

When the goal in the way: The interaction of goal specificity and task difficulty

Jean E. Pretz & Corinne Zimmerman

Thinking & Reasoning, 2009, 15(4), 405-430

★ はじめに

◇ GOAL SPECIFICITY IN DYNAMIC PROCESS-CONTROL TASKS

- ▶ dynamic process-control task (complex dynamic control task)
 - コンピュータプログラムとインタラクション
 - ・ input の操作 → output の観察
- ▶ 不明確なゴールを与えたほうが、明確なゴールを与えるより input と output の関係をより学習する
(e.g., Burns & Vollmeyer, 2002; Geddes & Stevenson, 1997; Vollmeyer, Burns, & Holyoak, 1996)
- ▶ 明確なゴールは転移課題の正確さを減少させる

◇ TASK DIFFICULTY

- ▶ dual-process と goal specificity の対応
 - explicit な方略 = non-specific goal
 - ・ 意識的な仮説検証
 - ・ ルールベースで分析的(analytic)
 - implicit な方略 = specific goal
 - ・ 無意識的な処理(学習)
 - ・ 情報は連合的(associatively), 全体的に処理される
- ▶ 課題の難しさとタスク アプローチの交互作用 (Berry & Broadbent, 1984, 1988; DeShon & Alexander, 1996)
 - シンプル (ルールがわかりやすい)
 - ・ explicit な方略のほうがよいパフォーマンス
 - コМПレックス (ルールがわかりにくい, 難しい)
 - ・ implicit な方略のほうがよいパフォーマンス
- ▶ initial encoding による説明
 - 不明確なゴール = explicit
 - ・ 選択的に学習
 - 不適切な仮説
 - 悪いパフォーマンス
 - 明確なゴール = implicit

- ・ 非選択的
 - パフォーマンスの改善
- ▶ 仮説検証がよいパフォーマンスに繋がらないこともある

☆ TRANSFER

- ▶ Goal specificity 研究
 - Non-specific goal → 転移効果が強い (Vollmeyer et al., 1996).
- ▶ Berry & Broadbent (1988)
 - implicit な処理 → 転移効果が強い
 - 難しい問題解決課題において implicit に獲得された知識のほうが流動的

☆ RATIONALE AND HYPOTHESES

- ▶ 課題の難しさの操作
 - 難しくない問題 → SG < NSG
 - 難しい問題 → SG > NSG
- ▶ 転移課題への影響
 - パフォーマンスがよいのは
 - ・ goal specificity → non-specific goal (explicit)
 - ・ dual process → implicit (specific goal)

☆ THE BALANCE-SCALE TASK PARADIGM (Figure 1)

- ▶ コンピュータスクリーン上の天秤を見て、装置の状態を予測する (傾き, つりあい) (e.g., Inhelder & Piaget, 1958; Siegler, 1976)
 - 重さ
 - 支点との距離
- ▶ 課題の困難さ
 - 問題を操作
 - ・ visual rule (low)
 - ・ additive rule (low or medium)
 - ・ multiplication rule (low or medium or high)
- ▶ アプローチ
 - 教示を操作
 - NSG (non-specific goal) = explicit
 - ・ 予測を立てるために規則を見つけさせる
 - SG (specific goal) = implicit
 - ・ 規則の存在を伝えず, 予測のみさせる

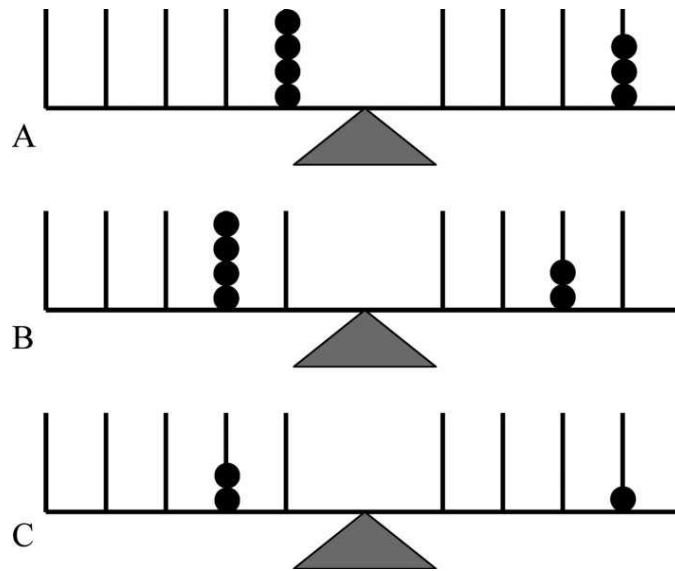


Figure 1. Panel A shows a low-difficulty problem (torque difference = 8; tips right). This problem can be solved using an additive rule (i.e., 4 weights + 1peg < 3 weights + 4pegs) or the multiplicative rule ($4 \times 1 < 3 \times 4$). Panel B depicts a medium-difficulty problem (torque difference = 2; tips left) for which either the additive ($4 + 2 > 2 + 3$) or multiplicative ($4 \times 2 > 2 \times 3$) rule can be used. Panel C depicts a high-difficulty problem (torque difference = 0; balance). The additive rule leads to an incorrect prediction ($2 + 2 < 1 + 4$); only the multiplicative rule ($2 \times 2 = 1 \times 4$) yields the correct answer.

- ▶ バランスの操作はできない
- ▶ 仮説
 - 困難さが低い→同等のパフォーマンス
 - ・ 知覚的な **visual rule** を用いて解決する
 - 困難さが中程度→ $SG < NSG$
 - 困難さが高い→ $SG > NSG$

★ EXPERIMENT 1

◇ Method

◇ *Participants*

- ▶ 学部生 72 名

◇ *Materials and procedure*

- ▶ 天秤のバランスについて予測する
- ▶ 難しさ: ルールとトルクの差から定義
 - low
 - ・ **visual rule** (見た目で見える)

- ・ トルクの差 5~15
- medium
 - ・ additive (加算) ルール
 - ・ トルクの差 0~4
- high
 - ・ multiplicative (掛け算) ルール
 - ・ トルクの差 0~4
- 各試行後にフィードバック
- ▶ 1ブロック 60 試行 × 5 ブロック
 - low 20 試行 medium 20 試行 high 20 試行
- ▶ 教示
 - NSG 条件
 - ・ 正しい予測を立てるのに役立つ規則を探す
 - ・ 各ブロック後に規則を発見したかたずねる
- ▶ 質問紙
 - ある図 (high difficulty) において, なぜバランスが取れているか?
 - ルールを見つけたなら, どのようなルールか?
 - 実験前に規則を知っていたか?
 - 規則を知っていたなら, 課題中に思い出せたか?

◇ Results

- ▶ 発見者 7 名 (NSG 条件)
- ▶ 正確さ
 - 2 (goal specificity) × 5 (block) × 3 (difficulty) の ANOVA
 - 主効果
 - ・ ブロック (Wilk's $\Lambda = 87, F(4, 67) = 2.58, p = .045$)¹
 - ・ 難しさ (Wilk's $\Lambda = .09, F(2, 69) = 357.14, p < .001$)
 - ・ goal specificity ($F(1, 70) = 4.12, p = .046$)
 - goal specificity と難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .91, F(2, 69) = 3.31, p = .043$)
 - ・ 難しさが
 - high → SG = NSG ($F(1, 70) = 0.12, p = .73$)
 - medium & low → SG < NSG
 - (medium $F(1, 70) = 11.63, p = .001$; low $F(1, 70) = 3.90, p = .05$)
 - 予測との乖離

¹ Λ 統計量は、 $0 \leq \Lambda \leq 1$ の値をとり、 Λ が 0 に近いほど 2 群間の差が大きく、 Λ が 1 に近づくほど 2 群間の差が小さくなる

- high → SG > NSG medium → SG < NSG low → SG = NSG
 - 規則発見者の正確さの上昇による
- ▶ 未発見者のみで比較
 - 2 (goal specificity) × 5 (block) × 3 (difficulty) の ANOVA (Figure 2)
 - 主効果
 - 難しさ (Wilk's $\Lambda = .06$, $F(2, 62) = 498.34$, $p < .001$)
 - goal specificity と難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .88$, $F(2, 62) = 4.14$, $p = .02$)
 - 難しさが
 - low → SG = NSG ($F(1, 63) = 1.45$, $p = .24$, $d = .31$)
 - medium → SG < NSG ($F(1, 63) = 4.40$, $p = .04$, $d = .54$)
 - high → SG > NSG ($F(1, 63) = 4.96$, $p = .03$, $d = .52$)
 - SG 条件では high 問題のブロック 5 の正確さがチャンスレベル以上 (SG $t(32) = 6.50$, $p < .001$; NSG $t(31) = 1.19$, $p = .24$)

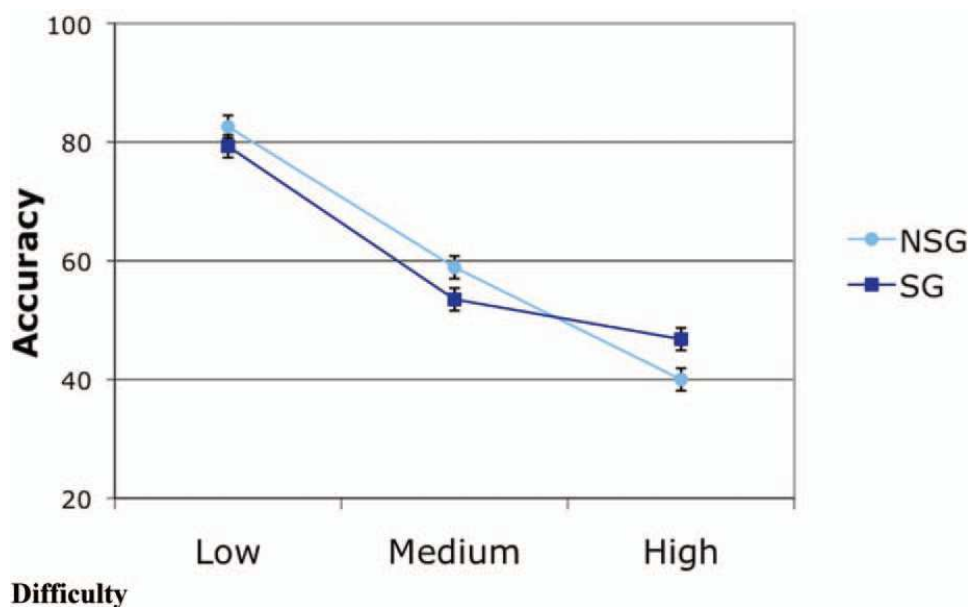


Figure 2. Accuracy as a function of task difficulty and goal specificity for Experiment 1. Participants in the non-specific goal (NSG) condition were explicitly given instruction to seek the rule while making predictions. Participants in the specific goal (SG) condition were simply instructed to make predictions.

- ▶ 反応時間
 - 未発見 (SG) < 未発見 (NSG) < 発見
 - 2 (goal specificity) × 5 (block) × 3 (difficulty) の ANOVA
 - 主効果
 - ブロック (Wilk's $\Lambda = .83$, $F(4, 60) = 3.08$, $p = .02$)
 - ブロックが進むと短くなる

- ・ 難しさ (Wilk's $\Lambda = .54, F(2, 62) = 28.82, p < .001$)
- ・ goal specificity ($F(1, 63) = 27.20, p < .001$)
- goal specificity と難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .83, F(2, 62) = 6.49, p = .003$)
 - ・ 難しさがあがるほど SG と NSG 条件の差が広がる (SG < NSG)
(low $F(1, 63) = 22.34, p < .001, d = 1.17$; medium $F(1, 63) = 25.49, p < .001, d = 1.25$; high $F(1, 63) = 29.25, p < .001, d = 1.34$.)

◇ Discussion

- ▶ 最も難しいとき受動的に課題を行う SG 条件のほうがパフォーマンスがよい
- ▶ 2つの説明
 - NSG 条件では間違っただルールに固着している
 - 複雑な情報処理では **implicit** な処理のほうがよい
 - ・ 主に中程度から低い難しさの問題を提示し、間違っただルールに固着させる
→ 実験 1 の結果がより大きくなる
- ▶ より **dual-process theory** に従うため
→ SG 条件ではより **implicit** に課題を行わせる
- ▶ 転移への影響の検討
 - 不明確なゴール = 転移を促進する
 - **implicit** な処理 = 転移を促進する

★ EXPERIMENT 2

◇ Method

◇ *Participants*

- ▶ 学部生 77 名

◇ *Materials and procedure*

- ▶ 実験 1 からの主な 3 つの変化
 - ① SG 条件における教示の変更
 - ・ 課題中に考え込まず、各問題に時間をかけずに行うように
 - ② 問題の分散
 - ・ 60 試行 × 4 ブロック
 - ・ low 25 試行 medium 25 試行 high 10 試行
 - ③ ポストテストと転移課題の追加
 - ポストテスト
 - ・ 15 の難しい問題 (フィードバックなし)
 - 転移課題は質問紙の頭に追加

- ・ 左の重りとつりあうように左右対称にならないように右のペグを記入
- ・ 確信度の評定

◇ Results and discussion

- ▶ 発見者 6 名 (SG 条件 2 名, NSG 条件 4 名)
- ▶ 正確さ
 - 未発見者のみで比較
 - 2 (goal specificity) × 4 (block) × 3 (difficulty) の ANOVA (Figure 3)
 - 主効果
 - ・ 難しさ (Wilk's $\Lambda = .08$, $F(2, 68) = 390.6$, $p < .001$)
 - goal specificity と難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .76$, $F(2, 68) = 390.6$, $p < .001$)
 - 難しさが
 - ・ low & medium → SG < NSG
(low $F(1, 69) = 3.91$, $p = .052$, $d = .47$; medium $F(1, 69) = 14.59$, $p < .001$, $d = .91$)
 - ・ high → SG > NSG ($F(1, 69) = 16.04$, $p < .001$, $d = .95$)
 - SG 条件では high 問題の正確さがチャンスレベル以上
(SG $t(35) = 6.65$, $p < .001$; NSG $t(34) = .10$, $p = .92$)

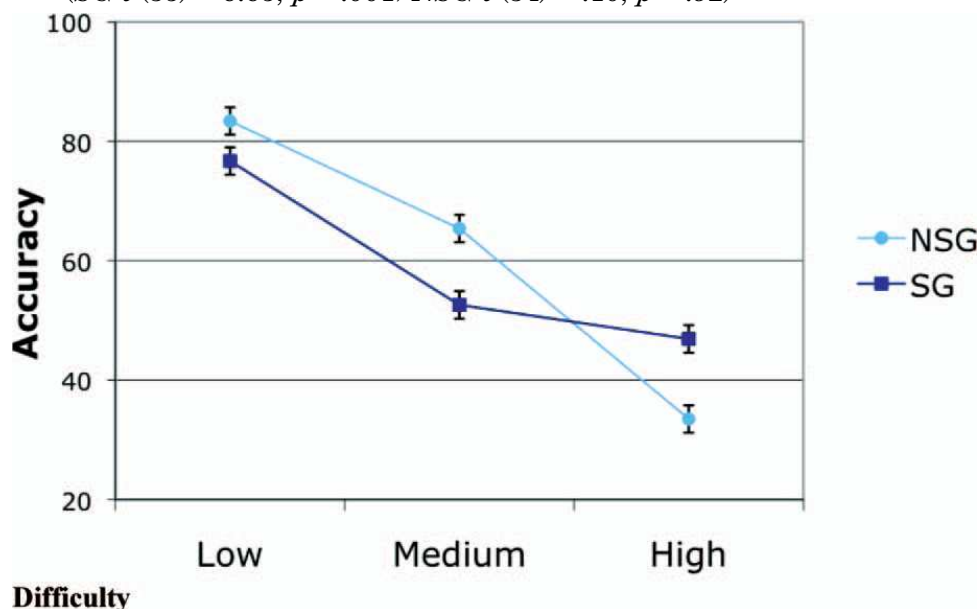


Figure 3. Accuracy as a function of task difficulty and goal specificity for Experiment 2. Difficulty was manipulated by including proportionally more low- and medium-difficulty problems.

- ▶ ポストテスト
 - 未発見者のみ

- SG > NSG ($t(69) = 2.58, p = .012$)
 - SG 条件ではチャンスレベル以上
(SG $t(35) = 4.19, p < .001$; NSG $t(34) = .05, p = .96$)
 - multi-peg(転移問題)と確信度では有意差なし
- ▶ 反応時間
- 未発見 (SG) < 未発見 (NSG) < 発見
 - 2 (goal specificity) × 5 (4?; block) × 3 (difficulty) の ANOVA (Figure 2)
 - 主効果
 - ブロック: ブロックが進むと短くなる
(Wilk's $\Lambda = .87, F(3, 67) = 3.39, p = .023$)
 - 難しさ: 難しいほど長くなる (Wilk's $\Lambda = .52, F(2, 68) = 31.83, p < .001$)
 - goal specificity: SG < NSG ($F(1, 69) = 33.65, p < .001$)
- ▶ 固着の効果が見られた
- ▶ 転移課題においては SG > NSG
- 固着の影響だろう
- ▶ 実験 3 では
- 規則発見と転移を最大にする
 - 診断的な事例で固着を減らす
 - 難しさ high でも SG < NSG となるか
 - 規則発見者が増えるだろう
- ▶ 発見, 未発見者の違いを見るために, 認知スタイルを調べる
- 発見者は analytical cognitive style だろう
- ★ EXPERIMENT 3
- ◇ Method
- ◇ *Participants*
- ▶ 学部生 89 名
- ◇ *Materials and procedure*
- ▶ 問題の分散以外は実験 2 と同様
 - 60 試行 × 4 ブロック
 - low 10 試行 medium 25 試行 high 25 試行
 - ▶ Rational Experiential Inventory (Pacini & Epstein, 1999)
 - 実験的/直感的・合理的(rational)/分析的(analytic) 傾向を調べる

- 5ポイントで答える20の項目

☆ Results and discussion

- ▶ 発見者 18名 (NSG条件のみ)
- ▶ 反応時間
 - 未発見 (SG) \cong 未発見 (NSG) < 発見
 - ・ NSG条件の未発見者はギブアップの状態となった
 - 2 (goal specificity) \times 4 (block) \times 3 (difficulty)のANOVA (Figure 2)
 - 主効果
 - ・ ブロック (Wilk's $\Lambda = .81, F(3, 66) = 5.15, p = .003$)
 - ・ 難しさ (Wilk's $\Lambda = .49, F(2, 67) = 4.85, p < .001$)
 - ・ goal specificity ($F(1, 68) = 7.11, p = .01$)
 - ブロックと難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .78, F(6, 63) = 3.0, p = .012$)
 - ・ medium と high ではブロックが進むと短くなる
 - ・ low は床効果だろう
- ▶ 認知スタイル
 - 発見者はより合理的(rational)
 - 発見者 > 未発見者(NSG) or 未発見者(SG) ($F(2, 83) = 9.53, p < .001$)
- ▶ 正確さ
 - 発見者(発見前)と未発見者で差が見られた ($F(1, 52) = 15.03, p < .001$)
 - 未発見者のギブアップ
 - 未発見者のみで比較
 - 2 (goal specificity) \times 4 (block) \times 3 (difficulty)のANOVA (Figure 4)
 - 主効果
 - ・ 難しさ (Wilk's $\Lambda = .14, F(2, 67) = 210.4, p < .001$)
 - ・ goal specificity ($F(1, 68) = 5.01, p = .028$)
 - goal specificity と難しさの交互作用 (Wilk's $\Lambda = .87, F(2, 67) = 5.13, p = .008$)
 - ・ 難しさが
 - low & high \rightarrow SG > NSG
 - (low $F(1, 68) = 4.25, p = .043, d = .49$; high $F(1, 68) = 9.24, p = .003, d = .73$)
 - medium \rightarrow SG = NSG
 - どちらの条件でも high 問題の正確さはチャンスレベル以上 (SG $t(34) = 8.33, p < .001$; NSG $t(35) = 2.47, p = .018$)

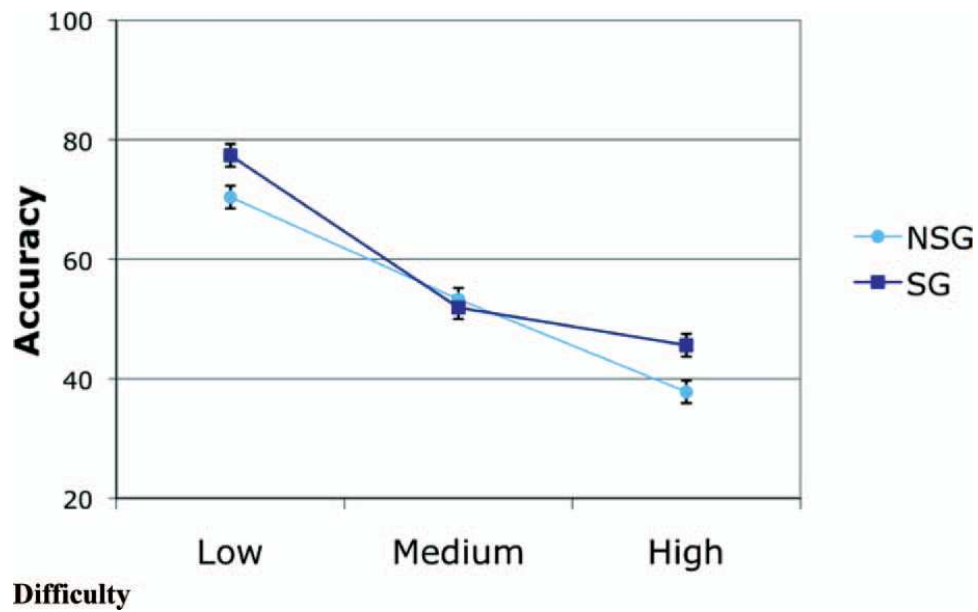


Figure 4. Accuracy as a function of task difficulty and goal specificity for Experiment 3. Difficulty was manipulated by including proportionally more medium- and high-difficulty problems.

- ▶ ポストテスト
 - 未発見者のみ
 - ・ $SG > NSG$ ($t(59) = 3.61, p = .001$)
 - ・ multi-peg と確信度では有意差なし
- ▶ 診断的事例により規則が発見されやすくなった
- ▶ 発見者は分析的 (analytical) ではない
- ▶ 未発見者においては
 - 実験 1, 2 よりも悪い結果となった
 - fixation はしなかった
 - ・ low と medium も悪い
 - NSG 条件における未発見者にとって規則発見が難しすぎた
 - ・ 1問あたりの時間が短い
- ▶ ポストテストの結果より
 - implicit な処理のほうが知識の当てはめに柔軟性がある
- ▶ 未発見者においては SG 条件のほうがよいパフォーマンスを示す
 - ポストテストにおいても正確性においても

★ GENERAL DISCUSSION

- ▶ 2つのおもな結論

- ① non-specific goal を与えると specific goal を与えるより規則推論の成功につながる
- ② non-specific goal を与えられて、規則を発見できなかった人はより難しい問題では SG 条件の参加者よりパフォーマンスが悪い
- ▶ ゴールの明確性の効果は課題がより難しい状況では異なる

☆ When the goal gets in the way

- ▶ 難しい問題においては SG アプローチのほうが NSG アプローチより良い (未発見者)
 - NSG → 固着
 - SG → 問題の解き方について柔軟な知識
 - ポストテストにおけるよい成績

☆ When the goal guides the way

- ▶ 発見者の認知スタイルはより分析的 (analytical) ?
- ▶ cognitive ability や motivational factor も成功に役割を果たすだろう

☆ Transfer

- ▶ ポストテストにおいては SG > NSG
- ▶ 転移問題において差はない
 - implicit な知識を使いにくい形であった
 - 最初の課題との時間差があった
 - implicit に獲得された知識の流動性の確認が必要

☆ Limitations and future directions

- ▶ いくつかの批判
 - 未発見者のみ分析に用いている
 - 発見者は NSG 条件のほうが多い
 - ・ NSG 条件における発見者の発見前と未発見者のパフォーマンスに差がない
 - 教示操作の力の疑問
 - 実は仮説検証をしていたのではないか?
 - ・ SG 条件の反応時間は半分
 - ほかの goal specificity の研究に比べ受動的すぎる(操作ができないから)?
 - NSG 条件には 2 つのタスク(ルールと予測)が課せられていた
 - ・ 難しい問題のみパフォーマンスが逆転したことを説明できない
 - ・ 将来的には認知負荷も検討すべき
- ▶ 将来的には
 - NSG 条件における発見者と未発見者をより系統的に調べるべきである

- ・ 認知スタイルがカギとなる
- ・ **cognitive ability** も重要だと考えられる
 プロトコルが有効であろう
- ・ **motivational factor** の影響も考慮すべきである

◇ Implications

- ▶ 現実的には直感に反した解決が必要な場合も多い
 - **explicit** な仮説検証に頼らないほうがいい
 - しかし場合によっては有効である
 - ・ 十分に分析的であれば, 仮説検証はより成功へ導く
- ▶ 仮説検証がうまくいかなかったらやめてみるのもいいかもしれない

★ Conclusions

- ▶ **explicit**, NSG アプローチはある人は成功に導く
- ▶ 考えるのが難しい状況では, 考えすぎないことが解決に導くこともある