

デジタル機器・サービスと注意・認知：ディストラクションと創造性への影響

研究代表者 劉 文娟 大阪大学 人間科学研究科 博士後期課程
共同研究者 篠原一光 大阪大学 人間科学研究科 教授

1 研究背景

携帯電話・スマートフォン（スマホ）や各種の情報通信サービスは最近 20 年間で急速に普及し、日常生活の中で欠かせないものとなっている。その一方で、これらのデジタル機器・サービスが人間の注意を中断なく引き付けて不注意な状態を引き起こし、様々なヒューマンエラーや事故、高いストレス状態を生み出しているとの批判がある。その結果、いわゆる「デジタルデトックス」「スマホ断ち」といったデジタル機器使用を意図的に少なくすることが提唱されたりもしている。

近年、スマホを利用しなくても注意を妨害する可能性があるということが、デジタル機器利用に関連する問題の一つとして注目されている。これは、スマホがただユーザのそばにあるだけで、手元の作業の効率が低下するという現象であり、「スマホ効果」と呼ばれる。スマホ効果は、実験室内で用いられるような課題のパフォーマンス（e.g., 視覚探索、Ito & Kawahara, 2017）のみならず、日常行動（e.g., 運転、Chee et al., 2021）を作業とした実験でも検証された。しかし、既存の多くの研究がスマホの存在がもたらす悪影響を明らかにする一方で、スマホ効果の存在に疑問を持つ研究もある。例えば、Johannes et al. (2018) は、スマホの存在が注意の制御能力（スマホ関連刺激に抵抗する能力）や自動応答の抑制能力に及ぼす影響を検討し、スマホの効果が見られなかったことを報告している。また、Ward et al. (2017) は実験によりスマホの存在がワーキングメモリ容量を低下させることを示したが、Hartmann et al. (2020) は、類似の記憶課題（短期記憶及び展望記憶課題）でスマホ効果がないことを示した。既存研究の知見から、スマホの存在はある種類の注意を必要とする課題に悪影響を与えるが、他の種類の注意を必要とする課題には影響を与えない可能性がある。そこで、作業環境でデジタル機器をどう扱うべきかを考えるためには、スマホがどのように注意を引き付けているのか、また、スマホの存在が人間の認知プロセスにどのような影響を及ぼしているかといった問題をより深く検討する必要がある。

我々のスマホ効果に関する研究（劉ほか、2021）では、スマホの電源が OFF で使用不可状態であっても、また作業が難しくスマホに向ける注意が十分でない状態であっても、スマホが視野内にあるだけで、主作業に向けられる視覚的な注意範囲を縮小させることが示されている。この結果は、既存研究と同様に、スマホが存在することで利用できる注意資源が低下したということの意味しており、ネガティブなスマホ効果が見られたことを示している。すなわち、スマホが視覚的に認識されると強制的・無意図的・自動的にスマホに対して注意が向けられるという、注意の捕捉（attention capture）が生じることを示唆している。また、この結果は、スマホの存在は注意資源低下のみならず、注意を中心視に集中させようとすることも示唆する。これは、注意の捕捉に対抗して、主作業の情報処理を維持するため注意機能を能動的に調整することでもある。このような認知的な調整は、新しい情報の想起や思考の展開につながる可能性がある（e.g., Zabelina, 2018）。つまり、スマホの存在が「視覚的注意を制御する」という認知機能に影響すると、スマホの存在による注意の調整が創造的な思考に影響するかもしれない。

そこで、本研究では、これらの可能性を検証するために二つの実験を行った。

2 研究方法と結果

実験 1 では、「注意する範囲を能動的に調整させる必要のある Navon 課題」を主作業として用い、その成績の分析からスマホの存在が視覚的注意の制御プロセスに影響を及ぼすかを検証する実験を行った。実験 2 では、スマホが存在する状況と存在しない状況で、創造性を測定するために用いられる日本語版遠隔性連想検査課題（RAT 課題）を主作業として用い、その成績の比較からスマホの存在が創造的思考を促進するかを検討した。また、ポジティブなスマホの効果の内的メカニズムについて検証するために、スマホの存在と同様に、注意をそらす状態を誘発する環境要因である自然への接触が創造性に与える影響を検討した。

実験 1 では 36 名の大学生・大学院生（男性 16 名、女性 20 名、 $M = 22.84$ 、 $SD = 2.93$ ）が参加した。実験

2では32名の大学生・大学院生（男性16名、女性16名、 $M=21.34$ 、 $SD=2.42$ ）が参加した。これらの実験は、大阪大学人間科学部行動研究倫理委員会により承認された。参加者は、研究内容の説明書を読んだ後、インフォームドコンセントを取得した。すべてのメソッドは、関連するガイドラインと規則に従って行われた。

実験1と2の分析は、すべての自由度はChi-Mullerの ϵ を用いて補正した。多重比較はすべてShaffer法により行った。効果量はすべて η^2 を示した。有意水準は5%とした。

2-1 実験1

(1) 実験装置

Navon文字を提示するスクリーン（iiyama Prolite XU2294HS; 499 [W] × 370 [H]）を、参加者の位置から約60 cm離れたところに設置した。Navon文字（ $2.2^\circ \times 2.2^\circ$ ）は画面中央に提示された。回答はコンピュータ（Mouse、MB-B505S-M2S1）に接続されたキーボード（DELL SK-8115）を介して収集された。スマホあり条件では、使用後の電源オンの状態のスマホが、Navon課題遂行の間に、キーボードの左側に置かれた。統制条件であるスマホなし条件では、スマホとほぼ同じ大きさ・重さのモバイルバッテリーを使用した。

(2) 刺激

Navon文字にはグローバル数字（全体： $3.71^\circ \times 2.52^\circ$ ）とローカル数字（部分： $0.41^\circ \times 0.32^\circ$ ）があり、グローバル数字が2と3の場合のローカル文字は4と5、グローバル数字が4と5の場合のローカル文字は2と3とした（図1）。そして、Navon文字には全部で8つのパターンがある：G2/L4（大文字“2”が数個の小文字“4”から構成される；図1の右下）、G3/L4、G2/L5、G3/L5、G4/L2、G4/L3、G5/L2、G5/L3である。Navon文字はモニター中央に黒背景に白で表示された。

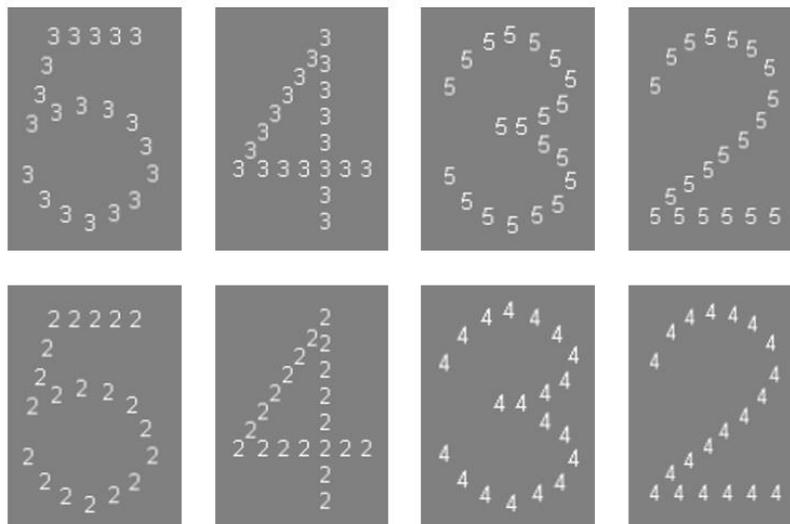


図1 Navon文字

(3) 実験の流れ

参加者は最初に教示を受け、練習セッションを行った（合計：102試行、うち24試行はスイッチング試行）。

主課題セッションにおいて、参加者は2つの実験条件（スマホあり条件とスマホなし条件）に参加した。実験条件の順番は参加者間でカウンターバランスがとられた。二つの実験条件とも、スマホの使用を要求するスマホ検索課題と、3ブロックのNavon課題から構成された。スマホ検索課題は参加者にスマホの存在を意識させるためのダミー課題であった。Navon課題の遂行中、スマホが存在するかしないかを実験条件に応じて変化させ、スマホが存在する場合でもスマホを操作することはなかった。

Navon課題の試行の流れを図2に示した。初めにスクリーン中央に固視点（+）が提示された。1,000 ms経過後、固視点が消えた。その100 ms後スクリーン中央にNavon文字が提示された。Navon文字が提示開始

の 100 ms 後に消去された。参加者の反応が行われるまで画面には何も提示されなかった。参加者反応後、次の試行が始まった。ターゲットが現れる階層（グローバル、ローカル）に関係なく、ターゲットが「2」の場合は左手人差し指で F キーを、ターゲットが「3」の場合は右手人差し指で J キーを押す必要があった。参加者はできるだけ速く、正確にキー押しで反応するよう指示された。応答キーのマッピングは参加者間でカウンターバランスを取った。Navon 文字の提示開始時点からキー反応までを反応時間として記録した。

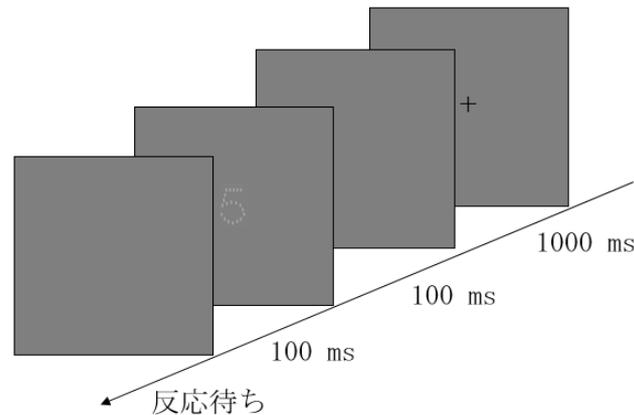


図 2 Navon 課題の試行の流れ

Navon 文字の構成と Navon 課題の手順は先行研究 (Rinehart et al., 2001) に準拠し、レベル反復の手順は Wilkinson, Halligan, & Marshall (2001) に準拠した。ターゲット数字が 2 か 3 かがランダムに設定されたが、ターゲットが出現する階層レベルは厳密に制御された。前試行のターゲット階層と比べて、現在の試行のターゲットが出現する階層が変わらないときの試行をリピート試行（グローバル反復：GG 試行、ローカル反復：LL 試行）とした。同じ階層にターゲットが連続に出現する回数は、2 回、4 回、または 6 回の 3 水準であった。現在のターゲットの階層が変わるときの試行をシフト試行（グローバルからローカル：GL 試行、ローカルからグローバル：LG 試行）とした。シフト試行は、リピート階層が変わる時出現するため、リピート条件ごとに、各ターゲットは各レベル（グローバル・ローカル）で 6 回ずつ呈示された。参加者は、各実験条件において 3 ブロックを行った。各条件でのブロックの試行数は、それぞれ 98、100、102 試行で、計 600 試行（そのうち、144 シフト試行がある）となった。ブロック間は 30 秒、実験条件間は 10 分の休息をとった。タスクセッションの所要時間は 30～45 分であった。

（４）実験計画・仮説

実験計画はスマホの有無（あり・なし）を要因とする一要因参加者内計画であった。Navon 課題の反応時間及び正答率を従属変数とした。

本実験の仮説は、スマホが存在することで視覚的注意が能動的に調整されると参加者の注意シフトの能力が高まるというものであり、近くにスマホがある参加者は、近くにスマホがない参加者より、GL 試行への反応がより早く、エラー反応が少ないと予測した。

（５）結果

結果を図 3 に示す。反応時間が 100 ms 未満、または平均値から 3 標準偏差以上離れた試行と、システムによる反応時間の欠損が生じた試行は分析から除外された（全試行の 2.8%）。

Navon 課題の正答反応時間と角度変換で処理したエラー率については、スマホ条件（あり、なし）×試行タイプ（GG、LL、GL、LG）の二元配置分散分析を行った。Navon 課題の反応時間（図 3、左）においては、試行タイプの主効果は有意であったが ($F(1.7, 59.54) = 24.95, p < 0.001, \eta^2 = 0.08$)、スマホの有無条件の主効果は有意でなかった ($F(1, 35) = 0.77, p = 0.39, \eta^2 = 0.00$)。試行タイプとスマホ有無条件の交互作用も有意でなかった ($F(2.61, 91.18) = 1.27, p = 0.29, \eta^2 = 0.00$)。多重比較の結果、スマホの有無にかかわらず、GG 試行の反応時間は LL、LG、GL 試行の反応時間より短かった ($ps < 0.05$)。また、LL、LG 試行の反応時間は GL 試行の反応時間より短かった ($ps < 0.01$)。

Navon 課題のエラー率（図 3、右）においては、試行タイプの主効果は有意で ($F(2.58, 90.41) = 26.84, p$

< 0.001, $\eta^2 = 0.17$)、スマホの有無条件の主効果では有意傾向が見られた ($F(1, 35) = 3.71, p = 0.06, \eta^2 = 0.01$)。試行タイプとスマホの有無条件の交互作用も、有意傾向が見られた ($F(2.7, 94.51) = 2.22, p = 0.10, \eta^2 = 0.01$)。交互作用について、単純主効果の検定を行ったところ、GL と LG 試行において、スマホの有無条件の単純主効果が有意傾向であった (それぞれ GL: $F(1, 35) = 3.10, p = 0.09, \eta^2 = 0.03$; LG: $F(1, 35) = 3.02, p = 0.10, \eta^2 = 0.04$; GG: $F(1, 35) = 2.65, p = 0.11, \eta^2 = 0.01$; LL: $F(1, 35) = 1.00, p = 0.32, \eta^2 = 0.01$)。GL、LG 試行では、スマホあり条件でのエラー率の方がスマホなしのエラー率よりも低かったが ($ps < 0.10$)、GG と LL リピート試行ではこの差はみられなかった。すべてのスマホの有無条件において、試行タイプの単純主効果が有意であった (それぞれスマホあり $F(2.35, 82.37) = 18.40, p < 0.001, \eta^2 = 0.19$; スマホなし $F(2.62, 91.69) = 13.75, p < 0.001, \eta^2 = 0.16$)。スマホの有無条件ごとに多重比較を行ったところ、スマホなし条件 (コントロール) では、GG 試行のエラー率は LL、LG、GL 試行のエラー率より低かった ($ps < 0.01$) ; LL、LG 試行のエラー率は GL 試行のエラー率より低かった ($ps < 0.01$)。スマホあり条件では、GG、LG 試行のエラー率が LL、GL 試行のエラー率より低くなった ($ps < 0.05$)。

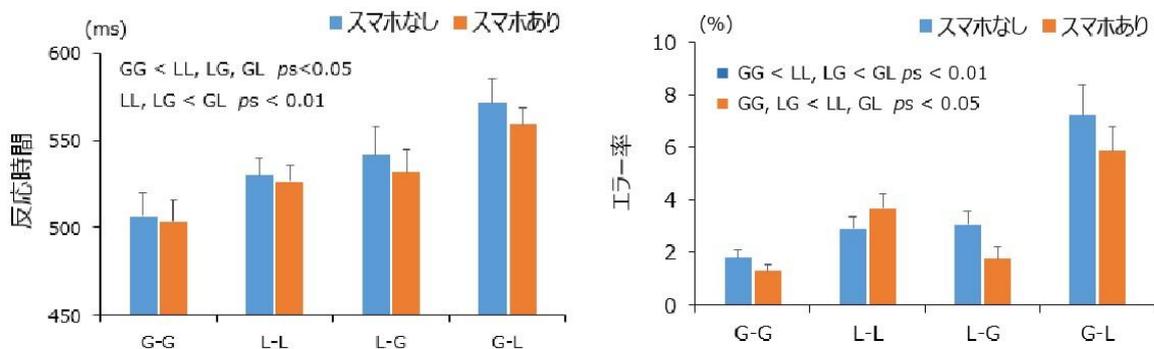


図 3 左 : Navon 課題の反応時間、右 : エラー率(エラーバー : 標準誤差)

(6) 実験 1 の考察

実験 1 では、Navon 課題を用いて、スマホの存在が注意制御に与える影響について検討した。刺激の呈示順序のタイプの影響について、GG 試行と GL 試行、LL 試行と LG 試行で反応時間差を比較すると、スマホの有無にかかわらず、前試行のターゲット階層がグローバルであった場合のみに、ターゲット階層の変化による反応時間が顕著に増加した。このことから、グローバル階層の情報処理が優先的に実行され、ローカル階層にあるターゲットの情報処理が妨害されたことが示唆され、GL 試行の反応時間に、グローバル処理による干渉効果により大きい注意のシフトコストが顕著に反映されたと考えられる。

一方、スマホなし条件において、エラー率は反応時間と同様に、GL 試行のみに注意シフトのコストが顕著に反映された。これらの結果から、GL 試行の反応時間及びエラー率が注意シフトの能力変化の指標として適切であることを示している。

スマホの存在が Navon 課題成績に与える影響については、反応時間ではスマホの存在の効果は見られないが、エラー率は GL 試行でスマホが存在するほうがより低いという結果となった。これは仮説を支持するものであるが、統計的に有意なものではないため明確な結果が得られたとは言えない。この理由については、次の総合考察で詳しく論議する。

2-2 実験 2

(1) 実験装置

実験環境を図4に示す。参加者の座席から120cm離れた位置にある65インチLEDモニター（JAPANNEXT、JN-V6500UHDR）には、ランドスキップ社が提供する自然風景の映像（森、滝、海岸：<https://www.landskip.jp/>）をビデオプレーヤー（Panasonic、DP-UB9000）で提示させた。自然映像の音声は、サラウンドスピーカー（Pioneer S-H100）を搭載したステレオシステム（Pioneer、5.1ch HTP-S363）を用いて、テーブルの四隅に設置したスピーカーから70dBの音量で提示した。自然映像に対応した風を模倣するため、机の横に置いた小型扇風機で風を提示した。机の中央（120 cm [W] × 60 cm [H]）にコンピュータ（Mouse、MB-B505S-M2S1）を設置し、ソフトウェア PsychoPy（ver. 1.83.04, Peirce, 2007, 2009）により課題刺激を提示した。参加者の利き手側にスマートフォン（Apple iPhone 11）を置いた。

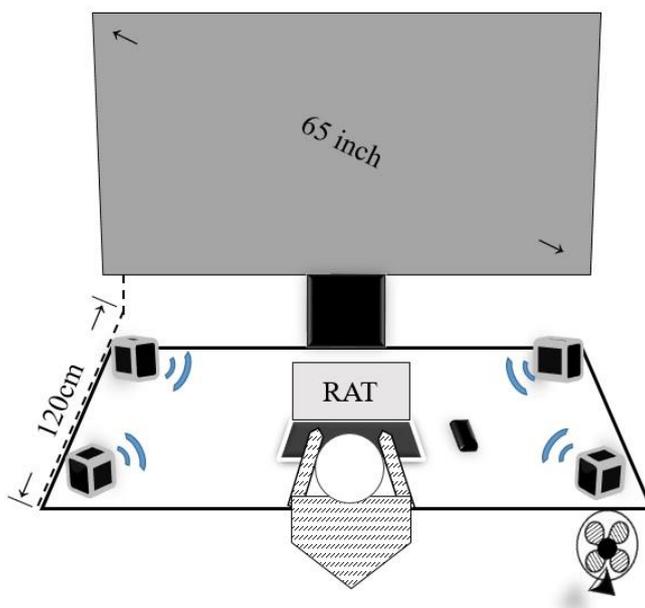


図4 実験環境

(2) スマホ効果に対する主観評価及び生理評価

感情状態 スマホの存在と自然への接触による感情への影響を調べるため、日本語版 Positive and Negative Affect Schedule (PANAS) (佐藤・安田、2001) を用いて、スマホが近くにある場合とない場合の RAT 終了前後の感情の変化を評価した。

メンタルワークロード スマホの存在及び自然への接触によってどのような内的プロセスが活性化され、創造性課題のパフォーマンスを向上させるかを明らかにするためには、情動（感情価と覚醒度、Russel, 1980）、ストレスに対する生理的反応、精神的負荷を測定することが必要である。ここでは、主観的評価として作業負担の主観的評価手法である NASA-TLX の7個の評価項目のうち5項目（知的・知覚的要求、作業成績、フラストレーション、努力、全体的作業負荷）を用いて精神的負荷（三宅・神代、1993）を9件法で測定した。

生理的覚醒水準 スマホの存在および自然への接触による生理的な覚醒水準変化については、皮膚コンダクタンスレベル変動を指標として評価した。皮膚コンダクタンスレベル (SCL) は、皮膚反応のテンションレベルを表し、一般的な覚醒の変化を反映する。SCL の測定は、皮膚電気活動増幅器 MaP1720CA とユニット AP-U030（日本サンプル工業）を用い、参加者の非利き手の中指と人差し指の内側に装着される2つの円形電極（直径1 cm、Mets社製）で記録された。これらのデータは入力モニターソフトウェア（日本サンテック）を用いて記録し、サンプリングレートは500 Hz、0-15 Hz のデジタルバンドパスフィルタを適用した。

(3) 手続き

参加者は、自然要素あり環境または自然要素なし環境のどちらかに割り当てられ、2日間実験に参加した（図5）。一日目はスマホが存在する条件とし、二日目はスマホが存在しない条件とした（スマホ条件は参加者間のカウンターバランスをとった）。創造性は、収束的創造課題として日本語版遠隔性連想検査課題（RAT

課題; 織田・服部・西田、2018) によって測定された。予備実験で選出された 72 問題項目が RAT 課題項目として用い、各スマホ条件における RAT の項目を同一の中程度の難易度に設定した (各課題セットの平均正答率: 0.60)。また、各スマホ条件における RAT 項目の表示順番はすべてランダムであった。両日の実験の手順は、初日に練習課題を行う以外は同一であった。1 日の実験の流れを図 5 に示す。

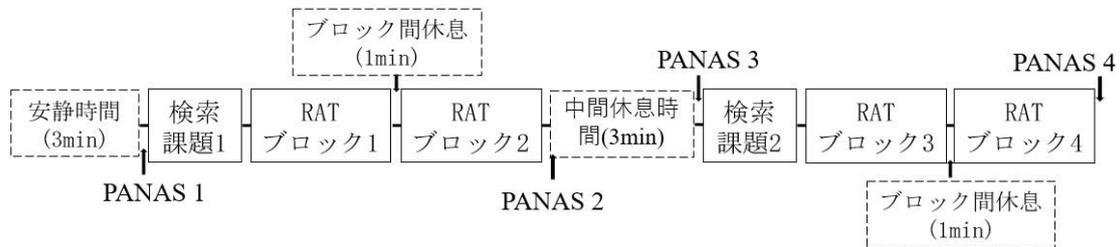


図 5 1 日の実験の流れ

RAT の練習課題の終了後、電極を非利き手の人差し指と中指の第二関節に貼り付け、SCL の記録を開始した。検索課題に入る前に 3 分間 SCL を記録し、ベースラインとした。自然あり条件では、ベースラインの記録開始時に自然風景の映像の再生および、その映像に関連する自然要素の呈示が開始し、実験終了まで続いた。本実験は 2 つの課題セットがあった。1 セット目は、スマホ検索課題と RAT の 2 ブロックからなり、スマホ検索課題と RAT 課題の間には 3 分の休憩を設けた。スマホ検索課題は、実験 1 と同様な方法で行った (実験 1 の実験課題に参照)。スマホ存在条件では、スマホはスマホ検索課題の開始前に同一の場所に配置された。また、RAT 課題遂行中は、スマホが電源オン状態であった。スマホなし条件では、スマホ検索課題の後に実験者がスマホを持ち去り、スマホと同じ大きさ・重さのモバイルバッテリーを机の上に置いた。RAT 課題遂行中には、スマホまたはバッテリーを見ることができるとは、使わないように指示された。

2 ブロックの RAT (1 ブロック 9 試行) を連続して実施し、ブロック間に 1 分間の休息時間を設けた。1 試行 (図 6) では、注視点を 0.5 秒呈示した後、画面中央部に三つの漢字を 45 秒間呈示した。45 秒以内に答えが分かった場合では、参加者に「space」キー押し反応してから、回答画面の指示に従って用紙に回答を記入するように指示した。45 秒の呈示時間が終わるまで、キー押し反応がない場合には RAT 刺激が消去され、自動的に回答画面に切り替わった。また、画面が切り替わった後も RAT について考え続けられないように参加者に指示した。

参加者は、日本語版 PANAS (佐藤・安田、2001) 質問紙を 4 回記入した。記入のタイミングは、図 5 に示したように、最初の RAT ブロックの前、2 回目の後、3 回目の前、4 回目の後であった。また、実験後に精神的負荷 (NASA-TLX の 5 項目) および自然環境に対する感情 (感情価および覚醒度を測定する 9 点スケール; Russell, 1980) についての質問にも回答してもらった。2 日目には、参加者は Problematic Use of Mobile Phone (PUMP) 質問票 (Merlo, Stone, & Bibbey, 2013; 日本語ネイティブスピーカーによる翻訳) と人口統計学的情報の質問に回答した。PUMP は、スマホへの依存度を測定する尺度であり、スマホ依存の個人差による影響を制御・除外するために使用した。

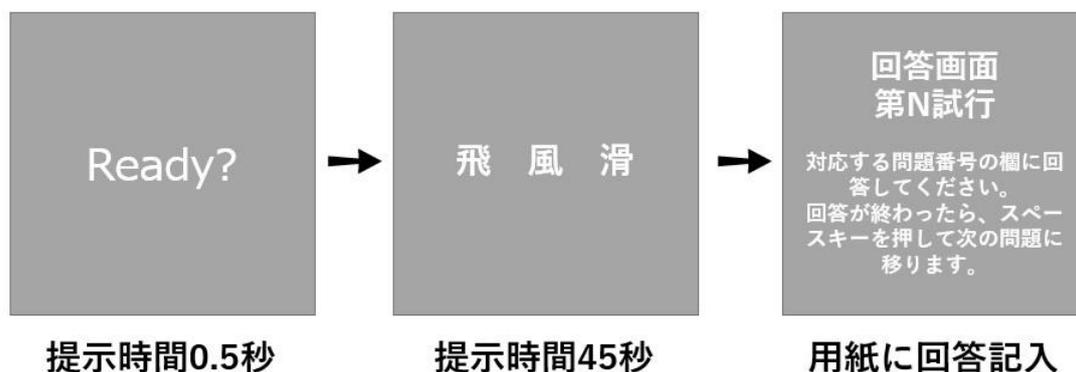


図 6 RAT 課題の一試行の流れ

(4) 実験計画・仮説

この実験は、2（自然接触：あり・なし；参加者間）×2（スマホ有無：あり・なし；参加者内）の二要因混合計画であった。スマホ有無条件での RAT 課題セット（36 問題項目）は、参加者間でカウンターバランスを取った。各スマホ有無条件では、4 ブロックの RAT 問題項目があり、1 ブロックあたり 9 試行であった。RAT 課題の反応時間及び正答率、SCL の平均値、主観評価（感情状態 PANAS、感情価および覚醒度、精神的負荷 NASA-TLX の 5 項目）の評点を従属変数とした。

この研究の仮説は以下の通りであった：

H1 (a) 近くにスマホがある参加者は、近くにスマホがない参加者よりも、創造的課題の成績がよい。

H1 (b) スマホがあることで、PANAS でのネガティブな感情のスコアが増加する。

H2: 自然要素のある条件の方が、自然要素のない条件よりも、参加者の創造的課題の成績がよい。

H3: 自然がある条件下では、参加者の経験した精神的負担がより少なく (a)、よりストレスを感じず (b)、よりリラックスしている (c)。この主観感情の差は、(a) NASA-TLX の全部または一部の項目が減少する、(b) SCL は自然存在条件下で変化が少ない、(c) スマホの有無にかかわらず、自然存在条件下で感情価の得点が増加、覚醒の得点が減少する、に反映されると予測した。

(5) 結果

データ処理について、適切な手順で実施できなかった 2 人のデータを分析から除外した。そこで、残りの 30 人のデータを分析した。

RAT 課題の正答反応時間と角度変換で処理された正答率については、スマホ有無条件（あり、なし）×自然接触条件（あり、なし）の二元配置分散分析（混合計画）を行った。反応時間（図 7、左）については、主効果（それぞれスマホ有無： $F(1, 28) = 0.02, p = 0.88, \eta^2 = 0.00$ ；自然接触： $F(1, 28) = 0.02, p = 0.89, \eta^2 = 0.00$ ）、交互作用（ $F(1, 28) = 0.43, p = 0.52, \eta^2 = 0.01$ ）のいずれにも有意な差が見られなかった。正答率（図 7、右）については、スマホ有無の主効果が有意であった（ $F(1, 28) = 11.06, p < 0.01, \eta^2 = 0.06$ ）。一方、自然接触の主効果は有意でなかった（ $F(1, 28) = 0.30, p = 0.59, \eta^2 = 0.01$ ）。スマホ有無×自然接触の交互作用も有意ではなかった（ $F(1, 28) = 1.46, p = 0.24, \eta^2 = 0.01$ ）。いずれの自然接触条件においても、スマホが近くにある参加者の RAT 正答率は、スマホが近くでない参加者より高かった。

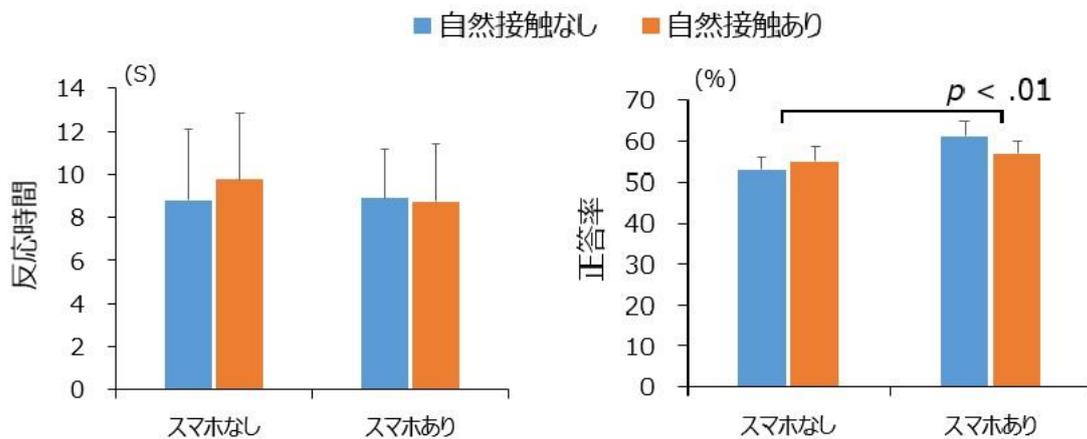


図 7 左 : RAT 課題の反応時間、右 : RAT 課題の正答率(エラーバー : 標準誤差)

次に、SCL の変動率 (図 8) について、スマホ有無条件 (あり、なし) × 自然接触条件 (あり、なし) × RAT ブロック (B1、B2、B3、B4) の三元配置分散分析 (混合計画) を行った。ブロックの主効果は有意であった ($F(1.35, 37.85) = 9.24, p < 0.01, \eta^2 = 0.08$)、一方、スマホ有無の主効果 ($F(1, 28) = 2.38, p = 0.13, \eta^2 = 0.01$)、自然接触の主効果 ($F(1, 28) = 1.05, p = 0.31, \eta^2 = 0.02$) は有意でなかった。ブロックとスマホ有無の二次の交互作用は有意であった ($F(2.24, 62.6) = 3.26, p < 0.05, \eta^2 = 0.01$)。それ以外の二次の交互作用および三次の交互作用は有意でなかった(それぞれに自然接触×スマホ有無: $F(1, 28) = 0.24, p = 0.63, \eta^2 = 0.00$; 自然接触×ブロック: $F(1, 28) = 1.51, p = 0.23, \eta^2 = 0.01$; 自然接触×ブロック×スマホ有無: $F(2.24, 62.6) = 2.16, p = 0.12, \eta^2 = 0.01$)。

ブロック×スマホ有無の二次の交互作用について単純主効果の検定を行ったところ、ブロック 2 のみスマホの状態の単純主効果が有意であった(それぞれ B1: $F(1, 28) = 2.69, p = 0.11, \eta^2 = 0.03$; B2: $F(1, 28) = 5.89, p < 0.05, \eta^2 = 0.03$; B3: $F(1, 28) = 1.62, p = 0.21, \eta^2 = 0.02$; B4: $F(1, 28) = 0.34, p = 0.57, \eta^2 = 0.00$)。ブロック 2 ではスマホがない場合の方が SCL の変化が大きいことがわかった ($3.56 \mu S > 1.81 \mu S$)。いずれのスマホ有無条件においても、ブロックの単純主効果が有意、有意傾向であった(それぞれなし: $F(1.66, 46.61) = 12.54, p < 0.001, \eta^2 = 0.11$; あり: $F(1.48, 41.42) = 3.53, p = 0.05, \eta^2 = 0.05$)。

スマホの有無条件ごとに多重比較を行ったところ、スマホのある条件では、ブロック 1 ($6.53 \mu S$) での SCL 変動がブロック 3 ($3.57 \mu S$)、4 ($2.26 \mu S$) より大きく、ブロック 2、3 の SCL 変動もブロック 4 よりも大きかった ($ps < 0.05$)。スマホなし条件では、ブロック間の SCL 変動の差が見られなかった。

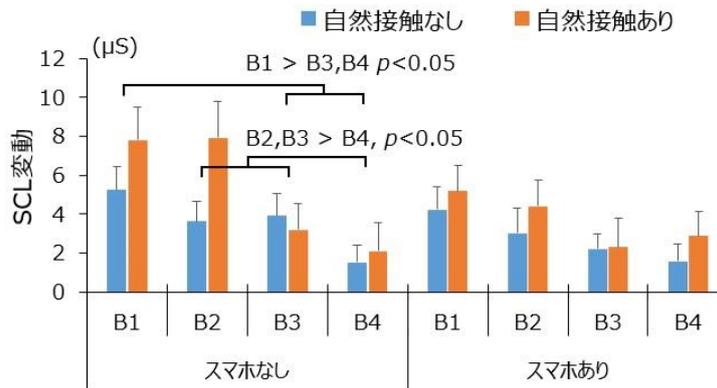


図 8 左：SCL の変動率(エラーバー：標準誤差)

ネガティブな感情およびポジティブな感情のスコア (図 9) では、スマホ有無条件 (あり、なし) × 自然接触条件 (あり、なし) × 測定タイミング (P1、P2、P3、P4) の三元配置分散分析 (混合計画) を行った。ポジティブな感情スコアについては、主効果 (それぞれ測定タイミング： $F(2.51, 70.14) = 1.51, p = 0.23, \eta^2 = 0.00$; スマホ有無： $F(1, 28) = 1.32, p = 0.26, \eta^2 = 0.00$; 自然接触： $F(1, 28) = 0.05, p = 0.82, \eta^2 = 0.00$) も二次、三次の交互作用 (測定タイミング×スマホ有無の二次の交互作用： $F(2.44, 68.3) = 1.04, p = 0.37, \eta^2 = 0.00$; 測定タイミング×自然接触の二次の交互作用： $F(2.51, 70.14) = 0.47, p = 0.67, \eta^2 = 0.00$; スマホ有無×自然接触の二次の交互作用： $F(1, 28) = 0.11, p = 0.75, \eta^2 = 0.00$; 三次の交互作用： $F(2.44, 68.3) = 0.49, p = 0.65, \eta^2 = 0.00$) も有意ではなかった。

ネガティブな感情については、測定タイミングの主効果が有意であった ($F(2.58, 72.12) = 10.05, p < 0.001, \eta^2 = 0.05$)。他の主効果 (スマホ有無： $F(1, 28) = 0.76, p = 0.39, \eta^2 = 0.00$; 自然接触： $F(1, 28) = 0.10, p = 0.76, \eta^2 = 0.00$) と二次、三次の交互作用 (測定タイミング×スマホ有無の二次の交互作用： $F(2.53, 70.74) = 0.13, p = 0.92, \eta^2 = 0.00$; 測定タイミング×自然接触の二次の交互作用： $F(2.58, 72.12) = 0.75, p = 0.51, \eta^2 = 0.00$; スマホ有無×自然接触の二次の交互作用： $F(1, 28) = 0.60, p = 0.44, \eta^2 = 0.00$; 三次の交互作用： $F(2.53, 70.74) = 0.45, p = 0.69, \eta^2 = 0.00$) は有意でなかった。

多重比較の結果、参加者の RAT 課題前半の終了後にネガティブな感情のスコアが高く (P1 < P2、P4; P3 < P4、 $p_s < 0.05$)、休憩後に低下した (P2 > P3、 $p < 0.05$)。さらに、RAT 課題前半のネガティブな感情スコアの増分は後半より大きかった (P1 = P3、P2 > P4、 $p < 0.05$)。

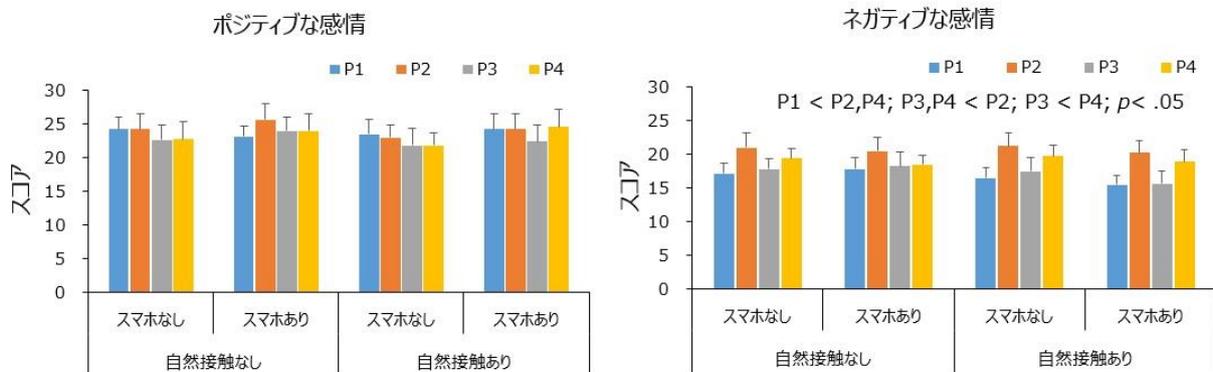


図 9 左：ポジティブな感情、右：ネガティブな感情(エラーバー：標準誤差)

感情価、覚醒度については、正答率の分析同様、二元配置分散分析で分析した。感情価について（図 10、左）は、自然接触の主効果が有意であった（ $F(1, 28) = 5.40, p < 0.05, \eta^2 = 0.09$ ）が、スマホ有無の主効果は有意でなかった（ $F(1, 28) = 0.65, p = 0.43, \eta^2 = 0.01$ ）。二次の交互作用も有意ではなかった（ $F(1, 28) = 0.20, p = 0.66, \eta^2 = 0.00$ ）。いずれのスマホ有無条件においても、自然接触した参加者の感情状態は、自然接触しなかった参加者よりもポジティブになった。覚醒度（図 10、右）については、主効果（スマホ有無： $F(1, 28) = 0.37, p = 0.55, \eta^2 = 0.00$ ；自然接触： $F(1, 28) = 0.03, p = 0.86, \eta^2 = 0.00$ ）も交互作用（ $F(1, 28) = 0.37, p = 0.55, \eta^2 = 0.00$ ）も有意ではなかった。

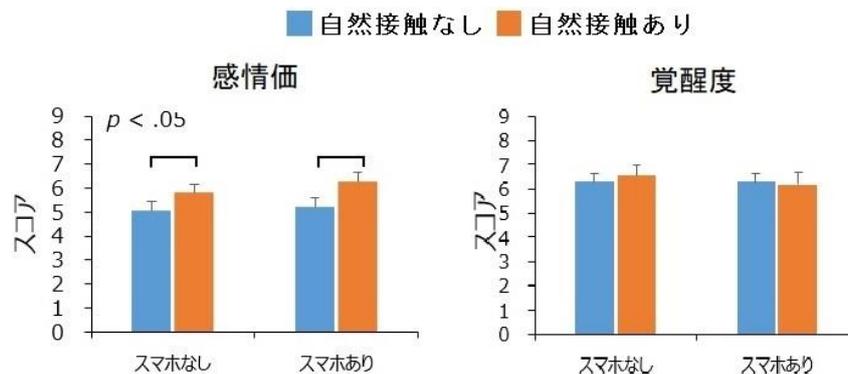


図 10 左：感情価、右：覚醒度(エラーバー：標準誤差)

NASA-TLX の各 5 項目のスコア平均値を二元配置分散分析で分析した（図 11）。知的・知覚的欲求については、スマホ有無の主効果は有意傾向であった（ $F(1, 28) = 3.38, p = 0.07, \eta^2 = 0.02$ ）が、自然接触の主効果が有意でなかった（ $F(1, 28) = 0.26, p = 0.61, \eta^2 = 0.01$ ）。二次の交互作用も有意ではなかった（ $F(1, 28) = 1.62, p = 0.21, \eta^2 = 0.012$ ）。知的・知覚的欲求は、スマホがないときの方がより高かった。

自己のパフォーマンスについては、主効果（スマホ有無： $F(1, 28) = 2.41, p = 0.13, \eta^2 = 0.03$ ；自然接触： $F(1, 28) = 0.09, p = 0.76, \eta^2 = 0.00$ ）も交互作用（ $F(1, 28) = 1.87, p = 0.18, \eta^2 = 0.02$ ）も有意ではなかった。

エフォートについては、主効果（スマホ有無： $F(1, 28) = 0.88, p = 0.36, \eta^2 = 0.01$ ；自然接触： $F(1, 28) = 0.18, p = 0.68, \eta^2 = 0.01$ ）も交互作用（ $F(1, 28) = 0.88, p = 0.36, \eta^2 = 0.01$ ）も有意ではなかった。

フラストレーションについては、スマホ有無（ $F(1, 28) = 4.54, p < 0.05, \eta^2 = 0.06$ ）および自然接触（ $F(1, 28) = 4.39, p < 0.05, \eta^2 = 0.08$ ）の主効果は有意であった。二次の交互作用も有意ではなかった（ $F(1, 28) = 0.10, p = 0.75, \eta^2 = 0.00$ ）。参加者は、自然があるときよりもないときの方が、また、スマホがあるときよりもないときの方が、フラストレーションが大きいことを示した。

全体的な負荷については、主効果（スマホ有無： $F(1, 28) = 0.97, p = 0.33, \eta^2 = 0.01$ ；自然接触： $F(1, 28) = 2.54, p = 0.12, \eta^2 = 0.05$ ）も交互作用（ $F(1, 28) = 0.24, p = 0.63, \eta^2 = 0.00$ ）も有意ではなかった。

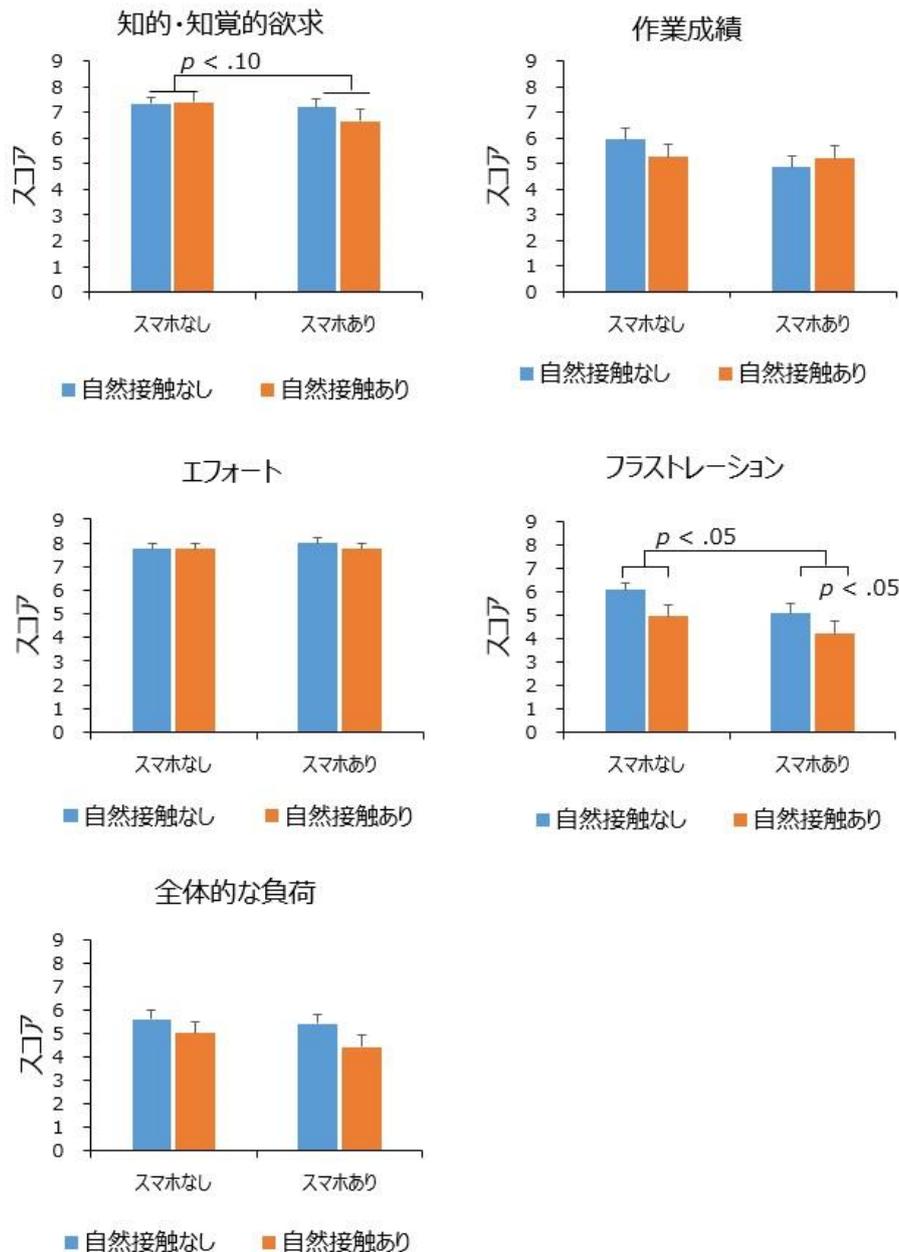


図 11 NASA-TLX の 5 項目 (知的・知覚的欲求, 作業成績, エフォート, フラストレーション, 全体的な負荷) の主観評価(エラーバー: 標準誤差)

(6) 結果の考察

実験 2 では、スマホの存在が RAT 課題によって評価される収束的創造性に与える影響について検討した(自然環境による影響の考察は省略する)。図 7 から、RAT 課題成績はスマホがある方が存在しない場合より高くなっており、スマホの存在が創造的な成果を増加させたことを示唆している。よって仮説 H1(a) は支持された。また、図 9 から、スマホの有無でネガティブな感情に差は見られず、仮説 H1(b) は支持されなかった。

主観評価及び生理的評価については、予測外のスマホの存在による影響も見られた。課題遂行中の主観的な精神的作業負荷 (図 11) について、RAT 課題遂行中にスマホが存在すると、参加者が経験した知的・知覚的欲求と、フラストレーションが低くなることが示された。この結果は、スマホが存在すると、創造的思考の遂行による精神的な作業負荷が低下し、課題遂行はより容易にできたことを示唆する。また、SCL 変動の結果(図 8)から、スマホなし条件では、SCL がブロック 1 とブロック 2 の期間中に上昇したが、その後プロ

ック3とブロック4の期間中に減少したことが示された。SCLの変動は生理的覚醒水準の変化を示し変動が大きいことは覚醒水準の上昇を示す。そして、スマホがない状況でのSCL変化は、課題開始後に注意が喚起され、覚醒度が上昇し、前半のブロック1とブロック2の課題遂行中に一定水準の覚醒度を維持した。休憩後に注意が再び喚起され、覚醒度が上昇したが、後半の2ブロックにおける覚醒水準は前半より低かったことを示している。前半と後半の覚醒水準の違いは、休憩時間を与えられても疲労が十分に回復しなかったことを示している。それに対して、スマホあり条件では同様な傾向は見られなかった。このようなスマホ有無条件間のSCL変動の違いから、スマホが存在する条件においては覚醒水準が適正に保たれ、課題遂行による疲労が生じにくくなることも示唆された。

3 総合考察

本研究では、スマホの存在がユーザの認知活動にどのような影響を与えるかを明らかにするために、視覚的注意制御課題と創造性課題を用いてスマホ存在の効果を実験によって検討した。その結果、スマホの存在が注意制御の能力に影響を与えたとはいえないが、収束的創造的思考の効率がスマホの存在によって向上することが示された。

実験1では、スマホの存在が「視覚的注意を制御する」という認知プロセスに与える影響について検討した。視覚的注意制御の効率を反映するGL試行の成績に注目すると、スマホの存在によってGL試行の反応時間の有意な差は見られなかったが、スマホが存在しない場合に比べてスマホが存在する場合にエラー率がより低くなることが示された。ただし、この促進効果は、注意制御があまり必要とされないLG試行にも観察された点や、反応時間では見られない点に留意すべきである。この2点を考慮すると、スマホの存在の促進的な効果は視覚的注意の制御効率向上と密接に関係しているとは考えにくい。代替的解釈として、スマホの存在によって反応制御のプロセスへのモニタリングに利用可能な注意資源量が制限され、不要なモニタリングが起りにくいということが考えられる。Navon 刺激への知覚-反応は、繰り返しの実行によって自動化することができる。自動化に伴って反応時の意識的なモニタリングやそのための注意資源配分も不要になる。しかし、成績懸念などの要因で必ずしも必要でないモニタリングが誘発された場合、行動が逆に不安定になり、エラー反応が多くなることがある。したがって、スマホの存在によって利用可能な注意資源量が少なくなり、不要なモニタリングが起りにくくなることは、スマホあり条件においてNavon課題のエラー反応が逆に少なくなる結果を生じさせた可能性がある。一方で、本研究で用いられたNavon課題では比較的複雑な認知的制御を必要となるが、この課題に対してネガティブなスマホの効果も明確に見られなかった。このことから、課題に求められる注意の働きの特性により、スマホの存在効果が生じない場合があることが示唆された。

次に、実験2では、スマホの存在が収束的創造性プロセスに与える影響について検討した。その結果、スマホの存在によって創造的な成果が増加し、創造的思考の遂行による精神的な作業負荷が低下して課題はより容易に実行できたことが示された。参加者は創造性課題の前にスマホを使用したことで、課題に対する注意が分散された。その後の課題遂行中でも、スマホの存在が注意分散な状態を再び引き起こす手がかかりとして働いていたことで、創造性課題においても分散される注意状態は維持されていたと考えられる。したがって、創造性向上は、スマホが存在することで、注意分散な状態が引き起こされ、参加者はより多くの情報にアクセスできるようになったためであると考えられる。

スマホ存在が同時に行われるあらゆる認知プロセスに影響を及ぼすか、という問題について、認知課題の成績に影響しにくいケースがあることが示された。これは先行研究(Johannes et al., 2018; Hartmann et al., 2020)の報告と同様である。スマホの効果は認知過程そのものに影響するというより、主に視覚的注意の配分に対して影響を及ぼすものと言える。一方、スマホの存在が注意の集中を妨げることによるポジティブな影響として、スマホの存在が注意散漫を引き起こすことで、より多くの情報にアクセスできるようになり、その結果として創造性が向上するという知見が得られた。創造性課題は、課題関連の情報処理のみが必要な課題(ワーキングメモリ課題や、視覚探索課題)と異なり、課題の内容と明確な関連性を持たない幅広い情報の処理が求められる。スマホの存在による創造性向上効果は、よりスマホ存在によって注意がそらされ多くの情報をアクセスできるようになった結果である。研究においても実社会においても、作業中のスマホ使用やスマホ存在による注意散漫など、ネガティブな面が注目されることが多い。しかし本研究はスマホの存在が課題によってはポジティブな影響を及ぼすことがありうることを示すものである。

【参考文献】

- Ito, M., & Kawahara, J.I. (2017). Effect of the presence of a mobile phone during a spatial visual search. *Japanese Psychological Research*, 59(2), 188–198.
- Chee, P., Irwin, J., Bennett, J. M., & Carrigan, A. J. (2021). The mere presence of a mobile phone: Does it influence driving performance? *Accident Analysis & Prevention*, 159, 106–226.
- Johannes, N., Veling, H., Verwijmeren, T., & Buijzen, M. (2018). Hard to resist? The effect of smartphone visibility and notifications on response inhibition. *Journal of Media Psychology Theories Methods and Applications*, 31(4), 214–225.
- Hartmann, M., Martarelli, C. S., Reber, T. P., & Rothen, N. (2020). Does a smartphone on the desk drain our brain? No evidence of cognitive costs due to smartphone presence in a short-term and prospective memory task. *Consciousness and Cognition*, 86, 103033.
- 劉 文娟・伝保 昭彦・篠原 一光 (2021). 作業環境内のスマートフォンの存在によって生じるディストラクションの特性 人間工学, 57(4), pp.203-207.
- Zabelina, D. (2018) Attention and creativity. In O. Vartanian, & R. Jung (Eds.), *The Cambridge handbook of the neuroscience of creativity* (pp. 159–230). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rinehart, N. J., Bradshaw, J. L., Moss, S. A., Brereton A. V., & Tonge, B. J. (2001). A deficit in shifting attention present in high-functioning autism but not Asperger’s disorder. *Autism*, 5(1), 67–80.
- Wilkinson, D. T., Halligan, P. W., Marshall, J. C., Buchel, C., & Dolan, R. J. (2001). Switching between the forest and the trees: brain systems involved in local/global changed-level judgments. *Neuroimage*, 13(1), 56–67.
- Peirce, J. W. (2007). PsychoPy: Psychophysics software in Python. *Journal of Neuroscience Methods*, 162(1-2), 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.017>
- Peirce, J. W. (2009). Generating stimuli for neuroscience using PsychoPy. *Frontiers in Neuroinformatics*, 2, 10. <https://doi.org/10.3389/neuro.11.010.2008>
- 佐藤 徳・安田 朝子 (2000). 日本語版 PANAS の作成 性格心理学研究, 9(2), 138–139.
- Russell, J. A. (1980). A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), 1161–1178.
- 三宅 晋司・神代 雅晴 (1993). メンタルワークロードの主観的評価法—NASA-TLX と SWAT の紹介および簡便法の提案— 人間工学, 29(6), 399–408.
- 織田 涼・服部 雅史・西田 勇樹 (2018). 洞察問題としての日本語版 Remote Associates Task の作成 心理学研究, 89(4), 376–386.
- Merlo, L. J., Stone, A. M., & Bibbey, A. (2013). Measuring problematic mobile phone use: development and preliminary psychometric properties of the PUMP scale. *Journal of Addiction*, 2013, 912807.

〈発表資料〉

題 名	掲載誌・学会名等	発表年月
スマートフォンの存在と自然接触が遠隔連想課題成績に与える影響	日本認知心理学会	2022年3月
Effects of the Presence of a Cell Phone and Exposure to Natural Environments on Remote Associates Task Performance	Scientific Reports	2022年7月