

# 研究集会討論

開催日：1990年5月26日

場 所：株式会社ヤクルト本社会議室

主 催：株式会社ヤクルト本社

## 研究集会出席者（順不同，敬称略）

Richard Held (Massachusetts Institute of Technology)

Mortimer Mishkin (National Institute of Mental Health)

Patricia Goldman-Rakic (Yale University School of Medicine)

Michael Posner (University of Oregon)

彦坂 興秀 (岡崎国立共同研究機構生理学研究所)

金子 章道 (岡崎国立共同研究機構生理学研究所)

二木 宏明 (東京大学文学部)

河内 十郎 (東京大学教養学部)

酒田 英夫 (日本大学医学部)

外山 敬介 (京都府立医科大学医学部)

小野 武年 (富山医科薬科大学医学部)

小松 英彦 (通商産業省電子技術総合研究所)

渡辺 正孝 (東京工科大学工学部)

田中 啓治 (理化学研究所)

佐藤 隆夫 (ATR 視聴覚機構研究所)

山鳥 重 (姫路循環器病センター)

藤田 一郎 (理化学研究所)

利根川 進 (Massachusetts Institute of Technology)

渡辺 格 (慶應義塾大学名誉教授)

## 司 会

下條 信輔 (東京大学教養学部)

## 1) 対象認知と側頭葉

まず前日の Goldman-Rakic と Mishkin の講演を受けて、田中・藤田から大脳皮質視覚領の機能構築について問題提起があった。彼らは、サル下部側頭葉皮質 (IT 野) において、互いに隣接する細胞は似た図形特徴に選択的に応答し、またそれらの間には機能的な神経結合が存在することを示した。そしてこの結果から、第一次視覚野に見られるような機能的柱状構造が、視覚認識にかかわる神経路の最終に近い段階でも存在する可能性を指摘した。この報告に対して、IT 野前部と後部の機能的な違い、前頭前野における柱状構造との比較、網膜局在的構造 (受容野の位置に対応して細胞が配列されている構造) と特徴選択的構造 (コードしている図形特徴によって細胞が配列されている構造) との対比が話題となった。特に最後の点は、のちに繰り返し論議された。

次に小野より、ラットで報告されている自己中心的方向・外界中心的方向・場所などに選択的な細胞をサルの海馬で見出したとの報告があり、隣接する扁桃核の細胞との相違点などをめぐって、Mishkin との間で論議が交わされた。

なお、実際の討議の順序とは相前後するが、Mishkin の「対連合学習 (paired associative learning)」課題について質問があり (渡辺正孝)、課題の説明 (刺激-刺激間の連合学習であること) および責任領野 (海馬および扁桃核) について言及があった。さらに、Mishkin のいう刺激-刺激連合/刺激-反応連合の区別が、いわゆる宣言的記憶/手続き的記憶の区別 (Squire) とある程度の共通性をもつという点で、合意が得られた。また、辺縁系切除の対連合記憶に及ぼす効果についても質問があり (Posner)、動物ではヒトの患者とは違って障害が見られるとの返答があった (Mishkin)。

## 2) 空間知覚と頭頂葉

酒田よりサルの頭頂葉 (7a 野) で眼球運動の制御 (注視)・対象物の奥行き運動・回転の知覚などに関連した細胞からの電氣的記録の報告があり、そういう知覚的信号が運動の制御に関係しているという考えが述べられた。(1例として、接近運動に反応する細胞が記録された場所を微小電気刺激するとまばたき反応が誘発されるという実験が紹介された。) また、手の操作運動に関連して活動する頭頂葉のニューロン群 (7a 野前部; 頭頂間溝後壁) の性質から、そこで対象の空間的特徴 (軸の傾き、配置) と操作運動のパターンとのマッチングが行われる可能性が示唆された。

一般に、頭頂連合野に入って視覚受容野が急に拡大して網膜局在性が失われると同時に、奥行き運動や回転運動などより広い範囲にわたる複雑な運動に対する選択的反応が生じることが強調された。この点についてはさらに、網膜局在性を必要とする課題状況と特徴選択性を必要とする課題状況とがともに存在することが確認され、また高次レベルほど網膜局在性が失われるとはいっても、不十分な証拠ながら、前頭前野でもごくおおまかな網膜局在性が存在している可能性があるという示唆があった (Goldman-Rakic)。

初期レベルとより高次の認知レベルとの関係にも、論議が集まった。特に、例えば顔を顔として認識したうえでさらに眼がどこにあるかを問う場合のように、“what” の過程と

“where”の過程との相互作用（あるいは後者から前者へのフィードバック）が必要ではないかという問題提起があった（彦坂）。これに対し、われわれの知覚や行動は神経情報処理の最終的出力（例えば顔細胞の出力）にだけ対応しているのではなく、むしろ各レベルを統合した神経アンサンブルの全体的活動に対応していると考えべきだという指摘があり（Mishkin）、印象に残った。もしこの考え方を承認するとすれば、低次部位と高次部位とがひとつの活動性としてどのように結びつくのか、また、課題に応じて選択的注意のメカニズムがどのように動くかといった点が、次の関心事となる。これに関連して、右頭頂部損傷を受け、視覚的に呈示された語を読むことはできるが、その語を構成している個々の文字についての課題はできないという症例が紹介された（Posner）。

### 3) 運動知覚と眼球運動

ここでいったんより低次のレベルに目を転じてみると、特徴選択的な情報処理は網膜ですでに始まっている。例えば神経節細胞のなかには、視覚刺激の動きに対して感受性をもっているものがある。動きを検出のためには細胞の活動が一過性のものである必要があるが、事実これらの神経節細胞は視覚刺激に対して一過性の応答を示す。一方、その前段階にあたる網膜視細胞や双極細胞は、むしろおおむね持続的応答をする。そこで、持続的応答から一過性応答への変換がどのようにしてなされるのかという問題について、双極細胞から神経節細胞への信号伝達が一過性のものであることが指摘された（金子）。具体的には、神経伝達物質（アセチルコリン）の放出の時間的経過と、伝達物質に対する受容体の脱感作など複数のメカニズムが関与している可能性があるという。

次に、Mishkinらによる空間認知（頭頂葉）経路と対象認知（側頭葉）経路との古典的区別はよく知られているが、最近第3の視覚経路として運動（STS：上側頭溝）経路を想定することも提案されている。しかし、むしろ運動経路はより初期の段階に位置し、前2者の双方に投射・貢献していると考えの方が妥当なのではないかという疑問が提出された（小松）。これに対し、これら3つのシステムは視覚系のおおまかな記述でしかなく、さらに多くのことを研究する必要が強調されたが（Mishkin）、同時に小松の考えは現段階においては解剖学的・機能論的観点から妥当なものとして承認された。

一方、前頭前野、とりわけ46野の空間記憶（特に、現在の課題遂行にかかわる短期的な位置の記憶）機能についての前日のGoldman-Rakicの講演を受けて、彦坂は「空間記憶はいかにして読み込まれ、また読み出されるか」との問題を提起し、大脳基底核をその有力候補とみなす根拠を自身の研究事例から挙げた。それによると、目標が消失してから実際にサッカード（急速・飛越眼球運動）を起こすまでの間、その位置を記憶していると思われる細胞が尾状核（入力部）で見出された。そして、この尾状核細胞の発火が黒質（出力部）細胞の視床-皮質系に対する抑制を解除する（脱抑制）メカニズムがあり、これが空間記憶の読み出しに関与している。また、神経心理学的研究でも示されている通り、ドーパミンがこの大脳基底核の活動の決定的要因であるという。以上の報告を受けて、前頭前野や前頭眼野（Frontal Eye Field）との関連、記憶に基づく「内部誘導型」の眼球運動システムと視覚刺激に基づく「外部誘導型」のシステムとの併在などについて、質疑が

交わされた。特に、(1)基底核に投射する皮質部位は多々あるが、それぞれ基底核の異なる部位への投射であって独立であること、(2)また前頭前野（特に主溝近傍）の切除によって認知機能の障害が生じ刺激拘束的となるが、感覚誘導的な反応には障害を生じないので、少なくともふたつの独立なシステムの存在を想定することには賛成であること、(3)遅延期間中に活動を示す細胞は多くの部位で発見されているが、その起源はあくまでも前頭前野と考えたいこと、などのコメントがあった (Goldman-Rakic)。

#### 4) 可塑性と視覚発達

外山はラット外側膝状体および視覚皮質の薄切片をいっしょに培養した結果、外側膝状体細胞の軸索が皮質IV層に終末をつくり、皮質IV層の細胞はII, III層へ神経結合を形成すること、また皮質IV層から外側膝状体へのフィードバック投射も生じるなど、生体内と同様の結合・構造を生じることを見出した。さらにノルアドレナリンを与えられた条件下では、外側膝状体から皮質細胞へのシナプス伝達の長期増強も生じたという。この結果や他の知見を総合して外山は、神経結合の決定には Hebb のシナプス結合法則のほかに、遺伝・神経調節物質の分泌などの要因が複合的に働いていると要約した。これとの関連で、サルの子供における柱状溝造および結合の例、脳梁を経て対側半球へ投射する細胞の初期特殊化の例などが挙げられ (Goldman-Rakic)、遺伝要因の重要性という点が強調された。

次に、Held の前日の講演について質問が集まり (小野、佐藤、小松、下條、藤田)、それに対して、(1)副尺視力など中枢性の視覚解像力の発達における性差の原因としてテストステロンが考えられるとすれば、初期の結合を保存する効果をもつためかもしれないこと、(2)性差は聴覚発達などにも見られるが、発達速度の問題であってそれ自体に生物学的意味があるのではなく、むしろ体内のさまざまなシステムの発達にともなう、より基本的な変化の随伴現象と見るべきであること、(3)方向選択性と視差選択性とを発達の観点から比較すれば、前者が先立つと考えるべき証拠があること、(4)神経細胞の自発的発火が優位眼分化に必要であることなどから、Hebb 型のメカニズムが初期の結合形成に重要であること、(5)両眼立体視力と副尺視力とは質的に似かよった発達曲線を描くばかりではなく、ともにハイパー視力として共通の皮質処理過程を基盤にもつかもしれないこと、などのコメントが得られた。

#### 5) 言語過程と注意過程

Posner は前日の講演で、前頭部（特に左前頭下部領域）が意味的過程に重要な役割をもつことを示唆する PET (ポジトロン放射断層撮影法) のデータを示し、Geschwind のモデルや古典的神経学の知見とは相容れない結果であると論じた。これに対し山鳥は、前頭損傷によるいわゆる Broca 失語でも命名や意味理解の障害を完全には免れ得ないなど、従来から前頭と意味的過程との関連性は知られていたことを指摘した。そのうえで、Balint 症候群などの例から、意味処理には側頭部が最も重要であるが、各部位は異なるレベルの処理を担当しているのではないかと述べた。Posner より、(1) Broca 失語の損傷部

位にはしばしば今回問題にした下前頭領域が含まれること、(2)意味的プライミング課題では前頭葉損傷の患者にのみ障害が見られ、後部損傷では障害がないが、これはPETデータと一致すること、(3)しかし反面、Warringtonの症例のように後頭部損傷で意味的障害が報告されているケースもあること、(4)それゆえ異なる領域は異なる意味的計算を担っていると考えざるを得ないが、その間の関係については、新生児・乳児における単語発話の研究などに糸口を見出せるかもしれないことなどのコメントがあった。

また、後頭葉下部が視覚による形態的な単語認識に重要であるというPosnerの報告と関連して、山鳥は優位半球側頭葉後下の損傷で、発話とカナの読み書きには障害がないのに漢字の読み書きの能力が障害を蒙っている興味深い自験例を紹介した。これは漢字が文字的であるよりはむしろ単語的であることを考えれば、妥当な結果であるという。

注意過程については、現在注意を払っているものから注意を解放し／移動し／新たな対象に注意を注ぐという複数の下位過程に分けられるというPosnerの以前からの見解に関して、注意の移動だけではなく、注意を払う範囲の変化についてはどうかとの質問が提出された(山鳥)。これに対し、右半球の頭頂葉-側頭葉の境界部の損傷では、視覚刺激の細部に関する課題はできても全体に関する課題で障害が見られ、一方、左半球の対応部位が損傷すると細部に関する課題が選択的に阻害されるという差異が指摘された。これが事実だとすれば、注意範囲の大きさにより特異的に活動する部位が脳内にあり、しかもその部位には左右半球差があると解釈することも可能である。また、頭頂葉-側頭葉境界部のより背側の損傷によって、ひとつのものに注意を払うことはできるのに、注意をひとつの対象から別の対象に移動することができない症例も紹介し、注意過程が解放／移動／再拘束という基礎過程に分けられることの根拠とした(Posner)。また、Wurz型とPosner型とのパラダイムの相違(試行間で同じターゲット位置を繰り返すか否か)から、少なくともふたつの注意過程を分けて考える必要が示唆された。(彦坂)。

最後に、二重像条件下での「視覚的捕獲」現象に選択的注意が決定的役割を果たすことを示すデモンストレーションが紹介され(下條)、予定時間を大幅に超過して討議を終了した。

出席者の専門・関心が多岐にわたり(網膜レベルから前頭レベルまで、シナプス・神経伝達物質レベルから認知・行動レベルまで)討論の難しさを予想したが、案に相違して多角的な問題の掘り下げを可能にする結果となった。特に、(1)網膜局在的マッピングと特徴選択性の増大との関係、(2)知覚・認知機能と運動・操作機能との密接な関連などが中心的テーマとして浮かび上がるとともに、(3)視覚系についての可塑性・発達研究の急速な進展、(4)言語・視覚的注意など高次機能への新たな関心などが強く印象に残り、これまで比較的交流の少なかった生理学・神経学・心理学の協力の必要性を再認識した。内外における今後の活発な交流のきっかけになることを期待している。

(下條信輔・藤田一郎)