

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年 5月 24日現在

機関番号：17102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2012

課題番号：23650267

研究課題名（和文）発達障害児のコミュニケーション支援をめざした認知状態モニタリングシステム

研究課題名（英文）Cognitive Monitoring System for Communication of Developmental Disorder Children

研究代表者

伊良皆 啓治 (IRAMINA KEIJI)

九州大学・システム情報科学研究院・教授

研究者番号：20211758

研究成果の概要（和文）：

非拘束脳活動計測システムを開発し、非拘束状態で児童の学習中の脳波、心電図、脳血流、動きを同時に計測することができた。日常の様々な場面における、複数の生体情報を関連させて解析することが可能となった。また、加速度・各速度センサを用い、脳の微細神経徴候を表す前腕の回内回外運動を定量的に評価するシステムの開発を行い、小学生児童の発達曲線を求めることができた。

研究成果の概要（英文）：

We developed a measurement and monitoring system of the brain activity without restraint using the wireless EEG amplifier, the wireless NIRS and some accelerometers. It becomes possible to obtain EEG, ECG, NIRS(Near infrared Spectroscopy) and the motion of subjects in daily activity. We could obtain the evaluation of concentration of the child with mental retardation. Besides, a simple and easy evaluating system of pronation and supination of the forearm was developed. There is a possibility that abnormality of the minor nervous dysfunction can be detected by using this system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	2,900,000	870,000	3,770,000

研究分野：人間医工学

科研費の分科・細目：医用生体工学・生体材料学

キーワード：生体情報・計測、発達障害、脳波、NIRS、回内回外運動

1. 研究開始当初の背景

軽度発達障害として分類される学習障害(LD)や注意欠陥多動症候群(ADHD)、自閉症に代表される高機能広汎性発達障害、また、精神発達遅滞など何らかの情緒、あるいは知的障害を持った児童の増加が社会問題となっている。このような障害の特徴として、周囲とのコミュニケーションがうまく取れないことがある。本研究では、発達障害児や知的障害児などコミュニケーションをとることが難しい児童が、学校で教育を受ける際に、コミュニケーションが潤滑にできるように、脳情報をベースとしてその児童の状態・

状況が把握できるようにリアルタイムで認知状態を把握しモニタリングするコミュニケーション支援システムをめざしている。脳の情報を取り出し、コンピュータの操作や外部機器の操作に応用するブレインコンピュータインターフェイスの研究は数多く行われているが、脳情報から認知状態を把握しコミュニケーションを支援しようとする試みは、新しい試みである。

2. 研究の目的

発達障害児のコミュニケーション支援という、児童の実際の活動現場で本システムを

使用することを想定しているため、拘束した状態で脳情報を計測する方法では十分ではなく、計測機器を装着していることを意識することがない完全非拘束な脳波・脳血流計測のハイブリッド計測システム、およびオンラインでの認識状態を把握できるシステムを新たに構築する。また、障害児の学習中における注意度、集中度などの認識状態に関して、脳波、心電図、近赤外光計測を用いた神経生理学的データに基づいて定量化指標を策定する。この指標を応用することにより、コミュニケーションがどの程度成立しているか評価できるシステムの開発を行う。

また、脳波、NIRS とは別に、加速度・各速度センサを用い、脳の微細神経徴候を表す前腕の回内回外運動を定量的に評価するシステムの開発を行い、発達障害の中でも特に注意欠陥多動障害（ADHD）の運動の特徴を調べる。

3. 研究の方法

本研究の柱としては、次の3つを研究課題とした。

(1) 完全非拘束脳波・脳血流ハイブリッド計測法、解析システムの開発し、障害児の脳活動計測 (2) 重度心身障害児の認知状態を脳波で計測 (3) 加速度センサを用いた回内回外運動評価システムの開発と ADHD 児童の運動機能評価

(1) ハイブリッド計測システムは小型生体アンプと LED およびフォトダイオードを用いた小型分光計を用い、ブルートゥースで信号を伝送し、ノート PC により同時収集を行うシステムのデータ収集系、データ転送系を開発、知的障害児の脳活動を計測し、脳波、NIRS、心電図により注意集中度の評価を行った。

(2) 外界とのコミュニケーションがほとんどとれない重度心身障害児が、呼びかけに対してどの程度認識しているか脳波を測定することによって調べた。

(3) 小型加速度、角速度センサを用い両手前腕の回内回外運動の定量評価システムを開発し、回内回外運動を、3つの指標「左右の協調性」「速度の追従性」「姿勢の安定性」の3つの指標で評価を行った。健常児童約200人、ADHD の児童数人の測定を行い。年齢に応じた運動機能発達曲線、健常児童と発達障害児の特徴の違いを調べた。

4. 研究成果

(1) 図1に本研究で開発した脳情報モニタリングシステムを示す。脳波、NIRS（近赤外分光法、心電図、さらには加速度センサを用いた動きの状態が同時記録可能である。被験者は、脳波・心電図用電極、NIRS プローブ、生体アンプ、送信機、NIRS 計測ユニット、加

速度計を装着する。脳波・心電図は 315MHz～322MHz の無線、NIRS、加速度データはブルートゥースを使って PC に送っており、学校の教室程度の広さの部屋では自由に動き回ってもデータを取得できる。

本研究で行った、10 歳知的障害児の学習プログラム中の脳活動測定データを図2に示す。机から離れて歩き回っているところであるが、脳波・心電図・NIRS のデータが測定できていることがわかる。

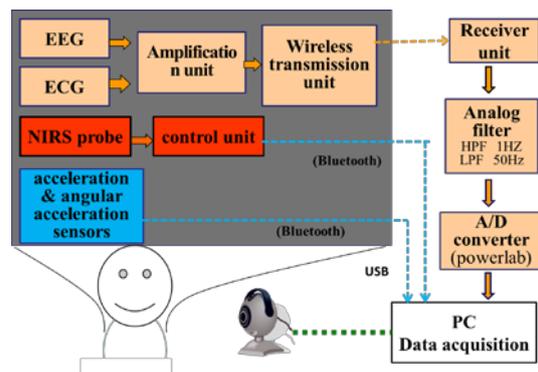


図1 非拘束脳活動モニタリングシステム

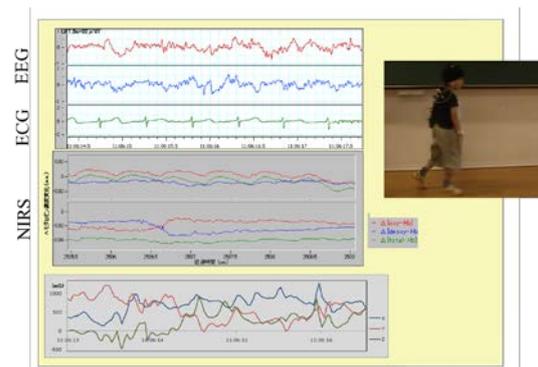


図2 非拘束脳波・NIRS・心電図計測

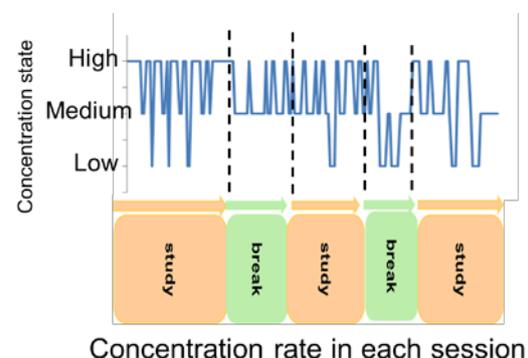


図3 脳波、NIRS、心電図による集中度の判別

脳波、NIRS、心電図のデータを用いて約40分間の学習プログラム中の勉強中、および休憩中の集中度を判別した結果を図3に示す。集中度は、別途健常者の測定データおよびアンケートによる集中度評価の結果をもとに判別関数を作成し、これを今回の測定結果に適用した。

(2) 重度心身障害児の呼名に対する脳活動変化および名前以外の単語に対する変化について比較し、計測した脳波について、試行間位同期期(Inter-trial coherence; ITC)解析を行った。自発脳波の中でも特に、単語の意味理解に関係するという報告がある脳波のシータ波帯域について着目した結果、一部の重度心身障害児らにおいては単語にも呼名にも反応が見られなかったが、図4に示すように、多くの重度心身障害児では、単語刺激よりも、名前刺激に対して、シータ波の位相同期がより増加する傾向にあることを見出した。この結果から、重度心身障害児らの中には、単語の意味理解は低いのに対し、自身の名前については「特別な意味をもっている」と認識している患者がいる可能性が考えられる。

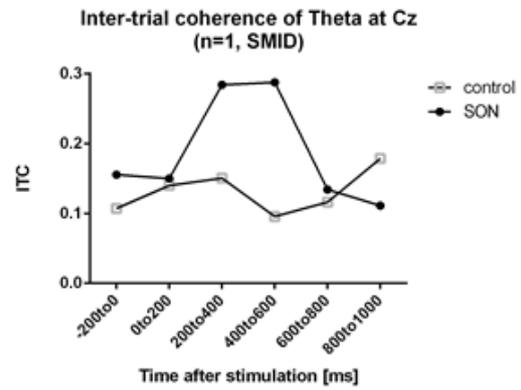


図4 重度心身障害児のシータ波同期

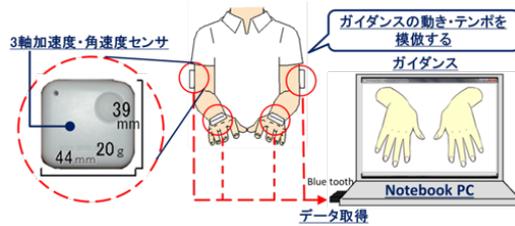


図5 回内回外運動定量評価システム

(3) 図5に、開発した回内回外運動定量評価システムを示す。システムは4個の加速度、角加速度センサ、PC、ディスプレイから成る。4個のセンサを両手の甲、両肘に装着し、ガイドもモニタに示された同じ動きを約10秒間行い、これを数回繰り返す、非常に簡単なものである。このシステムを用いて、7~12歳の小学児童の201名(男性93名、女性108名)の子供の回内回外運動を測定し解析した結果、年齢が上がるにつれて、回内回外運動の各スコアが上昇するという結果が確認でき、回内回外運動でこどもの運動機能の発達を評価できることを示すことができた。

さらに、ADHD児童を測定した結果、図7に示すように、それぞれの指標において同年齢の児童より得点が低くなる傾向を示し、なおかつ、3つの指標のバランスが悪くなることがわかった。このシステムが、ADHD診断の一助になることを示すことができた。

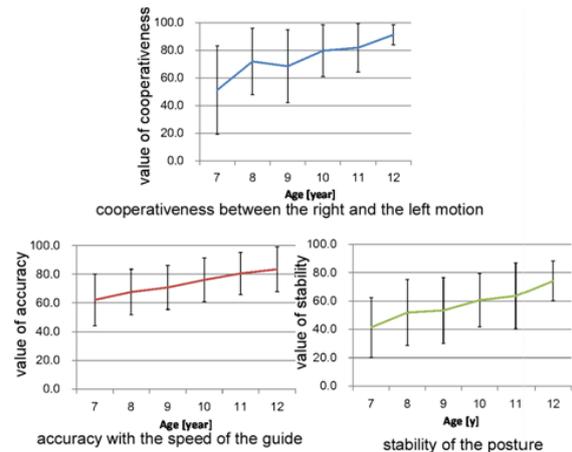


図6 左右の協調性、速度の追従性、姿勢の安定性のそれぞれの指標における発達成長曲線

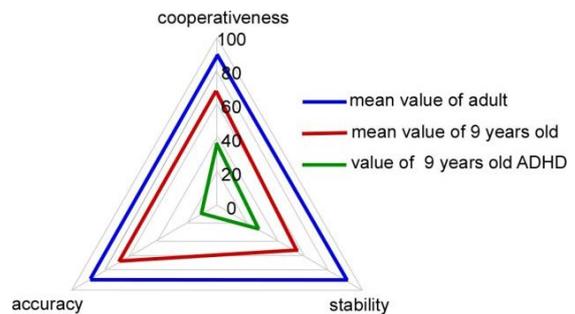


図7 健常成人、9歳健常児童、ADHD児童の比較

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 8件)

- ① Miki Kaneko, Hiroshi Okui, Keita Higashi, Yuki Noguchi, Takkashi Ohya, Yushiro Yamashita, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, The comparison with the function of children's pronation and supination using acceleration and angular velocity sensors, IEEE Conference Publication, Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON), 査読有, 2012, p.1-5, 0.1109/BMEiCon.2012.6465423
- ② Kaori Tamura, Chihiro Karube, Takaaki Mizuba, Keiji Iramina, ERP and time frequency analysis of response to subject's own name, Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON), 査読有, 2012, p.1-4, 10.1109/BMEiCon.2012.6465434
- ③ 金子美樹, 亀井優一朗, 奥井大志, 石西洋, 平川 剛, 片山喜規, 伊良皆啓治, 3軸加速度・角速度センサを用いた前腕の回内回外運動の定量的評価指標の検討, 電気学会論文誌 C (電子・情報・システム部門誌), 査読有, Vol.132, No.10, 2012, pp.1575-1580, <http://dx.doi.org/10.1541/ieejieiss.132.1575>
- ④ Miki Kaneko, Hiroshi Okui, Go Hirakawa, Hiroshi Ishinishi, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, Aging Curve of Neuromotor Function by Pronation and Supination of Forearms using Three-dimensional Wireless Acceleration and Angular Velocity Sensors, Proceedings of 34th Annual International Conference of the EMBS San Diego, California USA, 査読有, 2012, pp.4376-4379, 10.1109/EMBC.2012.6346688
- ⑤ Miki Kaneko, Keiji Iramina, Takashi Ohya, Yushiro Yamashita, Yuichiro Kamei, Yoshinori Katayama, Sachio Takashima, A measurement of soft neurological signs by pronosupination using wireless acceleration and angular velocity sensors, Proceedings in Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2011), 査読有, 2012, pp.194-197, 10.1109/BMEiCon.2012.6172050
- ⑥ Takahiro Ikuno, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, Selection and removal of

artifacts in EEG based on independent components, Proceedings in Biomedical Engineering International Conference (BMEiCON 2011), 査読有, 2012, pp. 266-268,

10.1109/BMEiCon.2012.6172067

- ⑦ Keiji Iramina, Yoshinori Katayama, Yuichiro Kamei, Evaluation system for minor nervous dysfunction by pronation and supination of forearm using wireless acceleration and angular velocity sensors, Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 査読有, 2011, pp.7364 - 7367, 10.1109/IEMBS.2011.6091841
- ⑧ 溝上由紀子, 松尾久美子, 松藤まゆみ, 伊良皆啓治, 藤山沙紀, 高嶋幸男, 重症心身障害児に対する音楽療法の実際—声を介した相互的関わり, 日本重症心身障害学会誌, 査読有, Vol. 36, No. 1, 2011, pp.175 - 180, J-GLOBAL ID : 201102252009774415

[学会発表] (計 19件)

- ① 金子美樹, 奥井大志, 東 圭太, 野口雄貴, 片山喜規, 伊良皆啓治, 3軸加速度・角速度センサを用いた前腕の回内回外運動評価法の回転速度の違いによる比較, 日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2012.12.16
- ② 加留部ちひろ, 田村かおり, 水場太陽, 片山喜規, 伊良皆啓治, NIRS を用いた呼名刺激に関する脳活動の測定, 日本生体医工学会九州支部学術講演会, 2012.12.16
- ③ Miki Kaneko, Hiroshi Okui, Keita, Higashi, Yuki Noguchi, Takashi Ohya, Yushiro Yamashita, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, The comparison with the function of children's pronation and supination using acceleration and angular velocity sensors, The 5th Biomedical Engineering International Conference, 2012.12.06
- ④ Kaori Tamura, Chihiro Karube, Takaaki Mizuba, Keiji Iramina, ERP and Time frequency analysis of response to Subjects own name, The 5th Biomedical Engineering International Conference, 2012.12.06
- ⑤ 田村かおり, 加留部ちひろ, 水場太陽, 片山喜規, 伊良皆啓治, 呼名刺激時の脳波における事象関連電位と時間周波数解析, 電気学会 マグネティックス 医用・生

- 体工学合同研究会,2012.11.17
- ⑥ 金子美樹, 奥井大志, 東圭太, 野口雄貴, 片山喜規, 伊良皆啓治, 3軸加速度・角速度センサによる児童の前腕の回内回外運動の定量的評価指標,電気学会 マグネティックス 医用・生体工学合同研究会, 2012.11.17
- ⑦ 田村 かおり, 加留部 ちひろ, 水場 太陽, 片山 喜規, 伊良皆 啓治, 脳波とNIRSを用いた呼名に対する脳活動計測,第29回日本脳電磁図トポグラフィ研究会, 2012.09.14
- ⑧ Miki Kaneko, Hiroshi Okui, Go Hirakawa, Hiroshi Ishinishi, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, Aging Curve of Neuromotor Function by Pronation and Supination of Forearms using Three-dimensional Wireless Acceleration and Angular Velocity Sensors,34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society,2012.08.31
- ⑨ Fumiyoshi Matsuzaki, Takahiro Ikuno, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, Online Artifact Removal in EEG Signals, World Congress 2012 Medical Physics and Biomedical Engineering, 2012.05.29
- ⑩ Miki Kaneko, Yuichiro Kamei, Hiroshi Okui, Yoshinori Katayama, Go Hirakawa, Hiroshi Ishinishi, Yushiro Yamashita, Keiji Iramina, A Measurement of a Motion of Pronation and Supination of a Forearm for Healthy Subjects using Wireless Acceleration and Angular Velocity Sensors, World Congress 2012 Medical Physics and Biomedical Engineering, 2012.05.27
- ⑪ 生野貴洋, 片山喜規, 伊良皆啓治, 脳波混入アーチファクトのオンライン除去に関する検討, 第51回日本生体医工学会大会, 2012.05.10
- ⑫ Miki Kaneko, Yuichiro Kamei, Yoshinori Katayama, Takashi Ohya, Yushiro Yamashita, Sachio Takashima, Keiji Iramina, A Measurement of Soft Neurological Signs by Pronosupination using Wireless Acceleration and Angular Velocity Sensors, The 4th Biomedical Engineering International Conference, 2012.01.31
- ⑬ Takehiro Ikuno, Yoshinori Katayama, Keiji Iramina, Selection and removal of artifacts in EEG based on independent components, The 4th Biomedical Engineering International Conference, 2012.01.30
- ⑭ 趙 丹俊, 松田香菜, 片山喜規, 伊良皆啓治,脳波・NIRS・心電図による集中状態の評価, 電子情報通信学会 MEとバイオサイバネティックス研究会, 2012.01.27
- ⑮ 亀井優一朗, 平川 剛, 石西 洋, 大矢崇志, 山下祐史朗, 高嶋幸男, 伊良皆啓治, 回内回外運動の客観定期評価システム, 電子情報通信学会 MEとバイオサイバネティックス研究会, 2012.01.27
- ⑯ 范 叶クン, 片山喜規, 伊良皆啓治, Band Power Methodに基づく手法によるガンマ波 Induced 成分の抽出,電気関係学会九州支部第64回連合大会, 2011.09.26
- ⑰ 生野貴洋, 片山喜規, 伊良皆啓治, 独立成分に基づく脳波のアーチファクトの選択と除去, 電気関係学会九州支部第64回連合大会, 2011.09.26
- ⑱ Yuichiro Kamei, Go Hirakawa, Hiroshi Ishinishi, Takashi Oya, Yushiro Yamashita, Sachio Takashima, Keiji Iramina, Development of evaluation system for pronation and supination of forearm using wireless acceleration and gyro sensor, 第26回生体・生理工学シンポジウム, 2011.09.20
- ⑲ Keiji Iramina, Yuuichiro Kamei, Yoshinori Katayama, Evaluation System for Minor Nervous Dysfunction by Pronation and Supination of Forearm using Wireless Acceleration and Angular Velocity Sensors, 33rd International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2011. 09.03
6. 研究組織
- (1)研究代表者
伊良皆 啓治 (IRAMINA KEIJI)
九州大学・大学院システム情報科学研究
院・教授
研究者番号：20211758
- (2)研究分担者
野口 幸弘 (NOGUCHI YUKIHIRO)
西南学院大学 人間科学部・教授
研究者番号：30352199
- 井手 順子 (IDE JUNKO)
西南学院大学 人間科学部・准教授
研究者番号：20289507
(辞退 平成24年4月9日)