

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 元年 6月 26日現在

機関番号：31304

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00212

研究課題名（和文）新たな測定法による多次元行動・脳データに基づく個人の情動知能の推定

研究課題名（英文）Estimation of individual emotional intelligence based on new measurements and multiple psychological and brain data

研究代表者

河地 庸介（Yousuke, Kawachi）

東北福祉大学・総合福祉学部・准教授

研究者番号：20565775

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：質問紙と行動課題測定による情動知能の間には相関がなく、両者は異なるものとされてきたことを踏まえて、本研究では下記計測により情動知能の包括的な理解を目指した。（1）情動知能の新たな行動課題を考案するとともに基本心理特性が確認された新規情動喚起刺激を作成した。（2）質問紙による情動知能は行動課題により測定された一般知能や実行機能とは相関がみられなかった。（3）情動知能と相関する脳構造部位は、パーソナリティ特性に関連する脳部位と重複している可能性が示された。（4）個人の脳データから個人の情動知能を推定するため、情動知能データを標的として脳データを入力とした機械学習を行い、分類器を作成した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内では質問紙法によって情動知能の測定がなされることがほとんどであるだけに、新たな情動喚起刺激および行動課題を考案したことが本研究の特色であり、これは情動知能を包括的に理解するステップとなる。また情動知能を一般知能や実行機能という社会適応を支える他の主要な心的機能との関係の中で、その機能的意味を捉え直す先駆的な試みも実施された。そして、脳機能・構造データを入力、情動知能データを標的とした機械学習を実施して作成した分類器は、集団の平均的傾向ではなく個人の情動知能を予測する手段となり、教育的サポートや精神障碍の診断補助等のニーズにこたえることが期待される。

研究成果の概要（英文）：Although both measurements target emotional intelligence (EI), previous studies indicated that questionnaire- and task-EI were not correlated with each other. Here we devised new EI tasks and stimuli and combined brain measures with psychological measures to comprehensively understand various aspects of EI. (1) We devised emotional tasks and stimuli (faces, sentences, and animations) and the corresponding emotional responses were quantified. (2) We explored the relationships among EI, general intelligence (GI) and executive functions (EF), showing that questionnaire-EI was correlated with questionnaire-EF but not with GI and task-EF. (3) We used a measure of regional gray matter volume (rGMV) to examine the relationship between EI and personality. Results showed that the rGMV associated with EI mainly overlapped with that of personality. (4) We devised new support vector machine classifiers related to brain structural and functional data for EI as a target to estimate individual EI.

研究分野：実験心理学・脳科学

キーワード：情動知能 一般知能 実行機能 実験心理学的計測 脳機能計測 脳構造計測 機械学習

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

個人がもつ情動知能(コミュニケーションにおいて自己や他者の情動を理解・制御する能力)の推定は、心理学、脳科学によりアプローチ可能であり、社会人教育の質・就業支援・福祉・医療の向上といった社会貢献につながる重要課題である。現在に至るまで国内では情動知能は主として自己報告に基づく質問紙法を用いて測定がなされている。しかし、質問紙法は測定における客観性が不足しているとの声がある。他方で、海外では課題遂行型の客観的測定法として Mayer-Salovey-Caruso Emotional Intelligence Test (MSCEIT; Mayer, Salovey & Caruso, 2002) が提案されている。近年、MSCEIT や新たな行動課題による客観的な測定法を使って、統合失調症に関する医師の診断を裏付けようとする研究もある (Green et al., 2000; Kawachi et al., 2014)。

MSCEIT は、情動にまつわる問題を記述したシナリオを用いて、そこで考えられうる行動が効果的か否かを研究参加者に評定させることで情動知能を測定する。しかし、MSCEIT はある状況で人はどのような情動を引き起こすか等の情動に関する一般知識・常識を問うものが多く、研究参加者が情動関連の知識をどの程度活用するかという能力や特性を測定できない (Mikolajczak, 2010; 野崎, 2015)。また、MSCEIT は、文化や文脈の影響から一般的な知能検査のように正解・不正解という明確な基準の作成ができない (小松・箱田, 2011)。したがって、正解・不正解が文化にあまり依存しない、そして実際に情動に関連する知識を活用する能力・特性を客観的に測定する方法が必要だと思われる。関連して、質問紙法と行動課題測定による情動知能には相関がないことを多くの研究が報告している (Bastian et al., 2005 等)。現時点でこの知見は、情動知能に関する 2 つの測定法は異なる心的過程を対象としているためだと解釈されている (Mikolajczak, 2010)。しかし、現在に至るまで十分な検証はなされていないのが現状である。

### 2. 研究の目的

質問紙と行動課題測定法で測定される情動知能に相関が得られず、両測定が異なる心的過程を対象としている問題に関連して、国内では数少ない情動知能の行動課題測定法および情動喚起刺激を考案し、脳構造・機能測定という第 3 の指標から情動知能を検証することで、包括的に情動知能を理解することを目指す。さらに、IQ に代表される一般知能、IQ とは独立とされ社会適応に不可欠な主要 3 要素をもつ実行機能との関係の中で情動知能を捉えて記述する。分析では相関分析等による集団特性の把握に加えて、脳計測データを入力とし、質問紙法による情動知能を正解とした機械学習を実施して入力から正解を導く関数を求める。これにより「個人」入力から未知の「個人」の情動知能を推定する先駆的な研究が実現できる。

### 3. 研究の方法

#### 情動知能の新たな課題遂行型測定法の考案

情動に関連する情報を活用する能力・特性を志向した情動知能(表情認知・他者視点取得・共感・行為理解)の課題遂行型測定法を考案し、必要となる情動喚起刺激等の収集・作成を行い、当該素材の基本特性を測定してデータベース化した。

表情認知に関連して ATR-Promotions および産業総合技術研究所による顔表情データベースを入手し、得られた顔画像のすべてを FaceGen (<https://facegen.com/>) に取り込んだ上で Ekman (1992) の文化共通とされる 6 感情を参考に、「怒り」「悲しみ」「喜び」「嫌悪」「恐怖」「驚き」に対応する顔画像(表情強度 20, 40, 60, 80, 100%)を作成した。そして、各顔画像が表す感情の強度を 5 件法で評定させた。各感情を表す表情強度がどのように評定値に反映されるかの表情認知の一般的データを得ることを目的として実験を行った。

他者視点取得・共感に関連して、音声、アニメーションを情動喚起刺激として用いた先行研究を参考に 6 感情の特徴を捉えた情動喚起文を作成した。喚起する感情は、Ekman (1992) の 6 感情をおよび何の情動も喚起しない「中立」の 7 つに分類した。文章は合計で 280 文作成した。作成した情動喚起文全てに対して「感情価・覚醒度・文章の理解度・経験の有無」を評価する実験を行った。

行為理解に関連して、Heider & Simmel (1994) および Abell, Happé, & Frith (2000) を参考に、Ekman (1992) の 6 感情を表現する 50 のアニメーション刺激を作成した。作成方法は複数名で各情動に対応するアニメーションを複数作成するというものであり、作成したアニメーションを研究参加者に提示し、アニメーションが表す感情を分類するよう求めた。その分類結果に基づき、アニメーション刺激の選定を行った。

#### 情動知能・一般知能・実行機能の独立性の検証

情動知能を他の心的機能との関係性の中でとらえるため、一般知能・情動知能の測定に加えて、社会適応に必須とされ、3 つの下位要素、情報の維持、心的構えの切り替え、反応の抑制からなる実行機能 (executive functions) を測定した。具体的には、本研究では、各要素を Keep track 課題、Category switch 課題、Stop signal 課題を用いて網羅的に測定した。またエフォートフルコントロール尺度を用いて質問紙による実行機能の測定も行った。なお、一般知能については WAIS-III、情動知能は EQS (Emotional Quotient Scale) にて測定した。そして、これら 3 つの心的機能の関係性について検討を行った。

#### 脳計測データの観点から分析した情動知能

解剖画像として用いられる T1 強調画像をボクセルごとに白質、灰白質、脳髄液の各組織に分割し、質問紙測定による情動知能・パーソナリティ、および WAIS-III による一般知能と局所灰白質体積が相関する脳部位を検討した。特に、情動知能とパーソナリティの類似性を脳計測データの観点から検討するために Hu et al (2011) にならい、局所灰白質体積を予測変数、情動知能を説明変数、交絡しうる共変数として一般知能・パーソナリティを設定した一般線形モデルを解剖画像データにあてはめて求められるパラメータ推定値について統計解析を行った。

#### 機械学習を用いた個人の情動知能の推定パラダイムの構築

心理学的データ（情動知能に関わる質問紙および課題遂行による心的機能に関するデータ）および脳計測データ（解剖画像・安静時脳活動データ）からなる多次元データを用いて、心理指標との関連が有意な脳内ネットワークを同定した。この同定されたネットワーク（のエッジ）を機械学習アルゴリズムの 1 つである SVM (support vector machine) の入力に使用し、質問紙により測定された情動知能を正解とした機械学習を行い、分類器 (Classifiers) を作成した。

### 4. 研究成果

#### 情動知能の新たな課題遂行型測定法の考案

顔画像の評定について、「悲しみ」「驚き」以外の感情については、表情強度が高くなるにつれて評定値が上昇した。このことから、うまく情動を認知させるだけの操作ができていることが確認できた。「悲しみ」と「驚き」についてはいずれも表情強度に関連する形で評定値が上昇することはなく、全体的に評定値が低いことが示された。すなわち、人工的に設定された感情の強さの値と実際に感じられる感情の強さは必ずしも関連しない場合があることが明らかになった。今後表情強度をより厳密な形で FACS (Facial Affective Coding System) に従った操作を行い、6 感情のすべてをより強く喚起できる表情操作法の検討を進めていく。さらに現在は表情強度を操作した実験に加えて、表情呈示時間を操作した実験を行っており、多角的に表情認知能力の評価に取り組んでいる。

情動喚起文については、「恐れ」「中立」以外の感情は、喚起することを意図した感情に加えて特定の他の感情も多く選択されるということが明らかになった。具体的には、「喜び」であれば「中立」が、「怒り」であれば「嫌悪」が、「嫌悪」であれば「怒り」が、他の感情と比較して多く選択された。すなわち、文章について感情を喚起する際、個別の感情ごとに、混ざりやすい他の感情があり、かつその感情に特定の傾向がある可能性が示された。

アニメーション 50 刺激のうち正答率が高いものを採用し、同時に収集した自由記述をもとに主にアニメーションにおける物体の軌道やスピードを調整し、アニメーションの対象が意図する行動が明確に感じられるように整えた。

現在これらについて上記で作成した刺激を用いて、研究参加者のアレキシサイミア尺度 (TAS-20) および EQS による得点に応じて、刺激により喚起される情動や情動の読み取りにおける差異を検出できるかの検討を進めている。その他、アニメーションに関連した視覚的短期記憶実験を実施している。

#### 情動知能・一般知能・実行機能の独立性の検証

質問紙による実行機能測定尺度であるエフォートフルコントロール尺度と情動知能の相関は比較的高く、「自己対応」は  $r = .478$ 、「対人対応」は  $r = .224$ 、「状況対応」は  $r = .360$  であった。しかし、実行機能の 3 課題の行動課題データと情動知能の相関はいずれも有意とはならなかった。以上のことから、質問紙による情動知能は一般知能や実行機能から独立していることが明らかになった。引き続き、行動課題による情動知能と一般知能および実行機能との関係性の検討を進めている。

#### 脳計測データの観点から分析した情動知能

従来の質問紙による情動知能とパーソナリティの重複を表すかのように、脳構造データのレベルにおいても質問紙で測定される情動知能は一部を除き、その多くがパーソナリティと重複している可能性が示された。今後は本研究で作成した情動喚起刺激を活用した行動課題を用いて fMRI 研究を展開していく。

#### 機械学習を用いた個人の情動知能の推定パラダイムの構築

機械学習をおこなって作成した分類器を用いることで、新たな個人の脳画像データのみから当該個人の情動知能を含む心理特性の推定が可能となった。今後は本研究の一環として作成された新たな機械学習アルゴリズムを試す等しながらさらなる推定精度の向上を目指す。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 10 件)

(1) Otomo, Y., Kawachi, Y., Sung, Y.W., Ogawa, S. (2019). A linear mixed-effect model analysis of

- the effect of schizotypal personality traits on confidence in reality monitoring. *Tohoku Psychologica Folia*, 77, 83-90.
- (2) Nazari, Z., Yu, S.-M., Kang, D., Kawachi, Y. (2018). Comparative study of outlier detection algorithms for machine learning. *ACM International Conference Proceeding Series Association for Computing Machinery*, 47-51
  - (3) 阿部千裕・河地庸介 (2018). 実行機能を構成する要素に関する研究動向と課題. *感性福祉研究所年報*, 19, 149-156.
  - (4) 大友ゆき・河地庸介・阿部千裕・成烈完・小川誠二 (2018). 統合失調型パーソナリティ特性と自閉症スペクトラム特性のメタ認知における差異. *感性福祉研究所年報*, 19, 157-165.
  - (5) 大友ゆき・河地庸介・阿部千裕・成烈完・小川誠二 (2017). メタ認知と自己成長主導性の関連性. *感性福祉研究所年報*, 18, 293-299.
  - (6) Sung, Y., Kang, D., Kawachi, Y., & Ogawa, S. (2017). Detection of fMRI signals by an EEG-like stimulus scheme and multi-voxel pattern analysis. *Report of Kansei Fukushi Research Institute*, 18, 275-280.
  - (7) 阿部千裕・河地庸介・坪川宏・成烈完・小川誠二 (2016). 一般知能と主観的実行機能の関連性. *感性福祉研究所年報*, 17, 287-293.
  - (8) Abe, C., Kawachi, Y., Sung, Y., & Ogawa, S. (2016). The effects of short-term practice on executive functions. *Tohoku Psychologica Folia*, 75, 15-21.
  - (9) 河地庸介 (2016). 脳活動からみる芸術鑑賞・制作. *臨床美術ジャーナル*, 5(1), 75-81.
  - (10) Kawachi, Y. (2016). Visual mislocalization of moving objects in an audiovisual event. *PLoS One*, 11(4): e0154147., 1-15. doi: 10.1371/journal.pone.0154147.

〔学会発表〕(計 14 件)

- (1) 大澤東華・大森美葉・河地庸介 (2018). 時空間的連続性に基づく物体属性情報の統合 - 反応時間分布における再検討. 東北心理学会第 72 回大会, 11 月 23-24 日, 「岩手大学 (盛岡)」.
- (2) 大友ゆき・河地庸介 (2018). パーソナリティ特性が既学習判断 (Judgment of Learning: JOL) に及ぼす影響. 東北心理学会第 72 回大会, 11 月 23-24 日, 「岩手大学 (盛岡)」.
- (3) 大友ゆき・河地庸介 (2018). 線形混合モデルでみるメタ記憶. 日本感性福祉学会第 18 回大会, 11 月 14 日, 「東北福祉大学 (仙台)」.
- (4) 齋藤美月・大友ゆき・河地庸介 (2018). 文章によって喚起される感情の心理学的検討. 日本感性福祉学会第 18 回大会, 11 月 14 日, 「東北福祉大学 (仙台)」.
- (5) 阿部千裕・河地庸介 (2018). 実行機能ネットワークの同定. 日本心理学会第 82 回大会, 9 月 25-27 日, 「仙台国際センター (仙台)」.
- (6) 齋藤美月・大友ゆき・河地庸介 (2018). 文章刺激に誘発される基本 6 感情が記憶に及ぼす影響の検討. 日本心理学会第 82 回大会若手の会企画ワンショット発表会・プレゼンバトル, 9 月 25 日, 「仙台国際センター (仙台)」.
- (7) 阿部千裕・河地庸介 (2018). 実行機能ネットワークテストの考案. 日本認知心理学会第 16 回大会, 9 月 1-2 日, 「立命館大学 (大阪)」.
- (8) 阿部千裕・河地庸介・北村康宏・成烈完・小川誠二 (2017). 報酬を導く意思決定方略への依存 - アイオワギャンプリング課題を用いた検討. 日本基礎心理学会第 36 回大会, 12 月 1-3 日, 「立命館大学 (大阪)」.
- (9) 阿部千裕・河地庸介 (2017). 短期的訓練が実行機能に及ぼす影響. 日本感性福祉学会第 17 回大会, 10 月 28 日, 「東北大学 (仙台)」.
- (10) 大友ゆき・阿部千裕・河地庸介 (2017). メタ認知と自己成長主導性の関連性. 日本感性福祉学会第 17 回大会, 10 月 28 日, 「東北大学 (仙台)」.
- (11) 阿部千裕・河地庸介・成烈完・松江克彦・小川誠二 (2016). 実行機能と統合失調型パーソナリティの関係. 第 46 回日本臨床神経生理学会学術大会, 10 月 27-29 日, 「ホテルハマツ (郡山)」.
- (12) 大友ゆき・河地庸介・阿部千裕・成烈完・松江克彦・小川誠二 (2016). 統合失調型パーソナリティ傾向におけるメタ記憶の特徴. 第 46 回日本臨床神経生理学会学術大会, 10 月 27-29 日, 「ホテルハマツ (郡山)」.
- (13) 河地庸介・阿部千裕・成烈完・松江克彦・小川誠二 (2016). 統合失調型パーソナリティの個人差が注意の下位機能間の相互作用に及ぼす影響. 第 46 回日本臨床神経生理学会学術大会, 10 月 27-29 日, 「ホテルハマツ (郡山)」.
- (14) 河地庸介 (2016). 色・運動統合表象の生成過程 - 処理時間の観点から -. 日本視覚学会 2016 年冬季大会, 1 月 20-22 日, 「工学院大学 (新宿)」.

〔図書〕(計 4 件)

- (1) 河地庸介 (2018). *VBM・DTI*. 山田富美雄・坂田省吾(編) 生理心理学と精神生理学 第 I 巻, 北大路書房
- (2) 櫻井研三・河地庸介 (2018). 剰余変数の概念と実験者関連の剰余変数. 坂上貴之他(編)

- 実験心理学ハンドブック, 朝倉書店
- (3) 河地庸介・櫻井研三 (2018). 被験者関連の剰余変数. 坂上貴之他 (編) 実験心理学ハンドブック, 朝倉書店
- (4) 河地庸介・櫻井研三 (2018). 実験方法・装置関連の剰余変数. 坂上貴之他 (編) 実験心理学ハンドブック, 朝倉書店

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

○取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：成 烈完

ローマ字氏名：SON Yoruwan

所属研究機関名：東北福祉大学

部局名：感性福祉研究所

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：30358816

研究分担者氏名：姜 東植

ローマ字氏名：KAN Donshiku

所属研究機関名：琉球大学

部局名：工学部

職名：准教授

研究者番号 (8 桁)：00315459

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。