

Wu, X., Gu, X., Guo, Q., Hao, X., & Luo, J. (2022).

**Neural correlates of
novelty and appropriateness
processing in
cognitive reappraisal.**

**Biological Psychology, 170, 108318.
<https://doi.org/10.1016/J.BIOPSYCHO.2022.108318>**

2024年7月2日 輪講
D3 服部エリーン彩矢

- Cognitive reappraisal (認知的再評価)は、感情を喚起する出来事を再解釈することでネガティブな感情反応を低減する効果的な感情調整戦略(Gross, 1998; McRae et al., 2012)
- 再評価プロセスには、感情的な状況の代替解釈を考える必要があるため、創造的思考が不可欠(Wu et al., 2019)
 1. Weber et al. (2014)
 - reappraisal inventiveness test (RIT)と言語的拡散的思考タスクは有意に関連
 2. Wu et al. (2017) • Wu et al. (2019)
 - 創造的思考によってネガティブな刺激の心的表象を変化させ、新しい適切な解釈を生成し、ネガティブ感情を低減する
 - 創造的再評価はAha!をもたらす、ネガティブ画像に対するポジティブな評価をもたらす
 3. Fink et al. (2017) • Weber et al. (2014)
 - 認知的再評価は前頭前野で α パワーを増加させる (創造的アイデア生成に共通する神経認知プロセス)

- 認知的再評価と創造性の関連には、矛盾する知見の報告もある
 1. Perchtold & Weiss et al. (2019)
 - 感情調整の性差を調査し、男性は認知的再評価生成力が高いほど日常生活における抑うつ症状が少ないことが示されたが、女性はこれに当てはまらなかった
 2. Zeier et al. (2020)
 - 認知的再評価を行うと参加者の覚醒度やネガティブ感情は減少するが、その生成力と効果に関連はなかった
- 創造的であっても、非現実的な再評価は役に立たない可能性がある
 - 抑うつ患者は、新しいネガティブな解釈を生成する傾向があり、抑うつ状態を悪化させる可能性がある (Schulze et al., 2018)

- 創造性研究では、新しいアイデアが有用な場合にのみ創造的とみなされる(Runco & Jaeger, 2012)
- 新しい再評価は、特定のネガティブな状況を変えるのに適切（有用）でなければならない

本研究の目的

ネガティブな感情を経験している間の認知的再評価において、新奇性と適切性の処理に關与する脳領域を調査する

- 新奇性と適切性の処理に関する脳領域は系統的に調査されている(Huang et al., 2015; Huang et al., 2018; Kroger et al., 2012; Ren et al., 2020; Yu et al., 2021)
 - Huang et al. (2015)
 - 洞察の「チャンク分解」課題（親しみのあるパターンをその構成要素に分解する課題）で、新奇性の処理が尾状核と黒質に關与することを示し、適切性の処理が海馬と扁桃体に關与することを示した
 - Huang et al. (2018)
 - 洞察の「制約緩和」課題（初期の心的表象を再構築する課題）で、新奇性の処理と適切性の処理が両方とも、側頭頭頂接合部（TPJ）の活性化に關与することを示した
 - 新奇性の処理には実行機能ネットワーク（ECN）の活性が關与し、適切性の処理は海馬と扁桃体によって媒介することを示した
 - Kroger et al. (2012)
 - AUTを用いた概念拡張（製品の代替使用）における意味認知は、両側の下前頭回、左側頭極と左前頭極皮質の活性化と關連することを示した

- 新奇性と適切性の処理に関する脳領域は系統的に調査されている(Huang et al., 2015; Huang et al., 2018; Kroger et al., 2012; Ren et al., 2020; Yu et al., 2021)
 - Ren et al. (2020)
 - 創造的製品デザインを実験刺激として使用し、新奇性と有用性の創造的統合が、新しい連想と概念の形成に関与し、海馬と中側頭回 (MTG) の接続によって媒介されることを示した
 - Yu et al. (2021)
 - メタファー的解決策を材料として使用し、新奇性と適切性の高い解決策が最も高い治療的洞察を生み出し、海馬と扁桃体の強い活性化と関連していることを示した

- 本研究は、感情調整の文脈で創造性の新奇性と適切性の神経基盤を調査する(Wu et al., 2017, 2019)
 - 新奇性：感情的シナリオについての再評価の解釈が独創的で、珍しく、驚くべきものであること
 - 適切性：再評価の解釈がネガティブな感情を効果的に調整し抑制できた程度のこと
 - 国際感情画像システム (IAPS) からネガティブな画像を用い、それぞれに対して新奇性と適切性のレベルが異なる認知的再評価解釈を開発し、判断させる
 - 参加者は生成しない
 - 参加者は4つの再評価条件（高新奇性・高適切性 (HNHA) , 高新奇性・低適切性 (HNLA) , 低新奇性・高適切性 (LNHA) , 低新奇性・低適切性 (LNLA)) に割り当てられた

- 創造的思考時の神経基盤は、いくつかの脳領域の関与が特定されている
 - Dietrich & Kanso (2010)
 - 63の神経画像研究をレビューし、前頭前皮質（PFC）の一貫した関与を示した
 - Fink et al. (2009)
 - メタ分析により、DMNに含まれる下頭頂葉（IPL）と内側前頭前野（mPFC）、下前頭回（IFG）、前中心回、ECNに含まれる上前頭皮質の関与を特定
 - 創造的思考におけるECN、DMN、SNの役割を強調した脳ネットワークや機能的結合に関する研究結果と一致（Beaty, Benedek, Kaufman, & Silvia, 2015; Beaty et al.）
 - DMNが新奇アイデアの生成に寄与し、ECNがアイデアの評価に寄与し、SNがDMNからECNへの相対情報の変換に機能する可能性を示唆

仮説

- 認知的再評価の新奇性処理には、新奇アイデア生成を担うECNが関与し、適切性処理には、生成された再評価の適切性を評価するDMNが関与する
- 認知的再評価を実験材料とするため、情動に関連する脳領域（扁桃体など）が関与する

- 30名の大学生が参加し，25名を分析対象とした
 - 2×2の参加者内要因デザインで，検定力0.8と効果量0.25を担保するため24名以上
 - 5名を除外
 - 脳画像スキャン中の過度な動き2名，全画像を3点未満と評価した者1名，脳画像スキャン中とそれ以外で一貫性のない評価を行った者2名

• ネガティブ画像

- 感情的な誘発刺激として、国際感情画像システム（IAPS）からネガティブ画像88枚を使用(Lang et al., 2008)
 - 口を開けた蛇, 嘔吐のシナリオなど
 - 1~9の9件法で, 感情価は平均2.93 (SD=0.67) , 感情覚醒は平均5.52 (SD=0.86) と評価 (Wu et al, 2017; 2019)
- 画像はランダムに4分割
 - それぞれの感情価, 覚醒度の評価に有意な差が見られなかったことを後で確認した

- 認知的再評価文
 - 各画像に、新奇性と適切性のレベルが異なる再評価文を準備
 - 高新奇性・高適切性 (HNHA)
 - 高新奇性・低適切性 (HNLA)
 - 低新奇性・高適切性 (LNHA)
 - 低新奇性・低適切性 (LNLA)
 - 15名の学部生による新奇性と適切性の9段階評価で5以上を高、未満を低とし、文の採否を決定

• 認知的再評価文

- 高新奇性・高適切性 (HNHA)
 - 「男性が海に飛び込んだところで褐藻類に顔を叩かれ、その様子をカメラがタイムリーに捉えた。」
- 高新奇性・低適切性 (HNLA)
 - 「生死をかけたコンテストの末、敗者はビデオカメラごと海に投げ込まれ、サメの餌にされた。」
- 低新奇性・高適切性 (LNHA)
 - 「怪我を負いながらも、屈強な男性はそれでも自分の命を救うために努力し、決してあきらめなかった。」
- 低新奇性・低適切性 (LNLA)
 - 「難破事故で、泳げない青年がゆっくりと海底に沈んでいった。」



• 認知的再評価文

- 高新奇性・高適切性 (HNHA)
 - 「ヘビが反対側にいる獣医師に「扁桃腺が炎症を起こしています。検査をしてください。」と話した。」
- 高新奇性・低適切性 (HNLA)
 - 「ある女性が匿名の誕生日プレゼントを受け取って開けると、中は毒蛇だった。」
- 低新奇性・高適切性 (LNHA)
 - 「研究者は特殊なヘビの習性を研究している。珍しい種であり、保護される必要がある」
- 低新奇性・低適切性 (LNLA)
 - 「草緑色のヘビが立ち上がり、口を大きく開けて毒のある舌を出し、黒い目が前方を見つめている。」

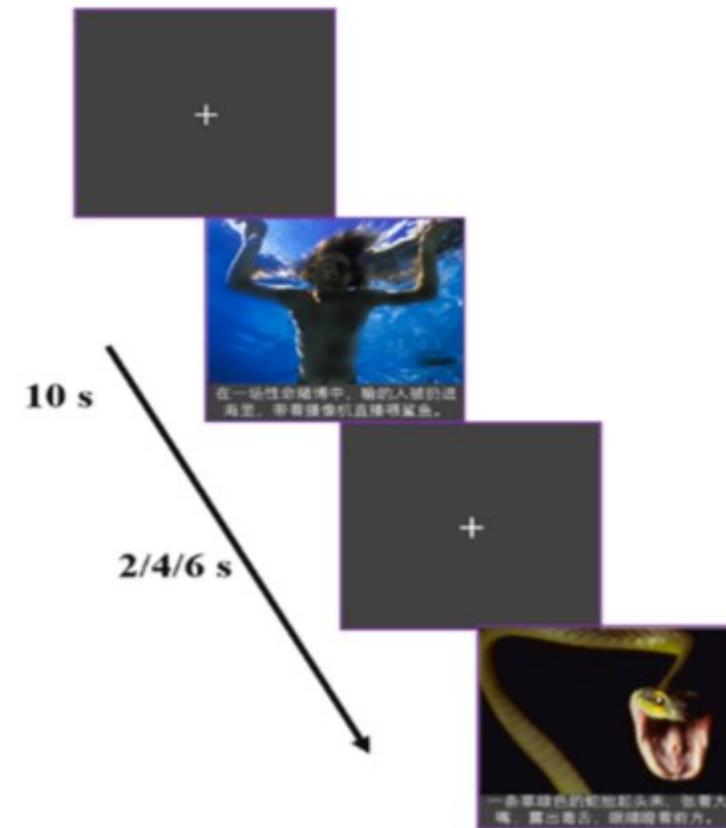


2. Method

2.3 手続き

- 実験前に5回の練習試行を実施
- fMRI スキャン
 - 88枚の画像が、ランダムに4種類の再評価文のうちの1種と併せて10s提示
 - 24枚ずつHNHA, HNLA, LNHA, LNLAのいずれかに割り当て
 - 画像の快適さを4段階で評価（1:とても不快～4:とても快適）
- fMRI後の再評価
 - 再度88枚の画像と再評価文が提示され、再評価文の新奇性と、感情的な快適さを9段階評価
 - 感情的な快適さは感情調整効果の適切性の指標となる
 - 快適なほど調整効果が高い

A



- 各条件のコントラスト画像を生成
 - 新奇性に関する神経活動を調べるために, 高新奇条件 – 低新奇条件
 - 適切性を調べるために, 高適切条件 – 低適切条件
- 新奇性と適切性の交互作用を調べるために, 適切性効果 (HNHA-HNLA) と新奇性効果 (HNHA-LNHA) の間にConjunctive Analysisを加えた

- 創造性の三ネットワーク理論に基づき、以下の主要な関心領域（ROIs）を選定
 - デフォルトモードネットワーク（DMN）の中心領域として内側前頭前野（mPFC）
 - 実行制御ネットワーク（ECN）の中心領域として下前頭回（IFG）
 - 顕著性ネットワーク（SN）の中心領域として前部島皮質（AI）

3. Results

3.1 行動データ

- スキャン中の適切性評価
 - 新奇性の主効果あり
[F (1,24) = 17.994, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.428$]
 - 低新奇性の方が, 高新奇性よりも適切性が高いと評価された
- 適切性の主効果あり
[F (1,24) = 463.041, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.951$]
- 操作に成功した

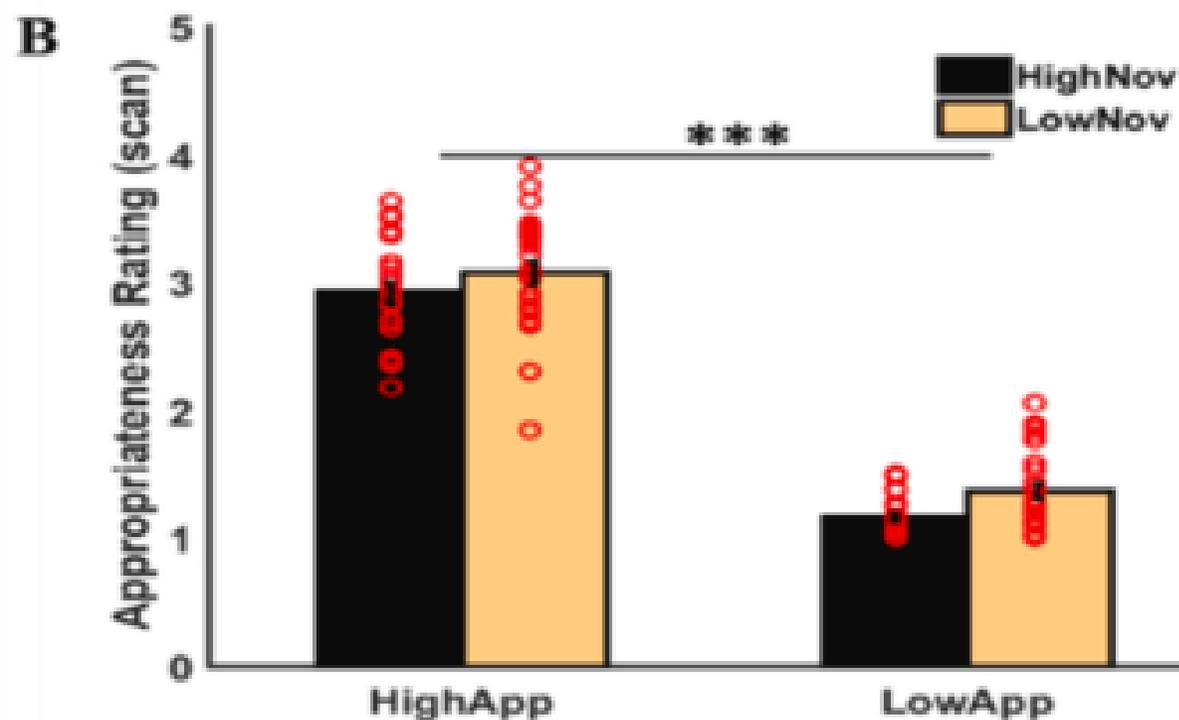


Table 1

Participants' ratings of the negative pictures in/post-scan and criteria for imaging analyses.

	Behavior reactions in/after the scanner				Criteria for imaging analyses		
	App-scan	App-post-scan	Nov-post-scan	RTscan (S)	App-Scan (1-4)	App- Nov- Post-scan (1-9)	
HNHA ($M \pm SEM$)	2.930 (0.076)	6.107 (0.168)	7.008 (0.177)	5.114 (0.155)	≥ 2	≥ 5	≥ 5
HNLA ($M \pm SEM$)	1.164 (0.033)	1.998 (0.154)	6.172 (0.206)	5.024 (0.221)	≤ 2	≤ 4	≥ 5
LNHA ($M \pm SEM$)	3.079 (0.091)	5.417 (0.195)	3.463 (0.217)	4.560 (0.160)	≥ 2	≥ 5	≤ 4
LNLA ($M \pm SEM$)	1.373 (0.060)	2.132 (0.142)	2.551 (0.162)	4.325 (0.183)	≤ 2	≤ 4	≤ 4

Note: App- = appropriateness, Nov- = novelty. The range for appropriateness ratings in the scanner was 1-4, while outside the scanner was 1-9.

3. Results

3.1 行動データ

- スキャン後の適切性評価
 - 新奇性の主効果あり
[F (1,24) = 4.762, p = 0.039, η^2 = 0.168]
 - 適切性の主効果あり
[F (1,24) = 351.883, p < 0.001, η^2 = 0.936]
 - 交互作用が有意
[F (1,24) = 12.636, p = 0.002, η^2 = 0.345]
 - HNHA > LNHA **, HNLA \doteq LNLA

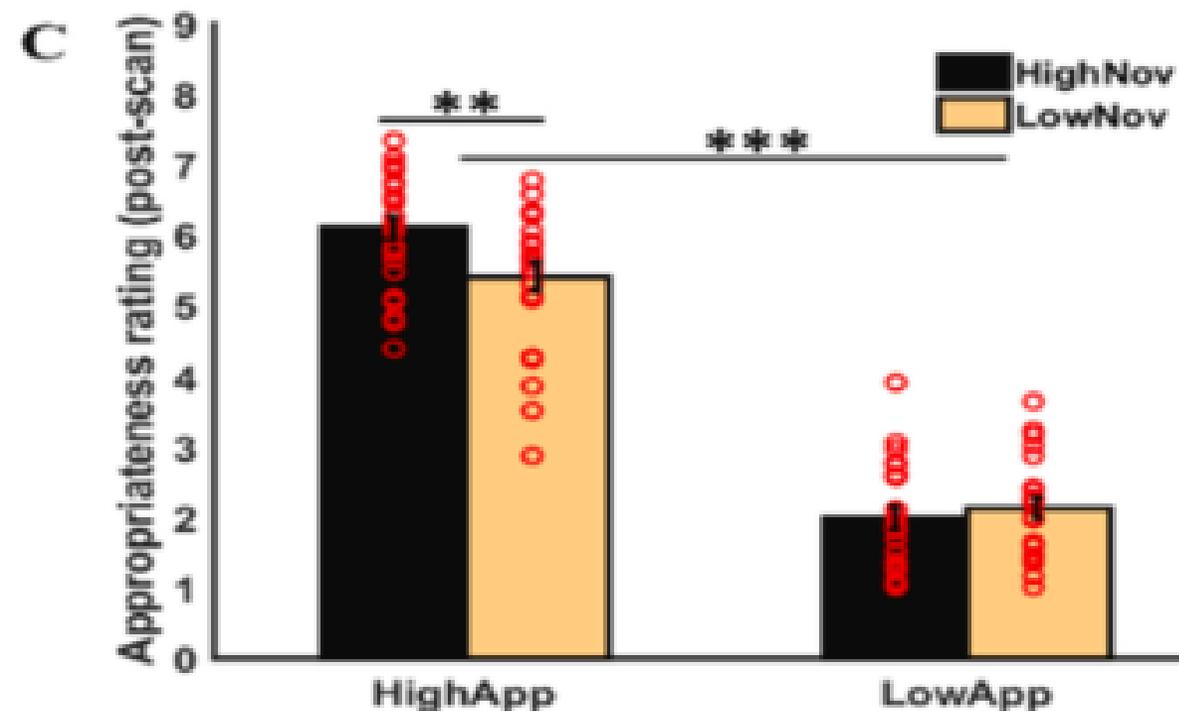


Table 1

Participants' ratings of the negative pictures in/post-scan and criteria for imaging analyses.

	Behavior reactions in/after the scanner				Criteria for imaging analyses		
	App-scan	App-post-scan	Nov-post-scan	RTscan (S)	App-Scan (1-4)	App- Nov- Post-scan (1-9)	
HNHA (<i>M±SEM</i>)	2.930 (0.076)	6.107 (0.168)	7.008 (0.177)	5.114 (0.155)	≥2	≥5	≥5
HNLA (<i>M±SEM</i>)	1.164 (0.033)	1.998 (0.154)	6.172 (0.206)	5.024 (0.221)	≤2	≤4	≥5
LNHA (<i>M±SEM</i>)	3.079 (0.091)	5.417 (0.195)	3.463 (0.217)	4.560 (0.160)	≥2	≥5	≤4
LNLA (<i>M±SEM</i>)	1.373 (0.060)	2.132 (0.142)	2.551 (0.162)	4.325 (0.183)	≤2	≤4	≤4

Note: App- = appropriateness, Nov- = novelty. The range for appropriateness ratings in the scanner was 1-4, while outside the scanner was 1-9.

3. Results

3.1 行動データ

- スキャン後の新奇性評価
 - 新奇性の主効果あり
[F (1,24) = 295.868, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.925$]
 - 操作に成功した
 - 適切性の主効果あり
[F (1,24) = 70.892, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.747$]
 - 高適切性の方が、低適切性よりも新奇性が高いと評価された

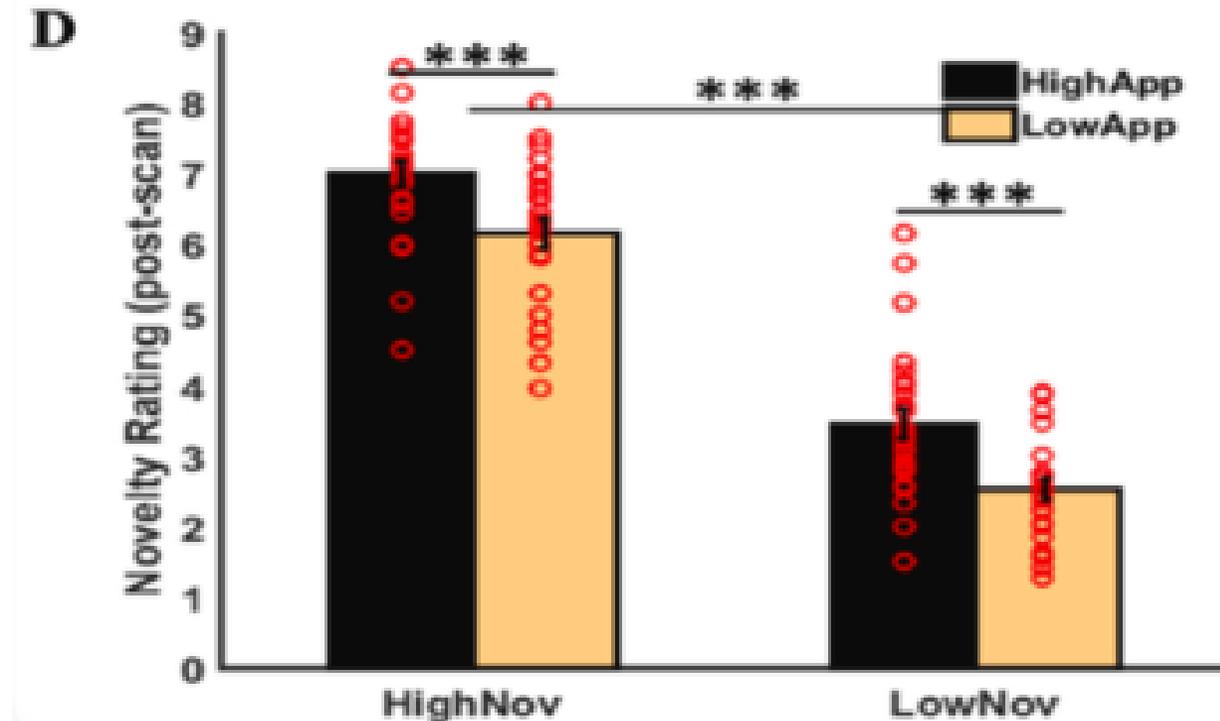


Table 1

Participants' ratings of the negative pictures in/post-scan and criteria for imaging analyses.

	Behavior reactions in/after the scanner				Criteria for imaging analyses		
	App-scan	App-post-scan	Nov-post-scan	RTscan (S)	App-Scan (1-4)	App- Nov- Post-scan (1-9)	
HNHA ($M \pm SEM$)	2.930 (0.076)	6.107 (0.168)	7.008 (0.177)	5.114 (0.155)	≥ 2	≥ 5	≥ 5
HNLA ($M \pm SEM$)	1.164 (0.033)	1.998 (0.154)	6.172 (0.206)	5.024 (0.221)	≤ 2	≤ 4	≥ 5
LNHA ($M \pm SEM$)	3.079 (0.091)	5.417 (0.195)	3.463 (0.217)	4.560 (0.160)	≥ 2	≥ 5	≤ 4
LNLA ($M \pm SEM$)	1.373 (0.060)	2.132 (0.142)	2.551 (0.162)	4.325 (0.183)	≤ 2	≤ 4	≤ 4

Note: App- = appropriateness, Nov- = novelty. The range for appropriateness ratings in the scanner was 1-4, while outside the scanner was 1-9.

3. Results

3.1 行動データ

- スキャン中の反応時間
- 新奇性の主効果あり
[F (1,24) = 295.868, $p < 0.001$, $\eta^2 = 0.925$]
- 高新奇性の方が、低新奇性よりも反応時間が有意に長かった

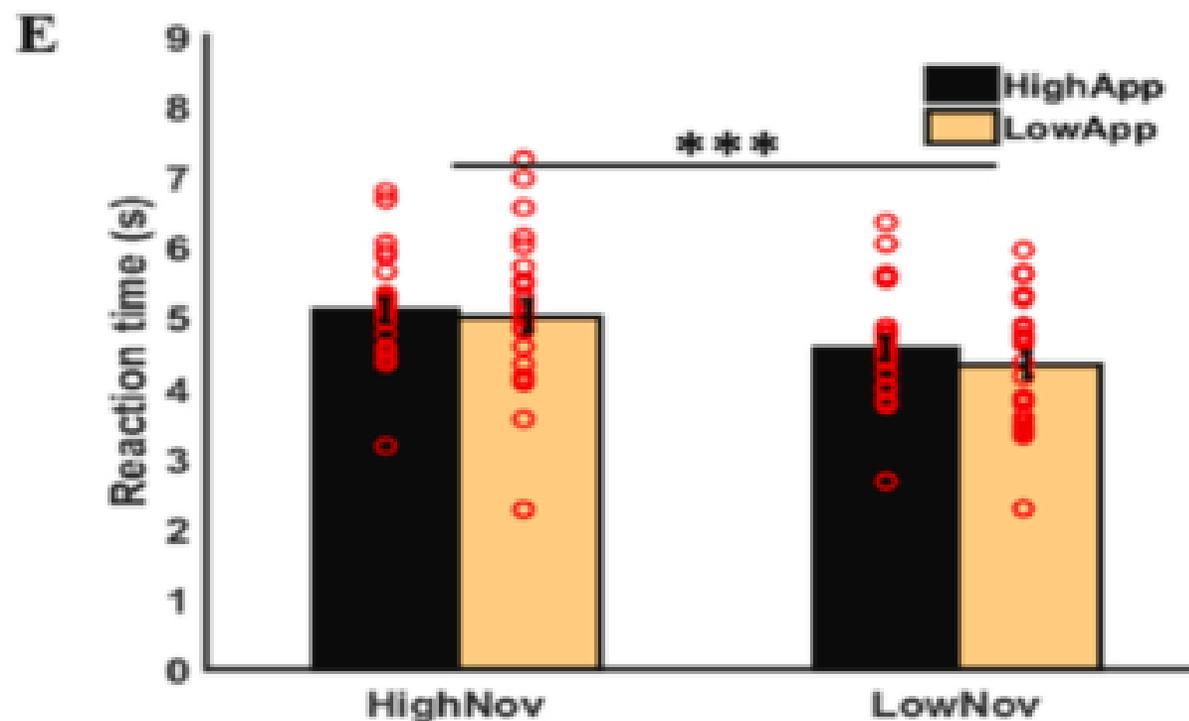


Table 1

Participants' ratings of the negative pictures in/post-scan and criteria for imaging analyses.

	Behavior reactions in/after the scanner				Criteria for imaging analyses		
	App-scan	App-post-scan	Nov-post-scan	RTscan (S)	App-Scan (1-4)	App- Nov- Post-scan (1-9)	
HNHA ($M \pm SEM$)	2.930 (0.076)	6.107 (0.168)	7.008 (0.177)	5.114 (0.155)	≥ 2	≥ 5	≥ 5
HNLA ($M \pm SEM$)	1.164 (0.033)	1.998 (0.154)	6.172 (0.206)	5.024 (0.221)	≤ 2	≤ 4	≥ 5
LNHA ($M \pm SEM$)	3.079 (0.091)	5.417 (0.195)	3.463 (0.217)	4.560 (0.160)	≥ 2	≥ 5	≤ 4
LNLA ($M \pm SEM$)	1.373 (0.060)	2.132 (0.142)	2.551 (0.162)	4.325 (0.183)	≤ 2	≤ 4	≤ 4

Note: App- = appropriateness, Nov- = novelty. The range for appropriateness ratings in the scanner was 1-4, while outside the scanner was 1-9.

3. Results

3.2 画像データ

- 新奇性と適切性の全脳活性化基盤
 - 新奇性
 - 角回, mPFC, MTGの3つの左脳領域と関連
 - 適切性
 - 右IFG, 左後頭頂葉皮質, 左上頭頂回 (SPG), 両側上荻野 (SMA), 左AI, 右後島皮質 (PI), 左前帯状皮質 (ACC), 左視床, 右小脳皮質, 扁桃体と関連

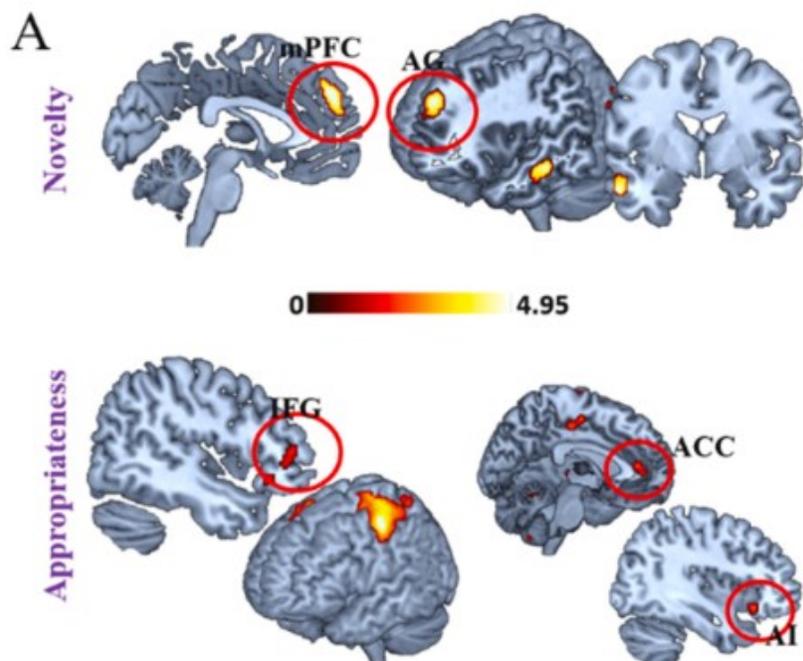


Table 2

Brain regions associated with the positive main effects of novelty and appropriateness.

Brain regions	MNI coordinates			T	K
	x	y	z		
HighNov–LowNov (positive main effects of novelty)					
mPFC	-2	50	34	7.14	323
MTG	-56	-2	-24	7.14	260
Angular	-42	-70	34	5.94	89
HighApp–LowApp (positive main effects of appropriateness)					
Postcentral	-44	-20	52	12.58	2287
IFG	46	42	8	5.10	58
SPG	-24	-40	62	5.78	27
SMA	-6	-12	54	7.12	135
SMA	12	18	64	6.89	143
RolandicOper/insula	-40	-18	18	6.71	124
IFG/insula	38	24	-12	6.37	80
ACC	-6	40	10	6.18	68
ACC	-4	30	-10	5.64	21
Thalamus	-16	-22	2	7.47	93
Cerebellum_9	12	-58	-54	6.29	39
Cerebellum_4_5	16	-50	-22	8.07	276
Amygdala*	-30	-2	-20	4.50	33
“HNHA–HNLA” ∩ “HNHA–LNHA” (creative cognitive reappraisal)					
IFG*	-34	26	-18	4.39	37
MFG*	42	40	-12	3.75	38
mPFC*	-4	40	50	3.75	20
mPFC*	10	28	52	3.86	57
Insula*	30	22	-16	4.42	37
SMA*	-6	20	58	4.15	64

- HNHA-HNLAとHNHA-LNHAの対比について、Conjunctive Analysisを実施
- 新奇性と適切性の両方を含む創造的認知再評価の神経基盤を調査
- 左IFG, 右中前頭回 (MFG) , 両側mPFC, 右AI, 左SMAに有意な賦活が認められた

Table 2

Brain regions associated with the positive main effects of novelty and appropriateness.

Brain regions	MNI coordinates			T	K
	x	y	z		
HighNov–LowNov (positive main effects of novelty)					
mPFC	-2	50	34	7.14	323
MTG	-56	-2	-24	7.14	260
Angular	-42	-70	34	5.94	89
HighApp–LowApp (positive main effects of appropriateness)					
Postcentral	-44	-20	52	12.58	2287
IFG	46	42	8	5.10	58
SPG	-24	-40	62	5.78	27
SMA	-6	-12	54	7.12	135
SMA	12	18	64	6.89	143
RolandicOper/insula	-40	-18	18	6.71	124
IFG/insula	38	24	-12	6.37	80
ACC	-6	40	10	6.18	68
ACC	-4	30	-10	5.64	21
Thalamus	-16	-22	2	7.47	93
Cerebellum_9	12	-58	-54	6.29	39
Cerebellum_4_5	16	-50	-22	8.07	276
Amygdala*	-30	-2	-20	4.50	33
“HNHA-HNLA” ∩ “HNHA-LNHA” (creative cognitive reappraisal)					
IFG*	-34	26	-18	4.39	37
MFG*	42	40	-12	3.75	38
mPFC*	-4	40	50	3.75	20
mPFC*	10	28	52	3.86	57
Insula*	30	22	-16	4.42	37
SMA*	-6	20	58	4.15	64

- AIとPIは感情調節において重要な役割を果たすため (Diekhof, Geier, Falkai, & Gruber, 2011; Langner, Leiberg, Hoffstaedter, & Eickhoff, 2018) , この2つの領域の活性化を特に検討した
- 適切性の正の主効果 (高適切性-低適切性条件) は, 右AI ($x, y, z = 34, 20, -16$) と左PI ($x, y, z = -36, -18, 14$) で有意な活性化を伴う
- 適切性の負の主効果 (低適切性-高適切性条件) は, 右PI ($x, y, z = 36, -12, 18$) のみに有意な活性化をもたらした

Table S2 PI and AI activated in the appropriateness positive/negative main effects

Brain regions	MNI coordinates			T	K
	<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>		
HighApp - LowApp					
PI	-36	-18	14	6.56	41
AI	34	20	-16	5.71	20
LowApp - HighApp					
PI	36	-12	18	5.34	70

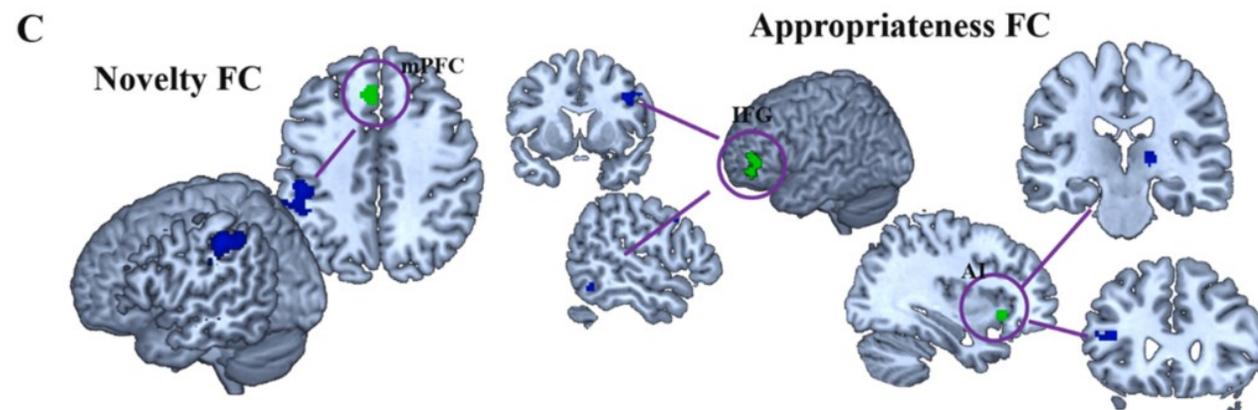
3. Results

3.2 画像データ

- 主要な関心領域（ROIs）には、左mPFC、左IFG、右AIを選択しgPPI解析を実施
- 左mPFCの活性化は、IPLとの機能的相互作用において、課題に依存した新奇性（HNHA-LNLA対LNHA-LNLA）を伴っていた
 - HNHA-LNLAとHNLA-LNLAの比較に基づく、mPFCには有意な活性化はみられなかった（適切性特異性）
- 左IFCの活性化は、課題に依存した適切性（HNHA-LNLA vs. HNLA-LNLA）とMFGやITGとの機能的相互作用を伴っていた
- AIはの活性化は、視床とIFGとの課題に依存した適切性の機能的相互作用を伴っていた
 - HNHA-LNLAとLNHA-LNLAの比較に基づく、ROIには有意な活性化はみられなかった（新奇性特異性）

Table S3 gPPI results

Brain regions	MNI coordinates			T	K
	x	y	z		
Left IFG					
Appropriateness					
MFG	42	10	34	5.80	73
ITG	52	-52	-16	5.00	41
Novelty	NAN				
Right AI					
Appropriateness					
Thalamus	16	-22	4	5.48	40
IFG	-40	28	14	5.00	49
Novelty	NAN				
Left mPFC					
Appropriateness novelty	NAN				
IPL	-46	-32	48	6.28	405



本研究の目的

ネガティブな感情を経験している間の認知的再評価において、新奇性と適切性の処理に関与する脳領域を調査する

- 創造的認知に共通に関与する3つのネットワークシステム（DMN, ECN, SN）が、創造的な認知的再評価における神経基盤も支えていることを示した
 - 新奇性評価時には、mPFCなどのデフォルトモードネットワーク（DMN）の関与が高く、mPFC-IPL神経経路の機能的結合が見られた
 - 適切性評価時には、IFGなどの実行制御ネットワーク（ECN）やとAIなどの顕著性ネットワーク（SN）の関与が高く、前頭前野-側頭葉経路とAI-視床-IFG経路の機能的結合が見られた

4. Discussion

4.1 認知的再評価におけるDMN新奇性とECN適切性

- 新奇性処理でmPFCの活性化
 - 先行研究
 - 創造的プロセスで、新奇性やremote associationの表象形成の関与が発見されている(Howard-Jones et al., 2005; Limb and Braun, 2008; Tu, Kuan, Li, & Su, 2017)
 - 本研究
 - 感情的シナリオの解釈を更新するために、ネガティブ画像とその再評価文の間に新奇な繋がりを形成したために活性化したと考えられる
- 新奇性処理でAGの活性化
 - 先行研究
 - 特に左AGの活性化は、創造的課題の遂行と正の関係があることを示唆する研究がある一方 (Fink & Grabner et al., 2009; Jung et al., 2010; Wertz, Chohan, Flores, & Jung, 2020; Wertz, Chohan, Ramey, Flores, & Jung, 2020) , 参加者が創造的課題に取り組んでいる間、AGの不活性化が報告された研究もある (Pick & Lav idor, 2017, 2019)
 - 本研究
 - 認知的再評価の新奇性処理が、情動情報の検索と統合に関与するAGの活性化を増加させたという前者の知見と一致した

4. Discussion

4.1 認知的再評価におけるDMN新奇性とECN適切性

- 新奇性処理がDMNの重要なノードであるmPFCとIPL間の機能的結合に関与
 - 先行研究
 - 創造性がmPFCとDMNの他の領域, 例えば内側側頭回 (Wei et al., 2014) やPCC (Fink & Graif et al., 2009 ; Takeuchi et al., 2012) との間の機能的結合と関連
 - 本研究
 - 創造的思考における新奇性処理の発現には, DMNやDMN内の相互作用が重要であるという考えを支持する
- 新奇性処理で左MTGが活性化
 - 先行研究
 - 情動調節は, MTGの活動 (特に意味記憶と情動調節目標の表象に関与する大脳皮質) を頻繁に調節する (Morawetz, Bode, Baudewig, Jacobs, & Heekeren, 2016; Perchtold et al.)
 - MTGは創造的な問題解決においても, 課題の切り替えや認知の柔軟性 (Sohn, Ursu, Anderson, Stenger, & Carter, 2000) に関与
 - 本研究
 - 認知的再評価過程で生成される多数の新奇な解釈間のMTGスイッチングの役割が確認された

- 適切性処理が高次ECN（IFG, SFG, 後中心皮質を含む）と前頭前野-側頭神経経路間の機能的結合に関与
 - 先行研究
 - ECNは、ワーキングメモリー、タスクスイッチング、関係統合（Seeley et al., 2007）などの多くの認知プロセスや、創造的プロセス（Fink & Graif et al., 2009; Mashal, Faust, Hendler, & Jung-Beeman, 2007; Zhang, Liu, & Zhang, 2013, 2014）と関連
 - 本研究
 - 解釈の適切性と有用性を評価するために、SPGとECN領域の前後中枢皮質が協調的に関与
 - 他の機能的結合の所見から、IFGの活動は、MFGおよびITG/MTGとの課題依存的な適切性機能的相互作用を伴い、前頭前野-側頭神経経路を形成していることが明らかになった
 - 前頭前-側頭神経経路の活性化が、再評価文の適切性を意味的に評価することに関連していることを明らかにした

4. Discussion

4.1 認知的再評価におけるDMN新奇性とECN適切性

- 総合すると、本研究はDMNが創造的なアイデアの生成に寄与し、ECNがアイデアの評価に寄与するという以前の提案（Beaty et al., 2016）と一致しているように思われる
- Ellamil, Dobson, Beeman, Christoff (2012)
 - 創造的生成のプロセスは特定のDMN領域の関与と関連し、評価のプロセスはDMN領域とECN領域の共同リクルートと関連することを示唆
 - 創造的なプロセスは常に、新奇の思考や関連を生み出すことから始まり、その思考の適切性に関する選択的保持と評価が伴う（Ellamil et al., 2012）
 - これは、創造的な認知的再評価のプロセスにも当てはまる
- 本研究
 - ネガティブシナリオを異なるように解釈するために、ネガティブシナリオと再評価文の間に新たな関連付けを生じさせ、それによってネガティブシナリオを調整する再評価文の適切性を評価する必要があった
 - その結果、**創造的な解釈の生成と再構築には新奇性処理におけるDMN領域の役割が、解釈の有効性の評価には適切性評価におけるECN領域の役割が示唆された**

- 扁桃体活性化の増大が、認知的再評価における適切な処理のポジティブな情動喚起と関連 (Anderson, 2003; Wu et al., 2019, 2021)
- Huangら (2015, 2018) は、創造的洞察課題における適切性の心的表象が扁桃体の活性化と関連することを明らかにした

- HNHA-HNLA と HNHA-LNHA のconjunctive analysisで, DMN, ECN, SNネットワーク, 特に右AIで有意な活性
- さらに, 低適切性から高適切性を引いた場合, 右PIが有意に活性
 - AIとPIは情動調節において重要な役割を担う (Diekhof et al. 2011; Langner et al., 2018)
 - 道徳的嫌悪課題(Ying et al. 2018)や創造的認知再評価課題(Zhang et al. 2020)に関連してPIからAIへの進行が見出されており, PIが一次レベルの感情に, AIが二次レベルの感情に関与していることを示した
- AIは調整された感情を伴うより高い適切性の再評価に関与し, PIは主により否定的な感情を伴うより低い適切性の再評価に関与
 - 新奇性にかかわらず, 適切性の高い再評価文の方が, より大きな感情変化を喚起する
 - したがって, 創造的認知的再評価が感情調節を実現するには, 適切性処理が必要

- 新奇性や適切性処理に海馬は活性しなかった
 - 仮説を支持せず，先行研究と不一致(Huang et al., 2015, 2018; Wu et al., 2019; Ren et al., 2020)
 - 本研究の刺激は，9件法で7以上の新奇性評価となる再評価文がなかった
 - Wu et al. (2019) が示唆するように，新奇性が高いとAha体験と海馬活性を伴う認知的な再構築が誘発される傾向にあった

1. スキャン中の課題で、参加者は再評価文の適切性を評価したが、これは認知的再評価の適切性処理に関する神経活性化を増加させた可能性がある (Huang et al., 2015, 2018)
 - 今後は、認知的再評価の適切性処理の神経相関を検討するために、何の反応もせずに再評価文を見ることだけ検討することが考えられる
2. 参加者が自分で再評価文を生成せず、再評価文を提示したが、今後、自分で新奇の再評価文を生成できるようなネガティブシナリオのデザインが必要 (Ochsner et al., 2002; Perchtold et al., 2018; Sandner et al., 2021)
 - Weber et al. (2014)とPerchtold et al. (2018)から着想し、Weber et al. (2014)が開発した再評価発明性テストを改良することで達成できる

5. Conclusion

- 認知的再評価の新奇性処理と適切性処理におけるDMN, ECN, SNの領域特異性と協調性を浮き彫りにした
- 感情的文脈における創造的思考の神経的相関に関する理解を深め、感情調節のための効果的な再評価戦略を開発するための知見を提供
- 日常生活で認知的再評価を用いる場合、感情的状況について新しい解釈を考えさせる以外に、代替的説明が感情的状況に適切かどうかを再考する必要があることを示唆