

When distraction helps: Evidence that concurrent articulation and irrelevant speech can facilitate insight problem solving.

Linden J. Ball, John E. Marsh, Damien Litchfield, Rebecca L. Cook & Natalie Booth

Thinking & Reasoning, 2015, Vol.21 No.1., 76-96

問題と目的

- 問題解決や創造的思考における“洞察”は、課題に固執しており、なかなか前進できない人が、突然解決策を見つけたときに生じる(e.g., Kaplan & Simon, 1990).
- 洞察の3つの特徴
 1. 問題について誤った仮定を持ち続けているために、解決を達成できない行き詰まりに陥る(e.g., Dominowski & Dallob, 1995).
 2. 課題の解決策が突然現れることによって Aha!体験をもたらす(e.g., Metcalfe & Weibe, 1987; Smith & Kounios, 1996).
 3. インパスを解くためにどのようなプロセスをたどったのかを自分で記述するのが難しい
 - ✓ 解決策が突然思いつくため(e.g., Maier, 1931)
 - ✓ そもそも、解決プロセスは報告できないという特性を持つため(e.g., Knoblich, Ohlsson, & Raney, 2001)
- 上記のような洞察問題解決の特徴が、厳密に必要であるかが議論されている.
 - ✓ Fleck and Weisberg (2004)は、インパスの無いような古典的な洞察課題をしばしば利用している
 - ✓ Ohlsson (1992)は、完全な解決策が突然思いつくという主張に異を唱えた
- これらの疑義にも関わらず、洞察研究の文脈におけるこれらの特徴が special process によって説明されてきた(e.g., Bowden, Jung-Beeman, Fleck, & Kounios, 2005)
 - ✓ 説明洞察問題解決と非洞察問題解決は全く異なる処理メカニズムを持つ
 - ✓ 洞察は、間違った表象を変化させるために、無意識のレベルで機能する報告不可能なプロセスによって生じる
 - ✓ 誤った問題表象を新しい問題表象に変える再構築(“re-structured”)が解決策を導く(e.g., see Bowden et al., 2005)
- 表象変化による洞察の説明は、3つの重要な観点がある
 1. 精緻化(elaboration) 問題についての新しい情報が、元の表象に加えられること
 2. 再エンコーディング 問題が別のより成功に近い形で再解釈される
 3. 制約緩和 自分に課せられた制約が緩和され、それによって前進が可能になる

- 本実験は、無意識の(報告不可能な)レベルで発生するプロセスによる操作を促進することによって、special process による説明を支持する証拠を提出することを目的とする。

言語ベースの処理の抑制による special process を支持する仮説

- 本研究は、洞察問題解決において、意識的な言語ベースの処理に従事する機会が減少するか中断されると、より効果的に無意識的に生じる special process が利用可能になるという仮定に基づく
 - ✓ 洞察問題解決の初期に強く活性化された情報に焦点を合わせる傾向がある
 - ✓ 一方、問題の解決において重要な情報は、弱くしか活性化されておらず、強力で報告可能な情報によってブロックされたり意識に上がることが出来ないことがある(e.g., see Bowden et al., 2005; Kershaw & Ohlsson, 2004; Siegler, 2000)

⇒音声ベースの処理を抑制した場合には、弱く活性化している重要な情報を活用するためのチャンスが増加するだろう。

- このチャンスの増加を実験的に示すことは、洞察問題解決における報告不可能な special process の役割を明確に指示する証拠を提出することになる

言語隠蔽効果による special process を支持する仮説

- 洞察問題解決における言語隠蔽効果についての報告もこれらの仮説を支持する
- 言語隠蔽効果…問題解決の間、発声しながら考えるさせると洞察問題解決が減少する(Schooler, Ohlsson, & Brooks, 1993; see also Schooler Melcher, 1995)
- この効果は言語化が簡単に行える、強く活性化された誤った情報に注意が向くために生じるとされている。
- 言語隠蔽効果に関しては、視覚的な問題解決課題や類推課題においても再現されたが、近年再現されたという報告が減っている
 - ✓ 例えば洞察問題解決における再現に失敗したという報告もある(see Ball & Stevens, 2009; Chein & Weisberg, 2014; Chein, Weisberg, Streeter, & Kwok, 2010; Fleck & Weisberg, 2004, 2013; Gilhooly, Fioratou, & Henretty, 2010)
 - ✓ 紙面の関係上これらの、潜在的な要因に触れることはしない。本研究の意義は、洞察問題解決における特定の場面における言語隠蔽効果について検討するというだけで充分である。

Evidence for The Special-Process Theory of Insight

- 言語隠蔽効果に加え、special process の説明を支持するいくつかの証拠がある
- 表象変化理論によって予測されるように、先行する領域知識や仮定による制約の緩和は非常に難しいことが知られている(e.g., Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; Knoblich et al., 2001; see also Murray & Byrne, 2013)
- また、いくつかの研究は洞察における解決直前のプロセスが基本的に無意識的の性質を持つことを示している

- ✓ Bowden and Jung-Beeman (1998)は、課題が解決される前から解決関連語と解決非関連語を区別していることを示した。
- ✓ 意識的に解決策を理解する前に、無意識的に解決策に基づく探索を行っている(see also Siegler, 2000)
- 神経科学的知見
 - ✓ 右半球 … 拡散連想処理, 問題から連想される弱い活性化を処理
 - ✓ 左半球 … 単一の問題の解釈に焦点化, 詳細な意味的符号化に特化
 - ◇ この前提をもとに, Bowden and Jung-Beeman (1998)は, 各視野に問題を提示したところ, 左視野(右半球)の優位性を示した。
 - ◇ 他の研究結果も, 洞察が右前上部側頭回に局在する活性化から生じることを示している (Bowden et al., 2005)
 - ◇ EEG による研究では, 右半球領域における洞察直前の高周波神経活動の爆発的な増加を示した
- これらの結果は, 問題解決者が洞察の直前に注意焦点を変えていることによって, これまで言語化されなかった右脳の解決情報を利用可能になったという説明を支持

The Business as Usual Theory of Insight

- 前述した special process と対立する立場として, Business as Usual の立場ある
- この立場では洞察と非洞察問題の間にはインパスの有無といった重要な差異があることは認めたいうえで, 同様の認知プロセスによって生じると仮定される。
 - ✓ 問題が洞察か非洞察かにかかわらず, 解決者は「問題の状態」と「目標の状態」の間の差異を最小化することを目的としている (MacGregor, Ormerod, and Chronicle 2001, Chronicle, Ormerod, & MacGregor, 2004; Ormerod, MacGregor, Chronicle, Dewald, & Chu, 2013).
 - ✓ 洞察問題解決は, 単に目標状態が, 現在の利用可能な手段では解決不可能であり, その結果解決するために新しい手段を工夫しなければいけないだけ

Aims of The Experiment

- 近年では, これらのどちらの説明も部分的に正しいとする統合理論による説明もされるようになってきている(cf. Fleck & Weisberg, 2013; see also Weisberg, 2014,).
- 本研究は, これらの議論を検証することを可能とする条件を確立することで, 洞察の議論に示唆を与えることを目的とする。

本研究は4つの条件を含む

1. 無音作業 問題中黙って取り組む統制条件
2. 構音抑制 問題中に特定の数列を保持する(作動記憶内の音韻ループを抑制)
 - ✓ 音韻ループは, 発話計画や視覚的に提示された記号の言語化に関わっており, これを抑制することで誤った情報に注意が集中することを抑制

⇒無意識のプロセスが促進され、弱く活性化された情報の利用を強化できる

- ✓ 対して、Business as Usualによる説明では、作動記憶の圧迫による意識的処理、戦略的分析、計画への悪影響を及ぼすため、パフォーマンスは低下するだろう

3. 発話無視

- ✓ 単調なピッチで繰り返される1～7の昇順の数字を無視することを求める
- ✓ 課題ベースの処理への注意をそらす物であり、視覚的な注意散漫を引き起こす
予測としては、構音抑制課題と同じ

4. 思考の言語化

- ✓ 参加者に問題解決中も居ついたことをすべて発話するように求めた
 - ✓ そのため課題に関する情報の利用が抑制されている2, 3と比較すると、その効果は大きく異なる
 - ✓ special process が支持されればこの条件では、誤った情報への焦点化が行われるため、成績が下がる
 - ✓ Business as Usual では、タスクの目標と戦略に焦点を当てることを促すので成績が上がる
- 各参加者は、3つの視覚空間的洞察課題(Appendix)を行った。これらの課題はどれも情報の再構築が必要なものになっていた。

方法

参加者

96名の参加者(女性 57名) 18-62(mean26.4). 参加者は少額の謝礼かコースクレジットを受け取ることができた

実験計画

4つの条件を持つ参加者デザイン

1. 構音抑制 (決まった数列を発話しながら、課題を解く)
 - ✓ 参加者には課題中、1から7まで連続して声を出して数えるように求めた
2. 発話無視 (数列を無視しながら、課題を解く)
 - ✓ 参加者にはヘッドホンを使用して、無関係の発話が提示された。この発話は課題には無関係でありなるべく無視するように教示された
3. 思考の言語化 (課題中のすべての考えを話しながら各問題を試みる)
 - ✓ 課題中考えているすべてのことを言語化するように求められた
4. 無音作業 (各問題を静かに試みる、統制条件)
 - ✓ 参加者はそれぞれの洞察の問題に取り組むのに最大 7.5 分かかり、それぞれの問題を正しく解決するのに要した時間はストップウォッチを使って記録した。

材料

- ✓ 洞察問題 Appendix の 3 題を使用。それぞれ、別々の A4 の紙に印刷されて提示した。

手続き

- 参加者は、3つの洞察力の問題（1 ページに 1 つ）冊子とペンを配布された。そして、取り組む問題の数、どのくらい問題を行うかなどの一般的な教示をした。
- 教示は、条件ごとに異なっていた。
- 3つの課題は Latin square design でランダムサイズされていた。
- 6つの順序条件を 3名ずつ 24名に課題を提示した
- 実験開始時に、参加者は同意書に記入した。
- 実験開始前に質問等がないか確認した
- 各問題の反応時間は、ストップウォッチを使用して測定された
- 4条件すべての参加者は、課題を読んだ直後に各問題にすぐに取り組むことを求められた

構音抑制条件

- ✓ 各問題を読んだ後すぐに数列「1、2、3、4、5、6、7」をはっきりとリハーサルすることを要求され、各数字は 0.5 秒以下で発話するように求めた（「」内を 3.5 秒）

発話無視条件

- ✓ 各問題を読んだ後、録音された数字の並び「1、2、3、4、5、6、7」を繰り返し聞かされた。速度は毎秒 2 桁程度。

思考言語化条件

- ✓ 各問題に取り組みながら、考えていることのすべてを言葉で表現することを求められた。
- ✓ そして、頭の中をよぎることを発話するだけの非常に簡単な作業だと教示された。
- ✓ また、思考発話を促進するために、数秒以上沈黙することがないように伝えた
- 構音抑制と思考言語化条件では、参加者に発話の重要性を意識させるために音声を MP3 レコーダーで記録した。（ただし、この音声はのちの分析では使用しなかった）
- 参加者が問題を解決したことを実験者に伝えたとき、ストップウォッチを止めた（このタイムを課題解決時間とした）。
- 問題が正しく解決されなかった場合には、ストップウォッチは再開され、時間が残っていれば、参加者は問題を再開した。
- 最大解決時間は 7.5 分であった。
- 3つの問題すべてに対して同じ手順が採用された

結果と考察

- 時間をとおした問題解決率と、条件間の比較に SPSS で、ノンパラメトリック Kaplan-Meier 法をもちいた生存分析を行った。
 - ✓ この分析方法は、指定された時間内に解決された問題の累積割合に関して、条件間での比較を可能とするものである。
 - ✓ その後、applied Mantel-Cox log-rank test (e.g., see Collett, 2003) (適合度のテスト(χ^2 検定), これにより条件間の累積生存分布の等価性を調べる)

Proportion of problems solved across conditions over time

- 問題解決割合の推移について、条件間の差異を検討する。
 - ✓ 分析には 72 のアイテムを使用した(3 題×24 参加者条件)。
 - ✓ 最後まで課題を解決しなかった場合のデータは除外した。

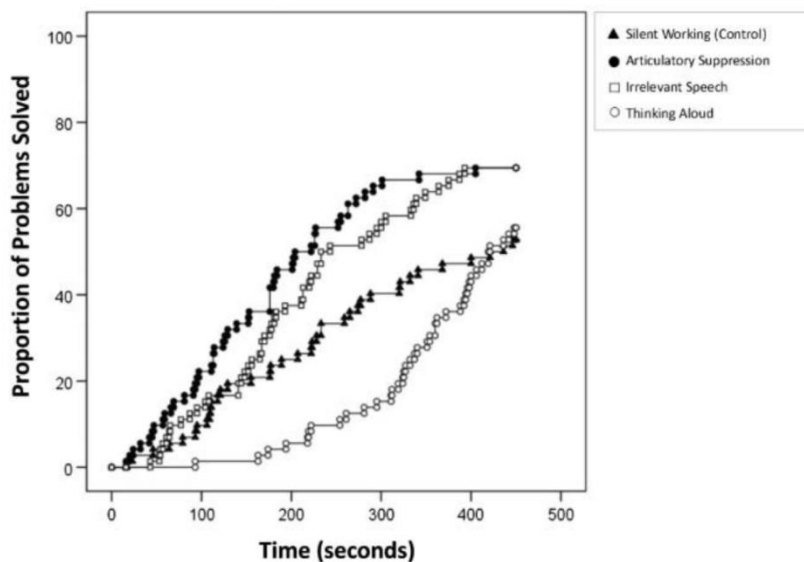


Figure 1. Comparison of the proportions of problems solved across conditions over time, up to the maximum available problem solving time per task (i.e., 450 seconds). The text provides details of what each of the depicted data-points represents.

- この図はそれぞれの条件ごとの、各時間における正答割合の推移を表している。
 - ✓ 垂直に値が上昇しているように見える各点は、それぞれの参加者が、正解を発見した点になっている
- 条件間の差異を検討したところ、条件間に有意な差異が観察された($\chi^2(3, N = 288) = 17.71, p < .001$)
 - ✓ ペアワイズ比較によると、問題を解決する可能性が
 - 構音抑制 > 思考言語化($\chi^2(1, N = 96) = 12.91, p < .001$), 無音条件($\chi^2(1, N = 96) = 6.65, p = .01$)
 - ⇒内的発話を抑制することによって洞察を促進するという点で我々の予測を支持する。
- ✓ 発話無視 > 思考言語化($\chi^2(1, N = 96) = 10.66, p < .001$), 無音条件($\chi^2(1, N = 96) = 4.53, p = .03$)
 - ⇒発話無視による注意散漫が洞察問題解決における重要な役割を持つことを証明
- ✓ また、構音抑制と発話無視の間には成績の差がないことも明らかにした($\chi^2(1, N = 96) = .42, p = .52$)
 - ⇒これら 2 つの状況による注意散漫の効果を、音韻ベースの処理の中断によるものだという根拠を与える

- さらに言語隠蔽効果が与える影響についても検討するために、無音条件と思考言語化条件の比較を行ったが有意な差異は見られなかった($\chi^2(1, N=96) = .35, p=.56$)
 - ✓ 図1を見ると、初期の解決割合に差がみられる
- ⇒言語隠蔽効果による洞察の阻害は、早期の問題解決を阻害する効果を持つ可能性

Proportion of problems solved across conditions up to the mid-point the available time

- ここでは、問題解決前半(225s まで)の問題解決割合の推移を検討した。

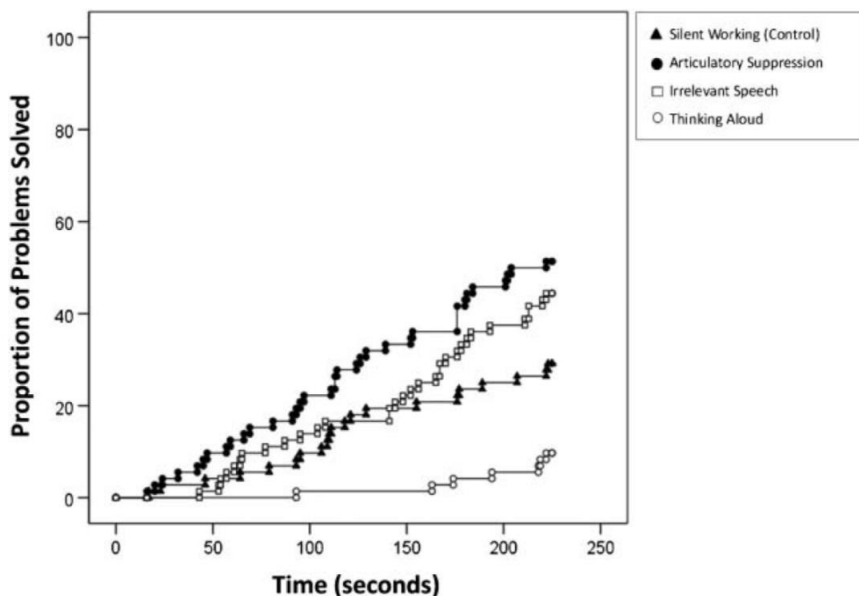


Figure 2. Comparison of the proportions of problems solved across conditions over time, up to the mid-point of the available problem solving time per task (i.e., 225 seconds).

- この分析も、条件間の有意差を検出し($\chi^2(1, N=96) = 33.79, p<.001$)、ペアワイズ比較では思考言語化条件がほかのどの条件よりも有意に問題解決割合が低いことを示した(すべて $p < .002$)
 - ✓ この結果は、言語発話が洞察問題解決を大きく妨げることを示す点で、言語隠蔽効果を支持する重要な結果である
 - ✓ 一方、この結果は、言語隠蔽効果の時間的な側面を持つことを強調する
- この、前半のみの分析は、思考言語化条件の効果を検討するうえで重要ではあるが、同時に構音抑制($\chi^2(1, N=96) = 4.49, p=.006$)と発話無視($\chi^2(1, N=96) = 3.17, p=.075$)の条件間の効果の強さの違いを示している。
 - ✓ ただし、全体的に非常に成績の悪かった鹿課題を除くと、どちらも有意に差がみられるので、高難易度の鹿課題によって、発話無視の効果が見えにくくなっているという可能性もある

総合考察

- 本研究は、洞察問題解決が、明示的、意識的、記述可能なプロセス(Business as Usual)とは対照的な、暗黙的、無意識的、説明不可能なプロセス(special process)に依存するかどうかについての議論を行うことを第一の目的とした。
 - ✓ 洞察問題解決時における音声ベースの処理を阻害することで、問題解決が促進されるという予測のもと、課題を設計した
 - ✓ special process による説明が正しければ、構音抑制と発話無視によって、注意を散漫させることは、無意識的な報告不可能なプロセスの利用を可能にし、それによって弱く活性化している正しい方略の利用可能性が上がるだろう。

- 第二の目的として、言語隠蔽効果を検証することもあった。言語隠蔽効果は意識的に利用可能な誤った情報へ注意を向けるために生じる効果であり、この効果の頑健性を示すことは special process を支持する証拠を提示することにつながる。

- 本研究の結果は、special process による説明を支持する
 - ✓ 特に注目すべき結果は、構音抑制と発話無視という音韻処理の注意散漫を促す要因のどちらも、思考言語化条件や無音条件より洞察が促進されたことである。

⇒注意散漫によって、無意識的処理が促進されたことの証左

⇒どちらの効果も単なる不可ではなく、音声ベースの処理に関わる阻害効果を持つという点で、言語的な処理を抑制することが洞察の促進につながることを示したという点で有益である。

- 本実験の結果、言語隠蔽効果が時間的な特性を持って観察されることが示された。
- これまでの研究で、その再現可能性が危ぶまれていたのは、この時間的特性が考慮されていないためではないかと考えられる
 - ✓ 言語隠蔽効果を示した、Schooler et al.'s (1993) Experiment 3,では、解決時間の増加が報告されている
 - ✓ Fleck and Weisberg's (2013)の言語隠蔽効果の再現が失敗が報告された最近の研究では、回答時間が1項目辺り10分かけており、本研究のMAX7.5分を大きく超えている。

⇒今後さらなる議論が必要だが、言語隠蔽効果における時間的要因を考慮に入れることは再現性を確認するうえでも非常に重要である。
- またこの再現性に関して、本研究は無音で作業しているような状況においても、構音抑制などを行ったときに比べると、洞察問題解決が阻害されているという結果を示した。

⇒無音であっても内的に言語の形式で思考(サブボコーカル言語処理)をしており、それが言語隠蔽効果のみえにくくする可能性

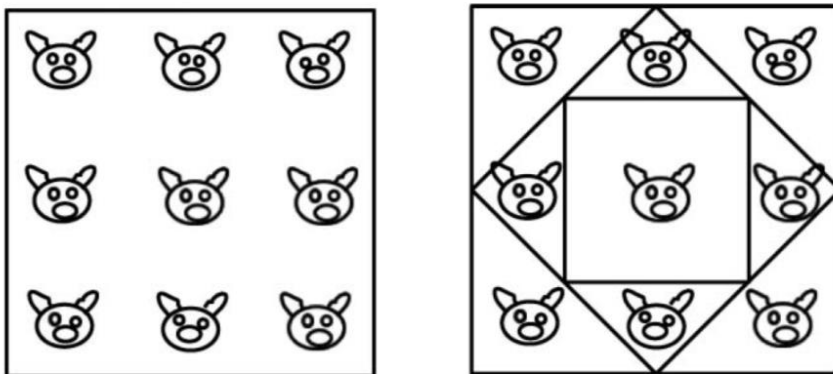
まとめ

本研究は、言語ベースの処理を阻害することで、報告不可能なプロセスが利用可能になり洞察問題解決が促進されることを示した。この結果は、洞察問題解決における special process による説明を支持する新たな証拠を示したものである

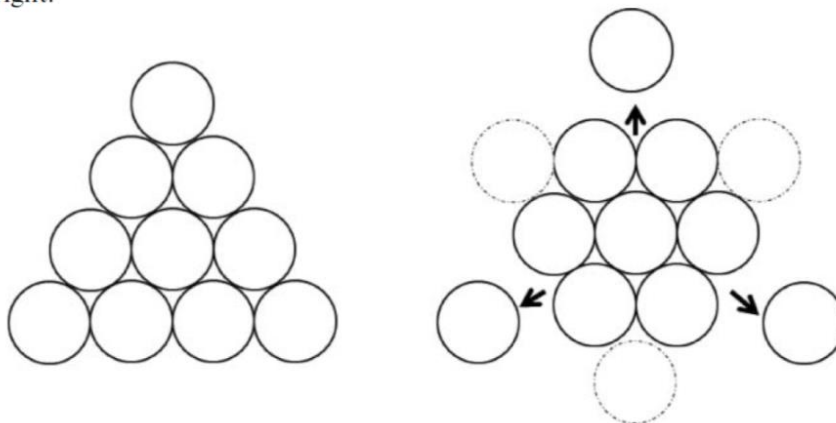
APPENDIX

The three insight problems used in the experiment

The pigs in a pen problem: The initial state is shown on the left, with nine pigs enclosed within a square pen. Participants are asked to construct two more square pens so as to ensure that each pig ends up in a pen of its own. The solution to this problem is shown on the right.



The triangle problem: The initial state is shown on the left, with the 10 identically sized circles that form the shape of a triangle pointing toward the top of the page. Participants are asked to make the triangle shape point downwards by moving only three circles. The solution to this problem is shown on the right.



The deer problem: The initial state is shown on the left, with the deer being depicted using five lines of equal length. Participants are asked to make the deer face in a different direction by moving just one of the lines. The solution to this problem is shown on the right.

