

平成 22 年 3 月 31 日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間 2008～2009  
 課題番号：20700110  
 研究課題名 (和文) こめかみの動きを機器操作に利用したヒューマンマシンインタフェース

研究課題名 (英文) KOMEKAMI Switch: A Novel Wearable Input Device Using Movement of Temple

研究代表者  
 谷口 和弘 (TANIGUCHI KAZUHIRO)  
 東京大学・大学院工学系研究科・特任研究員  
 研究者番号：30448047

## 研究成果の概要 (和文)：

我々は、使用者が機器操作を目的として意図的に行うこめかみの動きを機器制御信号として利用することで、使用者が常時利用でき、日常生活に支障をきたすことなく、ハンズフリーで使用でき、小型軽量安価で製造可能な、機器制御を意図した動き以外の会話や食事などの日常的な動作には反応しない、ウェアラブルコンピューティングのためのヒューマンマシンインタフェースを開発した。本インタフェースは、左右のこめかみ付近に専用の取り付け具で配置した左右1つずつの光学式距離センサと1つのシングルチップマイコンで構成されている。

## 研究成果の概要 (英文)：

We developed a human-machine interface for the wearable computing system. This interface makes it easy to manipulate machine with intentional movements of temple. User can constantly use machine with no interference, as well as with hands free. It is compact and lightweight, permitting ease of manufacturing at a low cost. It does not react to daily actions like conversation, diet, etc., other than movements intended to control the machine. This interface consists of one optical distance sensor mounted in the vicinity of the left and right temples each, and of one single-chip microcomputer.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 20 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
平成 21 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
総計	2,900,000	870,000	3,770,000

## 研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学，メディア情報学・データベース

キーワード：ウェアラブル機器

## 1. 研究開始当初の背景

コンピュータをいつでもどこでも使う高度情報化社会の主役は、コンピュータを身につけるウェアラブルコンピューティングである。携帯電話やハンディ型パーソナルコンピュータなど機器の普及とモバイルマルチメディア通信技術の発達の相乗効果により、ウェアラブルコンピュータは、計算能力や記

憶能力をネットワーク側に持たせればよくなった。ウェアラブルコンピュータで求められる能力は、人間の意図をネットワークに伝え、得られた情報を人間に提示するヒューマンマシンインタフェース（ウェアラブル型インタフェース）である。フェイスマウントディスプレイや骨伝導スピーカなど、ウェアラブルコンピュータに適した出力装置（ウェア

ラブル型出力装置)が発達する中, ウェアラブルコンピュータに適した入力装置(ウェアラブル型入力装置)の開発が遅れている. 特に, 生活や現場作業の中で常時利用でき, ハンズフリーで別の作業などが行えるというウェアラブルコンピューティングの持つ特長を生かすことができる, 常時装着していても日常生活を妨げない, 使用者が他の作業に専念していてもその作業にかかわる思考の流れを妨げず, 簡単かつ即座に使用することができるウェアラブル型入力装置が必要とされている. 具体的に言い換えれば, スイッチのオン・オフなどの機器操作コマンドを扱うウェアラブル型入力装置が必要とされている.

我々は, 使用者が機器操作を目的として意図的に行うこめかみ(図1)の動きを光学式距離センサでセンシングし, その値をシングルチップコンピュータで処理して機器制御用のコマンドを生成するウェアラブル型入力装置(愛称:こめかみスイッチ, 図2:外観図, 図3:ブロック図)を開発した. 本研究では使用者が機器操作を目的として意図的に行うこめかみの動きとして, 奥歯を約1秒間噛締める動作を採用した. 図1に示すとおり, 奥歯を噛締めることにより, 咬筋と連動している側頭筋が収縮して, こめかみが動く.

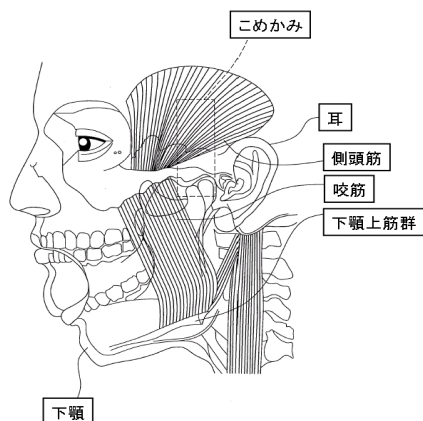


図1:こめかみの動き



図2:こめかみスイッチの外観図

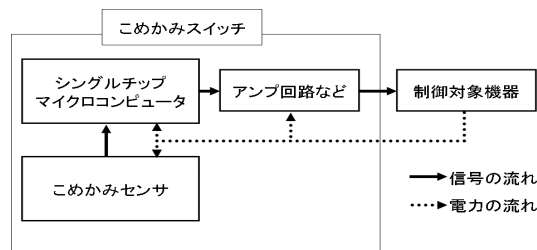


図3:こめかみスイッチのブロック図

## 2. 研究の目的

本研究の目的は, 使用者が機器操作を目的として意図的に行うこめかみの動作を機器制御信号として利用することで使用者が常時利用でき, 日常生活に支障をきたすことなく, ハンズフリーで使用でき, 小型軽量安価で製造可能な, 機器制御を意図した動き以外の会話や食事などの日常的な動作には反応しない, ウェアラブル型入力装置を開発である. これを実現するため以下の3点を当該研究期, 間内(平成20年度と平成21年度の2年間)での最低限の実施項目とする.

1) 日常生活(会話, 食事, 歩行などの動き)においてもこめかみの動きをセンシングすることができるセンサシステム(センサ装着器具)の開発

2) 高精度でこめかみの動き認識可能な認識アルゴリズムの開発

3) 本研究成果を用いた社会的に有用なアプリケーションの開発

## 3. 研究の方法

「こめかみの動きをセンシングするセンサが頭を揺らすことで揺れてしまう(装着器具の問題)」と「こめかみの動きのセンシングデータからこめかみの動きを正確に認識できていない(認識率約70%)」の2点の問題点がある. 平成20年度はこれらの問題点を解決するため, 前半に「装着器具の開発」と「アルゴリズムの改良」を行う. 後半にそれらの成果を組み合わせた評価用システムを製作し, その検証実験を行い, さらに改良を行う. 平成21年度前半では, 前年度の検証結果をふまえながら, アプリケーションの開発を行う. アプリケーションとしては, ポータブルオーディオプレーヤ用のリモートコントローラを開発する. 同時に, 現在出願中の特許「特願2007-122660」のPCT出願準備を進める.

## 4. 研究成果

平成20年は, 問題点である「こめかみの動きをセンシングするセンサが頭を揺らすことで揺れてしまう(装着器具の問題)」と「こめかみの動きのセンシングデータからこめかみの動きを正確に認識できていない

(認識率約70%)」の解決を目指し研究を行った結果以下の成果を得た。

- 1) 頭部にしっかりとセンサを固定できる機構としてこの原理を応用することで機構的に測定値を増幅させる構造を有するため、センサの揺れを抑えることができかつ低ノイズの測定が可能なセンサ装着器具を開発した。(図4)
- 2) アルゴリズムについては、奥歯の噛締めや瞬きによるこめかみの動きを検出するアルゴリズムを改良中であり、80%(100%向上)程度に認識率を改善することができた。

平成20年はさらに研究対象を拡張し、「外耳の動きを機器操作に利用するヒューマンマシンインタフェース(愛称:みみスイッチ)」の開発を行った(図5,図6)。これは、光学式距離センサにより非接触で測定した「外耳の動き」を情報入力に利用したものである。みみスイッチは、ユーザが機器操作を目的として意識的に行う非日常的な表情に反応して機器制御を行うほか、見守り機能として機器操作を意図しない無意識の表情も認識し機器に情報を送ることが可能である。みみスイッチは、ユニバーサルデザインを意識した設計が施されているうえ、常時装着可能でハンズフリーで使用でき、小型・軽量・安価なハードウェアで実現できる。スピーカ、マイク、温度センサなどを内部に組み込むことが可能であり、幅広い分野の応用が可能である。みみスイッチは、見た目を美しくでき、使って楽しい、そして気が利く装置である。

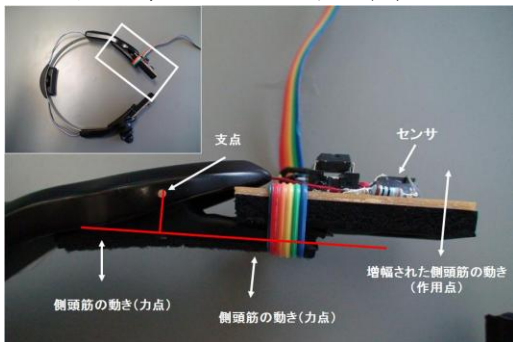


図4: 装着具

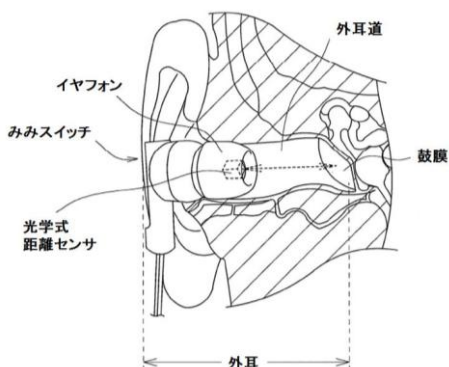


図5: みみスイッチの原理図

平成21年度は、前年度の研究結果をふまえながら、アプリケーションの開発を行った。アプリケーションとしては、ポータブルオーディオプレーヤ用のリモートコントローラを開発した(図7)。この装置は、操作方法をアイコン(図8)で表示するなどアフォーダンスを考慮することでユーザフレンドリなデザインとなっている。



図6: みみスイッチの装着図



図7: こめかみスイッチ: ポータブルオーディオプレーヤ用のリモートコントローラ

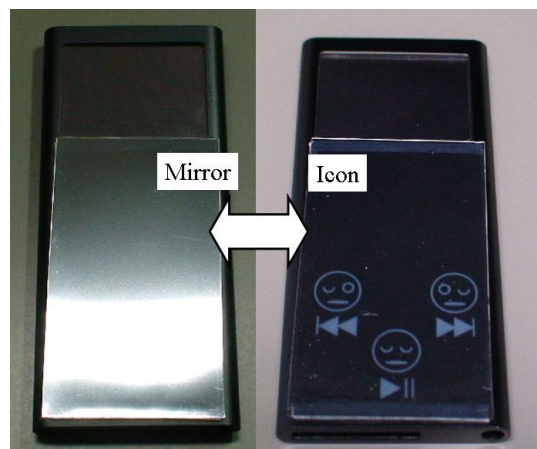


図8: 操作方法を示すアイコン

さらに現在出願中の特許「特願2009-024889」のPCT出願を行った。

民間企業と連携して実用化を目指している。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計9件)

1. **Kazuhiro Taniguchi**, Atsushi Nishikawa, Seiichiro Kawanishi, and Fumio Miyazaki, "KOMEKAMI Switch: A Novel Wearable Input Device Using Movement of Temple," International Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 20, No. 2, pp. 260-272, Apr. 2008, 査読有り。
2. **谷口和弘**, 西川敦, 宮崎文夫, "こめかみスイッチ: アフォーダンスを考慮した常時装用型コマンド入力装置の設計と実装," 計測自動制御学会論文集 SI特集号「次世代ヒューマン-マシン・システムインテグレーション」, Vol. 46, No. 1, pp. 39-48, 2010年1月, 査読有り。
3. **谷口和弘**, 西川敦, 宮崎文夫, "こめかみの動きでスイッチ操作", 検査技術, Vol. 13, No. 6, pp. 47-55, 2008年6月, 査読なし。
4. **谷口和弘**, 小久保亜早子, "障害克服の最前線~快適な生活を支える諸用具~", 難病と在宅ケア, Vol. 14, No. 11, pp. 30-33, 2009年2月, 査読なし。
5. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 佐久間一郎, 宮崎文夫, "耳は口ほどにものを言う?—外耳の動きを入力情報とする常時装用型インタラクティブメディアの提案—", 月刊機能材料, Vol. 29, No. 9, pp. 65-72, 2009年9月, 査読なし。
6. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 佐久間一郎, 宮崎文夫, "ヒトは進化する—知能機械とのインタラクションによるホモ・サピエンスの能力拡張—", 月刊機能材料, Vol. 30, No. 1, pp. 72-77, 2009年12月, 査読なし。
7. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 佐久間一郎, 宮崎文夫, "ヒトは機械を身につける—ウェアラブル知能機械とホモ・サピエンスとの境界—", 月刊機能材料, Vol. 30, No. 2, pp. 68-73, 2010年1月, 査読なし。
8. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 小林武治, 宮崎文夫, 佐久間一郎 "ヒトは第三の目や手を得る—ホモ・サピエンスと知能機械との協働—", 月刊機能材料, Vol. 30, No. 3, pp. 58-61, 2010年2月, 査読なし。

9. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 宮崎文夫, 佐久間一郎, "ヒトの心の中を知る—ホモ・サピエンスが機械から受ける精神的ストレス—", 月刊機能材料, Vol. 30, No. 4, pp. 70-74, 2010年3月, 査読なし。

[学会発表] (計3件)

1. **谷口和弘**, 西川敦, 宮崎文夫, "瞬きによる皮膚の変動を機器操作に利用した常時装用型コマンド入力装置," 第9回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会(SI2008), 1F1-6, 長良川国際会議場, 岐阜市, 2008年12月, 査読なし。
2. **谷口和弘**, 小久保亜早子, 西川敦, 宮崎文夫, "微少な皮膚の動きを機器操作に用いた入力装置," 第9回 計測自動制御学会 システムインテグレーション部門講演会(SI2008), 3J4-2, 長良川国際会議場, 岐阜市, 2008年12月, 査読なし。
3. **谷口和弘**, 西川敦, 小林英津子, 宮崎文夫, 佐久間一郎, "みみスイッチ: 外耳の動きを入力情報とする常時装用型入力装置," インタラクション 2010 論文集, pp. 243-246, 学術総合センター, 東京, 2010年3月, 査読有り (採択率 24.3%)

[産業財産権]

○出願状況 (計2件)

名称: 入力装置

発明者: **谷口和弘**, 西川敦, 河西清一郎, 宮崎文夫

権利者: 大阪大学, 大阪 TLO

種類: 特許 (公開)

番号: 2008-304451

出願年月日: 2008年2月28日

国内外の別: 国内

名称: 入力デバイス, ウェアラブルコンピュータ, 及び入力方法

発明者: **谷口和弘**, 西川敦, 宮崎文夫, 小久保亜早子

権利者: 大阪大学

種類: 特許

番号: 特願 2009-24889, PCT/JP2010/051397

出願年月日: 2009年2月5日 (PCT 2010年2月2日)

国内外の別: PCT 出願

[その他] テレビ, ラジオ, 雑誌, 新聞等

1. **谷口和弘**, "こめかみスイッチ," テレビ大阪「ニュース BIZ, 発掘ヒットのたまご」, 平成 20 年 4 月 1 日放送。
2. **谷口和弘**, "こめかみスイッチ," 朝日放送「今ちゃんの『実は...』, 週刊『実

- は...』, 平成 20 年 8 月 6 日放送, 静岡朝日テレビ, 琉球朝日放送, メーテレ(中京広域圏), 東日本放送(宮城県), 愛媛朝日テレビ, 北陸朝日放送(石川県), 岩手朝日テレビでも放送された。
3. **谷口和弘**, "みみスイッチ," 日本テレビ「ズームイン!! SUPER の『三面見逃さナイス』」, 平成 21 年 3 月 9 日に放送された。
  4. **谷口和弘**, "みみスイッチ," NHK「ニュースウォッチ9」, NHK「20 時 BS ニュース」, NHK「ニューステラス関西」, 平成 21 年 3 月 12 日に放映。
  5. **谷口和弘**, "Japanese gadget controls iPod in blink of an eye," AFP, 13 March, 2009 配信。
  6. **谷口和弘**, "みみスイッチ," 毎日放送「VOICE」, 平成 21 年 3 月 13 日放映。
  7. **谷口和弘**, "Making faces to control electronics," Reuters, 1 April, 2009 配信。
  8. **谷口和弘**, "表情で動かすスイッチ," テレビ東京「ワールドビジネスサテライト『トレンドたまご』」, 平成 21 年 5 月 7 日放映。
  9. **谷口和弘**, "みみスイッチ-表情の変化で機械を操作-," テレビ東京「ニュースモーニングサテライト『ネタのたね』」, 平成 21 年 5 月 12 日放映。
  10. **谷口和弘**, "世界のスーパー先生大集合!", 日本テレビ「世界一受けたい授業」, 平成 21 年 9 月 5 日放映
  11. **谷口和弘**, "顔を動かすとスイッチ ON! その秘密は耳の中に...", BS ジャパン「世の中進歩堂」, 平成 21 年 10 月 4 日放映。
  12. **谷口和弘**, "総集編," BS ジャパン「世の中進歩堂」, 平成 21 年 12 月 27 日放映。
  13. **谷口和弘**, "Radio Japan Focus: Mimi (Ear) Switch, Controlling machines with a wink," NHK 国際放送局, 27 April, 2009, リクエスト放送 (Summer Special: Radio Japan Focus) Monday・31 August, Monday, 2009. (18ヶ国語に翻訳された)
  14. **谷口和弘**, "未来のイヤホン『みみスイッチ』," 吉田照美 ソコダイジナトコ, 週刊エンター, 文化放送, 2010 年 3 月 18 日. (生放送)
  15. **谷口和弘**, "DIME SCOPE: みみスイッチ," DIME9・10 号, 2009. 5. 5・5. 12, pp. 73, 小学館(2009 年 4 月 21 日)。
  16. **谷口和弘**, "クリエイターの視点: 谷口和弘," ビッグイシュー日本語版 123 号, pp. 25 (2009 年 7 月 15 日)
  17. **谷口和弘**, "「まばたき」でロボッ
- ト操作、国際次世代ロボットフェア," APF 通信社, 平成 20 年 11 月 27 日. 以下の紙面等で取り扱われた。
- ① AFP BB News(人気ランキング:ブロガー人気記事総合 9 位)
  18. **谷口和弘**, "大学発ユニーク発明 こめかみで電源オン," 朝日新聞, 平成 21 年 1 月 8 日付 夕刊 1 面。
  19. **谷口和弘**, "【科学ランド】こめかみでスイッチオン 新型入力装置を阪大が開発," 共同通信社, 平成 21 年 1 月 10 日配信. この記事は以下の紙面等に掲載された。
    - ① "こめかみで機器操作-阪大研究員が装置開発 医療現場などで応用も-," 高知新聞, 2009 年 1 月 18 日付 朝刊 25 面。
    - ② "こめかみでスイッチオン -阪大・入力装置を開発 皮膚の動きを検知も-," 福井新聞, 2009 年 1 月 19 日付 朝刊 22 面。
    - ③ "こめかみでスイッチオン -まばたきなどの動きを検知し機器操作 阪大が小型装置開発も-," 大分合同新聞, 2009 年 1 月 19 日付, 夕刊 9 面。
    - ④ "こめかみを使いスイッチオン -機器操作装置を開発 阪大大学院 医療、介護への応用も-," 秋田さきがけ, 2009 年 1 月 20 日付, 朝刊 13 面。
    - ⑤ "こめかみで機器操作 -大阪大が開発 まばたき, 奥歯のかみしめ 意思伝達装置・ナースコール 多分野への応用可能も-," 山陽新聞, 2009 年 1 月 20 日付, 朝刊 17 面。
    - ⑥ "こめかみでスイッチオン -阪大が機器操作装置を開発 さまざまな分野へ応用可能も-," 長崎新聞, 2009 年 1 月 26 日付, 朝刊 10 面。
    - ⑦ "まばたき一つスイッチオン -阪大が入力装置開発 音楽プレーヤー, ナースコール... こめかみの動き 光で感知も-," 神戸新聞, 2009 年 1 月 31 日付, 朝刊 5 面。
    - ⑧ "まばたきで携帯の曲順チェンジャー「こめかみスイッチ」開発 阪大の研究員も-," 北海道新聞, 2009 年 2 月 3 日付, 夕刊 4 面。
    - ⑨ "こめかみでスイッチオン -阪大チームが入力装置開発 病院や工場など応用期待も-," 中部経済新聞, 2009 年 2 月 11 日付, 朝刊 14 面。
    - ⑩ "皮膚の動きで機器操作 -阪大「こめかみスイッチ」開発も-," 熊本日日新聞, 2009 年 2 月 18 日付, 朝刊 19 面。
    - ⑪ "こめかみでスイッチオン -阪大が簡易装置開発 小さい, 軽い, 安い 幅広い応用性も-," 京都新聞, 2009 年 3 月

- 15日付, 朝刊17面.
20. **谷口和弘**, "Japanese gadget controls iPod in blink of an eye," AFP, March 8, 2009. 以下の紙面等で取り扱われた.
- ① "Gadget controls devices with facial expressions," The Japan Times, p.1, arch 9, 2009.
21. **谷口和弘**, "耳の動きでオン、オフ大阪大が装置開発", 共同通信社, 2009年3月8日配信. 以下の紙面等で取り扱われた.
- ① "目を見開けば耳スイッチ", 産経新聞, 平成21年3月9日付朝刊26面.
- ② "目や舌でスイッチ操作一耳の中の動きを検知", 信濃毎日新聞, 平成21年3月9日付朝刊1面.
- ③ "耳の動きでオン、オフ大阪大が装置開発", 山口新聞, 平成21年3月9日付朝刊1面.
- ④ "目の動きで機器操作一阪大研究員開発 障害者の意思伝達も", 佐賀新聞, 平成21年3月9日付朝刊2面.
- ⑤ "目や舌の動き, 耳の中で感知一音楽プレーヤー操作", 中日新聞, 平成21年3月9日付朝刊3面.
- ⑥ "耳の動きで機器操作一体が不自由な人意思伝達に応用も", 山陰中央新報, 平成21年3月9日付朝刊3面.
- ⑦ "スイッチ「入」「切」耳の中の動き感知で大阪大が装置開発", 伊勢新聞, 平成21年3月9日付朝刊14面.
- ⑧ "耳でスイッチ操作一阪大が装置開発", 埼玉新聞, 平成21年3月9日付朝刊16面.
- ⑨ "耳の動きで ON ⇔OFF一阪大研究員が装置開発", 大阪日日新聞, 平成21年3月9日付朝刊18面.
- ⑩ "耳の動きがスイッチに一阪大, 装置開発", 北日本新聞, 平成21年3月9日付朝刊21面.
- ⑪ "耳の動きで ON ⇔OFF一阪大研究員が装置開発", 新日本海新聞, 平成21年3月9日付朝刊22面.
- ⑫ "目の動作でオン、オフ大阪大がスイッチ開発", 北国新聞, 平成21年3月9日付朝刊26面.
- ⑬ "耳の中の動きを感知しオン、オフ一阪大研究員, 装置開発", 山形新聞, 平成21年3月9日付朝刊20面.
- ⑭ "耳の動きで「オン」「オフ」一阪大が装置開発", 徳島新聞, 平成21年3月9日付夕刊2面.
- ⑮ 東京新聞, 平成21年3月9日付夕刊11面.
22. **谷口和弘**, "みみスイッチ開発一わずかな動きで電源オン・オフ", 朝日

- 新聞, 平成21年3月9日付朝刊27面.
23. **谷口和弘**, "耳穴の動きで音楽再生", 読売新聞, 平成21年3月9日付朝刊2面.
24. **谷口和弘**, "耳スイッチ開発一目・口を動かしオン・オフ", 日本経済新聞, 平成21年3月9日付朝刊13面.
25. **谷口和弘**, "表情の変化で機器操作一阪大外耳の動きを利用", 日刊工業新聞, 平成21年3月9日付朝刊18面.
26. ホームページ  
<http://robotics.me.es.osaka-u.ac.jp/~taniguti/komekami/>  
<http://robotics.me.es.osaka-u.ac.jp/~taniguti/mimi/>  
<http://www.ns.kogakuin.ac.jp/~wwa1048/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

谷口和弘 (TANIGUCHI KAZUHIRO)  
東京大学・大学院工学系研究科・特任研究員

研究者番号: 30448047

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: