

生成課題のパフォーマンスにおける例の間の共通性と比較の効果

Cynthia M. Sifonis, Thomas B. Ward, Dedre Gentner: The Effects of Commonalities and Comparisons across Examples on Performance in a Generation Task (*under review in Journal of Applied Cognitive Psychology*).

2つの実験は、生成課題における個人のパフォーマンスが、過去に遭遇したカテゴリの例の関係と特徴の共通点によって影響されるかどうかを検討した。参加者は、特徴の／単純な関係／高次の関係の共通性を共有している新奇なカテゴリの例を見て、その後自分自身のカテゴリの例を生成した。統制条件と比べ、特徴の／高次の関係の共通性のいずれかを共有する例を見た参加者は、彼らの新奇な産出物にこれらの共通性をより含める傾向があった(実験1と2)。例を比較するための教示は、その後の作品に関係の共通性を組み込む傾向を増加させた。この結果は、例の間の特徴の共通性と同じように、関係は生成課題における新奇な産出物に組み込まれること、そして、比較の教示は関係の共通性を組み込む傾向を増加させることを示す。

(Introduction)

□例の効果

- 教育ツールとしての有効性
 - 対象領域における重要な特徴・高次の関係の強調
 - 例：複数のAPA様式の論文からAPA様式の重要な特徴
- 学習者の思考の制約
 - 本質的ではない特徴・関係を含む場合
 - 自分自身の生成に不要な特徴も適用する恐れ
- 例による創造的生成課題への制約 [Smith, Word, Schumacher 1993]
 - 例を見た後に新しいアイデアをスケッチ
 - 例の「同調効果」：例の特徴を含むアイデアを生成
- 同調効果の検証
 - 課題領域
 - 玩具, じゅうたん, カップ, 新しい単語・非単語
 - 同調効果の強さ
 - 「例を避ける」ことを教示しても消失せず
 - 時間が経っても・例の要素を含めないことを認識させても消失せず
 - [Jansson, Smith 1991; Landau, Leynes 2004; Marsh, Landau, Hicks 1996; Marsh, Ward, Landau 1999; Sifonis, Ward, Gentner, Houska 1998; Smith et al. 1993]
- 同調効果の説明(著者独自解釈?)
 - 参加者は事例から新カテゴリ／既存概念の下位カテゴリを形成
 - 例：地球外動物, 外国製じゅうたん, 外国製品名
 - ↓
 - 参加者は複数例に共通の要素に注目 [Gentner, Medina 1998]
 - 課題遂行のために共通要素を産出物に組み込む
- 複数例パラダイム
 - 例の間の共通性
 - 特徴, 特徴間の関係, 高次の関係(関係間の関係)
 - これまでは特徴の共通性のみ検討
 - 例：全て頭部に対称の二本の触覚を持つ例, 参加者のアイデアが触覚を含むかどうか

□カテゴリ学習

- 人の概念・カテゴリの構成
 - 単純な特徴リスト以上の情報を含む
 - 概念理解+新奇な例の判断 [Murphy, Allopenna 1994; Rehder, Ross 2001; Tversky, Hemenway 1984]
 - カテゴリ学習 [Murphy, Allopenna 1994]
 - カテゴリ定義が因果的に関係付けられると好パフォーマンス
 - 例：カテゴリAの動物は水掻きと水鳥の羽を持つ > カテゴリAの動物は長い尾羽と斑点を持つ

- 特徴と関係
 - 特徴リスト
 - 例：人の顔には2つの目と鼻と口がある
 - 因果的・構造的関係
 - 例：口の上, 鼻の上に目がある
 - 特徴と関係によるカテゴリ判断

□研究の目的・方針

- 目的
 - 創造的生成課題のパフォーマンスにおける例の間の特徴・関係の共通性の影響を検討
- 実験
 - 実験1：例の間の異なる共通性の貢献を検討
 - 実験2：例の間にある関係を比較することの効果
- 例を提示しない創造的生成課題
 - 新奇なカテゴリ例によるカテゴリの特徴・関係・高次関係の具体化
 - [Brédart, Ward, Marczewski 1998; Cacciari, Levorato, Cicogna 1997; Ward 1993; Ward, Dodds, Saunders, Sifonis 2000; Ward, Sifonis 1997]
 - [Brédart et al. 1998]
 - 参加者による既存カテゴリ（動物・顔・家等）の新奇な例の生成（例提示なし）
 - カテゴリメンバーの特徴・関係を統合したものを生成
 - 例：新奇な垂人の顔, 92%が目・52%が鼻, 3/4が左右対称で人と同じ輪郭線
 - 創造的生成における関係の共通性の重要性が期待
- 例の提示に関する予測
 - 新しいカテゴリを形成する創造的生成課題+事前に例を提示
 - 新奇なカテゴリ例を生成する知識に依存したパフォーマンス
 - ↓
 - 参加者は自分の生成物の特徴・関係の共通性に注目し, 統合する
- 単一例による先行研究 [Sifonis et al. 1998]
 - 課題：地球外の職人が作るじゅうたんの例から, 職人の2枚目のじゅうたんを予想して作成
 - 参加者は例の特徴・関係をコピー
 - 特徴・関係がカテゴリのメンバーにおいて重要と認識
- この研究のアプローチ
 - 参加者に新奇な領域における2つの例を提示
 - 例の間で共有される要素を統制- 検討項目
 - 参加者の生成に例の共通性は組み込まれるか?
 - どのタイプ（特徴/関係）の共通性が最も組み込まれやすいか?

Experiment 1

- 参加者への例の提示
 - 完全に類似する事例（完全群）
 - 3タイプの共通性のいずれかを持つ事例
 - 特徴を共有（特徴群）
 - 単純な関係を共有（関係群）
 - 高次の関係を共有（高次群）
 - （統制群・例を見ない）
- 参加者による新奇な3例の生成
 - 参加者の例の間の共通性を検討
- 問題領域：じゅうたん
 - 例の間の類似性操作が可能
 - 「ダイヤモンドと×の形」（じゅうたんの模様）[Sifonis et al. 1998]
 - ダイヤモンドでできたダイヤモンド, ×でできたダイヤモンド, ×でできた×
 - 類似性の操作
 - 特徴（ダイヤモンド）
 - 単純な関係（ダイヤモンド形に並べたオブジェクト）
 - 高次の関係（同じ形のオブジェクトを並べたオブジェクト）
 - 参加者の例に組み込まれる共通性を検討

- 予測
 - 参加者は例の共通性を感知, 自分のじゅうたんに取り入れる
高次の関係の例→四角でできた四角のじゅうたん等
 - 完全類似する事例を見た参加者は特徴の共通性を取り入れる
比較の早期では構造への注目度が低い [Markman, Gentner 2005]
課題が進むにつれてより構造に注目 [Goldstone, Medin 1994]

Method

- 刺激 (→ Figure 1)
 - 1 番目の例: 黒いダイヤモンドでできたダイヤモンドのじゅうたん
 - 2 番目の例: 条件群毎に統制
 - 完全群: 例 1 の色を変えたじゅうたん
 - 特徴群: 黒いダイヤモンドでできた×のじゅうたん
 - 関係群: ×でできたダイヤモンドのじゅうたん
 - 高次群: ×でできた×のじゅうたん

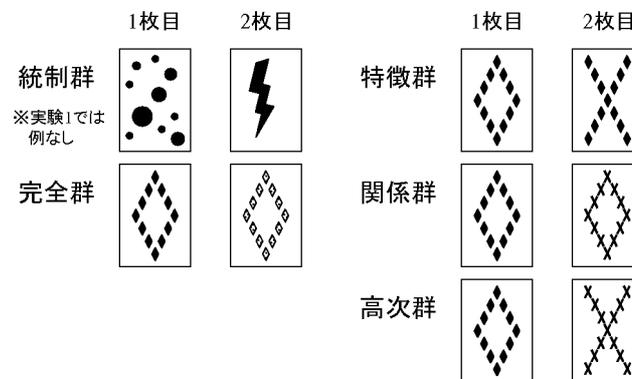


Figure 1: 実験 1 と 2 の各条件の刺激

- 手続き
 - 教示の状況
 - 美しいじゅうたんで有名な国を旅行し, 住居に何枚か購入する場面を想像
 - 例の提示 (統制群以外)
 - 「その国の職人の伝統的なデザイン」
 - じゅうたんの描画
 - 3 枚の用紙に購入するじゅうたんのデザインを書く
 - 例と異なるものを書くことを推奨 (統制群以外)
 - 実施形式
 - 3~5 人の小集団・時間制限なし (概ね 15~30 分で完了)
- コーディング
 - 観点
 - ダイヤモンドを使っているか (特徴)
 - ダイヤモンドの形に並べているか (単純な関係)
 - 同じ形のオブジェクトを並べてオブジェクトを作っているか (高次の関係)
 - 評価
 - 評定者間一致率 80%, 異なるものは話し合いで解決 (コーディング全体のことは著者に問い合わせ)
- 参加者
 - オークランド大学の学生 150 名・実験単位のために参加
 - 各条件に等数にランダム割り当て

Result

- 分析方法
 - 条件群を独立変数とする片側分散分析

- 全検定の α 値は.05
- 注目点：統合された共通性
 - ダイヤモンドを使ったじゅうたん（ダイヤモンド）
 - ダイヤモンドの形に並べたじゅうたん（ダイヤモンド形）
 - 同じ形のオブジェクトを並べてオブジェクトを作ったじゅうたん（高次）
 - 新奇なじゅうたん（どれでもない）
- 結果
 - 全条件総計（該当するじゅうたんに1枚でも作った参加者の割合）
 - 56%がダイヤモンド, 4%がダイヤモンド形, 25%が高次
 - 条件毎の結果（→ Table 1）
 - 関係条件群以外は提示された例の影響あり
- 特徴の効果
 - 全条件でダイヤモンドの割合が高い
 - 簡単, じゅうたんによく使われる模様
 - 特徴の効果を消している原因か? (→ Table 1・2)
 - 事後的直行比較より特徴群と他条件の間に有意差 ($t(145) = 2.12, p = .04$)
 - 例は特徴を増加させたものの, 本研究では特徴の効果は打ち消された
- 単純な関係の効果
 - 関係群のダイヤモンド形は統制群と差なし
 - 予測を支持せず
- 高次な関係の効果
 - 高次群の高次は統制群より高い ($p < .01$)
 - 予測を支持

Discussion

- 実験1の傾向
 - 参加者は高次の関係を統合, 特徴・単純な関係を統合せず
 - 例の共通性は参加者の生成に等しく写像されない
 - 複数例パラダイムの再現
 - 例の特徴の共通性が生成に統合される
 - 本研究では特徴の効果が打ち消された
 - 例の利用
 - 参加者は生成中に例を直接参照
 - 戻って例を見る, 描画の最中に例を横に並べる等
 - 例の比較・類似点と相違点への注目
 - 比較は構造的関係への注目を促進
 - [Catrambone, Holyoak 1989; Loewenstein, Thomson, Gentner 1999; Markman, Gentner 1993a; Thompson, Gentner, Loewenstein 2000]
 - ↓
- 実験2・比較の教示の効果を検討

Experiment 2

- 例の情報取り込みの効果の検討
 - 例を比較する教示が単純な／高次の関係の統合を増加させるか
- 予測
 - 教示は単純な／高次の関係を増加させても特徴を増加させない
 - 条件群と比較する／しないの間に相互作用
 - 比較の効果は完全群で最も大きい
 - 特徴・関係とも類似する例 [Gentner, Markman 1997]

Method

- 刺激
 - 実験 1 と同じ
 - 統制群にも 2 例を提示 (→ Figure 1)
- 手続き
 - 半数は実験 1 と同じ
 - 半数には比較を行う教示を追加
- コーディング
 - 実験 1 と同じ
 - 評定者間一致率 92%
- 参加者
 - オークランド大の学生 196 名・実験単位のために参加
実験 1 未参加
 - 各条件に等数にランダム割り当て
 - 統制群 (比較なし 19 名, 比較あり 16 名)
 - 完全群 (比較なし 20 名, 比較あり 19 名)
 - 特徴群 (比較なし 19 名, 比較あり 21 名)
 - 関係群 (比較なし 21 名, 比較あり 20 名)
 - 高次群 (比較なし 18 名, 比較あり 23 名)

Result

- 分析方法
 - 比較あり／なしと条件群を独立変数とする 2×5 分散分析
 - 実験 1 と同じ従属変数, α 値は .05
- 結果
 - 全条件総計
 - 51.5%がダイヤモンド, 15.3%がダイヤモンド形, 15.3%が高次
 - 条件毎の結果 (→ Table 3)
 - 提示された例の影響あり
- 特徴の効果
 - 条件群の主効果あり ($F(4, 195) = 3.27, p = .01$)
 - 特徴群のダイヤモンドは統制群より高い ($p = .06$, → Table 4)
 - 特徴群の比較あり・なしの間に差なし
→ 予測を支持, 比較の教示は特徴を増加させない
↔ 比較は関係・高次への注目を阻害
- 単純な関係の効果
 - 条件群 ($p = .24$)・比較 ($p = .40$) に主効果なし
 - 条件群-比較の間に相互作用 (nonreliable interaction) あり ($F(4, 195) = 1.80, p = .13$)
 - 完全群で比較ありが比較なしより高い (→ Table 5)
- 高次の関係の効果
 - 条件群の主効果あり ($F(4, 195) = 3.53, p = .008$)
 - 統制群より完全群は有意 ($p = .01$), 高次群は有意傾向 ($p = .08$) に多い
→ 実験 1 を再現
 - 条件群-比較の間に相互作用あり ($F(4, 196) = 3.17, p = .02$)
 - 完全群で比較ありが比較なしより高い ($p = .03$)
 - 完全群は統制・特徴・関係群より高い ($p < .006, p < .006, p < .007$) (→ Table 5)

Discussion

□結果総括

- 実験 1 との比較
 - 実験 1 を再現
 - 特徴群のダイヤモンド, 高次群の高次が統制群より高い
 - 比較の教示の効果
 - 例の間の関係の共通性への注目を増加

完全類似する例のみ効果が現れた
特徴より関係への注目を増加させた

- 完全群
 - 比較の教示の効果が完全群で最も顕著
 - 関係群・高次群には効果なし
 - 関係群・高次群は単純な／高次の関係も統合せず
 - 比較の教示は複数の共通線からの選択を介助

□比較の効果

- 比較
 - 比較の2つのプロセス [Markman, Gentner 2005]
 - 初期段階：構造に注意を払わないローカル・マッチ
 - 後期段階：構造に直接注目
 - 類似性判定における比較 [Kurz, Miao, Gentner 2001]
 - 比較の教示を与えると類似性判定の焦点が関係の共通性に
- 本研究における比較
 - 比較の労力が低い
 - 1つの共通性のみの例は共通点が目瞭然
 - 完全群の結果の解釈
 - 比較の教示なし：比較は初期段階まで、特徴に注目
 - 比較の教示あり：比較に集中、関係に注目

□1番目の例

- 特徴の効果が意外と低い
 - 全条件でのダイヤモンドの多使用が効果を打ち消した
 - 総じてダイヤモンドを使用させる実験デザインだった
 - 1番目の例が強い影響を持つ？ [Medin, Bettger 1994]
 - 実験2・統制群のダイヤモンドが低い

□カテゴリ学習

- 本研究では例の効果は不明確
 - 高次の関係の影響は確認
 - 特徴の影響は小、単純な関係の影響は（比較の教示なしでは）皆無
- カテゴリ学習
 - 特徴と関係の重要性 [Genter, Kurtz 2005; Gentner, Medina 1998; Tversky, Hemenway 1984]
 - 既存の領域知識
- 概念・カテゴリ形成
 - 関係の決定における先行知識の重要性 [Keil 1998]
 - 抽象カテゴリ・上位概念の決定は特徴より関係 [Rehder, Ross 2001]
 - 参加者の既存の領域知識（じゅうたん）が高次の関係への注目を促進（単純な関係が重要な領域であれば結果は違っていた）

□まとめ

- 創造的生成の検討
 - 新奇な問題解決支援の実践的応用
- 新奇なことをしたければ…？
 - 例を見ない
 - 例が必要であれば、似ていない例を見ましょう

Table 1: 実験 1 で例の共通性を統合した参加者の割合 (%)

共通性	条件群				
	統制	完全	特徴	関係	高次
ダイヤモンド	53.3	53.3	63.3	60.0	50.0
ダイヤモンド形	0.0	10.0	3.3	3.3	3.3
高次	6.6	33.3	16.7	23.3	43.3

ダイヤモンド：ダイヤモンドの特徴を持つじゅうたんに 1 枚以上作った

ダイヤモンド形：ダイヤモンドの形に並べたじゅうたんに 1 枚以上作った

高次：同じ形のオブジェクトを並べたオブジェクトを持つじゅうたんに 1 枚以上作った

Table 2: 実験 1 で例の共通性を統合したじゅうたんの割合 () 内は標準偏差

共通性	条件群				
	統制	完全	特徴	関係	高次
ダイヤモンド	.23(.05)	.26(.05)	.37(.05)	.24(.05)	.25(.05)
ダイヤモンド形	.00(.01)	.03(.01)	.01(.01)	.01(.01)	.01(.01)
高次	.02(.04)	.11(.04)	.08(.04)	.10(.04)	.20(.04)

Table 3: 実験 2 で例の共通性を統合した参加者の割合 (%)

	条件群				
	統制	完全	特徴	関係	高次
ダイヤモンド					
比較なし	36.8	50.0	52.6	61.9	38.9
比較あり	37.5	68.4	57.1	65.0	43.5
ダイヤモンド形					
比較なし	15.8	10.0	15.8	28.6	5.6
比較あり	12.5	31.6	4.7	15.0	13.0
高次					
比較なし	0.0	15.0	15.8	28.6	22.2
比較あり	0.0	42.1	4.8	5.0	17.4

Table 4: 実験 2 で例の特徴を統合したじゅうたんの割合

	条件群				
	統制	完全	特徴	関係	高次
ダイヤモンド	.14(.05)	.28(.04)	.30(.04)	.29(.04)	.16(.04)

Table 5: 実験 2 で例の共通性を統合したじゅうたんの割合

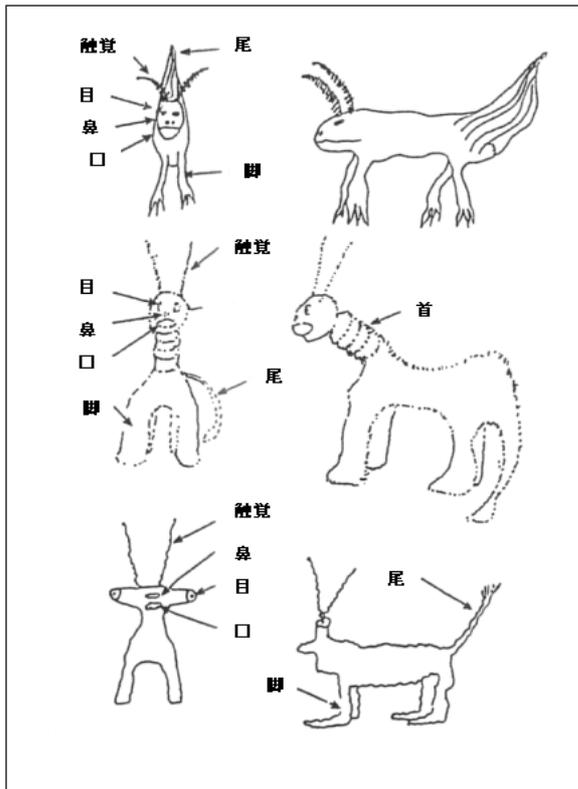
	条件群				
	統制	完全	特徴	関係	高次
ダイヤモンド形					
比較なし	.05(.03)	.03(.03)	.05(.03)	.09(.03)	.02(.03)
比較あり	.04(.04)	.16(.03)	.03(.03)	.07(.03)	.04(.03)
高次					
比較なし	.00(.04)	.05(.04)	.07(.04)	.09(.04)	.11(.04)
比較あり	.00(.04)	.23(.04)	.02(.04)	.02(.04)	.10(.04)

同調効果

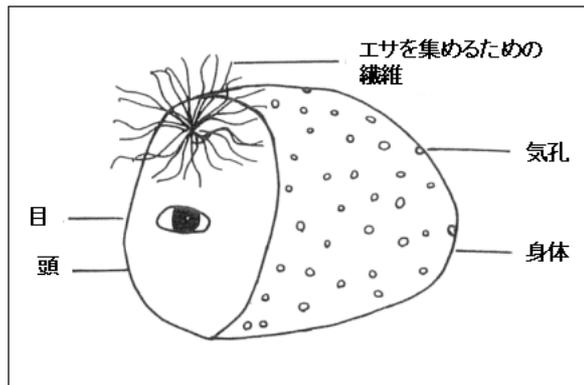
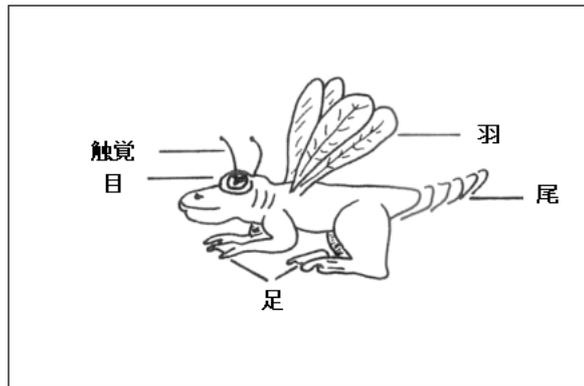
アイデア生成課題

「地球に似た環境を持ち、人がいない惑星に棲む新しい生物を考えてスケッチして下さい。既存の生物の複製は認められません。時間内にできるだけたくさん考えて書いて下さい。」

にあたり、3つの共通点（触覚・尻尾・四本脚）を持つ例を事前に見せた被験者は、例の共通点を含むアイデアを出す傾向が確認された。この傾向は、例に従わないよう教示しても、例を見てから課題を実行するまでに時間を置いても、変化しなかった。



被験者に見せた例（左）



例を見た被験者の作品例（右上）
例を見ていない被験者の作品例（右上）