

Title	自己相関型連想記憶モデルに関する研究
Author(s)	岡田, 真人
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40417
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏 名 おか だ まさ と
岡 田 真 人

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 1 2 7 9 0 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 9 年 1 月 16 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当

学 位 論 文 名 自 己 相 関 型 連 想 記 憶 モ デ ル に 関 す る 研 究

論文審査委員 (主査)
教授 福島 邦彦
(副査)
教授 佐藤 俊輔 教授 中野 馨 講師 倉田 耕治

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、自己相関型連想記憶モデルに関する研究をまとめたものである。このモデルの重要な性質は記憶容量、引き込み領域、偽記憶である。このモデルは記憶を含む脳の高次機能のもっとも重要なモデルのひとつであると考えられている。そのため、これらの性質をできるだけ精密に理論的に議論することが必要とされている。

本論文の前半では、これらの性質のうち記憶容量と引き込み領域に関する理論を提案する。これまでも記憶容量のような平衡状態の性質や引き込み領域等の想起過程の性質に関する理論が数多く提案されていた。想起過程の性質は平衡状態に比べて理論的な取扱が困難であるため、想起過程の理論は平衡状態の理論に比べて不十分な点が多いことが知られていた。例えば従来の想起過程の理論をもちいて平衡状態の性質を議論すると、その結果は平衡状態の理論と一致しない。それに対応する計算機シミュレーションの結果は平衡状態の理論を支持していた。この二種類の理論の導き出す結果の不一致の原因は明らかでなく、これらの理論の間関係は明白ではなかった。自己相関型連想記憶モデルのような脳のモデルとして基本的と考えられるモデルの理論に関してこのような現状は好ましくない。

本論文で提案した想起過程の理論はモデルの想起のダイナミクスを統計的に議論することに成功する。この理論は計算機シミュレーションの結果を定量的に説明できる。それだけでなく従来明らかでなかった平衡状態の理論と想起過程の理論の関係を明らかにできる。この理論をもちいて平衡状態の性質を議論した場合、その結果は平衡状態の理論と一致する。

本論文の後半では前半に提案した理論をもちいて、より複雑なモデルを解析する。記憶パターンをスパースコーディングすると記憶容量が飛躍的に増大することが知られている。またモデルを構成する素子に非単調特性を導入することにより、モデルの性質が向上することも知られている。本論文ではスパースコーディングによる記憶容量の増大のメカニズムをこれまで以上に詳細に調べる。また外乱などに対するモデルの頑健さも理論的に議論する。

スパースコーディングの優れた特性と非単調素子をもちいたモデルを組み合わせるとより優れた性質を持つモデルになることが従来予想されていた。しかしながらスパースコーディングした場合、優れた性質を持つと考えられていたこのモデルを従来の単調なモデルと比較すると、両方のモデルとも記憶容量は増大するが、これらのモデルの記憶

容量の差は小さくなること示す。つまり記憶容量の観点からは、優れていると考えられていたこのモデルは従来のモデルに対して、利点を持たないことが示される。

次にスパースコーディングされた連想記憶モデルの引き込み領域等の想起過程での性質を議論する。従来スパースコーディングされた連想記憶モデルの想起過程での性質はほとんど研究されていなかった。これは連想記憶モデルの想起過程のダイナミクスを理論的に取り扱うことが困難であるためである。さらに、想起過程の解析結果をもとに海馬の神経回路と相関型連想記憶モデルの関係について述べる。多くの研究者が海馬もしくは海馬周辺の神経回路と相関型連想記憶モデルの関係を論じている。スパースコーディングされた連想記憶モデルの想起過程の解析の結果から示唆される回路構造と海馬 CA3 回路の解剖学的な知見とを比較し、これらの解剖学的知見に新たな解釈を与える。

論文審査の結果の要旨

記憶は脳の高次機能の中でも最も重要な機能の一つである。記憶の理論的研究の一つの手法として、記憶を司であろう神経回路網をモデル化し、そのモデルを理論的に議論する方法がある。本論文は、記憶を司る基本的な神経回路と考えられている自己相関型連想記憶モデルに関する研究をまとめたものである。

本論文の前半では、自己相関型連想記憶モデルの、平衡状態と想起過程とを統一的に扱う理論を提案している。相関型連想記憶の理論は、これまでに数多く提案されていた。しかし、想起過程のダイナミックな性質を理論的に論じることは、平衡状態だけの取扱いに比して困難であるため、従来の想起過程の理論は、平衡状態の理論に比べて不十分な点が多かった。例えば、従来の想起過程の理論を用いて平衡状態の性質を議論すると、その結果は平衡状態の理論と一致しなかった。しかし計算機シミュレーションの結果は、平衡状態の理論のほうを支持していた。この二種類の理論が導き出す結果の不一致の原因は明らかでなく、また、これらの理論の間関係も明白ではなかった。

本論文ではこれらの問題点を統一的に扱える理論を提案している。この理論によって、想起過程のダイナミクスを統計的に議論することが可能になった。この理論を用いれば、モデルの計算機シミュレーションの結果も定量的に説明できる。また、従来明らかでなかった平衡状態の理論と想起過程の理論の関係も明確になった。この想起過程の理論を用いて平衡状態の性質を議論すると、従来の不完全な想起過程の理論とは異なって、平衡状態の理論と一致する結果を導くことができる。

本論文の後半では前半に提案した理論を用いて、より複雑なモデルを解析している。記憶パターンをスパースコーディングすると記憶容量が飛躍的に増大することが従来から知られている。本論文ではスパースコーディングによる記憶容量の増大のメカニズムを、これまで以上に詳細に調べている。また外乱などに対するモデルの頑健さも理論的に議論している。さらにスパースコーディングを行なった場合の、想起過程のダイナミクスを理論的に解析している。また、モデルを構成する素子に非単調特性を導入するとモデルの性質が向上することも知られているので、その理論的な解析も行なっている。ところで、相関型連想記憶モデルのような機構が海馬 CA3 に存在すると考えている研究者が多い。そこで相関型連想記憶モデルの解析結果と、海馬 CA3 回路の神経回路の解剖学的な知見とを比較し、これらの解剖学的知見に新たな解釈を与えている。

以上のように、本論文の内容は、自己相関型連想記憶モデルの理論的な研究の進展とその脳科学への応用に寄与するものであり、博士（理学）の学位論文としての価値のあるものと認める。