

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 10 日現在

機関番号：15501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25540135

研究課題名(和文)ペトリネットによる東洋医学の経絡のモデル化とその仕組みの解明に関する研究

研究課題名(英文)On Modeling Meridian System by Petri Net for Elucidation of the Mechanism of Oriental Medicine

研究代表者

葛 崎 偉 (Ge, Qi-Wei)

山口大学・教育学部・教授

研究者番号：30263750

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：東洋医学における内臓は五臓と六腑を指す。五臓とは肝、心、脾、肺、腎のことであり、六腑とは胆、小腸、胃、大腸、膀胱と三焦のことである。経絡は人体における代謝物質の通り道である。本研究はペトリネットを用いて五臓六腑と経絡のモデルを構築することを目的とする。本研究では、我々はまず五臓間の相生相克関係に基づいて、五臓のモデルを設計する。次に五臓と六腑の表裏関係に基づいて五臓六腑のモデルを構築する。さらに、体の変調の症状を表す内臓の証と経穴の効能との関係を調べた上、五臓六腑と経絡の結合モデルおよびシミュレーションモデルを構築し、CPN Toolsを用いて五臓六腑・経絡モデルのシミュレーションを行う。

研究成果の概要(英文)：In oriental medicine, internal organs imply five viscera and six bowels. Five viscera mean liver, heart, spleen, lung and kidney, and six bowels mean gallbladder, small intestine, stomach, large intestine, urinary bladder and triple energizer. Also, meridian system represents the passage of metabolites in the human body. We deal with construction of Petri net model of internal organs and meridian based on oriental medicine. We introduce relations of mutual generation and mutual restriction between five viscera to make a basic Petri net model of five viscera based on five-elements theory. Analyzing the relation between five viscera and six bowels, we propose a model of internal organs including five viscera and six bowels. Through investigating the syndrome of internal organs as well as the function of meridian, we propose a Petri net model including internal organs and meridians, and further its simulation model. Finally, we show how our model works by using CPN Tools.

研究分野：情報科学

キーワード：東洋医学 五臓六腑 経絡 証 心包経 ペトリネット モデリング

1. 研究開始当初の背景

(1) 漢方や鍼灸などの東洋医学による治療は、副作用が少なく未病や難病の治療も可能であることから古来より用いられている。しかし、経絡の仕組みは科学的に解明されておらず、治療や研究の多くが経験的・臨床的に行われているため、新しい知見による統一的な鍼灸治療法の確立が求められている[1]。このような社会的要請に応えるために、斬新な発想と情報処理技術に基づいた経絡のモデリングとシミュレーションによる仕組みの解明が必要である。

(2) 東洋医学では、五臓とは肝、心、脾、肺、腎、六腑とは胆、小腸、胃、大腸、膀胱と三焦を指す。五臓と六腑は密接に関連し、バランスを取り合っている。肝と胆、心と小腸、脾と胃、肺と大腸、腎と膀胱はそれぞれ互いに対となっていて、一方が病気になると他方も異常の可能性が高い。五臓の相互関係については、東洋医学では五行説という基礎理論がある[2]。

(3) 五行説に基づいて幾つかの研究がおこなわれている。Sun らは肝・心・脾・肺・腎といった五臓の生理的平衡状態に着目し、五行説とファジィシステム理論を融合したファジィモデルを提案している[3]。Guo らは数学的手法で五行説を解く目的で、五臓システムの進化法則に基づいて定量的に測るモデルを作っている[4]。これらの研究には、以下のような問題が存在する。経絡のモデルがないなど、モデリングが十分にできていない。シミュレーションが困難である。人体や経絡の仕組みを明らかにするには、これらの問題の解決が必要であった。

2. 研究の目的

(1) ネット理論であるペトリネットは、システムの静的構造と動的挙動の両方を表現・解析できるモデリングツールである。生命システムのモデル化や仕組みの解明などでも多数の成功事例があり、多くの成果が挙げられている。我々はペトリネットを利用して五臓六腑及び経絡の仕組みの解明を目指す。

(2) 本研究では、複雑に絡み合う五臓六腑や経絡や経穴をシステムとして捉え、ペトリネットを用いて、五行説に基づいた五臓のモデル、五臓と六腑の表裏関係に基づいた五臓六腑のモデル、経絡のモデルおよび五臓六腑・経絡の結合モデル、自動シミュレーションのできる五臓六腑・経絡の結合モデルを構築する。

3. 研究の方法

(1) 五行説は、五臓である肝・心・脾・肺・腎を木・火・土・金・水の5つの要素に対応付けるものである[2]。五行説には相生と相克の関係がある。相生の関係とは、相手を生み育てる母子関係のことであり、相克の関係とは、相手を抑制する関係のことであり、図1は相生相克の関係を表している。Sun らはこ

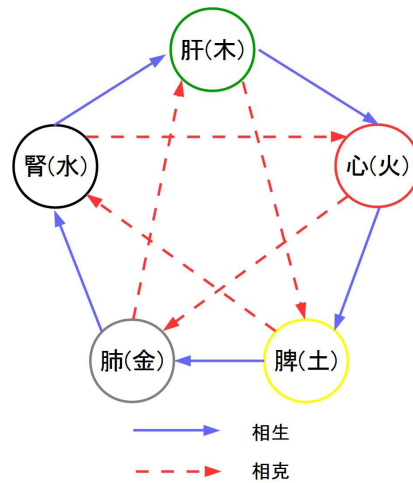


図1 五臓の相生相克関係

の相生相克の関係を次の式で表現する提案をしている。ここで、 t は時刻、 a_s, b_k, c は非負のパラメータ値、 f_s は相生を表す関数、 f_k は相克を表す関数、 f は臓器の状態を表す関数を示している。

$$f(t) = a_s f_s(t-1) - b_k f_k(t-1) + c f(t-1)$$

我々はこの式に基づいて五臓のペトリネットモデルを構築することにした。また、臓と腑は互いに表裏の関係にあり、対になって互いに助け合いながら生命を維持している。この表裏関係に基づいて五臓のモデルに腑を加えることにした。

(2) 経絡は東洋医学において人体の重要な構成部分[5]で、代謝物質の通り道である。鍼灸治療は鍼や灸による経絡上の経穴への刺激をすることで、その刺激が経絡に伝わり、体内の気や血の流れを良くする。証とは、東洋医学独自の概念でからだ全体の状態や体質を総合的に評価したものであり[2]、体の変調の症状ともいえる。我々は、経穴の証を用いて、経絡のそれぞれの経穴と五臓六腑との関係を調べ、経絡のモデルおよび五臓六腑・経絡の結合モデルを構築することにした。

4. 研究成果

(1) 単体の臓と腑のペトリネットモデルの設計、対となっている臓と腑のモデルの結合、また相生相克関係の五臓間への適用を行う

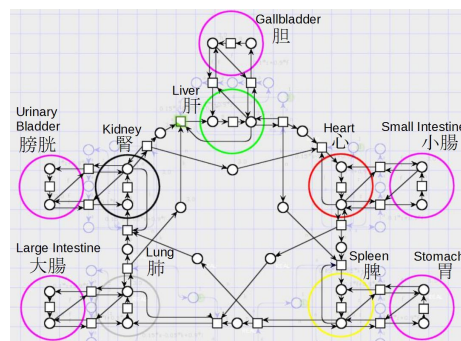


図2 五臓六腑のペトリネットモデル

ことよって、図2に示す五臓六腑（三焦を除く）のペトリネットモデルを構築できた。このモデルには、Sunらの式も適用しているので、シミュレーションができるモデルになっている。

(2) 経絡は経脈と絡脈の二つに分けられる。経脈は主に十二の正経と奇経八脈があり、絡脈は十五絡脈とその他の絡脈がある。我々は十二正経の内、9つの経穴をもつ心包経を取り上げ、それぞれの経穴と五臓六腑との証による関係を調べた。心包経には様々な証に対応する穴がある。例えば、曲沢は口（のど）が渇くという証に、内関は乗り物酔い・二日酔いとしゃっくり、吐き気、慢性胃炎、胃・十二指腸潰瘍、イライラ・ヒステリー、ストレス、つわりという証に、大陵は関節リウマチ、口臭が気になるという証に、それぞれ効能があるとされる。また、五臓六腑の状態が正常でなくなると各臓器で様々な機能が変調する。例えば、肝は疏泄機能と蔵血機能が低下する。心は血の流れの状態に異常が出る。脾は運化、昇清、統血という機能が低下する。肺は宣発と肅降の機能がうまくはたらかなくなる[2]。これらの変調が原因で起こる証を結び付けて、心包経と五臓六腑の関係を表1に示した。

表1 五臓六腑と心包経の各穴との関係

五臓	肝	心	脾	肺	腎	
天池						
天泉						
曲沢	○	○		○	○	
郄門	○	○	○	○	○	
間使						
内関	○	○	○	○	○	
大陵						
劳宮	○	○		○	○	
中衝						
六腑	胆	小腸	胃	大腸	膀胱	三焦
天池						
天泉						
曲沢			○	○		
郄門	○					
間使						
内関	○	○	○	○		
大陵			○	○		
劳宮			○	○		
中衝						

(3) 経絡と経穴が、体表面と臓腑を互いにつないでいる。経穴を刺激すると、刺激が経絡に伝わって、気や血の流れがよくなる。気や血の流れは、経絡を伝わって、その先にある臓腑に伝わる。気や血がスムーズに流れ込んでいくと、臓腑の機能が活性化する[2][5]。このことを踏まえて、まず1つの経穴が1つの臓または腑への影響を、ペトリネットを用いてモデリングした。次に、表1に基づいて、五臓六腑の各臓または腑において、複数の経穴からの刺激を受け取るように、図2の五臓六腑のモデルに、心包経のモデルを結合させた。このように構築した五臓六腑と心包経の結合ペトリネットモデルは、図3に示している。

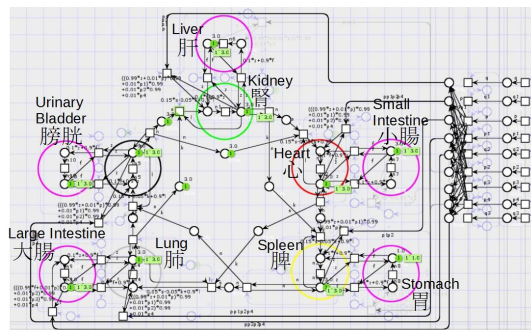


図3 五臓六腑と心包経の結合モデル

(4) 図3のペトリネットモデルでは、臓・腑の状態はプレースにあるトークンで、その状態遷移はトランジションの発火でモデリングしている。このモデルのシミュレーションはペトリネットのツールであるCPN Tools [6]を用いて行うことにしている。発火可能なトランジションが複数存在する場合、シミュレーションを行うと、ランダムに発火可能なトランジションが選択されることになる。一方、東洋医学では、人体の生命活動、各臓器の活動や血液の循環・新陳代謝といった生理活動はすべてリズムのある気の動きをベースにしており、全ての臓腑がバランスの取れた働きが基本である。従って、五臓六腑や経絡のモデルをそれぞれがバランスよく動くようにシミュレーションするためのペトリネットモデルを構築する必要がある。そこで、我々は、図3のペトリネットモデルを基に、それぞれの臓・腑が順次に発火するようなシミュレーションモデルを構築した。そのシミュレーションモデルは図4に示している。

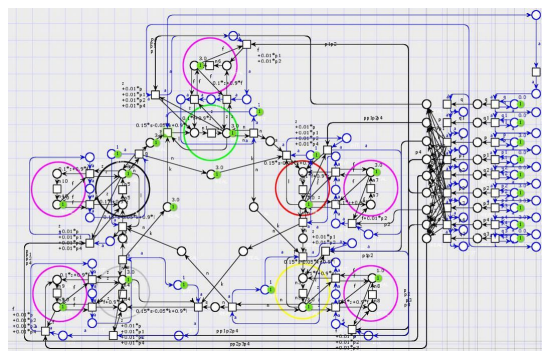


図4 自動シミュレーションモデル

(5) 図4の自動シミュレーションモデルを用いて、鍼灸治療のシミュレーションを行った。五臓および、胃を除いた腑の初期状態値をすべて正常状態(3)、胃の初期状態値だけを弱(1)と設定し、胃に影響がある大陵を刺激した。その結果は、図5と図6に示している。これらの図から分かるように、最初は弱の状態にある胃が対になっている脾に悪影響を与え、脾は急速に弱まり、その状態値が2.5を下回った。そして、五臓間の相生・相克の影

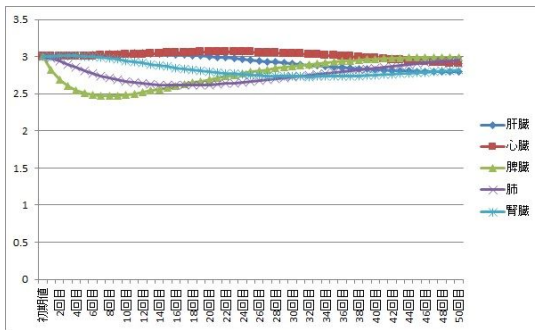


図5 大陵を刺激した肝・心・脾・肺・腎の変化

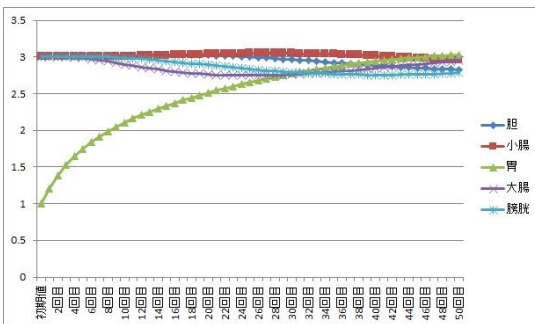


図6 大陵を刺激した胆・小腸・胃・大腸・膀胱の変化

響により、心を除いた他の臓も徐々に弱まった。一方、胃は脾からの強める作用もあって、経穴の大陵への刺激を続けることにより、急速に強くなり、22 回目のときは状態値が 2.5 まで回復した。その後、すべての臓腑は徐々に回復し、50 回目のときはほぼ正常状態の 3 まで回復した。特に興味深いのは、腑の中で胃による影響は大腸以外ほとんど見られなかったことである。

以上のような研究成果が得られ、五臓六腑および経絡に関するモデリングやシミュレーションの基礎技術を築き上げた。

<引用文献>

- [1] 篠原他, “第二次日本経穴委員会の提言”, 医道の日本, Vol. 71, No. 5, pp. 142-154, 2012.
- [2] 兵頭明, 『東洋医学のしくみ』, 新星出版社, 2012.
- [3] C.L. Sun, X.Y. Li and L.C. Zhao, "Fuzzy modeling and analysis based on five elements theory for the system of five organs system", Journal of Anshan Normal University, Vol.13, No.6, pp.1-4, 2011 (in Chinese).
- [4] W.Y. Guo, J.Q. Wu and S.Wang, "Five elements system modeling and solving", Journal of Shanghai second Polytechnic University, Vol.25, No.4, pp.253-256, 2008 (in Chinese).
- [5] X.M. Shi, 『針灸学』, 中国中医薬出版社, 2002 (in Chinese).

[6] CPN Tools, <http://cpntools.org/start>

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

Q.W. Ge, R. Wu, M. Nakata, “A Simulation Model of Internal Organs and Meridian System Based on Traditional Chinese Medicine”, Proc. Information 2015, pp. 247-250, 2015 (査読有).

Q.W. Ge, R. Wu, M. Nakata, “On Modeling Internal Organs and Meridian System Based on Traditional Chinese Medicine”, Proc. BioPPN2015, pp. 56-69, 2015 (査読有).

Q.W. Ge, R. Wu, E. Nagata, M. Nakata, “A Petri Net Model of Internal Organs Based on Five-Elements Theory of Traditional Chinese Medicine”, Proc. ITC-CSCC2014, pp. 990-993, 2014 (Best Paper Award, 査読有).

〔学会発表〕(計3件)

西田 昌史, 村井 悠太, 呉 靱, 中田 充, 葛 崎偉, “経絡の経穴効能に基づいた五臓六腑のモデルの構築”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 115, No. 480, pp. 5-10, 2016-03-03 (海峡メッセ下関(山口県・下関市)).

葛 崎偉, 前阪 美紗都, 呉 靱, 中田 充, “東洋医学に基づいた五臓六腑と経絡のペトリネットモデルの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 114, No. 313, pp. 141-146, 2014-11-21 (大濱信泉記念館(沖縄県・石垣市)).

長田 栄二, 呉 靱, 中田 充, 葛 崎偉, “東洋医学の陰陽五行説に基づいた五臓六腑のペトリネットモデルの提案”, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 113, No. 466, pp. 113-118, 2014-03-07 (愛媛大学工学部(愛媛県・松山市)).

6. 研究組織

(1)研究代表者

葛 崎偉 (GE Qi-Wei)
山口大学・教育学部・教授
研究者番号: 3 0 2 6 3 7 5 0

(2)研究分担者

中田 充 (NAKATA Mitsuru)
山口大学・教育学部・教授
研究者番号: 6 0 3 0 4 4 6 6

(3)研究分担者

呉 靱 (WU Ren)
山口短期大学・情報メディア学科・准教授
研究者番号: 7 0 7 0 8 0 1 5