

令和 3 年 6 月 14 日現在

機関番号：32305

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17737

研究課題名（和文）脳性麻痺児の運動、日常生活動作および筋機能の発達と関連する姿勢制御の解明

研究課題名（英文）Clarification of postural control associated with development of motor, activities of daily living, and muscle properties in children with cerebral palsy

研究代表者

正木 光裕（Masaki, Mitsuhiro）

高崎健康福祉大学・保健医療学部・准教授

研究者番号：20780662

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、対象物への上肢リーチ動作が可能な脳性麻痺児・者15名を対象として、運動、日常生活動作および筋機能の縦断的变化と表面筋電図を使用して評価した頸部・体幹・股関節筋による姿勢制御との関連を検討することとした。本研究において、1、2年目の測定を遂行することができたが、3年目の測定は感染症流行のために十分に実施することができなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、脳性麻痺児における運動、日常生活動作および筋機能の発達を予測する座位での姿勢制御を縦断研究によって明らかにすることは、頸部・体幹・股関節筋に対する効果的な筋力トレーニングや運動学習トレーニング（小児理学療法）の開発に今後つながる可能性がある。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to examine the association of the longitudinal changes in development of motor, activities of daily living, and muscle properties with postural control due to the neck, trunk, and hip joint muscles assessed using surface electromyography in 15 children and adults with cerebral palsy who be able to reach the objects. Although the measurement of the first and second years was performed, the measurement of the third year was not fully performed due to the prevalence of infectious disease.

研究分野：理学療法学

キーワード：脳性麻痺 運動発達 日常生活動作 表面筋電図 超音波画像診断装置

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

脳性麻痺は胎児や乳児の中枢神経系に生じた非進行性の障害に起因する。脳性麻痺を発症することで筋力の低下、関節可動域の低下、筋肉の緊張が過剰に増加する痙性、姿勢制御の障害といった症状が生じる。このような脳性麻痺の症状の中でも、姿勢制御の障害は正常な運動の発達や日常生活動作の発達を妨げている可能性があるため、小児リハビリテーションにおいて重要な課題となっている。

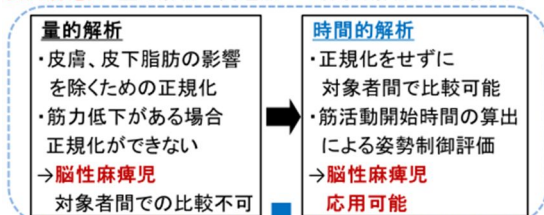
健常成人において姿勢制御は、表面筋電図を使用して筋活動量を分析する量的解析によって評価可能である (Masaki M, 2015)。しかし、脳性麻痺児といった中枢疾患患者において、量的解析を実施する際には筋活動量の正規化といった問題点が生じる。筋活動量は皮膚や皮下脂肪による電極までの距離や伝導性に大きく影響されるため、対象者間で筋活動量を比較するには一般的に正規化 (目的とする筋活動量を最大等尺性収縮時の筋活動量で除する) が必要となる。正規化には最大等尺性収縮の遂行が必要であるため、健常成人では対象間での比較が可能であるが、筋力低下により強い収縮を行うことが困難な脳性麻痺児では、正規化を行うことができない。このように、表面筋電図の量的解析によって脳性麻痺児の姿勢制御を評価し、対象者間で比較することには問題が生じる (図1)。

表面筋電図による姿勢制御の評価には量的解析の他、時間的解析が実施されている。時間的解析は、動作開始の合図に対する目的とする筋の筋活動開始のタイミングを解析し、高い信頼性を有する (Hodges, 1996)。時間的解析は筋活動の正規化を行わずに対象者間で比較可能であり (Hodges PW, 1998, 2001; Kanekar N, 2015)、腰痛患者や高齢者は健常者よりも体幹・下肢筋の筋活動開始時間が遅延していることが報告されている。時間的解析は脳性麻痺児の姿勢制御評価に応用することが可能であり、座位で前方に上肢をリーチした動作中に筋活動開始時間に基づいた方向特異性、リクルートメント順序、予測的姿勢制御といった姿勢制御の評価がなされている (図2)。このような姿勢制御は脳性麻痺児において健常児と比較して障害されている (Hadders-Algra M, 1999; Van der Heide JC, 2004)。

先行研究での脳性麻痺児の姿勢制御評価は、座位で前方に上肢をリーチした動作のみで、側方にリーチした動作は評価されていない。また、頸部・体幹筋のみの評価であり、座位保持に必要な股関節筋も合わせた多関節による詳細な評価はなされていないのが現状である。

運動障害の重症度によって、上述の脳性麻痺児の姿勢制御が異なるのか横断的に明らかにした報告や姿勢制御の変化 (発達) に違いがあるか縦断的に明らかにした報告はない。また、どのような姿勢制御が将来の上肢支持なし座位獲得のような座位能力や粗大運動能力といった運動の発達、日常生活動作の発達と関連するか縦断的に明らかにした報告はなく、時間的解析による姿勢制御が臨床的意義を有するかは明らかでない。さらに、座位での体幹・股関節筋による筋活動すなわち姿勢制御が障害されることで、超音波画像診断装置で評価した体幹・股関節筋の筋量や筋内の結合組織、脂肪組織といった非収縮組織の発達にも影響を与える可能性があるが、姿勢制御と筋機能の発達との関連を縦断的に明らかにした報告はない。

表面筋電図 量的解析の問題点 時間的解析による解決法



脳性麻痺児

運動、日常生活動作、筋機能の発達と関連する姿勢制御解明
 【解明①】 将来の上肢支持なし座位獲得への変化
 粗大運動能力、日常生活動作、筋機能の変化を予測する要因
 【解明②】 姿勢制御の変化と運動障害の重症度との関連

図1. 表面筋電図による量的解析の問題点と時間的解析の応用

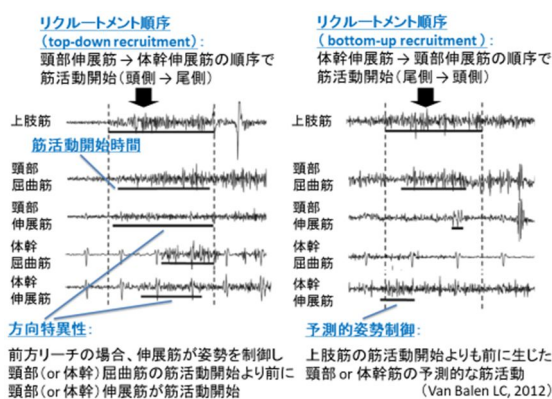


図2. 前方へのリーチ動作中での頸部・体幹筋の姿勢制御

2. 研究の目的

本研究の目的は対象物への一側上肢リーチ動作が可能で脳性麻痺児・者を対象として、前・側方への上肢リーチ動作中の姿勢制御を表面筋電図で評価し、運動、日常生活動作および筋機能の発達と頸部・体幹・股関節筋による姿勢制御との関連を縦断的に明らかにすることである。また、運動障害の重症度によって姿勢制御の発達に違いがあるかについても、縦断および横断的に調査することで明らかにすることとした。

本研究によって脳性麻痺児における運動、日常生活動作の発達を予測する要因を縦断研究によって明らかにすることは、各発達と関連する姿勢制御の解明や効果的な小児リハビリテーシ

ヨンの開発につながる可能性がある。また、脳性麻痺児の運動、日常生活動作の発達を予測する姿勢制御を詳細に評価した上で、縦断的に明らかにした報告はこれまでになく独自性を有する。超音波画像診断装置にて評価した筋機能の発達と表面筋電図にて評価した姿勢制御との関連を縦断的に明らかにすることは創造性を有する。

3. 研究の方法

(1) 対象、研究実施施設

本研究の対象は、旭川荘療育・医療センターを外来で利用している脳性麻痺児・者 15 名（平均年齢 19.0 ± 15.1 歳 [4-59 歳]、男性 6 名、女性 9 名）を対象とした。本研究は新潟医療福祉大学倫理委員会で審査を受け、承認を得て実施した。また、対象者もしくは保護者には本研究に関して十分な説明を行い、文書での同意を得た。

(2) 測定項目

2018～2020 年度の 3 年間において、以下の測定項目 ～ を 3 年間同様に、年 1 回にて計 3 回継続して測定する計画を立案した。

運動障害の重症度:

Gross Motor Function Classification System (GMFCS) を用いて、運動障害の重症度をレベル I～V で評価する（レベル I が最も軽度、レベル V が最も重度）。

表面筋電図による座位でのリーチ動作中の姿勢制御:

表面筋電図を使用して、前方、側方への一側上肢リーチ動作中（各 10 回、上肢加速度も測定）の左右の僧帽筋、胸鎖乳突筋（頸部筋）、腰部脊柱起立筋、腰部多裂筋、腹直筋（体幹筋）、大殿筋、大腿直筋、中殿筋、長内転筋（股関節筋）、右三角筋前・中部線維（上肢筋）の筋活動開始時間、また方向特異性・リクルートメント順序・予測的姿勢制御の出現率を評価する。

関節可動域:

ゴニオメーターを用いて下肢関節を測定する。また、Spinal Alignment and Range of Motion Measure (SAROMM) にて、関節可動域を点数化する。

痙性:

modified Ashworth Scale を用いて、股関節屈曲筋、股関節内転筋、膝関節伸展筋、膝関節屈曲筋、足関節背屈筋、足関節底屈筋を評価する。

座位能力:

上肢の支持なしでの座位獲得（上肢支持の要・不要）を評価する。

粗大運動能力:

Gross Motor Function Measure Manual (GMFM) を用いて、総合的な運動能力（臥位・寝返り・座位・四つ這い・膝立ち・立位・歩行・走行・ジャンプ）を評価して点数化する。

日常生活動作:

Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI) を用いて、日常生活動作を評価して点数化する。

超音波画像診断装置による筋量、筋内非収縮組織:

超音波画像診断装置を使用して、左右の腰部脊柱起立筋、腰部多裂筋、腹直筋（体幹筋）、大殿筋、大腿直筋、中殿筋（股関節筋）の筋厚、筋輝度を測定する。筋厚は筋の量的状態、筋輝度は筋の質的状态を表す指標である。筋輝度は 0 から 255 の 256 段階で表現されるグレースケールで評価され、値が大きいくほど高輝度で筋内非収縮組織が増加していることを意味する。

(3) データ解析

解析 1: 座位能力、粗大運動能力、日常生活動作および筋機能の縦断的变化と姿勢制御との関連（縦断研究）

2018 年度（ベースライン）と 2019 年度（1 年後）、2020 年度（2 年後）の間で、座位能力（上肢の支持なしでの座位獲得への変化）、粗大運動能力（GMFM）、日常生活動作（PEDI）、筋機能（筋量、筋内非収縮組織）を比較する。有意な向上または低下がみられた項目に関して、1 年後、2 年後の変化率とベースラインの姿勢制御との関連を関節可動域、痙性と合わせて検討する（図 3）。

解析 2: 姿勢制御の縦断的变化と運動障害の重症度との関連（縦断・横断研究）

2018 年度（ベースライン）にて、全対象者を運動障害の重症度（GMFCS）によってレベル I

～V群に群分けする。GMFCS と関連する要因を検討するために、ベースラインの姿勢制御、関節可動域、痙性、上肢の支持なしでの座位獲得の割合、GMFM、PEDI、筋量、筋内非収縮組織を群間比較する。また、ベースラインにて GMFCS によってレベルI～V群に群分けした上で、2019 年度（1 年後）、2020 年度（2 年後）の各群の姿勢制御の縦断的变化を調査し、姿勢制御の変化の違いを群間比較する。副次的に他の項目についても、変化の違いを群間比較する（図 4）。

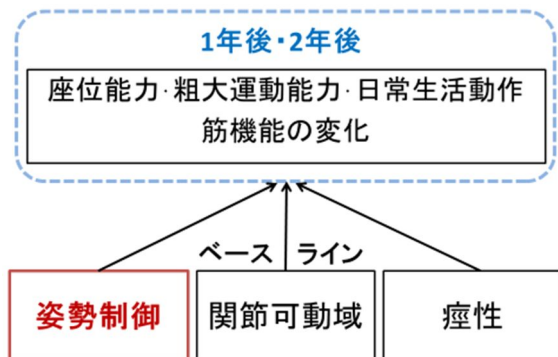


図3. 座位能力、粗大運動能力、日常生活動作および筋機能の縦断的变化と姿勢制御との関連

全対象者をGMFCSで群分け

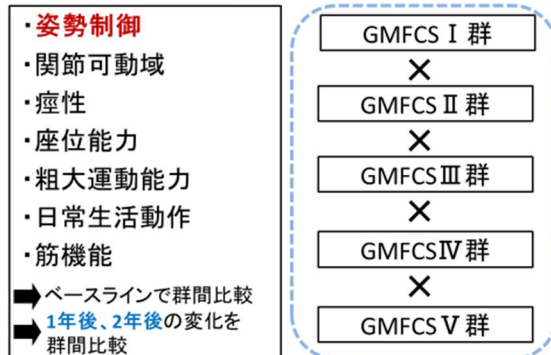


図4. 姿勢制御の縦断的变化と運動障害の重症度との関連

4. 研究成果

当初 2018～2020 年度の 3 年間に於いて測定を実施する予定であった。3 年目（最終年度）にあたる 2020 年度においては新型コロナウイルス感染拡大のため、予定していた縦断的な測定を十分に実施することができなかった。

研究の成果として、今後本研究に関する学会発表を小児理学療法分野の国内学会にて実施する。また、小児理学療法学または小児科学関連の国際誌への論文投稿を実施する。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Masaki Mitsuhiro, Sugawara Karin, Iizuka Yuka, Uchikawa Yuki, Isobe Honoka, Hattori Fuyumi, Mano Koki, Saito Keiko, Sugino Ayaka, Kato Kana, Sakaino Kenji	4. 巻 122
2. 論文標題 Comparison of the degree of pes planovalgus and muscle mass of the ankle joint and foot muscles between children with Down syndrome and children with typical development	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Biomechanics	6. 最初と最後の頁 110482 ~ 110482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jbiomech.2021.110482	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masaki M, Ikezoe T, Kamiya M, Araki K, Isono R, Kato T, Kusano K, Tanaka M, Sato S, Hirono T, Kita K, Tsuboyama T, Ichihashi N.	4. 巻 97
2. 論文標題 Association of activities of daily living with load during step ascent motion in nursing home-residing elderly individuals: An observational study.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Am J Phys Med Rehabil	6. 最初と最後の頁 715-720
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/PHM.0000000000000954.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masaki M, Tateuchi H, Koyama Y, Sakuma K, Otsuka N, Ichihashi N.	4. 巻 66
2. 論文標題 Back muscle activity and sagittal spinal alignment during quadruped upper and lower extremity lift in young men with low back pain history.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Gait Posture	6. 最初と最後の頁 221-227
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gaitpost.2018.09.002.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masaki M, Ji X, Yamauchi T, Tateuchi H, Ichihashi N.	4. 巻 119
2. 論文標題 Effects of the trunk position on muscle stiffness that reflects elongation of the lumbar erector spinae and multifidus muscles: an ultrasonic shear wave elastography study.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Eur J Appl Physiol	6. 最初と最後の頁 1085-1091
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00421-019-04098-6.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Masaki M, Ikezoe T, Yanase K, Ji X, Umehara J, Aoyama J, Minami S, Fukumoto Y, Watanabe Y, Kimura M, Ichihashi N.	4. 巻 in press
2. 論文標題 Association of pain history and current pain with sagittal spinal alignment and muscle stiffness and muscle mass of the back muscles in middle-aged and elderly women.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Clin Spine Surg	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/BSD.0000000000000793.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 佐藤 佳乃, 境野 健治, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 横田 真愛, 丸山 聖奈, 竹内 萌夏, 笠原 麻希, 皆川 浩太, 加藤 佳奈, 正木 光裕.
2. 発表標題 発達障害児の就学前後での認知機能および社会適応スキルの比較.
3. 学会等名 第7回日本地域理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 横田 真愛, 境野 健治, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 佐藤 佳乃, 丸山 聖奈, 竹内 萌夏, 笠原 麻希, 皆川 浩太, 加藤 佳奈, 正木 光裕.
2. 発表標題 発達障害児と健常児間での上・下肢筋および体幹筋の筋量の比較.
3. 学会等名 第7回日本地域理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 丸山 聖奈, 境野 健治, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 佐藤 佳乃, 横田 真愛, 竹内 萌夏, 笠原 麻希, 皆川 浩太, 加藤 佳奈, 正木 光裕.
2. 発表標題 ダウン症児と健常児間での上・下肢筋および体幹筋の筋量の比較.
3. 学会等名 第7回日本地域理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 皆川 浩太, 東 佐登美, 竹内 萌夏, 笠原 麻希, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 佐藤 佳乃, 横田 真愛, 丸山 聖奈, 白杵 良子, 正木 光裕.
2. 発表標題 地域在住高齢者の歩行速度と体幹・下肢筋の筋量および筋内非収縮組織との関連.
3. 学会等名 第7回日本地域理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 稲垣 幸夏, 北村 由季, 浅尾 典子, 安高 果琳, 田中 正恵, 西宮 寛子, 久山 美奈子, 山本 奈月, 藤澤 良子, 美濃 邦夫, 青山 香, 西達也, 安藤 泰司, 正木 光裕.
2. 発表標題 脳性麻痺児と脳性麻痺者間での体幹・下肢筋の筋量および座位姿勢アライメントの比較.
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小川 幸音, 鈴木 真海, 千代田 佳恵, 稲垣 幸夏, 佐藤 佳乃, 横田 真愛, 丸山 聖奈, 竹内 萌夏, 笠原 麻希, 皆川 浩太, 美濃 邦夫, 青山 香, 西達也, 安藤 泰司, 正木 光裕.
2. 発表標題 脳性麻痺児・者の座位姿勢アライメントと体幹・下肢筋の筋量との関連.
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹内 萌夏, 大日方 俊介, 笠原 麻希, 皆川 浩太, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 佐藤 佳乃, 横田 真愛, 丸山 聖奈, 正木 光裕.
2. 発表標題 パーキンソン病患者の日常生活動作、移動能力、バランス能力、パーキンソン症状と体幹・下肢筋の筋量および筋内非収縮組織との関連.
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 笠原 麻希, 大日方 俊介, 竹内 萌夏, 皆川 浩太, 稲垣 幸夏, 小川 幸音, 佐藤 佳乃, 横田 真愛, 丸山 聖奈, 白杵 良子, 東 佐登美, 正木 光裕.
2. 発表標題 パーキンソン病患者と地域在住高齢者間での体幹・下肢筋の筋量および筋内非収縮組織の比較.
3. 学会等名 第18回日本神経理学療法学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaki M, Tonozaki S, Sasaki R, Tsuiki S, Miyaguchi S, Kojima S, Saito K, Inukai Y, Otsuru N, Onishi H.
2. 発表標題 The effects of anodal tDCS applied to the supplementary motor area on the onset of activities of trunk and lower extremity muscles during shoulder flexion.
3. 学会等名 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 磯部 ほのか, 鈴木 真海, 千代田 佳恵, 内川 雄貴, 勝原 勇希, 美濃 邦夫, 青山 香, 西 達也, 安藤 泰司, 正木 光裕.
2. 発表標題 脳性麻痺児・者の粗大運動能力、日常生活動作と体幹・下肢筋の筋量、関節可動域および痙性との関連.
3. 学会等名 第6回日本小児理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 飯塚 悠花, 加藤 佳奈, 菅原 花梨, 内川 雄貴, 磯部 ほのか, 服部 冬海, 真野 航希, 齋藤 敬子, 杉野 綾香, 正木 光裕.
2. 発表標題 ダウン症児の歩行動作および日常生活動作と体幹・下肢筋の筋量との関連.
3. 学会等名 第6回日本小児理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 菅原 花梨, 境野 健治, 飯塚 悠花, 内川 雄貴, 磯部 ほのか, 服部 冬海, 真野 航希, 齋藤 敬子, 杉野 綾香, 正木 光裕.
2. 発表標題 ダウン症児と健常児間での外反扁平足および足関節・足部筋の筋量の比較.
3. 学会等名 第6回日本小児理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 真野 航希, 田岡 久嗣, 齋藤 敬子, 杉野 綾香, 田中 真砂世, 佐々木 瞳, 美原 知里, 谷内 裕樹, 恩田 有生, 正木 光裕.
2. 発表標題 地域在住高齢者の腰痛既往と背部筋の筋量、筋内非収縮組織および姿勢アライメントとの関連.
3. 学会等名 第6回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 齋藤 敬子, 東 佐登美, 真野 航希, 杉野 綾香, 田中 真砂世, 佐々木 瞳, 美原 知里, 谷内 裕樹, 恩田 有生, 正木 光裕.
2. 発表標題 地域在住高齢者の要介護状態と背部筋の筋量、姿勢アライメント、移動能力および下肢筋力との関連.
3. 学会等名 第6回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 杉野 綾香, 平川 みな子, 真野 航希, 齋藤 敬子, 安本 大吾, 大原 靖史, 小澤 正直, 谷内 裕樹, 恩田 有生, 正木 光裕.
2. 発表標題 地域在住高齢者における要介護度間での背部筋の筋量、立位姿勢アライメント、下肢筋力および認知機能の比較.
3. 学会等名 第6回日本地域理学療法学会学術大会
4. 発表年 2019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
--	---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------