

平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：82626

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2017

課題番号：26750245

研究課題名(和文) あがりや巧みな運動に与える影響 情動と運動学習の接点

研究課題名(英文) Effects of performance anxiety on fine motor skills

研究代表者

吉江 路子(YOSHIE, Michiko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員

研究者番号：00722175

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：音楽の公演等、他者から評価される場面において「あがり」が生じ、練習で獲得してきた運動スキルが一時的に低下することがある。本研究では、こうした運動スキル低下の主要因の一つと考えられる「あがりによる発揮力増加」の背後にある脳内機構を検討した。脳機能イメージングデータを解析した結果、「行為観察ネットワーク」と呼ばれる脳内ネットワークの乖離的活動パターンが、あがりによる発揮力増加を媒介していることが示された。他者から評価される場面において、自分の意図と他者の意図との間に不調和が知覚されると、本ネットワークの乖離が生じ、運動の遂行を阻害する可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Social-evaluative situations (e.g., public music performance) can elicit performance anxiety and temporarily deteriorate fine motor skills mainly through changes in force output. The present study examined the neural mechanisms underlying the facilitating effects of performance anxiety on force output. Functional brain imaging data suggested that incoherent activity patterns in the action-observation network mediates the effects of performance anxiety on force output. Social-evaluative situations may induce perceived incoherence between one's and others' intentions leading to incoherence in this network, which could ultimately perturb motor output.

研究分野：認知神経科学

キーワード：感情 運動スキル

### 1. 研究開始当初の背景

他者から評価される場面で生じる不安や、心拍数増加等の身体症状を「あがり」という。音楽の公演やスポーツの試合等、他者から評価される中で巧みな運動を披露する場面においては、あがりによって、それまで練習で獲得してきた運動スキルが一時的に低下することがある。この問題は、音楽家やスポーツ選手を初めとする多くの人々を悩ませている。実際、過去の調査より、熟練演奏者の60%以上があがりをストレスに感じていることが示されている (Yoshie et al. 2011, *Handbook of Stress in the Occupations*)。このように、あがり問題は非常に深刻であり、あがりによる運動スキル低下を防ぐ方法の確立は急務だと言える。

これまで、我々は、熟練演奏者を対象として、あがりに伴う生理反応を詳細に調べてきた (Yoshie et al. 2009, *Experimental Brain Research*; Yoshie et al. 2009, *Annals of the New York Academy of Sciences*; Yoshie et al. 2008, *Medical Problems of Performing Artists*)。これら一連の研究の結果、他者から評価される場面では、上肢筋活動が過度に増加することで、演奏中の発揮力が高まることが示された。発揮力の微妙な制御が重要となる音楽演奏やスポーツ競技においては、この発揮力増加が運動スキル低下につながることを示唆された。しかし、あがりによって発揮力が増加する背後にある脳内機構は、未解明であった。

あがりは、運動の遂行だけでなく、運動の知覚にも影響を与える。あがりと関係する運動知覚の代表例として、行為主体感(「自分の運動行為が外界に何らかの変化を引き起こしている」という感覚)が挙げられる。過去の研究から、自らの運動行為に対して、他者が感情的反応によって評価を示すという社会的場面においては、他者が快反応を示した場合に比べて不快反応を示した場合のほうが、行為主体感が弱まること明らかとなっている (Yoshie & Haggard 2013, *Current Biology*)。一方、音楽の公演やスポーツの試合等においては、本番が始まる前から予期不安が生じることが多く、あがりの発生において「他者の反応の予測」は重要であると考えられる。しかし、他者から評価される場面における行為主体感の変化に関して、予測の影響を実証的に示した研究は存在しなかった。

### 2. 研究の目的

以上の背景を踏まえ、本研究では、以下の2点を明らかにすることを目指した。

(1)他者から評価される場面において、発揮力が増加する現象の背後にある脳内機構を明らかにする(研究1)。

(2)他者から評価される場面において、行為主体感が増加する現象の背後にある知覚機構を明らかにする(研究2)。

### 3. 研究の方法

#### 研究1: 他者による評価が発揮力に及ぼす影響の脳内機構

研究1では、機能的磁気共鳴画像法(fMRI)を用いて、他者による評価が発揮力増加を引き起こす背後にある脳内機構の検討を行った。実験では、持続的に微小な握力を発揮する課題を参加者に行ってもらった。各試行の初めの5秒間、握力発揮の目標値及び参加者が実際に発揮している握力がリアルタイムに呈示され、参加者は、自分の握力を目標値に合わせるよう教示された。その後、握力フィードバックの代わりに、2名の審査員(実験者)の様子が15秒間呈示され、この間、同じ握力を維持するよう教示された。この際、審査員2名が参加者自身の課題の出来を評価する「評価条件」と、同じ審査員2名が別室で同課題を行う別の参加者の課題の出来を評価する「統制条件」という、2つの実験条件が設定された。なお、参加者には、ウェブカメラを通して審査員2名が審査している様子をリアルタイムに呈示している旨を伝えしたが、実際には、参加者間で実験条件を統制するため、事前に撮影した動画をランダムな順番で呈示した。

本運動課題の遂行中、fMRIを撮像した他、発揮握力を測定し、目標値との誤差を算出した。また、実験終了後、参加者に、評価条件と統制条件における主観的不安レベルを回想してもらい、10cmのvisual-analogue scale (VAS)を用いて評定してもらった。これらのデータを解析し、評価条件と統制条件の間で、主観的不安及び発揮力を比較した。fMRIデータに関しては、Statistical Parametric Mapping 8 (SPM8)を用いて分析した。まず、カテゴリカル分析を行い、統制条件に比べて評価条件において活動が増加あるいは減少した脳部位を探索した。また、パラメトリック分析を行い、他者の評価による発揮力の変化に応じて活動が増減する脳部位を探索した。

#### 研究2: 他者による評価が行為主体感に及ぼす影響の知覚機構

研究2では、自分の運動行為に対して他者が感情的反応を示すという評価場面を想定し、他者の快・不快反応やその予測が行為主体感に及ぼす影響を検討した。行為主体感を定量化するため、「行為主体感が伴う意図的行為の遂行時のみ、行為とその結果の主観的時間間隔が狭まる」という錯覚現象(intentional binding; Haggard et al., 2002)を利用した。実験では、参加者は、約2.5秒で1周の速さでぐるぐると針が回り続ける時計を見ながら、自分の好きなタイミングでボタンを押した。そのボタン押しの250ミリ秒後に、他者の反応を模した感情的音声呈示された。数秒経って時計の針が止まった後、参加者は、「ボタンを押したと感じたタイミング」や「音声が聞こえ始めたと感じ

たタイミング」を時計上の数字で答えた。そして、ボタン押しの主観的タイミングがどれだけ音声のほうへシフトしたか(行為のシフト)、音声の主観的タイミングがどれだけボタン押しのほうへシフトしたか(結果のシフト)をそれぞれ算出した。行為のシフトと結果のシフトを足し合わせることで、intentional binding の強度を定量化した(binding 指数)。

他者の反応の良し悪し(快あるいは不快)や、他者の反応に対する予測の影響を調べるため、実験では、参加者のボタン押しが100%の確率で他者の快音声を誘発する条件(快条件)、100%の確率で不快音声を誘発する条件(不快条件)、快音声と不快音声をそれぞれ50%の確率で誘発する条件(混合条件)という3つの条件が設定された。そして、これらの条件間で binding 指数を比較した。

#### 4. 研究成果

##### 研究 1: 他者による評価が発揮力に及ぼす影響の脳内機構

VAS 得点を 2 条件間で比較したところ、統制条件に比べて評価条件では、参加者の主観的不安が有意に高まっていた。また、統制条件に比べて評価条件では、不安の高まりに伴って、発揮された握力が相対的に増加した。このことから、他者から評価されることによって発揮力が増加するという、「あがり」状況を fMRI 撮像中に再現できたことが示された。

fMRI データを解析したところ、統制条件に比べて評価条件では、他者の行為に関する視覚的情報を処理する後部上側頭溝の活動が高まっていた(図 1a)。また、不安によって発揮力が増加する際には、後部上側頭溝の出力先である下頭頂皮質が局所的な活動低下を示した(図 1b)。さらに、下頭頂皮質の活

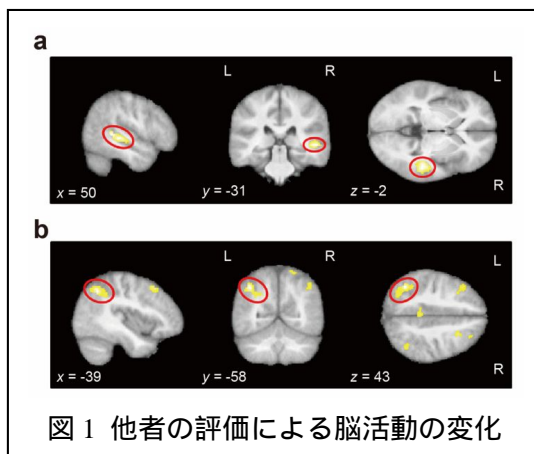


図 1 他者の評価による脳活動の変化

動低下の度合いによって、不安による握力変化の個人間及び個人内の違いを予測することができた。さらに、評価条件では、これら 2 領域間の機能的結合が弱まっていた。後部上側頭溝及び下頭頂皮質は、観察された行為の遂行を支える「行為観察ネットワーク」を構成している。本研究結果から、行為観察ネ

ットワークの乖離的活動パターンが、あがりによる発揮力増加を媒介していることが示唆された。

##### 研究 2: 他者による評価が行為主体感に及ぼす影響の知覚機構

実験の結果(図 2)、快条件では intentional binding が強く生じたが、不快条件では、その程度が有意に低下した。このことから、自分の運動行為の結果として他者が快反応を示した場合に比べて、不快反応を示した場合に行為主体感が弱まることが確認された。

一方、快音声刺激と不快音声刺激がそれぞれ 50%の確率で呈示され、他者の反応の良し悪しを予測できなかった混合条件では、快刺激・不快刺激間で binding 指数に違いは認められなかった。また、50%の確率で不快刺激が呈示された場合に比べ、100%の確率で不快刺激が呈示された場合のほうが、binding 指数が低くなっていた。以上の結果から、他者の感情的反応が行為主体感に与える効果は、反応の良し悪しに対する事前の「予測」によって生じたことが示唆された。

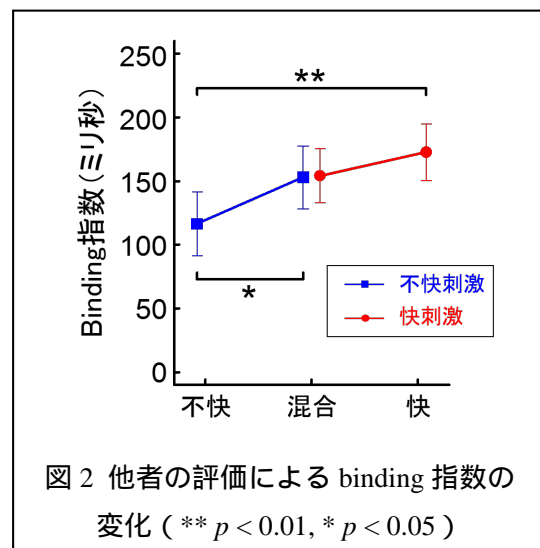


図 2 他者の評価による binding 指数の変化 (\*\*  $p < 0.01$ , \*  $p < 0.05$ )

#### 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件)

Michiko Yoshie, & Patrick Haggard (2017). "Effects of emotional valence on sense of agency require a predictive model", *Scientific Reports*, 7, 8733, 査読有. DOI: 10.1038/s41598-017-08803-3

Julia F. Christensen, Michiko Yoshie, Steven Di Costa, & Patrick Haggard (2016). "Emotional valence, sense of agency and responsibility: A study using intentional binding", *Consciousness and Cognition*, 43, 1-10, 査読有. DOI: 10.1016/j.concog.2016.02.016

Michiko Yoshie, Yoko Nagai, Hugo D.

Critchley, & Neil A. Harrison (2016). "Why I tense up when you watch me: Inferior parietal cortex mediates an audience's influence on motor performance", *Scientific Reports*, 6, 19305, 査読有.  
DOI: 10.1038/srep19305

Michiko Yoshie, Naotaka Sakai, Tatsuyuki Ohtsuki, & Kazutoshi Kudo (2015). "Slow-down exercise reverses sensorimotor reorganization in focal hand dystonia: A case study of a pianist", *International Journal of Neurorehabilitation*, 2, 157, 査読有.  
DOI: 10.4172/2376-0281.1000157

[学会発表](計4件)

Michiko Yoshie, & Yuki Morijiri (2017). "Social support for performance anxiety: Influences from friends, parents, and teachers", *International Symposium on Performance Science 2017*.

吉江路子, 森尻有貴 (2016). 「演奏不安における心理的サポートの検討 教師・親・友人の影響に着目した質問紙調査」, 日本音楽教育学会 第47回全国大会.

吉江路子 (2015). 「聴覚フィードバックの感情価が運動行為の時間知覚に与える影響」 第4回アンビエント・フィードバック・システム研究会.

Michiko Yoshie, Yoko Nagai, Hugo D. Critchley, & Neil A. Harrison (2014). "Inferior parietal cortex mediates social influence on motor output", *Neuroscience 2014*.

[その他]

(1)アウトリーチ活動(計6件)

吉江路子 (2016). 「緊張・あがりがかみを生み出す脳内メカニズム」, 育志賞研究発表会.

吉江路子 (2015). 「公演準備における緊張・あがり対策」, 「緊張・あがりと音楽演奏 ステージで練習の成果を発揮するために」第4回, ヤマハ音楽研究所 ON-KEN SCOPE.

吉江路子 (2015). 「緊張・あがりは一朝夕には克服できない」, 「緊張・あがりと音楽演奏 ステージで練習の成果を発揮するために」第3回, ヤマハ音楽研究所 ON-KEN SCOPE.

吉江路子 (2015). 「緊張・あがりは、なぜ演奏を変えてしまうか」, 「緊張・あが

りと音楽演奏 ステージで練習の成果を発揮するために」第2回, ヤマハ音楽研究所 ON-KEN SCOPE.

吉江路子 (2014). 「演奏家における緊張・あがりの実態」, 「緊張・あがりと音楽演奏 ステージで練習の成果を発揮するために」第1回, ヤマハ音楽研究所 ON-KEN SCOPE.

吉江路子 (2014). 「パフォーマンス不安とモーターコントロール ピアニストを例として」, 奈良女子大学スポーツ科学研究会.

(2)国際報道(計42件)

"A case of stage fright and the brain", *Morning Signout*, 2016.5.7.

"Public speaking anxiety shuts down the brain", *Simply Speaking*, 2016.2.25.

"Frozen in the spotlight", *The Doctor will See You Now*, 2016.2.16.

"Why students need to believe you're on their side: Controlling performance anxiety", *A Better Song to Sing*, 2016.1.26.

"Study reveals why your brain makes you slip up when anxious", *Science20*, 2016.1.24.

"If you tend to slip up under pressure, this new study is for you", *Health Medicine Network*, 2016.1.23.

"If you tend to slip up under pressure, this new study is for you", *Huffpost Science*, 2016.1.22.

"While under pressure", *Sbyir*, 2016.1.22.

"Bad dressage test? Blame it on your inferior parietal cortex", *Horsetalk*, 2016.1.22.

"Why do we slip up when anxious?", *Big News Network*, 2016.1.21.

"Why your brain makes you slip up when anxious?", *The Times of India*, 2016.1.21.

"Neuroscientists pinpoint why brain fumbles", *R&D*, 2016.1.21.

"What happens when people 'choke' under

pressure ” , *Newsmax*, 2016.1.21.

“ University of Sussex neuroscientists identified brain network system that causes performance mishaps when anxious ” , *Europallire*, 2016.1.21.

“ Why being watched makes us more likely to slip up ” , *Pressreader*, 2016.1.21.

“ Why your brain makes you tense up in performance anxiety ” , *Reliawire*, 2016.1.21.

“ Why anxiety makes people veer to the left ” , *Everydayhealth*, 2016.1.21.

“ Why anxiety makes people veer to the left ” , *The Telegraph*, 2016.1.20.

“ Why does the brain use so much energy? ” , *Wired*, 2016.1.20.

“ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *EurekAlert*, 2016.1.20.

⑳ “ Scientists have identified the brain network system that causes us to slip up when we least want to ” , *Mirror*, 2016.1.20.

㉑ “ Brain networks put performance mishaps in spotlight ” , *Independent*, 2016.1.20.

㉒ “ Why being watched can make us crumble under pressure: Scans reveal the region of the brain that 'shuts down' when we're performing to an audience ” , *Mail Online*, 2016.1.20.

㉓ “ Neuroscientists identify the brain network system that causes people to slip when anxious ” , *News Medical*, 2016.1.20.

㉔ “ Why does your brain make you crumble when anxious? ” , *Med India*, 2016.1.20.

㉕ “ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *Science Newsline*, 2016.1.20.

㉖ “ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *MNT Medical News Today*, 2016.1.20.

㉗ “ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *Today Topics*,

2016.1.20.

㉘ “ Why your brain makes you slip up when anxious ” , *Science Daily*, 2016.1.20.

㉙ “ Scientists pinpoint why we make mistakes when anxious ” , *Laboratory Equipment*, 2016.1.20.

㉚ “ Performance anxiety: The part of your brain that makes you stumble in front of an audience ” , *Medical Daily*, 2016.1.20.

㉛ “ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *MedicalXpress*, 2016.1.20.

㉜ “ Anxiety and the brain: Researchers pinpoint area of brain that causes us to slip up when anxious ” , *HNGN*, 2016.1.20.

㉝ “ Study reveals why your brain makes you slip up when anxious ” , *Health Medicine Network*, 2016.1.20.

他 8 件

6 . 研究組織

(1)研究代表者

吉江 路子 (YOSHIE, Michiko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員

研究者番号 : 00722175