

超重症児事例に対する指導内容の評価・改善に向けた試み －鼻部皮膚温度と心拍値を用いて－

Attempts to Assessment and Improve the Teaching Content of Child with Profound Motor and Intellectual Disabilities Needing Concentrated Medical Care: Using Nasal Skin Temperature and Heart Rate

石 田 基 起* 石 倉 健 二**
ISHIDA Motoki ISHIKURA Kenji

本研究では、肢体不自由特別支援学校に在籍する超重症1名を対象に、指導場面（感覚遊びと光遊び）の鼻部皮膚温度と心拍値を測定し、指導内容の評価と改善に向けた視点を検討した。その結果、感覚遊びよりも光遊びの方が鼻額差分温度変動値は高い値を、心拍変動率は低い値を示し、A児にとって光遊びの方が落ち着いた活動であり、快情動を喚起させやすい働きかけである可能性が示唆された。また、鼻部皮膚温度と心拍値を用いることで、少ない回数であっても超重症児の特性を一定程度見出すことができること、超重症児への指導では観察可能な反応が返ってくる働きかけが有効であると過信せず、働きかけと反応の関連を丁寧に確認し、場合によっては改善を検討する必要がある。今後は、鼻部皮膚温度と心拍値を測定することにより明らかにした働きかけのあり方を基に、指導内容を改善することで、どのような指導効果を得られるかについて検討することが求められる。

キーワード：超重症児，鼻部皮膚温度，サーモグラフィ，評価・改善

Key words: child with profound motor and intellectual disabilities needing concentrated medical care, nasal skin temperature, infrared thermography, assessment and improve

I. 問題と目的

近年、高度医療的ケアを有する児は1歳台で最も多く、年齢増加に伴い緩やかな右下がりの傾向にあることを報告し、今後数年は2.5倍/8年以上の増加率で増加していくことを予想している（口分田・星野・佐藤・松葉佐・永江・藤田, 2018）。また、令和3年度学校における医療的ケアに関する実態調査において、特別支援学校で8485人、幼稚園、小・中・高等学校で1783人もの医療的ケアを有する児が在籍していることが報告された（文部科学省, 2022）。医療的ケア児の中核は、超重症児・準超重症児であり、その3～4割を占めると報告されている（北住, 2018）。超重症児は、医療の必要度を示す「超重症児スコア」により判定されるが（鈴木・武井・武智・山田・諸岡・平元・松葉・口分田・宮野前・山本・大野, 2008）、呼吸管理やたんの吸引等の医療的ケアが必要であるのみならず、運動・知的障害の程度が非常に重度である場合が多い。このように、今後さらに増えることが予想される超重症児に対する指導内容について検討することは喫緊の課題であるといえる。

脳機能障害の程度が重度である超重症児への指導では、感覚入力に力点が置かれ、「音楽（歌・楽器等）」、「言葉かけ・呼名等」、「視聴覚活動（映像、絵本、ペープサート等）」、「事物を介した皮膚感覚・振動刺激」、「身体接触」が多く扱われている（野崎・川住, 2012a）。一方で、障

害が重いからといって、認識レベルを見落とし、「感覚遊び」中心の遊びを続けていることが大いにあることを指摘している（細測, 2019）。そのような認識レベルに合わない指導を行わないためにも、ビデオ記録等による振り返りを通して、状態の捉え方の精度を高め、働きかけを改善していくことが関わり手に求められている（野崎・川住, 2012b）。

しかし、身体部位の観察だけでは指導の手がかりがあまり得られないという理由もあり、特別支援学校では生理心理学的指標に着目することにより状態を捉えている事例が多いと報告されている（野崎・川住, 2012a）。中でも、能動的な発現が困難な超重症児へのかかわりのあり方を検討する際には、心拍値が役立つことが示唆されている（笹原, 2010）。さらに近年は、非接触で測定可能な鼻部皮膚温度により、超重症児の快・不快状態を推定できることが報告されている（石田・石倉, 2022）。これら装着を必要とする接触タイプの心拍値と非接触タイプの鼻部皮膚温度を組み合わせることにより、違和感なく指導内容をより多角的に評価できると考える。

そこで本研究では、超重症児事例に対する指導場면을鼻部皮膚温度と心拍値を用いて測定し、指導内容の評価と改善に向けた視点を明らかにすることを目的とした。

* 兵庫教育大学大学院（博士課程）学校教育実践学専攻学校教育臨床連合講座（大阪府立藤井寺支援学校） 令和5年7月13日受理

** 兵庫教育大学大学院学校教育研究科特別支援教育専攻障害科学コース 教授

Table 1 働きかけの感覚分類

	触覚(身体)	触覚(対物)	視覚(光)	視覚(対物)	聴覚(声)	聴覚(曲)	嗅覚(香水)	医療的ケア
安静					△			
ケア	○				○			○
挨拶	○				○			
マッサージ	○				○			
感覚遊び								
ボール	○	○			○	△	△	
スライム	○	○			○	△	△	
モビール	○	○		△	○	△	△	
アルミホイル	○	○		△	○	△	△	
振動玩具	○	○			○	△	△	
光遊び								
ピンクライト	○	○	○	○	○	○	○	
ミルキーウェイ	○	○	○	○	○	○	○	
白ライト	○	○	○	○	○	○	○	
壁ライト	○	○	○	○	○	○	○	

注) 全日を○, 数日を△で示す。

II. 方法

1. 対象

対象児は、肢体不自由特別支援学校に在籍する小学部2年生の女兒（以下、A児）である。A児は、出生時に水無脳症と診断され、右頭部が大きい状態であった。また、低体温症の症状があり、体温調節が難しく、体温が35℃まで落ち込むことがあるため、上着や電気毛布等で体温調節していた。定頻はしていなかった。生活面に関しては全介助を要した。人工呼吸器を使用し、気管切開部の吸引や経管栄養等が必要であったため、超重症児スコアは48点（調査開始時点）であった。発達検査（KIDS）の結果は、全領域が1ヶ月であった。側弯や脱臼はなく、日常は仰臥位で過ごし、角度をつける程度の側臥位は可能であった。疲れが出やすいという理由で、学校へは週1回程度登校していた。眼は、開閉可能であり、追視等の眼球運動が観察されていた。医師より、話しかけると話し手に視線を送り、注意を向けることができるが、視覚情報を頭で理解できていないかもしれないと診断を受けていた。学校においても、声のする方や音源方向へ視線を向けるなどの反応も観察されていた。このような様子から、視聴覚刺激は受容していると判断されていた。痛みや刺激に対して、泣いたり、しかめ面をしたり、四肢を強ばらせて訴えることが観察されていた。特に、足裏や腰回りに触れられると不快な反応が観察されていた。一方、音遊びや身体を使った遊びが好きで、楽しい時は眼を開閉させたり、手足を動かしたりすることで快を表現したと判断していた。呼名時には、両手を少し浮かせたり、口を開閉させたり、瞬目等での返答が観察されていた。

担任教師より、不快の反応は瞼の開閉や手足の上下運動、口を動かす等で確認できるが、快の反応がわかりづらく、“好きな活動や関わりが知りたい”と第二筆者に依頼があり調査を開始した。

2. 手続き

20XX年10月中の3日間に実施した。食事による影響を除く為、食後30分間をあけた13時15分以降の約45分間を分析対象とした。指導単元は「感覚・光遊び」であり、玩具を用いた感覚刺激やイルミネーションライト等を使用した光刺激を呈示した。

本指導は、特別支援学校内にある、温度管理が可能な防音室で実施された。ホームルーム教室で昼食を食べた後にバギーへ移乗し教室へ移動した。防音室では、マット（ホットカーペット）の上で仰臥位になり、指導環境が整った後に測定を開始した。測定プロトコルは、3分間の安静、はじまりの挨拶、感覚遊び、光遊び、おわりの挨拶、3分間の安静の順に行った。室内には、担任教師と保護者が同席し、第一筆者はマジックミラー越しに観察を行なった。

3. データ測定方法

室内は、空調機器により室温25℃±2℃、湿度50%以下に設定した。赤外線サーモグラフィカメラ（FLIR社製：FLIR C3）は、石田・石倉（2022）にならい、本装置を放射率 $\varepsilon=0.98$ 、反射温度32.0℃、距離1.0mに設定し、対象児の1.0m前方から顔面の温度付き動画データをPC（NEC社製：N1535AAW-YC）に記録した。なお、本装置を外気温と順化させるため、測定の30分以上前から電源を入れた。心拍値は、パルスオキシメーター（iSpo2; マシモ社製）を足趾に装着し、iPadアプリケーション（Masimo Personal Health; マシモ社製）に記録した。また、分析時に心拍波形を確認するため、iPadの画面収録機能を使用し、録画した。1台のビデオカメラ（JVC社製：GZ-E700-R）でA児の全身と、デジタル電波時計（温湿度測定機能付き）を撮影し、指導場面の様子と時刻を記録した。なお、心拍モニター（パルスオキシメーター）で測定される値は、心拍値とは別物であるが、近年脈拍数を心拍数として扱う傾向にあることから（野崎・川住、

2012b)、本研究では脈拍数を心拍数として扱うこととした。また、担任教師と保護者にその日の体調や調査中の様子を伺い記録した。

4. 分析方法

鼻部皮膚温度の扱いについては、超重症児であっても鼻部領域から額部領域の皮膚温度を引いた温度（以下、鼻額差分温度）が、環境温度の影響を取り除き、快・不快状態を捉える説明変数になると報告されている（石田・石倉, 2022）。そこで本研究では、鼻額差分温度を評価指標として扱うこととした。赤外線サーモグラフィカメラにより 400ms 間隔に撮影される熱画像データから、鼻部領域から額部領域の温度を CSV 出力し、鼻額差分温度を算出した。安静時 3 分間の鼻額差分温度の平均値を基準とし、安静終了後から授業終了までの鼻額差分温度変動値を求め、時系列データを作成した。なお、校正機能（キャリブレーション）による外れ値と測定部位に別の物体が被った場面は除した。熱画像解析には、解析ソフトウェア（FLER 社製:FLER Tool+）を使用した。心拍値は、パルスオキシメーターにより 1 拍毎に拍間隔が測定され、それを 1 分間当たりの拍数（心拍値:単位 bpm）に換算した数値が 1 秒毎に記録される。この心拍値（bpm）を CSV 出力し、時系列データを作成した。

感覚遊びと光遊びにおける鼻額差分温度と心拍値の関係性を確認するため、各指導場面内の鼻額差分温度変動値の平均と心拍変動率「(心拍の標準偏差/平均心拍) × 100」を算出し、推移を確認した。

また、笹原 (2010) を参考に、ビデオ映像を基に、A 児への働きかけや身体反応について記述記録を作成した。働きかけを触覚刺激（身体）、触覚刺激（対物）、視覚刺激（光）、視覚刺激（対物）、聴覚刺激（声）、聴覚刺激（曲）、嗅覚刺激（香水）、ケア（医療的ケア）の 8 種類に分類し、それらを併せて記録した。なお、各働きかけの分類は Table 1 に示すとおりであった。得られた鼻額差分温度と心拍値の時系列データに、指導内容や身体反応、働きかけを付記した複合グラフを作成し、変動の有無を確認した。

処理には、Microsoft Excel for Mac (16.16.27) の Excel 統計 2016 を使用した。

5. 倫理的配慮

対象児の保護者及び授業実施者へ、口頭・書面により説明し、同意を得た。また、兵庫教育大学倫理審査委員会の承認を受けて実施した（受付番号:2020-43）。

III. 結果

1. 鼻額差分温度と心拍値の関係

各指導内容の鼻額差分温度と心拍値の関係性を確認するため、Figure. 1 に鼻額差分温度変動値平均、Figure. 2 に心拍変動率平均の推移を示した。鼻額差分温度変動値平均は、3 日間ともに感覚遊びよりも光遊びが高い値を示した。一方で、心拍変動率平均は、3 日間ともに感覚遊びよりも光遊びが低い値を示した。

2. 働きかけによる A 児の反応様相

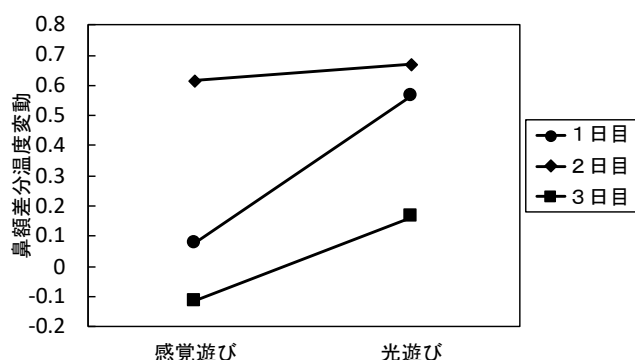


Figure. 1 感覚・光遊びの鼻額差分温度変動値平均の推移

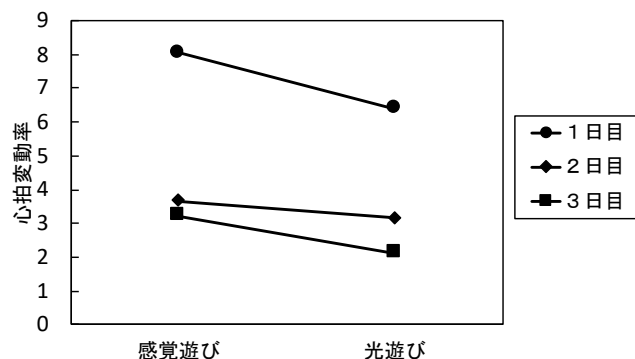


Figure. 2 感覚・光遊びの心拍変動率平均の推移

働きかけによる反応様相を詳細に分析するため、Figure. 3～5 に鼻額差分温度と心拍値、活動内容、身体反応、働きかけを併せて表した複合グラフを示す。

1 日目は、食後に排泄指導があったため、調査予定時刻から 30 分遅れの実施となった。調査前に保護者から、「今日は朝から眠たい。」と A 児の体調について伺っており、心拍値においてもベースライン時の平均は 86.1bpm を示していた。ケア直後の場面 (Figure. 3-①) において、鼻額差分温度が短時間で急激に上昇した。一方、ケア開始直後と終了直後に 90bpm であった心拍値が 100bpm まで加速する反応が 2 回連続して生じた。香水による嗅覚刺激が呈示され始めた (Figure. 3-②) において、鼻額差分温度が上昇し、心拍値は減速した。また、この場面で隣に座っていた保護者が「匂いきました。」と話していたことから室内に匂いが漂っていたことがわかる。一方で、ボールを顎に当て始めると (14:04:04 ～)、鼻額差分温度は低下し、心拍値の加速反応と眼を開き左腕を動かす身体反応が現れた。スライムによる遊びの途中 (Figure.3-③) において、鼻額差分温度が短時間で急激に上昇し、心拍値の加速反応と左腕を動かす身体反応が現れた。光遊び開始直後 (Figure. 3-④) において、鼻額差分温度の上昇が生じた。その際には、カニューレ部を触って位置を調整する医療的ケアが行われていた。その後、ピンクライトを A 児の右手に持たせ、腕を他動的に上下させた際に、鼻額差分温度が低下し、心拍値の加速反応も生じた。壁ライト (Figure. 3-⑤) において、鼻額差分温度の上昇が生じ、心拍値が 95bpm から 75bpm まで減速した。調査後に担任教師

から、「至近距離の方がよく見ていた。」「壁の光はあんまりだったかな。」「ピンクに光る時はよく見ていた。」と調査時の様子を伺った。また保護者から、「ピカピカをよく見ていた。」と伺った。

2日目は、ベースライン時の心拍値が112.0bpmを示し、保護者からも心拍値が高いことを伺った。感覚遊びのモバイルを使った活動 (Figure. 4-①) において、鼻額差分温度の急激な上昇と心拍値の加速反応、全身を伸ばすような身体反応が生じた。この際、A児の右手にモバイルの端を握らせ、担当教師は反対側のモバイルの端を引っ張ることでA児自ら引っ張る動きが出ることを待っていた。振動玩具の場面 (Figure. 4-②) において、

鼻額差分温度が上昇し、心拍値の減速反応が生じた。その際、開眼はしていたものの、特段目立った身体反応は現れなかった。ピンクライトから白ライト (Figure. 4-③) にかけて、鼻額差分温度が上昇傾向にあった。その際、A児は少しウトウトと眼を開閉させていたが、時折眼を開けて光を見ている様子があった。担任教師から、「玩具を握って、自ら動かす様子があった。」と調査時の様子を伺った。

3日目は、ベースライン時の心拍値が91.1bpmを示し、保護者から昨日あった行事の話伺い、和やかな雰囲気調査を開始した。授業開始直後 (Figure. 5-①) において、鼻額差分温度が低下傾向にあった。その際、心拍

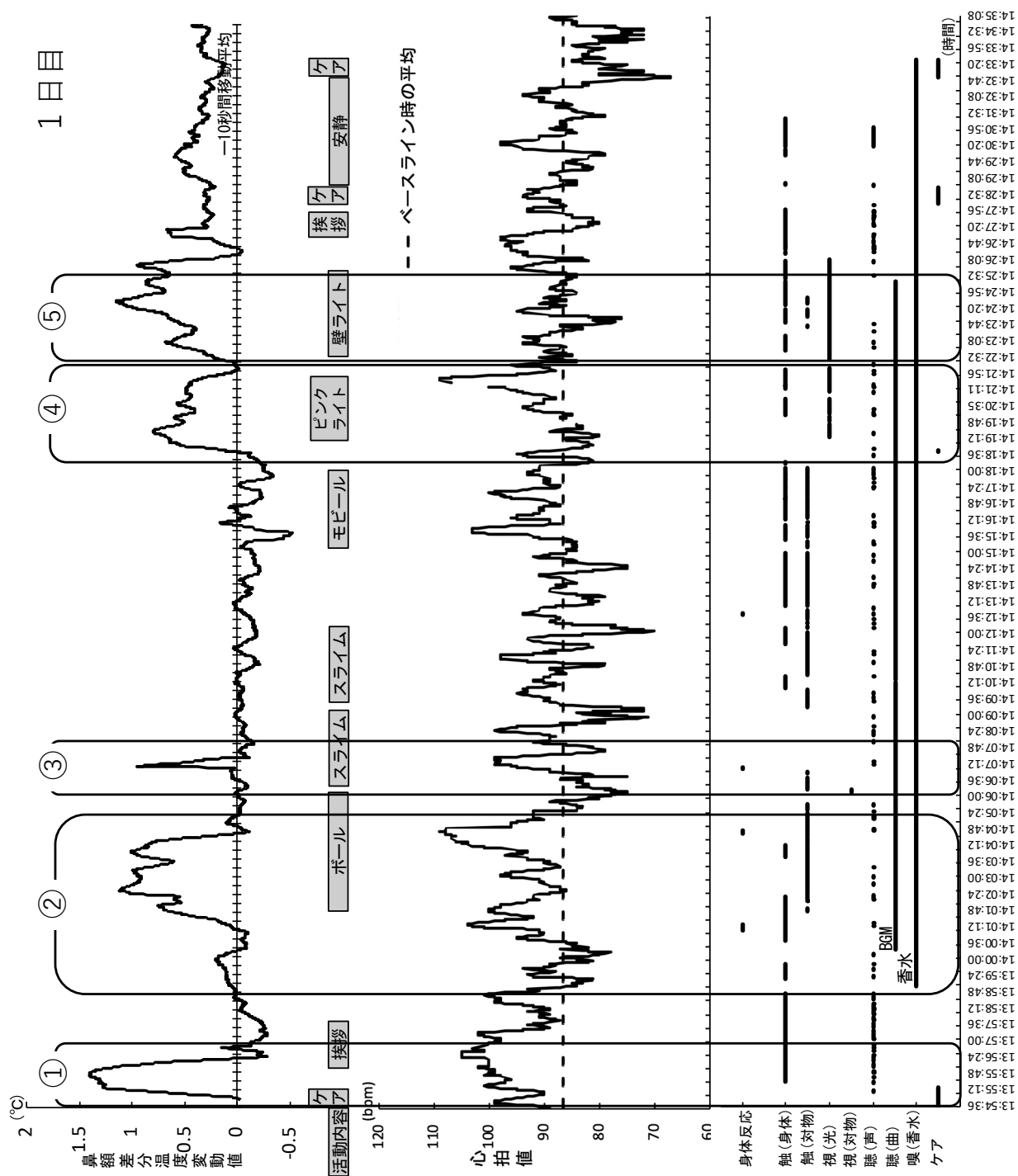


Figure. 3 1日目の活動中の複合グラフ

値は120bpmまで加速し、身体反応として吃逆が起きていた。咳き込みと欠伸により数回排痰し、吃逆が止まり、徐々に鼻額差分温度も上昇した。光遊び (Figure. 5-②) において、鼻額差分温度が上昇した。その際、心拍値の大きな変動はなく、担任教師が「ちょっと眼がとろんとしてるね。」とA児が眠たそうにしている様子が語られていた。調査後に担任教師から、「今日は壁の光をよく見ていた。」「眠たくなってきた時もあった。」と調査時の様子を伺った。また保護者から、「今日一日やり切った感じ。」と伺った。

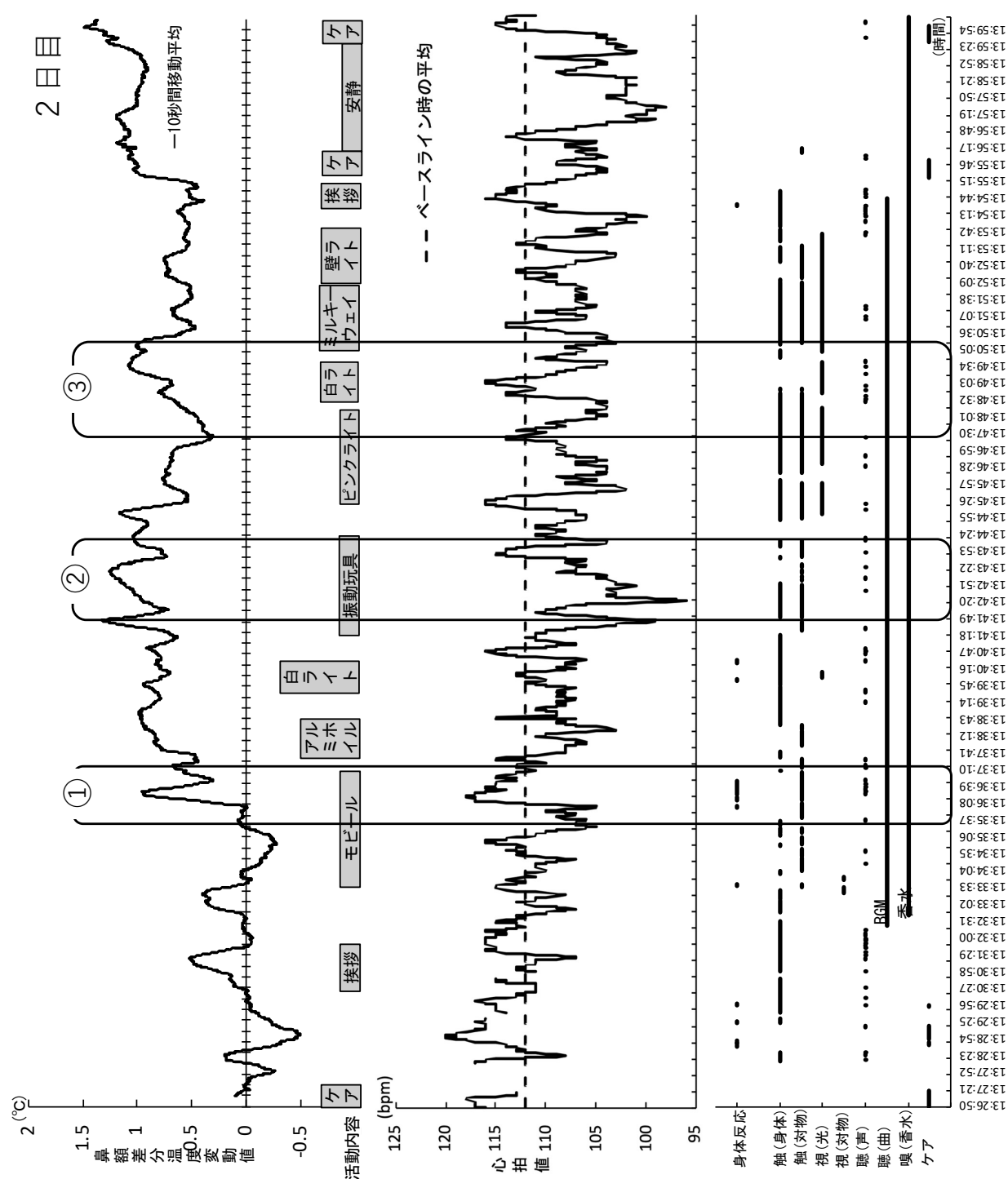


Figure. 4 2日目の活動中の変動グラフ

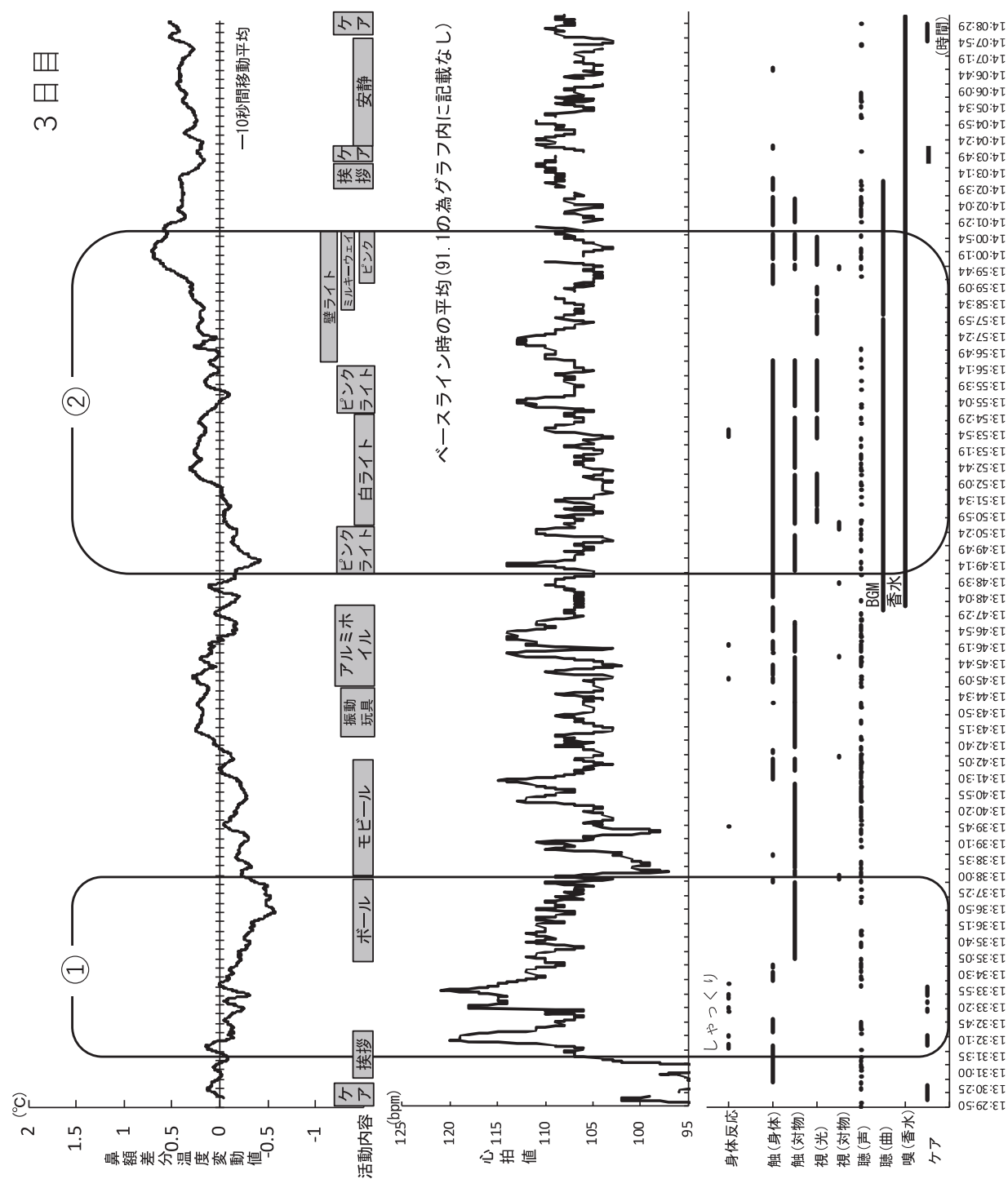


Figure 5 3日目の活動中の変動グラフ

IV. 考 察

1. 反応様相からみた A 児の特性について

本研究では、A 児に対する指導場面を鼻部皮膚温度と心拍値を用いて評価した。その結果、鼻額差分温度変動値平均は感覚遊びよりも光遊びが高く、心拍変動率平均は感覚遊びよりも光遊びが低い値を認めた。一般に、鼻部の皮膚温度は快情動喚起時に上昇することが明らかにされており（善住・野澤・田中・井出, 2004）、心拍変動率が低い場合には落ち着いて活動に取り組んでいると判断できると報告されている（秀島・石倉, 2015）。

これらの結果を踏まえると、A 児にとって感覚遊びよりも光遊びの方が、落ち着いた活動であり、快情動を換気させやすい働きかけである可能性が示唆された。

さらに、働きかけによる A 児の反応様相を詳細に分析してみると、香水の嗅覚刺激や光による視覚刺激に対して、鼻額差分温度の上昇と心拍値の減速反応、さらに追視が多く生じた。心拍値は、刺激に応じて変化する一過性心拍変動において、加速反応は刺激に対する防御（驚愕）反応成分を、減速反応は定位反応成分を反映していることが指摘されている（Graham & Clifton, 1996）。

これら先行研究の知見を踏まえると、A 児はどの感覚刺激も受信していると言えるが、本研究で扱った香水や光刺激は注意を向けるほど興味のある刺激であった可能性が示された。

本研究で対象とした A 児は、学校へ登校できる回数が限られていたため、3 回という少ない測定回数での調査となった。よって、可能性を示す程度で明確な傾向を示すことはできなかった。その一方で、少ない測定回数であっても、A 児の自律神経系反応の特性から興味を示す関わりや刺激を一定程度得られることが明らかとなった。超重症児の教育的対応の過程においては、係わり手が係わり合いを通して理解しようとする姿勢が欠かせないと報告している（岡澤, 2020）。普段から何らかの生理心理学的指標により記録を残し、丁寧に指導場面を振り返ることは、超重症児の教育にとっては不可欠であるといえる。

2. 超重症児の指導について

働きかけによる A 児の反応様相を詳細に分析していく中で、鼻額差分温度の緩やかな上昇の他に短時間で急上昇する場面が多数確認された。特に、顔周辺部へ接触刺激を呈示した多くの場面で、鼻額差分温度の急激な上昇と心拍値の加速反応、左腕を動かす身体反応が生じた。鼻部皮膚温度の最大温度変位が平均 7 秒間で約 0.19℃ 起こる短時間の反応は、逃走・逃避反応（FFR）を示していることが報告されている（Nozawa, Mizawa, Mizuno & Tanaka, 2006）。本研究において鼻額差分温度が急上昇した結果は、この先行研究の知見を支持しており、身体的反応の乏しい超重症児においても鼻額差分温度は逃走・逃避反応によって変化する可能性が示された。一方で、重症心身障害児は、口腔内及び周辺部、頬に感覚過敏があることが多いという指摘から（松本・伊藤・門奈・石原・上野・見波・松本・吉田・菊池・向井, 2007）、A 児は口腔内及び周辺部、頬に感覚過敏を示している可能性があることも明らかとなった。体性感覚刺激や前庭感覚刺激の活用は、多くの超重症児にとって受信しやすい働きかけとして有効であると考えられる反面、働きかけを受けとめきれず拒否的・回避的な反応を示す場合も少なくないため（野崎, 2020）、超重症児の指導においては観察可能な反応が返ってくる働きかけが有効であると過信せず、働きかけと反応の関連を丁寧に確認し、拒否的・回避的な反応であれば働きかけの改善を検討する必要があるだろう。また、A 児の鼻額差分温度が拒否的・回避的な反応を示した際に、左腕を動かす身体反応が確認された。応答的环境下で現れた超重症児事例の手指動作の意図性について、行動と生理学的指標の両面から検討することで意図性を一定程度捉えることができたと報告している（神郡・勝二・尾崎, 2019）。今後さらに省察を積み重ねる必要があるが、A 児の左腕を動かす身体反応は、動作の意図性を見出す糸口になると思われる。

V. 今後の課題

本研究の結果、鼻部皮膚温度と心拍値による記録を用いることで、少ない回数であっても超重症児の特性を一定程度見出すことができること、超重症児への指導では観察可能な反応が返ってくる働きかけが有効であると過信せず、働きかけと反応の関連を丁寧に確認し、場合によっては改善を検討する必要がある。

しかしながら、本研究は一事例の結果から得られたものであるため一般化できない。また、超重症児の脳機能障害の程度によっては、鼻部皮膚温度と心拍値が変動しない可能性があることに留意が必要である。これらを踏まえ、脳機能障害の程度を示す超重症児分類（大村, 2004）の 1～4 を対象とした事例をそれぞれ収集し、特性を踏まえた検討が求められる。

さらに、鼻部皮膚温度と心拍値を測定することにより明らかにした働きかけのあり方を基に、指導内容を改善することで、どのような指導効果を得られるかについて検討することが求められる。

謝 辞

対象児、および本研究の実施にご協力くださいました皆様に、心より感謝申し上げます。

文 献

- 石田基起・石倉健二（2022）超重症児の情動反応に伴う鼻部皮膚温度の測定と分析方法の検討．兵庫教育大学学校教育学研究, 35, 339-344.
- 大村清（2004）難病主治医の立場から．小児看護, 1249-1253.
- 岡澤慎一（2020）超重症児への教育的対応の視点．育療, 66, 12-20.
- 神郡裕衣・勝二博亮・尾崎久記（2019）超重症児事例における教育的働きかけへの応答的反応の検討－手指動作、心拍、脳血流の分析による－．特殊教育学研究, 57（1）, 1-11.
- 口分田政夫・星野陸夫・佐藤清二・松葉佐正・永江彰子・藤田泰之（2018）高度医療的ケアの実態調査．日本小児科学学会誌, 122（9）, 1519-1526.
- Graham, F.K. & Clifton, R.K.（1996）Heart-rate change as a component of the orienting response. *Psychological Bulletin*, 65, 305-320.
- 笹原未来（2010）働きかけに対して緊張を生じがちな超重症児への教育的対応のあり方に関する実践的検討．福井大学教育地域科学部紀要（教育科学）, 1, 211-233.
- 鈴木康之・武井理子・武智信幸・山田美智子・諸岡美知子・平元東・松葉佐正・口分田政夫・宮野前健・山本重則・大野祥一郎（2008）超重症児の判定について－スコア改定の試み－．日本重症心身障害学会誌, 33, 303-309.
- Nozawa, A., Mizawa, H., Mizuno, T., & Tanaka, H.（2006）Detection of fight or flight reaction on facial skin thermogram using spatio-temporal spectrum differential

analysis. *IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials*, 126 (6) , 470-477.

野崎義和 (2020) 超重症児への特別支援教育に関する現状と今後の研究・実践課題. 育療, 66, 3-11.

野崎義和・川住隆一 (2012a) 「超重症児」該当児童生徒の指導において特別支援学校教師が抱える困難さとその背景. 東北大学大学院教育学研究年報, 60, 2, 225-241.

野崎義和・川住隆一 (2012b) 最重度脳機能障害を有する超重症児の実態理解と働きかけの変遷－心拍数指標を手がかりとして－. 特殊教育学研究, 50 (2) , 105-114.

秀島圭和・石倉健二 (2015) 重障児の心拍変動を用いたコミュニケーションの基礎的能力に関するアセスメント法の検討. 兵庫教育大学学校教育学研究, 27, 19-23.

松本規男・伊藤光修・門奈芳生・石原光沙子・上野紀子・見波亮・松本奈々・吉田葉子・菊池直子・向井祐介 (2007) 重症心身障害児 (者) への援助技術. 医療, 61, 11, 759-766.

文部科学省 (2022) 令和元年度学校における医療的ケアに関する実態調査. https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/tokubetu/1402845_00005.htm (2023 年 6 月 24 日閲覧) .

善住秀行・野澤昭雄・田中久弥・井出英人 (2004) 鼻部皮膚温度変化による快・不快状態の推定. 電気学会論文誌 C, 124 (1) , 213-214.