

Reflective Verbalization Improves Solutions—The Effects of Question-based Reflection in Design Problem Solving

ANNEKATRIN WETZSTEIN* and WINFRIED HACKER

Dresden University of Technology, Germany

APPLIED COGNITIVE PSYCHOLOGY

Appl. Cognit. Psychol. 18: 145–156 (2004)

➤ 始めに

- ◇ 工業デザインの過程では同僚とのコミュニケーションが多くを占めることが特徴的であり、他者と話すことがデザイン課題を解決する最も重要なサポートとなる (Romer, Weishahn, Hacker, Pache, and Lindemann, 2001; Eckert & Stacey, 2001) .
- ◇ 本研究の目的
 - ✓ 他者と話すことは本当にデザイン的な問題解決をサポートするのだろうかを確かめること
(特にデザインの質において)
 - ✓ この効果はどうして起こるのかを説明すること
 - 他者に対して、問題や解決方法を解説したり、説明したり、正当化したりする中で、解決に至る手続きや解決法そのものに対してリフレクションが起き、解決が促進されるのではないか？
- ◇ Reflection
 - ✓ 自分自身の思考や行動について考えること (Schon, 1996; West, 1996) .
 - ✓ 自分自身の問題解決の方略や過程、ゴールについて分析をする .
 - ✓ 解決策が修正されたり、問題解決の方略を得たりする
- ◇ Different kinds of verbalization
 - ✓ simple think-around
 - ただ声に出しているだけなので問題解決を阻害したり、促進したりはしない (Ericsson and Simon, 1980, 1993)
 - ✓ 結果の説明・決断の正当化・手続きや結果の評価
 - ワーキング・メモリに関連する情報を引き出してこないといけないリフレクションを含んでいる
 - ナイーブな他者に質問させる
 - ・ why? where? what for? how?
- ◇ 課題の性質
 - ✓ デザイン課題におけるリフレクティブな言語化の効果はまだない
 - ✓ 先行研究は人工的な、特に知識を必要としない課題 ex. ハノイの塔

✓ デザイン課題は現実的な,多くの知識を必要とする課題 ex. 日用品のデザイン

◇ 検証すべき点

(1) Merz(1969) によれば,ただ声に出すのではなく,会話形式の言語化が有効
会話による言語化では,問題の分解,問題空間の広がり,代替案の作成などが起こり,新しいアイデアが生まれたり解決が促進されたりするであろう.

(2) 先行研究でリフレクションが問題解決を促進することの説明として

- ・ 手がかりへ注意の焦点が向けられる(Berry & Broadbent, 1984)
- ・ 思考のモードが切り替わり,表象が多様化する(Krause, Schleuser, Schack, & Bolten, 1995).

(3) 対話する相手が real な人間か virtual な存在かは重要な問題である

- ・ real であっても virtual であっても自分自身の問題解決過程への批判的なチェックは促進するだろう
- ・ しかし real な相手に説明する方がモチベーションが増加し,良い解決方法を発見するだろう

➤ RESULTS OF OUR PILOT STUDIES

◇ 予備調査 1

✓ 被験者: 71 名

✓ 課題: 庭用調理器具のデザイン (Materials で後述)

✓ 実験条件 (3条件)

(1) デザインした後に, ナイーブな他者からチェックシートに従って質問を受ける.
その後改良案をデザインする

(2) デザインした後に, チェックシートに一人で回答を書き込む. その後改良案をデザインする.

(3) 改良案をさらに考える

✓ 結果

- (1) > (2) > (3)

✓ 気になる点

言語化の効果

対話の効果

他者の存在

デザイン方略の適用

課題の中断による "incubation effect" (Anderson, 1980)

チェックによる時間の延長

◇ 予備調査 2

✓ 被験者: 73 名

- ✓ 課題： 庭用調理器具のデザイン (Materials で後述)
- ✓ 実験条件
 - 3 (デザイン方略の違い) × 2 (質問 vs. 中断) の被験者間実験計画
 - デザイン方略 (3条件)
 - 方略なし群
 - systematic (系統的な) 方略群
 - ・ VDI-standard (1993; a Design Methodology)
 - 問題を分割し, 部分ごとに代替案を考え, 最終的に部分ごとに最も良い案を統合して全体をつくる
 - opportunistic 方略群
 - ・ プロが使う方略
 - 全体と部分, ある部分から異なる部分へ行ったり来たりする
 - 質問 vs. 中断
 - 質問群: 初めのデザイン後に実験者の質問に答え, 改良案をデザイン
 - ・ 質問内容: 説明, 評価, 正当性
 - 中断群: 初めのデザイン後にフィラー課題をやり, 改良案をデザイン
 - ・ フィラー課題: 健康についてのアンケート
- ✓ 結果
 - 質問群のほうが質の高い改良案を作成した
- ✓ 対話型の質問によってもたらされた説明, 正当化は, 対象の構成部品と機能の因果関係を増加させた より基礎的な機能に関する再デザイン, 代替案の生成が引き起こされた

◇ 本実験の仮説

- ✓ 仮説 1 : 質問に基づいたリフレクティブな言語化の効果は opportunistic 方略を用いたほうが systematic 方略を用いるよりも顕著に出るだろう
- ✓ 仮説 2 : 質問に基づいたリフレクティブな言語化をするほうがフィラー課題をして起こるかもしれない “incubation effect” よりも効果的だろう
- ✓ 仮説 3 : 質問に基づいたリフレクティブな言語化をした群は改良するときに最初とはかなり異なるデザインをするだろう. 機能が明確化, 解決策が促進. フィラー群は機能が加わっただけで基本的なデザインの変化はないだろう.
- ✓ 仮説 4 : 質問に基づいたリフレクティブな言語化の効果は作業時間に依存しない

➤ METHOD

◇ Sample

- ✓ 様々なコースの大学生 60 名

- ✓ 専攻がデザイン以外, デザインの方略も知らない
- ✓ 平均年齢 22 歳, 女性 87 %, 男性 13 %
- ✓ 謝金: 20 DM (10 USD)

◇ 実験計画

- ・ 3 (デザイン方略の違い) × 2 (質問 vs. 統制(フィラー))の被験者間実験計画
予備調査2 と同じ
- ・ 各条件 10 名ずつ

◇ Materials

- ✓ 庭園用調理器具のデザイン (メカニカル・デザイナーの協同に関する研究で使用された課題, Romer et al., 2001)
- ✓ 以下の条件を満たすこと
 - 焼き網から炭までの距離が5 ~ 25 cm の間で完全に調節可能
 - 焼き網と炭が簡単に片づけられること
 - 安定していること
 - 電氣的な部品を使わないこと
- ✓ 大きさ, 素材は自由
- ✓ 課題はプリントで提示
- ✓ 最初のデザインは紙に鉛筆で作成, 最後のデザインはその紙にペンで作成

◇ Dependent variables

- ✓ 作品の質の客観的な評価
 - 実際の工業デザイナーが使用している基準を使用 (Langner, 1991)
 - 課題の条件を満たしているかどうか
 - 製造過程や素材の観点が抜けていないか
- ✓ 改良の種類(後述)
- ✓ 作業時間

◇ Procedure

- (1) 課題と実験条件ごとの方略が書いてあるプリントを読む
- (2) 時間制限なくデザイン課題を行う(プレテスト)
(19 ~ 111 分, 平均 55.3 分)
- (3) 実験群: 実験者がナイーブな質問者としてすべての部品と機能について以下の項目を質問
 - ・ これはどうやって動くの?

- ・ どうしてこのようにしたの？
- ・ この案のメリットとデメリットは？
- ・ もっといい案はある？

統制群：休憩しながら，健康についてのアンケートに回答

- (4) 時間制限なく改良案を作成 (ポストテスト) .「終わりました」と言ったら終了
- (5) デザイン方略についてのアンケートに回答

◇ Analysis

- ✓ 質の評価 (30 点満点)
 - 10 の観点を満たしているか
 - それぞれ 0 ~ 3 点ずつで評価
 - 0 点 (missing or not functioning)
 - ~ 3 点 (completely available or fully functioning)
- ✓ プレからポストへの変化のカテゴリ分類
 - 新しいアイデアがなく，訂正と付け加えで終わっている
 - 新しいアイデアが適用され
 - (ア) コンセプトが新しくなっている
 - (イ) 初めのものより向上している
 - (ウ) 機能の新しい説明がある
- ✓ 評定者
 - 工学の専門家と実験者
 - 評定が分かれた場合は話し合で統一

➤ RESULTS

◇ Figure 1 : 作品例

◇ 質の評価

- ✓ Table 1 : 質の評価の平均値
- ✓ 2 要因分散分析： デザイン方略による結果の違いはプレもポストもなかった
 - プレテスト： $F(2, 60) = 0.80, p > .05$
 - ポストテスト： $F(2, 60) = 0.32, p > .05$
 - 仮説 1 は棄却された
- ✓ ポストテストにおいて実験 (質問) 群は統制 (フィラー) 群よりも平均が有意に高かった
 - プレテストは有意差なし
 - プレテスト： $F(1, 60) = 0.41, p > .05$
 - ポストテスト： $F(1, 60) = 4.03, p < .05$
- ✓ 実験群も統制群もプレよりもポストのほうが高かった

- 実験群: $t(29) = 5.43, p < .001$ and $d = 1.4$
- 統制群: $t(29) = 2.03, p < .05$ and $d = 0.5$
- ✓ プレからポストへの上昇は統制群よりも実験群のほうが大きかった ($t(59) = 3.73, p < .01$)
 - 作業時間の影響ではない
 - 作業時間は実験群と統制群の間に有意差なし ($t(59) = 1.34, p > .05$)
 - 仮説 4 が支持された
- ✓ (デザイン方略) × (実験群 vs. 統制群) には交互作用はなかった (ポスト, $F(1, 59) = 1.22, p > .05$)
- ◇ プレからポストへの変化のカテゴリ分類 (Table 2 参照)
 - ✓ 実験群の30名中25名(83%) が解決策を修正。うち22名(73%) が質の向上を含んでいた
 - ✓ 統制群の30名中18名(60%) が解決策を修正。うち 7名(23%) が質の向上を含んでいた
 - ✓ 上記の割合の違いは有意であった
 - 83% vs 60% ($D = 23 > t_{0.05} = 19.2$)
 - 73% vs 23% ($D = 50 > t_{0.05} = 21.5$)
 - ✓ 実験群のほうがより向上していた 仮説 2 が支持された
 - ✓ 単にプレ作品に付け加えたり訂正したりした割合は実験群よりも統制群のほうが大きく、逆に新しいアイデアや機能の説明が変化した割合は統制群よりも実験群のほうが有意に大きかった 仮説 3 が支持された

➤ DISCUSSION

- ◇ 本研究は、デザインしたものを他者に説明し、評価するような、質問に基づくリフレクティブな言語化が解法の質の向上を導くことを確かめた
- ◇ リフレクティブな言語は課題が終わってから行うので、課題を中断させずにでき、現実場面でも取り入れやすいだろう
 - ✓ さらに今回の課題は多くの知識を必要とし、より現実場面に近い課題であった
- ◇ 心理的なメカニズムの解明
 - ✓ 本研究で課題への従事時間や”incubation effect” は質の向上を説明しないことが確かめられた
 - ✓ 課題解決のときにどのような方略を使用していても、リフレクティブな言語化は効果があること
 - ✓ “ではどのようなメカニズムが質の向上を導いたのか”
 - ✓ 会話形式のリフレクティブな言語化は説明や評価、正当化などを含む分析的な思考である

- ◇ リフレクティブな言語化はデザインの改良の仕方にも影響した
 - ✓ 言語化した群はより本質的な改良を行った
 - ✓ 統制群は単純な間違いを修正することが多かった
- ◇ 言語化による注意の焦点の効果： いままで気づかなかった点に気づく(Berry & Broadbent, 1984)
 - ✓ リフレクティブな言語化をすることによって...
 - 被験者は先に考えていたことと距離ができ、問題空間が広がる
 - 機能の説明をすることによって意図的に関係性の推論が行われる。これは問題空間の特化と解釈される
 - 思考のモードが多様化する。描画的な表象から概念的な説明のレベル
 - デザインの抽象化のレベルの変化が促進される (Krause et al., 1995)
- ◇ 今後の展開
 - real なパートナーと virtual なパートナーでは効果に違いがあるかどうか
 - リフレクションの効果がコミュニケーションの問題か認知的な問題かはっきりする
 - もしvirtual でも効果が同じなら研究室に対話エージェントを置いてデザインすれば経済的である
 - 言語化のプロセスと改良のプロセスが結合した研究
 - 会話時に用いた質問の分析
 - 課題に依存しない'neutral' な質問を用いた
 - この方略は工学デザインにおける思考をサポートするツールとなるであろう。

Table 1. Effect of the interventions 'question-based reflective verbalization' (experimental group) and 'break with filler task' (control group): arithmetic means (M), standard errors (SE), and effect sizes (d) of the solution quality before and after the intervention ($N = 60$)

Instructed strategy	Pretest (before intervention)		Post-test experimental group (after intervention)			Post-test control group (after intervention)				
	Experimental group	Control group	$M \pm SE$	Difference	Significance	d	$M \pm SE$	Difference	Significance	d
None	16.2 \pm 1.8	14.7 \pm 1.2	18.7 \pm 1.7	+2.5	0.05	1.44	15.3 \pm 1.3	+0.6	ns	—
Systematic	18.4 \pm 1.5	15.1 \pm 1.7	19.8 \pm 1.6	+1.4	0.05	1.32	15.6 \pm 1.7	+0.5	ns	—
Opportunistic	13.7 \pm 1.4	16.2 \pm 1.7	16.4 \pm 1.6	+2.7	0.01	1.54	16.6 \pm 1.0	+0.4	ns	—
All strategies	16.1 \pm 0.9	15.3 \pm 0.8	18.3 \pm 1.0	+2.2	0.001	1.40	15.8 \pm 0.8	+0.5	0.05	0.62

ns, not significant.

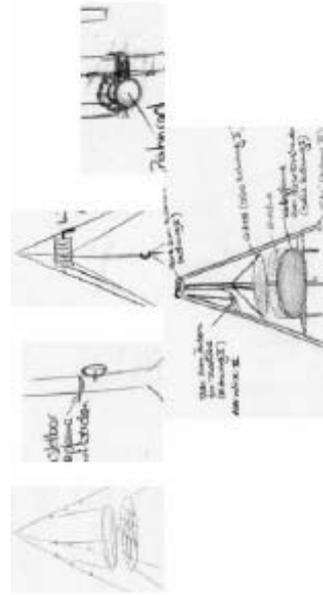


Figure 1. Design sketches of a participant

Table 2. Type of modifications of the sketches after the interventions: percentages of subjects who produced these modifications ($N = 60$)

Types of modification	Control group (%)	Experimental group (%)	Significance of the differences
Alternatives	10.0	43.3	0.01
Improvements	23.3	33.3	ns
Additional explanations of functions	10.0	36.7	0.05
Correction	39.9	16.7	0.05
Additions	43.3	36.7	ns

ns, not significant.