

# 研究成果論文

特別支援教育専攻・障害科学コース

M20119J

石田 基起

## 研究課題

### 超重症児に対する教育的対応の状態評価に関する研究 -鼻部皮膚温、心拍、唾液アミラーゼによる検討-

## 研究成果の要旨

本研究では、教育的対応場面における超重症児の状態評価において、従来から測定されてきた心拍、唾液アミラーゼに加えて、鼻部皮膚温を測定することの効果について明らかにするため、肢体不自由特別支援学校に在籍する超重症児2名を対象として、授業実施者によって選定された教育的対応場面を測定し、心拍値、唾液アミラーゼ値のみと、それらに鼻部皮膚温を加えた複合的データから超重症児の状態を分析した。その結果、心拍値による刺激に対する定位・驚愕反応や覚醒状態の評価、唾液アミラーゼ値によるストレス状態の評価に、鼻部皮膚温による快・不快状態の評価が加わったことで、多水準的に状態を把握でき、状態評価の妥当性を向上させる効果をもたらすことが明らかになった。このことは、心拍、唾液アミラーゼ値に加えて、鼻部皮膚温度を測定することで、単に刺激に対する超重症児の反応評価のみでなく、その刺激が児をどういう状態へ推移させたのか関連的、且つ継続的に評価できる可能性を示すものであった。

## 研究内容・成果

### I. 問題と目的

医療技術の進歩により、呼吸管理などの医療的ケアを継続的に必要とする超重症児の出生率・特別支援学校在籍数はともに増加傾向にある(中村,2019; 文部科学省,2019)。超重症児は、身体の動きが非常に乏しく、刺激に対する応答が読み取りにくいことなどから、内的な状態を生理心理学的指標(以下,生理指標)によって客観的に評価する試みが行われてきた(片桐・北島・小池,1999)。現在では、心拍や唾液アミラーゼ値、近赤外分光法 (near-infrared spectroscopy ; NIRS) などが扱われている(岡澤,2012)。

近年では、乳児の情動研究に非接触の自然な状態で情動性抹消血管運動による皮膚温度変化を測定できる赤外線サーモグラフィを用いて、鼻部皮膚温度変化と情動とは関連があることを報告している(松村,2006)。皮膚温度は血流量の変化に依存する為、情動ストレスによる心理状態が顕著にあらわれる(善住・田中・井出,2001)。具体的には、快状態推移時には副交感神経の作用により血流量

が増加することで鼻部皮膚温は上昇し、不快状態推移時には交感神経の作用により血流量は減少することで鼻部皮膚温が下降する(善住・野澤・田中・井出,2004)。このように、鼻部皮膚温は快・不快状態の推測を可能にすることが明らかにされてきたが、超重症児の教育的対応場面において扱った先行研究はない。

ところで、教育的対応場面で複数の生理指標を同時に測定し、教師の働きかけに対する超重症児の応答的反応を検討した報告は、蓄積されつつあるものの未だ少ないのが現状である。神郡・勝二・尾崎(2019)は、刺激への反応がほとんど認められない超重症児に対して、iPad 画面に触れると同時に音が流れる応答的環境下の微細手指動作や心拍、脳血流データに着目し、動作の意図性を一定程度捉えることができた」と報告している。このように、複数の生理指標を同時に測定することで、不明確であった超重症児の動作の意図性を一定程度可視化することができたことは注目される。また、このように複数の生理指標データから多角的な視点で児の応答的反応を捉えることは、状態評価の妥当性の向上に大いに役立つものであると考える。さらに、心拍、唾液アミラーゼ値に加え、鼻部皮膚温を同時に測定した報告はなく、本研究により従来とは異なる観点から超重症児の応答的反応を捉えることができると考える。

そこで本研究では、教育的対応場面における超重症児の状態評価において、従来から測定されてきた心拍、唾液アミラーゼ値に加えて、鼻部皮膚温を測定することの効果について明らかにすることを目的とする。

## II. 方法

### 1. 対象

対象は、いずれも肢体不自由特別支援学校に在籍する超重症児 2 名とした(Table 1)。

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)。

Table 1 対象児のプロフィール一覧

対象児	A	B
学年	小学部 2 年	小学部 5 年
性別	男	女
障害名	低酸素虚血性脳症	脳性麻痺,低酸素虚血性脳症
受障時期	2 歳	先天性
大島分類	1	1
医療的ケア判定スコア	29 点	48 点
医療ケア等の状況	人工呼吸器,気管切開部,鼻腔口腔内管理 胃ろうから経管栄養 低体温症(ホットカーペットを使用)	人工呼吸器,気管切開部,鼻腔口腔内管理 胃ろうから経管栄養 自発呼吸が稀に見られる
検査等	両眼は常時開眼状態 視機能検査の所見なし 聴覚障害、脳機能障害あり	両眼は常時開眼状態 視機能検査の所見なし 聴覚障害、脳機能障害等不明
姿勢	日常は仰臥位、どの姿勢も可能	日常は仰臥位、側臥位、端座位は可能
日常生活の反応	・表情のみでは覚醒状態や快・不快状態を判断することは困難 ・刺激に対する反応は、右半身や右親指、右脛を少し動かす様子がみられるが、意図的に動かしているかは不明	・不快時は顔を歪める様子が観察されるが、快と判断できる変化はない ・刺激に対しておどろいた時には、手が動いたり、足が伸びたりするなど、不随意運動が生じるが、どの感覚系への刺激に対する反応かは不明

## 2. 手続き

期間は、A児が20XX年3月中、B児が20XX年7月中に、各個人に対して3回測定を実施した。分析対象は、個別の指導計画を立てて実施する教育的対応とし、授業実施者によって選定された。

A児は「からだ・絵本」(13:30~14:00)における教育的対応場面であった。活動は、ベースライン測定のため車椅子で3分間安静にし、その後ふとんへ移乗、始まりの挨拶、流れの確認、からだ・絵本の活動「パンダかぞえたいそう」、終わりの挨拶、5分間の安静の順に実施した。

B児は「スイング」(10:30~11:30)における教育的対応場面であった。活動は、ベースライン測定のため仰臥位で3分間安静にし、その後バギーへ移乗・教室移動、スイングへの移乗(端座位)、スイング活動(①スイングと数唱1~10を2もしくは3試行、②スイングと曲「にじ」を2試行)、バギーへの移乗・教室移動、5分間の安静(仰臥位)、の順に実施した。スイングは、途中で停止し、授業実施者がB児に「もう一回しますか」と尋ね、反応を確認した上で再開することを数回繰り返した。

## 3. 測定

各測定機器の概要を Fig. 1 に示す。

- (1)鼻部皮膚温：赤外線サーモグラフィカメラ(FLIR 社)で顔の熱画像データを録画した。
- (2)心拍：パルスオキシメーター(Masimo 社)を足趾に装着し、心拍数を iPad に記録した。
- (3)唾液アミラーゼ値：採取チップ(NIPRO 社)を 30 秒間舌下に入れて採取した。(活動前・活動後・安静後の計3回)
- (4)教育的対応場面：ビデオカメラで、教師の働きかけと対象児の表出行動、時刻統一と温湿度管理の為に電波時計を録画した。

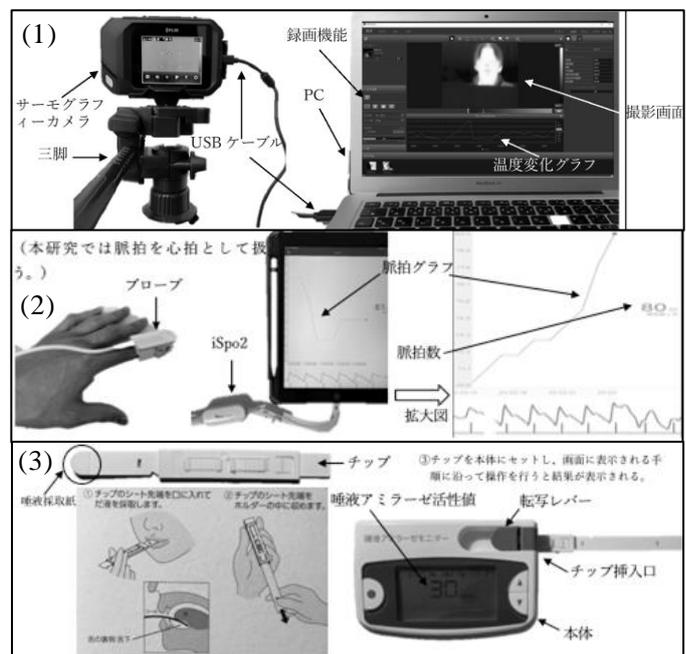


Fig. 1 測定機器の概要

## 4. 分析方法

得られた生理指標データを各活動、又は活動を3分の一定間隔で区切り、以下に示す方法により分析した。また、心拍値に鼻部皮膚温を加えた生理指標複合グラフを作成し、変動箇所を分析した。B児のスイングは、風の影響を受けるため、鼻部皮膚温に関しては停止場面のみ分析対象とした。

(1)鼻部皮膚温変動：熱画像解析ソフト(FLIR Tools+)により得た400ミリ秒毎の熱画像データから、1秒毎の平均温度を鼻部と額部それぞれ算出した。末梢部である鼻部には、動静脈吻合血管が走っており、情動による変化が顕著に現れる。一方、体幹部である額部は、環境温や情動による変化はほとんど現れないとされている(善ら,2004)。そこで本研究では、善住ら(2004)を参考に鼻部から額部の温度を引いた差分温度を「鼻部皮膚温度」を算出し、情動による変化のみ抽出した。

(2)心拍変動：iPadに記録した1秒毎の心拍数から、各活動の平均心拍数と標準偏差を算出した。また、秀島・石倉(2015)同様に、平均値が大であれば分散も大となることから、心拍数の変動を相互に比較する為、心拍変動率(HRV)を「SD/M×100」によって算出した。

(3)唾液アミラーゼ値：活動前(ベースライン)からの増減と、山口(2007)のストレス判断基準(0-30KU/l なし,31-45KU/l ややあり,46-60KU/l あり,61KU/l 以上かなりある)を参考に分析した。

Table 2 A 児における 3 日間の心拍値の結果

	1日目			2日目			3日目		
	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率
ベースライン	81.9	0.7	0.8	79.0	1.0	1.3	84.5	0.8	1.0
ふとん移乗後	—	—	—	88.0	1.9	2.1	80.7	1.2	1.5
挨拶	82.3	2.3	2.7	82.9	2.2	2.7	82.6	2.7	3.2
①からだ・絵本	83.4	4.2	5.1	84.5	3.0	3.5	80.6	3.8	4.8
②からだ・絵本	81.9	4.8	5.8	80.9	2.5	3.1	77.8	3.0	3.8
③からだ・絵本	80.3	2.8	3.5	78.9	3.2	4.0	76.4	4.1	5.3
④からだ・絵本	—	—	—	80.4	1.8	2.3	74.2	2.7	3.7
5分安静時	80.4	0.5	0.7	78.6	0.7	0.9	74.0	0.9	1.2

注:表中の—は活動がなかった,若くは測定エラーを示す.

### III. 結果と考察

#### 事例 1 A 児 小学部 2 年生男児 (授業内容: からだ・絵本)

まず、心拍値のみ分析する為、Table 2 に A 児における 3 日間の心拍値の結果を示す。1 日目の平均心拍数は、ベースライン時とからだ・絵本活動でほぼ同様の値を示した。しかし、心拍変動率においては、ベースライン時が 0.8 だったのに対して、からだ・絵本活動では 3.5~5.1 の範囲と高い値を示した。このように、心拍変動率がベースラインに比べて、からだ・絵本活動の方が高い値になる結果は、2・3 日目でも同様に見られた。これは、ベースライン時に比べてからだ・絵本活動は緊張度が高いことを示しており(古谷野,1980)、A 児は刺激を敏感に感じ取っていたことが推測される。また、2・3 日目の③からだ・絵本の平均心拍数は、ベースライン時に比べて低く、心拍変動率は日内で最も高かった。この結果は秀島・石倉(2015)と一致し、その時間内の何らかの刺激に対して定位(なんだろう?と注意を向ける反応)を示したことが考えられる。この点の詳細な分析についての言及は、本研究では控える。

一方、唾液アミラーゼの結果は、3 日間全てにおいて 3 KU/1 若しくは、エラーとなった。これは、超重症児を対象とした場合、唾液の分泌量の少なさや経口摂取の有無、服薬、測定方法等の要因が考えられる。

教育的対応における超重症児の状態評価を多角的に行うため、Fig.2 に A 児における 2 日目の心拍変動に鼻部皮膚温を重ね合わせた生理指標複合グラフを示す。Fig.2 の(1)では、心拍値が 88bpm まで増加したのに対して、鼻部皮膚温は 0.8℃低下した。一般的に、心拍の増加(加速反応)は、刺激に対する驚愕反応を示し(片桐ら,1999)、鼻部皮膚温の低下は不快状態への推移を示す(善住ら,2004)と報告されている。つまり、A 児にとって驚愕反応を示した刺激は、刺激に驚いたのみでなく不快な状態へ推移させる要因となっていたことが考えられる。一方で、Fig2 の(2)では、心拍値の変動が小さく、鼻部皮膚温が上昇する傾向が見られた。鼻部皮膚温の上昇は、快状態への推移を示す(善住ら,2004)と報告されていることから、授業後の安静が A 児を快状態へ推移させる要因となったことが推察される。

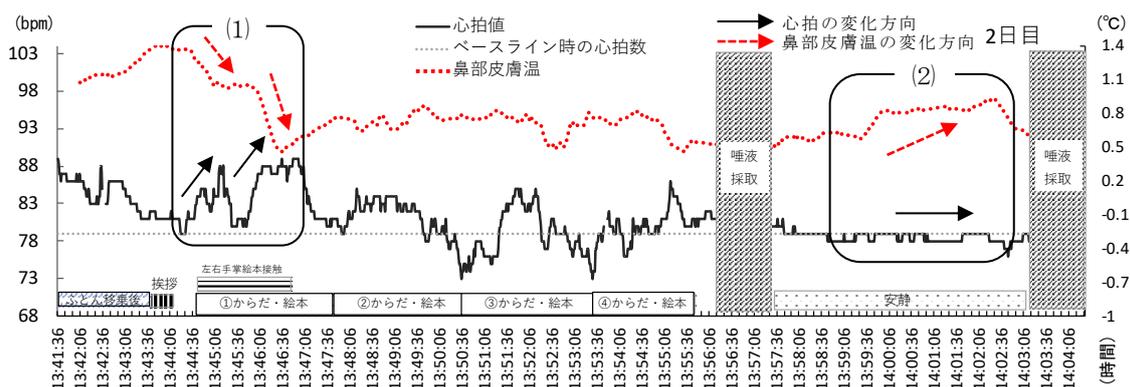


Fig.2 A 児における 2 日目の鼻部皮膚温と心拍の生理指標複合グラフの結果

Table 3 B 児における 3 日間の心拍値の結果

	1日目			2日目			3日目		
	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率	平均心拍数	標準偏差	心拍変動率
ベースライン	95.8	2.6	2.8	91.9	2.5	2.7	93.8	2.5	2.7
①スイング数唱	100.1	1.9	1.9	99.7	2.2	2.2	93.8	2.1	2.2
②スイング数唱	99.4	2.2	2.2	98.0	2.2	2.2	96.2	2.3	2.4
③スイング数唱	-	-	-	-	-	-	96.6	1.4	1.5
④スイング曲	97.1	1.8	1.8	87.5	10.8	12.3	95.3	3.2	3.3
⑤スイング曲	96.1	1.8	1.9	100.2	5.0	4.9	97.6	2.6	2.7
⑥スイング曲	102.0	2.1	2.0	99.0	2.6	2.6	98.3	2.1	2.1
⑦スイング曲	100.9	1.6	1.6	100.1	2.0	2.0	97.1	2.5	2.5
⑧スイング曲	-	-	-	94.2	3.1	3.3	-	-	-
⑨スイング曲	101.1	2.3	2.3	98.4	1.9	1.9	94.2	0.7	0.7
⑩スイング曲	100.4	1.7	1.6	94.6	8.5	9.0	97.7	3.8	3.9
⑪スイング曲	98.0	2.1	2.2	91.3	8.5	9.3	96.2	2.2	2.3
⑫スイング曲	100.5	1.9	1.9	106.6	5.6	5.3	95.2	2.1	2.2
安静	96.7	1.9	1.9	92.8	1.7	1.9	91.4	2.6	2.8

注:表中の-は活動がなかった,若くは測定エラーを示す.

### 事例 2 B 児 小学部 5 年生 女兒 (授業内容: スイング)

まず、心拍値のみ分析する為、Table 3 に B 児における 3 日間の心拍値の結果を示す。3 日間のベースライン時における平均心拍数は、91~95bpm を示し、スイング活動時は、100bpm 前後とベースライン時より増加した。持続性心拍変動は、覚醒水準や活動水準を反映していることが指摘されている(片桐ら, 1999)。つまり、B 児はスイングによる揺れ刺激や数唱・曲による聴覚刺激を受けて、活動水準を促進させたと考えられる。一方、心拍変動率は、1・3 日目で 1.47~3.89 の範囲内と低い値を示していたのに対し、2 日目は最大で 12.34 と高い値を示した。心拍変動率が大きい場合は、落ち着きのなさや過剰な反応の現れを示している(秀島・石倉, 2015)ことから、2 日目は 1・3 日目と状態が異なっていたと考えられる。

一方、Fig. 3 に示す 3 日間のアミラーゼ値は、日による差はあるが、活動後に上昇し、安静で低下する結果が示された。特に 2 日目は、活動前後で 11 KU/l(ストレスなし)から 56KU/l(ストレスあり)へ増加した。

1・3 日目とは状態が異なると考えられた 2 日目について、状態評価を多角的に行うため、Fig. 4 に B 児における心拍変動に鼻部皮膚温を重ね合わせた生理指標複合グラフを示す。Fig.4 の(1)は、スイング時に心拍値が 75bpm まで低下し、スイング停止直後の声かけにより 95bpm まで増加した。その場面の鼻部皮膚温は、開始前に比べて高い値を示し、スイング停止直後の声かけにより 0.5℃低下した。このような場面は、その他のスイング場面においても同様に見られた。以上 3 つの生理指標の結果から、2 日目の B 児は、スイングの揺れや曲によって副交感神経優位となり、睡眠状態へ移行した(覚醒水準の低下)と考えられる。そして、スイング停止時は睡眠状態であった B 児に対し、授業実施者が声かけを行ったことで、B 児は交感神経優位となり、覚醒した(覚醒水準の促進)と考えられる。しかし、この睡眠と覚醒が繰り返される状態は、声かけ直後の鼻部皮膚温低下や活動後の高いアミラーゼ値からも、B 児には高いストレス負荷であったことが推察される。

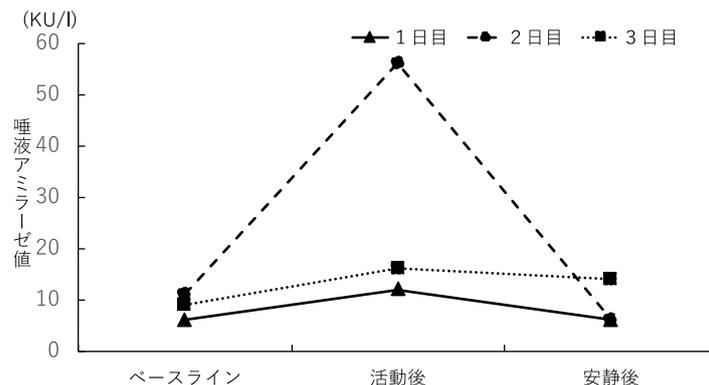


Fig. 3 B 児における 3 日間の唾液アミラーゼ値の結果

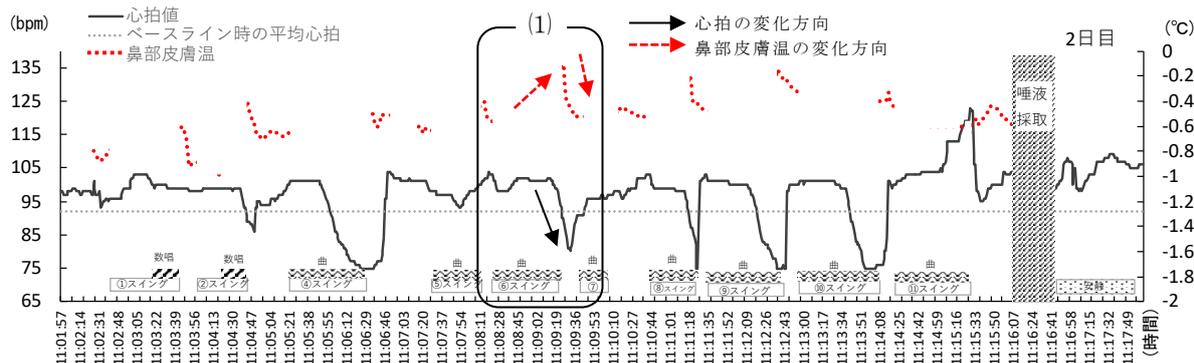


Fig. 4 B児における2日目の鼻部皮膚温と心拍の生理指標複合グラフの結果

#### IV. 総合考察

本研究の目的は、教育的対応場面における超重症児の状態評価において、従来から測定されてきた心拍、唾液アミラーゼに加えて、鼻部皮膚温を測定することの効果について明らかにすることであった。

その結果、心拍値による刺激に対する定位・驚愕反応や覚醒状態の評価、唾液アミラーゼ値によるストレス状態の評価に、鼻部皮膚温による快・不快状態の評価が加わったことで、多水準的に状態を把握でき、状態評価の妥当性を向上させる効果をもたらすことが明らかになった。先行研究によると、行動反応や心拍反応から総合的に検討することで、気づきを促しやすい刺激を推測できることを明らかにしている(田口・栗延・木実谷・矢島,2014)。本研究の結果からは、心拍、唾液アミラーゼに加えて、鼻部皮膚温度を測定することで、単に刺激に対する反応評価のみでなく、その刺激が児をどういう状態へ推移させたのか関連的、且つ継時的に評価できる可能性が示された。今後は、教育実践において教員のみで扱えるよう、より簡便な測定・分析方法を検討する必要がある。

#### 文 献

- 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.
- 片桐和雄・小池敏英・北島善夫(1999)重症心身障害児の認知発達 とその援助-生理心理学的アプローチの展開-.北大路書房.
- 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.
- 古谷野英一(1980)心拍数の平均値と変動率との有用性の比較:生理的指標による事務作業特性の研究.日本経営工学会誌.31(2),172-180.
- 文部科学省(2019) 日本の特別支援教育の状況について.新しい時代の特別支援教育の在り方に関する有識者会議,資料 3-1,98-116. [https://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/09/\\_\\_\\_icsFiles/afieldfile/2019/09/24/1421554\\_3\\_1.pdf](https://www.mext.go.jp/kaigisiryoy/2019/09/___icsFiles/afieldfile/2019/09/24/1421554_3_1.pdf) (2021.12.07 閲覧)
- 松村京子(2006)乳児の情動研究-非接触法による生理的アプローチ.ベビーサイエンス,6,1-9.
- 中村知夫(2019)医療的ケア児に対する小児在宅医療の現状と将来像.Organ Biology,27(1),21-30.
- 岡澤慎一(2012)超重症児への教育的対応に関する研究動向.特殊教育学研究,50(2),205-214.
- Salazar, E., Domínguez, E., Juárez Ramos, V., Dela Fuente, J., Meins, A., Iborra, O., Gálvez, G., MA Rodríguez-Artacho, GómezMilán, E.,(2015) The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography. Consciousness and cognition,34,149-162.
- 田口愛・栗延孟・木実谷哲史・矢島卓郎(2014)重症心身障害児(者)に対する歌いかけとタッチングを用いた療育活動の効果-行動反応と心拍反応の出現率および一致率による検討-.日本重症心身障害学会誌,39(3),447-559.
- 山口昌樹(2007)唾液マーカでストレスを測る.日薬理誌,129, 80-84.
- 善住秀行・田中久弥・井出英人(2001) 鼻部熱画像の経時変化量を用いた快・不快 VAS の推定.電気学会全大論文集,3-096,982.
- 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.