

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：82502

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24791251

研究課題名(和文) 同情への抵抗と脳内メカニズム～人はなぜ押し付けられると反発するのか

研究課題名(英文) Neural mechanism of resistance to sympathy

## 研究代表者

山田 真希子 (Yamada, Makiko)

独立行政法人放射線医学総合研究所・分子イメージング研究センター・サブリーダー

研究者番号：50557444

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)：辛い境遇に置かれた他者に対して、様々な社会的状況下で、観察者に同情が生じない場合がある。例えば、医療従事者の患者に対する同情低下が問題視されるなど、同情の破綻が社会問題のひとつとみなされている。本研究では、同情の発現有無に関与する、他者に対する優越感の脳内メカニズムを検討し、線条体のドーパミン神経伝達機能と線条体-前部帯状回の機能的結合が優越感の発現に関わっていることを見出した。さらに、線条体と前頭葉眼窩面のドーパミン神経伝達機能が、それぞれ、同情への抵抗に関わる他者の意図理解とマキャベリ特性と関連していることを見出した。

研究成果の概要(英文)：Perception of someone in pain does not always induce sympathy in perceivers. In particular, resistance to sympathy has been considered as a serious problem in clinical settings. The present study aimed to uncover the neural mechanism of resistance to sympathy, and found the desire to feel superior to others, which was a component of sympathy, was generated by the interrelationship between the dopamine neurotransmission in striatum and the striatal functional connectivity. Moreover, dopamine neurotransmissions in striatum and orbitofrontal cortex were associated with the perspective taking ability and Machavellianism, respectively, both of which were related to resistance to sympathy.

研究分野：認知神経科学

キーワード：共感 認知神経科学

1. 研究開始当初の背景

辛い境遇に置かれた他者に対して、様々な社会的状況下で、観察者に同情が生じない場合がある。例えば、医療従事者の患者に対する同情低下が問題視されるなど、同情の破綻が社会問題のひとつとみなされている。しかし、同情への抵抗がどのような認知神経メカニズムにより生じるかについて、これまでほとんど理解されていない。本研究では、他者に対する優越の欲求が同情の発現有無に関与すると考え、その脳内機構を検討し、同様の脳内機構が同情への抵抗に関わる意図理解およびマキャベリ特性と関連している可能性を明らかにする。

2. 研究の目的

機能的脳画像 (fMRI) と陽電子放射断層撮像法 (PET) を用いて、同情への抵抗に関与する (1) 優越の欲求、(2) 他者の意図理解、(3) マキャベリ特性の3点について、脳機能と分子機能との関連を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 認知行動実験により優越の欲求を定量化し、fMRI により計測した安静時脳活動と PET により計測した線条体ドーパミン D2 受容体密度との関連を検討した。

(2) (1) で見出した線条体におけるドーパミン放出量と他者の意図理解との関連を検討した。

(3) 大脳皮質におけるドーパミン D2 受容体密度とマキャベリ特性との関連を検討した。

4. 研究成果

(1) 媒介解析の結果、線条体ドーパミン D2 受容体密度が、線条体-前部帯状回機能的結合を介して、優越の欲求に影響を及ぼしていた (図1)。すなわち、線条体におけるドーパミン神経伝達が活発なほど、認知制御に関わる機能的結合が弱く、優越の欲求が高くなることが判明した。得られた成果は国際誌 PNAS (雑誌論文 5) にて公表した。

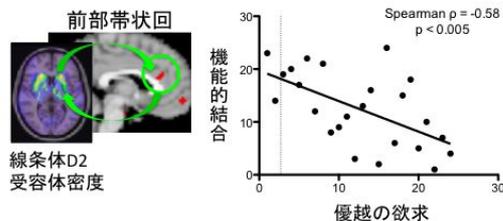


図 1

(2) 線条体におけるドーパミン放出量が多いほど、他者の意図理解能力が高いことが判明した (図2)。さらに、ドーパミン放出量の増大は、同情との関連が報告されている前部帯状回の安静時脳機能ネットワークハブ特性の強化と関連していた (図3)。得られた成果はシンポジウムで公表し (学会発表 3) 現

在論文投稿準備中である。

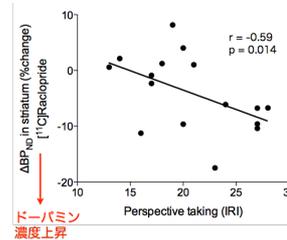


図 2

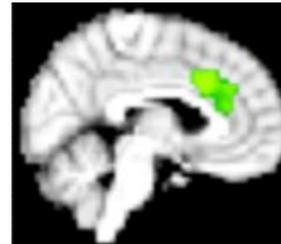


図 3

(3) マキャベリ傾向が高いほど、社会性に関わる脳領域 (前頭葉眼窩面および側頭葉) のドーパミン D2 受容体密度が高いことを見出し、同情への抵抗に関与している可能性を見出した (図4)。得られた成果は国際学会で発表し (学会発表 7) 現在論文投稿準備中である。

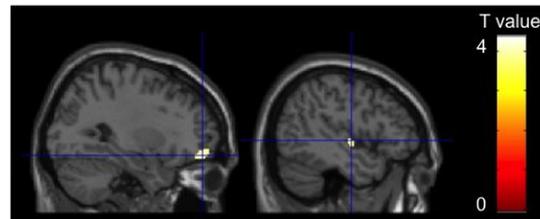


図 4

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 18 件)

1. Sutoh C, Matsuzawa D, Hirano Y, Yamada M, Nagaoka S, Chakraborty S, Ishii D, Matsuda S, Tomizawa H, Ito H, Tsuji H, Obata T, Shimizu E. Transient contribution of left posterior parietal cortex to cognitive restructuring. *Sci Rep.* 2015, 17:9199.
2. Takahata K, Kato M, Saito F, Muramatsu T, Yamada M, Shirahase J, Tabuchi H, Suhara T, Mimura M. Emergence of realism: Enhanced visual artistry and high accuracy of visual numerosity representation after left prefrontal damage. *Neuropsychologia* 2014, 57:38 - 49.
3. Takano H, Arakawa R, Nogami T, Suzuki

- M, Nagashima T, Fujiwara H, Kimura Y, Kodaka F, Takahata K, Shimada H, Murakami Y, Tateno A, Yamada M, Ito H, Kawamura K, Zhang MR, Takahashi H, Kato M, Okubo Y, Suhara T. Norepinephrine transporter occupancy by nortriptyline in patients with depression: a positron emission tomography study with (S,S)-[18F]FMeNER-D2. *Int J Neuropsychoph* 2014, 17:553 - 560.
4. Mori T, Shimada H, Shinoto H, Hirano S, Eguchi Y, Yamada M, Zhang MR, Suhara T. Apathy correlates with prefrontal amyloid deposition in Alzheimer's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014, 85:449 - 455.
  5. 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, 110:4363 - 4367.
  6. 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.
  7. Yamada M, Camerer CF, Fujie S, Kato M, Matsuda T, Takano H, Ito H, Suhara T. Neural circuits in the brain that are activated when mitigating criminal sentences. *Nat Commun* 2012, 3:759.
  8. Kodaka F, Takahashi H, Yamada M, Ito H, Suhara T. Effect of cooperation level of group on punishment for non-cooperator: a functional magnetic resonance imaging study *Plos One* 2012, 7: e41338.
  9. Takahashi H., Takano H., Camerer CF., Ideno T., Okubo S., Matsui H., Tamari Y., Takemura K., Arakawa R., Kodaka F., 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, 109:4281-4284.
  10. Takahashi H, Yamada M, Suhara T. Functional significance of central D<sub>1</sub> receptors in cognition: beyond working memory. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2012, 32:1248-1258.
  11. 山田 真希子. 思考の感覚の脳内機構探求 - 私たちは自分の思考をどのように体験しているか - . 分子精神医学, 2015, 15(1):52-53.
  12. 山田 真希子. 優越の錯覚の脳内機構. *Clinical Neuroscience* 2014, 32(7):831- 833.
  13. 山田 真希子. 「優越の錯覚」の脳内メカニズム. *BRAIN and NERVE* 2014, 66(1):49 - 55.
  14. 平野 成樹, 山田 真希子. 神経画像のネットワーク解析. *BRAIN and NERVE* 2013, 65(6):659-667.
  15. Yamada M. Integrating cognitive neuroscience: from molecules to neural responses, to society. *National Institute of Radiological Sciences Annual Report 2013*, 51:54 - 55.
  16. 山田 真希子. 視床と主観的体験. *Clinical Neuroscience* 2013, 31(1):90 - 92.
  17. 木村 泰之, 山田 真希子, 須原 哲也. PET が捉える脳のトランスポーターと病態. *脳* 2013, 16(3):77 - 84.
  18. 山田 真希子. PET による“優越の錯覚”の脳の仕組み. *Isotope News* 2013, 8(712):7 - 11.
- 〔学会発表〕(計 13 件)
1. Yamada M. Molecular mechanism of superiority illusion in social comparison. *Symposium on Biology of Decision-Making Paris*, 2015/5/11-13.
  2. 山田 真希子. 認知バイアスの分子・神経機構. 第 88 回日本内分泌学会学術総会, 東京 2015/4/24.
  3. 山田 真希子. ヒト共感性の分子・神経基盤. 2014 年度包括脳ネットワーク冬のシンポジウム, 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク, 東京 2014/12/13.

4. Yamada M. The feeling of thoughts. The CiNet workshop. NICT, Osaka 2014/11/25.
5. Yamada M. The monoamine system in monetary incentives. International Behavioral Neuroscience Society, USA 2014/06/13.
6. 山田 真希子. 視覚的意識の脳内機序. 第 110 回日本精神神経学会学術総会, 日本精神神経学会, 横浜 2014/06/27
7. Moriguchi S, Suhara T, Yamada M. Dopamine D2 Receptors in the Orbitofrontal Cortex and the Machiavellianism. The 10th International symposium on Functional NeuroReceptor Mapping of the Living Brain, The Netherland, 2014/5/11-24.
8. 山田 真希子. 認知バイアスの意識体験と脳内分子メカニズム. 第 14 回脳と心のメカニズム, 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク, 北海道 2014/01/09
9. 山田 真希子. 認知機能と脳内ネットワーク. 独立行政法人放射線医学総合研究所, 東京 2013/12/16.
10. 山田 真希子. 抑うつを可視化する心理学的マルチモーダルアプローチ. 日本心理学会第 77 回大会, 北海道 2013/09/19
11. 山田 真希子. 現実感喪失感覚の脳内機構 .CREST/さきがけ合同シンポジウム「感覚情報の脳内表現」. 包括型脳科学研究推進支援ネットワーク, 東京 2013/9/1
12. 山田 真希子. 「理系」で広がるキャリアパス～輝く理系女性たち～. 第 13 回 Nature Cafe, ネイチャー・パブリッシング・グループ, 埼玉 2013/08/19
13. Yamada M. Molecular and neural mechanisms of illusory self-awareness. Neuro2013, Japan Neuroscience Society, Yokohama 2013/6/23

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

山田 真希子 (YAMADA MAKIKO)

独立行政法人放射線医学総合研究所・分子イメージング研究センター・サブリーダー  
研究者番号：50557444