

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 26 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2023

課題番号：19K14471

研究課題名（和文）時間的階層構造を捉える予測的学習のニューラルネットワークモデリング

研究課題名（英文）Neural network modeling of predictive learning capturing temporal hierarchical structure

研究代表者

中山 真孝（Nakayama, Masataka）

京都大学・人と社会の未来研究院・特定講師

研究者番号：40838398

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）：本研究では、ニューラルネットワークモデルによる予測的学習を用いて、時間構造の学習についての検討を行った。特に、予測できないような壮大な事態に遭遇した時に感じるawe感情についてのデータ収集を予定していたが、特にawe感情についてのデータから大きな成果が期待され、またコロナ禍という予測不可能な脅威の中でawe感情の重要性がより高まったため、awe感情を中心に研究を行った。結果として、awe感情は正負両面を持つ両義的感情でありその程度は特に米国より日本で強いことを示し、そこでの負感情は平凡さの価値の再認識により幸福感を高める可能性も示唆された。これらは論文等で成果を発表している。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今日の社会は、コロナ禍や地球温暖化など、人類が地球規模で対処すべきかつ今まで経験したことがないような脅威に晒されている。このような脅威に対して人々はどのような感情を抱き、どのような行動を起こすのか。これを理解することは地球規模で協力して実際に脅威に対処するために必要である。本研究はawe感情に焦点をあて、その基礎的な性質、および帰結について体系的に検討した。特に文化差の研究では、同じ対象に対するawe感情であっても米国では日本とを比べてポジティブであり、日本ではネガティブであることを示した。このような違いを理解することは地球規模での脅威への対処の協力に向けて重要な知見を提供する。

研究成果の概要（英文）：In this study, we used predictive learning with neural network models to examine the learning of temporal structures. In particular, we had planned to collect data on the emotion of awe that is elicited when encountering grand situations that cannot be predicted. Significant results were expected from the data on awe, and the importance of awe emotions increased in the face of the unpredictable threat of the COVID-19 pandemic. We conducted research focusing on awe emotions. As a result, awe emotions were shown to be ambivalent emotions with both positive and negative aspects, and their ambivalence was particularly strong in Japan compared to the United States. It was also suggested that negative emotions in this context could enhance happiness by re-recognizing the value of ordinariness. These results have been published in papers and other forms.

研究分野：実験心理学

キーワード：感情 畏怖・畏敬 予測 災害 幸福感 感動

1. 研究開始当初の背景

予測とは、人間の適応的活動を支える基礎的な機能である。先の事態を予測することにより、それに対する準備が可能となり、実際にその事態が発生した時に適切に対処できる可能性が高まる。また、実際に予測が外れたとしても、その誤差を用いることで次の予測の精度を高めるための学習を行うことが可能となる。このような予測とそれによる学習がその力を発揮する人間の認知機能の最たるものの1つが言語である。つまり、言語は一定の規則性・予測可能性を持っており、それを学習することで人間の意思疎通と思考を可能にしている。例えば、「たつま…」と聞いたところで「竜巻」という言葉が予測できるように、言語において予測は理解の基礎でありまた、このような予測が「竜巻」という言葉の学習に寄与する。さらに、「竜巻が街を…」と聞けば「襲った」というような言葉や内容が続くことが予測されるように、単語レベルでも予測および予測的学習は働く。すなわち、予測は時間的な階層性を持って行われるのである。研究開始当初でもこのような予測学習は言語の分野で重要性が指摘されていたが、その後現在では大規模言語モデルが実際にこの予測的学習を基礎とした学習アルゴリズムにより大成功を収めていることが、予測的学習の力を何よりも証明している。

このような研究開始当初の背景のもと、本研究では、予測的学習を行うニューラルネットワークモデルを構築すること、特に海馬機能を取り入れた生物学的妥当性の高いモデルを構築して言語学習をシミュレートすることを計画した。さらに、時間的階層性のさらに高いレベルとして、自伝的記憶つまり自らの人生で学習した知識をもとにナラティブとして予測を行う機能について心理学的手法でデータを収集することを計画していた。特に後者については awe 感情とよばれる感情を対象とした研究を計画した。awe 感情とは自分の今までの理解を超える(すなわち、予測できないような)壮大な刺激(例えば、竜巻などの天災)に対する感情であり(Keltner & Haidt, 2003)これを研究することで予測的学習についてより一般的な知見が得られることが期待された。

研究を進めるうちに、言語学習のニューラルネットワークモデルについては、いわゆる大規模言語モデルが登場し、工学レベルで極めて強力なモデルとなり、これと競合して研究を進めることは生産的ではないと考えられた。一方で、awe 感情の研究については2020年に新型コロナウイルス感染症が発生し、まさに人類にとっての未曾有の(すなわち予測を遥かに超える)事態が発生した。これにより、そこでの感情、つまり awe 感情を研究することの意義と実現可能性が非常に大きくなった。このような状況を受けて、当初の計画のうち awe 感情についての研究を中心的に行うこととした。

2. 研究の目的

awe 感情について、その現象学的意味と機能を文化比較の視点を持ちながら多角的に明らかにすることを目的とした。特にコロナ禍のような集合的脅威に対する感情反応としての awe がどのような機能を持っているかについては詳細に検討を行うこととした。

3. 研究の方法

(1) 研究 1

研究 1 として awe についての実証的な研究のレビューを行った。特に、awe 感情の重要な要素である予測を超えるような事態に遭遇し、意味体系(すなわち、自己について、世界について、自己と世界の関係についての知識と価値の体系)を更新する必要性から意味づけを行う意味生成の過程が生起することとその機能を中心にレビューを行った。

(2) 研究 2

研究 2 として主に文化比較の手法を用いて、awe 感情の意味について文化差を実証的に示し、その意義について考察を行った。

研究 2a

研究 2a では特に、特性的 awe 感情、つまり日常的にどの程度 awe を感じやすいかの個人差、について文化差の検討を行った。特に、ポジティブ感情としての awe 感情(Shiota et al., 2006)とネガティブ感情としての awe 感情(武藤, 2015)のそれぞれを測定する尺度を用いて、日米の参加者を対象にオンライン調査を行った。

研究 2b

研究 2b では特に、特性的 awe 感情が年齢(世代)によってどのように異なるかを文化差の観点から検討した。他の複数研究で合わせて収集していた特性的 awe の尺度のデータを用いて、年齢差を検討した。

研究 2c

研究 2c では特に、awe 感情を喚起する様々な動画を用いて awe 感情がどのような感情価と覚醒度をもち、またそこにどのような文化差があるかを検討した。具体的には、awe 感情を喚起するような動画を日米の参加者に視聴してもらい、そこでの感情評定を比較した。さらに、動画視聴直後だけでなく、遅延（数分後と 3 日後）をおいて再度記憶に基づいて awe 経験の感情を評定してもらうことで、何らかの意味生成によって awe 体験の感情価等が変容するかも検討した。

研究 2d

研究 2d では特に、日本語における awe 関連語（畏敬・畏怖・畏まる、等）の意味を分析し、それをこれまでの欧米で構築された awe 理論とデータによる awe の意味と比較した。具体的には、日本語コーパスの中で awe 関連語が使用されている文脈を検索し、それと類似しているが異なると考えられる恐怖感情と尊敬感情の関連語の文脈を比較した。比較にはトピックモデルと呼ばれるテキスト分析の手法を用いた。

(3) 研究 3

研究 3 として、awe 感情の機能、特に時間感覚および自己についての感覚の変容についての実験的検討を行った。実験では参加者に対して、呈示時間が厳密に統制された awe を喚起する画像のスライドショーと統制刺激を呈示した。その後、そのスライドショーの経過時間など時間感覚についての質問や自己変容の感覚についての質問を行った。

(4) 研究 4

研究 4 として集合的脅威に対する awe 感情とその機能を多角的に検討した。

研究 4a

研究 4a では特に、2019 年の台風 19 号の直後及び、2020 年 2 月の新型コロナウイルス流行のごく初期に調査を行った。調査では、それぞれの集合的脅威（台風・コロナ）の体験またはネガティブ感情を喚起すると考えられる統制の体験について尋ね、その時の感情等について評定を行い、また自己超越的価値（日々の当たり前暮らしが大切、等）について尋ねた。

研究 4b

研究 4b では特に、集合的脅威にさらされることがその後で、他者のとつながりなどの価値を高く評価することにつながるかを、つながりに対する感動の感情である *Kama Muta* (Fiske et al., 2019) をとの関連から検討した。

4. 研究成果

各研究において以下のような成果を得た。

(1) 研究 1

研究 1 のレビューでは、意味生成という過程が実証的な awe 研究を包括的に理解できる枠組みとなり、また将来的に多くの意義のある問いを生む有用な枠組みであることを提案した。実際にこの枠組みは研究 2 以下の基礎となっている。当該レビュー論文は心理学評論に出版された（中山, 2020）。このレビューは日本語で執筆されたことにより、（日本の）企業から問い合わせがあり、また他分野の日本語論文に引用されるなど、日本において心理学分野や学術界を超えた幅広いインパクトを与えていると考えられる。

(2) 研究 2

研究 2 では総じて、awe 感情は米国ではよりポジティブな感情であるが、日本では相対的にネガティブな感情を含む混合感情であることを示した。

研究 2a

研究 2a では、特性的 awe 感情のうち、ポジティブ感情としての awe 感情は米国の方が強く、日本ではポジティブ感情としての awe 感情とネガティブ感情としての awe 感情が正の相関を示し（米国では無相関）、awe 感情は混合感情であることを示した。この研究は *Journal of Cross Cultural Psychology* に出版された（Nakayama et al., 2020）。

研究 2b

研究 2b では研究 2a と類似した文化差として、ポジティブ感情としての awe 感情が米国では強く、ネガティブ感情としての awe 感情が日本では強いことに加えてそれらの文化差がより高齢の参加者の方が強くなっている傾向を示した。このことは、当該文化での経験が長いほどその文化に従った傾向を見せることを示唆しており、awe 感情の意味づけは文化的学習の結果である可能性を示唆している。

研究 2c

研究 2c では特に、感情価と覚醒度と awe 感情の関係として、awe 感情が高いほど高覚醒ポジティブ（興奮、など）、低覚醒ポジティブ（穏やかさ、など）、高覚醒ネガティブ（不安、など）の感情を感じやすいことが示された。すなわち、awe 感情は多くの感情とは異なり、その感情価や覚醒度に変動性を持つ感情であることが示されたと言える。文化差については、統計的には強い結果ではないものの、awe がポジティブ感情と結びつく傾向が米国（vs. 日本）で強いという傾向はある程度見られていた。また、awe 感情がネガティブ感情と結びつく傾向が日本（vs. 米

国)で強いという結果は特に高覚醒ネガティブ感情において見られた。これらは特性質問紙尺度とは異なり、全く同じ動画刺激を用いてそれに対する評価、意味づけを検討してのものであり、より強力な文化差の証拠であると言える。

研究 2d

研究 2d では、日本語における awe 関連語 (畏敬・畏怖・畏まる、等) の意味は恐怖関連語や尊敬関連語とは統計的に弁別可能な意味 (つまり、異なる文脈での使われ方) を持っていることを定量的・実証的に明らかにした。さらに、awe 関連語は独自の成分を持ちつつも恐怖関連語と尊敬関連語の中間付近に位置する意味を持つことも示し、これらの感情が混合したような混合感情を示す語として日本語では使用されていることを示した。このことは、これまで欧米を中心とした欧米文化での awe 感情がポジティブ感情であるとした結果とは異なる結果であり、研究 2a-c までが示したような、日本での混合感情としての awe 感情という結果と一致するものである。この研究は *Psychologia* に出版された (Nakayama & Uchida, 2020)。

これまで心理学分野の研究は、WEIRD 心理学と呼ばれ、西洋の (Western) 教育された (Educated) 産業化された (Industrialized) 裕福な (Rich) 民主主義の (Democratic) 文化や人々を対象にした研究であるとして批判されまた、それ以外の文化での心理傾向との重要な差異が度々指摘されてきた (Henrich et al., 2010)。Awe 研究においてもその傾向は同様であり、欧米での実証的な結果から awe 感情はポジティブ感情として理論化されていた (e.g., Shiota et al., 2006)。しかし、研究 2 における一連の文化比較研究は、それがあくまでも WEIRD な結果であり、少なくとも日本では基本的な感情価ですら異なって、混合感情であることを示している。本研究は、WEIRD ではない awe 研究への重要な足がかりとなろう。実際、影響力の大きなレビュー論文 (Monroy & Keltner, 2023) や書籍 (Keltner, 2023) でも引用され、その重要性が認識されている。さらに東アジア圏からの引用も多く、WEIRD ではない awe 研究へ向けて実際に影響を与えてると考えられる。

さらに、社会的意義としても研究 4 で述べるような、集合的脅威に対する感情としての awe が文化や社会で異なるという可能性を示すことで、地球規模での協力を必要とする集合的脅威への対処において、その感情反応が異なる可能性 (例えば、awe 感情であっても感情価が異なりうる) を理解しておくことは、多様な文化・社会の間での協力を行う上で不可欠であろう。実際、集合的脅威に対する awe 感情の文化比較研究も準備を行なっている。

(3) 研究 3

研究 3 として、awe 感情の機能、特に時間感覚および自己についての感覚の変容についての実験的検討を行った結果、指標によって一貫しない結果を示している場合があるものの、awe 感情によってその経験の経過時間を長く見積もる傾向があり、また自己変容の感覚を生じることが示された。

(4) 研究 4

研究 4 では集合的脅威に対する awe 感情とその機能を多角的に検討した。

研究 4a

研究 4a では 2019 年の台風 19 号の直後及び、2020 年 2 月に新型コロナウイルス流行のごく初期に調査を行い、それぞれの集合的脅威 (台風・コロナ) の体験は統制条件の体験と比べて、awe 感情を喚起し、それにより意味生成が行われ、自己超越的価値に至ることが示唆された。

研究 4b

研究 4b では特に、集合的脅威にさらされることがその後で、他者のとつながりなどの価値を高く評価することにつながるかを、つながりに対する感動の感情である *Kama Muta* (Fiske et al., 2019) をとの関連から検討したが、複数の研究で一貫しない結果が得られることが多かった。ただし、特に集合的脅威の社会的インパクトの捉え方の個人差が *Kama Muta* 感情の個人差と関連している可能性が高く、より詳細な検討が必要である。

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 1件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Nakayama Masataka, Nozaki Yuki, Taylor Pamela M., Keltner Dacher, Uchida Yukiko	4. 巻 51
2. 論文標題 Individual and Cultural Differences in Predispositions to Feel Positive and Negative Aspects of Awe	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Cross-Cultural Psychology	6. 最初と最後の頁 771 ~ 793
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/0022022120959821	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 該当する
1. 著者名 前浦 菜央、中山 真孝、内田 由紀子	4. 巻 27
2. 論文標題 日本における感動とAweの弁別性・類似性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 認知科学	6. 最初と最後の頁 262 ~ 279
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11225/cs.2020.036	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 -
1. 著者名 NAKAYAMA Masataka, UCHIDA Yukiko	4. 巻 62
2. 論文標題 MEANING OF AWE IN JAPANESE (CON)TEXT: BEYOND FEAR AND RESPECT	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 PSYCHOLOGIA	6. 最初と最後の頁 46 ~ 62
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2117/psysoc.2020-B004	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 中山 真孝	4. 巻 63
2. 論文標題 Aweと意味生成	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 心理学評論	6. 最初と最後の頁 28 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24602/sjpr.63.1_28	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5件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Nakayama M., Koh, A. H. Q., and Uchida Y.
2. 発表標題 The awe in Japanese context had more negative and less positive connotations than awe in European American context
3. 学会等名 The Society for Personality and Social Psychology 's Annual Convention Emotion Preconference, Poster presentation, February 17th, 2022. (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Nakayama M., and Uchida Y.
2. 発表標題 FINDING MEANING AFTER A NATURAL DISASTER: THREAT-BASED AWE TRIGGERS MEANING MAKING
3. 学会等名 Society for Affective Science 2020 Annual Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中山真孝・内田由紀子
2. 発表標題 日本における「Awe」の意味 恐れと敬いととの弁別性の検証
3. 学会等名 日本社会心理学会第60回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakayama, M, Uricher, R, Koh, A, Uchida, Y
2. 発表標題 Cultural and age differences in trait awe and its relation to wellbeing
3. 学会等名 Macropsychology Summit on Societal Development & Societal Well-Being (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nakayama M, Koh AHQ, Uchida Y
2. 発表標題 Awe in Japanese context has more negative and less positive connotations than awe in European American context
3. 学会等名 Society for Personality and Social Psychology 2022 Emotion Preconference (国際学会)
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

認知科学・文化心理学「こころを動かされること」についての研究とその方法」立ち止まって考える
https://youtu.be/vb_QBBkbAOo
「日本における感動と Awe の弁別性・類似性」が、『認知科学』に掲載されました。
http://kokoro.kyoto-u.ac.jp/20201104_20201104_nakayama_uchida_3/
JAAS 2023 ランチョンセミナー「『こころを動かされること』を科学しよう」
<https://meetings.jaas.science/blog/20231004-4560/>

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
研究協力者	Koh Alethea (Koh Alethea)		
研究協力者	内田 由紀子 (Uchida Yukiko)		

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			
ドイツ	Universitat Koblenz			
米国	Carnegie Mellon University			
米国	Carnegie Mellon University			