

2023年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】

集中・没頭状態の客観的評価技術の開発

【課題番号】

TK23-031

【代表機関】

産業技術総合研究所

【調査研究代表者（氏名）】

岩木 直

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

筑波大学：小山慎一

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】 岩木 直

【報告書作成年月日】 2024年4月22日

【連携推進（具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等）】

ある特定の課題に「夢中になって取り組んでいる」状態と、「同程度の認知的リソースを投入して取り組んではいるが、夢中になっているわけではない」状態とは、課題成績が同程度であっても、課題終了後の主観的気分状態には違いが生じる。これらの間の差は、その課題に取り組む動機の内発性（自ら望んで取り組む度合）などの要因に左右され、生活の質（Quality of Life: QoL）にも大きく影響すると思われるが、それを定量的に計測可能な方法はこれまでに開発されていない。これらの作業中の状態を反映する生理・行動指標を探索し、「夢中になっている状態」を客観的かつ定量的に評価可能な指標の提案は、さまざまなモノやサービスのデザインに有用な指標となると考えられる。本調査研究では、適切な「集中」「没頭」課題と計測指標の設計、および計測指標の妥当性を評価する実験を行う。とくに、「没頭」状態を、(a) 難易度の高いゲームのように、利用可能な認知リソースの大半を投入して課題の遂行中の没頭状態と、(b) 映像や音楽への没入のように、認知負荷が低く明示的な課題が課されていないにも関わらずコンテンツの消費に没頭する状態に分け、それぞれ産業技術総合研究所と筑波大学で分担して評価指標の検討を行った。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

テーマ1：認知リソースを要する課題遂行中の没頭状態（産業技術総合研究所）

【概要】

とくに物体認知処理と視空間処理を必要とし、実験参加者のスキルにあわせた課題難易度の設定が可能な課題としてテトリスを用いて、難易度を調整しながら課題遂行中の脳波計測と、主観的な認知的負担感の指標としてNASA-TLX（日本語版）データの収集を行った。この結果、実験参加者の課題遂行能力の上限とほぼ

りの結果が得られている。青矢印および赤矢印は、同じ難易度の課題を2回行った際に、1回目から2回目の評定値の変化を示しており、同難易度の課題2回目では遂行成績は改善するのにもなって、時間的切迫感がより低くなること、作業達成度の自己評価がより高くなることを示している。

図 1-3 に各難易度の課題遂行中の脳波波形の概観を示す。案税状態 (Rest) と低い難易度の課題遂行中には、 α 波に相当する周波数の脳活動が顕著に現れるのに対して、難易度の高い条件ではより周波数が高く周波数の高い脳波成分に変化することを示している。

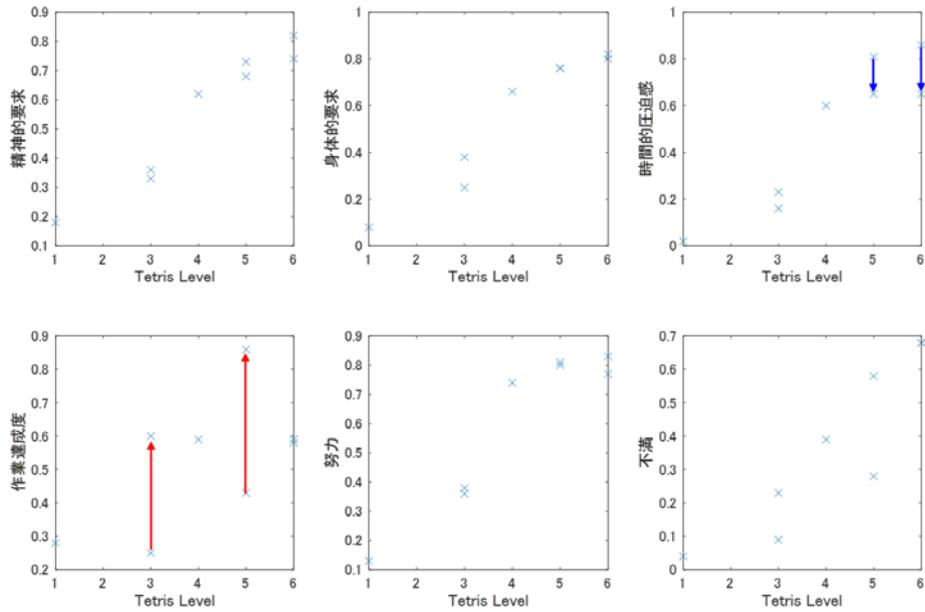
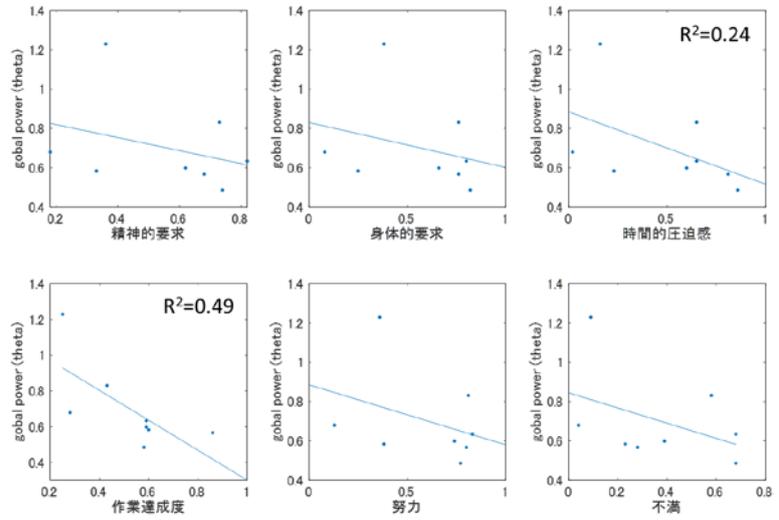


図 1-2 課題難易度の対する認知的負担感質問紙結果

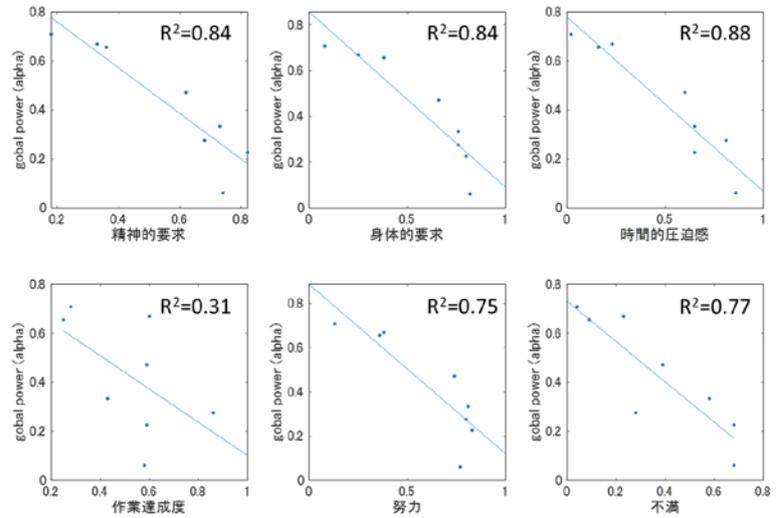


図 1-3 各難易度の課題遂行中に計測された脳波波形

(a) θ 帯域 (4~8 Hz)



(b) α 帯域 (8~12 Hz)



(c) β 帯域 (15~25 Hz)

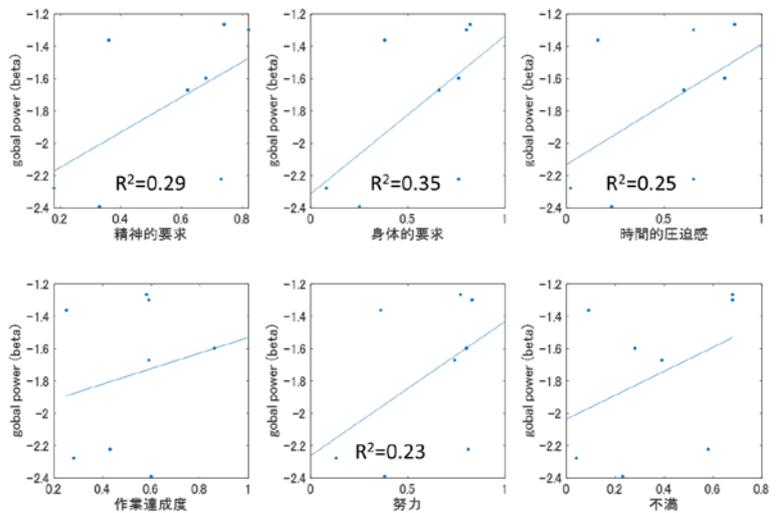


図 1-4 (a) θ , (b) α , (c) β 帯域における脳波パワーと認知的負担感の相関関係

図 1-4 に、認知的負担感と各脳波帯域における信号パワーとの間の相関解析の結果を示す。(i) θ 帯域の脳波パワーが主観的な作業達成度と、(ii) α 帯域の脳波パワーが精神的な要求、時間的切迫感、主観的な努力の度合いと高い相関があることが示されている。

実験終了後の参加者の内観報告では、すべての参加者で、クリアできた中で最も課題難易度が高い課題遂行中に、最大の「没入感」を感じたと報告した。

【まとめと今後の課題】

難易度の高いゲームのように、利用可能な認知リソースの大半を投入して課題を遂行する状況での、課題への集中度合いと没頭度合いを評価する指標の確立を目標として、モデル課題の設計と計測手法の検討およびそれらを合わせた予備実験を行った。この結果、実験参加者の課題遂行能力の上限とほぼ一致する課題難易度で最も主観的な没頭感を感じることに、主観的に感じる精神的作業負荷の度合い、作業達成度、時間的圧迫感、主観的な努力度合はとくに α 帯域の脳活動強度と高い相関を持つこと、課題達成度については θ 帯域の脳活動強度と相関関係があることを示唆する結果が得られた。

上記の予備実験の二人目の実験参加者までは、主観的な没入感を多用な観点から評価する質問誌が含まれていなかったため、三人目の参加者では **Gaming Experience Questionnaire (GEQ)** 日本語版への回答を求めた。GEQ では、ゲーム課題の遂行を前提としているものの、8 項目の主観評価で課題への主観的没頭度合を回答するものである。この結果、前述の内観報告と同じく、クリアできた中で最も課題難易度が高い課題遂行中に、最も没頭していたことを示す結果が得られて入れている。

これまでの予備実験結果から、認知リソースの大半を投入して課題を遂行する状況での課題への没入度合いを計測可能な指標の可能性を示唆する結果が得られている。今後、より大規模の実験を行い、脳波指標の統計的な検証を行う必要がある。さらに、得られたデータをもとにした、没入感の予測に有用なモデルの開発を進める。

テーマ 2：食事行動映像を鑑賞中の没頭状態（筑波大学）

【背景と目的】

ビーバーやウサギがエサを食べる映像や、2018年冬季平昌オリンピックの「もぐもぐタイム」など、ある種の食事の映像は見る人を没入させ、飽きさせない力を持っている。本研究では、異なる種類の咀嚼行動が観察者の没入感や覚醒度/リラックス度に与える影響について検討することを試みる。得られた研究成果は食材の固さや食感、大きさなどによる食事の場（気分、雰囲気、没入感等）の演出への応用が期待できる。

【方法】

筑波大学学生5名が実験に参加した。①人が食事をする様子を録画した映像3種類、②人が食事をせずに口を動かしている様子を録画した映像3種類、③動物が食事をする様子を録画した映像4種類、④動物が食事をせずに口を動かしている映像3種類を、それぞれ10秒間閲覧中の脳波を記録し、 α 、 β 、 θ 帯域の活動強度を求めた。

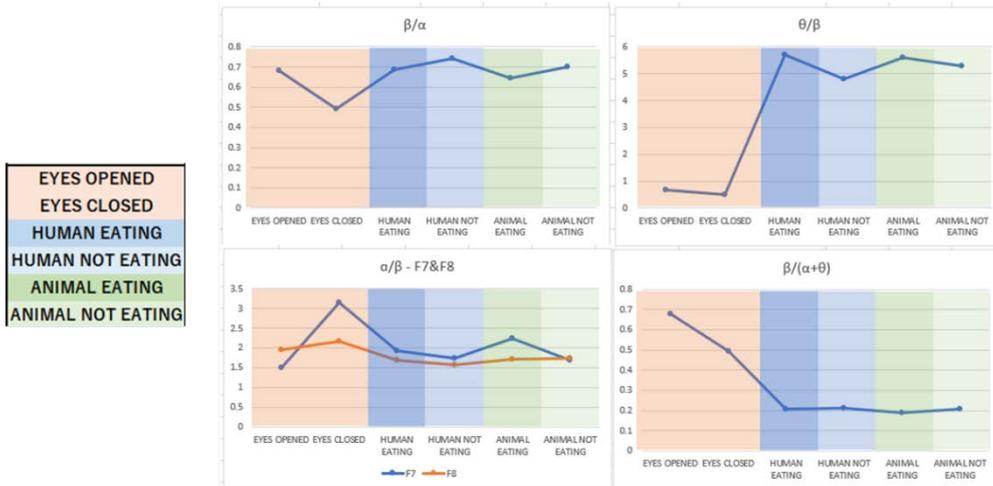
実験で用いた動画



【結果】

人・動物とも食事時の映像閲覧時に α 、 θ などの低周波帯域における活動（リラックス成分）が多く見られ、 β 波（覚醒成分）が減少する傾向が見られた。

映像カテゴリ別結果



映像ごとの分析結果でも同様の傾向が見られた。人・動物とも α 、 θ などの低周波帯域における活動（リラックス成分）が多く見られ、 β 波（覚醒成分）が減少する傾向が見られた。

映像別結果



【まとめと今後の課題】

人および動物の食事中の映像を閲覧中に α 波の比率がやや情報し、観察者がリラックスしている傾向が見られたが、信頼性の確保のためには今後さらなる検討が必要である。映像を自作することなどによって実験の精度を上げるとともに、視線、瞳孔径、心拍、主観評価等の尺度を追加し、より多角的な評価を試みる。

【今後の活動予定】

本研究は、特定の課題や行動に「没頭」している状態を評価する定量的な指標の開発を目的として、「没頭」する課題と計測指標の設計、および計測指標の妥当性を評価する予備実験を行い、課題への没入度合いを計測可能な指標の可能性を示唆する結果が得られた。今後、評価指標の信頼性の検証に向けて、より大規模な実験データの集積とともに、他の生理・行動指標（視線、瞳孔径、心拍、主観評価等）を含めた、より多角的な評価を試みる。

また、現在、没入状態の評価技術に興味を持つ企業と、共同研究に向けた打ち合わせを行っている。包括的な計測による精度と信頼性の向上のための研究を、具体的な出口を持つ企業と進めることで、このような技術の実用化と広範な展開を図る。

【SDGs17 目標について、調査研究成果について、貢献ができると思われる項目があれば、最大3つまで☑をご記載下さい。】

研究成果に関連する SDGs 目標がある。

関連する SDGs 目標は無い

1 <input type="checkbox"/> 貧困をなくそう	2 <input type="checkbox"/> 飢餓をゼロに
3 <input type="checkbox"/> すべての人に健康と福祉	4 <input type="checkbox"/> 質の高い教育をみんなに
5 <input type="checkbox"/> ジェンダー平等を実現しよう	6 <input type="checkbox"/> 安全な水とトイレを世界中に
7 <input type="checkbox"/> エネルギーをみんなに、そしてクリーンに	8 <input type="checkbox"/> 働きがいも経済成長も
9 <input checked="" type="checkbox"/> 産業と技術革新の基盤を作ろう	10 <input type="checkbox"/> 人や国の不平等をなくそう
11 <input type="checkbox"/> 住み続けられるまちづくりを	12 <input type="checkbox"/> つくる責任、つかう責任
13 <input type="checkbox"/> 気候変動に具体的な対策を	14 <input type="checkbox"/> 海の豊かさを守ろう
15 <input type="checkbox"/> 陸の豊かさを守ろう	16 <input type="checkbox"/> 平和と公正をすべての人に
17 <input type="checkbox"/> パートナリシップで目標を達成しよう	

以上