

ユーモア理解における「保護されている」という認識の枠組み の神経基盤に関するメタ分析

A study of neural basis for protective frame during humor comprehension: Meta analyses of functional neuroimaging studies

中村 太戯留^{† ‡}

Tagiru Nakamura

武蔵野大学{[†] データサイエンス学部, [‡] 教養教育リサーチセンター}

{[†] Faculty of Data Science, [‡] Research Center for Liberal Education}, Musashino University

tagiru_n@musashino-u.ac.jp

概要

ユーモア理解では、ヒトの生存と関連性のある事柄の見だしと、「保護されている」という認識の枠組みが重要である。神経基盤として、前者は扁桃体が関与するが、後者は不明である。皮肉理解では、扁桃体を賦活するが、「保護されている」という認識の枠組みは機能せず、ユーモアを生じないことが多い。メタ分析でユーモアと皮肉を比較した結果、側頭葉前部、内側前頭前野、そして皮質下領域などが、「保護されている」という認識の枠組みの神経基盤の候補と示唆された。

キーワード: ユーモア (humor), 「保護されている」という認識の枠組み (protective frame), 神経基盤 (neural basis), メタ分析 (meta analyses)

1. 目的

ユーモア理解の「見だし」理論^[10]においては、「ヒトの生存と関連性のある事柄」^[18]の「見だし」と、「『保護されている』という認識の枠組み」^{[3][4]}が、ユーモア理解において重要な役割を果たすと述べている。

貯金と掛けて、
奥さんの笑顔と解く。
その心は、
なくなると怖い。

例えば、この謎掛け形式のユーモア表現^[14]の場合、前フリでは、「貯金」と「奥さんの笑顔」の共通点は何か、と問いかけている。構造的には、「貯金は奥さんの笑顔だ」という比喩表現と等価と考えられる。そして、オチでは、共通点は「なくなると怖い」であると提示している。「貯金がなくなると怖い」はその通りで、貯金がなくなれば生きていくことが困難になるため、ヒトの生存と関連性のある事柄と考えられる。同様に、「奥さんの笑顔がなくなると怖い」も、場合によっては帰るべき家を失うことにつながりうるため、ヒトの生存と関連性のある事柄と考えられる。そして、「貯金」

と「奥さんの笑顔」のこのような一見すると無関係に見える事柄の共通点を知ること自体も、間接的ではあるが、ヒトの生存と関連性のある事柄と考えられる。

多くのヒトはこの表現からユーモアを感じる一方で、そうではないヒトもいる。例えば、ギャンブルにのめり込んで貯金を失ったヒトや、奥さんと離婚して間もないヒトであれば、ここで見だした事柄は他人事ではないと感じるであろうことが容易に想像できる。すなわち、「貯金がなくなると怖い」という事柄や、「奥さんの笑顔がなくなると怖い」という事柄から「保護されている」とはいえない立場のヒトと考えられる。

この「保護されている」という認識の枠組みが生じるには、自信枠組み、安全枠組み、そして分離枠組みのいずれかが機能する必要がある^[14]。例えば、貯金がなくなったけれどもすぐに稼ぎ直して貯金を回復する自信のあるヒトや、すぐに奥さんの笑顔を取り戻す自信のある人は自信枠組みが機能し、結果としてユーモアを生じると考えられる。また、ギャンブルなどにのめり込んでいないために貯金を失うことはないと認識しているヒトや、奥さんの笑顔がなくなるようなことはしていないと認識しているヒトは、(危険な状況からは保護されているという)安全枠組みが機能し、結果としてユーモアを生じると考えられる。

そして、分離枠組みは、現実世界から自分の認識を分離することにより、「保護されている」という仮想的な認識の枠組みを生じるもので、自己代用、空想、そして追憶という下位分類がさらに提案されている^[14]。例えば、貯金がなくなったのは(実際には自分なのだが)自分以外の誰かだと認識していたり、奥さんの笑顔がなくなって帰る家を失ったのは(実際には自分なのだが)自分以外の誰かだと認識していたりすると、自己代用による分離枠組みが機能し、おそらくは自虐的に笑うタイプのユーモアを生じると想像できる。次に、実際には自分は安全な自宅にいて、貯金がなくなって大

変な思いをしている状況を空想していたり、奥さんの笑顔がなくなって家を追い出された状況を空想していたりすると、空想による分離枠組みが機能し、疑似的に危険を愉しめる状況が生じると想像できる。そして、過去に貯金がなくなって困ったヒトや、奥さんの笑顔がなくなって家を追い出されたヒトが、現在はそのような状況から回復しているようであれば、追憶による分離枠組みが機能し、過去のことを武勇伝のように愉しめる状況にあると想像できる。

さて、ヒトの脳内におけるこれらと対応する神経基盤としては、「ヒトの生存と関連性のある事柄」^[18]の見だしに関しては、扁桃体が重要な役割を果たすことが報告されている^[14]。一方で、『保護されている』という認識の枠組み^{[3][4]}の神経基盤の特定にはまだ至っていないというのが現状である。

本稿では、ユーモアの神経基盤に関するイメージング研究を対象としたメタ分析を用いて、『保護されている』という認識の枠組み^{[3][4]}の神経基盤の検討を試みる。前記のように、「保護されている」という認識の枠組みが機能する状況は多様であり、枠組みの種類により関与する神経基盤が異なる可能性も考えられるが、本稿では共通で関与する神経基盤を検討する。

2. 方法

ユーモアは皮肉表現からも生じることが知られており^[11]、扁桃体はユーモア理解において重要な役割を果たすとともに^[4]、皮肉理解においても重要な役割を果たす^[22]。ユーモア理解と皮肉理解はどちらも不調和の感知とその解消^[21]という認知的な機制が基本となっており、扁桃体はその解消段階で重要な役割を果たすと考えられている^[14]。一方、ユーモア理解の「見だし」理論^[6]は、『保護されている』という認識の枠組み^{[3][4]}が機能する際にユーモアを生じるが、皮肉表現のようにその枠組みが機能しない際はユーモアを生じないという可能性が示唆されている^[6]。

そこで、本稿では、ユーモア理解の神経基盤に関する研究のメタ分析の結果と、皮肉理解の神経基盤に関する研究のメタ分析の結果とを比較することを試みる。具体的には、ユーモアと感情に関するメタ分析の研究^[7]で一般に提供されているデータのうち、ユーモア理解に関する座標データ(33 論文)、および皮肉理解に関する座標データ(14 論文)を用い、定量的なメタ分析(BrainMap GingerALE 3.0.2)を実施した。メタ分析の関

値としては、 $p < 0.005$ (未修正)で、容量が 500 mm^3 以上のクラスターを抽出する設定を用いた^[7]。そして、賦活部位ごとに、「ユーモア理解の Z 値(標準化値)から、皮肉理解の Z 値を引き算した値」を算出した。そして、その値が +3 以上でありユーモア理解のみで賦活している部位、その値の絶対値が 3 未満でありユーモア理解および皮肉理解の両方で賦活している部位、そしてその値が -3 以下であり皮肉理解のみで賦活している部位に分類した。

表 1 ユーモア理解と皮肉理解のメタ分析の結果

部位	ユーモア理解			皮肉理解			Z 値 差分
	左	右	Z 値	左	右	Z 値	
側頭後頭接合部	1	0	4.77				4.77
下側頭回	2	0	3.66				3.66
内側前頭前野の後方 BA6	1	0	4.03				4.03
前帯状回 BA24	1	0	3.84				3.84
下前頭回 BA46	2	0	3.62				3.62
尾状核	1	0	3.56				3.56
海馬傍回	0	1	3.52				3.52
視床	1	0	3.43				3.43
前帯状回 BA32	2	0	3.06				3.06
扁桃体	3	1	5.04	1	0	3.84	1.20
中側頭回	4	0	4.54	0	1	3.39	1.15
縁上回	0	1	4.32	1	0	3.94	0.37
下前頭回 BA44	1	0	3.80	0	1	3.95	-0.14
内側前頭前野の後方 BA8	2	0	4.41	1	0	4.77	-0.36
下前頭回 BA47	2	0	4.18	3	0	4.60	-0.42
中上側頭回	1	1	3.65	2	0	4.83	-1.18
内側前頭前野の前方 BA9	1	0	2.95	1	0	4.68	-1.73
淡蒼球				1	0	3.12	-3.12
後帯状回 BA31				2	0	3.76	-3.76
下前頭回 BA45				1	1	3.93	-3.93
後帯状回 BA23				1	0	3.97	-3.97
側頭極 BA38				1	0	4.11	-4.11

註: BA はブロードマンの脳地図番号。左右欄は各部位が賦活したクラスター数。Z 値差分は、ユーモア理解の当該部位の Z 値(標準化値)から、皮肉理解の当該部位の Z 値を引き算した値。

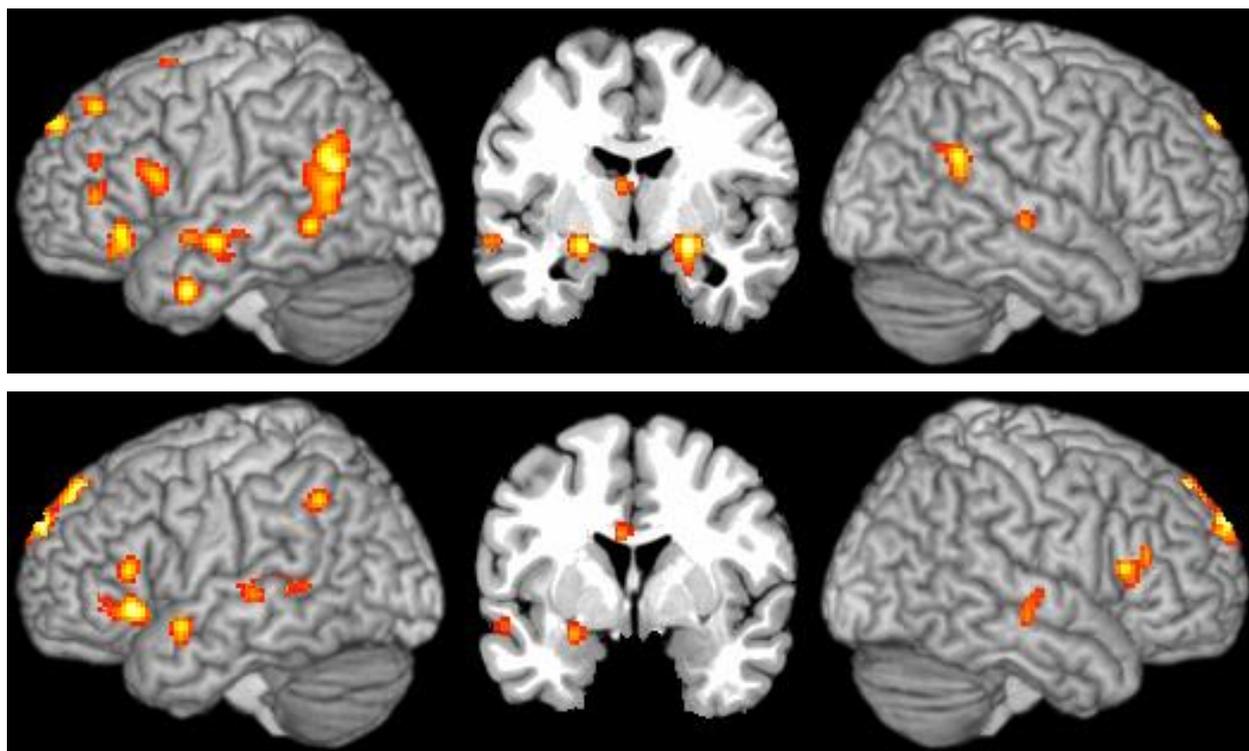


図1 メタ分析の結果（上：ユーモア理解，下：皮肉理解）

3. 結果

ユーモア理解のメタ分析の結果として、17種類の部位が検出された(表1左, 図1上). 賦活したピーク座標は左が25個, 右が4個であった. 一方, 皮肉理解のメタ分析の結果として, 13種類の部位が検出された(表1右, 図1下). 賦活したピーク座標は左が15個, 右が3個であった. 両者に共通する部位は8種類であった. すなわち, 全体としては左側の賦活は右側の賦活の5倍程度となっており, 脳の側性化が認められた.

「ヒトの生存と関連性のある事柄」^[18]の見いだしの神経基盤と考えられている扁桃体に関して, ユーモア理解においては両側(-22, -8, -16; 22, -6, -16; 図1の上の中央の図), 皮肉理解においては左側(-26, 0, -18; 図1の下の中央の図)の賦活が認められた.

ユーモア理解と皮肉理解に共通で賦活した扁桃体のZ値は, ユーモア理解では5.038, 皮肉理解では3.838, 前者から後者を引き算した値は1.199であった(表1の中段). その他, 共通で賦活した部位は, 中上側頭回(BA [ブロードマンの脳地図番号] 21, 22), 縁上回(BA 40), 下前頭回(BA 44, 47), そして内側前頭前野(BA 8, 9)であった(表1の中段).

ユーモア理解のみで賦活した部位は, 側頭後頭接合

部(BA 19, 37), 内側前頭前野(BA 6), 前帯状回(BA 24, 32), 前頭前野背外側部(BA 46), 尾状核, 海馬傍回, そして視床であった(表1の上段).

皮肉理解のみで賦活した部位は, 側頭極(BA 38), 後帯状回(BA 23, 31), 下前頭回(BA 45), そして淡蒼球であった(表1の下端). なお, 側頭葉前部という少し広い範囲で捉えた場合, 側頭極は, 中上側頭回の前部と合わせて, ユーモア理解と皮肉理解に共通で賦活していると分類することも可能である.

4. 考察

扁桃体は, ユーモア理解と皮肉理解のどちらでも賦活しており, 先行研究^{[14][22]}の結果と整合している. 側頭回や前頭回は一般的な言語処理に関与することが知られている^{[5][8]}. また, 内側前頭前野は, 不調和の感知や, 他者の心の推測など, 語用論的な処理に関与することが報告されている^{[2][5][15]}. すなわち, これらの領域は言語処理や不調和の感知と解消といった処理に関与していると考えられる.

前頭前野背外側部は, 顕著性ネットワークを介した複数の情報の統合処理に関与している可能性が示唆されている^{[12][15]}. 側頭後頭接合部は, 一見すると無関係な概念の結び付けに関与している可能性が示唆されて

いる^[1]。これらの領域は、ユーモア理解における「新たな関係性」の見だし^[6]の神経基盤の候補となりうると考えられる。側頭極は「心の理論」の神経基盤^[5]、BA 45 は意味処理の神経基盤^[8]、そして海馬傍回、視床、後帯状回はエピソード記憶の神経基盤^[9]と考えられる。すなわち、これらはユーモア理解や皮肉理解に特有な神経基盤である可能性が考えられる。

側頭葉前部(側頭極や中上側頭回の前部)は、文脈により意味を制御する際に重要な役割を果たすことが報告されている^{[6][7]}。尾状核は、潜在的な意味の探索や、話者の意図に即したそれらの意味の切替に関与している可能性が報告されている^{[10][22]}。前帯状回(内側前頭前野)は、顕著性ネットワークを構成する部位で、自己と関連性のある感情的処理に関与していることが報告されている^{[13][19][20]}。すなわち、これらの領域は『保護されている』という認識の枠組み^{[3][4]}の神経基盤の候補となりうると考えられる。

残された課題としては、『保護されている』という認識の枠組み^{[3][4]}の神経基盤に関して、機能的核磁気共鳴装置などを用いたイメージング実験により検証することが挙げられる。本稿では、その枠組みの多様性の考慮はしていないため、自信枠組み、安全枠組み、そして分離枠組み(下位分類は自己代用、空想、そして追憶)といった多様性に関しても検討する必要がある。なお、扁桃体もユーモア理解と皮肉理解の両方で賦活するため、「保護されている」という認識の枠組みの神経基盤である可能性は否定できないことを付記する。

謝辞 本研究は、JSPS 科研費 JP20K13034 の助成、武蔵野大学教養教育リサーチセンターの支援を受けた。ここに感謝の意を表す。

文献

- [1] Amir, O., Biederman, I., Wang, Z., & Xu, X., (2015) "Ha ha! versus aha! A direct comparison of humor to nonhumorous insight for determining the neural correlates of mirth", *Cerebral cortex*, Vol. 25, No. 5, pp. 1405–1413.
- [2] Amodio, D. M., & Frith, C. D., (2006) "Meeting of minds: The medial frontal cortex and social cognition", *Nature reviews. Neuroscience*, Vol. 7, No. 4, pp. 268–277.
- [3] Apter, M. J., (1992) "The dangerous edge: The psychology of excitement", *The Free Press*. (渋谷由紀[訳], (1995) "デンジャラス・エッジ: 「危険」の心理学", 講談社)
- [4] Apter, M. J., (2007) "Danger: Our quest for excitement", Oxford: Oneworld.
- [5] Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L., (2009) "Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies", *Cerebral cortex*, Vol. 19, No. 12, pp. 2767–2796.
- [6] Chiou, R., Humphreys, G. F., Jung, J., & Ralph, M. A. L., (2018) "Controlled semantic cognition relies upon dynamic and flexible interactions between the executive 'semantic control' and hub-and-spoke 'semantic representation' systems", *Cortex*, Vol. 103, pp. 100–116.
- [7] Farkas, A. H., Trotti, R. L., Edge, E. A., Huang, L. Y., Kasowski, A., Thomas, O. F., Chlan, E., Granros, M. P., Patel, K. K., & Sabatinelli, D., (2021) "Humor and emotion: Quantitative meta analyses of functional neuroimaging studies", *Cortex*, Vol. 139, pp. 60–72.
- [8] Hagoort, P., (2005) "On Broca, brain, and binding: A new framework", *Trends in cognitive sciences*, Vol. 9. No. 9, pp. 416–423.
- [9] 川崎伊織 & 藤井俊勝, (2016) "エピソード記憶", *脳科学辞典*.
- [10] Lewis, S. J., Dove, A., Robbins, T. W., Barker, R. A., & Owen, A. M., (2004) "Striatal contributions to working memory: A functional magnetic resonance imaging study in humans", *The European journal of neuroscience*, Vol. 19, No. 3, pp. 755–760.
- [11] Long, D. L., & Graesser, A. C., (1988) "Wit and humor in discourse processing", *Discourse Processes*, Vol. 11, No. 1, pp. 35–60.
- [12] Matsui, T., Nakamura, T., Utsumi, A., Sasaki, A. T., Koike, T., Yoshida, Y., Harada, T., Tanabe, H. C., & Sadato, N., (2016) "The role of prosody and context in sarcasm comprehension: Behavioral and fMRI evidence", *Neuropsychologia*, Vol. 87, pp. 74–84.
- [13] Morita, T., Tanabe, H. C., Sasaki, A. T., Shimada, K., Kakigi, R., & Sadato, N., (2014) "The anterior insular and anterior cingulate cortices in emotional processing for self-face recognition", *Social cognitive and affective neuroscience*, Vol. 9, No. 5, pp. 570–579.
- [14] Nakamura, T., Matsui, T., Utsumi, A., Yamazaki, M., Makita, K., Harada, T., Tanabe, H. C., & Sadato, N., (2018) "The role of the amygdala in incongruity resolution: The case of humor comprehension", *Social neuroscience*, Vol. 13, No. 5, pp. 553–565.
- [15] Nakamura, T., Matsui, T., Utsumi, A., Sumiya, M., Nakagawa, E., & Sadato, N., (2022) "Context-prosody interaction in sarcasm comprehension: A functional magnetic resonance imaging study", *Neuropsychologia*, Vol. 170, No. 108213, pp. 1–11.
- [16] 中村太戯留, (2022) "ユーモア理解の「見だし」理論", *語用論研究*, Vol. 23, pp. 34–50.
- [17] Ralph, M. A. L., Jefferies, E., Patterson, K., & Rogers, T. T., (2017) "The neural and computational bases of semantic cognition", *Nature reviews. Neuroscience*, Vol. 18, No. 1, pp. 42–55.
- [18] Sander, D., Grafman, J., & Zalla, T., (2003) "The human amygdala: An evolved system for relevance detection", *Reviews in the neurosciences*, Vol. 14, No. 4, pp. 303–316.
- [19] Seth, A. K., (2013) "Interoceptive inference, emotion, and the embodied self", *Trends in cognitive sciences*, Vol. 17, No. 11, pp. 565–573.
- [20] Seth, A. K., & Friston, K. J., (2016) "Active interoceptive inference and the emotional brain", *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, Vol. 371, No. 20160007, pp. 1–10.
- [21] Suls, J. M., (1972) "A two-stage model for the appreciation of jokes and cartoons: An information-processing analysis", In Goldstein, J. H., and McGhee, P. E., (eds.), *The psychology of humor: Theoretical perspectives and empirical issues*, pp. 81–100. New York: Academic Press.
- [22] Uchiyama, H. T., Saito, D. N., Tanabe, H. C., Harada, T., Seki, A., Ohno, K., Koeda, T., & Sadato, N., (2012) "Distinction between the literal and intended meanings of sentences: A functional magnetic resonance imaging study of metaphor and sarcasm", *Cortex*, Vol. 48, No. 5, pp. 563–583.