

The Influence of Open Goals on the Acquisition of Problem-Relevant Information

Jarrold Moss, Kenneth Kotovsky, and Jonathan Cagan
Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, (2007),
Vol. 33, No. 5, 876–891

われわれは，“どのように，正しい問題空間で問題解決を行うか”について研究されてきた

- Simon (1973) の指摘
 - 関連する情報を適切な時期に即座に気づく・喚起するメカニズム
 - * (外的な)環境から気づく
 - * (長期)記憶から喚起する
- このようなメカニズムは，representation change が必要な洞察問題解決でもみられる (Kaplan & Simon, 1990)
- 本研究との関連
 - 上記は問題解決中の関連情報についての気づきの役割
 - 本研究では，未解決の問題 (open goal) が関連情報の獲得について与える影響を検討

open goal について

- 本研究での定義
 - 目標は示されているが，関連する課題が完了していない状態
 - 未解決の状態と似た状態
- この分野の先行研究
 - 未解決の課題の方が想起しやすい (Zeigarnik, 1927/1938)
 - 未解決の課題の方が想起しやすいが，その効果は解決・未解決の課題数に依存 (Patalano & Seifert, 1994; Seifert, Meyer, Davidson, Patalano & Yaniv, 1995; Seifert & Patalano, 1991)
- メカニズム (記憶鋭敏化仮説: Memory sensitization hypothesis)
 - 展望記憶と同様に，未解決の課題についての記憶は高い水準で維持され，再認も早い (Goschke & Kuhl, 1993; Marsh et al., 1998)
 - 目的が達成されていないことについての記憶からの検索が早い (Patalano & Seifert, 1997)
- 本研究では open goal の役割について検討する
 - open goal が，課題に関連する情報の取得に与える影響

Insight

- 先行研究
 - どのように未解決の課題に関連する情報が取得されるのか
(Christensen & Schunn, 2005; Dodds, Smith & Ward, 2002)
 - 洞察課題遂行中に暗示的なヒントを受けた方が、より問題解決される (Maier, 1931)
 - 新しい情報が、未解決の洞察課題にどのように解法を与えるか検討
(Langley & Jones, 1988)
 - * 活性化拡散（記憶上の他のアイテムとの結合によるもの）から検討
 - OA(Opportunistic assimilation) 理論 (Seifert et al. 1995)
 - * インパスに陥ったときに、失敗の索引を作成し、後に外的環境から情報を得たときに利用される
- 本研究との関連
 - open goal が課題と関連する情報の獲得に影響を与えることと同義だろう

Incubation

- 定義
 - 問題解決を助ける問題解決（活動）の小休止
- 孵化効果 (incubation effect) (M. T. Mednick, Mednic & Mednic, 1964)
 - ある課題の小休止中に、別の課題（休止中の課題の解あり）を遂行することで認められた
 - * しかし、Dodds et al. (2002) は、再現に失敗
- 孵化効果に関する先行研究
 - そもそも孵化が存在するか否かについての review (Olton, 1979)
 - * 存在すると結論 (Dodds, Ward & Smith, in press; Kaplan, 1989)
 - 様々な理論
 - * 無意識的活動が伴うもの (Campbell, 1960, Simon, 1999)
 - * 忘却が関連する (Simon, 1966; Smith, 1995; Smith & Blankenship, 1991)
 - * プライミングが関連する (Langley & Jones, 1988; Seifert et al., 1995)
- 孵化効果の研究における尺度
 - 課題のパフォーマンス向上ではなく、単語判定課題などを実施し、反応時間を取得する
 - * 本研究でも、尺度に単語判定課題の反応時間を取得

Problem Solving and Memory Retrieval

● 本研究のパラダイム

－ 実験の流れ

1. 複数の課題を実施
2. 別の課題を実施（この間に先の課題で未解決のものについてヒント提示）
3. はじめの課題で未解決のもの（新しい課題を含む）を実施

－ 課題

- * compound Remote Associates Test(RAT; Bowden & Jung-Beeman, 2003) を使用
 - ・ 3つの単語を提示し, 4つ目の単語を推測
 - ・ 4つ目の単語: 他の3つの単語と, 複合語となる or 共通の phrase となるもの
 - ・ (洞察的な) 問題解決課題として使用

● (RAT と) 記憶からの検索の関連

－ RAT は記憶からの検索に依存する

- * Moss (2006) の RAT 時の発話の抜粋 (Table 1)
- * 候補を生成し, 検証するという方略が用いられていることがわかる

－ しかし, 記憶からの検索課題そのものとは異なり, 問題解決課題の構造(要素)も持つ

- * 単語の定義を示し, 該当単語を記憶から検索(想起)する課題の発話抜粋 (Table 2; Yaniv et al., 1995)
- * 単純に想起しようとしていることがわかる

本研究では…

- Experiment 1: ヒントが RAT のパフォーマンスを向上することを示した
- Experiment 2, 3: この効果が単純なプライミング(新近性効果)で説明できないことを示した

Experiment 1

目的

- 想起課題では想起の失敗が, 他の関連がないと見える課題からの情報獲得にバイアスを与えた (Yaniv & Meyer, 1987; Yaniv et al., 1995)
- しかし, 問題解決課題では確認されていない
- 従来の RAT を用いた研究では, プライミング効果の測定は即時的であった (Shames, 1994; Yaniv & Meyer, 1987)
 - － open goal が活性化水準を高く維持するなら, 間に長い時間(課題)があってもプライミング効果が認められるだろう

Method

- *Participants*
 - 39名の大学生
- *Materials*
 - 標準的な RAT を 20 問使用 (Bowden & Jung-Beeman, 2003)
 - * 正答率は .51(.38 – .64)
 - 単語判定課題用として
 - * 各 RAT の答えと同様の頻度，長さの単語をデータベースから（各 3 つずつ）抽出
 - * 類似した長さの非単語をデータベースからそれぞれ 20 個
- *Design*
 - RAT → 単語判定課題 → RAT の順で実施
 - * はじめと最後の RAT は同一課題
 - * 単語判定課題中に，RAT のいくつかの解を提示
 - 2 要因計画（参加者内）
 - * はじめの RAT で正答したか否か
 - * 単語判定課題でヒントを提示したか否か
 - ・ 統制はしなかったが，正答・誤答ごとのヒント提示有無はおおむね半々であった
- *Procedure*
 - 課題は 17 インチのモニタに提示
 - RAT は単語関連課題と称し，各設問 30 秒の制限時間あり
 - * (Table 1 と異なり) 回答は 1 つ (1 回) のみ
 - * 各設問終了後に正誤のフィードバックあり (1 秒間)
 - * 各 RAT 20 問 (はじめの 5 問は練習として扱い，分析対象外)
 - * 2 回目の RAT 開始前に，1 回目の RAT と同一の課題であることが告げられた
 - 単語判定課題
 - * 単語・非単語で参加者にキー入力により判定を要求
 - * 注視点 → 単語・非単語 (1500ms) → ブランク (500ms)
 - * 50 試行 (単語・非単語は半分ずつ)
 - ・ はじめの 10 試行は練習として扱う (単語・非単語も半分ずつ)
 - ・ 20 試行の単語のうち，RAT の解 (ヒント) は 10 試行

Results

- 3 名を分析対象から除外
 - 2 つの RAT で正答率がともに 50% 未満であった

- 早く課題を終わらせようとしていたと判断
- *Improvement of RAT problems*
 - はじめの RAT で正答せず，後の RAT で正答したものを，hint/no-hint で比率を算出
 - * はじめの RAT の正答率は 46%
 - * hint 条件 ($M = .23, SE = .03$) > no-hint 条件 ($M = .14, SE = .03$)
 - $F(1, 34) = 5.53, p = .03, \eta_p^2 = .14$
 - * ヒントの効果あり
 - はじめの RAT で正答しなかった問題数と，後に正答した問題数の相関
 - * より少ない open goal の方が，ヒントの効果は大きい？
 - * hint 条件でのみ有意差あり
 - $r = -.36, p = .03$
- *Lexical decision*
 - 全条件，97% 以上の正答率
 - 反応時間が長すぎた (1,300ms 以上)5 名を分析対象から除外
 - 反応時間を分散分析 (はじめの RAT で正答したか否か × 単語が hint か否か)
 - * 主効果なし，交互作用あり ($F(1, 30) = 10.23, p = .003, \eta_p^2 = .25$) (Table 3)
 - 正答しなかったもののみヒントの効果あり
 - $F(1, 30) = 9.46, p = .004, \eta_p^2 = .24$

Discussion

- 単語判定課題の hint が，同一の RAT を実施した場合，問題解決を促進することがわかった
- はじめに正答しなかった RAT と，後に正答した RAT の負の相関
 - open goal の効果には，数的な制限があることを示している
- 単語判定課題でプライミング効果があらわれたのは，興味深い発見である
 - 記憶の検索課題ではよく知られているが，問題解決課題で示したこと
 - 課題間に多くのインターバル (課題) が存在しても，プライミング効果がある

Table 3
Mean Response Times (in Milliseconds) for the Lexical Decision Task

Condition	Unsolved		Solved	
	<i>M</i>	<i>SE</i>	<i>M</i>	<i>SE</i>
Hint	565	13.0	580	13.1
Control	597	14.6	568	14.4

Experiment 2

目的

- Experiment 1 の追試
- ヒントの効果が、単なる新近性効果なのか open goal の効果なのかを検討
 - RAT 遂行前に、該当課題の解（ヒント）を提示する条件を追加

Method

- *Participants*
 - 31 名の大学生
- *Design*
 - Experiment 1 と類似
 - * 課題遂行前にヒントを提示する条件 (Unseen) を追加
 - Figure 1 のような流れを繰り返す

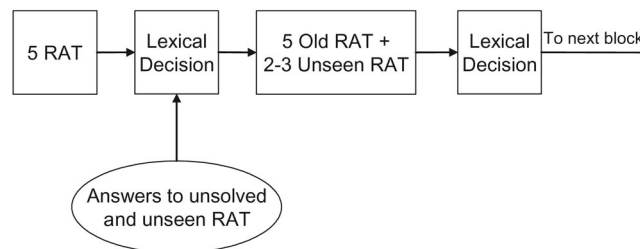


Figure 1. Blocked design of Experiment 2. RAT = remote associates test.

- * RAT 間の単語判定課題では、半数がはじめの RAT のうち未解決の RAT の、半数が後続の Unseen の RAT のヒントを提示
 - ・ 9 個ずつの中性単語 + 非単語をベースとして、上記数と、それと同数の非単語を加えてた数を実施
- * 2 回目の単語判定課題は中性的な単語を使用 (filler)
 - ・ 10 個ずつの中性単語 + 非単語
- *Procedure*
 - 基本的に Experiment 1 と同様
 - 参加者あたり、2 回提示した RAT20 問と、1 回提示した RAT10 問を実施
 - エラーのフィードバック方法を変更
 - * 間違い時には、エラー音を提示し、入力領域をクリアし、再入力を促す
 - 全課題終了後に、RAT と単語判定課題の関連についてのアンケートを実施

Results

- 1 名を分析対象から除外
 - 単語判定課題の 49% が 1,300ms 以上かかったため
- *Improvement of RAT problems*
 - 2 回実施した RAT の 1 回目と、1 回実施した RAT(Unseen) をあわせて分析
 - * 実際に両条件で有意差なし ($t(29) = 1.39, p = .18$)
 - 正答率 (Figure 2) を分散分析
 - (初めて見た (Unseen) ・ 2 回目かつ前回解けなかった (Unsolved) × hint/no-hint)
 - * 見た回数 (Unseen/Unsolved) の主効果あり
 - ・ $F(1, 29) = 62.32, p < .001, \eta_p^2 = .68$
 - * hint/no-hint の主効果あり
 - ・ $F(1, 29) = 5.91, p = .02, \eta_p^2 = .17$
 - * 交互作用なし
 - ・ $F(1, 29) < 1$
 - Unsolved の方が難しかった原因は、既に誤った経験をしたことによる阻害水準が高いためであろう
 - ヒントの効果は、Unsolved の方が高かった
 - * Unseen は 22% に対し、Unsolved は 48% のヒントの効果

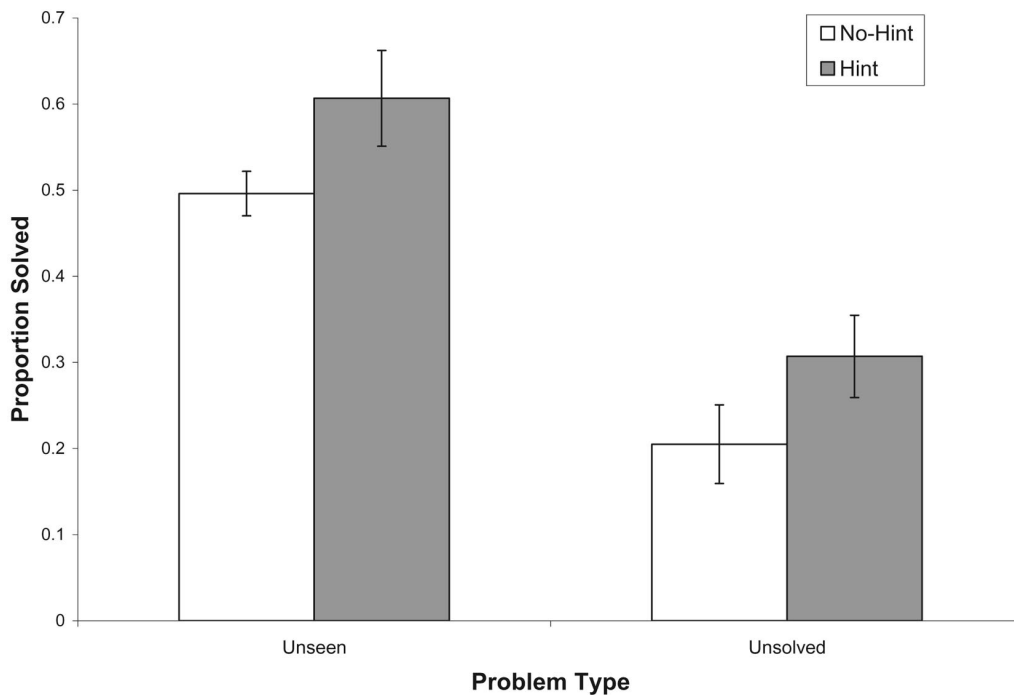


Figure 2. Proportion of problems improved on in each condition of Experiment 2. Error bars indicate one standard error.

- *Lexical decision*
 - 全条件, 95% 以上の正答率
 - 反応時間が長すぎた (1,300ms 以上) データを分析対象から除外 (4%)
 - hint 条件において, Unsolved($M = 637, SE = 18.9$) と Unseen($M = 639, SE = 18.0$) で有意差なし ($F(1, 29) < 1$)¹
- *Awareness of the manipulation*
 - 9 名の参加者が, RAT と単語判定課題の関連に気づいた
 - * 彼らはヒントの効果が Unsolved/Unseen に関わらず若干大きいように見えた
 - * しかし, これらの参加者を除いても結果に変わりはない

Discussion

- open goal 時のヒントの効果が, 単純な活性化に基づくものでは説明できないことがわかった
 - 活性化に基づくもので説明できるなら, Unseen の方がヒントの効果が大きいはず
 - Unseen の方が阻害する要因がないため
- 阻害要因
 - 誤った経験が誤った単語と関連を持ったり, デストラクタとなるため (Moss, Kotovsky & Cagan, 2007)
- 課題の難易度
 - 本実験では課題の難易度について統制しなかった
 - 課題を分析したところ, 5 つの RAT で難易度が極めて高いものがあった
 - これらを除いて分析すると, Unsolved でのヒントの効果はより大きくなる (Figure 3)

Experiment 3

目的

- Experiment 1, 2 の結果を補強する (open goal が情報獲得に影響を与える)

Method

- *Participants*
 - 52 名の大学生
- *Design and procedure*
 - 基本的に Experiment 2 と同様の流れ

¹分散分析をしているようだが, 他の記述なし.

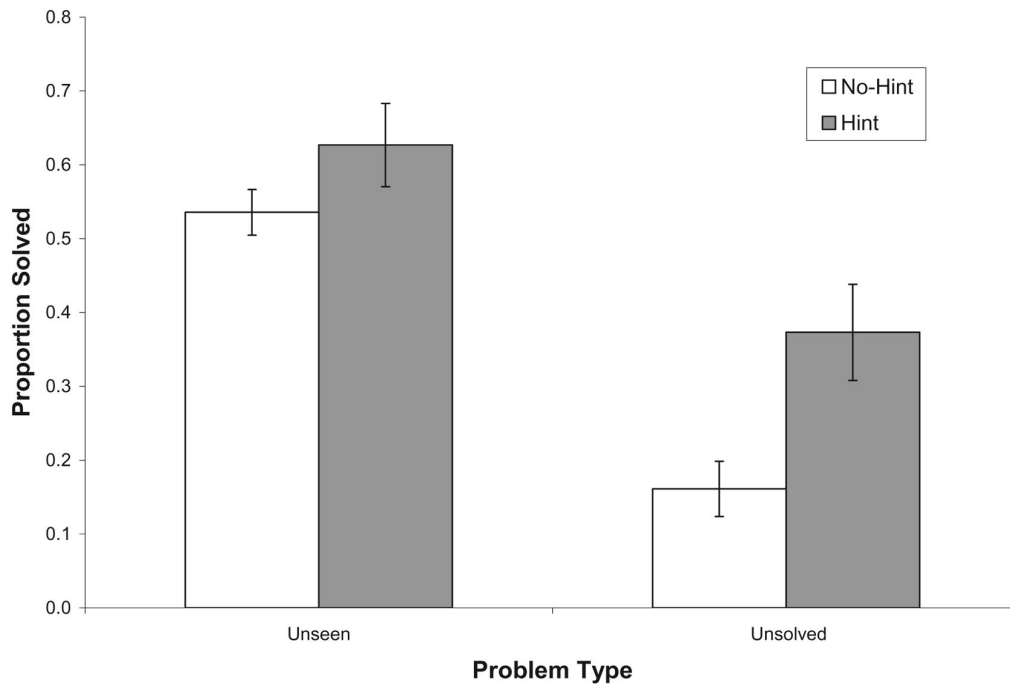


Figure 3. Proportion of problems improved on in each condition of Experiment 2, excluding the five hardest problems. Error bars indicate one standard error.

* ただし、block design にしなかった (RAT 課題は 2 セットのみの模様)

– 課題の難易度の統制あり

* まず 5 人の参加者で実験を実施し、はじめの RAT で解決できなかった課題を取得

* 次の 5 人の Unseen な課題とする

・ unsolved-no-hint → unseen-no-hint

・ unsolved-hint → unseen-hint

* (Unsolved と Unseen の出現頻度を統制し、課題固有の難易度の問題を克服するため)

– 参加者の気づき対応

* 事後のアンケートで RAT と単語判定課題の関連に気づいた参加者を除外

* 該当課題群に他の参加者を割り当て、課題難易度に対する人数も調整

– RAT

* Experiment 1 と同様の基準により選択した 48 問

* はじめのセットで 30 問、後のセットで 18 問実施

Results

• 12 名の参加者を置き換え + 1 名除外 (類似実験の経験があったため)

• *Improvement of RAT problems*

– 正答率 (Figure 4) を分散分析 (Unsolved/Unseen × hint/no-hint)

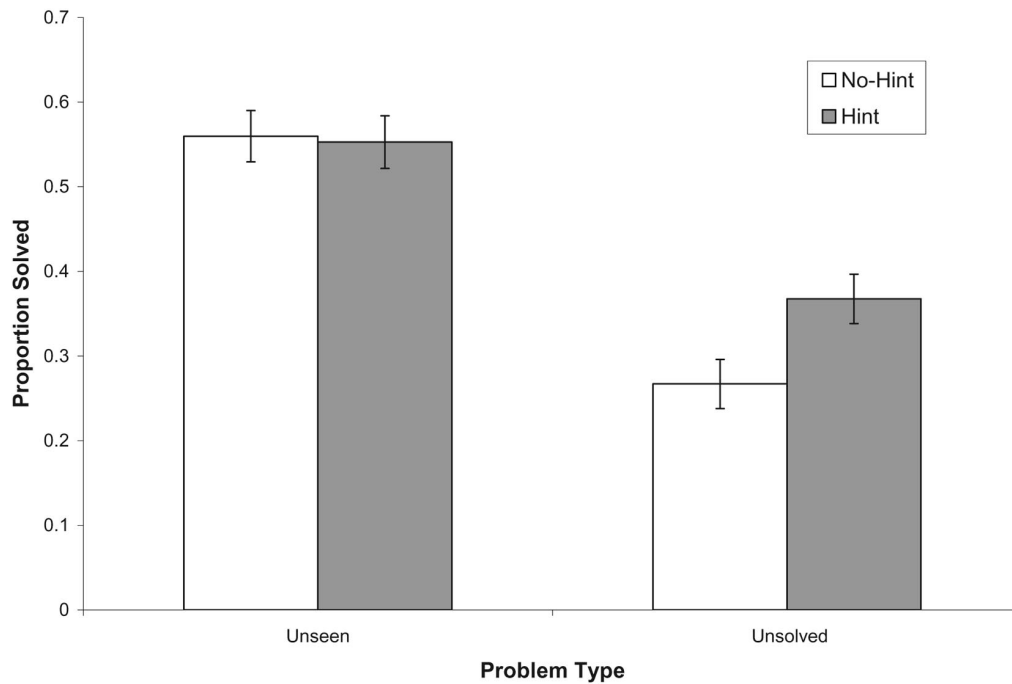


Figure 4. Proportion of problems improved on in each condition of Experiment 3. Error bars indicate one standard error.

* Unsolved/Unseen の主効果あり, $F(1, 38) = 95.95, p < .001, \eta_p^2 = .72$

・ Unsolved の方が難しい

* hint/no-hint の主効果なし, $F(1, 38) = .2726, p = .11$

* 交互作用あり, $F(1, 38) = 4.37, p = .04, \eta_p^2 = .10$

・ Unsolved 条件でのみ, ヒントの効果あり

– open goal が少ない方がヒントの効果が大きいか?²

* Unsolved で負の相関が有意, $r = -.39, p = .01$

* Unseen では有意差なし, $r = -.10, p = .55$

● *Lexical decision*

– 全条件, 95% 以上の正答率

– 反応時間が長すぎた (1,300ms 以上) データを分析対象から除外 (1.6%)

– Unsolved の hint の方が, Unseen の hint より遅かった, $F(1, 38) = 6.2, p = .02, \eta_p^2 = .14$

* Unsolved–hint : $M = 591, SE = 17.7$

* Unseen–hint : $M = 568, SE = 14.8$

Discussion

- 本実験の結果は Experiment 2 を支持する内容であった

²参加者ごとに求めた, hint の正答率 - no-hint の正答率と, Unsolved/Unseen で未解決だった RAT の比率の相関

- ただし，Unseen 条件ではヒントの効果は認められなかったことが異なる
- Experiment 2 と比較して，ヒントを見てから該当課題を遂行するまで長い時間をはさんでいるためだろう

General Discussion

本研究で示したこと

- open goal が問題と関連のある情報の取得に影響を与えることを示した
 - 暗示的なヒントに対し，参加者はほとんど気づかなかった
- 単純な新近性効果は，open goal ではない状態では，情報獲得にあまり影響を与えないことを示した
- open goal の数が，関連情報の獲得に制限を与えることがわかった
 - 負の相関が有意であったことから，open goal の数が少ない方が，より情報の獲得と利用を促進する

Mechanisms

- 既存の理論・メカニズムで本研究の結果を完全に説明できるものはない
 - OA 理論 (Seifert et al., 1995) では，失敗の索引と，ヒントの関連が明確ではない
 - 単純な活性化拡散では説明できない (Experiment 2, 3)
- (記憶研究の) プライミング効果でも説明できない
 - 単語判定課題で hint の単語の方が，中性的な単語より早く反応したということはない
- (よくわからなかったが … 著者らの提案するメカニズム (Kaplan の説明の改良))
 - Kaplan は ACT-R (Anderson et al., 2004) を用いて，孵化効果を説明した
 - ACT-R は base-level component (頻度や新近性によって活性化) と，context component (chunk 間の繋がりと広がりによって活性化) によって構成される
 - (OA 理論の不足点もカバーしている)
 - ただし，これだけでは open goal の状態でのみヒントの効果があることが説明できない
 - そこで，課題と関連する情報のみプライムされることと，時間による関連の活性化の劣化を導入することで，選択的な活性化ができるだろう

Conclusions

- 重複により略
- 今後の展望
 - より複雑な問題での open goal の影響の検討と，一般化 (汎化)

Table 1
Example Verbal Protocols of RAT Problem Solving

Verbal protocol (first attempt)	Verbal protocol (second attempt)
Problem: law, business, wet	
Law	Law
Business	Business school
Wet	No
Outlaw	Law school
Out no	Law
Um	Wet
Lets see what kind of law	Law oh law suit
Uh	Yeah
Law	
Business	
What works both business	
Uh	
Showbusiness	
No	
Lets see	
Wet	
Um	
Problem: shovel, iron, engine	
Shovel	Shovel
Iron	Iron
Engine	Engine
Engine block	Shovel
No	Shovel snow
Shovel	Iron city
Snow shovel	No
Snow	Engine block
No	Engine
Uh	Ignition
Shovel	Engine
Iron	Uh
Iron on	Steam engine
Engine	Steam
Engine	Steam!
No	
Iron board	
Engine	
Board engine	
Shovel board	
No	
Um	
Iron	
Clothes	
No	
Engine	

Note. For the law, business, wet problem, first attempt was 60 s and second attempt was 30 s. For the shovel, iron, engine problem, first and second attempts were 30 s. RAT = remote associates test.

Table 2
Example Verbal Protocols From the Definition Recall Task

Example 1	Example 2
Definition: Listlessness; state of apathy or indifference	Definition: A person who appeals to people's prejudices, making false claims and promises in order to gain power; false leader of people
Verbal protocol: listless, state of apathy or indifference I don't care Indifferent, don't care I'm . . .	Verbal protocol: false claims and promises in order to gain power, false leader of people false leader of people just out to gain power