

令和 4 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H04082

研究課題名(和文)パラリンピックブレイン -ヒト脳の機能的・構造的再編能力-

研究課題名(英文)Paralympic brain -ability of functional and structural reorganization in human brain-

研究代表者

中澤 公孝(Nakazawa, Kimitaka)

東京大学・大学院総合文化研究科・教授

研究者番号：90360677

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,200,000円

研究成果の概要(和文)：「パラリンピアンは神経リハビリテーションの最良モデルである」、本研究の結果、このような見方に至った。パラリンピアンは例外なく何らかの障害を有する。障害は先天性にせよ、中途にせよ、脳の代償性変化を誘導する。パラリンピアンには、代償性変化に加えて、競技トレーニングに伴う使用依存的可塑性が生じるため、健常アスリート以上の脳再編が生じると考えられる。この脳の再編は、競技パフォーマンスを最大化するための限界に近い身体トレーニングと、勝利や記録突破をめざす高いモチベーションがもたらすものであり、人間にとって最高水準の脳再編とみることができる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

パラリンピアンを調べることで、人間の脳がそもそもどの程度の再編能力を有するのか、その可能性を知る事ができる。この視点から、様々な障害特性を有する様々な競技者の脳機能と構造を調べた。その結果、パラリンピアンには障害及び競技特性に応じたユニークな再編が生じる事が明らかとなった。これをもたらす要因は障害に依存する脳の可塑的变化と競技特有なトレーニングに依存する可塑的变化であると考えられる。今後、その詳細な作用機序を明らかにすることで効果的・効率的なリハビリテーションプログラムやスポーツトレーニングへの応用が可能となると期待される。

研究成果の概要(英文)：Paralympic athletes can be excellent examples to help us understand how, and to what extent, the human brain reorganizes itself if intensive physical training is provided continuously after an injury. This can help us uncover the hidden potentials of CNS reorganization. In a Paralympic long jumper with unilateral below-knee amputation, we observed unique bilateral activation of the motor cortical area when he was exerting unilateral thigh muscle contractions of the amputated limb. In another study focusing on Paralympic powerlifters, we serendipitously discovered that individuals with complete motor and sensory spinal cord injuries (SCI) often had superior upper-limb motor function compared to those of able-bodied individuals as well as wheelchair users who have other types of lower-limb impairments and/or incomplete SCI. Both use-dependent plasticity and compensatory adaptation were hypothesized to underly the observed inferior motor function in their upper-limbs.

研究分野：神経科学

キーワード：脳の可塑性 身体障害 パラリンピック

1. 研究開始当初の背景

「人間の中枢神経は脳や身体の損傷後、どこまで再編する能力があるのか？」これが本研究の核心をなす学術的問いである。この問いの答えに近づくための最適な対象がパラアスリートの脳である。それは脳が自己再編するための最大要素と考えられる二つの要素、すなわちモチベーションと身体トレーニング、これらをパラアスリートは必然的に併せもっており、その脳にみられる再編こそ、人間の脳における自己再編の最大値に近いと想定されるからである。ではパラアスリートの脳は、諸種障害特性、競技特性に応じて構造的・機能的にどの程度再編されているのであろうか？これが本研究で直接解答することを企図する第一の学術的問いである。身体トレーニング(リハビリテーション)が運動課題依存的に脳の可塑性を引き出し、中枢神経の再編を誘導することはこれまでの神経科学研究が明らかにした。しかし、ヒトの中枢神経がどこまで再編する能力を有するのか、それを最大限引き出すための有効な方法が何かは神経科学が未だ答えることのできない学術的問いである。しかし動物実験においては近年、パラダイムシフトにつながる大きな発見があった。それはスイスの研究グループがラットの脊髄で実証した新たな神経回路の生成能力である。彼らは完全脊損ラットの脊髄への電氣的・薬理的な条件刺激を与えつつ脳の積極的参画を最大限高めるトレーニングを行うと脳からの下行性経路が脊髄内で反対側に結合する新たな回路を産むという従来考えられなかった神経回路の再編が起ることを実証した。この脳の参画を最大化するのがモチベーションであり、これこそが必須の要素であることが実験的に明らかになった。モチベーションなど情動系の関与の重要性を示唆する結果は、ロボットを用いた歩行トレーニングの効果を検証した無作為比較試験でも報告された。ロボットは理想的歩行パターンを正確に長く与えることができるため、リハ効果が大きいことが予想された。しかし実際にはモチベーションの鼓舞など療法士が直接かかわる歩行リハの効果が有意に大きいことが明らかになったのである。ではモチベーションは脳の可塑性をどのように促進し再編を誘導するのであろうか？これは本研究が直接的に答えることを目指す第二の学術的問いである。

2. 研究の目的

本研究は「ヒトの中枢神経が有する障害後の再編能力を解明すること」を最終目的とする。この最終目的に近づくために、パラアスリートの脳の構造的・機能的再編を明らかにすること、モチベーションが脳構造と可塑性に与える影響を明らかにすること、を大目標とする。

3. 研究の方法

義足幅跳びアスリート、脊髄損傷パワーリフター、脳性麻痺スイマー、先天性両上肢欠損アーチェリー選手などを対象として、MRIを用いた脳構造解析、fMRIを用いた脳機能解析、経頭蓋磁気刺激法(TMS)を用いた脳機能マップ作成、皮質脊髄路興奮性評価などを行った(図1)。

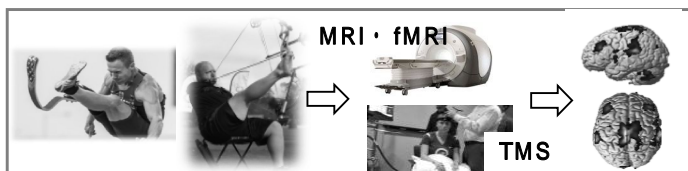


図1

4. 研究成果

研究期間全体を通じて、様々な障害特性を有する様々な競技者の脳機能と構造を調べた。その結果、パラリンピアンには障害及び競技特性に応じたユニークな再編が生じる事が明らかとなった。これをもたらし要因は障害に依存する脳の可塑的变化と競技特有なトレーニングに依存する可塑的变化であるとの結論に至った。以下では、代表的な研究成果をまとめて報告する。

(1) 義足のアスリート

義足の幅跳び選手で世界記録保持者MRの脳を機能的脳画像検査法(fMRI)を用いて調べた。実験の目的は下肢の各関節周りの筋を等尺性に収縮させる際の脳活動部位を明らかにすることであった。すなわち、1) 足関節底・背屈運動、2) 膝関節筋収縮、3) 大臀筋収縮、を左右それぞれで計6種類の課題を行った。その結果、fMRIにより検出された脳の活性領域は、右膝関節を除き、いずれの関節周囲筋を随意収縮させた際も対側の運動野を中心に強い活動が観察された(図2)。義足に直結している膝関節周囲筋を動かす時のみ、同側運動野の活動も観察された。同側性の脳活動は、脳卒中後の患者や高齢者においてもしばしば観察されることがある。しかしMRの義足側膝関節制御において観察された同側性の脳活動が何を意味するのかは不明であった。そこで、そもそも義足使用者でこのよう

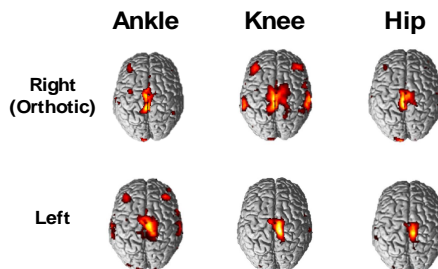


図2 MRが下肢関節周囲筋を収縮させた時に活動がみられた脳領域(運動野機能地図)。義足側膝関節周囲筋の活動時のみ両側性の運動野活動が観察された。

な現象がみられるのか、あるいは幅跳び選手において共通の現象なのか、についてまずははっきりさせることが必要と考え、それぞれ同様な検査を実施した。結果的には義足使用者、幅跳び選手共に、MRに見られたような脳活動は観察されなかった。このことは、単に義足を使用している、あるいは幅跳びのトレーニングを行っていることと同側性の脳活動に強い関連は無いことを示唆している。とすれば、義足を用いた特殊な運動スキル、すなわち幅跳びで好記録を打ち立てるための特異的なスキルを習得するために継続的に実施してきたトレーニングとの関連が強いと考えられる。そこで、MRと同じ下腿切断アスリートを対象として再度MRI実験を行った。対象は、走り幅跳びのアジア記録保持者であり、パラリンピック4位の男性選手(S)であった。その結果、この選手においても義足側の膝関節周囲筋を収縮させるときのみに同側性の活動が観察された。この結果は、MRや高跳び選手に観察された同側性の脳活動が、義足使用者に共通する特徴ではなく、むしろスポーツトレーニングを継続的に行ってきたこと、高度な義足操作を習得していること、との関連が強いことを示唆する。さらに、経頭蓋磁気刺激法(TMS)を用いて、義足肢で観察された同側運動野の活動が、同側皮質脊髄路の活性化に起因するのかを、膝関節伸筋である大腿直筋(RF)をターゲットとするTMS実験により調べた。その結果、義足側RFでは同側運動野刺激時に著明な運動誘発電位(MEP)が発現し、同側皮質脊髄路の活性化が確認された。RFの運動野支配領域は中心溝頭頂部近辺にあるため、TMS刺激強度が高くなると刺激のspreadにより、対側も刺激される確率は高くなると考えられる。しかし、Sの場合、はじめてMEPが発現する刺激強度(運動閾値)が同側においてむしろ低く、刺激電位の伝搬では説明がつかない。刺激強度とMEP振幅の関係(10曲線、通常s字曲線)から定量化される皮質脊髄路の興奮性もむしろ同側で高いという極めて特殊な反応を示した。これらの結果はこの被検者において、義足を最終的に操作する主要筋の同側皮質脊髄路興奮性が著明に更新していることを意味し、fMRIの結果は同側皮質脊髄路の活性化に起因することを強く支持している。同側皮質脊髄路は通常、健常者において、特に四肢の筋では使用されない。脳性麻痺や脳卒中患者の一部でこれが使用されるようになる例はこれまでも知られていたが、義足使用者において、しかも義足を最終的に操作する筋においてのみ同側皮質脊髄路が使用されるという例は、報告者が知る限り報告されていない。

(2)先天性上肢欠損アーチェリー選手

先天性上肢欠損のアーチェリー選手Mは上肢欠損のため日常生活動作のほとんどは下肢で代行している。アーチェリー動作は下肢のみを用いた独特のスタイルとなる。彼はこのスタイルで285m先の的を射抜くことに成功しており、健常者を含めて、最も遠くの的を射抜いた人類の世界記録としてギネスブックに認定された。彼の脳が再編されていることは容易に予想がついたが、どの程度再編されているのか、fMRIとTMSの両方を用いて脳の下肢機能マップを調べた。

fMRI 実験

下肢筋の機能マップを作成するために、1)足指を動かす課題、ならびに2)足関節、3)膝関節、4)股関節、それぞれの周囲筋を収縮させる課題を実施した。図3はその結果である。下肢のいずれの関節周囲筋を収縮する時の脳の活動領域は一目して広いことが明らかであった。特に際立っていたのは、足指を動かす時に活動する領域の広さである。全額面の断面図に示されているように、一般健常者の手指の領域にまで足指の領域が拡張していることが明らかであった。

TMS 実験

TMSは一般的に運動野との結合が強い前脛骨筋をターゲットとして、この筋に最大の運動誘発電位(MEP)が得られる位置(Hot spot)を中心としてその周囲を刺激し、MEPの振幅値の変化から機能地図を作成した。その結果、前脛骨筋の支配領域が頭頂から側頭に至る位置まで広がっていることが明らかとなった。

機能テスト

上記の検査から明らかとなったMの脳の再編が、Mの驚異的な下肢機能と関連していることは明らかである。脳卒中後のリハビリなどにおいて手の巧緻性を検査するペグボードを用いて、Mの足指と下肢全体の巧緻性を調べた。通常1分間で何個ペグをボードに立てることができるかを調べる道具であるが、彼は約50秒ですべてのペグを指定の位置に立ててしまった。さらに、書字機能を調べるテストも行ったところ、これも大学院生が上肢で実施した時の得点と同等の得点となった。

以上、Mに観察された脳の再編性は、Mが先天性上肢欠損のため、幼い時から下肢を上肢の様に使う生活をしてきたことに起因することは疑いない。否応なく脳の代行能力が最大限発揮され、そして使用

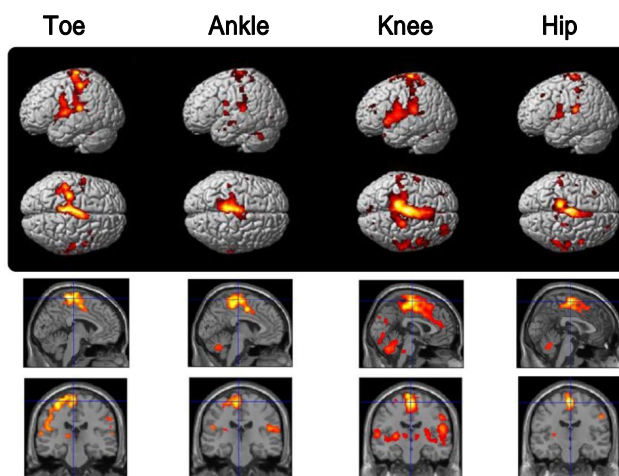


図3 Mが下肢の各関節周囲筋を収縮させている時に活動する脳領域。下二段は矢状面と全額面の断面図

依存的 (use-dependent) 可塑性が最大限誘導され、結果として本来手指を司る運動野の領域にまで下肢支配領域が拡張するような劇的な再編が生じたのであろう。

(3) パラスイマー

脳性まひスイマー KJ は出生時に脳卒中を発症し、右脳に大きな損傷を負った。右の運動野や感覚野の広範な領域が損傷しており、運動、感覚に重度の麻痺が残った。日常生活において、左上肢は肘関節が軽度屈曲位を呈し、手指の巧緻運動が困難であった。左上肢は日常生活機能の実用に届かないレベルであった。しかし、KJ は水中においては自由形を最も得意とし、クロールで用いる上肢動作が可能であったことから、水中では麻痺側肩関節の前方挙上角度 180 度程度が可能であったと推察される。

TMS 実験

TMS を用いて左右の第一背側骨間筋 (FDI) の運動誘発電位 (MEP) を記録した。その結果、FDI を支配する運動野の M1 細胞の位置は損傷後の再編によって大きく移動していることが分かった。

(4) パワーリフティング

パワーリフティングは、パラリンピック競技の中で唯一、その記録が健常者の記録よりも優れている競技として知られている。パワーリフティング選手の多くは脊髄損傷などで下肢に障害をもっている。パワーリフティングはベンチプレスの重量を競うのであるが、健常者では床と下肢間の反力を利用することができる。パワーリフターはこの反力を利用することができないため、バイオメカニクス的に明らかに不利である。にもかかわらず、パラパワーリフターの記録が良いのはなぜなのか。この疑問に答えるべく、パワーリフターの脳を調べた。まず、機能的脳画像法 (fMRI) を用いて、運動野のいわゆる上肢機能マップを確認することにした。その結果は、パワーリフターに特徴的なものであったが、ここでは紙面の都合上割愛する。一方、この検査の最中に当初予想していなかったパワーリフターの特徴が明らかとなった。それをきっかけに脊髄損傷者の上肢機能に関する新たな発見につながったので、以下で紹介する

健常者より優れた上肢の能力

前述した fMRI 検査の中には握力計を用いたグリッピングテストが含まれていた。この検査では、MRI 装置の中で、モニターに表示される目標握力 (最大の 1 割、2 割などの軽い握力) を 10 秒程度発揮してもらった。この検査の過程で、私たちはパワーリフターの方が発揮する力の正確性が際立って優れていることに気がついた。そこでまず、パワーリフターが発揮していた握力の揺れを調べたところ、明らかに健常リフターより小さく、一般学生などと比べても安定していることが分かった。そこで、アスリート、ノンアスリートにかかわらず、脊髄損傷やその他の障害のために、日常的に車いすを使用している方を対象として調べることにした。その結果を図 2 に示す。

図 4 は、臨床的脊髄完全損傷 (cSCI) それ以外の下肢障害、そして健常者の 3 グループにおける握力の変動 (変動係数、CV) の比較である。この結果から、脊髄完全損傷グループの変動係数が際立って低い、すなわち力の変動が少ないことが明らかとなった。特に 65%MVC 時は、健常者に比べて、ほぼ二倍安定性が優れているといえる。さらに、65%MVC 時では、脊髄完全損傷以外が原因の下肢しょうがいグループに比べても、cSCI グループの変動係数は有意に低い。この結果は、下肢障害に伴う日常での上肢使用頻度の増加が、cSCI グループの CV を低下させた唯一の原因ではないことを強く示唆する。おそらく、cSCI グループに特有の感覚麻痺が重要な要因である可能性が高い。つまり、下肢から脳への体性感覚入力喪失が、脳内の感覚運動系の変化を促進し、上肢の代償性使用頻度の増加とあいまって、上肢運動機能の発達を促した、という仮説が導かれる。私たちはさらに脳の構造解析を用い、cSCI グループでは両側の上頭頂小葉の大きさが健常者より発達していることを明らかにした。すなわち、cSCI グループの上肢機能の発達は、脳の構造的変化をも伴っていたことが示唆された。

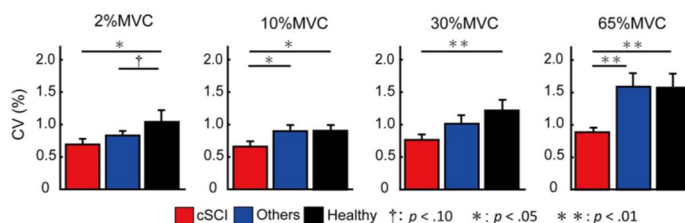


図4 握力発揮の安定度 (変動係数、CV) の比較。C SCI : 脊髄完全損傷者、Others : 脊髄完全損傷以外が原因の下肢しょうがい者、Healthy : 健常者 Nakanishi et al. Exp Brain Res (2019)より引用

(5) まとめ

障害があるアスリートの脳を調べることで人間の脳が本来有する再編能力の一端が明らかになる。これがパラリンピックブレイン研究に通底する視座である。障がいとは社会や環境との関係において定義されるが、そもそも人間は障がいの有無で二分できる生物ではない。様々な身体的特徴を有する人間が連続的に分布しているのである。四肢の一部を欠損したり、脳の一部を損傷した、そのような特徴を有する人が身体的トレーニングを継続すると、正規分布の中央に近い分布に位置する人たちに比べて脳の適応能力は際立って高いらしい。

パラリンピックブレイン研究が明らかにしつつある人間の潜在能力の一端である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Mizuguchi N, Nakagawa K, Tazawa Y, Kanosue K, Nakazawa K.	4. 巻 23
2. 論文標題 Functional plasticity of the ipsilateral primary sensorimotor cortex in an elite long jumper with below-knee amputation.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroimage Clin.	6. 最初と最後の頁 101847
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nicl.2019.101847	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 Nakagawa K, Takemi M, Nakanishi T, Sasaki A, Nakazawa K	4. 巻 25
2. 論文標題 Cortical reorganization of lower-limb motor representations in an elite archery athlete with congenital amputation of both arms.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 NeuroImage: Clinical 25:102144.	6. 最初と最後の頁 102144
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.nicl.2019.102144	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 Nakanishi T, Kobayashi H, Obata H, Nakagawa K, Nakazawa K	4. 巻 237
2. 論文標題 Remarkable hand grip steadiness in individuals with complete spinal cord injury.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Experimental Brain Research	6. 最初と最後の頁 3175-3183
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00221-019-05656-2	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 Nakazawa K, Obata H, Nozaki D, Uehara S, Celnik P	4. 巻 8(4), 46
2. 論文標題 “Paralympic Brain”. Compensation and Reorganization of a Damaged Human Brain with Intensive Physical Training.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Sports	6. 最初と最後の頁 E46
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/sports8040046	査読の有無 無
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 該当する

1. 著者名 中澤公孝	4. 巻 42
2. 論文標題 トップアスリート研究の意義 -パラアスリートの脳研究を通じて	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 バイオメカニズム学会誌	6. 最初と最後の頁 19-24
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 中澤公孝	4. 巻 71
2. 論文標題 パラリンピックブレイン パラアスリートの脳の再編	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Brain & Nerve -神経研究の進歩	6. 最初と最後の頁 105-112
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11477/mf.1416201229	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 Nakazawa Kimitaka	4. 巻 Publish Ahead of Print
2. 論文標題 Brain Reorganization and Neural Plasticity in Elite Athletes With Physical Impairments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Exercise and Sport Sciences Reviews	6. 最初と最後の頁 online
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1249/JES.0000000000000288	査読の有無 無
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 Nakanishi Tomoya, Mizuguchi Nobuaki, Nakagawa Kento, Nakazawa Kimitaka	4. 巻 35
2. 論文標題 Para-Sports can Promote Functional Reorganization in the Ipsilateral Primary Motor Cortex of Lower Limbs Amputee	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurorehabilitation and Neural Repair	6. 最初と最後の頁 1112 ~ 1123
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/15459683211056660	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 Nakanishi Tomoya, Nakagawa Kento, Kobayashi Hirofumi, Kudo Kazutoshi, Nakazawa Kimitaka	4. 巻 35
2. 論文標題 Specific Brain Reorganization Underlying Superior Upper Limb Motor Function After Spinal Cord Injury: A Multimodal MRI Study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neurorehabilitation and Neural Repair	6. 最初と最後の頁 220 ~ 232
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1545968321989347	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25件 (うち招待講演 25件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Nakazawa K
2. 発表標題 Paralympic Brain - showing reorganizability of human brain -
3. 学会等名 International Research Forum on Biomechanics of Running-specific Prostheses (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 リハビリテーションと中枢神経の再編 パラアスリーの脳研究から見てきたこと
3. 学会等名 運動神経科学研究会、第13回脳神経科学東京セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-パラアスリートに診る身体の再編能力-
3. 学会等名 ヒューマンオーグメンテーション学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Nakazawa K
2. 発表標題 Neural Mechanisms Underlying Robot-Assisted Training
3. 学会等名 40th International Conference of the IEEE, Engineering in Medicine and biology Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン -脳の代償および再編能力-
3. 学会等名 バイオメカニズム学会 (招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレインー脳の代償および再編能力ー
3. 学会等名 第8回都医学研シンポジウム「スポーツ脳科学の創成」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピアンにみる人間の脳の再編能力
3. 学会等名 URCFシンポジウム、「身体・脳・スポーツと超臨場感技術」(招待講演)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレインーパラリンピック選手はりハピリの最良モデルー
3. 学会等名 宮城県スポーツ医学懇話会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimitaka Nakazawa
2. 発表標題 Paralympic Brain - showing reorganizability of human brain -
3. 学会等名 9th FAOPS congress, -Sports and Brain-（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレインー障害があるアスリートの脳はニューロリハのお手本ー
3. 学会等名 第38回東京都理学療法学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレインーパラアスリートの脳にみる再編能力ー
3. 学会等名 ARIHHP第50回Human High Performance セミナー（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-パラアスリートの脳にみる再編能力-
3. 学会等名 日本学術会議「スポーツの価値」の普及の在り方に関する委員会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kimitaka Nakazawa
2. 発表標題 Paralympic Brain - compensation and reorganization in human brain -
3. 学会等名 The 1st International Sport Neuroscience Conference 2019（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-パラアスリートの脳にみる再編能力-
3. 学会等名 第31回リハビリテーション看護学会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン -パラアスリートの脳にみる再編能力-
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 中澤公孝
2. 発表標題 スポーツ科学研究成果の社会還元 -パラリンピックブレインが意味するもの-
3. 学会等名 SPORTEC (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-ニューロリハモデルとしてのパラアスリートの脳-
3. 学会等名 第17回脳神経科学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピアン of 脳 義足アスリートの脳再編
3. 学会等名 第36回 日本義肢装具学会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-ニューロリハモデルとしてのパラアスリートの脳-
3. 学会等名 7大学連携スポーツ・リベラルアーツ講座 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 Paralympic brain - compensation and reorganization in human brain
3. 学会等名 The 5th International Forum on Blast Injury Countermeasures (IFBIC) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピックブレイン-ニューロリハモデルとしてのパラアスリートの脳-
3. 学会等名 第19回脳神経科学セミナー (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピアン of 脳 代償、適応と再編
3. 学会等名 第30回日本障がい者スポーツ学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラアスリートにみる脳の再編可能性
3. 学会等名 第29回運動生理学会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピアンにみる人間の脳の可能性
3. 学会等名 愛知県栄養士会、スポーツ栄養セミナー（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中澤公孝
2. 発表標題 パラリンピアン脳の脳-脳の再編能力
3. 学会等名 SPORTEC（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 中澤 公孝	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 192
3. 書名 パラリンピックブレイン	

〔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	西村 幸男 (Nishimura Yukio) (20390693)	公益財団法人東京都医学総合研究所・認知症・高次脳機能研究分野・プロジェクトリーダー (82609)	

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
研究分担者	荒牧 勇 (Aramaki Yu) (40414023)	中京大学・スポーツ科学部・教授 (33908)	
研究分担者	野崎 大地 (Nozaki Daichi) (70360683)	東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・教授 (12601)	

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