様　式　Ｃ－１９、Ｆ－１９、Ｚ－１９　（共通）

科学研究費助成事業　　研究成果報告書

平成 ２８ 年　 ６ 月 １６ 日現在

機関番号：３２６８６
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2013～2015
課題番号：２５３８０９８６

研究課題名（和文）認知的負荷が多属性意思決定に及ぼす影響の解明：生体信号・生理指標に基づく分析

研究課題名（英文）Resolution of the effects of cognitive load for multi-attribute decision making: An analysis based on biological signals and physiological markers

研究代表者
都築　誉史（Tsuzuki, Takashi）

立教大学・現代心理学部・教授

研究者番号：７０２０７４２１

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費）　　3,800,000円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、認知的負荷が、非合理的な選択現象である、2属性3肢選択意思決定における4種類の文脈効果（魅力効果、妥協効果、類似性効果、ファントム効果）に影響を及ぼすメカニズムを、生体信号指標（眼球運動、事象関連電位）と、生理学的指標を用いて解明することにあった。この研究目的は、眼球運動測定、事象関連電位測定、血中グルコース濃度測定において、ほぼ達成することができ、5件の雑誌論文に発表し、12件の国際学会発表と、13件の国内学会発表を行った。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to understand the underlying mechanism of the effect of cognitive load on four kinds of context effects (the attraction, compromise, similarity, and phantom effects), which are irrational choice phenomena involved in the two attributes and three alternatives decision-making condition. This was done by measuring the related biological signals (the eye movement and event-related potential) and physiological markers such as blood glucose level. We have published five papers in journals and have presented papers in twelve international and thirteen Japanese conferences.

研究分野：社会科学

キーワード：意思決定　文脈効果　眼球運動測定　事象関連電位　認知資源

１．研究開始当初の背景

人間の複数の選択肢に対する選好は、元の選択肢の組に別の選択肢を追加することによって、多様に変化してしまう。多属性-多肢選択意思決定に関して、近年、さまざまな選好の変化や逆転が生じるという知見が蓄積されてきた。こうした現象は、消費者行動、マーケティング（商品企画、販売戦略）、公共選択（多数決による意思決定）といった実社会の諸問題と密接に関連しており、非常に重要な研究テーマである。

合理的選択に関する諸公理に違反した文脈依存的な選択現象として、本研究では、数多くの研究が行われてきた、2 属性 3 肢選択意思決定課題における、4 種類の文脈効果に焦点を当てた。多属性意思決定における文脈効果について、認知的負荷という重要な要因に注目し、生体信号・生理指標の面から総合的に検討した研究は、国内外で発表されておらず、独創的であり、国際的なレベルの成果が得られると考えた。

２．研究の目的

本研究の目的は、認知的負荷が、非合理的な選択現象である多属性意思決定における 4 種類の文脈効果（魅力効果、妥協効果、類似性効果、ファントム効果）に影響を及ぼすメカニズムを、生体信号指標（眼球運動、事象関連電位）と、生理学的指標（血中グルコース濃度）を用いて解明することにあった。つまり、認知的負荷を与える状況で、2 属性 3 肢選択意思決定課題を用い、眼球運動におけるサッカードと停留の特徴を詳細に測定し、脳波の事象関連電位における関連成分の変化を明らかにすることを目的とした。さらに、実験参加者の血中グルコース濃度と唾液アミラーゼ活性を測定し、認知的負荷が、認知資源の消耗と文脈効果に及ぼす影響を、生理心理学的レベルで解明することを目指した。

３．研究の方法

(1) 認知的負荷を操作するため、認知資源を消耗させる認知的葛藤課題（ストループ課題）と、課題遂行の時間制限（time pressure）の二つを用いた。眼球運動の測定には、実験参加者に負担が少ない非接触型で時間分解能が高い眼球運動測定装置（Tobii X120）を用い、認知的負荷が文脈効果に影響を及ぼすメカニズムを詳細に検討した。

(2) 事象関連電位については、実験パラダイムとしてプローブ法を用い、視覚提示される主課題と並行して提示した、聴覚刺激に対する事象関連電位の変化によって、主課題へ配分された認知資源を測定した。

(3) 生理学的測定に関しては、認知的負荷を高める課題を行わせた後、グルコースを投与した実験参加者群と、合成甘味料を投与した実験参加者群で、多属性意思決定課題における文脈効果がどのように変化するかを検討した。認知資源を反映する血中グルコース濃度は、簡易血糖自己測定器によって測定した。

４．研究成果

(1) 都築・本間・千葉・菊地（2013）．眼球運動の時系列解析による多属性意思決定における魅力効果と妥協効果に関する検討（「認知心理学研究」）

本研究では、多属性意思決定における魅力効果と妥協効果の基本メカニズムを同時に検討するため、実験参加者の眼球運動を測定し、情報探索と情報獲得のパターンを分析した（実験参加者は 20 名）。実験参加者は、2 属性について記述された 3 選択肢からなる 12 個の仮想の購買課題を行った。2 条件の選択率において、有意な文脈効果を確認できた。2 条件において、選ばれた選択肢に対する眼球運動停留時間は有意に長く、選ばれた選択肢内部に対するサッカード頻度は有意に高かった。2 条件において、選ばれた選択肢を含んだ 2 肢間サッカード頻度は、有意に高かった。さらに、2 肢間サッカードに関する時系列解析の結果、最終的な選択と関連したサッカードは増加するが、それ以外のサッカードは減少することが明らかとなった。こうした結果は、意思決定において文脈効果が生じる基本メカニズムを解明するため、眼球運動測定が不可欠であることを示唆している。本論文は国内外で初めて、多属性意思決定における文脈効果を眼球運動の時系列解析によって検討したものであり、学術的意義が高い。

(2) 千葉・都築（2014）．多属性意思決定における妥協効果と魅力効果の生起機序に関する包括的分析：生理学的指標と眼球運動測定に基づく実験的検討（「認知科学」）

本研究では、2 種類の文脈効果と二重過程理論が想定するシステム 1-システム 2 の関連、2 種類の文脈効果におけるトレードオフ構造の差異によって喚起されるネガティブ感情の差、2 種類の文脈効果と、非補償的決定方略または補償的決定方略との関係を検証することを目的とした。そのため本研究では、グルコースの含まれた飲料の摂取やストループ課題を用いた、血中グルコース濃度（認知資源）の実験的操作、気分評定尺度による意思決定課題中のネガティブ感情の測定、眼球運動測定による決定方略の同定といった三つの側面から、2 種類の文脈効果の生起機序に関する包括的な検討を行った。この目的のため、認知資源消耗課題の有無と、飲料中に含まれるグルコースの有無によって 4 条件を設定した（実験参加者は 67 名）。

実験の結果、ストループ課題によって認知資源が減少し、後の意思決定課題において、システム 2 が阻害されることにより、両文脈効果の増減が生じたと解釈した。さらに、両文脈効果条件における回復条件のターゲット選択率は、統制条件と差が見られなかった。これらの結果は、認知資源がシステム 2 のような熟考的認知過程に用いられ、その資源が

消耗した際、システム 2 は効果的に機能せず、グルコースを摂取することにより認知資源が回復し、システム 2 が充分に機能することを示している。また、意思決定課題中の眼球運動の分析から、妥協効果は補償的決定方略によって、魅力効果は非補償的決定方略によって、それぞれ生起することが示された。さらに、意思決定課題によって喚起されたネガティブ感情の差は、両文脈効果条件群の選択肢集合におけるトレードオフ構造の差異を反映していると解釈した。本研究の結果は、選択肢集合のトレードオフ構造によって、システム 2（熟考的認知過程）と補償的な情報探索が促されて、妥協効果が生起し、非トレードオフ構造によってシステム 1（直感的判断）と非補償的な情報探索が促され、魅力効果が生起するという、両文脈効果の生起機序を示すものである。本論文は、2014 年度日本認知科学会奨励論文賞を受賞し、高く評価されている。

(3) 都築・千葉・相馬（2014）．タイムプレッシャーが多属性意思決定におけるファントム効果に及ぼす影響（国際学会発表）

2 属性 3 肢選択課題において、2 属性値が対照的で、選択率がほぼ等しいターゲットとコンペティターに加え、属性値がターゲットよりもやや効用が高いデコイを設定する。この 3 肢選択課題では、総合的な効用の高いデコイが選ばれる比率が高いが、そのデコイが品切れであると教示し、続いて 2 肢選択課題を行うと、ターゲットの選択率がコンペティターよりも高くなる。このように、ターゲットを支配する選択肢が入手困難である場合、その選択肢に支配されたターゲットの選択率が上昇する現象を、ファントム効果と呼ぶ。ファントム効果は、明らかに合理的選択公理に違反している。一方、意思決定課題において、実験参加者に認知的な負荷をかける手段として、タイムプレッシャー（時間制限）が広く用いられてきた。英文雑誌論文の先行研究では、選択を促す情報提示時間を 3 秒間に設定し、多様なデコイを用いてファントム効果の生起を検討している。著者らのデータによれば、2 属性 3 肢選択課題における意思決定時間は約 10 秒であり、先行研究の時間設定には検討の余地がある。本研究では、選択を促す情報提示時間を 4 秒、6 秒、ベースライン（制限無し）といった 3 条件に設定し、ファントム効果の生起を比較することを目的とした。実験参加者は 208 名であった。

実験の結果、ファントム効果は、6 秒条件とベースライン条件において有意であり、4 秒条件では有意ではないことが示された。ベースラインと 4 秒条件よりも、6 秒というタイムプレッシャーのもとで、ファントム効果が特に高く生起するという知見は新たなものである。この実験結果は、国内外で初めて得られたものであり、学術的意義が高い。

(4) 都築・千葉・相馬（2014）．眼球停留時間の時系列解析による多属性意思決定における文脈効果の検討（国際学会発表）

合理的な選択に違反した現象として、本研究では 2 属性 3 肢選択意思決定課題における、魅力効果と妥協効果を取り上げた。魅力効果は、2 属性においてターゲットよりもやや劣るデコイを追加することによって、ターゲットの選択率が上昇する現象をさし、妥協効果は、2 属性においてターゲットが中間に位置するように極端なデコイを設定することにより、ターゲットの選択率が上昇する現象をさす。2 種類の文脈効果が生起するメカニズムを探るため、筆者らの先行研究では、選択課題における眼球運動のサッカードに焦点をあてたが、本研究では対象への選好を反映する停留時間を時系列的に解析することを目的とした。実験参加者は 64 名であった。

実験参加者ごとに、3 肢ごとの決定時間を 4 フェイズに分け、停留時間に関する時系列解析を行った。両条件における停留時間の時系列解析によって、フェイズ 1、2 では 3 肢への停留に差はないが、フェイズ 4 では、ターゲットに対する停留が有意に長くなり、情報の取得が最終的な意思決定に向けて絞り込まれて行く様相が明らかになった。著者らによるサッカードの時系列解析結果と共に、興味深い新たな知見であると考える。類似した論文が、2014 年に英語学術雑誌に掲載され、著者の論文を引用している。本研究を、英文学術雑誌になるべく早く投稿することが望ましい。

(5) 都築・千葉（2015）．眼球停留時間の時系列解析による多肢選択意思決定における類似性相乗効果の検討（国内学会発表）

合理的な選択に違反した文脈効果として、本研究では 2 属性 3 肢選択意思決定課題における、類似性相乗効果について検討した。類似性効果とは、デコイがターゲットと類似しており、1 属性でやや劣り、別の属性でやや優れ、総合的な期待効用が等しければ、両者が頻繁に比較され、ターゲットの選択率が低下し、コンペティターの選択率が上昇する現象をさす。しかし、類似性効果は再現しにくいことが、著者らの先行研究によって示されている。本研究では、3 選択肢の属性値をすべて端数に設定した場合、従来、類似性効果が生じるとされる実験条件においても、ターゲットの選択率は低下せず、コンペティターの選択率が低下する類似性相乗効果が生じることを示し、選択肢への選好を反映する停留時間を時系列的に分析することを目的とした。実験参加者は 37 名であった。

本研究では、全て端数の属性値を用いた設定で、類似性効果は再現されず、類似性相乗効果が示された。デコイの選択率が、コンペティターよりも高い傾向が見られた点は重要である。停留時間の時系列解析によって、フェイズ 1 では 3 肢への停留に差はないが、

フェイズ2では一旦デコイに対する停留が有意に長くなり、フェイズ4では、最終的にターゲットに対する停留が有意に長いことが示された。こうした推移は、初期の「スクリーニング」段階、「評価と比較」段階、「選択前の妥当性検証」段階に対応している。著者らの先行研究による、妥協効果・魅力効果条件の分析と比較すると、本条件における3肢に対する停留の時系列的推移の様相が、かなり異なる点は興味深い。属性値を詳細に設定しても類似性効果は再現されないという本研究の知見は内外で新たなものであり、雑誌論文に投稿することが望ましい。

(6) 都築・武田・千葉 (2015). 多肢選択意思決定における文脈効果と事象関連電位：課題非関連聴覚プローブに対する N1 振幅に基づく検討（国際学会発表）

合理的な選択に違反した文脈効果として、本研究では2属性3肢選択意思決定課題における、魅力効果と妥協効果を取り上げた。2種類の文脈効果が生起するメカニズムを検討するため、本研究では、課題非関連聴覚プローブに対する事象関連電位（ERP）を計測する方法を用いた。この手法は、視覚刺激に多くの認知資源が配分されるほど、非関連な聴覚プローブへの注意配分が減少し、プローブに対する ERP 応答（N1 成分の振幅）が小さくなる現象を利用して心的状態を評価した。実験参加者は 31 名であった。

聴覚 ERP の平均 N1 振幅について、3 選択肢×選択（ターゲット、コンペティター）の 2 要因分散分析を行った。その結果、魅力効果条件では交互作用が有意であり、デコイを見ている時に後でコンペティターを選んだ場合の方が、後でターゲットを選んだ場合よりも平均 N1 振幅が有意に小さいことが示された。平均 N1 振幅の分析結果は、デコイにより多くの認知資源が配分され、視覚的に深く処理されると、コンペティターを選ぶ確率が増加し、魅力効果が生起しにくくなることを示している。この知見は、魅力効果が自動的な処理過程（システム 1）と関連しているという理論的解釈と合致している。

その後、本研究に対する査読者のコメントを踏まえ、刺激材料を 48 項目に増やし、分析方法も修正し、実験参加者 40 名程度を目標にして、魅力効果条件の追試実験を開始した。現在 12 名の有効データがあり、後半のフェイズでは、コンペティター選択試行において、ターゲット選択試行よりも有意に P1－N1 振幅が減衰し、主課題に多くの処理資源が配分されることが示唆され、仮説が支持された。本研究は、すでに英文学術雑誌論文として投稿準備を進めている。多肢選択意思決定における文脈効果を事象関連電位によって検討した論文は国内外に見当たらず、大きなインパクトを持つ研究であると考える。

５．主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計 5 件）

① 都築誉史、松田憲、特集「判断と意思決定の認知科学」編集にあたって、認知科学、査読無、Vol. 22、No. 3、2015、pp. 308-3141.
http://doi.org/10.11225/jcss.22.308

② 相馬正史、都築誉史、考察方略が道徳ジレンマ状況における判断に及ぼす影響、立教大学心理学研究、査読有、Vol. 57、2015、pp. 51-61.
http://doi.org/10.14992/00010951

③ 千葉元気、都築誉史、多属性意思決定における妥協効果と魅力効果の生起機序に関する包括的分析：生理学的指標と眼球運動測定に基づく実験的検討、認知科学、査読有、Vol. 21、No. 4、2014、pp. 451-467.【2014 年度、日本認知科学会奨励論文賞受賞】
http://doi.org/10.11225/jcss.21.451

④ 都築誉史、本間元康、千葉元気、菊地学、眼球運動の時系列解析による多属性意思決定における魅力効果と妥協効果に関する検討、認知心理学研究、査読有、Vol. 11、No. 2、2014、pp. 81-96.
http://doi.org/10.5265/jcogpsy.11.81

⑤ 相馬正史、都築誉史、意思決定におけるバイアス矯正の研究動向、立教大学心理学研究、査読有、Vol. 56、2014、pp. 45-58.
http://doi.org/10.14992/00009017

〔学会発表〕（計 25 件）

① Tsuzuki, T., & Chiba, I. A time- series attribute-and-alternative-wise saccades analysis of the attraction and compromise effects in multi-alternative decision making. The 36th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会) 2015 年 11 月 22 日、Chicago (アメリカ合衆国)

② Chiba, I., Tsuzuki, T., & Hashiguchi, S. Eye-tracking analysis of compromise and attraction effects in perceptual decision making. The 36th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会) 2015 年 11 月 22 日、Chicago (アメリカ合衆国)

③ Tsuzuki, T., Takeda, Y., & Chiba, I. Context effects in multi-alternative decision making and the Nl amplitude elicited by task irrelevant auditory probes. The 56th Annual Meeting of the Psychonomic Society (国際学会) 2015 年 11 月 19 日、Chicago (アメリカ合衆国)

④ 都築誉史、武田裕司、千葉元気、多肢選択意思決定における文脈効果と事象関連電位：課題非関連聴覚プローブに対する N1 振幅に基づく検討、日本心理学会第 79 回大会、2015 年 9 月 23 日、名古屋国際

会議場（愛知県、名古屋市、熱田区熱田西町）

⑤ 川合裕基、都築誉史、千葉元気、囚人のジレンマ課題の同時呈示による文脈効果、日本心理学会第 79 回大会、2015 年 9 月 23 日、名古屋国際会議場（愛知県、名古屋市、熱田区熱田西町）

⑥ 都築誉史、千葉元気、眼球停留時間の時系列解析による多肢選択意思決定における類似性相乗効果の検討、日本認知心理学会第 13 回大会、2015 年 7 月 4 日、東京大学（東京都、文京区本郷）

⑦ Tsuzuki, T., Chiba, I., & Soma, M. The influence of time pressure on the phantom effect in multi-attribute decision making. The 35th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会) 2014 年 11 月 23 日、Long Beach (アメリカ合衆国)

⑧ Chiba, I., Tsuzuki, T., & Soma, M. Eye-tracking analysis of decision strategies involved in the context effects in perceptual decision making. The 35th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会) 2014 年 11 月 23 日、Long Beach (アメリカ合衆国)

⑨ Soma, M., Tsuzuki, T., & Chiba, I. The effect of time pressure and ego depletion on moral judgment in the moral dilemma. The 35th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会) 2014 年 11 月 23 日、Long Beach (アメリカ合衆国)

⑩ Tsuzuki, T., Chiba, I., & Soma, M. A Time-series eye-fixation analysis of the similarity, attraction, and compromise effects in multi-attribute decision making. The 55th Annual Meeting of the Psychonomic Society (国際学会) 2014 年 11 月 20 日、Long Beach (アメリカ合衆国)

⑪ 都築誉史、千葉元気、相馬正史、眼球停留時間の時系列解析による多属性意思決定における魅力効果と認知容易性効果の検討、日本消費者行動研究学会第 49 回消費者行動コンファレンス、2014 年 11 月 09 日、明治学院大学（東京都、港区白銀台）

⑫ 都築誉史、千葉元気、相馬正史、タイムプレッシャーが多属性意思決定におけるファントム効果に及ぼす影響、日本認知科学会第 31 回大会、2014 年 9 月 19 日、名古屋大学（愛知県、名古屋市、千種区不老町）

⑬ 都築誉史、千葉元気、菊地学、相馬正史、眼球停留時間の時系列解析による多属性意思決定における文脈効果の検討、日本心理学会第 78 回大会、2014 年 9 月 12 日、同志社大学（京都府、京都市、上京区今出川通）

⑭ 菊地学、都築誉史、千葉元気、相馬正史、社会的距離が多属性意思決定における文脈効果に与える影響、日本心理学会第 78 回大会、2014 年 9 月 12 日、同志社大学（京都府、京都市、上京区今出川通）

⑮ 千葉元気、都築誉史、相馬正史、停留時間の分析による多属性意思決定における文脈効果の検討、日本心理学会第 78 回大会、2014 年 9 月 12 日、同志社大学（京都府、京都市、上京区今出川通）

⑯ 相馬正史、都築誉史、千葉元気、多様な考察が道徳ジレンマ課題における判断に及ぼす影響　日本心理学会第 78 回大会、2014 年 9 月 12 日、同志社大学（京都府、京都市、上京区今出川通）

⑰ Tsuzuki, T., Kikuchi, M., & Chiba, I. The effect of time pressure on group polarization and the first advocacy effect in group decision-making. The 34th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会)、2013 年 11 月 17 日、Toronto (カナダ)

⑱ Chiba, I., Tsuzuki, T., & Soma, M. An eye tracking and verbal protocol analysis of decision strategies in context effects of multi-attribute decision making. The 34th Annual Conference of Society for Judgment and Decision Making (国際学会)、2013 年 11 月 17 日、Toronto (カナダ)

⑲ Tsuzuki, T., & Honma, M. A time-series eye-tracking analysis of context effects in multi-attribute decision making. The 54th Annual Meeting of the Psychonomic Society (国際学会)、2013 年 11 月 16 日、Toronto (カナダ)

⑳ 都築誉史、消費者の認知に対する実験心理学的アプローチ（応募シンポジウム、代表）、日本心理学会第 77 回大会、2013 年 9 月 21 日、札幌コンベンションセンター（北海道、札幌市、白石区東札幌）

㉑ 都築誉史、本間元康、千葉元気、菊地学、多属性意思決定における魅力効果に関する眼球運動の時系列解析　日本心理学会第 77 回大会、2013 年 9 月 21 日、札幌コンベンションセンター（北海道、札幌市、白石区東札幌）

㉒ 相馬正史、都築誉史、千葉元気、時間制限や認知資源の消耗が道徳ジレンマ場面での道徳判断に及ぼす影響、日本心理学会第 77 回大会、2013 年 9 月 21 日、札幌コンベンションセンター（北海道、札幌市、白石区東札幌）

㉓ Chiba, I., Tsuzuki T., & Kikuchi, M. The construal level theory and the dual process theory in multi-attribute decision making: An empirical examination. The 36th

Annual Conference of the Cognitive Science Society (国際学会)、2013年8月1日、Berlin (ドイツ)

㉔ Tsuzuki T., Kikuchi, M., & Chiba, I. Differences between maximizers and satisficers in regret and counter-factual thinking during repeated versus switching decisions. The 36th Annual Conference of the Cognitive Science Society (国際学会)、2013年8月1日、Berlin (ドイツ)

㉕ 都築誉史、本間元康、千葉元気、菊地学、多属性意思決定における妥協効果に関する眼球運動の時系列解析、日本認知心理学会第11回大会、2013年6月30日、つくば国際会議場(茨城県、つくば市、竹園)

〔図書〕(計2件)

① 下山晴彦(編集代表)、都築誉史　他250名、誠信書房、誠信　心理学辞典 [新版]、2014、総ページ数1088 (pp.134-137)

② 日本認知心理学会(編)、都築誉史　他45名、有斐閣、認知心理学ハンドブック、2013、総ページ数　425 (pp.22-23, 142-143)

〔その他〕

ホームページ等

http://www2.rikkyo.ac.jp/~tsuzuki/

６．研究組織

(1)研究代表者

都築　誉史 (Tsuzuki Takashi)

立教大学・現代心理学部・教授

研究者番号：70207421

(2)研究分担者

武田　裕司 (Takeda Yuji)

産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・自動車ヒューマンファクター研究センター・チーム長

研究者番号：10357410

(3) 研究分担者

本間　元康 (Honma Motoyasu)

昭和大学・医学部・心理員

研究者番号：20434194