

令和 6 年 6 月 2 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K08228

研究課題名（和文）脳波-近赤外分光法同時記録を用いたサブプレート・ニューロンの脳血流動態の解明

研究課題名（英文）Elucidation of cerebral hemodynamics of subplate neurons using simultaneous recording of electroencephalogram and functional near-infrared spectroscopy

研究代表者

城所 博之（Kidokoro, Hiroyuki）

名古屋大学・医学部附属病院・講師

研究者番号：20647466

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：サブプレート・ニューロン(SpN)は、発達期の脳皮質形成や脳内ネットワークの構築に重要な役割を果たす。ヒト早産児脳波に見られるブラッシュがSpNの活動を反映する自発的電気活動であることが示されている。本研究は、脳波と機能的近赤外分光法を同時記録することで、以下の新知見を得た。1) ブラッシュを自動検出するアルゴリズムを世界で初めて開発した。2) ブラッシュに対応する脳局所血流動態を明らかにした。3) 早産児脳波にみられるブラッシュの経時的変化と生後18か月時点の自閉特性との関連を明らかにした。本研究は、SpNが胎生期の脳発達に重要な役割を果たすことをヒトで実証する意義があった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、ヒト早産児を対象に、脳波と機能的近赤外分光法（fNIRS）の同時記録を多チャンネルで行い、サブプレート・ニューロンの神経活動に反応する脳血流反応を明らかにした。さらに、サブプレート・ニューロンの活動動態が、将来の脳構造や脳機能、神経ネットワーク形成に及ぼす影響を明らかにした。本研究は、げっ歯類の実験から導かれた仮説「サブプレート・ニューロンが胎生期の脳発達や神経ネットワーク構築に重要な役割を果たす」ことをヒトで実証する意義がある。

研究成果の概要（英文）：Subplate neurons (SpNs) play a crucial role in the formation of the developing cerebral cortex and the construction of neural networks. It has been demonstrated that the spontaneous electrical activity seen as brushes in the EEG of preterm infants reflects the activity of SpNs. This study, by simultaneously recording EEG and functional near-infrared spectroscopy, yielded the following new findings: 1) We developed an algorithm for the automatic detection of brushes. 2) We elucidated the local cerebral hemodynamics corresponding to the brushes. 3) We clarified the relationship between the temporal changes in brushes observed in the EEG of preterm infants and the autistic traits at 18 months of corrected age. This study is significant in demonstrating the critical role of SpNs in human brain development during the fetal period.

研究分野：小児神経学

キーワード：サブプレート 早産児 脳波 近赤外分光法 ブラッシュ 神経発達 自閉スペクトラム症

## 1. 研究開始当初の背景

周産期医療の進歩に伴い、早産児(特に、超早産児)の生命予後は飛躍的に向上してきた。しかし、生存率の向上とは裏腹に、現在でも約 50%の超早産児に自閉スペクトラム症や知的発達症を含む神経発達症を認める。これら後障害をもたらす脳の病態生理はいまだ未解明である。この点が今日の周産期医療の重要な課題である。従来、これら神経発達症が生じる機序として、低酸素・虚血や感染・炎症による白質障害のみが注目されてきた。しかし、近年は、サブプレート(subplate)ニューロンの障害が注目され始めている。

サブプレートは哺乳類の胎生期脳に一過性に出現する神経細胞層であり、脳の構造的・機能的発達に重要な役割を果たすことが知られる。サブプレート・ニューロンは大脳皮質板(cortical plate)の直下にあり、大脳皮質が形成される以前に、視床皮質入力線維や皮質間線維がシナプス結合する場を提供し、正しく脳のネットワークが構築されるようガイドする役割がある。さらに、サブプレート・ニューロンは、神経系の発達に重要な自発的内在性電気活動を生み、感覚入力が少ない胎生期における脳地図の形成に積極的に関与することが報告されている。(Khazipov R. Nature 2004, Dupont E. Nature 2006) 一方、齧歯類では、サブプレート・ニューロンの活動が阻害されると大脳皮質の微細構造や神経ネットワークが障害され、自閉スペクトラム症やてんかんが発症するとする報告もある。(Luhmann HJ. Front Neuroanat 2018)

一方、サブプレートが最も発達したヒトにおいては、研究の対象時期が胎生期に限られる制約があり、情報が乏しい。私達の研究グループは、サブプレート・ニューロンの自発的活動を反映する脳波所見であるブラッシュ(brush, 図 1B)を詳細に検討し、のちの神経発達予後との関係を明らかにしてきた(Maeda T. Brain Dev 2021)。しかし、サブプレート・ニューロンの活動を脳波所見のみから評価することにも限界はあり、新たな視点を提供する研究が不可欠であった。

## 2. 研究の目的

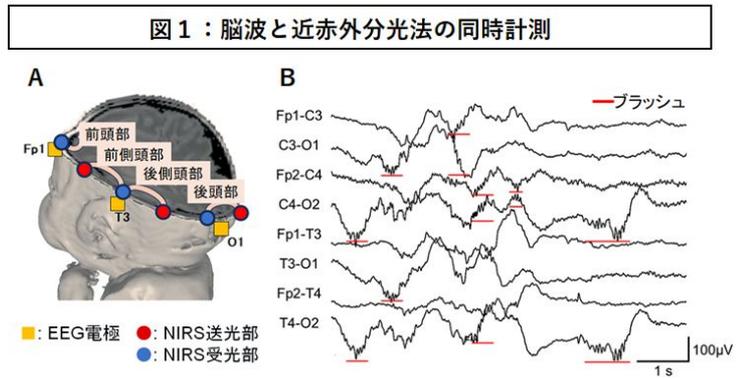
本研究の目的は、ヒト早産児を対象に、1)脳波と機能的近赤外分光法(fNIRS)の同時記録(EEG-fNIRS 同時記録)を多チャンネルで行い、サブプレート・ニューロンの神経活動に応答する脳血流反応を明らかにすることである。さらに、2) サブプレート・ニューロンの活動動態が、将来の神経発達に及ぼす影響を明らかにすることである。

## 3. 研究の方法

(1) 早産児に多チャンネルの EEG-fNIRS 同時記録を行い、サブプレート・ニューロンの神経活動と、その脳血流応答の関係、応答する脳領域を明らかにする。

名古屋大学医学部附属病院に入院した在胎 22 から 34 週の早産児で、両親から研究参加への同意が得られた研究参加者に対し、安静睡眠時に約 30 から 60 分の EEG-fNIRS 同時記録を NICU 内あるいは脳波検査室で施行した。記録は修正 30 週から 42 週まで約 2 週間隔で反復して行った。脳波は新生児脳波パターン(双極誘導)の 8 チャンネル(Fp1/Fp2/C3/C4/T3/T4/O1/O2)とし、NIRS は脳波の Fp/T/O を結ぶ水平面の直上に 8 チャンネルで記録した(図 1A)。脳波上に

観察されるブラッシュを脳波の各チャンネルごとに同定し(図1B)、ブラッシュの出現に対応した酸素化ヘモグロビン(oxy-Hb)や脱酸素化ヘモグロビン(deoxy-Hb)の変化、ブラッシュに反応する脳領域を明らかにした。脳波上のブラッシュの同定のため、ブラッシュを自動検出するアルゴリズムを本研究の一環として独自に開発した。



(2) 修正18か月で神経心理検査を施行し、早産児期のブラッシュの出現頻度との関係を分析した。

研究参加者を前方視的に追跡し、修正18か月時点で、当院発達外来で神経学的評価及び行動発達評価を行った。小児神経専門医が包括的な神経学的評価を行った。発達検査は、臨床心理士が新版K式発達検査とM-chatを含む自閉症スクリーニングを行った。

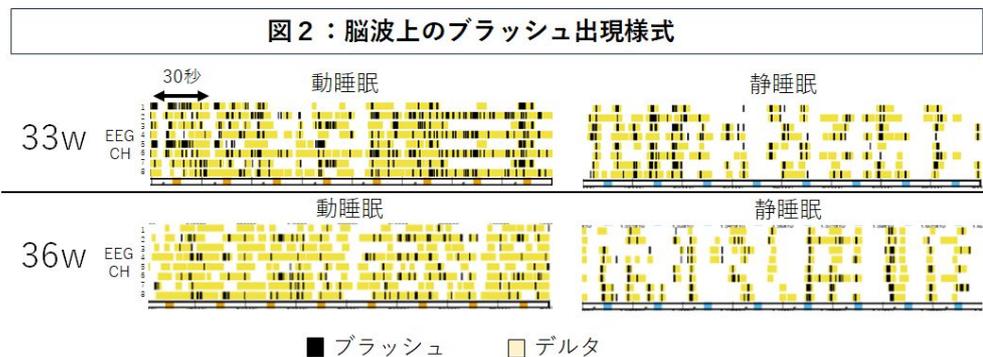
#### 4. 研究成果

##### (1) 研究の主な成果

脳波上のブラッシュを自動検出するアルゴリズムを開発した

研究期間中に、63例の早産児から合計151回のEEG-fNIRS計測を施行した。早産児の出生時在胎週数は中央値(範囲)で31.6(24.6~34.9)週であり、記録は修正31.4~40.7週の範囲で実施した。脳波からブラッシュを自動検出するアルゴリズムは、研究分担者と共同で以下のように開発した。双極誘導の脳波の包絡線に8~25Hzのband pass filterを使用し、0.3~1.5秒持続し、0.3秒の移動平均振幅が10µVを超える波形をブラッシュと定義した。ヒトが評価したブラッシュを正答とすると、本アルゴリズムでは85%~90%の一致率であった。

図2に、修正33週と36週で記録された脳波からプログラムを用いて検出されたブラッシュやデルタ



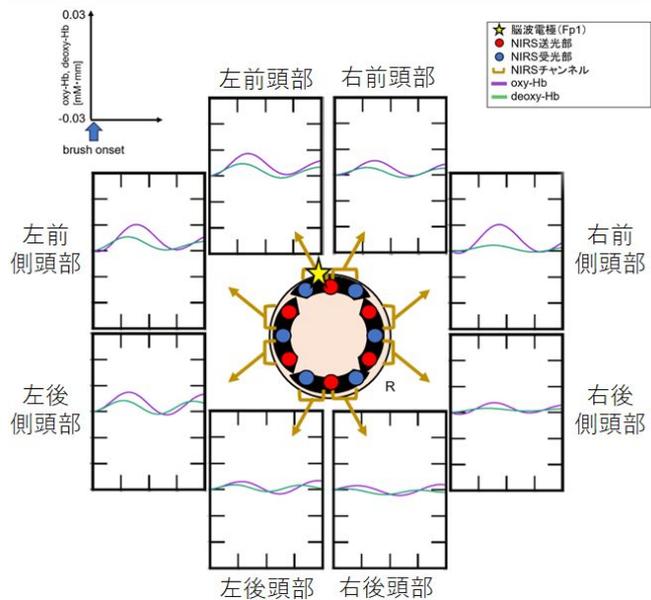
の出現様式を、脳波チャンネル毎に図示した。33週から36週にかけて、動睡眠のブラッシュ(黒)が減少しており、過去の報告と合致した結果を得た。

ブラッシュに対応する血流応答の存在を明らかにした

血流応答のパターンは、oxy-Hbとdeoxy-Hbの関係性から、同位相・逆位相・変化なしと3群に分類した。で開発したアルゴリズムを用いて、ブラッシュを自動検出し、ブラッシュの起始に始まる血流応答を重ね合わせ加算波形を得た。下図3はその一例である。修正34

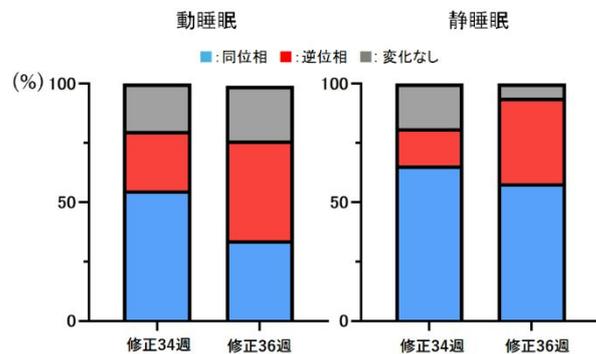
週早産児の静睡眠に、左前頭部（Fp1）から出現したブラッシュに対応する全周性に配置された8チャンネル NIRS の応答パターンを示す。ブラッシュが出現した左前頭部には oxy-Hb と deoxy-Hb の同位相の応答が観察された。また、興味深いことに、他の7つの脳領域（右前頭部、左右前側頭部、左右後側頭部、左右後頭部）からも同様の応答が観察された。次に 17 例のデータを重ね合わせて解析したが、結果は同様であった。

図3：左前頭部ブラッシュに対応した血流応答



一方、上記で同定された加算平均波形を、記録時週数別（修正 32 週と修正 34 週）睡眠段階別（動睡眠と静睡眠）のヘモダイナミクスのパターンを示した（図 4）。両睡眠段階ともに、脳が成熟すると同位相から逆位相へと変化した。

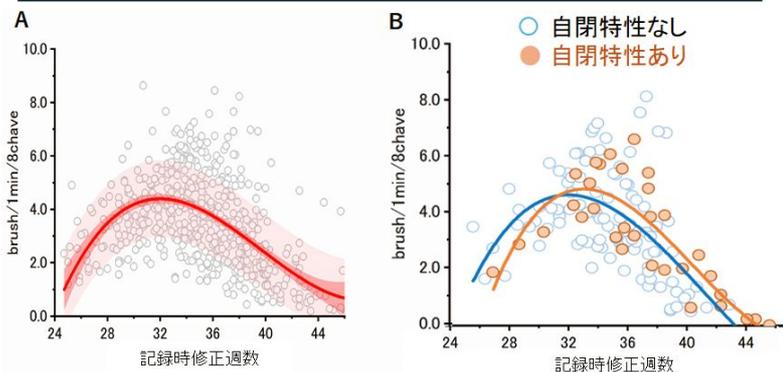
図4：記録時週数・睡眠段階とヘモダイナミクス



早産児期のブラッシュの出現頻度は生後 18 か月時の自閉症スクリーニング陽性者で有意に高かった

自動検出アルゴリズムが同定したブラッシュの出現頻度は過去の報告同様に、修正 32 週をピークとして、その後緩やかに減少した（図 5A）。さらに、修正 18 か月の自閉症スクリーニングにて自閉特性ありと評価された児では、なしと評価された児に比べ、ブラッシュの減少が遅延していた（図 5B）。このことは、サブプレートの成熟や消退の遅延がみられることを示唆した。

図5：ブラッシュの経時変化と発達予後との関係



(2) 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト

ヒトのサブプレートは胎生期にのみ存在するため研究自体に制約がある。本研究は、EEG-fNIRS 同時記録を用いて、ヒトのサブプレート・ニューロンを反映した電気活動（ブラッシュ

ユ)に応答する脳血流動態を明らかにする、きわめて独創的な研究であった。本研究は、齧歯類の実験から導かれた仮説「サブプレート・ニューロンが胎生期の脳発達や神経ネットワーク構築に重要な役割を果たすこと」をヒトで実証する意義があった。

fNIRS は、fMRI とは異なり、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの両者をベッドサイドで反復して評価できる利点がある。過去の我々のグループの報告のように(Watanabe H, et al. PNAS 2019)、酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビンの位相差(hPod)を評価し、脳の発達を独自の方法で評価することも可能である。今後は、これらの指標と脳波上のブラッシュの出現頻度の関係も詳細に検討する予定である。

### (3) 今後の展望

機能的 NIRS を用いた本研究の課題として、厳密には大脳皮質板(cortical plate)とサブプレート(subplate)の神経活動の両者を区別し評価することが困難であることが挙げられる。また、胎児期の脳発達の中心的役割を担う視床と皮質をつなぐネットワーク(視床-皮質経路)を介した視床活動とサブプレート・ニューロンとの関係性も評価できないという限界もあった。それらの問題を解決するため、今後は、超高速ドップラー法による機能的超音波(functional ultrasound: fUS)イメージングを含む新しいモダリティの併用を検討し、サブプレート・ニューロンの活動を画像化することも重要と考えた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 11件 / うち国際共著 1件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Abdi Khadar, Kawaguchi Mas Lind, Hermans Tim, Hershkovitz Reli, Holgersenmad, Kidokoro Hiroyuki	4. 巻 15
2. 論文標題 Proceedings of the 13th International Newborn Brain Conference: Fetal and/or neonatal brain development, both normal and abnormal	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Neonatal-Perinatal Medicine	6. 最初と最後の頁 411 ~ 426
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/NPM-229002	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 該当する
1. 著者名 Katsuki Satoru, Ushida Takafumi, Kidokoro Hiroyuki, Nakamura Noriyuki, Iitani Yukako, Fuma Kazuya, Imai Kenji, Nakano-Kobayashi Tomoko, Sato Yoshiaki, Hayakawa Masahiro, Natsume Jun, Kajiyama Hiroaki, Kotani Tomomi	4. 巻 163
2. 論文標題 Hypertensive disorders of pregnancy and alterations in brain metabolites in preterm infants: A multi-voxel proton MR spectroscopy study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Early Human Development	6. 最初と最後の頁 105479 ~ 105479
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.earlhumdev.2021.105479	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 Ito Yuji, Maki Yuki, Okai Yu, Kidokoro Hiroyuki, Bagarinao Epifanio, Takeuchi Tomoya, Ohno Atsuko, Nakata Tomohiko, Ishihara Naoko, Okumura Akihisa, Yamamoto Hiroyuki, Maesawa Satoshi, Natsume Jun	4. 巻 64
2. 論文標題 Involvement of brain structures in childhood epilepsy with centrotemporal spikes	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pediatrics International	6. 最初と最後の頁 e15001
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ped.15001	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 Kidokoro H, Shiraki A, Torii Y, Tanaka M, Yamamoto H, Kurahashi H, Maruyama K, Okumura A, Natsume J, Ito Y.	4. 巻 63
2. 論文標題 MRI findings in children with congenital cytomegalovirus infection retrospectively diagnosed with dried umbilical cord	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 761-768
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00234-020-02603-9	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 Kawaguchi M, Kidokoro H, Ito R, Shiraki A, Suzuki T, Maki Y, Tanaka M, Sakaguchi Y, Yamamoto H, Takahashi Y, Naganawa S, Natsume J	4. 巻 79
2. 論文標題 Age estimates from brain magnetic resonance images of children younger than two years of age using deep learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magn Reson Imaging	6. 最初と最後の頁 38-44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mri.2021.03.004	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 Kidokoro Hiroyuki	4. 巻 62
2. 論文標題 Effect of spontaneous electrical activity on the developing cortex	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Pediatrics International	6. 最初と最後の頁 1131 ~ 1132
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ped.14407	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 Kidokoro Hiroyuki	4. 巻 63
2. 論文標題 Delta brushes are not just a hallmark of EEG in human preterm infants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pediatrics International	6. 最初と最後の頁 130 ~ 136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ped.14420	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 Nosaka Rena, Ushida Takafumi, Kidokoro Hiroyuki, Kawaguchi Masahiro, Shiraki Anna, Iitani Yukako, Imai Kenji, Nakamura Noriyuki, Sato Yoshiaki, Hayakawa Masahiro, Natsume Jun, Kajiyama Hiroaki, Kotani Tomomi	4. 巻 309
2. 論文標題 Intrauterine exposure to chorioamnionitis and neuroanatomical alterations at term-equivalent age in preterm infants	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Archives of Gynecology and Obstetrics	6. 最初と最後の頁 1909 ~ 1918
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00404-023-07064-y	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 Ohno Atsuko, Okumura Akihisa, Fukasawa Tatsuya, Nakata Tomohiko, Suzuki Motomasa, Tanaka Masaharu, Okai Yu, Ito Yuji, Yamamoto Hiroyuki, Tsuji Takeshi, Kidokoro Hiroyuki, Saitoh Shinji, Natsume Jun	4. 巻 44
2. 論文標題 Acute encephalopathy with biphasic seizures and late reduced diffusion: Predictive EEG findings	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Brain and Development	6. 最初と最後の頁 221 ~ 228
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.braindev.2021.11.003	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 Maeda Takashi, Kidokoro Hiroyuki, Tachibana Takashi, Shiraki Anna, Yamamoto Hiroyuki, Nakata Tomohiko, Fukasawa Tatsuya, Kubota Tetsuo, Sato Yoshiaki, Kato Toru, Natsume Jun, Okumura Akihisa, Hayakawa Masahiro	4. 巻 43
2. 論文標題 Trajectory of the incidence of brushes on preterm electroencephalogram and its association with neurodevelopment in extremely low birth weight infants	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Brain and Development	6. 最初と最後の頁 979 ~ 987
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.braindev.2021.07.003	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 Ushida Takafumi, Kidokoro Hiroyuki, Nakamura Noriyuki, Katsuki Satoru, Imai Kenji, Nakano-Kobayashi Tomoko, Moriyama Yoshinori, Sato Yoshiaki, Hayakawa Masahiro, Natsume Jun, Kajiyama Hiroaki, Kotani Tomomi	4. 巻 25
2. 論文標題 Impact of maternal hypertensive disorders of pregnancy on brain volumes at term-equivalent age in preterm infants: A voxel-based morphometry study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Pregnancy Hypertension	6. 最初と最後の頁 143 ~ 149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.preghy.2021.06.003	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 Maki Yuki, Kidokoro Hiroyuki, Okumura Akihisa, Yamamoto Hiroyuki, Nakata Tomohiko, Fukasawa Tatsuya, Kubota Tetsuo, Kawaguchi Masahiro, Suzuki Takeshi, Tanaka Masaharu, Okai Yu, Sakaguchi Yoko, Ohno Atsuko, Negoro Tamiko, Takahashi Yoshiyuki, Natsume Jun	4. 巻 121
2. 論文標題 Repetitive sleep starts: An important differential diagnosis of infantile spasms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Epilepsy & Behavior	6. 最初と最後の頁 108075 ~ 108075
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.yebeh.2021.108075	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 Kawaguchi Masahiro, Kidokoro Hiroyuki, Ito Rintaro, Shiraki Anna, Suzuki Takeshi, Maki Yuki, Tanaka Masaharu, Sakaguchi Yoko, Yamamoto Hiroyuki, Takahashi Yosiyuki, Naganawa Shinji, Natsume Jun	4. 巻 79
2. 論文標題 Age estimates from brain magnetic resonance images of children younger than two years of age using deep learning	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance Imaging	6. 最初と最後の頁 38 ~ 44
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.mri.2021.03.004	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 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 Anna Shiraki, Hiroyuki Kidokoro, Hama Watanabe, Gentaro Taga, Hajime Narita, Takamasa Mitsumatsu, Sumire Kumai, Ryosuke Suzui, Fumi Sawamura, Masahiro Kawaguchi, Takeshi Suzuki, Hiroyuki Yamamoto, Tomohiko Nakata, Yoshiaki Sato, Masahiro Hayakawa, Jun Natsume
2. 発表標題 Sleep-state-dependent and region-specific development of brain functional connectivity in preterm infants
3. 学会等名 Pediatric Academic Society annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 城所博之、白木杏奈、渡辺はま、多賀蔵太郎、牛田貴文、野坂麗奈、成田肇、光松孝真、隈井すみれ、佐藤義朗、早川昌弘、夏目淳、鈴井良輔、澤村文、山本啓之、中田智彦、佐藤
2. 発表標題 正期産児の睡眠段階と脳機能ネットワークの関連
3. 学会等名 日本光脳機能イメージング学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白木杏奈、城所博之、渡辺はま、多賀蔵太郎、牛田貴文、野坂麗奈、成田肇、光松孝真、隈井すみれ、佐藤義朗、早川昌弘、夏目淳、鈴井良輔、澤村文、山本啓之、中田智彦、佐藤義朗、早川昌弘、夏目淳
2. 発表標題 早産児周期性呼吸が脳へモダイナミクスに与える影響
3. 学会等名 日本光脳機能イメージング学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白木杏奈、城所博之、川口将宏、鈴木健史、山本啓之、佐藤義朗、早川昌弘
2. 発表標題 周期性呼吸が脳内の酸素化ヘモグロビン変動に与える影響
3. 学会等名 日本周産期・新生児医学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Anna Shiraki, Hiroyuki Kidokoro, Hama Watanabe, Gentaro Taga, Hajime Narita, Takamasa Mitsumatsu, Sumire Kumai, Ryosuke Suzui, Fumi Sawamura, Yuji Ito, Hiroyuki Yamamoto, Tomohiko Nakata, Yoshiaki Sato, Masahiro Hayakawa, Jun Natsume
2. 発表標題 Periodic breathing distorts functional connectivity analysis
3. 学会等名 Newborn Brain Conference (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shiraki A, Kidokoro H, Watanabe H, Taga G, Narita H, Mitsumatsu T, Kumai S, Suzui R, Sawamura F, Kawaguchi M, Suzuki T, Yamamoto H, Nakata T, Sato Y, Hayakawa M, Natsume J
2. 発表標題 Development of sleep-state-dependent functional connectivity in preterm infants
3. 学会等名 the 13th International Newborn Brain Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白木杏奈、城所博之、渡辺はま、多賀蔵太郎、光松孝真、隈井すみ木健史、牧祐輝、山本啓れ、鈴木良輔、澤村文、川口将宏、鈴之、中田智彦、佐藤義朗、早川昌弘、夏目淳
2. 発表標題 EEG-fNIRS縦断計測による早産児の脳発達
3. 学会等名 第23回日本光脳機能イメージング学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城所博之
2. 発表標題 新生児脳波の過去と現在
3. 学会等名 第54回日本てんかん学会学術総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城所博之
2. 発表標題 HIEにおける脳画像所見および予後経過
3. 学会等名 第24回日本脳低温療法・体温管理学会（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城所博之、久保田哲夫、深沢達也、鈴木良輔、隈井すみれ、澤村 文、白木杏奈、鈴木健史、川口将宏、牧 祐輝、山本啓之、中田智彦、奥村彰久、夏目 淳
2. 発表標題 新生児発作波形検出プログラムの早産児発作への応用
3. 学会等名 第63回日本小児神経学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 城所博之
2. 発表標題 大脳新皮質形成の仕組み～ヒト早産児研究から～
3. 学会等名 日本学術会議（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shiraki A, Kidokoro H, Watanabe H, Taga G, Narita H, Mitsumatsu T, Kumai S, Suzui R, Sawamura F, Kawaguchi M, Suzuki T, Yamamoto H, Nakata T, Sato Y, Hayakawa M, Natsume J
2. 発表標題 Hemodynamic response associated with spontaneous neural activity in early developing brain
3. 学会等名 The 14th International Newborn Brain Conference (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kidokoro H, Shiraki A, Watanabe H, Taga G, Narita H, Mitsumatsu T, Kumai S, Suzui R, Sawamura F, Kawaguchi M, Suzuki T, Yamamoto H, Nakata T, Sato Y, Hayakawa M, Natsume J
2. 発表標題 Efficacy and Challenges of an AI-based Seizure Detection Algorithm for Term vs. Preterm Neonates
3. 学会等名 The 14th International Newborn Brain Conference (国際学会)
4. 発表年 2024年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 城所博之	4. 発行年 2022年
2. 出版社 総合医学社	5. 総ページ数 5
3. 書名 小児科臨床	

〔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	多賀 巖太郎 (Taga Gentaro) (00272477)	東京大学・大学院教育学研究科(教育学部)・教授  (12601)	

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	夏目 淳  (Natsume Jun)  (60422771)	名古屋大学・医学系研究科・特任教授    (13901)	

	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	白木 杏奈  (Shiraki Anna)	名古屋記念病院・小児科・医員	

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