

# バイオフィードバックによる心理的指標への影響の概観と展望

修士課程1年 下田 茉莉子  
修士課程1年 松本 珠実  
准教授 滝 沢 龍

## はじめに

### ストレスに関する課題

私たちが生きる現代社会は、心理的ストレスに晒されやすい社会となっている。2016年に行われた国民生活基礎調査によると、12歳以上の者（入院者、熊本県を除く）の47.7%が日常生活での悩みやストレスが「ある」と回答している（厚生労働省、2016）。たとえ短期間でも、ストレスの多い時間に晒されると、頭痛、筋肉痛、睡眠障害、気分の不安定等が生じて、日常生活に影響を与える可能性がある。また、慢性的なストレス状態によって、免疫機能の低下、うつ病、バーンアウト、心血管疾患、糖尿病、自己免疫疾患、創傷治癒不良等のリスクも高まることが明らかとなっている（Cohen, Janicki-Deverts, Doyle, Miller, Frank, Rabin, & Turner 2012; Cohen, Janicki-Deverts & Miller, 2007）。このように、ストレスが心身に与える影響は非常に大きい。

**ストレス下における心身状態** ストレス下における身体や認知の相互作用について、Thayer, Hansen, Saus-Rose & Johnsen (2009) は神経内臓統合モデルによって説明している。これは、自立神経系と迷走神経を、脳幹と他の脳構造（前帯状皮質、島、扁桃体など）を繋ぎ、心拍数を調整する中枢性自律神経ネットワークとみなすものである。このモデルによると、ストレス下においては、迷走神経活動は抑制され、交感神経活動が増加し、心拍数の上昇と心拍変動（Heart Rate Variability: HRV）の低下が起こる。HRVの減少は、多くの身体的、精神的な疾患と関連していることが明らかとなっている（Agelink, Boz, Ullrich & Andrich, 2002; Schroeder, Liao, Chambless, Prineas, Evans & Heiss, 2003）。このことから、HRVを増加させる介入はストレスによって引き起こされる状態の回復に有効である可能性が考えられる。

### 心拍変動バイオフィードバック

HRVを増大させることを目的として、約10秒の長さ（0.1Hz）でペース呼吸を行う一連の手続きを、心拍変動バイオフィードバック（HRV biofeedback: HRV-BF, 以下HRV-BFとする）と呼ぶ（榎原・早野, 2015）。バイオフィードバックは、ストレスに対処する多くの心身の介入とは異なり、個人の生理的な状態を外部から観測可能にし、利用者がリアルタイムで自分の状態の変化を監視できるようになっている（Schwartz, 2010）。つまり、利用者は自身のストレス反応の様子を追跡しながら、ストレス反応がより強くなることを予防的に軽減することができるということである。その中でもHRV-BFは、調整された呼吸を行うことで自律神経機能を刺激し、ホメオスタシスを活性化させることで本来持つ自律神経機能を向上させることができる（Lehrer & Gevirtz, 2014）。また、自律神経は、心拍変動だけではなく、視床下部や大脳辺縁系にも作用し、不安や緊張、興奮をコントロールしている。こうしたことから、HRV-BFは、喘息（Lehrer & Gevirtz, 2014）、心疾患（Poza, Gevirtz, Scher & Guarneri, 2004）、筋繊維痛症（Reneau, 2019）、うつ病（Karavidas et al., 2007）やPTSD（Tan, Dao, Farmer, Sutherland & Gevirtz, 2011）などへ臨床応用され、その有効性が示されている。その一方で、非臨床群を対象にした研究は比較的少ない。また、HRV-BFの研究ではその効果の検討に多様な心理指標が用いられており、どのような指標にそれぞれの程度効果があるのか把握が難しい状況である。したがって、本論考ではHRV-BFが心理面にどのような効果を持つか、健康な非臨床群を対象に行われたHRV-BFの介入研究をレビューし、考察する。

### 本論考の目的

本研究では、HRV-BF介入を行っている研究の中でも、健康な非臨床群を対象としており、なおかつ心理指標との関連について検討を行っている介入研究を抽出

し、検討を行う。また、介入結果の質の担保という点から、ランダム化比較試験を採用している研究に絞ってレビューを行う。

## 方法

### 論文検索

本研究では、2000年から2019年のうちに投稿された介入研究を抽出した。検索エンジンはPubMedを用い、検索ワードは(((HRV biofeedback) OR Heart Rate Variability biofeedback)) AND (RCT OR Randomised controlled Trial\* OR Randomized controlled trial OR Randomized controlled trials OR Randomized control trial\* OR Randomised control trial\*)とした。最終的な検索は2019年11月9日に行った。

### 論文の採用基準

HRV-BFの、心理的指標への影響に関する研究論文のレビューを作成するために、以下の条件を満たす論文を選択した。①HRV-BFの介入研究であること、②健康な非臨床群が対象とされていること、③RCT研究であること、④心理指標を用いていること。

### 論文の選別過程

合計72本の研究論文が抽出された。そのうち、アクセス権が無いもの (n=3)、英語論文でないもの (n=3)、HRV-BF介入研究でないもの (n=4)、レビュー論文 (n=2)、RCTでないもの (n=4)、心理指標が用いられていないもの (n=22)、臨床群を対象としているもの (n=22) を除外した。最終的に12本の論文が抽出された。

## 結果

### 抽出結果

PubMed検索の結果、72編が検索された (2019年11月10日)。このうち、採用の基準に合致した論文は12編であった。

### 対象論文の特徴

本研究において対象とした論文の概要を (Table. 1) に示す。また、用いられた心理指標の一覧を (Table. 2) に示す。

### HRV-BFの心理指標との関連

不安について 不安に関しては、有意差があると報

告された研究数が多かった。Sutarto, Wahab & Zin, (2012) の研究においては中程度の効果 ( $r^2=.429$ ), Zwan, Vente, Huizink, Bögels & Bruin (2015) の研究においては介入直後で中程度の効果 ( $d= -.40$ ), 6週間後のフォローアップで小程度の効果 ( $d= -.26$ ) が認められた。また、STAIを用いて行われた研究が多かった。STAIは、測定時点での不安の強さを示す State-Anxiety (状態不安) 尺度と、性格特性としての不安のなりやすさを示す Trait-Anxiety (特性不安) 尺度の2尺度で構成されている。今回抽出した5論文のうち、特性不安と状態不安とを分けて結果を報告したのは Paul & Garg (2012) のみであった。

心配について Bruin, Zwan & Bögels (2016) のみがストレスを感じている成人を対象にHRV-BF介入を行い、介入前後に効果を認めた。この効果はマインドフルネス介入群、エクササイズ介入群と同程度であり、効果量に有意な差異は認めなかった。

抑うつについて 抑うつ状態の変化について測定を行った5編のうち2編が効果を報告した。Sutarto et al. (2012) においては中程度の効果量 ( $r^2=.420$ ) が、Zwan, Huizink, Lehrer, Koot & Vente (2019) においては小程度の効果量 ( $d=.25$ ) 認められた。

怒りについて Whited, Larkin, & Whited (2014) は MAACL-Rを用いて検討を行ったが、有意差はみられなかった。

ストレスについて 5編のうち3編は効果量を算出しておりHRV-BFはストレスに効果があると示唆している。Sutarto et al. (2012) は小～中程度の効果量 ( $r^2=.393$ ), Zwan et al. (2015) は介入直後に小～中程度の効果量 ( $d=-.33$ ), 6週間のフォローアップ後に中～大程度の効果量 ( $d= -.68$ ), Zwan et al. (2019) は中程度の効果量 ( $d =.46$ ) を報告した。

睡眠の質について 睡眠について検討した研究は3編あった。Zwan et al. (2015) と Zwan et al. (2019) で用いられたPSQIでは効果が確認されず、Prinsloo, Derman, Lambert & Rauch (2013) が独自に作成した、介入の主観的効果と眠気に関する尺度でのみ有意差がみられた。

心理的症状について BSI が用いた研究が1編あったが、有意差は見られなかった。

リラクゼーションについて Prinsloo et al. (2013) は SRSI3を用いて検討し、HRV-BF群は介入前後で有意差があったことが示された。この研究において、統制群も同様にリラックスしていたことが示されているが、HRV-BF群の被験者は覚醒してリラックスしたと感じ

Table 1. 対象文献一覧

1. 著者, 国, 年	2. 群わけ	3. 対象者の主な特徴	4. B F に用いられた機械学習	5. 介入方法(練習, 自習) 実践頻度(回/週, 分/回)	6. 実験期間	7. 対照群介入内容 (実験頻度)	8. 有意差を認めたもの (※効果量) (心理指標)	9. 有意差を認めなかったもの, 効果量が低いもの (心理指標)
Paul et al., インド, 2012	HRV-BF群 (10) プラセボ群 (10) コントロール群 (10)	STAIが20以上のバスケットボール選手	手首のバンドからデータを収集し, PC画面上に表示	講習 10日間連続, 20分/日	10日間	バスケットボールの動画を視聴 (10分/回)	状態不安 (STAD), 特性不安 (STAD)	自尊感情 (CSES)
Sutanto et al., マレーシア, 2012	HRV-BF群 (19) コントロール群 (17)	工場の製造オペレーターの女性	手首と胸部のバンドからデータを収集し, PC画面上に表示	講習, 1回/週, 30~50分/回	5週間	モニター表示あり, 指示とBFなし (20分/回)	抑うつ ( $r^2=.420$ ) (DASS), 不安 ( $r^2=.429$ ) (DASS), ストレス ( $r^2=.383$ ) (DASS)	なし
Wells et al., オーストラリア, 2012	HRV-BF群 (14) プラセボ群 (16) コントロール群 (15)	ミュージシャン	手首と胸部のバンドからデータを収集し, PC画面上に表示	講習, 1回のみ, 30分/回	1日	読書 (30分/回); 何もしない	状態不安 (STAD)	なし
Prinsloo et al., 南アフリカ, 2013	HRV-BF群 (9) コントロール群 (9)	成人男性	StressEraser	講習, 1回のみ, 10分/回	1日	BFとは異なるアルゴリズムで算出された波を表示 (10分/回)	状態不安 (STAD), リラクゼーション (SRSI3), 眠気 (VAS)	なし
Sakakibara et al., 日本, 2013	HRV-BF群 (15) コントロール群 (15)	大学生	StressEraser	自宅, 1回/日, 20分/回	2日	録音された指示を聞きながら自律訓練法を行う (20分/回); 何もしない	なし	不安 (STAD)
Whited et al., アメリカ, 2014	HRV-BF群 (14) コントロール群 (13)	大学生	emWave	講習, 1回/週, 32分/回	28~84日	何もしない (32分/回)	なし	心理的状況 (BSI), 知覚ストレス (PSS), 不安・抑うつ・怒り (MAACLRL)
Gruzeiter et al., イギリス, 2014	HRV-BF群 (16) ニューロフィードバック群 (16) 振り付け学習群 (16) コントロール群 (16)	学生ダンサー	Freeze-Framer	講習, 2回/週, 20分/回	5週間	ニューロフィードバック (20分/回); 振り付け学習 (2回/週, 90分/回); 何もしない	不安 (DASS)	抑うつ・ストレス (DASS)
Zwan et al., オランダ, 2015	HRV-BF群 (25) 運動群 (23) マイナードフルネス群 (27)	大学生	StressEraser	自宅, 毎日, 1週目: 10分/日, 2週目: 15分/日, 3~5週目: 20分/日	5週間	指定された運動から好きなものを選択し実施; ガイダンス付きCDを聴き実践する, それぞれHRV-BF群と同頻度	不安 (pre-post: $d=-.40$ , pre-6wftu: $d=-.26$ ) (DASS), ストレス (pre-post: $d=-.33$ , pre-6wftu: $d=-.68$ ) (DASS), 心理的幸福感 (pre-post: $d=.23$ , pre-6wftu: $d=.06$ )	抑うつ (DASS), 睡眠の質 (PSQI)
Dzichenbaska et al., ポーランド, 2016	HRV-BF群 (20) コントロール群 (21)	男性アスリート	emWave	講習 10回/3週, 20分/1回	3週間	何もしない (32分/回)	不安 (STAD)	自尊感情 (RSES)
Bruin et al., オランダ, 2016	HRV-BF群 (25) 運動群 (23) マイナードフルネス群 (27)	成人	StressEraser	自宅, 毎日, 1週目: 10分/日, 2週目: 15分/日, 3~5週目: 20分/日	5週間	指定された運動から好きなものを選択し実施; ガイダンス付きCDを聴き実践する, それぞれHRV-BF群と同頻度	マイナードフルネス ( $d=.78$ ) (PFMQ), 注意捕縛 ( $d=0.02$ ) (ACS), 実行機能 ( $d=0.06$ ) (BRIEF-A) (SCS)	
May et al., アメリカ, 2018	HRV-BF群 (30) トレーニング群 (30) コントロール群 (30)	大学生	emWave	講習, 3回/週, 20分/回	4週間	自転車を漕ぐ (20分/回); 何もしない	学校パフォーマンスアウト ( $\eta^2=.102$ ) (SBI),	抑うつ (CES-D), 不安 (STAD)
Zwan et al., オランダ, 2019	妊娠HRV-BF群 (12) 妊娠していない女性HRV-BF群 (17) 妊娠-コントロール群 (8) 妊娠していない女性-コントロール群 (13)	妊娠含む女性	StressEraser	自宅, 毎日, 1週目: 10分/日, 2週目: 2回/日, 15分/回, 3~5週目: 2回/日, 20分/日	5週間	待機	心理的幸福 ( $d=.23$ ) (SPW), 抑うつ ( $d=.25$ ) (DASS), ストレス ( $d=.46$ ) (DASS),	不安 (DASS) ( $d=.31$ ), 睡眠の質 ( $d=.11$ ) (PSQI)

Table2. 心理指標一覧

指標
the State-Trait Anxiety Inventory (STAI) (Spielberger et al. 1970)
the Depression Anxiety Stress Scales (DASS) (Lovibond et al. 1995)
The Penn State Worry Questionnaire (PSWQ) (Meyer et al. 1990)
the 10-item Center for Epidemiologic Studies Depression Scale (CES-D; Santor & Coyne, 1997)
Perceived Stress Scale (PSS) (Cohen et al. 1983)
the multiple adjective affect checklist-revised (MAACL-R)
the Smith Relaxation States Inventory 3 (SRSI3) (Smith 2010)
the Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI; Buysse et al. 1989)
Brief Symptom Inventory (BSI) (Derogatis and Melisaratos 1983)
Scales of Psychological Well-being (SPW; Ryff and Keyes 1995)
coping self-efficacy scale (CSES) (Chesney et al. 2006)
Rosenberg Self Esteem Scale (RSES) (Rosenberg, 1965)
The short version of the Self-Compassion Scale (SCS-SF) (Neff 2003)
The short version of the Five Facet Mindfulness Questionnaire (FFMQ-SF) (Bohlmeijer et al. 2011)
The Behavior Rating Inventory of Executive Function-Adult version (BRIEF-A) (Roth et al. 2005)
the nine-item School Burnout Inventory (SBI; Salmela-Aro et al., 2009)
The Attention Control Scale (ACS) (Derryberry and Reed 2001)
また、Prinslooら (2013) は、睡眠に関する独自の指標を作成し、使用した。

ていたのに対し、統制群の被験者は眠くてリラックスしたと感じており、リラックス状態の質的な差が確認されている。

**心理的幸福感について** 2編SPWを用いて検討を行った。Zwan et al. (2015) においては介入直後に小程度の効果量 ( $d=.23$ )、6週間のフォローアップ後に中～大程度の効果量 ( $d=.06$ ) が、Zwan et al. (2019) においては小程度の効果量 ( $d=.23$ ) が認められた。

**対処自己効力感について** Paul et al. (2012) によって、CSESを用いて検討が行われたが、有意差は見られなかった。

**自尊感情について** RSESを用いた検討が行われたが、HRV-BF介入前後で有意差は確認されなかった。

**セルフコンパッションについて** Bruin et al. (2016) からはSCS-SFを用いて検討した。算出された効果量は小程度 ( $d=0.14$ ) であった。

**マインドフルアウェアネスについて** Bruin et al. (2016) は、FFMQ-SFを用いて検討を行った。HRV-BF介入による大程度の効果量 ( $d=.78$ ) が確認された。

**実行機能について** Bruin et al. (2016) はBRIEF-Aを用いて検討を行ったが、介入による効果は限られていた ( $d=0.06$ )。

**注意制御について** Bruin et al. (2016) がACSを用いて検討を行った。HRV-BF介入による効果は限られていた ( $d=0.02$ )。

**バーンアウトについて** May et al. (2018) はSBIを

用いて、大学生を対象に効果を検討した。介入前後で、自転車運動を行う群と統制群には効果に有意な差異が認められなかったのに対し、HRV-BF群には小程度の効果 ( $\eta^2=.102$ ) が認められた。

### 効果量の算出に関して

今回検討した12編の論文のうち、効果量を算出していたものは5編のみであった。効果量の種類としては、 $d$ を用いたもの (Bruin et al., 2016; Zwan et al., 2015; Zwan et al., 2019),  $\eta^2$ を用いたもの (May et al., 2018),  $r^2$ を用いたもの (Sutarto et al., 2012) があった。

## 考察

本論考ではHRV-BFが心理面にどのような効果を持つか、健康な非臨床群を対象に行われたHRV-BFの介入研究の中から心理指標を用いているRCT研究を抽出し、最終的に12の論文について検討を行った。

最も多く検討がなされていたのは不安に関してであった。研究の殆どがHRV-BFの介入前後で不安が有意に低下したとされていた。2つの研究で効果量も算出されていたことから、HRV-BFは不安を軽減させる一助となる可能性が高く示唆される。また、不安に関して最も多く用いられていた尺度はSTAIであり、5の研究で用いられていた。STAIを用いた5論文のうち、状態不安と特性不安を分けて報告したのは1つのみであった (Paul et al., 2012)。この論文によると、HRV-BF介入前後で状態不安と特性不安両方に有意差が見られている。HRV-BFが特性不安に影響を与えると示唆している研究として、他にHuang, Grady, Mendes, Hernandez, Schembri & Subak (2019) のものが挙げられる。これらの研究では効果量が算出されていないため、解釈は控えめに行う必要があるが、HRV-BFはその瞬間の不安だけでなく、性格特性としての不安のなりやすさにも変化を与える可能性がある。今後の介入研究においてSTAIを用いる際には、状態不安と特性不安それぞれの結果の報告を行うことが望ましいだろう。

ストレスについて行われた5編の研究に関しては、結果が一致していなかった。しかし、効果量を算出していた3研究においてはHRV-BFにはストレスに効果があるという見解が一致していたため、HRV-BFはストレスに効果がある可能性が示唆される。ストレスの中でもどのような種類のストレスに効果があるのか検討するためには、慢性的なストレスや知覚ストレス等も含め様々なストレス指標を用いた研究が行われる必要があるだろう。

また、心配に関して効果があると示唆した研究が1編あったが、マインドフルネスや運動を行った群と比較すると改善効果が優れているとはいえなかった。

睡眠に関して3編の論文が検討を行ったが、著者らが独自に開発した尺度を用いた1編のみ有意差が確認された。HRV-BFの睡眠に関する研究はまだ多いとは言えないが、現時点においては効果は限定的であると考えられるだろう。

抑うつ状態の変化について測定を行った研究は5つあったが、抑うつ低下に効果があると報告されたのは1件であった。これらの研究において、介入期間は1ヶ月～3ヶ月であった。近年、軽度の抑うつが増加や慢性化が報告されており (笠原, 1992), 3ヶ月未満の介入では抑うつ状態が変化しにくい可能性が挙げられる。より長期的な介入研究を行い、抑うつ状態への効果について引き続き検討すべきだろう。

その他に、リラクゼーション・心理的幸福感・マインドフルアウェアネス・バーンアウトに対して有意差や効果が認められた。その一方で、怒り・心理的症状・対処自己効力感・自尊感情・セルフコンパッション・実行機能・注意制御に関しては十分な効果が確認されなかった。これらの尺度については研究数が少ないため、解釈は慎重になる必要がある。HRV-BFの効果についてより正確な知見を得るためにもさらなる研究の蓄積が求められるだろう。

また、今回抽出した12編の論文のうち、効果量を算出していた研究は5編に限られていた。算出された効果量も、 $d$ ,  $\eta^2$ ,  $r^2$ とばらつきが見られた。効果量を利用することで、異なる測定法によって得られたデータであっても、研究間で効果の大きさを比較することが可能になる (南風原, 2011)。効果量を算出せず、 $p$ 値のみに依拠して研究の有用性を判定することは、現実的には意味のないほどの効果量の小さな結果を採用したり、効果量の大きな研究を見逃したりしてしまう危険性がある (波多野・吉田・岡田, 2015)。したがって、HRV-BF介入研究について、効果量を算出した研究が求められる。

### 今後の展望と研究の限界

本論考のレビューでは、用いたデータベースがPubMedのみに限られた。よって、対象となる研究が網羅されていなかった可能性がある。

また、今回はHRV-BFの心理的側面に与える影響について概観するために、生理的指標が測定されているか否かに関わらず、心理的指標が用いられている研究のみを抽出しレビューした。しかし、心理的指標のみでは、本

当は身体的には効果が無いのにも関わらず、プラセボで効果を感じていたものが反映されている可能性や、また身体的にそもそも何も変化がなかったために、心理的にも変化が生じなかった可能性がある。例えば、抑うつとの関連について研究した5編の論文のうち、効果が認められたのは1件のみであった。しかし、そもそも生理的な指標を取っていないものが2編あり (Zwan et al., 2015; Zwan et al., 2019), 身体的に変化がなかったために心理的にも変化が起きなかった可能性を捨てることができない。したがって、HRV-BF介入の効果については、心理面への効果と同時に身体面の効果も考慮し、双方の関連についても考慮する必要があると考えられる。

## 結論

HRV-BF介入が心理面に与える様々な効果が報告された。その一方で、効果の認められなかった項目や、結果が一致しない項目も多数認められた。HRV-BFの実践がどのような対象にどのような効果を持つのか、引き続き知見の蓄積が求められる。

## 引用文献

Agelink, M., Boz, C., Ullrich, H., & Andrich, J. (2002). Relationship between major depression and heart rate variability: Clinical consequences and implications for antidepressive treatment. *Psychiatry Research, 113*, 139-149.

Bohlmeijer, E., ten Klooster, P. M., Fledderus, M., Veehof, M., & Baer, R. (2011). Psychometric properties of the Five Facet Mindfulness Questionnaire in depressed adults and development of a short form. *Assessment, 18*, 308-320.

Buysse, D. J., Reynolds, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh sleep quality index: A new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research, 28*(2), 193-213.

Bruin, E. I. de, Zwan, J. E. van der and Bögels, S. M. (2016). A RCT Comparing Daily Mindfulness Meditations, Biofeedback Exercises, and Daily Physical Exercise on Attention Control, Executive Functioning, Mindful Awareness, Self-Compassion, and Worrying in Stressed Young Adults. *Mindfulness, 7*(5), 1182-1192. doi:10.1007/

s12671-016-0561-5

Chesney, M. A., Neilands, T. B., Chambers, D. B., Taylor, J. M., & Folkman, S. (2006). A validity and reliability study of the coping self-efficacy scale. *British Journal of Health Psychology, 11*, 421-437.

Cohen, S., Kamarck, T., & Mermelstein, R. (1983). A global measure of perceived stress. *Journal of Health and Social Behavior, 24*, 385-396.

Cohen, S., Janicki-Deverts, D., Doyle, W. J., Miller, G. E., Frank, E., Rabin, B. S., & Turner, R. B. (2012). Chronic stress, glucocorticoid receptor resistance, inflammation, and disease risk. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(16), 5995-5999.

Cohen, S., Janicki-Deverts, D., & Miller, G. E. (2007). Psychological Stress and Disease. *JAMA, 298*(14), 1685-1687.

Derogatis, L., & Melisaratos, N. (1983). The Brief Symptom Inventory: An introductory report. *Psychological Medicine, 13*(3), 595-605. doi:10.1017/S0033291700048017

Derryberry, D., & Reed, M. A. (2001). Attention control, trait anxiety, and the regulation of irrelevant response information. *Journal of Abnormal Psychology, 111*, 225-236.

Dziembowska, I., Izdebski, P., Rasmus, A., Brudny, J., Grzelczak, M. and Cysewski, P. (2016). Effects of Heart Rate Variability Biofeedback on EEG Alpha Asymmetry and Anxiety Symptoms in Male Athletes: A Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback, 41*(2), 141-150. doi:10.1007/s10484-015-9319-4

Gruzelier, J. H., Thompson, T., Redding, E., Brandt, R. and Steffert, T. (2014). Application of alpha/theta neurofeedback and heart rate variability training to young contemporary dancers: State anxiety and creativity. *International Journal of Psychophysiology, 93*(1), 105-111. doi:10.1016/j.ijpsycho.2013.05.004

南風原朝和 (2011). 臨床心理学を学ぶ7 量的研究法 東京大学出版会

波多野結花・吉田弘道・岡田謙介 (2015). 『教育心理学研究』における $p$ 値と効果量による解釈の違い 教育心理学研究, 63, 151-161

Huang, A. J., Grady, D., Mendes, W. B., Hernandez, C., Schembri, M., & Subak, L. L. (2019). A

- Randomized Controlled Trial of Device-Guided Slow-Paced Respiration In Women with Overactive Bladder Syndrome. *Journal of Urology*, 202 (4), 787-794. <https://doi.org/10.1097/ju.0000000000000328>
- Karavidas, M. K., Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S., Malinovsky, I., Radvanski, D., Hassett, A. (2007). Preliminary Results of an Open Label Study of Heart Rate Variability Biofeedback for the Treatment of Major Depression. *Psychophysiology and Biofeedback*, 32 (1), 19-30. doi:10.1007/s10484-006-9029-z
- 笠原洋男 (1992). うつ病の軽症化 医学のあゆみ, 160, 823-826.
- 厚生労働省, 平成28年国民生活基礎調査の概況 (<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa16/index.html>) 2020/03/01アクセス
- Lehrer, P., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Lu, S.E., Scardella, A., Sidclique, M., & Habib, R. (2004). Biofeedback treatment for asthma. *Chest*, 126, 352-361.
- Lovibond SH, Lovibond PF. (1995) *Manual for the Depression Anxiety Stress Scales*. 2nd ed. Sydney, Australia: Psychology Foundation
- May, R. W., Seibert, G. S., Sanchez-Gonzalez, M. A. and Fincham, F. D. (2018). Self-regulatory biofeedback training: an intervention to reduce school burnout and improve cardiac functioning in college students. *Stress*, 22 (1), 1-8.
- Meyer, T. J., Miller, M. L., Metzger, R. L., & Borkovec, T. D. (1990). Development and validation of the Penn State Worry Questionnaire. *Behaviour Research and Therapy*, 28, 487-495.
- Neff, K. D. (2003). Development and validation of a scale to measure self-compassion. *Self and Identity*, 2, 223-250.
- Paul, M. and Garg, K. (2012). The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback on Performance Psychology of Basketball Players. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 37 (2), 131-144. doi:10.1007/s10484-012-9185-2
- Pozo, J. M. D., Gevirtz, R. N., Scher, B., & Guarneri, E. (2004). Biofeedback treatment increases heart rate variability in patients with known coronary artery disease. *American Heart Journal*, 147 (3), 545. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2003.08.013>
- Prinsloo, G. E., Derman, W. E., Lambert, M. I. and Rauch, H. G. L. (2013). The Effect of a Single Session of Short Duration Biofeedback-Induced Deep Breathing on Measures of Heart Rate Variability During Laboratory-Induced Cognitive Stress: A Pilot Study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38 (2), 81-90. doi:10.1007/s10484-013-9210-0
- Reneau, M. (2019). Heart Rate Variability Biofeedback to Treat Fibromyalgia: An Integrative Literature Review. *Pain management nursing*, in press. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.pmn.2019.08.001>
- Rosenberg, M. (1965). *Society and the adolescent self-image*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Roth, R. M., Isquith, P. K., & Gioia, G. A. (2005). BRIEF-A: Behavior Rating Inventory of Executive Function-Adult version: professional manual. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources
- Ryff, C.D.; Keyes, C.L.M. (1995) The structure of psychological well-being revisited. *Journal of Personality and Social Psychology*. 69, 719-727.
- Sakakibara, M., Hayano, J., Oikawa, L. O., Katsamanis, M. and Lehrer, P. (2013). Heart Rate Variability Biofeedback Improves Cardiorespiratory Resting Function During Sleep. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 38 (4), 265-271. doi:10.1007/s10484-013-9232-7
- 榊原雅人・早野順一郎. (2015). 就寝前の心拍変動バイオフィードバック訓練が睡眠中の心肺系休息機能に及ぼす影響. *バイオフィードバック研究*42 (1), 47-56.
- Salmela-Aro, K., Kiuru, N., Leskinen, E., & Nurmi, J.E. (2009). School burnout inventory (SBI) reliability and validity. *European Journal of Psychological Assessment*, 25, 48-57. doi:10.1027/1015-5759.25.1.48
- Santor, D.A., & Coyne, J.C. (1997). Shortening the CES-D to improve its ability to detect cases of depression. *Psychological Assessment*, 9, 233. doi:10.1037/1040-3590.9.3.233
- Schroeder, E., Liao, D., Chambless, L., Prineas, R., Evans, G., & Heiss, G. (2003). Hypertension, blood pressure, and heart rate variability: The

- atherosclerosis risk in communities (ARIC) study. *Hypertension*, *42*, 1106–1111.
- Schwartz, M. S. (2010). A New Improved Universally Accepted Official Definition of Biofeedback: Where Did It Come From? Why? Who Did It? Who Is It for? What's Next? *Biofeedback*, *38*(3), 88–90. <https://doi.org/10.5298/1081-5937-38.3.88>
- Smith, J. C. (2010). *Smith Relaxation States Inventory 3 (SRSI3)*. Raleigh, NC: LuluPress.
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., & Lushene, R. E. (1970). *Manual for the state-trait anxiety inventory (STAI)*. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press.
- Sutarto, A. P., Wahab, M. N. A. and Zin, N. M. (2012). Resonant Breathing Biofeedback Training for Stress Reduction Among Manufacturing Operators. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, *18*(4), 549-561. doi:10.1080/10803548.2012.11076959
- Tan, G., Dao, T. K., Farmer, L., Sutherland, R. J. and Gevirtz, R. (2011). Heart rate variability (HRV) and posttraumatic stress disorder (PTSD): a pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, *36*(1), 27-35. doi:10.1007/s10484-010-9141-y
- Thayer JF, Hansen AL, Saus-Rose E, Johnsen BH (2009) Heart rate variability, prefrontal neural function, and cognitive performance: the neurovisceral integration perspective on self-regulation, adaptation, and health. *Annals of Behavioral Medicine*, *37*(2):141-153. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9101-z>
- Wells, R., Outhred, T., Heathers, J. A. J., Quintana, D. S. and Kemp, A. H. (2012). Matter Over Mind: A Randomised-Controlled Trial of Single-Session Biofeedback Training on Performance Anxiety and Heart Rate Variability in Musicians. *PLoS ONE*, *7*(10), e46597. doi:10.1371/journal.pone.0046597
- Whited, A., Larkin, K. T. and Whited, M. (2014). Effectiveness of emWave Biofeedback in Improving Heart Rate Variability Reactivity to and Recovery from Stress. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *39*(2), 75-88. doi:10.1007/s10484-014-9243-z
- Zwan, J. E. van der, Vente, W. de, Huizink, A. C., Bögels, S. M., & Bruin, E. I. de. (2015). Physical Activity, Mindfulness Meditation, or Heart Rate Variability Biofeedback for Stress Reduction: A Randomized Controlled Trial. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, *40*(4), 257-268. <https://doi.org/10.1007/s10484-015-9293-x>
- Zwan, J. van der, Huizink, A. C., Lehrer, P. M., Koot, H. M. and Vente, W. de. (2019). The Effect of Heart Rate Variability Biofeedback Training on Mental Health of Pregnant and Non-Pregnant Women: A Randomized Controlled Trial. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(6), 1051. doi:10.3390/ijerph16061051

(指導教員 滝沢龍准教授)