

平成 27 年 5 月 19 日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2014

課題番号：24730617

研究課題名(和文) 社会的文脈の中でやり取りされる金銭的な報酬や罰が記憶に与える影響とその神経基盤

研究課題名(英文) Neural correlates underlying the effects of giving and receiving monetary rewards and punishments on episodic memories in social context

研究代表者

重宗 弥生 (Shigemune, Yayoi)

京都大学・人間・環境学研究科(研究院)・研究員

研究者番号：70547273

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、自分が報酬や罰を受けた場合の相手の記憶についての研究と、自分が報酬や罰を与えた場合の相手の記憶についての研究を行いその神経基盤について検討を行った。その結果、自分が報酬や罰を受けた場合には相手の意図の推論に関連する領域である側頭頭頂接合部が、自分が報酬や罰を与えた場合には情動に関連する領域である扁桃体が、記憶に関連する領域である海馬と相互作用することによって相手の記憶を促進することが示された。これらの結果から、社会的な文脈でやり取りされた報酬や罰が記憶に影響を与える際に関与する脳内での構成要素が示唆され、社会的な関係の全体像の理解の発展に貢献する成果を得ることが出来た。

研究成果の概要(英文)：In this project, we performed two fMRI studies to investigate neural mechanisms associated with the effects of giving and receiving rewards and punishments on episodic memories. In the first study, we found that an interaction between the temporoparietal junction (TPJ) involved in theory of mind (ToM) and the memory-related hippocampus was important in the memory processes during receiving rewards and punishments in social context. The second study showed that the processing of episodic memories when giving monetary rewards and punishments in social context was involved in an interacting mechanism between the emotion-related amygdala and the memory-related hippocampus. These findings suggest possible neural components of social interactions mediated by giving and receiving rewards or punishments in the processing of episodic memories, and contribute to further understanding of neural mechanisms related to the interpersonal relationships in our daily lives.

研究分野：認知神経科学

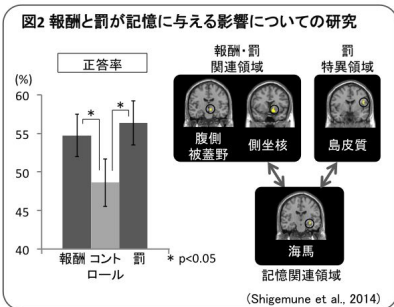
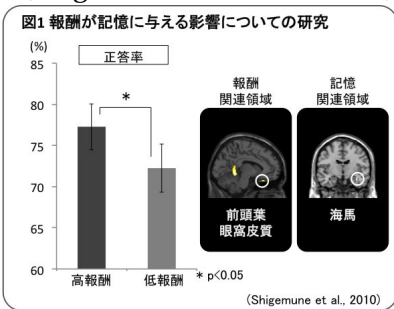
キーワード：報酬 罰 記憶 ソーシャルインタラクション 脳機能イメージング fMRI 認知神経科学

1. 研究開始当初の背景

報酬に関連する情報は、動物にとって食料確保や種の保存など、生きていくために重要な情報であり、報酬に関連しない情報よりも学習されやすいことが示されている(Rolls, 2007)。先行研究では、報酬によって記憶が促進され、そのような記憶の促進は報酬関連領域である腹側被蓋野、線条体、前頭葉眼窩皮質と記憶関連領域である海馬の相互作用によって起こることが示されており(Wittmann et al., 2005; Adcock et al., 2006; Tsukiura and Cabeza, 2011)、申請者のこれまでの研究でも、報酬による記憶の促進に前頭葉眼窩皮質と海馬が関わっていることが示されている(Shigemune et al., 2010; 図1)。

一方、罰に関連する情報も、敵や毒のある食べ物を回避するなど、生き残るために重要な情報であり、記憶を促進することが示されている。申請者のこれまでの研究より、報酬だけでなく罰によっても記憶が促進され、そのような記憶の促進は報酬と罰の両方に関連する領域である腹側被蓋野、線条体、罰に特異的に関連する領域である島皮質と記憶に関連する領域である海馬との相互作用によって起こることが示されている(Shigemune et al., 2014; 図2)。

このように、これまでの研究では、実験的な環境で報酬や罰が記憶に与える影響についての研究が進められてきた。しかし、実生活において、報酬や罰は人と人との社会的関係の中でやり取りされることの方が主である。社会的関係のない実験的な環境で報酬や罰を受ける場合には、自分にとって損か得かの判断だけで記憶の処理が可能である。しかし、社会的関係の中で人から報酬や罰を受ける場合には、それらの処理に加えて、相手の行為が好意によるものか悪意によるものかの意図の推論が追加的に生じ、相手の記憶に影響を与える可能性がある。また、社会的関係は相互の反応によって成立しているため、報酬や罰を受ける場合だけでなく、報酬や罰を与える場合も想定できるが、報酬や罰を与えることは報酬や罰を受けることよりも能動的な行為であるため、より強い情動を引き



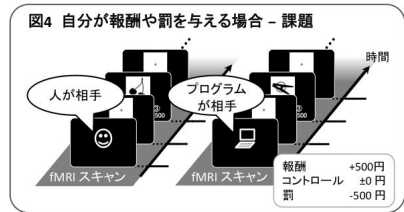
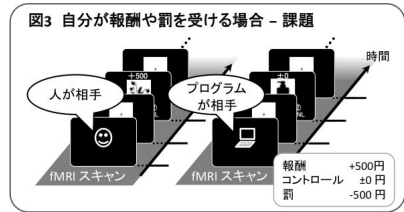
起こし、相手の記憶を促進する可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、社会的関係における報酬や罰のやり取りがその相手の記憶に与える影響の神経基盤を明らかにすることである。そのため、本研究では脳活動を反映する画像を撮像することができる機能的磁気共鳴画像(fMRI)法を用い、(1)自分が報酬や罰を受けた場合の相手の記憶についての研究、(2)自分が報酬や罰を与えた場合の相手の記憶についての研究の2つの研究を行う。そして、本研究を通して、人間関係における報酬や罰が記憶に影響を与える際に関与する機能を解明し、社会的文脈の中で形成される人間関係の全体像の理解をめざす。

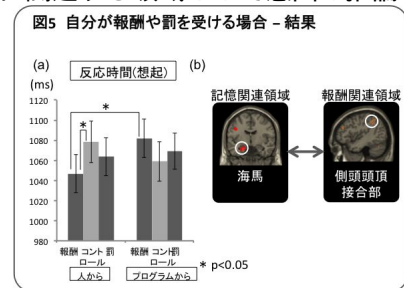
3. 研究の方法

(1)自分が報酬や罰を受ける場合の記憶についての研究では、パソコン上のプログラムから報酬や罰を受ける場合と人から報酬や罰を受ける場合で、主観的な情動や相手の意図の推論量、脳活動、記憶成績に違いがみられるか比較を行った(図3)。(2)自分が報酬や罰を与える場合と人に報酬や罰を与える場合で、主観的な情動や相手の意図の推論量、脳活動、記憶成績に違いがみられるか比較を行った(図4)。



4. 研究成果

(1)自分が報酬や罰を受ける場合の記憶についての研究では、人から報酬や罰を受ける方がパソコン上のプログラムから報酬や罰を受けるよりも意図の推論を行い、報酬をよりポジティブに罰をよりネガティブに感じること、人から報酬を受ける際の記憶が促進されることが示された(図5a)。fMRI データからは、記憶に関連する領域として海馬の活動が、報酬に関連する領域として意図の推論を行う領域とされる側頭頭頂接合部の活動がみられ、これらの領域が人か



ら報酬を受ける際の記憶促進効果を反映して相互作用することが示された(図 5b)。(2)自分が報酬や罰を与える場合の記憶についての研究では、人に報酬や罰を与える方がパソコン上のプログラムに報酬や罰を与えるよりも意図の推論を行い、報酬をよりポジティブに罰をよりネガティブに感じること、人かパソコン上のプログラムかには関係なく報酬や罰を与える際の記憶が促進されることが示された(図 6a)。fMRI データからは、

記憶に関連する領域として海馬の活動が、報酬と罰に関連する領域として情動の処理を行う領域とされる扁桃体の活動がみられ、これらの領域が報酬や罰を与える際の記憶促進効果を反映して相互作用することが示された(図 6b)。また、(1)と(2)の研究の比較を行ったところ、相手の意図の推論は同様に行っていたが、人に罰を与えることを、人から罰を受けることよりネガティブに感じ、人に報酬を与えることを、人から報酬を受けることよりポジティブに感じる傾向がみられ、人に報酬や罰を与える際の方が、人から報酬や罰を受ける際よりも記憶が促進されることが示された。これらの研究の成果は日本神経科学学会や北米神経科学学会など国内外の学会で発表され、国際的な学術雑誌に投稿する準備が進めているところである。

これらの研究成果を総合して、人から報酬や罰を受ける場合には相手の意図の推論に関連する領域である側頭頭頂接合部が、人に報酬や罰を与える場合には情動に関連する領域である扁桃体が、それぞれ記憶に関連する領域である海馬と相互作用するというように異なる機能に関連する領域が記憶の促進に関与すること、報酬や罰を与えるということは、報酬や罰を受ける場合よりも情動を喚起し記憶を促進することが示唆された。

<引用文献>

Wittmann BC, Schott BH, Guderian S, Frey JU, Heinze HJ, Düzel E. Reward-related fMRI activation of dopaminergic midbrain is associated with enhanced hippocampus-dependent long-term memory formation. *Neuron*. 2005; 45: 459-67.

Adcock RA, Thangavel A, Whitfield-Gabrieli S, Knutson B, Gabrieli JD. Reward-motivated learning: mesolimbic activation precedes memory formation. *Neuron*.

2006; 50: 507-17.

Tsukiura T, Cabeza R. Remembering beauty: roles of orbitofrontal and hippocampal regions in successful memory encoding of attractive faces. *Neuroimage*. 2011; 54: 653-60.

Shigemune Y, Abe N, Suzuki M, Ueno A, Mori E, Tashiro M, Itoh M, Fujii T. Effects of emotion and reward motivation on neural correlates of episodic memory encoding: a PET study. *Neurosci Res*. 2010; 67: 72-9.

Shigemune Y, Tsukiura T, Kambara T, Kawashima R. Remembering with gains and losses: effects of monetary reward and punishment on successful encoding activation of source memories. *Cereb Cortex*. 2014; 24: 1319-31.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 1 件)

**Shigemune Y**, Tsukiura T, Kambara T, Kawashima R. Remembering with gains and losses: effects of monetary reward and punishment on successful encoding activation of source memories. *Cereb Cortex*. 査読有り 2014; 24: 1319-31. DOI: 10.1093/cercor/bhs415.

[学会発表](計 6 件)

**Shigemune Y**, Tsukiura T. Neural mechanisms underlying effects of giving monetary reward and punishment on successful encoding of episodic memories in social and non-social context. The 44th annual meeting of the Society for Neuroscience (Neuroscience 2014), Washington D. C. (U.S.A.), 2014 年 11 月 18 日

Norimoto K, **Shigemune Y**, Tsukiura T. Projecting myself onto pictures: Effects of self-related processes on successful encoding activations. The 44th annual meeting of the Society for Neuroscience (Neuroscience 2014), Washington D. C. (U.S.A.), 2014 年 11 月 19 日

**重宗弥生**, 月浦崇. 社会的な文脈において金銭的な報酬や罰を受けることがエピソード記憶の記録に関連する神経活動に与える影響, 第 4 回社会神経科学研究会, 生理学研究所(岡崎・愛知), 2014 年 10 月 30 日

**Shigemune Y**, Tsukiura T. Effects of receiving monetary reward and punishment on successful encoding activations of episodic memories in social context, The 37nd annual meeting of the Japan neuroscience

society, パシフィコ横浜 (神奈川・横浜),  
2014年9月13日

**Shigemune Y**, Tsukiura T, Nouchi R,  
Kambara T, Kawashima R. Neural  
correlates underlying the effects of  
reward on motivation for remembering  
difficult memories, The 42nd annual  
meeting of the Society for Neuroscience  
(Neuroscience 2012), New Orleans  
(U.S.A.), 2012年10月17日

**Shigemune Y**, Tsukiura T, Kambara T,  
Kawashima R. Different neural  
mechanisms between bias toward  
rewards and punishments in  
remembering source memories. The  
35th annual meeting of the Japan  
neuroscience society, 名古屋国際会議場  
(愛知・名古屋), 2012年9月21日

〔その他〕

(1)招待講演(計 2 件)

**重宗弥生** 社会的文脈の中でやり取りされ  
る金銭的な報酬や罰が記憶に与える影響と  
その神経基盤, 生理学研究所セミナー, 生  
理学研究所(愛知・岡崎), 2014年2月24  
日

**重宗弥生** 難しいことこそ頑張れる?! - 思い  
出すのが難しい記憶にご褒美が与える影響,  
第4回 エコール・ド・東山, ハイアット リー  
ジェンシー京都 Touzan Bar (京都・京都),  
2013年2月16日

(2)ホームページ

<http://www.memory.jinkan.kyoto-u.ac.jp/publications.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

重宗 弥生 (SHIGEMUNE, Yayoi)

京都大学・大学院人間・環境学研究科・研  
究員

研究者番号: 70547273