

理学療法士の臨床推論技術向上を目的とした知識共有基盤の構築に向けて

松下 光範*¹、山西 良典*¹、佐々木 恭志郎*¹、畠山 駿弥*^{1,*2}、堀 寛史*³

*¹ 関西大学 総合情報学部

*² 兵庫県立尼崎総合医療センター

*³ びわこリハビリテーション専門職大学

概要 : When conducting rehabilitation, physiotherapists clarify a patient's problem through clinical reasoning and provide appropriate physiotherapy. Currently, clinical reasoning is not systematized well and is based on individual experience. The rapid aging of the population has led to a rapid increase in the number of physiotherapists. It implies the increasing of inexperienced practitioners and younger educators, making teaching and practicing clinical reasoning based on experience difficult. To solve the problem with computational support, we propose a framework for acquiring and sharing practical knowledge to support inexperienced physiotherapists in improving their *observation* and *logical organization* skills for precise clinical reasoning.

1. はじめに

総務省によると、日本の総人口（2021年9月15日時点）は前年比51万人減少している一方、65歳以上の高齢者人口は前年比22万人増加している⁽¹⁾。総人口に対する高齢者の割合である高齢化率は戦後一貫して上昇を続けており、2025年には団塊世代の約800万人が75歳以上となることから30%を超えると予想されている。そのため、高齢者の自立した生活の支援に向けて医学的リハビリテーションの専門職である理学療法士の育成が求められている。

理学療法士は、身体的機能不全により生活機能に支障をきたした患者を診療し、身体機能の改善を支援する。理学療法士が正しく診療行為を行う上で欠かせないスキルの一つに、臨床推論¹と呼ばれる問題解決のための思考過程がある。臨床推論は、データの収集、評価、問題の同定を

繰り返すことで、患者の問題を広くかつ深く理解していく推論プロセス⁽³⁾である。

質の高い臨床推論を行うには、臨床経験を通じて獲得される実践知が必要となるが、その実践知の熟達者から初学者への共有は困難である⁽⁴⁾。そのため、理学療法士の成長という点では、実践知を認知した者、あるいは無自覚のうちに活用できる者のみが成長していくような、各自のセンスに委ねられるものになっている⁽⁵⁾。しかし近年、理学療法士の若年齢層の割合が増加しており、実践知を活用できる熟達者が不足していることから、

- (1) 熟達者が獲得している実践知を表出させること、
 - (2) それを共有する枠組みを作成すること、
 - (3) その枠組みを初学者の教育支援に活用すること、
- が喫緊の課題である。

これらの問題を解決するため、本研究では理学療法初学者の教育支援への活用を目的として、実践知を表出・共有する枠組みを検討し、その過程における実践知の構造化および可視化を試みる。

2. 実践知を表出・共有する枠組みの設計

図1は、本研究で構想する理学療法士の実践知

¹臨床推論は、医師の場合は診断や治療法を決定する際の思考過程とされている⁽²⁾が、本邦では理学療法士が「診断」することはできず、対象の患者が抱える問題や必要とする治療を客観的数値やエビデンスに基づいて「判断」することが求められている。

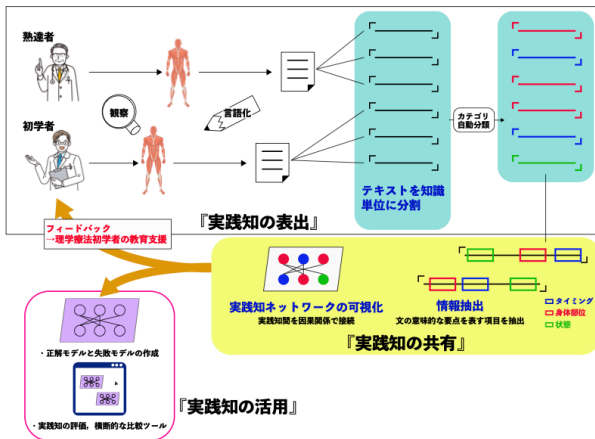


図 1: 実践値の表出と共有のモデル

の表出と共有による初学者の育成体制の全体像である。構想するフレームワークでは、実践知の表出プロセスによってデータ化された実践知から計算的な手法により情報抽出して可視化することで、実践知を活用可能な形として蓄積していく。

実践知の表出では、実際の臨床現場で日々の業務によって蓄積されるような自然言語で書かれた非構造化テキストを対象として、必要な情報と不必要な情報の取捨選択、および意思決定や臨床における判断などを抽出する。

実践知の共有では、表出した実践知の構造化や知識のモデル化などを通じて計算可能な状態にする。実践知の伝達や分析の支援においては、可視化手法を用いる。可視化された実践知ネットワークを初学者にフィードバックして自らの推論と熟達者の推論の相違を理解させ、主体的に学ぶことができるようにすることで、効率よく実践知を学べるようにすることを企図している。

3. 実践知の表出

現在、実践知表出の端緒として動作分析に関するテキストを対象に研究を進めている。動作分析は、患者の歩行や着替えなどの場面を観察して上手いかない理由を分析し言語化する評価行為である。これは視覚的な観察に基づいて行われることから主観性が高く再現性が低い分析であり、それゆえ得られる文章には実践知が多く含まれると考えられる。

動作分析から実践知を共有していく上で、自然言語で記述された文章をそのまま構造化したり、知識のモデル化を行ったりすることは難しい。そこで本研究では、動作分析を構成する理学療法知

表 1: PBPU の抽出例

原文	PBPU
腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張による、 股関節伸展制限が考えられる。	腸腰筋の過緊張が生じている 大腿四頭筋の過緊張が生じている 股関節伸展制限が考えられる
膝関節は伸展位となっており、 立脚期を通してダブルニーアクションは、 確認できない。	膝関節は伸展位となっている 立脚期を通してダブルニーアクションは確認できない

表 2: 因果関係の抽出例

原文	原因の PBPU	結果の PBPU
腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張による、 股関節伸展制限が考えられる。	腸腰筋の過緊張が生じている 大腿四頭筋の過緊張が生じている	股関節伸展制限が考えられる 股関節伸展制限が考えられる

識の最小単位として「問題思考を基盤とした理学療法」の構成素 (Problem Based Physiotherapy Unit: 以下 PBPU と記す)」を定義し、動作分析を PBPU に分割することで、構造化や知識のモデル化の処理を効率化することとした。

PBPU の抽出では、まず動作分析テキストの句点に着目して文の切れ目を特定し、文単位に分割する。次に、分割した各文から言語的な省略や重文を処理し、PBPU を抽出する。例えば、「腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張による、股関節伸展制限が考えられる。」という文章では、「腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張」の部分に並列表現により記述されている。これらを単文に分解すると、「腸腰筋の過緊張が生じている」と「大腿四頭筋の過緊張が生じている」という2つの PBPU を導出することができる (表 1 上例参照)。また、「膝関節は伸展位となっており、立脚期を通してダブルニーアクションは確認できない。」という文章は、主語と述語が2つずつ含まれる重文である。このような重文の場合は、主語と述語の対応に着目して分割を行うことで、「膝関節は伸展位となっている」と「立脚期を通してダブルニーアクションは確認できない」という2つの PBPU を抽出する (表 1 下例参照)。

動作分析において、理学療法士は自らの臨床経験を基に観察や推測した事実から他の観察や推測した事実へと因果関係を結ぶ。従って、動作分析から抽出した PBPU に対して因果関係に着目することで紐付けを行い、ネットワーク表現により可視化を行うことで実践知の共有を支援する。例えば、表 2 中の「腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張による、股関節伸展制限が考えられる。」という文章の場合、「腸腰筋や大腿四頭筋の過緊張」を原因として「股関節伸展制限」という結果を導いていると

解釈できる。またこの文章からは「腸腰筋の過緊張が生じている」と「大腿四頭筋の過緊張が生じている」、「股関節伸展制限が考えられる」という3つのPBPUが抽出できる。そのため、「腸腰筋の過緊張が生じている」と「大腿四頭筋の過緊張が生じている」を原因表現、「股関節伸展制限が考えられる」を結果表現として関係付ける。

現在、このようにして得られたPBPUおよび因果関係の妥当性を、経験豊富な理学療法士に精査してもらうことで本手法の有用性に関する検証を進めている。

4. 実践知の共有

実践知の共有のために、非構造化テキストであるPBPUを構造化し計算可能にすることで、実践知の活用フェーズにおける機械学習への応用や教育支援システムへの橋渡しを行う。本研究ではPBPUで頻出する重要度の高い以下の4項目を構造化の対象とする。

- タイミング：歩行周期の表現や空間的な状況
- 身体部位：特定の身体部位を表す表現
- 状態（項目）：状態表現のうち、属性を表すもの
- 状態（程度）：状態表現のうち、とり得る値を表すもの

例えば、動作分析において、理学療法では歩行を2歩で1周期とする繰り返し運動として捉え、歩行周期（1周期のうちの各時間的区分を「相」または「期」）で表現する。「タイミング」では、この歩行周期の表現や空間的な情報（「屋内」や「平地内」、「平行棒内」など）を抽出対象とする。「身体部位」では、関節や筋肉のような特定の身体部位を表現する項目を抽出対象とする。また状態を表す項目には「状態（項目）」と「状態（程度）」の項目があり、これはオントロジー工学におけるattribute-of 関係に対応している。例えば、

「Brunnstrom Recovery Stageはレベル3と考えられる」という文章の場合、「状態（項目）」には「Brunnstrom Recovery Stage」が、「状態（程度）」には「レベル3」が各々該当する。

現在、PBPU構造化の手法として辞書方式とルールベース方式の併用による情報抽出を行っている。構造化に用いる辞書には現時点で417語の語彙が含まれており、各語彙には「タイミング」「身体部位」「状態（項目）」「状態（程度）」のラベルが各々付与されている。

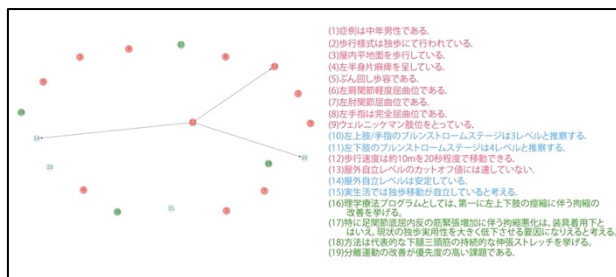


図2: 観察・推測・治療方針の間の論理性が低いと判定された例（赤：観察，青：推測，緑：方針など）

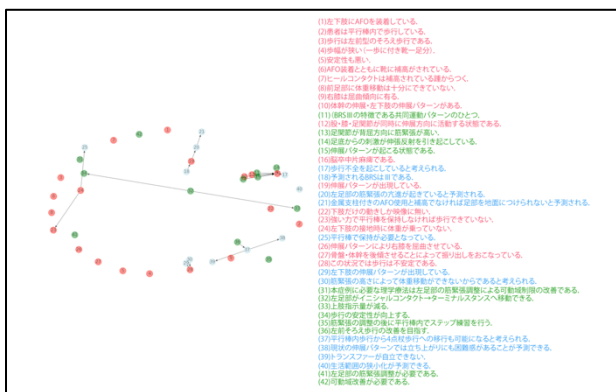


図3: 実践知が活用されていると判定された例

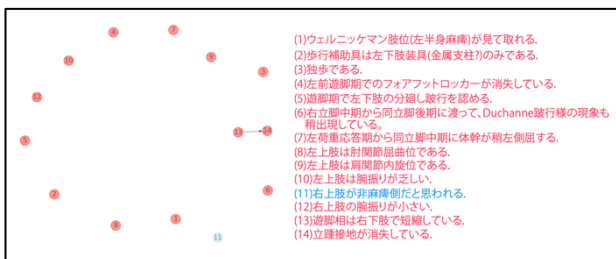


図4: 観察者の実践知が乏しいと判定された例

また、因果関係に基づいて紐付けを行ったPBPUをネットワーク表現により可視化する。可視化したPBPUネットワークの一例を図2から図4に示す。実装にはpythonライブラリのNetworkX²を用いた。PBPUネットワークでは、PBPUを頂点(Node)とし、予め付与したカテゴリ毎（「観察」「推測」「方針」など）に基づき色分けした。また、辺(Edge)はPBPU間の因果関係に基づき、原因となるPBPUを始点、その結果となるPBPUを終点とした。

15名の理学療法士が同一患者の歩行映像を見て作成した動作分析テキストを対象として、生成されたPBPUネットワークを経験豊富な理学療法

² <https://networkx.org/> (2022/11/08 確認)。

士に提示することで定性的な評価を行った。まず理学療法における観察能力が PBPU ネットワークの可視化とどのように関連しているかという観点でレビューを行った。

図2の動作分析は経験豊富な理学療法士により、観察と推測、治療方針との間に論理性がないと評価された。実際に可視化された PBPU ネットワークを見ると、ほとんどのノードが独立していることが確認できる。また「(17) 特に足関節底屈内反の筋緊張増加に伴う拘縮悪化は、装具着用下とはいえ、現状の独歩実用性を大きく低下させる要因になりえると考え」は足関節の予後に関する記述であるが、それに対応するノード(図2 上部中央の緑色のノード)は観察・推測ノードと結線されておらず、動作分析前半で足関節について十分に分析していないことが可視化を通して把握することができる。

図3の動作分析は経験豊富な理学療法士によって、臨床経験から獲得した実践知を用いて作成されていると判断された。これらの動作分析の特徴は、観察と推測、方針などの PBPU がバランスよく出現しており、観察から推測や治療などへの因果関係が適切に紐づいていることである。一方、図4の動作分析は、経験豊富な理学療法士によって実践知が乏しい初学者と判断された。この動作分析の場合、観察しか行っておらず、そこから問題点を分析することや治療方法を主張することが行えていない。従って、動作分析を PBPU ネットワークにより可視化することで、(1) 観察と推測、治療などの PBPU が出現するバランスと (2) 観察から推測や治療などの PBPU への因果関係による紐付けという2つの観点から、動作分析における実践知の有無により生じる論理構成の差分を把握することができることが示唆された。

5. おわりに

本研究では、理学療法初学者の支援を目的として実践知の表出から共有までの枠組みについて提案を行い、またその過程における実践知の構造化および可視化を試みた。因果関係に着目しネットワーク表現を用いて実践知を可視化し、それを経験豊富な理学療法士に提示して定性的な評価を得た結果、理学療法士の動作分析における観察能力や論理構成力を把握することに対して提案手法による可視化が有効であることが示唆された。

今回、PBPU の因果関係のアノテーションに関し

ては人手で作成したが、この方法ではデータ作成にコストが掛かることが課題である。そのため、今後は因果関係の抽出の自動化を試みる。因果関係の自動抽出では、因果関係を含む文章から原因表現と結果表現の抽出を行う。実装では、まず因果関係を含む文章と因果関係を含まない文章の集合から因果関係を含む文章のみを機械学習により抽出する⁽⁶⁾。その後、構文解析と手掛かり表現を用いた原因・結果表現の出現位置のパターン分類により、原因表現と結果表現の抽出を行う⁽⁷⁾。この手法では、「を背景に」「を反映して」などの表現を手がかりに2文にまたがる原因表現と結果表現の抽出を行っている。このような先行研究を参考に因果関係の抽出を自動化することが可能になれば、より効率的に PBPU を活用することが期待される。

参考文献

- (1) 総務省：統計から見た我が国の高齢者――敬老の日になんで、統計トピックス No. 129, <https://www.stat.go.jp/data/topics/pdf/topics129.pdf> (2022/11/08 確認)。
- (2) 野村英樹：優しい臨床推論とその指導法, 日本内科学会雑誌, 97(7), 1717-1722 (2008)。
- (3) Higgs, J. and Jones, M. A.: Clinical decision making and multiple problem spaces. In *Clinical Reasoning in the Health Professions*, 3rd Edition, Elsevier, 3-17 (2008)。
- (4) 池田耕二, 玉木彰, 山本秀美, 中田加奈子, 西條剛央：認知症後期高齢患者に対する理学療法実践知の構造化―構造構成的質的研究法をメタ研究法としたメモリーワークとM-GTAのトライアングレーションによる事例研究, 心身健康科学, 5(2), 42-48 (2009)。
- (5) 堀寛史：科学的根拠と技能:理学療法哲学試論, 臨床哲学, 19, 45-63 (2018)。
- (6) 佐藤史仁, 佐久間洋明, 小寺俊哉, 田中良典, 坂地泰紀, 和泉潔：有価証券報告書からの因果関係文の抽出, 第32回人工知能学会全国大会論文集, 204-04 (2018)。
- (7) 坂地泰紀, 酒井浩之, 増山繁：決算短信 PDFからの原因・結果表現の抽出, 電子情報通信学会論文誌, J98-D(5), 811-822 (2015)。