。くり返し刺激の場合は、刺激間隔は40~50秒であり、等間隔の場合と刺激間隔が一定でない場合とがあった。

D. 睡眠段階の決め方

脳波の特徴による Davis ら⁶⁾ の分類を基礎に、意識水準を覚醒(AR)および睡眠に分け、睡眠を更に傾眠(DR)、軽眠(LS)、中等眠(MS)、深眠(DS)および賦活睡眠(AS)の5段階に区分した。各段階の特徴的なパターンは次の

ようなものである。

AR: 8~12 c/s の alpha 波が連続して出現する。

DR: alpha 波が減少し、全体が平低化する。

LS: 14 c/s の spindle が出現し、3~4 c/s の hump が単発する。

MS: hump および spindle が優勢な時期。

DS: 4~5 c/s の delta 波が連続して出現する。

AS: 眼球の速い動きを伴う低振幅速波の出現する時期。

Ⅲ. 実験結果

A. 自発反応について

1. 睡眠の深さと自発性血管収縮反応(血

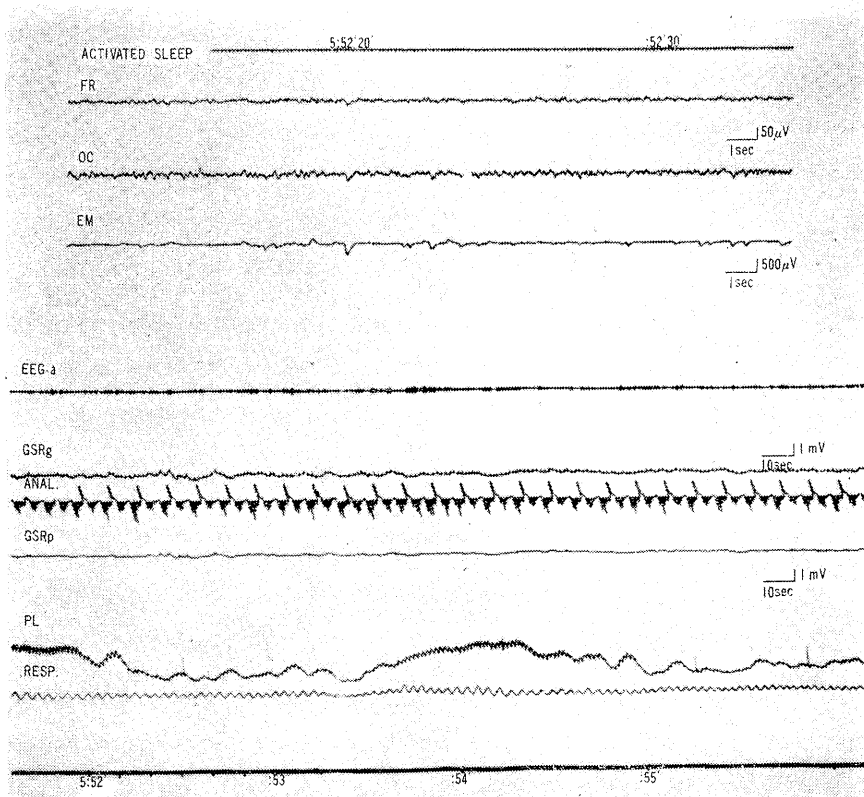


Fig. 3. Polygram during AS period. Note the characteristic changes in PL which consisted of serial 3-10 sec periodic vasoconstriction waves and continued for 1-3 min. These changes occurred in every 1-5 min. in this period and corresponded with rapid eye movements.

管収縮波)の頻度

Fig. 1 に睡眠の深さに対応する指先プレチスモグラムを示す (図中 PL). 一般に睡眠が深くなるに従って個々の脈波振幅は大きくなるが、血管収縮波の出現回数は少なくなる。また収縮波の大きさは睡眠が深くなると大きくなるが、同じ睡眠段階でも大小があり、パターンの違いがみられる。Fig. 2 は終夜眠のプレチスモグラムにみられる明瞭な収縮波を大小やパターンの差を区別せずに数え、5 分間毎の出現総数をヒストグラムに表わしたものと、脳波上の睡眠段階との対応を示したものである。睡眠の深さとほぼ対応して収縮波の出現回数は減少しているが、AS 相では著明な増加がみられる。図の右端に各睡眠段階における収縮波の平均周波数を示した。覚醒から睡眠が深くなるに従って次第に減少したものが、AS 相では再び覚醒時とほ

ぼ同じになっている。GSRp が頻発する時期が終夜眠後半に比較的多く起る傾向がみられたが、睡眠段階との明瞭な対応は認めなかった。

2. AS相におけるプレチスモグラムの特徴

Fig. 3 に示すように AS 相では、特有の 1~3 分間連続する 3~10 秒周期の収縮波の重なりが出現する。この 3~10 秒周期の波は下降脚と上昇脚が等しく、個々の脈波振幅は非常に小さい。そしてこの一連の変化が 1~5 分の間隔でくり返し起っている。また、この収縮波の重なる時期は眼球運動の頻発する時期と一致しており、眼球変位の大きいものと比較的良好に対応するように見える。GSRp とプレチスモグラムのこの変化の間に相互の連関はみられなかった。一般に GSRp の出現は AS 相においても一定しておらず、同一被験者でも比較的良好に出現する場合と、全く出現しない場合があった。

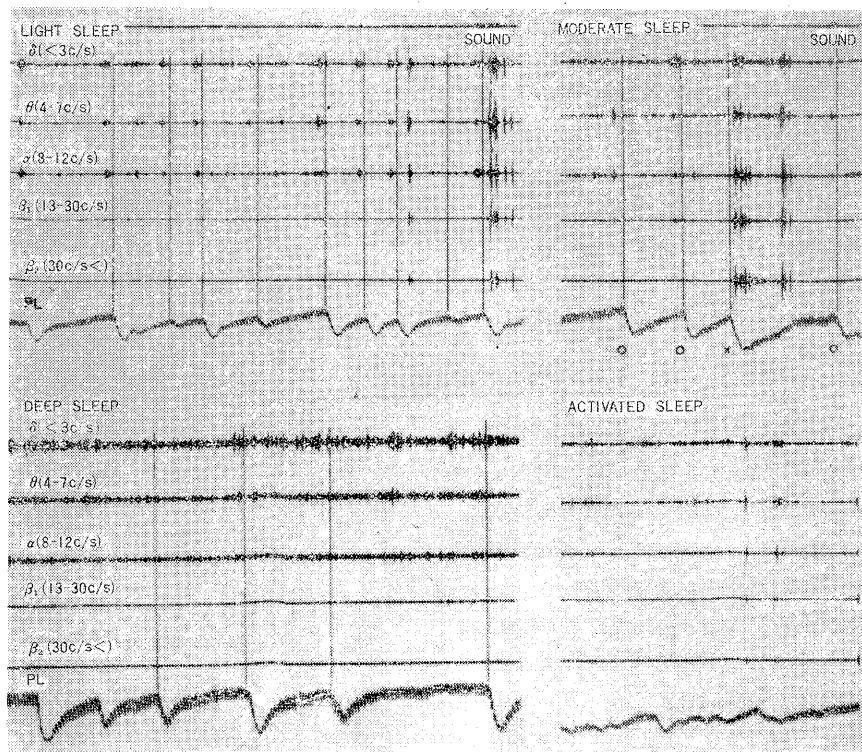


Fig. 4. Interrelation between VCR (PL) and EEG phasic responses in sleep. Most VCRs occurred 3-5 sec after EEG changes, but some of them did not correspond each other (at $\times$ in MS). In AS period, VCRs were usually not preceded by EEG changes.

3. 脳波の相動的変化との関連

睡眠時の脳波にみられる相動的変動である K-complex 様変化と収縮波の対応をみるために、前頭部脳波を周波数分析して併記したものが Fig. 4 である。脳波変動と収縮波が共に起る場合、前者の出現後 3～5 秒で後者が起るが、収縮波の大きさと K-complex 様変化の大小の間に平行関係を認めなかった。また、音刺激による K-complex と同程度の脳波変動およびやや不完全な K-complex 様変化と収縮波は必ずしも対応して起らず、Table 1 に示すように睡眠段階によって若干の差が認められた。Table 1 は 4 名の終夜眠の全経過について、収縮波と脳波変動の比率をみたものであるが、両者は 60～80% が対応して起こっている。浅い睡眠では収縮のみ単独で出現する比率が高く、脳波変動のみ単独で出現する比率は低い。睡眠が深くなるに従って、収縮波のみの出現は減り脳波変動のみの出現が多くなる傾向がみられた。これに対し AS 相では脳波変動は不明瞭であり収縮波のみ単独で出現した。

B. 音刺激に対する誘発反応について

1. 単発刺激に対する反応

覚醒から睡眠の各段階において音刺激をくり返し投与したが、最初の刺激で誘発される血管収縮反応、GSR、脳波変動 (alpha 波抑制, alpha 波増強, K-complex を含む) の関連を示したのが Table 2 である。

収縮反応、GSR、脳波変動 3 者および収縮反応、GSR 2 者が同時に起る割合は睡眠が深くなるに従って次第に小さくなる。また GSR のみ単発するのは覚醒時においてのみである。それに対し、収縮反応、脳波変動 2 者が同時に起こる割合および収縮反応のみ単発する割合は、睡眠が深くなるに従って大きくなる。覚醒時および DR 相では収縮反応、GSR 2 者が同時に起こる場合が半数を占め、収縮反応、GSR、脳波変動 3 者が同時に起こる場合が次いで多いが、LS 相から DS 相に至ると収縮反応、脳波変動 2 者が同時に起こるものが過半を占めるようになり更に収縮反応のみ単発する割合が大きくなって来る。AS 相では音に対して収縮反応のみが出現し、GSR および脳波変動は全く誘発されなかった。

2. くり返し音刺激に対する反応

a. 睡眠深度との関連について

Table 1. Correspondence ratio of spontaneous VCR (PL) and EEG phasic responses in various stages of sleep

Correspondence of VCR & EEG \ Stage of sleep	Stage of sleep			
	LS	MS	DS	AS
VCR (PL) and K-complex like EEG	39%	61%	42%	
VCR (PL) and incomplete K-complex like EEG	18	17	19	
VCR (PL) solely	37	23	18	100%
K-complex like EEG solely	6	16	21	

Table 2. Correspondence ratio of sonically induced VCR (PL), GSRp and EEG phasic responses in various conscious states. EEG responses contain alpha-blocking (AR), alpha-waxing (DR) and K-complex (LS to DS)

Induced responses \ Stages of sleep	Stages of sleep					
	AR (86 cases)	DR (45)	LS (43)	MS (22)	DS (26)	AS (9)
VCR (PL), GSRp & EEG	26%	27%	14%	18%	0%	0%
VCR (PL) & EEG	0	2	54	55	50	0
VCR (PL) & GSRp	57	42	14	9	0	0
VCR (PL)	7	13	19	18	31	100
GSRp	11	0	0	0	0	0
EEG	0	4	2	0	19	0

覚醒時に20秒の持続をもつ音刺激を40~50秒に1回の割合でくり返し投与すると、最初に起った収縮反応は次第に大きさを減じ、通常数回のくり返しで消失する (Fig. 5, A & B). 更にひき続いて刺激をくり返した場合、消失した反応が5~6回刺激後に再び出現してくることが多かったが、一旦消失するとそのまま現れない例もあった。この場合、両者の間に脳波、

GSR を指標としての差は認めなかった。

覚醒から DR 相へ移行すると消失していた収縮反応が再び出現してくる (Fig. 5 の B). 更に睡眠が深くなると、音刺激に対する収縮反応の大きさおよびパターンが一定になり、刺激の on, off に対応して明瞭に出現するようになる。そしてくり返しによる反応減退はみられなくなる。Fig. 6, A は比較的浅い睡眠の場合で

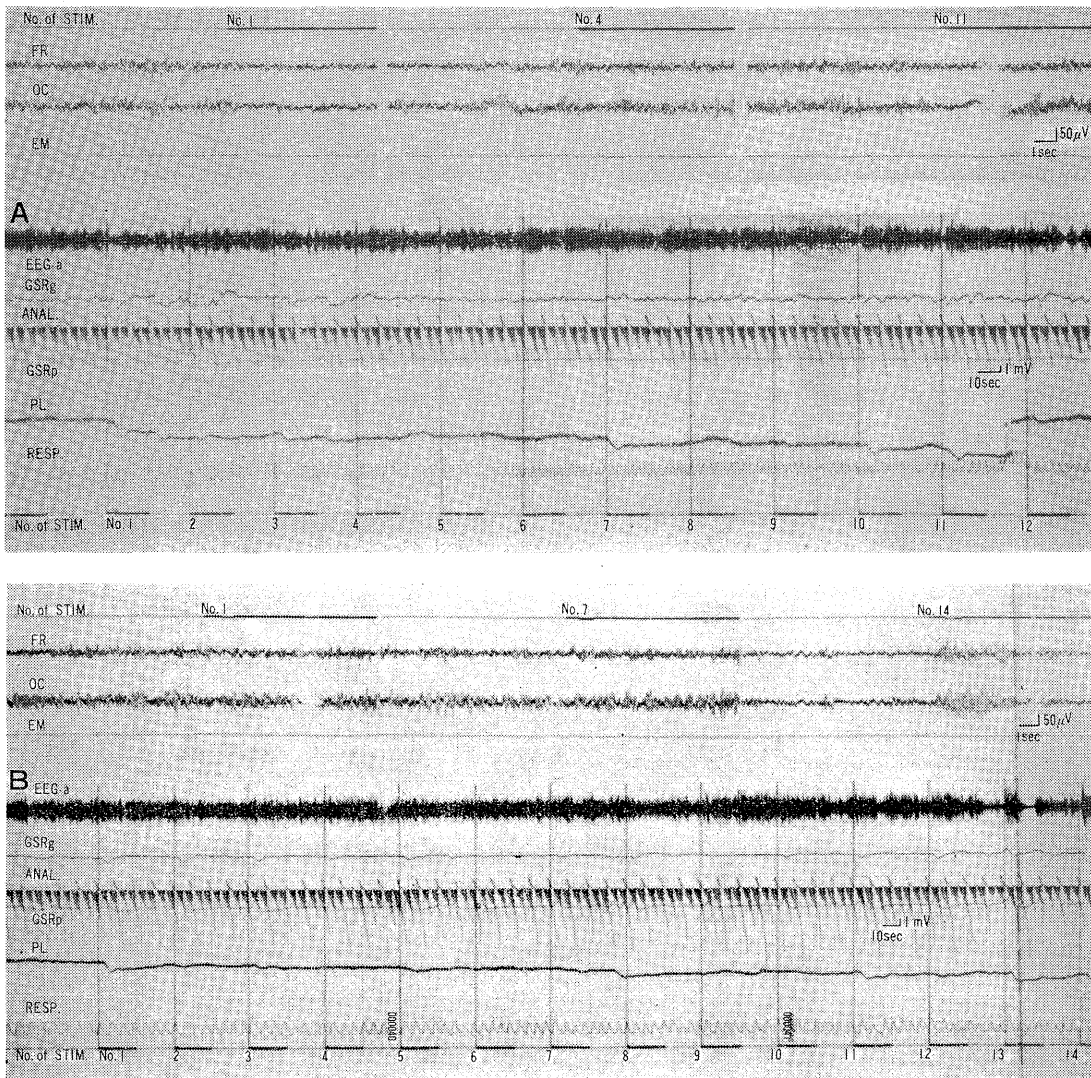


Fig. 5. Responses to repetitive sonic stimulation during awake state. VCRs (PL) gradually decreased their amplitude and responsiveness. GSRp's also decreased in A, but stayed persistently in B. When the subject fell asleep (in B, No. 11-14), VCR (PL) recoveries were noted.

あり、B は深い睡眠の場合の反応を示す。同時に記録した脳波のパターンをみると、くり返し音刺激による K-complex と収縮反応が全く同じ消長をとる例は少なかった。

AS 相では Fig. 7 に示すように、音に対する反応は一定でなく、この睡眠段階に特有の収縮波の重なる時期には、音による誘発反応はこの自発する収縮波の中に埋没してしまう (Fig. 7

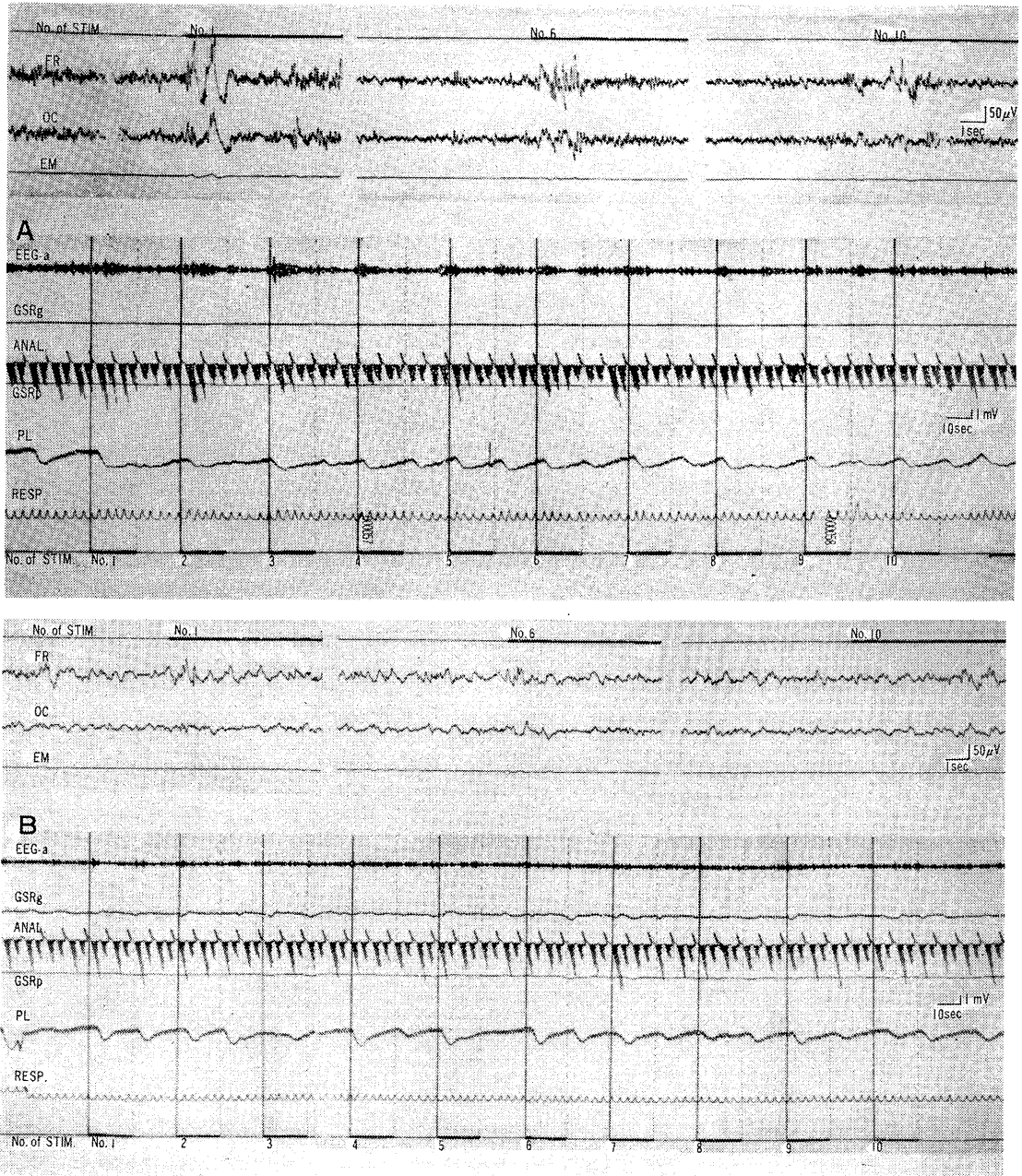


Fig. 6. Responses to repetitive sonic stimulation during sleep. In both light sleep (A) and deep sleep (B), constant VCRs (PL) corresponded to "on" and "off" of each stimulus. But EEG changes were irregular in shape and not always correspondent to the stimuli.

の 8, 9, 10).

以上の如く意識水準の違いによってくり返し音刺激に対する収縮反応の態度に差がみられるので、覚醒時44例、浅い睡眠42例、深い睡眠36例について、最初に反応が消失した刺激回数に対応する例数を、実験総数に対する百分率で示したのが Fig. 8 である。刺激をくり返す間に脳波パターンの変化（睡眠段階の変動）がみられた例では刺激開始と同じレベルの間の反応のみを記載した。刺激のくり返しは最低10回とし、場合によっては20回以上に亘る例もあった。

覚醒時には2～4回目の刺激を中心に5回目迄に約60%は反応消失を示し、10回迄消えなかった例は30%強であるのに対して、浅い睡眠では5回目迄に約30%が消失し、50%は10回以後迄残る。深い睡眠では反応消失は更に遅くなり、約60%が10回以後迄反応を示していることがわかる。

20回以上くり返して音刺激投与を行なったものでは、浅い睡眠で14例中10例、深い睡眠で7例中5例において20回迄の刺激によっても収縮反応は消失しなかった。

睡眠例の対照として覚醒時の反応を被験者のおかれた条件によって比較したのが Fig. 9 である。覚醒時には被験者の緊張状態によって反応消失までの刺激回数はかなりの差を示し、受験者では20～30回の刺激反復後もお収縮反応を示した例があった。しかし反応回数が増すに従い収縮反応は小さくなる傾向を示した。図では学生被験者に音を聞いたらボタンを押すよう命じた場合、全く何も指示しない場合および受験者にボタン押しを命じた場合、を比較して示した。受験者では10回以後まで反応が消失しないものが約70%であるのに対し、実験状況を理解している学生の場合、3～4回を中心に5回目刺激までに約70%が消失している。Fig. 8 では睡眠時の対照として、受験者の例を除いたものを用いた。

覚醒時には反応が一旦消えるとそのまま出現しないか、ひき続き数回の刺激に対しては反応が出現しない傾向がみられるのに対して、睡眠時には反応が一旦消えても、すぐ次の刺激で出現することが多く、刺激をくり返せばそれに応じて再び連続して反応する傾向がみられた。

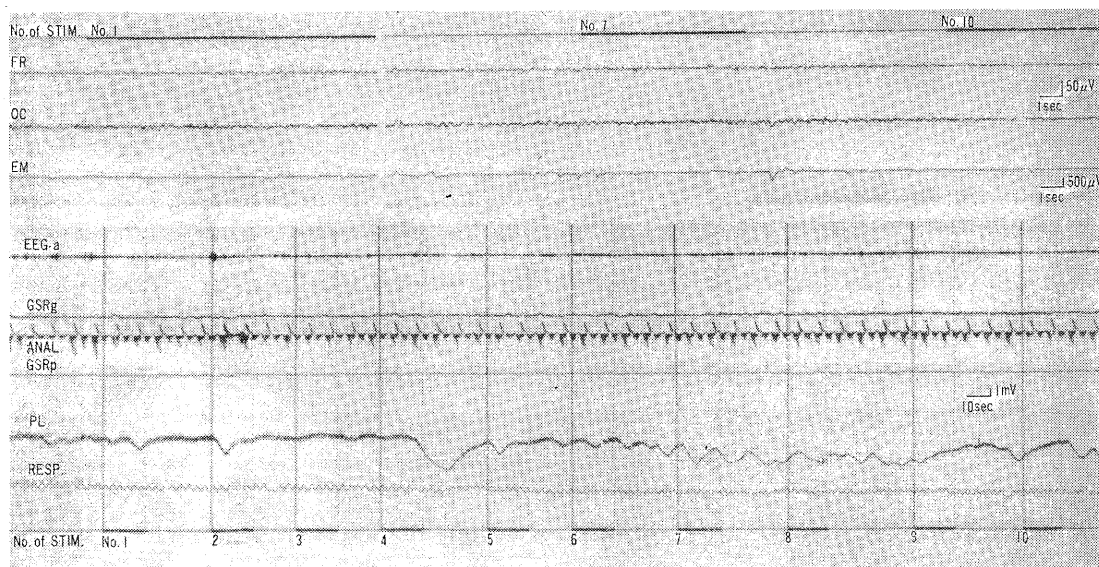


Fig. 7. Responses to repetitive sonic stimulation during AS period. Spontaneous PL changes which are characteristic in this periods occurred preferentially to the sonically induced responses (No. 6-9). Sonic stimulus did not induce GSRs, nor EEG changes anywhere.

b. 脳波変動および GSR との関連

Fig. 5 では収縮反応消失後も GSRp がほぼ同じ大きさで存続する場合 (図の B) と収縮反応と同時に GSRp も消失する場合 (図の A) を示したが, GSRp は収縮反応より早く消失する場合が多い. 収縮反応と GSR がほぼ同時に大きさを減じ消失した場合, 収縮反応は数回無反応だったあと再び出現する傾向がみられるのに対して, GSRp は一旦消失すると刺激の質が変わらない限り再出現しない傾向があった.

音刺激をくり返すうちに脳波レベルが変化し, 覚醒から睡眠に移行した場合, 収縮反応は殆んど変わらずに誘発されるが, GSRp は急速に出現しなくなる. Table 3 は覚醒から DR 相へ, 更に LS, MS 相へと睡眠が深くなった場合に, 刺激による収縮反応および GSRp の示した変動を比較したものである. GSRp は覚醒

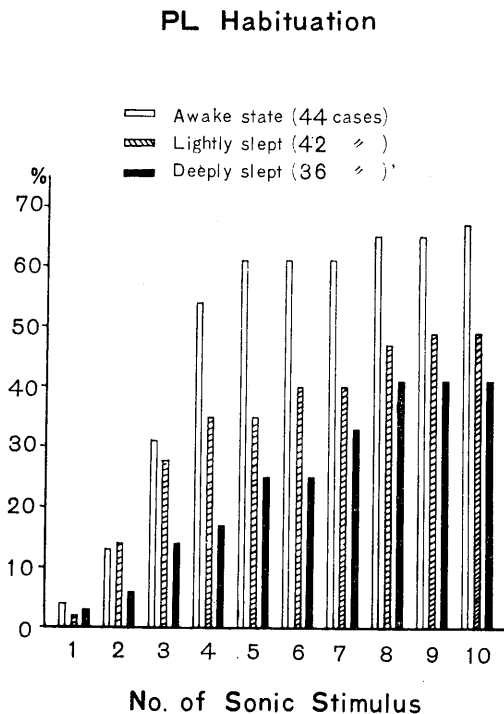


Fig. 8. Habituation ratio of VCR (PL) to sonic stimulation in various conscious states. Early habituations were more marked in awake state as compared with in light sleep. But little habituation was seen in deep sleep.

から DR 相へ至ると50%が消失し, LS 相へ進んだ場合には80%が誘発されなくなるのに対して, プレチスモグラムでは DR 相へ進んでも誘発反応は全く消失せず, DR 相から LS 相へ至

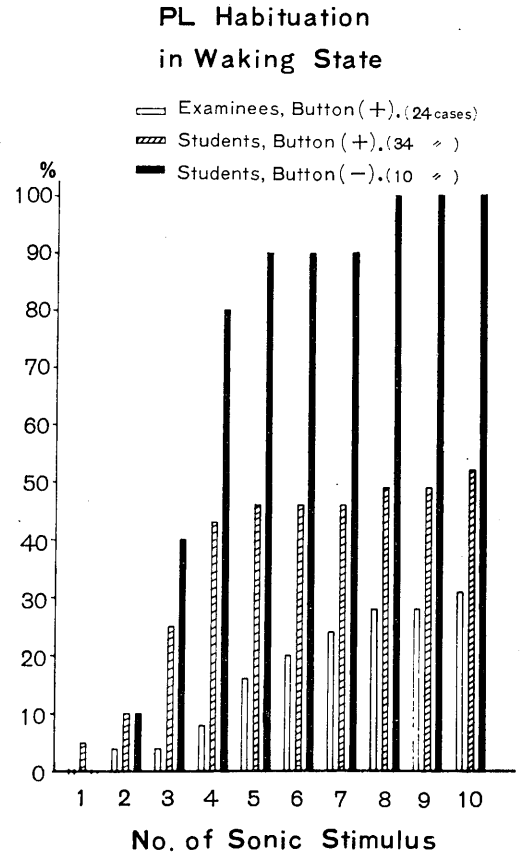


Fig. 9. Habituation ratio of VCR (PL) to sonic stimuli in various mental states (awake). Habituation did not occur in the case of examinees (high tension situation), but early habituations were induced in the cases of students both with and without button push (relatively low tension).

Table 3. Persistency of VCR (PL) and GSRp at the shifts of EEG stages during sonic repetition

VCR (PL) & GSRp changes	EEG stage shift	AR to DR	DR to LS	LS to MS
VCR	persistent	12 (cases)	19	1
	disappeared	0	2	3
GSRp	persistent	6	4	1
	disappeared	6	17	3

っても90%以上が誘発された。

Alpha-blocking (覚醒安静時), alpha-waxing (DR 相) および K-complex (LS→DS 相) を指標にくり返し音刺激に対する脳波の相動性変化 (phasic response) の減退の様相を示したのが Fig. 10 である。第1回刺激からすでに反応がみられないことが多く、特に覚醒時70%に達するが、これらの場合同時に記録した収縮反応, GSR には対応する変動がみられた。

最初から無反応の例を含めて覚醒時および浅い睡眠では10回目の刺激迄に90%以上が、また

深い睡眠では75%が反応消失を示しており、収縮反応の場合と比較して覚醒、睡眠時ともに反応消失の傾向が大きい。しかしこの場合においても、睡眠が深くなるに従って反応が消失する傾向は小さくなっている。

Ⅳ. 考 察

A. 睡眠深度と自律系機能の活動性との関連については、従来、呼吸、心拍数、血圧、GSR, などを中心に検討されてきたが、井原・栄⁷⁾ および高木・永坂⁸⁾ は反射光電式プレチスモグラフによる指先プレチスモグラムのパターンが覚醒および睡眠の種々な段階に対応して特徴的な変動を示すことを報告し、覚醒時には不規則な基線動揺を示したものが傾眠から睡眠に至ると次第に規則的になり、動揺の大きさも大きくなることを指摘した。また、覚醒時、緊張時と睡眠時とでは基線動揺のパターンも変わって来ることを示した。環境温 20~25°C の場合、光電式プレチスモグラフによる指先脈波の基線動揺には5~30秒周期の変動がみられ^{7,9)}, Burch¹⁰⁾ はこれ以外に更に7~60分の変動を認めているが、本実験に用いた反射光電式プレチスモグラフによるものでは基本的には12~16秒周期の波が多いとされる⁷⁾。これらの基線動揺は指趾ばかりでなく一般体表面からも同時に記録される全身性のものであり、外来刺激、精神緊張などによっても引き起されるので血管運動中枢からの刺激による反射性の血管収縮反応と考えられている。高木¹¹⁾ はこれらの中で精神緊張時や低温環境におかれた場合にみられる5~10秒周期のもの(全身性速波)と安静時や睡眠時あるいは高温環境におかれた場合にみられる12~30秒周期のもの(全身性徐波)とが、その出現のしかたなどの相異から考えると本質的に同一のものか不明であると考えているが、本実験ではプレチスモグラムにみられる5~6秒から20~30秒周期に亘る一過性の基線動揺を大きさやパターンの差を区別せずに末梢血管の収縮による収縮反応と考え、この収縮反応の頻度を血管運動中枢の興奮性、更には自律系の緊張状態の目安

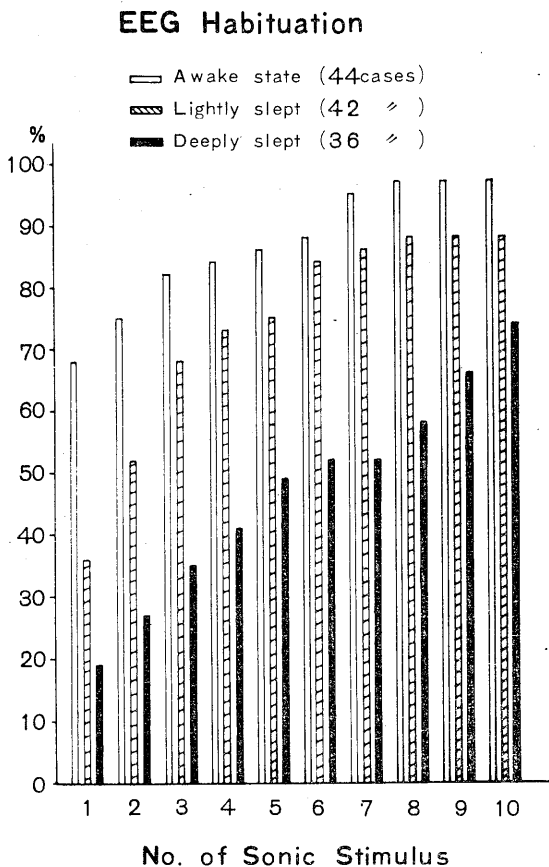


Fig. 10. Habituation ratio of EEG phasic responses in various conscious states. Relatively high percent of cases did not show distinct EEG changes to the first stimulus which induced VCR (PL) and/or GSR responses simultaneously recorded. But habituation of EEG responses were found more difficult to occur according with the depth of sleep.

と考えた。Fig. 2 に示したように自発性収縮反応（収縮波）の頻度は覚醒から睡眠へ移行すると共に次第に減少してゆくが、眼球運動を伴う AS 相では再び覚醒時と同じ頻度になることから、血管運動中枢の活動性は睡眠が深くなるに従って減退してゆくが、AS 相では活動性の増加ないし回復が起ると考えることができる。

睡眠時には心拍数、呼吸数、体温などがその数を減じ、または低くなることが知られているが、Snyder¹²⁾ は一般に睡眠が深くなるに従って心拍数、呼吸数は減少し、また血圧は初め一旦下ってから次第に上昇する傾向を認めており、朝比奈¹³⁾ も睡眠の進行と共に脈拍数が少なくなることを観察している。本実験にみられるように、末梢血管反応においても睡眠が深くなると共に反応数が少なくなっており、これは自律系機能全般にみられる傾向と考えることができる。

Snyder¹²⁾ は更に眼球運動を伴う AS 相では、上記の諸指標に関して、平均値がわずかに増加を示すこと、瞬間毎の変動の差が著増することを認めた。

AS 相における人の自律機能の変動については従来あまり知られていないが、朝比奈³⁾ は睡眠後半に出現しやすい AS (paradoxical phase) の時期には血圧は極めて低いところにあり、自発性 GSR の出現頻度は強く抑えられている。また脈拍数は変動が激しいなどの点を指摘し、この時期には脳波で示される体制系の活動が再開し、自律系はなお深く活動を抑えられていると考えた。しかし本実験でみられるように血管運動の面からみると AS 相では自発性収縮波の頻度が極めて高く、また脈波振幅も小さいことから活動性はむしろ高まった状態とみることができる。

AS 相でのプレチスモグラムにみられる、連続して自発性収縮波が重なるパターンは覚醒安静時に暗算などの精神緊張を賦課した場合の変動⁷⁾ に極めてよく似ており、AS 相における夢の多発¹⁴⁾¹⁵⁾ と考え合わせると興味深い。大脳皮質活動が血管運動中枢を介してプレチスモグラ

ムに反映されたものとも考えることもできる。

井原⁷⁾ は深麻酔時にプレチスモグラムが平坦になることから収縮波（鋸歯状波）発現の部位は延髄以上にありそれがより高位の部位からの影響を受けてプレチスモグラムの種々なパターンを発生させると考え、高木⁸⁾ は鋸歯状波出現の中枢を間脳であろうとしている。睡眠時には大脳皮質活動が低下するために鋸歯状波が出現しやすくなり、皮質活動時にはかえって抑制され、高木の言う全身性速波が表面に出てくると考えれば、Fig. 7 にみられるような AS 相において音刺激によってひき起される収縮反応よりも、自発する収縮波の重なりの方が優位に立つ現象を説明することができる。

本実験においては自発性の手掌 GSR と睡眠の深さとの間には対応を認めがたく、また必ずしも AS 相において出現頻度が最小であるとは言えなかった。終夜眠後半に GSR の多発する時期を認めた例があったが、GSR については終夜眠などの長時間に亘る記録の場合に、不関電極部の麻酔切れなどの問題が若干残っている。

B. 血管反応と脳波変動の関連について Ackner¹⁶⁾ は、軽眠時に自発する alpha 波は血管収縮反応 (VCR) と対応するが、自発する spindle は対応せず、更に深眠時に自発する K-complex はしばしば VCR と結びつく。また外刺激は VCR を伴う K-complex をひき起し、これらの VCR、脳波変動およびその時間関係は自発性のものと誘発性のものの間に差がないと述べた。また高木⁸⁾ は睡眠時のプレチスモグラムにみられる鋸歯状波は脳波の K-complex 様変化、特にその delta および theta 波成分に対応し、手掌面の GSR にも同期することを報告した。Fig. 4 にみられるように、音刺激による K-complex と同程度の自発性脳波変動に対して収縮波はかなりよく対応しているが、両者の変動の大きさは必ずしも平行せず、また収縮波に対応する脳波変動を全く認めない場合があった。両者の対応の割合は Table 1 に示すように睡眠深度によって若干の差はあるが、60~80%

に対応が認められ、これは Table 2 に示す音による誘発反応の場合の収縮反応と脳波変動の対応の割合とほぼ同じである。ただ誘発反応においては30%近くに手掌 GSR の対応が認められるのに対して、自発反応では殆んど GSR の対応を認めなかった。

以上のように血管収縮反応、GSR、脳波変動の対応が必ずしもよくないことは、刺激に対応するこれらの反応の中枢の間に反応性の差があることを示唆すると共に、これらの中枢は刺激が外因性であるか内因性であるかによって賦活され方に差があることを示すものと考えることができる。

C. 感覚刺激をくり返し投与した場合に、初めはその刺激によって起った身体反応が何らかの減衰を示す現象は慣れ (habituation または adaptation) の現象として知られ、種々の身体機能に関して研究されているが、本実験にみられるように、音刺激のくり返しによって誘発される末梢血管収縮反応の慣れは睡眠が深くなるに従って起りにくくなる。脳波の相動性変動についても睡眠が深くなると慣れが起りにくくなるが、末梢血管反応の方により強くこの傾向が現われた。しかし深眠時には両者とも程度の差はあるが、音刺激のくり返しに対する反応の慣れは強く抑えられると考えられる。AS 相では脳波の誘発変動は明瞭でなく、血管反応については自発性の収縮波の重なりが出現してくるため、音による誘発反応を連続して追求することができなかった。

Pampiglione ら¹⁷⁾は指容積変化と脳波変動を指標にして 0.5 秒持続の音刺激を20秒毎にくり返して与えた場合、睡眠時にこれらの反応は慣れ (adaptation) を示し、4~5回目の刺激に対して最も反応消失が起りやすい。更にここで生じた慣れが消えて再び反応が出現することを報告した。そしてまた指容積変化と脳波変動は最初の2~3刺激に対してはほぼ同じであるが、それ以後の刺激に対しては差が大きく、ある被験者では脳波変動が指容積変化より続きやすく、また他の者ではその逆もあったと述べて

いる。本実験でも末梢血管反応と脳波変動とが同じ消長をとった例は少なかった。

Pampiglione らのこの実験では、被験者が刺激中に目覚めることもある程度の比較的浅い睡眠であり、脳波レベルからみて睡眠深度が一定していないが、一応本実験における浅い睡眠時の反応と対応させることができる。しかし本実験では4~5回目迄の刺激に対して慣れの起る割合は血管反応に関しては約30%であり、脳波変動についても初回から無反応だった例を除くとやはり慣れの割合はかなり低いことが示された。

Broughton¹⁸⁾は睡眠時には視聴覚刺激による誘発 GSR が増加すると述べ、古閑²⁾は定間隔で反復投与した click 音に対する反応性 GSR が睡眠時に脱順応(順応の解除)の傾向を示し、手背 GSR より手掌 GSR についてそれが著しいことを報告した。また朝比奈³⁾によれば、AS 相で GSR が誘発される場合、くり返し与えられる click 音に対して同じ大きさの GSR が一一对応して現われることが多いと言う。本実験では刺激が小さいためか誘発 GSR は認めにくく、これらの結果との比較は出来ないが睡眠と誘発反応の慣れの関連で興味ある所見である。

視聴覚刺激に対する睡眠時脳波のK-complexに関して、Roth ら¹⁾は2~3秒以内の間隔で与えられる刺激は持続的な刺激と同様に急速な反応の慣れをひき起すが、刺激間隔が長ければ反応はそれぞれ独立して起り、反応が欠如するのは偶発的な場合だけであると述べた。本実験では刺激間隔は40~50秒であり、Roth らの言う持続的な刺激としての効果は持たないと思われるが、第1回目の刺激から血管反応を誘発しながら脳波変動を誘発しない場合があることから、刺激の強さが不充分であることが考えられる。しかし反応が最初から現われた例では睡眠が深くなると慣れが起らなくなっている。

以上のように刺激によって誘発される血管反応、GSR、脳波変動はいずれも睡眠時に慣れが起りにくくなる傾向があるようであり、また覚

醒時にみられる慣れの現象は、精神緊張を賦課したり¹⁹⁾、刺激に特別な注意を向ける²⁰⁾と起りにくくなることが GSR などを指標にして観察され、本実験における血管反応についてもこうした傾向が認められるので、慣れの現象と大脳皮質活動の関連が注目される。

Jouvet²¹⁾は除皮質猫で視聴覚刺激に対する脳波の覚醒反応に慣れが起りにくいことから、慣れの現象は大脳皮質から網様体賦活系に対して何らかの抑制作用が働いた結果であると考え、また Glaser²²⁾は鼠の尻尾に冷刺激を反復投与して、刺激によって起る心拍数変動を観察する実験によって慣れの形成には大脳皮質前頭部が必要であると述べている。

感覚刺激に対する定位反応（覚醒反応）は体制系、自律系の反応を含む非特異的な反応であり、求心性の特殊感覚路を促進すると考えられている。Sokolov⁴⁾は大脳皮質に達した新奇な刺激は網様体へ向うインパルスを作り出し、それが網様体において定位反応を発生させると考えた。そして皮質へ到る刺激の性質が変らなければ条件制止（パブロフ）が成立し、それが皮質から網様体へのインパルス伝達を阻止するので、感覚刺激をくり返し与えると慣れが起るのであると述べた。彼はまた、皮膚電位変動に比べて脳波上の vertex 波出現の慣れは起りにくく、脳波の background activity の慣れは起りやすいことから、定位反応に関与する各系はそれぞれ異った遠心性の皮質下機構によって伝達されると考えた。そして定位反応の慣れが睡眠によって遅れたり、消えたりするのは皮質から網様体への調整が弱くなるためであろうと述べているが、本実験における血管反応と脳波変動の慣れの違いや、それらの睡眠時における慣れにくさについても、このような見方で説明することができる。

V. 要 約

反射光電式プレチスモグラフによる末梢血管反応を GSR、脳波、眼球運動、呼吸運動と共に記録し、昼間睡眠（自然および薬物による誘

発）と終夜眠の経過における自発反応および音による誘発反応を観察して次の結果を得た。

A. 末梢血管収縮波の出現頻度は睡眠段階と対応し、睡眠が深くなるに従って減少する。またそれに伴って収縮波が大きくなり、一定のパターンになる。AS 相では覚醒時とほぼ同頻度に増加することから血管運動は睡眠が深くなると共に活動性を減ずるが、AS 相では活動性が増大していると考えた。

B. AS 相においては 1～3 分間連続する 3～10 秒周期の自発性血管収縮波が重なりが出現し、それが 1～5 分の間隔でくり返される。この特有の変動は眼球運動の頻発と対応して起り、音刺激による誘発反応より優位である。また覚醒時に精神緊張を賦課した場合の変動に似ていることから夢との関連について考察した。

C. 睡眠時に自発する血管反応の 60～80% は脳波上の K-complex 様変動と対応するが、反応の大きさは平行せず、GSR との対応はない。音による誘発反応では血管反応と脳波変動の対応はよく、浅い睡眠で 30% に手掌 GSR の対応を認めた。

D. 40～50 秒間隔で音刺激をくり返し与えた場合、覚醒時には血管反応、GSR とともに急速な慣れが起り反応が消えるが、血管反応はひき続く数回の刺激後に回復する傾向がみられるのに対して、GSR は一旦反応が消えると回復はみられなかった。

精神緊張の賦課によって血管反応、GSR とともに著明な慣れの減退を認めた。

E. 睡眠時にはくり返し刺激に対する血管反応のパターンや大きさは一定になり、慣れは起りにくくなる。脳波変動についても睡眠が深くなるに従って反応の慣れは起りにくくなるが、パターンや大きさは一定しなかった。

F. 刺激をくり返す間に覚醒から睡眠へ移行した場合、血管反応は再び出現してくるが、GSR は全く回復しなかった。

G. C～F の事実から末梢血管反応、GSR、脳波変動の間には反応性の差があり、また刺激が外因性であるか（誘発反応）、内因性であるか

(自発反応) によって賦活のされ方に差があるのではないかと考えた。

H. 刺激による誘発反応 (定位反応) の慣れと睡眠の関連について考察した。

稿を終るに際して、御懇篤な御指導、御校閲と共に終始御鞭撻をして下さった高木健太郎先生に厚く感謝致します。

また共同研究者として御援助、御協力を惜しまれなかった名古屋大学第一生理学教室熊沢孝朗氏、佐藤豊彦氏、および名古屋大学精神科脳波研究室小池憲二氏、野島精二氏に心から感謝します。

文 献

- 1) Roth, M. et al. (1956) The form, voltage distribution and physiological significance of the K-complex. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **8**, 385-402
- 2) 古閑永之助 (1960) ポリグラフによる睡眠の研究 第1報 正常睡眠について *精神経誌* **62**, 125-148
- 3) 朝比奈一男 (1962) 睡眠に関する研究 II. 人のparadoxical phase (p. p.) および reverse paradoxical phase (r. p. p.) *日本生理誌* **24**, 443-450
- 4) Sokolov, E. N. (1960) Neuronal models and the orienting reflex. In M. A. B. Brazier (Ed.), *The central nervous system and behaviour*. Macy, New York, p. 187-276
- 5) 高木健太郎 (1965) プレチスモグラフィ—医用電子と生体工学 **14**, 49-54
- 6) Davis, H. et al. (1937) Human brain potentials during the onset of sleep. *J. Physiol.* **1**, 24-38
- 7) 井原昭和・栄寿太郎 (1958) 脳波基線動揺と精神身体状態との相関について *生体の科学* **9**, 378-381
- 8) 高木健太郎・永坂鉄夫 (1961) 身体各部皮膚血流の特性、特にその周期性動揺 *綜合医学* **18**, 755-760
- 9) 沢田又一 (1958) 皮膚容積脈波の基線動揺の部位的特性 呼吸と循環 **6**, 417-424
- 10) Burch, G. E. (1942) A study by quantitative methods of the spontaneous variations in volume of the finger tip, toe tip, and postero-superior portion of the pinna of resting normal white adults. *Amer. J. Physiol.* **136**, 433-447
- 11) 高木健太郎 (1967) 末梢循環とその病態生理 東京大学出版社 p. 105-121
- 12) Snyder, F. et al. (1964) Changes in respiration, heart rate, and systolic blood pressure in human sleep. *J. appl. Physiol.* **19**, 417-422
- 13) 朝比奈一男 (1965) ねむりの生理学 中外医学双書 p. 123-124
- 14) Dement, W. C. and Kleitman, N. (1957) Cyclic variations in EEG during sleep and their relation to eye movements, body motility, and dreaming. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **9**, 673-690
- 15) Shapiro, A. et al. (1964) Dream recall and the physiology of sleep. *J. appl. Physiol.* **19**, 778-783
- 16) Ackner, B. and Pampiglione, G. (1957) Some relationships between peripheral vasomotor and EEG changes. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiat.* **20**, 58-64
- 17) Pampiglione, G. and Ackner, B. (1958) The effects of repeated stimuli upon EEG and vasomotor activity during sleep in man. *Brain* **81**, 64-74
- 18) Broughton, R. J. et al. (1965) The electrodermogram (Tarchanoff effect) during sleep. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **18**, 691-708
- 19) Scholander, T. (1960) Habituation of autonomic response elements under two conditions of alertness. *Acta physiol. scand.* **50**, 259-268
- 20) Tizard, B. (1966) Evoked changes in EEG and electrodermal activity during the waking and sleeping states. *Electroenceph. Clin. Neurophysiol.* **20**, 122-128
- 21) Jouvet, M. (1961) Discussion in G. E. W. Wolstenholme (Ed.), *The nature of sleep*, Churchill Ltd. (London,) p. 272-273
- 22) Glaser, E. M. and Griffin, J. P. (1962) Influence of the cerebral cortex on habituation. *J. Physiol.* **160**, 429-445

Plasma lipids in man, with special reference to the adaptation to cold

Shinji Itoh, Norimichi Konno, Keiichi Yoshimura
and Akihiro Kuroshima*

Department of Physiology, Hokkaido University School of Medicine, Sapporo

As to the effect of cold acclimation on plasma lipids, data appeared in the literatures so far are not consistent. Most studies have been done in mammals, particularly in the rat. Sellers and You (1) and Hannon and Young (2) found little change in total lipids in the plasma of cold-acclimated rats, whereas Denyes and Baumber (3) reported a marked decrease in total lipids in rats exposed to cold. No appreciable change in blood cholesterol was shown by several investigators (1, 4, 5). However, elevation of cholesterol and phospholipids in the blood was also found in cold-acclimated rats (2). As to plasma free fatty acids (FFA), Himms-Hagen (6) reported the level to be lower in cold-acclimated rats than in control ones, while Hannon and Larson (7) observed plasma FFA levels elevated in fed cold-acclimated rats. A significant elevation in plasma FFA was also observed by us (8) in rats acclimated to cold, as compared with the levels in rats acclimated to high ambient temperature.

However, little work has been done on this problem in man. Mager and Iampietro (9) found in their experiments on the effect of two week period starvation plus cold on plasma lipids in normal men that plasma cholesterol, phospholipids and total lipids increased during early phases of cold and starvation, but were resto-

red to control levels by the end of two week period, and that plasma FFA rose to over 200 per cent of control levels within 2 days and remained constant thereafter. High levels of plasma FFA may promote calorigenesis in man exposed to cold. It is, therefore, of interest to study plasma FFA as well as other lipid components in men at low ambient temperatures.

Experiments were performed during the coldest period of winter, from the end of January to the beginning of February, on three groups of healthy male subjects, 20 to 38 years old : (1) 6 subjects born in Honshu, the main island of Japan, and living in Sapporo, (2) 19 subjects born in Hokkaido and living in Sapporo, and (3) 15 subjects born and living in Huren, one of the coldest areas in Hokkaido. During the period of this experiment the lowest temperature in Huren was -35.0°C .

Blood specimens were obtained from the antecubital vein in the morning between 9 : 00 and 11 : 00 without breakfast. The blood samples were promptly centrifuged and plasma kept in a refrigerator until use. Concentrations of total lipids (10), esterified (11) and free (12) fatty acids, total and free cholesterol (13) and phospholipids (14) were determined.

Results are shown in Table 1. No appreciable differences were found in plasma levels of esterified fatty acids, total and free cholesterol and phospholipids. Total lipids were lower in subjects born in Hokkaido and living in Sa-

* 伊藤真次・今野則道・吉村啓一・黒島晨汎 :
北海道大学医学部第1生理学教室
[Received for publication March 25, 1967]

Table 1. Plasma lipid levels in winter

Group	I	II	III
No. of Subjects	6	19	15
Place of birth	Honshu	Hokkaido	Hokkaido (Huren)
Living place	Sapporo	Sapporo	Huren
Mean age	23.4	24.0	35.0
Total lipids, mg/dl	498±47	445±15	505±21
			P<0.05 vs II
Esterified fatty acids, mg/dl	350±40	312±10	334±15
Free fatty acids, μ Eq/l	659±51	501±30	393±29
		P<0.05 vs I	P<0.001 vs I
			P<0.05 vs II
Total cholesterol, mg/dl	158±15	160±5	164±7
Free cholesterol, mg/dl	57±5	51±4	53±4
Phospholipids, mg/dl	142±9	150±4	133±8

Values are means and standard errors.

pporo (Group II) than in those born and living in Huren (Group III). The most striking differences were observed in plasma FFA levels among the three groups. The FFA level was the highest in subjects born in Honshu (Group I), followed by Group II, and the lowest value was obtained in Group III. The differences among these three groups were statistically significant each other.

It is of great interest that the plasma levels of FFA showed stepwise changes according to their experiences in cold exposure. The lowest was observed in subjects who are considered to be well adapted to cold, while the highest in subjects who are not so. The finding may suggest that FFA mobilization from fat stores is stimulated markedly in non-acclimatized men, owing to the accelerated demand of metabolic fuel necessary for thermoregulation in the cold.

This work was supported by a grant from the Ministry of Education.

References

- 1) Sellers, E. A. and R. W. You (1956) *Brit. Med. J.* **1**, 815
- 2) Hannon, J. P. and D. W. Young (1959) *Amer. J. Physiol.* **197**, 1008
- 3) Denyes, A. and J. Baumber (1965) *Nature* **205**, 1063
- 4) Wood, J. D. (1964) *Canad. J. Physiol. Pharmacol.* **42**, 779
- 5) Radomski, M. W. and J. D. Wood (1965) *Canad. J. Physiol. Pharmacol.* **43**, 451
- 6) Himms-Hagen, J. (1965) *Canad. J. Physiol. Pharmacol.* **43**, 379
- 7) Hannon, J. P. and A. M. Larson (1962) *Amer. J. Physiol.* **203**, 1055
- 8) Itoh, S., M. Tsukada and K. Omoe : *Jap. J. Physiol.* (in press)
- 9) Mager, M. and P. F. Iampietro (1966) *Metabolism*, **15**, 9
- 10) Bragdon, J. H. (1951) *J. Biol. Chem.* **190**, 513
- 11) Verheyden, J. and J. Nys (1962) *Clin. Chim. Acta*, **7**, 262
- 12) Trout, D. L., E. H. Estes, Jr., and S. J. Friedberg (1960) *J. Lipid Res.* **1**, 199
- 13) Leffler, H. H. and C. H. McDougald (1963) *Amer. J. Clin. Path.* **39**, 311
- 14) King, E. J. (1932) *Biochem. J.* **26**, 292

Localization of acetylcholinesterase activity in the efferent fiber of the human cochlea

Koji Uchizono,* Yasuya Nomura** and Kenji Kosaka*

**Department of Physiology, **Department of Oto-Rhino-Laryngology, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Tokyo, Japan*

It has been well known that two nervous systems, afferent and efferent, functionally interdigitate in the cochlea. The efferent fiber which originates from the superior olivary complex is selectively identified by histochemical technique for demonstrating acetylcholinesterase (AChE). Therefore, the nerve fiber can be traced from its origin down to the organ of Corti¹⁾²⁾³⁾. As to the localization of the enzyme, Hilding and Wersäll⁴⁾(1962) state its activity as being found in and around some of the nerve endings under the outer hair cells of the guinea pig. However, its precise localization in the axon as well as synapses is still to be elucidated. The present paper is concerned with the site of AChE activity in the axon at an electron microscopic level.

Human temporal bone were removed from a patient of normal hearing two hours post mortem. The bones were fixed with 4 per cent formalin buffered at pH 7.4. Then, the cochleae were dissected under a surgical microscope. Using Karnovsky's method⁵⁾(1964), whole blocks were stained and checked by a phase-contrast microscope. For the electron microscopic investigations pieces of the cochlea were incubated in a substrate solution for 60 minutes at 25°C. After the staining was completed, the tissue was embedded in Epon, sectioned with a LKB Ultratome and observed under an Akashi 80 electron microscope. Fig. A shows a low power

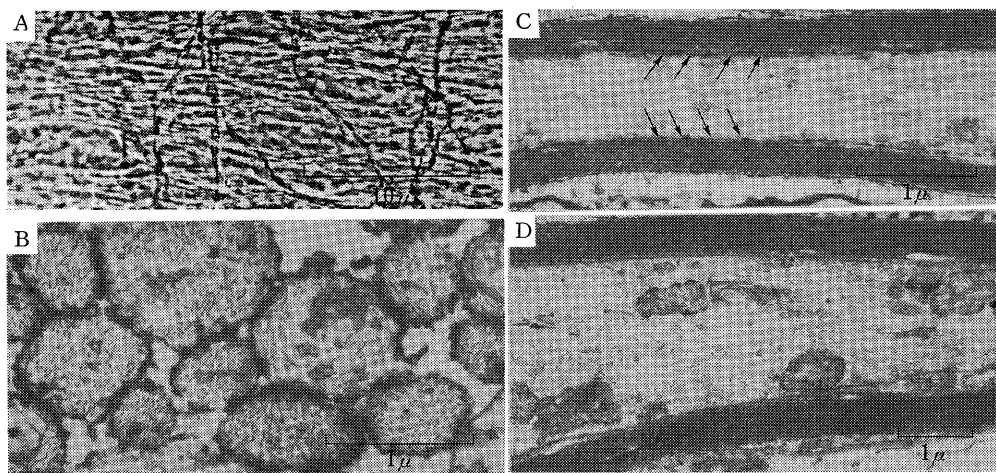
phase-contrast micrograph demonstrating stained and unstained fibers of the cochlear nerve. Bundles of stained nerve fibers (perpendicular) are clearly shown under the background of unstained fibers (horizontal) which far exceed in number the stained fibers. In the osseous spiral lamina where nerve fibers were mainly myelinated, the efferent fibers run as spiral bundles towards the apex. This finding is easily obtained when the tissue was stained in toto with AChE substrate solution and made transparent as originally stated by Nomura and Schuknecht³⁾(1964). Electron microscopically, precipitates were found on or adjacent to the axolemma of stained myelinated nerve fiber. Myelin sheath was absolutely free from the histochemical reaction.

As far as localization of AChE is concerned, similar findings were reported in various areas of nervous system. Lewis⁶⁾(1964) demonstrated electron microscopically AChE activity of the pre- and postsynaptic processes in the neuropil of the caudate nucleus using a modified Koelle's thiocholine method. They found the activity was on the plasma membrane and not in the axoplasm nor in the synaptic vesicles. Using Karnovsky's method, Shimizu and Ishii⁷⁾(1965) observed reaction deposits of AChE on the plasma membrane of preterminal axons in the neuropil of the caudate nucleus, locus coeruleus and dorsal nucleus of the vagus. Schlaepfer and Torack⁸⁾(1966) demonstrated ultrastructural localization of the enzyme activity in limiting axonal membranes of rat sciatic nerve using

* 内藤耕二・小坂健二：東京大学医学部生理学教室

**野村恭也：東京大学医学部耳鼻咽喉科教室

[Received for publication April 11, 1967]



A. Phase-contrast micrograph of stained and unstained human cochlear nerve fibers. Stained fibers are contrasted with a faint background in which unstained fibers occupy the space.
 B. Cross-section of bundles of stained unmyelinated nerve fibers of small diameter. Reaction deposits are localized on the axolemma. Cross or oblique sections of neurofilaments are shown.
 C. Stained myelinated nerve fibers. Reaction deposits are localized on the axolemma as indicated by arrows. Lines of bead-like deposits are shown in a longitudinal section of a fiber.
 D. Unstained myelinated nerve fibers. No reaction deposit is demonstrated.

Karnovsky's method.

The significance of AChE in the efferent cochlear fiber has not been well understood. AChE activity in a tissue may or may not mean the presence of acetylcholine. Recent electrophysiological studies deny that the efferent fiber is cholinergic⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾. Whatever the function of the enzyme in the fiber is, the present study demonstrates that when AChE was stained in the cochlear nerve fiber it is localized either on or adjacent to the axolemma and not in the axoplasm.

The authors want to express their thanks to Mr. E. Kishimoto for his excellent technical assistance.

References

- 1) Rossi, G. and Cortesina, G. (1962) The Efferent Innervation of the Inner Ear. *Panminerva Med.*, **4**, 478-500
- 2) Gacek, R. R., Nomura, Y., and Balogh, K. Jr. (1965) Acetylcholinesterase Activity in Efferent Fibers of Stato-Acoustic Nerve. *Acta Otolaryng.* **59**, 541-553
- 3) Nomura, Y. and Schuknecht, H. F. (1965) The Efferent Fibers in the Cochlea. *Ann. Otol.* **74**, 289-302
- 4) Hilding, D. and Wersäll, J. (1962) Cholinesterase and Its Relation to the Nerve Endings in the Inner Ear. *Acta Oto-Laryng.* **55**, 205-217
- 5) Karnovsky, M. Y. and Roots, L. (1964) A "Direct-Coloring" Thiocoline Method for Cholinesterases. *J. Histochem. Cytochem.* **12**, 219-221
- 6) Lewis, P. R. and Shute, C. C. D. (1964) Demonstration of Cholinesterase Activity with the Electron Microscope. *J. Physiol. (Lond.)* **175**, 5p-7p
- 7) Shimizu, N. and Ishii, S. (1966) Electron Microscopic Histochemistry of Acetylcholinesterase of Rat Brain by Karnovsky's Method, *Histochemie* **6**, 24-33
- 8) Schlaepfer, W. W. and Torack, R. M. (1966) The Ultrastructural Localization of Cholinesterase Activity in the Sciatic Nerve of Rat. *J. Histochem. Cytochem.* **14**, 369-378
- 9) Desmedt, J. E. and La Grutta, V. (1963) Function of Uncrossed Efferent Olivo-Cochlear Fibers in Cat. *Nature*, **200**, No. 4905, 472-474
- 10) Katsuki, Y., Tanaka, Y. and Miyoshi, T. (1965) Action of Acetylcholine on Cochlear Responses. *Nature*, **207**, No. 4992, 32-34
- 11) Tanaka, Y. and Katsuki, Y. (1966) Pharmacological Investigations of Cochlear Responses and of Olivo-Cochlear Inhibition. *J. Neurophysiol.* **29**, 94-108
- 12) Fex, J. (1966) The mechanisms of centrifugal inhibition in the organ of Corti in mammals. Structure and Function of Inhibitory Neuronal Mechanisms. IV International meeting of Neurobiologists, Stockholm.

名古屋市立大学医学部生理学教室史

第1講座 教授 新田 初雄

講師 安藤 精華

助手 猪飼 公郎

同上 相江 勇

第2講座 教授 大原 孝吉

助手 宮内 和博

同上 近藤 道子

名古屋市立大学医学部は昭和18年4月1日(1943年)名古屋市が名古屋市民病院を母体として設置した名古屋市立女子高等医学専門学校から発足し、昭和23年4月(1948)名古屋女子医科大学となり、更に昭和25年4月(1950)名古屋市立薬科大学と合併して名古屋市立大学医学部となったものである。

創立後幾ばくも経ずして太平洋戦争の前途に暗影を覚え、研究に専念することなど容易な業ではなかった。当時、基礎医学教育の場としては僅かに病院内の平面講堂1室と、病院より南方約300mの位置にあって、当時休校となっていた私立予備校を借用したものとが与えられたに過ぎなかった。かかる応急措置と共に名古屋市は附属病院の東南方約1.5kmの萩山緑地帯(約6.6万m²)に新校舎の建設工事をはじめたが、時局ますます多難の折、工事の進行は極めて遅々たる有様であった。しかし設立の翌19年4月(1944)には教養課程を終了した女子医学生の基礎医学教育を実施しなければならず、そのため名古屋帝国大学医学部生理学教室久野寧教授より新田初雄助教授が外来講師として生理学講義を担当することとなり、次で同年6月6日附(1944)を以て同校教授に任命された。これが本学における生理学専任教授第1号である。

さて、新田教授着任当時は病院の1室に他の教授と同居し、その上病院の都合により余儀なく転室しなければならないことも屢々であった。ともかくも生理学教授はできたものの、新設の専門学校のこととて大学の機構とは全く異なり、しかも戦時中のことでもあって研究室もなく、したがって教職員も全くない有様であ

った。それでも任官後2月目に漸く女子技術員1名の配属を得ることができた。かかる状態では研究はおろか唯医師養成機関の1員としてこれに誠意専念するのが精一杯であった。それにしても空襲下にあって唯1名の技術員と共に100名に近い学生の教育によく専念できたものと今もって自負し自ら慰めている。然しこのかげには当時の校長戸谷銀三郎博士の少なからざる配慮があった。この機に厚く感謝の意を表する。

かかる情況下にバラック建築ではあったが、萩山緑地帯(瑞穂区田辺通)に先づ講義室1、系統解剖学実習室、解剖および病理組織学実習室、細菌学実習室の竣工をみるに至り、次で本館、講義室2、生化学及び衛生学実習室、生理学および薬理学実習室、図書室および学生ホール等が空襲下爆弾の洗礼を受けつつ竣工した。かくして漸く医学専門学校としての基礎医学教育の場が一応出来上がったのである。しかし研究の場は依然として実習準備室のみという惨めなものであった。新校舎竣工後、漸く基礎医学研究室一棟が狭いながら竣工した。しかしこの時はすでに戦争末期に近かった。

昭和20年8月15日(1945)終戦、教育は変りな



新田 初雄 教授

く続けられていたが、医学教育制度の改制、それに伴う医学専門学校の廃止、医科大学への昇格についての資格審査が行なわれ、その結果本校は A-class の判定を受けたので、昭和23年4月(1948)より名古屋女子医科大学として新発足することとなった。そのためまず予科校舎の新築、予科生3学年の同時募集が行なわれた。したがって翌24年4月(1949)からは医学部第1回生を迎えることになった。しかし未だ医科大学とは名ばかりで実を伴わず、各教室何れも整備拡充に腐心していたが、その実現には道遠き感があった。それでも市当局の好意ある大学整備に対する援助は戦禍による困苦欠乏の中にも大学の前途に光明を与え、徐々にではあったが整備拡充の途が開かれるようになった。

かくして昭和25年(1950)漸く生理学教室には教授1(新田初雄)、助教授(講師)1(荒木義為)、助手2(富田禎子、猪飼公郎)の専任教員とこれに研究員が加わり、生理学開講6年目にして初めて人の面のみが充足された。しかし設備の面は貧弱で到底満足のゆくものではなかった。この困難を克服しつつ教室では腺細胞の分泌機転に関する研究に情熱を傾注した。すなわち汗腺分泌速度と汗の諸成分濃度について(新田初雄・荒木義為・安藤精華・猪飼公郎)、汗腺排出管に於ける選択的再吸収機能について(新田・富田禎子・猪飼)、唾液腺の分泌機転について(荒木・安藤)、家兎耳下腺の特殊含室素物質について(安藤・新田)研究を進めた。この間名古屋大学生理学教室の久野寧教授には多大の厚意と協力を賜った。茲に深く感謝の意を表する。

さて一方医科大学に昇格した大学当局はそれ自体の発展と共に、まず学位審査権の獲得を目標として各教室の整備拡充を速かに実現すべく、学長、教授会、事務局一団となって市当局にその協力援助方を懇請し続けた。この間、名古屋市立薬科大学(新制)との合併問題が提起され、昭和25年4月(1950)名古屋女子医科大学は名古屋市立大学医学部と改称され、以後男女共学の新制大学となったのである。

ここに三度改称されて新発足はしたけれども、未だ旧制学位審査権の授与は許可されなかった。しかしその達成は遂に市当局の好意ある援助を得ることに成功した。すなわちその許可条件の中に基礎医学と臨床医学とは近接の地にあることが望ましく、特に本学医学部に対しては本学附属病院の近傍にある名古屋大学経済学部の校地(約6.6万 m^2)が望ましいとの一項目があり、これに関しては本省了解のもとに名古屋大学、名古屋市との間に土地建物の交換についての協議が行なわれ、昭和35年3月末(1960)にはそれが実現完了することになったのもその成功の1例である。かくして基礎医学館はここに改めて構想をねり、萩山緑地帯の校舎から此処川澄町に新築移転することとなった。そしてまず第1期工事として生理学2教室、生化学、細菌学、薬理学、衛生、公衆衛生学の各教室、共同研究室及び会議室等を収容する鉄筋コンクリート3階建の近代建築が昭和33年10月(1958)竣工し、引続き解剖学2教室、病理学2教室、法医学教室、医動物学教室および共同研究室を収容する第2期工事が昭和34年6月(1959)竣工して、基礎医学に関しては一応新制大学院設置規準の線にまで到達し、各教室は夫々移転を完了して活発に研究に従事している。

この間生理学教室に於ては2講座制を強調懇請していたのであるが、それが漸く諒解許可されて昭和32年3月(1957)信州大学和合卯太郎教授の好意により、大原孝吉教授を第2講座の主任教授として迎え、同年4月より待望の2講座制が確立されるに至った。新基礎医学館の竣工を鶴首しつつ、第1生理学教室においては体臭に関する研究として、(1)皮膚分泌物の低級脂肪酸について(猪飼・新田)、(2)イオン交換樹脂による発臭物質の脱臭脱色実験(猪飼)、(3)イオン交換樹脂の腋臭者に対する脱臭効果(猪飼・野田佳男・新田)、色汗特に河馬の赤色アポクリン汗について(新田・高須美年)等の研究を続行し、この間昭和30年7月(1955)より同31年10月に亘り、猪飼公郎助手を米国ペンシルベニア大学へ皮膚生理学の研究を主目的として留学

せしめた。

第2生理学教室に於ては大原教授の着任と同時に、体温調節を中心とした環境生理学の研究(大原孝吉・宮内和博)に着手してその実験を進めていたが、昭和33年10月(1958)独国 Bad Nauheim の W. G. Kerckhoff-Herzforschungsinstitut der Max-Planck-Gesellschaft に留学し、従来の研究に加えて不感蒸泄に関する研究に従事である。尚帰朝は昭和35年3月末(1960)の予定であり、今後いよいよその研究に巾と深さを増すことと思われる。

新設された基礎医学館の生理学教室には環境気温実験室(発汗室兼用)、化学実験室、電気物理実験室、組織化学実験室、共同研究室、図書室などが一応整備され、ここに移転後、第1生理学教室においては従来の研究に引続き、皮脂腺の分泌機転に関する研究(猪飼・新田・安藤)、山羊および馬のアポクリン腺分泌機転に関する研究(猪飼・相江 勇・新田)、人体耳介皮膚温の冷却に対する反応(相江・新田)、耳垢腺の分泌機転、特に低級脂肪酸について(新田・金沢佐季子)などの研究を進めており、第2生理学教室に於ては体温調節を中心としての末梢皮膚血管反射機構(宮内)、皮膚温度勾配に関する研究および皮膚血流についての研究(宮内・近藤道子・大原)に従事している。

なお名古屋市立大学医学部はその新発足を機会として、昭和25年4月(1950)名古屋市立大学医学会を創設し、名古屋市立大学医学会雑誌を刊行することとなった。本学会には会長をおかず、数名の幹事をもって構成する幹事会がその運営にあたり、幹事の互選によって主任幹事を定め、会の代表者としている。本学会雑誌は発足第1年には春秋の2回発行、以後第2年目からは季刊として年4回発行し、昭和34年8月(1959)現在第10巻第2号をみるに至った。新田教授は創設当時より幹事としてこれに参画し、現在主任幹事を引受けている。

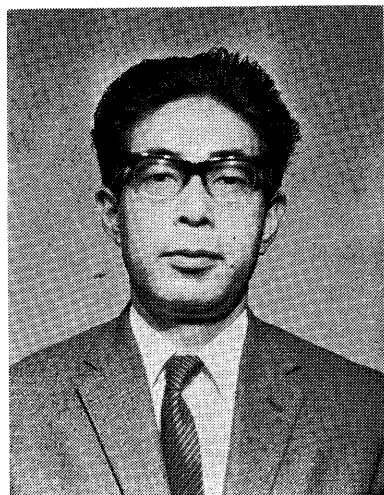
さて本学医学部は基礎医学館の建設、それに伴う設備の拡充とともに、昭和34年6月(1959)漸く待望の学位審査権が授与され、同年7月か

ら学位審査が実施されるようになった。思えば名古屋市立女子高等医学専門学校から名古屋女子医科大学へ、更に名古屋市立大学医学部へと、また施設は仮校舎から菡山緑地帯の本校舎へ、更に川澄町の新基礎医学館へとまさにホップ、ステップ、ジャンプして、新田が教授として着任以来15年、ここに漸く希望の曙光をみるに至り感慨無量である。ここに教室員一同は一致協力して更に一層の研究の進展、研究室の整備拡充に努め、大学自体の充実と発展に寄与し、同時に大学院設置に対して惜しみなき協力を傾注しているのが現況である。

昭和36年4月1日(1961)附をもって、文部省より新制大学院医学研究科の設置を認可され、初年度(第1学年)定員25名の学生募集、その入学試験を同年5月完了した。しかし将来実施すべき事項は尚多く残されているが、医学部としてはその内容の整備充実と共に、まず第1に約6.6万m²をようするこの新校地内に附属病院の新建設がとりあげられ、市当局並びに市議会の下承のもとにいよいよ昭和37年度より着工される運びとなった。

昭和37年3月(1962)現在における本学医学部第1生理学教室のメンバーは次の如くである。

教 授 新田初雄



大原孝吉教授

助教授 猪飼公郎
 助手 相江 勇, 森川重正
 技術員 尾形芙蓉子, 中井和美
 研究員 平尾あや

(以上, 新田初雄記す, 1962)

第一生理学教室史追加

1962年3月～1967年3月の5年間に教員の移動があった。教授, 助教授は従前通り, 助手相江勇は兼学内講師となり, 上記3名は教室のスタッフとして研究指導, 協力, 研究に努力している。助手森川重正, 丹羽滋郎両名は転退職, 伊藤乙彦助手の就任があった。技術員では中井和美退職, 宮地晴子が技術員となり現在では尾形芙蓉子, 宮地晴子何れも技師に昇格し研究に従事している。研究員平尾あやは辞任後現在愛知教育大学教授となり教育に研究に日々多忙の状態である。現在研究員として佐藤重孝, 森本清治が活躍している。更に大学院学生として杉野律朗, 佐藤孝道, 猪飼道彦, 小塩昌洋の4名が在学している。

この間1962年9月, 新田教授は猪飼助教授と共に米国 Washington, D. C. で開催された第12回国際皮膚科学会(皮膚の生理)に出席して“Thermogenic, Hormonal and Neural Control of Sebaceous Excretion”の演題で口演発表した。又新田教授は1963年12月～1965年12月の一期2年間, 医学部長兼大学院医学研究科長の管理職を勤めた。

ここ10年来向学心に燃える教室員の充実に伴い, 研究分野も拡がり, その成果に喜びを感じており, 創立赴任当時を思い浮べて唯感無量の一語に尽きる心境である。恩師久野寧名大名誉教授の薫陶を身につけ, 上述した人体発汗生理学に関する研究の継続はもとより, 更に1歩を進め皮脂腺, 唾液腺を初め広く外分泌腺の分泌機転の基礎的研究および病態生理の究明を行ってきた。すなわち, (I)皮脂排出機転に関する研究課題のもとに, 正常性周期および妊娠の皮脂排出におよぼす影響, 悪性絨毛上皮腫患者の皮脂排出量, 皮脂腺の神経支配, 自律神経反射よ

りみた汗と皮脂との排出機転の比較, 半側発汗と皮脂排出との比較, “On the amount of ether soluble substances and adrenaline sweating”, “Thermogenic, hormonal & neural control on sebaceous excretion”, “Skin temperature and amount of perspiration as factors influencing sebum excretion” (猪飼・相江・新田), (II) Cystic fibrosis における発汗およびその他の外分泌異常, “Cystic fibrosis cases found by reexamination of histology of pancreas and postmortem protocol in Japanese children and sweat test on the siblings”, 人, イヌ, ネコ, サルにおける手掌, 足蹠発汗の電解質濃度, Cystic fibrosis の病態生理, Cystic fibrosis における sweat test の意義とその簡易化 (Apparatus の試作) (猪飼・佐藤・伊藤・相江・新田), (III) 酵素蛋白の腸管吸収に関する研究 (新田・相江・宮地等), (IV) 唾液の酵素学的研究: 混合唾液, 固有唾液および唾液腺の lysozyme 活性と線溶能——健常者と齲歯, 齒槽膿漏患者を対象として (佐藤・森本・相江・新田), (V) 線溶現象の生理的動態に関する研究: 自律神経剤投与による線溶現象の動態, 自律神経系と plasmin 系, イヌの諸臓器における線溶系の活性および抑制物質, イヌの諸臓器細胞顆粒分画における線溶物質, 人およびイヌの血中および尿中線溶物質の sephadex による検索, SK (Varidase)-I¹³¹ による人血漿線溶物質の検索, 各種動物における血中線溶物質の比較検討, 人 plasmin 生成時の高分子化反応, (相江・杉野・新田) などの研究が1962年以後1967年3月現在に亘る研究経過である。

尚 Cystic fibrosis の研究に関しては米国 National Cystic Fibrosis Research Foundation より研究補助費 (担当者 猪飼公郎助教授) をうけた。また1967年名古屋で開催された第17回日本医学会総会の機を得て, 本教室が主催し名古屋市大医学部および名大医学部両小児科教室と共に3月31日 “Informal meeting on Cystic fibrosis” を催したところ全国各地から研究者の参加を頂き, ここに研究員諸氏は勿論, 司会役を引受け下さった大阪市大の高井俊夫教授並びに

名大の中江亮一名誉教授に深謝いたします。

線溶現象に関する研究については本学医学部各講座の協力を得て、1964年本教室が中心となり「名市大プラスミン研究会」を結成し、活発に研究を進め1966年末までに14回の研究発表を行なっている。

昭和42年4月(1967)現在、第1生理学教室員は次の如くである。

教授 新田初雄

助教授 猪飼公郎

助手(学内講師) 梶江 勇・伊藤乙彦, 技師
尾形蓉芙子・宮地晴子, 研究員 佐藤重孝・
森本清治, 大学院学生 杉野律朗・佐藤孝
道・猪飼道彦・小塩昌洋

(以上、新田初雄記す、1967)

第二生理学教室史

教室員の移動

1961年末助教授宮内和博が富士通信機小山診療所長転出に伴い、当時 California 大学医学部心臓血管研究所の研究員であった堀田健が後任に発令された(1962年1月)。堀田は名古屋大学理学部卒で生物物理専攻であったが1957年以来米国 Dartmouth 大学および California 大学で M. F. Morales 教授に師事し筋収縮の分子機構の研究にたずさわっていたものである。その他の主な移動および教室員の海外出張は次の通りである。

助手 大野逸弥 1962年8月依願退職

助手 米光 洋 1962年8月～1964年5月
在職

助手 伊藤裕正 1964年6月から1965年10月
在職

助手 高階日出男 1965年12月札幌医大より
入室

大学院学生 佐藤春彦 1963年4月入室

大学院学生 熊谷真忠 1964年4月入室

助手 近藤道子は渡辺と改姓(1963年9月),
1963年10月から1965年8月まで西独 München
Max-Plank 研究所に留学した。

助教授 堀田健は1964年7月より2カ月間米

国に出張、第6回国際生化学会議に出席(New York)併せて米国内研究機関を視察して帰朝した。

大原孝吉教授は1965年9月より1年間客員教授として米国 Indiana 大学医学部に滞在研究に従事し帰朝した。また、大原孝吉教授は1967年3月より4月にかけて国際生物学計画(I. B. P.)人体順応部門(H. A.)研究連絡会議に出席のためロンドンに出張した。

教室の研究概要

大原孝吉教授は主たる協力者渡辺道子と共に従来から主宰する研究テーマ、すなわち体温調節機能、不感蒸泄に関する研究のほか総合研究(気候馴化、代表吉村寿人教授)の一環として人体の対熱性についての研究を行ない、対熱性をあらわす指標として、ある時期における汗中の電解質濃度を用いることを提案した。これに関する data は日本法として I. B. P. のロンドン会議(1967年4月)で検討される。また在米中に陽イオン濃度測定のため汗腺に挿入できる超微細電極の試作に成功し、現在これを応用して実験を行なっている。さらに大学院学生佐藤春彦の入室に伴い、生体リズム活動に関する研究の一翼として網膜-瞳孔系における対光反射の研究をネコを用いて開始、自動制御系として解析を行なっている。

堀田健助教授は教室に新しい研究課題として分子生物学、特に筋肉生理、生化学の分野を導入した。1962年9月から米国 National Institute of Health, Muscular Dystrophy Association その他から研究助成金をうけ、これによって研究室を整備し、現在まで活発な研究を行なっている。1962年から65年まで総合研究生体エネルギー班(代表、熊谷洋教授)に参加して相当な成果をあげた。1965年12月に札幌医大生理教室より助手高階日出男の転入があり、筋弛緩後因子の研究が開始された。大学院学生熊谷真忠は高階と協力して Ca^{++} 結合と ATPase 活性の関連を追求している。また整形外科科学教室と共同して筋拘縮の機構に関する研究も行ない、整形外科の助手佐藤雅一、大学院学生吉田久純、江

崎勤也、倉上啓介はこの分野で多くの成果をあげた。一方筋疾患の一つである進行性筋萎縮症についての基礎的研究が生理、生化学的見地から山路兼生ら鈴鹿国立病院の医師と本教室の協力のもとに行なわれている。

現在の教室員 (1967年3月)

教授 大原孝吉

助教授 堀田 健

助手 渡辺道子・高階日出男

技術員 牧野寿子

技術員 (M. D. A. A.) 藤田百合

大学院学生 佐藤春彦・熊谷真忠

(以上、堀田健記す、1967年3月)

附記：名古屋市立大学医学部は沿革からみれば20年餘で新しい。しかし新田教授が久野 寧教授のもとから就任されてから今日に至る経過をみると、実に多事多難の連続といってよい。時代をはなれて大学の医学部はあり得ないが、よい時代、平和な時代でも、医学部の研究、教育、診療は、わがくにでは欧米のそれに比べるまでもなく、これで充分ということはなかった。

私どもの理性はこのような状態では生理学の研究などは、とても思うようなところには到達できないと判断している。しかし今の困難な状況においても、生理学の研究は進められている。この事実は驚

異に値するが、これはわがくにの生理学者が、あらゆる困難を克服し、その道の開拓に精進しているからである。研究によって少しでも新しいことを見出して行くよろこびは何ものにも換えることができないからである。しかし改善されればもっと研究が進むのになあと思う。生理学のため、生理学の将来計画が1日も早く具体化することを期待する。

新田、大原両教授はいうまでもなく名古屋市立大学生理学教室の若い人々の研究の一端を読ませてもらって、よくここまで研究を開拓したものだと思ひ、感想の一端を述べた。

(内山孝一記す)

〔短報〕

〔意見〕

「ニューロン」説か「ネuron」説か——生理学用語についての提案と意見

久保田競 (東大脳研生理)

日本語の「仮名遣い」を中心とする国語問題には、戦後20年をへた現在でも、混乱がみられている。わが日本生理学会でも、例外ではないようだ。日本生理学会は、他の基礎医学関係の諸学会にさがけて、英独対照の生理学用語集をきめて、一般の利用に供している(生理学用語集、南山堂、昭和35年)。この「用語集」が十分に活用されてない傾向が、生理学会内にあることは残念なことだ。同じ術語であるべきものに、違ったいくつかの言葉があてられていたり、「用語集」の用語が無視されたりしている。

共通の言葉でお互の情報を交換することは、生理学会のような科学の学会には大切なことと思う。

生理学会内での用語の混乱状態をしめす一つの例を表1にあげた。神経系内の単一の細胞を意味する nerve cell または neuron という言葉が、生理学会総会の演題のタイトルにどのように使われているかをしらべたものである。過去4年間の総会予稿集を利用した。過去3カ年間、年10回以上も登場しているが、おどろくなかれ、7~8種類も異なった風に表現されている。ニューロンというのが全体の半数(17/40)近くをしめている。他にネuron (5/40)、ニューロン (8/40)、ニuron (2/40)、ノuron (3/40) などが使われている。英語のアメリカ風の綴りが2例あるが、神経細胞という日本語は3例で少ない。この表には、Idle cell、とか Mauthner 細胞といったような、cell-細胞で神経系内のそれを現わしているものは含めなかった。41年度のカッコは、演題タイトルではないが、演題群のグループの表題として使われているので、とくにとりあげた。

所で「生理学用語集」はどう使うようにきめているだろうか。neuron (e) の項を、英独和の部で、Neurone を独英和の部でさがしてもみあたらない、しかしこれを含んだ、句がいくつかみられ

る。neuron relay station (ネuronリレー部)、multineuron arc [多ネuron (反射) 弓]、motoneuron (運動ネuron)、motoneuron pool (運動ネuron集団) などがみられた。つまり、neuron にはネuronがあてられている。和文索引をしらべると、ネuronの項があり、他のよび方のものは含まれてないので、思うに英独和の項に neuron というのが含まれていたのが、何かの手違いで脱落してしまったのだろう。「用語集」では neuron にはネuronを生理学用語として使うものときめていると考えられる。nerve cell に対して神経細胞をあてるのに異論はないであろう。

ネuronという言葉が用語としてきめられているのに、どうして違った風に使われているのだろうか。「ネuron」というのが何らかの理由で不適当だと考えられて、別の云い方をされている人もあるだろう。「ネuronでもニューロンでも、その他でもよいではないか、わかればよいのだから」という意見の人もあるかもしれない。毎年違った表現が現われるのだから、印刷上の手違いが意味をもつとも思われない。

外来語、外国人、外国地名の日本語への移しかえに関する現代仮名遣い法によれば、ニuron、ニューロンは正しくないので、使わない方がよいだろう。例えば Neutron (中性子) はニュートロンと書かれる。

これからが意見と提案である。

生理学用語をきめられた用語委員会の委員の方をお願いしたいのは、「ネuron」という、日本語が生れたいきさつを説明していただきたいということです。納得のいく説明があれば、誰もが使うようになるだろう。あえて云うならば、ネuronの発音はロシア語の相当語 HeбpoH に極めてよく似ている(ネuronと日本語で発音すれば、日本語を知らないロシア人には通じる。/)。

「生理学用語集」は評議員会の決議で生れ、委員の努力によって生れたものだ。つまり民主的ルールにのっとって生れて採用されたものである。そのような「用語集」だから、用語集の用語を大いに使おうではありませんか。言葉が生きものである以上、新語も加えねばならないし、不適当な語があれば改正もしなければならない。そのような時には民主的ルールで改正して使おうではありませんか。そのため、用語委員会を恒久的なものと

して、数年おきに追加訂正をやるようにしてはどうでしょうか。それまでは不本意ではあっても「用語集」に従うようにしたらどうでしょう。

皆できめた「生理学用語」を大切に、関心をもつことは、生理学を愛することにも通じている

し、日本の生理学のレベルの向上にも通じていると筆者は信じているのだが。

本誌でも用語に関しての討論が活発に行なわれることを期待します。

表 1. 英語の neuron, nerve cell に相当する言葉が過去 4 年間の生理学会総会の演題にどのように使用されたかをしめす表

年度 学会開催地	39 (千葉)	40 (岐阜)	41 (松本)	42 (名古屋)	43 (熊本)
1. 神経細胞		1	1	1	?
2. ネウロン	1	1	1	2	?
3. ニューロン		8	3	6	?
4. ニューロン			7	1	?
5. ニウロン		2			?
6. ノイロン			(1)	2	?
7. neuron, motoneuron			2		?
計	1	12	14 (1)	12	?

〔会報〕

日本生理学雑誌編集委員会要録

日 時：昭和42年 3 月29日11時30分～13時

会 場：名古屋大学職員会館

出席者：内蘭耕二君・市岡正道君・市河三太君
井上 章君・入沢宏君・佐藤昌康君・鈴木泰三君
高橋 恵君・中馬一郎君・問田直幹君・戸塚武彦君
・島山一平君・藤森聞一君・山田 守君・吉井
直三郎君・伊藤 竜君（学会当番幹事）

欠席者：高木健太郎君・高木貞敬君・永井寅男君
・福田篤郎君・真島英信君

Ⅰ. 内蘭編集委員長より日本生理誌の最近の編集状況に就いての報告. 第1に、昨年12月の定例編集委員会に於て、兼ねて懸案であった速報に日本語以外の外国語原稿も受け付けることが決まり、早速本年1月号分として真島英信教授の英文原稿を受理し掲載した。本誌上の印刷はすでにご承知の通りであるが、その別刷は真島教授の指示による型式のアート紙を用いた見事な出来栄で、諸外国に送っても見劣りしない程度のものであった。今後外国語の速報別刷はすべてこの型式によりアート紙を用いる事に決定した。なおその後外国語、主に英語による速報原稿が次々と投稿され順調に経過して居り、今後の発展が期待される。

先般の常任幹事に報告した際にも、今後は本誌が速報誌に変貌する可能性もあるのではないかと発言されたほどである。

第2に、総説は昨年度6編掲載したが、予定としては1号1編(10頁以内)で、今後共継続したいので、だれに、どんな表題で依頼したらよいかお知らせいただきたい。原稿料の外、別刷50部差し上げるよう予算を計上してある。この3月号（見本配布）では内山孝一教授から“生理学の伝統と創造”という異色の総説原稿をいただいたことはよろこばしい。

第3に、昨年11月号から“日本生理学史”を掲載して居ることはご承知の通りであるが、これは内山教授外同編集委員会のご努力によるものであり、今後約2カ年間に継続される予定である。この生理学史の掲載料は現在慈恵医大名取教授の厚意により支払われて居るが、先般の常任幹事会では、それぞれの教室で負担するようにしてはどうか、と発言された幹事もあったが、決定には至らなかった。

第4、J.J.P.抄録を2号から掲載して居るが、この原稿をいただくについては久野先生に大変なお骨折りをいただいております感謝に堪えない。今後ともお願いしたい。生理学会会員数は1700名、内J.J.P.の購読者は300名足らずで残りの1400名は

未購読者であることを考えると、この抄録を掲載することの意義が了解していただけることと思う。

5. 現在編集部の手持ち原稿は（別紙の通り）、大体5号～6号分に相当するものであるが、原著やや不足の感じである。原著掲載料は学会補助の2頁を除いて1頁当たり約2300円の実費と製版（凸版）代および印刷代が加算されるが、投稿者の負担を軽減するために学会補助頁をもっと増加出来ないか種々検討して居る。しかし目下の学会経済では現状を維持するのがようやくの状況である。

6. 今年8月頃を期して会員名簿を作る予定である。いま考えている案は、最初に各教室（研究室）の一覧表を掲げ、これに続いて五十音順による会員氏名に所属教室（研究所）略名を雑誌配本用カードを基準に編集して、本誌と同型、一段組みとして、雑誌の末尾に附録の型式（巻末の総目次の型式）とするものである。何分のご協力をお願いしたい。

7. “生理科学の進歩”は昨年末出版配本したが、これは海外からも注目され問い合わせも受け有意義な企画であった。出版費等については生理学会に何等の負担も掛けていない。

関連（高橋編集委員より）“生理科学の進歩”の出版費は予約金と生理科学連合よりの補助金並びに一般購読料により支払われて居り、生理学会には全く負担は掛けて居ない。医歯薬出版社から見ても有難いお得意ではなかった様であるが、損はかけてはいない。立派な記録となったことについて執筆者の方々に厚く感謝したい。尚残部が多少医歯薬出版社にあるので、お知り合いの方に購読を勧めていただきたい。

Ⅱ. 各委員よりの発言

A. この生理誌（3号見本）を拝見して中央の常任編集委員の方々の努力のあとがよく窺われる。というのは次々とよい企画が試みられて居るからである。ついでに1, 2感じた希望を述べ

る。1) 綜説、原著、生理学史等の活字（9ポ）は外の学術誌に比べて大きいから学会抄録の活字の大きさ（8ポ）位ではどうか。頁数も少くなり、従って時に頁数の増加があっても送料をそれほど心配する必要がなくなる。2) 活字の型が旧式のように見受けられる。3) 文献の書き方が不統一である。特に末尾文献表の著者氏名が数名以上である場合でもなるべく全著者名を省略せずに掲げてほしい。このような多数の著者連名の論文の場合しばしば著名学者名が終りの方に書かれている場合があり、前の1～2名で省略されると大事な文献をうっかり見落す心配がある。et al. で省略する場合でも少くとも初めの3名は必ず連記してほしい。4) 一つの論文中の附図の縮少率、附図中の文字の大きさ等の不揃いが目立つ。

内菌編集委員長；種々指摘いただいたが、改められるものから直ちに実行したい。

B. 速報の2頁の制限を3頁に改められないか、但し第3頁分は著者負担でよい。

内菌編集委員長；現在の2頁でも何とか予報的役割は果せるのではないかと考えている。

C. 邦文速報の第1頁左肩上の雑誌略名、巻、頁を原著等の場合と同様型式で付けては如何か。又原稿受付年月日の位置を統一したい。

内菌編集委員長；早速次号からそのようにする。

D. 現在の論文掲載の順序を変えて速報をトップにもってこれられないか。

内菌編集委員長；いまのところ綜説、原著、速報、地方会抄録、J.J.P.抄録、生理学史、短報の順序としたい。

E. 一般の編集委員でも希望により常任幹事会に observer として出席出来るようにしてほしい。

内菌編集委員長；私個人としては結構だと思うが、常任幹事会の意向によることである。

本会特別会員 細谷雄二君（大阪市立大学名誉教授）3月30日午後1時、
脳出血のため自宅で逝去されました。謹んで哀悼の意を表します。

会員異動（以下敬称略；昭和42年3月末まで）

入 会

萩原英一 札幌医大第1生理
遠田稔子 札幌医大第1生理
斎藤浩司 東京医大外科
富田忠孝 京大医学部内科第3講座
上野昌宏 東京都千代田区大手町
協和醸酵工業医薬研
黒田正男 阪大医学部中央研究室
平田和歌 阪大医学部第1生理
城所良明 東大医学部脳研生理
塚原保夫 東北大医学部第2生理
橋本治雄 慶大医学部生理
小川 尚 熊本大医学部第2生理
大江建治 徳島大医学部第1生理
松岡晴一 徳島大医学部第1生理
黒田孝雄 徳島大医学部第1生理
神山悠男 徳島大医学部第2生理
桂 武 日本医大第2生理
内山盛雅 日本医大第2生理
重藤紀和 広島大医学部第1生理
柳橋次雄 弘前大医学部第2生理
川上吉昭 宮城教育大運動生理
菊沢康子 奈良女子大生活環境
川原群大 東京医大第1解剖
原 泰寛 九大医学部第3内科

井上五郎（再入会）徳島大医学部栄養科
橋川弘勝 金沢大医学部第1外科
尾山 修 名古屋大医学部第2生理
許 承貴 東大理学部人類
久保勝知 横浜市大医学部第2生理
高橋壮之祐 札幌医大第1生理
高島文一 大阪医大第2生理
後藤 平 東京警察病院内科

転任・転居

浦本藩一 東京都世田谷区成城町880電々社宅4号（前・保谷市）
永田 豊 慶大医学部生理（前・東邦大医学部第2生理）
林 泰正 大阪府茨木市竹橋町4の4号（前・松堀町）
小池宏之 東京医歯大歯学部生理（前・東大原市医学部麻醉科）
藤本 守 岐阜大医学部第2生理（前・京都府医大第1生理）
大塚俊郎 東京都墨田区東京都会済生会向島病院（前・慶大医学部生理）
宮原ハツヨ 福岡市春日日出町精華女子短期大学（前・北九州市小倉区白銀町）
鈴木宏哉 東京都港区南麻布5丁目14の13 清風荘（前・渋谷区山下町）

退 会

丸茂菊男（東京） 八反田洋子（札幌）

〔編集後記〕

坂本嶋嶺先生の逝去に引続き、細谷雄二先生の訃報に接しましたことは学会にとって大きな悲しみであります。謹んで哀悼の意を表します。

本号から吉村教授のお骨折りでIBPに関する紹介が掲載されます。生理学の対象が分子レベルから個体または個体の集団のレベルにまでおよぶことは当然のことですが、あらためてその範囲

の広さを痛感させられます。学会としても本誌としても、研究対象や内容がある分野にのみ偏しないよう注意する必要があると感じられます。

英文速報は幸いにして御好評を博し、会員の積極的寄稿が次第に増加してくる傾向にあります。原著を引続き執筆される前の速報というのが原則ですが、短報的な論文も受付けることになりましたのでどうぞ御利用下さい。

（真島英信）

臨床アレルギー学

大島良雄・岡林篤編

〔6月中旬刊〕

小堀辰治・進藤宙二編

全体を基礎編と臨床編に大別し、臨床面での実用という点を基本に、基礎面では抗体や自己免疫疾患の解析、臨床面では抗アレルギー手段としての減感作や抗アレルギー剤・薬剤アレルギー問題など、アレルギー学全般を最新の知見に基づき解説。★B5判 648頁 価 7500円

臨床のための生理学

基礎となる生理学について最新の進歩をとり入れ、新しい研究方法による身体の病的な状態についての知見を加え、体系的に記述した臨床医学のための指針。〔内容項目〕

血液とリンパ(斎藤)循環(松田・星・東)呼吸(朝比奈)腎臓(橋本)消化と呼吸(阿部)栄養と代謝(井上・新山)体温調節(緒方)内分泌(福田)筋肉(名取)神経系(時美)特殊感覚(間田)成長、生殖、老化(山本)★B5判 664頁 価 7500円〔最新刊発売中〕

実験感染学

宮川正澄・三橋進・石田名香雄編〔最新刊発売中〕

感染という高等生物と微生物間の現象を純度の高い実験動物と物理化学的検索技術を駆使して、感染の開始から感染の現実・感染の応答・炎症を説明する物質群・感染からの回復を支配するもの・感染における神経支配・ホルモン支配・感染の生化学にわたって実験的に記述、さらに各論を個別に解説。★B5判 572頁 価 6800円

細胞生物学

中原和郎・藤井隆・三浦義彰編〔最新刊発売中〕

本書は、新しくひらけつつある細胞生物学の分野を、広汎な見地から概観しようとしたもので、第一線で活躍する多くの生物学者、生理学者、生化学者、生物物理学者の協力によって完成された。わが国における細胞生物学の水準を示すものであり、大学や研究所における研究者大学生の好指標。★A5判 748頁 価 3800円

微生物遺伝学

植竹久雄・渡辺格・富沢純一編〔最新刊発売中〕

第一線の権威者32氏が協力、分子遺伝学、分子生物学を進展させる上に大きな役割をもつ微生物遺伝学に関するあらゆる事項を集大成し、その全貌をわかりやすく浮きぼりにした新著。〔内容〕微生物遺伝学・微生物遺伝各論・微生物における遺伝機構・分子遺伝学・微生物遺伝およびそれに関連する諸問題。★菊判 580頁 価 3200円

アリエンズ 分子薬理学

木村正康・高柳一成訳 価 3000円

病理学入門

田中健蔵著 価 1900円

臨床診断微生物学

牛場大蔵・甲野礼作 他5氏編 価 5000円

実験腫瘍学

宮川・佐藤・蝶良 監修 価 8000円

放射線治療学

宮川・山下・梅垣 監修 価 5000円

医学薬学実験装置ハンドブック

東昇・中垣正幸編 価 3800円

公衆衛生検査

辺野喜正夫・児玉威編 価 2500円

脳の生理学

時実利彦編 価 3000円

ウイルス学

東昇・石田名香雄編 価 8500円

臨床酵素学

赤堀四郎・沖中重雄 監修 価 5500円

酵素ハンドブック

赤堀四郎 監修 価 3500円

血液化学

吉川・脇坂・黒田・中尾編 価 4800円

内分泌学〔全II巻〕

三宅儀・山本清編 各巻価 8500円

腫瘍生化学

久留勝・三浦義彰編 価 4300円

カルソン改訂 生化学教程

江上不二夫・山添三郎 他7氏訳 価 2200円

新細胞学

妹尾左知丸・高木康敬編 価 4000円

新栄養学

中川一郎・二国二郎・吉川春寿編 価 3800円

医学・生物学のための有機化学

全7巻 4回配本中

<最新刊>6巻「生体色素」服部・下郡山著 価 1000円

<1回>3巻「タンパク質」佐竹一夫著 価 1000円

<2回>7巻「核酸」浮田忠之進著 価 1000円

<3回>2巻「炭水化物」江上・西沢著 価 1000円

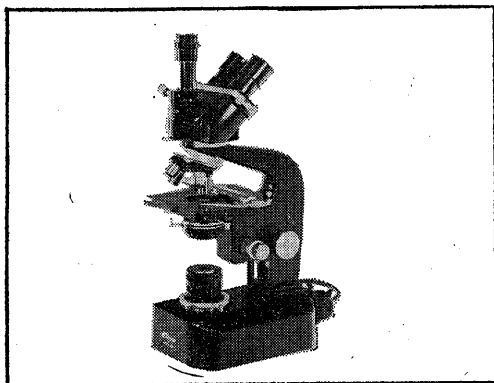
—最新「医学図書目録」進呈—

東京都新宿区
東五軒町55
振替口座 東京 8673

朝倉書店

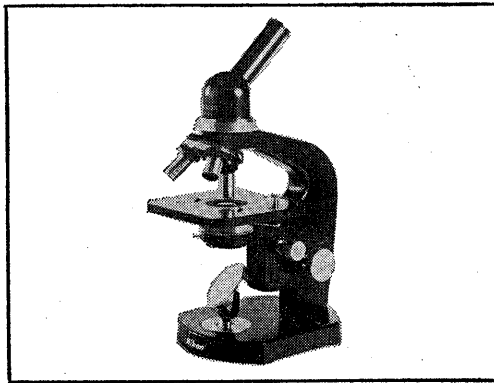
Nikon

あらゆる分野で〈ニコン〉は最高級機です



研究用 顕微鏡 S型・S-Ke型

ニコン顕微鏡の代表選手としてすぐれた性能を発揮いたします。分解力抜群のレンズ系と小ネジ一本にまで精密技術の粋を駆使したメカニズムを有します。用途別に使い分けのできる豊富なアクセサリも大きな特色です。顕微鏡写真・映画撮影装置・金属・干渉位相差装置・プロジェクションスクリーン・投影装置などのため、52種の対物・接眼レンズと32種の付属品をもち、万能のための条件をそろえております。この一台で、基礎医学から応用科学まで、あらゆる分野の顕微鏡観察ができます。



G 型 顕 微 鏡

S型顕微鏡の高性能を受けついで普及型顕微鏡として学校教師用に学生実習用に最適です。S型顕微鏡の豊富な付属品のほとんどが使用でき、金属装置を装着して金属顕微鏡としても使用できます。

G-1型

本器のみ ￥31,000

G-2型

本器のみ ￥38,500

G-M型

本器のみ ￥70,100

格納箱 ￥2,000

販売代理店

(株)いわしや	森田器械店	札幌市北八条西5の1	TEL (71) 3231-2・4649
株式会社 三	啓	東京都文京区本郷2の17-7	TEL (813) 5501-5
株式会社	小沢製作所	名古屋市中区東袋町2の2	TEL (95) 5331
大阪光学機械株式会社		大阪市北区梅田7の3(梅田ビル5階)	TEL (312) 6031
猪原商會		広島市国泰寺町65の1	TEL (41) 2703・7737
大熊商會		福岡市馬出大学前1の1108	TEL (65) 4831(代)

日本光学工業株式会社/ 東京都中央区日本橋通り1-7 西川ビル

比色計の価格で 分光計の性能！

340～800 $m\mu$

合金鑄造の匡体中に密封されたモノクロメーターはリトロ式マウンティングで重フリントプリズム使用により340～800 $m\mu$ の範囲で常に高い分解能を示します。すなわち可視域中心部で波長巾5 $m\mu$ のスペクトル純度が得られます。他器と比較してください。

電源には本器のために開発した光電式定電圧回路を採用、 $\pm 10V$ の変動に対し0.3%におさえ、周波数変動の心配ありません。

検出管には光電子増倍管を使用しています。

吸収液槽は10mm角硝子、同時に4本セット。

分光光電比色計スペクトロー5



¥ 155,000

伊藤超短波株式会社

東京都文京区白山1丁目23番15号

電話 03 (812) 1216 (代表)

営業所 大阪市住吉区荻田町11の7 電話 06 (691) 1163

営業所 名古屋市中区大池町5の2 電話 052 (251) 3049

J. Physiol. Soc. Japan Vol. 29, No. 5 (1967)

Introduction of IBP

Hisato Yoshimura : Studies on human adaptability in international biological programme.....201

Originals

Tamotsu Somiya and Kazuko Somiya : Construction of a model for color vision
 possessing potential barriers.....206

Yoshihiro Tamura : Peripheral vasomotor response and its habituation in sleep 224

Short communications

Sinji Itoh・Norimichi Konno・Keiichi Yoshimura and Akihiro Kuroshima : Plasma
 lipids in man, with special reference to the adaptation to cold.....239

Koji Uchizono・Yasuya Nomura and Kenji Kosaka : Localization of acetylcholinesterase
 activity in the efferent fiber of the human cochlea 441

昭和四十二年四月二十日印刷

編集
兼
発行人

東京都文京区本郷七丁目三の一号
 東京大学医学部生理学教室内
 戸塚武彦

印刷者
印刷所

山形県鶴岡市馬場町甲三
 平田貢
 鶴岡印刷株式会社

発行所

東京都文京区本郷七丁目三の一号
 東京大学医学部生理学教室内
 日本生理学会

振替
東京八六四三〇
 定価
価
式
百
四
三
円



ME機器総合メーカーが誇る

光電の

データ処理用電子計算機 ATAC-402型

- ・ デジタル型ON-LINE処理方式
- ・ 4現象の平均値化解析
- ・ 時間及び振幅についてのヒストグラム解析
- ・ アナログデジタル両出力方式
- ・ 諸アクセサリーの完備

日本光電工業株式会社

東京都新宿区西落合1〜31〜4 (953) 1181
 札幌・弘前・仙台・福島・新潟・前橋・千葉・東京・横浜・松本・名古屋・金沢
 大阪・徳島・岡山・広島・福岡・長崎・熊本・鹿児島

