

令和 5 年 6 月 2 日現在

機関番号：14501

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K16575

研究課題名（和文）ヒト脳における電気生理的コネクトームの構築と神経疾患へのグラフ理論的アプローチ

研究課題名（英文）Graph theoretical approach for neurological disorders with electrophysiological connectome

研究代表者

十河 正弥（Togo, Masaya）

神戸大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：90704784

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：頭蓋内電極を使用して、皮質間結合を有向性に評価する電気的線維追跡法である cortico-cortical evoked potential (CCEP)により電気生理的コネクトームを作成し、皮質の有する高次脳機能や、てんかん発作関連部位におけるネットワーク構造の特徴を明らかにすることを目標とした。成果としては高次の機能野と一次の運動感覚野のoutbound/inboundの特徴の違いを示し、また発作焦点では遅い潜時の誘発電位の振幅が変容している可能性を示した。発作焦点においては側頭葉では誘発電位の振幅が大きくなることを示した。論文としては内側頭頂葉における電気的結合性の差異を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

脳機能、脳疾患において脳内のネットワーク構造は非常に重要であるが、臨床現場で脳のネットワーク構造の情報が治療に活用されることは少ない。本研究では難治てんかん患者で術前精査目的に頭蓋内電極を留置した症例において皮質皮質間誘発電位を用いて電気生理学的ネットワークを作成し、脳内ネットワークの構造と正常脳機能、てんかんの関連を解析した。結果、高次機能野ではネットワーク内の入出力数が低次の領域では異なること、また発作焦点では入出力強度が変容しやすいことを示した。本研究は脳のネットワークとしての理解を進め、ネットワークの観点からの発作焦点や高次機能野の同定、外科的手術における機能部位の温存に有用と考えられる。

研究成果の概要（英文）：We used intracranial electrodes to generate an electrophysiological connectome using cortico-cortical evoked potential (CCEP), an electrical fiber tracing method, to characterize higher cortical brain functions and network structures in seizure onset zones. The goal of the project was to clarify higher cortical brain functions and network structure characteristics in seizure onset zones. The results showed that the outbound/inbound features of higher-order functional areas and primary motor-sensory areas are different for both early latency (N1) evoked potentials and late latency (N2) evoked potentials, and that the amplitude of N2 potentials may be altered in the seizure focus. The amplitude of N2 potentials in the temporal lobe increased in the seizure focus, while the amplitude of N2 potentials in the other brain lobes remained unchanged. We also published the paper that showed differences in connectivity in the medial parietal lobe.

研究分野：脳神経内科学

キーワード：コネクトーム グラフ理論 高次脳機能 皮質皮質間誘発電位

1. 研究開始当初の背景

臨床現場で最も神経ネットワークの評価が求められる場面の一つには、機能的脳外科におけるてんかん発作伝播様式の同定や、高次脳機能評価を基にした切除領域の決定が挙げられる。てんかん発作起始や皮質機能の同定は近年進歩しているが、それでも症例によっては不十分で、発作起始と考えられた部位を切除しても発作が再発したり、切除後に想定していなかった機能障害が出現したりすることを経験する。これまでの評価は主に限局した皮質の活動をもとに発作起始や皮質機能を同定しているが、皮質間の脳内ネットワークの構造がどのように発作や皮質機能に関与しているかは検討があまりなされていない。

ヒト脳ネットワークの評価のため現在主に用いられている結合性の指標としては、MRI 拡散強調画像によるトラクトグラフィを使用した解剖学的結合性や、機能的 MRI (fMRI) を使用した機能的結合性がある。機能的脳外科において、上記のような MRI を用いた結合性の評価をてんかん発作の電気生理学的な評価と組み合わせることは、fMRI における BOLD 信号は皮質間結合を直接評価できていないこと、頭蓋内電極留置時に MRI が撮像できず、電極留置による脳の腫れ・圧迫などによるゆがみの問題で、術前術後の画像の重ね合わせも困難であること、皮質間結合を cm 単位の空間解像度で評価が困難であることから、臨床的判断を左右するだけの精度は保証されておらず、現在も頭蓋内電極を用いて可能な結合性の評価が必要となっている。そのような状況のため、電気生理学的な解析手法を用いたネットワーク結合性の評価は临床上重要な意味を持つと期待されている。

これまで電気生理学的な結合性の指標の一つとして、皮質を刺激し、皮質間結合を介して遠隔皮質への誘発電位として記録される皮質皮質間誘発電位 (Cortico-cortical evoked potential [CCEP]) がある。本手法は電気生理学的な指標で、てんかん手術においててんかん発作、高次脳機能の詳細な評価と並行して評価が可能であること、また現在主流の MRI による解剖学的結合性や機能的結合性と異なり、情報がどちらに流れているか結合性の方向を定めることも可能という利点を有する。

2. 研究の目的

CCEP を用いてヒト脳における電気生理学的コネクトームを作成し、高次脳機能を有する皮質や、てんかんの伝播に関わるネットワーク構造の特徴を明らかにし、機能的脳外科への応用とヒト脳における神経ネットワークの高次機能、てんかんへの関与への解明を目指す。

3. 研究の方法

電気生理学的コネクトームの作成：

京都大学医学部附属病院で難治性部分てんかんの術前評価目的に硬膜下電極、深部電極を留置した患者で本研究計画に同意を得た者を対象に、全電極に網羅的に 1 Hz の低周波電気刺激を加え、刺激電極以外の全電極から CCEP を測定する。誘発電位 (潜時が 50ms 以内の N1, 50ms 以上の N2 電位) を解析対象とし、その振幅が刺激前のベースラインの活動の 6SD 以上であった電極を刺激電極と有意な結合を持つ電極とし、皮質間ネ

ネットワークを作成する。各電極の他の電極からの入力電極数 (inbound)、他電極への出力電極数 (outbound)、クラスター係数、中心性、パス長を始めとするグラフ理論で一般的に用いられる指標を求め、ネットワークのハブを同定する。

高次脳機能を有する皮質や、てんかんの伝播に関わるネットワーク構造の特徴：

上記に加え 50Hz の高頻度電気刺激で各電極の皮質機能 (言語、高次運動、一次運動感覚) を特定、てんかん原性と伝播に関して発作起始部と発作が伝播した電極、発作間欠期にてんかん性放電を認める領域を臨床的に同定し、同部位のネットワーク構造を抽出する。

4. 研究成果

本研究で、頭蓋内電極を使用して、皮質間結合を有向性に評価する電氣的線維追跡法である cortico-cortical evoked potential (CCEP) により電気生理的コネクトームを作成し、皮質の有する高次脳機能や、てんかん発作関連部位におけるネットワーク構造の特徴を明らかにした。研究成果としては以下の通りである。

高次機能

高次運動皮質や言語関連の皮質は一次運動感覚野と比較して outbound/inbound の値がそれぞれ大きくなり日本神経科学大会 2020) 特に早い潜時の誘発電位 (N1 電位) よりも遅い潜時の誘発電位 (N2 電位) でより明らかであった (日本神経学会 2021)。

てんかん発作関連部位

またてんかん原性との関連については、てんかん発作焦点では入力される誘発電位振幅の総和が焦点以外の部位よりも大きくなること (日本神経学会 2020)、焦点切除術後に発作再発を認めた症例ではネットワーク全体の密度が低下していること (日本臨床神経生理学会 2020) を示した。また 2022 年度には発作焦点においては側頭葉では遅い潜時の誘発電位の振幅が大きくなるが、それ以外の脳葉では変化が少ないことを示した (日本神経学会 2022)。当初予定していた解析は上記で終了したため、今後論文を予定している。

その他内側頭頂葉における結合性の差異を示し、Default mode network やてんかん発作症状の神経基盤であることを示し論文も受理された (American Epilepsy Society 2022, Togo et al., Neuroimage. 2022)。また高次運動野における機能分化と結合性の差異に関しても論文作成しており、今年の投稿を予定している。今後も研究を進め、ヒト脳における病態ネットワーク/機能ネットワーク内での各皮質のクラスター性、中心性等の構造特徴を解明し、さらに皮質機能や皮質切除後の機能障害、発作抑制等の臨床情報と合わせて検討することで、より確実にてんかん発作の伝播を阻害し、高次機能を保つことを可能にする臨床的指標の確立を目指す

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Yoshimura Hajime, Togo Masaya, Ishii Junko, Ishiyama Hiroyuki, Tamura Ryota, Kimura Masamune, Kuroda Takehito, Kusunoki Susumu, Kawamoto Michi, Kohara Nobuo	4. 巻 6
2. 論文標題 Electroencephalographic findings in Bickerstaff's brainstem encephalitis: A possible reflection of the dysfunction of the ascending reticular activating system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology Practice	6. 最初と最後の頁 29~35
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.cnp.2020.11.004	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 Koda Kazuma, Makino Ai, Yoshikawa Masaaki, Nishioka Hitomi, Okayama Kiminobu, Togo Masaya, Chihara Norio, Ueda Takehiro, Sekiguchi Kenji, Matsumoto Riki	4. 巻 0
2. 論文標題 Bilateral fusiform gyrus contusions after head injury on the left parietal region	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Neurology and Clinical Neuroscience	6. 最初と最後の頁 1~2
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ncn3.12600	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 Togo Masaya, Inouchi Morito, Matsumoto Riki, Sawamoto Nobukatsu, Ikeda Akio, Takahashi Ryosuke	4. 巻 60
2. 論文標題 A case of refractory generalized atonic seizure and hemifacial spasm with the possible causative pontocerebellar lesion	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Rinsho Shinkeigaku	6. 最初と最後の頁 362~366
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5692/clinicalneurolog.cn-001368	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 Inoue Takeshi, Kobayashi Katsuya, Matsumoto Riki, Inouchi Morito, Togo Masaya, Togawa Junpei, et al.	4. 巻 131
2. 論文標題 Engagement of cortico-cortical and cortico-subcortical networks in a patient with epileptic spasms: An integrated neurophysiological study.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology	6. 最初と最後の頁 2255~264
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.clinph.2020.04.167.	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 Yoshimura Hajime, Togo Masaya, Ishii Junko, Ishiyama Hiroyuki, Tamura Ryota, Kimura Masamune, Kuroda Takehito, Kusunoki Susumu, Kawamoto Michi, Kohara Nobuo	4. 巻 6
2. 論文標題 Electroencephalographic findings in Bickerstaff's brainstem encephalitis: A possible reflection of the dysfunction of the ascending reticular activating system	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Clinical Neurophysiology Practice	6. 最初と最後の頁 29 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cnp.2020.11.004	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 Morita Kohei, Nuki Yoshitsugu, Hashizume Hiroya, Togo Masaya	4. 巻 45
2. 論文標題 Persistent Hiccups Induced by Supratentorial Infarcts and Successful Treatment With a Combination of Perampanel and Baclofen: A Case Report	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Clinical Neuropharmacology	6. 最初と最後の頁 135 ~ 138
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1097/WNF.0000000000000514	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 Togo Masaya, Matsumoto Riki, Usami Kiyohide, Kobayashi Katsuya, Takeyama Hirofumi, Nakae Takuro, Shimotake Akihiro, Kikuchi Takayuki, Yoshida Kazumichi, Matsunashi Masao, Kunieda Takeharu, Miyamoto Susumu, Takahashi Ryosuke, Ikeda Akio	4. 巻 263
2. 論文標題 Distinct connectivity patterns in human medial parietal cortices: Evidence from standardized connectivity map using cortico-cortical evoked potential	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 NeuroImage	6. 最初と最後の頁 119639 ~ 119639
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neuroimage.2022.119639	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 Tomoko Tanaka, Masaya Togo, Kiminobu Okayama, Norio Chihara, Takehiro Ueda, Kenji Sekiguchi, Riki Matsumoto	4. 巻 -
2. 論文標題 Cingulate seizure as a clinical manifestation of anti-MOG antibody-positive cerebral cortical encephalitis of two cases	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Rinsho Shinkeigaku	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) 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20件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件）

1. 発表者名 Masaya Togo, Riki Matsumoto, Takuro Nakae, Katsuya Kobayashi, Kiyohide Usami, Akihiro Shimotake, Takayuki Kikuchi, Kazumichi Yoshida, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Susumu Miyamoto, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda
2. 発表標題 Modification of effective connectivity strength in interareal cortical networks from the seizure onset zone: a cortico-cortical evoked potential study
3. 学会等名 第13回アジアオセアニアてんかん学会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器, 中江 卓郎, 小林 勝哉, 宇佐美 清英, 下竹 昭寛, 菊池 隆幸, 松橋 眞生, 國枝 武治, 宮本 享, 高橋 良輔, 池田 昭夫
2. 発表標題 Characteristics of intercortical networks created with late cortico-cortical evoked potential
3. 学会等名 第62回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器, 中江 卓郎, 小林 勝哉, 宇佐美 清英, 下竹 昭寛, 菊池 隆幸, 松橋 眞生, 國枝 武治, 宮本 享, 高橋 良輔, 池田 昭夫
2. 発表標題 Connectivity strength modification in interareal cortical networks from the seizure onset zone: a cortico-cortical evoked potential study
3. 学会等名 第54回日本てんかん学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Tomoko Tanaka, Masaya Togo, Norio Chihara, Takehiro Ueda, Kenji Sekiguchi, Riki Matsumoto
2. 発表標題 Two cases with acute symptomatic seizures arising from cingulate cortex due to anti-myelin oligodendrocyte glycoprotein (MOG) antibody-positive cerebral cortical encephalitis
3. 学会等名 第13回アジアオセアニアてんかん学会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Sayaka Akazawa, Masaya Togo, Kohei Morimoto, Kento Matoba, Kiminobu Okayama, Norio Chihara, Takehiro Ueda, Kenji Sekiguchi, Riki Matsumoto
2. 発表標題 Characteristics of spatial distributions of epileptic discharges in temporal lobe epilepsy with amygdala enlargement (TLE-AE)
3. 学会等名 第13回アジアオセアニアてんかん学会（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器
2. 発表標題 代謝性・中毒性脳症の脳波：判読の現状と展望
3. 学会等名 第35回日本神経救急学会学術集会（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 的場 健人, 松本 理器, 下竹 昭寛, 中江 卓郎, 今村 久司, 十河 正弥ら
2. 発表標題 側頭葉底面言語野の機能解剖：皮質電気刺激マッピング結果の統計学的検討.
3. 学会等名 第62回日本神経学会学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器, 迎 伸孝, 武山 博文, 中江 卓郎, 小林 勝哉, 宇佐美 清英, 下竹 昭寛, 松橋 眞生, 菊池 隆幸, 吉田 和道, 國枝 武治, 宮本 享, 高橋 良輔, 池田 昭夫.
2. 発表標題 ヒト一次運動感覚野と高次運動/言語皮質における皮質間ネットワークの特徴の差異：皮質皮質間誘発電位を用いた検討.
3. 学会等名 第44回日本神経科学大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器, 迎 伸孝 小林 勝哉, 宇佐美 清英, 下竹 昭寛, 中江 卓郎, 菊池 隆幸, 吉田 和道, 松橋 眞生, 國枝 武治, 宮本 享, 高橋 良輔, 池田 昭夫.
2. 発表標題 Characteristics of the intercortical epileptic network: a cortico-cortical evoked potential study.
3. 学会等名 第61回日本神経学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 十河 正弥, 松本 理器, 武山 博文, 小林 勝哉, 宇佐美 清英, 下竹 昭寛, 松橋 眞生, 菊池 隆幸, 吉田 和道, 國枝 武治, 宮本 享, 高橋 良輔, 池田 昭夫.
2. 発表標題 難治部分てんかん患者における皮質間ネットワークの特徴と臨床所見との関連: 皮質皮質間誘発電位を用いた検討.
3. 学会等名 第50回日本臨床神経生理学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 吉村 元, 十河 正弥, 石井 淳子, 比谷 里美, 乾 涼磨, 中澤 晋作, 木村 正夢嶺, 黒田 健仁, 角替 麻里絵, 石山 浩之, 前川 嵩太, 村上 泰隆, 藤原 悟, 尾原 信行, 川本 未知, 幸原 伸夫.
2. 発表標題 Bickerstaff型脳幹脳炎における上行性網様体賦活系の障害に伴う脳波変化.
3. 学会等名 第50回日本臨床神経生理学会学術大会.
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masaya Togo, Riki Matsumoto, Takuro Nakae, Katsuya Kobayashi, Kiyohide Usami, Akihiro Shimotake, Takayuki Kikuchi, Kazumichi Yoshida, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Susumu Miyamoto, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda
2. 発表標題 Characteristics of intercortical networks created with late cortico-cortical evoked potential
3. 学会等名 第62回日本神経学会学術大会.
4. 発表年 2021年

1. 発表者名	Masaya Togo, Riki Matsumoto, Takuro Nakae, Katsuya Kobayashi, Kiyohide Usami, Akihiro Shimotake, Takayuki Kikuchi, Kazumichi Yoshida, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Susumu Miyamoto, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda
2. 発表標題	Modification of effective connectivity strength in interareal cortical networks from the seizure onset zone: a cortico-cortical evoked potential study
3. 学会等名	The 13th Asian&Oceanian Epilepsy Congress
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	十河 正弥, 松本 理器
2. 発表標題	代謝性・中毒性脳症の脳波：判読の現状と展望
3. 学会等名	第35回日本神経救急学会学術集会（招待講演）
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	Masaya Togo, Riki Matsumoto, Kiyohide Usami, Katsuya Kobayashi, Hirofumi Takeyama, Takuro Nakae, Akihiro Shimotake, Takayuki Kikuchi, Kazumichi Yoshida, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Susumu Miyamoto, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda
2. 発表標題	Distinct connectivity patterns in human medial parietal cortices: evidence from standardized connectivity map using corticocortical evoked potential.
3. 学会等名	American Epilepsy Society 2022（国際学会）
4. 発表年	2022年

1. 発表者名	Masaya Togo, Riki Matsumoto, Katsuya Kobayashi, Takuro Nakae, Naoya Mimura, Mayumi Otani, Kiyohide Usami, Akihiro Shimotake, Takayuki Kikuchi, Kazumichi Yoshida, Masao Matsuhashi, Takeharu Kunieda, Susumu Miyamoto, Ryosuke Takahashi, Akio Ikeda
2. 発表標題	Excitatory/inhibitory balance to and from the seizure onset zone varies among different lobes in epilepsy
3. 学会等名	第63回日本神経学会学術大会.
4. 発表年	2022年

1. 発表者名 十河正弥, 林拓也, 麻生俊彦, 小林勝哉, 宇佐美清英, 下竹昭寛, 松橋眞生, 菊池隆幸, 吉田和道, 國枝武治, 宮本享, 高橋良輔, 松本理器, 池田昭夫
2. 発表標題 皮質皮質間誘発電位(CCEP)のN2電位は安静時fMRI機能的結合性と相関する: Human Connectome Project (HCP) データベースとの比較研究
3. 学会等名 第52回日本臨床神経生理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 十河正弥, 岡山公宣, 的場健人, 森本耕平, 武田早紀, 植松 美和, 中西のりこ, 堺 亜香, 中谷 真子, 廣田 大, 千原 典夫, 藤本陽介, 篠山隆司, 松本理器
2. 発表標題 大学病院での長時間ビデオ脳波モニタリング検査立ち上げの経験
3. 学会等名 第18回てんかん学会近畿地方会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 十河正弥
2. 発表標題 脳神経内科医からみた ICU脳波の面白さ、可能性
3. 学会等名 第52回日本臨床神経生理学会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 芦崎太一郎, 十河正弥, 宇田有希, 木村正夢嶺, 的場健人, 古東秀介, 千原典夫, 関口兼司, 松本理器
2. 発表標題 右前頭葉焦点切除術後に歩行開始で誘発される強直発作が出現した難治性焦点てんかんの一例
3. 学会等名 第124回日本神経学会近畿地方会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計9件

1. 著者名 十河正弥, 松本理器	4. 発行年 2021年
2. 出版社 日本神経治療学会	5. 総ページ数 2
3. 書名 神経疾患治療の進歩 (機能性疾患の治療の進歩)	

1. 著者名 十河正弥, 松本理器	4. 発行年 2021年
2. 出版社 中山書店	5. 総ページ数 5
3. 書名 講座 精神疾患の臨床 第6巻 『てんかん 睡眠・覚醒障害』	

1. 著者名 十河正弥, 松本理器	4. 発行年 2021年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 2
3. 書名 1ページでわかる内科疾患の診療ノート	

1. 著者名 十河 正弥, 松本 理器.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 8
3. 書名 てんかん、早わかり！ 診療アルゴリズムと病態別アトラス	

1. 著者名 十河 正弥, 松本 理器.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 7
3. 書名 脳神経外科	

1. 著者名 十河 正弥, 森本 耕平, 松本 理器.	4. 発行年 2020年
2. 出版社 医学書院	5. 総ページ数 12
3. 書名 BRAIN and NERVE.	

1. 著者名 十河 正弥, 松本 理器.	4. 発行年 2021年
2. 出版社 中外医学社	5. 総ページ数 4
3. 書名 Clinical Neuroscience	

1. 著者名 十河 正弥, 松本 理器.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 南江堂	5. 総ページ数 4
3. 書名 1ページでわかる内科疾患の診療ノート	

1. 著者名 十河 正弥, 松本 理器.	4. 発行年 2022年
2. 出版社 日本神経治療学会	5. 総ページ数 4
3. 書名 神経疾患の治療の進歩 (2021)	

〔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
---------	---------