

平成22年 6月23日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2008～2009  
 課題番号：20730571  
 研究課題名 (和文) 重障児の療育支援における脳機能マッピングを利用した即時評価システムの開発  
 研究課題名 (英文) Development of evaluation system using the functional brain mapping for support of intervention of sever brain-damaged child.  
 研究代表者  
 宮地 弘一郎 (MIYAJI KOICHIRO)  
 信州大学・教育学部・助教  
 研究者番号：40350813

研究成果の概要 (和文)：本研究の目的は、NIRSによる脳機能マッピングを活用した、重度脳障害児 (重障児) の刺激応答性の即時評価システムを開発することであった。NIRS と心拍モニタリングを用いたアプローチは、重障児の生活刺激に対する応答性の評価に有用であることが示された。さらに、NIRS、脳波、心拍の多面的アプローチによって、定位反応系活動の発達を詳細に評価できる可能性が示され、今後の重障児の発達支援においての活用が期待された。

研究成果の概要 (英文)：The purpose of this research was to have developed the polyhedral evaluation system for severe brain-damaged (SBD) child used EEG, heart rate (HR), and the functional brain mapping by near-infrared spectroscopy (NIRS). The approach by NIRS and HR monitoring were useful for assessment of the responsiveness to daily life stimulation in SBD child. In addition, the polyhedral approach of using EEG, HR, and NIRS might be able to assess the development of the orienting reflex in SBD child.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	900,000	270,000	1,170,000
2009年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,500,000	450,000	1,950,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：教育学・特別支援教育

キーワード：重症心身障害・NIRS・心拍モニタリング・日常的応答性

## 1. 研究開始当初の背景

反応の乏しい重度脳障害児 (重障児) の外的刺激に対する信号性や能動性を如何にして評価するかは、発達支援を行う上で非常に重要な課題である。行動上の手がかりを得ることが困難な重障児に対し、脳波、心拍反応などの生理学的指標を通して情報を得ようとする生理心理学的アプローチは早期より

注目され、わが国では精力的に研究が進められてきた。その結果、重障児が外界刺激に対し能動性を獲得していく過程が、事象関連電位や一過性心拍反応による検討から明らかにされてきている。これらの研究成果は、重障児の発達支援において大きな貢献となった。しかしながら、日常的なかかわりの中で効果的な発達支援を行うためには、実際の療

育場面において日毎、時間毎に変化するであろう対象児の興味・関心を即座に、かつ的確に見極め、その状況に応じて有効な働きかけ手段を選択してゆくことが求められる。このような問題に対し、生理指標を単なる発達評価に用いるのではなく、実際の療育場面において即時活用するシステムの構築も試みられてきた。しかしながら、従来の生理指標を用いた即時評価システムでは、日常行われる複合的な働きかけの効果を詳細に評価することは困難とされてきた。そこで本研究では、最新の脳機能マッピング法である近赤外分光法に注目した。この方法は脳血流変化をベッドサイドにおいてモニタリングすることが可能で、重障児への適用も可能である。またNIRSでは酸化ヘモグロビン濃度および脱酸化ヘモグロビン濃度の2つの指標から、酸素交換反応を詳細に検討できるため、刺激に対する受動的処理と、能動性を反映した賦活状態との違いを評価することが可能である。NIRSによる局所脳反応の記録と従来の生理指標による心理機能評価をあわせることで、療育場面における複合的な働きかけの中での重障児の興味・関心をより詳細に評価できると考えた。特に表情の変化もみられないような重度事例への支援効果の評価方法として、教師や指導員、そして看護師等の医療従事者からも実用化に強い期待が寄せられていた。

## 2. 研究の目的

本研究では、反応の乏しい重障児の療育場面での働きかけに対する能動性を具体的、多面的に評価し即時的に療育者に還元するための、脳機能マッピングを利用した評価システムの構築と、それを利用した発達評価・支援プログラムの策定を目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) 対象とした重度脳障害事例

本研究では「大島の分類」1に該当する2名の重障児(事例A, B)を対象として、感覚・認知機能の客観的把握とそれをふまえた生体情報即時活用システムによる個別の発達支援プログラムの策定を試み、その有効性の実践的検証を試みた。対象事例はともに周生期に重篤な脳障害を呈し、重症心身障害となった事例であるが、特に感覚受容における障害像が大きく異なっていた。

#### 事例A (14歳, 男性)

聴覚刺激に対する反応は比較的良好であるが、後頭葉損傷による皮質盲状態を呈しており、視覚刺激に対する反応はほとんどみられなかった。しかしながら、光刺激に対し

ぶしがる反応や、また療育者のいる方向によく視線を向ける行動がみられることなどから、ある程度の視覚を持っていることが推測された、どれだけ視覚機能を活用することが可能かを把握することが発達支援における重要な課題であった。

#### 事例B (21歳, 男性)

閃光刺激や大きな音に対する驚愕反射的な行動がみられることから視覚・聴覚系機能は比較的良好と思われたが、言葉かけや玩具の眼前への呈示といった日常的な働きかけに対する反応はほとんどみられなかった。

これらの事例に共通する点は、いずれも各種感覚刺激に対するある程度の反応は認められるものの、持続的注意や予期・期待といった能動的な反応が行動上ほとんどみられないという点であり、いずれも本研究で取り上げている療育上の問題に現在直面している事例であった。なお研究開始当初は、2名の事例を対象に進めていたが、諸般の事情により、2008年度後期からは事例Aを中心に研究を実施した。

### (2) 課題および方法

本研究では、2008年4月～2009年1月の期間に、以下の個別課題を実施した。

#### 【2008年度に実施した課題】

課題1. 各事例の脳構造病変と感覚・認知機能評価 (2008年前期実施)

方法: まず、CTスキャンにより構造病変に関する資料をえた。また、臨床脳波記録と聴性脳幹反応(ABR)による脳幹機能検査により、基礎的脳機能状態の評価を行った。

課題2. 重度脳障害児の生活刺激に対する応答性の行動・生理的評価 (2008年度後期実施)

方法: まず日常場面の観察から、視覚、聴覚、触覚における生活刺激を選定した。この観察結果をもとに、生活刺激に対する応答性の評価を行動分析およびNIRS測定による局所脳反応の分析から検討した。またさらに、実際の日常生活場面における心拍モニタリングとVTR記録を行い、日常における刺激応答性の評価を行った。[測定用PC購入]

課題3. 複合的な働きかけに対する応答性の発達の变化に関する生理心理学的検討 (2008年度後期に実施)

方法: 課題2において、視覚刺激に対する応答が不明瞭であった事例Aを対象として、日常場面における視覚的注意の発達支援を試み、その効果について生理指標による評価を行った。具体的指導方法としては、前年度測定において明瞭な応答が確認された聴覚刺激、触刺激を手がかりとし、期待反応形成の

アプローチを活用した複合的働きかけを、事例 A の療育担当者の協力のもと日常的なかかわりの中で継続的に実施した。指導効果については、課題 2 において測定の妥当性が確認された日常場面モニタリングを活用し、定期的に評価した。

【2009 年度に実施した課題】

課題 4. 複数生理指標による即時評価のための基礎的検討 1 - 感覚刺激への受動的注意の多面的評価 - (2009 年度前期に実施)

方法：健康成人を対象に、NIRS および心拍の同時測定から、感覚野の局所脳反応と受動的注意との関連性について検討した。ランダムな時間間隔で純音刺激を呈示し、刺激に対する一過性心拍反応と、聴覚関連部位のヘモグロビン動態との比較を行った。[分析用ソフトウェア購入]

課題 5. 複数生理指標による即時評価のための基礎的検討 2 - 感覚刺激への能動的注意の多面的評価 - (2009 年度前期に実施)

方法：課題 3 の結果に基づき、健康成人を対象に、NIRS、心拍、EEG との同時測定から、感覚野の局所脳反応と能動的注意との関連性について検討した。被験者には聴覚刺激（純音）および視覚刺激（色スポット）の、2 つの感覚モダリティの組み合わせによる S1-S2 パラダイムを実施した。S1-S2 間の EEG からは随伴陰性変動 (CNV) を、心拍からは期待反応の分析を行い、NIRS 測定による聴覚野および視覚野のヘモグロビン動態との比較を行った。

課題 6. 複合的働きかけに対する応答性の発達的变化に関する追跡的検討 (2009 年後期に実施)

方法：2008 年度に実施した課題 3 の追跡的検討として、事例 A を対象に課題 3 と同じ日常場面モニタリングを実施し、日常における応答性の発達的变化を評価した。

4. 研究成果

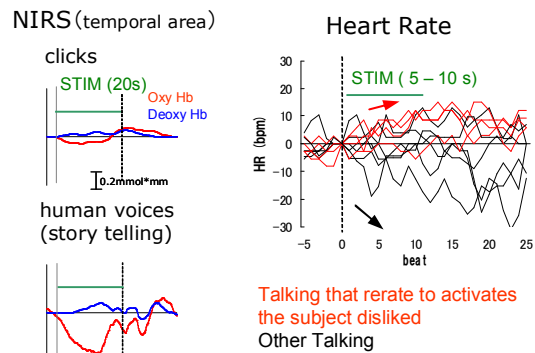
(1) 重度脳障害児の日常応答性評価における、NIRS を活用した多面的評価の妥当性

2008 年度に実施した課題 1 より、特に事例 A において後頭葉の脳実質の密度低下が確認された。また ABR 測定より、脳幹機能については事例 A、B とともに比較的保たれていることが確認された。

これらの結果をもとに実施した課題 2 では、各事例の生活刺激に対する応答性の違いが顕著となった。事例 B においては、各感覚モダリティの刺激に対する行動上の変化はほとんどみられなかったものの、NIRS 測定においては明瞭な酸素交換反応がみとめられ

た。一方で、事例 A においては、聴覚モダリティでは顕著な行動反応と NIRS 測定における聴覚関連部位の持続的変化がみられたが、視覚刺激に対しては局所脳反応がみられなかった。しかしながら、日常場面の心拍モニタリングにおいて、視覚刺激に対する定位的減速がみとめられ、受動的注意が向けられていることが明らかとなった。また、聴覚刺激

A: audio stimulation



B: visual stimulation

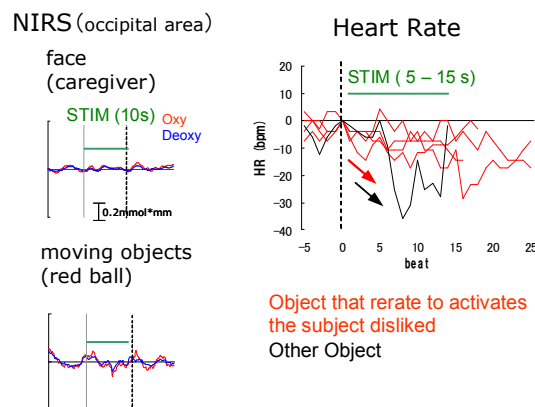


図 1. 事例 A の、生活刺激に対する局所脳反応および一過性心拍反応。A: 聴覚刺激に対する反応 B: 視覚刺激に対する反応。

に対する心拍では、刺激によって能動的加速あるいは定位的減速への反応の分化がみられた (図 1 参照)。これらより、NIRS 測定では生活刺激受容における能動性の有無と、その時間的側面が反映されたと考えられ、NIRS を活用した多面的評価によって、重障児の日常における刺激応答性を詳細に評価できることが明らかとなった。

(2) 日常場面モニタリングによる、重障児への複合的働きかけ効果の検討

2008 年度後期～2009 年度にかけて、事例 A を対象に複合的働きかけによる発達援助を実施しその効果を検討した (課題 3 および課題 6)。その結果、指導の経過に伴い、心拍において視覚刺激呈示後の加速反応の出現

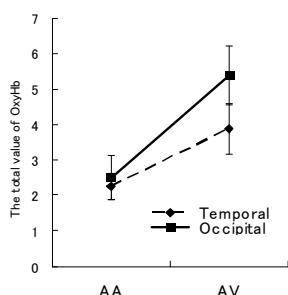
が認められた。さらに、聴覚→視覚の継時的な働きかけにおいて、聴覚刺激後に期待反応がみとめられた。これらの結果は、事例Aが視覚刺激に対する能動性を獲得したことを反映したものと思われ、複合的働きかけにおける日常場面モニタリングを用いた評価の妥当性が示唆された。

### (3) 定位反射系活動における EEG および心拍と、NIRS 指標との関連性

2009 年度に実施した課題 4 では、刺激に対する心拍の一過性反応動態をもとに、NIRS における局所脳反応との関連性を検討した。その結果、心拍において顕著な定位的減速がみられた被験者に対しては、聴覚関連部位における明瞭な消費反応（脱酸化ヘモグロビン濃度の増加と酸化ヘモグロビンの減少）がみとめられた。さらに、聴覚関連部位では心拍の減速反応の大きさと各ヘモグロビン変化量との間に関連性がみとめられた。

また、2009 年度に実施した課題 5 では、EEG および心拍における予期反応と関連して局所的な酸化ヘモグロビンの増加が確認された。さらにこのヘモグロビンの増加は、各感覚モダリティへの予期に対応してそれぞれの関連部位でのみ生じた（図 2）。すなわち、

#### A: audio-audio (AA) vs audio-visual (AV)



#### B: visual-audio (VA) vs visual-visual (VV)

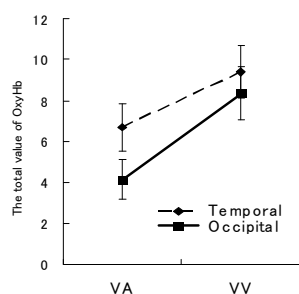


図 2. 視覚および聴覚モダリティの組み合わせによる S1-S2 パラダイムにおける、S1-S2 間の酸化ヘモグロビン量。A: 聴覚モダリティを先行刺激とした条件では、後続刺激が視覚刺激の場合に後頭部 (occipital) の酸化ヘモグロビンが有意に増加した。B: 視覚刺激を先行刺激とした条件では、後続刺激が聴覚刺激の場合に側頭部 (temporal) の酸化ヘモグロビンの増加がみられた。

予期によって刺激の感覚モダリティに対する能動的注意が生じ、この注意が対応感覚野の賦活を引き起こすと思われた。

これらの研究結果より、NIRS と心拍、脳波指標を用いた多面的評価から、刺激に対する定位反射系活動を詳細に評価できる可能性が示された。

### (4) まとめと今後の展望

本研究より、以下のことが示された。

- ①NIRS による局所脳反応測定と、心拍の日常モニタリングを用いた多面的アプローチから、重障児の生活刺激に対する能動性の発達を詳細に評価できることが明らかとなった。
- ②日常モニタリングによる支援効果の追跡的検討から、療育における複合的働きかけの重要性が示唆された。また、重障児の日常における応答性の発達を評価する上での方法論的妥当性が検証された。
- ③健常成人を対象とした基礎的検討から、NIRS 測定によって感覚モダリティごとの定位反射系活動を評価できる可能性が示された。他の生理指標との多面的アプローチにより、重障児の刺激応答性をより詳細に評価できる可能性がある。

本研究では、重障児の療育支援のための、NIRS による脳機能マッピングを活用した即時評価システムの開発を目的としたが、NIRS、脳波、心拍を用いた多面的評価システムは日常における応答性評価において有用であると思われた。今後、障害像の異なる複数例の重障児への適用を進めながら、更なる検証を行う必要がある。

また、本研究では重障児の発達援助における複合的働きかけの重要性が明らかになった一方で、日常のかかわりにおける働きかけの偏りの可能性が示された。本研究で対象とした事例 B は視覚刺激を受容できていたものの能動的な意味性が獲得されていなかったが、これは聴覚刺激と視覚刺激に対する行動表出の顕著な違いによって、聴覚的働きかけへの偏りが生じていたためと考えられた。このような獲得機能と日常における機能活用とのズレは、反応の乏しい重度脳障害児・者の療育では少なからず起こっていると考えられる。今後、本研究の多面的アプローチを活用しながら、重障児の療育環境の問題について生理心理学的に捉え直していくことが必要といえる。

### 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1件)

①宮地弘一郎・松島昭廣・片桐和雄 重症心身障害児の生活関連刺激に対する応答性についての心拍および局所脳血流を指標とした評価の試み - 視覚刺激に対する反応の乏しい一事例を対象として - . 人間学研究, 7, 77-86, 2009, 査読有

〔学会発表〕(計7件)

①竹本和江・吉川一義・宮地弘一郎 高機能自閉症児のストーリー抽出に関する事例研究 - WISC-III「絵画配列」課題での眼球停留とその変化を指標とした検討 - . 日本特殊教育学会47回大会, 2009.9.21, 栃木

②宮地弘一郎・松島昭廣 心拍を用いた重障児の日常的働きかけに対する応答性に関する検討. 日本重症心身障害学会 34 回大会, 2008.9.26, 埼玉

③渡邊流理也・宮地弘一郎・吉川一義・片桐和雄 心拍指標による重障児における学校授業場面での日常生活刺激に対する応答性に関する検討. 日本重症心身障害学会 34 回大会, 2008.9.26, 埼玉

④宮地弘一郎 招待講演「Polyhedral Approaches for Assessment of The Responsiveness of Children with Severe Motor and Intellectual Disabilities (SMID): NIRS, EEG and HR Studies.」日本心理学会 72 回大会, 2008.9.21, 北海道

⑤Miyaji, K., Watanabe, R., Katagiri, K. Anticipation to sensory stimulation activates the sensory area: A NIRS and EEG study. 14th World Congress of Psychophysiology, 2008.9.9, サンクトペテルブルグ (ロシア)

⑥Miyaji, K, Matsushima, A., Yoshikawa, K., Katagiri, K. Responses to Daily-life Stimuli in a Child with Severe Motor and Intellectual Disability: A Study using NIRS and HR. International Symposium on Innovative Brain Science for Development, Learning, Memory and Autism, 2008.7.17, 石川

⑦宮地弘一郎・片桐和雄 S1-S2 パラダイムにおける脳血流変化と一過性心拍変動との関連性. 日本生理心理学会 24 回大会, 2008.7.6, 沖縄

(3)連携研究者  
なし

(4)研究協力者  
松島 昭廣 (MATSUSHIMA AKIHIRO)  
国立病院機構七尾病院・院長  
研究者番号 なし

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

宮地 弘一郎 (MIYAJI KOICHIRO)  
信州大学・教育学部・助教  
研究者番号: 40350813

### (2)研究分担者

なし