

Graphical representation in graphical dialogue

Healy, G. T., Swoboda, N., Umata, I., Katagiri, Y.
Int. J. Human-Computer Studies (2002), 57, 375-395

1. Introduction

⊕ 絵画 (drawing):

- ・ 内的表象を構築するためのシステム (communication as system of representation)
- ・ 外的インタラクションの手段 (mode of interaction)

言語コミュニケーションの観点からこの2つを分類すると

- 言語表象システム
 - ・ 意味論
 - ・ 統語論
- インタラクションの手段
 - ・ バックチャネル: 会話における受け返しの促進や話者交代のコミュニケーションの維持 e.g. “ Yes ” とか “ Uh-huh ”
 - ・ ターンテイキング: 話し手と聞き手の把握と交代による相互理解を形成する規範的なやり取り

多くの研究では、絵画自体を研究対象としていたが、本研究では、コミュニケーション時にどのようにして絵画が用いられるのかに注目する

⊕ 絵画を用いたインタラクションの研究例

- 建築場面: 建築家とクライアントとの複雑なやり取り (Neilson & Lee, 1994)
 - 談話場面: 説明活動における絵画の利用 (Engle, 1996)
 - 臨床場面: 失語症の患者のコミュニケーションの補助 (Lyon, 1995)
 - 技術開発場面: マルチモーダルインタラクションの開発研究 (Bly, 1988)
- これらの研究は、インタラクション (コミュニケーション) における絵画の役割 (手段) を取り上げてきた

⊕ この研究のねらい

- 上記の研究では、インタラクションの手段の一つとして絵画を扱ってきたので (副次的な扱い)、本研究では絵画によるインタラクションに注目する
- 自然言語と同様に、‘ インタラクションの特質 ’ がどのようなタイプの絵画を描くのかに影響を及ぼすという点に注目 (Haley et al, 2001)
- 絵画のタイプとインタラクションの特質の関係について実験的に検討する

1.1. Structure of the paper

- 筆者らが行った先行研究のレビュー (Haley et al, 2001)
- 課題の性質と、経験による絵画の描写にどのように影響するかを議論

- この研究で行った筆者らの心理実験を紹介
- インタラクションの特質が絵画の描写に影響を及ぼす

2. The music drawing task

⊕ 先行研究で用いた課題の説明

- 実験課題：「Pictionary party task」の改変
パーティーゲーム。2～4チームに別れ、カードに書かれている単語について代表者が絵を描く。そしてチームのメンバーがその絵を見てカードに描かれている単語を当てるというゲーム。
- 実験状況：
 - ・ 被験者はペアで編成される
 - ・ 被験者は異なる部屋に移動し着席
 - ・ 同じもしくは異なる音楽が流れる
- 課題
 - ・ 実験者は、流れる音楽に関する絵を描く
 - ・ 絵は、二人で同時に共有して使えるホワイトボード (virtual white board) を用いて描く
 - ・ 文字や記号を用いてはいけない
 - ・ 二人が絵を描き終え、同じかどうかを二人で判断した後、回答のボタンを押す。このとき正誤のフィードバックは毎度受けることになっている。
- (Figure1, 2 を参照)

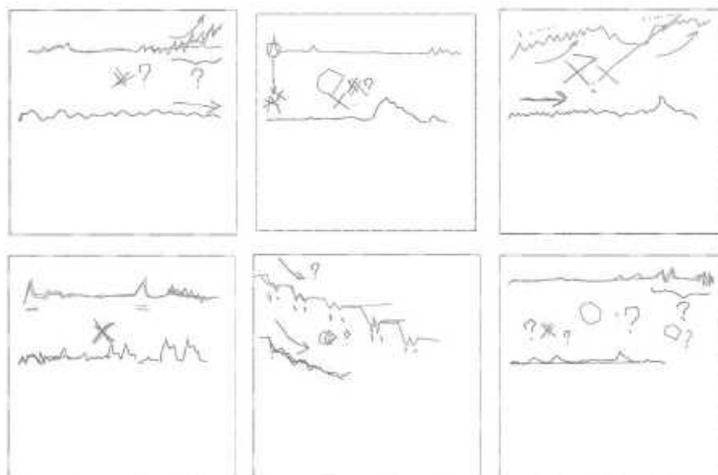


FIGURE 1. Sequence of Abstract drawings by a pair (matching task).

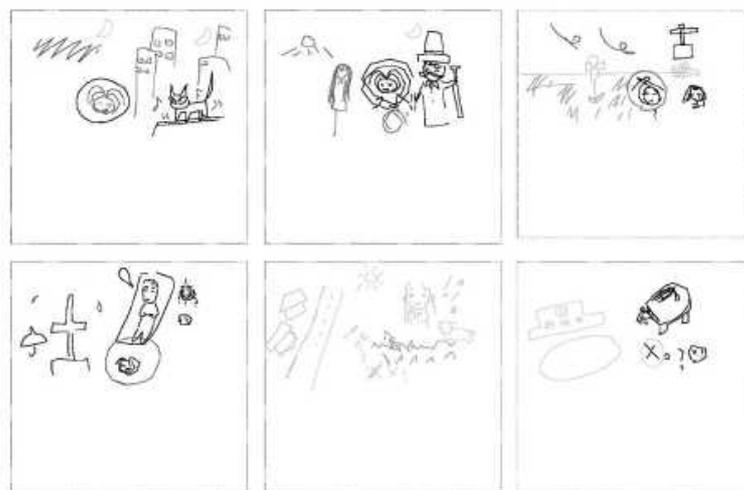


FIGURE 2. Sequence of Figurative drawings by a pair (matching task).

2.1. Music Drawing types

⊕ 観察された3タイプの絵

- 抽象的 (Abstract)
- 形象的 (Figurative)
- 合成的 (Composite)

⊕ 抽象的な絵 (Fig.1)

➤ 特徴

- ・ 線、斑点、一筆書き

音楽構造の諸相の関する内容を表現している

e.g. ピッチ、強調度、和音、構造リズム etc

⊕ 形象的な絵 (Fig.2)

➤ 特徴

- ・ シーンや状況

E.g. Jazz: カクテルバー、マンハッタンのスカイライン

⊕ 合成的な絵

- 上記の二つのものを組み合わせた絵

■ インタラクション (コミュニケーション) の特徴に関する分析

- 二種類の絵画のタイプは、インタラクションの特質に依存する

1. 事例分析: 相手が書いた絵と同じタイプの絵を描く傾向にある (Fig.1, 2)

- 自然言語の談話処理と類似している; 発話内容とシンタックスが同期する

2. 統制実験 (インタラクション有/無): コミュニケーションの特質の違いの結果

- ・ 有条件: 二人同時にホワイトボードに書き込むことが可能で、内容を書き

加えたり消したりすることが可能

- ・無条件：一方のみが絵を描く事ができる。
 - インタラクティブ条件：抽象的な絵
 - 非インタラクティブ条件：形象的な絵
- (Table1 参照)

TABLE I
Distribution of drawing types

Task Version	Drawing type			
	Abstract (%)	Figurative (%)	Composite (%)	None (%)
Interactive	59	21	16	4
Non-interactive	27	64	8	1

2.2. Effects of interaction

- ⊕ 各条件における抽象的な絵と形象的な絵の描き方の違いについて
 - 描き方の違い：音楽に対して構築する意味モデル (semantic models) の違いと、コミュニケーションの (communicative coordination) 特質によって変わってくる (Healy, 2001)
- ⊕ 意味モデルとコミュニケーション
 - 1：構成化 (compositionality) と一般化 (generalization) の仕方に違い
 - ・抽象的な絵：提示される音楽の個々の音源 (要素) に関する内的構造を生成し、記述する
 - ・形象的な絵：提示される楽音の内的構造を生成することはなく、全体のレイアウト像の記述する
 - 2：コミュニケーションの調整 (communicative coordination) の違い
 - ・抽象的な絵：個々の音源に関する詳細な情報の描写 緻密な情報交換
 - ・形象的な絵：個々の音源に関する詳細な情報の描写が少ない 大まかな情報提供
 - 実験結果からみる描画タイプの違い

直接的なインタラクションを可能にする条件では、緻密な情報交換を可能にし、抽象的な絵を描いた。また、非直接的なインタラクション条件では、意味的なコミュニケーションの調整は困難であることから、自由度の高い形象的な絵を描いていた。

2.3. Drawing effects and collaborative effort

- ⊕ 上記で述べた点以外による、描き方の違いに関する仮説
 - 仮説 1：インタラクションの特質とタスクの特性による描き方の違い (タスクの要因)

- ・ 非インタラクションでは、参照課題のように比較が自由に行えない状況なので大まかな描写しかできない
- ・ インタラクションでは、直接的な比較が自由に行えるので抽象度の高い描写までできる

➤ 仮説2：インタラクションによる絵画の能率性の促進（時間の要因）

自然言語の対話

- ・ 複雑さの軽減 語彙のグラウンディングや言い回しの変化（Clark & Wilkes-Gibbs, 1990）

絵画コミュニケーション

- ・ 絵画的な描写から抽象的な描写への移行(Fig3 参照)
- ・ 複雑さの軽減
- ・ グラウンディング

抽象的な絵画は、絵画に関する能率は、グラウンディングによってより最小限の努力によって描かれる

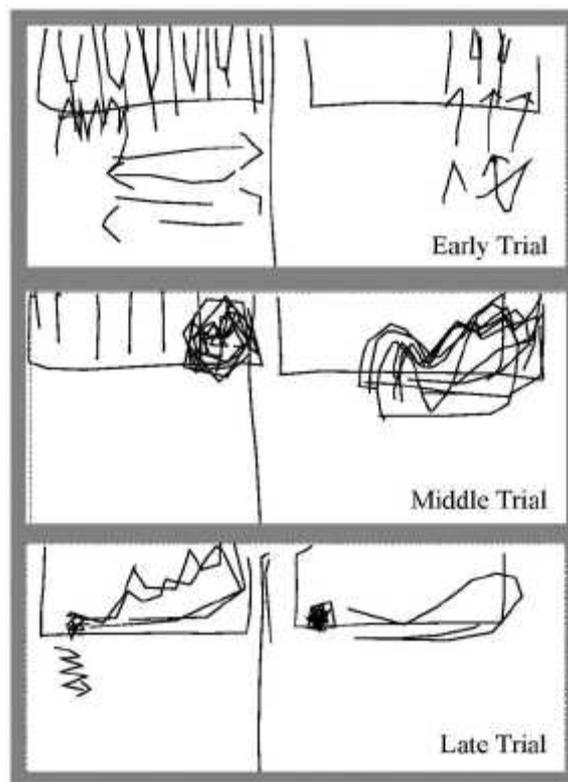


FIGURE 3. Transformation of a keyboard into a graph.

上記で挙げた2点（課題特性の要因と時間による能率性の変化の要因）を加えて実験的に検証

3. Experiment: “Matching” and “Discrimination” tasks

⊕ 先行研究で用いたタスクを改変し 2 種類の課題を用いる

➤ マッチング課題

- それぞれの被験者に音楽を提示する
- 提示されている間の半分の時間は同じ音楽を、残りの半分は異なる音楽を
- 被験者の課題：提示されている音楽が同じかどうかを同定する

➤ 識別課題

- それぞれの被験者に 2 種類の音楽が提示される
- 一種類は同じ音楽で一種類は異なる音楽（ディストラクター）が提示
- 被験者の課題：同じ種類の音楽を識別する

尚、両方の課題で直接的なインタラクションが許可されている

⊕ 予測

- インタラクションの頻度が多い識別課題において、インタラクションの頻度が比較的少ないマッチング課題より多くの抽象的な絵画が描かれる傾向にあるだろう

3.1. Materials

⊕ 音楽の種類

- ピアノを音素とした音楽を使用
- 被験者が聞いたことがない音楽を選曲し
- LCD と電子ホワイトボードを用いる（Fig.4 参照）
- 二人の被験者は同じ画面を共有して使用できる

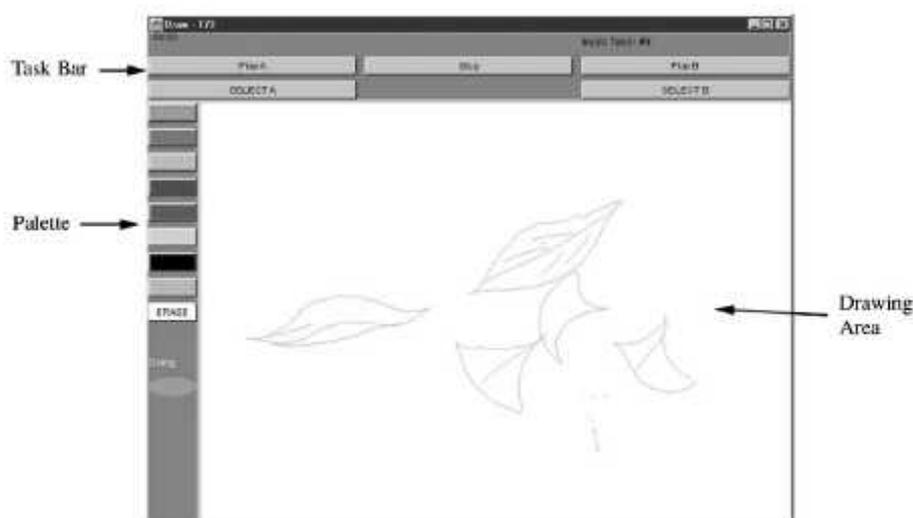


FIGURE 4. Experimental whiteboard (Discrimination task).

3.2. Subjects

24 人の日本の大学生 (平均年齢 19 歳)

3.3. Procedure

⊕ 手続き

- 12 組のペアに編成し、異なる部屋に配置する
- 実験内容の教示、できるだけ早く正確に答えるように教示
- 一人が答えを選択すると、他方の画面に選択のプロンプトが提示される
- 試行毎に正誤に関するフィードバックが被験者に与えられる (両被験者が正解した場合においてのみ正解のフィードバックが与えられ、両方ともが間違っている、あるいは一方が間違っていれば、不正解のフィードバックが与えられる)

3.4. Design

⊕ 実験デザイン

- 独立変数
 - ・ 課題 (マッチングと識別) × 経験 (時間)
- カウンターバランス: 提示する音楽
- 1 ペア、68 試行実施する

4. Results

⊕ 正答率 (68 の課題に対する正答の割合) を従属変数

- 2 (マッチング課題と識別課題) × 4 (時間) の分散分析
- 交互作用は n.s.、主効果が有意
 - ・ 課題: ($F(1,47) = 12.07, p = 0.00$)
 - ・ 時間: ($F(3,47) = 4.48, p = 0.01$)

マッチング課題ではより正確に答える傾向にある

マッチング課題: 平均 62% 識別課題: 平均 49%

経験を積むことによってより正確になっていく: (Table 2)

t 検定 ($t(47) = 2.48, p = 0.01$)

TABLE 2
Percent correct identification with experience (matching and discrimination conditions combined)

Block of trials			
1st 45%	2nd 54%	3rd 59%	4th 64%

⊕ 反応時間を従属変数とした場合

- 2 (マッチング課題と識別課題) × 4 (時間) の分散分析
 - 交互作用は n.s.、主効果が有意

・ 課題 : (F(1,47) = 23.89, p = 0.00)

・ 経験 : (F(3,47) = 4.07, p = 0.02)

識別課題ではより多くの時間を割いている

マッチング課題 : 81,067 識別課題 : 101,238ms

・ 経験 (時間) と反応時間 : (Table3)

時間が経つにつれてより早く答えるようになる

t 検定 (t(47) = 2.38, p = 0.01)

TABLE 3
Changes in response times with experience (ms)

Block of trials			
1st 99 425	2nd 97 537	3rd 85 142	4th 84 707

4.1. Drawing Types

⊕ 絵画の特徴

➤ マッチング課題

・ 先行研究と同様の方法で、共通する部分や異なる部分に関する描写

➤ 識別課題

・ 画面を4つに分割し、4つの絵を描写 (Fig.5 & 6)

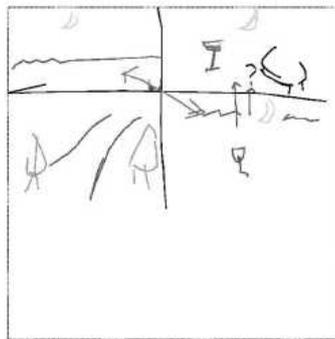


FIGURE 5. Figurative drawings from a trial of the Discrimination task.

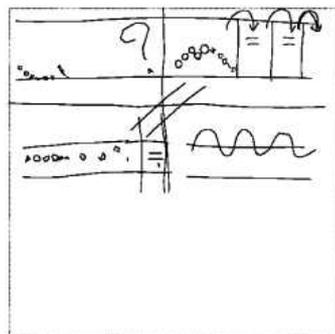


FIGURE 6. Abstract drawings from trial of the Discrimination task.

⊕ 絵画タイプの分類

- 抽象 (Abstract) 形象 (Figurative) 合成 (Composite)
- コーディング：一致率 0.9, どちらでもない none 全体の 4% で除外

⊕ 抽象的な絵を描いた頻度を従属変数とした場合

- 課題 (マッチングと識別) × 時間 (4 つの時間に分割) の分散分析
- 交互作用は n.s. 主効果が有意
 - ・ 課題：($F(1,47) = 6.53, p = 0.02$)
 - ・ 時間：($F(3,47) = 2.84, p = 0.06$)

Fig.7 に示すように、抽象画には若干の上昇が認められる
t 検定 ($t(47) = 2.71, p = 0.01$)

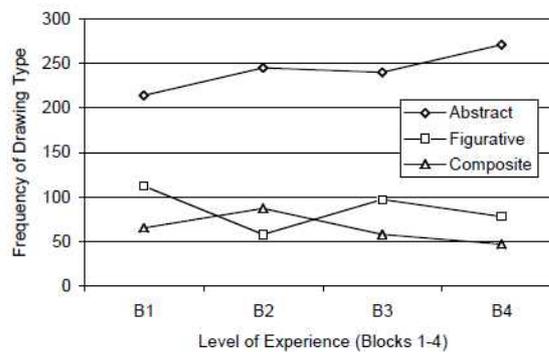


FIGURE 7. Frequency of use of drawing types with experience.

Fig.8 には、課題と絵画タイプの頻度の関係

非インタラクションは先行研究のもの使用

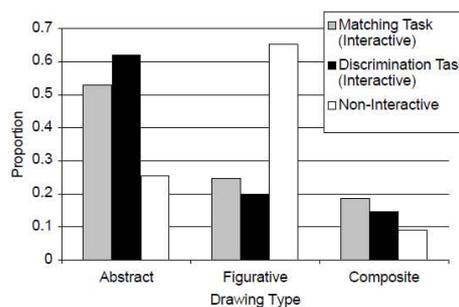


FIGURE 8. Proportions of drawing types used in the Matching, Discrimination and Non-interactive tasks.

4.2. Effectiveness and efficiency of drawing

⊕ 二人の反応の正確さを分析：2 種類の尺度を用いる

1. 二人とも同じ絵 (抽象と形象と合成) を用いていか、異なる絵 (抽象/形象と抽象/合成と形象/合成) を用いていたかを比較
有意差なし：($\chi^2(1) = 1.27, p = 0.26$)
2. 二人とも抽象的な絵画もしくは両ペアが形象的な絵を描いていたかどうかを比較

有意差なし： $(\chi^2(1) = 1.27, p = 0.25)$

⊕ 絵画の能率性(drawing effort)に関する分析

- 自然言語の研究で effort を調べるために頻繁に用いられる指標：語彙数やターンの数 (Clark & Wilkes-Gibbs, 1986)
- 上記の研究パラダイムを転移し、2種類の従属変数を用いて分析
 - 線の数
 - インク (ホワイトボードのピクセル数) の量
- 線の数に関して、絵画タイプ (抽象、形象、合成) × 時間 (前半と後半で2分割) で分散分析を実施 (Table 4)
 - ・ 主効果
 - 絵画タイプ： $(F(2,83) = 10.22, p = 0.00)$ 有意差あり
 - 時間： $(F(1,83) = 7.93, p = 0.01)$ 有意差あり
 - ・ 交互作用
 - $(F(2,83) = 0.15, p = 0.86)$ 有意差なし
 - ・ 絵画タイプに関する多重比較
 - 抽象と形象： $(Bonferroni, p = 0.83)$ 有意差なし
 - 抽象と合成： $(Bonferroni, p = 0.00)$ 有意差あり
 - 形象と合成： $(Bonferroni, p = 0.32)$ 有意差あり

TABLE 4
Mean number of lines used

Task experience	Drawing type		
	Abstract	Figurative	Composite
Low	21.5	25.6	33.3
High	14.7	17.0	19.06

- インク (ピクセル) の量に関して、絵画タイプ (抽象、形象、合成) × 時間 (前半と後半で2分割) の分散分析を実施 (Table 5)
 - ・ 主効果
 - 絵画タイプ： $(F(2,83) = 7.82, p = 0.00)$ 有意差あり
 - 時間： $(F(1,83) = 3.88, p = 0.05)$ 有意差あり
 - ・ 交互作用
 - $(F(2,83) = 0.77, p = 0.46)$ 有意差なし
 - ・ 絵画タイプに関する多重比較
 - 抽象と形象： $(Bonferroni, p = 0.32)$ 有意差なし
 - 抽象と合成： $(Bonferroni, p = 0.02)$ 有意差あり
 - 形象と合成： $(Bonferroni, p = 0.00)$ 有意差あり

TABLE 5
Mean amount of drawing (pixels)

Task experience	Drawing type		
	Abstract	Figurative	Composite
Low	2728	1883	3750
High	2079	1834	2806

4.3. Direct Graphical interaction

- ⊕ 直接的なインタラクションに関する測定
 - ホワイトボード内で互いの画面(Fig1,2,5,6 にあるように自分のエリアを決めて絵を描いている) にどれくらいオーバーラップして使用していたかを測定
 - ホワイトボード内に 25 × 25 のグリッドを作り、オーバーラップの度数をカウント
 - オーバーラップに関して、タスク (マッチングと識別) × 絵画タイプ (抽象と形象) × パフォーマンス (正答と誤答) の分散分析を実施
 - ・ 主効果
 - 絵画タイプ : (F (1,529) = 5.34, p = 0.02) 有意差あり
 - タスクタイプ : (F (1,529) = 0.71, p = 0.40) 有意差なし
 - パフォーマンス : (F (1,529) = 1.06, p = 0.30) 有意差なし
 - ・ 交互作用
 - なし

抽象的な絵を描く場合のほうがオーバーラップする傾向にあるという事が示唆される

5. Discussion

- ⊕ 絵画課題における 3 つの仮説を検証 : インタラクションの特質 (level of interaction)、課題の特性 (effectiveness for the task)、能率性 (efficiency of production)
 - efficiency of production :
 - ・本研究の結果から絵画の種類と能率のよさの関係に関する因果関係は導けなかった
 - ・時間 (経験を積む) とともに被験者はより抽象画を用いる傾向にある
 - ・線やインクの使用は減少したという結果が得られたが、抽象画と形象画の間には差が認められなかった。
 - effectiveness for the task :
 - ・ section2.2 で、意味モデルの違い (課題の種類によって操作) が描き方の違いに影響すると述べた
 - ・ 4.1 より識別課題のほうが多い (63%) 結果になっており、タスクの種

類による影響はあることが示唆される

- level of interaction :
 - ・ インタラクションと非インタラクションでは、抽象画と形象画の使用頻度が逆転する
 インタラクションの有無によって描き方に違いが生じる
 - ・ 抽象的な絵を描写したときのほうがオーバーラップの頻度が増加するというデータが得られた
 抽象的な絵を絵画する際には、オーバーラップするような形でのインタラクションが生じる

6. Conclusion

- ⊕ 本研究の目的
 - 絵画的会話の特質と、インタラクションが許可された状況における絵画の表現方法に関する検討
- ⊕ 主な Findings は
 - 抽象的な絵画の使用と、直接的なインタラクションのしやすさには因果関係
 - 抽象的な絵画
 - ・ 構造的（詳細）な情報を提供する上で有効 e.g.ピッチ、リズム
 - ・ 実験結果より、抽象的な絵画によるやりとりを維持するには、直接的なインタラクションの頻度を増やさなければならない
- ⊕ 展望
 - 本研究で得られた知見を、自然言語で提唱されてきている概念と比較し検討していく
 - 絵画の研究と自然言語の研究を対比的に検討していくことで、人間のコミュニケーションに関する一般的なメカニズムを解明につながるのでは