



博士（人間科学）学位論文 概要書

ニューラルネットワークによる多次元データの
1次元空間への写像に関する研究

*(Studies on mapping multi-dimensional data to
one-dimensional space with neural network model)*

2002年1月

早稲田大学大学院人間科学研究科

村田 久

指導教授 嵯峨座 晴夫

本研究の概要

本研究はニューラルネットワークモデル (neural network model) を用いた質的データの縮約的記述のメカニズムを明らかにすることを目的としている。

ニューラルネットワークとは神経回路網、人間の脳を数理的にモデル化したものである。生理学的立場からのニューロ研究は脳の生理的機能をいかに数学的に表現できるかという問題を扱っているのに対し、ニューラルネットワークはその応用、実用的側面に重点をおき情報処理モデルのツールとして論じられている。またニューラルネットワークによる情報処理は高度並列分散型の情報処理とも理解されている。

データ解析を必要とされる研究分野では統計学的手法である、多変量解析法が使用されることが通常である。多変量解析はデータに線形関係を仮定してデータを判別したり、縮約的に表現するのに用いられる。

多変量解析が線形モデルとみなされるのに対し、ニューラルネットワークは非線形モデルと見なすことができる。ニューラルネットワークの立場からの意見では多くの場合、データに対する当てはまりの良さという点で、線形モデルより「うまくいく」といわれている。しかし非線形な情報圧縮のメカニズム自体はデータ解析の立場で必ずしも明らかではない。ニューラルネットワークを効果的に応用するためにはこれらの特徴を把握しておくことは重要である。

本研究ではノンパラメトリックなデータ解析に用いられている Dual scaling との比較を通じてニューラルネットワークによる多次元データの 1 次元空間への写像のメカニズムを明らかにするとともに、ニューラルネットワークにおける分散的情報処理と情報圧縮との関係も考察している。

応用分野におけるニューラルネットワークの特徴は非線形問題解析、並列分散処理のキーワードをもってかたられる。これらのキーワードはニューラルネットワーク自体の数理的考察と動作把握を通してうみだされてきた成果である。本研究はデータ解析の立場からニューラルネットワークにおける非線形問題解析、並列分散処理の意味づけを目論むものである。本研究は線形問題と非線形問題をきりはなして理解するのではなく、両者を対比することにより分析している。

本研究の構成は以下の通りである。

第1章では、本研究の目的と方法についてのべられ、同時に本研究の立場を明らかにすることにより意義付けを行っている。

第2章では、ニューラルネットワークのモデルとなっている、生物学的な神

経細胞の解説を行い、神経細胞が数理モデル化される過程について述べられている。人間の脳と計算機の情報表現の違いについても考察している。

第3章では、階層型ニューラルネットワークのアルゴリズムについての解説をおこなっている。これらのアルゴリズムは第4章で Dual scaling のアルゴリズムと比較検討される。同時に、第2章、第3章を通じてニューラルネットワークの研究の歴史が概観できるような構成になっている。

第4章では、本研究でニューラルネットワークの比較の対象としてとりあげられる、Dual scaling についての数理的解説をおこない、ニューラルネットワークモデルとの数理的比較をおこなっている。またニューラルネットワークと Dual scaling を用いてシミュレーション比較する際の前提条件について述べられている。

第5章は砂時計型ネットワークモデルを用いた情報の圧縮についての解説を行い、3次元データと4次元データをもちいたシミュレーション比較を通じてそのメカニズムを考察している。

第6章は中間層の考察によるアプローチからニューラルネットワークのメカニズムを明らかにするとともに、情報圧縮における分散的表現の理解について述べられている。

第7章は本研究の結語として、研究の成果を第1章第2節の本研究の意義付けに関連して述べるとともに、今後の研究課題についても述べられている。またニューラルネットワークを用いた今後の研究の方向性についても言及している。