

# 2023 年度の出来事



## 2023 年の FD・SD 推進活動

FD・SD 推進部会長 酒井 浩

本学における FD・SD 推進委員会は、内部質保証委員会が行う自己点検と改善における PDCA サイクルに従い、主として、

- 1) 授業アンケートの実施、2) ベストレクチャーアンケートの実施と選出、
  - 3) FDSO 研修会の開催、4) その他、必要に応じた教育研究における研鑽活動
- といった4つの活動を行っている。

2023 年は新型コロナウイルス感染症が収束に向かい、世の中は再びコロナ禍前に戻りながらも、コロナ禍による影響が人々の暮らしや心に残存し、それにどう対峙するかが課題となる1年であったといえる。

コロナによって人々の暮らしが変化し、一度はリモートワークの効果が叫ばれたものの、日本社会がこれまで築いてきた集団の統制には不向きな一面もあり、リモートワークの解消を求める動きが始まった。大学教育においても、一部の学習意欲の高い学生にとって、遠隔授業は時間を有効に活用し、何度も繰り返し視聴できる意味で遠隔授業は効果的であると考えられるが、他方、受身的な学習を基本姿勢とする学生においては、知識定着が難しく、授業の視聴を時間内で継続することそのものが困難な場合もあると考えられ、このようなタイプの学生には不向きであると考えられ、本学においても対面式授業（対面授業）を全面的に再開し、感染予防の工夫をしながらその割合を増加させることに努力し、2023 年度からは対面授業を基本とすることになった。

このような学習効果をもとにした見解だけではなく、これまでコロナ禍で対面的交流が疎となったことの影響は、人々の心理的な側面にも影響を与えており、画面上での交流が我々の心理面に与える影響が問題視された。2023 年度 FDSO 研修では、このようなコロナ禍でのコミュニケーションが、心理面に与える影響を考え、「しんどい学生をどう発見するか」「ポストコロナにおける学生・保護者との関わりを考える」という研修会を開催した。

また、昨今の価値の多様化のうち、性の多様化である LGBTQ を取り上げ、「LGBTQ の理解と大学として取り組むべきこと」というテーマでの研修会を行い、多様な価値を受け入れたうえで、学びの場である大学がどのように対応していくべきかを考える機会を得た。

これらの研修内容を踏まえて、従来以上に学生や保護者と丁寧なコミュニケーション機会を持ち、多様な心の変化、価値を理解し、そのうえで大学として最善の学びを提供していけるように努力していくことの必要性を感じることができた。

さらに、少子高齢化が加速するなかで、2023 年度は高校3年生がもっとも少なくなる年であるとされており、我々は大学存続をかけて、大学のブランディングに注力しなければならない状況となっている。実際、2024 年度入試では志願者減が明瞭になり、高校生から選んでもらえる大学になっていくことは、待ったなしの課題と位置づけられている。この厳しい局面を打開するべく、当学において、新学部・新学科・新コース等の設置を構想しており、構想を教職員に周知するための機会として、「学部・学科・コース等の設置について」をテーマとし、学長からの構想説明の機会が持たれた。

下の表に、以上のことを含む2023年度開催のFDSD研修会一覧を示す。

表 2023年度 FDSD研修会一覧

---

**【研究倫理・コンプライアンス】**

- ・研究倫理FD研修会
- ・研究倫理教育(コンプライアンス)研修会

**【科研費・競争的資金獲得に向けた内容】**

- ・「採択されるための研究計画書作成のポイント」
- ・「採択にむけた工夫(採択者からの提言)①」
- ・「採択にむけた工夫(採択者からの提言)②」

**【大学院研究に関する内容】**

- ・「災害と研究」

**【授業改善に向けた内容】**

- ・「ティーチングポートフォリオの作成・活用と成果の可視化」

**【学習環境改善・多様化に関する内容】**

- ・「しんどい学生をどう発見するか」
- ・「ポストコロナにおける学生・保護者との関わりを考える」
- ・「LGBTQの理解と大学として取り組むべきこと」

**【大学の将来構想に関する内容】**

- ・「学部・学科・コース等の設置について」
- 

その他、授業アンケートやピアレビューを通じた授業改善の取り組みを行っているが、参加率やアンケート回収率が伸び悩んでおり、この対策として対面での研修会のみでなく、リモート参加を容認することや、研修会後のビデオ視聴機会を持つことで、参加率やアンケート回収率向上に努めている。

今後も将来構想に沿ったもののみではなく、その時代における本大学の課題を認識し、改善していくための活動を継続し、よりよい大学を目指していきたいと考えている。

## 卒業後アンケート調査からみえたもの

教学 IR 室 杉山芳生

### 1. はじめに

教学 IR 室では、毎年さまざまな調査の分析を行っています（例えば、MLST、授業アンケート（学習状況把握用）、授業アンケート（実践把握用）、学習行動調査、卒業時アンケート調査など）。その中でも今回は、2022 年度から新たに実施され、昨年度本誌で紹介させていただいた「卒業後アンケート調査」の、2 年目の調査結果について報告させていただきます。大学教育において、在学中のみならず、卒業後の卒業生の生活を見据え、卒業生と卒業生の就職先からの意見を大学の教育改善に活かすことが求められるようになり、「卒業後アンケート調査」の重要性が増しています。なお昨年度同様、「卒業後アンケート調査」は、本学の大学院修了生も対象として実施しておりますが、まだ修了生が少なく、回答が少なかったことから、本報告では省略させていただきますことご了承ください。

### 2. 卒業後アンケート調査の背景と調査デザイン

昨年度本誌で紹介させていただいた内容と重複してしまう部分もありますが、まず「卒業後アンケート調査」の背景と調査デザインについて説明させていただきます。

大学教育の質的転換において、大学には、既存のシステムを前提とした「供給者目線」を脱却し、学位プログラムが、学生が必要な資質・能力を身につける観点から最適化されているかという「学修者目線」で教育を捉え直すことが求められています（中央教育審議会大学分科会, 2020）。つまり、大学側が一定の資質・能力を備えた卒業生を一方向的に供給するだけでは不十分であり、社会において実際に必要とされる資質・能力を見定め、学生が社会に出た後に実際にその能力を活かしているかを確認しながら、教育改善の PDCA を回していくことが要求されているといえます。

本学でこれまで実施してきた「卒業時アンケート調査」は、卒業時点での満足度や学習成果を継続的に把握する上では、非常に重要な調査ですが、在学生を対象としたものであり、時間的にも空間的にも大学内の範囲に収まったものでした。そのため、卒業後に働いた経験を通じた本人の能力の獲得感やその必要性の認識、大学の満足度、就職先からの客観的な評価や、求める資質・能力、教育活動のニーズを調査する「卒業後アンケート調査」が必要になり、2022 年度から本調査を実施しています。

卒業後アンケート調査は、卒業生本人に答えていただく「卒業後アンケート調査（卒業生用）」と、卒業生の就職先施設の担当者に答えていただく「卒業後アンケート調査（就職先の施設用）」の2つに分かれています。卒業生用は、本学を卒業後 1 年、3 年を経過した（卒業後 2 年目、4 年目の）卒業生を対象に、実際に働いてみて感じた DP の獲得感や重要性の認識、必要な資質・能力、現場での課題への向き合い方、本学の教育・研究活動の満足度などを聞くものです。一方、就職先の施設用は、本学と他大学の卒業生の DP 獲得状況や課題への向き合い方の違い、就職試験等を想定した場合に特に重視する資質・能力などを聞くものであり、特に、本学と他大学の卒業生に対する就職先担当者からの評価を比較し、本学卒業生の特徴を明らかにすることに重きを置いています。両調査とも昨年度と同様に 7～8 月頃に実施しました。

### 3. 2023 年度卒業後アンケート調査（卒業生用）の結果概要

卒業後アンケート調査（卒業生用）では、看護学科の卒業生 2 名、理学療法学科の卒業生 41 名、作業療法学科の卒業生 33 名の、計 76 件の有効回答を得ることができました。臨床工学科の卒業生は 1 件の回答がありましたが、質問項目についての回答がなされていなかったため、無効回答となりました。全体としては前年度より回答数が増えましたが、一部回答が少ない学科もありましたので、学部として全学科をまとめた回答結果の中から、特徴的なものを紹介していきます。

#### 3.1. 卒業生の能力獲得感と重要性の認識

まず、卒業生の DP に掲げられている能力の獲得感とその重要性の認識に関する各項目の平均値を図 1 にまとめています。この項目は 5 件法（当てはまらない:1～当てはまる:5）のため、3.0 が理論的な中心（真ん中の値）になります。能力の獲得感と重要性の認識のどちらにおいても、3.0 を下回る項目は無く、本学が現在掲げている DP において、獲得が不十分であったり、重要だと思われていなかったりするような項目は無いと考えてよいでしょう。また、能力の獲得感と重要性の認識において最も差が出たのは、「協働的な問題解決」で 0.79 ポイントの差がありました。つまり、卒業生は、比較的に他の能力よりも、「協働的な問題解決」が重要だと思っているが身につけていないと感じているということになります。ただし、前年度の卒業後アンケート調査では、「協働的な問題解決」の平均値が 3.51 であり、その重要性の認識は 4.28 でした。今年度は獲得感と重要性がともに前年度よりも少し高い得点となっており、より「協働的な問題解決」の重要性が認識されるようになってきていることもうかがえます。また、「汎用的な技能」（前年比+0.20 ポイント）、「アカデミックな探究」（前年比+0.10 ポイント）も他の項目に比べ、前年の調査時よりもより重要視されているようです。

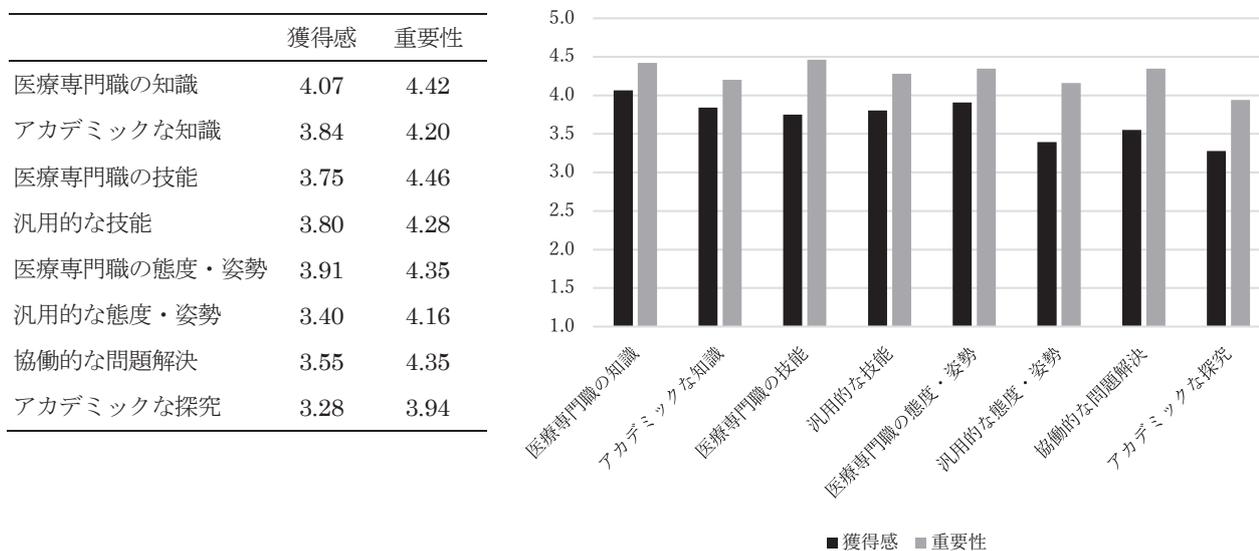


図1 卒業生の能力の獲得感と重要性の認識

#### 3.2. 卒業生の大学満足度

次に注目したいのは、卒業生の大学満足度になります。こちらについては、5 件法のそれぞれの選択率を円グラフでまとめました（図 2）。一般的に、大学満足度は「少し満足している」と「とても満足している」を選択した割合で出されるため、今回の本学卒業生の大学満足度は 68.1%ということになります。前年度調査の 70.6%よりは低くなってしまいましたが、ベネッセ教育総合研究所（2021）が全国の大学生を対象に実施している調査では、2021 年度の大学満足度が 55.6%、最も高かった 2008

年度でも 64.1%なので、依然として本学の満足度は高いといえそうです。

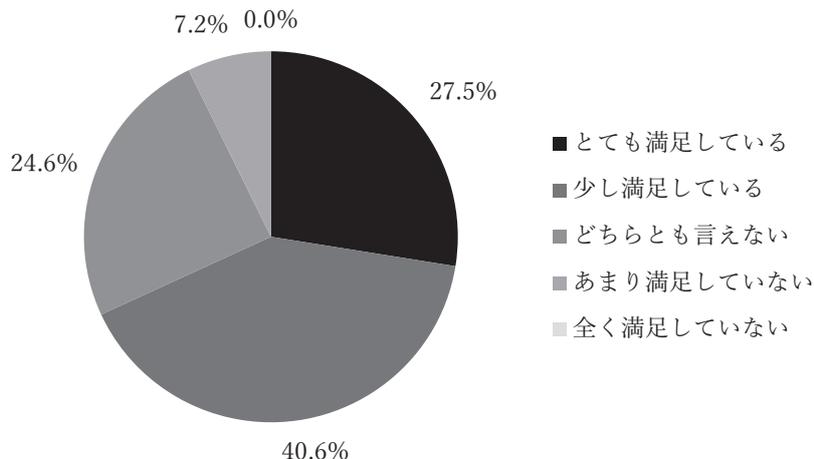


図2 卒業生の大学満足度

#### 4. 2023 年度卒業後アンケート調査（就職先の施設用）の結果概要

次に、卒業後アンケート調査（就職先の施設用）の結果についてみていきます。こちらは、看護学科卒業生の就職先施設 37 件、理学療法学科卒業生の就職先施設 50 件、作業療法学科卒業生の就職先施設 46 件、臨床工学科卒業生の就職先施設 18 件の、計 151 件の有効回答を得ることができました。前年度は 90 件でしたので、回答数が 1.68 倍増えたこととなります。なお、同施設から複数回答があるものもありましたが、回答者が異なると判断し、それらも有効回答として集計しています。この回答結果の中から、特徴的なものを紹介していききたいと思います。

##### 4.1. 本学と他大学の卒業生の DP 獲得状況の違い

この質問項目では、卒業生の就職先施設の担当者に、「藍野大学を卒業している看護師（この部分は学科によって変更）に対する、あなたの評価をお伺いします。藍野大学を卒業している看護師は、次に挙げる資質・能力等を身につけていると感じますか」と尋ね、本学の DP の各項目について 5 件法（当てはまらない:1～当てはまる:5）で回答していただきました。また、同様の形式で、「藍野大学以外の大学を卒業している看護師に対する、あなたの評価をお伺いします...」と他大学の卒業生についても回答していただき、その結果を比べたものが図 3 になります。全学的には「医療専門職の知識」「医療専門職の技能」「医療専門職の態度・姿勢」「協働的な問題解決」について、他大学の卒業生と比較し、本学の卒業生の方が有意に資質・能力が高いという結果になりました。ただし、学科別では、理学療法学科卒業生の「医療専門職の知識」「医療専門職の技能」「医療専門職の態度・姿勢」「汎用的な態度・姿勢」、臨床工学科卒業生の「医療専門職の知識」のみ有意に高く、それ以外は統計的には誤差の範囲ということになります。有意に低いような項目はありませんでしたが、このように学科ごとに違いがあるという点には注意が必要です。

2023年度の出来事

	藍野大学	他大学
医療専門職の知識	3.70	3.38
アカデミックな知識	3.36	3.22
医療専門職の技能	3.60	3.30
汎用的な技能	3.30	3.23
医療専門職の態度・姿勢	3.56	3.30
汎用的な態度・姿勢	3.45	3.30
協働的な問題解決	3.58	3.35
アカデミックな探究	3.13	3.10

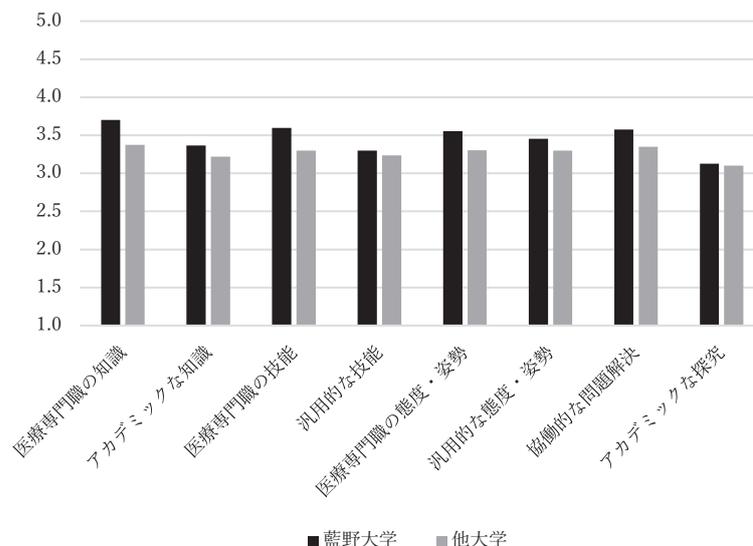


図3 本学と他大学の卒業生のDP獲得状況の違い

#### 4.2. 本学と他大学の卒業生の学習や課題への向き合い方の違い

こちらは、在学中に学習行動調査で調査している主体的学習態度など、学習や課題への向き合い方に関する一部の質問項目について、卒業後の状況を6件法（全く当てはまらない:1～非常によく当てはまる:6）で担当者に回答していただいたものになります。前述の項目と同様に、他大学の卒業生と比較できるように調査しています。その結果、図4のように、全学的には「エージェンシー」「成長的マインドセット」「主体的学習態度」が、他大学の卒業生よりも有意に高い結果となりました。これまでの年報で報告させていただいているように、「成長的マインドセット」は、これからの未来を生きるための主体的な学習にとって必要な資質・能力といわれており、「エージェンシー」や「主体的学習態度」もDPに掲げている能力を下支えするものとして重要なものとなります。本学卒業生の就職施設担当者に、高く評価されていることは、非常に喜ばしいことであり、今後もこのような評価が得られるように、教育改善を続けていくことが望まれます。なお、こちらも学科ごとに様相が異なる点には注意が必要です。

	藍野大学	他大学
エージェンシー	4.21	3.85
成長的マインドセット	4.13	3.77
自己効力感	3.91	3.79
メタ認知1	3.87	3.79
メタ認知2	3.85	3.75
主体的学習態度	4.15	3.86

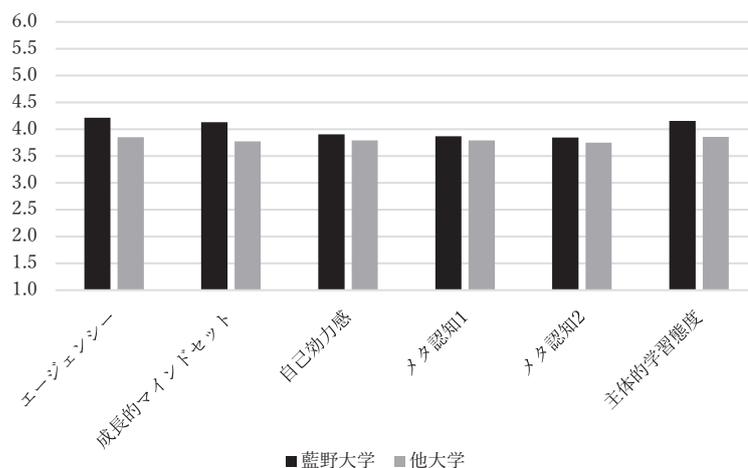


図4 本学と他大学の卒業生の学習や課題への向き合い方の違い

【引用文献】

- 1) 中央教育審議会大学分科会(2020)「**教学マネジメント指針**」([https://www.mext.go.jp/content/20200206-mxt\\_daigakuc03-000004749\\_001r.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200206-mxt_daigakuc03-000004749_001r.pdf))(2023 年 11 月 9 日)
- 2) ベネッセ教育総合研究所(2021)「**第 4 回 大学生の学習・生活実態調査報告書 データ集[2021 年]**」(<https://berd.benesse.jp/koutou/research/detail1.php?id=5772>)(2023 年 11 月 9 日)

## 〈研究紹介〉 科学研究費補助金採択課題について 学校で働く看護師のコンピテンシーを基にした教育モデルの開発

看護学科 岩佐美香

### (1) 本研究の学術的背景、研究課題の核心をなす学術的「問い」 (学術的背景)

医療技術の進歩等により、学校において医療ケアを提供する学校看護師を取り巻く状況は大きな変化を見せている。近年“インクルーシブ教育システムの構築”により、「障がいのある子どもも、ない子どもも、共に学び共に育つ」教育がなされはじめており、疾患を持つ子どもが、特別支援学校だけでなく、地域の小学校、中学校に通学するケースが増加している。2021年9月より“医療的ケア児及びその家族に対する支援に関する法律”が施行され、学校に在籍する医療的ケアの必要な子どもが保護者の付添いがない場合でも適切な医療的ケア、その他の支援を受けられるようにするため、看護師等の配置、その他の必要な措置を講ずるものとした。これにより、学校で医療的ケアの必要な児童生徒への対応体制を整備し、医療職の専門家の活用を推進していくことが急がれる。それに応じるためには、雇用形態・教育・研修体制等々、問題が山積みされている。学校看護師は病院と異なる環境下でのケアや判断を行うため、戸惑いも少なくない。その際、リーダー的な指導係がない、もしくは少ないという課題を抱えている(泊ら,2012)。学校看護師は病院看護師のように指導や教育を受ける機会が少なく、コンピテンシーモデルやスキルラダーもない。よって、これからの法的施行に伴って学校看護師を育成していかなければならない。現在、教育委員会や学校における指導的立場の看護師は、67自治体(47都道府県と20指定都市)のうち、47自治体(70%)が配置等されていない。そのうち、34の自治体では今後の配置の予定もない(文部科学省、2018)。

### (本研究の学術的「問い」)

学校看護師が自信をもって看護活動を行うための指標となる**学校看護師のコンピテンシーモデル**が必要であると考え。コンピテンシーモデルを作成したのちに、コンピテンシーの向上につながる**教育プログラムを開発・普及**し、学校で働く看護師のケアの向上を図っていく必要があると考える。

### (2) 本研究の目的および学術的独自性と創造性

#### (本研究の目的)

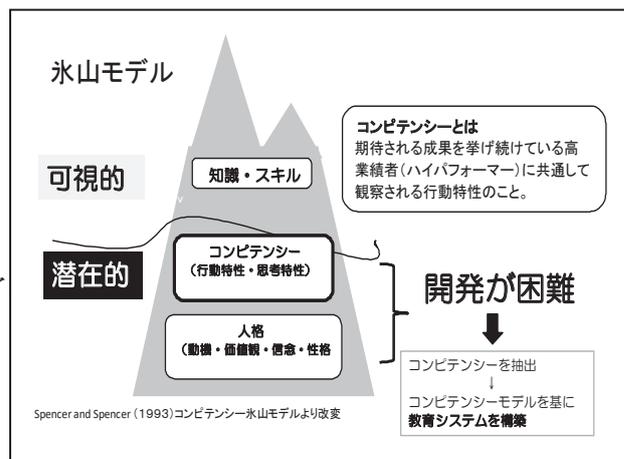
学校で働く看護師が自信をもって看護活動を行うための指標となる**学校で働く看護師のコンピテンシーモデル**を作成し、コンピテンシーの向上につながる**教育プログラムを開発**することである。

#### (学術的独自性と創造性)

これまでの研究では、学校で働く看護師の緊急時の対応、活動支援、研修の必要性や困難感についてはなされている。しかし、学校で働く看護師のコンピテンシーに関する研修はなされていない。また、コンピテンシーに基づいた教育プログラムも構築されていない。学校で働く看護師のコンピテンシーが明らかになれば、コンピテンシーの向上につながる教育プログラムを開発・普及し、ケアの質の向上をはかることができる。

### (3) 本研究の着想に至った経緯や、関連する国内外の研究動向と本研究の位置づけ

#### (着想に至った経緯)



これまで、申請者は学校で養護教諭が行う看護技術、救急処置などの研究をおこなってきた。令和元年の調査によると、全ての幼稚園、小学校、中学校、高等学校、特定支援学校（専攻科は除く）で医療的ケアを必要とする幼児児童生徒の数は 9,845 人である。そのうち、学校で医療的ケアに対応する学校で働く看護師の数は 全国でわずか 3,552 人である（文部科学省,2019）。慢性疾患をもつ子どもとその保護者が学校で安心して過ごせる環境を提供するためには、学校で働く看護師の役割は重大である。これからの社会に求められる学校で働く看護師の質の向上と地位の確立のために、学校看護学という専門的な分野の発展が求められると考える。

#### (4)本研究で何をどのように、どこまで明らかにしようとするのか

本研究では、まず指導的立場の看護師から学校で働く看護師のコンピテンシーを抽出する。次に学校で働く看護師のコンピテンシーを基にした“学校で働く看護師のプログラムを構築”し、その実施可能性と有効性について検討し普及に向けた示唆を得る。

#### 研究デザイン

本研究は、学校で働く看護師のコンピテンシー抽出はデルファイ変法を用いた記述研究デザインとする。教育プログラムは受講前後における比較研究および、質的記述研究とする。

#### 研究対象

- ① コンピテンシーの作成：全国の学校で指導的立場の学校で働く看護師（特別支援学校、小中学校に勤務）という役職もしくは役割を担っている者10名とする。参加者である指導的立場の看護師の条件については、看護師としての資格を有するというだけではなく、学校看護の分野で実践をしていることとし、経験年数が 10 年以上であることとする。
- ② 教育プログラムの実施:全国の特別支援学校に勤務する学校で働く看護師を対象とし、ランダムで 50名前後の研修参加者を募る。

#### 標本抽出法

本研究では、調査協力の承諾が得られた者のみでの標本抽出となるため、非確率的な便宜的標本抽出である。

#### 研究方法

##### 令和 4 年

- ① 暫定的なコンピテンシーに関するドラフト案の作成する  
指導的立場の看護師 10 名とブレインストーミングし、ドラフト案を作成する。ドラフト案には WHO のコンピテンシーモデルを基に各コンピテンシーの柱を中心に検討して調査票を作成する。

##### 令和 5 年

- ② 1回目の調査として対象者に調査票を配布回収し、パネルミーティング資料を修正する。
- ③ 2回目の調査は対象者に修正した調査票を郵送回収し、コンセンサスの程度を分析する。

##### 令和 6 年

- ④ 3回目以降の調査は2回目と同じプロセスを行い学校で働く看護師のコンピテンシーを完成する。
- ⑤ コンピテンシーを基に教育プログラムを作成し50名に対し実施する。
- ⑥ 受講1週間後にアンケート調査を行う。
- ⑦ 調査内容：a.プログラム全体に対する満足度、b.事前自己学習に関する評価、c.対話形式のグループワークに関する評価、d.教育プログラムの学校現場での有用性、e.教育プログラムの良かった点と改善が必要な点、f.総評・全体に対する意見
- ⑧ コンピテンシーを基に“教育プログラム”としての実施可能性について検討する。

〈研究紹介〉 科学研究費補助金採択課題について  
 高齢者の抑うつ症状改善のためのナッジを活用した  
 身体活動プログラムの開発と効果検証

理学療法学科 安藤卓

## 1. 研究背景

抑うつ症状の存在は、うつ病のリスク因子であることに加え、要介護状態の予測因子となることも示唆されている。本邦の大規模調査において、抑うつ症状を有する地域在住高齢者は 14.3%であり、加齢とともに増加していくことが報告されている<sup>1,2)</sup>。抑うつ症状の改善は、うつ病への進展のみならず、要介護状態への移行を抑制する可能性がある。高齢者の健康的かつ自立した生活の維持のために、症状早期の改善アプローチは喫緊の課題である。

抑うつ症状の改善には、薬物療法だけでなく非薬物療法による介入の効果が示されている。特に身体活動促進は、うつ症候に良い効果を与えることが報告されている。本邦の大規模な学際的研究においては、歩数 4,000 歩/日（うち速歩 5 分）でうつ病が予防できることを示している<sup>3)</sup>。米国スポーツ医学会においても、抑うつ症状の予防・改善に 30 分～60 分間の中等度の身体活動に従事することが推奨されている<sup>4)</sup>。しかしながら、抑うつ症状として、意欲の低下、集中力の低下、倦怠感・疲労があり、運動継続の弊害となる。抑うつ症状に対する身体活動促進には、運動継続の観点から、より制約・負担のない行動変容が必要である。

ナッジ (Nudge) は、「そっと後押しする」ことを意味し、人々を強制することなく望ましい方向に誘導する（行動変容させる）仕組み・シグナルを指す<sup>5)</sup>。また、ヒトの行動に影響を及ぼす要素として「MINDSPACE」(“Messenger”、“Incentives”、“Norms”、“Defaults”、“Salience”、“Priming”、“Affect”、“Commitments”、“Ego”の頭文字) が発表されている<sup>6)</sup>。この要素の使用頻度上位 3 要素は、“Priming”「潜在意識が行動のきっかけになる」、「Ego」 「自己監視機能。自分自身の心地よいことを行う」、「Norms」 「他者の行動に影響される同調効果」である。ナッジ要素を用いた身体活動促進の RCT において、“Priming”は 93.8%、“Ego”は 81.3%、“Norms”は 53.1%使用されている<sup>7)</sup>。

ナッジは、国内では、経済、環境、教育、栄養などの分野でナッジを用いた研究が行われている。健康分野では、ナッジを用いて身体活動促進目的の研究は行われているものの、若年者対象や、行動変容のみに焦点をあてており、本研究のようにナッジを活用した身体活動プログラムによる症状改善の効果検証を目的とした研究は見当たらない。国外では、2008 年に Thaler と Sunstein による著書が出版されて以来、行動学的洞察とナッジの使用は、公的機関や民間企業の間で関心が高まっている。Haile らは、デジタルで配信されたコンテンツが身体活動を促進させ、うつを改善させることを報告した<sup>8)</sup>。しかしながら、Laiou らが報告した、ナッジを用いた身体活動促進のレビューでは、その効果については一定の見解を得ていない<sup>9)</sup>。

今回、地域在住高齢者に対して、ナッジ理論を活用した身体活動プログラムにおける身体活動の行動変容は、抑うつ症状の改善に寄与すると仮説を立てた。

## 2. 研究目的

**目的 1:** 地域在住高齢者の身体活動量を客観的に定量化した上で、抑うつ症状を調査し、その結果に基づいて抑うつ症状に関連する適切な活動量の基準を作成する。

**目的 2:** 目的 1 で作成した基準を、ナッジ理論を用いた身体活動プログラムへと応用し、ランダム化比較試験により抑うつ症状の改善効果を検証する。

## 3. 研究方法

## 2023 年度 研究計画（調査 1）

初年度は、活動量基準開発のための観察研究を行う。

対象は地域在住高齢者100名とし、65歳未満の者、明らかな認知症を有する者は除外する。基本属性として性別、年齢、身長、体重、認知機能、学歴を調査する。また、抑うつ症状は、Geriatric Depression Scaleの短縮版（GDS-15）を用いて評価する。身体活動量については、3軸加速度計センサー内臓型の活動量計（Active style Pro HJA-750、オムロン社製、京都）を7日間腰部に装着し（入浴、就寝時除く）、1日あたりの歩数およびMETsを測定する。測定時期は身体活動の季節性の影響を除くため、春季および秋季に実施する。

身体活動の指標（歩数、Ex）を2群化し、抑うつ症状の割合を $\chi^2$ 乗検定にて比較する。また、ROC解析により、抑うつ症状の有無に対する身体活動のcut off値を求める。

## 2024 年度 研究計画（調査 2）

2024年度は、調査1の観察研究の結果に基づいて、身体活動を促進する行動変容プログラムにて、抑うつ症状改善効果を検証する。研究デザインは、評価者をブラインドしたシングルブラインドのランダム化比較試験を用いる。

対象は地域在住高齢者100名とし、除外基準は調査1に準ずる。対象者を介入群および対照群に分け、介入群には調査1の研究結果をもとに、ナッジ理論を用いた身体活動促進プログラムを実施する。介入として、期間は12週間とし、以下の図1に示す身体活動促進プログラムを実施する。介入スケジュールを表1に示す。対照群に関しては[プログラム1]のみを実施する。測定項目は、両群に調査1と同様に活動量計を用いて、介入前後7日間の歩数、METsを測定する。また、GDS-15を用いて介入前後の抑うつ症状の状況を調査する。さらに、身体機能評価として握力および歩行速度を測定する。

解析は、対応のないt検定および $\chi^2$ 乗検定にて、介入前の各群の測定項目を比較する。介入の効果判定は、二元配置分散分析を用いて、群（介入/対照）と時間（介入前/介入後）の二要因の交互作用を検討する。

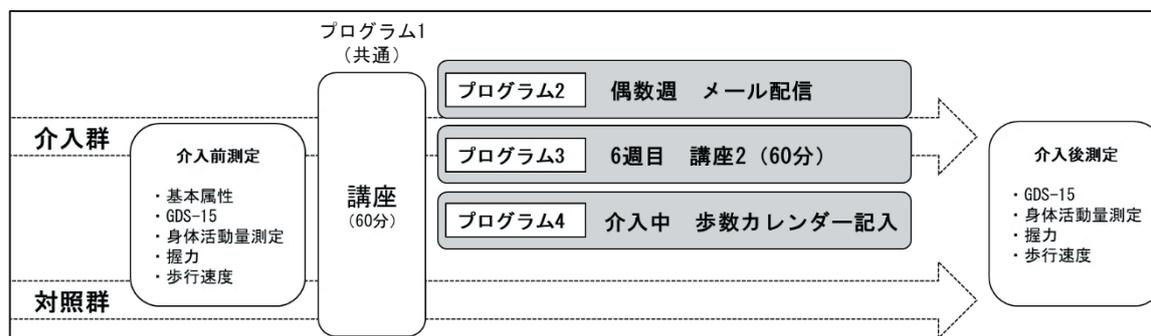


図1 介入群に対するナッジ理論を用いた身体活動促進プログラム

表1 介入スケジュール

	ナッジ要素	内容	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	9週	10週	11週	12週
プログラム1		(共通) 身体活動促進、運動習慣継続について一般的知識を補充する講義	実施											
プログラム2	“Priming”	(介入群のみ) 調査1の結果をもとに、身体活動に関するクイズをメールにて発信(Dadaczynski et al., 2017) <sup>10)</sup>		実施	実施		実施	実施	実施	実施				実施
プログラム3	“Norms”	(介入群のみ) 現時点までの歩数カレンダーを集計し、調査1の結果と照らし合わせて、現時点での他人の行動(歩数)状況を共有させるアクティブラーニング型講義						実施						
プログラム4	“Ego”	(介入群のみ) セルフモニタリングによる毎日の歩数カレンダーへの自己記入(Glynn et al., 2010) <sup>11)</sup>	実施	実施	実施									

注釈) “Priming” 「潜在意識が行動のきっかけになる」手法、“Norms” 「同調効果」を用いた手法、“Ego” 「自己監視機能、フィードバック」を用いた手法。

### 参考文献

- 1) Makizako H, et al.: The combined status of physical performance and depressive symptoms is strongly associated with a history of falling in community-dwelling elderly: cross-sectional findings from the Obu Study of Health Promotion for the Elderly (OSHPE). Archives of gerontology and geriatrics. 2014; 58(3): 327-331.
- 2) Shimada H, et al.: Depressive symptoms and cognitive performance in older adults. Journal of psychiatric research. 2014; 57: 149-156.
- 3) Aoyagi Y, Shephard RJ: Sex differences in relationships between habitual physical activity and health in the elderly: Practical implications for epidemiologists based on pedometer/accelerometer data from the Nakanajo Study. Archives of Gerontology and Geriatrics. 2013; 56(2): 327-338.
- 4) Haskell WL, et al.: Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2007; 39: 1423-1434.
- 5) Thaler R, & Sunstein C: "Nudge: Improving Decisions About Health, Wealth, and Happiness." New Haven: Yale University Press, 2008
- 6) Behavioural Insights Team: MINDSPACE. Behavioural Insights Team. <https://www.bi.team/wp-content/uploads/2015/07/MINDSPACE.pdf>. 2015
- 7) 石倉恭子, 他.: "身体活動促進を目的とした無作為化比較介入試験と国内実装例に用いられたツールのナッジ戦略—MINDSPACE 要素の分類—." 日本健康教育学会誌. 2021; 29(3): 254-265.
- 8) Haile C, et al.: Pilot testing of a nudge-based digital intervention (Welbot) to improve sedentary behaviour and wellbeing in the workplace. International journal of environmental research and public health. 2020; 17(16): 5763.
- 9) Laiou E, et al.: Nudge interventions to promote healthy diets and physical activity. Food Policy. 2021; 102: 102103.
- 10) Dadaczynski K, et al.: Promoting physical activity in worksite settings: results of a German pilot study of the online intervention Healing fit. BMC public health. 2017; 17: 1-9.
- 11) Glynn LG, et al.: Interventions used to improve control of blood pressure in patients with hypertension. Cochrane database of systematic reviews. 2010; 3.

〈研究紹介〉 科学研究費補助金採択課題について  
地域在住高齢者の転倒に及ぼす筋量・筋力の複合影響についての追跡研究

理学療法学科 高田昌寛

1. 研究背景および研究課題

加齢に伴う転倒は、骨折罹患率および死亡率に影響し、医療経済費用の増大に関連(Alexander, 1996, Tinetti, 2003, Dargent-Molina et al., 1996)するため、高齢者の転倒予防は、リハビリテーション科学および公衆衛生学上、重要な課題である。一般に、地域在住高齢者 65 歳以上の約 30%が 1 年間で転倒を経験すること(Gillespie et al., 2012)、加齢およびバランス障害などの危険因子(Maki et al., 1994, Tinetti et al., 1988)が知られている。中でも、大腿四頭筋筋力と転倒の関連を調査した横断的研究(Ahmadihangar et al., 2018)、握力と転倒の関連を調査した横断的研究(Yang et al., 2018)では、転倒発生率は筋力と負の関連、転倒経験群の握力は有意に低値を示すことが報告されている。近年、地域在住高齢者における骨格筋量と転倒有病率に関する疫学研究が注目されているが、骨格筋量および筋力などの複合的な要因が、その後の転倒発生と関係するかどうかについての見解は不一致であり、上肢・下肢・体幹などの部位別骨格筋量が転倒に及ぼす影響について、明確な見解は得られていない。さらに、世界的に、地域在住高齢者を対象とした転倒に影響を及ぼす疫学調査では、二重 X 線吸収測定法 (Dual-energy X-ray absorptiometry: DXA 法) で測定された骨格筋量および各種身体能力の複合的な要因について、言及している追跡研究は確認されない。

骨格筋量の測定(Cruz-Jentoft et al., 2010)は、EWGSOP(European Working Group on Sarcopenia in Older People)および AWGS(Asian Working Group for Sarcopenia)において、コンピューター断層撮影(Computed Tomography: CT)および磁気共鳴画像診断装置(Magnetic Resonance Imaging: MRI)が標準的な方法とされ、さらに、DXA 法および生体電気インピーダンス法(Bioelectrical Impedance Analysis: BIA 法)も知られている。中でも、DXA 法は、2 種類の X 線を用いて全身スキャンを行うことにより、脂肪組織、除脂肪軟部組織および骨組織から構成される体組成を評価する方法であり、得られた全身画像より、上肢・体幹・下肢・腹部・臀部等、部位別評価が可能である。しかし、CT、MRI および DXA 法は、医療機関等に備え付けられた装置でなければ測定が困難であり、一般住民を対象とした疫学調査には不向きとされてきた。

そこで、本研究は、地域在住高齢者において、「DXA 法で測定された骨格筋量、筋力および各種身体能力などの複合的な要因を評価することは、その後の転倒発生の危険性を予測することが可能なのか」ということを研究課題とする。地域在住高齢者を対象とし「前向きコホート研究」を行う本研究は、対象者バイアスを軽減でき、転倒(アウトカム)よりも複合的な要因(曝露情報)が先んじている関連の時間性を示すことが可能であり、この集団から得られる結果を広く一般化できる点に学術的独自性・創造性を含んでいる。

2. 研究目的

地域在住高齢者(奈良県在住男性骨粗鬆症コホート研究参加者 = FORMEN 研究参加者)を対象とした前向きコホート研究において、「DXA 法で測定された骨格筋量および体力検査において測定された筋力などの複合的な要因が、その後の転倒発生と関係するかどうかについて検討すること」を目的とする。従来の筋力検査、歩行・バランスなどの身体能力検査に加え、DXA 法による体組成評価結果等の複合的な要因を組み合わせることで、潜在的に有する転倒の危険性をよりの確に予測することが可能となり、転倒予防対策に資する学術の発展および社会貢献に繋がると考える。

### 3. 研究方法

本研究の対象は、FORMEN 研究における「一次コホート研究 15 年次(2022-2023 年：約 1500 名)」および「二次コホート研究 5 年次(2024-2026 年：約 600 名)の追跡調査である。一次コホート研究では、2017-2019 年に初めて DXA 法による骨格筋量測定を実施し、ベースライン調査は完了している(図 1)。

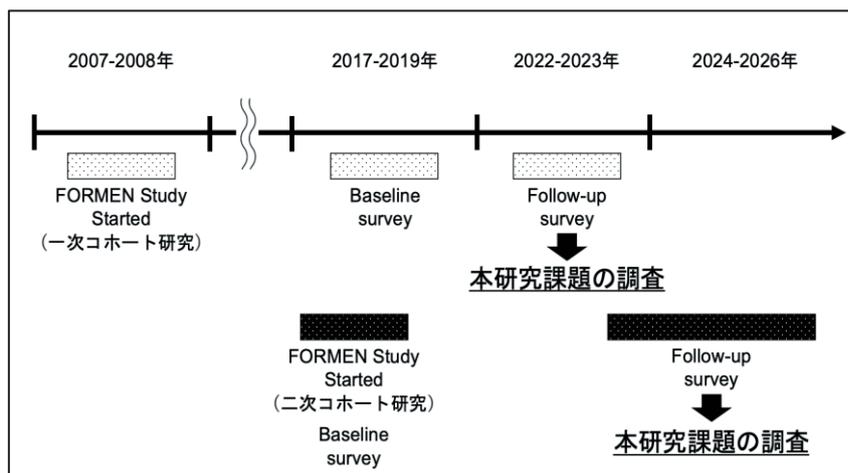


図 1：FORMEN 研究の進展と本研究課題の位置付け

FORMEN 研究は、「藤原京研究 (Fujiwara-kyo Osteoporosis Risk in Men Study)」と呼び、奈良県 4 都市(橿原市、奈良市、大和郡山市、香芝市)に在住(図 2)、65 歳以上で独歩可能な男女 4500 名の内、男性を対象に 2007 年より開始した骨粗鬆症研究である。本研究の対象者は、FORMEN 研究における一次コホートおよび二次コホートにおけるベースライン調査参加者全員とし、質問紙票の有効な回答が得られた者とする。過去 1 年間における転倒歴の有無を明らかにするため、調査に参加しなかった者、期限内に返答が得られなかった者を対象とし、補足的な郵送調査、電話調査および現地訪問調査を実施する。

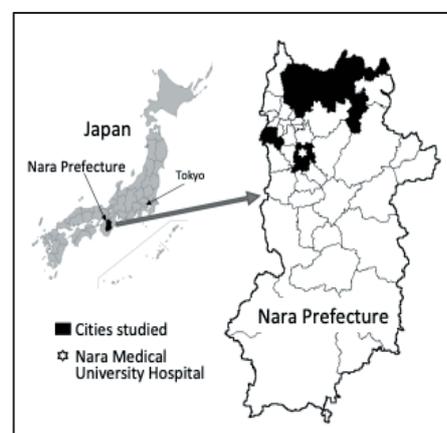


図 2：FORMEN 研究の対象地域

#### <本研究における調査対象項目>

- **Skeletal measures(体組成検査)：【図 2: Baseline survey】で測定済**
  - DXA 法による測定結果より、上肢骨格筋量、下肢骨格筋量、体幹骨格筋量、全身骨格筋量および骨格筋指数(Skeletal Muscle Mass Index：SMI [Kg/m<sup>2</sup>])を算出する。
- **体力検査：【図 2: Baseline survey】で測定済**
  - 体力検査として、10m 歩行検査(歩行速度)、開眼片足立ち検査(保持時間)、筋力検査(握力)および 5 回立ち上がり検査(時間)を実施している。これらの測定データについて、各対象者の身体的特徴と合わせて集計し、転倒に及ぼす要因の分析対象とする。
- **転倒歴の有無に関するアンケート調査：【本研究】で郵送調査を実施**
  - 本研究のアウトカムは、過去 1 年間における転倒歴の有無であり、郵送調査を実施する。質問紙票は、「Falling assessment Chart of Suzuki et al., 2003」を用いて、アンケート用紙を作成した。思い出しバイアスを考慮し、転倒時の状況を明瞭に想起できた者(必須調査項目：医療機関受診の有無・診断・転倒状況など)について、本研究では、「転倒歴あり群」と定義付ける。

本研究では、地域在住高齢者(FORMEN 研究参加者)に対し、過去 1 年間における転倒歴の有無(アウトカム)をアンケート調査にて抽出する。前向きコホート研究において、DXA 法で測定された骨格筋量、筋力および各種身体能力の複合的な要因(曝露情報)が、その後の転倒発生に及ぼす影響について、追跡研究を行う。

## 〈研究紹介〉 科学研究費補助金採択課題について 高齢者の掴み損ないを科学する -握る力と腕の力の持続出力調整機能の研究-

作業療法学科 津田勇人

### 1. 研究背景

朝起きてから晩床に就くまでの日常生活で「手」の果たす役割は非常に大きい。歯を磨く、髪をとく、服を着る、ボタンを留める、箸を使う、財布から硬貨を取り出す、教科書を開く、筆箱からペンを取り出す、ペンを操りノートをとる、蛇口をひねる、タオルを絞る、など枚挙に暇がないほど、我々の日常生活の多くが手の運動機能を基盤に営まれている。

手の働きは脳の働きを反映する。人間は脳の発達にともない手全体を使った“粗大な握り”から指先を用いた“精密な掴み”へと手の働きは巧みさを増し、やがて箸操作や相当な練習を積み重ねればピアノの演奏まで可能となる。しかし加齢により、物体の外観（形・大きさ）を見る視覚機能、物体の場所を正しく把握する空間認識機能、物体の感触を感じる指先の感覚機能、必要な力をタイミングよく発揮する運動機能は衰え、掴み損ない易くなり、今まで何の苦労もなくできていた細かな操作が徐々に難しくなる。

加齢による運動機能の低下の一つは最大筋力の低下である。2017年10月公表の政府統計によれば、最大筋力の指標である握力は加齢により減少し、男性では20-24歳の平均握力は $46.47 \pm 7.51 \text{kg}$ に対し、75-79歳の平均握力は $35.36 \pm 5.71 \text{kg}$ 、女性では20-24歳の平均握力は $27.97 \pm 4.97 \text{kg}$ に対し、75-79歳の平均握力は $22.78 \pm 4.01 \text{kg}$ 、率に換算すれば男性で76.1%、女性で81.4%となる。一方、Andreas W.らは歩行や物体を保持するような日常生活上の課題では、最大筋力よりもむしろ安定して最大下の筋収縮を維持することの必要性を指摘している。彼らは若年成人10名（男性50%、女性50%、平均年齢 $24 \pm 3$ 歳）と高齢者30名（男性37%、女性63%、平均年齢 $67 \pm 8$ 歳）を対象に最大握力の5%値、10%値、25%値それぞれを5秒間維持する実験を実施した。さらに同じ実験を7日後に実施し、結果の再現性を検証した。その結果、高齢者に比べ、若年成人は安定して最大下の筋収縮を維持していたことを明らかにしている(Andreas W. B., Fredric E. et al. Handgrip force steadiness in young and older adults: a reproducibility study. BMC Musculoskeletal Disorders; (2018)19:96)。

我々も“加齢により手の運動機能はどう変化するのか”という研究疑問に対する答えを定量的に捉えるため、運動機能の中でも必要な力をタイミングよく発揮する力調節の観点から、人差し指と親指の指先で物体を把握する“精密掴み”と、個々の指を個別に操作する“タッピング”に着目し研究を重ねてきた。

“精密掴み”を正確に遂行するためには、指先が物体に触れる前に、視覚機能と空間認識機能を駆使して物体の位置・形・大きさを認識し、手を差し伸べる方向・高さを持ち上げに必要な筋力を予測するフィードフォワード制御と、指先が物体に触れた後に、感覚機能を駆使して物体の重さ・滑りやすさを認識し、持ち上げに最適な力（以下、至適筋力）をタイミングよく発揮するフィードバック制御の両方が系統的に正確に機能しなければならない。至適筋力以下の場合、目標の物体を把握しきれず滑り落としてしまう可能性があり、至適筋力以上の場合、軟体では物体を歪め、硬体では母指と示指の力発揮のタイミングが合わないと物体は手からはじき飛ばされるように落としてしまう。“精密掴み”を可能にする脳はどの部位が関与しているのだろうか。我々は健常成人を対象に“精密掴み”に関わる脳機能局在を解明するためにポジトロン断層撮影法(PET)を使用し、局所脳血流を測定し、運動に関連する一次運動野／感覚野、運動前野、補足運動野、帯状回運動野だけでなく、視覚に関わる後頭葉、空間

認知に関連する後頭・頭頂葉、感覚の中継点である視床、筋出力を巧み調節する小脳などが関与することを明らかにした。

加齢により“精密摘み”はどう変化するのか。我々は 33 名の高齢者(平均年齢 84.2±8.9 歳)を対象に摘み力を測定した結果、対照健常成人に比べ高齢者は①物体を保持するために発揮される力は大きく、②物体表面の素材に適応した摘み力の調整に時間を要し、③物体重量の変化に速やかに対応することが困難であったこと明らかにしてきた。特に注目される点は物体を持ち上げる際に、持ち上げ方向と真逆の下方方向へ押し付ける現象が高齢者で多かったことである。これらの結果から、高齢者は物体に対し手を差し伸べる際や物体を持ち上げる際には、力まないで腕を差し伸べ、指先で物体に触れ、ほどよいタイミングで手指筋と腕筋を働かせる力調節が衰えたためと考えられ、新たな研究命題“加齢は上肢の協調した筋出力調整機能を低下させる”が導かれた。

“タッピング”は指先でトントンと物体を軽いタッチで叩く反復運動である。より早くより正確にタップするためには、個々の指を独立して曲げ伸ばししなければならないだけでなく、タップしない指は力まないようにリラックスしなければならない。“タッピング”検査は手指の運動制御に関する中枢神経系および末梢の筋・神経系への加齢の影響だけでなく脳卒中など病気の影響も反映する有用な検査と考えられている。“タッピング”を可能にする脳はどの部位が関与しているのだろうか。我々は“タッピング”に関わる脳機能局在を解明するためにポジトロン断層撮影法(PET)を使用して局所脳血流を測定し、運動の難易度が高くなると、両側背側前運動野、一次運動野/感覚野、小脳の前方がより活性化されることを明らかにした。

年をとると“タッピング”はどう変化するのか。我々は 10 名の高齢者(平均年齢 84.2±8.9 歳)を対象に“タッピング”を測定した結果、対照健常成人に比べ高齢者は①人差し指、中指、薬指、小指のすべてでタップ回数が遅く、②タップしない指に加わる平均力も強かったことを明らかにした。これらの結果から、高齢者は「曲げる一伸ばす」の切り替えが遅くなり、タップしない指にも余計な力が働いてしまうのは、ほどよいタイミングで手指筋を働かせる力調節が衰えたためと考えられ、新たな研究命題“加齢は上肢の協調した筋出力調整機能を低下させる”が導かれた。

## 2. 研究目的

本研究では、手が至適筋力を発揮している時の上肢の筋緊張を、デジタル握力計と 16 マルチチャンネル表面筋電図を用いて測定し、新たな命題“加齢は上肢の協調した筋出力調整機能を低下させる”を証明することが目的である。

本実験の設定は、そのまま脳卒中患者の上肢運動機能評価に臨床応用できるので、また本研究の成果は、研究疑問に対する答えを得るだけでなく、高齢者に多い脳卒中に認められる“上肢の協調運動障害”との比較が可能となり、リハビリテーション介入の効果判定のための正確な運動機能評価への基礎データを寄与できる点で本研究の意義は高い。

## 3. 研究方法

1) 高齢者全員が脳ドックを受診し、専門医による所見を得る。

日本脳卒中学会脳卒中ガイドライン 2015[追補 2017]によれば、本人・家族がその症状に気づかない“無症候性脳血管障害”について、一般住民における無症候性頸動脈狭窄症の頻度は、中等度狭窄が 0～7.5%、高度狭窄が 0～3.1%であり、高齢者及び男性に多い。本ガイドラインに基づき、高齢者を対象とした実験では無症候性脳血管障害の影響を除外する必要があるため、本研究の対象となる高齢者全員に脳ドックを受診させ、専門医による所見を得る。

2) 至適握力を持続している時の左右の上腕二頭筋の表面筋電図を同期させる。

実験では姿勢の影響を除外するため、仰向け臥位とし、デジタル握力計でモニターしながら、至適握力を持続している時の左右の上腕二頭筋の表面筋電図を同期させてデータを収集する。

実験課題は最大握力の5%値、10%値、25%値、50%値とし、利き手・非利き手それぞれを5秒間維持する。実験課題はランダムに提示し、2回の平均値を求める。至適握力実行状況は、指定時間内の変動を積分し面積で評価する。筋電信号は安静時を基点として、至適握力持続期間中の平均振幅で評価する。



3) 超音波診断装置を用いて皮下脂肪厚を計測する。

表面筋電図結果の信頼性を高めるため、筋電信号に影響する皮下脂肪厚は超音波診断装置を用いて計測する。

#### 4. 関連論文

本研究は我々が継続してきた必要な力をタイミングよく発揮する力調節の研究に位置する。将来的には脳卒中患者の上肢運動機能評価への臨床応用へと繋げていく。

1996年：川合悟，津田勇人，木下博，生田香明，橋詰謙，村瀬智彦，山本高司．老齡化が精密把握時の摘み適応調節に及ぼす影響．体力科学 Vol.46 pp501-512.

1996年：川合悟，津田勇人，橋詰謙，村瀬智彦，木下博，生田香明，山本高司．精密把握運動時の高齡者の摘み力制御について．体力研究 Vol.91 pp77-88.

2003年：青木朋子，木下博，津田勇人．個々の指の運動機能の加齡的变化とその機能維持に及ぼす運動習慣の効果．大阪ガスグループ福祉財団研究調査報告書 16:pp65-71.

2005年：津田勇人，青木朋子，奥直彦，畑澤順，木下博．視覚誘導による小物体の精密把握持ち上げ運動に関わる脳機能局在の解明 —PET 研究—. 作業療法 Vol.24 pp40-49.

2005年：Tomoko Aoki，Hayato Tsuda，Masashi Takasawa，Yasuhiro Osaki，Naohiko Oku，Jun Hatazawa and Hiroshi Kinoshita．The effect of tapping finger and mode differences on cortical and sub-cortical activities: a PET study .Experimental Brain Research (160): pp375-383.

2005年：青木朋子，津田勇人，奥直彦，畑澤順，木下博．複雑な指運動は本当に脳の活動を促すの

か？. デザントスポーツ科学 Vol26,pp42-50.

2006年：津田勇人, 青木朋子, 奥直彦, 畑澤順, 木下博. 箸操作に関する脳賦活領域の解明. 作業療法 Vol.25 pp28-38.

2009年：Hayato Tsuda, Tomoko Aoki, Naohiko Oku, Yasuyuki Kimura, Jun Hatazawa, Hiroshi Kinoshita. Functional brain areas associated with manipulation of a prehensile tool: a PET study. Human Brain Mapping. 30(9): pp2879-2889

2014年：津田勇人, 佐竹勝, 上島健, 嶋野広一, 水野貴子, 坪田裕司. 筋緊張の定量化に関する研究 (第1報) —健康成人を対象とした表面筋電図の検討—. 大阪河崎リハビリテーション大学紀要 8(2):109-121.

2019年：Tomoko Aoki, Hayato Tsuda and Hiroshi Kinoshita. Temporal and force Characteristics of Rapid Single-Finger Tapping in Healthy Older Adults. Motor control. 23(4):pp518-534.

### 参考文献

Andreas W. B., Fredric E. et al. Handgrip force steadiness in young and older adults: a reproducibility study. BMC Musculoskeletal Disorders; (2018)19:96

## 『宇宙環境における内耳前庭の発生維持とバイオメカニクス』 - 細胞/分子レベルでの力学的特性の解明に向けて -

臨床工学科 田浦晶子

本研究は、2017年-2023年に文科省研究科目「基盤研究(C)」の助成を受けて行われた研究に関連したもので、臨床工学科 宮崎浩教授との共同研究についてご報告します。

### 【背景】

近年、国際宇宙ステーションの日本実験棟「きぼう」で、日本人が宇宙で長期間活動することも可能になった。さらに、民間会社による一般人の宇宙旅行も開始され、月面基地計画が予定されるなど、宇宙はより身近なものになってきた。将来的には、宇宙ステーションや月面基地で人類が恒常的に生活し、繁栄して行くことが期待されている。

そこで問題になるのが、宇宙環境で人類は正常に発生し、恒常維持することが可能であるか、ということである。すでに今までの宇宙実験において、魚類や両生類では正常に発生するが、鳥類では初期胚の生存率が低く、正常に発生しないことが知られている。哺乳類においては繁殖実験が困難であり、未だ詳細は不明である。微小重力環境実験では受精は可能であるものの、胚発生や出産率は約半分に低下するため、宇宙における正常発生は困難であると予想されている。また生後8日目までのラットの内耳前庭組織は宇宙環境においては分化が抑制されることも報告されており、**発生および発達期において重力は重要である**と考えられる。

一方で発達後においても重力の重要性は指摘されている。動揺病の一種である宇宙酔い(space motion sickness)は宇宙飛行士の約7割が経験し、急激な重力減少により生じるとされている。発症機序としては、体液移動説や感覚混乱説などが挙げられているが詳細は未だ不明である。平衡感覚保持に重要な内耳前庭からの入力信号の減少の関与が指摘されているため、内耳が正常に発生し、維持されることは、人類が宇宙に置いて繁栄していく為には不可欠である。重力感知システムである前庭耳石器では、耳石膜の下に有毛細胞層が存在し、耳石のずれによる機械刺激を電気振動に変換し、前庭神経を介して中枢へ伝達される。この電気信号への変換システムとして感覚毛に存在する機械電気変換チャンネルが知られており、感覚毛維持は有毛細胞機能維持として非常に重要である。前庭耳石器についてはすでに「宇宙飛行における耳石の研究」や「宇宙での前庭神経支配の研究」などにより、宇宙環境での耳石サイズの縮小や神経支配の減少が報告されている。しかしながら耳石器で最も重要なのは**有毛細胞であるにも関わらず、有毛細胞自体についての報告は殆ど見られない**。また、従来の研究では前庭組織レベルでの研究がメインであり、細胞/分子レベルでの詳細も不明である。

### 【研究方法】

微小重力環境での感覚毛の発生と維持について検討した。

1) **発生段階**：まず重力刺激がない状態で有毛細胞は正常に発生することが可能であるのか、つまり感覚毛が細胞上面に規則的に成熟することが可能であるのかをES細胞から有毛細胞を誘導する方法を用いて検討した。微小重力負荷としては、模擬微小重力発生装置(3Dクリノスタット：直交する2軸により3次的に対象物(試料)を回転し、重力方向を連続的に変化させ、対象物が重力刺激を感受するまえに方向を変えることで対象物にかかる重力ベクトルの合計を時間的にほぼゼロにできる)(図1)にて行った。

2) **生後段階**：次に生後の感覚毛が無重力状態で長期に維持することが可能で

(図1)



あるか、つまり微小重力環境でも感覚毛の恒常性が維持できるかを検討し、有毛細胞のバイオメカニクスを分析することで有毛細胞に重力感知機構が存在するかを検討した。細胞のバイオメカニクスについては、宮崎浩教授の指導の下で、細胞の粘弾性解析を行った (図2)。

### 【結果まとめ】

(図2)



マウス ES から誘導した内耳オルガノイドの大きさと質量を control 群と微小重力負荷群を分化誘導前期および後期に分けて比較検討した結果、両者に明らかな有意差は見られなかった。これは微小重力負荷時間が短時間であったためあまり変化は見られなかったが、分化誘導前期において若干増大傾向を認めたことから、生物の発生初期では外部刺激への感受性が高いため分化誘導後期と比べ微小重力負荷の影響を受けやすかったと考えられた。微小重力負荷による有毛細胞への分化誘導効率を検討したところ、control と比較して微小重力負荷の方が減少し、微小重力負荷により分化が抑制される傾向を認めた。これは過去の文献的報告結果とも合致し、細胞外マトリックスの分化が抑制された事によると考えられる。また前庭有毛細胞を単離し (図3)、細胞吸引実験を行った結果、両群において異なる傾向が見られたが、サンプル数が少ないこともあるため、更なる検証が必要であると思われる。



(図3)

本研究は藍野大学中央研究所によって承認されている (承認番号: 第 10D-23008 号)

利益相反に該当する事項はありません。

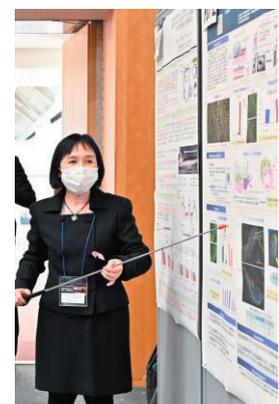
なお、これらの実験については、日本再生医療学会および第 82 回日本めまい平衡医学会 (2023 年 10 月) にてポスター発表を行いました (下記写真)。ゼミ学生さん達も日本の最先端研究の学会に参加し、とても刺激を受け、大変有意義なものとなりました。



(第 22 回日本再生医療学会 京都にて ゼミ学生)



(第 82 回日本めまい平衡医学会、新潟にて)



## 看護学科教員による実習施設への研究支援の取り組み

看護学科 松本 晃子

### I. はじめに

看護学科では、実習施設における看護師への研究支援を開始した。臨床現場の看護師は看護研究の必要性を感じているが、具体的な実施方法や分析方法などでわからないことが多く、取り組みへのハードルが高いといった意見が聞かれる。また、看護研究は看護師のキャリアラダーに組み込まれる場合も多く、主に師長や主任といった管理職が日々の煩雑な業務と並行して研究指導にあたっている実態がある。研究支援を行っている施設のある看護部長は「院内の研究発表を行っている職種の中で、看護師の発表が最も少ない。看護師はスタッフ数も多く、医療への貢献度も高いにも関わらず、研究成果として表へ出ることがないのは非常にもったいない。」と話されていた。このような環境に対し、専門性をもった教育機関からの研究支援の需要は非常に高いといえる。

また、教員にとっても、学生の看護実践の学びの場である実習先との関係性の構築は、看護基礎教育の質を担保するために欠かすことができない。しかし、実際には、看護師は多忙な看護業務を行いながらの指導であるため、教員とのやり取りは限られた時間の中で行わなければならない。さらに、昨今の看護系大学の濫立により、実習先としての受け入れを確保することも困難な状況であることから、実習先との関係性において他大学との差別化を図ることも必要である。このような背景から、実習施設への看護研究支援は非常に有意義な取り組みとして実施されているため、その詳細について報告する。

### II. 藍野病院へ支援の実際

#### 1. 研究実施への導入

はじめに 2022 年 12 月に藍野病院の 3 年目看護師に対し、看護研究についての意義や研究計画書の作成方法等の研修を行った。これはラダー研修の一部であり、病院の研修に看護教員が指導者として参加する形であった。研修では講義の後、グループに分かれて模擬の研究計画書を作成してもらい、研修終了後に実際にやってみたいというグループを募った。参加した看護師の反応はとても良く「看護研究の意義が理解できた」「普段の看護実践を振り返る機会になった」という感想がみられた。結果、2 つのグループから看護研究を実践したいと申し出があり、看護師 7 名、教員 4 名で研究を行うことになった。

#### 2. 研究計画書の作成から研究実施

研究実施にあたり、藍野病院の窓口と、研究者である看護師のフォローとして岩村俊彦副看護部長に調整を依頼した。藍野病院では研究を実施するため、月 2 回午後から 2 時間の作業時間を確保していただいた。その時間を活用し、2023 年 1 月から 2 月にかけて看護師と共に研究計画書、病院内の倫理審査書類を作成した。研究を実施するグループのそれぞれのテーマは「病衣への尿汚染を減らすオムツパットの当て方」と「おむつ交換時の感染対策～ベッドの高さによって汚染被曝に違いはあるのか～」であり、どちらも排泄介助に関するものであった。藍野病院では日常生活援助が必要な患者が多く、どちらのグループも日々の看護業務の中で感じている思いに沿った研究テーマとなった。

双方とも実験研究となったため、2023 年 4 月に本学の基礎看護学演習室にて実施することになった。物品は本学のものを使用し、それぞれの研究内容に沿ったものを教員とともに 2 グループ合同で行った。1 日かけて行ったが、看護師は勤務日扱いとされており日勤帯の時間でデータの抽出まで終了することができた。

### 3. 抄録・ポスター作製から学会発表

学会発表は、2023年10月に大阪で行われた第31回日本慢性期医療学会にてポスター発表を行うことになった。研究結果の分析や考察は、月1回の研究指導日やメールを使用しながら指導を行い、同時に発表へ向けて抄録の文章校正やポスターのレイアウトなどの指導を行った。実験研究であったことから、写真の効果的な活用など発表方法についての指導を重点的に行った。参加登録や抄録の提出は藍野病院で行い、ポスターの印刷は本学にて行った。

学会前には予行演習として、院内の主任会にて発表を行った。発表者の緊張度は高かったものの練習を重ねて臨まれ、質問や高評価な意見をいただくことができた。学会当日のポスター発表は、どちらのグループも多くの人に参加されており、発表終了後にも個別に意見や質問が来るなど非常に良い反応がみられた。他職種や療養病棟のスタッフの参加が多く、同じような環境や思いを持たれている方からの反応があり、良い意見交換の場となっていた。研究を行った看護師からは「楽しかった、やってよかった」「新しい世界がみれた」といった意見があり、研究についてやりがいを持って取り組むことが出来たと考えられる。

### 4. 考察

今回の研究支援に参加された看護師は自主的に参加されており、多忙な業務の合間でも常に前向きな姿勢で取り組まれていた。これは、看護への志の高さに加え、はじめの研修の時点から研究の意義や教員側の支援する姿勢を示すことで研究に対するハードルが下がった背景があると考えられる。さらに、研究テーマも看護師が実際に勤務する上で感じた思いに沿ったものであったことから、研究を実施する上でモチベーションを維持することができたと推測される。また、今回の研究支援は全て看護師の勤務時間内で行われ、学会は出張扱いであった。病院が研究実施に対し支援的であり、大学との連携に向けて環境を整えてくださったことも円滑に進められた大きな要因であったと考えられる。

看護師への指導においては、研究計画書や抄録をはじめとした書類作成に時間を要した。研究動機や方法、考察といった思考を文章化する作業は、看護師は普段の看護業務では実施することは少ない。そのため、教員と対話しながら出来る限り看護師の考える内容に沿った文章を作成するように支援した。このような対話できる関係性を看護師と構築していくことは、研究に限らず、円滑な臨地実習にも効果的であると考えられる。また、今回はどちらのグループも実験研究であったことから、本学を研究実施場所として使用することができた。病院内だけでは実施できなかった研究方法であったことから、教育機関と連携することによって研究内容を深めることにつながったと考えられる。同時に、看護師は本学に来校することは普段ほとんどないため、学生への教育環境を見ていただく機会にもなった。このように、研究支援を行うことで臨床での看護研究の質の向上だけでなく、施設同士の結びつきの強化にもつなげることができた。

### III. 今後の展望

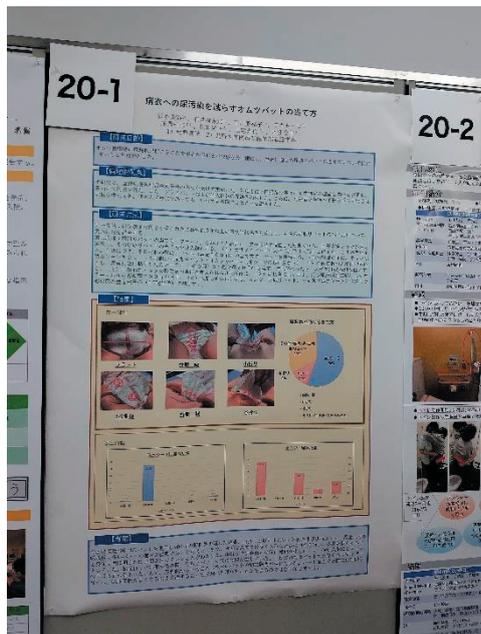
看護学科では現在、藍野病院以外にも京都済生会病院、京都桂病院、吹田徳洲会病院にて研究支援を行っている。これらは全て2023年度から開始され、それぞれの病院や看護師の特色に合わせた研究テーマのもと、施設毎に担当教員を配置して月単位での指導を実施している。今後は施設との関係性の構築を行いながら、臨床での看護実践から看護学の発展に寄与できるよう、研究支援を通して看護師の思いに沿った取り組みにつなげていきたいと考える。



本学での研究実施風景



学会発表ポスター



## 令和 4 年度看護学科卒業生のための卒業前看護技術演習実践報告

医療保健学部 看護学科

西上あゆみ、本多容子、中野玲子、林周子、長井雅代、齋野貴史、  
米澤知恵、真鍋由希、黄波戸航、前川麻記、松本晃子、松本七十子、  
阿部宏史、甲斐聖子、藤井沙葵、宮岡裕香、三宅光代

### 背景

看護基礎教育を実施する機関として、新人看護師の早期離職やリアリティショックに対する問題については見逃すことができない。令和 2 年度、新型コロナウイルスの発生により、影響を受けた看護基礎教育の補填を目的として、令和 2 年度より本学看護学科において、卒業前看護技術演習実践の企画を行ってきた（青藍,2021：米澤他,2023:松本他,2023）。また、少しでも臨床に近い状況を作るために梅花女子大学の先生をお誘いし、協力を得て、2 大学合同での取り組みとして進めてきた。この実践について学生の満足度が高いだけでなく、テレビに取り上げられるなど波及効果も大きく、令和 4 年度、3 回目の実践を実施することができた。今年度は、梅花女子大学が施設設備調整のため、本学のみ 1 日の開催となったが、その実践について報告する。

### I. 令和 4 年度卒業前看護技術フォローアップ研修の概要

#### 1. 研修の企画

##### 1) 時期

両校の卒業式の日程を鑑み、2023 年 3 月 9 日に企画した。

##### 2) 疑似体験となる研修の環境づくり

4 年生である学生が緊張をもって演習に取り組める仕掛けについて他大学に声をかけ、共同開催とすることにした。実際には、教員同士のつながりもある近隣の梅花女子大学の教員に企画を提案した。本学の教員ではない教員からの指導を受けること、さらに他大学の学生が混じることで、同窓の友人ではない看護学生とコミュニケーションをとることで、4 月入職に向けて新人看護師の疑似体験ができると考えた。2 日間の研修を企画し、双方の大学の演習室を利用することでより今までと異なる環境まで再現したいと考えたがこのことは実現できなかった。すでに既習の演習をさせることから事前学習の実施に関しては学生の裁量に任せること、演習項目は学生で決定できること、臨床を経験してきた教員が新人看護師に対するように実践的に指導することを提示した。

##### 3) 企画した研修内容と各所要時間

内容は、過去 2 年間の学生の希望や反応を踏まえ、(1)職場でのマナー（休みの取り方、先輩や師長との会話、患者との会話）、(2)採血・静脈注射、(3)導尿・膀胱留置カテーテル、(4)筋肉注射・皮下注射、(5)点滴・輸液管理、(6)経鼻経管栄養、(7)吸引・酸素吸入、(8)フィジカルアセスメントで計画した。これまでと同様にプログラムは各項目 40 分程度とし、3 時間の研修の中で 4 項目の演習ができるようにした。

#### 2. 研修の準備

2023 年 2 月 1 日、国家試験前の激励会でプログラムの説明を行い、2 月 17 日を期限として、manaba（クラウド型教育支援サービス）を通じて、申し込みができるようにした。梅花女子大学でも学生を募っていただいた。また、どの演習に参加したいかについての事前調査を入れたところ、全学生が、(2)採血・静脈注射、(5)点滴・輸液管理を希望することがわかった。そこで、これらを 1 つ

にまとめ、「採血・静脈注射、輸液管理」とし、全員が4回のうち1回はこれを実施できるように企画した。

参加教員は、梅花女子大学から6名、本学から17名が参加し、各項目に2-3名の教員を配置、均一に担当できるようにした。また、藍野病院に協力を求めたところ、快諾をいただき、3名の看護師が参加してくださった。今年度は、学内に看護シミュレーションルームを設置していたため、基礎看護演習室と2部屋を使用して実施した。

## II. 卒業前看護技術フォローアップ研修の実際（表1）

研修の概要は表1のとおりであり、参加学生は、56名（梅花22名、藍野34名）であった。当日午前中、参加教員で会場設営を行った。12:30に学生を集合させ、1項目ごとに3~4名の学生でグループを組ませ、グループごとに希望する項目を4項目選択させた。一部のグループでは、本学学生と梅花女子大学の学生を組み合わせるようにした。13:00から1項目につき、40分の演習を実施、5分の移動・休憩時間を持ちながら、グループ毎に自分たちの希望した演習を実施していった。NHK放送局より取材が予定されていたため、その点についても学生に事前に了解を得た。研修終了後に、これに関する評価調査に無記名で記載してもらった。

## III. 卒業前看護技術フォローアップ研修に関する調査結果

全体評価と各演習の満足度に対するアンケート結果を表2に示す。全体では「かなり期待通り」「期待通り」の回答のみ、各演習においても概ね「期待通り」以上という結果となった。

## IV. 卒業前看護技術フォローアップ研修の意義と今後の課題

参加した学生は結果の通り概ね好評を得た。今年度はコロナ禍も緩和され、卒業旅行・引越など従来の卒業関連イベントが再開され、参加者の確保に難渋するかと考えたが、1日であったこともあり、例年並みに学生は参加した。今年度の卒業生は2年の時期からコロナ禍となり、基礎実習Ⅱから領域実習において2年間、臨床実習を制限された学生である。一方、これまでの調査で、学生の不安はコロナ禍に特化したものでないこともわかっているため、今後もこのような取り組みが必要であることが示唆される。現在の学生はZ世代と言われ、タイムパフォーマンス、コストパフォーマンスを重視、実施する前にイベントを低く見積もり、利益に見合わないと考える可能性もある。卒業前の学生にとって本プログラムがよい経験となっても、後輩に伝達する機会は少ない。今後は学生に必要としてもらえる研修として動画などで卒業生からSNSで広報してもらおうなどの取り組みを考慮していきたい。

## 謝辞

本研修を実施するにあたり、藍野病院看護部の看護師様、梅花女子大学の看護学部の先生方におかれましては、研修中の指導で大変お世話になりました。また、京都科学様におかれましては、吸引モデルの借用にご支援いただきましたことに御礼を申し上げます。

## 引用文献

- 中山由美、重年清香、渡邊敦子（2021）COVID-19 禍における看護学生への卒業直前看護技術フォローアップ研修、梅花女子大学紀要、12、pp26-32
- 松本晃子（2021）コロナ禍の看護大学 4 年生への実習に対する取り組み、日本災害看護学会 HP

「What's New 災害看護メッセージ - 備え -」、<http://www.jsdn.gr.jp/CMS/wp-content/uploads/ff0e0d16a20c0fd76cd84ecd43b199a8.pdf>(2021/9/28)

松本晃子他(2023)4年生の入職前の不安を払拭！卒業前フォローアップ研修前編、看護人材育成 Vol.20、No.4、pp44-48

松本晃子他(2023)4年生の入職前の不安を払拭！卒業前フォローアップ研修後編、看護人材育成 Vol.20、No.5、pp56-61

米澤知恵他(2023)新型コロナウイルス感染症流行下における卒業前技術フォローアップ演習に関する実践報告、藍野大学紀要 Vol.35、pp9-15

表1 卒業前看護技術フォローアップ研修の概要

目的	臨地実習の経験の不足を補うことにより、新人看護師のリアリティショックの軽減、職場適応を促進し、早期離職防止を図ることを目的とする。	
スケジュール	月日	内容
	2023年2月	国家試験激励会を通じて本プログラム開催の通知を学生に実施。 manabaを通じて卒業前看護技術フォローアップ研修の通知 学生の希望調査（内容、参加）（2023年2月17日締め切り） 学内参加教員の有志の募集
	3月4日	梅花女子大学の教員と打ち合わせ会議
	3月9日	卒業前看護技術フォローアップ研修実施 (13:00-16:00)
実施方法・内容	場所	藍野大学 看護演習室（通称:基礎看護学演習室） 看護学科シミュレーションルーム
	項目	1) 経管栄養 2) 中央配管を想定した吸引、酸素吸入と超音波吸入 3) 点滴、採血・静脈内注射 4) 導尿 5) 皮下・筋肉注射 6) フィジカルアセスメント 7) 職場でのマナー
	参加人数	学生合計56名（梅花22名、藍野34名）

表2 卒業前看護技術フォローアップ研修に関するアンケート調査結果

	全体評価		採血・ 静脈注射 輸液管理		筋肉注射 皮下注射		導尿・ 膀胱留置 カテーテル	
	総数	割合	総数	割合	総数	割合	総数	割合
1(かなり期待通り)	30	60.0%	37	74.0%	15	62.5%	15	62.5%
2(期待通り)	20	40.0%	13	26.0%	9	37.5%	9	37.5%
3(少し期待外れ)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
4(期待外れ)	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
	経管栄養		酸素投与・ 吸引		フィジカル アセスメント		職場のマナー	
	総数	割合	総数	割合	総数	割合	総数	割合
1(かなり期待通り)	14	53.8%	15	57.7%	20	76.9%	15	62.5%
2(期待通り)	10	38.5%	9	34.6%	6	23.1%	9	37.5%
3(少し期待外れ)	2	7.7%	0	0.0%	0	0.0%	0	0.0%
4(期待外れ)	0	0.0%	2	7.7%	0	0.0%	0	0.0%

藍野大学×茨木市南保健福祉センター 共同研究（活動報告）  
-中高年者に対する運動継続が身体機能（骨格筋・呼吸筋）に与える影響-

理学療法学科

山科吉弘，安藤卓，岩村真樹，森田恵美子，何川渉，梶本浩之，菊池唯，熊部翔

2023 年度の茨木市との共同研究を提案し採択され、テーマ「中高年者に対する運動継続が身体機能（骨格筋・呼吸筋）に与える影響-“運動”継続は力なり！全身の能力アップを目指して」を実施したので報告致します。

### 1. 研究計画と事前打ち合わせ：

この度の共同研究では、「身体機能」という言葉を使用しておりますが、私たちの研究計画の段階では、四肢や体幹の筋力だけではなく、「呼吸機能・呼吸筋力」に着目したいという思いを持っておりました。そこで、最初は「四肢の筋力だけではなく呼吸筋力をアップさせよう！」というテーマで茨木市の事務局ならびに保健師の方と打ち合わせを行いました。しかし、打ち合わせ会議を開いていく中で、「呼吸」をテーマにした場合、参加者が集まりにくいのではないかという意見をいただき、イメージのしやすい「身体機能」を使用し、その内容の中で「呼吸」の要素を入れていくことになり、上記テーマが決まりました。

### 2. なぜ呼吸に着目する必要があるのか：

一般的に、呼吸筋力が衰えますと、気道分泌物を除去するための咳嗽能力が低下し、術後や長期臥床後の無気肺や肺炎発症リスクが増大します。高齢者では日常生活活動が自立していても呼吸筋力や誤嚥を直接的に防御する機構である咳嗽能力が低下する<sup>1)</sup>ことがわかっており、日本人を対象とした研究では、自己排痰が可能な咳嗽能力（Cough Peak Flow）値は、240 L/min 以上が（感度 81.2%、特異度 94.5%）必要である<sup>2)</sup>とされておりますが、私たちの先行研究では、日常生活に支障のない高齢者の咳嗽能力の平均±標準偏差は、291.5 ± 100.5 L/min であり、240L/min を下回っている方も多数おられました<sup>1)</sup>。これらのことから日本の死因において肺炎や誤嚥性肺炎が高い割合を占めていることも鑑み、健康づくり対策において、呼吸筋力を含め呼吸機能の維持・改善は不可欠と考えております。

### 3. 共同研究内容の紹介：（全体の流れは表 1 参照）

表 1. 共同研究の全体の流れ 敬称略

身体機能測定会 1	（全員）	「体のことを知ろう」
講義 1 + 運動 1	（何川）	結果フィードバック, 筋肉はなぜ大切？
講義 2 + 運動 2	（何川）	運動時のリスク管理 四肢の筋トレやってみよう
講義 3 + 運動 3	（岩村）	筋肉をつけるための栄養について
講義 4 + 運動 4	（安藤）	口腔ケアについて
講義 5 + 運動 5	（山科）	呼吸筋力ってなに？
講義 6 + 運動 6	（大和）	体の硬さと血管の病気
講義 7 + 運動 7	（菊池）	尿失禁を防ごう 尿漏れに効果的な運動
身体機能測定会 2	（全員）	身体測定会 1 と同様の内容で測定し変化を確認

### 3-1. 身体機能測定会：

まず、ご自身の体のことについて知っていただくことを目的に身体機能測定会を実施しました。評価項目は、身長・体重・体組成・握力・膝伸展筋力・体幹筋厚・骨密度・血管年齢・糖化度・歩行速度・活動量・肺年齢・呼吸筋力・認知機能検査としました。私たちの測定会の取り組みの強みとしては、必ず身体測定会の結果のフィードバックを実施していることです。身体機能測定会の1～2週間後に必ず結果のフィードバックを実施しており、結果の見方や意味について、参加者全体に講義形式でお伝えし、その後に個別での相談会を実施しております。測定会の結果をフィードバックすることが、運動開始の1つの動機付けになると考えております。最後に、全ての講義ならびに運動メニューの終了後に、再度同じ内容で身体機能測定会を実施しました。最初と終わりに同じ内容の測定を行うことで、各個人で効果があった項目や効果のなかった項目などを見返すことができ、今後も継続して運動を継続していただく機会になると考えております。

### 3-2. 運動教室の開催：

測定会参加のみで終わるのではなく、できるだけ運動教室にも参加することを推奨しており、運動教室は週に1回90分程度（講義：60分、休憩：10分、運動：20分）で実施しました。

運動内容は、頸部・体幹のストレッチ体側、四肢の筋力トレーニング、呼吸筋トレーニング、バランス練習を取り入れ、四肢の筋力だけではなく、呼吸筋力を意識していただけるような内容にしました。

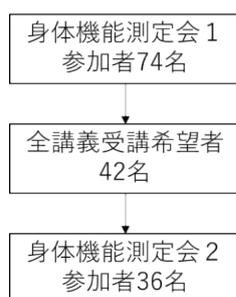


図1. 参加人数



図2. 講義の一場面



図3. 運動実施中の一場面

### 3-3. 取り組みの効果を一部紹介：

結果はまだどこにも公表していないため、具体的な数値の記載は割愛させていただきますが、一部ご紹介させていただきます。アンケート調査では、約8割の方が「健康を意識するようになった」「家でも運動するようになった」と答えており、さらに活動量の調査においても、座業時間数が減少し、中等度の運動強度時間が増えていました。また、呼吸筋力は改善傾向を示しており、肺年齢も有意に若くなっていました。これらのことから、本共同研究には効果があったものと思われま。

#### 今後の課題：

今後の課題は、「運動継続」だと考えます。取り組みが終了すると運動も止めてしまう方が多いため、今後も参加者が楽しみながら継続できるような運動メニューを考えていく必要があると思われま。

#### 謝辞：

最後になりますが、本共同研究を採用していただいた茨木市南保健福祉センターの皆様、またご協力いただきました理学療法学科の教員の皆様、そしてご参加いただきました参加者の皆様へ御礼申し上げます。

参考文献：Yamashina Y, et al.: Cough Peak Flow of Independent Elderly People. *Advances in Physical Education*,10(4):347-353,2020.

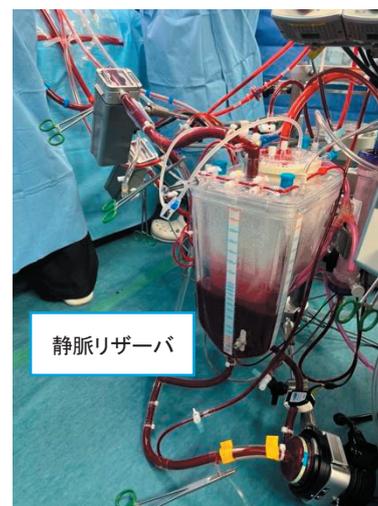
## ハードシェル静脈リザーバーにおける薬液拡散の性能評価 — 一時定数および薬液濃度比による評価 —

臨床工学科 畑中由佳

本研究は、郡慎平准教授と臨床工学科卒業研究生、臨床教授の畑中晃氏とともに行った研究で、藍野大学令和5年優秀研究賞を受賞いたしました。また、日本体外循環技術医学会において JaSECT Award 2023 優秀論文賞を受賞いたしましたので、研究内容の一部についてご報告いたします。

### 1. 研究背景

体外循環とは、上大静脈、下大静脈から心臓に灌流する血液を体外に導き、酸素加して大動脈に送血することで、無血視野を確保し、心臓血管外科手術の補助を行うものである。体外循環中には手術の進行や、刻一刻と変化する患者の生体情報に応じて、送血量や脱血量の変更、薬液投与などを行う必要がある。薬液投与は主に静脈リザーバーから行われるが、薬液投与する際の攪拌、混合性能に関する性能が定められておらず、各種静脈リザーバー間で比較することができないのが現状である。このことから、静脈リザーバーから投与する薬液を速やかに、適切な濃度で送血するためには、使用する静脈リザーバーの特徴を操作者が把握しておく必要がある。また、手術中には静脈リザーバーの液面レベルが変化するため、静脈リザーバーの構造や性能により大きく異なる場合には、その特性も把握しておくことが極めて重要となる。そこで本研究では、薬液の物質収支をもとにして静脈リザーバーから流出する薬液濃度変化に関して解析モデルを立て、液面レベルの変化と回路流出薬液濃度の関係について基礎実験を行い、薬液拡散性能の評価が行えるかどうかを検討した。



### 2. 研究方法

#### ① 解析モデルの作成

静脈リザーバーに流入、流出する薬液質量に注目し、物質収支の考え方をもとにした解析モデルを作成した。本モデルでは静脈リザーバー内のフィルタなど、複雑な構造は単純化した。静脈リザーバーに流入した薬液は、リザーバー内で拡散しても薬液質量自体は変化しないため以下の関係が成り立つ。

$$(\text{流入薬液の質量}) - (\text{流出薬液の質量}) = (\text{静脈リザーバー内残留薬液の質量})$$

ここへ、静脈リザーバーに流入する薬液濃度  $C_i$ 、静脈リザーバーから流出する薬液濃度  $C_o$ 、脱血および送血流量  $Q$ 、静脈リザーバー液面レベル  $V$ 、経過時間  $t$  とする時、式1のような微分方程式が得られる。

$$\alpha V \frac{dC_o}{dt} = (C_i - C_o)Q$$

式 1

ここで薬液流入開始時間を  $t=0$  とし、その時の静脈リザーバー流出薬液濃度  $C_0=0$  とする初期条件で式 1 を解くと、

$$C_0 = C_i(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{式 2}$$

となり、静脈リザーバー内に一定流量で薬液が注入される時の流出薬液濃度は理論上、一次遅れの反応を示す。式 2 より時定数  $\tau$  は、

$$\tau = \frac{\alpha V}{Q} \quad \text{式 3}$$

で表され、薬液注入から一定濃度に収束するまでの時間の目安として用いることができる。

## ② 実験方法

実験回路図を図 1 に示す。作動流体に水道水を使用したシングルパス方式の実験回路を作製した。静脈リザーバーに塩化カリウム溶液 (1mol/L) を一定速度で注入し、回路流出部における電気伝導率を測定することでカリウムイオン濃度の変化を確認した。脱送血の流量は変化させず、4 種類のリザーバー (VR1~VR4) の液面レベル  $V$  を変化させて実験を行った。

## 3. 研究結果

### ① 回路流出部におけるカリウムイオン濃度について

回路流出濃度  $C_0$  の経時変化を図 2 に示した。全ての静脈リザーバーに共通して、液面レベル  $V$  が多い条件では回路流出濃度  $C_0$  が収束するまでに時間がかかり、液面レベル  $V$  が少ない条件では速やかに収束していた。条件別に見ると液面レベル  $V \leq 500\text{mL}$  の条件 (図 2 a,b,c) においては、どの静脈リザーバーも解析モデルと同様に一次遅れの形状で濃度収束と

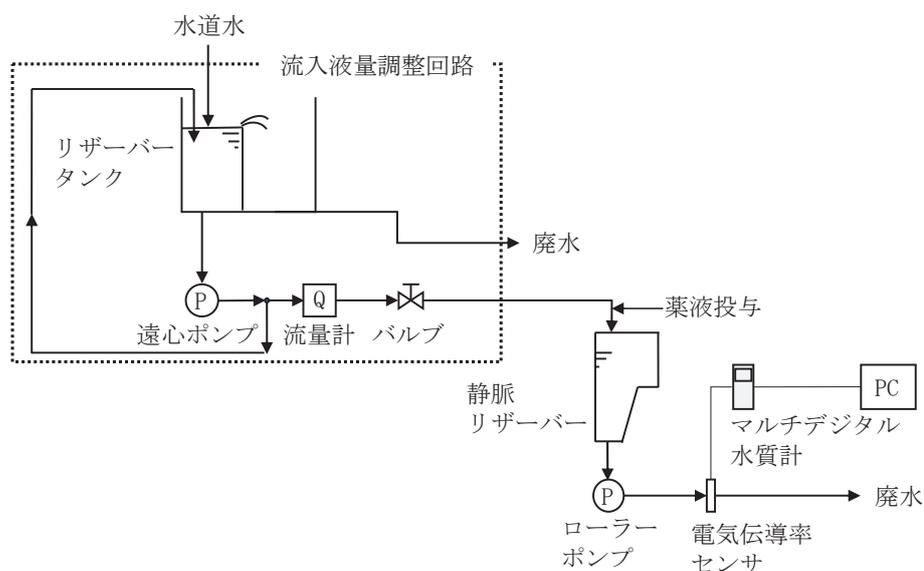
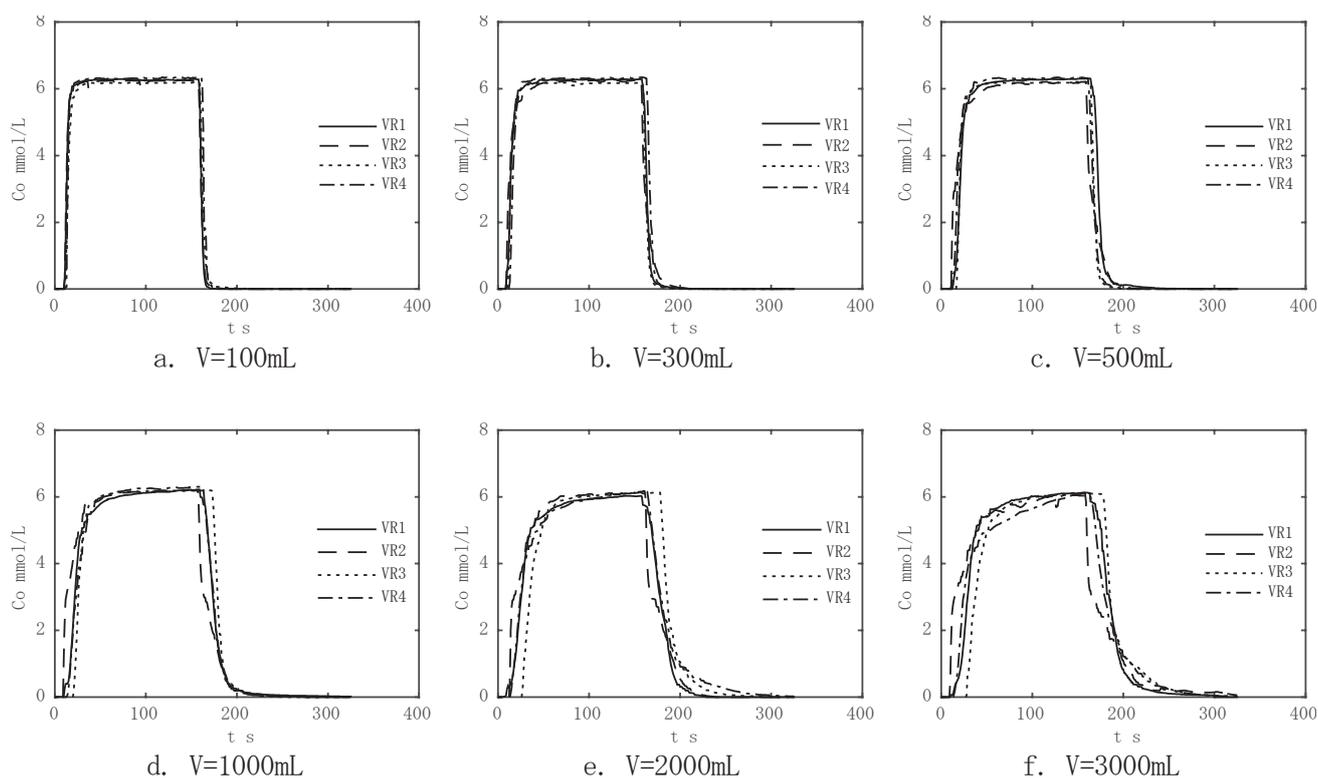


図1 実験回路図

図2 回路流出濃度 $C_0$ の経時変化

なっていたが、液面レベル $\geq 1000\text{mL}$ の条件（図2 d,e,f）においては一次遅れの形状とならないものがあった。特にVR2およびVR4において特徴的な濃度上昇が見られた。

## ② 時定数について

濃度が収束するまでの時間を比較するため、得られた結果を一次遅れとみなして式4をもとに時定数 $\tau$ を算出した結果を表1および図3に示した。時定数 $\tau$ は全ての静脈リザーバーにおいて液面レベル $V$ の少ない方が短くなり、液面レベル $V$ の多い方が長くなる傾向にあった。

## 4. 考察

時定数 $\tau$ は回路流出濃度 $C_0$ が収束に達するまでの目安となるが、図2から液面レベル $V \leq 500\text{mL}$ の条件では濃度変化が一次遅れとなっており解析モデルとよく一致していた。表1、図3から、全条件で時定数 $\tau$ は液面レベル $V$ の増加に伴って曲線的に長くなることがわかった。しかし、液面レベル $V \geq 1000\text{mL}$ においては特にVR2、VR4のように一次遅れから外れるものがあったため、立ち上がり時間 $T_R$ で比較を行ったものを表2、図4に示した。時定数で比較した時と同様の傾向となったが、特にVR4の液面レベル $V=3000\text{mL}$ の時を時定数 $\tau$ で表した場合、液面レベル $V=2000\text{mL}$ の時より時定数 $\tau$ が短くなり、一見、液面レベル $V=3000\text{mL}$ の方が早く濃度収束に達するよう見えたとしたが、立ち上がり時間で評価すると異なる結果となった。これはVR4の液面レベル $V=3000\text{mL}$ の波形（図2 f）をみると、傾きを2つ持つような直線的な変化となっており、一次遅れとみなした解析では見かけ上で時定数 $\tau$ が短くなっていたことが原因である。

表1 時定数  $\tau$ 

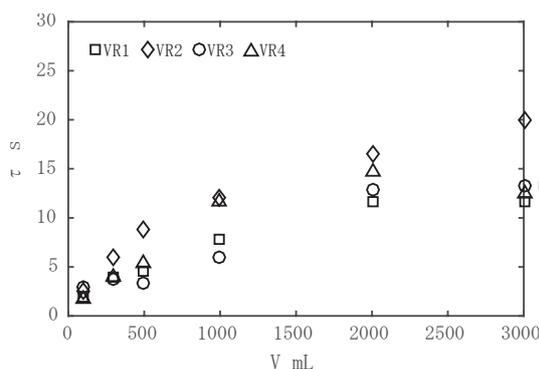
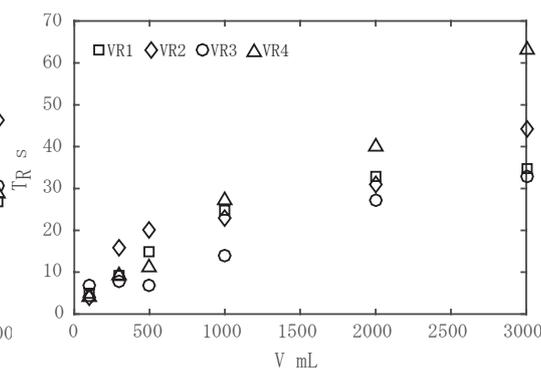
VmL	VR1	VR2	VR3	VR4
100	2.0	2.5	2.9	1.7
300	4.0	6.0	3.8	3.9
500	4.5	8.8	3.3	5.3
1000	7.8	12.0	6.1	11.7
2000	11.6	16.6	12.9	14.7
3000	11.7	19.9	13.2	12.4

unit:s

表2 立ち上がり時間  $T_R$ 

VmL	VR1	VR2	VR3	VR4
100	5	4	7	4
300	9	16	8	9
500	15	20	7	11
1000	25	23	14	27
2000	33	31	27	40
3000	35	44	33	63

unit:s

図3 時定数  $\tau$  の推移図4 立ち上がり時間  $T_R$  の推移

このような場合には、波形の形状に関わらず結果が得られる立ち上がり時間  $T_R$  を活用して評価することは有用であると考えられるが、時定数  $\tau$  との使い分けを検討していく必要がある。

## 5. まとめ

静脈リザーバーから流出する薬液濃度変化に関して解析モデルを立て、液面レベルの変化と回路流出薬液濃度の関係について基礎実験を行った。その結果、液面レベルが少ない条件では解析モデルと実験結果がよく一致しており、時定数を利用することで薬液拡散の評価を行うことができると考えられた。しかし、液面レベルが多い条件では静脈リザーバーの形状や内部構造の違いが影響を及ぼすため、立ち上がり時間による評価が妥当であると考えられた。

参考文献は多数ありますが、割愛させていただきました。

なお、本研究は本論文の一部について示しており、以下の URL にて公開されています。

<https://doi.org/10.7130/jject.49.87>

いつもたくさんのアドバイスを与えてくださる郡准教授、大変な実験であったにもかかわらず一生懸命取り組んでくれた持垣さん、幸地くん、新名くん、主人であり戦友でもある臨床教授の畑中晃氏に深く感謝いたします。



## 拍動流および定常流脳分離体外循環における脳微小循環の検証

医療保健学部 臨床工学科 稲盛 修二

### 1. はじめに

現在、臨床現場では胸部大動脈瘤に対して脳保護を目的とした定常流順行性脳分離体外循環(SCP)が行われている。しかし、低体温・心停止・体部循環遮断等の非生理的状态が伴い、さらに SCP を行うと、術後脳に対する合併症が 3.7~9.3%生じるとも報告されている<sup>1)</sup>。加えて、低体温が脳保護効果に大きな影響を与えと言われてきたが、近年中枢温の設定温度に上昇傾向が見られ、目標とする中枢温が、超低体温(20°C)から高度低体温(25°C)へと移行している<sup>2)</sup>。これらの動向を踏まえて、我々は順行性脳灌流における拍動効果を検証する目的で、世界最大級の放射光施設(SPring-8)において血管造影を行った。

### 2. 実験方法

#### 2-1 Surgical Procedure

実験は、大型放射光施設(SPring-8)で行われた(Fig.1)。ウィスター・ラット(オス,12週 400-500 g ,n = 8)が用いられ、無作為に拍動流発生装置(K-beat)を装着した拍動流群(P群)および装着しない定常流群(NP群)に分類された。麻酔導入のためペントバルビタール(ソムノペンチル) 60 mg/kg (倍希釈)が、腹腔内に投与された。その後実験終了まで、25 mg/kg/h (5倍希釈)の持続投与が行われた。頸部正中切開後、14 G 外筒を用いて気管挿管を行い、ラット用人工呼吸器(RESPIRATOR MODEL SN-480-7 シナノ製作所製)により一回換気量 10 ml/kg、呼吸回数 50 b/min (開胸前) 70 b/min (開胸後)、酸素濃度 100%で呼吸管理が行われた。次に心電図モニターが装着され、血行動態管理および薬剤注入を目的とした動脈ラインが大腿動脈に確保された(22 G 留置針外筒)。さら

に喉頭に温度プローブが挿入され、中枢温を維持する目的でラットの下に電気パッドを使用した。次に胸骨正中切開が行われ、動脈ラインより全身へパリン化 100 IU/kg が行われた。実験を通して出血時間は、全ての症例で 400 秒以上に維持された。送血管として、直径 1.1mm のポリエチレン・カテーテルが、順行性に右総頸動脈に挿入された。続いて、ドレナージ用脱血管として直視下で 18 G 留置針外筒が右心房に挿入された。SPring-8 の実験配置図を Fig.2 に示す。



Fig.1 大型放射光施設 SPring-8

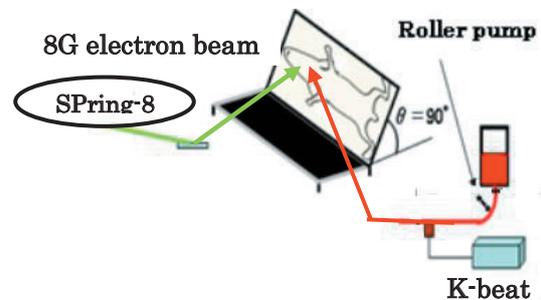


Fig. 2 実験配置図

#### 2-2 Selective Cerebral Perfusion

ラット体外循環システムは回路、熱交換器、人工肺(膜面積: 0.03m<sup>2</sup>、充填量: 2.0ml; 泉工医科工業社製)とローラーポンプ(JMS社製)から構成され、総充填量は 15 ml であった。順行性脳灌流の基本条件として、動脈血二酸化炭素分圧(PCO<sub>2</sub>)を一定に保持する目的で人工肺に 95:5 の比率で酸素と炭酸ガスを付

加し、動脈血  $\text{PCO}_2$  分圧を 40 mmHg 前後に維持した。またヘマトクリット値は、右総頸動脈に送血され右心房より排液される一方通行の間、同種血輸血により約 35%に維持された。

また拍動流は、我々が作成したラット CPB システムに拍動流発生装置 (K-Beat: 特許: 第 5557175 号) を装着し、1Hz の信号で磁気弁を起動させることにより発生させた。

### 2-3 Evaluation

心停止後、常温および表面低体温法を用いた高度低体温における P 群および NP 群に対して、4 ml/min の送血量で順行性脳灌流が施され、血管造影画像より血管径・血管数(Angiographic Score)・灌流分布状態の評価が行われた(Fig.3)。

最後に、P 群において高度低体温時における造影が終了した後、一酸化窒素(NO)の合成阻害剤である L-NAME 50 mg/kg の投与を行い、再び同様の評価を行った。

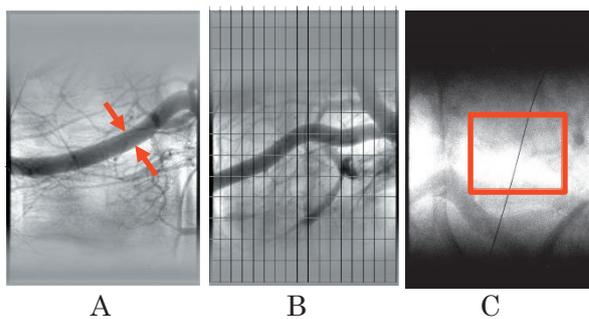


Fig.3 評価項目  
A:血管径・B:血管数・C:灌流分布

## 3. 実験結果

従来の X 線装置では判別が困難であった、微小血管レベルにおける拍動流および定常流順行性脳灌流を検証する目的で、大型放射光施設(SPring-8)においてラットを用いた脳分離体外循環を施行

し、拍動流および定常流における血管造影を行った。

### 3-1 血管径

全症例 300  $\mu\text{m}$  以上の内頸動脈が選択され、造影剤が毛細血管に均等に達した時点で、血管内径を用手的方法により計測を行った(Fig.3-A)。結果、常温での定常流および拍動流において  $12.50 \pm 1.91 \text{ mm}$  vs  $17.01 \pm 2.77 \text{ mm}$  ( $p < 0.05$ )となり、高度低体温において  $11.80 \pm 0.60 \text{ mm}$  vs  $13.28 \pm 0.58 \text{ mm}$  ( $p < 0.05$ )であった。常温および高度低体温いずれの温度においても、血管内径は拍動流のほうが有意に大きい値を示した(Fig 4)。

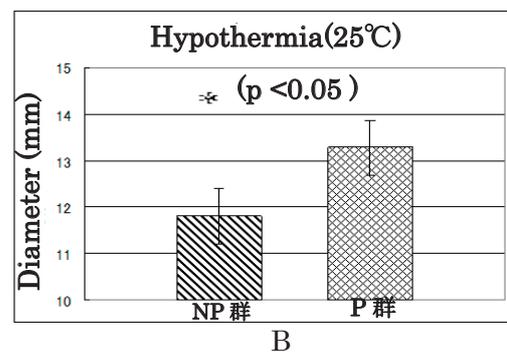
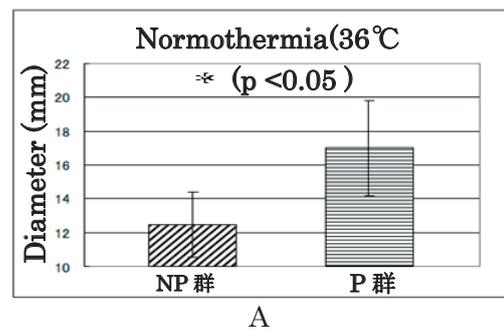


Fig.4 血管径  
A:常温・B:高度低体温

### 3-2 血管数(Angiographic Score)

定常流および拍動流順行性脳灌流を施行し、血管造影画像から血管数の差異を評価した。測定方法は、画像全体に格子図(grid)を投影させ、全直交点と造影された血管内に存在する直交点の比を計

測する方法を用いた (Fig 3-B)。なお、測定は任意の観察者 3 名によって行われその平均値とした。結果、常温での脳分離体外循環における定常流および拍動流の Angiographic Score は、それぞれで  $0.201 \pm 0.018$  vs  $0.266 \pm 0.013$  ( $p < 0.001$ ) となった。また高度低体温においては、定常流および拍動流それぞれで  $0.151 \pm 0.028$  vs  $0.208 \pm 0.023$  ( $p < 0.005$ ) となり、常温および高度低体温いずれにおいても、Angiographic Score は定常流より拍動流が有意に大きい値を示した (Fig. 5)。

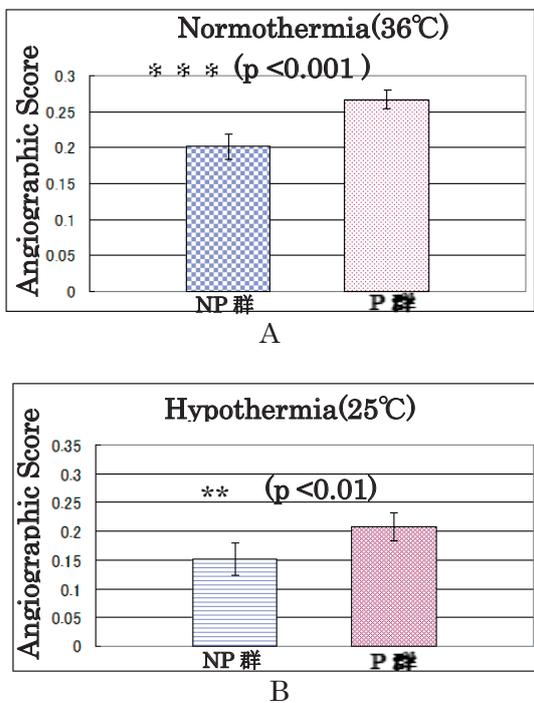


Fig.5 血管数  
A:常温・B:高度低体温

### 3-3 灌流分布

各灌流方法における造影画像に対して、特定の関心領域 (ROI) を設定し、造影開始時の輝度を基準として、造影剤が毛細血管に均等に達したときの輝度を測定した (Fig.3-C)。結果、常温時の定常流で  $87.32 \pm 1.79\%$ 、拍動流で  $83.13 \pm$

$3.00\%$  となり、高度低体温時には、定常流で  $81.54 \pm 5.35\%$ 、拍動流で  $80.07 \pm 2.96\%$  となった。常温ならびに高度低体温のいずれにおいても、拍動流は定常流に比べ灌流の初期段階から著大な輝度の低下が見られ、造影剤の灌流分布が細動脈以下にまで及んでいる事を示したが、高度低体温での最終段階では両者の有意さは認められなかつた (Fig.6)。

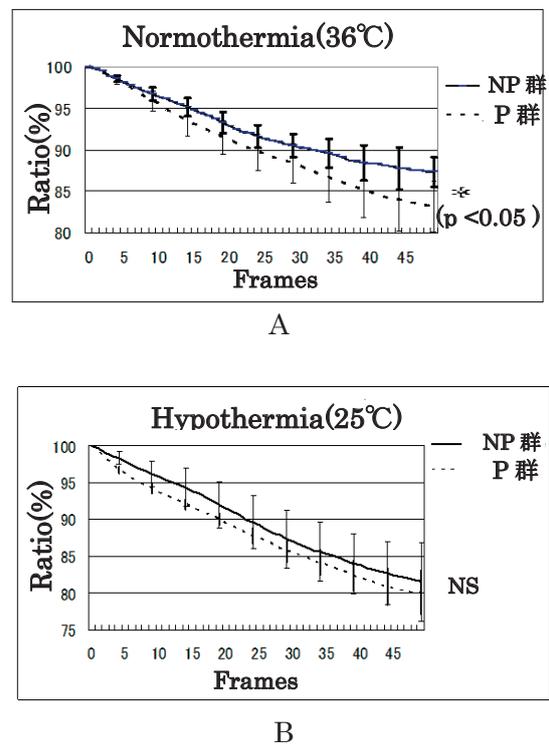


Fig.6 灌流分布  
A:常温・B:高度低体温

### 3-4 Pulsatile Flow With L-NAME

拍動流脳灌流が果たす役割を検証する目的で、P 群において高度低体温の造影後、L-NAME を投与し再び拍動流脳灌流下で造影を行った。結果、高度低体温時における定常流の最大血管径に対する比率は  $97 \pm 1.5\%$ 、Angiographic Score は  $0.137 \pm 0.029$ 、灌流分布状態の輝度は、 $82.11 \pm 2.66\%$  となり、同様の拍動流であるにもかかわらず、L-NAME 非投与時に示された拍動流の有意性は著し

く低下し、全ての評価項目において定常流レベルの値を示した(Fig.7)。

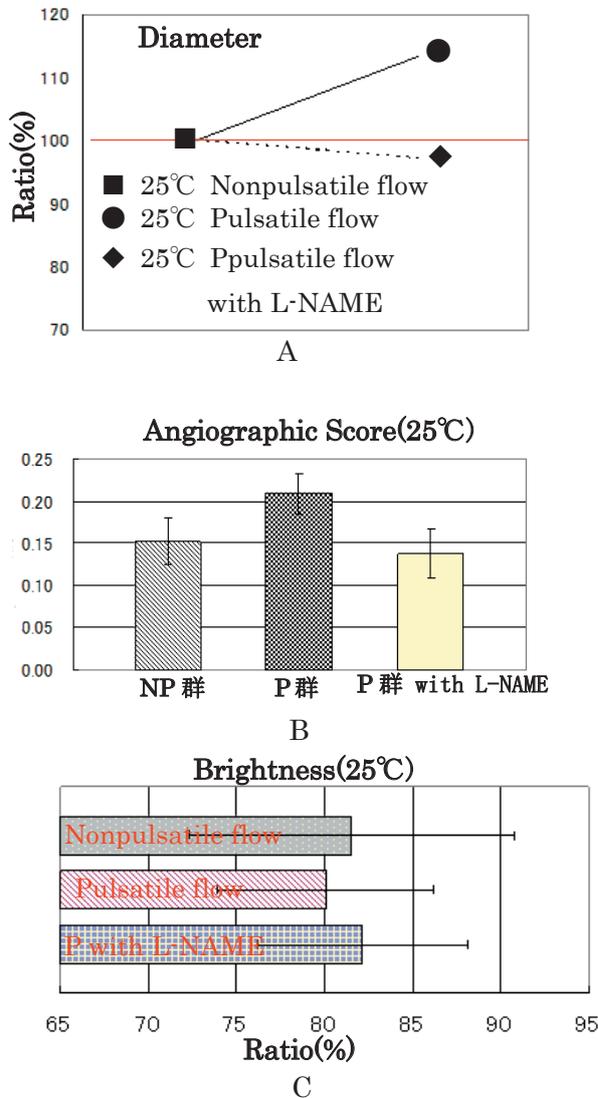


Fig.7 高度低体温時の L-NAME 投与  
A:血管径・B:血管数・C:灌流分布

#### 4. 考察

今回、ラットを用い常温および高度低体温において、脳分離体外循環を施行し、定常流および拍動流灌流における脳微小循環の検証を行った。Spring-8 は、出力エネルギーが 8 GeV であり、従来の一般的な病院および研究施設に設置されている X 線造影装置の約 10 万倍の出力であり、これまで判別が困難であった、

生体における 20  $\mu$  m 以下の微小循環の検証が可能である<sup>3)</sup>。

結果より、脳血管径にける定常流に対する拍動流の有意性は、常温で 36%、高度低体温で 12%認められた。また血管数では、常温で 30%、高度低体温で 33%であった。さらに灌流分布領域においては、高度低体温での有意差は確認できなかったが、常温では 4.7%の有意差が生じた。いずれの評価項目においても常温時の有意差が顕著であったことから、近年中枢温の上昇傾向が見られる脳分離体外循環における拍動流脳灌流は、超低体温の代替法として期待が持てる。

また拍動流の有意性に関して、結果より L-NAME 投与時における拍動流の有意性が全評価項目において定常流以下であったことから、血管内皮細胞に生じるせん断応力によって分泌が惹起される一酸化窒素(NO)の影響が大きいものと考えている。

#### 5. 参考文献

- 1) Harrington DK, Walker AS, Kaukuntla H, et al. Selective antegrade cerebral perfusion II):231-6
- 2) Minatoya K, Ogino et.al. Evolving selective cerebral perfusion for aortic arch replacement: high flow rate with moderate hypothermic circulatory arrest. Ann Thorac Surg. 2008 Dec;86(6):1827-32.
- 3) Gabriela A Eppel, David Lo Jacono, Shirai M, Umetani K, Roger G. Evans, Pearson J. Contrast angiography of the rat renal microcirculation in vivo using synchrotron radiation. A J P- renal physiol . 2009 ;(296):1023-1031.

