

Stimulating Creativity via the Exposure to Other People's Ideas

Andreas Fink,* Karl Koschutnig, Mathias Benedek, Gernot Reishofer,
Anja Ischebeck,[†] Elisabeth M. Weiss, and Franz Ebner

< Human Brain Mapping 掲載 >

1. Abstract

- ブレインストーミングのように特定の問題に対して生成する各々のアイデアは新たなアイデアやソリューションを刺激する可能性がある
 - ブレインストーミング…集団でアイデアを出すことによって発想の誘発を期待する技法
- 本fMRI研究では独創的な他者のアイデアを介することによる認知刺激の影響を調査
 - 実験参加者は短い認知刺激をうける
 - その後、従来の日常用品の代替使用法の生成を要求
- ありきたり(common)または適度に創造的なアイデアを介した認知刺激が創造性の向上に有効
- 内側側頭葉が賦活
 - 既存の知識の検索と知識の再結合に関連する部位

2. Introduction

- 創造性は日常生活（経済，産業，文化，科学，教育）において有益である [e.g., Flaherty, 2005; Stein, 1953; Sternberg and Lubart, 1996]
- Guilford[1950]は、心理テストを用いて測定することができる創造的な人々の特性を示す
 - 概念的な流暢さ，真新しさ，柔軟に考える能力について言及
 - 彼によって多くの創造性測定が開発され，実験的にテスト
- 創造性の分野における神経科学の研究
 - 創造性タスクに従事しているときの脳活動を調査することが目的
 - 発散的思考の基礎となる潜在的な脳のメカニズムを調査
 - 洞察的問題解決，視覚心像，芸術にも関連
- 過去10年で創造性の分野の研究は大きく発展
 - 前頭葉が創造性に関連している [for recent reviews see Arden et al., 2010; Dietrich and Kanso, 2010]
 - 創造的問題解決は右腹部前頭前野の活性化 (Goel, Vartanian[2005])

- Carlsson et al. [2000] はレンガの異なる使用法を求められたとき（創造性を測定する方法として知られている Alternative Uses task : AU）, 前頭前野（前頭葉の一部）が賦活
- 創造性が高い人は低い人と比較して前頭前野に強い賦活が確認[e.g., Cha´vez-Eakle et al., 2007; Gibson et al.,2009; see also Heilman et al., 2003]
- ブレインストーミング[Osborn, 1957]のように, 単一のアイデアや解決策は他で新しいアイデアや解決策を刺激する可能性
- このようなアイデアの共有や交換のプロセスの結果として, 創造的なパフォーマンスが向上[Dugosh and Paulus, 2005; Dugosh et al., 2000; Paulus andBrown, 2007; Paulus and Nijstad, 2003]
- 本実験では独創性のレベルを操作したアイデアで参加者を刺激することによって, 創造的な発想のパフォーマンスと神経生理学的影響を調査することを目的とする
- パフォーマンスの増加は脳機能のパターンに反映されるべきである
- 本fMRI実験
 - 日常用品を提示
 - 実験参加者は日常用品の創造的または独創的な使用法を生成し, 言語化する
 - 言語化されたものはfMRIセッションの後に独創性に関して評価
- Fink [2010] らの報告に基づくと, 認知刺激に特に敏感である側頭頭頂葉で活性化する可能性

3. Method

3.1. Participants

- 32人の成人学生（男14人, 女18人）
 - 6人の参加者は記録時にノイズが入り, 分析から除外
 - 2人の参加者は閉所恐怖症によりスキャンを放棄
- 最終的なサンプルは21~30歳の24人（M=24.9,SD=2.9）
 - 健康, 右利き, 正常な視力
 - インフォームドコンセントを記入
 - 倫理委員会によって承認

3.2. Materials and Produce

- このfMRI研究は, 他者のアイデアを介した独創的なアイデアの生成とそれらの神経相関を調査するために設計
- fMRIの実験に先立ち, 刺激材料を作成するためにパイロットスタディを実施

- 男2人，女2人に68個の日常用品（缶，ペン，傘のような）について，ありきたり（common），高い独創的な（highly original）使用法を生成するように要求
- 5人の評価者が独創性を評価
- これに基づいて，ありきたり（common），高い独創的な（highly original）に分類
- 最終的な刺激セットは60個の日常用品
- 本実験での3つの実験条件
 - (1) STIM original condition
 - 日常用品とその高い独創的な使用法を2つ表示
 - (2) STIM common condition
 - 日常用品とそのありきたりな使用法を2つ表示
 - (3) control condition
 - 日常製品と無意味な語（疑似語）を条件(1)(2)と同程度の文字列で表示
- 20個の刺激語が表示され，計60試行を行った
- 実験の流れ（Figure 1）
 - 各試行は12秒の注視点の表示から開始
 - 3条件のうちのいずれかの刺激語とその使用法を4秒間表示
 - 各条件において参加者は可能な限り創造的かつ独創的な使用法を考える（白い？が表示されている12秒間）
 - 12秒間は考えを声に出さないように指示
 - その後（？が白から緑に変わった3秒間），参加者は最も独創的なアイデアを明確にするように要求された
 - 口頭による生成されたアイデアは，後に分析するため記録
 - 各試行の終了時に創造的もしくは非創造的のボタンを押すことによって評価することを求められた
 - 刺激語の表示と条件の割り当てはランダムで実施
 - 課題の表示の合計時間は36分，全体のfMRIセッションは約45分

3.3. Behavioral Data Analysis

- fMRI実験中の創造的発想の独創性は自己評価（スキャナ内での試行後）と外部評価（6人の独立した評価者）によって評価
- 1（全く独創的ではない）から5（非常に独創的）までの5段階評価で参加者それぞれの単一のアイデアを評価
- その後，条件のすべての項目にわたって平均化
- 自己評価と外部評価の3条件のクラス内の相関係数：original: 0.80, STIM common: 0.74, and control: 0.79
- 自己評価と外部評価は被験者内で分散分析

3.4. fMRI Data Analysis

- 脳機能MRIデータ分析はSPM8ソフトウェアを使用
- 標準的な正規化
- 低周波数を除去するために用いるためにハイパスフィルタを使用

4. Result

4.1. Behavioral Results (Figure 2)

- 3つの実験条件について分散分析を行った（外部評価）
 - common条件とcontrol条件との間でのみ有意な差($P < 0.05$)
 - control条件 ($M = 2.94$) よりもoriginal条件でより高い独創性を示す
- 自己評価についても外部評価と同じようなパターンを確認
 - 分散分析を行ったが，統計的には有意ではなかった($P > 0.05$)

4.2. fMRI Results (Table 1)

- 一般的なアイデアを介して参加者を刺激 (Figure 3)
 - 内側側頭葉と上前頭回を含む左側のニューラルネットワークが賦活
- 逆コントラスト (control > STIM common) (Figure 4)
 - 右の下側頭回、上側頭回、両楔前部が賦活
- 高い独創的なアイデアを介して参加者を刺激
 - 横側頭回の領域で比較的強い賦活 (control条件と比較して)
 - 楔前部 (両側) において、そのような縁上回と上頭頂葉のように右半球のいくつかの頭頂脳領域が賦活 (common条件と比較して)
 - 左半球海馬および海馬傍回で強い活性化
- 脳の部位別の機能
 - 内側側頭葉(Middle temporal gyrus)・・・側頭葉の一部で言語，記憶に関連
 - 上前頭回(Superior frontal gyrus)・・・前頭葉の一部で自己認識に関連
 - 下側頭回(Inferior temporal gyrus)・・・視覚対象の特徴（色や形状）を認識
 - 上側頭回(Superior temporal gyrus)・・・音声言語処理を担う領域
 - 楔前部(Precuneus)・・・大脳の内側面にある能回のひとつで，感覚情報に関連
 - 横側頭回(Transverse temporal gyrus)・・・側頭葉にあり，聴覚情報に関連
 - 海馬傍回(Parahippocampal gyrus)・・・記憶の符号化及び検索を担う

5. Discussion

- データを分析することによって、他人のアイデアを紹介することによって参加者がより創造的になる傾向が明らかに
- ありきたりなアイデアはポジティブな感情反応(positive affective reaction)によって付随し、アイデアについて議論し、それによって連想強度を高める[cf. Dugosh and Paulus,2005, p. 319]
- 独創的なアイデアを紹介する(original条件)
 - 縁上回, 海馬傍回, 下側頭回などの活性化を伴う
 - この結果のパターンは記憶や言語化に特化した幅広いニューラルネットワークとして明らかにされている
 - Original条件で観察された海馬の活性化は提示されたアイデアに追いつくことができるアイデアを生成しようとする試みを反映
- ありきたりなアイデアを紹介する(common条件)
 - 独創的なアイデアの生成に有益な効果
 - 内側側頭葉が賦活
 - ◇ ポジティブな感情反応(positive affective reaction)を支持した結果
 - 上前頭回が賦活
 - ◇ ワーキングメモリのより高いレベルに関与
- 本研究の知見ではありきたりまたは適度に創造的なアイデアを紹介した認知刺激が創造性の向上に有効
 - パフォーマンスの増加, 脳のレベルで反映
- 独創的なアイデアの生成は、ワーキングメモリと意味情報処理のニューラルネットワークに関連[cf. Cabeza et al., 2008]

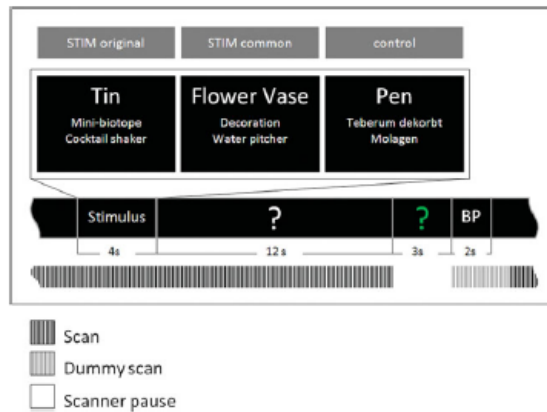


Figure 1.

Overview of experimental design and measurement intervals. Each trial started with the presentation of a fixation cross (12 s), followed by the presentation of the stimulus word (i.e., conventional everyday objects such as “tin,” “flower vase,” or “pen” for a time period of 4 s, conjointly with two example answers, which were either highly original (STIM original), common or moderately original (STIM common), or meaningless words (control condition). In each condition, participants were instructed to respond as creatively and as originally as possible. Subsequently, a white-colored interrogation mark appeared on the screen (for 12 s). During this so-called idea generation interval participants had to think of possible responses to the given stimulus word and they were requested not to speak. Afterwards, the interrogation mark changed its color from white into green, signaling the participant to articulate his or her ideas (3 s). At the end of each trial, participants were requested to evaluate the originality of the idea they generated in this trial by pressing either the “creative” or “uncreative” button on the response console (3 s; button press, BP). Within the scan-free time (Response) the oral responses were recorded and then transcribed by the experimenter for further analyses. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]

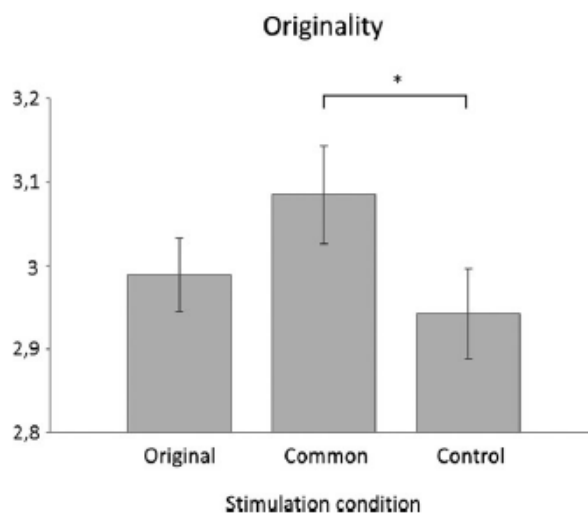


Figure 2.

Externally rated originality of ideas generated during the experimental conditions (STIM original, STIM common, and control). Higher scores correspond to higher originality. * $P < 0.05$.

TABLE I. Overview of significantly activated clusters (voxelwise $P < 0.0001$ uncorrected, $k > 30$) for the contrasts between the experimental conditions STIM original, STIM common, and control

Contrast	MNI peak coordinate	k	t	Brain area
Comm > Contr	-54, -40, 1	33	5.696	L mid temporal G
	-15, 32, 58	50	5.490	L sup frontal G
Contr > Comm	54, -58, -11	75	6.179	R inf temporal G
	30, -58, 61	231	6.853	R sup parietal G, R/L Precuneus
Orig > Contr	-57 -55 13	475	7.848	L mid/sup temporal G
Contr > Orig	63, -31, 28	61	6.481	R supramarginal G, R inf parietal G
	-6, -76, 43	244	8.416	L/R Precuneus, R sup parietal G
Orig > Comm	-27, -13, -14	75	5.314	L Hippocampus, L Parahippocampal G
	-48, -64, -14	161	7.132	L inf occipital G, L inf temporal G, L fusiform G
	-48, -61, 10	43	4.994	L mid temporal G
Comm > Orig	-	-	-	-

G = gyrus; L = left hemisphere; R = right hemisphere; inf = inferior; sup = superior; mid = middle; Comm = STIM common; Contr = Control; Orig = STIM original.

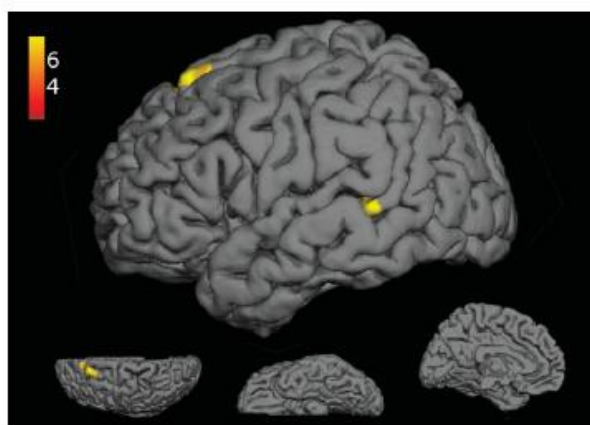


Figure 3.

Significant activation clusters for the contrast between STIM common > control (yellow); lateral, superior, inferior, and medial view. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]

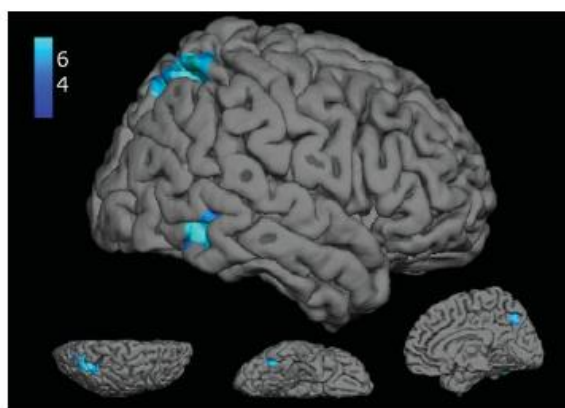


Figure 4.

Significant activation clusters for the contrast between control > STIM common (blue); lateral, superior, inferior, and medial view. [Color figure can be viewed in the online issue, which is available at wileyonlinelibrary.com.]