

初心者向け対話的デッサン学習支援システムの基礎的検討 —比率の捉え方と陰影表現の学習—

藤原 達朗 亀田 昌志

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科 〒020-0193 岩手県滝沢村滝沢字巣子 152-52

E-mail: g231f014@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, kameda@iwate-pu.ac.jp

あらまし 素描技術の学習における基礎としてデッサンがあり、近年そのデッサン学習を支援するシステムが研究されている。実際の指導現場では描画途中にも学習者と指導者との間で、描く際のポイントや修正すべき箇所について対話がなされる。しかし、従来研究においてはこの点が考慮されていない。そこで本研究では、デッサンの基本的技術である“比率の捉え方と陰影表現”を学ぶための課題を段階的に与え、その評価と学習を繰り返す方法によって対話的で効果的なデッサン学習支援システムを提案する。

キーワード デッサン, 比率, 陰影, 学習支援システム, 対話性

Development of interactive pencil-drawing learning support system for beginners

Tatsuro FUJIWARA Masashi KAMEDA

Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

152-52 Sugo, Takizawa, Iwate, 020-0193 Japan

E-mail: g231f014@edu.soft.iwate-pu.ac.jp, kameda@iwate-pu.ac.jp

Abstract : Sketch is a fundamental skill for drawing pictures. For learning sketch, it is most important that information between teacher and students is exchanged during students draw pictures. In recent years, a system which supports learning a drawing skill was presented. However, the conventional system only evaluates the drawing results by students. This paper presents the interactive pencil-drawing learning support system which teaches “how to learn both proportion and shade expression”. In the experimental results, we have decided the evaluation measures and their parameters for each learning object in our system.

Keyword sketch, proportion, shade, learning support system, interactive

1. はじめに

一般向けの趣味関連の書籍や入門講座、教育機関のカリキュラムなどをみると、絵を学ぶ際の基礎訓練としてデッサンが位置づけられていることが分かる。その中でも鉛筆によるデッサン学習は特別な道具を必要としない手軽な学習方法であり、一般の絵画初心者にとっては絵を上手くなるための方法として身近で取り組みやすいものといえる。また、鉛筆デッサンを習いたい人々に対して様々な方法で学習の機会が提供されており、その代表的なものとして絵画教室、通信講座、書籍、TVの趣味番組などがある。しかし物理的距離や時間的拘束の問題、経済的負担から学習を諦めてしまったり、教材のやりとりにかかるタイムラグによる学習効率の悪さなどが課題となっている。

以上の背景から、近年ではデッサン学習を支援する

システムが研究されている[1]。このシステムは、最終的な描画結果が正解データに近いものであるかを評価し、その結果を受けてアドバイス提示を行うというものである。しかし実際の指導現場では、描画途中にも学習者と指導者との間で対話がなされる。それは、対話に次のような利点があるためである。

- ・ 描画途中に生じる誤りの積み重ねを防ぐことができる
- ・ 描画途中に誤りが指摘されることで、その描画の段階で習得しておくべき技術目標が明確になる
- ・ 描画の手順をふまえた指導ができる

この観点で、従来システム[1]における輪郭描画の学習方法をみると、複数の学習要素を含む課題にも関わらず、学習者が一連の描画作業を完了するまで指導が行なわれることはない。つまり、描画途中における細かな

評価や指導を十分に行うことができないものとなっている。そこで本稿では、対話性に重点をおいたデッサン学習支援システムについて、その構成と具体的な学習の流れ、学習時の評価方法を提案する。本システムでは、描画手順を考慮した複数の学習項目を設定し、各項目において合格するまで評価と指導を反復する段階的な学習を行うことで対話性を実現している。また、このような小項目に学習要素を分割する方法は、教育心理や教育工学の分野においても、初歩的学習段階の者に適した方法として一般的に支持されている[2]～[5]。

次に本システムが取り扱う学習項目について述べる。デッサンを学習するために用いられる一般的な書籍[6]～[9]を調査した結果、比較的古い時代から現代に至るまでデッサンには共通する幾つかの学習項目があることが分かった。それらには比率、筆致、透視図法、構図など多くの項目があるが、中でもデッサン学習初期の段階で挙げられる学習項目として、“比率の捉え方”と“陰影表現”が取り上げられることが多い。これらの技術は、デッサンにおける輪郭描写や立体表現において必要とされる基礎的技術であり、その習得の有無が初心者にとって重要な意味を持つためと考えられる。また、初心者を対象とする従来システム[1]が、専門家へのインタビューなどを経た上で輪郭や陰影を描く学習を取り入れていることから、これらが重要な学習項目であることが分かる。以上のことから、本システムではデッサンの基本的技術である“比率の捉え方”と“陰影表現”に注目した学習項目を扱うものとする。

本稿では、2章で本システムの構成と描画対象物(以降モチーフと呼ぶ)、そしてシステムにおける学習項目の概要について述べる。次に3～5章では、各学習項目における具体的な学習の流れ、さらに評価基準設定のための実験とその結果について報告する。

2. システム構成

今回提案するシステムの構成を図1に示す。本システムでは先に述べたように、比率の捉え方と陰影表現に注目した学習項目を扱う。モチーフを設定した後、前半において比率の捉え方の学習を行ない、後半で陰影表現の学習を行なう流れとなっている。

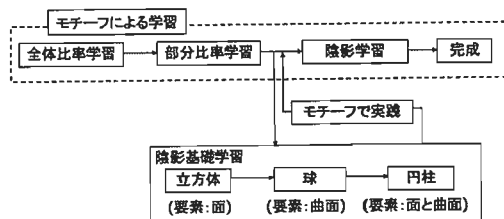


図1 システムの構成

2.1 モチーフの選択

モチーフには白い紙コップを用いる。その理由は、鉛筆デッサン学習用の書籍[7]～[9]や専門家の意見を参考にした結果、モチーフには以下の条件が適していることが分かったためである。

- ・ 対称形だが単純過ぎる形状ではない
- ・ 楕円などの視点の高さを意識できる学習要素を含む
- ・ 陰影の変化を見やすいものである

これらを満たしているものとして、今回は図2に示す紙コップを選択した。

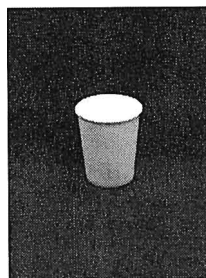


図2 使用するモチーフ

2.2 学習項目の概要

2.2.1 全体比率と部分比率

比率を捉える際のポイントとして、モチーフ全体の幅と高さの比率関係を整えてから、コップ胴部や口部分の楕円といった具体的な輪郭部分における比率関係を整える、という方法がある[6][7]。本システムではこの手順に基づき、モチーフ全体の幅と高さの比率関係を捉える技術の習得を目指す“全体比率学習”，そしてコップ胴部のような輪郭部分における比率関係を捉える技術の習得を目指す“部分比率学習”という順に学習を行うものとする。

2.2.2 陰影表現

デッサン技術に優れた者は、陰影を表現する際に10階調以上を使い分ける[10]。しかし、ほとんどの初心者は階調の概念を意識して描くことすらできない。したがって、本システムではデッサンの基本とされる3階調(明, 中, 暗)によって陰影を捉える技術の習得を目指す。その際、まず単純立体(図3)による“陰影基礎学習”を行った後、基礎学習で習得した技術をモチーフで実践する“陰影学習”を行う。このような流れで学習を行う理由は、単純立体の陰影を3階調(明, 中, 暗)で描く実験を実施した結果、被験者から「単純な立体でも陰影表現は難しく、特に曲面を含むものは難易度が高い」という意見が多く出されたためである。そこで陰影基礎

学習では、陰影が生じるモチーフ表面の形状を《平面》→《曲面》→《平面と曲面》のように陰影表現の難易度が徐々に上がるように学習を進めるため、《立方体》→《球》→《円柱》の順で学習を行うものとする。

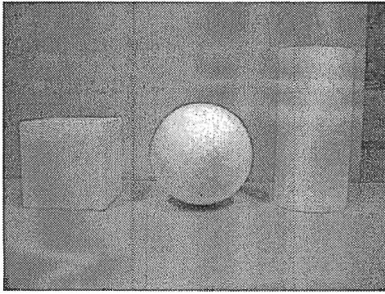


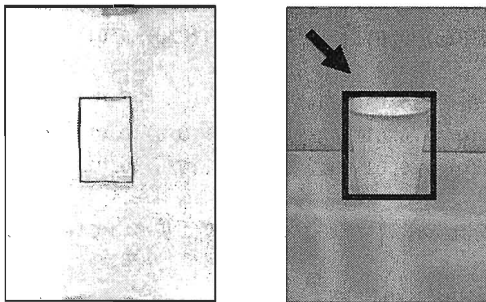
図3 陰影基礎学習用の単純立体

3. 全体比率学習

3.1 学習の流れ

学習者は描画視点からカメラを用いてモチーフを撮影する。同時に、学習者はモチーフ全体を囲むイメージとしての矩形を設定することで描画する大きさを計画し、それを実際にキャンパス上に描く(図4左)。次に、撮影された画像からモチーフを囲む矩形領域を取得する(図4右)。その取得された矩形領域における幅と高さを全体比率学習における正解とし、実際に描かれた矩形の幅と高さにおけるそれぞれの比率が一致しているかを判定する。一致すればそれがモチーフ全体の最終的に納まるべき描画範囲となる。一致していない場合は、以下の流れに沿って対話的な学習を進めていく。

- ① テキストと画像を用いて誤りの理解を促すガイドを示し、矩形をもう一度最初から描き直すように指示を出す
- ② 描き直した矩形を再び評価し、一致するまで①以降を反復する



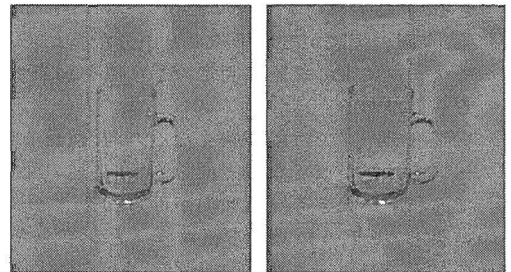
(左:描画結果 右:正解矩形領域)

図4 イメージの描画結果と正解矩形領域

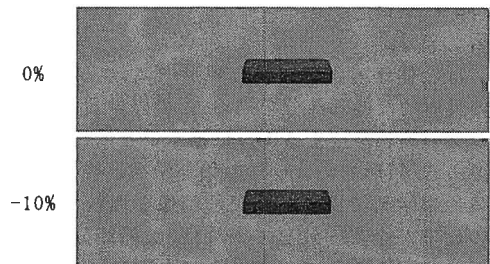
3.2 比率変化に対する感度計測実験

どの程度の比率の差を誤りとするかは、比率の学習における重要な問題である。そこで、どの程度の比率変化で人間は誤りであると感じるのかを明らかにするため、感度計測実験を行った。実験では提示される2枚の画像について、被験者が主観的に比較、評価する方法で行った。画像の内容は、縦長と横長という枠組みに当てはまるモチーフを選択して、今回の実験においてはジョッキとビデオテープを用いている。色は256階調のグレースケール、背景を統一した画像を使用した(図5)。また画像内の物体全体の倍率を0.25倍刻みで0.5~2.0倍まで変化させた7枚の画像を用意した。これは学習者がモチーフを様々な大きさで描く場合を想定したもので、描かれる大きさによって幅の比率変化に対する感度に違いがあるのではないかと考えたためである。このように用意された各画像を基準画像として、基準画像内の物体部分の幅のみについて2%刻みで-10%~+10%まで変化させた画像(以後、比較画像と呼ぶ)を作成する。実験では、7つの評価画像グループごとに基準画像と全ての比較画像を並べて提示し、以下のA, B, Cの評価を行うことで、許容限と我慢限を求めた。被験者数はジョッキ画像で18名、テープ画像で10名である。

- A: 基準画像との違いがない
- B: 基準画像との違いがわかるが、気にならない
- C: 基準画像との違いがわかり、我慢が出来ない



(左:比較画像, 右:基準画像)



(下:比較画像, 上:基準画像)

図5 幅比率が変化した評価画像例

3.3 実験結果

今回の実験では、描かれる大きさの違いを想定した画像に対する感度について、評価がほぼ同様の傾向を示したことから、幅の比率変化のみに注目して結果を解析した。紙面の関係上、ジョッキ画像における結果のみを図6に示す。

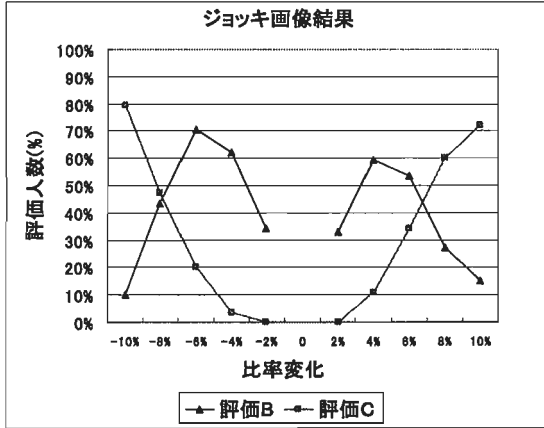


図6 比率変化による各評価者数の増減

評価Bに注目すると、幅縮小側で-6%、拡大側で+4%を境に減少を始めている。これは「比率変化による違和感に我慢できなくなる人が増え始める境界」であり、この境界の値を、比率判定の際に誤り判定の基準とみなすことができる。同様の解析をテープ画像についても行った結果、今回の実験から以下のことが分かった。

- ・ モチーフによって誤り判定の基準値を調節する必要がある
- ・ 縦長モチーフでは幅が狭くなる方向、横長モチーフでは幅が広くなる方向を許容し、逆の変化で違和感が大きくなる傾向がみられる

以上の結果と、モチーフである紙コップとジョッキの縦横比の値がほぼ同等であることをふまえて、全体比率学習では[-6%:+4%]を判定基準値に決定した。

4. 部分比率学習

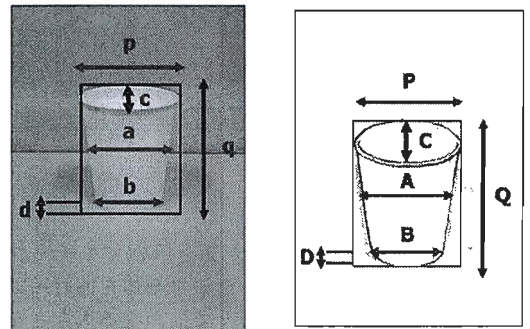
4.1 学習の流れ

学習者は全体比率学習で得た矩形内に、コップの胴部などの具体的な輪郭部分を描く。この際学習者は、矩形にコップの輪郭が接するように描くことに注意を払う必要がある。矩形内にコップの輪郭を描き終えたら、先の全体比率学習で撮影した正解画像と比較する。比較箇所の比率が全て一致していれば、輪郭部分の比率関係が正しく捉えられていることになる。一致していない場合は、全体比率学習と同様に課題を反復して、対話的に学習を行う。ただしここでは、全体比率学習の時のように、全て描き直すことはせず、比率の誤りを含む

箇所についてのみ描き直すよう指示する。

4.2 比較箇所と判定方法

モチーフ形状が対称形であることを考えれば、比率を比較する箇所を限定することができる。コップの太さを評価するための胴部分を、そして視点の高さを正確に捉えられているのかを評価するためのコップの口と底の楕円部分を、判定における比較箇所として設定した。正解画像と実際のデッサン結果におけるイメージを図7に示す。



(左:正解画像 右:デッサン画像)

図7 部分比率の比較箇所

評価は正解画像とデッサン画像間で対応箇所の比を求めて、比較することで行う。しかし、対応箇所の比率が全て完全に一致することを目標とすると、条件が厳し過ぎる。ここで、先の感度計測実験の過程で「±1%の比率変化は認識できない」という結果が得られていることを利用し、これを判定における許容範囲として合格条件に反映する。以下が各比較箇所における評価式である。アルファベットの小文字と大文字はそれぞれ正解画像とデッサン画像の比較箇所を示している。

$$\left. \begin{array}{l} \text{[胴部分の比率評価]} \\ \{(P/p)-0.01\} \leq A/a \leq \{(P/p)+0.01\} \\ \{(P/p)-0.01\} \leq B/b \leq \{(P/p)+0.01\} \end{array} \right\} (1)$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{[楕円部分の比率評価]} \\ \{(Q/q)-0.01\} \leq C/c \leq \{(Q/q)+0.01\} \\ \{(Q/q)-0.01\} \leq D/d \leq \{(Q/q)+0.01\} \end{array} \right\} (2)$$

部分比率学習では、この評価式に基づいて判定を行う。

5. 陰影表現学習

5.1 光源環境の設定

光源環境を一定にするために、暗室(幅 60cm×高さ 60cm×奥行き 90cm)を用意し、その内部に光源(白色電球)を、モチーフに対して左上の斜め 45 度方向から照

射する位置で固定した。図 8 は、この様子を示したものである。

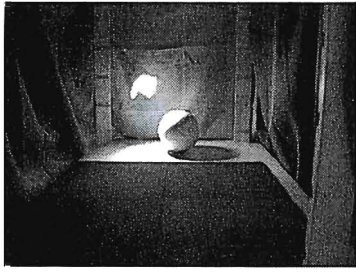
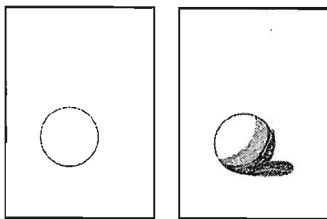


図 8 光源環境

5.2 学習の流れ

学習者は一定の光源環境下に配置されたモチーフをカメラで撮影する。そこで得られた画像からモチーフの輪郭線を印刷した陰影描画用紙を作成する。その例を図 9 左に示す。学習者はモチーフを見ながら描画用紙に明、中、暗の 3 つの陰影領域(それぞれ以降、明領域、中領域、暗領域と呼ぶ)を描き分ける。しかしこの時、初心者はデッサンにおける鉛筆の扱いが未熟なため、3 階調以上のムラが生じてしまう。そこで技量不足を補うため、黒と灰色のクレヨンを筆記用具として与えて、簡単に 3 階調を描くことができるようにする。その描画結果の例を図 9 右に示す。さらに課題を与える際には「影部分は暗領域に含まれるように描く」を前提条件として付け加えることとした。その理由は、実際の影部分には微妙な陰影の変化があり、陰影を単純化して捉える手掛かりが初心者には必要と考えたためである。学習者によって描かれたものを正解データと比較して、一致しているか評価を行う。一致していない場合は、全体比率学習と同様に再び課題へ取り組み、正解データと一致するまでこれを反復する。反復するときに学習者は新しい描画用紙で、もう一度最初から 3 階調陰影を描き直す。



(左:描画用紙 右:描画結果)

図 9 陰影学習時に取得する画像の例

5.3 陰影正解画像の作成

撮影画像から球と影部分を切り出した後、これを 256 階調のグレースケールで表現したものを図 10 に示

す。これに 3 階調量子化を施して正解候補画像を作成する。3 階調量子化をする際の閾値設定の方法であるが、まず次の条件を満たす閾値を持つ画像を作成し、これを【パターン 0】とする。

- ・ 中領域が影部分にまで達しない閾値 $Th1$
- ・ 中領域が球周辺にノイズ状に現れない閾値 $Th2$

これらの条件は、前者は正解画像が先の「影部分は暗領域に含まれるように描く」という前提条件を満たすため、後者は陰影の比較評価をする際の障害となりそうな不自然な領域が出ないようにするためのものである。これらの条件で得られるものは、撮影画像において中領域をできる限り広く調整した 3 階調量子化画像となる。こうして作成された閾値 [$Th1:107$ $Th2:229$] をもつ【パターン 0】の画像を含め、それを基準に以下の 1~5 のパターンで 3 階調領域を変化させた計 6 枚の比較画像(図 11)を作成し、それらの中から正解画像を選定するための主観評価実験を行った。

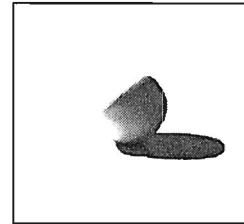


図 10 3 階調量子化前の画像

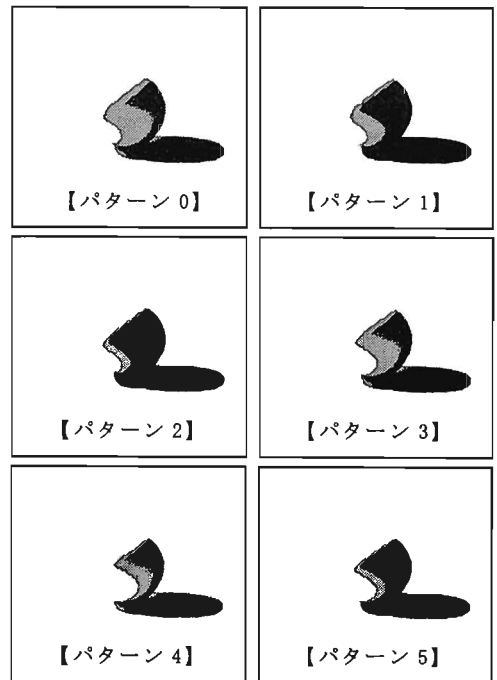


図 11 比較画像

[領域変化のパターン]

- 1- 暗領域のみ増加 … 閾値 Th1:147(+40)
- 2- 暗領域のみ大幅増加 … 閾値 Th1:187(+80)
- 3- 明領域のみ増加 … 閾値 Th2:189(-40)
- 4- 明領域のみ大幅増加 … 閾値 Th2:149(-80)
- 5- 暗明領域増加 … 閾値 Th1:147 Th2:189 (+40/-40)

主観評価実験は、被験者が暗室内のモチーフを観察しながら、6枚の画像を印刷したカタログから「影部分が暗領域に含まれるように3階調を描くとして、最も自分の感覚に近いもの」を選択する、という方法で行った。また、用意した6枚のカタログ中に自分の選びたい画像が無い場合は選択しないように指示をした。被験者数は19名である。

その結果、領域が【パターン1】となる画像を選択した者が最も多く10名であり、正解候補として有力と考えられる(図12)。それ以外では【パターン4】が5名、【パターン5】が2名、【パターン3】が1名、【パターン0】が1名、「選択なし」はなかった。

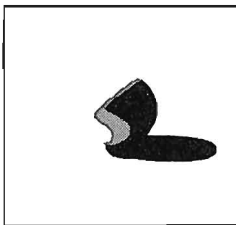


図12 正解候補パターン

5.4 考察

今回の実験では、中間領域を減らして暗領域を増やした画像を多くの被験者が選択していた。これは陰影全体に対して暗領域の占める割合に注目していることが考えられる。また、「陰影領域の一部形状が見ているものと異なっているように感じる」という意見が被験者の一部から得られた。このことから、陰影の境界の形状についても注目している可能性がある。つまり、陰影学習において明、中、暗の各領域面積や陰影の境界位置が評価指標となりうるものであり、この2つに注目して判定方法を検討する必要がある。

6. おわりに

本稿では、“比率の捉え方”と“陰影表現”に注目した対話性に重点をおいたデッサン学習支援システムについて、その構成と具体的な学習方法、そしてその評価方法を提案した。実験の結果、比率変化に対して人間が誤りと判定する境界を確認し、全体比率学習における判定基準値を得た。また、部分比率学習においては、比率比較を行う箇所を決定した上で、許容範囲を含め

た判定方法を明らかにした。陰影表現の学習においては、光源環境の設定を行った上で、正解画像を選定する実験を実施し、その結果として正解候補となる画像が得られた。さらに明、中、暗の各領域における面積や陰影の境界位置が評価指標となりうることを確認した。

今後は、部分比率学習における判定処理の実装、陰影表現の学習における評価指標の決定、ガイド提示機能の実装を行っていく予定である。また、学習項目の一つを実際に試用する実験によって、本システムの対話性についても検証する予定である。

謝辞

本研究を行うにあたり、助言等のご協力をいただいた滝沢村立滝沢中学校美術教諭、工藤倫弘氏に感謝いたします。なお、本研究の一部は、日本学術振興会科学研究補助金基盤研究(C)(課題番号:19500811)によるものであることをここに記し、謝意を表す。

文 献

- [1] 高木,松田,曾我,瀧,志磨,吉本,“初心者のための基礎的鉛筆デッサン学習支援システム,”画像電子学会誌,vol.32,no.4,pp.386-396,Aug.2003.
- [2] 吉田辰雄,“最新教育心理学,”pp.66-67,文化書房博文社,2004.
- [3] 杉原一昭,新井邦二郎,大川一郎,藤生英行,濱口佳和,笠井惇一,“よくわかる発達と学習,”p.85,福村出版,1997.
- [4] 小林進,“現代教育心理学の新展開(上),”pp.78-79,啓文社,1995.
- [5] 岸本弘,柴田義松,渡部洋,無藤隆,山本政人,“教育心理学用語辞典,”p.176,学文社,1998.
- [6] Raphael Ellender 森 桂一訳,“デッサン基礎,”ダヴィッド社,1966.
- [7] 早坂優子,“デッサン上達法,”視覚デザイン研究所,2003.
- [8] 三澤寛志,“鉛筆で描く,”グラフィック社,2001.
- [9] フォーラム 11,“鉛筆デッサン入門,”遊友出版,2007.
- [10] 鶴岡孝夫,“スーパーデッサン—風景篇,”p38,グラフィック社,2004.