

平成 30 年 6 月 29 日現在

機関番号：14401

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26293157

研究課題名(和文) レジリエンス・エンジニアリング理論の医療の質・安全における実用化に関する研究

研究課題名(英文) Development of practical methods and applications of resilience engineering in patient safety and quality improvement

研究代表者

中島 和江 (Nakajima, Kazue)

大阪大学・医学部附属病院・教授

研究者番号：00324781

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,200,000円

研究成果の概要(和文)：医療安全への新しいアプローチであるレジリエンス・エンジニアリングは、チームや組織をシステムとしてとらえ、変動と制約のある環境下でシステムがレジリエンス(柔軟性、自律性、省エネ性)を発揮している機序を解明し、またそれをシステムに実装しようとするものである。  
本理論に基づいた先行型安全マネジメントの実践には、システム内での変動を最小化するような安全対策、構成要素間やシステム間のつながりの同定と全体最適化のためのシステム設計、自律分散システム内の相互作用を生み出しているシンプルルールの同定とその利用による問題解決、データを用いた動的な日常業務の把握等の、従来型の安全管理とは異なる戦略が必要である。

研究成果の概要(英文)：Resilient systems are able to perform as needed in changing environments with a variety of perturbations and constraints. Resilience engineering as a new approach to patient safety is to understand mechanisms of systems' resilience (flexible, autonomous, and efficient) and implement resilience in health care systems.

Our study found that proactive safety management in practice based on resilience engineering requires following strategies: reconciliation of work-as-imagined and work-as-done on safety procedures to dampen variability; understanding of interactions within a system or among systems and designing systems for total optimization; identification and use of simple rules governing interactions in autonomous distributed systems to resolved emerged complex problems; and dynamic captures of everyday clinical work with quantitative data.

研究分野：医療の質・安全

キーワード：レジリエンス・エンジニアリング 医療の質・安全 複雑適応系 先行的マネジメント 変動 制約  
相互作用 ダイナミクス

### 1. 研究開始当初の背景

これまでの安全管理では、「イベント（失敗事例）」を分析の対象とし、それらを減らすことを目的としてきた。そのために、失敗に関係したと考えられる要因（人々、テクノロジー、組織文化など）を特定し、因果関係によって事故を説明し、それに対する個別具体的な対策を講じてきた。これらは要素還元主義とリニアモデルに基づいたアプローチである。このような方法は、精密機械のように設計通りに動くタイプのシステム（complicated system）に対しては有効である。

一方、社会技術システムと呼ばれる医療、航空、鉄道等の産業では、刻々と変化する状況の中で、人々は絶えず周囲の環境に適応し続けながら、職務上求められる機能を果たしている。このように複雑で動的に変化し続けるタイプのシステム（complex adaptive system、複雑適応系）のパフォーマンスは、あらかじめ設計したり、厳密に制御したりするには限界がある。また、計画外や想定外を含めあらゆる事態に対応できるように、日常的にリソースを万全に備えておくには莫大なコストがかかる。従って、複雑適応系で物事がうまく行われるようにするためには、従来の安全管理手法とは異なるアプローチが必要となる。

### 2. 研究の目的

新しい医療安全へのアプローチとして近年、産業安全の領域で注目されているレジリエンス・エンジニアリングは、個人のパフォーマンスを厳密に制御することで失敗をなくそうとするのではなく、チームや組織を「システム」としてとらえ、さまざまな変動と制約のある環境下で、システムがレジリエンス（柔軟性、自律性、省エネ性）を発揮している機序を解明し、さらにはレジリエンスをシステムに実装しようとするものである。

本研究は、レジリエンス・エンジニアリングを医療安全において展開するための具体的な方法の開発を目的とするものであり、以下の5つの研究課題を中心に実施した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 医療安全への2つのアプローチの特徴の明確化

従来型の安全管理とレジリエンス・エンジニアリングにおけるアプローチの違いについて、文献的調査により特徴をまとめた。

#### (2) 複雑適応系における医療安全対策のあり方の検討

本研究は、医療安全対策として患者の治療に必要な医薬品（高濃度カリウム注射液のアンプル製剤）の利用が制限されると、患者の治療上、本剤型を必要としている医療現場でどのような適応的行動がとられるのかを明らかにするために行った。

循環器疾患を扱う248医療機関のクリティカルケアユニットでの診療に従事する医師208人（心臓血管外科、循環器内科、小児科）に対して、院内採用されている剤型と低カリウム血症の補正のための薬液準備方法についてアンケート調査を行った。

#### (3) 手術チームメンバー間の相互作用の分析

本研究は、手術チームを一つのシステムとしてとらえ、システムが「手術」という機能を果たすために、構成要素である手術チームメンバーがどのような相互作用、特に言語によるコミュニケーションを行っているのかを明らかにするために行った。

まず、心臓血管外科チームというシステム内での情報通信アーキテクチャをモデル化した。次に、大動脈弁置換術1症例（12名のメンバーで構成、手術時間139分）において、手術チームメンバー全員（外科医、麻酔科医、臨床工学技士、器械出し看護師、外回り看護師）の術中の会話をすべて録音し、発話の頻度、長さ（音節数）、内容を分析した。

#### (4) 変動と制約下での日常業務の行われ方の分析

本研究は、業務量や内容が変動し、マンパワーや時間等に制約がある中で、日常業務がどのように柔軟に行われているのかを明らかにするために行った。

大学病院薬剤部の入院調剤室における内服薬の調剤監査業務を中心に、業務処理のなされ方を記述した。現場観察とスタッフへのインタビュー、病院情報システムから得られるデータ（薬剤師別、電話及び窓口対応の記録、薬剤師業務の観察（半構成的非参加型観察法による1分毎の把握）、薬剤師の配置データ等を用いた。また、別システムである病棟での業務との関係性の観点からも分析を行った。

#### (5) システムの構成要素の相互作用に見られるシンプルルールの同定

本研究は、ポリファーマシー（1人の患者に多くの薬剤が処方され、それによる有害事象の発生が問題となる）を患者と複数の医師の相互作用から創発する現象ととらえ、この背景にあるシンプルルールを同定するために行った。

「最近、暴言を吐くようになった」という訴えで受診した高齢患者のケース（4医療機関、5診療科を受診、最大で12種類の薬を服用）を用いて、医師の処方における行動原理について検討した。

### 4. 研究成果

#### (1) 医療安全への2つのアプローチの特徴

##### ① 従来型の安全管理の特徴

- ・目的：事故をなくす
- ・学習対象：イベント（失敗事例）
- ・事象の捉え方：スナップショット

- ・説明モデル：要素還元主義とリニアモデル、システムを構成要素に分解し、プロセスとアウトカムを因果関係（なぜ）で説明
- ・対応の特徴：反動的、ローカル

## ②レジリエンス・エンジニアリングの特徴

- ・目的：変動と制約下で物事がうまく行われるようにする
- ・学習対象：日常業務
- ・事象の捉え方：ダイナミック
- ・説明モデル：複雑系科学とノンリニアモデル、個々の構成要素の相互作用（どのように）とシステム全体（チームや組織）の振る舞いの関係を理解
- ・対応の特徴：先行的、システミック

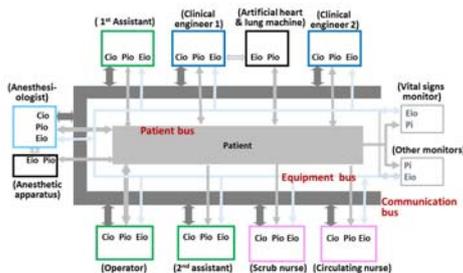
(2) 複雑適応系における医療安全対策のあり方  
アンケート回答者のうち、アンプル型製剤（濃度 20mmol/20mL）が使用可能と回答した者は約 3 割であり、プレフィルド型製剤（40mmol/L 以下に希釈して使用することを前提とした剤型）が使用可能と回答した者は約 9 割であった。後者のうち、「プレフィルド型製剤の先端に注射針を挿入する等の方法で、別のシリンジに薬液を吸い取って、高濃度カリウム注射液を調整している」と回答した者が約 7 割を占めていた。

前者は日本医療機能評価機構の提言に反して、臨床上の理由からアンプル型製剤が使用されていることを、後者はプレフィルド型製剤を使用する場合には変則的な使用方法を余儀なくされていることを意味している。

医療安全対策は「one-size-fits-all」ではなく、臨床のコンテキストを理解した思慮深いものでなければ、新たなリスクの温床となることから、Work-As-Imagined（頭の中で考える仕事のなされ方）と Work-As-Done（実際の仕事のなされ方）のギャップを縮め、業務における調整（変動）を最小化する必要性が示唆された。

## (3) 手術チームメンバー間の相互作用

心臓血管外科手術チームにおける情報通信アーキテクチャとして、図に示すような Communication Bus、Patient Bus、Equipment Bus から構成される「I/O Common Bus Model」を作成した。



Communication Bus を流れる情報である手術中の各医療者の発話は、絶え間なく、短く（平均 10 音節）、リズムカルであった。執刀医の発話は 6 秒に 1 回と高頻度で、その発話

数は残りのメンバーの発話数の合計とほぼ同数であった。連携が必要となる操作（例えば人工心肺の確立）では、多職種メンバーの発話の集中が見られた。また、外科医の発話内容の 3 割は他職種と手術器械や患者情報について、4 割は外科医同士で手術操作について、1 割は慎重操作場面に関連した想定について、2 割は雑談であった。

「Dynamic non-event」と表現される、特段の問題なく行われた手術中の医療者の発話を時間経過とともに把握し特徴を分析した研究はこれまでに見られない。今後、症例数を増やし、システムのパフォーマンス状態をモニターできるようなパターンやマーカーを抽出し、システムの安定的制御の可能性を探索する予定である。

## (4) 変動と制約下での日常業務の行われ方

入院調剤室の限られたマンパワーで、曜日や時間帯によって大きく変動する内服薬の調剤監査を完遂するために、「他部署配置のスタッフ活用による動的マンパワー調整（6～12 人）」、「高スキル薬剤師の処理件数の増加（400～800 件/日）」、「動的タスク調整（全タスク時間の 7 割で 1 分後に別タスクにシフト）」、「病棟への薬剤搬送回数の制限（1 日 4 回）」が行われていた。

一方、病棟への薬剤搬送回数の制約や薬剤の調剤/搬送ステータス情報の欠如により、病棟看護師から薬剤部への頻回な電話（4 分毎）や薬剤部窓口での薬剤受け渡し業務（11 分毎）が生じ、薬剤師業務の中断やマルチタスクの原因になっていることも明らかになった。

薬剤師や看護師の調整力がシステムの柔軟なパフォーマンスの源となっている一方で、部署単位での部分最適化がシステム全体を不安定にさせることが示唆された。安全マネジメントでは、個別インシデントの対症療法に陥ることなく、相互依存にあるシステム間の関係性を理解し、データに基づいた全体最適化を図ることが必要であると考えられた。

## (5) システムの構成要素の相互作用に見られるシンプルルール

本患者では、医師の診療行動における次のような少数の単純なルールのもとで、処方薬が増加したと考えられた。①対応ルール（患者の訴えに対して何らかの対応を行う）

（例：新たな薬剤を処方する）、②裁量ルール（自分の裁量の範囲で行動する）（例：他医の処方した薬剤を減量や中止しない）、③省エネルギー（限られた時間で効率的に診療する）（例：お薬手帳を時間をかけて分析しない）。

本例では、薬剤師の積極的なアドバイスと家族による薬一覧表の作成という、薬剤師と家族の行動による裁量の拡大と省エネの支援が薬剤有害事象の解決につながった。複雑

適応系に創発する問題は、システムの構成要素の行動に影響を与えているシンプルルールを解明し、うまく利用することで解決できる可能性が示唆された。

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① 中島和江. レジリエンス・エンジニアリング理論の医療安全への適用可能性について. 日本泌尿器内視鏡学会誌. 2017;30:54-60.  
<https://doi.org/10.11302/jsejje.30.54>
- ② 中島和江. レジリエンス・エンジニアリング理論と外科領域への応用可能性について. 日本外科学会雑誌. 2018;119:237-238.
- ③ 小松原明哲. Safety-I と Safety-II: 安全におけるヒューマンファクターズの理論構造と方法論. 安全工学. 2017;56:230-237. 査読有.  
[https://doi.org/10.18943/safety.56.4\\_230](https://doi.org/10.18943/safety.56.4_230)
- ④ Hashimoto S, Ogata M, Numazaki H. Competency-based training program based on observation of everyday clinical work and its effect on the prevention of central line-associated blood stream infection. The 2016 Healthcare systems Ergonomics and Patient Safety Conference Proceedings. 183-189. 査読有.
- ⑤ Ayabe T, Shinpuku G, Tomita M, et al. Changes in safety attitude and improvement of multidisciplinary teamwork by implementation of the WHO surgical safety checklist in university hospital. Open J Safe Sci Tech. 2016;7:22-41. 査読有.  
<https://doi.org/10.4236/ojsst.2017.71003>
- ⑥ Inoue T, Karima R, Harada K. Bilateral effects of hospital patient-safety procedures on nurses' job satisfaction. Int Nurs Rev. 2017;64:437-445. 査読有.  
<https://doi.org/10.1111/inr.12336>
- ⑦ 中島和江. 医療安全へのレジリエンス・エンジニアリングの適用. 医療の質・安全学会誌. 2016;11:422-426.
- ⑧ 芳賀繁. エラーマネジメントの過去と未来: ヒューマンエラーから組織事故、そしてレジリエンス・エンジニアリングへ. 電気評論. 2016;5:7-10. 査読有.
- ⑨ Gofuku A. Perspective to make nuclear power plants more resilient. Int J Nuclear Safety and Simulation. 2016;7:106-111. 査読有.
- ⑩ 野田浩幸, 小松原明哲. FRAM 分析における FRAM 図の表記に関する提案. ヒューマンファクターズ. 2016;20:83-87. 査

読有.

- ⑪ 中島和江. レジリエンス・エンジニアリングの医療安全への応用～日常業務の複雑性を理解しうまくいくことを増やす. 日本手術医学会雑誌. 2015;36:239-241.
- ⑫ 小松原明哲. レジリエンスエンジニアリングの動向: 組織安全とレジリエンス. 日本原子力学会誌. 2014;56:323-327.

[学会発表] (計 36 件)

- ① Nakajima K. Nurturing resilience in complex adaptive systems for patient safety and quality improvement with the support of information and communication technology. The 3<sup>rd</sup> Global Ministerial Summit on Patient Safety 2018 (Tokyo) (Invited lecture). 2018.
- ② Nakajima K, Yoshioka D, Masuda S, Tanaka K. Modelling of the system architecture of a cardiac surgical team and the patterns emerging from interactions through verbal communications among team members. International science and research symposium. International Forum on Quality and Safety in Health Care 2018 (Amsterdam). 2018.
- ③ Kitamura H, Tokunaga A, Uema A, Isaka Y, Nakajima K. Peer-to-peer network is essential for resilient PD community. International Forum on Quality and Safety in Health Care 2018 (Amsterdam). 2018.
- ④ Nakajima K, Nakagawa S, Tokunaga A, Nakajima S, Uema A, Kinoshita N. Dynamic manpower and task management in the pharmacy department to respond to the varying environment. The 6th Resilient Health Care Network Meeting (Vancouver). August 13-16, 2017.
- ⑤ Gofuku A. Co-operator as an intelligent operator support system for resilient operation of nuclear power plants. International Symposium on Future I&C for Nuclear Power Plants 2017 (Gyeongju) (Invited lecture). 2017.
- ⑥ 徳永あゆみ, 北村温美, 中島和江, 他. 糖尿病診療において医療者と患者が目指す柔軟な目標設定の意義. 第 61 回日本糖尿病学会年次学術集会 (東京). 2018.
- ⑦ 中島和江. レジリエントな救急医療チームの有する力: 想定、モニター、対応、学習. 第 45 回日本救急医学会総会・学術集会 (大阪) (招待講演). 2017 年.
- ⑧ 中島和江. レジリエントな手術チームの有する力. 第 39 回日本手術医学会総会 (東京) (招待講演). 2017 年.
- ⑨ 中島和江. 手術医療におけるレジリエン

- ス・エンジニアリングの探究～手術チームにおける会話分析からの知見. 第31回日本手術看護学会年次大会(大阪)(招待講演). 2017年.
- ⑩ 中島和江. レジリエンス・エンジニアリング理論に基づく手術チームパフォーマンス解析. 第42回日本外科連合学会学術集会(徳島)(招待講演). 2017年.
- ⑪ 中島和江. 医療安全への新しいアプローチ:レジリエンス・エンジニアリング理論と実践例. 第58回日本臨床細胞学会総会春季大会(大阪)(招待講演). 2017年.
- ⑫ 中島和江. レジリエントな消化器内視鏡チームの有する力. 第93回日本消化器内視鏡学会総会(大阪)(招待講演). 2017年.
- ⑬ 中島和江. 高難度新規医療技術の導入に関する新制度をレジリエンス促進の機構とするために. 第117回日本外科学会定期学術集会(横浜)(招待講演). 2017年.
- ⑭ 中島和江. レジリエンス・エンジニアリングの医療安全への適用:手術チームの柔軟性の謎に迫る. 第60回日本形成外科学会総会・学術集会(大阪)(招待講演). 2017年.
- ⑮ 上間あおい, 木下徳康, 徳永あゆみ, 北村温美, 中島和江. 日常臨床業務の新しい記述メソッド「業務タペストリー」の開発と展開. 第12回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2017年.
- ⑯ 木下徳康, 上間あおい, 原伸輔, 勝浦正人, 徳永あゆみ, 北村温美, 門脇裕子, 三輪芳弘, 中島和江. レジリエンス・エンジニアリング理論に基づく入院調剤室業務の記述及び分析. 第27回日本医療薬学会年会(幕張). 2017年.
- ⑰ 中村京太, 問田千晶, 春成伸之, 岩下眞之, 森村尚登. 救命救急センターのレジリエントなシステムを支えるチーム医療. 第45回日本救急医学会総会・学術集会(大阪). 2017年.
- ⑱ Nakajima K, Nakajima S, Tokunaga A. Identifying patterns in collective and individual behavior of clinicians and patients: three case studies on patient safety, polypharmacy, and diabetes treatment. The 5<sup>th</sup> Resilient Health Care Network Meeting (Middelfart), August 15-17 2016.
- ⑲ 中島和江. 外科領域におけるレジリエンス・エンジニアリングの探究. 第116回日本外科学会定期学術集会(横浜)(招待講演). 2016年.
- ⑳ 中島和江. 医療安全へのレジリエンス・エンジニアリングの導入～複雑系を前提としたシステミックアプローチ. 第61回日本透析医学会学術集会・総会(大阪)(招待講演). 2016年.
- 21 中島和江. 医療安全への新しいアプローチ:レジリエンス・エンジニアリング. 日本臨床麻酔学会第36回大会(高知)【招待講演】. 2016年.
- 22 北村温美. レジリエンス・エンジニアリング(Safety-II)の観点から病院と在宅治療の安全を考える. 第54回日本人工臓器学会大会(米子)(招待講演). 2016年.
- 23 小松原明哲. 安全方法論としてのSafety-IとSafety-IIの論理. 産業・組織心理学会第32回大会(新座)(招待講演). 2016年.
- 24 小松原明哲. 安全方法論としてのレジリエンス・エンジニアリングの考え方. 安全工学シンポジウム2016(東京)(招待講演). 2016年.
- 25 綾部貴典, 富田雅樹, 帖佐英一, 他. レジリエンス・エンジニアリングの手術安全・外科医教育への実用化研究. 第69回日本胸部外科学会定期学術集会.
- 26 北村温美. 医療におけるレジリエンス・エンジニアリングの実践例～当院の高濃度塩化カリウム注射製剤に対する医療安全対策. 第11回医療の質・安全学会学術集会. 2016年.
- 27 Nakajima K, Yoshioka D, Nakajima S, Minami M, Fujino Y, Kitamura H, Uema A. A proposal of an I/O common bus model for a surgical team to explain resilient clinical performance. The 4<sup>th</sup> Resilient Health Care Network Meeting (Sydney), August 11-13 2015.
- 28 中島和江. レジリエンス・エンジニアリングの視点にもとづく輸血実施プロセスの分析. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 29 綾部貴典. レジリエンス・エンジニアリングの手術への展開～外科手術のWAI(術前)とWAD(術中)を近づける. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 30 中村京太. 救急医療現場におけるWAIとWAD. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 31 北村温美. WAIとWADの乖離を把握し、リスクを予測し、対処した例～塩化カリウム製剤問題. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 32 橋本重厚. 日常業務観察に基づきシリンジ改良を通じて行ったWAIとWADを近づけるチャレンジ. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 33 小松原明哲. 人間中心設計プロセスに学ぶWAIのデザイン. 第10回医療の質・安全学会学術集会(幕張). 2015年.
- 34 中島和江. レジリエンス・エンジニアリングの手術医療への応用. 第37回日本手術医学会総会(東京)(招待講演). 2015年.

- 35 中島和江. レジリエンス・エンジニアリングの医療安全への展開～うまくいっていることから学び、うまくいくことを増やす. 第18回日本臨床救急医学会総会・学術集会(富山)(招待講演). 2015年.
- 36 Hashimoto S, Hirano N, Ogata M. Study for improvement of syringe cooperated with a medical equipment manufacturer. International Forum on Quality and Safety in Healthcare 2014 (Paris). 2014.

[図書] (計 3件)

- ① Nakajima K, Masuda S, Nakajima S. Exploring Ways to Capture and Facilitate Work-as-Done That Interact with Health Information Technology. In: Jeffrey B, Robert LW, Erik H, editors. Resilient Health Care, Volume 3: Reconciling Work-as-Imagined and Work-as-Done. CRC Press; 2016. P. 61-69.
- ② エリック・ホルナゲル, ジェフリー・ブレイスウェイト, ロバート・ウィアーズ 編著; 中島和江訳. レジリエント・ヘルスケア—複雑適応システムを制御する—. 大阪大学出版会; 2015.
- ③ Nakajima K. Blood Transfusion with Health Information Technology in Emergency Settings from a Safety-II Perspective. In: Robert LW, Erik H, Jeffrey B, editors. Resilient Health Care, Volume 2: The Resilience of Everyday Clinical Work. Ashgate; 2015. P. 99-113.

[産業財産権]

- 出願状況 (計 0件)  
○取得状況 (計 0件)

[その他]

ホームページ等

<http://www.hosp.med.osaka-u.ac.jp/home/hp-cqm/ingai/resilience/index.html>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

中島 和江 (NAKAJIMA, Kazue)  
大阪大学・医学部附属病院・教授  
研究者番号: 00324781

### (2) 研究分担者

- ① 中村 京太 (NAKAMURA, Kyota)  
横浜市立大学・附属市民総合医療センター・准教授  
研究者番号: 00287731
- ② 南 正人 (MINAMI, Masato)  
大阪大学・医学部附属病院・准教授  
研究者番号: 10240847

- ③ 芳賀 繁 (HAGA, Shigeru)  
立教大学・現代心理学部・教授  
研究者番号: 10281544
- ④ 五福 明夫 (GOFUKU, Akio)  
岡山大学・自然科学研究科・教授  
研究者番号: 20170475
- ⑤ 原田 賢治 (HARADA, Kenji)  
東京農工大学・学内共同利用施設等・教授  
研究者番号: 30376462
- ⑥ 橋本 重厚 (HASHIMOTO, Shigeatu)  
福島県立医科大学・医学部・教授  
研究者番号: 40221494
- ⑦ 藤野 裕士 (FUJINO, Hiroshi)  
大阪大学・医学系研究科・教授  
研究者番号: 50252672
- ⑧ 北村 温美 (KITAMURA, Harumi)  
大阪大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号: 60570356
- ⑨ 徳永 あゆみ (TOKUNAGA, Ayumi)  
大阪大学・医学部附属病院・特任助教(常勤)  
研究者番号: 60776409
- ⑩ 綾部 貴典 (AYABE, Takanori)  
宮崎大学・医学部・准教授  
研究者番号: 70295202
- ⑪ 田中 晃司 (TANAKA, Koji)  
大阪大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号: 70621019
- ⑫ 小松原 明哲 (KOMATSUBARA, Akitomo)  
早稲田大学・理工学術院・教授  
研究者番号: 80178368
- ⑬ 中島 伸 (NAKAJIMA, Shin)  
独立行政法人国立病院機構大阪医療センター(臨床研究センター)・その他部局等・研究員  
研究者番号: 80501402
- ⑭ 上間 あおい (UEMA, Aoi)  
大阪大学・医学部附属病院・技術職員  
研究者番号: 90728007
- ⑮ 木下 徳康 (KINOSHITA, Noriyasu)  
大阪大学・医学部附属病院・技術職員  
研究者番号: 20800345
- ⑯ 田中 宏明 (TANAKA, Hiroaki)  
大阪大学・医学部附属病院・技術職員  
研究者番号: 60581113
- ⑰ 吉岡 大輔 (YOSHIOKA, Daisuke)  
大阪大学・医学部附属病院・助教  
研究者番号: 40645959
- ⑱ 池尻 朋 (IKEJIRI, Tomo)  
大阪大学・医学部附属病院・技術職員  
研究者番号: 70727990
- (3) 研究協力者
- 増田 真一 (MASUDA, Shinichi)  
滝沢 牧子 (TAKIZAWA, Makiko)  
中川 慧 (NAKAGAWA, Satoshi)