

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月 30日現在

機関番号：10101

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20700236

研究課題名（和文） 意思決定の神経化学基盤に関する神経経済学的研究

研究課題名（英文） Neuroeconomic studies on neurochemical bases of decision-making

研究代表者

高橋 泰城（TAKAHASHI TAIKI）

北海道大学・大学院文学研究科・准教授

研究者番号：60374170

研究成果の概要（和文）：

神経経済学の研究においては、従来、脳機能イメージング法により、意思決定と関連する神経活動を計測し、経済学的意思決定の過程を分析するという方法が主として用いられてきた。本研究計画においては、これまでの方法では解明が不可能であった、経済学的意思決定の分子機構の解明、および神経経済学の理論を拡張するため、心理物理学や量子意思決定理論の枠組みを採用し、意思決定の神経化学基盤の解明をすすめることができた。

研究成果の概要（英文）：

Previous neuroeconomic studies employed neuroimaging techniques to examine economic decision-making processes in a manner which we can only see neural correlate of decision making processes. In this research project, we utilized psychophysical theory and quantum decision theory to extend neuroeconomic theories and elucidated molecular mechanism underlying economic decision making, which has been impossible by traditional neuroeconomic approaches.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	700,000	210,000	910,000
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	600,000	180,000	780,000
2011年度	600,000	180,000	780,000
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：神経経済学、経済物理学、社会物理学、心理物理学

科研費の分科・細目：情報学・認知科学

キーワード：時間選好、意思決定、確率、時間、社会割引、時間割引、神経経済学、行動経済学

1. 研究開始当初の背景

(1) 時間割引

①衝動性に関する時間割引の心理物理・分子機構は不明であった

②感情が時間割引に与える効果の分子機構は不明であったが、神経経済学理論の構築のためには、その分子機構の解明が必要であった。

(2) リスク下の意思決定

リスク下の意思決定と、時間割引における衝動性との関連を担う心理物理過程が不明であった。

(3) 社会的意思決定

社会的意思決定における感情の役割、およびその分子機構に未説明の点が多かった。

2. 研究の目的

(1) 時間割引

①衝動性に関係する時間割引の心理物理・分子機構の解明をすすめる。

②感情が時間割引に与える効果の分子機構の解明を行う。

(2) リスク下の意思決定

リスク下の意思決定と、時間割引における衝動性との関連を担う心理物理過程の解明を理論的にすすめる。またそのため、量子意思決定論や一般化熱統計力学理論に基づいた意思決定理論の構築を行う。

(3) 社会的意思決定

社会的意思決定における感情の役割、およびその分子機構の解明を進める。

3. 研究の方法

<本研究課題の研究方法について、その具体的内容を簡潔に記述すること。>

(1) 時間割引

①衝動性に関係する時間割引の心理物理・分子機構の解明をすすめるため、テストステロンなどの男性ホルモン、コルチゾールなどのストレスホルモン、また唾液中アミラーゼなどのストレスバイオマーカーを測定し、時間割引率との関連を調べるとともに、心理物理学理論を用いた分析を行った。

②感情が時間割引に与える効果の分子機構の解明を行うため、急性ストレス反応を、バイオマーカーである唾液中アミラーゼによって測定し、急性ストレスが衝動性に与える影響の分子機構の解明を行った。

(2) リスク下の意思決定

リスク下の意思決定と、時間割引における衝動性との関連を担う心理物理過程の解明を理論的に進めた。またその過程で、量子意思決定論や一般化熱統計力学理論に基づいた意思決定理論の構築を行った。

(3) 社会的意思決定

社会的意思決定における感情の役割、およびその分子機構の解明を進めるため、神経イメージング法（機能的磁気共鳴法）および、ストレスバイオマーカーの唾液中アミラーゼの測定を行い、社会的不公平に対する感情反応の神経分子機構を解明した。さらに、性格特性や自閉傾向と神経ホルモンとの関連を分析した。

4. 研究成果

(1) 時間割引

①衝動性に関係する時間割引の心理物理・分子機構の解明をすすめた結果、時間割引における衝動性は、男性ホルモンであるテストステロンや、ストレスホルモンであるコルチゾール・コルチゾン、またストレスバイオマーカーである唾液中アミラーゼなどと関連すること、またセロトニン系の活動低下を伴ううつ病において、時間割引の非合理性が高まっていることが発見された。また、時間知覚に影響する神経化学要因が、時間割引も変化させることが示唆された。

②急性ストレスによって唾液中アミラーゼが上昇すると、時間割引における衝動性が悪化することが示された。

③肥満の分子神経経済学理論を構築し、レプチンなどの肥満関連分子が、肥満の神経経済学的パラメータ（時間割引率やリスク回避度、確率ウェイト関数など）をどのようにコントロールしているのか考察した。

④自殺の分子神経経済学理論を構築し、セロトニンや、ストレスホルモンのコルチゾールなどが、自殺に関連した神経経済学的パラメータ（時間割引率やリスク回避度、確率ウェイト関数など）をどのようにコントロールしているのか考察した。

⑤飲酒習慣が、損失の時間割引と関連することを見出した。

⑥時間割引行動における文化差を研究し、アメリカ人のほうが日本時よりも時間非整合性が大きいことを見出した。

(2) リスク下の意思決定

①ドーパミン受容体の生物物理学的な性質によって、リスク回避度が決定されていることが、神経経済学理論による分析で示唆された。

②確率不明の不確実性下の意思決定における、主観確率の非加法性が、結果が利得の場合と損失の場合とで異なることが発見された。

③量子意思決定理論および、一般化熱統計力学理論に基づいた、不確実性下の意思決定のモデルの構築に成功した。その結果、合理的な主観確率論の公理の一つである、サヴェッジの sure-thing principle の破れがある場合（たとえば、囚人のジレンマゲームにおいて、相手の手が不明の場合）でも用いることのできる意思決定論や、不確実性下の行動経済学的意思決定論の創出に成功した。

(3) 社会的意思決定

①社会的に不公平に直面した場合に、研の感情を担う脳部位である島皮質が活動し、またストレスバイオマーカーの唾液中アミラーゼが上昇することを通じて、その社会的な

公平を受け入れない決定が行われることが明らかになった。

#### 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 22 件)

1. タイトル: Psychophysics of the probability weighting function

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS 巻: 390 号: 5

ページ: 902-905 DOI: 10.1016/j.physa.2010.10.004 発行: MAR 1 2011 査読有

2. タイトル: A neuroeconomic theory of rational addiction and nonlinear time-perception

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS 巻: 32 号: 3 ページ: 221-225 発行: 2011

査読有

3. タイトル: Neuroeconomics of suicide

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS 巻: 32 号: 4 ページ: 400-404 発行: 2011

査読有

4. タイトル: A neuroeconomic theory of bidirectional synaptic plasticity and addiction

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: MEDICAL HYPOTHESES 巻: 75 号: 4 ページ: 356-358 DOI: 10.1016/j.mehy.2010.03.029 発行: OCT 2010

査読有

5. タイトル: Toward molecular neuroeconomics of obesity

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: MEDICAL HYPOTHESES 巻: 75 号: 4 ページ: 393-396 DOI: 10.1016/j.mehy.2010.04.006 発行: OCT 2010

査読有

6. タイトル: A social discounting model based on Tsallis' statistics

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS 巻: 389 号: 17

ページ: 3600-3603 DOI: 10.1016/j.physa.2010.04.020 発行: SEP 1 2010 査読有

7. タイトル: Stress hormones predict hyperbolic time-discount rates six months later in adults

著者名: Takahashi Taiki; Shinada Mizuho; Inukai Keigo; et al.

出版物名: NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS 巻: 31 号: 5 ページ: 616-621 発行: 2010

査読有

8. タイトル: Tsallis' non-extensive free energy as a subjective value of an uncertain reward

著者名: Takahashi Taiki

出版物名: PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS AND ITS APPLICATIONS 巻: 388 号: 5

ページ: 715-719 DOI: 10.1016/j.physa.2008.11.005 発行: MAR 1 2009

査読有

9. タイトル: Cultural neuroeconomics of intertemporal choice

著者名: Takahashi Taiki; Hadzibeganovic Tarik; Cannas Sergio A.; et al.

出版物名: NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS 巻: 30 号: 2 ページ: 185-191 発行: FEB 2009

査読有

10. タイトル: DECISION UNDER AMBIGUITY: EFFECTS OF SIGN AND MAGNITUDE

著者名: Inukai Keigo; Takahashi Taiki

出版物名: INTERNATIONAL JOURNAL OF NEUROSCIENCE 巻: 119 号: 8 ページ: 1170-1178 DOI: 10.1080/00207450802174472 発行: 2009

査読有

11. タイトル: Neural correlates of the rejection of unfair offers in the impunity game

著者名: Takagishi Haruto; Takahashi Taiki; Toyomura Akira; et al.

出版物名: NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS 巻: 30 号: 4 ページ: 496-500 発行: 2009

査読有

12. タイトル: Salivary alpha-amylase levels and rejection of unfair offers in the ultimatum game

著者名: Takagishi Haruto; Fujii Takayuki;

Kameshima Shinya; et al.  
出版物名：NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS  
巻：30 号：5 ページ：643-646 発行：  
2009  
査読有

13. タイトル：Alcohol use and  
discounting of delayed and probabilistic  
gain and loss  
著者名：Takahashi Taiki; Ohmura Yu; Oono  
Hidemi; et al.  
出版物名：NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS  
巻：30 号：6 ページ：749-752 発行：  
2009  
査読有

14. タイトル：Biophysics of risk aversion  
based on neurotransmitter receptor theory  
著者名：Takahashi Taiki  
出版物名：NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS  
巻：29 号：4 ページ：399-404 発行：  
AUG 2008  
査読有

15. タイトル：Salivary alpha-amylase  
levels and temporal discounting for  
primary reward under a simulated  
life-threatening condition  
著者名：Takahashi Taiki; Ikeda Koki;  
Hasegawa Toshikazu  
出版物名：NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS  
巻：29 号：4 ページ：451-453 発行：  
AUG 2008 査読有

16. タイトル：Depressive patients are  
more impulsive and inconsistent in  
intertemporal choice behavior for  
monetary gain and loss than healthy  
subjects - An analysis based on Tsallis'  
statistics  
著者名：Takahashi Taiki; Oono Hidemi;  
Inoue Takeshi; et al.  
出版物名：NEUROENDOCRINOLOGY LETTERS  
巻：29 号：3 ページ：351-358 発行：  
JUN 2008  
査読有

17. タイトル：Psychophysics of time  
perception and intertemporal choice  
models  
著者名：Takahashi Taiki; Oono Hidemi;  
Radford Mark H. B.  
出版物名：PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS  
AND ITS APPLICATIONS 巻：387 号：8-9  
ページ：2066-2074 DOI：  
10.1016/j.physa.2007.11.047 発行：MAR  
15 2008  
査読有

18. タイトル：A comparison between  
Tsallis's statistics-based and  
generalized quasi-hyperbolic discount  
models in humans

著者名：Takahashi Taiki  
出版物名：PHYSICA A-STATISTICAL MECHANICS  
AND ITS APPLICATIONS 巻：387 号：2-3  
ページ：551-556 DOI：  
10.1016/j.physa.2007.09.007 発行：JAN  
15 2008  
査読有

[学会発表] (計4件)  
<発表者(代表)名、発表標題、学会等名、  
発表年月日、発表場所を記入すること。>  
① Takahashi, Taiki (Hokkaido  
University); Han, Ruokang (Hokkaido  
University) Psychological time and  
valuation in time discounting of gain  
and loss Society for Judgment and  
Decision making. 2011年11月4-7  
日、シアトル(アメリカ)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者  
高橋 泰城 (TAKAHASHI TAIKI)  
北海道大学・大学院文学研究科・准教授  
研究者番号：60374170

(2) 研究分担者  
なし

(3) 連携研究者  
なし