

採血技術教育における経験学習促進システムの開発

安達健二^{*1}, 真嶋由貴恵^{*2}, 榊田聖子^{*2}

^{*1} 大阪府立大学大学院 工学研究科

^{*2} 大阪府立大学大学院 人間社会システム科学研究科

Development of experiential learning promotion system in blood collection techniques education

Kenji Adachi^{*1}, Yukie Majima^{*2}, Seiko Masuda^{*2}

^{*1} Department of Computer Science and Intelligent Systems, Graduate School of Engineering,
Osaka Prefecture University, Japan

^{*2} Graduate School of Humanities and Sustainable System Sciences,
Osaka Prefecture University, Japan

To acquire tacit knowledge of “blood collection techniques”, a skill among nursing techniques requiring special skill, we developed an experiential learning promotion system based on Kolb's experiential learning theory. This paper presents the experimental method, the pilot study results and consideration. We performed a control experiment to evaluate this system. As a result, there was a qualitative difference between system users and others.

キーワード: 看護技術, 採血, 暗黙知, コルブの経験学習モデル, 学習支援システム

1. 緒論

静脈への注射技術は患者に対して直接的侵襲を伴い、苦痛に直結するため、看護技術の中でも特に熟達が必要な技術である。しかし、静脈への注射は新人看護師が看護実践上で困難であると感じる割合が高く⁽¹⁾、就職時における修得状況は低い⁽²⁾。その原因として、静脈への注射技術の熟達における「暗黙性」が教育を困難にしていることが挙げられる。そこで著者らは、まずその「暗黙性」を形式知化するための様々な研究を行ってきた。

これらの研究からは、熟達者は初学者と比べて(1) 刺入時の注射針から伝わる血管の感覚によって静脈への刺入を確認できるということ⁽³⁾、(2) 次の作業に向かって視線を動かす先行処理を行っていること⁽⁴⁾、(3) 刺入前の皮膚（静脈）伸展時の圧力が一定であること⁽⁵⁾、(4) リラックス状態で手技を行っていること⁽⁶⁾、(5) 刺入時の注射針が、しなっておらず直線的であること⁽⁷⁾などを明らかにした。その他、榎本ら⁽⁸⁾は、(6) 血管選定時の触診について、熟達者は初学者と比べて指の動

作のパターンが多く、より多くの情報を処理していることを報告している。以上、これまでの研究から、熟達者と初学者の差異や獲得すべき知見（暗黙知）は明確になってきたと言える。

しかし、依然として静脈への注射技術初学者のための効率的な「暗黙知」の獲得方法（熟達方法）については明確になっておらず、その具体化やトレーニングが必要である。そこで本研究では、静脈への注射技術の中でも特に採血技術教育における「暗黙知」の獲得を促進するシステムの開発を行った。

2. 開発目的

2.1 採血技術における暗黙知

「暗黙知」とは、「身体が獲得した技やコツ」などの言語化できない知識を指す⁽⁹⁾。その獲得には実践を繰り返す中で、形式知を自分自身の活用可能な知識へと変えていく必要がある⁽¹⁰⁾とされている。これらの前提を踏まえ、著者らはこれまでの研究をもとに、技術演習で学習可能な、下記の3つの暗黙知の含まれる技術

の修得を支援することとした。

1. 刺入する血管選定時の皮膚の感覚⁽⁸⁾
2. 刺入時の左手の皮膚伸展動作⁽⁵⁾
3. 刺入時の注射針から伝わる血管の感覚⁽³⁾

これら 3 つの暗黙知が含まれる技術の特徴として、「五感へのレスポンス」があることがわかる。例えば、「1.刺入する血管選定時の皮膚の感覚」に関しては、皮膚や血管の感覚が「触覚」というレスポンスとして返ってくる。そのため、注射技術における暗黙知とは、「経験を繰り返す中で自身の感覚を通したレスポンスから正しい状態かどうかを推論する」ための知識であると考ええる。

推論は、「演繹法」と「帰納法」の 2 つに分類される。「演繹法」とは、一般的かつ普遍的な事実（ルール・セオリー）を前提として、そこから結論を導き出す方法を指し、「帰納法」とは、さまざまな事実や事例から導き出される傾向をまとめあげて結論につなげる論理的推論方法を指す。暗黙知の獲得には、「実践を繰り返す」必要があることから、そのサンプル数が必要になる「帰納法」をベースとして考える。さらに、その発想と近い人材開発分野で扱われている、コルブの経験学習モデルを用いて、暗黙知の獲得プロセスを捉えることとする。

2.2 コルブの経験学習モデル

コルブは、デューイの経験と学習に関する理論を、「活動-内省」「経験-抽象」という二軸からなる論理空間に構成しなおし、これら諸関係のあいだに循環型サイクルを仮定し、経験学習モデルという概念を構築した⁽¹¹⁾。図 1 にそのモデルを示す。

コルブの経験学習モデルを「暗黙知」の獲得プロセスとしてみなした時に、特徴的なのが言語化できないとされている「暗黙知」修得にあたり、敢えて言語化（内省的観察から抽象的概念化）を試みるプロセスが暗黙知の獲得に重要であるという点である。この仮説を立証する先行研究として、男子学生が課題曲を自分の身体部位をどのように使って歌っているかなどの言語化を行いながら練習したところ、言語記述量とパフォーマンスの向上に高い相関が見られた⁽¹²⁾という報告がある。

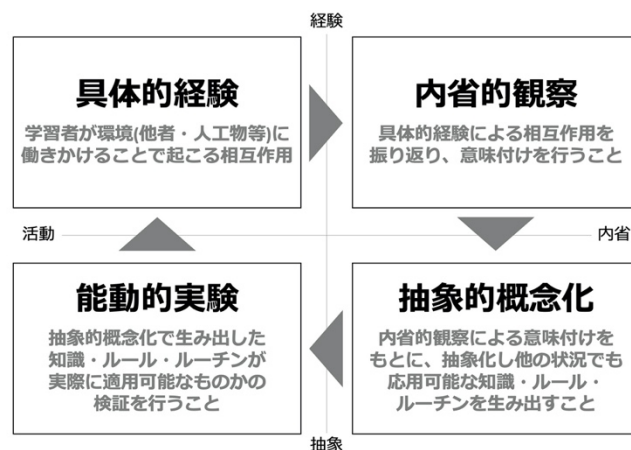


図 1 コルブの経験学習モデル⁽¹¹⁾

2.3 採血技術における暗黙知獲得プロセス

上記のコルブの経験学習モデルを、採血技術教育における暗黙知獲得のための学習に転換すると以下のようになる。

1. 技術演習を行い、自分の技術実施に対するレスポンスを取得すること（具体的経験）
2. 手技において、暗黙知が含まれる技術ごとの感覚値を言語化すること（内省的観察）
3. 演習を振り返り、言語化したものから自身の手技成功に必要な言語を見つけ出すこと（抽象的概念化）
4. 成功に関連する言語をもとに演習を行い手技の成否を確認すること（能動的実験）

例えば、2.1 で挙げた 3 つの暗黙知が含まれる技術のうち、1 つ目の「刺入する血管選定時の皮膚の感覚」を取得するために上記を実施すると以下ようになる。

1. 選定時の皮膚や血管の感覚を「触覚」というレスポンスとして取得（具体的経験）
2. 触覚から受け取った感覚を「グニュっと」などと言語化すること（内省的観察）
3. これまでの言語化を振り返り、「グニュっと」という単語が出てきた際に成功しているなどの法則を見つける（抽象的概念化）
4. 演習で、「グニュっと」という感覚がある箇所に刺入をしてみる（能動的実験）

3. 提案システム

これまで述べてきた暗黙知の獲得プロセスのうち、言語化を試みる（内省的観察→抽象的概念化）という属人的なプロセスを支援することで、個々によって異なる暗黙知の「表現」をある一定の「言語」と感覚的強さを「程度」で表すことができると考える。それを実現するシステムについて、以下に提案する。

3.1 暗黙知獲得のための学習フロー

2.3 で述べた暗黙知獲得プロセスに基づく学習プロセスを図 2 に示す。コルブの経験学習モデルでいう「活動」では腕モデルを用いた技術演習、「内省」で提案システムを用いて振り返りを行う設計とした。

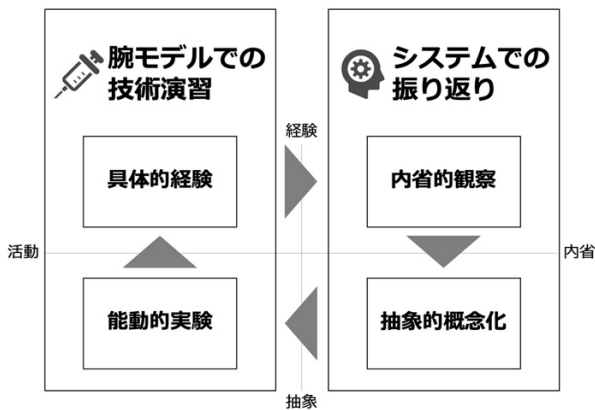


図 2 提案システムを用いた学習フロー

3.2 提案システムのフローチャート

「内省的観察」と「抽象的概念化」の 2 点を学習するためのシステムのフローチャートを図 3 に示す。まず、個人認証のためサインインし、個人と学習履歴を同期させる。以降、1 回の演習に対して、採血の成否を入力させたのち、2.1 に挙げた 3 つの暗黙知が含まれる各技術について、個人の感覚を言語化したものと、その感覚的強さを入力させる。言語、程度の入力はあわせて、5 回の入力ができるものとした。5 回としたのは、2 種類、3 種類の言語を選択したときにそれぞれの重みになるべく同列にならないような数字としたためである。

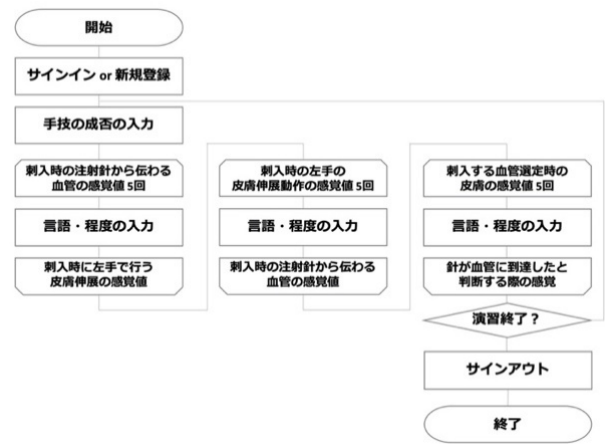


図 3 提案システムのフローチャート

3.3 提案システムで設計した機能

2.3 で述べた暗黙知獲得プロセスに基づく学習プロセスを支援するために、提案システムで工夫した機能を以下に示す。

1. 個人の語彙力に依存せず言語化ができるよう、言語サンプルを複数表示する（「ぐーっと」、「ぐにゅっと」など）
2. 感覚値を複数の言語の組み合わせにより表現できるように、複数個の言語を入力させる
3. 言語の感覚的強さを程度として表現するために、クリック数を重みづけとした大きさで表す

3.4 提案システムの画面イメージ

提案システムの画面イメージを図 4, 5 に示す。システムの画面をデザインする上で、以下の工夫を行った。

1. 感覚的な「程度」を表現: 選択した言語に対するクリック数により、その言語の形が大きくなるようにする
2. システム画面の記憶の固定化の予防:
 - (ア) ランダムな言語サンプルをランダムな順番で表示させるようにする
 - (イ) 提示される言語に対して背景の色で記憶が固定化されないように配色をランダムに表示させるようにする



サインイン画面

手技成否入力画面

図 4 提案システムのサインイン画面、手技成否入力画面



感覚値入力画面(選択)

感覚値入力画面(新規作成)

図 5 提案システムの感覚値入力画面 (選択, 新規作成)

3.5 提案システムと経験学習モデルの対応

言語化できないとされている「暗黙知」の修得にあたり、敢えて言語化（内省的観察から抽象的概念化）を試みるプロセスが重要であるとするコルブの経験学習モデルと本システムの工夫点を対応づけると図 6 のようになる。

本システムでは、採血における内省的観察（感覚値の言語化）のサポートとして、言語サンプルを複数表示することや、ランダム化による新しい言語の発見などを促す。また、抽象的概念化（成功に必要な言語の発見）をサポートするため、複数の言語の組み合わせを生み出せるような形としている。

内省的観察 手技における、暗黙知が必要な要素ごとの感覚値を言語化すること	個人のボキャブラリーに依存せず言語化ができるよう言語サンプルを複数表示する 毎回、ランダムな言語サンプルをランダムな順番で表示させるようにする 提示される言語に対して、背景の色で記憶が固定化されないように配色をランダムに表示させるようにする
抽象的概念化 経験を振り返り、言語化したものから自身の手技成功に必要な言語を見つけ出すこと	感覚値を複数の言語の組み合わせにより表現できるよう、複数個の言語を入力させる 1言語の感覚的強さを「程度」として表現するために、クリック数を重みづけとして用いる

図 6 提案システムと経験学習モデルの対応

3.6 提案システム開発に用いた技術

本システムは、スマートフォンから気軽に操作可能かつシステムの作成を容易にするためスマートフォン向け web アプリケーションとして開発した。本システムに使用されている技術を表 1 にまとめる。

表 1 提案システム開発に用いた技術

項目	技術
フロントエンド	Vue.js
バックエンド	Ruby on Rails
DB	PostgreSQL
PaaS	Heroku

4. 実験

提案システムの効果検証を行うため、比較対照実験を実施したのでその概要を以下に示す。なお本研究は大阪府立大学の工学研究科倫理委員会の承認を得て実施した。

4.1 被験者

本実験の被験者として、T 大学看護学部の 1 年生 8 名に協力をいただいた。全員すでに採血演習を終えており、一通りの手順を理解した上で実験に参加した。

4.2 実験の流れ

被験者は、各自が採血演習を行いその後に内省するというプロセスを 5 回繰り返す。その後、研究者によるインタビューを行った。

4.2.1 採血演習

採血演習は、図 7 に示す株式会社高研の静脈路確保困難モデル LM-086 を使用する。実際の採血演習にも用いられており、視覚的にもリアルな血管があるため、実践に近い形で学習することが可能である。また、LM-086 には 5 種類の模擬血管が存在するが、今回は最も安易に採血ができる「標準」モデルを用いた。また、採血手法は既習のシリンジ採血とした。

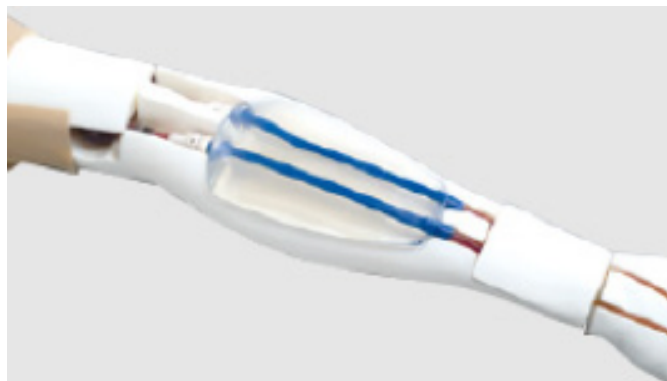


図 7 株式会社高研の静脈路確保困難モデル LM-086

4.2.2 内省

内省時に行う行動によって下記の 3 群に分割した。

1. **実験群**: 開発したシステムを用いる
2. **対照群 1**: 何も用いない
3. **対照群 2**: 紙の振り返りシートを用いる

4.2.3 インタビュー

インタビューでは、①内省について、②演習の成否について、③システムについて（実験群のみ）の 3 点について、作成したガイドラインに基づき調査を行った。具体的なインタビューの項目を表 2 にまとめた。①内省についてでは内省時に意識したことやそのタイミングについて、②演習の成否についてでは内省の方法について深掘りするための質問項目を設定している。

4.3 取得するデータ

取得するデータは①脳血流量、②演習の成否、③システムへの入力値（実験群のみ）、④振り返りシートへの記入内容（対照群 2 のみ）、⑤インタビュー内容の 5 点である。脳血流量の測定には、図 9 に示す HITACHI 社のウェアラブル光トポグラフィ（NIRS）の機材を使用した。左脳、右脳の比較や、どのタイミングで思考が行われているかを脳血流量により判断可能である。左脳、右脳の活性と思考特性の関連を以下に示す⁽¹³⁾。

表 2 インタビュー調査項目

内省について	自分が上達したと感じたタイミングはありましたか？ あれば、それはいつですか？
	採血技術のスキルについて、1 回目を 10、最大 100 として最後はどのくらいの値ですか？
	成功時と、失敗時の感覚値の違いがあれば教えてください
採血の成否について	失敗の原因は何が多かったですか？
	失敗の原因が発生する原因はなんですか？
	その原因が発生した動作について、成功した時と失敗した時とで感覚値はどのように違いますか？
(実験群のみ)	使いにくい部分はありましたか？
システムへの	言葉が思い浮かばない時はありましたか？
フィードバック	重みづけはスムーズにできましたか？

- **左脳**: 物事を順序立てて論理的に思考したり言語を理解したりする際に活性する
- **右脳**: 思い描いたイメージや感情に従い思考する際に活性する



図 9 ウェアラブル光トポグラフィ（NIRS）

5. 結果

5.1 脳血流量

脳血流量のグラフを図 10 に示す。時系列データとして扱うため、ノイズ除去のためにローパスフィルタを使用した。その後、脳血流量は個人によって平均値と分散が異なることから正規化を行った。その結果、①演習中の方が脳が活発に活動していること、②内省時の脳血流量は「対照群 2(振り返りシートに記述) >

実験群(システムを利用) > 対照群 1(何も用いない)」の順に大きくなっていることが読み取れた。また、右脳、左脳で比較すると左脳が活発に活動していた。これより、演習時、内省時ともに論理的思考を働かせられていることがわかる。



図 10 群別の脳血流量のグラフ

5.2 演習の成否

演習の成否を表 3 にまとめる。ID2, 4, 7 のひとは失敗の後成功が続いており、この間の内省で何か気づきを得た可能性がある。また、成功率は 3 群の間に特に有意差は見られなかった。

表 3 採血演習の成否

	ID	1	2	3	4	5
実験群	1	○	×	×	×	×
	2	×	×	○	○	○
	3	○	○	○	○	○
対照群 1	4	×	×	○	○	○
	5	○	○	×	○	○
	6	○	×	×	○	○
対照群 2	7	×	○	○	○	○
	8	×	×	×	×	×

5.3 システムの入力値

2.1 に挙げた 3 つの暗黙知が含まれる技術別のシステムへの入力回数を表 4 にまとめる。「刺入時の注射針から伝わる血管の感覚」に関しては「スーッと」が最も多く 29 回、「刺入時の左手の皮膚伸展動作の感覚」に関しては「グーッと」が最も多く 23 回、「刺入する血管選定時の皮膚の感覚」に関しても「グーッと」が最も多く 19 回という結果となった。初期状態で入力

していた値以外に、「ぐにゅっと」、「グッと」の 2 つの語彙が追加された。

	刺入時の 注射針…	刺入時の 左手…	刺入する 血管…
そっと	0	4	8
さーっと	2	2	0
ぎゅっと	1	5	4
スーッと	29	2	2
そーっと	2	9	10
ググッと	4	16	13
さらっと	7	1	3
グーッと	8	23	19
ガッと	2	1	4
ぐにゅっと	8	6	1
グッと	12	6	11

表 4 システムの入力値

5.4 振り返りシートへの記入内容

振り返りシートに記載されていた内容をインタビュー内容同様単語に分解し整理すると表 5 となる。これより、対照群 2 では、内省の際、「刺す」「角度」「順番」など、手順や針の角度に着目していることがわかる。

表 5 振り返りシートへの記入内容

単語	出現回数
刺す	6
思う	6
角度	5
順番	5
感じる	5

5.5 インタビュー内容

インタビュー内容のうち、システムのフィードバックを除く回答部分を単語ごとに分割した結果から、下記 4 つを表す言葉をピックアップしたところ表 6 のようになった。

1. 自分の感覚値を表す言葉(すーっと、弾力など)

2. 何回目の手技かを表す言葉(2回目, 3回目など)
3. 器具を表す言葉(駆血帯, 針など)
4. 腕モデルの部位を表す言葉(血管, 皮膚など)

表 6 インタビュー内容に含まれる単語数

	実験群	対照群 1	対照群 2
総単語数	56.0	81.7	89.5
自分の感覚値を表す言葉	6.3	9.0	9.0
何回目かを表す言葉	2.0	5.0	5.0
器具を表す言葉	1.3	4.3	2.0
腕モデルの部位を表す言葉	2.0	5.7	1.0

個人の話すボリュームによる違いが多く、一概には言えないが「感覚値」に関する言葉の割合は「実験群」が最も高い結果となった。また、何回目の手技かに関する言葉の割合が「実験群」は少ない結果となった。何も用いない対照群 1 は器具を指す言葉、部位を指す言葉の割合が多い結果となった。

また、システムの評価に関しては「具体的に数値化するのではなく、選択肢の中で比較して感覚値を入力できたのがよかった。」「わかりやすい言葉だけ並べられていたのがよかった。」などの好意的な意見が多く見られた。

6. 考察

それぞれの結果を複合的に観察した結果、下記の 3 つの考察が導かれた。

1. 実験群は他の群と比較して、内省時に自身の感覚を言語化しようという意識が大きくなった
 2. 腕モデルと実際の腕との差異が少なからず採血の成否に影響を与えた
 3. 成功時と失敗時の感覚値は確かに異なり、経験学習の採血演習への適応可能性が示された
- 以下にそれぞれの詳細を示す。

6.1 実験群は他の群と比較して、内省時に自身の感覚を言語化しようという意識が大きくなった

これは 5.5 で示したインタビュー内容で、実験群の感覚値に関する言葉の割合が多いことから伺える。システムに入力することを踏まえ、採血演習時にも自身の感覚値について意識したものと思われる。

一方、対照群 1 のインタビューデータには器具や部位を指す言葉が多かったこと、対照群 2 では 5.4 で示した振り返りシートに記載されていた内容に「手順や針の角度」に関するものが多かったことから、対照群は 2 群ともに授業で習った内容や手順など形式知をなぞるような形で内省を行っていたと考えられる。

感覚値を言語化しよう意識することで、形式値から暗黙知への変換が行われるというコルブの経験学習モデルに基づくと、暗黙知の獲得のためにはこの感覚値を言語化しようとする意識を定着させることが重要であると考えられることから、本システムの有用性が示されたと考えられる。

6.2 腕モデルと実際の腕との差異が少なからず採血の成否に影響を与えた

成功時の感覚値を内省する機会が少なかったことが本実験の課題としてあげられる。今回の実験では、ID 2, 3, 4, 7 の被験者のみ成功を繰り返している結果となり、これらの被験者にしか成功時の感覚値を把握するチャンスが与えられなかった。

成功時の感覚を発見できたと考えられるこれらの被験者の特徴をインタビュー内容から定性的に分析すると、皮膚の厚みについて着目している文言が多かった。例えば、「(腕モデルの)上の方だと皮膚がぶ厚めで入らないな」と思い、下の方だと普通にあったので入るだろうなと思った。」という意見が ID4 の手技の成否に関するインタビューから得られている。腕モデルと実際の腕との違いがあった可能性があり、今後の実験ではそれらも含めて調査を行う必要がある。

6.3 成功時と失敗時の感覚値は確かに異なり、経験学習の採血演習への適応可能性が示された

実験群のうち、1 回目に失敗し 2 回目以降成功であった ID2 の被験者のシステムへの入力値に着目すると、「刺入時の左手の皮膚伸展動作の感覚」、「刺入時の注射針から伝わる血管の感覚」の 2 つにおいて 1 回目と 2 回目以降で大幅な変化が見られた。このことから、成功時と失敗時とでこれらの感覚値に大きな違いがあったと考えられる。6.2 の腕モデルと実際の腕との違いがあったという仮説をもとにすると、腕モデルの皮膚の厚さに対応した感覚値を 2 回目で取得することがで

きたのではないだろうか。

成功時と失敗時とで感覚値に大きな違いが出たことは、成功時と失敗時とで感覚値においても違いが生じることが改めて実証されたと言えるだろう。その前提のもと、本システムを使用してもらう機会を増やし、成功時と失敗時の感覚値の違いなどについても今後分析を行なっていくことで、例えばより多くの人に成功時の感覚が伝わりやすいオノマトペの表現方法の発見などにもつなげることが可能であると考えられる。

7. まとめと今後の課題

本研究では、コルブの経験学習モデルに基づき、採血技術教育における経験学習促進システムの開発を行った。その結果、意識づけという意味ではシステムの有用性がある程度実証された。今後、システムを使用することで実際の学習の中で暗黙知の獲得につながるのかの検証を行う必要がある。また、本システムを使用してもらう機会を増やし、成功時と失敗時の感覚値の違いなどについても分析を行うことで、より効率的な教材の開発などにつなげることも検討したい。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 17H04433, 19K22774 の助成を受けたものである。研究にご協力いただいた T 大学看護学部 1 年生の皆様、実験参加者の募集、会場の手配等の取りまとめを行ってくださった T 大学看護学部の平野先生、脳血流に関する指導、脳血流量に関する機材を貸してくださった摂南大学の川野先生に深謝する。

参 考 文 献

- (1) 山田多香子: "看護系大学を卒業した新人看護師の看護実践上の困難状況と学習ニーズ", 看護管理 13 (7), pp.533-539 (2003)
- (2) 竹内千恵子, 川村治子: "新卒看護婦(士)の医療事故防止に関連する知識・技術についての調査・2 就職時における知識・技術の習得状況とその考察", 看護教育 42 (11), pp.955-960 (2001)
- (3) 真嶋由貴恵, 前川泰子: "看護師の注射技術におけるコツ(暗黙知)の分析 - インタビュー調査より -", 第 28 回

看護科学学会学術集会論文集, p.299 (2008)

- (4) 松田健, 真嶋由貴恵, 大谷康介: "静脈穿刺置ける血管固定のための圧力データ分析", 第 4 回 MICT, pp1-3 (2018)
- (5) Y. Majima, Y. Maekawa and M. Soga: "Learning Support System Reproducing Finger Movements in Practicing Nursing Techniques", Proceedings of the 11th International Congress on Nursing Informatics, pp.278-282 (2012)
- (6) 前川泰子, 真嶋由貴恵, 川野常夫, 片桐真子, 川崎愛実: "生体データから見る看護実践値の特徴 - 採血技術実施時の脳波および心拍数の分析から -", 第 32 回医療情報学連合大会, pp.604-607 (2012)
- (7) 松田健, 真嶋由貴恵, 大谷康介: "注射技術評価の数理モデル化と看護教育への応用", 教育システム情報学会第 42 回全国大会講演論文集, pp.33-34 (2017)
- (8) 榎本常子, 矢野理香: "留置針を用いた点滴静脈内注射時の部位選定に関する熟練看護師の観察と動作の特徴", 日本看護技術学会誌 Vol.17, pp.104-113 (2018)
- (9) Polanyi. M.: "The Tacit Dimension: Gloucester", Mass., Peter Smith (1983)
- (10) 野中郁次郎, 竹内弘高: "知識創造企業", 東洋経済新報社 (1996)
- (11) David A. Kolb: "Experiential Learning: Experience As The Source Of Learning And Development", Prentice-Hall, p.27 (1984)
- (12) 諏訪正樹, 竹内勇介: "メタ認知で歌が上手くなるか? - 習熟のメカニズム -", 日本認知科学会第 21 回大会論文集, pp.112-113 (2004)
- (13) 西鷹浩司: "左脳優位型と右脳優位型の認知地図の比較: 人間の空間知覚特性から見た街路空間計画その 2", 日本建築学会会計画系論文集, 68 巻 566 号(2003)