

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：82636

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H02143

研究課題名(和文) ゴールデンエイジの脳の運動機能発達の解明

研究課題名(英文) Revealing development of motor functions during golden ages

研究代表者

内藤 栄一 (Naito, Eiichi)

国立研究開発法人情報通信研究機構・脳情報通信融合研究センター脳情報通信融合研究室・研究マネージャー

研究者番号：10283293

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ゴールデンエイジと呼ばれる小学生の時期から、脳がどのように運動機能を発達させるのかに関して、MRIを用いて可視化した。運動野においては、半球間抑制や体部位再現間抑制が小学生から中学生の時期に発達し、体部位再現という機能分化がこの時期に成熟することを明らかにした。大脳と小脳のネットワークに関しては、小学生ではまだ局所領域内の機能結合が強く、成長に伴って大脳(運動野)と小脳の遠距離領域間の機能結合が増強されることを示し、この背後には大脳と小脳をつなぐ神経線維の成熟が関与することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

運動機能はヒトの生存にとって本質的であるが、これまで、運動機能を支える脳の発達に関する知見は乏しかった。本研究は、運動野で起こる機能分化や大脳-小脳連関の発達などに関して、世界初の貴重な知見を数多く明らかにし、これらを国際科学雑誌で公表するとともに、多くの講演や総説などでその成果を積極的に社会に還元した。本研究は、運動システム脳科学を重厚化させ、スポーツトレーニングの指針にもなりうる基礎脳科学の知見を数多く提供することに成功した。

研究成果の概要(英文)：In this study, we used MRI to visualize how the brain develops motor functions during the so-called "golden age" of elementary school. In the motor cortex, we found that interhemispheric inhibition and cross-somatotopic inhibition develop from elementary to junior high school, suggesting that functional differentiation of somatotopic body representation matures during adolescence. As for the cerebro-cerebellar network, we showed that functional connectivity within local region is still strong in elementary school children, and the connectivity between the motor cortex and the cerebellum is enhanced along with development in association with cerebro-cerebellar fiber maturation.

研究分野：運動システム脳科学

キーワード：運動機能発達 ゴールデンエイジ 大脳小脳連関 機能的磁気共鳴装置

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

ヒトの生存にとって運動機能は不可欠である。磁気共鳴画像装置 (MRI) に代表されるニューロイメージング研究は、成人の脳がどのように身体運動を制御するかに関する多くの知見を提供してきた。ところが、脳が発達に伴って運動機能をどのように獲得するのか、特に定型発達に関する知見はほとんど存在しない。例えば、体育教育やスポーツ指導の現場では、7-12歳はゴールデンエイジと呼ばれ、特に運動の調整・協調能力をトレーニングするには最適の時期といわれている。ところが、なぜこの時期がこのトレーニングにとって最適なのか、この拠り所となる脳科学の知見すら存在しない。そこで、全脳の機能と構造を計測できるMRIを用いて、ゴールデンエイジの小学生、中学生および大学生の定型発達者を対象とした大規模研究を展開し、脳の運動機能発達の原理の解明に挑んだ。

2. 研究の目的

本研究では、(1)運動野内の機能分化や大脳-小脳のネットワーク化に着目し、発達に伴って運動領野ネットワークがどのように成熟していくのかを、脳の機能と構造の両面から包括的に明らかにする。(2)目的に合わせてタイミングよく、正確に運動を出力するために不可欠な運動調整力に焦点を絞り、この能力の実装に深く関与すると推測される大脳-小脳ネットワークの成熟過程を明らかにする。これらにより、従来の運動システム脳科学において大きく欠落している脳の発達過程を明らかにし、ジュニアトレーニングの発展に貢献できる脳科学的根拠を提供することを目的とした。

3. 研究の方法

小学生(8-11歳)、中学生(12-15歳)、成人(20-23歳)を対象として、1Hzの音に合わせた右手人差し指ボタン押し課題および右手首屈曲伸展課題を遂行中の脳活動を3テスラMRIで計測した。また、全脳の神経線維を3テスラMRIで撮像し、大脳と小脳をつなぐ神経線維の成熟度合いを調査した。

4. 主な研究成果

先行研究より、成人が単純な右手の運動を行うと、左運動野が活性化し、右運動野は抑制されることが知られている。これは半球間抑制と呼ばれ、片方の大脳半球をそれぞれ独立して活動させるために必要な機能である。小学生(8-11歳)、中学生(12-15歳)、成人(20-23歳)が1Hzの音に合わせた右手人差し指ボタン押しを行っている際の脳活動を機能的MRIで計測し、同側運動野の抑制度合いを調査すると、小学生ではまだ同側運動野の抑制が弱く、成人になるにつれてこの抑制が成熟していくことがわかった(図1)[1],[2]。

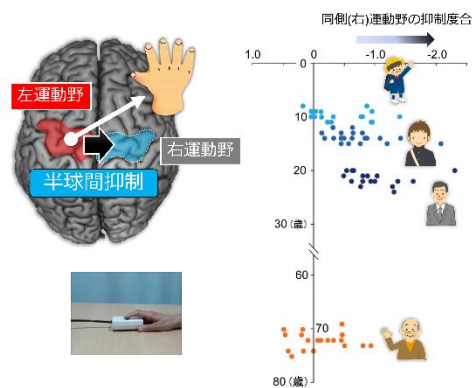


図1 右人差し指ボタン押し課題中の同側運動野の抑制の発達

この研究では、さらに成人においてみられる右手運動中の足や顔領域の抑制(体部位再現間抑制)も小学生ではまだ未成熟で、成長とともに発達することも明らかにした。半球間抑制や体部位再現間抑制は個々の四肢をお互いに干渉することなく独立して動かすために必要な機能であり、この意味で運動野内の、機能分化ということが出来る。手や足の運動中の体部位再現活動は新生児でも確認されているが、これらの研究成果は、それぞれの体部位再現間の抑制はこれよりず

と遅れて小学生以降で発達し、運動野内の機能分化が成熟することを明らかにした。半球間抑制の知見はその後発展し、半球間抑制が発達している小学生ほど手指の運動調整力 = 巧緻性が高いことを発見し、成果を報告した[3]。

また、小学生(8-11 歳)、中学生(12-15 歳)、成人(20-23 歳)が 1 Hz の音に合わせた右手首の屈曲伸張運動を行っている際の脳活動を機能的 MRI で計測し、運動野と小脳の機能結合を調査した[4]。この研究では、合わせて全脳の神経線維を 3 テスラ MRI で撮像し(DiffusionMRI)、大脳と小脳をつなぐ神経線維の成熟度合いを調査した。その結果、小学生では、小脳内の局所的結合が感覚運動野-小脳の遠隔領域間結合よりも強く、成長に伴って、遠隔領域間結合が強くなり小脳内の局所的結合が弱くなることを発見した(図 2)。小学生の運動は成人に比べるとばらついたが、このばらつきは小脳活動の未成熟と関係することもわかった。さらに、DiffusionMRI の結果から、大脳と小脳をつなぐ神経線維は成長とともに成熟し、この解剖学的基盤が、成長に伴って起こる感覚運動野-小脳の遠隔領域間結合の発達の背後にある可能性を示した(図 3)。

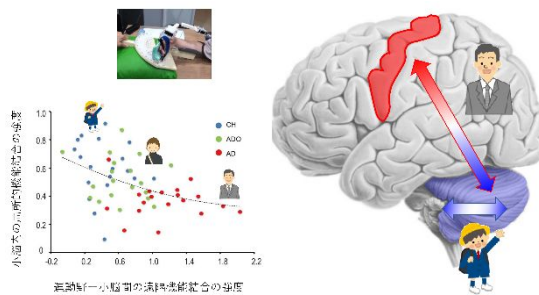


図2 運動野-小脳の機能的連携の発達

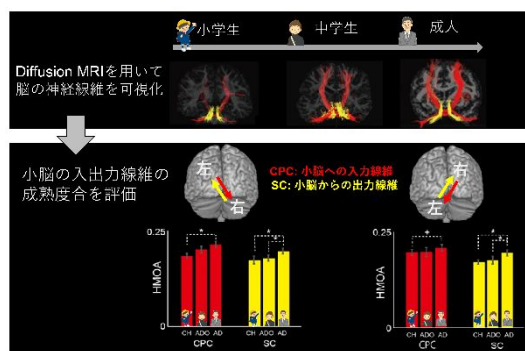


図3 大脳と小脳を繋ぐ神経線維の発達

以上より、ゴールデンエイジは、運動制御に深くかかわる運動野の機能分化や大脳小脳連関が発達途上であり、だからこそ、この時期のトレーニングはこれらの発達に大きく影響することが示唆された。

引用文献

- [1] Morita T, Asada M and Naito E Developmental changes in task-induced brain deactivation in humans revealed by a motor task. *Developmental Neurobiology* 79(6): 536-558. doi: 10.1002/dneu.22701, 2019.
- [2] Morita T, Asada M and Naito E Examination of the development and aging of brain deactivation using a unimanual motor task. *Advanced Robotics* <https://doi.org/10.1080/01691864.2021.1886168>, 2021.
- [3] Naito E, Morita T and Asada M Importance of the primary motor cortex in development of human hand/finger dexterity. *Cerebral Cortex Communications* 1: 1-12, <https://doi.org/10.1093/texcom/tgaa085>, 2020.
- [4] Amemiya K, Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H, Asada M and Naito E Local-to-distant development of the cerebrocerebellar sensorimotor network in the typically developing human brain: a functional and diffusion MRI study. *Brain Structure and Function* 224(3): 1359-1375. DOI 10.1007/s00429-018-01821-5, 2019.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計18件（うち査読付論文 12件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 12件）

1. 著者名 Naito Eiichi, Morita Tomoyo, Asada Minoru	4. 巻 1
2. 論文標題 Importance of the Primary Motor Cortex in Development of Human Hand/Finger Dexterity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex Communications	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/texcom/tgaa085	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morita T, Asada M and Naito E	4. 巻
2. 論文標題 Examination of the development and aging of brain deactivation using a unimanual motor task	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Robotics	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/01691864.2021.1886168	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Amemiya K, Naito E and Takemura H	4. 巻 139
2. 論文標題 Age dependency and lateralization in the three branches of the human superior longitudinal fasciculus	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Cortex	6. 最初と最後の頁 116-133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cortex.2021.02.027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morita T, Asada M and Naito E	4. 巻
2. 論文標題 Grey matter expansion of social brain networks in individuals high in public self-consciousness	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Brain Sciences	6. 最初と最後の頁
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/brainsci11030374	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 内藤栄一、守田知代、廣瀬智士	4. 巻 38
2. 論文標題 運動の巧みさは脳のどこが担うのか	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience誌 月刊臨床神経科学 特集 スポーツの神経科学	6. 最初と最後の頁 715-719
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 内藤栄一、守田知代	4. 巻 70
2. 論文標題 運動制御の発達を支える脳機能の役割	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 特集 運動技能を支える神経メカニズムの新知見 体育の科学	6. 最初と最後の頁 783-788
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Morita T, Asada M, Naito E	4. 巻 79
2. 論文標題 Developmental changes in task-induced brain deactivation in humans revealed by a motor task	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Developmental Neurobiology	6. 最初と最後の頁 536-558
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/dneu.22701	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morita T, Asada M, Naito E	4. 巻 425
2. 論文標題 Right-hemispheric dominance in self-body recognition is altered in left-handed individuals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 68-89
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2019.10.056	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Amemiya K, Morita T, Hirose S, Ikegami T, Hirashima M, Naito E	4. 巻 -
2. 論文標題 Neurological and behavioral features of locomotor imagery in the blind	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Brain Imaging and Behavior	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11682-020-00275-w	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Amemiya K, Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H, Asada M and Naito E	4. 巻 2019
2. 論文標題 Local-to-distant development of the cerebocerebellar sensorimotor network in the typically developing human brain: a functional and diffusion MRI study	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain Structure and Function	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00429-018-01821-5	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hirose S, Nambu I and Naito E	4. 巻 183
2. 論文標題 Cortical activation associated with motor preparation can be used to predict the freely chosen effector of an upcoming movement and reflects response time: An fMRI decoding study	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroimage	6. 最初と最後の頁 584-596
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2018.08.060. Epub 2018 Aug 27.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 内藤栄一	4. 巻 36
2. 論文標題 アスリートのfMRI: ネイマール選手の脳の効率的な足運動制御	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience誌 月刊臨床神経科学	6. 最初と最後の頁 1227-1230
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 Naito E, Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H and Asada M	4. 巻 27
2. 論文標題 Development of right-hemispheric dominance of inferior parietal lobule in proprioceptive illusion task	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 5385-5397
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhx223	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H, Asada M and Naito E	4. 巻 28
2. 論文標題 Self-face recognition begins to share active region in right inferior parietal lobule with proprioceptive illusion during adolescence	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cerebral Cortex	6. 最初と最後の頁 1532-1548
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/cercor/bhy027	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H, Asada M and Naito E	4. 巻 348
2. 論文標題 Self-face recognition shares brain regions active during proprioceptive illusion in the right inferior fronto-parietal superior longitudinal fasciculus III network	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Neuroscience	6. 最初と最後の頁 288-301
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroscience.2017.02.031. Epub 2017 Feb 24.	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 内藤栄一、雨宮薫、守田知代	4. 巻 35
2. 論文標題 固有感覚	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Clinical Neuroscience誌 月刊臨床神経科学	6. 最初と最後の頁 140-144
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 内藤栄一	4. 巻 56
2. 論文標題 脳科学からみた脳内身体表現への介入	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 169-174
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 内藤栄一	4. 巻 56
2. 論文標題 超一流サッカー選手の脳活動の特殊性	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 計測と制御	6. 最初と最後の頁 588-594
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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24件 (うち招待講演 20件 / うち国際学会 4件)

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 Negative BOLD現象の発達変化から推測する脳の抑制機構の発達と機能分化
3. 学会等名 JST戦略的創造研究推進事業 (CREST) 脳領域 / 個体 / 集団間のインタラクション創発原理の解明と適用 Zoom講演 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 小脳の発達変化から考察するヒトの運動機能発達
3. 学会等名 JST戦略的創造研究推進事業 (CREST) 脳領域 / 個体 / 集団間のインタラクション創発原理の解明と適用 Zoom講演 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 人の脳内身体表現の発達
3. 学会等名 Motor Control研究会 Zoom講演（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 脳内身体表現の理解と応用
3. 学会等名 新化学技術推進協会 ライフサイエンス技術部会 脳科学分科会 講演会 Zoom講演（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 人の脳内身体表現の理解と応用
3. 学会等名 応用脳科学アカデミー&ワークショップ アドバンスコース「ブレインヘルスケアとリハビリテーション」第1回 講演会 Zoom講演（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kaoru Amemiya , Eiichi Naito , Hiromasa Takemura
2. 発表標題 Lifespan change in asymmetry of superior longitudinal
3. 学会等名 OHBM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Eiichi Naito, Kaoru Amemiya, Tomoyo Morita, Daisuke N. Saito, Midori Ban, Koji Shimada, Yuko Okamoto, Hirotaka Kosaka, Hidehiko Okazawa, Minoru Asada
2. 発表標題 Local-to-distant development of cerebrocerebellar sensorimotor network in human brain
3. 学会等名 OHBM2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 身体運動が創発する脳の発達、特殊化と機能改善
3. 学会等名 第27回脳の世紀シンポジウム 運動/スポーツと脳 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 脳を知り、脳を活かす -脳内身体表現の理解と応用-
3. 学会等名 情報通信研究機構研究講演会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 脳内身体表現と運動制御のシステム
3. 学会等名 第37回日本感覚統合学会姫路大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 一流サッカー選手とブラインドサッカー選手の脳から考える神経系の適応と超適応
3. 学会等名 日本学術会議公開シンポジウム「スポーツと脳科学」(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 脳を知り、脳を活かす -脳内身体表現の理解と応用-
3. 学会等名 九州ICTセミナー2019(招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H, Asada M and Naito E
2. 発表標題 Development of Right Hemispheric Dominance in Self-Body Recognition Tasks
3. 学会等名 Human Brain Mapping2018(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Naito E*, Morita T, Saito DN, Ban M, Shimada K, Okamoto Y, Kosaka H, Okazawa H and Asada M
2. 発表標題 Development of right-hemispheric dominance of inferior parietal lobule in proprioceptive illusion
3. 学会等名 Human Brain Mapping2018(国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 超一流サッカー選手の脳活動の特殊性
3. 学会等名 第59回日本神経学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 自己受容感覚の運動制御と自己身体認知への貢献
3. 学会等名 日本リハビリテーション医学会 第44回北陸地方会生涯教育研修会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 運動機能の発達、洗練化、劣化の脳内神経基盤
3. 学会等名 第1回CiNet脳情報研究WS（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 自己受容感覚から形成される脳内身体表現
3. 学会等名 第日本ボバース研究会関東甲信越神ブロック合同症例発表会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 右半球下前頭-頭頂SLFIIIネットワークの身体認知と自己認知への関与と発達
3. 学会等名 東北大学肢体不自由学分野メジャーセミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 身体運動および身体認知機能を担う人間の脳活動の可塑的变化
3. 学会等名 本田技術研究所セミナー（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 身体図式と脳活動
3. 学会等名 日本バース研究会東北ブロック症例検討会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 自己受容感覚から形成される脳内身体表現
3. 学会等名 山梨県リハビリテーション専門職合同学会大会（招待講演）
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 自己受容感覚から形成される脳内身体表現とその発達
3. 学会等名 日本ボース研究会 北海道ブロック 第15回症例発表会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内藤栄一
2. 発表標題 自己受容感覚から形成される脳内身体表現とその発達
3. 学会等名 BINI perspective conference (招待講演)
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 1. 内藤栄一、守田知代	4. 発行年 2021年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 11
3. 書名 連合野ハンドブック	

1. 著者名 関和彦、内藤栄一	4. 発行年 2018年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 32
3. 書名 身体性システムとリハビリテーションの科学1 運動制御	

1. 著者名 内藤栄一	4. 発行年 2017年
2. 出版社 朝日新聞出版	5. 総ページ数 12
3. 書名 脳の神秘を探ってみよう	

1. 著者名 内藤栄一、他	4. 発行年 2017年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 5
3. 書名 手の百科事典	

〔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
研究協力者	守田 知代 (Morita Tomoyo)		
研究協力者	雨宮 薫 (Amemiya Kaoru)		
研究協力者	竹村 浩昌 (Takemura Hiromasa)		

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	廣瀬 智士 (Hirose Satoshi)		

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