

Why good thoughts block better ones:

The mechanism of the pernicious Einstellung (set) effect

Merim Bilalic & Peter McLeod (*Oxford University, Department of Experimental Psychology*)

Fernand Gobet (*Brunel University, School of Social Sciences*)

Cognition, 108 (2008) 652-661

1. Introduction

- 先行知識が未来のパフォーマンスに負の影響を与える可能性があることは、心理学でよく取り上げられるテーマのひとつである
 - 新しい状況への適応が困難になる先行知識の負の転移
(Besnard & Cacitti, 2005; McCloy, Beaman, Morgan, & Speed, 2007; Schwartz, Bransford, & Sears, 2005; Singley & Anderson, 1989; Thorndike & Woodworth, 1901).
 - 洞察問題における初期表象からの脱却の困難さ
(Kaplan & Simon, 1990; Kershaw & Ohlsson, 2004; Knoblich, Ohlsson, Haider, & Rhenius, 1999; MacGregor, Ormerod, & Chronicle, 2001; Ohlsson, 1992; Smith, 1995)
 - 確証バイアス (Dawson, Gilovich, & Regan, 2002; McKenzie, 2006; Nickerson, 1998; Wason, 1960; Westen, Kilts, Blagov, Harenski, & Hamann, 2006)

- 先行知識による負の影響の例として、Einstellung (set) effect が知られている
 - 過去の類似した状況における先行経験をもとに思い浮かんだ最初の考えが、別の考えの検討を妨げること (Luchins, 1942)
 - 領域固有の効果ではなく、また少しの経験でも起こりうる
(e.g., Atwood and Polson, 1976; Chen & Mo, 2004; Delaney, Ericsson, & Knowles, 2004; Lippman, 1996; Lovett & Anderson, 1996)
 - 医者 of の犯すミス of の多くは、先行経験に基づき最初に診断結果を形成し、それに沿うような証拠を集めようとするがゆえに、診断結果とは関係のない部位には盲目的になることが原因 (Croskerry, 2003; Graber, Franklin, & Gordon, 2005; Gropman, 2007; Kassirer & Kopelman, 1989)

- なぜエキスパートがミスを犯すのかについて検証した、チェスのエキスパート of の Einstellung effect についての先行研究 (Bilalic, McLeod, & Gobet, 2008)
 - 参加したプレイヤー of のレベル¹はマスター候補、マスター、国際マスター
 - Figure 1a of の 2-solution problem を提示し、白が黒 of のキングをチェックメイトするま

¹ 平均 1500、標準偏差 200 とした間隔尺度 of の Elo rating による区分 (Elo, 1978)。1400~1600 は C クラス、1600~1800 は B クラス、1800~2000 は A クラス、2000~2200 はマスター候補、2200~2400 はマスター、2400~2500 は国際マスター、2500~はグランドマスターと呼ばれる。

での最短手となる解を見つけるよう教示

- 2-solution problem には2つの解が存在する
 - ◇ 次善解 クィーンを犠牲にしてチェックメイトする定石の5手
 - ◇ 最善解 あまり見かけないがマスタークラスであれば思い付く3手
- 2-solution problem において、次善解は見つかったが最善解が見つからなかったプレイヤーは、続けて Figure 1b の 1-solution problem に取り組む
 - 1-solution problem には次善解がなく（不可能で）、最善解のみ
 - そもそも最善解を見つける能力がないのか、それとも次善解に妨害されていたのかを判別するために実施
- 比較対象として、1-solution problem だけが提示される統制群（Class A・B・C）を設けた
 - エキスパートが Einstellung effect により妨害を受けることで、どのレベルまでパフォーマンスが低下するか確かめるために実施

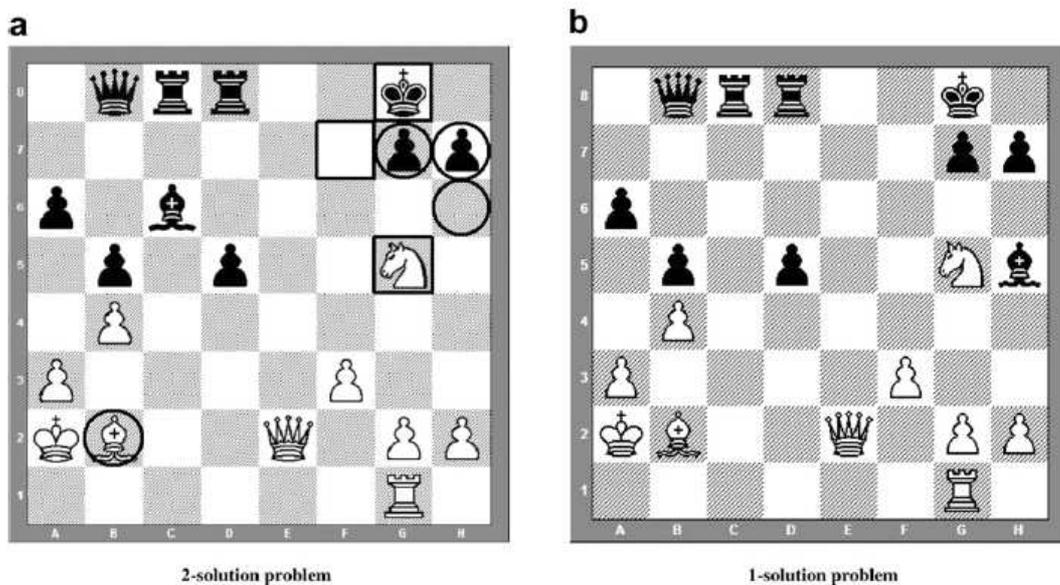


Fig. 1. (a) 2-Solution problem; (b) 1-Solution problem (these positions are based on an idea of Pertti Saariluoma). White to move in both problems. In (a) the familiar smothered mate solution is possible: 1. Qe6+ Kh8 2. Nf7+ Kg8 3. Nh6++ Kh8 4. Qg8+ Rxc8 5. Nf7#. The shorter optimal solution is: 1. Qe6+ Kh8 2. Qh6 Rd7 3. Qxh7#, or 2... Kg8 3. Qxc7#. In (b) the smothered mate is no longer possible because Black's bishop now covers f7. The optimal solution is still possible. 1. Qe6+ Kh8 (If 1... Kf8, 2 Nxh7#) 2. Qh6 Rd7 3. Qxh7#, or 2... Kg8 3. Qxc7#, or 2... Bg6 3. Qxc7#. The crucial squares for the familiar solution are marked by rectangles (f7, g8, & g5) and the optimal solution by circles (b2, h6, h7, & g7) in (a).

● 結果

- 2-solution problem では最善解が見つけれなかったプレイヤー全員が、1-solution problem では最善解を見つけることができた
- Einstellung effect によるエキスパートのパフォーマンスの低下が観察された
 - 2-solution problem の国際マスター ≡ 1-solution problem の A クラス
 - 2-solution problem のマスター ≡ 1-solution problem の B クラス
 - 2-solution problem のマスター候補 ≡ 1-solution problem の C クラス
- ただ、グランドマスターは2-solution problem であっても最善解を見つけ出した

- また, *Einstellung effect* が現れるかどうかは, 問題の難易度にも依存する
- 本研究では, なぜ最初に思い浮かんだ考えがより良い考えを妨害するのかのメカニズムについて, 眼球運動を測定することで解明する

2. Experiment 1

- 2-solution problem で最善解が見つけれない理由の予測
 - 次善解で盲目的になり, 他の重要な特徴に気付かないため?
 - 他の重要な特徴には気付いているが, それを結び付けられないため?
- 発話プロトコルではなく眼球運動測定を用いる理由
 - 次善解の発見はそれほど苦労しないため, ほとんど言語化されない
 - 視空間的なチェスに発話プロトコルはなじまない (de Groot & Gobet, 1996)
 - 注視方向は注意している特徴と, また注視時間は処理時間と関連している (Findlay & Gilchrist, 1998; Just & Carpenter, 1976)

2.1. Method

2.1.1. Participants

- マスター候補 10 名を, 1-solution problem 群と 2-solution problem 群に 5 名ずつ (Table 1)
 - 報酬は 15 ￡ またはチェスプログラムのコピー

Table 1
The classification, mean Elo rating, mean age, and numbers of participants in Experiment 1

Classification	Mean Elo \pm SD	SDs above mean	Mean age \pm SD	n
1-Solution Candidate	2066 \pm 28	3	32 \pm 14	5
Master				
2-Solution Candidate	2113 \pm 54	3	39 \pm 10	5
Master				
Total	2090 \pm 48		35 \pm 12	10

2.1.2. Stimuli

- 先行研究と同じく, Figure 1 のふたつの問題を用いた
 - 次善解と最善解がある 2-solution problem と最善解のみの 1-solution problem

2.1.3. Design, procedure, and apparatus

- 手続きは先行研究とほぼ同じ
 - 時間無制限で最短手を探索するよう教示
 - 2-solution problem 群で最善解が見つからなかった人は 1-solution problem も行う
 - 実際に駒を動かすことは禁じた (内的処理のみ)
 - 発話は解を発表するときのみ (探索中は無言)
- 問題画面は、チェス界で一般的なソフト“ChaseBase 8”で作成
 - 400×400 ピクセルで、1 マスの実寸は 4.9×4.6 センチ
 - プラズマスクリーンから 70 センチの位置にあご置き
- 眼球運動測定装置は、iView 3 RED II infra-red remote eye-tracking device
 - サンプリングレートは 50 Hz

2.1.4. Eye movement analysis

- 参加者により解答時間が異なるので、6 分割して調整した (Knoblich et al., 2001)
 - 最初の 10 s と、最善解を発見する直前 5 s または次善解を発表する直前 5 s
 - それらを除いた残りの時間を 4 等分
- 次善解・最善解それぞれにとって重要なマスを選定するために、予備調査を行った
 - 本実験に参加していないエキスパート 8 名 ($M \text{ Elo} = 2294 \pm 192$)
 - 各マスの重要度を 7 件法で評定 (1: 全く重要ではない ~ 7: とても重要である)
- 結果は Table 2

Table 2
Importance estimates on a 7 point Likert scale (1, unimportant; 7, very important) of the squares for the smothered and optimal solution in the 2-solution problem, by a new group of experts who did not participate in the study

Square	Solution		Solution	
	Smothered mate		Optimal	
	M	(SD)	M	(SD)
b2*	1	(0)	5.3	(2)
h6*	4.8	(1.4)	6.9	(.4)
h7*	3.2	(1.4)	6.4	(.7)
g7*	3.1	(1.8)	6	(1.4)
f7*	6.6	(.7)	2.6	(1.7)
g5*	6.2	(1.2)	4.9	(1.6)
g8*	6.4	(.7)	3.9	(1.8)
e6	6.4	(.9)	6	(1.2)
f8	4.6	(2.1)	3.6	(2)
h8	4.8	(.8)	4.5	(.6)
g6	2	(1.4)	1.9	(1.4)
f6	1.9	(1.6)	2.4	(1.7)

* Indicates those squares where the difference in importance between the two solutions is significant at $p < .05$.

- 次善解にとっては重要だが、最善解にとっては非重要のマス (Figure 1a の□)
 - 次善解マス f7・g5・g8
- 最善解にとっては重要だが、次善解にとっては非重要のマス (Figure 1a の○)
 - 最善解マス b2・h6・h7・g7

- 次善解マス・最善解マスに 100 ms 以上停留した時間のみを分析対象とする

2.2. Results and discussion

- 1-solution problem 群の全員が最善解を発見した一方で、2-solution problem 群は全員が発見できなかった
 - 「より良い手を探したが、見つからなかった」と内省報告
 - しかし、その後の 1-solution problem では全員が最善解を発見した
- 2-solution problem と 1-solution problem における、次善解マス・最善解マスそれぞれに注視した時間割合の推移 (Figure 2)

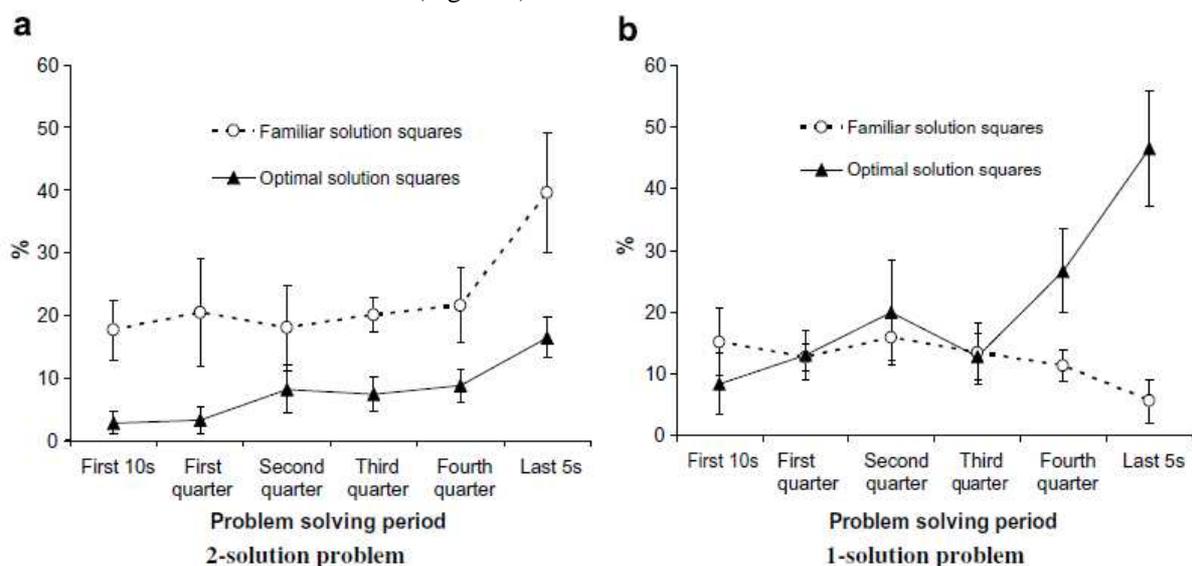


Fig. 2. Average percentage of time (\pm SE of mean) spent looking at squares crucial to the familiar (smothered mate) solution and optimal solution (f7, g5, & g8, and b2, h6, h7, & g7, respectively) as a function of time, for (a) players looking at the 2-solution problem and (b) players looking at the 1-solution problem (the two sets of squares are just a subset of the 64 squares on the chess board and the percentage spent on these three sets of squares is unlikely to reach 100%).

- 2-solution problem 群は、次善解が見つかった後、「より良い解を探した」と報告したが、実際には次善解マスを見続けていた
 - 彼らが言う「より良い解」とは、次善解に関わるものだろう
 - マスの種類と時間区分の交互作用なし ($F(5, 20) = 0.6, n.s.$)
- 一方の 1-solution problem 群は、最善解マスの注視時間が徐々に長くなっていき、最善解の発見に至った
 - マスの種類と時間区分の交互作用が有意 ($F(5, 20) = 11.9, p < .001$)

- 2-solution problem の後に取り組んだ 1-solution problem の注視割合の推移 (Figure 3)

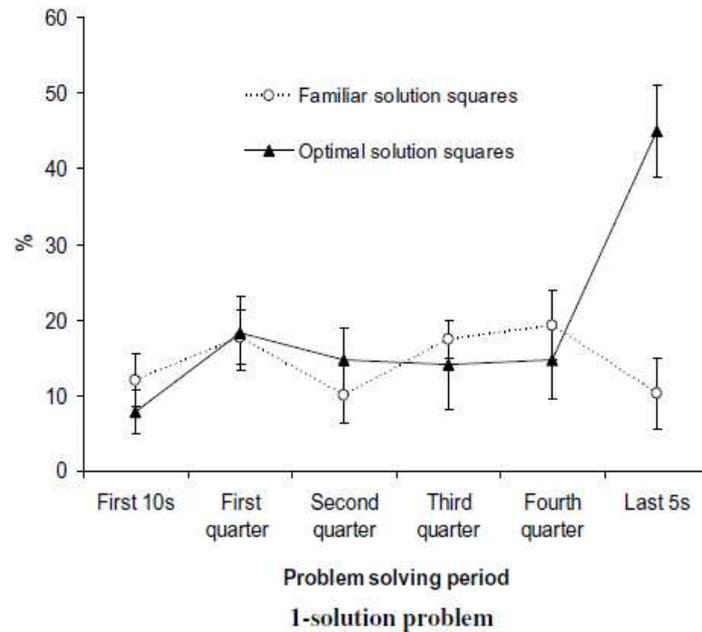


Fig. 3. Average percentage of time (\pm SE of mean) spent on familiar smothered mate solution squares and optimal solution squares in the 1-solution problem as a function of time for players who had previously seen the 2-solution problem (the two sets of squares are just a subset of the 64 squares on the chess board and the percentage spent on these two set of squares is unlikely to reach 100%).

- 1-solution problem 群の結果である Figure 2b に酷似
 - マスの種類と時間区分の交互作用が有意 ($F(5, 20) = 5.4, p < .001$)

3. Experiment 2

- 2-solution problem で最善解が見つからなくても、次善解による妨害がなくなった 1-solution problem では最善解を発見できたことに驚きはない
- しかし、1-solution problem に取り組んでいたときでも Einstellung effect による影響を受けていたかどうかは疑問である
 - 1-solution problem のみを行う場合と比べ、2-solution problem の後に 1-solution problem を行う場合はより難しく感じる？

3.1. Method

3.1.1. Participants

- これまでの実験に参加したことがないエキスパート 46 名 (Table 3)
 - 1-solution problem のみを行う群 23 名 (国際マスター・マスター・マスター候補)
 - 2-solution problem 後に 1-solution problem を行う群は, Bilalic et al. (2008)のデータを流用
 - 報酬なし

Table 3

The classification, mean Elo rating, mean age, and numbers of participants in Experiment 2

Classification	Mean Elo \pm SD	SDs above mean	Mean age \pm SD	n
<i>Group 1 (1-solution problem only)</i>				
International	2406 \pm 56	5	28 \pm 6	3
Master	2287 \pm 54	4	34 \pm 8	9
Candidate Master	2132 \pm 58	3	32 \pm 8	11
Total	2229 \pm 115		32 \pm 10	23
<i>Group 2 (2-solution problem, then 1-solution problem)</i>				
International	2449 \pm 26	5	37 \pm 12	3
Master	2316 \pm 60	4	39 \pm 14	9
Candidate Master	2129 \pm 45	3	27 \pm 14	11
Total	2224 \pm 129		33 \pm 14	23

Group 1 saw only the 1-solution problem. Group 2 had already seen the 2-solution problem but failed to find the optimum solution. (The Group 2 data are from Bilalić et al., 2008).

3.1.2. Stimulus

- 実験 1 と同様に, 2-solution problem と 1-solution problem

3.1.3. Design

- Einstellung あり群 2-solution problem 後に 1-solution problem を行う
- Einstellung なし群 1-solution problem のみを行う

3.1.4. Procedure

- 実験 1 とほぼ同じだが, 眼球運動の代わりに発話プロトコルを採った

3.2. Results and discussion

- 1-solution problem においては全員が最善解を発見した
- 各チェスレベル・各群の 1-solution problem の解答時間 (Figure 4)

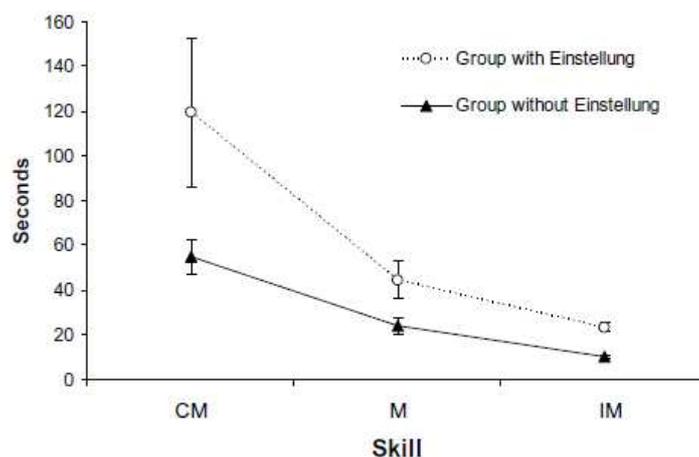


Fig. 4. The average time in seconds (\pm SE of mean) taken to find the optimal solution in the 1-solution problem by Candidate Masters (CM), Masters (M), and International Masters (IM) who had already failed to find it in the 2-solution problem (Group with Einstellung, $n = 23$) or who had not seen the 2-solution problem (Group without Einstellung, $n = 23$).

- Einstellung effectを受けていると、解答時間がほぼ2倍になる ($t(44) = 2.16, p = .036$)
 - 交互作用なし ($F(2,40) = 0.9, n.s.$)

- Einstellung effect は、それを引き起こした刺激を取り除いても、すぐには消えない

4. General discussion

- Einstellung effect は、他の解を探そうとするにもかかわらず、最初に思い浮かんだ考えに関連したところばかり見続けていたことが原因であることが明らかになった
- このメカニズムは、鋳型説 (Gobet & Simon, 1996; Gobet & Simon, 2000) や計算モデル (De Groot & Gobet, 1996; Gobet & Simon, 2000; Gobet et al., 2001) で説明できる
 - 当該の状況や問題が見慣れたものであると認知すると、すぐにそれを扱うためのスキーマが活性化する
 - そのスキーマに関連した箇所には注意が向けられるが、無関連の箇所には向けられない
 - 本研究における、次善解マスと最善解マスの結果と一致
 - また、鋳型説で“仮説”と呼ばれるもの（最も大きなチャンク・現在同定されているスキーマ）が、相性の良い情報に注意を向けさせる (De Groot & Gobet, 1996)
 - その結果、そのスキーマがその状況に最も適していると確証する (Keren, 1984)
- 2-solution problem では最善解を発見できないとはいっても、最善解マスに完全に盲目的だったわけではなく、多少は時間をかけて見ていた
 - 次善解の妨害によって、重要な箇所を調べる時間が少なくなったのかもしれない
- Einstellung effect の背後にある認知メカニズムは、一般の人にも特定領域のエキスパートにも当てはまる人間の普遍的な特徴である
 - これは、科学者はデータを客観的に評価できないかもしれないことを示している
 - バイアスが知らぬ間に影響しているにもかかわらず、科学者は穢れなき真実を探究していると信じ続けている (Gould, 1996)
 - しかし、複雑な現実世界においてはこの認知メカニズムは明らかに有用である
 - 手が届かないかもしれない最善解に労力をかけるより、そこそこの解を探すほうが好ましい (Simon, 1956; Simon, 1990)
 - Einstellung effect は、その否定的な副産物である