

平成 26 年 5 月 29 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2011～2013

課題番号：23680045

研究課題名(和文) 道徳的・司法的判断に関する認知神経科学的研究

研究課題名(英文) Cognitive neuroscience of moral and judicial judgments

研究代表者

高橋 英彦 (Takahashi, Hidehiko)

京都大学・医学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60415429

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,300,000円、(間接経費) 5,490,000円

研究成果の概要(和文)：健常者および精神神経疾患を対象に司法的・道徳的意思決定にかかわる共感性、正義性、衝動性、攻撃性、社会認知能力などの認知神経メカニズムや神経基盤を脳画像を用いて検討した。刑罰を決める司法的意思決定には内側前頭前皮質と楔前部の活動が高く、これらの領域が同情処理に関わっていることが示された。さらに情状酌量傾向には個人差が存在し、右島皮質の脳活動と相関することが判明した。中脳のセロトニントランスポーターの密度が低い人は、実直な性格で、その結果、不公平な提案をされた時に、義憤に駆られ、自分の利得を台無しにしてまで、拒否行動(報復行動)に出る傾向があることが示された。

研究成果の概要(英文)：Using neuroimaging methods, we investigated neurocognitive mechanisms of judicial and moral judgments, and the roles of sympathy, fairness, impulsivity and social cognition on them in healthy volunteers and neuropsychiatric disorders. Legal punitive judgments (criminal sentences) activated precuneus and anterior cingulate cortex, suggesting that sentencing is based on negative affective responses to murder, sympathy for mitigating circumstances and cognitive control to choose numerical punishments. Individual differences on the inclination to mitigate correlated with activity in the insula. We found that individuals with a low level of serotonin transporters in the midbrain including dorsal raphe nucleus are honest and trustful, and thus cannot tolerate unfairness, being candid in expressing their frustrations.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：融合社会脳科学

キーワード：道徳 司法 意思決定 認知神経科学 精神医学

1. 研究開始当初の背景

(1) 近年になり学際研究が推進され、人の社会性などの脳内基盤について多岐にわたる分野の研究者が共同で研究を行っている。特に経済学と神経科学が融合した神経経済学とよばれる領域は興隆しているが、神経経済学と比べると、道徳的・司法的意思決定の脳内基盤を明らかにしようとする試みは欧米でもわずかに行われているに過ぎない。

(2) 裁判員制度が始まり、市民が司法判断に加わる時代に、判断を下す側がどのような情報を基に判断を下していくべきか、陥りやすいバイアスなどのメカニズムを認知神経科学的に明らかにすることも重要である。

2. 研究の目的

(1) 健常者および精神神経疾患を対象にこれらの道徳的意思決定にかかわる共感性、正義性、衝動性、攻撃性、社会認知能力などの認知神経メカニズムや神経基盤を脳画像や用いて明らかにする。

(2) 健常者を対象に司法的意思決定に情動や文脈がどのように影響を与えるか、脳機能画像を用いてその認知神経学的メカニズムを明らかにする。

3. 研究の方法

(1)

不公平性に対する反応の分子神経イメージング

被験者は健常男性 20 名で、NEO-PI-R と呼ばれる質問紙による性格検査を受けた後、上記の最後通牒ゲームの受領者として参加した。最後通牒ゲームでは提案者が 1000 円を受領者とどのように分配するか一方的に提案できる。提案者からの提案を受領者が不公平を感じながらも受け入れれば提案通りにお金が二人に分配されるが、受領者がその提案を拒否すれば、二人とも 1 円も受け取れない。(提案者：受領者)の提案額が、(500：500) (600：400) のものを公平な提案、(700：300) (800：200) (900：100) を不公平な提案とし、公平・不公平な提案をランダムに 20 回提示した。次に被験者に、脳内のセロトニントランスポーターの密度を検討できる [11C]DASB という薬剤を用いた PET 検査に参加してもらい、不公平な提案の拒否率とセロトニントランスポーターの密度との関係を調べた。

統合失調症の共感性に関する脳白質研究 69 名の統合失調群 36.6±9.2 歳と年齢、性別、利き手、教育年数、病前 IQ が match した健常群 69 名を対象とした。共感性は、Interpersonal Reactivity Index (IRI) を用いて測定した。MRI 画像については、Diffusion-weighted imaging (DTI) 画像を撮像し、白質統合性の指標として、Fractional anisotropy (FA) 値を求め、共感能力との関係を tract-based spatial statistics (TBSS) を用いて解析した。

(2) 情状酌量の fMRI 研究

司法の場では情状酌量という言葉があり、触法行為に至った動機に、同情する余地がある場合には、刑が軽減される。この現象の神経基盤を fMRI を用いて検討するために、過去の最高裁の判例を参考に重大な事件の仮想的なシナリオを作成した。被験者は健常者 (26 名) で仮定の裁判員役となり事件(殺人、強盗など)の背景となる動機に同情の余地がないケース(私利私欲のため)と同情の余地があるケース(介護疲れで病気の妻を殺害)を示され、刑罰の重さを決定した。刑罰を決めたときの脳活動を 3T の fMRI にて計測した。

社会的文脈の刑罰への影響に関する fMRI 研究

赤信号みんなで渡れば怖くないという表現があるように、不正や非道徳な行為が社会の中で多数派となってしまうと、処罰する感情が薄らぐ現象にも着目した。被験者 (19 名) は健常者として経済ゲームで不正を行った相手に罰金を科すことが出来る。罰を与える相手の不正の程度は一定でも、その周囲のプレイヤーが不正を行っていない状況とその周囲の大勢のプレイヤーも同等に不正をしている状況を設定した。2 つの状況で不正を行っている相手への罰の大きさと、罰金を科す際の脳活動を 3T の fMRI にて計測した。

4. 研究成果

(1) 不公平性に対する反応の分子神経イメージング不公平な提案に対しての拒否率の個人差について、検討したところ、正直であったり、他人を信頼しやすい性格であったりという、一見平和で温厚な性格の人ほど、拒否率が高いということが明らかになった。不公平な提案の拒否率とセロトニントランスポーターの密度との関係を調べたところ、中脳のセロトニントランスポーターの密度が低い人ほど、実直で正直で他人を信頼しやすい性格傾向にあり(図 1) かつ、不公平な提案の拒否率が高いことがわかった。つまり、中脳のセロトニントランスポーターの密度が低い人は、実直な性格で、その結果、不公平な提案をされた時に、義憤に駆られ、自分の利得を台無しにしてまで、拒否行動(報復行動)に出る傾向があることが示された (Takahashi et al PNAS 2012)。

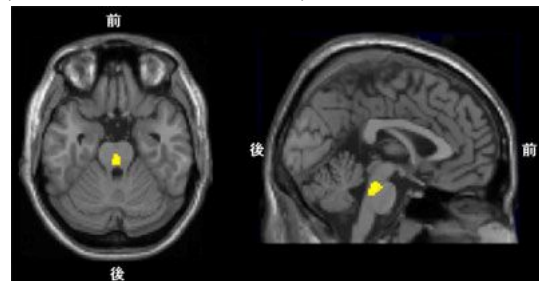


図 1 中脳のセロトニントランスポーターと不公平への反応の関係中脳のセロトニントランスポーターとの密度が低い人ほど、実直で

正直で他人を信頼しやすい性格傾向にありかつ、不公平な提案の拒否率が高い。

統合失調症の共感性に関する脳白質研究
統合失調症群では健常群に比べて、IRIにおいて、Perspective Taking (PT)が有意に低く、Personal Distress (PD)が高かった。白質統合性の指標である FA 値は、統合失調症群において、前頭葉、頭頂葉等の深部白質、脳梁、放線冠などを中心に低下していた。また、統合失調症群において、これらの FA 値が低下した領域の中で、脳梁膨大部を含む cluster が PD の値と負の相関をし、左前部視床放線および下前頭後頭葉を含む cluster が Fantasy (FS)の値と正の相関を示した (Fujino et al *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry* 2014)

(2) 情状酌量の fMRI 研究

同情評定の結果、同情的背景から殺人に至った被告人には同情を高く感じ、非同情的背景から殺人に至った被告人にはほとんど同情しないことが確かめられた。そして、量刑評定の結果、同情的背景から殺人に至った被告人に対しては刑を軽くし、非同情的背景から殺人に至った被告人には厳罰する傾向が認められた。次に、被験者が背景を読んでいるときの脳活動を解析したところ、同情的背景を読んでいるときのほうが非同情的背景を読んでいるときよりも、内側前頭前皮質と楔前部の活動が高く、これらの領域が同情処理に関わっていることが示された。さらに情状酌量傾向には個人差が存在し、右島皮質の脳活動と相関することが判明した。すなわち、情状酌量傾向が高い人ほど、右島皮質脳活動が高いという結果が得られた(図 2) (Yamada et al *Nature Commun* 2012)。

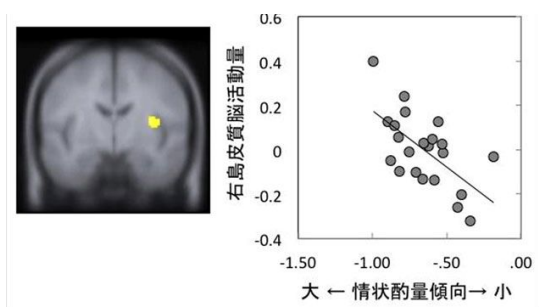


図 2 情状酌量傾向と右島皮質脳活動量の相関。同情的な背景を読んだ時の島の活動が高い人程、情状酌量傾向が高い。

社会的文脈の刑罰への影響に関する fMRI 研究

被験者はその周囲のプレーヤーが不正を行っていない状況で一人相手が不正を行うと、思い罰金を科したがその周囲の大勢のプレーヤーも同等に不正をしている状況では、罰金を軽減した。これに対応するように周囲のプレーヤーが不正を行っていない状況で一人相手が不正を行っている条件では背側前

頭前野や前部帯状回の活動が強まることを見出した。背側前頭前野や前部帯状回が不正や非道徳な行為がなされている社会的コンテキストを読み取り、刑を軽くする判断につながったと考えられた(Kodaka et al 2012)。

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計 27 件) 全て査読あり

1. Tei S, Becker C, Kawada R, Fujino J, Jankowski K, Sugihara G, Murai T, Takahashi H. Can we predict burnout severity from empathy-related brain activity? *Transl Psychiatry* (2014) in press
2. Jankowski KF, Takahashi H. Cognitive neuroscience of social emotions and implications for psychopathology: Examining embarrassment, guilt, envy, and schadenfreude. *Psychiatry Clin Neurosci* (2014) 68(5):319-36
3. Fujino J, Takahashi H, Miyata J, Sugihara G, Kubota M, Sasamoto A, Fujiwara H, Aso T, Fukuyama H, Murai T. Impaired empathic abilities and reduced white matter integrity in schizophrenia. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*. (2014) 8:117-23.
4. Koeda M, Takahashi H, Matsuura M, Asai K, Okubo Y. Cerebral Responses to Vocal Attractiveness and Auditory Hallucinations in Schizophrenia: A Functional MRI Study. *Front Hum Neurosci* (2013) 7:221
5. Cui Q, Qinglin Q, Takahashi H The neural mechanism of encountering misjudgment by the justice system *PLoS One* 8(9):e75434.
6. Koelkebeck K, Hirao K, Miyata J, Kawada R, Saze T, Dannlowski U, Ubukata S, Ohrmann P, Bauer J, Pedersen A, Fukuyama H, Sawamoto N, Takahashi H, Murai T. Impact of gray matter reductions on theory of mind abilities in patients with schizophrenia. *Soc Neurosci*. (2013) 8(6):631-9
7. Takahashi H. PET neuroimaging of extrastriatal dopamine receptors and prefrontal cortex functions. *J Physiol Paris*

- (2013) 107(6):503-9.
8. Chib V, Yun K, [Takahashi H](#), Shimojo S. Noninvasive remote activation of the ventral midbrain by transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex. *Transl Psychiatry* (2013) 3:e266
 9. Ubukata S, Miyata J, Yoshizumi M, Uwatoko T, Hirao K, Fujiwara H, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Kubota M, Sasamoto A, Sawamoto N, Fukuyama H, [Takahashi H](#), Murai T. Regional gray matter reduction correlates with subjective quality of life in schizophrenia. *J Psychiatr Res.* (2013) 47(4):548-54.
 10. Sasamoto A, Miyata J, Kubota M, Hirao K, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Hazama M, Sugihara G, Sawamoto N, Fukuyama H, [Takahashi H](#), Murai T. Global association between cortical thinning and white matter integrity reduction in schizophrenia. *Schizophr Bull.* (2013) 40(2):420-7
 11. Yamada M, Uddin LQ, [Takahashi H](#), Kimura Y, Takahata K, Kousa R, Ikoma Y, Eguchi Y, Takano H, Ito H, Higuchi M, Suhara T. Superiority illusion arises from resting-state brain networks modulated by dopamine. *Proc Natl Acad Sci U S A.* (2013) 110(11):4363-7
 12. [Takahashi H](#). Molecular neuroimaging of emotional decision-making. *Neurosci Res* (2013), 75: 269-274
 13. Kubota M, Miyata J, Sasamoto A, Yoshida H, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Sawamoto N, Fukuyama H, [Takahashi H](#), Murai T. Thalamocortical disconnection in the orbitofrontal region associated with cortical thinning in schizophrenia. *JAMA Psychiatry.*(2013)70(1):12-21
 14. [Takahashi H](#), Fujie S, Camerer C, Arakawa R, Takano H, Kodaka F, Matsui H, Ideno T, Okubo S, Takemura K, Yamada M, Eguchi Y, Murai T, Okubo Y, Kato M, Ito H, Suhara T. Norepinephrine in the brain is associated with aversion to financial loss. *Mol Psychiatry* (2013) 18: 3-4
 15. [Takahashi H](#). Monoamines and assessment of risks. *Curr Opin Neurobiol* (2012) 22(6):1062-1067
 16. Takahata K, [Takahashi H](#), Maeda T, Umeda S, Suhara T, Mimura M, Kato M. It's Not My Fault: Postdictive Modulation of Intentional Binding by Monetary Gains and Losses. *PLoS One.* (2012) 7(12):e53421
 17. Omori A, Tateno A, Ideno T, [Takahashi H](#), Kawashima Y, Takemura K, Okubo Y. Influence of contact with schizophrenia on implicit attitudes towards schizophrenia patients held by clinical residents. *BMC Psychiatry* (2012) 12:205
 18. Kubota M, Miyata J, Sasamoto A, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Sawamoto N, Fukuyama H, [Takahashi H](#), Murai T. Alexithymia and reduced white matter integrity in schizophrenia: A diffusion tensor imaging study on impaired emotional self-awareness. *Schizophr Res.* (2012) 141(2-3):137-43
 19. Kodaka F, [Takahashi H](#), Yamada M, Takano H, Nakayama N, Ito H, Suhara T. Effect of Cooperation Level of Group on Punishment for a Non-cooperator: A Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *PLoS One* (2012) 7, e41338.
 20. [Takahashi H](#), Sassa S, Shibuya T, Kato M, Koeda M, Murai T, Matsuura M, Asai K, Suhara T, Okubo Y. Effects of sports participation on psychiatric symptoms and brain activations during sports observation in schizophrenia. *Transl Psychiatry* (2012) 2 e96.
 21. [Takahashi H](#), Takano H, Camerer C, Ideno T,

- Okubo S, Matsui H, Tamari Y, Takemura K, Arakawa R, Yamada M, Eguchi Y, Murai T, Okubo Y, Kato M, Ito H, Suhara T. Honesty mediates the relationship between serotonin and reaction to unfairness. *Proc Natl Acad Sci U S A* (2012) 109(11):4281-4284
22. Yamada M, Camerer CF, Kato M, Fujie S, Ito H, Suhara T, Takahashi H. Emotional justice: Neural circuits mitigating criminal sentences *Nature Commun* (2012) 3:759.
23. Takahashi H, Yamada M, Suhara T. Functional significance of central D1dopamine receptors in cognition: beyond working memory. *J Cereb Blood Flow Metab* (2012) 32: 1248-1258
24. Yamada M, Takahashi H. Happiness is a matter of social comparison. *Psychologia* (2011) 54, 252-260
25. Sasamoto A, Miyata J, Hirao K, Fujiwara H, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Kubota M, Sawamoto N, Fukuyama H, Takahashi H, Murai T: Social impairment in schizophrenia revealed by Autistic Quotient correlated with gray matter reduction. *Soc Neurosci* (2011) 6(5-6): 548-58.
26. Ito H, Kodaka F, Takahashi H, Takano H, Arakawa R, Shimada H, Suhara T. Relation between Presynaptic and Postsynaptic Dopaminergic Functions Measured by Positron Emission Tomography: Implication of Dopaminergic Tone. *J Neurosci*. (2011)31(21):7886-90.
27. Kubota M, Miyata J, Hirao K, Fujiwara H, Kawada R, Fujimoto S, Tanaka Y, Sasamoto A, Sawamoto N, Fukuyama H, Takahashi H, Murai T. Alexithymia and regional gray matter alterations in schizophrenia. *Neurosci Res*. (2011) 70:206-213
- 〔学会発表〕(計 28 件)
 単名でのシンポジウム・講演のみ
1. Understanding and defining phenotype of psychiatric disorders. Japanese-French Frontiers of Science Symposium. Metz, Jan 24-26, 2014
2. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. International Symposium on Prediction and Decision Making, Kyoto, Oct 13-14, 2013
3. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. The Third International Symposium on "The Biology of Decision Making", Paris, May 29-30, 2013
4. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. Emotion Club Functional Imaging Laboratory University College London, London, May 28, 2013
5. Effects of sport participation on social brain in schizophrenia. 3rd Asian Conference on Schizophrenia Research , Bali, Feb 15, 2013
6. Molecular neuroimaging of prefrontal functions. International conference on prefrontal cortex, Kyoto, Nov 29-30, 2012
7. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. 2012 Korean Society for Brain and Neural Science, Seoul 2012 Sep. 25-26.
8. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. 2012 International conference on Complex Medical Engineering Kobe, July 1-4, 2012
9. Molecular neuroimaging of emotional decision-making. 17th Annual International "Stress and Behavior" Neuroscience and Biopsychiatry Conference St. Petersburg, Russia, May 16-19, 2012
10. Japanese-French Frontiers of Science Symposium Nice, Jan 20-22, 2012
11. Effect of sport participation on brain activations. Social cognition in schizophrenia: from the neurobiological basis to clinical remediation. 15th World

- Congress of Psychiatry Buenos Aires, Sep 20, 2011
12. ドーパミンの基礎的知見から統合失調症の症状を考えてみよう 脳科学若手の会合宿 相模原 2014年3月29日
 13. 精神・神経疾患の意思決定障害をターゲットにした薬物治療に向けて 第87回日本薬理学会 仙台市 2014年3月21日
 14. 情動的意意思決定の脳イメージング ヒューマンストレス産業技術研究会 池田市 2014年3月11日
 15. 先端研究を医療現場へ 2013年 第26回総合病院精神医学会 京都 2013年11月30日
 16. Positive 情動の認知神経科学 2013年 第二回ポジティブサイコロジイ医学会 猪苗代 2013年10月18日
 17. 奈良女子大学附属中等教育学校 Super science high school サイエンス先端講座 脳が行う意思決定の不思議 ~行動や脳機能画像を解析してわかること~ 奈良女子大学奈良 2013年2月2日
 18. 報酬系の異常として精神疾患は理解できるか? 神経回路学会 オータムスクール 諏訪 2012年11月25日
 19. 依存症の脳生理と分子イメージング 東京大学医科学研究所 GCOE 第五回疾患医科学ミニシンポジウム 東京 2012年11月1日
 20. うつ病のイメージングバイオマーカー (PET) 生物学的精神医学会 神戸 2012年9月28日
 21. Monoamine and decision making under risk 日本神経科学会 名古屋 2012年9月21日
 22. ニコチン依存の分子神経イメージング 平成24年度アルコール・薬物依存関連学会合同学術総会 札幌 2012年9月7日
 23. Molecular Imaging of emotional decision making 日本心理学会 川崎 2012年9月11日
 24. 社会的情動の認知神経科学 日本思春期青年期精神医学会 広島 2012年7月7日
 25. 情動的意意思決定の分子イメージング 第7回日本分子イメージング学会 浜松 2012年5月25日
 26. 情動的意意思決定の脳科学 第3回医学教育シンポジウム 東京 2011年12月11日
 27. 情動的意意思決定の分子イメージング 第34回日本神経科学大会 シンポジウム 横浜 2011年9月16日
 28. 大阪バイオサイエンス研究所セミナー Molecular Imaging of emotional decision making 大阪 2011年4月20日
- 〔図書〕(計 2件)
1. 高橋英彦: 分子神経イメージングによる神経経済学の発展 プレインサイエンス・レビュー2014 廣川信隆 編 113-128、2014
 2. 高橋英彦: なぜ他人の不幸は蜜の味なのか 幻冬舎ルネッサンス
- 〔産業財産権〕
出願状況(計0件)
取得状況(計0件)
- 〔その他〕
特になし
6. 研究組織
(1)研究代表者
高橋 英彦 (TAKAHASHI, Hidehiko)
- 研究者番号: 60415429
- (2)研究分担者
なし()
- (3)連携研究者
なし()