

心拍に対する認知の個人差を考慮したフィードバックシステムの検討

菅野真功¹ 小林稔²

概要：本研究では，大勢の人の前でプレゼンテーションをする際に虚偽の心拍フィードバックをすることで発表者の緊張を緩和することを目指している．その中でプレゼンテーションの場面に適したフィードバック方法を探索している．先行研究の中で心拍フィードバックをした際に心拍に対する認知や心拍に触れる経験の違いからフィードバックに対する認知的な個人差が見られた．我々はこの個人差を考慮してフィードバックの数値設定を行うことでより発表者が認知しやすいフィードバックをすることができると考えた．本稿では心拍に対する認知や自身がイメージする心拍リズムと実際の安静時の心拍リズムでどのくらいズレがあるのか調査する実験を行い，そのズレを埋めるためのフィードバック方法の検討を行った．

Study of Feedback System Considering Individual Difference of Cognition for Heart Rate

MASAKASTU KANNO¹ MINORU KOBAYASHI²

1. はじめに

社会生活の中で研究発表や式典でのスピーチから自己紹介まで，大勢の人の前で話したりプレゼンテーションをしたりする機会が多くある．そのような場面では伝えたい情報を的確に伝えることが重要である．しかし，大勢の人の前でプレゼンテーションは緊張が生じやすく，聴衆の反応を気にしたり失敗を恐れったりすることによって自分の思い通りのことを伝えることが難しい状況である[1]．

解決策として本番で上手くいくために事前に練習を積み重ねることや，場数を多く踏むことなどが考えられるが，時間的なコストがかかってしまうことや練習してもなかなかうまくいかないことが多々ある．

この問題を解消するために，我々は緊張に深い関係のある心拍を使ったフィードバックを発表者に提示することで発表者の緊張を緩和し，プレゼンテーションを支援することができるのではないかと考えた．心拍情報をフィードバックする研究の中には実際の心拍情報をそのままフィードバックするのではなく，虚偽の心拍情報をフィードバックすることで緊張を操作しようとする試みもある．実際より高い心拍数を提示することで自身が興奮していると錯覚させたり，実際よりも低い心拍数を提示することで落ち着いていると錯覚させたりする．この虚偽心拍フィードバックによって緊張を操作することは関連研究から様々な場面に

おいて効果的であることが分かっている．しかし，プレゼンテーションをする状況はフィードバックに意識を割く余裕もなく，フィードバックを認識しづらい．本研究では虚偽心拍フィードバックを用いた緊張操作によってプレゼンテーションを支援することを目指し(図1)，プレゼンテーションに適したフィードバック手法を探索する．



図1 研究目的

Fig. 1 Purpose of this study

2. 関連研究

2.1 心拍フィードバックによるリラックス効果

バイオフィードバックと呼ばれる自身の生理状態を提示する研究において代表的な手法として視覚フィードバックや聴覚フィードバックなどが挙げられる．視覚フィードバックは能動的に情報を得る必要があるため，高覚醒を喚起してしまい，聴覚フィードバックは受動的に情報を得ることができ，集中を促すとされている．このことから聴覚フィードバックの方が高いリラックス効果を持っていると考えられている．

†1 明治大学院総合数理科学研究科先端メディアサイエンス専攻
Program in Frontier Media Science, Graduate School of Advanced
Mathematical Sciences, Meiji University

†2 明治大学総合数理学部先端メディアサイエンス学科
Department of Frontier Media Science, School of Interdisciplinary
Mathematical Sciences, Meiji University

武中らは心拍に近いテンポのリズム音を傾聴することで、自律神経系の副交感神経が優位な状態になり、リラックス感を得ることができると述べている[2]。また、高井らは閉眼状態でメトロノーム音を傾聴する条件と心拍音を傾聴する条件で心理・生理的变化に及ぼす影響を比較している[3]。実験の結果として、心拍音のみ傾聴することがリラクゼーション状態に導く効果的な手法であることが分かった。つまり、心拍を想起させるフィードバックであることで、より効果的に緊張を緩和することができると考えられる。実際に高井らは心拍フィードバックをアーチェリーの実射中に心拍音を使って行い、心理・生理的状态とパフォーマンスへの影響を調査し、実射中に心拍音を傾聴することが高いパフォーマンスを発揮するための有効な手法であることが示唆された[4]。

他にも心拍音を傾聴させて、副交感神経を活性化させるだけでなく、西村らの研究では心拍を触刺激で胸部に提示することで人物への好意を増幅させることができる可能性を示している[5]。このように心拍フィードバックには落ち着かせたり、興奮させたりする効果があり、プレゼンテーション中の緊張を操作することができる可能性があると考えられる。

2.2 虚偽心拍フィードバック

実際の心拍情報をフィードバックするのではなく、虚偽の心拍情報をフィードバックすることによって生理・心理状態を操作しようとする研究がある。

小川らの研究では次第に速くなる心拍音をゲームプレイ中に聴かせることでゲームへの没入感を高め、飽きを抑制する結果を得ている[6]。Jeanらは振動で虚偽心拍フィードバックする腕輪型デバイス Emotion Check を開発した[7]。このデバイスを使用することでスピーチ中の不安度を低下させる効果が示された。虚偽の心拍フィードバックによって女性の画像に対する魅力度評定に影響を及ぼすかを調査している研究もある[8]。

このように虚偽心拍フィードバックの研究は盛んに行われており、関連研究から虚偽心拍フィードバックによって心理・生理状態を操作することが様々な場面において効果的であることが示されており、本研究においてもこの虚偽心拍フィードバックを用いて緊張緩和を目指す。

2.3 プレゼンテーション時の虚偽情報フィードバック

プレゼンテーションの場面で中村らは虚偽の心拍数を数値やグラフとしてフィードバックすることでプレゼンテーション中の緊張を操作しようとした[9]。結果として、多くのユーザが虚偽情報によって生理状態に影響を受けた。しかし、視覚情報を見る余裕のない実験参加者も存在した。

成瀬らは発表者が緊張時に現れる声の震えや上ずりを認知した場合、自身が緊張状態にあると推論し、緊張が喚

起される可能性があることから、緊張した時に出る声の特性を打ち消した音を生成し、発表者に聴かせることで自身が緊張していないと錯覚させるシステムを提案している[10]。このアプローチは心拍フィードバックにも適用できる可能性がある。アサヒグループの調査によると緊張している時に生じる症状として「心臓がドキドキする・脈拍が上がる」と回答する人が52%も存在した[11]。さらに心臓のドキドキ、脈拍の上昇をきっかけに汗、赤面や震えなどの緊張時に起こる症状が連鎖的に起こるとされている。このことから声と同様に心拍が上がっていると感じることに よって、より緊張が喚起されると考えられる。よって安静時の心拍をフィードバックし、緊張していないと錯覚させるフィードバック方法は緊張緩和に効果的であると思われる。

3. 先行研究

プレゼンテーションの場面では発表者がフィードバックを知覚しにくかったり、フィードバックに意識を向ける余裕がなかったりする事が考えられる。そこでプレゼンテーションに適している心拍フィードバック方法を探るために、著者らは、従来の虚偽心拍フィードバックに用いられる視覚、聴覚、触覚フィードバックシステムをそれぞれ実装し、発表者がプレゼンテーション中にどの程度フィードバックを認識することができるかを調査する実験を行った[12]。結果として、最もプレゼンテーションに適したフィードバック方法の発見には至らなかったが、それぞれのフィードバック毎に改善すべき課題がいくつかあることが明らかとなった。

聴覚フィードバックでは60, 80, 100, 120bpmの4種類のテンポの音源を順々に流していたが、実験参加者のほとんどが速いか遅いかの2種類の音としてしか認識していなかった。このことからフィードバックする際に連続値での細かい数値設定は必要なく、「速い」「遅い」の2値のみのフィードバックの方が適切である可能性がある。さらに3種類のフィードバックに共通して、実験参加者毎にこれまでの経験や知識によって提示された心拍情報に対する捉え方が違うという認知的な個人差がみられた。この個人差とは、例えば80bpmの心拍リズムをフィードバックした時にそれが安静時の心拍と比べて早いと感じるのか遅いと感じるかは人によって変わってくる可能性があるというものである。普段からウェアラブルデバイスで心拍数を測っており、自分の平均心拍を知っている者ならば数値を見て適切な判断をすることができるが、日常生活で心拍に意識して触れることのない者は適切な判断をすることは困難である。

本研究ではフィードバックする際にこの認知的なズレを考慮して数値設定をすることで発表者が心拍情報をより認識しやすくなるのではないかと考え、発表者が自分の心

拍リズムをどのように認識しているのかを調査し、認識の個人差を考慮したフィードバックシステムの検討を行う。

4. 実験

4.1 実験目的

心拍に対する認知的なズレを考慮した数値設定を行うフィードバックをすることでより認識しやすいフィードバックを検討していく。そのためにどの位心拍に触れる機会があり、心拍に対してどのような認識を持っているかを調査するアンケートを実施する。次に心拍フィードバックとして最も使われる心拍音を実験参加者がどのテンポの時に安静状態であると感じ、実際の安静時の平均心拍との差異がどの程度存在するかを確かめる実験を行う。

4.2 事前調査

心拍に対する認知的なズレを考慮した心拍フィードバックを行うために、まず一般の人が心拍にどのくらい触れる機会があり、自身の心拍に対するイメージをどのように抱いているかを調査する。また、実験参加者の緊張しやすさを調査し、それによって心拍音への認識が変化するかを考察する。調査は20-25歳の学生11名(男性8名、女性3名)を対象にアンケートを実施した。質問項目と選択肢は表1に示す。表1のQ1とQ2は7段階のリッカート尺度で回答してもらった。

表1 アンケートの質問項目
Table 1 Question item of questionnaire

Q1	普段からあなたは緊張しやすいタイプだと思いますか？ (1. とても緊張しやすい-7. 全く緊張しない)
Q2	自分の心拍数をどのくらいの頻度で測って見ますか？ (1. 目にすることがない-7. 常に目にする)
Q3	安静時の自分の平均心拍をだいたい知っていますか？
Q4	安静時の自分の鼓動のリズムをだいたいイメージできますか？
Q5	緊張時の自分の平均心拍をだいたい知っていますか？
Q6	緊張時の自分の鼓動のリズムをだいたいイメージできますか？

4.3 実験準備

実験参加者が感じる安静時の心拍音のリズムを調べるためにスライダーを操作して心拍音のテンポを調整することができるプログラムを実装した。このスライダーを用いて、実験参加者に自分の安静状態の心拍だと感じるテンポになるようにスライダーを操作してもらう。また、安静時

の心拍を一点に定めることは困難であるため、下限と上限をそれぞれ青色と赤色のバーとして、自分の安静時の心拍だと思ふ範囲を表現するようにした。実験で流す音源はフリー効果音サイトの On-Jin ~音人~から「心臓音」を使用し、テンポを変更させて用いる[13]。

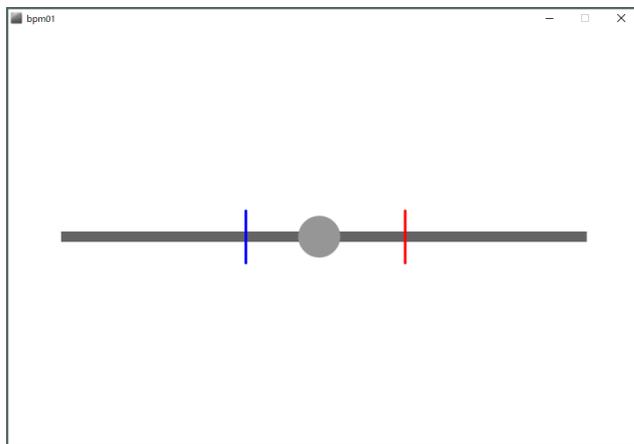


図2 自身の安静時の心拍リズムだと思ふ範囲を示すために使用する実験プログラム

Fig. 2 The experimental program used to indicate what you think is your resting heart rhythm

4.4 実験条件

実験は4.2節で述べた調査に参加した11名に対して行った。実験の手順はまず、その人の安静時の平均心拍を知るために、心拍センサ(fitbit社製fitbit charge 2)を身につけた状態で5分閉眼安静状態を保ってもらい、その時に測定した平均心拍をその人の安静時の平均心拍とした。次に4.3節で述べたプログラムを使って、自分の心拍だと思ふ範囲を指定してもらう試行を10回行ってもらう。初期値(スライダーの中央にあたる値)が一定であるとスライダーの位置を記憶してしまう可能性があるため、全ての試行で初期値を変更するようにした。なお、最初の3回は自分の心拍がどのくらいであるかの考えを確立させる練習として使った。残りの7回のデータを平均したものを実験参加者の安静時の心拍だと感じる範囲ということにした。

4.5 調査結果

表2はQ1とQ2に対する各実験参加者の回答を示す。Q1では1-3と回答した比較的緊張しやすい実験参加者ABCDEFGHIKとあまり緊張しないと回答した実験参加者EHJに分類することができる。Q2の結果は実験参加者がどのくらいの頻度で自分の心拍数を見る機会があるかを示す。ほとんどの実験参加者が「目にすることがない」と「めったに目にしない」と回答している。目にする機会としてジムのランニングマシンや体育の授業などが挙げられた。

表3に示すQ3、Q5の結果は安静時と緊張時の心拍数を

だいたい知っているか質問した結果だが、分からないと答えた実験参加者が多かった。それに比べ安静時と緊張時の鼓動のリズムをだいたいイメージできるか質問した Q4, Q6 の結果では、ほとんどの実験参加者がイメージできると回答した。

表 2 実験参加者がどのくらい緊張しやすいタイプか、どのくらいの頻度で自身の心拍数を見るかを調査した結果

Table 2 Results of investigating how easy it is for the experiment participants to be tense and how often they see their heart rate

	Q1	Q2
A	2. 緊張しやすい	2. めったに目にしない
B	2. 緊張しやすい	2. めったに目にしない
C	3. 少し緊張しやすい	3. たまに目にする
D	2. 緊張しやすい	1. 目にしたことがない
E	5. あまり緊張しない	1. 目にしたことがない
F	2. 緊張しやすい	1. 目にしたことがない
G	2. 緊張しやすい	2. めったに目にしない
H	5. あまり緊張しない	2. めったに目にしない
I	2. 緊張しやすい	1. 目にしたことがない
J	5. あまり緊張しない	2. めったに目にしない
K	1. とても緊張しやすい	2. めったに目にしない

表 3 安静時と緊張時の心拍を数値、音でイメージすることができるかを調査した結果

Table 3 Results of investigating whether the heartbeat at rest and tension can be imaged by the numerical value and the sound

	Q3	Q4	Q5	Q6
A	いいえ	はい	はい	はい
B	はい	はい	はい	はい
C	はい	はい	はい	はい
D	いいえ	はい	はい	はい
E	いいえ	はい	いいえ	はい
F	いいえ	いいえ	いいえ	はい
G	いいえ	はい	いいえ	いいえ
H	いいえ	はい	いいえ	はい
I	いいえ	はい	いいえ	はい
J	はい	はい	いいえ	はい
K	いいえ	いいえ	いいえ	いいえ

4.6 実験結果

図 3 に実験参加者ごとに実験で自分の安静時の心拍音だと感じた範囲と実験前に測った実際の安静時の心拍数の範囲を示す。同時に一般的な安静時の心拍数の範囲も示す。4.2 節で述べた調査で実験参加者の分類に使ったものと同じアルファベットを用いて表している。

全体的に 30bpm~60bpm の範囲で安静時の心拍であると感じた実験参加者が多く見られた。また、安静時の心拍であると感じた範囲の幅は実験参加者によって変化しており、認知的な個人差が大きく見られた。

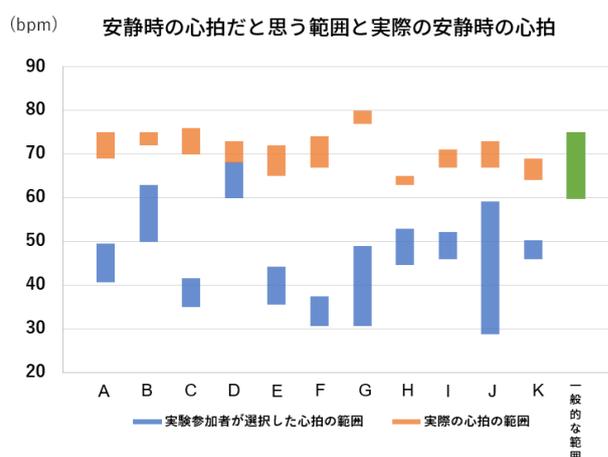


図 3 実験参加者が安静時の心拍であると感じた範囲と実際に測定した安静時の心拍の範囲

Fig. 3 The range that the participants felt at rest and the range of the resting heart actually measured

4.7 考察

調査結果及び実験結果から考察を行う。調査の Q1 の結果から多くの実験参加者が心拍を数値でイメージすることはできなかったが、鼓動のリズムでは多くの実験参加者が緊張時と安静時の心拍をイメージすることができた。Q2 の結果でも分かるように日常生活の中で心拍を測って数値を見る機会はめったにない。一方で心拍音はゲームやテレビで緊張を表現するために用いられるため、おおよそのイメージはしやすかった可能性が考えられる。しかし、そのイメージは実際に測った安静時の心拍よりもゆったりしているものであった。一般的に人の安静時の平均心拍数は 60bpm から 75bpm とされている。その値の範囲と比較してみても本実験で実験参加者の選んだテンポの範囲は全体的に低い値であるということが分かる。この要因として自分の鼓動を感じるのには、緊張している時に多く、安静時に鼓動のリズムを意識して感じる機会が少ないからであると考えられる。

調査の Q1 の結果から 1-3 と回答した比較的緊張しやす

い実験参加者群とあまり緊張しないと回答した実験参加者群を比べてみると特に違いが見られるわけではなかった。緊張しやすい人は普段から緊張している機会が多いため、安静時でもはやいリズムの心拍音を選ぶ傾向が見られると期待したが、本実験からはそういった傾向は見られなかった。

本実験の結果を踏まえると先行研究[12]で安静時の心拍を想起させるために60bpmの心拍音を聴かせたが、多くの実験参加者が自身の安静時の心拍よりもはやいリズムの音と感じていた可能性も考えられる。実際の心拍リズムよりもゆったりした心拍音を聴かせなければ発表者は安静状態であると認識しづらいことが示唆された。

また、全体的に心拍音に対してゆったりしたイメージを持っている傾向は見られたが、細かく見るとイメージには人それぞれにばらつきが見られた。この個人差を考慮する策として今回の実験に使用したプログラムを用いてシステムを最初に使う前にキャリブレーションとして用いることで、そのユーザの持つイメージに合わせた数値設定を行うことができると考える。

5. まとめと今後の展望

認知的なズレを考慮したフィードバックシステムを実現するために心拍数や心拍音に対するイメージを調査するアンケートを実施した。アンケートから多くの実験参加者は心拍を測る機会がめったになく、心拍を数値でイメージすることはできなかったが、心拍音としてはイメージできた。次にその心拍音に対するイメージが実際の音とどの程度離れているのかを調査する実験を行った。実験結果から実際の心拍リズムと比較して全体的にゆったりしたテンポの音の範囲を選択している傾向が見られた。つまり安静時の標準値である60bpmをユーザに聴かせたとしてもそれを安静時の心拍音であると認識することができない可能性があることが示唆された。また、実験参加者ごとに選択した心拍リズムの幅や数値に個人差が見られた。この個人差を考慮するためにシステムを使う前に4.2節で示した実験プログラムをキャリブレーションとして用いることでユーザの認識に合わせたフィードバックの数値設定が可能となる。このようにユーザが心拍に対する知識を付けてシステム側に合わせるのではなく、システム側からユーザの認知に合わせていきたいと考えている。

本実験では聴覚フィードバックのみで調査したが、他の感覚でのフィードバックを検討する際もユーザがイメージしているリズムを調べそれに合わせた数値設定をしたフィードバックを行う必要がある。今後は実際にこの認知的なズレを考慮した数値設定で緊張緩和の効果があるかを調査し、数値を最初から虚偽にするのか、実際の心拍から少しずつずらしていくのかなど様々なフィードバックの変化の

させ方が考えられるため、有効なフィードバックの変化のさせ方を明らかにしていきたい。

謝辞 本実験にご協力いただいた皆様に、謹んで感謝の意を表す。本研究はJSPS 科研費JP18K11410の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 岩田彩香, 川井智理, 齋藤順一, 嶋大樹, 熊野宏昭. 社交不安傾向によるスピーチ場面でのパフォーマンス低下に関する検討, 早稲田大学臨床心理学研究, 2015, Vol.15, No.1, p.53-63.
- [2] 武中美佳子, 岡井沙智子, 小原依子, 井上健. 心拍を基準としたテンポのリズム聴取による生理反応に関する研究. 臨床教育心理学研究, 2015, 31(1), 43-55.
- [3] 高井秀明. 安静時における心拍音の傾聴がもたらす心理・生理的变化. バイオフィードバック研究, 2009, 36.2: 157-165.
- [4] 高井秀明, 西條修光, 楠本恭久. アーチェリー実射中の心拍音の傾聴が心理・生理的状态とパフォーマンスに及ぼす影響. スポーツ心理学研究, 2009, 36.1: 13-22.
- [5] 西村奈令大, 石井明日香, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本裕之. 自己の心拍を触覚提示するデバイスの検討. インタラクシオン2012, 2012, vol.3.
- [6] 小川紗也加, 藤原幸一, 山川俊貴, 阿部恵里花, 加納学. 次第に速くなる虚偽心拍フィードバックを用いたゲーム体験の向上. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム2017 論文集, 2017, 280-286.
- [7] Costa, J., Adams, A. T., Jung, M. F., Guimbretière, F. Choudhury, T. EmotionCheck: leveraging bodily signals and false feedback to regulate our emotions. In Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (pp. 758-769). ACM.
- [8] 伏田幸平, 長野祐一郎. 心拍の虚偽フィードバックが魅力度評定・自律神経指標に及ぼす影響. 2014, vol.41, No.2, p.85-93.
- [9] 中村憲史, 片山拓也, 寺田努, 塚本昌彦. 虚偽情報フィードバックを用いた生体情報の制御システム. インタラクシオン, 2012.
- [10] 成瀬加菜, 吉田成朗, 世田圭佑, 鳴海拓志, 谷川智洋, 廣瀬通孝. リアルタイムな変換聴覚フィードバックによる緊張緩和効果の基礎的検討. 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, Vol.2018-HCI-178 No.17.
- [11] ハビ研. <https://www.asahigroup-holdings.com/company/research/hapiken/maian/bn/200904/00280/>. (参照 2019/05/13).
- [12] 菅野真功, 小林稔. プレゼンテーション時における心拍フィードバックによる緊張緩和手法の検討. 研究報告グループウェアとネットワークサービス, 2019, vol.2019-GN-106, No.45, p.1-6.
- [13] On-Jin~ 音人~. <https://on-jin.com/sound/listshow.php?pagename=hito&title=%E5%BF%83%E8%87%93%E9%9F%B303&janl=%E4%BA%BA%E9%96%93%E7%B3%BB%E9%9F%B3&bunr=%E5%BF%83%E8%87%93&kate=%E4%BD%93%E3%83%BB%E8%83%B8%E3%83%BB%E8%85%B9>. (参照 2019/05/13).