

令和 7 年 5 月 26 日現在

機関番号：11501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2024

課題番号：20K03492

研究課題名（和文）場面の視覚的理解における自然画像の符号化・保持・統合プロセスの解明

研究課題名（英文）Processes of Encoding, Maintenance, and Integration for Briefly Presented Scenes

研究代表者

大杉 尚之（Osugi, Takayuki）

山形大学・人文社会科学部・准教授

研究者番号：90790973

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）：研究の目的は、「断片的な場面情報の符号化と保持の関係」、「場面情報保持の時間的特性」、「断片的情報の統合過程」を明らかにすることであった。場面を分割した断片画像を連続的に呈示し、後にそれを見たかどうかを尋ねる実験パラダイムを用いた。その結果、断片的な場面情報は、符号化時間が長くなるほど記憶がより確実に固定されやすくなること、その記憶には時間とともに急速に低下する成分と、比較的安定して長期間保持される成分があることが示された。さらに、断片的な場面画像を連続して呈示するだけでは、記憶内で全体のイメージが自動的に再構成・保持、統合されるわけではないことも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の学術・社会的意義は「視野の中心付近でしか詳細な情報を取り込めない」という視覚システムの制約を適切に考慮しつつ、画像の呈示時間を制御できる実験パラダイムを構築した点である。これまでの場面記憶研究では、「場面画像観察時の視線計測」により保持特性が検討されてきたが、注視や視線移動を外的にコントロールできないため、変数を操作する介入的な検討を行うことが困難であった。本研究により連続的な注視を実験的に模擬した呈示方法が明らかになることで、各注視で得られた情報がどれだけ正確に保持されるのかを評価することが可能となり、視線の向きやすさは独立に記憶のされやすさを製品開発に生かすことができる。

研究成果の概要（英文）：The present study aimed to clarify the relationships between the encoding and maintenance of fragmented scene information, the temporal characteristics of scene memory, and the process of integrating fragmented information. We employed an experimental paradigm in which fragmented images of a scene were presented sequentially, followed by a recognition task asking participants whether they had seen the images. The results showed that fragmented scene information is more reliably consolidated in memory as encoding time increases, and that such memory consists of components that decay rapidly over time as well as components that remain relatively stable over longer periods. Furthermore, the findings indicated that simply presenting fragmented scene images sequentially does not automatically lead to the reconstruction, maintenance, or integration of the overall scene image in memory.

研究分野：実験心理学

キーワード：視覚的短期記憶 情景場面理解 概念的短期記憶 場面知覚

1. 研究開始当初の背景

私たちは、頻繁に眼を動かすことで周囲の環境(場面)を理解している。これは、人間の視覚システムが視野の中心付近でしか詳細な情報を取り込めないためである(Findley & Gilchrist, 2003)。つまり、場面全体を理解するためには、眼を動かすたびに得られる断片的な情報を知覚的に符号化し、一時的に保持し、それらを統合する必要があると考えられる。この符号化・保持・統合の心的過程を解明することが、本研究の背景にある学術的課題であった。この課題については、「場面全体の画像の連続呈示による研究」と「場面画像観察時の視線計測による研究」の2通りのアプローチで研究が進められてきた。前者のアプローチ(例: Potter et al., 2002; 2004)では、「一度の注視にかかる時間」を想定して刺激画像の呈示時間を設定することで、注視の時間的側面が検討されてきた。しかし、複数の異なる場面全体の画像を連続呈示するため、注視によって得られる情報は、ごく短時間で劇的に周囲の風景全体が切り替わるような非日常的な状況となり、視線移動による断片的な情報の取り込みについては検討できていなかった。一方、後者のアプローチ(例: Hollingworth, 2004)は、実際に眼を動かしながら行われるため、「どのような情報がどのように得られるか」については現実場面に即しているといえる。しかし、注視や視線移動を外的にコントロールすることは困難であり、変数を操作する介入的な検討を行うのが難しいという課題があった。

以上の2つのアプローチの問題点を改善するには、「視野の中心付近でしか詳細な情報を取り込めない」という視覚システムの制約を適切に考慮しつつ、画像の呈示時間を制御できる実験パラダイムが必要である。申請者らは、場面を分割した断片画像を連続呈示し、後にそれを見たかどうかを尋ねる実験パラダイムを開発し、「時間の経過に伴い画像の記憶精度が急速に低下すること」や「別々の場面画像を連続呈示する統制条件に比べて記憶精度が低下すること」などを明らかにしてきた(小澤ほか, 2016)。本研究は、この実験パラダイムを用いて、以下の3つの課題の解明を目指すものである。

- 断片的な場面情報の符号化と保持の関係性(研究1): どの程度しっかり見れば、場面を記憶できるか。
- 場面情報保持の時間的特性(研究2): 場面情報はどのくらい記憶し続けられるか。
- 断片的情報の統合過程(研究3): 断片的情報はどのタイミングで統合されるか。

2. 研究の目的

本研究の目的は、以下の3点を検討することであった: 「断片的な場面情報の符号化と保持の関係性(研究1)」、「場面情報保持の時間的特性(研究2)」、「断片的情報の統合過程(研究3)」。研究1では、場面情報の保持は、その前段階である符号化過程と密接に関連しており、符号化の精度によって保持特性が変化する可能性があると考え、画像の符号化にかかる時間と、それに伴う記憶保持成績との関連を検討した。研究2では、研究1で明らかになった断片的な場面情報の符号化時間を考慮した上で、保持特性の時間的側面を検討した。研究3では、断片的な場面情報が単独で保持されるのではなく、場面全体のイメージとして統合されて保持される可能性について検討した。

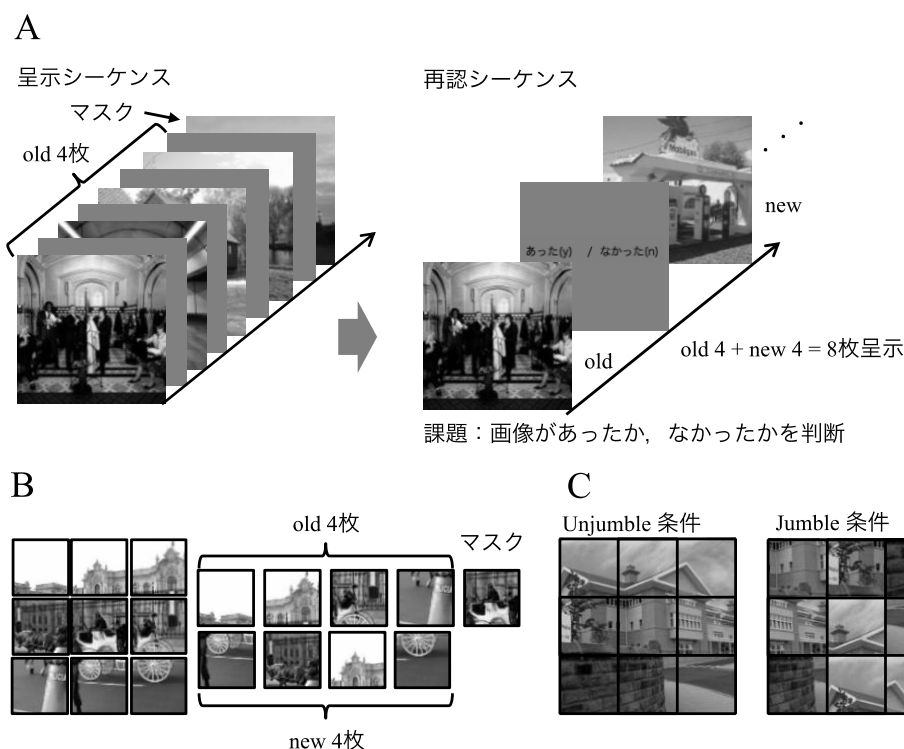
3. 研究の方法

(1)断片的な場面情報の符号化と保持の関係性の検討(研究1)

本研究では、オンライン(web)での実験実施に対応するための研究環境の整備を行うとともに、従来の研究(例: Potter et al., 2002; 2004)の再現を目的とした実験(実験1: 別場面実験)を実施した。その上で、同一の実験パラダイム(図1A)を用いて、同一場面を分割した断片画像を連続呈示する実験(実験2: 同場面実験)を行った。

実験参加者は、クラウドソーシングサービスを通じて、別場面実験・同場面実験のそれぞれについて60名ずつ募集した。刺激画像は、画像データセット(Isora et al., 2013)の画像を選定して使用した。別場面条件では、720枚の独立した場面画像を用い、一方、同場面条件では、80枚の独立した場面画像を9分割して用いた(図1B)。実験プログラムは、HTML5とJavaScript(lab.js)を用いて作成し、Pavlovia上でホスティングした。別場面条件と同場面条件のそれぞれにおいて、刺激間隔に応じた2種類の条件(Long, Short)が設定され、別々のブロックで実施された。各試行は、呈示シーケンスの終了後に白色の正方形が呈示され、再認シーケンスへと移行する構成となっていた。呈示シーケンスでは、4枚の画像(ターゲット)が順に呈示された後、マスク画像が呈示された。各画像の呈示時間は150msであり、Long条件ではその後に900msのブランク画面が呈示され、Short条件では150msのブランクが呈示された。再認シーケンスでは、ターゲット画像または未呈示のディストラクタ画像のいずれかが1枚ずつ400ms呈示され、その直後のブランク画面で、その画像を見たか否かを参加者が判断・反応した。ターゲットとディストラクタはいずれも、2回以上連続して呈示されることはなかった。刺激の呈示順に基づき、各試行を系列1~4として集計した。

図 1. 刺激呈示例



(2) 場面情報保持の時間的特性の検討 (研究 2)

同一場面の断片画像を連続呈示した上で、再認シーケンスまでの遅延時間を操作する実験を行った。実験 3 では、同一試行内で再認までの遅延時間の有無を操作し、実験 4 では、再認課題を別の実験ブロックに分けて実施することで、場面情報保持の時間的特性を検討した。実験参加者は、実験 3 および実験 4 のそれぞれについて、60 名ずつ募集した。使用した画像数は、実験 3 では 80 枚、実験 4 では 40 枚の独立した場面画像をそれぞれ 9 分割して用いた。呈示シーケンスでは、4 枚の画像 (old 画像) が呈示された後、マスク画像が呈示された。各画像の呈示時間は 150ms で、その後続くブランク画面は、Long 条件 (実験 3A) では 900ms、Short 条件 (実験 3B) では 150ms とした。直後再認条件では、マスク画像の後に 200ms のブランクを挟み、再認シーケンスを開始した。一方、遅延再認条件では、再認の前に 5000ms のブランクを挟んだ。再認シーケンスでは、ターゲット (old 画像) または未呈示画像 (new 画像) が 1 枚ずつ 400ms 呈示され、その後のブランク画面で「見たかどうか」を参加者が判断・反応した。実験 4A (Long 条件) および 4B (Short 条件) (各 30 試行) は、実験 3 の直後再認条件と同様の呈示シーケンスを採用したが、再認シーケンスにおいては、各試行内で系列 3 までのみが呈示され、残る 1 組のターゲットとディストラクタのペアは、すべての試行終了後に、別ブロックとして「事後再認課題」として呈示された。

(3) 断片的な統合過程の検討 (研究 3)

研究 3 では、断片的な場面情報が個別に保持されるのではなく、1 枚の場面画像として統合されて保持される可能性について検討した。具体的には、以下の 4 つの実験を行った。実験 5 では、断片画像を位置情報なしで呈示し、それらが統合されて記憶されるかどうかを検討した。実験 6 では、あらかじめ成立した 1 枚の場面画像を呈示することで、場面全体の情報が統合に必要かどうかを検討した。実験 7 と実験 8 では、断片画像の呈示に際して、場面内での位置の手がかり (空間的情報) を与えることで、情報の統合が促進されるかどうかを検討した。

各実験では、それぞれ 60 名の実験参加者を募集した。実験は、呈示ブロック (60 試行) と再認ブロック (120 試行) に分けて実施した。呈示ブロックでは、9 枚の断片画像をそれぞれ 150ms ずつ呈示し (実験 6 以外)、画像ごとの呈示の後に 150ms のブランク画面を挿入した。シーケンスの終了後には白色の正方形が呈示され、ダミー課題として「この画像は良い印象を与えるか?」という印象評価 (はい/いいえ) を求めた。再認ブロックでは、呈示された断片画像を統合した old 画像または未呈示の new 画像が呈示された。これらは、画像が成立した 1 枚の場面として呈示される unjumble 条件と、断片の配置をシャッフルした jumble 条件のいずれかで呈示された (図 1C)。なお、実験 5~8 の違いは以下の通りである：

- 実験 5：断片画像は、画面中央にランダムな順序で呈示された (位置情報なし)。
- 実験 6：呈示シーケンスでは、最初から統合された場面画像 1 枚が 150ms のみ呈示された。
- 実験 7：断片画像は、左上から該当位置に従って順番に呈示された (空間的順序あり)。
- 実験 8：低解像度の場面画像の一部が、高解像度の断片画像に置き換わる形で呈示された (文脈情報と位置情報の同時呈示)。

4. 研究成果

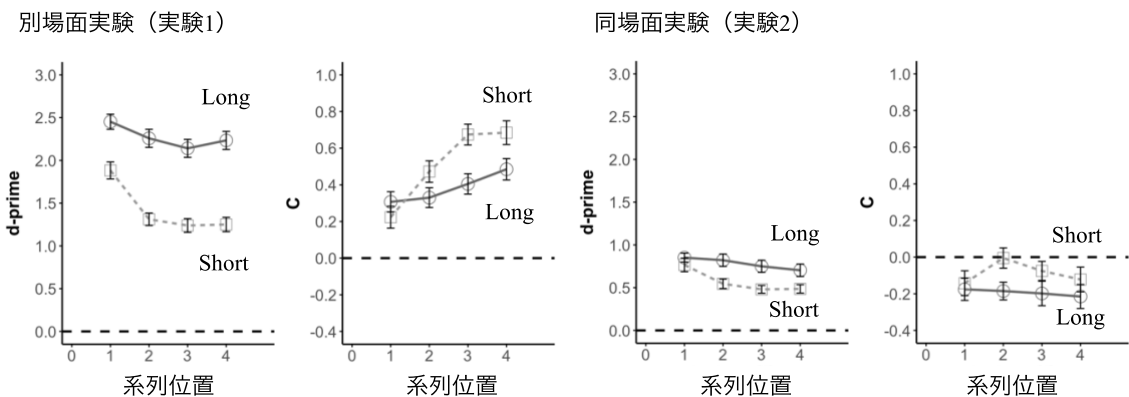
(1) 断片的な場面情報の符号化と保持の関係性の検討 (研究 1)

まず、従来の研究 (e.g., Potter et al., 2002; 2004) の再現実験として行われた別場面実験の結果を図 2 左に示す。この実験では、再認シーケンスにおけるターゲットまたはディストラクタへの反応にもとづいて、再認成績 (d') および判断基準 (C) を算出し、評価した。その結果、学習時の画像呈示時間が短い条件では、再認系列位置に応じて再認成績が急激に低下することが示された。また、系列が後半に進むにつれて、「見ていない」と判断する保守的な傾向が強まることも明らかになった。これらの結果から、ブラウザを用いたオンライン実験においても、従来の対面実験と同様の結果 (Potter et al., 2002; 2004) を再現できることが確認された。

次に、同一場面の断片画像を連続呈示する実験 (同場面実験) の結果を図 2 右に示す。学習時の画像呈示時間と再認時の系列位置を操作することで、符号化プロセスを検討した。その結果、断片画像であっても、呈示時間が短い条件では再認成績が低下することが示された。さらに、同場面実験においては、再認系列に伴う判断基準の保守化は確認されなかった。

以上の結果から、符号化に利用可能な時間を増やすことで、別場面・断片画像いずれにおいても記憶成績が向上すること、また、複数の独立した場面画像を記憶する場合と、同一場面の断片画像を記憶する場合とでは、再認時の判断基準の変化に違いが生じることが示唆された。

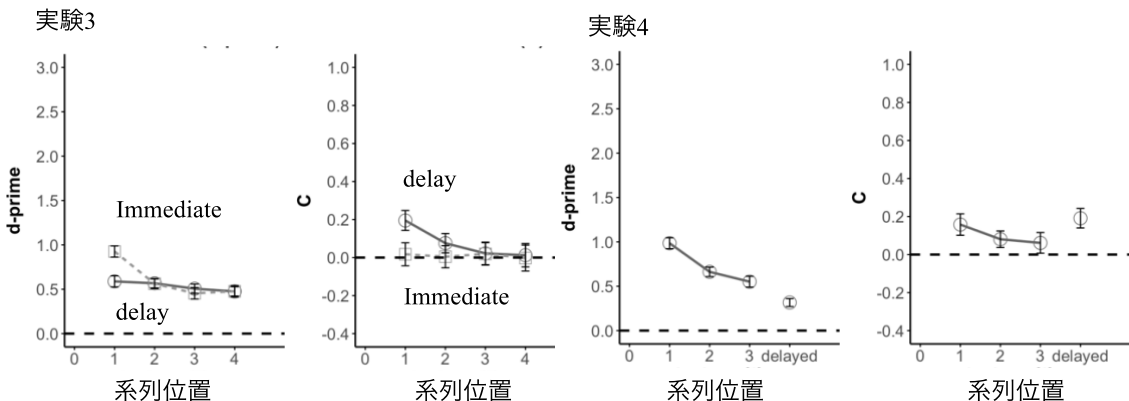
図 2 研究 1 の結果 (左: 別場面実験, 右: 同場面実験)



(2) 場面情報保持の時間的特性の検討 (研究 2)

実験 3 では、同一試行内において再認までの遅延時間の有無 (直後再認 vs. 遅延再認) を操作した (Short 条件の結果を図 3 左に例として示す)。Long 条件 (呈示時間が長い) では、直後再認と遅延再認の間で再認成績に有意な差はみられず、5 秒間の遅延は再認成績に影響しなかった。一方、Short 条件 (呈示時間が短い) では、直後再認において系列位置 1 で見られた再認成績の上昇が、遅延再認条件では消失することが示された。これは、符号化の初期段階で得られた記憶情報が、時間経過によって失われることを示唆している。実験 4 では、再認課題を呈示ブロックとは別の実験ブロックとして分けて実施した (Short 条件の結果を図 3 右に例として示す)。その結果、学習時の呈示時間が短い場合でも長い場合でも、再認成績は試行内での再認に比べて低下したものの、チャンスレベルを上回る成績 (d' が 0 よりも高い) が維持された。このことから、単一場面内の視覚断片情報の記憶には、時間経過とともに急速に減衰する成分と、比較的安定して保持される視覚的長期記憶成分の両方が存在することが示唆される。さらに、判断基準 (C) の分析から、遅延再認によって記憶成績が低下すると、参加者は「見ていない」と判断する保守的な傾向に変化することも明らかになった。

図 3 研究 2 の Short 条件の結果 (左: 実験 3, 右: 実験 4)



(3) 断片的情報な統合過程の検討 (研究 3)

実験 5 では、断片画像を、位置情報を伴わずに呈示し、それらが統合された場面イメージとして記憶されるかどうかを検討した (表 1)。再認課題では、統合された 1 枚の場面画像 (unjumble 条件) と、断片の配置をシャッフルした画像 (jumble 条件) を比較した。その結果、両条件間で再認成績に有意な差は見られず、場面として成立した画像と照合することによる促進効果は示されなかった。この傾向は、断片画像を画面上に空間的順序を保って呈示した実験 7 でも同様であり、位置手がかりの付与によって統合的保持が促進されることも確認されなかった。すなわち、断片的な視覚情報が保持されていても、それらが場面全体として統合されている証拠は得られなかった。一方で、呈示シーケンスで最初から統合された場面画像を 1 枚 (150ms) 呈示した実験 6 や、低解像度の場面画像の一部が高解像度の断片画像に置き換わる形で呈示された実験 8 では、いずれも unjumble 条件の再認成績が jumble 条件よりも良好であった。これらの結果は、場面イメージとしての記憶が、断片的な情報の逐次的な統合ではなく、呈示時に一度に統合的に符号化されることによって成立することを示している。以上より、断片的な視覚情報が場面イメージとして記憶されるためには、それらの情報が同時に提示され、統合的に符号化されることが必要であり、断片情報だけでは、記憶内で全体のイメージが自動的に再構成・保持されないと考えられる。

表 1. 研究 3 の再認成績

| | d-prime | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 実験 5 | 実験 6 | 実験 7 | 実験 8 |
| Unjumble 条件 | 1.15 (0.51) | 1.96 (0.51) | 1.23 (0.53) | 1.38 (0.68) |
| Jumble 条件 | 1.04 (0.57) | 1.21 (0.51) | 1.16 (0.57) | 0.97 (0.60) |

(4) 関連研究

本研究に関連する研究として、場面内に複数の対象が連続して出現する事態で、遅れて出現したターゲットに対して注意が向きにくくなる干渉効果 (分割呈示コスト) の生起要件についてまとめた研究報告を行なった。

また、本研究の実施にともない、web 実験に関する国内外の動向および実験作成手法について紹介する研究実践報告をワークショップ、誌上報告などの様々な形で行なった。

以上のように、本研究の結果、場面の視覚的理解における自然画像の符号化・保持・統合プロセスの特徴が示された。断片的な場面情報の保持特性は、従来研究 (e.g., Potter et al., 2002; 2004) の別場面実験で示された再認成績よりも全体的に低くなるものの、1) 符号化時間の増加に伴い記憶が固定されやすくなること、2) 時間とともに急速に低下する成分と比較的安定して長期保持される成分があることなどは共通していると考えられる。一方で、別場面実験で示される「見えていない」と判断する保守的な傾向は同場面実験では示されず、再認時の判断基準において異なるプロセスが関与している可能性がある。さらに、断片的な場面画像を連続的に呈示することのみでは記憶内で全体のイメージが自動的に再構成・保持されないと考えられるため、場面画像の粗い情報が全体イメージの形成・保持には必要であると考えられる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

| | |
|---|-------------------------------|
| 1. 著者名 Osugi Takayuki | 4. 巻 209 |
| 2. 論文標題 Attentional shift to the newer object in the successive and simultaneous distractors previewing search | 5. 発行年 2023年 |
| 3. 雑誌名 Vision Research | 6. 最初と最後の頁 108262 ~ 108262 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.visres.2023.108262 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|--------------------|
| 1. 著者名 大杉尚之・小林正法 | 4. 巻 19 |
| 2. 論文標題 GUIベースのweb実験作成ツール（lab.js）の紹介と実践. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 認知心理学研究 | 6. 最初と最後の頁 1-15 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.5265/jcogpsy.19.1 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 小林正法・大杉尚之 | 4. 巻 75 |
| 2. 論文標題 オンライン実験・調査への参加・作成を介した心理教育. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 映像情報メディア学会誌 | 6. 最初と最後の頁 474-479 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------|
| 1. 著者名 大杉尚之 | 4. 巻 40 |
| 2. 論文標題 心理学系学部の大学生のためのlab.jsによる実験プログラミング学習環境の構築. | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 基礎心理学研究 | 6. 最初と最後の頁 3-9 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.14947/psychono.40.2 | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 - |

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

| |
|-------------------------------|
| 1. 発表者名 大杉尚之・長谷川国大・小澤良 |
| 2. 発表標題 断片的な場面情報の統合プロセスの検討 |
| 3. 学会等名 日本基礎心理学会第43会大会 |
| 4. 発表年 2024年 |

| |
|-----------------------------------|
| 1. 発表者名 大杉尚之・長谷川国大・小澤良 |
| 2. 発表標題 断片的な場面情報の保持に遅延時間が及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 日本認知心理学会 |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大杉尚之・長谷川国大・小澤良 |
| 2. 発表標題 ウェブ実験による断片的な場面情報の保持特性の検討. |
| 3. 学会等名 日本心理学会第86回大会, 3AM-050-PI, 東京 (2022年9月). |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 大杉尚之 |
| 2. 発表標題 新規出現する色シングルトンへの注意捕捉の不全 |
| 3. 学会等名 日本基礎心理学会第41会大会, 2-02, 千葉, (2022年12月). |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 小林正法・国里愛彦・大杉尚之・西山慧・紀ノ定保礼・遠山朝子. |
| 2. 発表標題 TWS「はじめてのオンライン心理学実験・調査： jsPsychとlab.jsを用いた作成」 |
| 3. 学会等名 日本心理学会第85回大会, オンライン |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 大杉尚之・小林正法. |
| 2. 発表標題 "ヒト"のこころをスマホのブラウザで計ってみよう！ |
| 3. 学会等名 2021年度 日本基礎心理学会公開シンポジウム「こころ」ってそうなのかな！ - 基礎心理学が拓く「こころ」の不思議, オンライン開催 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 土井 菜穂・大杉尚之・小林正法 |
| 2. 発表標題 視覚的ワーキングメモリに視線・表情が及ぼす影響 |
| 3. 学会等名 第19回日本心理学会 注意と認知研究会合宿研究会, 7, オンライン |
| 4. 発表年 2021年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------------------|---|--|----|
| 研究 分 担 者 | 長谷川 国大 (Hasegawa Kunihiro) (10741837) | 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 (82626) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|-------|---------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 小澤 良 (Ryo Kozawa) | | |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
| | |