Japanese Society of Biofeedback Resarch

The Influence of Interoception on Skin Temperature Biofeedback Training

Masahiro Shigeta\* and Yuichiro Nagano\*\*

\*Bunkyo Gakuin University Graduate School of Human Studies

\*\*Department of Human Studies，Bunkyo GaKuin University，Japan

Abstract

In Stressful situations such as presentations, symptoms like a racing heart and cold fingertips may occur. These sensations are referred to as interoception (Shouji, 2017). It has been reported that there are individual differences in interoception, and it is related to alexithymia and depersonalization disorders (Herbert et al., 2011; Arimura, 2019). On the other hand, higher interoceptive sensitivity may lead to better performance in biofeedback (BF) control. As our underStanding of the relationship between interoception and BF advances, it is expected that the effectiveness of BF can be further enhanced.

In this Study, we examined the effects of three weeks of training on skin temperature control using a low-cost skin temperature BF device that can be easily used for training at home. Additionally, we investigated the influence of interoception. This study was conducted in two phases: (1) home-based training and (2) efficacy measurement in a university laboratory. In the home-based training phase, three weeks of upward and downward training were conducted. In the university laboratory phase, the effectiveness of the home training was evaluated through four measurements conducted weekly. Skin temperature was measured from the palmar side of the second finger of the non-dominant hand. Interoception was assessed using the Multidimensional Assessment of Interoceptive Awareness (Shouji et al., 2014).

As a result, it was revealed that skin temperature control could be acquired even within a short period of three weeks , and that higher interoceptive sensitivity enhances skin temperature control performance. In particular, the awareness factor, which is believed to play an important role in physiological control in BF, had a significant influence.

Key words：Interoception, Skin Temperature, Biofeedback, Daily Training

\*E-mail：24MH205@s.bgu.ac.jp

バイオフィードバック研究

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

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

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次元的アセスメント(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，内受容感覚の高さが皮膚温制御成績を高めることが明らかとなった。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。

キーワード：内受容感覚，皮膚温，バイオフィードバック，日常的な訓練

連絡先

\*E-mail：24MH205@s.bgu.ac.jp

**1. 序と目的**

**内受容感覚**

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)。内受容感覚は，自律神経によって脳に伝えられ，感情や気分・情動の生成，ホメオスタシスやアロスタシスの維持や意識の形成などの基盤を構築している(田中，2019)。内受容感覚に関する指標は大きく3つに分かれ，(1)質問紙により測定される日常的な内受容感覚に対する気づきの程度(Interoceptive Sensibility; 以下IS)，(2)心拍追跡課題などにより測定される内受容感覚の知覚の精度(Interceptive Accuracy:以下IAc)，(3)(Interoceptive Awareness;以下IA)から内受容感覚の異なる側面の個人差を捉えているとされている(Garfinkel et al，2015; 庄司，2017, 田中，2019)。MAIAを用いた質問紙による内受容感覚の測定は，参加者への負担が少なく有用である(庄司，2017; 櫻井・清水，2018)。

このように人間が健康を保つうえで，自律神経など意識下の調整機能と意識上の気づきが恒常性の維持に関わっており，BFは両者の調整機能をつなぎながら，その働きを高める(神原，2015)。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。

**内受容感覚とバイオフィードバック**

心身のリラクセーション法の一種として，バイオフィードバック(Biofeedback，以下BF)療法がある。BFは，脳波などの通常では意識できない生理状態を光や音などに変換して，自己制御できるようにする訓練方法である(佐瀬，2016)。現時点での生体反応とそれに対する訓練方法が適切であるか判断できるため，効果的に学習が形成され，訓練に対する動機づけを高めることができる(廣田，2016)。BFは，脳波，心拍数，筋電図，血圧などさまざまな生理的指標を測定し提示する(榊原他，2019)。

特にBFの制御対象とされる末梢皮膚温度(Skin Temperature，以下皮膚温)は，「リラックスすると手が温かくなり，緊張すると手が冷たくなる」など，測定が容易であり，反応が理解しやすいことが特徴として挙げられる。このような反応は，主に交感神経が関与しており，血管が収縮し血流量が減少すると皮膚温は下降を示し，対して血管が拡張し血流量が増大すると皮膚温は上昇する(廣田，1997; 苗村他，1993; 吉田他，1995)。その他，緊張・弛緩(Boudewyns，1976)，不安・困惑(Mittelmann & Wolff，1939)，嫌悪・恐れ(Ekman&Friesen，1983)などの評価としても，これまでの研究で報告されている。

このように，皮膚温を測定対象とすることで，BF訓練を通じて自己制御が可能となり，リラクゼーション効果が得られるようになる。先行研究においても，BFと組み合わせることで，末梢循環系障害の治療や不安・緊張の低減(高原・平井，1983)，片頭痛の症状改善やレイノーの治療法(廣田，2016)，月経困難症の改善(濱田・国崎，2002)など，多くの症例改善や予防医学的効果が報告されている。

**従来のBF装置の問題点**

（BF装置のコストが普及を阻んできた）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が，そのほとんどがBF機器を所持していないという現状にある(志和・佐々木，2002)。稲森他(1988)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。既存の生体アンプは，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障害となっている。

（従来型BF装置の機能的限界）また，従来のBF装置は実験室環境での使用を前提として設計されており，実験室環境は外部の影響を最小限に抑えられるものの，現実世界でのストレス管理やパフォーマンス向上において，同様の効果が得られるかは疑問視される。こうした背景には，既存の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。さらに，長期に渡るBF訓練の場合，来訪頻度が多いとユーザーへの負担が大きくなってしまう。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(志和・佐々木，2002)。こうした状況下では，自宅で容易にBF訓練を行える機材の導入がより一層求められる。

（健康管理機器としてのBF装置への注目）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急速に普及しており，国内では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 (辻下，2022)。BF装置の需要が高まっているものの，その他BF装置の普及には依然として導入コストの問題に阻まれている。こうした問題に対し松野(2023)も，BF療法は装置を介在した学習であるため，高額な機器で病院などの特別な場所に行かないと訓練できない状況では，発展が難航すると指摘している。従って，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今後の重要な課題となる。

先ほどの問題として挙がった通り，従来のBF装置は実験室外への持ち出しは想定されていない。そこで，自由に持ち運びが行えるストラップ型のBF装置を身に着け，移動中の車内やカフェ，自宅など場所を問わず日常的に訓練を行うことで，誰もがBFの恩恵に預かり，身体制御の獲得を通し，QOLを高めることが期待される。

**本研究の目的**

本研究は，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することを目的とした。さらに内受容感覚の影響についても同時に検討した。

**2. 方法**

**実験参加者**

大学生15名(男性7名，女性8名，平均年齢21.4歳(*SD*=0.83))を実験参加者とした。実験室での効果測定の前日は，アルコール・カフェインの摂取，喫煙，過去2時間以内に激しい運動は控えるように教示した。

**実験場所・日時および実験環境**

2023年6月上旬から8月下旬にかけて大学内の実験室において実施した。実験中の室内温度は，常に24~26℃程度になるようエアコンの温度を調節した。エアコンの風がセンサーに直接当たらないように風向きを調節した。

**要因計画**

　自宅での訓練効果の確認するため，実験室で効果測定を行った回数に対応する4水準，訓練方向を上昇訓練，下降訓練の2水準，訓練期間5分を1分ごとに分けた5水準とした。4(訓練回:1~4回)×2(訓練方向:上昇訓練，下降訓練)×5(期間:1~5分)の3要因参加者内計画の分散分析とした。従属変数は，安静期間の最後の1分間の平均値を代表値として，各訓練方向の実測値から引いた値を皮膚温変化量とした。

**使用機器**

計測機器は，長野(2016)のBF装置をベースに，持ち運びができるように軽量化した自作BF装置を10台生産して用いた。計測時は，PCとBF装置を3mのUSBケーブル(Amazonベーシック2.0タイプAオス-マイクロBケーブル)で接続した。

**生理指標**

　非利き手の第2指腹側部に，温度センサーを指サック（KM303CA, PLUS社製）で直接固定し，皮膚温を測定した。

**心理指標**

内受容感覚を測定するため，Mehling et al. (2012)の開発したMultidimensional Assessment of Interoceptive Awarenessを庄司他(2014）が日本語化した内受容感覚への気づきの多次元的評価(以下MAIA)を使用した。「気づき，気が散らない，心配しない，注意制御，感情への気づき，自己制御，身体を聴く，信頼する」の8因子32項目から構成され，”全くない～”いつもある”の6件法で調査した。

独自項目として，イメージ方略”温冷感イメージ”，“情動イメージ”，“イメージなし”，“その他”について4件法で回答を求めた。さらに，イメージ内容と内省報告の回答も求めた。自宅での訓練では，訓練を行うたびに訓練場所，回数，方向，内省報告について回答を求めた。

**イメージ方略**

自律系の制御は課題の性質上，具体的な方略についての示唆を与えなければ非常に困難な課題となる(平井，1993)。制御方略の1つとして，イメージ方略が挙げられ， BF訓練効果の保持や自己制御の促進に有効とされている（大隈, 1983; 大河内，1990; 森崎，1997）。

本研究で呈示したイメージ方略は，(1)森崎(1997)の「ストーブに手をかざしている場面」「氷水に手を入れる場面」などの温冷感イメージ，(2)皮膚温は，不安や困惑，安堵の評価として報告されているため(Mittelmann&Wolff，1939)，これらを想起する情動イメージ，(3)イメージが苦手な実験参加者を配慮して，イメージなし，(4)その他，の項目を取り入れた計4つのイメージ方略を用いた。

**全体のスケジュール**

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(Figure1)。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。

---------------------------------------------------------

(Figure1挿入)

---------------------------------------------------------

**自宅での訓練**

訓練方法ついて佐瀬（2016）は，自律訓練法を習得する有効な手は1日2~3回，6分未満で行い，短時間で複数回訓練を行うことが有効であると述べた。

本研究もこれを参考に，訓練回数を優先し，安静期間2分を経た後，3~ 5分程度の訓練を行った。長期期間の実験参加の負担を考慮して，訓練場所，回数，方向，姿勢(座位，寝姿勢)などは実験参加者に委ねた。訓練環境は，慣れるまで自室などの静音かつリラックスできる場所として，訓練に慣れたらリビングや屋外などで自由に訓練を行った。注意点として，訓練を連続して行う場合，訓練間で5分間の休憩時間を挟むように教示した。訓練後にFormsの回答を求めた。また，装置裏面のQRコードを読み取ることで，Formsの回答を行うことができた。さらに，Forms内に訓練に関するインストラクション動画を添付し，訓練方法を随時確認することができた。

**大学での効果測定**

大学での効果測定時の実験スケジュールをFigure2に示した。安静期間を7分程度行い，その後上昇訓練を5分間行った。休憩を2分間挟んだのち，再度安静期間7分程度を行い，下降訓練5分間行なった。休憩を5~10分挟んだ後，順序効果を相殺するため，訓練順序を変えて再度1セッション行った。また，効果測定の1回目のみ実験開始前にMAIAの回答を行った。

訓練を行う際に，下記の2点に注意した。1点目に，1セッション内に上下方向の訓練を連続で行うと2つ目の課題期間にホメオスタシスによる回復効果が混入するため(長野・廣田，1997)，訓練間に休憩を挟んだ。

2点目に，皮膚温のベースラインの処理は，大河内（1990）を参考に前安静期間を10分間設けて，1分あたりの皮膚温の平均値が連続する3分増加・減少がなく，その範囲が0.4℃以内であるときの3分間の平均値とした。基準を満たさない場合，最後の3分間の平均値を基準値とした。

---------------------------------------------------------

(Figure2挿入)

---------------------------------------------------------

**手続き**

実験協力を得た実験参加者に，BF装置の使用方法とイメージ方略に関する説明を行った。計測中は，手のひらを上に向け，肘から先を机の上に置いた。楽な姿勢がとれるように背もたれ付きの椅子に座らせた。

教示を際に，次の点に注意した。「温かくしよう」といった自発的努力を伴う能動的注意集中が，リラックスの程度を下げるため，訓練中は「温くなってきた」など，さりげなく身体の変化に注意を向ける，受動的注意集中を行う教示を行った(大河内，1990; 佐瀬，2016; 濱田・下川，2002)。また，安静期間中のベースラインの確認および計測中の皮膚温の変化は，Processing開発環境3.5.4からリアルタイムで確認した。実験終了後，Formsの回答を求めた。

次に，自宅での訓練方法について，訓練時の詳細や注意点を記載した解説ブログを基に10分程度説明を行った後，説明に用いた解説ブログのURL，BF装置を配布した(http://protolab.sakura.ne.jp/LAB01/?p=21442)。また，実験参加者の体調不良などの理由から実験を行えない場合，予定した訓練日の前後2，3日を目途に再度計測を行った。

**倫理審査**

～～～

～～～

**3. 結果**

**3週間の訓練効果**

　3週間の訓練効果について検討するため，皮膚温変化量を従属変数として，4(訓練回:1~4回)×2(訓練方向:上昇，下降)×5(期間:１~5分)の3要因参加者内計画の分散分析を行った。その結果，訓練回の主効果(F(3，42)=2.41，p<.10)，訓練方向の主効果(F(1，14)=3.96，p<.10)，期間の主効果(F(4，56)=3.56，p<.05)が認められた。訓練回の主効果が認められたため，Holm法による多重比較を行ったところ，計測1回目と計測2，3回目の間(*p*<.01)，計測1回目と計測4回目の間(*p*<.05)で有意であった。つまり，計測1回目より計測2，3，4回目の皮膚温変化量が有意に高くなったと言えた(Figure3)。期間の主効果が認められたため，Holm法による多重比較を行ったところ，2分と5分の間で有意であった(*p*<.05)。また，訓練方向の主効果では，下降訓練より上昇訓練の皮膚温変化量が有意に高かったと言えた。

---------------------------------------------------------

(Figure3挿入)

---------------------------------------------------------

また，訓練方向×期間の交互作用(F(4，56)=4.85，p<.01)，訓練回×期間の交互作用(F(12，168)=1.87，p<.05)が有意であった。訓練方向×期間の交互作用が認められたため，単純主効果の検定を行ったところ，訓練方向の単純主効果が3，4分で有意傾向 (ps<.10)，5分で有意であった(p<.05)。つまり，3，4，5分において，下降訓練よりも上昇訓練の皮膚温変化量が有意に高かった。また，上昇訓練において期間の単純主効果が有意であった(p<.01)。Holm法による多重比較を行った結果，1分と4，5分の間，2分と4，5分の間，3分と5分の間で有意であった(ps<.05)。つまり，上昇訓練のみにおいて，訓練時間が経つにつれて，皮膚温変化量が有意に高くなったと言えた(Figure4)。

---------------------------------------------------------

(Figure4挿入)

---------------------------------------------------------

　訓練回×期間の交互作用が認められたため，単純主効果の検定を行ったところ，訓練回の単純主効果が4，5分で有意であった(ps<.10)。訓練回の効果が認められたため，Holm法による多重比較を行った結果，4，5分ともに有意ではなかった。つまり，4，5分において，各訓練回によって皮膚温変化量が異なっていたと言えた。また，期間の単純主効果が計測2回目 (p<.05)，計測3回目，計測4回目で有意であった(ps<.10)。期間の効果が認められたため，Holm法による多重比較を行った結果，計測2回目において期間の1分と5分で有意であった(*p*<.05)。計測3，4回目の期間は有意ではなかった。つまり，計測2回目のみにおいて，訓練時間の最初よりも最後の皮膚温変化量が有意に高くなったと言えた。

**性別と皮膚温制御能力**

次に，性別により各訓練回の皮膚温変化量に差があるかを検討した(Figure5)。皮膚温には明らかな性差があるとされ(廣田，1997)，生理周期が自律神経の活動に影響を与え，リラクセーション効果に違いがあることが報告されている(大平ら，2006; 堤ら，2003)。そのため，性別による皮膚温BFの訓練効果に着目するため，本研究においても性別を要因に入れ分析を行った。

---------------------------------------------------------

(Figure5挿入)

---------------------------------------------------------

　皮膚温変化量を従属変数として，2(性別:男性，女性)×4(訓練回:1~4回)×2(訓練方向:上昇，下降)の3要因混合計画の分散分析を行った。その結果，訓練方向の主効果が認められた(F(1，13)=7.01，p<.05)。また，性別×訓練方向の交互作用が有意であった(F(1，13)=3.90，p<.10)。性別×訓練方向の交互作用が有意であったため，単純主効果の検定を行ったところ，訓練方向の単純主効果が男性で有意であった(p<.01)。つまり，男性は下降訓練よりも上昇訓練の皮膚温変化量が有意に高くなったのに対し，女性は上昇訓練と下降訓練の差が明確ではないと言えた(Figure6)。

---------------------------------------------------------

(Figure6挿入)

---------------------------------------------------------

**内受容感覚と皮膚温制御能力**

　次に，MAIA主要8因子の内受容感覚の高低により，皮膚温変化量に差があるかを検討した。また，皮膚温変化量を従属変数として，2(群:高群，低群)×2(訓練方向:上昇，下降)×5(期間:1~5分)の3要因混合計画の分散分析を行った。なお，分散分析の際は，内受容感覚の要因と関係した有意な効果が検出された場合にのみ，下位検定を行った。また，二次の交互作用の下位検定は行わず，図からの解釈を行った。MAIAの因子ごとの平均値及び標準偏差と統計処理結果について，Table1に示した。

---------------------------------------------------------

(Table1挿入)

---------------------------------------------------------

気づき因子について，群×訓練方向×期間の交互作用が有意であったため，Figure7に示した。高群の上昇訓練は，時間が経つにつれて上昇し，下降訓練では1分目から2分目にかけて下降し，3分目以降はあまり変化が見受けられなかった。低群の上昇訓練においても時間が経つにつれて上昇し，下降訓練では3分目以降，時間が経つにつれて上昇しているように見受けられた。高群と低群を比較すると，高群において上下方向の訓練が明確に別れていることが見て取れた。

---------------------------------------------------------

(Figure7挿入)

---------------------------------------------------------

注意制御因子について，群×期間の交互作用が認められたため，単純主効果の検定を行ったところ，期間の単純主効果が高群で有意であった(p<.01)。Holm法による多重比較を行った結果，1分と5分の間，2分と5分の間，3分と5分の間で有意であった(ps<.05)。つまり，高群において，訓練時間が経つにつれて，皮膚温変化量が有意に高くなったと言えた。低群は期間による明確な差が認められなかった。

感情への気づき因子について，群の効果が有意であった。つまり，高群において，低群よりも皮膚温変化量が有意に高かったと言えた。また，気が散らない因子，心配しない因子，自己制御因子，身体を聴く因子，信頼する因子に関しては，いずれにおいても有意でなかった。

**自宅での訓練回数と皮膚温制御能力**

次に，自宅での訓練について，自宅での訓練回数を群，皮膚温変化量を従属変数として，2(群:高群，低群)×4(訓練回:1~4回)×2(訓練方向:上昇，下降)の3要因混合計画の分散分析を行った。その結果，訓練回の効果(F(3，36)=2.40，p<.10)，訓練方向の効果が有意であった(F(1，12)=4.23，p<.10)。また，群の効果は有意ではなかった。つまり，自宅での訓練回数における各訓練回，訓練方向の皮膚温変化量に違いがみられなかった(Figure8)。

---------------------------------------------------------

(Figure8挿入)

---------------------------------------------------------

**内省報告**

　大学での効果測定における内省報告を抜粋し，下記に述べる。計測1回目では，訓練に集中できなかった，下降訓練中に皮膚温が上昇し焦ったなど，皮膚温を制御できなかったという報告が多く，計測2回目ではイメージが続かない，という報告が多く挙げられた。しかし，計測3回目から徐々に慣れてきた，上下方向の制御ができてきた，体温に意識を集中できているなど，皮膚温を制御できたという報告が増えた。計測4回目では，実験参加者の大部分が睡眠不足や体調不良を訴えていた。

　次に，自宅での訓練における内省報告を抜粋し，下記に述べる。訓練のコツを掴むため，Youtubeから焚き木やアップテンポの動画を再生，猫を抱きながら訓練を行うなど独自の訓練方法を行っている報告があった。訓練場所に関しては, 自宅や移動中の電車内, 大学などが挙げられた。訓練のタイミングは, 寝る前に上昇訓練を行うという報告が多かった。BF装置の挙動不備として, 電池切れからモニターの数値が映らない, 起動しないとの報告があった。

**4. 考察**

**本研究の目的**

本研究は，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することを目的とした。さらに内受容感覚の影響についても同時に検討した。

**訓練回により制御成績に変化はあるか**

前提として，BF訓練が成立しているかについて，Figure4より訓練方向と期間の交互作用では，3分~5分において，下降訓練よりも上昇訓練の皮膚温変化量が有意に高く，FBの効果が確認された。また，上昇訓練においてのみ時間が経つにつれて皮膚温変化量が有意に高かった。これは，大隈(1983)においても訓練開始1分~1分30秒以降で時間とともに上昇するパターンが認められ，本研究の結果と一致した。

次に，訓練回の制御成績では，計測1回目より計測2，3，4回目の皮膚温変化量が有意に高く，訓練を行うことによって訓練初期から皮膚温変化量の平均値が変化していく様子がみてとれた(Figure3)。計測1回目で，他の訓練回よりも皮膚温変化量が低かった要因として，参加者が訓練に慣れていなかったことが考えられる。前述の通り，「温かくしよう」など能動的注意集中により，リラックスできなくなり訓練課題に影響を与える(大河内，1990; 佐瀬，2016)。さらに，訓練方向とは逆方向に変化する否定的なFBにより，訓練に対して不安の誘発から無理に制御を行うなど，その後の訓練でも失敗につながる恐れがあった(Taub & School，1978)。このような困惑や不安といったネガティブ感情によって皮膚温が低下することで知られている(Mittelmann & Wolff，1939)。従って，皮膚温を制御できないことへの焦りや不安から，FB情報へ過度に集中してしまい，皮膚温が低下したと考えられる。

計測2回目では，1週間の自宅訓練により否定的なFBに慣れ，訓練に対して安心感を覚えたことで副交感神経の活性化をもたらし，上昇訓練の制御が可能となった。しかし，下降訓練のコントロールが不慣れであったことから，計測2回目において1分より5分が有意に高く，時間が経つにつれて皮膚温変化量が高くなったと考えられる。

計測3，4回目において，計測3回目以降の皮膚温変化量の平均値は，0℃に近づく様子が見受けられた。これは，訓練を通して心身の感受性が増加したことにより，上下方向の区別が行えるようになったと考えられる。そのため，計測1, 2回目に比べ中間的な位置に属していたと考えられる。

**性別と皮膚温制御能力の背景**

　次に，性別と皮膚温制御能力について，男性は上下方向の区別が比較的明確であったのに対して，女性は上下方向の差が明確でなかった。廣田(1997) ・堤他(2003)は，女性の黄体期前半にプロゲステロンの作用で，体温が0.2°~ 0.4°急上昇し，月経開始とともに急激に下降すると示した。また，大平他(2006)は，エストロゲンによりリラクセーション効果が卵胞期に反映されやすく，黄体期には交感神経系の緊張が高まり，リラクセーション効果が得られにくい時期であると示した。そのため，女性は生理周期によってリラクセーションの程度が左右されることで，体調不良や体温のコントロールが不安定になり，対して男性は女性に比べ環境が安定していることから，性別間で皮膚温の制御能力に違いが生じた可能性が考えられる。

**内受容感覚と皮膚温BFの関係**

　次に，内受容感覚と皮膚温BFの関係について，気づき因子では群×訓練方向×期間の二次の交互作用が有意であった。気づき因子は，「身体のどの部分が心地よいか気づいている」など，身体感覚に関する気づきで構成されている。BFの訓練効果の程度を決める重要な鍵は，心身相関の気づきとされている(小西他，2012; 廣田，2016; 濱田・下川，2002)。そのため，身体の気づきが高い参加者は，気づきが促されることで，身体感覚に対する感受性が増加し，皮膚温制御成績を向上させたと考えられる。

また，自由記述から，「体の変化に注意を向ける機会が以前よりつくようになった」など，内受容感覚とBFの関係について，気づきを得ている報告が見受けられたことからも，上記の過程が裏付けられる。このような身体変化に気づかせる活動が，ストレスマネジメント教育において，重要であることが指摘されている(竹中他，1994)。このことから，訓練を通して，身体変化への気づきが生じる過程が本研究において，確認されたと考えられる。

　注意制御因子では，高群において時間が経つにつれて皮膚温変化量が高くなった。対して低群では，皮膚温変化量が全体として0℃を下回っていた。注意制御因子に属する項目は，「周りで起こってることに気を散らされることなく，呼吸に注意を向けることができる」「誰かと会話している時に，自分の姿勢に注意を向けることができる」など，身体感覚への注意を保ちコントロールする能力で構成されていました。

　最後に，感情への気づき因子については，群の主効果がみられ，高群より低群の皮膚温変化量が有意に高い傾向にあった。Figure8から，高群は皮膚温変化量が0℃より高く，対して低群は0℃を下回っていることが見受けられた。つまり，高群は上昇訓練が行えているが，低群は皮膚温が下降する傾向にある。前述の通り，BF訓練では体の力を抜きつつ制御情報に注意を向けるという，所謂受動的注意集中が重要である。特に訓練初期においては，無理に制御しようとすると却って皮膚温が下がってしまう傾向にある。これらを考慮すると，注意制御因子や感情への気づき因子が高い参加者は，皮膚温が下降しづらい傾向にあり，効率よく受動的注意集中を身につけている可能性が考えられる。対して，これらが低い参加者は，受動的注意集中が行えていない可能性があり，その結果、皮膚温変化量の平均値が0℃を下回っていた可能性がある。

**3週間の訓練を体験した内省報告**

　また，3週間の訓練全体を振り返った実験参加者の感想として，「卒論や実習で忙しかったが，訓練を行うことでリラックスできた」「訓練を行うことで寝つきが良くなった」「暇な時間にスマホを触っていたが，移動中など訓練に置き換えることで気軽にリラックスする時間がとれた」など訓練に対して好評であった。さらに，「モニターで数値を表示するより，グラフの方がわかりやすい」「あまりFB音が鳴らないため，微弱な変化でもFBしてほしい」など装置の改善点や「自分の体の変化に注意を向ける機会が以前よりつくようになった」「イメージ方略などを通して，自分の体の変化がわかるようになった」など心身相関現象に関する報告についても多く寄せられた。ストレスによる体の変化に気づかせる活動がストレスマネジメント教育を成立させるため(竹中ら，1994)，皮膚温BF訓練に基づく心身相関現象の理解から，ストレスマネジメント教育の効果をいっそう高めたと考えられる。長期期間を経て，実験参加者の訓練に対する意欲や考え方がプラスに働き，ストラップ型BF装置を身に着け手軽に訓練を行うことで，日々の隙間時間にリラクセーションの介入を行うことができたのではないか。

**本研究の問題点と展望**

　最後に，本研究の問題点と今後の展望について述べる。自宅での訓練に関して，「室内で訓練を行った際にFB音が気になった」「夜間に訓練を行う際，家族に配慮してFBなしで訓練を行う」など訓練環境によって，聴覚FBが使えなくなることがあった。そのため，土門ら(1988)の振動BF装置のように，聴覚FB以外の機能を備え，訓練環境に適した装置開発を視野に入れる必要がある。

また，自宅での訓練回数における検討について，自宅での訓練毎にForms回答を行うが，訓練後の記録を忘れる事態が続出しており，正確なデータを得ることができなかった。そのため，長野・吉田(2018)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，より正確なデータ取得が可能となる。

　本研究では，新たに開発したストラップ型装置を用いることで，従来のBF装置の問題が解消され，電車の移動中や就寝前など，訓練場所を問わず，自由に訓練を行うことが可能となった。その結果として，(1)3週間程度の短い期間でも皮膚温制御が獲得可能であること，(2)BF訓練を通して身体への気づきが生じること，(3)内受容感覚の鋭さが皮膚温制御成績を高めることなどが明らかとなった。このように，今後は低コストのBF装置の導入により，より多くの人がBFの恩恵に預かり、身体制御の獲得を通し、QOLを高める未来がやってくることを想像している。

**6. 引用文献**

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.

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.

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.

佐瀬 竜一(2016).　自律訓練法とバイオフィードバック バイオフィードバック研究，*43*，71-75.

**図表**

Figure1

全体のスケジュール



Figure2

大学での効果測定のスケジュール



Figure3

各期間における訓練回ごとの皮膚温変化量



Figure4

各期間における訓練方向別の皮膚温変化量



Figure5

各訓練回における性別ごとの皮膚温変化量



Figure6

男性の各計測回数における訓練方向別の皮膚温変化量



Table1

因子ごとの平均値及び標準偏差と統計処理結果



Figure7

気づき因子の各期間における訓練方向ごとの内受容感覚の高低別の皮膚温変化量



Figure8

各訓練回における自宅での訓練回数の高低別の皮膚温変化量

