

バイオフィードバック研究

Japanese Journal of Biofeedback Research

2025
vol.52
No.1

目次

巻頭言

大阪・関西万博とけいはんな万博 2025 辻下守弘 1 (1)

資料

圧センサーを活用した指圧技能習得のための学習支援システムの構築
—養成校臨床教員および理学療法学生の指圧による圧面積の測定とその比較—
..... 小貫睦巳 2 (2)

ストラップ式低コスト皮膚温バイオフィードバック装置の開発
..... 重田真宏・長野祐一郎 11 (11)

国際招待講演【第 51 回日本バイオフィードバック学会学術総会】

脳-コンピュータ接続 (BCI) を基盤としたバイオフィードバック Alvin CHAN 18 (18)

欧米におけるバイオフィードバックの最新事情 Erik PEPPER 20 (20)

シンポジウム

国際交流委員会シンポジウム：一つの課題から大きな使命へ至る全てについて
..... 中野和彦・山本晃永・松田直樹・堤 成彦・池上ジョナサン・及川 欧 22 (22)

学会総会

第 51 回日本バイオフィードバック学会学術総会抄録集 34 (34)

研究室紹介

旭川医科大学病院におけるバイオフィードバック研究の取り組み
..... 高橋佑弥・佐藤弘也・呂 隆徳・及川 欧 39 (39)



日本バイオフィードバック学会
Japanese Society of Biofeedback Research

日本バイオフィードバック学会役員 (2022~2024 年度)

理事会

理事長	廣田昭久 (心理学系)
副理事長	端詰勝敬 (医学系)
	岩田浩康 (工学系)
	榊原雅人 (心理学系)
理事 (医学系)	飯田俊穂 及川 欧 神原 憲 治 小山明子 志田 有子 末松 弘 行 竹内武昭 竹林 直紀 辻下 守 弘 中尾睦宏 端詰 勝敬 平岡 厚 都田 淳
(工学系)	後濱龍太 岩田浩康 浦谷裕樹 大須賀美恵子 村岡慶裕
(心理学系)	加藤由美子 小林能成 榊原雅人 志和資朗 成瀬 九美 廣田 昭久 星野 聡子
監事 (医学系)	鈴木里砂
(工学系)	安士光男
(心理学系)	松野俊夫

委員会

編集委員会	委員長 小林 能成 副委員長 榊原 雅人 委員 竹林 直紀 都田 淳 村岡 慶裕
総務委員会	委員長 飯田 俊穂 副委員長 加藤由美子 委員 志田 有子 平岡 厚
資格認定委員会	委員長 神原 憲治 副委員長 廣田 昭久 委員 後濱 龍太 竹内 武昭
企画広報委員会	委員長 中尾 睦宏 副委員長 辻下 守弘 委員 大須賀美恵子 星野 聡子
ホームページ 企画管理委員会	委員長 浦谷 裕樹 副委員長 小林 能成 委員 小山 明子
国際交流委員会	委員長 及川 欧 副委員長 榊原 雅人 委員 末松 弘行 成瀬 九美
倫理委員会	委員長 端詰 勝敬 副委員長 村岡 慶裕 委員 星野 聡子
心理医療諸学会連合 (UPM) 委員	中尾 睦宏 廣田 昭久
日本心理学諸学会連合委員	松野 俊夫 廣田 昭久
横断型基幹科学技術研究団体連合委員	岩田 浩康 廣田 昭久

大阪・関西万博とけいはんな万博 2025

辻下守弘

奈良学園大学大学院リハビリテーション学研究科

第51回日本バイオフィードバック学会学術総会は、2024年6月22日・23日の2日間、けいはんな学研都市（正式名称：関西文化学術研究都市）にあるけいはんなプラザで開催し、会員各位のご支援により無事終了することができた。本総会では、翌年開催される大阪・関西万博を意識して、「人工知能時代のバイオフィードバック」というテーマを掲げ、国内の最先端技術の開発拠点であるけいはんな学研都市で開催することを決めた。

大阪・関西万博は、2025年4月13日から10月13日まで184日間、大阪・夢洲にて開催されるが、その同時期にけいはんな学研都市においてもけいはんな万博2025が開催される。この二つの万博は、大阪メトロ中央線の西の終点である夢洲駅と東の終点である学研奈良登美ヶ丘駅で結ばれており、本学は東の終点から徒歩15分と万博へのアクセスに恵まれていることもあり、本総会の開催地を意識する背景となった。本学は、けいはんな学研都市「大学・研究機関」共創会議のメンバーとして、この二つの万博にも参画予定であり、万博のテーマである「いのち輝く未来社会のデザイン」にふさわしいクロスリアリティ（XR）とアバター、そしてバイオフィードバックを応用したバーチャルリハビリテーションシステムを展示する予定である。

本システムでは、「リハビリテーションにおける時間と空間からの解放」をコンセプトとして、いつでも、どこでも、だれとでもリハビリテーションができることを可能にしたいと考えている。XRとアバターは、これを実現する基盤技術であることは言うまでもないが、バイオフィードバックはメタバースの中で、自分の今ここでの存在を意識させる重要な技術と位置づけている。具体的には、人間の認知特性を利用して、視覚情報から擬似的触感を生み出す Pseudo-Haptics 効果を応用した筋力増強練習方法を開発しているが、この練習中における実際の筋電情報を音に変換してフィードバックすることでリアルとバーチャルを融合させている。バイオフィードバックを導入することは、メタバースというバーチャル空間の中で身体の自己所有感を高め、筋力増強練習の効果を促すことになる。

このように、バイオフィードバックは、本総会の開催回数が物語るように半世紀以上の歴史を持つ古い技術ではあるが、XRやアバターといった最先端技術を支える基盤技術であり続けると考えている。会員各位には、メインとなる大阪・関西万博だけでなく、けいはんな万博2025にも多数参加いただき、「いのち輝く未来社会のデザイン」に貢献するバイオフィードバックの可能性と発展について語り合えることを期待している。なお、二つの万博の公式ホームページで以下のとおりです。

EXPO2025 大阪・関西万博公式 Web サイト：<https://www.expo2025.or.jp/>

けいはんな万博 2025：<https://keihannaexpo.org/>

Building a Learning Support System to Acquire Finger-pressure Skills Using a Pressure Sensor—Measurement and Comparison of Pressure-receiving Areas Pressed by Fingers by Training-school Clinical Teachers and Physical Therapy Students—

Mutsumi ONUKI*

*Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Tokoha University

Abstract

[Objective] The study was conducted to “visualize” the techniques of finger pressure and objectivize the techniques of the same kind while focusing on the changes in the pressure-receiving areas over time. The previous studies implemented until last year revealed clearly distinguishable results between qualified practitioners and beginners through quantification and visualization of the pressure-receiving areas. However, due to the small number of subjects, the results of the studies were kept in the realm of hypothesis. In this study, the analysis software was improved, the number of subjects was increased, and the practicality of the device was reexamined for further improvement.

[Methods] Six qualified finger-pressure practitioners and 20 physical therapy students performed finger-pressure techniques using a finger-pressure simulator made based on the body-pressure distribution measurement device, SR Soft Vision, developed by Sumitomo Riko. In addition, using the obtained video data, changes in the pressure-receiving areas over time were measured and analyzed by DIPP-Macro II, particle image measurement and macro processing software created by DITECT.

[Results] The subjects of qualified finger-pressure therapists consisted of four men and two women with an average age of 56.8 (median : 61) years old and an average clinical experience of 26.1 (median : 27.5) years with five right-handed and one left-handed. As for physical therapy students, all of them were male aged 20.9 ± 1.07 years old with 18 right-handed and two left-handed. Regarding the average bilateral difference in (1) total area, (2) average area and (3) maximum area for five-time performance of finger-pressure techniques, qualified finger-pressure practitioners recorded (1) 3,957–12,5891 ($72,799.2 \pm 48,319.4$), (2) 8–209 (132.2 ± 83.7) and (3) 8–337 (195.7 ± 129) (units of the numbers are mm²). Meanwhile, physical therapy students were (1) 10,094–304,341 ($74,023.2 \pm 68,378.6$), (2) 19–544 (140.9 ± 124.6) and (3) 22–828 (195 ± 170.5).

[Discussion] As a result no obvious difference in skill was observed between a finger-pressure practitioners and a physical therapy student. however, some finger-pressure practitioners showed results that may exceed the accuracy of the equipment. this study suggests that the position of the techniques of finger pressure and the physical condition of each subject have a large influence.

Key words : pressure sensor, simulator, changes in pressure-receiving areas over time

Address : 1230 Miyakoda-cho, Hamana-ku, Hamamatsu-shi, Shizuoka, 431-2102, Japan
Department of Physical Therapy, Faculty of Health Science, Tokoha University
TEL : 053-428-1219
E-mail : monuki@hm.tokoha-u.ac.jp

Received : August 28, 2024

Accepted : January 11, 2025

資料

圧センサーを活用した指圧技能習得のための 学習支援システムの構築 — 養成校臨床教員および理学療法学生の 指圧による圧面積の測定とその比較 —

小貫睦巳*

*常葉大学保健医療学部理学療法学科

抄 録

【目的】指圧手技を「見える化」し指圧技能の客観化のために、圧面積の経時的変化に着目して研究を行った。前年度までの研究では、圧面積を数値化・視覚化することにより有資格者と初心者で明確に区別が可能な結果が得られたが、被験者数が少なく仮説の域を出なかった。今回はこれを見直し解析ソフトに改良を加え、被験者数を増やしてさらに一歩進めて機器の実用性を検討した。

【研究方法】住友理工社製の体圧分布測定機器「SR ソフトビジョン」をもとに作製した指圧シミュレーターによって指圧有資格者6名と理学療法学生20名に指圧手技を施行して貰い、この動画データを活用しディテクト社製の画像計測マクロ処理ソフト「DIPP Macro2」を使用して圧面積の経時的変化を計測・解析した。

【結果】被験者の属性は指圧有資格者が男性4名女性2名・平均年齢56.8（中央値61）歳・臨床経験の平均26.1（中央値27.5）年・利き腕は右5、左1名であり、理学療法学生は20名で全員男性・年齢 20.9 ± 1.07 歳・利き腕は右18、左2名だった。5回の指圧手技の①面積合計・②面積平均・③最大面積値のそれぞれの左右差の平均は、指圧有資格者が、①3,957～12,5891（ $72,799.2 \pm 4,8319.4$ ）、②8～209（ 132.2 ± 83.7 ）、③8～337（ 195.7 ± 129 、いずれも mm^2 ）であり、理学療法学生は、①10,094～304,341（ $74,023.2 \pm 68,378.6$ ）、②19～544（ 140.9 ± 124.6 ）、③22～828（ 195 ± 170.5 ）であった。

【考察】結果として指圧有資格者と理学療法学生の間には明らかな巧拙の差はみられなかった。しかし一部の指圧有資格者においては機器の精度を超える可能性のある結果を示す者がみられた。今回の研究から指圧手技の操作の姿勢や被験者個々の身体条件に依るところも大きく影響していることが示唆された。

■ キーワード：圧センサー、シミュレーター、圧面積の経時的変化

連絡先：〒431-2102 静岡県浜松市浜名区都田町1230番地
常葉大学保健医療学部理学療法学科
TEL：053-428-1219
E-mail：monuki@hm.tokoha-u.ac.jp

受付：2024年8月28日

受理：2025年1月11日

1. はじめに

筆者は按摩マッサージ指圧師・鍼灸師（以下「あはき師」と略）および理学療法士（以下 PT と略）の専門教育課程修得において硬結部位を把握し圧痛点を探すなどの手技を学ぶ一助とするべく指圧技能修得のシミュレーターを2018年より3年間にわたり作製し活用してきた[1]。また、2021年からは一点圧の数値的变化でなくこれらをもっと多面的にとらえるべく音声や圧面積の経時的变化に着目し、これを測定・視覚化することで実際の指圧手技の客観的評価に近づける測定機器・シミュレーターの開発に取り組んできた[2]。

前年度までに、今まで一点圧のみでは平面的なデータの収集しかできなかったが、圧面積の経時的变化に着目することによって、より立体的で施術者の個性をとらえることができることを確認できた[3]。しかしながら対象数が5名と少なく、これらが仮説の域を出ない状況であった。今回はこれを見直し、被験者数を増やしてさらに一歩進めてシミュレーターの実用性を確認する目的で研究を行った。また、面積計測には解析ソフトの計算手順の関係上、一定の時間がかかるものであるが、この面積計測のマクロ処理と組み合わせて使用する新たな解析ソフト「tuboCalc」を開発しこの解析にかかる時間短縮の実現も目指した。

2. 対象・方法

対象は、あはき師養成校の教員である指圧師の有資格者6名と、理学療法養成校学生（以下 PT 学生と略）20名とした。

実験は被験者に対し指圧手技を行わせ、これを住友理工社製の体圧分布測定機器「SR ソフトビジョン」をもとに2020年度に作製した指圧シミュレーター「tuboscan」(図1)を使用して動画データを取得した。さらにこの動

画データをもとに、ディテクト社製の画像計測マクロ処理ソフト「DIPP Macro2」を使用して記録された圧力面積の経時的变化を計測した(図2)。

指圧手技の巧拙には、客観的指標として指圧の圧力の左右差が少ないことや、圧力の漸増漸減が規則的で正弦波に近い波形であることなどの定義が必要であると考えられる。これにもとづき計測した指圧手技であるが、まず脊柱両側の両母指の垂直指圧を見立てて躯幹のトルソを作成し(図3)、この表面に上記のシミュレーターを被せて固定し実験装置を準備した。計測は施術者が治療用ベッド上に置いたトルソの脇に立ち、両肘を伸展した状態でトルソの脊柱の両側部分に体重を負荷し、指圧で行うのと同じように漸増漸減を繰り返す手技とした。この際、被験者にはできるだけ漸増漸減のタイミングは10秒間で漸増し10秒間で漸減させ、かつ左右の圧力が等しくなるように意識させ、目の前に置いたタイマーの動きとモニター用の棒グラフ(この棒グラフは押している圧力に連動して左右別々に表示される。前述の図1を参照)を確認しながら操作させた。これを5回連続して繰り返し行わせ動画データとして記録した。

対象から取得した動画データをもとにDIPP Macro2で以下の3つの数値を抽出し指圧師の有資格者とPT学生で巧拙に差があるかどうかや特徴を確認した。すなわち、①左右の母指圧の各施行の面積の合計、②左右の母指圧の各施行の面積の平均値、および③左右の母指圧の各施行の最大面積値(いずれも mm^2)である。また、この実験に伴い新しく開発した解析ソフト「tuboCalc」で左右の圧の経時的变化を視覚化し確認した。このソフトはSRソフトビジョンの感圧機能をもとにその左右差をグラフ化し、左右の変化や圧の力加減の増減の変化を視覚化するソフトであり、Microsoftの開発言語を使って作成された(数値をフレーム毎に取り出して比較して表示する方法を取った。なお、このグラフで示す圧力の単位はSRソフトビジョンの仕様にもとづき mmHg となつて

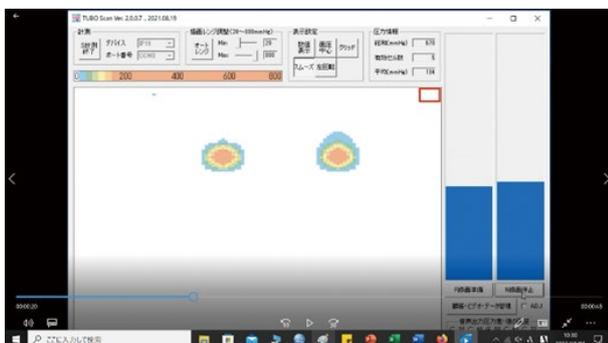


図1 「tuboscan」の測定画面

画面上に圧力分布が色分けして表示される。また右側の2本の棒グラフはそれぞれ左右の圧力の強度を表しておりリアルタイムで変化を確認できる。

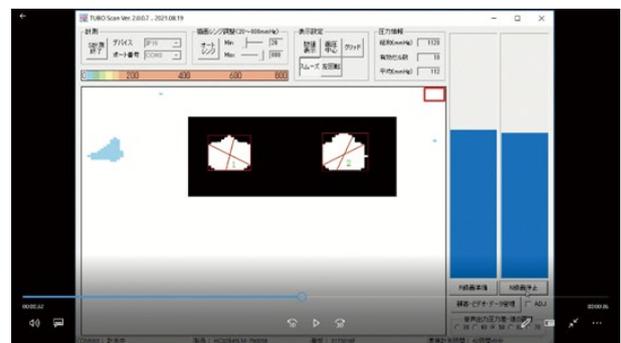


図2 圧力面積の測定

tuboscanの画面上でDIPP Macro2を使用し面積変化を測定している。黒で示された領域範囲内の反転した白色部分の面積変化を経時的に測定している。

いる)。また、DIPP Macro2で抽出した前述の①～③の3つの数値以外にもフェレ径(x, y), 円形度についても確認し、利き腕との関係についても検討した。フェレ径とは粒子(楕円形)の対向する輪郭線に接した平行する接線間の距離のことである。すなわち粒子の直径で一番大きいところが最大フェレ径となる[4]。

この研究は本学倫理委員会の承認を受けて行った(承認番号2021-501H)。同時に申告すべき利益相反関係にある企業などはない。

3. 結果

対象となった指圧の有資格者は男性4名女性2名(平均年齢56.8[中央値61]歳)である。臨床経験は平均26.1[中央値27.5]年で利き腕は右手5名、左手1名であった。PT学生は20名で全員男性(平均年齢20.9±1.07歳)で利き腕は右手18名、左手2名であった。対象の属



図3 指圧手技測定用に作成したトルソ
医療用器具作製業者に依頼し、体幹装具用の鋳型をもとにプラスチック素材で作成し表面を合成皮革で被覆した。内側は発泡スチロールを充填し圧迫に対し強度を保てるようにした。

性、取得データを表1および表2に示す。

5回の指圧手技の①面積合計値・②面積平均値・③最大面積値のそれぞれの左右差の平均値は、指圧有資格者が、①3,957~125,891(72,799.2±48319.4), ②8~209(132.2±83.7), ③8~337(195.7±129, いずれもmm²)であり、PT学生は、①10,094~304,341(74,023.2±68,378.6), ②19~544(140.9±124.6), ③22~828(195±170.5, いずれもmm²)であった。利き腕やフェレ径、円形度については特に傾向はみられなかった。

また、5回の指圧手技の①面積合計値・②面積平均値・③最大面積値のそれぞれの左右差の平均値に対する割合(%)を表1, 2内に示した。指圧有資格者が①が18.2±11.3, ②が18.1±11.5, ③が21.1±14.2(いずれも%)であり、PT学生は①が13.9±10.2, ②が13.7±10.1, ③が15.1±10(いずれも%)であった。

さらにtuboCalcで5回の指圧をグラフ化したものを図4および図5に示した。なお、このグラフはDIPP Macro2で求めた圧面積ではなくあくまで5回の指圧試技の圧力変化を時系列で示したものであり圧力の単位はSRソフトビジョンの仕様にもとづきmmHgとなっている。青が左母指、赤は右母指、黒は左右差を示している。またグラフの横軸の時間は個々の被験者が自分で意識した間隔で施行しており、統一した線を引けないので計測フレーム数のみ表示することとした。

なお解析にかかる時間であるが、この研究では圧のモニタリングと面積計算の2つの用途の組み合わせでデータを扱っており、ソフト内でのデータの受け渡しの手順などを短縮するために開発したtuboCalcによって、今まで1名の計測・解析に1時間程度かかっていたのが、動画編集のみの約15分で解析を終えることが可能となり、今回のように多数のデータも現実的に扱やすくなった。

表1 指圧有資格者の属性および指圧手技の①面積合計・②面積平均・③最大面積値のそれぞれの平均値

	年齢	利き腕	経験年数	①面積合計の平均			②面積平均の平均			③最大面積値の平均		
				Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合(%)	Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合(%)	Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合(%)
指圧師1	43	左	15	288,968	356,874	21.0	533	659	21.1	672	883	27.1
指圧師2	59	右	13	431,285	330,724	26.4	790	607	26.2	1,071	836	24.6
指圧師3	70	右	40	521,012	395,121	27.5	874	665	27.2	1,085	748	36.8
指圧師4	41	右	9	461,998	352,080	27.0	875	667	27.0	1,150	844	30.7
指圧師5	65	右	40	489,771	493,728	0.8	861	869	0.9	1,024	1,032	0.8
指圧師6	63	右	40	449,228	420,666	6.6	942	883	6.5	1,165	1,088	6.8
平均	56.8		26.2	440,377	391,532	18.2	813	725	18.1	1,028	905	21.1
標準偏差	13.0		15.3	90,001	64,696	11.3	146	101	11.2	189	104	14.2

(面積の単位はmm²)

※表のLtおよびRtはそれぞれ左母指の圧力、右母指の圧力を示しその左右差のLtとRtの平均値に対する割合(%)をその隣にグレーで区別して記載した。

表2 理学療法学生の属性および指圧手技の①面積合計・②面積平均・③最大面積値のそれぞれの平均値

	年齢	利き腕	①面積合計の平均			②面積平均の平均			③最大面積値の平均		
			Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合 (%)	Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合 (%)	Lt	Rt	左右差のLtとRtの平均値に対する割合 (%)
学生 1	20	右	588,041	604,104	2.7	1,122	1,152	2.6	1,417	1,581	10.9
学生 2	20	右	622,913	927,254	39.3	1,123	1,667	39.0	1,406	2,234	45.5
学生 3	20	右	861,260	710,465	19.2	1,572	1,298	19.1	1,938	1,734	11.1
学生 4	20	右	565,057	531,603	6.1	1,068	1,007	5.9	1,373	1,289	6.3
学生 5	20	左	783,968	726,730	7.6	1,396	1,290	7.9	1,845	1,687	8.9
学生 6	21	右	676,506	561,563	18.6	1,284	1,070	18.2	1,594	1,283	21.6
学生 7	23	右	518,037	584,577	12.1	956	1,079	12.1	1,170	1,333	13.0
学生 8	20	右	421,981	410,093	2.9	890	866	2.7	1,083	984	9.6
学生 9	20	右	501,847	518,257	3.2	964	991	2.8	1,162	1,266	8.6
学生 10	20	右	574,466	473,590	19.3	1,034	854	19.1	1,224	995	20.6
学生 11	23	右	342,468	378,495	10.0	679	749	9.8	828	921	10.6
学生 12	20	右	469,401	479,495	2.1	872	891	2.2	1,009	1,101	8.7
学生 13	21	右	327,795	316,142	3.6	681	657	3.6	752	721	4.2
学生 14	21	右	500,654	577,778	14.3	953	1,099	14.2	1,177	1,429	19.3
学生 15	21	右	361,344	341,557	5.6	733	690	6.0	895	873	2.5
学生 16	22	右	369,780	443,466	18.1	733	880	18.2	867	1,061	20.1
学生 17	21	右	467,732	397,623	16.2	923	785	16.2	1,121	981	13.3
学生 18	21	左	420,895	321,020	26.9	922	704	26.8	1,204	985	20.0
学生 19	23	右	554,338	453,473	20.0	1,050	858	20.1	1,262	1,082	15.4
学生 20	21	右	424,268	315,573	29.4	959	722	28.2	1,216	884	31.6
平均	20.9		517,638	503,643	13.9	996	965	13.7	1,227	1,221	15.1
標準偏差	1.071		141,924	157,598	10.2	229	253	10.1	310	367	10.0

(面積の単位は mm²)

※表の Lt および Rt はそれぞれ左母指の圧力、右母指の圧力を示しその左右差の Lt と Rt の平均値に対する割合 (%) をその隣にグレーで区別して記載した。

4. 考察

方法で述べたように、指圧手技の巧拙の評価の際にはまず前提として、客観的指標として指圧の圧の左右差が少ないことや漸増漸減が規則的で正弦波に近い波形であることなどの定義が必要である。実際は臨床では「心地よい」というような主観的な訴えのもとに治療手技を提供することが多く、この客観的指標にもとづいた結果がそのまま直ちに治療効果につながるわけではない。しかしそうだとすると正しく正確な手技操作ができることが思い通りの治療手技を提供できる前提と考えるとこれらの客観的指標を十分に満たす手技操作をここでいう「巧い」指圧と定義して差し支えないものとする。

その上で今回の結果からは指圧手技の巧拙の比較に適している要素として、指圧手技の①面積合計値・②面積平均値・③最大面積値のそれぞれの左右差の平均値に対する割合 (%) を検討した。結果をみると、左右差の割合は指圧有資格者では①面積合計値が0.8~27.5%、②面積平均値が0.9~27.2%、③最大面積値が0.8~36.8%であり、PT学生では①面積合計値が2.1~39.3%、②面積平均値が2.2~39.0%、③最大面積値が2.5~45.5%であった。サンプル数が少なく、指圧有資格者の方がPT学生よりも左右差の割合が小さい(指圧操作において安

定している)という結果を見出せないが、指圧有資格者の方には指圧師5のように3つの項目のすべてが1%未満という結果となっている者がおり、これを巧者とするならば、より高レベルの精度が必要であるかもしれない。また今回の結果は5回施行の平均で検討したが、もっと回数を増やすか別の日に改めて計測するなどのカウンターバランスが必要かもしれない。

また、実験の経験および開発した tuboCalc で指圧手技を視覚化することによって以下のようなことが考えられる。すなわち、指圧有資格者であってもPT学生であってもグラフからわかるように一定の左右の圧力の差がみられ、それらの多くは比較的規則的である。これは指圧手技の操作で臨床では腹臥位になった患者の脊柱の傍らに立って行うので純粋に直上から圧すことにならず、それを修正しフィードバックする身体位置感覚の機序等が働いている可能性がある。このことが巧拙以前に影響していることも考慮に入れる必要がある。さらに、被験者個々の内的要因として、母指の指の面積(指の大きさ)や母指表面の皮下組織の柔軟性、IP関節(母指指節間関節)の関節可動域やそれを固定するMP関節(中手指節関節)の動きなどに依存することも考えられる。

今回の研究の限界としては、経験年数が多いと考えられる指圧有資格者が少なく6名だったこと、およびこの

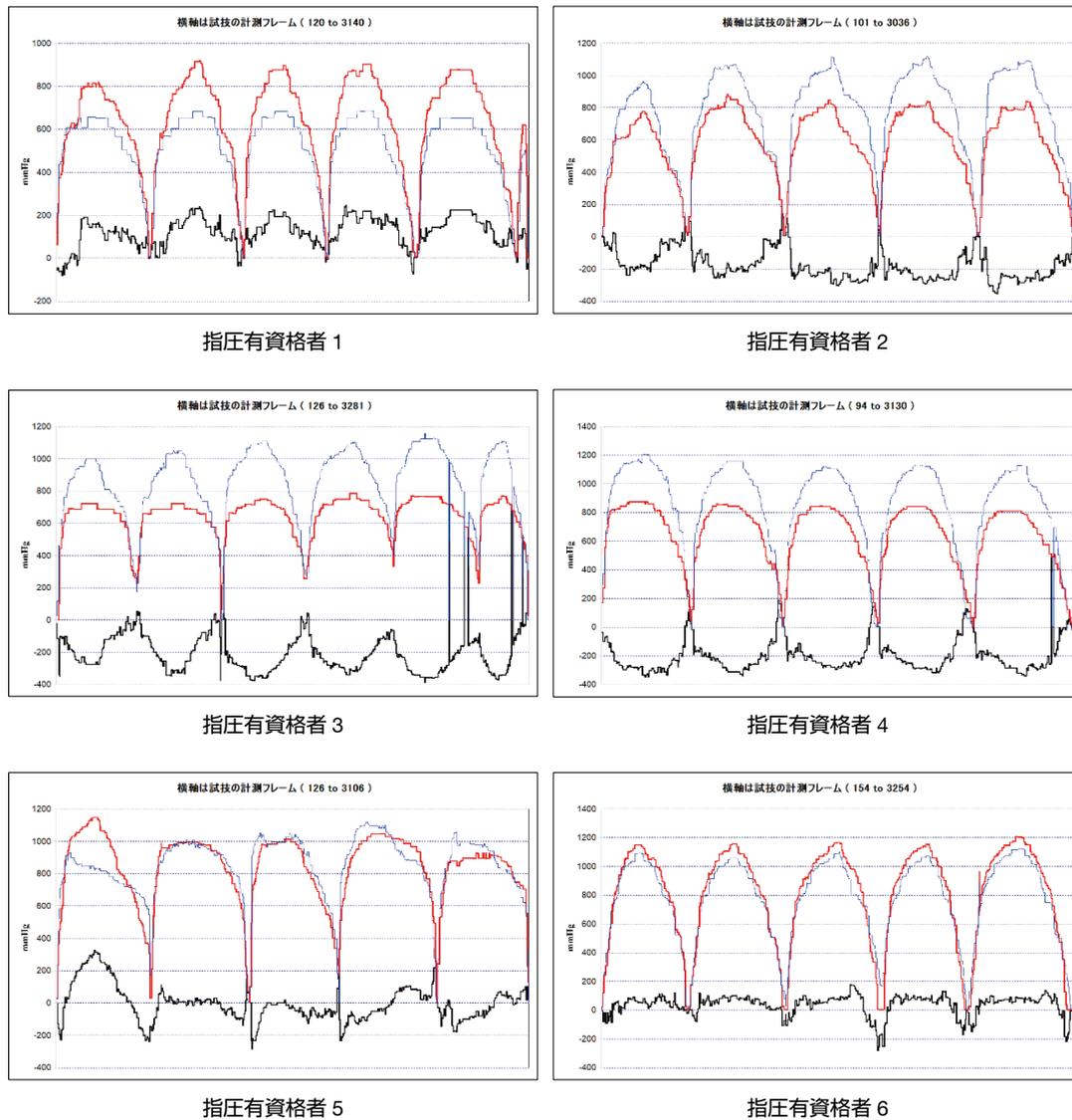


図4 TurboCalcの結果を基に描画した指圧有資格者のグラフ

※5回の施行の両母指圧の変化を時系列で表す。青が左母指、赤は右母指、黒は左右差を示す。

6名中3名が60歳以上と高齢だったことが問題として挙げられる。経験何年から熟練者といえるかは難しいが、例えば大橋ら [5] はヒューマンエラー発生の場面では5年を区切りとして挙げていることから経験5年というのがひとつの目安となると考えられる。他には由良ら [6] の研究では包丁操作の運動解析においては習熟者も初学者も定量的には差を見出せなかったとあり、また井上ら [7] の医師の脳症判定の研究では初学者は熟練者に対し視線計測で63%、マーキングで44%の正答率だったとある。熟練者と初心者の区別はこのように所属する集団や行為によっても変わり、また測定する機器の精度などによっても影響を受けることが考えられ、これらの要素を十分検討して巧拙の判断をする必要がある。

この研究はまだ端緒についたばかりでありこれらについて被験者数を増やして十分検討していくべきと考えている。今回は指圧手技の巧拙を判断するためのいくつか

の項目が得られたが、いずれも時間をかけて数値を詳しく確認しないと結果を判断できなかった。この面積の強弱の推移の揃いの度合いなどをとって視覚的に取り出してAIなどを活用して簡便に比較できれば、解析の時間を大幅に短縮できさらに実用的なシミュレーターとしての役割を果たせるのではないだろうか。この点については今後改めて取り組んでいく予定である。

5. 結語

指圧有資格者とPT学生に対し指圧手技を測定し、母指での指圧の圧力変化および圧力による面積変化から巧拙の基準を検討した。結果として両者に明らかな巧拙の差はみられなかった。しかし一部の指圧有資格者においては機器の精度を超える可能性のある結果を示す者がおり、今後の被験者数を増やしての研究の継続に期待が持

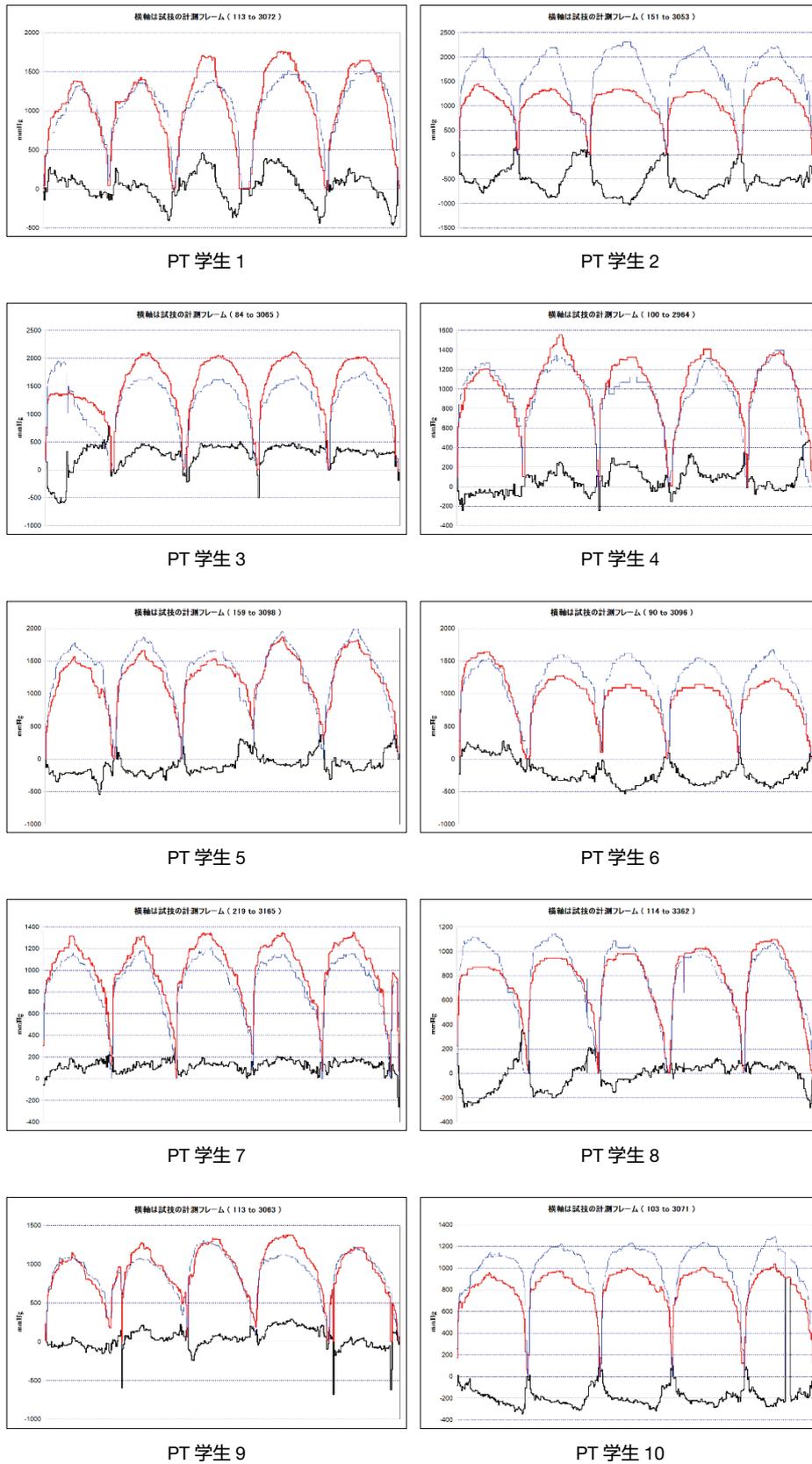


図5 TuboCalcの結果をもとに描画したPT学生のグラフ
 ※5回の施行の両母指圧の変化を時系列で表す。青が左母指、赤は右母指、黒は左右差を示す。

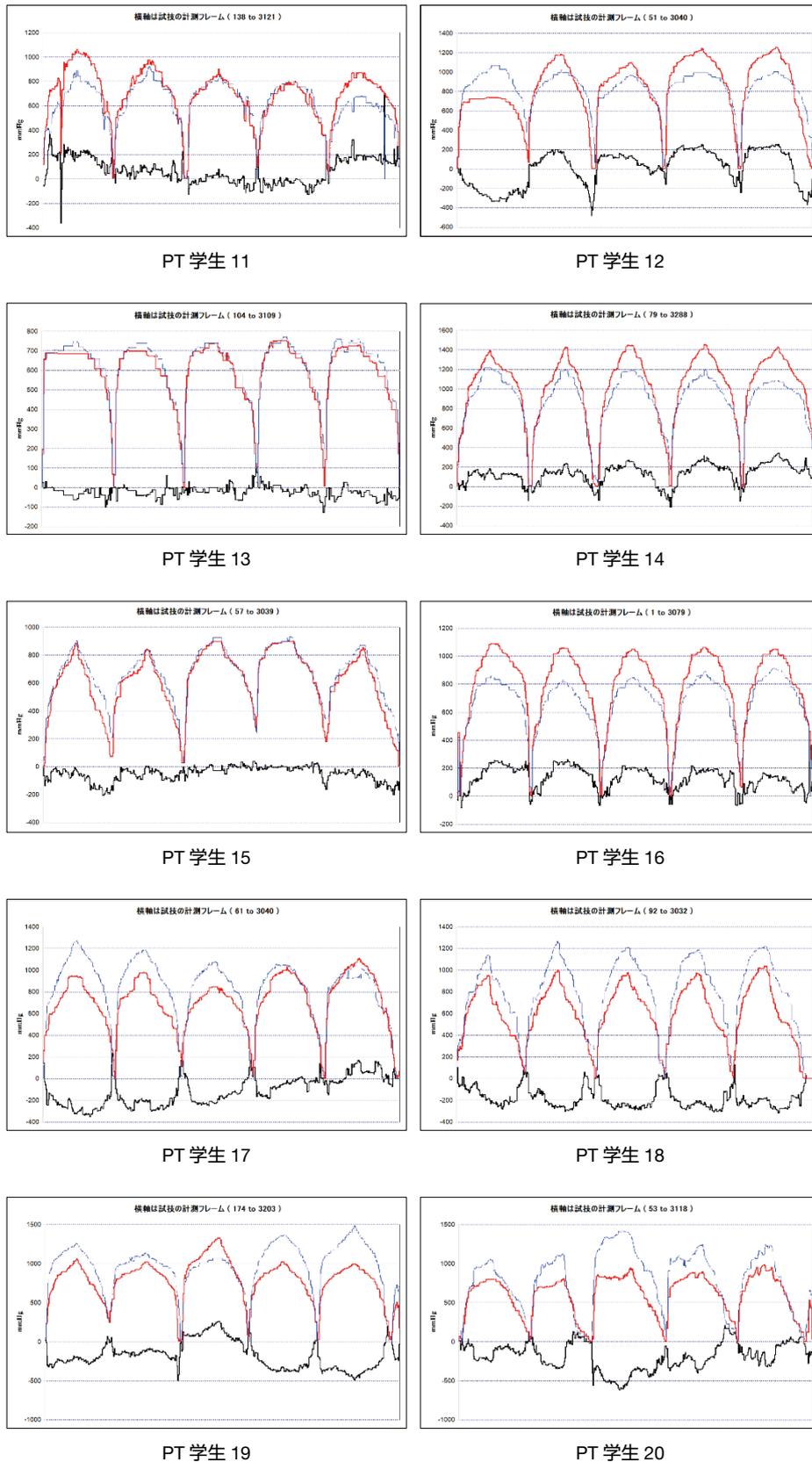


図5 つづき

てる結果となった。また指圧手技の操作の姿勢や被験者個々の身体条件に依るところも大きく影響していることが示唆され、今後はこれらのさまざまな要素との関係性

を調査していく必要があると考えられた。

この研究は文部科学省・科学研究費助成事業 2021 年

度基盤研究 (C) 21K02787 によって行った。

謝辞

本研究に際し、ご協力いただいた指圧有資格者および PT 学生の皆様に深く感謝申し上げます。

引用文献

- [1] 小貫睦巳 (2022) あん摩マッサージ指圧師の指圧技能修得のための学習支援システムの構築. 常葉大学保健医療学部紀要. 13, 9-16.
- [2] 小貫睦巳 (2022) 圧センサーを活用した指圧技能習得のための学習支援シミュレーターの構築—音声フィードバック機能の改良—. 日本ヒューマンケア・ネットワーク学会誌. 20, 16-20.
- [3] 小貫睦巳 (2023) 圧センサーを活用した指圧技能習得のための学習支援システムの構築—圧面積の測定とその実用性の検証—. 日本ヒューマンケア・ネットワーク学会誌. 21, 21-27.
- [4] 清浄度検査ワークフローを読み解く (第2回): 画像撮影と粒子測定 (InSight Blog: OLYMPUS_HP). [https://www.olympus-ims.com/ja/insight/breaking-down-the-technical-cleanliness-workflow-part-2/\(2024年1月4日閲覧\)](https://www.olympus-ims.com/ja/insight/breaking-down-the-technical-cleanliness-workflow-part-2/(2024年1月4日閲覧))
- [5] 大橋智樹, 鳥居塚 崇, 小松原明哲 (2001) 作業経験年数によるヒューマンエラー発生傾向の違いについて. 人間工学. 37 (Supplement), 224-225.
- [6] 由良 亮, 藤岡美香, 山本麻衣, 萩原勇人, 楠瀬千春 (2020) 包丁操作の運動解析—初学者と習熟者の特徴—. バイオメカニズム学会誌. 44, 229-235.
- [7] 井上路子, 近藤貴大, 白岩 史, 大栗聖由, 西山正志, 岩井儀雄 (2018) 脳症判定における熟練者と初学者の注目領域の比較検討. 情報処理学会シンポジウム インタラクション. 512-516.

Development of a Low-Cost Strap-Type Skin Temperature Biofeedback Device

Masahiro SHIGETA^{*}, Yuichiro NAGANO^{**}

^{*}Bunkyo Gakuin University, Graduate School, The School of Human Studies

^{**}Bunkyo Gakuin University, The Faculty of Human Studies

Abstract

Biofeedback is a highly effective technique with great potential. However, its development has been hampered by the high human and financial costs, which make it difficult to undergo training without visiting specialized facilities such as hospitals. In this study, we developed a new low-cost device that allows easy skin temperature biofeedback training without location constraints, using open-source hardware like Arduino microcomputers and digital fabrication equipment.

We focused on five key aspects during the prototype development. First, we designed a lightweight and compact strap-type device, powered by batteries, enabling users to conduct training freely at any time and place. Next, by utilizing easily accessible components, Arduino microcomputers, and digital fabrication equipment, we made it possible to produce this device at a lower cost than conventional biofeedback devices, allowing the use of multiple devices simultaneously. Additionally, we adopted a slide switch that allows users to easily toggle between light and sound feedback, enabling them to adjust the feedback type based on their preferences and environment. Furthermore, we adjusted the software to aim for automated management of the resting period. Lastly, to help users easily understand the operation and training methods, we provided a system that allows them to review the operation procedures at any time.

This development has broadened the potential for more people to incorporate skin temperature biofeedback training into their daily lives, thus expanding the reach of biofeedback benefits. Future applications and improvements are expected.

Key words : skin temperature biofeedback, Arduino microcomputer, digital fabrication

Address : 1196 Kamekubo, Fujimino-shi, Saitama, 356-8533, Japan
Bunkyo Gakuin University, Graduate School, The School of Human Studies
E-mail : SigetaMasahiro12@gmail.com

Received : October 18, 2024

Accepted : January 11, 2025

資料

ストラップ式低コスト皮膚温バイオフィードバック装置の開発

重田真宏*・長野祐一郎**

*文京学院大学大学院人間学研究科
**文京学院大学人間学部

抄 録

バイオフィードバック（BF）は、潜在的な可能性を多く秘めた効果的な手法である。しかし、人的および金銭的コストが高く、病院などの特定の場所でしか訓練を行えないという制約により、その普及と発展が阻害されている。本研究では、これに対する解決策として、オープンソースハードウェアである Arduino 型マイクロコンピュータとデジタルファブリケーション技術を活用し、訓練場所に制限されることなく、容易に皮膚温 BF 訓練を実施できる新たな低コストデバイスの開発を行った。

本研究の試作における注力点は以下の5点である。第1に、デバイスを軽量かつコンパクトなデザインとすることで、利用者がいつでもどこでも自由に訓練を行えるようにすること。第2に、容易に入手可能な部品や Arduino 型マイクロコンピュータ、およびデジタルファブリケーション機器を用いることで、従来の BF 装置と比較して生産コストを低減すること。第3に、ユーザーが自身の好みや環境に応じてフィードバックの形式や有無を柔軟に調整できるようにすること。第4に、ソフトウェアによる安静期間の自動管理機能を提供すること。第5に、利用者が操作方法や訓練方法を理解しやすいように、操作手順をいつでも確認可能な仕組みを提供することである。これらの要素を通じて、より多くの人々が皮膚温 BF 訓練を日常的に取り入れることが期待される。本研究では、BF デバイスの開発において Arduino 型マイクロコンピュータやデジタルファブリケーション技術がもたらす可能性についても議論を行った。

■ **キーワード**：皮膚温バイオフィードバック、マイクロコンピュータ、デジタルファブリケーション

連絡先：〒356-8533 埼玉県ふじみ野市亀久保 1196

文京学院大学大学院人間学研究科

E-mail：ShigetaMasahiro12@gmail.com

受 付：2024 年 10 月 18 日

受 理：2025 年 1 月 11 日

1. 序と目的

1. 1 従来の BF 装置の問題点

バイオフィードバック (Biofeedback, 以下 BF) は、総合病院精神科における多くの専門領域で、有効な治療法とされている。さらに新型コロナウイルス (COVID-19) による行動制限の影響を受け、2020 年以降、BF は健康管理のツールとして国際的に重要視されつつある。国内においても、血中酸素飽和度を測定するパルスオキシメーターやウェアラブルデバイスを用いた BF が注目されている [1]。

一方で、BF を必要とする現場の多くが BF 機器を所持していないという現状がある [2]。稲森他 [3] のアンケート調査によれば、BF が普及しない理由として、BF の教育機関の不足、操作の複雑さ、機材の高価さなどが挙げられる。既存の BF 機器は、高精度なデータを取得できる一方で、人的・金銭的コストの高さが機器導入の障害となっている。また、従来の BF 装置は持ち運びが難しく、クリニックなど特定の場所でしか訓練を行うことができないという問題がある。特に、長期的な BF 訓練においては、頻繁な来訪が必要となるため、ユーザーにとって大きな負担となり得る。実際に、患者の中でもインターネットで調べて遠方から BF 療法を希望するケースもあるという [2]。こうした問題に松野 [4] も BF 療法は装置を介在した学習であることから、高額な機器を用い、病院などの特別な場所でしか訓練できない状況では、発展が難航すると指摘している。こうした状況下では、安価で自宅でも手軽に利用できる BF 装置の開発と普及が重要な課題となる。

1. 2 オープンソースハードウェアを用いた BF 装置の開発

BF 装置は、研究者の必要性に応じて、個別に開発されてきた経緯がある。例えば、振動 BF 装置 [5]、斜頸用 BF 装置 [6] など、さまざまな装置が開発されてきた [7-9]。しかし、そのような機器の開発には専門的な知識や技術が必要であり、装置開発のハードルは比較的高かった。

一方で、2000 年頃から、アメリカを中心に個人がモノづくりを楽しみ、インターネットを介して多くの人と作成物を共有する「メーカームーブメント」が流行し、世界的にモノづくり文化が広まった [10]。これらの核となるのがオープンソースハードウェア Arduino 型マイクロコンピュータ (以下 Arduino 型マイコン) とデジタルファブリケーションである。Arduino 型マイコンは、比較的安価かつ十分な性能であり、アナログ/デジタル変換 (以下 AD 変換) 機能を有しており、さまざまなセンサーを接続することで測定機として利用可能である [11]。さらに、Wi-Fi や Bluetooth 接続が可能なモデルも

存在し、遠隔医療を含む多彩な場面で、測定器としての応用可能性が検討されている [4,12-14]。例えば、教師の授業中の認知負荷を測定するための皮膚温と皮膚コンダクタンス測定装置 [15]、ローコスト筋電センサーのエンタテインメントへの応用 [16] など、その他多様な計測機が開発が行われている [17-19]。これらの装置は、従来の計測機と比較しても十分な精度と信頼性を備えていることが確認されており、さらに無線接続を行うことでノイズ干渉抑制においても優れた性能を示すことが確かめられている [20,21]。

次に、デジタルファブリケーションとは、コンピューターと接続された工作機器を用いて、デジタルデータをもとに木材や金属などの各種素材を造形加工することを指す [22]。具体的には、3D プリンター、CNC ミリングマシン、3D スキャナなどが代表例であり、これらの技術を活用することで、個別のニーズに応じた独自のデバイス製造が可能となる。これにより、例えば自作計測器のケースや電子基板の作成を個人でも行うことが可能となる。

以上の流れから、Arduino 型マイコンとデジタルファブリケーション技術を用いることで、低コストで用途に応じた BF 機器のプロトタイプが可能となる。

1. 3 本研究の目的

本研究は、従来型 BF 装置の問題点を踏まえ、以下の 5 点に着目して、新たな BF 装置を開発することを目的とした。(1) 自由に持ち運びが可能で場所を問わず訓練を行えること、(2) 低コストかつ入手容易な部品で生産可能であること、(3) フィードバック (Feedback, 以下 FB) 刺激の有無を切り替えられること、(4) ユーザーが容易に訓練を行えること、(5) 装置の使用方法や訓練方法などの情報に簡単にアクセスできること。さらに制御対象となる生理指標は、測定の容易さと理解しやすさを重視し、皮膚温を用いることとした。

2. 方法

2. 1 BF 装置の概要

以上の 5 つの観点を踏まえ、開発時は以下の点に留意して開発した。まず、BF 装置を軽量かつコンパクトなストラップ式のデザインとし、電池駆動とすることで、ユーザーが自由に持ち運びできるように設計した。次に、入手容易な部品と Arduino 型マイコン、デジタルファブリケーション技術の活用により、低コストかつ生産が容易な機器を目指した。また、FB 刺激の有無を簡単に切り替えることができるスイッチを採用することで、ユーザーが自分の好みや環境に応じて FB の形式を変更できるようにした。さらに、皮膚温バイオフィードバックを行う際は、安静期間終了基準が複雑であり、実験室

外での訓練を難しくする問題がある [23]。そこで、Arduino 型マイコンに、独自ソフトウェアを書き込むことで、安静期間の自動管理を目指した。最後に、ユーザーが BF 装置の操作方法や訓練手順を理解しやすいように動画などの資料を準備し、機器本体に貼り付けた QR コードからいつでも利用できるようにした。

2. 2 ハードウェアの開発

BF 装置の開発に用いた主なパーツは、マイコンの Maker Nano (Cytron Technologies Sdn Bhd 社製)、温度センサー (LM35DZ)、スピーカー (UGCM0903EPD5.0)、RGBLED モジュール (RGBLED (AE-WS2812B))、小型 LCD モジュール (ST7032 (AE-AQM0802))、5 V 出力昇圧 DCDC コンバータ (AE-XCL102D503CR-G) である。温度センサーには、双葉用 1 M サーボ延長コードケーブル 26AWG 線 (IndustrialMaker 社製)、ピンヘッダー (Useconn Electronics 社製) を用いた。センサーの測定時の誤差は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ であった。屋外での BF も可能にするため、単 4 型ニッケル水素充電電池、電池ボックス (BH-411-4P24) を用いた電池駆動の装置とした。これらのパーツは、何れも電子パーツ販売店で容易に入手可能である。

使用した FB 機能の内容はスピーカーから出る音と、LED による光のみとした。これは、FB の種類を多く呈示した群は、FB なし群より課題成績が低下するという結果 [23] を踏まえたためである。

2. 3 電子回路基板と専用ケースの開発

ブレッドボード (Clienmero, Mecha Needs 社製) とジャンパー線 (共立電子産業社製)、および各電子パーツ

を組み合わせプロトタイプを作成を行った (Fig. 1)。プロトタイプの動作を確認した後、複数生産を考慮して、電子回路基板の開発を行った。まず、ブレッドボード上で組んだ BF 装置の模式図 (Fig. 2) を基に、基板作成ソフト Eagle Ver7.6.0 LightEdition (CadSoft) で回路パターンを設計した。次に、設計した回路パターンをもとに、基板切削マシン (KitMill CIP100, ORIGINALMIND 社製) を用いて生基板 (片面銅箔生基板 FR-1 紙フェノール銅張積層板 (厚さ 0.8 mm), 太陽商会社製) を切削し、専用の電子回路基板を作成した。

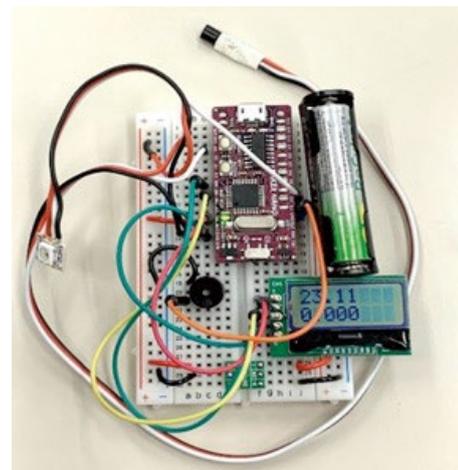


Fig. 1 Prototype development of the BF device

*Fig. 1 represents a prototype, and some parts may differ from the final version.

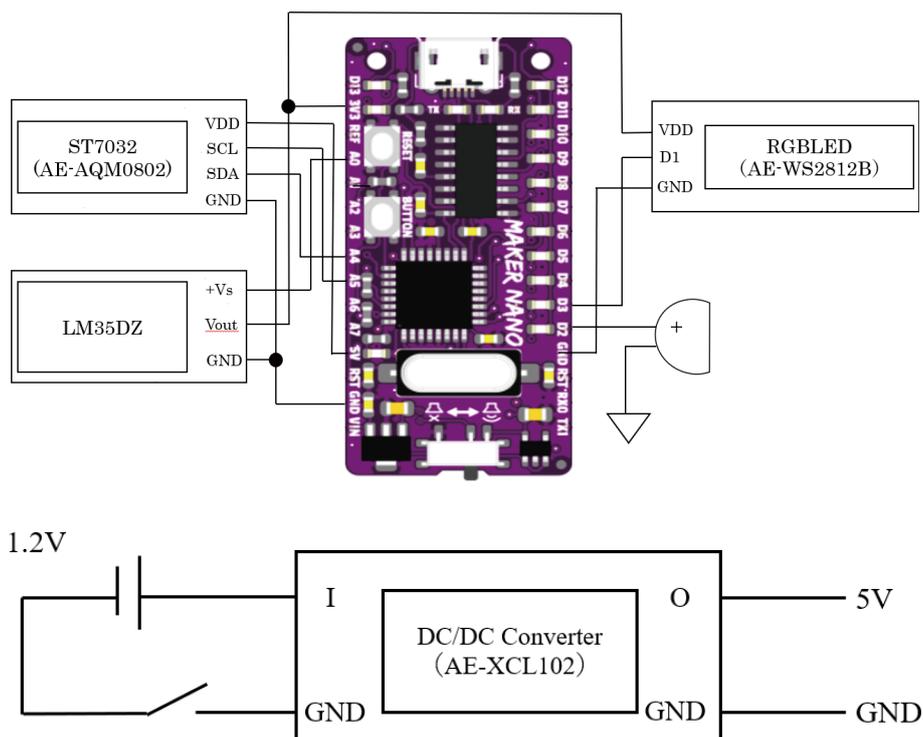


Fig. 2 Schematic diagram used for the development of the BF device

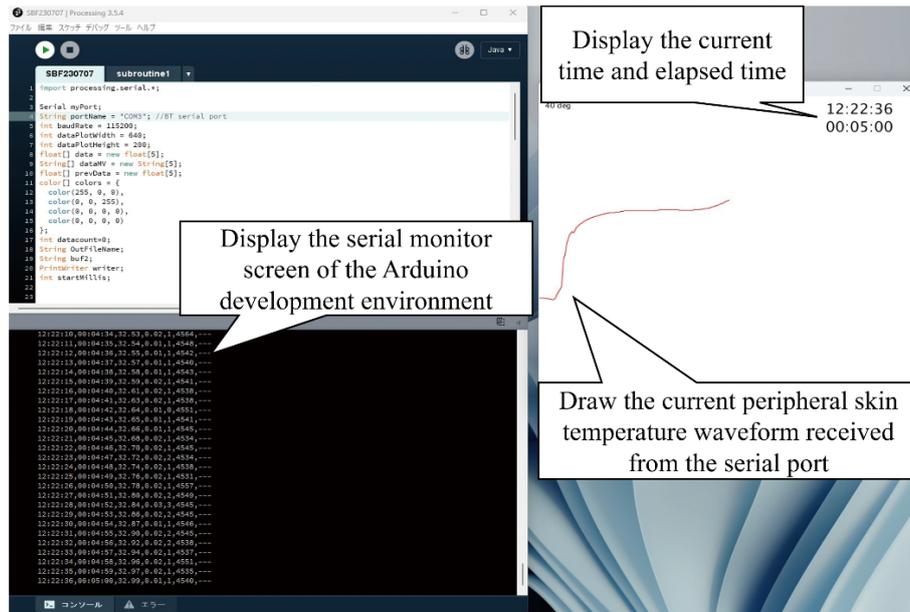


Fig. 3 Screen display during measurement in the Processing development environment

さらに、BF装置のケースを作成するために、基板のサイズを計測した後、3Dモデリングソフト (Metasequoia4 Ver4.8.1a, テトラフェイス社製) を用いて、ケースの3Dデータを設計した。これをもとにスライサー (MakerBot Desktop Ver3.10.1, MakerBot社製) から3DプリンターCreatorPro (Flash Forge社製) へ出力して、ケースを作成した。ケースの素材には、弾力性、耐久性および防水性を兼ね備えたTPU素材を使用することで、破損防止と耐環境性を向上させた。

2.4 ソフトウェアの開発

BF装置のソフトウェア開発には、Windows版Arduino開発環境1.8.19を使用した。本研究で用いたBF機器制御ソフトウェアは、長野による機器 [11] をベースに開発した。これに加え、液晶ディスプレイの制御や安静期間の自動管理、スイッチによるFB有無の切り替え機能を実装した。特に、安静期間の自動管理に関しては、大河内 [23] の安静期間の処理を参考に行った。具体的には、1分当たりの皮膚温の平均値の変動が連続する3分間で 0.4°C 以内となった場合、安静期間の終了を示す「*」が液晶ディスプレイに表示されるようにした。

参加者が装置を用いてBF訓練を行った際、その制御成績を確認し記録するためのソフトウェアは、長野 [24] をベースにProcessing開発環境3.5.4を用いて作成した (Fig. 3)。このソフトウェアは、リアルタイムで制御成績をグラフ化し、計測に不備がないかを確認するためのものである。さらに測定結果をPCのディスクドライブにCSV形式で保存可能であり、安静期間の終了を実験者に知らせることができる。ArduinoおよびProcessingで開発されたソフトウェアのソースコードと解説は、Webサイトに示している (<http://protolab.sakura.ne.jp/>

OPPL/?p=1178)。

3. 結果

3.1 完成したBF装置

装置のサイズは、縦 $92\times$ 横 $62\times$ 高さ 17 mm の直方体であり、重量は 67 g であった。製作費は総額 $3,000$ 円程度であり、日常的なBF訓練に導入するため、合計 10 台作成した。本装置のFB機能として、1つ目の視覚FBにLEDライトを用いた。皮膚温上昇時に赤く点灯し、下降時は青く点灯した。皮膚温の変化量に応じてそれぞれ、強く点灯した。2つ目の視覚FBに液晶ディスプレイを用いた。1行目に皮膚温 ($^{\circ}\text{C}$) を表示して、2行目に皮膚温変化量 ($^{\circ}\text{C}$) を表示した。聴覚FBには、スピーカーを用いた。皮膚温上昇時に 500 Hz 、下降時は 1000 Hz のビーブ音を呈示した。なお、皮膚温変化量の算出は1秒間の変動量を用い、その値をもとに視聴覚FBの制御を行った。また、下段の左側面にはFBの有無の切り替えを行うスイッチを配置した。スイッチを右にスライドするとFBが無効になり、左にスライドするとFBが有効になるようにした。右側面には電源用スイッチを配置した (Fig. 4)。

このBF装置を用いた訓練手順は、以下の通りである。最初に、装置右上のカラビナから指サックを外し、装置の右側面 (上部) に収納した温度センサーを取り出し、非利き手の第2指腹測部に指サック (KM303CA, PLUS社製) で直接固定する。なお、肘から先を机の上に置き、訓練期間中は姿勢を変えないように教示した。次に、右側面 (下部) にある電源スイッチを前方に入れ装置を起動する。

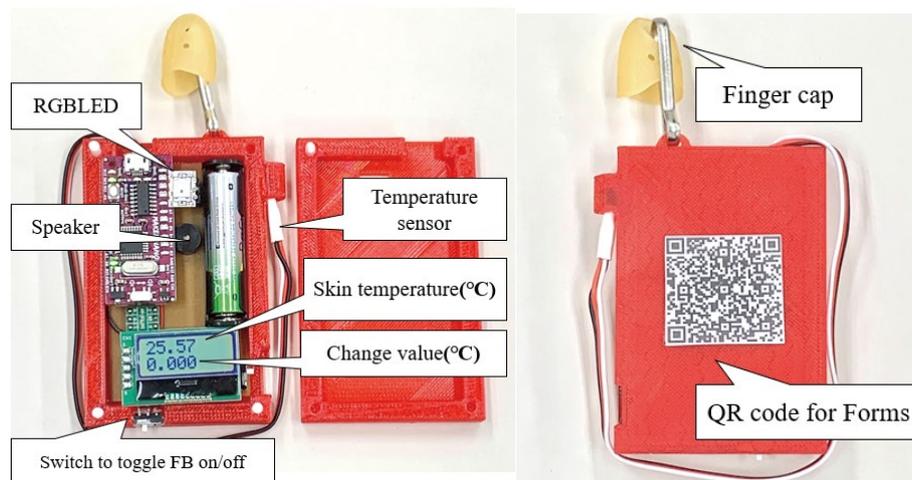


Fig. 4 Appearance and component placement of the self-made strap-type BF device

安静状態で行う際は、装置左下部のスイッチを右方向にスライドさせ、FB無効の状態で行う。皮膚温を上昇させる訓練と、下降させる訓練を行う際は、スイッチを左方向にスライドさせてFBを有効にした状態で皮膚温の測定を行う。また、装置の使用方法を随時確認できるように、独自に作成した2分程度のインストラクション動画を装置背面に貼付したQRコードから提供した(<https://youtu.be/FZqGBBIVeY?si=Djr14YQfWs0LgJBW>)。

4. 考察

本研究は、訓練場所を問わず容易に皮膚温BF訓練が行える新たなストラップ式低コストBF装置の開発を目的とした。

Arduino型マイコンとデジタルファブリケーション機器を用い、さらに電池駆動としたことで、完成した装置は軽量かつコンパクトになり、自由に持ち運びができるようになった。開発に用いたパーツ一式は、何れも国内販売店で容易に入手可能であり、温度センサーやスピーカーなどは、数百円程度と安価であった。これにより、BF装置1台当たりの作成費用は総額3,000円程度となり、従来のBF装置よりも比較的低価格で生産でき、多数の装置を同時に用いることが可能となった。

また、スイッチでFB刺激の有無を任意に変更できるようにした。BFは、継続的に訓練を行うことでFBなしで心身の自己コントロールを維持できるようになる[25]。その実現を容易にするため、本装置はFBをオフにすることで、どの程度制御できるのかも確認可能にした。これに加えて、安静期管理ソフトウェアを内蔵したため、自宅での訓練手順がシンプルになり、ユーザーは訓練に集中しやすくなった。皮膚温BF訓練は、安静期間の切り上げ判断が難しい傾向にあるが[23]、この機能を追加したことにより自宅での訓練が容易となった。こ

のようにBF機器開発にArduino型マイコンを導入することで、各参加者の制御量に対応してFB情報を調整するなどの訓練プロセスのパーソナライズや、さまざまなニーズに応じた機能追加が可能となる。

本研究で開発した装置は、Arduino型マイコン内蔵の不揮発性メモリ容量が少なかったため、BF訓練データを記録する場合、装置とPCをUSBで接続する必要があった。今後は、より大容量の不揮発性メモリを搭載するArduino型マイコンを用いる、もしくは、長野・吉田[26]の心電図測定器のように、データ記録用のSDカードスロットを搭載することで、日々の訓練過程を記録・確認できるようにすることが必要であろう。また、棟方他[27,28]は、ゲーム性を加えることで、「飽き」が感じられにくくなることを報告している。PCやスマートフォンと連携し、エンタテインメント要素を追加することも有効であろう。これらの工夫によって、多くの人々がモチベーションを維持しながら訓練を継続し、BFの恩恵に預かることができるようになるであろう。

参考文献

- [1] 辻下守弘 (2022) 新しいバイオフィードバック技術がもたらす功罪. *The Japanese Journal of Rehabilitation Medicine*, 59, 366-371.
- [2] 志和資朗, 佐々木高伸 (2003) 総合病院精神科領域におけるバイオフィードバックの臨床応用. *バイオフィードバック研究*, 29, 21-28.
- [3] 稲森義雄, 稲森里江子, 松永一郎 (1988) わが国におけるバイオフィードバックの研究および応用の現状: アンケート調査より. *バイオフィードバック研究*, 15, 9-14.
- [4] 松野俊夫 (2023) バイオフィードバック研究と私. *バイオフィードバック研究*, 50, 18-23.
- [5] 土門宏樹, 三善潤, 本田富美子, 石橋寛二 (1988) 振動バイオフィードバック装置の開発とその応用. *下野運動機能とEMG論文集*, 6, 1-4.
- [6] 斎藤 巖, セオドラ・ワイス, 吾妻千鶴, 八代信義, 奥瀬 哲 (1985) 斜頸用バイオフィードバック・トレーニ

- ング装置の試作について (神経・筋). *心身医学*, 25, 104.
- [7] 八木昭宏, 口ノ町康夫, 児玉広之 (1979) 小型バイオフィードバック装置の試作. *バイオフィードバック研究*, 7, 53-55.
- [8] 橋 芳實, 渋谷敏昭 (1983) 脳波・筋電位によるバイオフィードバックモニターの改良とその書痙治療への応用. *バイオフィードバック研究*, 10, 32-36.
- [9] 大須賀美恵子, 遠山裕美, 中沢一雄, 下野太海 (1982) 汎用バイオフィードバックシステムの試作. *バイオフィードバック研究*, 9, 53-57.
- [10] クリス・アンダーソン (2012) 関 美和 (訳) *メイカーズ: 21世紀の産業革命が始まる*. 東京: NHK 出版.
- [11] 長野祐一郎 (2022) 自作測定機器を用いたバイオフィードバック. *バイオフィードバック研究*, 49, 77-81.
- [12] 山口健治, 櫻井芳雄 (2013) Arduino マイコンを用いたリアルタイムの行動実験制御とデータロギング. *生理心理学と精神生理学*, 31, 203-212.
- [13] 川原繁樹, 岩竹 淳, 原田敦史 (2019) Arduino を用いたボート競技による計測装置の開発. *石川工業高等専門学校紀要*, 51, 1-6.
- [14] Massoud, M. A., El-Bouridy, M. E., Ahmed, W. A. (2024). Revolutionizing Alzheimer's detection: an advanced telemedicine system integrating Internet-of-Things and convolutional neural networks. *Neural Comput Appl*, 36, 16411-16426.
- [15] 山森光陽, 長野祐一郎, 徳岡 大, 草薙邦広, 大内善広 (2023) 生理心理学的指標を用いた授業中の教師の認知負荷の把握. *日本教育工学会論文誌*, 47, 127-139.
- [16] 長嶋洋一 (2015) 内受容感覚バイオフィードバックによる“癒し系エンタテインメント”の考察. *エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2015 論文集*, 1-7.
- [17] 宮西祐香子, 長濱 澄, 森田裕介 (2017) 指尖容積脈波計測装置による学習活動時のストレス測定と主観評価の関連分析. *日本教育工学会論文誌*, 41, 149-152.
- [18] Kazi, S. S., Bajantri, G., Thite, T. (2018) Remote heart rate monitoring system using IoT. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 5, 2956-2963.
- [19] 長野祐一郎, 永田悠人, 宮西祐香子, 長濱 澄, 森田裕介 (2019) IoT 皮膚コンダクタンス測定器を用いた授業評価. *生理心理学と精神生理学*, 37, 17-27.
- [20] Ahamed, M. A., Ahad, M. A. U., Sohag, M. H. A., Ahmad, M. (2015) Development of low cost wireless biosignal acquisition system for ECG EMG and EOG. *Proceedings of International Conference on Electrical Information and Communication Technology*, 195-199.
- [21] Fuentes del Toro, S., Wei, Y., Olmeda, E., Ren, L., Guowu, W., Diaz, V. (2019) Validation of a low-cost electromyography (EMG) system via a commercial and accurate EMG device: Pilot study. *Sensors*, 19, 5214.
- [22] 総務省: ファブ社会の基盤設計に関する検討会報告書 *ファブ社会推進戦略~Digital Society 3.0~*. https://www.soumu.go.jp/main_content/000367297.pdf (2024年6月13日閲覧)
- [23] 大河内浩人 (1990) 皮膚温制御におよぼす訓練課題とフィードバックの効果. *バイオフィードバック研究*, 17, 8-14.
- [24] 長野祐一郎 (2016) 自作測定装置で学ぶ皮膚温バイオフィードバック. *バイオフィードバック研究*, 43, 49-51.
- [25] 竹林直紀, 福永幹彦 (2001) 行動変容支援ツールとしての応用精神生理学—バイオフィードバックと自律訓練法—. *日本保健医療行動科学会年報*, 16, 80-91.
- [26] 長野祐一郎, 吉田 椋 (2018) 低コスト生体計測器を利用した心身相関体験プログラムの実施. *生理心理学と精神生理学*, 36, 53-61.
- [27] 棟方 渚, 中村光寿, 田中 伶, 土田裕介, 松原 仁 (2009) 攻撃行動をともなうバイオフィードバックゲーム. *情報処理学会*, 50, 2969-2977.
- [28] 棟方 渚, 櫻井高太郎, 中村光寿, 吉川 浩, 小野哲雄 (2015) バイオフィードバックゲーム “The ZEN” のトレーニング効果とエンタテインメント性—長期実験観察と治療応用の一症例の報告—. *デジタルゲーム研究*, 7, 67-78.

【第 51 回日本バイオフィードバック学会学術総会】

脳-コンピュータ接続 (BCI) を基盤とした バイオフィードバック

講師：Dr. Alvin Chan, PhD*

*シンガポール Neeuro 社 CEO

はじめに

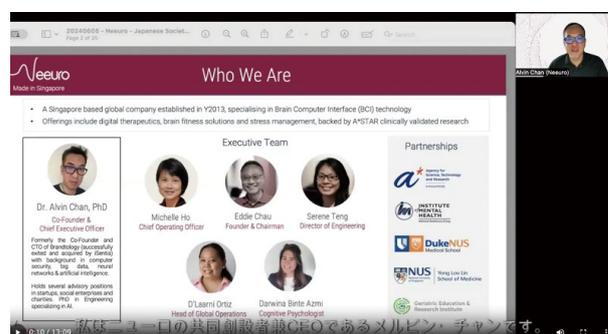
第 51 回日本バイオフィードバック学会学術総会「国際招待講演」にて Alvin Chan 先生によるオンデマンド講演があった。動画は脚注の URL から視聴できる（バイオフィードバック学会ホームページ会員専用ページ）。以下、講演の概要を示す。（編集委員会）

講演の概要

わたしは Neeuro の共同設立者であり CEO の Alvin Chan です。ニューロは脳・コンピュータインターフェイス技術を専門とするシンガポールの会社です。

人間の脳は 860 億以上のニューロンで構成されており、それらが化学的・電気的信号でコミュニケーションしています。これらの電気信号や脳波こそが我々が興味をもっているものです。異なる周波数の脳波は異なる脳の働きに関連しています。これらを解釈するのは容易ではありませんが、ニューロはこれらのデータを AI を使って理解し、心の内部、すなわち、注意、リラクゼーション、メンタルワークロード、疲労の状態をリアルタイムで提供します。

AI を使ってどのように心の状態を確立するかというプロセスを示します。はじめに心の状態を引き起こすためのプロトコルをデザインします。次に、調べようとする心に関する予測子を定義してからデータの特徴を抽出します。ここで訓練データとテストデータを分けておいて AI が最も良好なモデルを選択し、モデルのパラメータをチューニングします。このようにして作られたモデル



はテストデータをもとに心の状態を予測し、さらに精度を計算します。最後にこのモデルを Neeuro のアプリケーションに実装するのです。

このようなアプローチが参加者の改善を助けるのに利用されます。たとえば、子どもの注意障害です。今日、900 万人が ADHD (attention deficit hyperactivity disorder) を患っており、注意障害に苦しんでいます。わたしたちのアプローチはゲームを使った訓練システムに使われています。ここでは Cogo Attention Training Programme の例を紹介します。これは子どもたちの注意障害を改善するのに役立ちます。子どもたちは EEG (electroencephalography) デバイスを付けタブレットでゲームします。子どもが注意を集中するとゲームの中の鳥が動きます。注意をそらすと止まります。このゲームは、子どもに持続的な注意、選択的な注意、抑制といったさまざまな注意を訓練するために開発されました。また、子ども用にパーソナライズされた注意モデルを作成することによって機能するようになっていました。通常、24 回の訓練を行います。子どもの注意レベルは各セッションの進捗を通

動画 URL：http://jsbr.jp/member/movie/2024_movie_1.mp4

連絡先：100H Pasir Panjang Road, #04-03, OC@Pasir Panjang, Singapore 118524

Neeuro Pte Ltd.

E-mail：contact@neuro.com

じてモニタされます。そして、このシステムは子ども用の教育コンテンツとして評価を受けるようになりました。Cogo システムはこの10年の間で172人のADHDの子どもの対象に検証され、同時に行ったMRI スキャンは子どもたちの状態の改善を示しています。その成果はいくつかの医学ジャーナルに掲載されました。このシステムに副作用やゲーム中毒のないことを確認するためのアプローチがここ10年ほど行われています。

このような例のほか、いくつかの種類のゲームが高齢者の認知症に応用され、何らかの改善を示す証拠(記憶、決断、認知的な柔軟さ、空間能力、注意)が得られています。このような脳波を利用したフィードバックシステムはここ10年の間でさまざまな臨床試験が完了し、記憶と注意の遅れの改善の証拠を示しています。このような例のほか、わたしたちのシステムはマインドフルネスを訓練することにも利用されています。

また、シンガポールではタクシードライバーが疲労で眠気を生じ、それによってしばしば交通事故が起こります。これを予防する取り組みにも利用されました。携帯

電話にモバイルアプリケーションをインストールし、EEG デバイスと組み合わせて、ドライバーの位置と脳波データを監視しました。これを使用すると最も疲れているドライバーの位置を追跡できます。

道路で実際の実験を行う前にラボでシミュレーションを行い、視線計測を行いました。疲労や眠気を示すと特定の箇所に視線が集中し、脳波データを合わせて計算した疲労度をリアルタイムで示しました。シミュレーションではドライバーが目を閉じる前に疲労度曲線が上昇する様子を捉えることができました。この疲労度を示すシステムによって、実際のタクシードライバーの運転中の疲労度を示すことが可能となりました。

以上、わたしたちのシステムがどのように活用できるかについて示しました。AI アルゴリズムは心の状態を表現することができるので、これを使うことでわたしたちが直面するメンタルヘルスの課題を改善することができます。

ご静聴ありがとうございました。

【第51回日本バイオフィードバック学会学術総会】

欧米におけるバイオフィードバックの最新事情

講師：Erik Peper, PhD*

*San Francisco State University 教授

はじめに

第51回日本バイオフィードバック学会学術総会「国際招待講演」にて Erik Peper 先生によるオンデマンド講演があった。動画は脚注の URL から視聴できる（バイオフィードバック学会ホームページ会員専用ページ）。以下に講演の概要を示す。（編集委員会）

講演の概要

第51回日本バイオフィードバック学会学術総会にご招待いただき、たいへん光栄です。日本のバイオフィードバック学会設立50周年、本当におめでとうございます。私はこれまで長い間、何度も日本に行っていますので、そこにいられたらどんなによいかと思います。50年の経過を思い出すのはとても困難ですが、日本のバイオフィードバック学会は世界で2番目に古い学会です。学会は応用精神生理学とバイオフィードバック学会の歴史も古く54年を迎えたところです。また、バイオフィードバック機器に携わるある会社も創業50年を祝ったところです。

この50年の時の変化を思うととてもエキサイティングです。それまでできなかった自律神経の随意的なコントロールができるようになることが示され、人々は健康とパフォーマンスを向上させることができるようになりました。バイオフィードバックとニューロフィードバックは記録や診断に使われるとともに、実際にセルフコントロールのトレーニングにも利用することができます。そのことは、まさに心と身体が繋がっていることを意味しています。そして、このことは禅や東洋の瞑想が経験し伝えてきたことと何ら変わりありません。



バイオフィードバックは見えないものを見えるようにするツールです。感じられないものを感じられるようにし記録できなかったものを記録できるようにしました。そして、バイオフィードバックは人にコントロールの所在がどこにあるかという感覚を与えます。人々は自己に責任をもち、気づき、変化の機会を与えられるのです。

50年前までは大型の実験機器（ポリグラフ）が研究に使われていましたが、現在は携帯型のシステムに変わり、ウェアラブルデバイスやAIの世界になり、私にとってこれは本当にエキサイティングな時期であると感じています。これまでこの世界にはたくさんの波（研究テーマやトピックの意：EEG (electroencephalography), EMG (electromyography) のコントロール、ニューロフィードバック、心拍変動バイオフィードバックなど）がありましたが、それらの体験は脳と身体がコネクしていることを理解するよい機会なのです。バイオフィードバックによってリラクセーションが容易に実施できるようになり、また、心拍変動のコントロールにかかわる副交感神経系の調整ができるようになったのも大きな波の一つです。もちろん、そこへ至るまでに禅、漸進的筋弛緩法と呼ばれるものがあり、自律訓練があり、マインドフルネ

動画 URL : http://jsbr.jp/member/movie/2024_movie_2.mp4

連絡先 : 1600 Holloway Avenue, San Francisco, CA 94132, USA

Institute for Holistic Health Studies, San Francisco State University

E-mail : epeper@sfsu.edu

ス瞑想があります。これらも大きな波を構成し、私たちはその波の上を飛び越えてきました。

私たちは今、それらを再統合するときにきています。それはバイオフィードバックだけでできることではありません。この社会は生物学的、心理社会的、スピリチュアルな側面がお互いに影響しあって全体を形作っています。たとえば、食事療法や環境の大切さに気づかずにバイオフィードバックだけを行うだけでは十分ではないのです。その意味で、私たちは臨床的で教育的なアプリケーションを“人間全体”という観点に埋め込む必要があります。私たちは新しく、めざましい将来を見えています。ウェアラブル装置を身につけて学習できることはこのようなことを自分の世界の一部に統合していける機会なのです。

ここ数年、若者の間で不安や抑うつ、自殺念慮などの問題が急増しています。それらは昨今のSNSの利用状況と重なっているように映ります。私たちの研究グループは、携帯電話に集中するあまり姿勢が悪くなること（猫背）に着目し、姿勢の変化が起こったときにフィードバックするアプリ（猫背になるとブルブルと震えるセン

サ）を使って実験をしました。これを使って背筋を伸ばすことを3週間行くと、注意、自身、集中、ストレス、学校での勉強、スポーツ、背中痛み、つかれ、首の痛みなどの項目が良い評価へと変化したのです。

また、バイオフィードバックにおいて呼吸の仕方としても重要なものになります。1週間の呼吸の練習によって、不安、胸呼吸、腹部の不快感、生理痛、頭痛、首の痛み、頭痛、手の冷え、過敏性腸症候群（irritable bowel syndrome: IBS）などが改善した例をお見せしましょう。これに関連して、心拍変動バイオフィードバックが有効です。呼吸によって起こる心拍変動の効果は自律神経だけでなくリンパや骨盤底筋など身体のさまざまな箇所に及びます。

これからの時代はウェアラブルのバイオフィードバックデバイスによってこの領域の研究や応用がさらに盛んになるでしょう。このようなやり方はやがて学校などにおいて指導する機会もあるでしょう。また、呼吸や瞑想などを組み合わせるととても強力なツールとなります。

本日は第51回日本バイオフィードバック学会学術総会にお招きいただきたいへんありがとうございました。

International Exchange Committee Symposium ; “A Task, A Mission and Everything in Between”

Kazuhiko NAKANO^{*}, Akihisa YAMAMOTO^{**}, Naoki MATSUDA^{**}, Naruhiko TSUTSUMI^{**},
Jonathan IKEGAMI^{***}, Ou Leo OIKAWA^{****}

^{*}Department of Orthopedic Surgery, Nishioka Daiichi Hospital

^{**}Y's Sports & Entertainment

^{***}Lucidas, Inc.

^{****}Department of Rehabilitation Medicine, Asahikawa Medical University Hospital

Abstract

This symposium is an independent symposium organized by the International Exchange Committee that has been held continuously. Each of the three speakers shared their “First Task” (the first big challenge they faced) and how they tackled that task and connected it to their “Mission” in life. Ikegami explained how he overcame his illness and the importance of data measurement and how he understood growth from that experience. He introduced how these experiences have led to the growth of his own marketing company. Nakano is an orthopedic surgeon who works as a team doctor for a professional soccer team (Akinori Yamamoto, Naoki Matsuda, and Naruhiko Tsutsumi are co-presenters). In order for athletes to perform at their best, it is important to prevent injuries and breakdowns and to manage their physical and mental health on a daily basis. This is also common to the care of the elderly, and he explained that it is important to diagnose what is “dysfunctional & non-painful (G. Cook, 2014)” early and take measures against such non-painful dysfunctions. Oikawa, who served as speaker and coordinator, introduced his journey from his experience as a medical staff member at the Tokyo 2020 Olympic and Paralympic Games to his new role as a classifier for para-athletics (a position that determines the class in which athletes can participate). Through the three presentations at the symposium, it was pointed out that the collaboration between medicine, engineering, and psychology is crucial, and that this is similar to the approach taken toward clients and patients in the field of biofeedback.

■ **Key words** : Biofeedback, Flossbands, Fascia, Paralympic Games

Address : 2-1-1-1, Midorigaoka-Higashi, Asahikawa, Hokkaido, Japan, 078-8510
Department of Rehabilitation Medicine, Asahikawa Medical University Hospital
TEL : 0166-65-2111
E-mail : leo_oikawa@yahoo.co.jp

Received : February 23, 2025

Accepted : February 23, 2025

■ シンポジウム

国際交流委員会シンポジウム 一つの課題から大きな使命へ至る全てについて

中野和彦*・山本晃永**・松田直樹**・堤 成彦**・池上ジョナサン***・及川 欧****

*西岡第一病院スポーツ整形外科

**株式会社ワイズ・スポーツ&エンターテイメント

***株式会社ルシダス

****旭川医科大学病院リハビリテーション科

抄 録

本シンポジウムはこれまで継続して開催されている国際交流委員会の自主シンポジウムである。3名それぞれの立場から“First Task（自分にとって、最初に取り組んだ大きな課題）”と、その後その課題に対してどのように取り組み、人生における“Mission（自分にとっての使命）”につなげていったかについての話題提供を行った。池上は自身の病気をどのように克服していったのかについて示し、そのような経験から得た「データ計測の重要性」や「成長の捉え方」について示した。このような体験が自らのマーケティング会社の成長にもつながっていることを紹介した。中野はプロサッカーチームなどのチームドクターとして活躍する整形外科医である（山本晃永・松田直樹・堤 成彦は共同演者）。アスリートが最高の力を発揮するためには、ケガと故障を予防し日常からの心身の体調管理が重要になる。このことは高齢者のケアにも共通し、「dysfunctional & non-painful (G. Cook, 2014)」, すなわち痛みのない機能不全を早期に診断して対策を講じることが重要であることを解説した。演者と司会を担当する及川は、東京2020オリンピックとパラリンピックに医療スタッフとして参加した経験から障がい者競技のクラシファイアー（競技者の出場できるクラス分けを決める立場）へ至る道のりを紹介した。シンポジウムでは、3名の発表を通じて、医学・工学・心理学の連携が重要なバイオフィードバック領域におけるクライアントや患者に向けたアプローチに近似していることが指摘された。

■ キーワード：バイオフィードバック、フロスバンド、筋膜、パラリンピック

連絡先：〒078-8510 北海道旭川市緑が丘東2-1-1-1

旭川医科大学病院リハビリテーション科

TEL：0166-65-2111

E-mail：leo_oikawa@yahoo.co.jp

受付：2025年2月23日

受理：2025年2月23日

Background

This symposium was planned as an independent symposium by the International Exchange Committee for the third consecutive year. The theme of this year “A Task, A Mission and Everything in Between” was inspired from the internationally acclaimed movie “Everything Everywhere All at Once”, which received seven Oscars at the 95th Academy Awards held during March 2023, just when we were contemplating the theme for this year’s symposium.

Everyone begins his/her life journey, with how they react to a task placed before them. For some subconscious reason or another, the reaction may somehow continue to reshape itself within his/her mind ; and what was thought to be only one of many, a single task eventually may grow into a lifelong mission. The speakers of this year’s symposium were chosen, to talk about the path they took along the way, and how they have been attempting to accomplish their mission. If you read through this paper, you may realize that they have not yet finished with their missions.

Looking back at the original idea for this “symposia series”, it was hoped to be developed in a way that suits the new era formed during/after the 1,200 day battle against the COVID-19 pandemic (legally downgraded and reclassified to Class 5, on May 8, 2023 ; the same category as common infectious diseases such as seasonal influenza). We had three basic concepts, 1) to have the speakers present in English, 2) to actively incorporate new ideas from “outside” the biofeedback society (“international” in the broad sense), 3) whilst still focusing on the medical, engineering (technology), and psychological collaboration aspect that has built the bases of our JSBR (Japanese Society of Biofeedback Research).

The year 2023 marked a milestone as the 50th JSBR conference. The three selected speakers for the symposium, have provided the latest topics from their respective positions.

As the president of a marketing company based in the rural area of Hokkaido, Ikegami reported on his own experience of “transforming the mind and body” through collaboration between his own conception of medicine, technology, and psychology.

As an orthopedic surgeon, Nakano reported on how he uses AI in the field of sports (where fine assessment of both the physical and psychological aspects of the athlete need to be done in order to find the best solution), which he regularly uses in order to “stay healthy and live to be 100 years old”.



Fig. 1 Lucidas Inc. Office in Asahikawa (Ikegami (left) and Nakano)

Lastly, Oikawa reported on the journey he has taken to obtain the qualification to be a “Parasports Classifier” (a person responsible for classifying levels of disability) that he discovered after TOKYO 2020, and the challenges he has faced.

The following paper is a reproduction, edited according to the style of each speaker’s presentation at the symposium. All three presentations were made online using the ZOOM platform, from Ikegami’s office in Asahikawa, Hokkaido Prefecture (**Fig. 1**), and presented on the screen at the venue of the 50th JSBR conference. The three presentations represented as “sessions” in this paper are all independent ; therefore the first person pronouns “I”, “my”, “me” all represent the speaker of that session, but presented under the same umbrella theme of the paper title.

Session One : Training, Diet and a Marketing Technologist’s Transformation (Speaker : Jonathan IKEGAMI)

1. Introduction : The Intersection of Biofeedback and Personal Transformation

The study of biofeedback and physiological monitoring has long been the domain of medical professionals, researchers, and specialists in neuroscience and human physiology. It is a highly technical field, grounded in empirical data and rigorous scientific methodology. Given this, it may seem unconventional—if not outright unusual—that I, a marketing technologist with no formal medical back-

ground, was invited to speak at the JSBR International Exchange Committee Symposium.

This invitation was extended by Dr. Leo Oikawa, who, in an effort to introduce a fresh perspective to the discussion, sought the insights of a non-professional—someone outside the medical field who had applied biofeedback principles in a real-world, non-clinical setting. The topic of my presentation was left entirely at my discretion, allowing me the freedom to explore a theme that intersected with my personal experiences.

As the Founder and Representative Director of Lucidas Inc., my expertise lies in digital marketing, communications strategy, and information technology—not in medicine. However, through a structured, data-driven approach to fitness and health, I experienced a significant personal transformation. By leveraging systematic monitoring, targeted interventions, and iterative adjustments, I was able to reduce body weight by 33 kg while preserving and later increasing muscle mass.

While my methodology was not rooted in traditional clinical biofeedback, it aligned closely with its core principles: the continuous measurement of physiological data, real-time adjustments based on observed trends, and the long-term impact of self-regulation on behavioral change. This paper details my process, highlighting how the intersection of structured planning, measurement, and adaptation can facilitate lasting transformation—not only in physical health but in any domain requiring sustained progress.

2. The Catalyst for Change : Recognizing the Problem

2. 1 Background and Initial Challenges

Like many individuals who struggle with weight management, my lifestyle in early adulthood was neither athletic nor structured around fitness. Over time, I gained significant weight, but it was not an immediate priority for me to address. It was only after repeated health challenges—particularly chronic tonsillitis—that I was forced to reconsider my approach to well-being.

At the age of 40, I underwent a tonsillectomy, which resulted in an unexpected side effect: an inability to eat comfortably for an extended period. This naturally led to a reduction in caloric intake, and within a short time, I had lost 5 kg. What initially seemed like an incidental outcome to a surgical procedure soon evolved into an intentional process for better wellbeing, as I realized that sustained caloric control was possible.

2. 2 Unstructured Weight Loss and Its Limitations

My initial weight loss was largely driven by a drastic reduction in food consumption, consisting primarily of low-calorie meals such as salads without consideration for macronutrient balance and intake. Additionally, I engaged in frequent walking as a form of physical activity. However, while weight loss continued, I soon encountered a secondary issue—intense and prolonged muscle soreness despite my physical exertion not being at a level that DOMS (Delayed Onset Muscle Soreness) would normally be suspected.

Upon further research, I recognized that I was experiencing catabolism—a state in which the body breaks down muscle tissue due to inadequate protein intake and insufficient resistance training. While aerobic activity contributed to caloric expenditure, it did not adequately preserve lean muscle mass.

3. The Science of Sustainable Transformation

3. 1 Building a Structured Approach

Recognizing the need for a more structured and scientifically informed strategy, I implemented the following key changes:

3. 1. 1 Nutritional Optimization

- Introduced sufficient protein intake to prevent muscle degradation.
- Balanced macronutrient distribution to sustain energy levels and metabolic function.
- Maintained a moderate caloric deficit to promote fat loss while preserving lean mass.

3. 1. 2 Strength Training Integration

- Prioritized resistance training over exclusive reliance on aerobic exercise.
- Structured workouts around progressive overload principles to stimulate muscle retention and growth.
- Implemented tracking mechanisms to monitor performance improvements.

3. 1. 3 Systematic Monitoring and Feedback Loops

- Utilized daily weight and body composition tracking as primary biofeedback metrics.
- Recorded training data to ensure consistent progress and avoid stagnation.
- Adjusted caloric intake and macronutrient ratios based on measurable outcomes.

4. Biofeedback as a Mechanism for Adaptation

4. 1 Utilizing Biofeedback in a Practical Context

Biofeedback is traditionally associated with the measurement of physiological markers such as heart rate variability, muscle tension, and neurological responses. In my case, however, biofeedback took the form of continuous self-monitoring.

The most accessible and effective biofeedback tools I utilized included :

- **Body weight and composition tracking** : Daily measurements provided real-time feedback on fluctuations in body fat and lean mass.
- **Performance metrics** : Tracking repetitions, weight load, and training intensity ensured progressive adaptation.
- **Nutritional adjustments** : Caloric intake was modified based on observed trends in energy levels and recovery rates.

This structured, data-driven approach enabled iterative improvements, ensuring that the transformation process remained both sustainable and effective.

5. Long-Term Strategy and Goal Structuring

5. 1 The Role of Incremental Change

Behavioral and physiological adaptation is not instantaneous. Rather, it requires a phased approach that balances short-term objectives with long-term sustainability. I applied the following principles :

5. 1. 1 Gradual Habit Formation

- Rather than implementing multiple lifestyle changes simultaneously, I focused on incremental adjustments.
- For example, an initial habit of waking up at 4 : 50 AM—regardless of training plans—helped establish consistency before introducing structured exercise routines.

5. 1. 2 Progressive Load Application

- Both in training and nutrition, adjustments were made incrementally to avoid excessive physiological stress.
- Training intensity, dietary composition, and recovery strategies were modified based on biweekly evaluations rather than daily fluctuations.

5. 1. 3 Long-Term Perspective

- Acknowledged that short-term variability is inevitable and should not dictate major adjustments.
- Applied a three-year perspective rather than setting

unrealistic short-term expectations.

5. 2 Comparative Application to Business Strategy

Interestingly, the methodology used in physical transformation closely mirrors that of business strategy. In my company, growth was not achieved through rapid, unsustainable changes but through structured, incremental goals.

For example :

- A one-year perspective showed **16% revenue growth** and **25% staffing expansion**—not extraordinary in isolation.
- A three-year perspective demonstrated **100% revenue growth** and **108% staffing increase**—a significant transformation.

This reinforces a critical concept : People often **overestimate what can be achieved in one month** but **underestimate what can be achieved in three years**.

The same principle applies to fitness, career development, and personal growth.

6. Conclusion : Sustainable Change Through Structured Planning

Long-term transformation—whether in health, fitness, or business—does not rely on motivation alone. Rather, it is the result of structured planning, systematic monitoring, and adaptive feedback mechanisms.

The key takeaways from this experience include :

- 1) Set clear, measurable goals
 - Define long-term objectives and break them into incremental milestones.
- 2) Use biofeedback for continuous improvement
 - Track progress through quantitative data rather than subjective assessments.
- 3) Recognize the importance of consistency over intensity
 - Sustainable change is built on daily habits rather than short-term effort.

By applying these principles, significant personal and professional transformation is achievable.

Session Two : A new era of musculoskeletal biofeedback treated by “Dysfunctional & Non-painful” fascia release and AI motion analysis (Speaker : Kazuhiko NAKANO)

1. Introduction : “Failure to prepare is preparing to fail”. (Benjamin Franklin)

Excellent coaches always tell their athletes that “preparing for best performance” is vital. The high-level athletes can relieve fatigue, improve their physical condition, while maintaining moderate tension and relaxation, all at once, before facing an important match. Our medical staff (paramedics & co-medicals) are prepared to always pay attention to “painless dysfunction”, in order to prevent and treat injuries. Ours is a different threesome than the one JSBR is known for : but all three must cooperate and work in unison, for “best performance (of the athlete)”.

Thirty-five years ago, my career as a medical doctor and orthopedic surgeon began many years following my experience (including injuries) as an athlete (soccer) : therefore the primary goal and mission had already begun for me : “Sports Medicine”. Then, my professional enthusiasm for treating “early” osteoarthritis after sports injuries, and managing happy and healthy lifespans (to live to be 100 years old), both have been added to that mission. A happy and healthy life for 100 years requires diligently “preparing for best performance”.

Treatment and total conditioning for athletes can be achieved only with the fine-tuned collaboration of several walks of life : medical doctors, physiotherapists (PTs), athletic trainers (ATs), and physical coaches. Early finding is essential, since that is what leads to early treatment, which lead to early return to sports, athletic performance improvement, and injury prevention in the long run.

On the other hand, death of the elderly can occur suddenly, and their treatment is complex due to the many complications, due to degenerative changes in bone, cartilage, and internal organs, all occurring “everywhere all at once”. Needless to say, early diagnosis of “painless dysfunction” is necessary in those cases, as well as in athletes.

2. What is the meaning of “Dysfunctional & Non-painful” [1] ?

In 2005, the 1st IOC (International Olympic Committee)

World Conference on Prevention of Injury & Illness in Sport was held. In 2019, several Prevention Conferences were also started in Japan. Prevention requires knowledge of what is “dysfunctional & non-painful”.

The average medical doctor and/or medical staff often treat only “painful” local disorders. The average citizen realizes his/her symptom only when it begins to produce “pain”. That is the reason a thorough physical examination of the whole body is essential : to find what is “dysfunctional & non-painful”.

Fascia connects all muscles and joints in the body. A study on living human fascia was reported in 2015 [2]. Fascia is a thin connective tissue that encases muscles and tissues and is found throughout the body. Fascia is full of moisture and reshape themselves [2]. The following are the main functions and roles of fascia : 1. Support : Fascia provides structural support for muscles and organs. 2. Protective : Fascia protects tissues and organs from external damage. 3. Communication : Fascia helps transfer information between muscles and tissues. 4. Coordination of movement : Fascia coordinates muscle movement and allows for efficient movement. 5. Muscle integration : Fascia binds muscles together, allowing for coordinated movement. 6. Regulating blood flow : Fascia contains blood vessels, helping regulate blood flow and oxygen delivery to tissues.

The “Fascia release methods” include foam roller, flossing, massage guns, Yoga, and Pilates, which are self-care, as well as acupuncture, massage, and hydro-release.

Sven Kruse developed flossing, which the world’s top athletes extensively used. It was reported that flossing improved muscle flexibility without decreasing muscle output (**Fig. 2**) [3-6].

Jason Westland invented a massage gun in 2008. It is a popular vibration therapy device to relieve muscle soreness and promote exercise recovery. Vibration therapy improves mobility, flexibility, and gliding.

Yoga and Pilates work on prolonging fasciae, tissue water affinity, and cell stimulation.

3. Diagnosis using AI technology

The physical measurements’ protocol of the Japanese Orthopedic Association and Japan Sports Association, utilizes data such as standing up from a low chair, walking speed, and stride length. AI (Artificial Intelligence) motion analysis has been in use recently, which can examine the cause of medical problems in detail : such as the position of the center of gravity, range of (joint) motion (ROM), mus-



Fig. 2A Flossbands [4]



Fig. 2B Rolling with compression [5]



Fig. 2C Passive mobilization therapy [5]



Fig. 2D The combination with reciprocal reflection therapy [6]

cle strength of the muscles distributed throughout the whole body (the procedure itself is called MMT (manual muscle testing), often used to mean the actual muscle strength), and posture of the trunk and limbs. This AI analysis helps correct alignment and regain ROM, balance ability, and MMT (**Fig. 3**) [7–10].

We can also evaluate the running form and quick movements in slow motion. **Fig. 4** Running form of foot contact and maximum load [11].

This detailed analysis helps diagnose and treat painless dysfunction.

4. “Happiness depends upon ourselves” (Aristotle)

When we look up the word “optimism” in a dictionary, it says, “a tendency to believe that good things will always happen”. According to recent papers, the more optimistic you are, the healthier you can become. Facets of positive psychological well-being, such as optimism, have been identified as positive health assets because they are prospectively associated with the seven metrics of cardiovascular health (CVH) and improved outcomes related to cardiovascular disease [12].

Three hormones (serotonin, oxytocin, and dopamine) make us happy. Exercise secretes serotonin. Oxytocin is secreted by interaction with family or friends. Dopamine is secreted by achievement or success rewards.

In the future, AI and technological innovation should slow human aging and eventually eradicate cancer. Furthermore, reduced workloads will lead to a healthier life with less stress on the body and mind.

With AI coexisting, we shall “optimistically” be living in an era where our main purpose in life will not be hard labor, but the eternal pursuit of happiness.

5. Conclusion and Take home message

Treating painless dysfunctions and being optimistic are effective for a happy and healthy life for everyone, including athletes.

A future perspective shows a society, full of citizens all at 100 years of age, full of each individual’s happy and healthy life.



Fig. 3A Standing posture assessment [7]

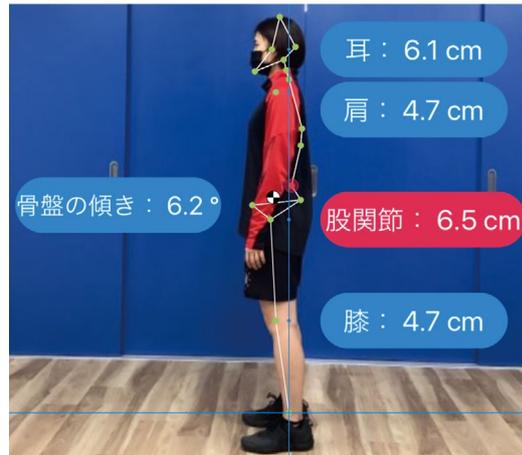


Fig. 3B Standing posture assessment [8]



Fig. 3C Rotation assessment of thoracic and lumbar spine [9]



Fig. 3D Balance ability assessment of single-leg squat [10]

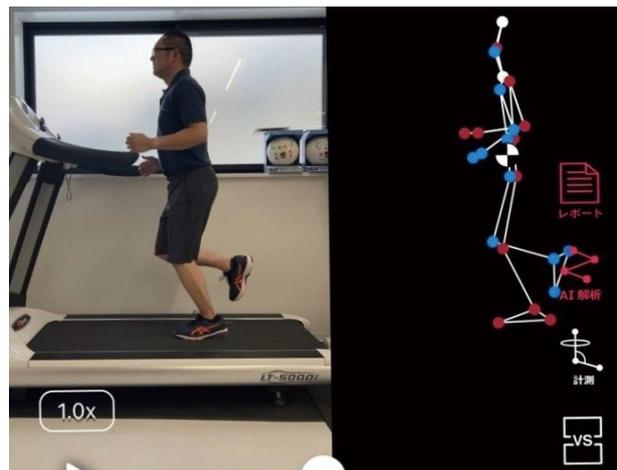
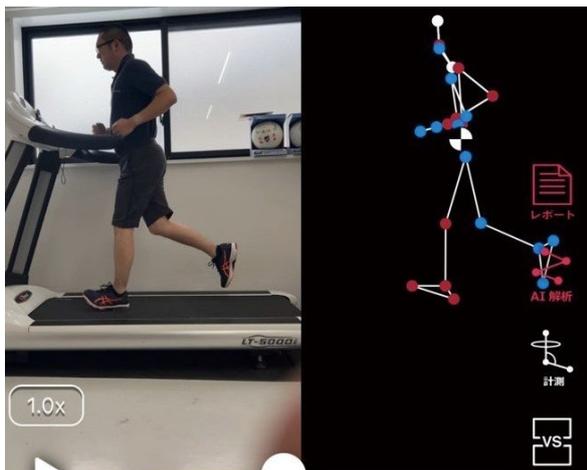


Fig. 4 Running form assessment of foot contact [11]

**Session Three : “To What Destination is the Biofeedback Medicine–Technology–Psychology Trio Heading?”
(Speaker : Ou Leo OIKAWA)**

1. Introduction : “Listen to my voice”

The Tokyo Olympic/Paralympic was originally planned to take place during the summer of 2020 (later postponed for one year to 2021). I was selected to be a volunteer member of the triathlon/paratriathlon medical team for the (para) athletes, and took part in the OQE (Olympic Qualification Events) practice events during 2019. These events were being held to qualify the Olympians-to-be for the 2020 Games, and therefore athletes from around the world participated.

The triathlon/paratriathlon events were held during August 15 thru 18, but due to high concentration of E. Coli in the seawater of the Tokyo Bay’s Odaiba Seaside Park area on the day of the paratriathlon race, the race was forced to be held in a duathlon manner : without the first 0.75 km swim segment (followed by the 20 km bike and 5 km running segments). The new course would now be : First Run (2.5 km)–Bike (20 km)–Second Run (5 km).

The wet-bulb globe thermometer on site was indicating over 31 degrees Celsius ; which is considered to be under the “severe warning ; do not attempt outdoor exercise” level. Needless to explain, there is a reason for having the swim section at the forefront of the race.

I was in charge of the medical clinic team at the time, when one VI (visually impaired) athlete from overseas was carried into the clinic with high fever and consciousness disorder, immediately after finishing the race. His consciousness was impaired, so much so that his guide runner could not control the fit and rage of the athlete. It was impossible to talk the blind athlete into undergoing a rectal temperature measurement (the attempting nurse and athletic trainer were either viciously kicked away or flung across the room).

He grabbed my arm as well, but I controlled the tone and volume of my voice saying “I am a doctor. Listen to my voice. You have high fever. We need to reduce your body temperature”, casually and verbally coaxing him into soaking in a “cold water tub with ice”, in order to rapidly reduce his body temperature. The more we wait, the more damage would occur to his brain and vital organs.

His non-contact tympanic membrane temperature read



Fig. 5 Treating an athlete with hyperthermia (OQE ; August 2019)

38.3 degrees (usually 0.2 to 1.0 degrees lower than rectal temperature), when we lowered his body into the tub. I stayed close by, with my hand gently rested on his shoulder, repeating “You are safe. Please stay in the water. I am here with you. Listen to my voice”.

All the past experience I had with 1) hyperthermia, acquired during my days working in the ER (Emergency Room) of Asahikawa Medical University Hospital, and 2) VI patients as a neurologist and parasports doctor, helped me treat the blind athlete without making the consciousness-impaired athlete any more anxious (since he cannot “see” what is being done to him), infusing or medicating on site, and without having to ask for evacuation and transportation to an ER of a nearby hospital.

Luckily, the thirsty athlete would ask me if he could drink cold water, but although he swallowed he would repeatedly regurgitate due to nausea caused by the high temperature. Thanks to this “drink and regurgitate” repetition, we were able to rapidly cool the hyperthermic bloodflow from inside.

After about 40 minutes of cooling from both inside and outside (**Fig. 5**), his tympanic membrane temperature reduced to 35.8 degrees, while his consciousness gradually returned. The athlete was able to sit up after this, and walk out of the clinic. This is a short chat the athlete and I had, as he walked out, “Thank you, doctor. Can I go drink cola?” “You’re welcome. Yes, please go drink cola”.

Although this treatment would not be the reason for eventually deciding to bring the marathon and 20/50 km walk race from Tokyo to Sapporo at the actual Olympics, I



Fig. 6 National Classifier Course (Stockholm, Sweden ; Jan. 2023)



Fig. 7 International Classification (Samarkand, Uzbekistan ; Jun. 2023)

believe that the medical approach lead by myself at the OQE did provide the JOC (Japan Olympic Committee)/IOC (International Olympic Committee) with an option to bring the long-distance walk races to be held in the hot Japan summer from Tokyo to the cooler Sapporo City of Hokkaido Prefecture. We were able to show that medical doctors in Hokkaido have good experience with both hyperthermia and treating VI athletes. As the sequel goes, unfortunately the temperature in Sapporo on the days for the TOKYO 2020 marathon and long-distance walk races, were actually higher than the temperature in Tokyo.

2. “Listening to my inner voice” : Tipping Point leading a task into a mission

The OQEs continued on into 2020, but the COVID-19 pandemic arose at the beginning of the year, and all international and national social events alike, came to a sudden halt, forcing the Olympic/Paralympic Games to be postponed to the summer of 2021.

In the end, I was medical staff for six competitions at TOKYO 2020 : BMX racing, BMX freestyle, Triathlon, Wheelchair Rugby, Paratriathlon and Para-athletics (Track and Field), and the doctor responsible for leading the medical team during several major accidents that happened during the competitions. Although I was always on “high alert”, ready and capable of handling the most troublesome cases, I was beginning to hear an “inner voice” telling me it was high time to move on from this “exciting (adrenaline-

pumping)” scene to more serene grounds.

After TOKYO 2020, I decided I wanted to become an “International Classifier” for the paratriathlon athletes. There are four levels for a Parasports Classifier : National Classifier (NC), Trainee International Classifier (TC), International Classifier Level 1 (C1) and International Classifier Level 2 (C2). Only C2 and C1 can classify globally.

I contacted World Triathlon soon after TOKYO 2020, and they spontaneously contacted me back to ask if I could come to Stockholm, Sweden for the “National Classifier” course being held January 2023. I attended the course (**Fig. 6**), alongside participants from Sweden, Finland, Ireland and Italy. There were several instances during the course, when I would have to exert all of my knowledge and experiences as a neurologist to the fullest, because certain neurological symptoms we were seeing in the para-athletes were so complicated. This allowed me a chance to participate in the actual classification of two junior athletes : who had such complicated symptoms, while the other participants were asked to wait outside. I did not know at the time, that all of my actions (beginning with my first e-mail to World Triathlon) were being closely monitored by the facilitators.

My experiences as a neurologist, and as a parasports doctor treating many para-athletes in the past, helped me during and after this course, to fast-track up the ladder. I was asked to come to Samarkand, Uzbekistan in June 2023, to be the second member of a classification panel (which is usually for C1 or C2, as a general rule) for the evaluation of eight para-athletes for paratriathlon (**Fig. 7**).



Fig. 8 Radio interview supporting my thoughts on “Listen to my Voice” mentioned in the paper (YouTube : A 17 min 23 sec interview)

I am certain I still have many more miles to travel : be it swim, bike or run, to reach my final destination. My mission at this time is to become the “first” International Classifier (C1 or C2) for paratriathlon in Asia : there are none at present.

3. Conclusion : “The voice and the message”

Let me reiterate the definition of biofeedback by AAPB (Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback) : “Biofeedback is a process that enables an individual to learn how to change physiological activity for the purposes of improving health and performance. Precise instruments measure physiological activity such as brainwaves, heart function, breathing, muscle activity, and skin temperature. These instruments rapidly and accurately “feed back” information to the user. The presentation of this information—often in conjunction with changes in thinking, emotions, and behavior—supports desired physiological changes. Over time, these changes can endure without continued use of an instrument”.

Do the readers see how this definition fits in with the talks presented here today?

The task for me was : medical volunteering for the paratriathlon race (and five other competitions) at TOKYO 2020.

The mission for me is : to become an International Classifier (the first in Asia) for paratriathlon. What I have talked about today, is the path that I am enjoying, between my task and mission fulfillment.

If the readers are further interested, there is a “YouTube” radio interview (**Fig. 8**) titled “A Message from the

Deceased Doctor”, which is a sixteen minute twenty-three second answer to what I have presented here today. The answer to my question, “To What Destination is the Biofeedback Medicine–Technology–Psychology Trio Heading”, can be understood better, after listening to the interview (<https://www.youtube.com/watch?v=CDjgPQhK8KA>).

Acknowledgement

The authors wish to extend their gratitude to the other members of the International Exchange Committee, Masahito Sakakibara, Kumi Naruse and Hiroyuki Suematsu, for their help with the preparation of this symposium.

References

- [1] Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., Voight, M. (2014) Functional movement screening : the use of fundamental movements as an assessment of function—part 2. *Int J Sports Phys Ther*, 9, 549–563.
- [2] Guimberteau, J. C., Armstrong, C. (2015) *Architecture of human living fascia* : Philadelphia, Handspring Pub Ltd.
- [3] Oono, Y. (2019) *Easy Flossing Manual* (p135). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [4] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p122). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [5] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p128). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [6] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p126). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [7] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p55). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [8] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p50). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [9] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p71). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [10] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p103). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.
- [11] Yamamoto, A., Matsuda, N. (2024) *The Personal Training Bible* (p213). Tokyo : Baseball Magazine Sha Co., Ltd.

[12] Kubzansky, LD., Huffman, J.C., Boehm, J.K., Hernandez, R., Kim, E.S., Koga, H.K., et al. (2018) Positive Psychological

Well-Being and Cardiovascular Disease : JACC Health Promotion Series. *J Am Coll cardiol*, 72, 1382-1396.

第 51 回 日本バイオフィードバック学会学術総会抄録集

会期：2024 年 6 月 22 日（土）・23 日（日）
会長：奈良学園大学保健医療学部リハビリテーション学科 辻下守弘
会場：けいはんな学研都市（関西文化学術研究都市） けいはんなプラザ交流館

一般演題 A

1. 圧センサーを活用した指圧技能習得のための学習支援システムの構築 —生成 AI を使用した圧面積の比較—

6 月 22 日（土）14：30～14：50

小貫睦巳

常葉大学保健医療学部理学用法学科

【目的】 2018 年度からの 7 年間にわたり指圧技能修得のシミュレーターの作製および圧面積の測定を検証してきた。その結果、圧面積を数値化・視覚化することにより有資格者と初心者で明確に区別が可能な結果が得られた。しかしこれらの比較には機器の操作や視覚的な観察が必須であり、短時間に結果を導き出せるものではなかった。今回、生成 AI を使用してこの時間を大幅に短縮し、またわかりやすい結果を提示できるシステムを作成したのでその進捗を報告する。

【対象・方法】 住友理工社製の体圧分布測定機器「SR ソフトビジョン」をもとに作製した指圧シミュレーターによって得られた指圧手技の動画データをディテクト社製の画像計測マクロ処理ソフト「DIPP Macro2」を使用して圧面積の経時的変化を計測した。面積計測のマクロ処理と組み合わせて使用する解析ソフト（tuboCalc）を改良し、画像データ抽出の自動化と web 上に生成 AI を準備し、講師データと演習者データの比較を行うシステムを構築した。2023 年度に取得した講師 1 名、演習者 14 名のデータをもとにこの生成 AI によるシステムで指圧手技の巧拙を比較検討した。Web 上に構築したシステムは試技のグラフ・圧力分布の画像データを転送し、HASH 化（近似値の数値データに置き換える）し同様に用意された理想値と比較するプログラムになる。この研究は本学倫理委員会の承認を受けて行った。また申告すべき利益相反関係にある企業などはない。

【結果】 被験者の属性は講師データの指圧有資格者は男性・63 歳・利き腕は右であり、演習者データである PT 学生は全員男性・年齢 21.2 ± 1.12 歳・利き腕は右 13 人、左 1 人だった。5 回の指圧手技の①面積合計・②面積平均・③最大面積値の左右差の平均は、指圧有資格者が①28,561.8、②59.88、③76.83（いずれも mm^2 ）であり、学生は①10,094～108,694.21（ $56,699.2 \pm 39,767.6$ ）、②18.44～237.16（ 112.7 ± 81.2 ）、③21.6～332.06（ 152.8 ± 90.9 ）であった。これをもとに生成 AI に投入して得られた結果と比較した。結果は手作業による結果と一部類似するも一部は乖離が見られた。

【考察】 手作業での解析は動画準備などに手間がかかり 1 名の解析に 15～20 分かかっていたが、生成 AI による解析だと純粹に動画準備以外は瞬時に解析終了となり効率としては申し分ない。結果の信頼性については被験者数の問題をはじめ今後に期待したいが、問題の本質は画像解析のとらえ方にあり、グラフの一致度を比較する事によって結果が得られるために、グラフの形状が異なっても線による面積値が一致すると類似と判定してしまうことにあると考えられる。今後はグラフ画像を分割して HASH 化し比較値の精度を上げていくプログラムの開発を予定している（この研究は文部科学省・科学研究費助成事業 2021 年度基盤研究（C）21K02787 によって行った）。

2. バイオフィードバックによる症状の可視化が病態改善に寄与した心身症症例の検討

6月22日(土) 14:50~15:10

坂崎友哉 吉田絵海 國本拓生 蓮尾英明

関西医科大学心療内科学講座

【はじめに】心身症治療において、患者と医療者で病態を共有することは非常に重要である。今回、心身症の病態共有としてバイオフィードバック(BF)を用いたところ、良好な経過を得られた2症例を検討する。

【症例】症例1は、40歳台後半の男性。腹痛を主訴に受診した。8年前から腹痛を自覚し、精査を受けるも、症状の原因となる器質的な異常所見を認めず、当科紹介受診となった。診察にて空気嚥下症を疑い、胃機能を生理指標として硫酸バリウムの内服前後でレントゲン撮影を行ったところ、内服前後で胃泡拡張が著明であった。画像供覧しながらフィードバックを行ったところ、症状の原因が視覚的に理解できたことで安心感が得られた。以降、別の症状に対し継続診療を行っているが、腹部症状は訴えなくなった。

症例2は、50歳台後半の男性。のどが閉えて声が出にくいことを主訴に受診した。3年前から話しにくさを自覚し、精査にて症状の原因不明であったため、X年10月当科紹介受診となった。安静時およびストレス負荷時の生理指標を評価したところ、本来はストレス負荷時に上昇するはずの筋電図が上昇せず、低下するはずの末梢皮膚温が上昇した。慢性的な筋緊張が強いため、ストレス負荷で筋電図は反応しない一方、筋緊張による熱産生が起こっていると考えた。また、同じタイミングで自覚症状も増強していた。この所見をフィードバックしたところ、病態に対する理解が得られ、自身で症状に対処できる自信につながった。継続診療の希望はなく終診となった。

【考察】これまでの検査で器質的な原因不明だった症状に対し、胃機能や筋電図、皮膚温を生理指標として機能面から症状を可視化したことが、患者の安心感や自己効力感の向上につながり、病態全体の改善につながった。BFによる症状のコントロールだけでなく、可視化することが心身医学的アプローチとして有用であった。

3. 近赤外線フォトバイオモジュレーション(Photobiomodulation:PBM)療法による高齢者の認知機能の向上と脳波パターンの変化

6月22日(土) 15:10~15:30

金 南憲¹⁾²⁾

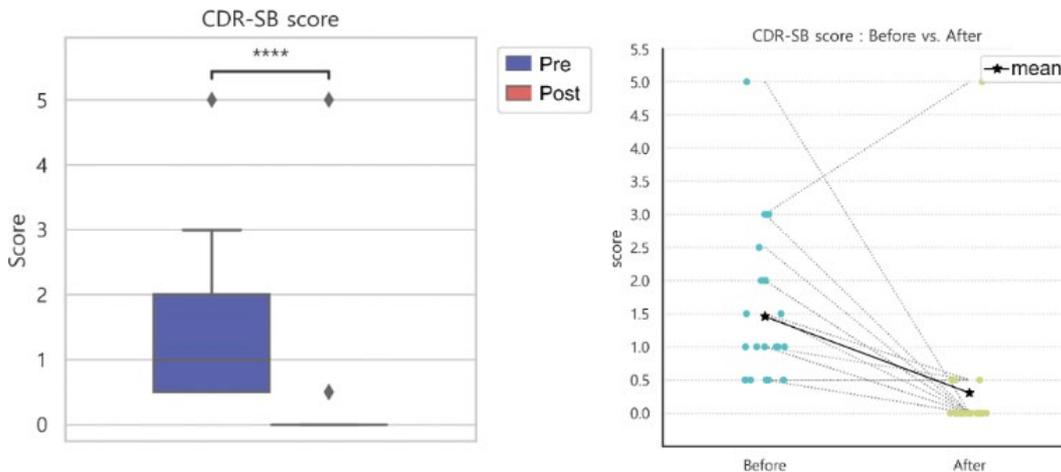
1) 大阪大学大学院医学系研究科 2) 株式会社アイメディシン

【はじめに】近年、低出力レーザー療法(LLLT)の一種であるフォトバイオモジュレーション(PBM)は、さまざまな神経変性疾患の治療に効果を示している。PBM療法により、ミトコンドリアの刺激が血流量の増加やATP生成の増加などのポジティブな効果をもたらすことが、*in vitro* および *in vivo* 実験で確認されている。人を対象にした実験でも、認知機能、生活の質、および脳波(EEG)指標が向上されることが認められた。

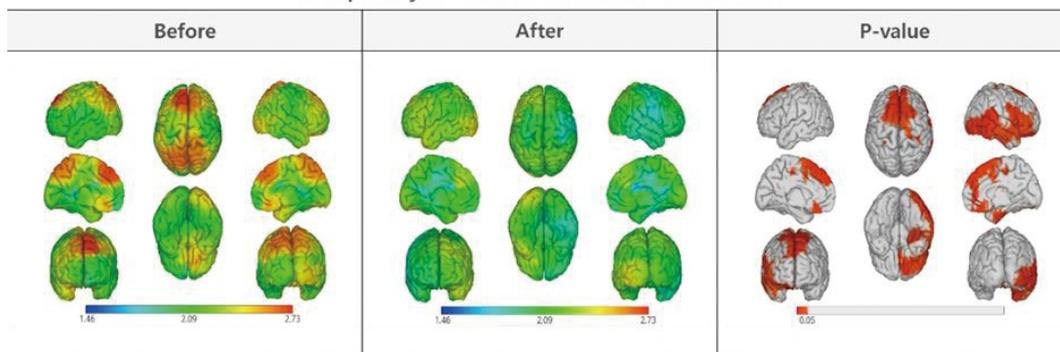
【対象と方法】本研究は、70人(うち軽度認知障害48人および初期認知症22人)の高齢者を対象に、8週間、週3回に10分ずつPBM療法を行った。実験の開始時点と終了時点で、臨床的認知症尺度(CDR)検査および脳波計測を行い、認知機能の変化と認知機能と関連する脳波のパワーおよび周波数の変化を観察した。

【結果と考察】その結果、臨床的認知症尺度が著しく改善された。脳波では、認知機能低下の代表的な特徴である前頭葉の低周波数脳波が改善され、後頭葉ピークが健常パターンに回復する様子がみられた。今後は、日本、アメリカ、韓国、タイなどで複数の医療機器と協力し、副作用の確認に注意しつつ、より多様な脳疾患に対する最適の刺激頻度やパワーなどを探り、PBM療法のプロトコルを確立していきたい。





Group Analysis – EEG 3D view Delta+Theta Power



一般演題 B

1. ヴァイオリン奏者のための簡易指圧バイオフィードバック装置の試作

6月23日(日) 13:30~13:50

鈴木里砂¹⁾ 佐々木洵一²⁾

1) 早稲田大学人間科学学術院 2) 株式会社 MIC (プロヴァイオリニスト)

ヴァイオリン奏法では、右手で運弓し、左手で指板を押さえるという左右手指で違う動作を行うという非常に難易度の高い技術が要求される。ヴァイオリン初学者に奏法を教示する際は、運弓に関しては、外部観察により弓の角度からその正誤を教示することが可能である。しかしながら、左手指の圧については、教師は演奏時の音質や、押さえた指の形から圧を推測するしか手立てがなく、初学者の奏法教示時や自己学習の上で困難が生じることがある。これまで、ヴァイオリニストの演奏時における指圧計測の報告はあるが、教育方法への応用の報告はない。

そこで、今回、我々は、教師や学習者への支援に繋がるための左手指圧の簡易バイオフィードバック装置を試作したので報告する。使用した部品は、圧センサー FSR[®] と Arduino Uno、抵抗 10 k オーム、LED、可変抵抗器である。センサー FSR400 をヴァイオリン指板に接着した上で、Arduino Uno を通じて PC を接続し、シリアル通信により圧センサーの数値を記録できるよう設定した。本装置を利用し、閾値設定は行わず共同研究者であるプロヴァイオリニストの指圧を最大指圧と通常音量の運弓時の指圧で計測後、通常音量時の指圧を閾値として設定し、閾値以上の指圧がかかった場合は LED が点灯するよう設定した。

この装置を利用し、教師の演奏時指圧に合わせて閾値設定を行うことで、ヴァイオリン初学者への教示時に指圧の強弱についてのバイオフィードバック指標として利用できる。今後は、実際の教示現場での効果について検討していきたいと考える。

2. 種類の心臓活動の知覚における評価方法の比較

Heartbeat counting と Heartbeat detection を用いて

6月23日(日) 13:50~16:10

伊藤栞¹⁾ 依田麻子²⁾

1) 群馬パース大学教養部 2) 日本大学文理学部心理学科

本研究の目的は、心臓活動の知覚の評価方法として、Heartbeat counting task : HCT (Schandry, 1981) と Heartbeat detection task : HDT (Brenner et al., 1988) を用い、課題成績間を比較し、心臓活動の知覚の評価方法について検討することであった。

2023年11月から2024年3月にかけて、実験参加への同意を得られた大学生・大学院生13名を対象に、HCTとHDTに取り組んでもらった。両課題ともに、椅子に座位状態で、心電図を測定した。HCTでは、心拍検出を容易にするような身体操作をせず、課題時間の自身の心拍数を数えさせた。HDTでは、参加者自身の心拍(心電図のR波)と同時に音が鳴っているか、心拍とずれて音がなっているかを判断させた。両課題ともに、手のひらから肘までを机の上ののせてもらい、課題に取り組んでもらった。

はじめに、HCTの6つの成績の一貫性を検討するためにケンドールの一致係数の算出を行ったところ、課題時間要因と課題成績との連関は認められず($W=0.043$, $\chi^2(13)=3.02$, $p=n.s.$)、参加者要因と課題成績との連関は認められた($W=0.58$, $\chi^2(5)=45.49$, $p<.05$)。このことから、心拍の知覚の程度と成績に一貫性があることが示唆された。次に、HCTとHDTとの成績の関係を検討するために、各課題より得られた成績に対して「課題はできている」「どちらともいえない」「課題はできていない」の3段階評価を行い、HCTとHDTの成績を比較した。その結果、13データ中5つのデータにおいて両課題で評価が一致していた。現状、サンプル数が少ないため、継続して実験を行い、引き続き検討していきたい。

3. 内受容感覚が皮膚温バイオフィードバック訓練に与える影響

6月23日(日) 16:10~16:30

重田真宏¹⁾ 長野祐一郎²⁾

1) 文京学院大学大学院人間学研究所 2) 文京学院大学人間学部

発表場面などのストレス状況では、心臓がドキドキする、指先が冷たくなるなどの症状が生じる。こうした感覚を内受容感覚という(庄司, 2017)。内受容感覚には個人差があり、失感情症や失体感障害と関連があることが報告されている(Herbert et al., 2011; 有村, 2019)。一方で、内受容感覚が高いとバイオフィードバック(以下、BF)の制御成績がより良くなる可能性がある。今後、内受容感覚とBFの関係性の理解が進むことで、BFの効果をより高めることが期待できる。

本研究では、自宅で容易に訓練が行える低コスト皮膚温BF装置を用いて、3週間の訓練が皮膚温制御に与える影響について検討し、さらに内受容感覚の影響についても同時に検討した。本研究は、(1)自宅での訓練、(2)大学の実験室における効果測定、の2段階に分かれる。自宅での訓練では、上下方向の訓練を3週間実施した。大学での効果測定では、自宅での訓練効果を確認するため、1週間ごとに計4回の測定を行った。皮膚温は、非利き手の第2指腹側部より測定した。内受容感覚の測定には、内受容感覚への気づき多角的アセスメント(庄司他, 2014)を使用した。

その結果、3週間という短い期間であっても皮膚温制御が獲得可能であること(Fig. 1)、内受容感覚の高さが皮膚温制御成績を高めること(Fig. 2)が明らかとなった。特に、BFにおける生理指標制御に重要な役割を果たすと考えられる気づき因子の影響が明確であった。

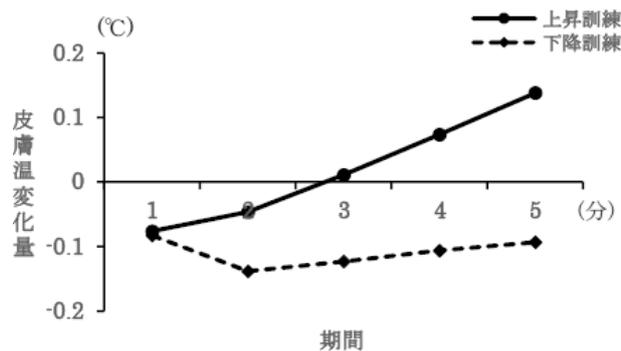


Fig. 1 各期間における訓練方向ごとの皮膚温変化量

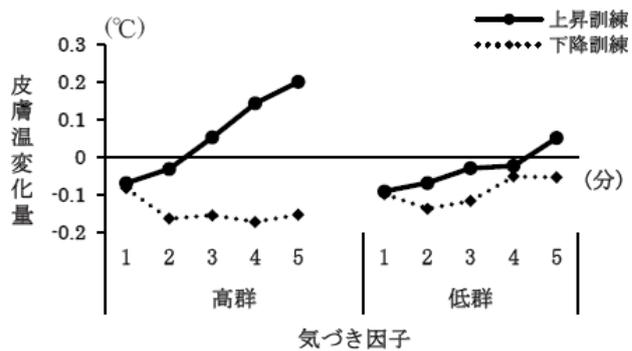


Fig. 2 気づき因子の高低別および各期間における訓練方向ごとの皮膚温変化量



研究室紹介

旭川医科大学病院における バイオフィードバック研究の取り組み

*旭川医科大学病院リハビリテーション部・**旭川医科大学病院リハビリテーション科
高橋佑弥*・佐藤弘也*・呂 隆徳*・及川 欧**

..... 本学について

旭川医科大学病院（以下、当院）のリハビリテーション部は理学療法士26名、作業療法士9名、言語聴覚士5名のセラピストで構成されている。当院は日本最北端の大学病院であり、約300km圏内の地域医療を支えている特色上、脳血管障害、神経疾患、運動器疾患、内部障害などさまざまな疾患を呈した患者に対してリハビリテーションを提供している。そのなか神経内科、心療内科や東洋医学の専門医でありながら、現在はリハビリテーション科で勤務している及川 欧医師を筆頭に、著者を含めた3名のセラピストと協働してバイオフィードバック研究を進めている（Fig. 1）。当院で本研究が始まった背景は先の論文を参考にされたいが [1]、後述する rhythmic skeletal muscle tension (RSMT) 変法に一本化した治療を行っている。その際にポータブル心拍変動測定器 Check My Heart™を用いており（Fig. 2）、Fig. 3に示す自動データ解析結果より解釈を進める。

..... RSMT 変法

Lehrer らが2009年に出版したRSMT法 [2]をヒントに当院オリジナルの心拍変動バイオフィードバック（heart rate variability biofeedback : HRV-BF）法を考案した。RSMT法はこれまでの0.1Hzの呼吸を用いたHRV-BFの代替として、0.1Hzでの骨格筋緊張と弛緩を両上下肢で行うことで同等の自律神経系の変化がもたらされる。当院は三次救急対応していることが影響し、治療開始時点で離床を進められる状態にあらずベッド上で安静が強いられる症例や、治療経過で症状が悪化する症例が大半である。そこでベッド上でも簡便に実践できる方法として、上肢運動だけで同様の効果が得られないか模索し、RSMT変法を用いた治療実績を重ねてきた。本法の方法について以下に述べる。

①リラックスできる体勢でベッドや椅子に座る。座位が困難場合は仰臥位でも可。



Fig. 1 旭川医科大学病院のバイオフィードバック研究を支えるスタッフ紹介

左から及川 欧 リハビリテーション科医師、高橋佑弥 作業療法士（著者）、佐藤弘也 理学療法士、呂 隆徳 理学療法士。



Fig. 2 Check My Heart™

心臓の生理的なゆらぎの低下や、ストレスなどによる自律神経バランスの変化をチェックできる。

Information					
Name	: DCBM	Sex	: Male	Filename	: 20060102_2246
ID	: R20060311	Weight	: 100	Measure Date	: 01 / 02
DOB	: 2004.03.01	Height	: 180	Measure Time	: 22 : 46

HRV Analysis Results								
Time Domain Measurements			Frequency Domain Measurements					
Variable	Non-detrend Value	Detrend Value	Variable	Non-detrend	Detrend			
				FFT	AR			
				FFT	AR			
					Units			
Mean	731.57 ms	---	VLF power	600	450	526	378	ms ²
SDNN	72.28 ms	71.41 ms	LF power	1058	1269	1066	1273	ms ²
RMSSD	82.68 ms	82.70 ms	HF power	756	776	755	776	ms ²
NN50	31.00	31.00	Total power	2415	2497	2348	2428	ms ²
pNN50	7.60 %	7.60 %	LF norm	58.34	62.03	58.55	62.11	nu
SD1	58.46 ms	58.48 ms	HF norm	41.66	37.97	41.45	37.89	nu
SD2	83.85 ms	82.33 ms	LF/HF	1.40	1.63	1.41	1.64	
SD1/SD2	0.70	0.71						

Detrend method : second order polynomial			VLF : 0.00 ~ 0.04 Hz		
			LF : 0.04 ~ 0.15 Hz		
			HF : 0.15 ~ 0.40 Hz		
			The Order of AR Model : 16		

Fig. 3 付属ソフトウェアの解析画面の一部
解析概要を心拍変動の解析概要をチェックできる。

- ②手のひらを下に向けて、大腿上に設置（仰臥位なら体側）、テーブルの上など安楽な位置でも可。
- ③5 秒間、手関節背屈を伴う手指集団屈曲によって緊張を持続。
- ④5 秒間、手関節を楽に伸ばし、脱力。
- ⑤10 秒 1 サイクルとなるように、「握って」「抜いて」と声かけしたり、対象者が自ら時計やストップウォッチを見ながらコントロールする。

研究を始めて 4 年が経過し、30 症例程度に実践した。症例数の蓄積や単一疾患または症状に対する治療効果の判定は課題であり、本法のメカニズムを明確にすることは最大の研究テーマである。しかし、これまでにさまざまな背景、疾患、症状に対して実践し、有益な治療効果を示してきたことも事実である [3-5]。その簡便さから幅広い対象者への実践が期待でき、従来の呼吸方法を用いずとも HRV-BF の代替手段と成りうる可能性が示唆されている。また、昨年には Check My Heart™による自動データ解析結果を応用し、COVID-19 専従理学療法士に対して HRV の定量評価を実践した [6]。スタッフのメンタルヘルスを経時的かつ体系的に変化を捉え、維持・管理に貢献できる可能性が示唆された。今後も

HRV-BF のリハビリテーションへの臨床応用について研究を続けたい。

参考文献

- [1] 及川 欧, 高橋佑弥(2024)南極の Autogenic Biofeedback 変法から“スー・ハー”リラクセーション法と RSMT 変法まで。バイオフィードバック研究, 51, 19-28.
- [2] Lehrer, P., Vaschillo, E., Trost, Z., France, C. R. (2009) Effects of rhythmical muscle tension at 0.1 Hz on cardiovascular resonance and the baroreflex. *Biol Psychol*, 81, 24-30.
- [3] 高橋佑弥, 及川 欧 (2022) Rhythmical muscle tension (RSMT) 変法の検討—本態性振戦を呈した一症例に対して—. *バイオフィードバック研究*, 49, 29-37.
- [4] 高橋佑弥, 及川 欧 (2022) Rhythmical muscle tension (RSMT) 変法の検討—スキージャンプ事故で全身打撲を呈した 11 歳小児の事例—. *日本バイオフィードバック学会学術総会プログラム・抄録集*, 49, 27.
- [5] 高橋佑弥, 及川 欧 (2023) Rhythmical muscle tension (RSMT) 変法の検討—ベーチェット病により上肢機能障害を呈した事例—. *バイオフィードバック研究*, 51, 3-10.
- [6] 呂 隆徳, 高橋佑弥, 及川 欧 (2024) COVID-19 専従理学療法士におけるメンタルヘルスクエアー心拍変動測定器および質問票を用いて—. *バイオフィードバック研究*, 51, 11-18.

【第 52 回日本バイオフィードバック学会学術総会】

総会会長：及川 欧先生（旭川医科大学病院リハビリテーション科）（医学系）
 会 期：2025 年 6 月 21 日（土）～22 日（日）
 会 場：東川町農村環境改善センター（北海道上川郡東川町東町 1 丁目 15 番地 3 号）

複製される方へ

日本バイオフィードバック学会では、複写複製、転載複製に係る著作権を一般社団法人学術著作権協会に委託しています。当該利用をご希望の方は、(社)学術著作権協会 (<https://www.jaacc.org/>) が提供している許諾システムを通じてご申請下さい。

バイオフィードバック研究 第52巻 第1号
Japanese Journal of Biofeedback Research Vol. 52 No. 1

2025年4月25日発行

日本バイオフィードバック学会

〒470-0195 愛知県日進市岩崎町阿良池12

愛知学院大学心理学部心理学科 (榊原研究室)

TEL. 0561 (73) 1111 EXT. 3325

FAX. 0561 (73) 9322

E-mail : jsbrsecretariat@gmail.com

12 Araiike Iwasaki-cho, Nisshin, Aichi 470-0195 Japan

印刷所 三報社印刷株式会社

東京都江東区亀戸7丁目2番12号

TEL. 03 (3637) 0005 (代)



病気になる。あるいは、健康への心配がある。
それだけで、人は日常から引き離されてしまう。
第一三共が掲げる「健康で豊かな生活」とはつまり、
すべての人が前向きに日々を生きられる、ということ。
わたしたちがサイエンス&テクノロジーで、
革新的モダリティ(治療手段)を追求するのも、そのためです。
健康につまずかない。そんなサステナブルな未来へ。
わたしたちは今日も、イノベーションの先にあるこたえをさがしています。

世界中の人々の健康で豊かな生活に貢献する

イノベーションに情熱を。
ひとに思いやりを。



Daiichi-Sankyo

第一三共株式会社

患者様の想いを見つめて、 薬は生まれる。

顕微鏡を覗く日も、薬をお届けする日も、見つめています。
病気とたたかう人の、言葉にできない痛みや不安。生きることへの希望。
私たちは、医師のように普段からお会いすることはできませんが、
そのぶん、患者様の想いにまっすぐ向き合っていたいと思います。
治療を続けるその人を、勇気づける存在であるために。
病気を見つめるだけでなく、想いを見つめて、薬は生まれる。
「ヒューマン・ヘルスケア」。それが、私たちの原点です。

ヒューマン・ヘルスケア企業 エーザイ



JAPANESE JOURNAL OF BIOFEEDBACK RESEARCH

Volume 52 No.1 2025

President Akihisa HIROTA (Kamakura Women's University)

Chief Editor Yoshinari KOBAYASHI (Toyo Eiwa University)

Sub Editor Masahito SAKAKIBARA (Aichi Gakuin University)

Associate Editor

Naoki TAKEBAYASHI (Natural Clinic for Holistic & Integrative Medicine)

Jun MIYAKODA (Toho University) Yoshihiro MURAOKA (Waseda University)

CONTENTS

Foreword

Expo 2025 Osaka, Kansai, Japan and Keihanna Expo 2025 Morihiko TSUJISHITA 1 (1)

Data

Building a Learning Support System to Acquire Finger-Pressure Skills Using a Pressure Sensor
—Measurement and Comparison of Pressure-Receiving Areas Pressed by Fingers
by Training-School Clinical Teachers and Physical Therapy Students—
..... Mutsumi ONUKI 2 (2)

Development of a Low-Cost Strap-Type Skin Temperature Biofeedback Device
..... Masahiro SHIGETA and Yuichiro NAGANO 11 (11)

International Invited Lecture

Biofeedback based on Brain-Computer Interface (BCI) Alvin CHAN 18 (18)

Latest Developments in Biofeedback in Europe and the United States of America Erik PEPPER 20 (20)

Symposium

International Exchange Committee Symposium :
“A Task, A Mission and Everything in Between”
Kazuhiko NAKANO · Akihisa YAMAMOTO · Naoki MATSUDA · Naruhiko TSUTSUMI ·
Jonathan IKEGAMI · Ou Leo OIKAWA 22 (22)

Papers at the 51st Annual Meeting 34 (34)

Introduction to the Laboratory

..... Yuya TAKAHASHI · Hiroya SATOU · Takanori RO · Ou Leo OIKAWA 39 (39)

JAPANESE SOCIETY OF BIOFEEDBACK RESEARCH

Department of Psychology Aichi Gakuin University

12 Arai-ke Iwasaki-cho Nisshin-shi Aichi 470-0195 Japan