

The role of timing and analogical similarity in the stimulation of idea generation in design

Ian Tseng, Jarrod Moss, Jonathan Cagan and Kenneth Kotovsky
Design Studies, 29, (2008), 203–221

デザインプロセスの初期段階では、概念的なデザイン問題の solution を生成することが多い

- アイデア形成のためのブレインストーミングを用いた初期提案を用いた研究 (Osborn, 1957)
- 異なるアイデア生成手法の実験的比較 (Shah, 1998; Linsey et al., 2005)

デザイン初期の概念段階では、以前に行ったデザインなどに影響を受けやすい

(Janson and Smith, 1991; Purcell and Gero, 1996; Chrysikou and Weisberg, 2005; Perttula and Liikkanen, 2006)

- 既存のデザインに固着され、新しいデザインを発展させることができない
- この状況では、新しいアイデア形成は固着により阻まれる
- 類似したデザイン生成には有用であるが、例から新しいデザインを生成することは滅多にない

創造的アイデアのソースは、離れた距離にある関連する概念の結合にある

(Campbell, 1960; Simonton, 1999)

- 離れた距離にある関連する概念の結合に成功すれば、固着から脱することができる
- しかし、通常、このような類推の手掛かりを用いることは困難である
(Gick and Holyoak, 1980; Forbus et al., 1995)

しかし、実験的に類推の手掛かりを利用 (mapping) させることは可能である

- ▷ 課題を与え、未解決の状態を作る（課題遂行中に小休止を入れる）
 - 小休止中は、analogical mapping が起こりやすい (Christensen and Schunn, 2005)
 - インパス中の方が、新しい情報に影響を受けやすい (Moss et al., 2008)

表層的類似性と構造的類似性

- (本研究でも独立変数として使用)¹
- clock と watch
 - 機能，使用目的，見た目の類似
- bathroom scale と pressure gauge
 - 機能の類似，しかし，使用目的，見た目の類似性はない

研究の goal

- ▷ 未解決の課題遂行中に、明白な関連性がない情報（機能的に類似，しかし，使用目的，見た目の類似性なし）が提示されたときに、これらを問題解決に利用できるかを検討する
- ▷ 表層的類似性が、問題解決前（課題開始前）に提示されたときの影響を検討する

¹本研究では、ある種の“時計(タイマ)”をデザインさせる。デザイン中に小休止を設け、デザイン前、あるいは小休止中に以下の例を提示するような実験デザイン。

1 Hypothesis

1. 未解決の課題遂行時に、離れた関連性のある装置（手掛かり、情報）を提示すると、アイデア生成に影響を与えるか
2. 課題開始前では、明白に類似している情報の提示の方が、離れた関連性のあるものより、アイデア生成に影響を与えるか
3. 機能的な原理が転移するか（機能的な原理は、本研究では構造的類似ととらえる）

2 Methods

- ▷ “time-keeping device” をデザインすることを要求
 - 一般家庭にあるものを使用してデザイン (Figure 1 のリスト)

2.1 Participants

- ▷ 大学生 71 名（無給）

2.2 Design and materials

- ▷ 参加者が行う課題 (Design Problem) は共通 (Figure 1)

The clock is one of the oldest human inventions, requiring a physical process that will proceed at a known rate and a way to gauge how long that process has run. As the seasons and the phases of the moon can be used to measure the passage of longer periods of time, shorter processes had to be used to measure off hours, minutes, and seconds.

You need to come up with as many of these shorter processes to measure the passage of hours, minutes, and seconds as you can in ten minutes. The time measurement does not have to be in any known unit so long as it is repeatable so that you can repeat it with a clock at a later time.

You are alone in a large featureless room with no windows, a door with doorknob, a hanging light fixture on the 10-foot ceiling, and a sink and drain with working tap.

The only other items in the room are:

Three rolls of adhesive tape	a blue click-type ballpoint pen
a roll of twine	a 12" wooden ruler
a 1 qt Tupperware container with lid	a 3 kg lead weight with hook
a gallon metal can of black latex paint with lid	a 8" tall candlestick with holder
a 2" wide paint brush with wooden handle	a box of matches
a 7 foot aluminum ladder	a thermometer
a 6" serrated hunting knife	a handle (large bottle) of vodka

Please draw or describe the concept of your solutions in order in the boxes provided and mark the time as projected by the laptop in the front of the classroom to the second (hh:mm:ss) in the space provided when you finish each solution. More pages are attached as needed.

Figure 1. 時間を測定する装置をデザインするように要求 .

▷ 資料（参加者に提示する情報：3種類）

- Three-clocks description (Figure 2 では “Clocks”)
 - Grandfather clock, Windup clock, Quartz wristwatch についての記述
 - “表層的類似性あり” として
- Three distant device description (Figure 2 では “Devices”)
 - Heart rate monitor, Cassette tape deck, water meter についての記述
 - “表層的類似性なし” として
- filler (Figure 2 では “Filler [12]”)
 - 関係のないニュース

▷ 要因計画（実験条件）: Figure 2

- control ($N = 18$): 課題遂行前, 課題遂行中に filler を提示
- clocks before ($N = 17$): 課題遂行前に Three-clocks description を提示
- devices-before ($N = 18$): 課題遂行前に Three distant device description を提示
- devcies-during ($N = 18$): 課題遂行中に Three distant device description を提示

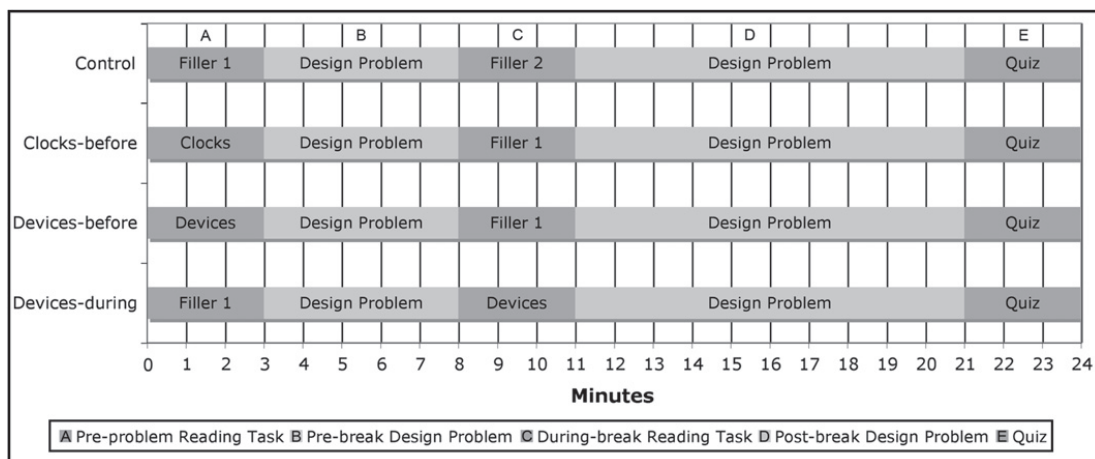


Figure 2. 条件ごとの流れ

▷ “Quiz” について

- 提示した資料に対するクイズ
- 資料の内容を把握していたかチェックするために実施

2.3 Procedure

- 基本的に, Figure 2 の流れ
- B では, なるべく多くの数をデザインするように要求
- 回答例は Figure 3
- D では B と同じものを記述することは不可. ただし, 機能追加などは可.

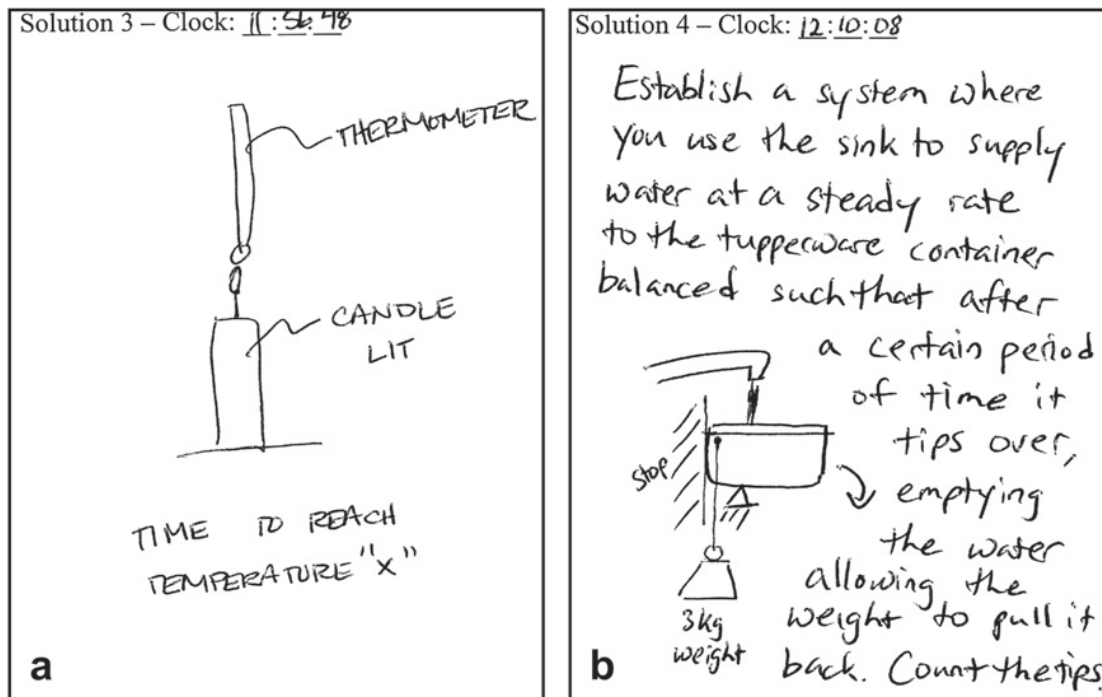


Figure 3. 回答例．回答後，回答完了時刻も記述．

2.4 Data analysis

- デザインに対し，機能ごとにカテゴリ化 (Table 1)
 - Figure 3 (a) だと，‘Rate of Heating/Cooling’ solution
 - 15 カテゴリ + その他 (3%) に分類
 - 複数のカテゴリに属する場合 (4%) には，各カテゴリに均等割り (例：.5 ずつ)
 - 教示違反とみなせるデザイン (4%) を分析対象から除外
 - 第 1 コードと，第 2 コード (各条件の 5 人分のデータのみ) の一致度 = .89 (Cohen’s Kappa .87)
- 4 つの指標を設定
 1. total number of designs : 参加者ごとの全デザイン数
 2. number of functional repeats : ある参加者が生成したデザインのカテゴリ数の数 (ある参加者のデザインがくり返し同じカテゴリに属した数)
 3. number of functionally distinct : ある参加者が少なくとも 1 つのデザインで，使用したカテゴリ数
 4. novelty : Jansson and Smith (1991) の指標を使用

$$n = 1 - \frac{\text{他の参加者によって生成された機能的に類似したデザイン数}}{\text{全参加者によって生成されたデザイン数}}$$

n を参加者の生成したデザイン数で割る

3 Results

- Figure 4：上記指標の 1～3
- Figure 5：上記指標の 4

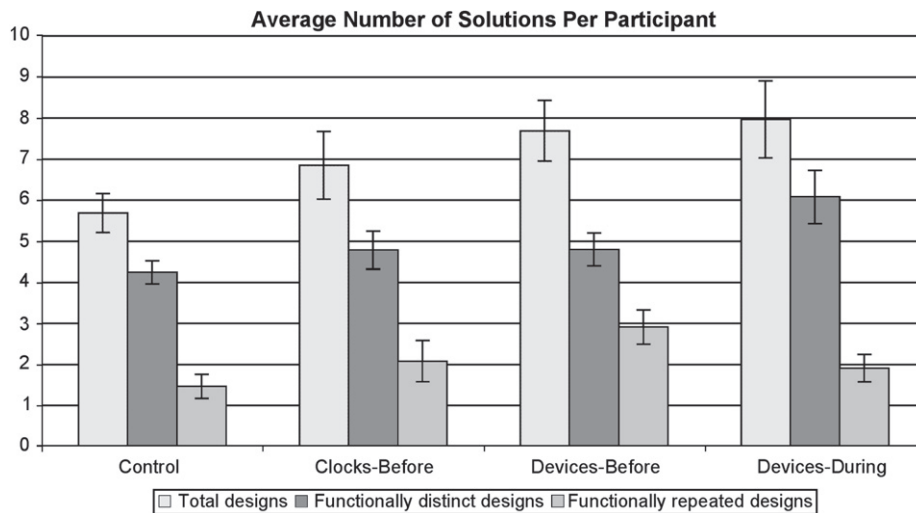


Figure 4. Average number of solutions per participant.

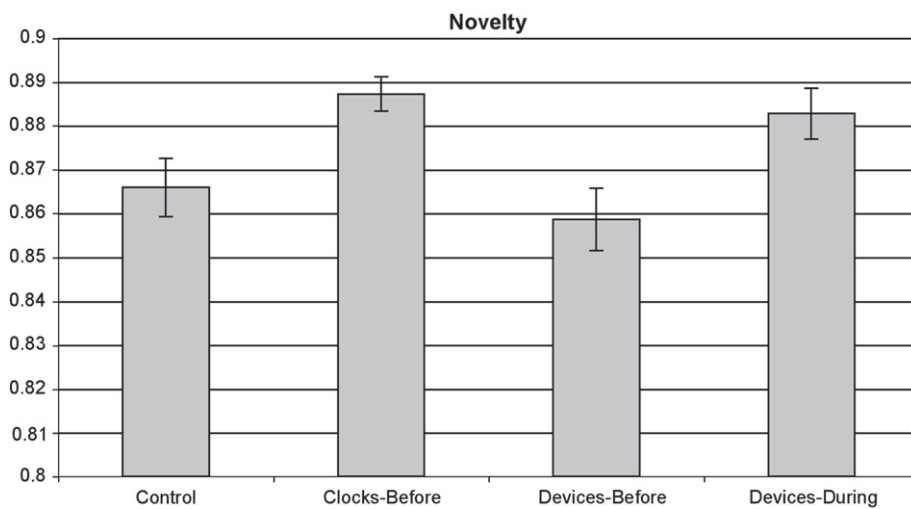


Figure 5. Average novelty per condition.

- クイズでは平均 88%の正答率
 - 条件間で有意差なし

3.1 Open goals and distantly related devices

第 1 の仮説を検証

- devices-before 条件と devices-during 条件を比較²

²しかし、直接比較だけでなく、各条件と統制条件の比較も行っている。

- devices-before vs. control
 - total designs : devices-before > control ($t(34) = 2.28, p = .03$)
 - functionally repeated : devices-before > control ($t(34) = 2.92, p = .006$)
 - functionally distinct : *n.s.*
 - いくつかの情報はデザイン数に認識され、応用されたが、多様性には用いられなかった
 - devices-during vs. control
 - novelty : devices-during > control ($t(34) = 1.92, p = .06$:傾向)
 - total designs : devices-during > control ($t(34) = 2.11, p = .04$)
 - functionally repeated : *n.s.*
 - functionally distinct : devices-during > control ($t(34) = 2.50, p = .02$)
 - devices-during vs. devices-before
 - novelty : during > before ($t(34) = 2.63, p = .01$)
 - functionally repeated : during > before ($t(34) = 2.03, p = .05$)
 - functionally distinct : during > before ($t(34) = 1.87, p = .07$:傾向)
 - 小休止前後に分けて、functionally distinct を詳細に分析
 - ・ 小休止前 : *n.s.*
 - ・ 小休止後 : during > before ($t(34) = 2.54, p = .02$)
- ▷ よって、第 1 の仮説を支持

3.2 Surface similarity

第 2 の仮説を検証

- clocks-before 条件と devices-before 条件を比較
 - total designs, functionally repeated, functionally distinct : *n.s.*
 - novelty : clocks-before > devices-before ($t(34) = .346, p = .002$)
 - また、novelty は、clocks-before > control ($t(33) = 2.73, p = .01$)
 - 表層的類似性が高い例を示したほうが、novelty が高い
- ▷ よって、第 2 の仮説を支持

3.3 Priming of design solution

第 3 の仮説を検証

- 転移が行われたか否かをカテゴリごとに分析するため、Wilcoxon 順序検定を使用
 - テープの巻き戻し/引っ張り solution で、during > control ($W = 125.5, p = .078$:傾向)
 - three obtained heart rate solution は、distant devices description でのみ発生

→ しかし、統計的に分析するには少数

- 予測していなかった発見 – 反対の性質をもつ2つのカテゴリ
 - rate-of-flow/fill solution vs. drip solution
 - * flow/fill：液体がコンテナから出る/に入ることによって時間を測定
 - * drip：液体の落ちた数をカウント
 - devices’ では flow/fill が多く、clocks では drip が多かった
 - tradeoff の関係であった
- ▷ (特定のカテゴリに固着させることができ、それらがトレードオフの関係であったので、転移したとみなし、第3の仮説を支持)

4 Discussion

- 未解決のゴールが距離的に離れた関連情報の獲得・利用に影響を与えることが示された
 - 関連していると認識されていなくても、転移はおこるという先行研究とも矛盾しない
- Moss et al. (2007) では、未解決の問題に対する情報獲得の影響は、問題解決中以外でも起こることを指摘
 - これは単純な問題に対してであったが、本研究ではより複雑に、また、類推的転移の観点からこのことを示した

(デザインの観点からの固着について)

- デザイナは初期には容易にアイデアを生成できる
 - しかし、その後、生成されたアイデアに固着する
- 初期のアイデアは、デザイナーの記憶からの抽出した事象の頻度と、時間的近接によって説明 (Wiley, 1998)
 - その後の固着は克服することが困難(たとえ小休止を入れても)
 - しかし、未解決の状態で新しい情報を提供することで、固着を克服することを支援できる

5 Conclusions

今後の展望

- 類推の手掛かりや、タイミングがデザインの分野のアイデア生成に役立つことを示した
 - 最適な提示タイミングなどを調べる必要がある

Table 1 Average number of ideas per participant in each category

	Pendulum period	Swinging rate of decay	Rate of drip (counting drip sounds)	Rate of flow/fill (amount of liquid)	Rate of burn	Unwinding or pulling of tape	Rate of heating or cooling	Rate of paint drying
Control	0.44	0.11	0.26	1.20	1.50	0.06	0.67	0.11
Clocks-before	0.74	0.06	0.71	0.71	1.62	0.24	0.74	0.12
Devices-before	0.94	0.00	0.22	1.61	2.03	0.17	0.89	0.28
Devices-during	0.61	0.06	0.25	1.67	1.44	0.33	0.89	0.33
Average	0.68	0.06	0.36	1.30	1.65	0.20	0.79	0.21

	Rate of free fall or inclined rolling (gravity)	Repetitious conscious behavior	Heart rate	Drink the vodka	Weight equilibrium	Rate of evaporation	Rate of spring release	Other
Control	0.28	0.50	0.00	0.17	0.20	0.11	0.00	0.06
Clocks-before	0.56	0.44	0.00	0.12	0.03	0.29	0.18	0.29
Devices-before	0.78	0.06	0.11	0.06	0.00	0.22	0.11	0.19
Devices-during	0.42	0.56	0.06	0.33	0.14	0.36	0.14	0.36
Average	0.51	0.39	0.04	0.17	0.09	0.25	0.11	0.23