

# 理学療法初学者の判断支援を目的とした 医療情報の序列化と提示に関する研究

総合情報学研究科  
知識情報学専攻

インタラクションデザインの理論と実践

22M7132

吉田 龍洋

# 論文要旨

## 1 はじめに

本研究の目的は、理学療法士（以下：PT）が対象者の問題点を見落とさないために、必要な医療情報を序列化する方法論の構築である。PT 業界では初学者の急増に伴う質の低下が懸念されている。PT 初学者は、対象者の診断名から行うべき情報収集や理学療法検査が想起できず、対象者の状態を誤認しやすい。その結果、身体を動かすことでの循環動態の変化や、転倒などのリスクに直面する。現場教育では、正統的周辺参加が推奨され、熟達と初学者のインタラクションによる学習が主流である。しかし、熟達者は経験によって得られた暗黙知により直感的に判断し、熟達者の診療過程を「見て学ぶ」のみでは、説明が十分にされず、属人化されるため、標準化された質の担保に繋がらない。そのため、知識や思考過程の外在化が必要である。外在化された教育支援の方法として、ユーザの入力情報に応じて、必要情報を出力するインタラクティブ性を持つ応答システムが有効と考えた。したがって、ユーザへの教授方法のモデルの検討が必要となる。本研究では、対象者の問題点を把握するために、必要な情報認識の支援がPT 初学者へ与える影響の調査と、経験年数による情報収集過程の差異を調査し、教授方法モデルを検討した。実験結果を統合した上で、医療情報と理学療法検査を序列化するシステムを構築し、PT 初学者へ実証実験を行った。

## 2 情報の序列化に必要なモデル形成と教授方法の検討

本研究は、PT の思考基盤である PT プロセスの序盤にあたる対象者の状態把握に注目した。対象者の医療情報を収集し PT が行うべき検査を想起する過程で、医療情報、理学療法検査の優先度を「重要度」とし、各情報、理学療法検査の実測値の優先度を「異常度」とした段階づけを有識者 10 名で行った。重要度と異常度が高い項目は、把握すべき重要性が高く、実測値が正常から逸脱している箇所を示す。これらを模擬症例に当てはめ、初学者に提示することで、得られる効果を調査した。その結果、模擬症例の問題を論理的に検討できる初学者は、論理的思考の質が向上した。しかし、論理的に検討できない初学者は、重要度と異常度の提示による効果が乏しい傾向にあった。一方で、模擬症例のリスク把握は、13 例中 10 例ではリスク列挙数が向上した。そのため、対象者に治療効果を求める思考と安全性を担保する思考は関連しているが、リスクを把握する思考が土台であり、対象者の問題点を治療する思考が上位に存在していると考えられる。以上のことから、重要度と異常度に従った着目点の提示は、初学者にとって見落としはならない箇所の認識を与える支援であると考えた。

経験者と初学者のリスク把握能力を調査した結果では、複合疾患に対するリスク管理は経験年数に依存せず、リスクを把握できる者は、重要度が高い医療情報、理学療法検査を多く扱う傾向にあった。そのため、情報収集、理学療法検査を想起する段階で着目点を提示することの重要性が示唆された。2つの実験結果より、重要度と異常度を実践的に扱うために、臨床の感覚と照らし合わせた重要度と異常度のマトリクスの作成を理学療法学科大学教員 1 名と認定理学療法士 2 名に依頼した。臨床に即した価値判断を基盤にマトリクスを作成することで、医療情報の序列化が可能となり適切に対象者の問題点を抽出することがシステム上可能になると考えた。模擬症例データの実測値の入力後、重要度と異常度のマトリクスに従って問題点が列挙されるシステムを考案し（図 1）、実証実験を実施した。

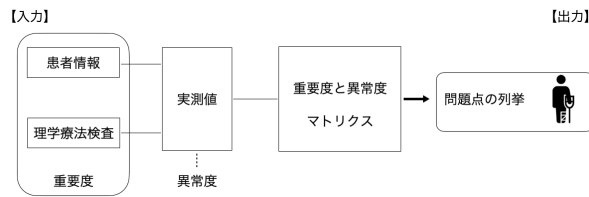


図 1: システム概要図

表 1: 実証実験の結果

	1 回目		2 回目	
	採点	F 値	採点	F 値
非使用群	6.4 点	0.54	7.3 点	0.58
使用群	5.8 点	0.56	7.5 点	0.72

### 3 医療情報及び理学療法検査の着目点提示が初学者に与える影響

急性期病院に所属する 1～5 年目の理学療法士計 20 名を対象に、模擬症例を扱った論理的文章記述課題と模擬症例の問題点を列挙する課題を 2 回に分けて与えた。1 回目は 20 名全員に対し、同一条件で課題を行い、論理的文章を理学療法学科大学教員 2 名に既存のルーブリックに沿って 15 段階で採点を依頼した。採点結果を元に被験者を上位からランダムに群分けし、論理的文章記述能力が均等な 2 群を作成した。片群にはシステム使用下で同一課題を行い、片群はシステムを使用せずに同一課題を行った。なお、論理的思考能力が乏しい初学者には着目点の単独提示では効果が薄い点を考慮し、着目点を要約した情報の提示を試みた。分析方法は論理的文章の採点点数と模擬症例の問題点列挙の F 値（ガイドラインを元に模擬症例の正答を設定し、再現率と適合率の調和平均である F 値を求めた）の 2 点の効果量を算出した。結果はシステム使用群において、F 値の効果量が高い傾向にあった ( $r = 0.52, p < 0.05$ )。これは、大腿骨頸部骨折という病態のみならず、症状や疾病に直接関係が見出せないが、活動に影響すると考えられる BMI が高値であり、肥満による問題も考慮する点をシステムが着目点として提示した結果が大きいと推測する。また、論理的文章の採点はシステム使用下位群に関して点数の向上を認めた。記述された文章を確認すると 1 回目の課題では余分な情報を含めていた論理的記述が、2 回目の課題では余分な情報が減少していることが確認できる。そのため、情報提示の仕方によっては、論理的思考が未熟な理学療法士が情報の取舍選択を行う際に影響を与える可能性が本実証実験により示唆された。しかし、システム使用採点下位群の到達点数は未だ課題が残り、着目点の提示が論理的思考に与える限界を示していると考えられる。そのため、医療情報と理学療法検査を序列化し着目点を提示するシステムは、対象者の問題点を見落とさない点には有効だが、論理的思考自体を支援するには記述された文章間のつながりや主張する仮説の構成要素などを解析するなど、本システム以外の手法で支援する必要があると考える。

### 4 おわりに

本研究は、理学療法初学者が対象者の問題点を見落とさないことを目的として、医療情報を序列化するための方法論の構築と検証を行った。重要度と異常度を基盤に、序列化された情報を着目点として提示することにより、初学者は対象者の問題点を的確に把握することが明らかとなった。

# 目次

<b>1</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	社会背景	1
1.2	リハビリテーションと理学療法	2
1.3	理学療法士の現状と課題	3
1.4	本研究の解決すべき課題	4
<b>2</b>	<b>関連研究</b>	<b>6</b>
2.1	医療分野におけるICT支援	6
2.2	ICTリハビリテーション	6
2.3	ICT教育支援	8
2.4	本研究の位置づけ	9
<b>3</b>	<b>デザイン指針</b>	<b>11</b>
3.1	理学療法士の論理的思考	11
3.2	理学療法におけるリスクと解決方法	11
<b>4</b>	<b>実験1：理学療法プロセスに対する部分的支援の効果検証</b>	<b>14</b>
4.1	実験1の目的	14
4.2	実験1の方法	14
4.3	実験1の結果	15
4.4	実験1の考察	15
<b>5</b>	<b>実験2：経験年数による情報収集過程の差異に関する探索的調査</b>	<b>22</b>
5.1	実験2の目的	22
5.2	実験2の方法	22
5.3	実験2の結果	22
5.4	実験2の考察	23
<b>6</b>	<b>医療情報と理学療法検査を序列化するシステム</b>	<b>26</b>
6.1	理学療法初学者に対する支援のポイント	26
6.2	医療情報の重要度と異常度の決定	26
6.3	医療情報の序列化における基盤となるマトリクスの設定	27
6.4	問題点の出力方法	27
<b>7</b>	<b>実証実験：医療情報と理学療法検査を序列化するシステムが理学療法初学者に与える影響</b>	<b>30</b>
7.1	実証実験の目的	30
7.2	実証実験の方法	30
7.3	実証実験の分析方法	31
7.4	実証実験の結果	32

7.5	実証実験の考察	32
8	展望	35
8.1	今後の課題	35
8.2	貢献・価値	35
9	おわりに	37
10	謝辞	39

# 1 はじめに

本章では、理学療法士の社会的役割や教育現状について整理し、本研究の目的を明確にする。

## 1.1 社会背景

日本では急速に高齢化が進み、2036年には65歳以上の高齢者が人口の3分の1を占め、タコツボ型の世代構図により社会保障費は急増し続けている。少なくなる現役世代で、増加する医療・介護のニーズに対応できるか、が内閣府で議論されている最も重要な課題の一つであり [48]、世界第2位の少子高齢化国である日本の対策動向は世界からも注目を集めている [5]。社会保障費のうち医療・福祉・介護では全体の47%である64.1兆円を占める。この社会保障費の増加対策の一つとして、急性期医療では最適な医療設備と優秀な人材により入院期間を短縮することで、医療費の抑制を国は目指している [21]。入院期間を短縮するためには、入院後早期から理学療法士が関わるのが推奨されている [12]。その理由は、人が疾病を患い入院した後、安静臥床が続くと筋肉の萎縮を含めた廃用症候群が進行するためである。筋萎縮が一度発生すると筋機能の取り返しに時間を要するとされており [30]、安静臥床が続くと筋萎縮のみならず、関節拘縮、骨粗鬆症、深部静脈血栓症、褥瘡、起立性低血圧、認知機能低下、嚥下機能低下、消化機能低下とその心身機能の低下は多岐に渡る。これらを総称して廃用症候群と呼び、こうした心身機能の低下を予防するために、入院後から理学療法士が安全性を担保しつつ、身体を動かすことが推奨されている。手術後も同様に、現在は骨折術後に限らず、がんや心臓血管の手術後は、術後翌日から理学療法士が関わり、対象者の状態に応じて動くことが基本である。近年では Intensive Care Unit Acquired Weakness(以下: ICU-AW) や Post-intensive Care Syndrome(以下: PICS) といった集中治療後症候群と呼ばれる運動、認知、精神機能の低下を主病変とする集中治療後の後遺症も注目を集めている [14]。PICSの対策として各項目の頭文字をとった ABCDEFGH バンドルが国際的に謳われており、E (Early mobility and exercise) は集中治療管理下であっても、早期から身体を動かすことを指している。そのため、入院後早期から理学療法士が対象者に関わることは国際レベルで認められている。一方で、理学療法士の役割は early mobility and exercise のみならず、日常生活動作の獲得による社会復帰に伴う現役生産人口の維持や、適切な退院時指導や退院後のフォローを行うことで、疾病の再罹患を予防するなど、社会において重要かつ幅広い役割を担う。

厚生労働省は医療・福祉サービス改革による生産性向上を図る目的として、ロボット・Artificial Intelligence(以下: AI)・Information and Communication Technology (以下: ICT) の実用化を推進している。しかしながら、総務省の調査によると医療分野においては80%以上(図 1-1) が Digital X-formation (以下: DX) 化の取り組みを実施できていないと回答しており、他の業種よりも遅れていると報告されている [35]。したがって、医療分野で在院日数短縮による医療費削減、現役生産人口の維持、疾病再発予防などの重要な社会的役割担う理学療法士に関する ICT 支援は需要が高く、未だ解くべき課題が多い状況である。

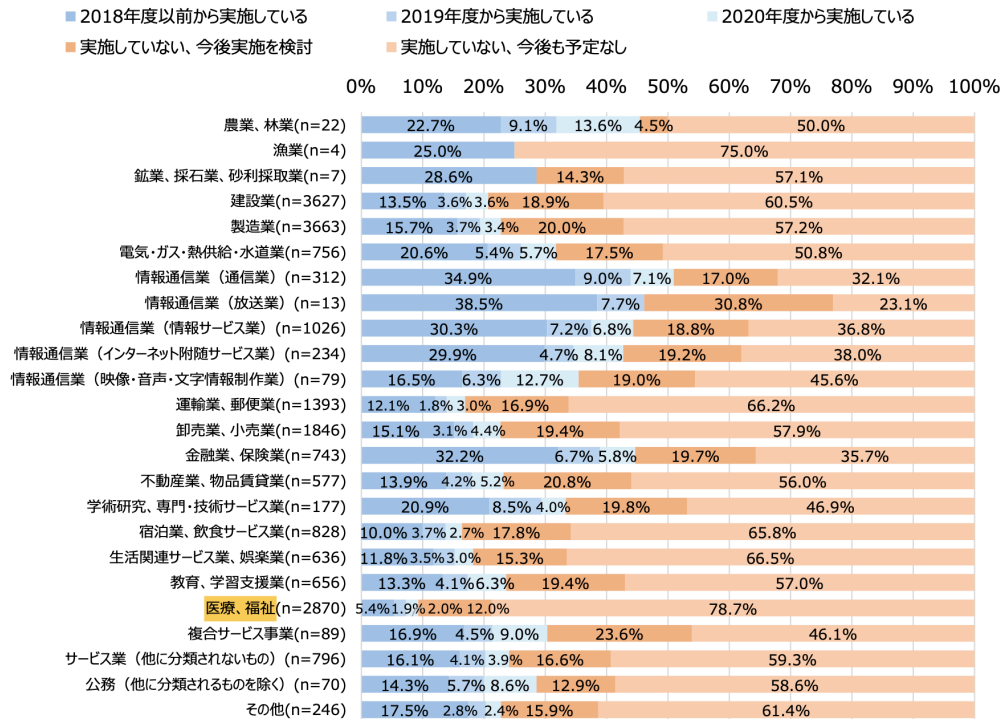


図 1.1: 業種別の DX の取り組み状況

[https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03\\_02\\_houkoku.pdf](https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_02_houkoku.pdf) より図引用).

## 1.2 リハビリテーションと理学療法

リハビリテーションの定義は1965年に厚生白書では「リハビリテーションとは、心身に障害のある者が社会人として生活できるようにすることである。実際には、心身に障害がある人の社会復帰-職場への復帰、家庭への復帰、あるいは、学校への復帰を促進することにより、身体的、精神的、社会的、職業的にその能力を最大限発揮させ、最も充実した生活ができるようにすることを目的としている」と記されている。しかし、この定義は障がい者の能力の回復に注目するところがあり、リハビリテーションが機能回復訓練と同義語のように使用されるようになってきたため、1981年の厚生白書では「リハビリテーションとは障害者が一人の人間として、その障害にも関わらず人間らしく生きることができるようにするための技術および社会的、政策的対応の総合体系である。単に運動障害の機能回復訓練分野だけをいうのではない」と改定され、リハビリテーションは単に機能回復を指すことではないことが強調された [27]。一方で理学療法とは、「身体に障害のある者に対し、主としてその基本的動作能力の回復を図るため、治療体操その他の運動を行わせ、及び電気刺激、マッサージ、温熱その他の物理的手段を加えることをいう。」と理学療法士及び作業療法士法で定義づけられており、リハビリテーションという概念とは異なり、治療技術を指す。理学療法士は理学療法をあつかう専門職を指し、運動によって総合的な効果を生み、他の医療職種にはないプライスレスな価値をもつ稀有で貴重な存在とされている [26]。

## 理学療法士学校養成施設の推移

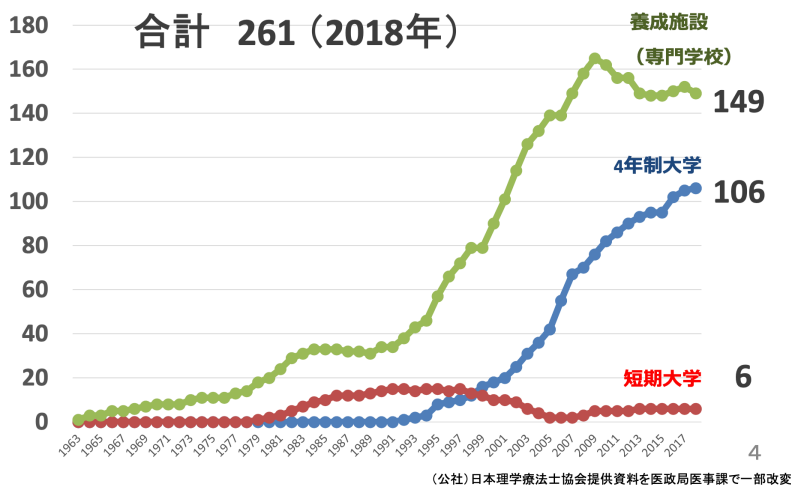


図 1.2: 理学療法養成校設立の推移

<https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000499144.pdf> より図引用).

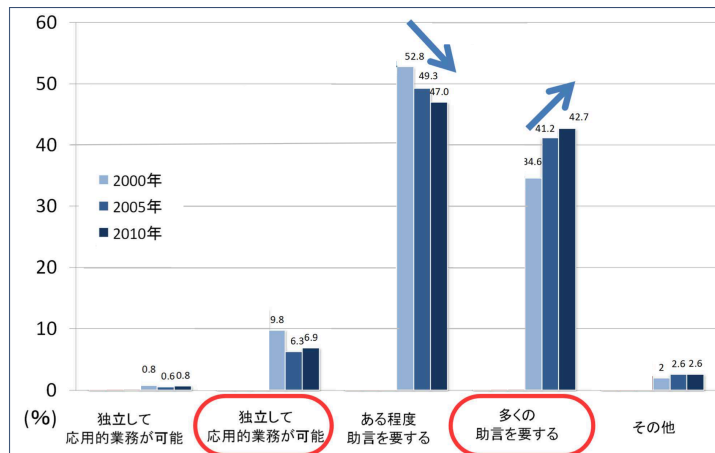
### 1.3 理学療法士の現状と課題

対象者の基本的動作能力の回復を専門とした理学療法士はリハビリテーションにおいて重要な役割を担っており、1990年代には、養成校設立の規制緩和政策が行われ、理学療法士の養成校が急増した(図 1.2)[31]。養成校の急増に伴い理学療法士の数は増加したが、理学療法士の質の低下を懸念する声が臨床現場で上がっている(図 1.3)[33]。近年では歩行練習という名の内容が伴っていない「お散歩」などの「なんちゃってリハビリ」という言葉が聞かれるようになり、運動療法を中心とした治療を実施する専門家に対する不信感の表れと考えられている[22]。すなわち、現場では新卒者が急増し、指導者が少ないピラミッド型の世代人員配置に加え、入職時に助言を多く必要とする新卒者の割合が増えたことで、診療業務と卒後教育業務により逼迫していると考えられる。

入職時に助言を多く必要とする要因の一つと考えられる急性期の理学療法士が対象とする疾患の複雑化と、対応する養成校教育との齟齬について述べる。急性期病院では疾病に罹患した場合であっても、適切なリスク管理のもと早期から理学療法をおこなうことで日常生活動作を獲得し、早期自宅退院が可能となる[45]。入院後早期に理学療法を行うにはリスク管理が重要であり、リスク管理には医療情報と理学療法知識を統合する能力が必要とされ[13]、多くの医療知識が求められる。さらに医療の発展とともに生命寿命が延伸された影で、複合疾患に罹患した高齢者が増加し[2]、より多くの複合知識(整形外科・脳卒中・循環器・呼吸器)が求められるようになった。そのため、急性期の理学療法は従来と比較すると膨大な知識を要しながら複雑な思考過程のもと意思決定をおこなう必要がある。しかし、養成校教育での授業割合としては、急性期理学療法に必須の内部障害(呼吸・循環)は20%で運動器疾患は52%、中枢疾患は27.1%である[25]。さらに、臨床実習で学生が経験する症例は運動器・脳血管疾患で81%、心大血管、呼吸器疾患、がん疾患は12%であり[49]、学内教育、臨床実習を含めて急性期理学療法に関する教育は臨床現場に委ねられている。以上



### 卒業直後の理学療法士のレベル



日本理学療法士協会資料 白書 2000年、2005年、2010年を医政局医事課で一部修正

図 1.3: 理学療法士の質の低下

<https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000499144.pdf> より図引用)

のことから、理学療法教育では(1)対象疾患の複雑化(2)学校教育との齟齬(3)新卒者の急増、到達レベルの低下といった環境的課題が多く存在する。環境的課題に加え、卒後における理学療法教育の課題は、日々の臨床経験により獲得できる実践的知識(以下:実践知)の伝承が属人的な点である。熟達者からの実践知の継承は一朝一夕にいかない。それは実践知が暗黙的であり、明瞭に構造化されていないことが要因として考えられる。熟達者と初学者の違いは、熟達者は過去の経験に基づき事象に対して臨機応変に直感的に判断することである。初学者は過去の経験がないため、先行研究や教科書を参考に合理的に判断する必要があるが、経験的にかつ直感的に判断することに行き着いた熟達者は、初学者に対して思考過程を構造化し、説明しきれない場面がしばしば見受けられる。熟達者から初学者への教育方法として正統的周辺参加 [10] や認知的徒弟制 [4] が臨床教育認定理学療法士必須研修資料で推奨されている。初学者が熟達者を好きに見て、学ぶ策と比較して段階的に見て真似て学ぶことを仕組み化しているが、その学習内容が属人化しやすいことには変わらない。対象者に直接接触れ、治療を行うのが理学療法士であるため、治療行為の属人化はやむを得ないことだと考えられるが、対象者に対してどの検査を行い、どのような問題点に対してどの治療を行うか検討する思考過程に関しては、その思考過程を外在化し、統一することが必要である。

#### 1.4 本研究の解決すべき課題

理学療法業界において、助言を有する新卒者が増加し、暗黙知の伝承に難渋し、診療業務と卒後教育業務で逼迫している現場では、効果的かつ効率的な卒後教育が求められており、属人的教育からの脱却を可能とする ICT 支援による診療及び教育の効率化が期待されているといえる。理学療法士の仕事の流れは、電子カルテから情報を収集し、行うべき理学療法検査を検討する段階と、実際に対象者の目の前に立ち、検査測定した結果をふまえ

## 診療前段階



## 診療段階



図 1.4: 診療における段階分け

て問題点を抽出し、治療プログラムを実施している段階の二つに大別される（図 1.4）。診療段階においては瞬時に対象者の状態を把握し、人の手で治療を行うため、人による直接的な指導が有効であるが、診療前段階の対象者の情報を収集しどのような理学療法検査を行うか検討する段階は、専門書を参考に自己で補うことが可能である。しかし、新卒者の到達レベルが下がっていることもあり、診療前段階で人による教育が必要となり、時間を浪費する。理学療法士の業務体系上、20分の診療で1単位として診療報酬がつき、情報収集やカルテ記載は診療時間に含まれていない。1日での取得単位業務量が各施設で定められている理学療法士にとって、診療前段階の教育に時間を要することは業務が逼迫する要因として考えられる。以上のことから、従来の教育方法では診療前段階における思考過程の属人化と業務が逼迫する教育体系であることが問題と考えられる。

本研究では、卒後の質の低下が懸念される理学療法初学者に対して、理学療法士の知識や思考過程を外在化し、標準化されたICT教育支援を提供することで、診療の質の向上及び診療業務の効率向上を目指す。

## 2 関連研究

本章では医療・看護・リハビリテーションにおける ICT 支援の状況を整理し、本研究の価値を明らかにする。また、教育支援に関する研究について紹介し、本研究における解くべき課題を整理する。

### 2.1 医療分野における ICT 支援

厚生労働省は健康・医療・介護分野における ICT 化を推進しており、「データヘルス改革ー ICT・AI 等を活用した健康・医療・介護のパラダイムシフトの実現」を掲げている。その中で、データヘルス改革の方向性は、ゲノム医療・AI 等の最先端技術やビッグデータの活用、ICT インフラの整備などを戦略的に展開することを方針としている。データヘルスは、保健・医療・介護の量的課題（マンパワーや医療機材を含めた医療資源の地域格差など）と質的課題（医療技術などの地域格差や施設間隔差など）が問われている。保健・医療における人工知能の開発加速化について重点 6 領域が厚生労働省により選定されている（図 2-1 参照）。その中で日本の強みは画像診断支援であり、世界をリードしているが、診断・治療支援には課題が残るとされている [20]。診断・治療支援の量的課題は、遠隔診療技術や介護ロボット技術が進歩している。しかし、質的課題は、医療・介護の情報を共有し、ビッグデータを分析することで診療・サービスの効率化・生産性の向上に努めるとし、直接的な質の担保に関する ICT 支援の報告は数が少ない。そのため、本研究は重点 6 領域における診断・治療支援の中で、質的課題に対応する支援と位置づけられる。

看護分野では、2025 年問題に向けた地域医療構想に基づく地域包括ケアシステムによる ICT 導入の準備が進んでいる。新人教育などの看護実践能力の育成に ICT の活用が積極的に推進されており [44]、e-learning 等によって、医療・看護技術の習得で、高い学習効果が得られたことが報告されている [47]。看護基礎教育における ICT 活用例としては、e ポートフォリオ、ルーブリックによる自己評価管理システム、仮想病棟システム、カルテによるシミュレーションシステムなどの活用事例に関して、その教育効果を認めるものが多いが [52]、現場での課題を解決するための思考過程を ICT によって支援する報告は少ない。看護の病態関連図作成支援システムを作成し、対象者の問題点を関連図化する作業に、アシストとなる情報を随時提示し（図 2-2 参照）、思考過程を支援する研究がある。看護初学者が、対象者の初期情報から視野を広げ、あらゆる可能性を想起させる支援を外在化されたシステムが行っており、本研究の目指すべき形と似通っているが、看護初学者の思考に与える効果に関しては未だ検証されていない。

### 2.2 ICT リハビリテーション

リハビリテーションにおける ICT 支援としては VR リハビリテーション [42, 43]、遠隔リハビリテーション [36, 39]、活動支援ロボット開発 [24] などの研究が盛んに行われている。COVID-19 によって外出の自粛をする中で、身体活動量の低下により、社会参加が制限され、身体的及び精神的な健康を脅かす健康二次被害が生じ、その対応として遠隔リハビリテーションが普及していった。スマートフォンのカメラを使って身体の動きを追跡し、独自

【AIの実用化が**比較的早い**と考えられる領域】

領域	我が国の強み（○）/課題（△）	AIの開発に向けた厚生労働省の主な施策 (民間企業におけるAI開発を促進するための基盤を整備)
①ゲノム医療	△欧米に比べて取組が遅れ	<ul style="list-style-type: none"> <li>国立がん研究センターに<b>がんゲノム情報管理センターを整備し</b>、ゲノム情報を集約</li> <li>がんゲノム情報管理センターが<b>臨床情報や遺伝子解析情報等を横串で解析する知識データベースを構築</b></li> </ul>
②画像診断支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>○日本の高い開発能力</li> <li>○診断系医療機器の貿易収支も黒字（1,000億円）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>関連医学会（日本病理学会、日本消化器内視鏡学会、日本医学放射線学会、日本眼科学会、日本皮膚科学会、日本超音波医学会）が連携して<b>画像データベースを構築</b></li> <li>厚生労働省が、<b>医師法上や医薬品医療機器法上の取扱を明確化</b></li> </ul>
③診断・治療支援 (問診や一般的検査等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>△医療情報の増大によって医療従事者の負担が増加</li> <li>△医師の地域偏在や診療科偏在への対応が必要</li> <li>△難病では診断確定までに長い期間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日本医療研究開発機構（AMED）研究費により、<b>難病領域を幅広くカバーする情報基盤を構築</b></li> <li>厚生労働省が、<b>医師法上や医薬品医療機器法上の取扱を明確化</b></li> </ul>
④医薬品開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>○日本は医薬品創出能力を持つ数少ない国の1つ</li> <li>○技術貿易収支でも大幅な黒字（3,000億円）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所が、<b>創薬ターゲットの探索に向けた知識データベースを構築</b></li> <li>国立研究開発法人 医薬基盤・健康・栄養研究所、理化学研究所、及び京都大学が中心となり、<b>製薬企業とIT企業のマッチングを支援</b></li> </ul>

【AIの実用化に向けて**段階的に取り組むべき**と考えられる領域】

⑤介護・認知症	<ul style="list-style-type: none"> <li>△高齢者の自立支援の促進</li> <li>△介護者の業務負担軽減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>厚生労働科学研究費補助金により、介護における<b>早期発見・重症化予防</b>に向けた<b>データ収集及び予測ツールの開発</b></li> </ul>
⑥手術支援	<ul style="list-style-type: none"> <li>○手術データの統合の取組で日本が先行</li> <li>△外科医は数が少なく、負担軽減が必要</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>厚生労働科学研究費補助金等により、手術関連データを相互に連結するための<b>インターフェースの標準化を実施</b></li> </ul>

図 2.1: 日本における AI 重点開発領域について

<https://www.mhlw.go.jp/content/10601000/000568492.pdf> より引用

の機械学習アルゴリズムで動作を評価し、対象者のニーズに合わせてエクササイズプログラムを提案するアプリケーションが開発されている。このアプリケーションを使った臨床研究においてはアプリケーションによる介入が腰痛患者の主観的な痛みを有意に軽減させることが報告されている [9]。非特異性腰痛を対象としたランダム化比較試験においても3ヶ月のアプリケーション介入が個別理学療法に比べ有意な効果があったとしている [18]。アプリケーションによるセルフエクササイズ方法の修正や自己管理が個別介入より優っている点は納得できるが、腰痛患者を理学療法士が診る上で必要な論理的思考をICTにて支援する観点が必要ならば、理学療法士の質の低下を助長しかねないとする。活動支援ロボットは歩行情報の視覚化やデータ集積に優れている。さらに患者の最適負荷量の設定も可能としているが、基本的には自覚的症候や歩容、バイタルサインなどの対象者情報のフィードバックが必要であり、最終的には理学療法士の判断が重要となる。リハビリテーションにおけるICT支援は、対象者に理学療法を実施する新たな手段として研究や実用化が進んでいるが、理学療法士の臨床における思考や判断をICTにて支援する取り組みは報告が少ない状況である。

医療業界におけるDX化は他業界よりも遅れており、医療に含まれる理学療法も同様の傾向にある。イギリスの理学療法士に関する調査では、デジタル技術を臨床で用いる意欲と自信を持ってはいるが、人工知能やデータ解析などのスキルは低いとされており [17]、ドイツのグループによる調査では、理学療法業務のデジタル化は進むと予想しつつも、データセキュリティや法的枠組みに関する知識がないことについて懸念していることが報告されている [7]。日本の理学療法教育分野においても、DXという環境の変革に伴い、カリキュラム対応する必要があるとされているが [46]、理学療法教育カリキュラムにおいて情報工学関連のカリキュラム導入に至っていない。

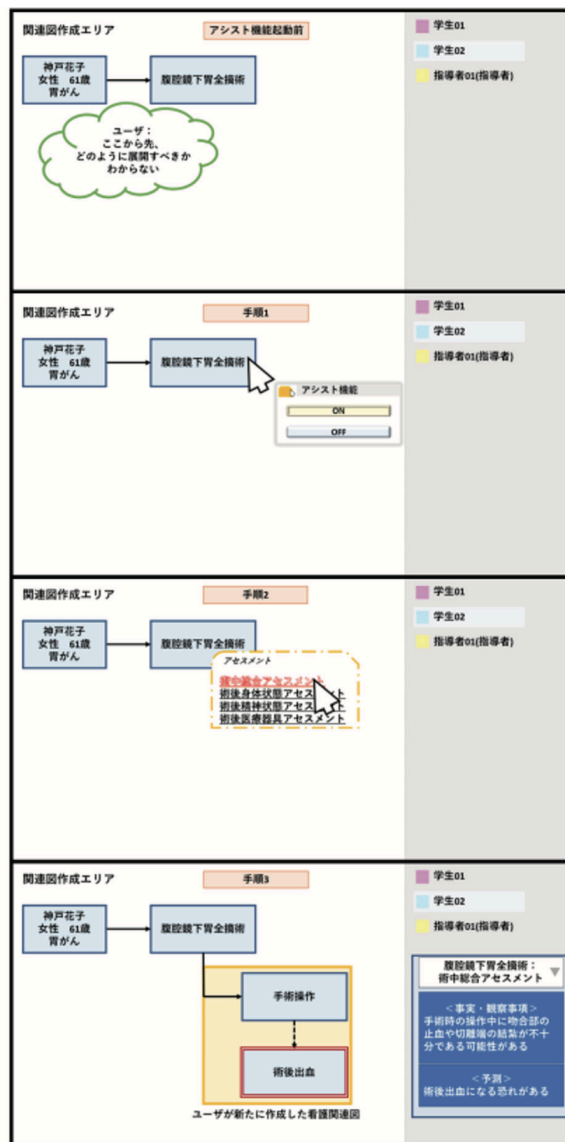


図 2.2: 病態関連図アシストツール

理学療法に ICT を活用することで、特にこれまで限界とされていたセンシングが可能となり、人工知能による解析によって人が解釈できていた事柄を超える情報を得る可能性があると紹介する論文が散見される [7]。しかし、理学療法士の思考を構造化し、その実態を明らかとしなければ、教育や管理への ICT 活用は実現困難であり、理学療法士の質の低下を助長しかねない。そのため、暗黙的な実践知の構造化のもとに、ICT による教育支援方法の検討が必要であると考えられる。

### 2.3 ICT 教育支援

教育や学習に計算機を利用することは古くから研究されており、CAI (Computer Assisted Instruction) から発展した適応的な支援を目指す ITS (Intelligent Tutoring System) が代表的である。ITS はインタラクティブ性を持つ「応答システム」としての機能や特徴を有す

る [53]. ユーザの入力情報に応じて対応した必要情報を出力することのできる機能を持つため、知識教授を行う専門家の知識とユーザーに対する教授方法のモデルを備える必要があるとされている [41]. ITSによる教育支援から現在では、構成的・発見的な学習を支援する対話的な学習環境として学習科学と連携した CSCL(Computer Supported Collaborative Learning) と呼ばれる共同学習システムが注目されている. 理学療法における CSCL の活用として、臨床実習生を対象とした仮想ホームルーム設計が試みられているが [34], 本研究においては共同学習に重きを置かず、理学療法知識のデータベース作成と理学療法初学者への教授方法のモデルを検討し、個人を外在化された知識データベースから適切な支援を行うことを目指す.

理学療法的手段に関する ICT 支援の報告が多い中、理学療法士の暗黙的な実践知の構造化を目指した宮本らの研究では [61], 理学療法士が行う動作分析の文章を扱い、実践知の構造化と共有を試みている. 脳卒中患者に対し理学療法士が動作分析を行なった文章記述から、理学療法士が扱う特有の問題思考を基盤とした知識の最小単位を定義し、定義した最小単位を元に文章における因果関係に着目し、紐付けを行うことでネットワークを形成している. この手法による実験では、知識が豊富でその知識を適切に扱っているが、論理性が乏しい初学者に対しては、初学者の手元にある情報を紐づけるタスクを課すことで高い教育効果が得られるとしている (図 2.3 参照). 一方、理学療法の基礎知識が十分ではない初学者は、動作観察した結果から問題点の分析ができず、動作観察自体も的確ではなく、問題思考を基盤とした理学療法の最小単位間でのネットワークの形成が独立し、因果関係がみられないパターンとなっている (図 2.4 参照). このことから、論理的思考での教育を必要としている初学者と、論理的思考を組み立てる以前の段階で躓いている初学者が存在すると考えられる. 以上をふまえて、理学療法を行うために必要な論理的思考の土台となる「理学療法士が扱うべき医療情報や理学療法検査項目を想起し、それらの情報を統合する段階」の支援が必要であると考えられる.

## 2.4 本研究の位置づけ

本章では、医療分野、リハビリテーションにおける ICT 支援の現状や重要性を整理し、システムによる教育支援手法の歴史を辿った. 医療分野全体を通して、画像診断支援や VR の活用、遠隔リハビリテーションなどの手段に関する ICT 支援は研究と実用化が進んでいる. しかし、論理的思考に対する支援などの質的な ICT 支援の研究は少なく、効果に関しても明らかではない. ICT の教育支援で研究されてきた ITS を参考に理学療法初学者の臨床業務に必要な思考をインタラクションに支援するためには、ドメインとなる理学療法知識のデータベースの作成とユーザーへの教授方法のモデルを検討する必要がある. さらに、理学療法士の実践知の構造化と共有に関する研究結果を参考に、論理的思考を行う前段階である必要情報や理学療法検査を正しく把握することの必要性を確認した. そこで本研究では、理学療法初学者に対し、インタラクションな支援をすることで、実践知を扱う段階に到達することを目的として、教授方法モデルの提案を行う.

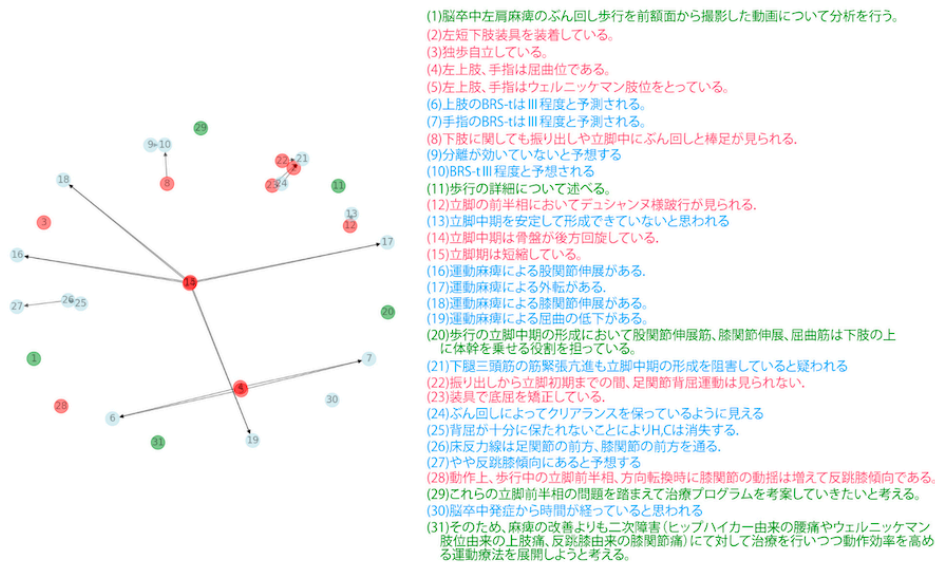


図 2.3: 実践知ネットワークで因果関係のある文章例

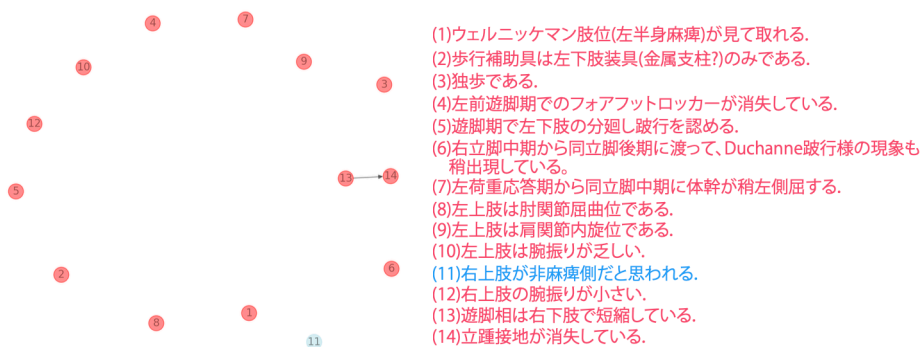


図 2.4: 実践知ネットワークで因果関係のない文章例

### 3 デザイン指針

本章では、本研究の目的である理学療法初学者をインタラクションに支援し、論理的思考に必要な土台の形成に到達するための、教授方法モデルの検討を行い、指針を示す。

#### 3.1 理学療法士の論理的思考

理学療法における論理的思考に対して具体的な ICT 支援を検討するには、理学療法士の診療思考のプロセスを知る必要がある。理学療法士の思考過程とされる理学療法プロセスの図 [3-1](#) に示す。プロセスは処方に記載してある診断名や年齢、性別などを元に電子カルテや他部門から情報収集し、対象者に実施すべき理学療法検査を思考することから始まる。行うべき理学療法検査を列挙した後、実際に対象者の前に行き、問診を含めて理学療法検査を実施することで、対象者の医療情報や社会情報と対象者の身体データが出揃う。出揃った全データを統合し、先行研究や自己の経験値と照らし合わせて解釈することで対象者の問題点を抽出する。そして、問題点に対応した目標を設定し、治療プログラムを立案、実施後に治療効果を再評価する循環型の思考プロセスである。これらの基盤にあるのは臨床推論と呼ばれる論理的思考である。臨床推論とは「データ収集・評価を行い、患者の問題の特定と管理について判断を下す理学療法士が使用する推論プロセス」と世界理学療法連盟で定義されている。アメリカの理学療法教育分野では、この臨床推論の重要性が強調されており、臨床推論は治療の成功に必要不可欠で、意味のない臨床推論は医療行為における有害事象に大きく関与するとしている。その有害事象の中でも認識のエラーと判断のエラーが原因として多いと報告されている [\[16\]](#)。そのため、対象者に安全で効果的なりハビリテーションを提供する上では臨床推論が重要である。しかし、その重要性の高さにもかかわらず、理学療法学生に効果的な臨床推論を教え、評価するための戦略を開発するには、まだ多くの課題があるとされている [\[19\]](#)。その理由の一つとして、臨床推論は観察可能である一方で多面的かつ文脈依存的であり、実践における学習は状況に左右され、ほとんどが暗黙的であり [\[4\]](#)、臨床推論の構造化は未だ成されていないことが理由として考えられる。

#### 3.2 理学療法におけるリスクと解決方法

近年の理学療法分野は急速な医療の進歩や業務範囲の拡大により [\[37, 29\]](#)、多様なリスクに直面している。理学療法士の多くは、運動療法を主体とした業務を行っており、転倒や転落などに加え呼吸・循環などの状態変化を伴う可能性が高い。運動療法とは、運動を行

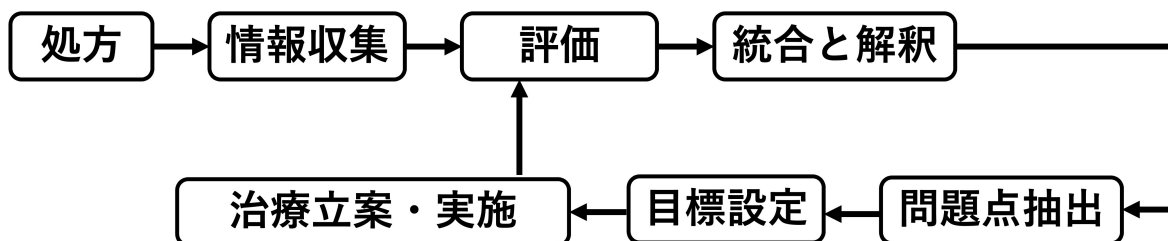


図 3.1: 理学療法プロセス



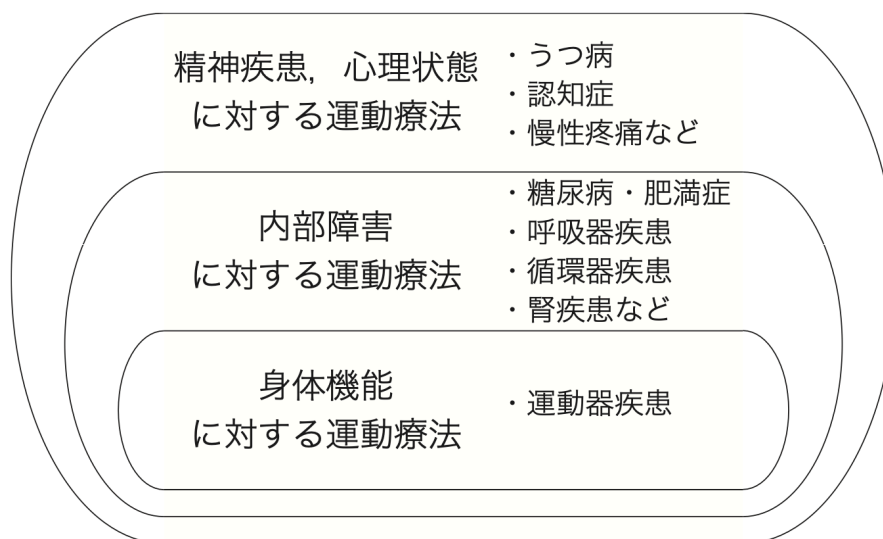


図 3.2: 運動療法が対象とする疾患・障害の拡大

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrmc/55/3/55\\_184/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrmc/55/3/55_184/_pdf/-char/ja) より図引用)

うことで機能不全や疾患の症状の改善や予防を図ることを指す。その対象は運動器疾患にとどまらず、糖尿病や呼吸器、循環器疾患に加え、精神疾患までを対象として拡大している（図 3.2） [28]。そのため、従来と比較すると特に循環動態の変化に遭遇する可能性が高くなっている。理学療法を実施する上での医療安全面の問題を（図 3.3）に示す。新人理学療法士に対するリスクに関するアンケート調査によると、56%は転倒未遂を経験し、66%は自分の評価や治療に自信がないと回答している [50]。しかし、転倒や循環動態の変化に関しては、基本的に対象者の状態把握に関わる理学療法評価が適切に行うことが可能であれば、有害事象は未然に防げると考えられる。例えば、転倒や循環状態の変化に関しては、元の日常生活動作レベルと現病歴、医師の治療経過、血液検査から対象者の状態を予測し、実際に身体所見と筋力などをベッド上で評価した上で対象者の身体を起こせば、医原性の有害事象には繋がりにくい。この情報収集と対象者の状態を把握する段階で、下肢の筋力や貧血に応じた身体所見の見落としが一つでもあると、転倒や離床時の循環状態の急変リスクの可能性は高くなる。上記のようなリスク管理の学習に関しては養成校での教育だけでなく、現場で実践しつつ知識を補充していくことが求められており、新人理学療法士が自律して診療するためには、このリスク管理能力の習得が必須である。

初学者の推論過程においては確証バイアスが生じやすく、初期情報からあらゆる可能性について想起できないことが課題とされており [23]、これまで紹介してきた見聞と一致している。実際の現場でも、初期情報から仮説の想起ができず、判断を誤るケースは起こりやすい。意識の覚醒度が低い対象者を例に考えると、初学者は睡眠不足と思ひ込み、その対象者の身体を起こすかもしれない。しかし、睡眠不足以外に意識の覚醒に関与する脳疾患の可能性、電解質異常の可能性、血糖異常の可能性など様々な仮説を立てる必要がある。そして、仮説を立てた後に、それぞれの仮説を確認する手段を持ち合わせていなくてはな

有害事象	内容	具体例
合併症	リハビリテーション治療の対象となっている疾患の増悪・再燃	脳卒中急性期の神経症状増悪 脳卒中再発
	リハビリテーション治療の対象となっている疾患から二次的に発生する合併症	脳卒中後の痙攣、水頭症、肺炎など 麻痺やギプス固定に続発する深部静脈血栓症・肺血栓塞栓症 手術後の深部感染 COPDの急性増悪・CO <sub>2</sub> ナルコーシス
	併存疾患から続発する合併症	糖尿病併存症例の低血糖・高血糖、糖尿病網膜症増悪、虚血性心疾患 心房細動併存症例の頻脈・徐脈、脳塞栓
	上記と関係なく新規に発生する合併症	
事故	転倒・転落 窒息 治療機器による外傷（熱傷など） チューブ抜去（点滴・胃瘻・ドレーンなど） 患者の取り違い、部位の取り違い 申し送りの不備（治療内容・安静度など） 離院・離棟 自殺	
医療関連感染	流行性感染症（インフルエンザや嘔吐下痢症など） 多剤耐性菌（MRSA や多剤耐性緑膿菌など） 患者から職員への感染（流行性感染症や針刺し事故など）	

図 3.3: 理学療法における医療安全面の問題

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrnc/58/3/58\\_58.242/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jjrnc/58/3/58_58.242/_pdf/-char/ja) より  
（図引用）

らない。覚醒度が低いことを睡眠不足と決めるには看護師への夜間の睡眠状況や眠剤の使用について確認する必要がある。他にも脳疾患であれば神経学的所見の検査を行い、電解質、血糖異常であれば血液検査の確認を行い、覚醒度が低い原因を絞る。そのため、現象に対して複数の仮説を立て、立てた仮説を確認すべき手段を持ち合わせていることが、リスク管理に求められる能力であり、理学療法プロセスの序盤にある情報収集と理学療法検査の列挙が適切に行えなければ、対象者の問題点を見落とし、認識のエラーが生じることは必然である。そこで、理学療法初学者の臨床推論に対する適切な ICT 支援として、まずは臨床推論の序盤にあたる情報収集と理学療法検査の列挙の段階に着目し、理学療法初学者が対象者の問題点を見落とさないことをアウトカムとした。そして、必要な対象者情報の見落としを防ぐために、判断に必要な情報認識を与える部分的支援が理学療法初学者へ与える影響を調査し、適切な支援のあり方を検討する必要があると考えた。さらに、初学者と経験者での理学療法プロセスの差異を探索的に調査し、初学者の至らない点を明確にすることで、理学療法初学者に対する有効な ICT 教育支援を具体化することを目指す。

## 4 実験1：理学療法プロセスに対する部分的支援の効果 検証

本章では、理学療法初学者に対する適切な支援を検討するために、判断に必要な情報認識を模擬的に理学療法初学者に与えた実験の内容について述べる。

### 4.1 実験1の目的

理学療法診療は診療前の「情報収集・理学療法検査を列挙する」段階と診療中の「評価結果を統合して解釈する」段階に大別される。前者は対象者の前ではなく、計算機の前に座り、情報を収集している段階である。これに対し後者は、リアルタイムな対象者の身体所見を評価し迅速な判断を行う必要があるため、人による直接指導が必須である。初学者の多くは診療前段階で重要な情報を電子カルテ上で見落とし、対象者に必要な評価が列挙できず、リスク管理が疎かになることが懸念される。この診療前段階では、初学者は対象者ではなく計算機を前にしているため、ICTによる必要情報収集や検査を推奨することが可能である。しかし、診断名に基づいてシステムが全ての評価を列挙することは初学者の思考の自律性を損なう可能性がある。この点を鑑み、本実験では適切な支援方法を検討するために、判断に必要な情報認識の支援を模擬的に手作業で行い、初学者の論理的思考やリスク把握能力に与える影響を調査した。

### 4.2 実験1の方法

理学療法士の思考過程を言語表現する方法として、統合と解釈と呼ばれる文章記述課題が存在する。理学療法分野では学生時に実習担当症例についての統合と解釈の記載を求められる。統合と解釈は理学療法プロセスの中でも中核に位置し [40]、理学療法士が情報収集・検査項目の列挙/測定を行い、実測値が羅列された状況から、どのように対象者の問題点を抽出するかを言語化している。(図 4.1 参照) 本実験では、統合と解釈の記述内容を一つのアウトカムとし、既存のループリック [38] に応じた15段階の到達度で理学療法養成校の教員に盲検化し採点を依頼することで、実験協力者の論理性を数値化した(図 4.2 参照)。

急性期病院に所属する1年目から3年目の理学療法士計13名に対し、3段階のアンケート調査を行った。1段階目は診断名(脳梗塞)、年齢、性別が記載された模擬処方を確認し、理学療法を提供する上で必要な情報収集項目、検査項目の列挙を行う。2段階目は選択された情報、検査結果を提示した上で統合と解釈を記載し、問題点抽出とリスクの列挙を行う(図 4.3 参照)。3段階目では被験者の未選択情報と検査結果の優先順位が明示された支援シート(表 4.4 参照)を提供し、2段階目と同様に統合と解釈の記載、問題点抽出、リスクの列挙を回答する。なお、文章課題を2度行うことによるプラセボ効果の検証のために、部分的支援を行わずして、2度の文章課題を2名の協力者に依頼した。

診療前段階でガイドラインを参考に作成した着目すべき医療情報項目や理学療法検査項目を、実験協力者が見落としていた部分と合わせて実験協力者へ提示するため、支援後はリスク列挙数が増加すると考えた。さらに、論理的思考を行う上での必要データが実験協力者に提示されるため、統合と解釈の点数が向上すると仮説を立てた。

<p>患者紹介 疾患含めた活動の状態を 10m,TUG,FIMで説明している</p>	<p>本症例は発症後2週の脳梗塞患者である。主訴は「足が引っかかって歩きにくい、こげそうだ」であり、10m歩行速度・TUGも屋内歩行自立のカットオフ値を下回っており、歩行に介助が必要な状況であることがわかる。実際、FIMも2点で15m程度の歩行がようやく介助にて可能なレベルであることが推察される。</p>
<p>機能面の説明 機能障害レベルの問題を 画像と脳に関する検査結果をもとに 考察している</p>	<p>MRIでは放線冠梗塞を認めている。放線冠は一般的に錐体路を構成する一つであり、梗塞により錐体路障害・運動麻痺を呈する。実際、BRS-t、FMAにおいても上下肢とも著大な片麻痺症状を有していることがわかる。また、微小な放線冠の梗塞においては錐体路障害に伴う運動麻痺のみを呈するpure motor monoparesisを呈することが報告されており、本症例も高次脳機能、感覚障害、協調運動低下は無く、検査結果を見る限り麻痺による歩行困難を解釈していく必要があると考える。</p>
<p>活動と機能の関係性 活動レベル（歩行困難）の要因を 動作観察と機能障害レベルを組み合わせ て、足が引っ掛かる要因を考察 している</p>	<p>主訴では「足が引っかかる」ことを訴えている。歩行観察においてもMSwのtoe clearance低下が観察されている。Toe clearance低下の要因としては主に足背屈が不十分であること、double knee actionが制限されていることなどが挙げられる。本症例は、筋緊張亢進（痙縮）や拘縮は認めず、BRS-t,MMT,FMAの結果から股関節屈曲・足背屈を分離して行えないことがわかる。したがって、運動麻痺による股関節屈曲・足背屈に対して理学療法を実施することでtoe clearance低下・歩行時のつまづきの改善を図る必要があると考えられる。</p>
<p>予後と目標 症例のNIHSS結果と先行研究を 照らし合わせて目標を設定</p>	<p>また諸家の報告によると、「NIHSSが発症時8点をカットオフ値とし3ヶ月後のmRSが良好であること」や、「TCTで25点以上の症例は歩行自立の可能性が高い」とされており、本症例はそれらの条件を満たすことから歩行自立獲得を目指すことを最終目標とすべきである。</p>
<p>総合計画の立案 全体を統合して、目標と治療を設定</p>	<p>上記を踏まえ、短期目標としてAFOを使用しての病棟内歩行自立、長期目標として装具なしでADL完全自立を目標とし、運動麻痺（特に股関節屈曲・足背屈）の改善を目的に神経筋再教育、FES、歩行練習を行うこととする。</p>

図 4.1: 統合と解釈の一例

### 4.3 実験1の結果

支援前後でのループリックに基づく統合と解釈の文章採点を比較した結果、点数向上群5例、点数変化なし群4例、点数低下群3例であった。リスク列挙数の変化は、部分的支援を行なった3段階目で質の個人差はあるが、3例以外リスク列挙数は増加した(図 4.5 参照)。なお、プラセボ効果に関しては2名ともに統合と解釈の点数の向上を認めなかった。

### 4.4 実験1の考察

支援情報を用いた前後で点数が向上した例においては、扱う情報・評価項目数が増加し、アセスメントの具体性が向上した。今回の調査では、制限時間内で処方から理学療法を行う上で必要な情報、理学療法検査を自己にて想起、選択する必要がある、日常診療において欠落しやすい情報が支援シートの元となった。支援シートにて欠落情報を指摘されたことにより、扱う情報数が増え、模擬患者情報に優先度が記されていることにより情報の取捨選択が適切に行えたと推測する。しかし、理学療法プロセス自体の理解や、評価自体の知識が不足している場合、部分的支援の効果は乏しい傾向にあった(図 4.6 参照)。部分的支援後の採点点数が5点以上と未満の被験者の平均文字数を比較すると、5点以上(支援前703文字、支援後936文字)、5点未満(支援前271文字、支援後324文字)と文字数差は特徴的であり、支援効果が乏しく統合と解釈が不十分な例は、初期情報(脳梗塞)からあらゆる可能性、解決すべき問題点が想起できず、扱う情報量が少ない可能性がある。リスク列挙数に関しては採点点数の上下と関係なく増加を認めた。論理的文章課題の採点結果との解離をふまえて考察すると、異常値をリスク予測する知識力と、診断名から一連の流れで理学療法に必要な情報を収集する能力は、異なる階層の能力であると推察される。初学者が情報を異常値と捉える段階は、現在の学校教育で概ね到達しているが、初期情報か

	統合	解釈	問題点の抽出		
理学療法推論の観点	診断に至ったデータの読み込み（医学情報）と理学的検査の意味を読み解き、問題点を設定する	問題点として挙げた ICF の項目を順位付け、その理由を説明できる	主たる問題点が解決可能かどうか（予後）について根拠を示し、説明する。また、有効な理学療法についても説明できる	提示した根拠を個々の症例に当てはめた時の「差」について説明、論証できる	解決されるべき問題点を明確に示すための過程が論理的に組み立てられ表現することができる
レベル 3	③ ICF の各項目（心身機能・身体構造と活動）の繋がりを説明できる	⑥ 解決すべき問題点がなぜ、解決できないのか、どの程度問題なのかを説明できる	⑨ 予後を前提に、問題点を解決するための理学療法を説明できる	⑭ 症例の予後から回復レベルを予測し、そのために適切な理学療法を時期に応じて説明できる	⑮ 統合と解釈から導き出された問題点からゴール設定をプログラム立案ができる
レベル 2	② 異常値（データ間の差）を ICF の項目から導き出し、振り分けられる	⑤ 順位設定した理由を説明できる。また各問題点（機能→活動等）の横の繋がりを説明できる	⑧ 一般的な症例像の予後を述べ、提示した問題点が解決可能かどうか説明できる	⑪ 症例像の差から特徴的な問題点を見出し、解決に必要な理学療法を説明できる	④ 導き出した問題点からゴール設定ができる
レベル 1	① 医学的データや各検査が示している異常値（データ間の差）を見つけることができる	④ ICF の各項目における問題点の順位設定を主筋とつなぎ合わせ説明できる	⑦ 一般的な症例像を教科書的に説明できる。複数の教科書から引用できる	⑩ 教科書の一般症例像と症例の差を説明することができる	③ 主たる問題点（抽出した結果：列挙したものではない）を明示し、説明できる
レベル 0	レベル 1 を満たしていない場合はゼロを割り当てる				

図 4.2: 統合と解釈の採点基準

ら推論を行う過程で問題が生じている可能性が示唆される。今回、仮説として採点下位のグループに部分的支援の効果はあると仮説を立てた。しかし、理学療法プロセス自体の理解が乏しく、文章としての構成を成さないものに関しては効果として乏しい結果であった。一方で、理学療法プロセス自体の理解がある者に関しては、自分の見落とし箇所を認識し、統合と解釈に組み込まれ点数の向上が見られた（図 4.7, 図 4.8 参照）。そのため、判断に必要な情報認識の支援はリスク把握に関しては有効であるが論理性の支援としては課題が残る結果となった。

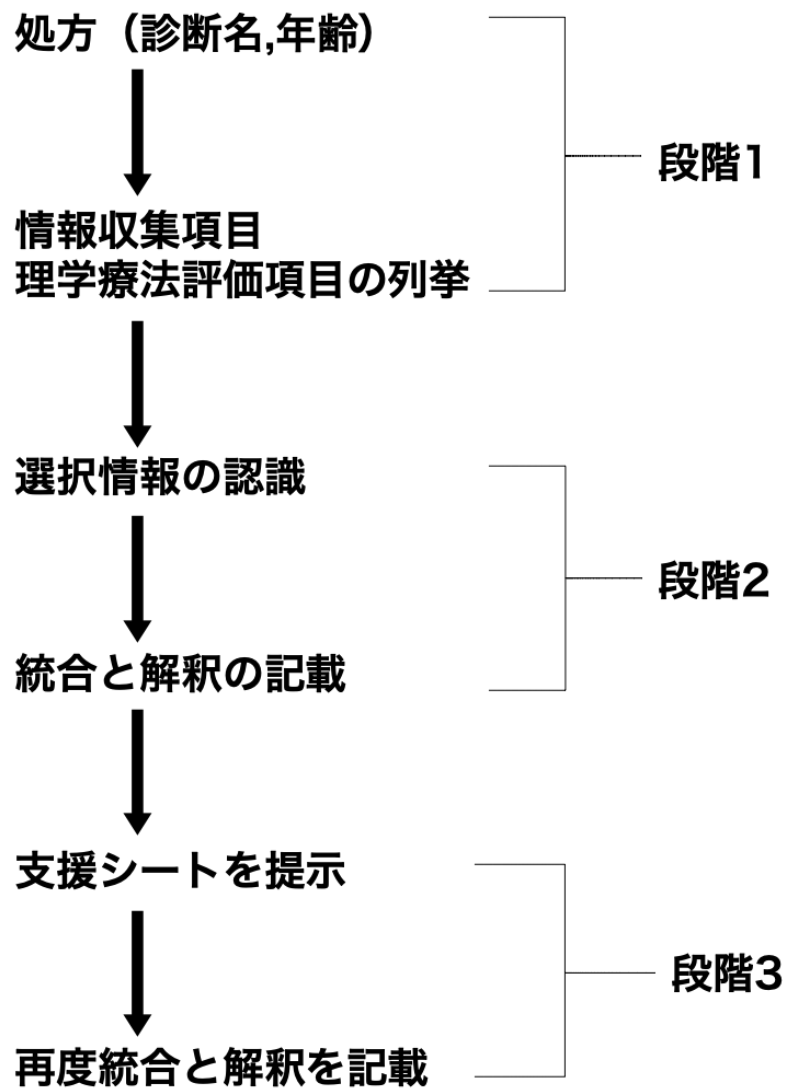


図 4.3: 実験 1 の手順

【着目情報】				
着目情報	検査内容	実測値	実測値の重み	選択項目
基礎情報	年齢	75	4	●
	性別	女性	1	●
	BMI	20	2	
	元々の移動能力	独歩	4	●
	趣味	ガーデニング	3	
社会情報	家族構成	独居	4	
	家族状況	身寄りなし	4	
	住環境	一戸建て2階あり	4	
	介護保険の有無	なし	4	
医学的情報	現病歴	X日に右片麻痺を自覚。X+3日に右上下肢脱力増悪し救急搬送。	4	●
	治療	r-TPA適応なし 抗凝固のみ	4	●
	既往歴	特になし	1	●
	MRI	左方線冠梗塞	4	●
	MRI②	4スライス	4	●
	Alb	3.5	2	●
	Hb	12	2	●
	CRP	0.1	2	●
	WBC	7	2	●
	BUN	17.7	2	●
	Cr	0.6	2	●
	Na	141	2	●
	K	4.2	2	●

図 4.4: 支援シートの例：社会情報の見落とし例

ID	経験年数	支援前リスク内容	支援後のリスク内容
1	1	運動麻痺の悪化 高齢転倒	錐体路障害(運動麻痺) 低栄養状態 亜脱臼あり バランス能力低下による転倒
2	1	肩関節亜脱臼 大腿四頭筋筋力低下による膝折れ	深部静脈血栓症 亜脱臼
3	1	転倒 血圧低下	Dダイマー高値による血栓リスク 血圧低下 肩関節亜脱臼による疼痛
4	1	起立性低血圧 廃用による下肢の急激な脱力 転倒	Dダイマーが高値→深部静脈血栓症 脳梗塞、心筋梗塞 転倒 廃用症候群
5	2	*	脳梗塞の増悪 動作訓練時の転倒 関節脱臼 靭帯、筋損傷
6	2	抗凝固療法での治療 肩関節亜脱臼増悪リスク 右運動麻痺増悪リスク	BADタイプ(運動麻痺の増悪、血圧低下)
7	2	*	血栓による再梗塞のリスク 麻痺増悪リスク 右肩関節亜脱臼リスク
8	2	下肢静脈血栓症 脳梗塞急性期による循環状態悪化 転倒	低血圧による脳血流低下 低栄養による感染症発症、褥瘡発症リスク 深部静脈血栓症発症リスク 高齢であり誤嚥性肺炎発症リスク 抗凝固薬による凝固能低下により多量出血リスク
9	2	DVT 神経症状増悪リスク 麻痺側亜脱臼増悪リスク	神経症状増悪リスク DVT 麻痺側亜脱臼増悪
10	2	*	*
11	2	転倒 皮膚損傷 再梗塞	*
12	2	*	転倒 起居動作での上肢の巻き込み 上肢の脱臼
13	3	転倒,転落リスク 動作による足関節捻挫リスク 麻痺側肩関節亜脱臼リスク 再梗塞リスク 二次障害リスク	肩関節亜脱臼リスク 足関節捻挫リスク 上下肢の運動麻痺

図 4.5: リスク列挙内容の支援前後での変化



	統合と解釈文	点数
支援前	高次脳機能、感覚に問題ないが上肢優位の麻痺あり。離床を進めて二次障害を予防する。健側の筋力を評価し、移乗やトイレ動作の介助量軽減を目指していく。脳梗塞急性期としては血圧は少し低い印象であり、座位、立位の際には血圧の変化に注意する。上肢の麻痺が強いのでリハビリを行う際は肩関節亜脱臼の状態にも注意して進めて行く必要がある。	1
支援後	Dダイマー高値のため血栓リスクあり。精神面を考えまずはトイレ動作の介助量軽減を目指す。歩行では左優位の重心となっているため麻痺側への重心を促し麻痺側立脚時間を延長できるように促す。長期ゴールとしては杖とAFOを用いて自立を目指す。介護保険申請の提案をする。2階建てで独居であるため住環境の調整が必要。	1

図 4.6: 部分的支援前後での文章変化（採点点数が低い）

	統合と解釈文	点数
支援前	<p>本症例は発症3日後に入院となったBADタイプの脳梗塞である。発症後、明らかな神経所見の増悪を認めないものの、上肢優位に重度の運動麻痺を呈しており、現在のADLは起居動作から歩行まで介助を要している。現在の全身状態は明らかな意識障害、高次脳機能障害は呈しておらず、呼吸/循環動態も安定。上肢の運動機能はFMA0点、BRSⅠと腱反射の出現を認めておらず弛緩性麻痺となっている。回復過程として痙性出現を伴い機能回復に至ると報告されているが、本症例では発症後2週間が経過しており、上肢機能回復には時間を要すると考えられる。下肢はFMA16点、BRSⅢであり共同運動パターンを呈している。股関節屈曲、内転筋優位に筋発揮出現認めているが足部は筋収縮が得られておらず、歩行はAFO装着し実施している。また、下肢筋緊張増強傾向であり痙性増強に注意が必要である。動作としては全般介助が必要な状態であるが、座位保持は可能であり、体幹筋群の機能は比較的保たれていることが予測される。また、血液データからも栄養状態は低くなく、その他リハビリの中止基準に準ずるものは認めないため、積極的な運動療法、機能訓練が必要と思われる。</p> <p>ADL全般介助を要する問題点として、重度の運動麻痺を呈していることが初めに挙げられる。寝返りが困難な要因として、失認等の高次脳機能障害を認めないこと、体幹筋群の機能が保たれていること、下肢内転筋群の筋発揮を認めることから、運動麻痺による上肢機能低下が動作に及ぼす影響が大きいと考える。次に起き上がりに軽介助が必要な要因として寝返りが困難であることや、上肢機能低下によるon elbow,on handが困難であることが考えられる。端座位や立位は自立、修正自立レベルであり移乗には中等度介助が必要である。移乗には足部の踏み替えに加え、移動によるCOPの移動にて動作難易度が上昇すると報告されている。また足部のMMT0レベルであり足関節戦略が困難である。また膝関節もMMT1,2レベルであり膝折れ等の出現リスクも高いと思われる。足部のコントロールが困難であるため歩行は装具装着下で中等度介助で実施している。感覚障害や失調症状は認めておらず、動作中でも高次脳機能障害は認めないため、運動麻痺による筋発揮低下が歩行を始め、動作に介助を要する原因と考える。</p>	13

図 4.7: 部分的支援前後での文章変化（採点点数が高い例の支援前）

	統合と解釈文	点数
支援後	<p>本症例は右上下肢の脱力を脱力を主訴としたBADタイプの脳梗塞である。発症から3日後に運動麻痺の増悪を認めたため、救急要請の運びとなっている。保存的加療であり抗凝固薬を内服中である。一般的にBADタイプの脳梗塞は運動麻痺や感覚障害が増悪する経過を辿ることが多いと報告されており、本症例でも同様の経過を辿っていることが推察される。発症+14日目の全身状態は安定しており血液検査より栄養状態も比較的維持されているが、下腿周形は32cmであり今後フレイルに注意する必要があると考えられる。本症例におけるneedとして、「排泄動作の獲得」と「歩行の獲得」が主訴より挙げられる。排泄動作は、移動や下位操作,着座,拭き取り等、細かな動作の獲得が必要である。本症例での上肢機能はFMA0点,MMT0-1レベル、肩関節亜脱臼にて重度運動麻痺を呈していることが評価結果より推察される。SIASより上肢腱反射,筋緊張1B、BRS上肢Ⅰであり弛緩性麻痺を呈していることが評価結果より推測される。抗重力位によって肩関節亜脱臼を呈しているが、上肢での明らかな関節可動域制限は呈しておらず、二次的な機能制限は出現していないと考える。脳血管障害での機能回復は発症直後より神経回復が始まり、6ヶ月頃まで緩徐に回復が図れることが報告されている。特に急性期の段階では機能回復は強く見込まれている。回復段階としては筋緊張が増強していくことで連合反応、共同運動、分離パターンへと機能回復が進むとされているが、上肢は筋緊張が生じておらず回復は時間を要することが予測される。下肢機能FMA16点,MMT0-3レベルである。筋発揮は中枢部優位に認めているが足部は0レベルであり、本症例での「歩行の獲得」を目指す上では足部制動を目的とした下腿装具の使用が必要であると考えられる。現在のADLは車椅子移乗中等度介助、歩行はAFO装着にて実施している。立ち上がり、立位保持が修正自立であり、車椅子移乗に介助を要する要因として、立位以降での足部踏み替えや重心移動における体幹筋群のコントロール,バランス機能に機能制限が生じていることが考えられる。股関節,膝関節屈筋群の筋力は2レベルであり、一部であれば床からの離地も可能であることがSIASより示されている。また、FACTでも体幹筋群の機能は比較的保持できており、BBSでもバランス機能は応用動作を除き、機能維持されている。そのため、足部筋発揮低下による足関節戦略の出現が困難であることが、介助を要する要因として考える。</p> <p>歩行は左手すり歩行にて右足部にAFO装着にて実施している。歩容は麻痺側努力様でありシザース様の歩行を呈している。また、装具装着のため足関節戦略は消失している。右lcでは足関節背屈乏しく、接地による軽度墜落性の形をとる。右LRでは努力様となり、膝折れが生じる。MStではさらに努力様となりトレンデンプルク歩行出現し代償動作が著名となる。麻痺側下肢に荷重が乗らず非麻痺側へ重心が残るためswingも代償動作を出現させながら実施している。以上のことから、歩行に介助を要する要因として、麻痺側の立脚が十分に形成されていないことが挙げられる。形成が困難な原因としては足部を主とした運動麻痺による筋発揮低下による下肢コントロールが不十分であることが考えられる。</p>	15

図 4.8: 部分的支援前後での文章変化（採点点数が高い例の支援後）

## 5 実験2：経験年数による情報収集過程の差異に関する探索的調査

### 5.1 実験2の目的

関連研究で述べたように、医療分野における医療従事者の論理的思考自体に対するICT支援は少なく、臨床で必要とされる思考過程の構造が明らかでない部分が多い。理学療法士に関しては理学療法プロセスが定義づけられているが、初学者と経験者で具体的にどのような違いがプロセス上に存在しているかは、経験値的に初期仮説の精度や評価の手数とされているが、実際に検証し具体的に違いを示した報告は見当たらない。そのため、初学者と経験者における思考過程で具体的な違いを示し、ICT支援における支援箇所を明確にする必要がある。また、熟達の5段階モデルとしてドレイファスのモデルが提唱されており[6]、最低10年の経験を要するとされているが、単に1年の経験を次に9回積むだけでは無意味とされている。経験年数に情報収集能力が依存するかも含めて初学者と経験者における情報収集過程の差異を探索的に調査することを決めた。

経験者と比較し、初学者は情報収集の段階で扱う情報数が少ない傾向となり、初学者は仮説生成が少ない傾向とする先行研究を支持するものになると仮説を立てた。そのため、情報収集の段階で扱う情報認識の重要性を確認するために本調査を実施する。

### 5.2 実験2の方法

理学療法プロセスに準じて情報収集の思考過程を把握するために、急性期病院の1-20年目の理学療法士計14名（平均5.2年）に対し、複合疾患の模擬症例（右大腿骨頸部骨折術後、既往歴：脳梗塞・心筋梗塞）に対する四段階のアンケート調査を行った。1段階目は模擬処方を確認し、情報収集項目の列挙を行う。2段階目は選択情報を提示された上で追加の必要情報の列挙を行う。3段階目は選択追加情報を提示された後に、理学療法評価の列挙を行う。4段階目では選択評価結果を提示し、予想されるリスクの回答を求めた。なお、1、2段階目でも同様に予想されるリスクの回答を求めた（図5.1参照）。1-20年目の各段階における情報、評価項目数を算出した。リスクは大腿骨頸部骨折、脳梗塞、心筋梗塞に関する正答を設定し、設定したリスクに関する再現率と適合率の調和平均（以下：リスクF値）を求めた。統計解析は経験年数と上記各項目、経験分野数と上記各項目に対しSpearmanの順位相関係数を求めた。本研究は探索的調査であり、参考程度にp値についても記載するが、相関係数( $\rho$ )が比較的大きいものについてピックアップし、それを基に議論を行う。

### 5.3 実験2の結果

経験年数と各項目との間に相関関係は認められなかった。経験分野数と各項目においては3段階目の理学療法評価数( $\rho = 0.6, p < 0.05$ )と全情報収集項目数と理学療法評価数の合計( $\rho = 0.6, p < 0.05$ )に正の相関を認めたが、リスクF値は相関を認めなかった。唯一リスクF値と関連する可能性のある項目は優先度の高い理学療法評価数であった( $\rho = 0.5, p = 0.06$ )

## 5.4 実験2の考察

本実験では、模擬患者を複合疾患に設定した影響もあり、経験年数ではなく、経験分野数において扱う情報数や理学療法評価数に正の相関を認めた。これは実験協力者の中に、経験年数は高いが疾患経験が限定的な者がいたことが要因であると推測される。したがって、急性期における複合疾患のリスク管理は、経験年数に依存せず疾患分野経験と教育によって適切に行える可能性が示唆された。

情報収集項目や理学療法評価の欠如はリスク管理に影響を与えると仮説を立てたが、経験分野数とリスクF値には相関は認めず、個体差による影響が大きい結果であった。しかし、各段階におけるリスクF値の平均値が75%以上の上位2名は整形外科術後、脳疾患、心筋梗塞に関する情報収集と理学療法評価がリスクF値40%未満の下位2名を比較した結果、75%以上の上位2名の方が適切なリスク列挙となっている(図5.2参照)。そして、リスクF値が高い2名が扱う優先順位の高い情報収集項目と理学療法評価項目の総数は列挙数が多い結果であった。さらに、優先度の高い理学療法評価とリスクF値の効果量は無視できるものではないため( $\rho = 0.5, p = 0.06$ )、優先度の高い情報収集項目と理学療法評価は、初学者へのアラートポイントになる可能性が示唆された。以上のことから、リスクを把握できない者は扱う医療情報、理学療法検査が少ない傾向であり、仮説に近い結果であった。そのため、システム実装においては優先順位の高い情報と理学療法評価を着目点として提示することが必要であることを支持する結果となった。

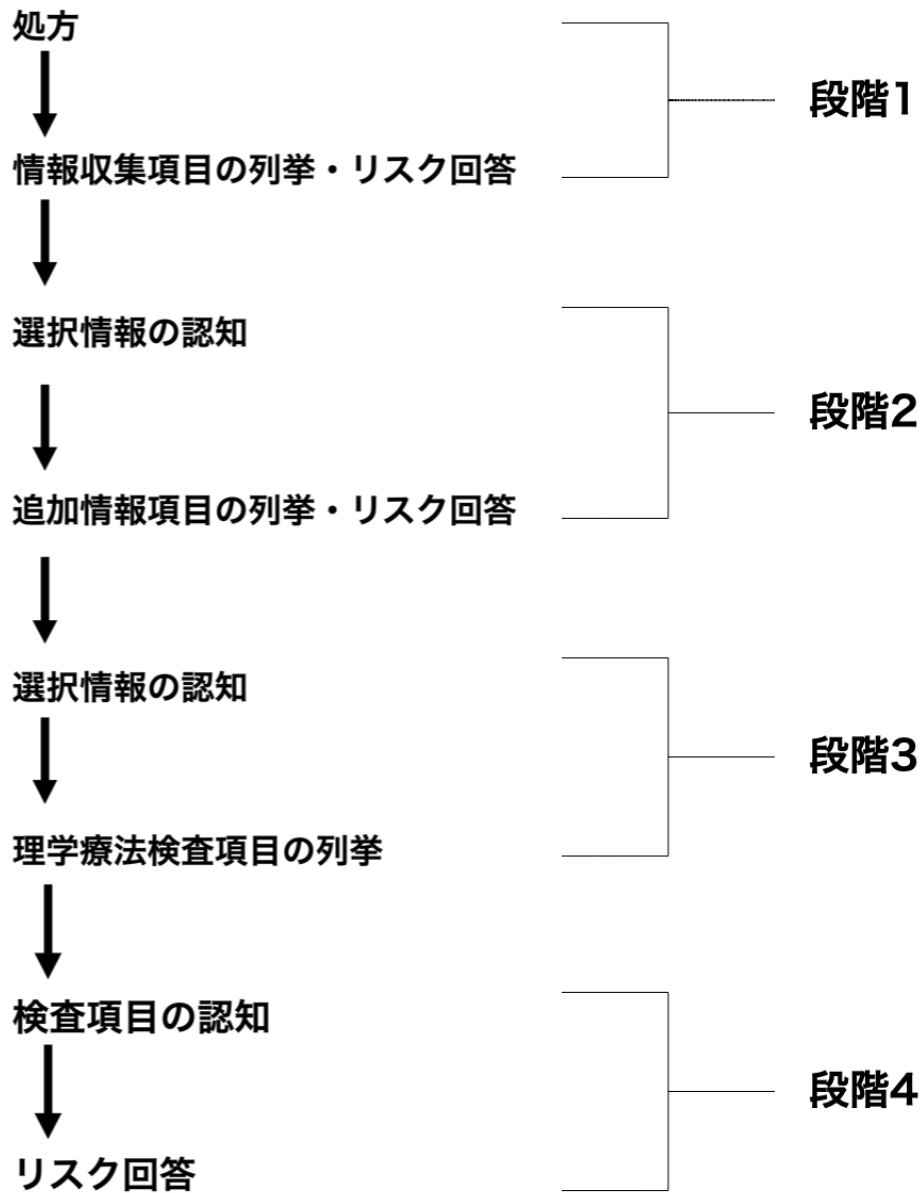


図 5.1: 実験 2 の手順

	回答内容
リスクF値が高い者	<p><b>【リスク高そう】</b>  起立性低血圧  転倒リスク（入院中、退院後）  入院前よりADL低下  運動機能低下（フレイル、サルコペニア）  将来的な再骨折  介護度増加、経済的負担増加  今回骨折したことによる予後の悪化</p> <p><b>【リスクそこそこ】</b>  貧血進行  心不全増悪  狭心症症状出現  脱臼  入院中せん妄リスク  認知機能低下リスク  今後入院中のDVT発症</p> <p><b>【頭の片隅に・・・】</b>  感染  不整脈  PE</p>
リスクF値が低い者	創部出血、貧血

図 5.2: リスク F 値の差による回答内容の違い

## 6 医療情報と理学療法検査を序列化するシステム

本章では、4章と5章の実験結果をふまえて理学療法初学者の臨床推論序盤に対する支援として、理学療法プロセスの序盤をモデル化し、医療情報を序列化し着目点を提示するシステムの実装を行う。

### 6.1 理学療法初学者に対する支援のポイント

理学療法初学者の臨床推論序盤における適切な支援を検討するため、判断に必要な情報認識支援の効果検証を行い、初学者と経験者の情報収集過程の差異を調査した。情報認識支援の効果においては、支援シートによる欠落情報箇所の指摘と優先度の高い情報の提示により、元々理学療法プロセスの理解のある被験者に関しては、扱う情報量の増加と、採点点数の増加を認めた。しかし、理学療法プロセス自体の理解が乏しく、初回の採点点数が低い被験者に関しては、支援シートの効果として変化のない被験者が多く、教育における個別性、到達度に応じた支援の必要性が明らかとなった。経験年数における情報収集過程の差異に関する調査では経験年数に依存せず、経験疾患分野数が扱う情報数、理学療法評価数と関連を認めた。さらに、リスクF値が高い者は低い者より扱う情報数と理学療法評価数が多く、情報と評価の連動性が高いことから、診断名に応じた必要情報と理学療法検査がアラートするポイントと考えられる。すなわち、必要な情報を見落とす、もしくは情報の認識が誤ると、その後の論理的思考に影響を与える可能性が示唆された。専門家と初学者の違いを言及した報告では、「初期の仮説の精度が最終的な結論を強く影響するものであった [45]」と述べており、本実験結果とも一致している。そのため、診断名から仮説を立て、必要な医療情報収集項目、理学療法検査項目を想起する段階である「情報収集」に対する支援が重要であることは明白となった。本研究は理学療法初学者の臨床推論に対するICT支援として、「医療情報や理学療法検査の結果から導かれる問題点を見落とさないこと」をアウトカムとし、まずは情報収集の段階で、対象者データにおける重要な医療情報や理学療法検査結果の着目点を提示することで、理学療法初学者の臨床推論を支援することを目指す。

### 6.2 医療情報の重要度と異常度の決定

情報収集過程をモデル化すると診断名に対して優先度の高い医療情報や検査項目を確認する段階と、その実測値が異常か判断する段階に分けられる(図6-1参照)。そのため、情報収集すべき項目として、対象疾患の診断名から導かれる医療情報・理学療法検査項目に優先度をつけたものを「重要度」とし、医療情報、理学療法検査の結果である実測値にランクづけを行ったものを「異常度」とした。重要度と異常度の妥当性を担保するため、ガイドラインを基盤に経験のある約10名の理学療法士にて議論し、重要度を4段階、異常度を5段階に設定した。重要度と異常度を設定することにより、対象者データの判断に必要な情報の認識と解釈を支援することになる。例として、大腿骨頸部骨折から導かれる優先度の高い情報としては手術後の安静度、血液検査(貧血/炎症/感染/血栓リスク)などが挙げられ、重要度の高い理学療法検査項目としては股関節の可動域、筋力、周径となる。異

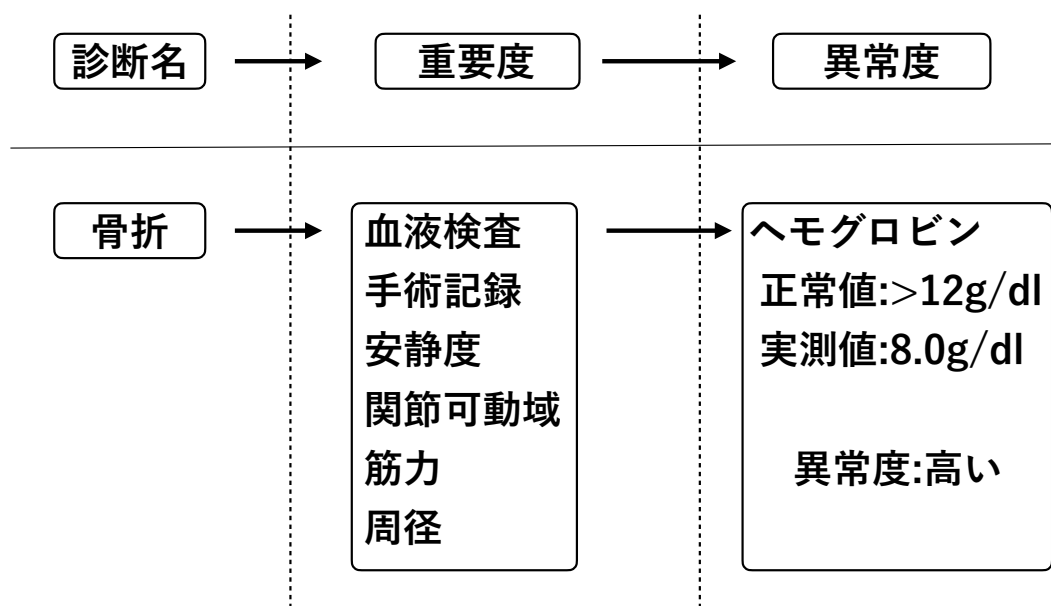


図 6.1: 重要度と異常度の実例

常度としては、この血液検査でヘモグロビンの数字が正常値である 12g/dl を下回っているという観点である。初学者がこの情報収集の段階で、必要な項目を列挙できない、もしくは異常度の認識を誤ることは、臨床教育認定理学療法士の経験上、多分にある。

### 6.3 医療情報の序列化における基盤となるマトリクスの設定

診断名から導かれる必要な情報収集項目や理学療法検査に重要度とした段階づけを行い、実測値に異常度とした段階づけを行った。この重要度と異常度を用いて患者情報を序列化する必要がある。仮に医療情報と理学療法検査の重要度と異常度の数字を単純にかけあわせた場合、優先度が最も高いが、実測値は正常範囲内の項目は、総合して優先度が高く表出されてしまう（図 6.2 参照）。実際には実測値が正常であれば問題点として扱うことはない。そのため、重要度が高く、異常度が低い場合は総合値として低く表出するとした臨床の感覚と照らし合わせた重要度と異常度のマトリクスの作成を理学療法学科大学教員 1 名と認定理学療法士 2 名に依頼した（図 6.3 参照）。臨床に即した価値判断を基盤にマトリクスを作成することで、患者情報の序列化が可能となり適切に患者の問題点を抽出することがシステム上可能になると考えた。

### 6.4 問題点の出力方法

使用者は患者の医療情報、理学療法検査データを入力し、実測値がシステム上に入力される。その実測値を元に有識者で決定した重要度と異常度が決まり、最終的な価値判断として分布表が適応されて問題点が優先度順に出力される。これをトリアージシステムと名づけ運用を試みる。システム概要図を図 6.4 に示す。



重要度	異常度	総合値
血液検査 ヘモグロビン : 5	血液検査 ヘモグロビン : 13.4g/dl : 1	6
膝関節伸展筋力 : 3	膝関節伸展筋力 : MMT3 : 3	6
股関節伸展可動域 : 5	股関節伸展可動域 : 0° : 3	8

※ 1は優先度が低く  
9は優先度が高い

図 6.2: 重要度と異常度の誤った組み合わせ

重要度/異常度	I	II	III	IV
i	1	1	2	3
ii	1	1	3	4
iii	1	2	4	4
iv	2	3	4	5
v	2	4	5	5

図 6.3: 重要度と異常度のマトリクス

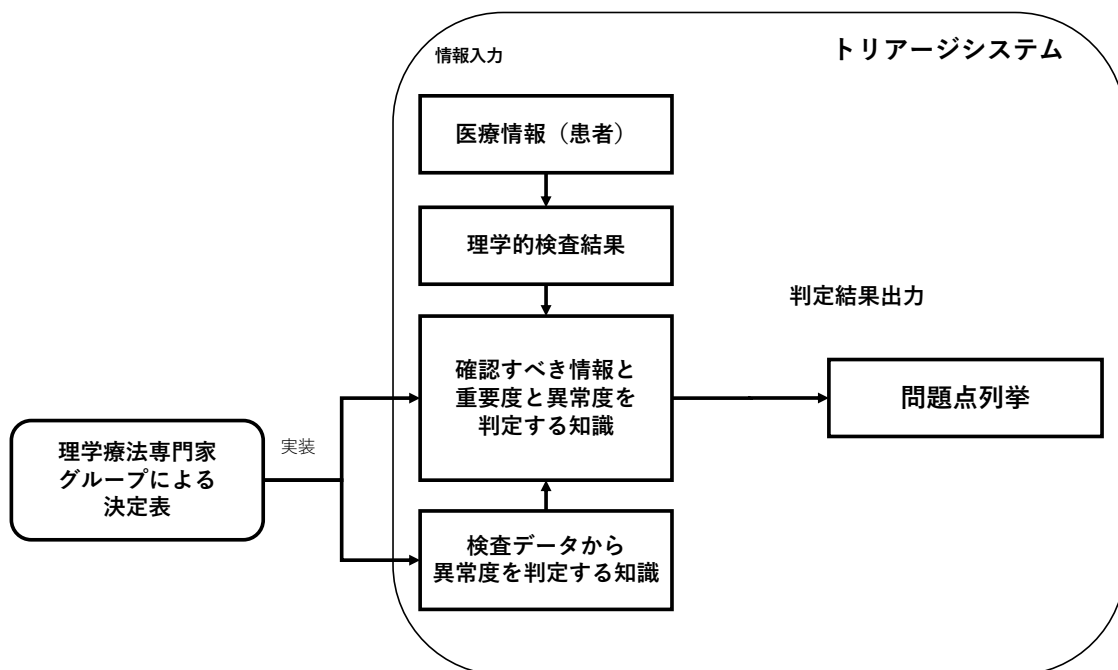


図 6.4: トリアージシステムの概要

## 7 実証実験：医療情報と理学療法検査を序列化するシステムが理学療法初学者に与える影響

本章では、前章で構築したシステムを用いて理学療法初学者に対し、模擬症例での実証実験について記述し、本研究の成果を明らかにしていく。

### 7.1 実証実験の目的

4章と5章の実験をもとに、理学療法プロセスにおける情報収集から理学療法検査の列挙、検査測定後の、統合の段階を支援し、理学療法初学者が対象者の問題点を見落とさないことを目的としたトリアージシステムを構築した。そのため、システムによって医療情報と理学療法検査を序列化し、理学療法初学者に提示する実証実験を行い、本研究の成果を確認する。なお、判断に必要な情報認識の支援の実験結果より着目点を提示するだけでは、統合と解釈文の採点点数が低い者の効果は認めにくい傾向にあったため、理学療法士が対象者の問題点を抽出する時に使用する国際生活機能分類図（International Classification of Functioning, Disability and Health：以下ICF。図7-1参照）に沿ってシステムが模擬患者の問題点を序列化した項目をICFのカテゴリーに分けたサマリーを作成し、被験者に提示した（図7-2参照）。ICFとは2001年にWHOが定義した人の健康状態に関する包括的な事柄を体系的に分類したものである。

本実証実験では、理学療法プロセスの序盤、論理的思考の土台となる部分を着目点を提示する形で支援するため、その効果として論理的思考における採点点数が下位から中等度の段階へ変化し、理学療法士が治療対象としている心身機能面における問題点列挙が適切に行えると予想した。

### 7.2 実証実験の方法

急性期病院に所属する1年目から5年目の理学療法士計20名に対し、模擬症例（大腿骨頸部骨折症例）に対する理学療法プロセスの論理的文章記述と模擬症例の問題点を箇条書きで抽出する課題を2回に分けて与えた（図7-3参照）。1回目は20名全員に対し、同一条件で論理的文章記述と問題点抽出の課題を行い、論理的文章に関してはデータを盲検化し、理学療法学科大学教員2名に既存のルーブリックに沿って15段階で採点を依頼した。得られた採点結果を表7-4に示す。採点結果を元に被験者を上位から順にランダムに割り付け、論理的文章記述能力が均等な2群を作成し、片群にはシステム使用下で同一課題を行い、片群はシステムを使用せずに同一課題を行った。なお、1回目と2回目の模擬症例は大腿骨頸部骨折患者であるが、別の症例内容としている。システムが提示する方法としては着目点の医療情報や理学療法検査に色が塗られているのに加えて、ICFに沿った問題点を示した。被験者にはシステムが提示するICFに沿ったサマリーは正解ではなく、あくまでシステム上の支援として伝えた。

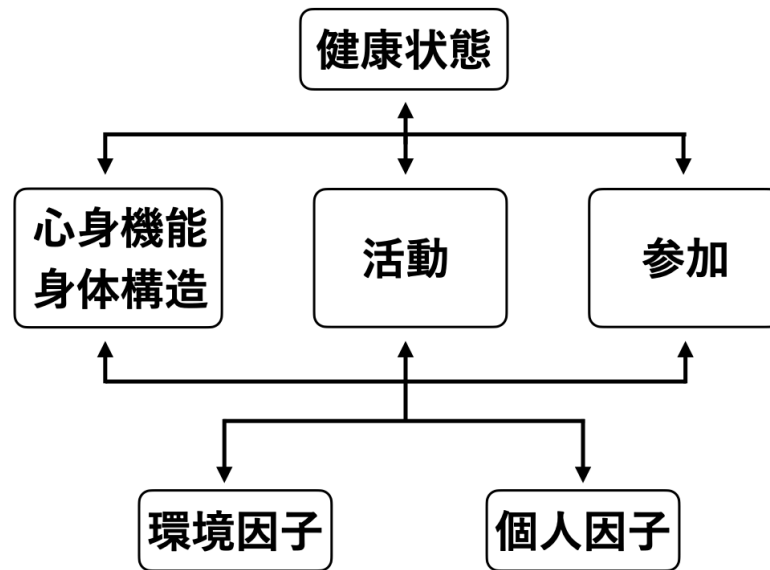


図 7.1: 国際生活機能評価分類 (ICF)

心身機能・身体構造	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ FRT:15cm</li> <li>・ BBS:38点</li> <li>・ 股関節伸展筋力MMT2</li> <li>・ 股関節外転筋力MMT2</li> <li>・ 股関節外旋筋力MMT2</li> </ul>
活動	・ 杖歩行短距離自立 階段昇降近位監視
参加	・ -
環境	・ 夫と同居
個人	・ BMI28 高血圧症

図 7.2: ICF に沿った問題点のサマリー

### 7.3 実証実験の分析方法

論理的文章の内容と問題点列举の内容の2点を元に分析を行う。論理的文章に関しては盲検化し、理学療法士養成を専門とする大学教員2名に採点を依頼した。2名の採点に関しては Shapiro-Wilk 検定で正規性を確認した後、Pearson の積率相関係数を求めた。問題点列举に関しては ICF に基づき、各項目に正答を用意した。正答は大腿骨頸部骨折ガイドラインを基に運動器認定理学療法士と理学療法士養成を専門とする大学教員によって設定し、設定した正答に対する再現率と適合率の調和平均である F 値を求めた。なお、問題点の各項目における順序に関しては不問とした。理由は、問題点の優先順序に関しては経験者の中でも若干異なり、問題点の優先順序までを含めた正答の設定は困難であると考えた。問題点を見落としていた場合、もしくは問題点ではない項目を問題点として挙げていた場合、臨床において治療の効果が出ない、もしくは、アクシデントへと繋がる恐れがあるため、正答問題点を基準とした再現率と適合率の調和平均を採用した。以上の文章採点と問題点列举の F 値の2点に関して定量分析と定性分析を行った。定量分析はシステム使用群と非使用群における採点、F 値には Mann-Whitney の U 検定を行い、1回目と2回目の各群

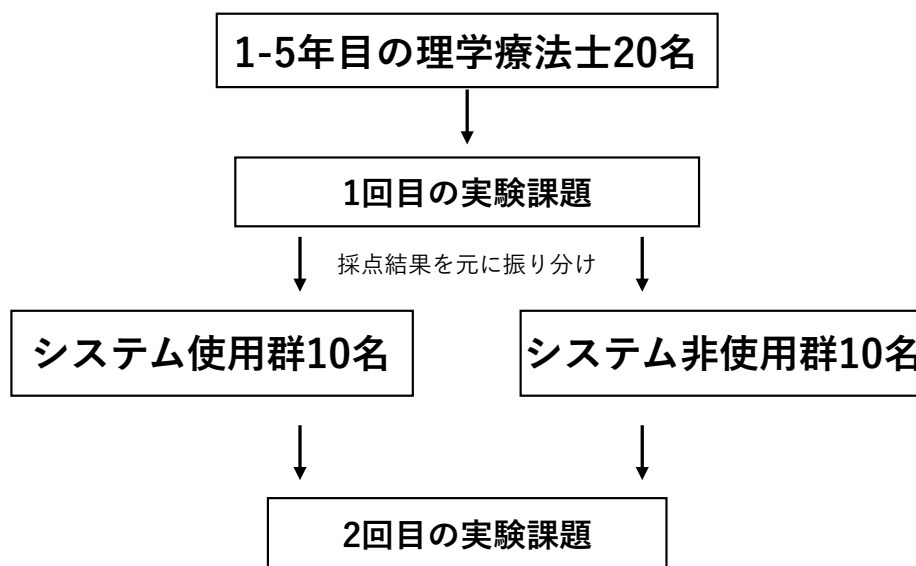


図 7.3: 実証実験の手順

における採点,F 値には Wilcoxon の符号付順位検定を行った。定性分析は、実験協力者が記載した文章間の変化について確認する作業を、認定理学療法士が行なった。なお、本研究は探索的研究であり、参考程度に  $p$  値についても記載するが、相関係数  $r$  が比較的大きいものについてピックアップし、それを基に議論を行う。

#### 7.4 実証実験の結果

採点者間は正の相関 ( $r = 0.86, p < 0.01$ ) を認め、採点基準のばらつきは認めなかった。2回目の実験におけるシステム使用群と非使用群における採点点数と F 値の効果量、 $p$  値を表 7.1 に示す。採点はシステム使用群と非使用群において効果量は少ない傾向であり、F 値は個人因子と全体総合に関しては使用群と非使用群において中等度の大きさである効果量を認めた。しかし、機能面の効果量は小さい結果となった。

1回目と2回目のシステム使用の有無の比較検討の結果を表 7.2, 表 7.3 に示す。1回目と2回目の採点点数、F 値の比較においては、システム使用群の方が採点結果で効果量が大きい結果となり、ICF 全体総合の F 値はシステム使用群で中等量の大きさの効果量を認め、システム非使用群より大きい結果となった。

#### 7.5 実証実験の考察

1回目の課題で群間の論理的記述能力を揃え、2回目の課題でシステム使用群と非使用群における比較を行った結果、問題点列挙の F 値 (個人と全体総合) が向上した。この点においては大腿骨頸部骨折という病態のみならず、症状や疾病に直接関係が見出せないが、活動に影響すると考えられる BMI が高値であり、肥満による問題も考慮する点をトリアージシステムが着目点として提示した結果が大きいと推測する。しかし、問題点が列挙できていたとしても、文章中において肥満であることを加味して論理的に言及できているわけ

表 7.1: トリアージシステム使用の有無

Factor	システム非使用群	システム使用群	$r$	$p$
採点点数	-	-	-0.09	0.70
機能_F 値	0.70 [0.00, 0.89]	0.75 [0.44, 1.00]	0.26	0.22
活動_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.90 [0.33, 1.00]	0.21	0.33
参加_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.69 [0.00, 0.86]	-0.24	0.26
環境_F 値	0.67 [0.00, 1.00]	0.67 [0.50, 1.00]	0.11	0.60
個人_F 値	0.33 [0.00, 0.67]	0.57 [0.00, 0.83]	0.45	0.04
全体総合_F 値	0.55 [0.31, 0.72]	0.55 [0.44, 0.67]	0.52	0.02

表 7.2: トリアージシステム非使用群の変化

Factor	1 回目	2 回目	$r$	$p$
採点点数	-	-	0.32	0.36
機能_F 値	0.70 [0.00, 0.89]	0.75 [0.44, 1.00]	0.46	0.29
活動_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.90 [0.33, 1.00]	0.64	0.08
参加_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.69 [0.00, 0.86]	0.29	0.44
環境_F 値	0.67 [0.00, 1.00]	0.67 [0.50, 1.00]	0.30	0.51
個人_F 値	0.33 [0.00, 0.67]	0.57 [0.00, 0.83]	0.52	0.91
全体総合_F 値	0.55 [0.31, 0.72]	0.55 [0.44, 0.67]	0.26	0.49

表 7.3: トリアージシステム使用群の変化

Factor	1 回目	2 回目	$r$	$p$
採点点数	-	-	0.72	0.05
機能_F 値	0.70 [0.00, 0.89]	0.75 [0.44, 1.00]	0.49	<0.01
活動_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.90 [0.33, 1.00]	0.62	<0.01
参加_F 値	0.80 [0.00, 1.00]	0.69 [0.00, 0.86]	0.10	0.83
環境_F 値	0.67 [0.00, 1.00]	0.67 [0.50, 1.00]	0.50	1.00
個人_F 値	0.33 [0.00, 0.67]	0.57 [0.00, 0.83]	0.20	0.19
全体総合_F 値	0.55 [0.31, 0.72]	0.55 [0.44, 0.67]	0.42	<0.01

ではないため、2 回目課題のシステム使用群と非使用群における結果で採点の効果量が小さいことは定性分析と合わせて説明がつく。

1 回目と 2 回目の課題をシステム使用群と非使用群で比較した結果では、システム使用群の方が採点においても効果量が大きい結果となった。そこで、トリアージシステムを使用した 10 名のうち、上位 3 名の平均値と下位 3 名の平均値を比較すると下位 3 名の方が点数の上昇が大きい傾向にあった。上位 3 名は天井効果を認めている可能性を否定できないが、下位 3 名に関しては問題点列挙のサマリーを確認することで、分散していた着目箇所が整理された可能性がある。文章を確認すると 1 回目の課題では余分な情報を含めていた論理的記述が、2 回目の課題では余分な情報が減少していることが確認できる。過去の部分的支援を行った結果 [54] としては、採点が低い者ほど効果が乏しく、採点が高い者ほど点数の上昇を認めたが、今回の実証実験では支援方法の違いとして、重要度の高い情報をアラートするのみでなく、システムが列挙した問題点のサマリーを提示している。そのため、情報

表 7.4: 1 回目課題実施時の被験者サマリー

参加者 ID	経験年数	文字数	採点者 A	採点者 B	採点平均
1	1	452	4	3	3.5
2	1	473	4	5	4.5
3	1	582	6	4	5.0
4	1	679	7	4	5.5
5	1	686	8	4	6.0
6	1	753	9	5	7.0
7	2	265	2	3	2.5
8	2	272	2	3	2.5
9	2	540	3	3	3.0
10	2	722	6	3	4.5
11	2	875	12	6	9.0
12	2	886	11	6	8.5
13	3	297	2	1	1.5
14	3	498	6	4	5.0
15	3	534	5	3	4.0
16	3	1225	15	7	11.0
17	4	1016	15	9	12.0
18	5	308	2	2	2.0
19	5	717	11	6	8.5
20	5	1270	15	13	14.0

提示の仕方によっては、臨床推論が未熟な理学療法士が情報の取捨選択を行う際に影響を与える可能性が本実証実験により示唆された。

被験者のサマリー(表 7.4)を確認すると、論理的記述の点数は経験年数に依存しないことが示唆され、臨床現場における教育自体の重要性と、ICT 支援の需要の高さを示していると考え、その中で、本システムは論理性の前段階にあたる、情報の認識（理学療法プロセスにおける情報収集）を支援する目的で作成しており、その効果としては、一部の問題点 F 値の向上とルーブリックの到達度が低い者に対しては、一定の点数向上を認めたと考える。

## 8 展望

本研究は、理学療法初学者がICT支援により必要な医療情報や理学療法検査を見落とさないことを目的に、情報収集の段階で、医療情報と理学療法検査を序列化し、着目点を提示するシステムを考案した。本章では、今後の課題や展望を整理し、本研究の価値について述べる。

### 8.1 今後の課題

本システムにおいては、ICFの中でも理学療法士が中心的に扱う機能面の問題点列挙に着目していたが、機能面の正答率は効果量が小さかった。この点に関しては、重要度が高く、異常度が高い項目が本システムによって問題点として列挙されたが、重要度が高く、異常度が低い項目を誤認する被験者が多く、機能面の問題点における適合率が低い傾向にあった。そのため、大腿骨頸部骨折において、重要度が高い理学療法検査が必ずしも問題ではないのだが、1-5年目の理学療法士はルーティンとして、模擬患者の問題点を選択してしまう傾向が明らかとなった。そのため、重要度が高く、異常度が低い医療情報や理学療法検査に関しても今後はアラートが必要であると考え。続いての課題として、理学療法検査結果の重要度が高く、異常度が高い場合であっても、その項目に左右が存在し、同じ実測値の場合、総合値としては低くなるという臨床現場で遭遇するパターン（図8.1参照）を想定できておらず、システム上に反映できていなかったことが、機能面の正答率を上げることができなかった要因として考える。そのため、今後は該当箇所（整形外科的検査や関節可動域と筋力）については単一ではなく左右との比較した上で総合値を算出するよう検討していく。システム使用群における1回目と2回目の採点結果の変化から、論理的記述へのある一定の効果は示唆されたが、余分な情報を文章中に含まなくなった段階であり、論理性の中心にあたる解釈の前段階までしか支援できていないことがシステム使用後の最終到達採点点数と定性分析から予想される。臨床推論を定義することは、教えることと同様に難しいとされる[11]。そのため、臨床推論の論理性を支援するには、記述された文章間のつながりや主張する仮説の構成要素などを解析し、本システム以外の手法で支援することも今後は必要であると考え。

### 8.2 貢献・価値

本システムにより、臨床推論の序盤にあたる情報収集、理学療法検査の列挙の段階で判断に必要な情報認識を支援されることにより、見落とし箇所が減り、論理的思考の基盤となる材料を手元を集める段階までは到達することが実証された。臨床推論全体で考えた場合、更なる論理性の向上が必要ではあるが、インタラクティブ性を持つ「応答システム」としての機能や特徴を有した理学療法初学者に対するICT支援としては初の試みである。このシステムによって属人的な教育ではなく、診療前段階の必要条件である知識体系と思考プロセスが外在化され、標準化された質の卒業教育を初学者は受けることができる。

理学療法士の業務体系は1日の単位取得数が業務目標として各施設で定められており、計算機の前に座り情報を集め、必要な理学療法検査を検討している段階の所要時間は診療業



## 通常



評価項目	右	左
股関節伸展可動域	0°	20°
股関節伸展筋力	3	5
Over test	陽性	陰性

※ 股関節伸展可動域：正常20°  
股関節伸展筋力：正常5

## 臨床に多い高齢者のパターン



評価項目	右	左
股関節伸展可動域	0°	0°
股関節伸展筋力	3	3
Over test	陽性	陽性

元の基準値が正常値ではない

図 8.1: 臨床でよく遭遇する例：右大腿骨頸部骨折

務時間の 20 分には含まれていない。初学者の教育において、この段階に時間をとられることは、理学療法を提供できる対象者数が減少することに直結する。本システムはこれらの業務量目標と臨床教育時間におけるジレンマを解決に導く可能性がある。本システムによって医療情報の着目点が提示されることにより、理学療法初学者が教育者の手を借りることなく、見落とし箇所が減ることで業務効率は向上し、より多くの対象者が理学療法を受けることが可能となる。また、初学者が複雑な臨床実践を行うためには臨床教育に費やす時間を増やすことが手段の一つとされており [8]，本システムにより、計算機の前に座る時間を減らし、臨床実践に多くの時間を費やすことが可能となる。臨床推論の土台となる医療情報や理学療法検査結果が手元に揃い、臨床実践での教育に時間を割くことにより理学療法の質が向上することが期待される。質の高い理学療法は治療のみならず、疾病の再発予防指導までを含めており、適切な患者教育がなされ、外来や訪問で適切にフォローされることにより疾病予防の観点からも社会保障費の抑制へと繋がる [8]。また、社会保障費の抑制に限らず、高齢者、障がい者の社会参加を可能とするためには生活習慣病等の内科疾患の予防と移動能力の確保が重要である。高齢者にとっては移動能力の確保が社会参加や生きがいに関連し [32]，理学療法の質の向上が及ぼす影響は幅広く、その貢献度は高いと考えられる。そのため、理学療法プロセスにおける序盤を構造化し、ICT での支援を試みた本研究は、新卒者の急増、質の低下の懸念、暗黙的な実践知の教育に難航し、業務が逼迫している理学療法業界に対し、新しい卒後教育方法の提案となり、診療業務効率の改善を促し、ひいては日本の社会保障費問題に大きく関与する研究だと考えられる。

## 9 おわりに

本研究では、理学療法初学者が対象者の問題点を見落とさないために、どのようなICT教育支援が必要かをリサーチクエスションとした。そして、2度の調査実験をもとに必要な医療情報を序列化する方法論の構築と序列化された医療情報を理学療法初学者に着目点として提示することの、効果検証を行った。

1章では、リハビリテーションに対するICT支援の需要の高さと重要性を社会背景をふまえて説明した。少子高齢化問題に伴う社会保障費の増加に対し、質の高いリハビリテーションによる在院日数の短縮、疾病予防、生産現役人口の維持が期待され、ICT支援が推奨されているにも関わらず、医療業界としてその進捗は他の業界より遅れており、需要が高いことは明白であった。次いで、医療費の抑制に貢献できる理学療法士の教育課題について言及し、属人化された暗黙的な実践知の教育から脱却するために、知識と思考過程を外在化することの重要性を述べた。

2章では、医療分野、リハビリテーションのICT支援の現状を整理し、教育支援ICTの歴史を振り返った。そして、インタラクティブにユーザの入力に対する応答システムの実用を目指すために、教授方法モデルを検討する必要性を確認した。そして、理学療法士の実践知の構造化を試みた研究より、論理的思考を行う上での基盤を支援する重要性を捉え、適切な支援方法の検討と初学者と経験者の思考過程の違いを調査する方針を述べた。

3章では、理学療法士の思考を支援するために、形式化されている理学療法プロセスについて述べ、論理的思考を基盤とした臨床推論について説明した。そして、理学療法プロセスを参考にシステムの教授方法モデルを検討すべく、判断に必要な情報認識による支援が与える影響の調査と、経験年数における情報収集過程の差異に関する調査の実験デザイン指針を述べた。

4章では、判断に必要な情報認識の支援が初学者に与える影響について実験を行なった内容について述べた。重要度が高い医療情報と理学療法検査の見落としを支援した場合、元々理学療法プロセスの理解のある者は論理性の向上を認めたが、文章として形を成していない例や理学療法プロセスを把握できていない場合、論理性の向上を認めない結果となった。そして、理学療法におけるリスク列挙に関しては支援後に大多数が列挙数が向上していたことが明らかとなり、支援方法としての意義が確認された。

5章では理学療法初学者と経験者の情報収集における思考過程の差異を調査した内容について述べた。経験年数はリスク把握能力と関係は認めなかったため、経験年数に依存せず情報収集と理学療法検査を適切に列挙し、リスクを把握することが可能であると考えられる。そして、リスク管理ができない実験協力者はリスク管理ができる実験協力者と比べ、優先度の高い情報や理学療法検査の数が少ない傾向にあった。したがって、理学療法プロセスにおける情報収集と理学療法検査の列挙の段階で、優先度の高い情報や理学療法検査項目を提示することは有効であることが示唆された。

6章では、4章と5章の実験結果をもとに、必要とされる医療情報と理学療法検査を序列化するシステムの概要について述べた。診断名から導かれる医療情報と理学療法検査の優先度を重要度とした段階づけを行い、各情報や理学療法検査結果の実測値の段階づけを異常度とした。そして、重要度と異常度のマトリクスを設定することによって、対象者の膨

大なデータから問題点を序列化するシステムが構築された。

7章では、6章で述べたシステムを使用し、急性期の若手理学療法士20名を対象に模擬患者を扱った実証実験に関する内容について述べた。システムの効果は実験協力者の問題点正答率が向上し、論理性の向上も一部認める結果となった。

8章では、7章の実証実験をふまえて今後の課題と展望について述べた。実験協力者の問題点のF値は向上したが、理学療法士が中心的に扱う心身機能面の問題点F値の向上は認めなかった。そのため、さらに臨床に即した追加ルールを検討し、ICFの心身機能面に関する問題点F値が向上することを目指す。そして、本研究が進むことにより、理学療法初学者は問題点を見落とさなくなり、卒後教育が効率化し、属人的教育から脱却することで標準的な理学療法の質の担保に至る展望を述べた。

## 10 謝辞

本論文は筆者が関西大学大学院総合情報学科知識情報学専攻博士前期過程に在籍中の研究成果をまとめたものである。本研究の遂行および本修士論文の執筆にあたり、同専攻教授松下光範先生には、指導教官として本研究の実施の機会を与えて戴き、その遂行にあたって終始、ご指導を戴いた。物事を構造化し、具体と抽象のレイヤーを使い分ける思考を教授して戴き、在学中の学びが、職場での業務遂行に影響を与えるほどに貴重な知的財産となった。ここに深謝の意を表す。びわこリハビリテーション専門職大学リハビリテーション学部理学療法学科の堀寛史先生には、研究遂行にあたり日頃より有益なご討論ご助言を戴き、国際・国内学会発表の準備の際にもご指導ご鞭撻を賜った。並びに一般社団法人PMDsの高岡良行氏には、第6章におけるシステム概要の検討から構築にかけて、多大なるご助言と意見交換をさせて戴いた。本論文の第5章、第7章の実験では関西大学総合情報学部総合情報学科佐々木恭士郎先生に、ご助言を戴き細部にわたりご指導戴いた。また、社会人入学にも関わらず、日頃から様々なアドバイスや議論を通じて切磋琢磨して戴いた関西大学大学院総合情報学研究科知識情報学専攻松下研究室所属の同期と後輩の皆様に深く感謝を申し上げる。なお、勤務しつつ大学院への進学をご容赦くださった岸和田徳洲会病院リハビリテーション科の皆様に深謝する。最後に、大学院生生活の中で、常に味方となり支えてくれた妻の吉田晴菜と応援してくれた祖母の森奈々美に感謝の意を表すとともに謝辞とする。

本研究は、「関西大学先端科学技術推進機構研究グループ医工薬連携研究費（2022年度）」によって実施されたものである。記して謝意を表す。

## 参考文献

- [1] Ajjawi, R.: Using Hermeneutic Phenomenology to Investigate How Experienced Practitioners Learn to Communicate Clinical Reasoning, *The Qualitative Report*, Vol. 12, No. 4, pp. 612–638 (2007).
- [2] Barnett, K., Mercer, S. W., Norbury, M., Watt, G., Wyke, S. and Guthrie, B.: Epidemiology of multimorbidity and implications for health care, research, and medical education: a cross-sectional study, *The Lancet*, Vol. 380, No. 9836, pp. 37–43 (2012).
- [3] Basu, A., Benson, C., Turkoz, I., Patel, C., Baker, P. and Brown, B.: Health care resource utilization and costs in patients receiving long-acting injectable vs oral antipsychotics: A comparative analysis from the Disease Recovery Evaluation and Modification (DREaM) study, *Journal of Managed Care & Specialty Pharmacy*, Vol. 28, No. 10, pp. 1086–1095 (2022).
- [4] Brown, J. S., Collins, A. and Duguid, P.: Situated Cognition and the Culture of Learning, *Educational Researcher*, Vol. 18, No. 1, pp. 32–42 (1989).
- [5] D’Ambrogio, E.: Japan’s ageing society, *European Parliament*, pp. 1–10 (2020).
- [6] Dreyfus, S.: How Expert Managers Tend to Let the Gut Lead the Brain, *Management Review*, pp. 133–165 (1983).
- [7] Estel, K., Scherer, J., Dahl, H., Wolber, E., D, N., Forsat and Back, D. A.: Potential of digitalization within physiotherapy: a comparative survey, *BMC Health Services Research*, Vol. 22, No. 496, pp. 1–11 (2022).
- [8] Hayward, L.: The First Two Years of Practice: A Longitudinal Perspective on the Learning and Professional Development of Promising Novice Physical Therapists, *Physical Therapy*, Vol. 93, No. 3, pp. 1–14 (2013).
- [9] Huber, S., Priebe, J. A., Baumann, K.-M., Plidschun, A., Schiessl, C. and Tölle, T. R.: Treatment of low back pain with a digital multidisciplinary pain treatment app : Short-term results, *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies*, Vol. 4, No. 2, pp. 1–9 (2017).
- [10] Lave, J. and Wenger, E.: Situated Learning : Legitimate Peripheral Participation, *Cambridge University Press*, pp. 27–44 (1991).
- [11] Linn, A., Khaw, C., Kildea, H. and Tonkin, A.: Clinical reasoning A guide to improveing and practice, *Australian Family Physician*, pp. 18–20 (2012).
- [12] Lord, R. K., Mayhew, C. R., Korupolu, R., Manthey, E. C., Friedman, M. A., Palmer, J. B. and Needham, D. M.: ICU Early Physical Rehabilitation Programs:Financial Modeling of Cost Savings., *Critical Care Medicine*, Vol. 41, No. 3, pp. 717–724 (2013).

- [13] Masley, P. M., Havrilko, C.-L., Mahnensmith, M. R., Aubert, M. and Jette, D. U.: Physical therapist practice in the acute care setting: a qualitative study, *Physical Therapy*, Vol. 91, No. 6, pp. 906–919 (2011).
- [14] Myers, E. A., Smith, D. A., Allen, S. R. and Kaplan, L. J.: Post-ICU syndrome: Rescuing the undiagnosed, *Journal of the American Academy of PAs*, Vol. 29, No. 4, pp. 34–37 (2016).
- [15] Norman, G.: Research in clinical reasoning: past history and current trends, *Medical Education*, pp. 418–427 (2005).
- [16] Prokop, T. R.: Use of the Dual-Processing Theory to Develop Expert Clinical Reasoning in Physical Therapy Students, *Journal of Physical Therapy Education*, Vol. 32, No. 4, pp. 355–359 (2018).
- [17] Tack, C., Grodon, J., Shorthouse, F. and Spahr, N.: “Physio anywhere”: digitally-enhanced outpatient care as a legacy of coronavirus 2020, *Physiotherapy*, Vol. 110, pp. A26–A28 (2021).
- [18] Tölle, T., Utpadel-Fischler, D. and Haas, K.-K.: App-based multidisciplinary back pain treatment versus combined physiotherapy plus online education: a randomized controlled trial, *NPJ digital medicine*, Vol. 2, No. 34, pp. 1–9 (2019).
- [19] Wainwright, S. F. and Gwyer, J.: (How) can we understand the development of clinical reasoning?, *Journal of Physical Therapy Education*, Vol. 31, pp. 4–6 (2017).
- [20] 青木一雄: 保健・医療分野における ICT 利活用の将来像, 国際 ICT 利用研究会論文誌, Vol. 1, No. 1, pp. 1–17 (2017).
- [21] 青山誠: 急性期理学療法未来図, 理学療法学, Vol. 38, No. 8, pp. 603–604 (2011).
- [22] 天野徹哉: 理学療法診断に基づく臨床推論の可能性, 理学療法学, Vol. 41, No. 8, pp. 579–583 (2014).
- [23] 有馬慶美: 理学療法士養成過程におけるクリニカルリーズニング教授法, PT ジャーナル, Vol. 443, No. 2, pp. 101–105 (2009).
- [24] 井伊卓真: 理学療法の臨床分野におけるデータサイエンスと AI の利活用と課題, 理学療法, Vol. 39, No. 4, pp. 327–334 (2022).
- [25] 石坂正大, 久保晃, 金子純一朗, 野村高弘, 韓憲受, 貞清香織, 堀本ゆかり: 理学療法士養成校最終学年度の臨床実習における担当症例の疾患名, 理学療法科学, Vol. 32, No. 5, pp. 631–634 (2017).
- [26] 内山靖: エディトリアル 理学療法の 2040 年 十分な供給数で国民の多様なニーズに応える, 理学療法ジャーナル, Vol. 57, No. 4, pp. 382–385 (2023).

- [27] 川勝邦浩: 理学療法とリハビリテーション, 甲南女子大学研究紀要 看護学・リハビリテーション学編, Vol. 6, pp. 1-7 (2012).
- [28] 菊地尚久: 運動療法の可能性, *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*, Vol. 55, pp. 184-188 (2018).
- [29] 日下隆一: 理学療法 40 年の歴史— 10 年の変遷と将来展望, PT ジャーナル, Vol. 40, No. 13, pp. 1089-1093 (2006).
- [30] 久保晃: 廃用症候群に対する理学療法効果, 理学療法学, Vol. 41, No. 4, pp. 247-249 (2014).
- [31] 厚生労働省: 医療従事者の需給に関する検討会, <https://www.mhlw.go.jp/content/10801000/000499144.pdf>, 理学療法士・作業療法士需給分科会, Vol. 3 (2019).
- [32] 近藤克則: 健康格差社会-何が心と健康を蝕むのか, 医学書院 (2022).
- [33] 佐々木嘉光: 理学療法の質向上と質変化のマネジメントに挑む, 理学療法学, Vol. 44, No. 3, pp. 141-144 (2017).
- [34] 下坂充: 理学療法学生の臨床実習支援目的の仮想ホームルーム設計, 日本教育工学会 第 31 回全国大会, pp. 1-2 (2015).
- [35] 総務省情報流通行政局情報通信政策課情報通信経済室: デジタル・トランスフォーメーションによる 経済へのインパクトに関する調査研究の請負, [https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03\\_02\\_houkoku.pdf](https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/linkdata/r03_02_houkoku.pdf) (2021).
- [36] 谷口達典: 遠隔心臓リハビリテーション, 総合リハビリテーション, Vol. 50, No. 4, pp. 343-349 (2022).
- [37] 椿原彰夫: 医療・保健・福祉とリハビリテーションの関わり方 PT・OT・ST・ナースを目指す人のためのリハビリテーション総論, 診断と治療社, pp. 1-9 (2007).
- [38] 奈良勲: 基礎科学を融合した理学療法推論の実際, 運動と医学の出版社 (2022).
- [39] 西口真意子: 神経筋疾患の遠隔リハビリテーション, 総合リハビリテーション, Vol. 50, No. 4, pp. 335-341 (2022).
- [40] 西守隆, 大工谷新一: 評価における統合と解釈, 関西理学療法, Vol. 4, pp. 37-41, DOI: [10.11354/jkpt.4.37](https://doi.org/10.11354/jkpt.4.37) (2004).
- [41] 林勇吾: 学習支援システムの研究動向に関するレビュー: CAI から adaptive testing へ, 日本認知科学学会第 38 回大会, pp. 941-945 (2021).
- [42] 原正彦: VR を活用したリハビリテーション, *medicina*, Vol. 58, pp. 864-867 (2021).
- [43] 原正彦: VR 技術のリハビリテーション医療への応用, 臨床リハビリテーション, Vol. 30, pp. 877-880 (2021).

- [44] 平川美和子: ICT時代における看護実践能力育成を考える, 看護教育研究学会誌, Vol. 11, No. 2, pp. 45–49 (2019).
- [45] 平野明日香, 加藤正樹, 藤村健太, 早川美和子, 加賀谷齊, 向野雅彦, 才藤栄一: 急性期病院におけるリハビリテーション専門職配置の効果, 理学療法学, Vol. 43, No. 3, pp. 255–262, DOI: [10.15063/rigaku.11116](https://doi.org/10.15063/rigaku.11116) (2016).
- [46] 福井勉: 2040年を見据えた理学療法の取り組み—教育—, 理学療法ジャーナル, Vol. 57, No. 4, pp. 423–426 (2023).
- [47] 真嶋由貴恵: 医療・看護・福祉分野におけるICT利用教育/ICTを活用した教育の質保証, 教育システム情報学会誌, Vol. 31, No. 1, pp. 5–7 (2014).
- [48] 松田晋哉: 2040年を見据えた日本の社会保障の取り組み, 理学療法ジャーナル, Vol. 57, No. 4, pp. 386–392 (2023).
- [49] 眞淵敏: 呼吸理学療法の実状と課題: われわれはどこに向かうのか?—急性期理学療法の立場から—, 日本呼吸ケア・リハビリテーション学会誌, Vol. 23, No. 2, pp. 153–156 (2013).
- [50] 宮越浩一: リハビリテーション医療における安全管理, *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*, Vol. 58, pp. 242–246 (2021).
- [51] 宮本誠人, 松下光範, 高岡良行, 堀寛史: 理学療法初学者の支援を目的とした動作分析テキストの構造の可視化, 2022年度人工知能学会全国大会(第36回), 1I1-OS-6-04 (2022).
- [52] 村上大介: 看護基礎教育におけるICT活用と効果に関する文献検討, 日本伝統医療看護連携学会誌, Vol. 1, No. 1, pp. 72–81 (2020).
- [53] 矢野 米雄 平嶋宗: 教育工学とシステム開発, ミネルバ書房 (2012).
- [54] 吉田龍洋, 畠山駿弥, 堀寛史, 佐々木恭志郎, 松下光範: 急性期病院における理学療法士のリスク管理支援に関する一検討, 電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2022 論文集, B-5-3 (2022).