

[別紙2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 渡邊秀典

記憶はヒトの認知活動を支える極めて重要な機能である。しかし、この機能を発現する脳の情報処理機構については、なお未解明な部分が多い。「皮質-海馬記憶システムに関する研究」と題する本論文は、脳の記憶機能の一つである新規情報を獲得する機構を考察して、皮質と海馬間の投射関係に関する生理学的知見を踏まえつつこの記憶現象を発現できる神経機構モデルを検討して成案を得て、計算機シミュレーションによってその妥当性を検討しているもので、全体は5章から構成されている。

第1章は本研究の動機を述べてから、認知心理学、生理学、情報科学の分野における記憶研究を紹介している。そして、新規と既知の情報を提示した際の脳の活動状況を磁気共鳴映像法を使って計測した実験事実などから、長期記憶は大腦皮質でなされること、海馬は中間記憶機能、即ち脳に入力された情報が皮質に貯蔵されるまでの期間その情報の皮質における想起を支援する機能を有すること、したがって新規情報を獲得するための情報処理機構はこれら二つを要素とするシステムとして構築されるべきことを述べている。

第2章は、生理的に妥当なモデルを構築するために、海馬の解剖学的な構造と内外部との投射関係について調査した結果を取りまとめている。

第3章は、得られた解剖学的知見を参考に、新規情報の獲得機能を発現せしめる脳内回路を明らかにするために、この機能を発現するのに必要でないと思われる部位や投射を可能な限り省略して到達した、大腦皮質（以下ではCXと記す。）、嗅内野（以下ではECと記す。）海馬CA1（以下では単にCA1と記す。）、齒状回（以下ではDGと記す。)/海馬CA3（以下では単にCA3と記す。）の4領域の働きと関係をモデル化した皮質-海馬モデルの設計を述べている。このモデルにおいては、各領域は連続時間型ニューロンモデルで与えられ、CXからECへの投射末端は興奮性ニューロンのみならず抑制性ニューロンにも結合し、この抑制性ニューロンから入力を受けるECの興奮性ニューロンでは興奮性入力よりも抑制性入力の効果が大きく、かつ長時間持続すると仮定している。

第4章はモデルの計算機シミュレーションを行った結果を述べており、本モデルに新規のパターンを入力した場合にはCA1、DG/CA3間の結合の可塑性によりパターンが一時的に保持され、続いてこのパターンの一部が与えられたときには、海馬に駆動されて皮質上に完全なパターンが再現（想起）されること、

一方、皮質のニューロン間の結合にパターンが埋め込まれている状態では皮質のニューロンの活動のみによってパターンの想起が行われることから、このモデルは入力パターンの新規性の有無によりモデルの振舞いが異なり、新規情報を表現するパターンは自律的に中間記憶として獲得されることが示されたとしている。そして、この相違は EC の興奮性ニューロンの活動に抑制性入力及ぼす効果によることを明らかにして、その生理学的妥当性について考察し、この効果の存在の確認を目的とする生理実験が脳の記憶機能の解明に有用な結果をもたらすとして、今後この種の実験が行われるべきとしている。

第 5 章は結論で、以上に得られた知見と提案を要約するとともに、ここで考案したモデルは今後さらに変更を加えていくことにより、他の様々な記憶機能の解明にも役立つことが期待できるとしている。

以上を要すれば、本論文は、生理学的知見を踏まえて脳の新規情報の獲得機能を説明する皮質—海馬モデルを提案し、シミュレーションによってその妥当性を示すことにより、ヒトの情報処理機構の理解を増進する手がかりを得ることに成功しているものであり、採用されたモデル構築のアプローチを含めて、マクロレベルのシステムの振舞いを微視レベルの現象の統合化が産み出すものとして体系化していくことを目指すシステム量子工学の発展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位論文として合格と認める。