

令和 7 年 6 月 20 日現在

機関番号：32413

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2022～2024

課題番号：22K19695

研究課題名（和文）こころが通うベビーロボットの開発と体験的な感情への影響

研究課題名（英文）Development of Empathetic Robot Baby and Impact on Caregiver Experimental Emotions

研究代表者

高橋 真理（TAKAHASHI, MARI）

学校法人文京学院 文京学院大学・看護学研究科・特任教授

研究者番号：20216758

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、母子相互作用およびコミュニケーション理論の視点から、乳児との関わりに強い抵抗感を抱く保護者（両親など）や育児支援専門職が、生後6か月前後の乳児との関係構築に必要なコミュニケーションを、体験的に感情で学ぶことを可能にするコミュニケーション型ベビーロボットを開発することである。看護ロボティクスチームによる多職種連携のもと開発された「あやしてももちゃん」は、既存の「かまってひろちゃん」（Vstone社）を改良した加速度センサー調整型モデルと、音声認識機能を組み込んだスマートフォンアプリ連動型の2種類である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、乳児との関わりに不安や抵抗感を抱く養育者が、感情を通じたコミュニケーションを模擬体験できるロボットを開発し、その反応性や対話性に焦点を当てて検討を行った点で、母子相互作用研究における新たな実践的手法の可能性を示した。また、既存ロボットの看護教育的応用を目的に、加速度センサーや音声認識機能を応用した設計は、感情共有やあやし行動の理解を促す道具としての意義がある。社会的には、育児支援や保育・看護教育における教材、さらには心理的負担軽減の支援ツールとしての活用も期待される。

研究成果の概要（英文）：This study developed “AYASHITE Momo-CHAN” a communication-oriented baby robot for caregivers who feel anxiety when interacting with infants. Based on theories of mother-infant interaction and “affect attunement” (D.N. Stern, 1985), the robot enables experiential learning of emotional communication with six-month-old infants during the babbling stage. Intended users include nursing students, first-time parents, and those who struggle with infant care.

Two models were developed through multidisciplinary collaboration: (1) An acceleration-sensor-based model adapted from “KAMATTE Hiro-CHAN” (VSTONE Co.), featuring modified algorithms with crying sounds and enhanced motion sensitivity; and (2) A smartphone app model with voice recognition using 57 maternal speech keywords. Preliminary testing confirmed the feasibility of both models but also showed the need for further algorithm refinement and evaluation with users who feel anxiety or discomfort in real-life infant caregiving.

研究分野：母性看護学

キーワード：ベビーロボット 乳児 養育者 情動調律 泣き 肯定的感情の価値 かまってひろちゃん スマートフォンアプリ

1. 研究開始当初の背景

乳児の情緒的表出を適切に読み取り、応答する情緒的関わりは、児の健康 (Bowlby, 1988)、安定した愛着形成 (Wolff et al., 1997)、対人関係の基盤 (阿部, 1995)、言語発達 (中野, 2012) など、多面的な発達に影響を与える重要な相互作用である。また、養育者との関わりを通じて、乳児は感情調整機能を獲得し (神谷, 2013)、一方で母親も、児との相互作用を通して母親役割を形成・発達させるとされる (高橋, 1996)。したがって、母子相互作用を支援することは、母性・小児看護における重要な課題の一つである (香取ら, 2004; 前原, 2006)。

しかし近年、乳児健診の現場では「児との関わり方が分からない」と訴える母親 (小島, 2019) や、乳児の心の状態をうまく読み取れない看護師 (大田, 2016) の存在が指摘されている。その背景には、乳児との接触経験の乏しさや、ネガティブな被養育体験の影響 (林, 2010) など、内面における感情的要因が存在していると考えられる。知識の理解と実践的対応の間には大きなギャップがあり、実際の乳児への適切な関わりを困難にしている現状がある。

このような状況に対して、ロボットとのコミュニケーションは、相手の反応に気を取られず、心理的に安全な環境で対話できるという特性を有している (高橋, 2020)。とくに、ベビーロボットを活用した体験を通じて、養育者が肯定的な感情の価値を実感できれば、それは実際の乳児との関わりを促進する一助となる可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、生後 3~6 ヶ月の乳児のバブリング特性を模した、養育者視点に基づくコミュニケーション型ベビーロボットを開発することである。

わが国では医療・介護分野でのロボット開発が急速に進展している (経済産業省におけるロボット政策, 2019) 一方、看護領域でのロボット開発は未着手である (看護連盟, 2017)。看護教育・研究におけるロボティクスは未発達のため、多職種連携による開発が必要である。

本研究では、製作者、看護人間工学研究者、母性看護研究者、プログラミング考案者、システムインテグレーター (SIer) による多職種チームを編成し、問題解決思考によるディスカッションの中で開発をすすめていった。

3. 研究の方法

(1) 理論的枠組み

本研究では、養育者とベビーロボットの関係性を、D.N. Stern (1985) が提唱した「情動調律 (affect attunement)」の概念に基づき構築した。情動調律とは、生後 7~9 ヶ月頃に見られる母子間の感情共有の様式であり、行動の背後にある感情や内的状態を相手と共有することを可能にする。また、葛西ら (2009) は、乳児との情動調律体験が心理療法家を目指す大学院生の感受性を育む可能性を示しており、他者理解の基盤としても注目される概念である。

加えて、Bandura (1977) は自己効力感を高める最も重要な概念として達成経験 (Mastery Experiences) を挙げている。ベビーロボットとのコミュニケーション体験による肯定的な感情の価値を得ることで、感受性だけでなく育児への自己効力感を醸成することが出来ると考える。

(2) 開発プロセスの 5 つの Step

本研究の開発プロセスは、技術先行型ではなく、看護研究者の視点を活かしたユーザー中心のアプローチを重視し、デザインシンキングの 5 つのステップに準拠して進めた。

Step 1 共感・観察 (Empathize): 乳児との関わりに苦手意識を持つ看護学生への支援経験や、初めて乳児を抱く人の行動を記録した動画分析などを通して、ペルソナを設定した。最終的に想定したペルソナは「初めて乳児と接する看護・保育学生・新米母親と父親・乳児との対応を強い抵抗感がある人」である。

Step 2 定義 (Define): ペルソナ分析および乳児と養育者の相互作用に関する映像観察を通じて、「泣き声への不安」「関わり方への戸惑い」「感情の読み取り困難」といった未経験者に共通する困難が抽出された。これらのインサイトをもとに、本研究では「乳児の泣き声や反応に対し、ユーザーが自然に関わり、安心して“あやし”体験ができること」を主課題と定義した。課題に対する機能要件として、反応のわかりやすさ、感情変化の段階性、過度な操作負荷の軽減、の 3 点を設計条件とした。

Step 3 概念化 (Ideate): 定義された「安心してあやし体験を行う」ためのニーズに対応するために、ユーザーの行動に応じて乳児の感情ステージが変化する対話型アルゴリズムを核としたロボットモデルの構想を行った。複数のアイデアの中から、抱っこなどの揺れにより感情を段階的に変化させる加速度センサー型、ユーザーの声かけに反応してステージ

移行する音声認識型、スマートフォンとの連動により操作性を高めるアプリ連動型の3案を検討した。

Step4 試作 (Prototype): ロボット本体には、ヴイストン株式会社製「かまってひろちゃん」(2024年)を使用した。同製品は乳児の姿を模した軽量のぬいぐるみ内部に加速度センサーとスピーカーを搭載し、抱っこや揺らしに反応してランダムに乳児の声を再生する“シニア向けヒーリング・コミュニケーションデバイス”である。「かまってひろちゃん」は、乳児らしい外観と柔らかさ、長時間抱いても疲れにくい重量感、加速度センサーの搭載、さらには高齢者からの好意的な評価といった点から、乳児に不慣れな対象者にとっても心理的負担が少ないと考えられ、本研究に適したベースモデルと判断した。

Step5 テスト (Test): 「かまってひろちゃん」の本体またはぬいぐるみ部分を基盤に、3種の『あやしてももちゃん』モデル案を検討した。 現行調整モデル: 現行モデルのアルゴリズムと音源を変更し、加速度に対する感情状態の遷移スピードを調整したもの。 周波数センサー追加 モデル: 音声の周波数帯域を検知し、状態遷移に反映させるセンサーを追加したモデル。 スマートフォンアプリ連動モデル: スマートフォン用アプリを搭載し、ぬいぐるみ部分に取り付けて、加速度センサーと音声認識により反応し、笑いや泣き声をステージに応じて再生するモデル。なお、以上3案のうち、周波数センサー追加モデルは、センサーの組み込みや閾値調整に時間とコストがかかるため、今回は採用を断念した。

(3) 職種連携によるチーム編成と活動

チーム構成

看護職を中心に、各職種の専門性を活かした多職種連携チームを編成した。

メンバーは看護ロボット研究者(看護の視点からの要求仕様)、母子関係看護研究者(母子相互作用の専門知識)、人間工学・ロボティクスエンジニア(技術的実装)、プログラミング考案者(アルゴリズム開発)、システムインテグレーター(全体調整・プロデュース)。

チーム活動

主にオンライン上で行い、各専門分野間での理論や開発イメージの共有を図りながら、自由な意見交換を重ねて開発を進めた。コミュニケーションツールを活用し、音源の差し替えやアルゴリズムの確認などの調整もその都度行い、迅速なプロトタイプと改善につなげた。

(4) ロボット開発の技術的アプローチ

現行調整モデル

本モデルは、もともと高齢者の癒しを目的とした『かまって「ひろちゃん」』を養育者向けの体験型ベビーロボットに再設計したものであり、表1に示すような機能変更が加えられている。

表1 現行調整モデル 変更内容一覧

	現行モデル (2.12)	プロトタイプ (2.14)	改善版① (2.15)	改善版② (2.16)
アルゴリズム	加速度検知無し:ランダムでノーマル(70%)、ポジティブ(10%)、ちょいグズ(10%)、song(10%)に移行※1 加速度検知有り:基本的にポジティブ方向に移行する	ノーマル状態から開始し、加速度情報によってポジティブ状態かネガティブ状態に移行する ノーマル、弱ポジティブ、ポジティブの状態が最大10秒経過するとネガティブ状態へ移行	弱ネガティブ状態から開始し、加速度センサーの検知を繰り返すことでポジティブ状態へ移行 ノーマル、ポジティブの状態が30秒経過すると弱ネガティブへ移行	叩く、激しく揺らす、さかさまにすると弱ネガティブに移行
ステージ/音声データ	①ちょいグズ:少しぐずったような音声 ②ノーマル:「はー」や「ほー」といった泣くでも笑うでもない音声 ③ポジティブ:笑い声 ④song:「あうあうあう」といった長めの音声	泣き声を追加、幼児語削除 ①ネガティブ:強めの泣き声 ②弱ネガティブ:弱めの泣き声 ③ノーマル:「はー」や「ほー」といった泣くでも笑うでもない音声 ④弱ポジティブ:ちょっとした笑い声 ⑤ポジティブ:より興奮気味の笑い声	①ネガティブ:強めの泣き声 ②弱ネガティブ:弱めの泣き声 ③ノーマル:「はー」や「ほー」といった泣くでも笑うでもない音声 ④ポジティブ:笑い声(甲高い興奮気味の笑い声は削除)	変更なし
加速度値: 感情変動値増減※2	加速度値(取得範囲0~19) 0(放置):-1.66~-8.33 1:0 2:+8.33 3:+12.5 4~6:+25 7~10:+50 11~19:+100	加速度値2倍掛け(取得範囲0~上限なし) 0:-3.33~-25 1:0 2:+8.33 3:+12.5 4~6:+25 7~10:+50 11~19:+100	加速度値2倍掛け(取得範囲0~上限なし) 0:-3.33~-25 1:0 2:+1.25~+3.33 3:+1.66~+5 4~6:+2.5~+7.14 7~10:+4.16~+10 11~19:+6.25~+16.7 20~:+10~+25 弱ネガティブ時の感情変動値の増加を抑え、ノーマルへのステージ移行を遅くした	加速度値2倍掛け(取得範囲0~上限なし) 0:-3.33~-25 1:0 2:+3.33~+7.14 3:+5~+10 4~6:+6.25~+12.5 7~10:+10~+25 11~19:+16.6~50 20~24:+25~50 25~:弱ネガティブに移行 弱ネガティブ時の感情変動値を調整、2.15よりも早くノーマルステージに移行するようにした

※1 括弧内%は移行確率

※2 感情変動値の増減に幅がある場合は、その時のステージによって感情変動値が変わることを示している。(例:改善版① 2.15において、加速度値3の場合、弱ネガティブのステージのときは+1.66、ノーマルのステージのときは+5)

『かまって「ひろちゃん」』は、発売当初こそ泣き声も含む音声パターンを備えていたが、実際の使用場面では、高齢者が乳児の泣き声に不快感を示し、すぐに介護者へ助けを求める反応が多数確認された。そのため、現行モデルでは泣き声は削除されている。しかし本研究では、乳児の泣き声をネガティブな音声から始まり、あやし行動に応じて徐々にポジティブな反応へと移

行し、また、乳児に不慣れな養育者が対象のため、わずかな揺れにも反応できるよう加速度センサーの感度を高め、実測値に2倍の補正をかける仕様とした。ポジティブ・ネガティブ状態への移行については、独自の「感情変化アルゴリズム」により制御している。

感情変化アルゴリズムは、ヴイストン社独自のアルゴリズムであるが、50ミリ秒ごとに取得される加速度値(2.14以降のモデルでは2倍補正)をもとに、感情変動値を逐次加算または減算し、その値が+1800または-1800に達した時点で、それぞれポジティブまたはネガティブな感情ステージへ移行する。移行後は感情変動値をリセットし、再度変動値の蓄積を開始する設計である。さらに、激しい揺れや叩くなどの強い加速度値を検知した場合には、即座にネガティブなステージへ移行する仕様である(図1)。

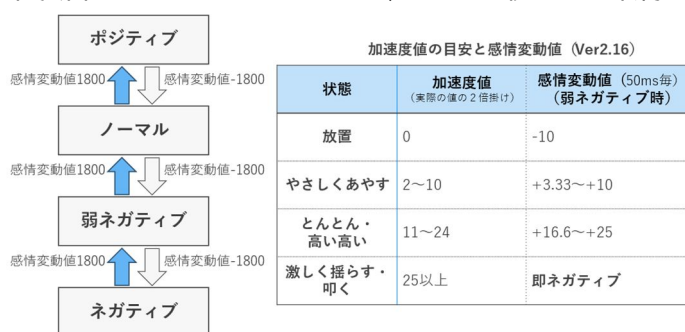


図1. 加速度値の目安と感情変動アルゴリズム

スマートフォンアプリモデル(図2)

本モデルは、『かまって「ひろちゃん」』のシステム本体を用いず、同ロボットの音声データの一部のみを共有し、一から新たにシステムの構築を行った(図3.)。開発にあたっては、担当者がモバイルアプリ開発未経験であったため、JavaScriptでAndroid・iOS・Webアプリを単一コードで構築可能なWebベース開発フレームワーク「React Native」を採用した(図4.)。

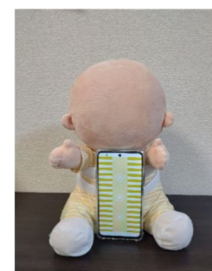


図2. スマホ版「あやしてももちゃん」

本モデルは音声認識によってロボットの反応ステージを段階的に変化させる仕組みを中心とし、加えてスマートフォン内蔵の加速度センサーを活用したステージスキップ機能も導入した。

音声認識によるステージ移行は、ユーザーの発話が設定されたキーワードのいずれかに該当すると、ステージ0(泣く直前) ステージ1(泣き始め) ステージ2(やや泣き止み) ステージ3(笑い声)と、段階的に変化する設計である。一方、加速度によるステージ移行は、一定の閾値を超える揺れを検知すると、ステージ2まで一気に移行する。ただし、ステージ3へ進むためには音声認識が必須であり、少なくとも一度はユーザーが声かけを行う仕様とした。

音声認識処理は、Google Cloud PlatformのSpeech-to-Text APIを用いてリアルタイムで実行される。キーワードは、蒲谷(2013)による母親の乳児への発話パターンを参考に、約30種の発話例を想定し、表記の揺れも加味して最終的に57種類に設定した(図5.)。

なお、本アプリ開発では生成AIを積極的に活用した。プロジェクトの要件を共有したうえで、AIの提案機能を用いてコード実装や修正方法の提示を受けることで、開発作業の効率化と短期間での完成が可能となった。

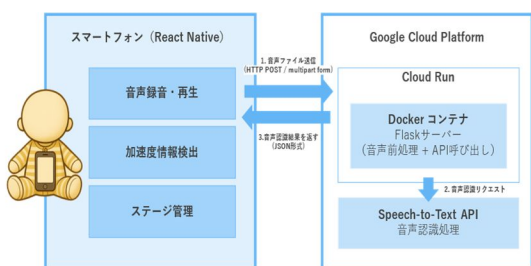


図3. スマートフォンアプリモデル システム構成図

- 「悲しく」、「かなしい」、「眠い」、「ねむい」、「もう嫌」、「びっくり」、「さみしく」、「寂しい」、「暑かった」、「うるさかったね」、「いっぱい」、「不安」、「ママ」、「おむつ」、「おなか」、「うんらん」、「はいはい」、「そうなんだ」、「そうだね」、「うれしい」、「泣いたね」、「よかったね」、「わらってる」、「笑って」、「かわいい」、「可愛い」、「ありがとう」、「お話」、「何が」、「おっぱい」、「お腹」、「ちがう」、「違う」、「ちがう」、「イヤ」、「欲しい」、「ほしい」、「抱っこ」、「だっこ」、「どうしたの」、「どうした」、「なに」、「何」、「うんらん」、「ももちゃん」、「よしよし」、「よし」、「よし」、「うんらん」、「大丈夫」、「だいたいようぶ」、「そうか」、「いい子」、「いいこ」、「いーこ」、「ねー」、「うん」

図5. 音声認識用 キーワード

4. 研究成果

(1) デモンストレーション(図6.)

本研究では、まず、検証内容の理解を促すため、実験の進め方や評価方法を紹介する8分間の動画(図6.)を作成した。続いて開発した2種類のベビーロボットを用いて、デモンストレーションによる検証を実施した(図7.)。

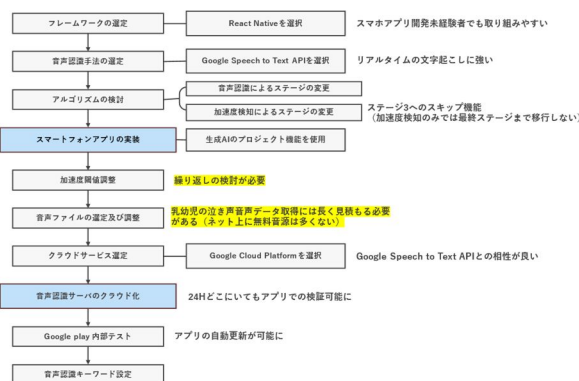


図4. スマートフォンアプリ開発の流れ



図6. 「あやしてももちゃん」紹介動画

現行調整モデル

本モデルでは、感情ステージの変化が起こりにくく、通常の抱っこであれば数分間継続して抱き続ける必要がある。そのため、ユーザーとのコミュニケーションが長く続くという特徴がある。一方で、抱っこによって泣き止んだのか、それとも自然に泣き止んだのかを判断することが難しく、抱き方に応じて泣き方が変化するようなさらなる工夫が求められる。

スマートフォンアプリモデル

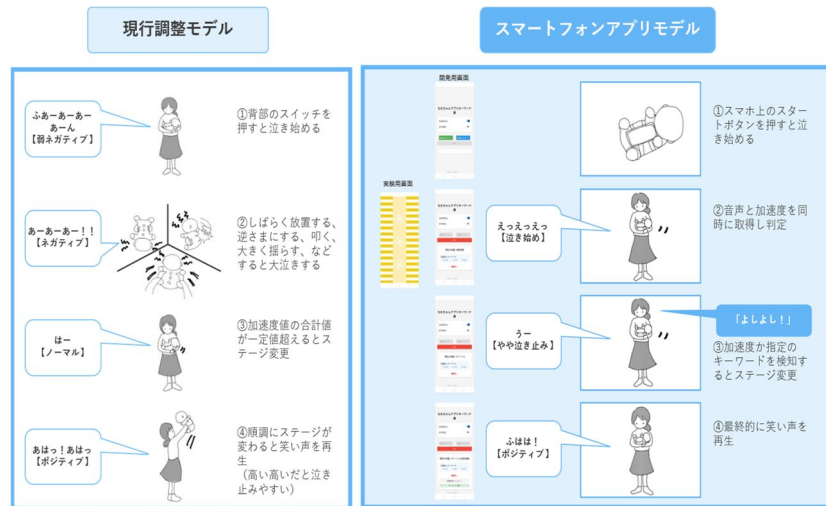


図7. 各ロボット実行の様子

このモデルでは、ユーザーが意識的に声かけを行うようになるため、乳児とのコミュニケーションをより実感しやすいという特徴がある。しかし、加速度検知においては、2回連続で設定閾値以上の揺れを検知すると容易にステージがスキップしてしまうため、長時間のあやし行動が十分に評価されにくい課題がある。この点については、現行調整モデルのように、加速度値を一定量加算した上でステージ移行が発生するようなアルゴリズムの導入が必要である。

(2)まとめ

本検討では、乳児の扱いに比較的慣れたメンバーが中心であり、乳児への強い苦手意識を持つ対象者による検証は未実施であった。今後は、そうした実際の対象者による使用体験を通じて、より適切な機能設計やアルゴリズムの改良を進める必要がある。一方、実際の本ロボット体験を通して「赤ちゃん泣き止んで嬉しい」、「泣き止んでかわいい」といった肯定的・接近的な感情の感想も得られ、コミュニケーション支援の新たな可能性が示された。

<引用文献>

- Bowlby, John. A Secure Base: Clinical Applications of Attachment Theory. Routledge, London, 1988.
- De Wolff, M. S., & van Ijzendoorn, M. H. Sensitivity and Attachment: A Meta-Analysis on Parental Antecedents of Infant Attachment. Child Development, 68, 1997, 571-591.
- 小島 賢子、母親と子どもの情緒応答的な関わりについての文献レビュー、千里金蘭大学紀要、16、2019、106-119
- 大田 康江、高橋 眞理、産褥早期における母親の児への愛着形成を促進する看護者の関わり、母性衛生、56、4、2016、618-625
- 林 裕美、横山 恭子、ネガティブな被養育経験をもちながら適切な情緒応答性を示す母親の特性について：負の世代間伝達を断ち切るために、上智大学心理学年報、34、2010、33-42
- Stern, D. N. The Interpersonal World of the Infant: A View from Psychoanalysis and Development Psychology. Basic Books, 1985.
- Bandura, Albert. Self-efficacy: toward a unifying theory of behavioral change. Psychological review, 84, 2, 1977, 191-215.
- ヴイストン株式会社、シニア向けコミュニケーションデバイス かまって「ひろちゃん」、2024、<https://www.hiro-chan.jp/>、(参照 2025-06-10)
- 葛西 真記子、中津 郁子、末内 佳代、久米 禎子、粟飯原 良造、山下 一夫、塩路 晶子、幼児との情動調律による感受性訓練の効果 心理療法家を目指す大学院生を対象に、鳴門教育大学研究紀要、24、2009、130-141
- 蒲谷 慎介、前言語期乳児のネガティブ情動表出に対する母親の調律的応答:母親の内的作業モデルおよび乳児の気質との関連、発達心理学研究、24、4、2013、507-517

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Mari Takahashi, Arisa Kanemitsu, et al.
2. 発表標題 Development of ChatGPT-Integrated iCBT System Using Social Robot for Menopausal Symptom Relief Conclusions: This iCBT program, delivered through a dialogue-based robot utilizing ChatGPT, demonstrates the potential for providing smooth, interactive communication and emotional support to menopausal women. Future studies will evaluate the
3. 学会等名 at the 15th International Nursing Conference & 28th East Asian Forum of Nursing Scholars (国際学会)
4. 発表年 2025年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	大田 康江 (Ota Yasue) (80650134)	北里大学・看護学部・教授 (32607)	
研究分担者	小山 秀紀 (oyama Hideki) (50339743)	独立行政法人労働者健康安全機構労働安全衛生総合研究所・ 新技術安全研究グループ・任期付研究員 (82629)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	兼光 有沙 (Kanemitsu Arisa)		
研究協力者	大和 信夫 (Yamato Nobuo)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	長安 成暉 (Nagayasu Nariki)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関