

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2020

課題番号：19K21814

研究課題名（和文）文化認知科学の基盤形成：長期経験による認知変容の実証データによる検討

研究課題名（英文）Foundation of cultural cognitive Science: Data-driven investigation on long-term cognitive change

研究代表者

齋木 潤 (Saiki, Jun)

京都大学・人間・環境学研究所・教授

研究者番号：60283470

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：視覚認知の様式に文化差があることが明らかにされてきたが、この背後にあるメカニズムは不明である。長期にわたる経験の効果を実験で解明することは困難であり、これを補完する手法として本研究では、視覚経験を反映したデータセットを用いた計算機シミュレーションを行った。具体的には視覚探索における文化差が用いている文字と注意の範囲の違いによって説明できることを明らかにした。また、街中の風景の違いが視覚認知に与える影響を検討するための大規模な画像データセットとその予備的解析を実施した。さらに心理実験により短期間の視覚経験のみでは視覚認知の文化差を説明できないことを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

文化比較研究は人間の認知が長期経験により多様性を持つことを示してきたが、多様性を生み出すメカニズムを明らかにするための研究の方法論を提示したという学術的意義を持つ。実験と構成的手法を組み合わせることで文化による認知の変容を説明できる理論の構築が期待できる。また、文化的多様性に配慮した環境デザインや製品開発を進めていくための人間の特性に関する基礎データを提供するという社会的意義を持つ。

研究成果の概要（英文）：Visual cognition varies across cultures, but its underlying mechanisms remain unknown. Elucidating effects of long-term experiences by psychological experiments is quite difficult, and the current study employed a complementary approach using computer simulations with large datasets reflecting visual experiences. Using a saliency map model, we showed that letters and attentional window sizes could account for the cultural difference in visual search. To examine the effects of visual differences of city-views on visual cognition, we conducted preliminary analyses of a large image data set composed of Japanese city-view pictures. Furthermore, from psychological experiments investigating priming effects, we showed that short-term visual experiences are insufficient to induce cultural differences in visual cognition.

研究分野：認知科学

キーワード：文化間比較 視覚認知 視覚探索 文字認識 視覚的景観

1. 研究開始当初の背景

本研究は、我々のグループで行った視覚探索における文化差の研究 (Ueda et al., 2018) から着想されたものである。この研究では、線分の長さという単純で文化的な意味を持たない刺激によって高次の思考や推論の過程を極力排除しても、なお探索における文化差が見られたことから、より低次の知覚にも文化の影響がある可能性を指摘した。我々の先行研究を含め、行動実験では、文化差の存在を示しその規定因についての仮説を提示することはできる。しかし、仮説の実証には非常に長期にわたるデータ収集と複雑な解析が必要で現実的には不可能に近い。そこで本研究では、この問題を克服するために計算機シミュレーションという構成的アプローチを着想した。これは、視覚科学研究が蓄積した知識を駆使して、我々の視覚経験を反映したデータセットを構築し、計算機にこれらの異なるデータセットを学習させるというものである。これによってシミュレーション上の行動が変容すれば、データセットの違いを生み出している視覚特徴が、視覚認知の文化差の規定因の有力な候補になると考えられる。このアプローチの有効性が確立されれば、文化差に関する仮説検証を短時間で大量に実施することが可能となる。これは文化差研究のブレークスルーであり、実証科学としての文化認知科学という領域の基盤を形成する。

これまでの認知科学研究では、学習実験を用いて数十分から数日の経験によって生じる認知的変容に関して大きな成果を挙げてきた。一方、文化による視覚認知の変容のような年単位の長期経験の効果は手付かずの状態である。我々の究極の目標は、長期の複雑な日常的視覚経験による認知的変容を定量データに基づき理論的に説明することであり、本研究は、このためのアプローチとして、計算機シミュレーションを活用した。計算機シミュレーションによる視覚認知の研究は、人間の長期の視覚経験に匹敵する量のデータを用いた学習と見なすことができる。しかし、学習データが人間の経験を正確に反映しているかという問題には無頓着であった。人間の長期経験を反映した画像データセットと機械学習を組み合わせることで、仮説検証と構成的アプローチを統合し、長期間の認知的変容を定量的に検討することが可能になる。本研究は認知機能の文化差に焦点をあてるが、このアプローチは、認知発達、加齢による認知変容、熟達化など幅広い適用範囲が考えられる。また、学習実験によるミクロの変容過程に関する緻密な研究と長期間にわたるマクロの変容過程に関する実証的研究を架橋し、人間の認知変容の一般理論に到達することも期待できる。

2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚認知における文化差を生み出す規定因を検討するために、計算機シミュレーションによるアプローチを発展させることである。そのために、(1)既存のデータセットによる計算機シミュレーションの実施、(2)人間の長期視覚経験を反映したような画像データセットの作成およびこれを用いた計算機シミュレーションの実施を行う。また、(3)プライミング課題を用いた実証実験も行い、これらの相補的なアプローチによって文化差の規定因に迫る。

学習に用いるための経験を反映した画像データセットとして、本研究では文字(ひらがな、漢字、アルファベット)と街中の風景に注目した。文字では、ひらがなや漢字には‘い’と‘り’や‘土’と‘土’のように長さの違いで文字が変化することが多い。一方で、アルファベットでは長さの違いよりも‘H’と‘N’や‘u’と‘v’、筆記体の‘a’と‘o’のように線の角度で文字が変化するものが多いという特徴の違いがある (Ueda, et al., 2018)。街中の風景では、モノの数の多さやその重なり具合、配置の整然さといった特徴に文化間で違いがあることが報告されている (Miyamoto, et al., 2006)。対象とする視覚認知課題としては、文化差が見られている長短線分を用いた視覚探索課題 (Tresiman & Gormican, 1988) を用いた。

3. 研究の方法

(1) 既存のデータセットによる計算機シミュレーション

我々の先行研究 (Ueda et al. 2018) では、長短線分の視覚探索課題において西洋人は長線分の探索が容易という探索非対称性がみられるのに対し、日本人では非対称性が消失することが報告されている。この結果を定性的に再現するために探索非対称性を示すことができる顕著性マップモデル (AIM モデル、Bruce & Tsotsos, 2009) を用いたシミュレーションを行った。モデルの注意の窓の大きさ、視覚特徴を抽出するための画像セットを操作することによるモデルの挙動の変化を調べた。特徴抽出に用いる画像セットとして、風景写真のほかひらがな、カタカナ、漢字、アルファベットの文字群をセットとした条件を設定し、モデルの挙動を比較した。これにより、文字に対する視覚経験が視覚探索のパフォーマンスに与える影響を検討した。

(2) 長期視覚経験を反映した画像データセットの作成と計算機シミュレーション

我々が普段目にしていない街中の風景を学習用のデータセットするため、クラウドソーシングを利用して、日本各地の市町村からそれぞれ 200 枚ずつ、10,000 枚の写真を集める。集まった

写真を使って、主成分分析（Principle Component Analysis: PCA）と独立成分分析（Independent Component Analysis: ICA）を行い、基底関数（basis function）を作成する。この基底関数には、日本の街中の風景を視覚経験としたときに、どのように情報が圧縮され、特徴が抽出されるのかが表現される。

（3）プライミング課題を用いた実証実験

普段使用している文字が視覚認知に与える影響を検討するため、日本人と台湾人の参加者を対象に、i) アルファベットの中から、アラビア数字を探す課題、ii) アルファベットの単語の中から、数字の意味を持つ単語を探す課題、iii) 漢字の中から、数字の意味を持つものを探す課題を行い、その後、長短線分の探索課題を行った。これにより、文字を見るという視覚経験が、プライミングとして視覚認知処理を変化させた可能性について検討した。

また、漢字が複数の要素（部首など）の組み合わせから成立している表意文字であるという点に注目し、iv) 小さな文字で大きな文字を構成する図形（Navon 図形）を使用した課題を行ったあとに、長短線分の探索課題も行った。これにより、大局処理様式と局所処理様式によるもの見方による経験が、プライミングとして視覚認知処理を変化させた可能性についても検討した。

4. 研究成果

（1）既存のデータセットによる計算機シミュレーション

まず、デフォルトである風景写真から抽出した特徴セットを用い、注意の窓の大きさの効果を検討したところ、注意の窓が小さくなるほど探索非対称性がみられなくなることが示された。これは、従来文化心理学でよく言われる東アジア人は包括的な認知スタイルという議論とは逆に、日本人で探索非対称性が消失するのは探索時の注意の窓が西洋人に比べて小さくなっているからである可能性を示唆しており興味深い。

次に、様々な文字種を用いた視覚特徴セットを用いて探索行動を比較した結果、ひらがなに基づく特徴セットの場合に、漢字やアルファベットに基づくセットに比べて探索非対称性が弱まることが示された。この結果もひらがなを用いる日本人において探索非対称性が弱まるという結果と整合しており、文字の認知経験によって学習される視覚特徴セットの差異が視覚探索における文化差の一要因である可能性を示唆するものである。

（2）長期視覚経験を反映した画像データセットの作成と計算機シミュレーション

日本各地の市街地の写真をクラウドソーシングで募集し、個人が識別できる情報やボケ・ブレなどがあるものを除去したところ、各地域ごとにおよそ 150 枚～250 枚程度、全部で 9,575 枚の分析可能な画像データを収集することができた。画像データの取得地域の分布を図 1 に示す。

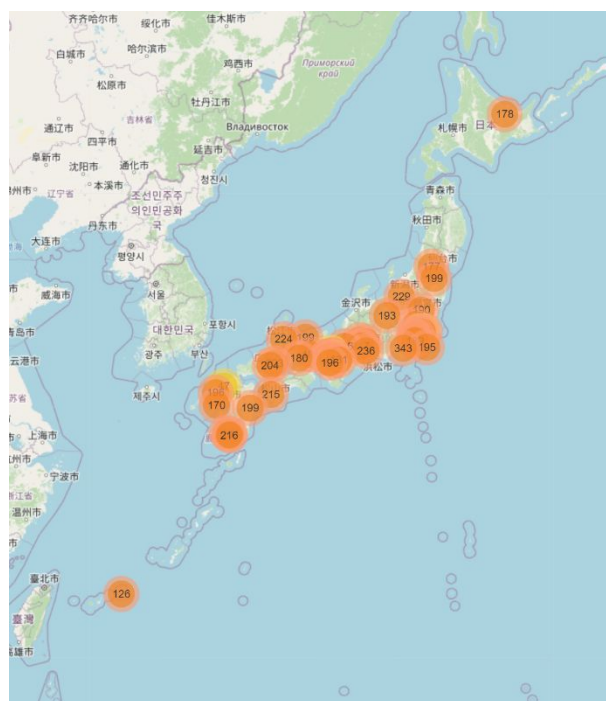


図 1. 画像データの収集地域。数字は各地域から収集できた分析可能な画像の枚数を示す。

これらの画像のうち、基底関数の作成には、先行収集できた 1,468 枚を使用した。各画像から 100 枚ずつランダムにパッチ画像を切り出し、白・黒・グレーなどの一色で塗りつぶされているものを除外した。この 148,331 枚の画像から PCA によって分散説明率が 95% になるように次元削減を行った上で、ICA によって基底関数を抽出した。抽出された 127 個の基底関数を図 2 に、切り出されたパッチ画像の例と、これらを抽出した基底関数によって復元した画像を図 3 に示す。抽出された基底関数は初期視覚野(V1)に見られるような、方位成分を有していることがわかった。ここで抽出された基底関数を利用し、今後は様々な刺激を呈示したときにどのような見えが生じるのかを検討していく。

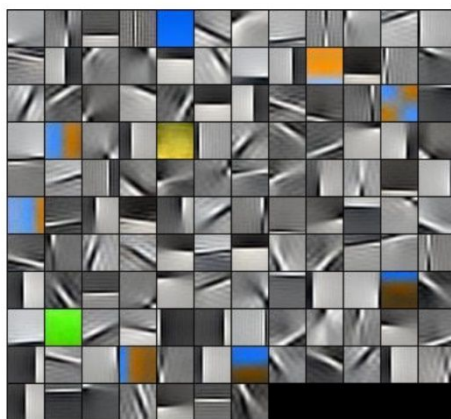


図 2. 収集した日本の市街地画像データから抽出された基底関数

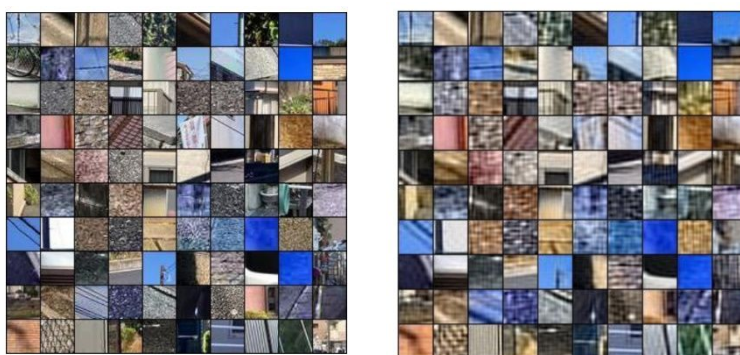


図 3. 収集した日本の市街地画像から切り抜いたパッチ画像(左)と、それを PCA および ICA によって基底関数を抽出した後に、復元したもの

(3) プライミング課題を用いた実証実験

実験でプライミング課題として用いた i) ~ iii) の 3 つの課題例を図 4 に示す。従来、多くの短い線分の中から長い線分を探すほうが、多くの長い線分の中から短い線分を探すよりも効率良く探索できる探索非対称性が知られていたが (Treisman & Gormican, 1988)、日本人ではこのような探索非対称性は見られない (Ueda et al., 2018)。さらに、日本と同じ東アジア文化圏である台湾では、このような探索非対称が見られないだけでなく、短い線分を探す方が長い線分を探すよりも早かった。このことから、アルファベットに関する課題を行った後 (i および ii) では、日本や台湾の参加者でも探索非対称性を示し、漢字に関する課題を行った後 (iii) では、探索非対称性が見られないか、台湾の参加者のように短い線分を探す方が早くできると予想された。しかし、いずれの課題を行った後でも、日本の参加者も台湾の参加者も探索非対称性を示さなかった。このことは、少なくとも短時間のプライミングでは、視覚認知を大きく変えるほどの影響がなかったことを示している。

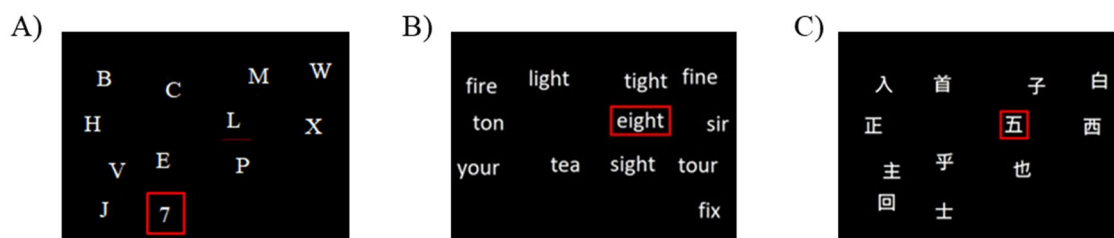


図 4. 長短線分探索課題の前に行われた文字の探索課題。アルファベットの中から、アラビア数字を探す課題 (A)、アルファベットの単語の中から、数字の意味を持つ単語を探す課題 (B)、漢字の中から、数字の意味を持つものを探す課題 (C) の課題例を示す。赤枠で示した語がそれぞれの探索のターゲットとなる。なお、赤枠は実際の実験では表示されなかった。

また、Navon 図形を用いた課題 (iv) の例を図 5 に示す。日本や台湾では、複数の要素の組み合わせを漢字として認識していることから、大域処理課題の後では長短線分の探索非対称性が弱く、局所処理課題の後では長短線分の探索非対称性が強く見られると予想されたが、どちらの課題のあとも探索非対称性に変化はなかった。この結果は、日本や台湾の参加者において長短線分の探索非対称性が見られないことは、状況によらず一貫したものであることを示唆している。

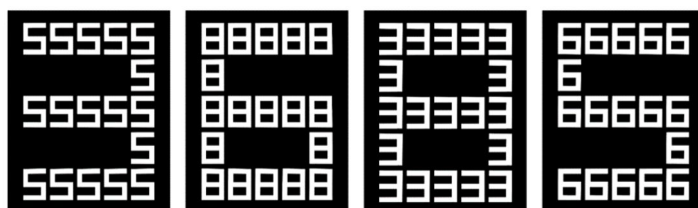


図 5. 課題に用いた Navon 図形の例。ターゲットが 3 もしくは 6 の場合、大域処理課題 (大きな文字について判断する場合) では左の 2 つをターゲット、右の 2 つをターゲットではないと判断することが求められる。局所処理課題 (小さな文字について判断する場合) では右の 2 つをターゲット、左の 2 つをターゲットではないと判断することが求められる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Ueda, Y., Otsuka, S., & Saiki, J.	4. 巻 63
2. 論文標題 A three-level approach to understand cultural variability and the evolution of human attention.	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Psychologia	6. 最初と最後の頁 in press
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 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 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件／うち国際学会 8件）

1. 発表者名 Simonson, T. L., Kumakiri, S., Takamori, R., Hutson, J. P., Ueda, Y., Saiki, J., & Loschky, L. C.
2. 発表標題 Did you see that? I did! A cultural comparison of volitional attention and attentional selection in film,
3. 学会等名 Psychonomic Society 's 60th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ueda, Y., & Saiki, J.
2. 発表標題 Examining Visual Search Asymmetry Reveals Cultural Differences in Visual Perception
3. 学会等名 Culture & Cognition Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tsai, C.-C., Chien, S.-E., Ueda Y., Saiki, J., & Yeh, S.-L.
2. 発表標題 Does Visual Experience abolish Search Asymmetry?
3. 学会等名 15 th Asia-Pacific Conference on Vision, (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 Ueda Y., Tsai, C.-C., Chien, S.-E., Yeh, S.-L., & Saiki, J.
2 . 発表標題 Visual search revisited in East Asia: Experience matters
3 . 学会等名 Vision Sciences Society 19th Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Tsai, C.-C., Ueda, Y., Takebayashi, H., Chien, S.-E., Yeh, S.-L., & Saiki, J.
2 . 発表標題 Visual search and culturally dependent visual cognition.
3 . 学会等名 The 5th NTU-Kyoto University International Symposium of Human Science. (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Simonson, T. L., Kumakiri, S., Yu, Y., Ueda, Y., Saiki, S., & Loschky, L. S.
2 . 発表標題 What besides the film guides viewers' attention while watching films? The roles of culture and task,
3 . 学会等名 The Society for Cognitive Studies of the Moving Image 2020 (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Simonson, T. L., Yu, Y., Kumakiri, S., Weigel, A., Royg-Quevedo, J., Ueda, Y., Saiki, J., & Loschky, L. C.
2 . 発表標題 Mandatory versus Volitional Attentional Selection During Film Viewing: The Roles of Culture and Cognitive Load on Attention.
3 . 学会等名 Psychonomic Society 's 61st Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 Saiki, J.
2. 発表標題 Visual environment and attentional window size can account for a cultural difference in search asymmetry: A saliency map model study.
3. 学会等名 Psychonomic Society 's 61st Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田祥行・齋木潤
2. 発表標題 視覚探索の個人差を決める要因
3. 学会等名 日本認知心理学会第18回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田祥行
2. 発表標題 認知実験の文化比較：異なる背景を持つ人の成績を比較するために考えること
3. 学会等名 日本認知心理学会第18回大会ベーシック&フロンティアセミナー
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 上田祥行・北山忍	4. 発行年 2021年
2. 出版社 東京大学出版会	5. 総ページ数 11
3. 書名 顔・身体学ハンドブック	

〔産業財産権〕

〔その他〕

齋木研究室ホームページ
<http://www.cv.jinkan.kyoto-u.ac.jp/site/>

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	上田 祥行	京都大学・こころの未来研究センター・特定講師	
	(Ueda Yoshiyuki)		
	(80582494)	(14301)	

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1件

国際研究集会 The 5th NTU-Kyoto University International Symposium of Human Science	開催年 2019年～2019年
---	--------------------

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			
その他の国・地域	国立台湾大学			
カナダ	ブリティッシュコロンビア大学			
米国	カンザス州立大学			