

機関番号：32601

研究種目：新学術領域研究 研究課題提案型

研究期間：2008～2010

課題番号：20200002

研究課題名（和文） エマージェンティスト・アプローチによる新しい認知経済学の創造

研究課題名（英文）

Toward the Development of Cognitive Economics From the Emergentist Perspective

研究代表者

中込 正樹 (NAKAGOME MASAKI)

青山学院大学・経済学部・教授

研究者番号：30137020

研究成果の概要（和文）：人間の「英知」の研究の第一歩として、まず Damasio (1994) のソマティックマーカー仮説に注目しつつ、リスクと不確実性に直面した時の人間の心理と脳の活性化をニューロ的に実験研究して、その理論的意義を検討した。ここで明らかになったことは次のことである。つまりリスク的な課題を容易なものから複雑なものに変化させていくと、被験者のリスク認知はある臨界点で曖昧性認知に質的变化を遂げる可能性があり、それは脳波計測では第一の CNV 脳波の部分的復活として現れること、また光トポグラフィ (fNIRS) によるさらに長期実験を行ってランダム化テストによる時系列データ解析を行うと、脳の部位としては、左眼窩前頭前野と左背外側部前頭葉が統計的に有意な活性化を示すことが発見できたのである。特に後者の研究の最大の意味は、光トポグラフィ (fNIRS) による長時間実験によって、従来不十分にしか研究されてこなかったフランクナイトの「真の不確実性」の問題を、世界的に初めてニューロ的に本格的に実験研究したことである。ここからさらに不確実性下における人間の英知の発現の可能性と限界性を、今後も引き続き研究していきたい。

研究成果の概要（英文）： The ultimate target for our research is the analysis of the human intelligence. Considering the implications of the somatic markers hypothesis by Damasio (1994), we present experimental task designs to investigate the difference between psychological and neural proceeding of risk and that of ambiguity in order to examine the implications of relationship among emotions, feelings and cognitive evaluations.

We demonstrate in our study the following two conclusions. First the perception of risk is transmitted to the perception of ambiguity with pessimistic expectations, when the subjects feel to increase the difficulty of risky experimental games to be executed beyond a certain limit. The transmission from the risk perception to the ambiguity perception is shown by the recovery of the first brain waves of contingent negative variation (CNV) which is obtained by using the digital electroencephalography (EEG). Second using the recently developed functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) and the randomization test for analyzing the long-running time-series fNIRS data, we demonstrate that the changes in activation of the left orbito frontal cortex (OFC) as well as the left dorsolateral prefrontal cortex (dl-PFC) are statistically significant, when the subjects feel to increase the complexity and difficulty of executing the risky

game. This is a first neuroeconomic study to analyze Knightian ambiguity which is robust and persistent uncertainty in the long-running and repeated experiment.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2009年度	6,100,000	1,830,000	7,930,000
2010年度	6,100,000	1,830,000	7,930,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：総合領域、社会科学

科研費の分科・細目：情報学、経済学・認知哲学、理論経済学

キーワード：脳科学的実験、ニューロ・エコノミクス、認知経済学、行動経済学、リスク、曖昧性、真の不確実性、社会系心理学

1. 研究開始当初の背景

従来の経済学が合理的個人を前提として理論構成を行ってきたことに対する批判が、近年、行動経済学の発展という形で現れている。さらに実験経済学と結びついてニューロ・エコノミクスとして展開されている。こうした研究分野での動きを受けて、われわれも独創性を持った1つの研究を展開しようと考えた。合理的意思決定から逸脱したアノマリー現象を、単に限定合理的で愚かな人間行動として考察すると言うのではなく、社会的文脈に即して考えるとしたら、そこには形式的な計算合理性とは次元の異なる何らかの「人間の英知」が含まれているのではないのか、こうした問題を深く考察したいと考えた。具体的には人間の「社会的自我」の問題に着目した。社会的自我の機能はHumphrey (1986)などを参考にすると、まさに社会的文脈を読む能力を発生させる点に求めることができる。従来の経済学がこのような問題に対して全く関心を示さなかったことは明らかである。これらの研究的状況を考慮しつつ前著(中込(2008))で考察したことをも踏まえて、本研究では社会的自我と英知の発生をめぐる認知経済学なるものをはるかな目標に定めて、まずその第一歩としての実験経済学研究をめざしていくことにした。

2. 研究の目的

従来の経済学が理論的基礎として主張してきた合理的人間像を超えて、社会的文脈の中で展開されるより新しい次元での人間の「英知」を考察していきたい、この点に研究の最終目標を置くことにした。具体的には、社会的自我の理論的意味をニューロ・エコノミクスの的に考察することを本研究の最終目的と

定めたいと考えた。しかしこれは1つの壮大な研究テーマである。まずは一歩ずつそれに至る個々の研究を積み重ねていく必要がある。そこでわれわれは第一歩として、Damasio (1994)のソマティックマーカー仮説を経済学的に検討していくことを当初の目的とした。この理由は第1に感情や情動が単に理性的判断と対峙してそれにノイズを与えるものというだけではなく、それらが場合によっては理性的判断の「導きの糸」となる可能性を認めることにより、従来の経済学より深い次元での人間の「賢さ」についての考察が可能になると考えたからである。第2には、原初的な自己身体に関する情動や感情が、自我意識に関しても、その成立的基盤を形成していると主張されていることである。従ってソマティックマーカー仮説を経済学的に検討していけば、情動と感情、自我意識そして理性とのマッチングや、そこにおいて初めて現れるであろう新しい意味での人間の賢さを、統合的に明らかにできる可能性が開けてくると判断したのである。では具体的にどのようなときに情動や感情は理性的認知判断とマッチングして、社会的文脈の中での「賢い意思決定」を可能にするのか、また逆にどのような状況下においてこのことに失敗するのか。実験経済学のアプローチによってこうした研究を進めることにした。具体的にはリスクと不確実性に関するニューロ的研究を通じて、Damasioのソマティックマーカー仮説の意味を考えていくことにした。リスクと不確実性下における人間の意思決定は、学說的にも重大なものとして多くの研究がなされてきたし、また近年はそのニューロ的研究も積極的に行われているからである。われわれは先端的計測機器の使用法も習得して、情動・感情と理性的認

知判断のマッチングの問題を、リスクと不確実性のタスク実験を行いつつニューロ・エコノミックス研究として、一歩ずつ進めていきたいと考えた。

3. 研究の方法

大きな目的をめざして一歩ずつ研究を進める上で、研究方法とりわけ研究手順の設定はきわめて重要である。本研究では以下のような順を追って研究内容を深めていくことにした。

(1) 本研究を進めるに当たり準備として、直接関連性のある行動経済学、ニューロ・エコノミックス等について研究の現状をサーベイし、また現在直面する研究上の諸問題は何かを明らかにする。

(2) ニューロの実験経済学を展開するために必要な計測機器の使用法を習得する。本研究では使用する機器を光トポグラフィ (fNIRS) と脳波計に定めた。さらに計測したデータ解析についても、BESA による解析法とランダムマイゼーションテストの活用法を研究する。

(3) 次にどのような実験課題を実施するのか、理論的意味を考えつつ実験タスクを作成した。

(4) 本研究ではまずリスクと不確実性に関するニューロ的研究を展開することとした。この研究を、情動、感情、理性的認知判断のマッチングと言う視点から進めていく。具体的には、Hsu et al. (2005) などの先行研究の理論的拡張を試み、人間の前頭葉がリスクや不確実性に直面した時どのようにして情動・感情と理性的認知判断をマッチングさせようとして機能するのか、またマッチングが成立しないときには、どのような脳の活動が現れまた人間の意思決定にどのような影響が現れるのか、明らかにしようとした。

(5) 以上のニューロ研究を展開しつつ、情動と感情および理性的判断の相互関連を探求し、それを基礎としてさらに研究を2人同時計測の実験へと拡張していくことを計画した。人間の社会的文脈理解とそこにおける人間の「英知」の現れは、脳科学的にどのようなニューロ的現象として現れるのか、その脳内の変動は情動・感情・理性的判断に関するどのような心理学的現象として現れるのか、社会的文脈理解や社会的意識の問題に絡めた実験内容を工夫しながら、考察を深めていきたいと考えた。

4. 研究成果

限られた研究期間内において、実施できた研究は、上述の「研究の方法」で述べた手順の(1)から(4)までである。(5)は今後の課題として残されている。さて以下の「主な発表論文」のうち雑誌論文の(3)以下は、

手順(1)に関するものである。これに対して論文(1)(2)は、手順(4)の具体的な成果である。そこで研究成果の説明としては主に論文(1)(2)の内容について述べていくことにする。なおこれらワーキングペーパーはさらに慎重な検討を加えて、研究誌への投稿を検討していきたい。

最初に論文(1)を取り上げる。この論文はリスクと不確実性に関するタスクを被験者に行ってもらい、CNV 脳波を計測しその経済学的含意を分析したものである。実験タスクは3種類実施した。タスクZでは内容的な負荷を被験者に与えないで、ただ音刺激S1とS2を繰り返し聞いてもらってCNV 脳波を計測した。次にタスクAではS1でギャンブルタスクを示し、S2でその意思決定をボタンで示してもらった。このときS1とS2間のCNV 脳波を計測した。最後にタスクBでは、見かけ上タスクAより複雑化したと思えるギャンブル課題を与えて、CNV 脳波を計測した。実は見かけとは異なってタスクBの勝率計算は著しく簡単なものである。しかし実験をZ,A,Bの順番で行った結果、問題が次第に困難化していると解釈されて、すべての被験者はタスクBが一番困難なギャンブル課題であると感じていた。さて計測したCNV 脳波の比較を行った。タスクZでは、第1CNV波および第2CNV波が見事に完全な形で計測された。しかしタスクAでは第1波および第2波ともにCNV 脳波は完全に姿を消していた。最後にタスクBでは、第2波は完全に消滅していたが、第1波は確認することができた。つまりギャンブル課題が一定レベルを超えて難しくなると感じられるとき、第1波は復活するのである。第1波の復活は、リスク課題に対する人間の知覚が根本的な構造変化を起こしていることを示している。われわれはこの知覚構造変化を、曖昧性回避の心理の創発であると解釈した。つまり Hsu et al. (2005) らの先行研究は、リスクと曖昧性に直面した時の被験者の脳の活性パターンの相違を明らかにし、曖昧性知覚からリスク知覚への移行が、隠された情報への探索期待によって基礎づけられ可能化することを示唆していたが、われわれのニューロの実験は、こうした移行プロセスは逆方向でも生じることを証明した。つまりリスク課題がさらに困難化するという文脈の流れがあれば、リスク知覚は質的に変化して曖昧性知覚に転換される可能性があるのである。

次に論文(2)を説明する。こちらでは光トポグラフィ (fNIRS) を用いて前頭葉の脳血流を計測し、その結果を解析した。この実験の特性は長時間計測である。長時間化は、光トポグラフィが従来用いられてきたfMRIに比べて、きわめて簡便かつ小型化されたものであり、実験時に被験者に小さなストレスしか与えないという特性から可能になったと言

える。また実験時間の長時間化によるデータの時系列的相関の問題については、新たにランダム化テストで統計的検定を行うことで、ここから生じる問題を解消した。実験タスクは基本的には上述の論文(1)のときとほぼ同じものを用いた。具体的にはいわゆるABタスクの形式を用いた。つまりタスクの統制期にはタスクAを繰り返し実施し、実験期にはタスクBを繰り返し実施した。そしてそれぞれの脳血流の変化を計測しこの脳血流の時系列的な変化が、タスク変化による影響で生じたものと言えるかどうか、統計的に有意であるかどうかを解析したのである。先行論文では、リスク知覚に対して曖昧性知覚では、前頭葉内側部やいわゆるpIFSに強い活性化が生じたことが示された。われわれのランダム化テストの結果は、こうした先行論文の計測結果の一部を正当化するとともに、新たに大きな発見をもたらした。われわれの計測結果で統計的に有意となった部位は2つある。1つは左眼窩前頭前野であり、もう1つは左背外側前頭前野であった。これら2つの統計的に有意な活性化部位は、いずれも先行研究で明らかにされた活性化部位に含まれていたり、またはそれを一部含むものとなっているという意味で、先行論文の結論を部分的に正当化している。しかしわれわれの結論の大きな特徴は、脳の左半球にその統計的に有意な活性化部位が偏っていたと言うことである。これは際だった特徴であり、リスクと不確実性に関するニューロ的研究においては、新たな発見である。そこで実験結果をどのように意味づけるか詳細な検討を行った。ヒントとなったのはGoel-Dolan(2004)らの研究である。Goelらは人間が帰納法的な推論を展開しようとするとき、左背外側前頭様が活性化することをfMRIを用いて明らかにしていた。このことをわれわれの結果に引きつけて解釈すると、曖昧性に直面した人間の認知は、潜在的に不足する情報を、帰納法的な認知パターンを展開することで補おうとするのだと考えられる。ではあとに残る左眼窩前頭前野の活性化であるが、われわれは1つの新しい推論を提案した。つまり前頭葉内側部の機能は従来、情動や感情を知的認知的判断と調和させ、1つの統一的な意思決定への道りを切り開いていくことだと考えられている。ところで今回の結論は、上述のように、曖昧性に直面した時は左背外側前頭葉が活性化して、不足する情報を獲得するために帰納法的に働こうとすることである。この潜在的な認知判断に対して、前頭葉内側部は情動と感情をどのようにマッチングさせようとするのか。この活性化している左背外側前頭葉に一番近い背内側前頭葉は、もちろん同じ左側の背内側部である。したがって左背外側前頭葉の活性化とコレイトして左背

内側部も活性化する必然性は大きいにある。特に左背内側部のなかでも、情動と感情を理性的判断とマッチングさせる上で中心的機能を果たす左眼窩前頭前野が特に統計的有意性を示したのではないかと考えられる。これがわれわれの実験結果への意味的な解釈であった。

最後に論文(2)が長時間の脳科学的実験を行ったという意味を説明する。リスクと不確実性に関する人間の知覚に関して言えば、フランクナイトが明らかにした「真の不確実性」がもっとも深い闇である。それは短時間の学習や情報収集活動によっては容易に解消し得ない複雑で困難な曖昧性の状況である。こうした不確実性の闇における人間の知覚を脳科学的にとらえるためには、まず長時間の実験において容易に解消し得ない困難なサンプルタスクを設定し、それを被験者に繰り返し試行してもらい、そのプロセスを丁寧に計測するしかない。われわれの実験でもこうしたことを行った。従来のこの分野のニューロ的研究はもっぱらfMRIを採用し、短時間の計測実験からリスクと曖昧性に関する脳の活性化の相違を引き出したがこれでは不十分である。われわれが初めて本格的に真の不確実性の問題をニューロ的に研究したことは、大きな理論的意義を持つと考えられる。

この論文(2)と(1)をリンクさせて、その理論的意味をさらに深く解釈していく必要がある。それは情動と感情を理性的判断とマッチングさせて、豊かな人間の英知へと導いていく脳の機能は、実はきわめて文脈依存的だということである。論文(1)ではその文脈依存的な理解が、大きな認知的錯誤を産みだし、それはリスクと曖昧性に関する知覚の質的変換をも生じさせることを示した。しかしこれと逆のプロセスも発生しうる。人間の脳の機能で言えば、常に帰納法的に世界を知ろうとする左背外側前頭様の活性化が観察されるのであり、これと情動・感情をうまくマッチングさせることができれば、人間は曖昧性の闇を超えて、理性的判断が可能となるリスクと確率性の世界に戻っていくことができる。このためには文脈的理解とそれに基づく情動・感情の有り様が大きな意味を有している。この研究で当初想定したように、こうした情動と感情をともなった文脈理解に関しては、人間の意識ある心、特に自我の心が大きな役割を果たしている。この意識ある心の有り様によっては、文脈理解の機能を通じて、われわれの脳は情動と感情を理性的判断とうまくマッチングさせつつ、不確実性の状況下においても人間の英知を発揮していけるであろうし、それがうまくいかなければ真の不確実性の闇に沈潜することになるであろう。本研究では、限られた3年弱の研究期間内では大きな研究目標の途中段階までしか研究を実施できなかったが、この研究を今後も遂行し

ていくための方法論と技術的基礎は確保できており、この研究を今後もさらに深めていきたいと考えている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

① Nakagome, M., H. Fujimori, Y. Uekusa, K. Maki, K. isa, H. Asano, Y. Baba, H. Tanaka and H. Ide (2011) “Ambiguity as Feelings: A Neuroeconomic Study Using the Functional Near-Infrared Spectroscopy,” Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama-Gakuin University, no.2, pp. 1-19, 査読無

② Nakagome, M., K. Maki, H. Fujimori, Y. Uekusa, K. isa, H. Asano, Y. Baba, H. Tanaka and H. Ide (2011) “The Generation of Perception Gap and Ambiguity Aversion Under Uncertainty: An EEG Experimental Study of Contingent Negative Variation,” Working Paper Series, Institute of Economic Research, Aoyama-Gakuin University, no.1, pp. 1-20, 査読無

③ 中込正樹 (2009)、「食の危機とリスク心理の認知経済学—序説—」、「青山経済論集」、61巻4号、105-134頁、査読無

④ 中込正樹 (2009)、「情動と感情の新しいニューロ・エコノミック—展望と批判—」、「青山経済論集」、61巻3号、1-40頁、査読無

⑤ 馬場弓子 (2009)「Prospect Theory and Auction」、「青山経済論集」、60巻4号、1-25頁、査読無

⑥ 中込正樹 (2008)、「予測と意思決定に関する批判的考察—実験経済学、行動経済学および認知経済学」、「青山経済論集」、60巻3号、49-70頁、査読無

[学会発表] (計1件)

浅野裕俊、中込正樹、井出英人、「酸素化ヘモグロビン濃度変化による快—不快感情の評価」、電子情報通信学会総合大会、2010年3月16日、東北大学。

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中込 正樹 (NAKAGOME MASAKI)
青山学院大学・経済学部・教授
研究者番号：30137020

(2) 研究分担者

馬場 弓子 (BABA YUMIKO)
青山学院大学・経済学部・教授
研究者番号：40302674

(4) 研究協力者

井出 英人 (IDE HIDETO)
青山学院大学・理工学部・教授
研究者番号：60082814
浅野 裕俊 (ASANO HIROTOSHI)
青山学院大学・理工学部・助手
研究者番号：70453488