

# 学位論文要旨

タイトル：東洋医学における人体のペトリネットモデルの構築に関する研究  
氏名：甘 泉

東洋医学とは古代中国から始まり、日本や韓国を中心に世界の国々に伝わって発展してきた医学である。東洋医学における人体は、主に五臓六腑、経脈、経穴、気・血・津液から構成されている。五臓六腑とは東洋医学において、人体の内臓全体を指すときに用いられる表現であり、具体的に五臓は肝・心・脾・肺・腎を指し、六腑は胆・小腸・胃・大腸・膀胱・三焦を指す。経脈とは身体を縦に流れる脈であり、気と血の通路の役割を果たすものである。気・血・津液は生きるために必要なものであり、いわゆる代謝物質である。また、経穴は基本的に経脈に位置付けられており、人体の表面に存在している。

鍼灸治療は、東洋医学の治療法の1つであり、鍼または灸で経穴を刺激することによって、その刺激が経脈に伝わり、体内の気・血・津液が改善され、その結果、五臓六腑の機能が活性化される。鍼灸治療は、副作用が少なく、病気の予防や難病の治療などにも有効であることから、WHOに認められ、今や世界中に広まっている。しかしながら、鍼灸治療は未だ経験的・臨床的に行われることが多く、治療の仕組みや過程が科学的に解明されていない部分が多い。そのため、現代の西洋医学や科学技術的な観点も取入れた客観的・統一的なアプローチが求められている。

国内外において、東洋医学に関する人体のモデル化や解析等の研究は、五臓六腑あるいは経脈の一方のみを取り上げて行われており、五臓六腑、経脈、経穴、気・血・津液のすべてを含んだ人体モデルの研究がなされていない。また、鍼灸治療のシミュレーションやシミュレーションによる検証といった研究も行われていない。

一方、ペトリネットはシステムの静的構造の表現と動的挙動の解析・シミュレーションが可能なモデリングツールであり、生命システムのモデル化や解析においても数多く応用され効果を上げている。ペトリネットを用いれば、東洋医学の五臓六腑、経脈、経穴、気・血・津液を含んだ人体のモデル化と鍼灸治療のシミュレーションが可能になる。

そこで、本論文では、システムの構造と動作の両方を表現・解析・シミュレーションすることができるペトリネットを用いて、五臓六腑のモデルをベースに、経脈、経穴および気・血・津液を加えていくように東洋医学の人体モデルを構築する手法を提案した。また、構築された人体モデルを用いた鍼灸治療のシミュレーション結果、および、臨床結果との比較によるモデルの妥当性検証の結果を示した。

具体的に、まず、先行研究を踏まえた上で、五臓六腑間の相互関係に基づいた五臓六腑のモデルを構築した。次に、経脈と経穴のモデルを構築し、それを五臓六腑のモデルに加えた。さらに、臓腑の働きによる気・血・津液の生成や流れを分析し、その分析結果に基づいた気・血・津液のモデルを構築した上で、東洋医学の全体の人体モデルを完成させた。

モデルの妥当性を検証するために、提案したモデルを用いて、以下の3つの観点に基づき、鍼灸治療のシミュレーションを行った。

1つ目は、臨床で有効と検証された計17の症例に基づいて行った鍼灸治療のシミュレーション結果と文献に記載された臨床結果と一致しているかどうか。

2つ目は、文献に記載された経穴を除いてランダムに選ばれた経穴を刺激した鍼灸治療のシミュレーション結果と文献に記載された臨床結果と一致しているかどうか。

3つ目は、他の臓腑との関係が判明されていない三焦を除いた人体モデルを用いて、臨床で有効と検証された症例に基づいて行った鍼灸治療のシミュレーション結果と文献に記載された臨床結果と一致しているかどうか。

最後に、シミュレーションの結果から、以下のことが明らかになった。

(1) 文献に示されている経穴を用いた鍼灸治療のシミュレーション結果から、五臓六腑はやがて健康状態に回復されたとの結論を得た。その結果より、シミュレーション結果と文献記載の臨床結果と一致していることが確認できた。

(2) 文献記載の経穴を除き、ランダムに選んだ経穴を用いた鍼灸治療のシミュレーション結果から、五臓六腑が健康状態に回復できないことが分かった。その結果より、文献記載以外の経穴では、臨床結果と一致することにならないことが確認できた。

(3) 三焦を除いた人体モデルを用いて行った鍼灸治療のシミュレーション結果から、五臓六腑は健康状態に回復できないことが分かった。

その結果より、三焦を除いたモデルでは文献記載の臨床結果と一致することにならないことが確認できた。(1)と合わせていえば、三焦に関するモデルの構築法は妥当であることがいえる。

以上の(1)~(3)より、本論文で提案した東洋医学の人体モデルは、臨床結果と一致するシミュレーション結果が得られることで、その構築法が妥当であり、構築されたモデルが有用である。

本論文で提案した人体モデルはペトリネットを用いることで、東洋医学における人体内部の相互関係を視覚的に表現できる。また、鍼灸治療のシミュレーションが可能となり、そのシミュレーションによって、治療現場で観測できない臓腑状態の変化過程を示すことができる。

本論文は、東洋医学の諸説を基に、情報科学・情報技術に基づいて、経験的・臨床的に行われ、かつ定性的な説明しかできていない東洋医学の鍼灸治療の仕組みの解明に対する新しいアプローチを提供するものである。その成果は、人体の仕組みの解明にも、新たな鍼灸治療法の発見にもつながるものである。

## 学位論文審査の概要と結果

報告番号	東アジア博 甲 第 号	氏 名	甘 泉
論文題目	東洋医学における人体のペトリネットモデルの構築に関する研究		

## (論文審査概要)

本学位論文は、東洋医学の諸説を基に、経験的・臨床的に行われ、かつ定性的な説明しかできていない鍼灸治療の仕組みの解明に対する情報科学・情報処理技術に基づいた新しいアプローチを提供するものである。その成果は、人体の仕組みの解明にも、新たな鍼灸治療法の発見にもつながるものである。本論文では、システムの構造と動作の両方を表現・解析・シミュレーションすることができるペトリネットを用いて、五臓六腑のモデルをベースに、経脈、経穴および気・血・津液のモデルを加えていくように東洋医学の人体モデルを構築する手法を提案している。また、構築された人体モデルを用いた鍼灸治療のシミュレーションを行い、その結果と文献記載の臨床結果との比較でモデルの妥当性を検証している。論文の構成は次の通りである。

第1章では、東洋医学、鍼灸治療、および、本論文で用いるネット理論の1つであるペトリネットに関する概要説明を行い、東洋医学における人体に関するこれまで行われてきた先行研究を紹介し、本研究の課題を明らかにしている。

第2章では、東洋医学の鍼灸治療が発展してきた背景と現状を詳細に紹介し、東洋医学における人体の五臓六腑、経脈、経穴、気・血・津液の概念を具体的に説明している。また、本論文で用いるモデリングツールであるペトリネットとカラーペトリネットを導入し、カラーペトリネットのシミュレーションツールであるCPN Toolsの使用方法について述べている。

第3章では、東洋医学における人体の主要な構成部分である五臓(肝、心、脾、肺、腎)六腑(胆、小腸、胃、大腸、膀胱、三焦)について、先行研究を踏まえつつ、ペトリネットを用いてそのモデルを構築する方法を提案している。まずは、1つの臓または腑を表す臓腑単体モデルを示している。次に、具体的な臓腑に対応しない三焦を除いた五臓五腑について、東洋医学の五行説と臓腑表裏関係に基づいてそのモデルを構築している。その後、三焦を扱うペトリネットモデルを追加することで、五臓六腑のペトリネットモデルを構築している。

第4章では、鍼灸治療の施術方法である手技、および、治療原則である虚実補瀉に基づいて、人体の経脈・経穴をモデル化して、第3章で構築した五臓六腑モデルに追加するように、五臓六腑と経脈・経穴のモデルの構築法を提案している。まずは、単一経穴の効能を表す数式を提案し、単一経穴と単体臓腑を結合させたモデルを構築している。次に、1本の経脈に属する経穴のモデルを構築したうえで、全ての経脈を表した経脈・経穴のモデルを構築している。最後に、五臓六腑と経脈・経穴を結合させるインターフェースを組み入れ、五臓六腑と経脈・経穴の結合モデルを構築している。

第5章では、その他の人体構成要素である気・血・津液を加えたモデルの構築法を提案している。まず、気・血・津液と五臓六腑の関係を示し、「化生」「輸送」と「臓腑の新陳代謝」を表す数式を与えたうえで、これらの構成要素を表したモデルの構築法を示している。次に、構築した気・血・津液のモデルを五臓六腑と経脈・経穴のモデルに加えて、人体全体のモデルを構築している。最後に、CPN Toolsの階層化機能を用いて、全体的に見やすく、かつシミュレーションのできる東洋医学の人体モデルを完成させている。

第6章では、完成した人体モデルを用いた鍼灸治療のシミュレーションの結果を示している。文献記載通りの鍼灸治療のシミュレーションでは臨床結果と一致し、経穴をランダムに選んだ時のシミュレーションでは一致しないことから、構築した人体モデルが妥当であると結論づけている。

第7章では、本論文で得られた研究成果をまとめたうえで、その研究成果の応用に関する今後の展望および研究をさらに発展させるための課題を述べている。

以上の学位論文の内容から、審査委員会は次のように評価した。

1. 創造性：東洋医学における鍼灸治療の現状と課題および関連研究を十分に理解し、鍼灸治療の臨床結果と一致したシミュレーション結果が得られる世界初の東洋医学の人体モデルを構築したことから、本論文は、創造性において極めて優れている。

2. 論理性：先行研究を引用しながら課題を明らかにしている。東洋医学の諸説に基づきながら、情報処理技術を活用した東洋医学の人体モデルを構築している。このように、本論文は、課題の提示から解決法まで一貫性のある展開をしていることから、論理性において極めて優れている。

3. 厳格性：関連する文献を可能な限りカバーしており、先行研究についても丁寧に渉猟している。またモデルの妥当性や有用性について、複数の観点から厳密に検証したうえで結論付けている。こうしたことから、厳格性において優れている。

4. 発展性：提案した人体モデルを用いてシミュレーションすることで、鍼灸治療の全過程を可視化することができる。これを活用することによって、鍼灸治療の効果を予測できるだけでなく、新たな鍼灸治療法の発見にもつながる。よって、発展性において極めて優れている。

以上より、全体的に優れていることから、論文審査を「合」と判定した。

論文審査結果

合・否

審査委員 主査 (氏名) 葛崎 偉

(氏名) 中田 亮

(氏名) 鷹岡 亮

(氏名) 北沢 千里

(氏名) \_\_\_\_\_ ㊟