

# スケッチ学習における概略形状から詳細形状への描画誘導と診断助言機能の構築と学習支援効果の検証

## Drawing Guidance and Diagnosis Function for Sketch Skill Learning and Evaluation

曾我 真人<sup>\*1</sup>, 栗山 翔太<sup>\*2</sup>, 床井 浩平<sup>\*1</sup>, 松田 憲幸<sup>\*1</sup>, 瀧 寛和<sup>\*1</sup>  
Masato Soga, Shota Kuriyama, Kohe Tokoi, Noriyuki Matsuda, Hirokazu Taki

<sup>\*1</sup> 和歌山大学システム工学部  
Faculty of Systems Engineering, Wakayama University

<sup>\*2</sup> 島精機製作所  
Shima Seiki Mfg., Ltd.

We developed a sketch learning environment with diagnosis and guidance from rough form drawing to detail contour drawing. We use a cup and a dish as motifs. When a learner uses the environment, at the beginning, the system demands the learner to draw circumscribed rectangle of motifs' view on a paper. After that, the system diagnoses the circumscribed rectangle, and advises the learner in case that the circumscribed rectangle has errors. The system guides the learner from outline form to detail shape by repeating drawing circumscribed rectangles. We evaluated the environment, and confirmed learning effect.

### 1. はじめに

コンピュータ上で絵を描くツールは数多く存在する。しかし、初心者がデッサンを自習学習するには、画用紙上に描いたデッサン画を診断し、アドバイスを提示する学習支援環境が必要である。すなわち、単なる絵の描画支援と、絵の描画スキル学習支援は異なるタスクである。絵の描画スキル学習支援の研究は世界中をみても、ほとんど行われていない。そのため、我々の研究室では、自宅での独学を支援するために、以前からデッサン学習支援に関する研究を推進している。

既発表システムには、描き終えた絵を診断するシステム、描画をしている間に診断するシステム[曾我 2008]がある。これまでの研究結果で、描き終えた絵よりも描画中に診断する方が、描画スキルの向上には望ましいと考えられている。後者のシステムは、あらかじめ PC 内にモチーフの位置データを保存しておいて、ペンタブレット上のペン先位置データがモチーフの位置データと照合したら、その領域に描くべきモチーフのパーツに関する情報を音声と文字で提供するものであった。しかし、そのシステムは、初めからモチーフの輪郭線を描かせようとしていた。そのため、モチーフ間の位置関係があいまいで、均衡のとれた絵を描けない絵画初心者が、描画練習するには難しいシステムであった。この問題を解決するためには、初めから輪郭線を描かせるのではなく、まずモチーフの概略形状から描かせ、次第に詳細化していくのが望ましい。そのため本研究では、概略形状から詳細形状への描画誘導時に診断助言機能を持たせたデッサン学習支援システムを提案する。

### 2. 構築した学習支援環境

#### 2.1 学習支援環境の構成

学習支援環境は、PC、モニター、ペンタブレットで構成される。学習者は、ペンタブレット上に画用紙を固定する。ペンタブレットの付属ペンの先に、鉛筆の芯を取り付けて改良したペンを用いて、テーブル上の約1m先に配置したコップと皿をモチーフとして、画用紙上にデッサン画を描く(図1)。このとき、皿とコップ

の配置は、あらかじめ決められた場所に配置する。学習者の視点の位置もあらかじめ決められた位置に来るように、椅子の高さを調整してから描く。

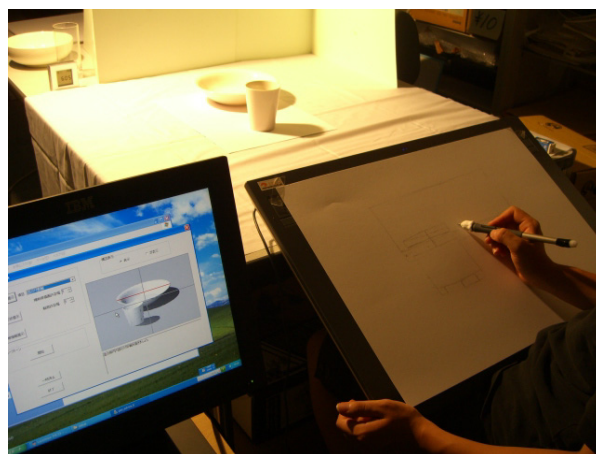


図1 学習支援環境を用いてのデッサンの様子

#### 2.2 補助線描画誘導機能

学習支援環境は、モチーフを描く場合に、まず補助線を描くように誘導する。本稿では、この機能を補助線描画誘導機能と呼ぶ。学習支援時に、この補助線描画誘導機能を階層的に分けて描かせている。図2は、補助線描画誘導機能の手順を示している。図2の(イ)は、モチーフ全体について表している。(ロ)は、コップの描画手順について表している。(ハ)は、皿の描画手順について表している。(ニ)は、補助線を参考に輪郭線を描いている。そして、補助線を描くモチーフの順番を(イ)、(ロ)、(ハ)としている。

学習者は、始めに①モチーフ全体を囲む外接長方形を描く。全体が描いたら、コップの補助線①～⑤を順番に描く。コップが描いたら、皿の補助線①～⑥を順番に描く。すべての補助線が描いたら、これまで描いた補助線を参考に輪郭線を描く。補助線として、外接長方形を採用している理由は、システムへの入力や診断が容易だからである。すなわち、長方形は左上と右下の2つの頂点の位置が決まれば、他の頂点の位置と4辺の長

連絡先: 曾我真人, 和歌山大学システム工学部,  
〒640-8510 和歌山市栄谷 930,  
TEL:073-457-8457, E-mail: soga@sys.wakayama-u.ac.jp

さは自動的に定まる. 2 つの点の位置入力だけで, 概略形状を表現できるため, インタラクティブな学習支援環境を構築する上で, 概略形状の表現手段として, 外接長方形を採用することは, 大変, 合理的であるからである.

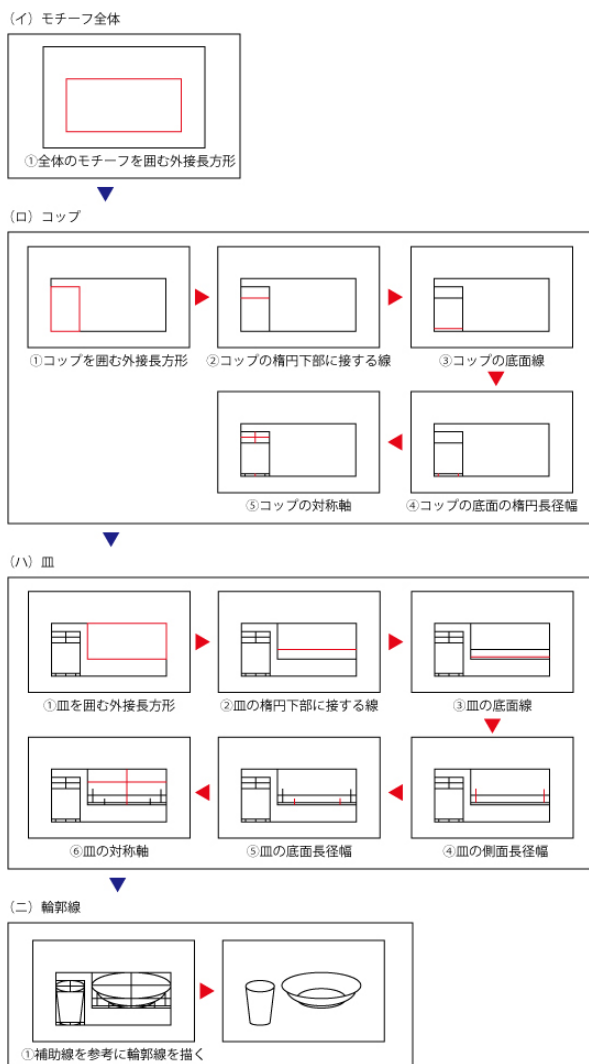


図2 補助線描画誘導機能

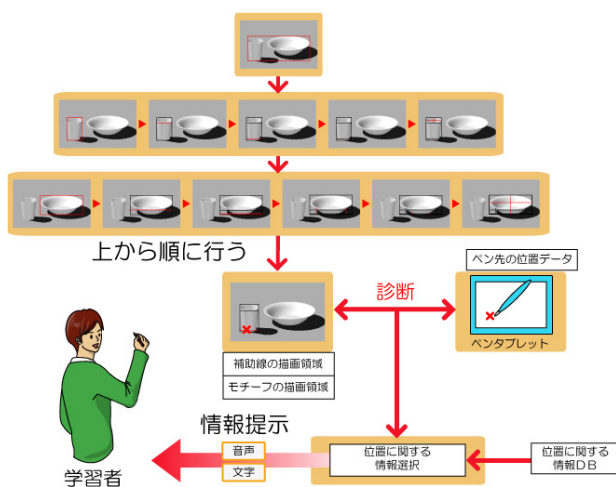


図3 学習支援環境の動作の流れ

## 2.3 学習支援環境の動作の流れ

本システムの動作の流れを図3に示す. 本システムの学習者は, 図3の上部にある補助線描画誘導機能を図2で示したように, 上から階層的に行っていく. これらの補助線位置データは, あらかじめ PC 内に保存しておく. 選択した補助線位置データが, ペンタブレット上でのペン先位置データと一致または不一致であれば, 音声と文字で, その位置が正解あるいは不正解であると学習者に音声と文字で情報提示を行う. 診断結果が正解ならば, システムは, 学習者に対して次の手順に進むよう促す. 不正解ならば, 求められている位置を再度描き直すよう促す.

## 2.4 学習支援環境の GUI



図4 学習支援環境の GUI

GUI 構成を図4に示す. GUI の左上に形状・構図(概略形状)と書いたグループがあり, 学習者は, 描こうとしている外接長方形によって, 3 つの選択肢(モチーフ全体, コップ, 皿)から1つを選ぶ. そして, 外接長方形を画用紙上に描いたら, タブレットの付属ペンで, 外接長方形の左上と右下の頂点をそれぞれポインティングしながら, GUI のポップアップメニューから該当する項目を選択すると, それぞれの頂点の座標をシステムに入力できる.

描いた外接長方形の頂点座標を入力すると, システムは, その外接長方形の位置, 大きさ, 縦横比について, 診断を行う. そして, 正解ならばそれを学習者に告げ, 正解からある閾値を超えて誤差がある場合は, それを指摘し, どのように修正すべきかを GUI 上にテキスト表示と, それを音声読み上げすることによりアドバイスする.

## 2.5 学習支援環境のアドバイス

学習支援環境は, 図5に示す各補助線群01~12について, 診断アドバイス機能をもつ. そのうち, 紙面の都合で, 補助線群01~03について, アドバイスの内容を例として表1に示す.

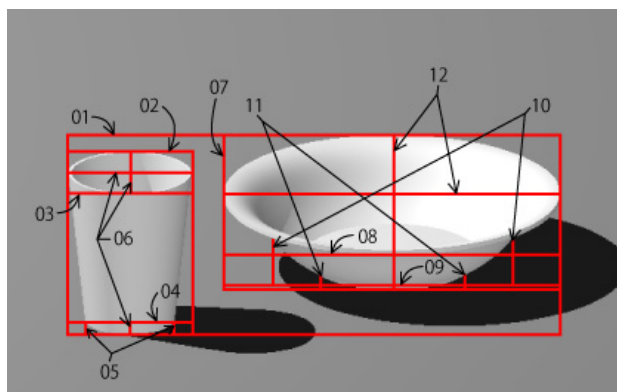


図5 学習支援環境でアドバイス提示が可能な補助線

表1 補助線群におけるアドバイス例

番号	補助線の名前	診断助言内容, 及びアドバイス
01	モチーフ全体の外接長方形	<p>○大きさについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大きすぎます, もう少し「小さく」描きましょう.</li> <li>・小さすぎます, もう少し「大きく」描きましょう.</li> <li>・大きさは, ちょうど良いです.</li> </ul> <p>○中心の位置について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正解の中心より「右」にあるので, もう少し「左」に描きましょう. この他に「右上, 右下, 上, 下, 左, 左上, 左下」の場合がある.</li> <li>・正解の中心と一致しています.</li> </ul> <p>○縦横比について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正解の縦横比より「縦長」になっているので, もう少し横を長くして描きましょう.</li> <li>・正解の縦横比より「横長」になっているので, もう少し縦を長くして描きましょう.</li> <li>・正解の縦横比と同じです.</li> </ul>
02	コップの外接長方形	<p>○大きさについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大きすぎます, もう少し「小さく」描きましょう.</li> <li>・小さすぎます, もう少し「大きく」描きましょう.</li> <li>・大きさは, ちょうど良いです.</li> </ul> <p>○縦横比について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・正解の縦横比より「縦長」になっているので, もう少し横を長くして描きましょう.</li> <li>・正解の縦横比より「横長」になっているので, もう少し縦を長くして描きましょう.</li> <li>・正解の縦横比と同じです.</li> </ul>
03	コップの楕円下部に接する線	<ul style="list-style-type: none"> <li>・正解の補助線よりも「上」にあるので, もう少し「下」に描きましょう.</li> <li>・正解の補助線よりも「下」にあるので, もう少し「上」に描きましょう.</li> <li>・正解の補助線と一致しています.</li> </ul>

### 3. 評価実験

#### 3.1 実験目的

本システムを使用する被験者は, 本システムを使用せず紙面上による文章のアドバイスを受ける被験者と比較して, 学習効果が得られるのかを検証するために比較実験を行う。

#### 3.2 実験方法

被験者は, 絵画初心者 of 大学生 20 人である. この被験者を 10 人ずつ 2 つの群に分ける.

実験群: 練習時にシステムを使用する

統制群: 練習時に紙面上の文章アドバイスを読む

本実験では, 被験者にプリテスト(事前テスト), 練習&学習, ポストテスト(事後テスト)の3つの段階で, それぞれ1枚ずつデッサンを描かせる. 描くのは実物の皿とコップである.

プリテスト: 両群とも同じ条件で描き, 練習前の描画スキルを測定する.

練習&学習: 実験群は, システムで対話的に診断し, アドバイスをきいて修正しながら描く. 統制群は, 紙面上の文章アドバイスを参考に描く.

ポストテスト: 両群ともシステムを使用しないで描く. 練習後の描画スキルを測定する.

プリテスト用モチーフと練習&学習用モチーフは, 同じ皿とコップで配置を変えたものを用いる. ポストテスト用モチーフは, 練習時とやや大きさや高さや形状が異なった皿とコップを用いている. なぜなら, スキル学習効果をみるには, 本システムを用いてモチーフの描画の練習を行った後, モチーフを少々変更しても, システムを使用した場合同様にモチーフを描けるスキルが身に付いたかを調べる必要があるからである.

実験群, 統制群のプリテストとポストテスト時の各被験者のデッサン画について, 正解を1として, 各デッサン画のでき具合を数値化した. 具体的には,

- (1)モチーフ全体の外接長方形の縦横比
- (2)コップ全体の外接長方形の縦横比
- (3)皿全体の外接長方形の縦横比
- (4)コップの縁の楕円の外接長方形の縦横比
- (5)皿の縁の楕円の外接長方形の縦横比

以上, 5 つの縦横比をデッサン画毎に計算し, それを正解の縦横比で割り算を行って数値化した. ただし, その数値が1を超える場合は, 逆数をとった. この数値を正解率と呼ぶことにする. したがって, 正解率が1であれば, 完全に正解であり, 1より小さくなるにしたがって, 正しいデッサン画から離れていくことになる.

この正解率を, (1)~(5)の縦横比毎に, そして, 各被験者毎にプリテスト時とポストテスト時とで比較し, 学習効果を調べた.

#### 3.3 実験結果

##### 3.3.1 モチーフ全体の外接長方形の縦横比

モチーフ全体の外接長方形の縦横比について, 練習前(プリテスト)とテスト時(ポストテスト)の正解率は, 実験群について図6, 統制群について図7のグラフのとおりとなった. t検定を行うと, 実験群については,  $P=0.056$  で,  $P<0.05$  のとき有意であるとする. ぎりぎり有意ではないが, 有意に非常に近い学習効果が見られた. 一方, 統制群は  $P=0.774$  で, 全く有意でない.

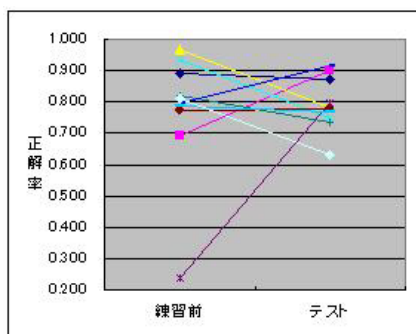


図6 実験群におけるモチーフ全体の外接長方形の縦横比の正解率の変化

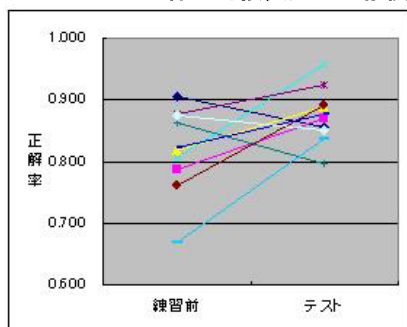


図7 統制群におけるモチーフ全体の外接長方形の縦横比の正解率の変化

### 3.3.2 皿の外接長方形の縦横比

皿の外接長方形の縦横比について、練習前(プリテスト)とテスト時(ポストテスト)の正解率は、実験群について図8、統制群について図9のグラフのとおりとなった。t検定を行うと、実験群については、 $P=0.003$ で、大変、有意であった。一方、統制群は $P=0.428$ で、全く有意でなかった。

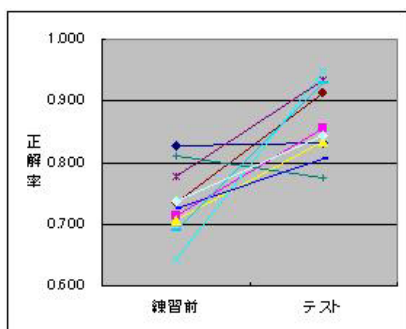


図8 実験群における皿全体の外接長方形の縦横比の正解率の変化

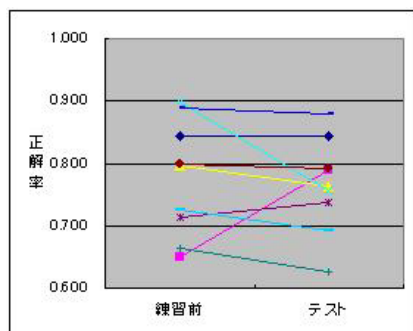


図9 統制群における皿全体の外接長方形の縦横比の正解率の変化

### 3.3.3 その他の結果

以上の結果を含めて、(1)~(5)の各縦横比の正解率の変化について、データから正規分布が見られたため、t検定を用いた。検定結果を表2に示す。表2の値は、有意でない確率を表している。統計上、有意でない確率が5%未満であれば、有意であるといえる。前述のもの以外は、紙面の都合でグラフは割愛する。

表2. 正解率の変化のt検定によるP値(両側確率)

項目	被験者	実験群	統制群
モチーフ全体の縦横比		0.0556125	0.7744795
コップの縦横比		0.0950723	0.4400956
皿の縦横比		0.0026839	0.4284165
コップの楕円の縦横比		0.1059217	0.8843859
皿の楕円の縦横比		0.0030328	0.9956789

### 3.4 考察

表2からわかるように、 $P<0.05$ で有意であるとなると、有意な学習効果が見られたのは、実験群における皿全体の縦横比と、実験群における皿の縁の楕円の縦横比である。それらの統制群の結果は有意ではない。したがって、皿の縦横比、および、皿の楕円の縦横比に関しては、学習支援環境の学習支援効果が証明できたといえる。一方、コップについては、いずれも有意差は見られない。したがって、学習支援環境の効果は証明できなかった。

それでは、なぜ、皿についてのみ学習効果がみられたのであろうか。これについて、筆者らは、対象の大きさや形状が関係していると考えている。まず最初に、皿の形状は長方形からかけ離れている。したがって、皿を見て、その外接長方形をイメージするのは難しい。そのため、学習支援環境がない統制群は、描いた外接長方形を診断できないので、学習効果があがらない。しかし、実験群は、外接長方形に誤りがあれば、その場でアドバイスを受けることができ、学習効果が上がると考えられる。

次に、皿の縁の楕円も、コップの縁の楕円も、ほぼ同一形状であるにもかかわらず、前者のみに学習支援効果が見られたことから、対象の大きさが関係していると考えられる。すなわち、対象が大きいと、形状を把握するために、視線を動かす必要があり、小さな形状に比べて、縦横比の把握が難しい。そして、外接長方形も大きく描く必要があるため、正しい縦横比で描くのが難しいのではないかと考えている。

### 4. おわりに

本稿では、概略形状から詳細形状へ、外接長方形を描くように誘導し、描いた外接長方形について診断助言機能をもつ、新しい学習支援環境を提案し、試作システムを構築して、その学習支援効果について評価実験を行った。その結果、皿については学習支援効果を検証することができた。

#### 参考文献

- [曾我 2008] 曾我真人, 松田憲幸, 瀧寛和: デッサン描画中に描画領域に依存したアドバイスを提供するデッサン学習支援環境, 人工知能学会論文誌, Vol.23, No.3, pp. 96-104 (2008)