

Insight Without Awareness: On the Interaction of Verbalization, Instruction and Practice in a Simulated Process Control Task

William B. Stanley, Robert C. Mathews, Ray R. Buss, and Susan Kotler-Cope

The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A: Human Experimental Psychology, Vol. 41, No. 3, pp. 553

-577, 1989

- 複雑な課題において、知識はどのようにして獲得されるか
 - 課題成績などの潜在的知識と、質問への回答成績などの言語化された顕在的知識に区分 (Evans, 1983; Berry & Broadbent, 1984; Broadbent, Fitzgerald, & Broadbent, 1986)
- 両知識の関係を検証した Berry & Broadbent (1984) の結果に関して、以下の疑義が残っている
 - 課題遂行後の質問紙回答であったため、遂行中に知識が言語化されたか不明
 - 試行数が少ないため、言語化可能な宣言的知識にまで達しなかった可能性がある
 - 言語報告の形式が遂行中の発話に影響した可能性がある

THE TASKS

- 砂糖課題 (Sugar Production Task) と個人課題 (Personal Interaction Task) を使用 (Berry & Broadbent, 1984)
 - 目標値の達成・維持を目的とする課題
 - 入力と同じであっても、現在の状態によって得られる出力が異なる (Table 1)
 - 両課題は表面的には異なるが、出力の計算式など構造的には同一

TABLE 1
A Series of possible Inputs and Outputs for the Sugar Production
Personal Interaction Tasks

<i>Sugar Production</i>		<i>Personal Interaction</i>	
<i>Work Force</i>	<i>Sugar Output</i>	<i>Subject's Behaviour</i>	<i>Clegg's Behaviour</i>
700	6,000	very polite	polite
900	8,000	very friendly	friendly
800	10,000	polite	affectionate
1000	7,000	friendly	very cool
900	12,000	polite	loving
1000	6,000	indifferent	very rude
1000	12,000	very friendly	very friendly
	9,000		friendly

Sugar Production

- 砂糖生産工場の管理者として、目標生産量 (6,000 トン) の達成・維持を行う課題

- 生産量の計算式: $P = (2 \times W) - P_1 + N$
 - > P 本試行の生産量 (1,000~12,000)
 - > W 労働力 (100~1,200; 12 段階; 参加者入力)
 - > P_1 直前試行の生産量 (1,000~12,000)
 - > N ノイズ (0, +1,000, -1,000)
- 初期生産量はランダム
- 生産量が 1,000 に満たない場合は 1,000 に, 12,000 を超える場合は 12,000 に調整
- 目標生産量を達成した場合はビーブ音でフィードバック
 - > ノイズを考慮し, 目標生産量 \pm 1,000 は達成と判定
- 入出力の履歴は図で表示

Personal Interaction

- 架空の人物 Clegg と親密さの異なる 12 種類の行為で対話し, 目標行為 (polite) に到達・維持させる課題
 - very rude, rude, very cool, cool, indifferent, polite,
very polite, friendly, very friendly, affectionate, very affectionate, loving
 - 行為の計算式: $P = (2 \times W) - P_1 + N$
 - > P 本試行における Clegg の行為 (12 種類)
 - > W 参加者の行為 (12 種類)
 - > P_1 直前試行における Clegg の行為 (12 種類)
 - > N ノイズ (0, +1 レベル, -1 レベル)
 - その他仕様も砂糖課題と同様

EXPERIMENT 1

- 課題遂行中の発話が成績に影響するか?

Method

Subjects.

- 学部生 77 名

Design.

- 発話 (なし: Control / あり: Original) \times 課題 (砂糖 / 個人) の 4 条件いずれかに参加者を割り振り
 - 発話なし-砂糖 ($n = 12$), 発話なし-個人 ($n = 12$), 発話あり-砂糖 ($n = 31$), 発話あり-個人 ($n = 22$)

Procedure.

- 10 試行 \times 20 ブロック (約 2 時間)

- 1 ブロックごとに目標値がランダムに変更
- 試行ごとに正誤フィードバックあり
- 発話あり条件のみの教示
 - “あなたの発話を参考にして、相方が後ほど同じ課題を行う”
 - “明確で具体的なことだけではなく、思いついたことは何でも発話すること”
 - “ブロック間の空白時間には、あなたがどのように入力を決めているかを伝えること”

Results

- ブロックごとの平均得点¹について、分散分析を実施 (Table 2)
 - 発話なし < 発話あり ($F(1, 73) = 5.20, p < .05$)
 - 発話あり条件において、砂糖課題 < 個人課題 ($F(1, 73) = 14.93, p < .0005$)

TABLE 2
Mean Scores Correct Per Trial Block for All Groups in Experiment 1

<i>Group</i>	<i>Sugar Task</i>		<i>Person Task</i>	
	<i>Score</i>	<i>n</i>	<i>Score</i>	<i>n</i>
Control (no verbalization)	1.97	12	2.85	12
Original (verbalization)	2.57	31	3.75	22

Discussion

- 遂行中の発話のみであっても成績は向上した
 - 40 試行しか行わなかった Berry & Broadbent (1984) では見られなかった効果
- 砂糖課題より個人課題のほうが易しかった
 - メンタルモデルと変数間の関係との一致しやすさの影響 (e.g., Wason & Johnson-Laird, 1972)
 - > 直前の状態に依存 個人課題では現実的, 砂糖課題では非現実的
 - > ノイズの発生 個人課題では“ちょっと機嫌が悪いようだ”などの表象形成が容易
砂糖課題では“雇いすぎるとサボるようだ”などの表象形成は困難

EXPERIMENT 2

- 学習者の発話を初心者に伝えることで、初心者の成績は向上するか？

Method

Design.

- 実験 1 発話あり条件の参加者に課題を 3 週間行わせ、学習者 (Original) とする
 - うち、3 週目最終 10 ブロックの平均得点が 4 以上の学習者の、3 週目の発話を提示に使用

¹ 得点のチャンスレベルは 1.1

- > 全ブロック累積で4~6 ページ
- 初心者として, 参加者を2条件に割り振り
 - ブロック発話条件 (Block-By-Block)
 - > 現在遂行中のブロックにおける学習者の発話を, 無編集状態で閲覧できる
 - 全発話条件 (Whole Transcript)
 - > 全ブロックの学習者の発話を, 初めから無編集状態で閲覧できる
- 実験1の2条件 (Control, Original) に, 実験2の条件を加えて比較
 - ブロック発話-砂糖 ($n = 11$), ブロック発話-個人 ($n = 12$), 全発話-砂糖 ($n = 11$), 全発話-個人 ($n = 12$)

Procedure.

- 全条件で発話を求めない以外は実験1と同様

Results

- ブロックごとの平均得点について, 分散分析を実施 (Table 3)
 - 条件の主効果が有意 ($F(1, 64) = 6.67, p < .005$)
 - > シェッフエの多重比較の結果, 全発話条件が他の条件より有意に高かった
 - > 一方, ブロック発話条件では有意差は見られなかった
 - 砂糖課題 < 個人課題 ($F(1, 64) = 28.36, p < .0001$)

TABLE 3
The Mean Scores Correct Per Trial Block for All Groups in Experiment 2

<i>Group</i>	<i>Week 1</i>	<i>Week 2</i>	<i>Week 3</i>
Sugar Task			
Original Learners	3.35	4.60	5.95
Block-By-Block Yoked	2.21	—	—
Whole Transcript Yoked	4.04	—	—
Control	1.97	—	—
Person Task			
Original Learners	4.17	6.01	6.45
Block-By-Block Yoked	2.67	—	—
Whole Transcript Yoked	4.70	—	—
Control	2.85	—	—

- 学習者の1~3週目の平均得点について, 分散分析を実施 (Table 3)
 - 主効果が有意 ($F(2, 1239) = 184.3366, p < .0001$)

- > すべての週の間で有意な差が見られた

Discussion

- 課題遂行に関わる最も有用な知識が、終盤の発話にのみ含まれていた可能性を示唆
 - ブロック全体の知識が提示されることで初心者でも成績が向上した
 - 一方、遂行中のブロックのみの知識では、初心者の成績が変化はなかった
 - > この知識はすでに 410 試行を終えた後のものであるにもかかわらず

EXPERIMENT 3

- 言語教示の方法を変えることで、課題成績は影響されるか？

Method

Design.

- 言語教示の方法により 4 条件を設定
 - 熟達者発話条件 (Expert Transcription) 学習者成績上位 3 名いずれかの 3 週目の全発話を提示
 - > 3 名の平均得点 砂糖課題 8.17, 個人課題 8.43
 - 記憶訓練条件 (Memory Training) 正しい解法の入出力例を提示
 - > 複雑な課題の場合、ルール発見を試みるより事例を経験するほうが知識を得やすい
(Brooks, 1978, in press; Reber, 1976; Reber, Kassir, Lewis, & Cantor, 1980)
 - ルール構築条件 (Rule Construction) 手がかり、指針、効率的・非効率的な解法の例を提示
 - > Berry & Broadbent (1984) で用いられた方法
 - 単純ルール条件 (Simple Rule) 明確で単純なヒューリスティックスを提示
 - > 最も学習が容易で、一貫して適用する際に最も効率的な方法
- 実験 1 の発話なし条件 (Control) に、以下の 8 条件を加えて比較
 - 熟達者発話-砂糖 ($n = 15$), 熟達者発話-個人 ($n = 15$),
 - 記憶訓練-砂糖 ($n = 15$), 記憶訓練-個人 ($n = 14$),
 - ルール構築-砂糖 ($n = 15$), ルール構築-個人 ($n = 14$),
 - 単純ルール-砂糖 ($n = 15$), 単純ルール-個人 ($n = 15$)

Procedure.

- 実験 2 同様、遂行中の発話は求めない
 - 熟達者発話条件 熟達者 1 名の全発話を 15 分間提示
 - 記憶訓練条件 正しい解法 12 試行を 5 分間提示後に自由再生 × 2
 - > 例: “900 人で 9,000 トン生産していたら 700 人を雇うこと。そうすると 5,000 トン生産できる。”

その後 6,000 トンを目指すためには 600 人を雇うこと”

- ルール構築条件 課題の性質に関する情報や、成績を向上させるための方法を 15 分間提示
 - > 例: Clegg は過剰に反応する傾向があること, Clegg の行為は直前の行為と参加者の行為で決まること, 正しい・誤った解法の例, 特定状況の最善解
- 単純ルール条件 ヒューリスティックスを言い換えたものを 5 分間提示
 - > 例: “現在の生産量と目標生産量間の労働力を選ぶことで, 目標に近づくだらう”

Results

- ブロックごとの平均得点について, 分散分析を実施 (Table 4)
 - 発話なし条件より, 4 つの言語教示条件はすべて有意に高かった ($F(4, 132) = 11.31, p < .0001$)
 - > ただし, 各言語教示条件の間の差は有意ではなかった
 - 砂糖課題 < 個人課題 ($F(1, 132) = 15.32, p < .0001$)

TABLE 4
The Mean Scores Correct Per Trial Block for All Groups in Experiment 3

<i>Groups</i>	<i>Sugar Task</i>	<i>Person Task</i>
Control	1.97	2.85
Expert Transcripts	3.41	4.80
Memory Training	4.63	5.33
Rule Construction	4.62	5.16
Simple Rule	4.00	5.91

Discussion

- 遂行中の発話がなくても, 事前の教示のみで課題成績を向上させることができた
 - ただ, 成績上位学習者の成績よりは低い
 - 内容の大きく異なる 4 つの言語教示ではあったが, 成績に差が見られなかった

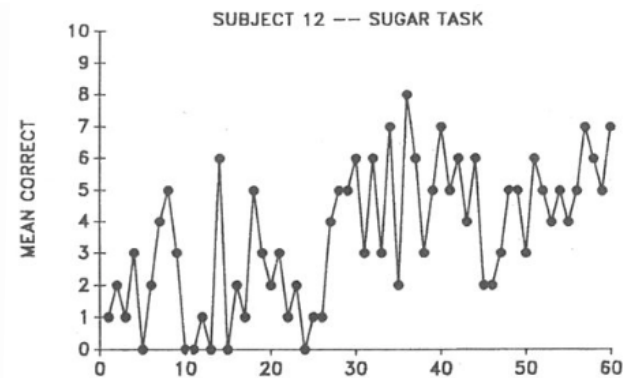
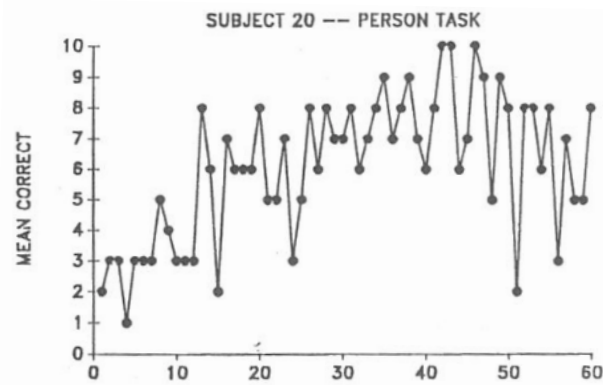
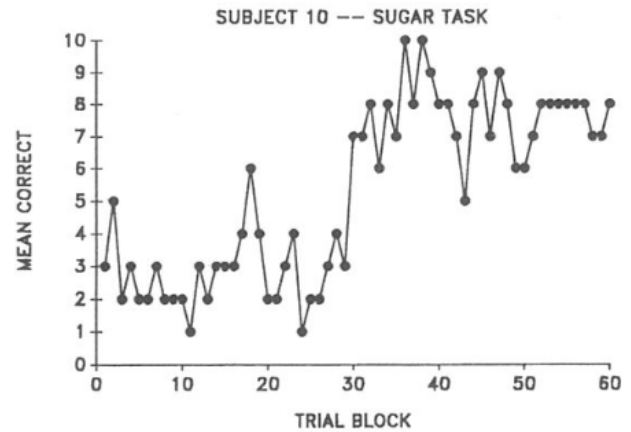
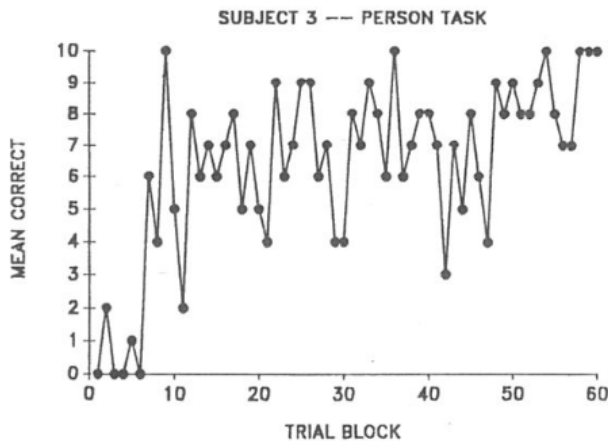
EXPERIMENT 4

- 宣言的 (言語化された) 知識が獲得される瞬間はいつか?
- 通常の学習と同じく, 学習者において安定期からの急激な成績向上が見られている (下図)
 - 二つの回帰直線で二分する手法 (split regression technique) で成績の境界点を特定

Method

Design.

- 学習者のうち, 以下の基準を満たす 6 名を選出し, その発話を初心者に提示



- 回帰二分法で明らかな境界点が検出でき、かつ目視でも確認できる
- ブロック6以降で成績の急激な向上があり、かつ以下の4レベルが1ブロック以上重複していない
 - > 初期ブロック (Initial Blocks) ブロック1~3の発話
 - > プレ境界点 (Pre-Cutpoint) 境界点直前3ブロックの発話
 - > ポスト境界点 (Post-Cutpoint) 境界点直後3ブロックの発話
 - > 最終ブロック (Final Blocks) ブロック58~60の発話

Procedure.

- 実験1の発話なし条件 (Control) と発話あり条件 (Original) に、以下の条件を加えて比較
 - 相方条件 (Yoked) 学習者6名の4レベルの発話のいずれかひとつを5分間提示
 - > 初期ブロック-砂糖 ($n = 12$), 初期ブロック-個人 ($n = 12$),
 - プレ境界点-砂糖 ($n = 12$), プレ境界点-個人 ($n = 12$),
 - ポスト境界点-砂糖 ($n = 12$), ポスト境界点-個人 ($n = 12$),
 - 最終ブロック-砂糖 ($n = 12$), 最終ブロック-個人 ($n = 12$)

Results

- ブロックごとの平均得点について、分析を実施 (Table 5)
 - 最終ブロックの発話を提示された場合のみ、発話なし条件よりも有意に成績が向上

TABLE 5
Mean Score Correct Per Trial Block for Selected Original and Yoked
Subjects as a Function of Verbal Instruction Condition in Experiment 4

<i>Group</i>	<i>No Transcript</i>	<i>Initial Blocks</i>	<i>Pre Cutpoint</i>	<i>Post Cutpoint</i>	<i>Final Blocks</i>
Sugar Task					
Controls	1.97	—	—	—	—
Originals	—	1.83	1.94	5.94	7.22
Yoked	—	1.93	2.20	2.57	3.00
Person Task					
Controls	2.85	—	—	—	—
Originals	—	2.11	2.28	5.39	6.39
Yoked	—	3.29	3.43	3.05	4.05

Discussion

- 課題成績が急激に向上した境界点と、言語化された知識が獲得される時点は異なる
 - 成績の境界点の時点では、学習者は遂行手続きの変化に意識的に気づいていない
 - > 熟達した行為は、意識的な変化を伴わず、潜在的に学習される

GENERAL DISCUSSION

- 課題成績と宣言的知識を完全に切り離すことはできなかった
 - 遂行中の発話は課題成績を向上させた (実験 1)
 - 学習者の発話を提示された初心者は成績が向上した (実験 2)
 - 様々な言語指示 (事例記憶指示, ルールベース指示, ヒューリスティック提示, 熟達者の発話提示) は、課題成績を向上させた (実験 3)
- 課題成績と宣言的知識の間には大きな乖離があった
 - 最終 3 ブロック (570 試行終了後) の発話しか、初心者の成績を向上させられなかった (実験 4)
 - > 課題成績が急激に向上する時点と、宣言的知識が獲得される時点が異なっていた
- 発話内容を見ると、手続き的知識を獲得する際には過去経験の情報が用いられていた可能性が高い
 - 概念的表象・メンタルモデル (e.g., Johnson-Laird, 1983)
 - > 例: “相手に polite になってもらいたかったら、自分から polite になるべきだから…”
 - > 言語化しやすいため、発話報告の際に使用されやすい
 - * 課題の現実性が、成績や獲得される知識に強く影響する
 - 関連イベントの系列記憶 (Esets, 1986a, 1986b)
 - > 例: “Clegg が very cold なら very friendly で返して、very friendly が来たら friendly を選んで…”

- > 具体性があるため，入力選択の際に使用されやすい
 - * 事実，実験3の記憶訓練条件では事例を強調することで成績が向上した

- 実験3において，どの言語化の方法が優れているかは結論が出なかった
 - 方法の教示は対立するルール数を単純に増やすことになり，さらなる練習を必要とするため
- 今回の結果は，言語化や言語教示が隠れたルールを活性化する上で有用であることを示した
 - ただし良い成績を得るためには，学習過程の潜在的な処理もまた必須だろう