

ドローイングプロセスグラフを用いた美術入門者に対する ドローイング学習支援の可能性

A Basic Study of the Drawing Learning Support for the Art Beginner Using the Drawing Process Graph

永井孝^{1*} 香山瑞恵²
Takashi NAGAI¹ Mizue KAYAMA²

¹ 信州大学大学院総合工学系研究科

¹ Interdisciplinary Graduate School of Science and Technology, Shinshu University

² 信州大学工学部

² Faculty of Engineering, Shinshu University

Abstract: Drawing is one of the basic skills in learning art, it is a necessary skill for beginners to master. The acquisition of skills by individuals is difficult and is acquired by correct repetition. The purpose of this study is to build a drawing learning support system for beginners in a network environment. The student can obtain evaluation and advice from the tutor without being restricted by time and place. In this paper considers the possibility to drawing study support based on the drawing process data of the students in 2013 to 2016 about the drawing process graph designed from experts' drawing process.

1 はじめに

ドローイングは、美術教育における基本的な技法と位置づけられ [1], 入門者が最初に学ぶべき内容とされる [2]. 入門者が学ぶときは、観察ドローイング (Observational Drawing) が取り入れられることが多い. 観察ドローイングとは、目前に構成した対象物を観察して描くことである [3]. 構図やパース, モチーフの形態やトーンおよび質感を正確に描画するスキルを身につけることができる. ドローイングの学習は、描いては誤りを修正し、再び描くことを何度も繰り返しながら正しい手法を身につけていく [4, 5, 6]. このような学習はスキル学習である [7]. 個人でこの学習を行う場合、自分の癖や弱点に自ら気付くのは困難であり、誤りを生じた時点での指導に効果がある. そのため、美術スクールや専門校等に通い、指導者から直接指導を受ける形態で学習が進められることが多い. しかし、美術スクールにおいても、一人の指導者に対して複数の学習者が指導を受けることが多く、一人の指導者が個々の学習者のドローイングに対してすべてを把握し指導することは困難である.

本研究におけるドローイング学習支援環境は、筆記

具としてデジタルペン [8] を、プラットフォームとして LMS (Learning Management System) を利用する [9]. デジタルペンは、記録した描画プロセスデータを LMS に蓄積し、学習者および指導者らがドローイングプロセスを閲覧できるようにする. これにより、オンラインでもオフラインの学習に近い体験が得られ、描画プロセスを時間と場所とに制約を受けず再生が可能となる. オフラインクラスでは難しかった、指導者が全ての学習者のドローイング指導が可能となり、学習者のドローイングの習得度合いをより細かく把握することができる. 学習者は、他学習者のドローイングプロセスを再生が可能となり、気になる学習者のプロセスが閲覧できる. A 専門学校において 2013 年から "デジタルドローイング" 授業として運用を開始した.

本稿では、熟練者の描画プロセスにより設計したドローイングプロセスグラフについて、2013 年から 2016 年度の学生の描画プロセスデータを基にドローイング学習支援への可能性について考察する.

2 ドローイングとストローク数

ドローイングはストロークの集合からなる. このストロークとは、用紙に対し筆記具で描く 1 本の連続した線のことを指す. 本研究ではデジタルペンのペン先が

*連絡先: 信州大学大学院総合工学系研究科
長野県長野市若里 4-17-1
E-mail: ngi644@gmail.com

紙面に接する時間間隔内でのペンの移動を1ストロークと考えることとした。ペンによるドローイングでは描き込むことでトーンや質感を表現する。本学習支援環境では、描き込み量をデジタルペンのストローク数として量的にとらえる。

学習者が取り組むドローイング課題は、指定したモチーフを机の上に構成し、A3サイズ用の紙に20分間でドローイングをするというものである。モチーフには、紙箱と紙袋を選択した。選択理由は、ドローイング学習に適した基礎的な形状をしており、初心者にとって描きやすいこと、入手しやすいからである。用紙サイズは、直線やカーブを描く際、腕や肩を使って描くことが必要なサイズとしてA3を選択した。時間制限は、時間内に描ききることの意識づけ、自己や他者の描画プロセスを比較しやすくするために設けた。なお、20分の描画時間は、初心者にあまり負担をかけず、ある程度のボリューム感のある絵を描くことのできる時間である。モチーフの描画順序として、より紙箱の方が単純な形態をしていることから、まず紙箱を描き、次に紙袋を描く。

2013年からA専門学校でのドローイングの授業における正規の学習活動としてドローイング学習支援環境を用いた運用を開始し、学習者に対してストローク数を意識させる指導をしている。その際、入門者に対しては、段階的に2,000~3,000本を目指すように指導をしている。ストローク数を意識させることにより、入門者の一定のスキル向上は図れた[11]。図1に3名の学習者のドローイングとストローク数を示す。これらドローイングは、2,000本以上のストローク数を描いているが、モチーフの形やパースが狂っているもの(図1-学習者A)、濃淡の表現ができていないもの(図1-学習者B)である。

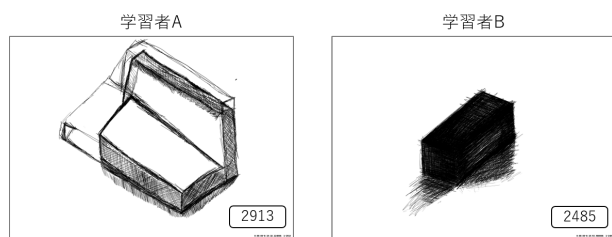


図1: 入門者のドローイング

図1のドローイングは、描画プロセスを改善することで修正が可能となる。我々は、描画プロセスを提示することで、学習者は自ら描画プロセスの違いに気づきやすくなる。また、指導者は優先して指導すべき学習者の発見や、よりの確かなドローイング指導が行えるようになると思う。

3 熟練者の描画プロセスの特徴

3.1 描画プロセスの時間変化

描画プロセスの時間変化について、指導者と共に熟練者の描画プロセスを再生しながら検討したところ、初期・中期・後期の3区間に分割することを見いだした。図2は、熟練者のドローイングであり、図3は、熟練者の描画プロセスを各区間における描画結果と時間区間および描画特徴である。

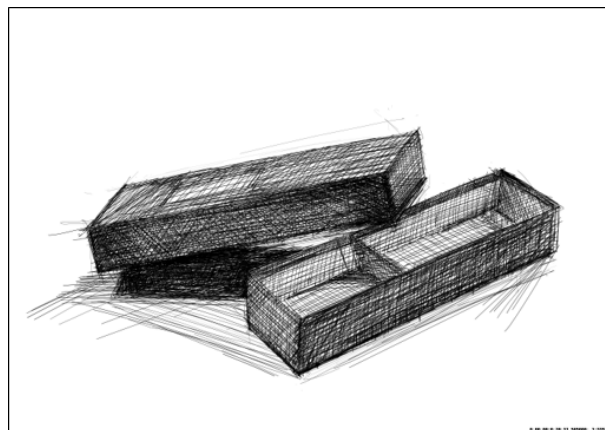


図2: 熟練者のドローイング

描画結果	初期 / 0-4分	中期 / 4-12分	後期 / 12-20分
描画特徴	アタリ・輪郭	トーン	ディテール

図3: 熟練者の描画プロセス

描画プロセスの初期は、構図と輪郭を決定する過程である。描画対象を用紙に対してどのように配置をするか、全体を外包するアタリを用紙につける、モチーフの構造を分解的にみながら輪郭を描画する。この過程では、構図やパース、形の狂いに対して修正ができるように、かつ、描画結果に影響しないように、筆圧を極力抑えた線で何度も描き、最適な輪郭線を描いていく。

描画プロセスの中期は、モチーフの色や形、陰影をトーンにより描く過程である。初期で描画した輪郭をもとに、面を意識しながらトーンを描画する。トーンを描く際、輪郭内をハッチングを用いて描画していく。ハッチングは、面の大きさ方向に注意をし、一面づつ描画するのではなく、常に全体を意識して描き、徐々にトーンの濃度を上げていく。

描画プロセスの後期は、仕上げの過程である。モチーフの質感や模様等の詳細を描画する。全体を意識して描き、時間まで作品として高めていく。

我々は、各区分における、体系的な描画特徴を、初期はアタリと輪郭、中期はトーン、後期はディテールとした。

各区分にかかる理想的な時間を検討した。4名の熟練者による描画プロセスデータを、上記に示した特徴に基づき3区分に分割し、各区分にかかる時間の平均を求めた。その結果、初期が描画開始から4分、中期が4分から12分、後期が12分から20分（描画終了）までであった。

3.2 描画プロセスの幾何的特徴

時間区分における描画特徴を熟練者2名による5描画プロセスデータを用いて、3つの描画特徴、アタリ・輪郭、トーン、ディテールの幾何的特徴について検討をした。

描画プロセスを単位時間（30秒）で分割し、単位時間区間にける、幾何的特徴を見る。描画用紙（A3サイズ）を3mm角（140×99ブロック）に分割を行い、各ブロックへの描画の有無、描画濃度を求めた。ブロックサイズを3mm角としたのは、本学習支援システムによる線種分類において3mm未満の線長が「点」として判定するからである。3つの描画特徴を、3つの幾何的特徴、外包領域の増加、新規描画率、筆圧の組み合わせで対応付けることが可能ではないかと考えた。

3.2.1 外包領域の増加

外包領域は、描画開始からの描画ブロックを外包する領域である。図4上は、時間経過における熟練者の外包領域を示したグラフである。初期において外包領域が大幅に増加している。中期・後期にも少しながら増加している。図4下は、グラフ内のa,b区間に対応した描画結果である。赤色のストロークが当該区間の描画結果である。a,b区間ともに外包領域が多く区間である。a区間は、アタリをつけ輪郭を描いている様子が見える。b区間では、モチーフへのトーンと、モチーフが置かれているテーブルに対して陰影を描いている。

熟練者に領域が直前の単位時間に比べ増加をしている箇所について、描画結果を示しながらヒアリングしたところ「領域が増えるところは、アタリ・輪郭を描いている。初期のアタリ・輪郭は、モチーフに対して行っている。途中のテーブル部分のトーンを描くときも、まずは、アタリをつけ、最初ほど厳密ではないが輪郭を描いた後、トーンを描く。トーンやディテール

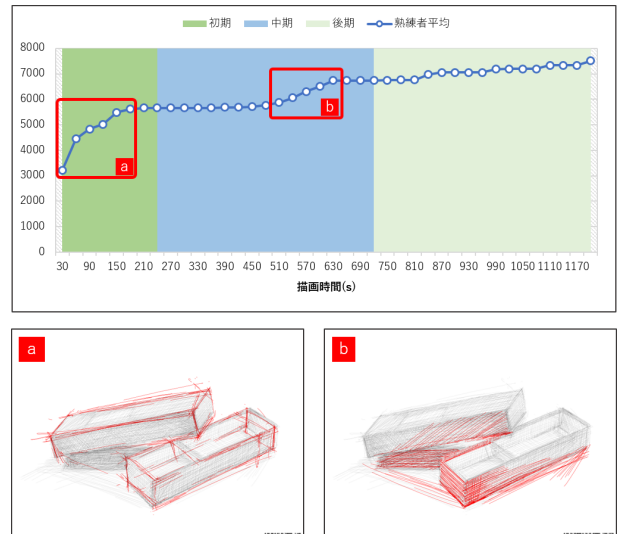


図4: 熟練者の外包領域の増加グラフ（上）と描画結果（下）

を描く際は、輪郭から1ミリもはみ出さない気持ちで描いている」とコメントを得た。

熟練者は、外包領域が増加する区間では、アタリ・輪郭を、増加がない区間では、トーンおよびディテールを描いていると考えられる。領域増加について「多い」「少ない」と分類し、閾値を36ブロックとした。

3.2.2 新規描画率

新規描画領域は、単位時間内に描画した領域の内、描画開始から初めて描画した領域のことであり、新規描画率は、描画領域に対する新規描画領域の割合である。図5上は、単位時間における熟練者の描画領域と新規描画領域および新規描画率を示したグラフである。初期は、描画領域は少ないものの、新規描画率は高い。中期では、描画領域も多く、新規描画率も高い。後期では、中期と同じ程度の描画領域だが、新規描画率は低い。図5下は、グラフ内のc,d区間に対応した描画結果である。赤色のストロークが区間の描画結果である。c区間は、新規描画率が高めの部分である。描画結果として、モチーフ全体を面の方向に沿ってトーンを描いている。d区間は、新規描画率が低い部分である。既に描かれた領域に対し、モチーフの質感や陰影といったディテールを描いている。熟練者へのトーンとディテールの関係について、ヒアリングによると「まず、モチーフのトーンを整え、必要であれば、ディテールを描いていく。ディテールを描く個所で、トーンを描いていない部分は存在しない。」とコメントを得た。

熟練者がディテールを描く際、すでに描画済みの領域に対して行う。新規描画率が高い部分は、トーンを

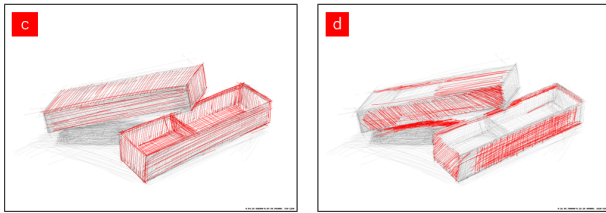
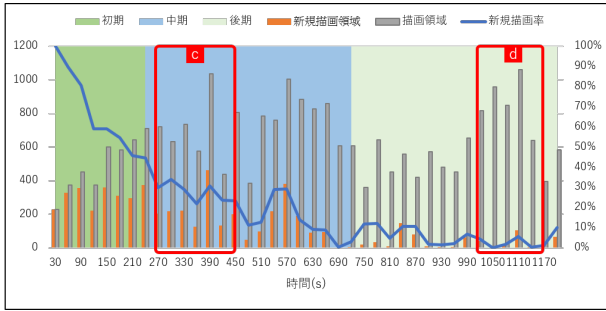


図 5: 熟練者の描画領域と新規描画率グラフ (上) と描画結果 (下)

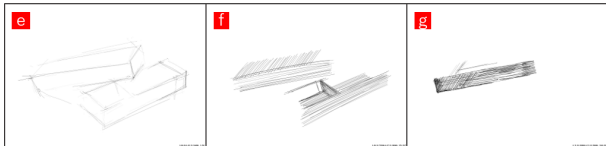
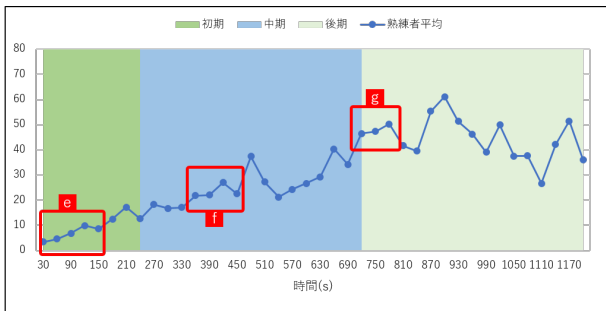


図 6: 熟練者の筆圧グラフ (上) と描画結果 (下)

描いており、低い部分は、トーンもしくは、ディテールを描いていると考えられる。新規描画率について「高い」「低い」と分類し、閾値を 7.5% とした。

3.2.3 筆圧

筆圧は、単位時間に描画したストロークの筆圧平均である。図 6 上は、単位時間における熟練者の筆圧を示したグラフである。初期、中期、後期と筆圧が上がっていく。グラフの e,f,g は、e がアタリ・輪郭、f がトーン、g がディテールを描いている区間である。

図 6 下は、グラフ内の e,f,g 区間に対応した描画結果である。e 区間は、ドローイング結果 (図 2) に影響しない筆圧で描いている。f 区間は、中程度の筆圧で描い

ている。g 区間は、トーンが描かれた部分への描画のため、筆圧を高く描いている。筆圧について、「低」「中」「高」に分類し、閾値を $低 \leq 15.57 < 中 \leq 39.78 < 高$ とした。

3.3 描画特徴と幾何的特徴の対応

描画特徴と幾何的特徴の対応を表 1 に示す。アタリ・輪郭の幾何的特徴は、外包領域の増加が多く、新規描画率が高く、筆圧は低・中である。トーンの幾何的特徴は、外包領域の増加は少ない。新規描画率が高く、筆圧は低・中の時及び、新規描画率が低く、筆圧が低の時である。ディテールの幾何的特徴は、外包領域の増加はすくない。新規描画率が高く、筆圧が高の時、及び、新規描画率が低く、筆圧が中・高である。

表 1: 各区間の描画特徴と幾何的特徴の対応

幾何的特徴		描画特徴			
外包領域増加	新規描画率	筆圧	アタリ・輪郭	トーン	ディテール
多い	高い	低	○		
		中	○		
		高			
少ない	高い	低		○	
		中		○	
		高			○
	低い	低		○	
		中			○
		高			○

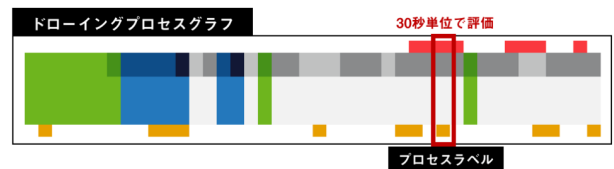


図 7: ドローイングプロセスグラフ

4 ドローイングプロセスグラフ

ドローイングプロセスグラフは、描画開始から終わりまでを単位時間で分割し、その単位区間における幾何的特徴、線種、線長を評価したものである。図 7 にドローイングプロセスグラフを示す。赤枠で囲んだ領域が単位区間の情報を可視化したもので、プロセスラベルと呼ぶ。これらを描画開始から終了まで順に並べて表現する。

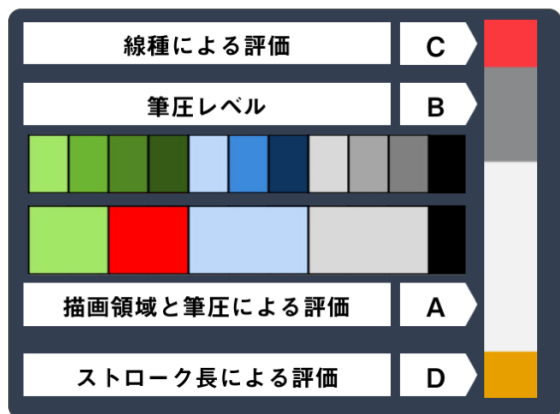


図 8: プロセスラベル

4.1 プロセスラベルによる単位区間情報表示

プロセスラベルは、4 指標 A, B, C, D を縦に並べカラーバーで表す。A および B は、描画領域と筆圧による評価を、C は線種による評価を、D はストロークの長さによる評価を表したものである。図 8 にプロセスラベルを示す。

- A) 描画領域と筆圧による評価を緑、青、灰、黒、赤の 4 色で表示する。緑は外包領域が多く、新規描画率が高い時である。青は緑は外包領域が少なく、新規描画率が高い時である。灰は外包領域が少なく、新規描画率が低い時である。黒は描画がない時である。赤は外包領域の増加が多く、規描画率が高く、筆圧が高い時である。
- B) 筆圧を表し、3 段階の濃度で表示する。
- C) 線種のうち複雑線が 5 本以上出現するときにマゼンタで表示する。
- D) 最大ストロークの長さが 50mm 以下の時、黄色で表示する。

4.2 熟練者のドローイングプロセスグラフ

熟練者のドローイングプロセスグラフと描画結果を図 9 に示す。図 9 上がプロセスグラフであり、左から右へ時間が流れている。図 9 下は、5 分、10 分、15 分の描画途中と最終結果を表示している。熟練者の描画プロセスは、アウトラインをとりながら、全体のトーンを描いて、ディテールを描いている。プロセスグラフは、緑から青、グレーと遷移する。線種は後半のディテールを詰めるときに複雑線が現れるのみである。ストローク長は短い区間も少ない。図 10 に描画プロセス区間における熟練者の描画プロセスの描画特徴の分

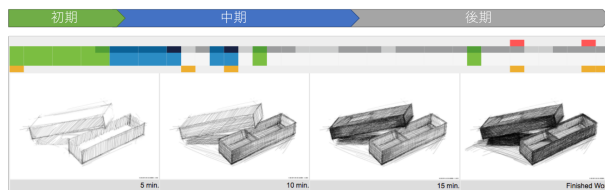


図 9: 熟練者のドローイングプロセスグラフ (上) と描画結果 (下)

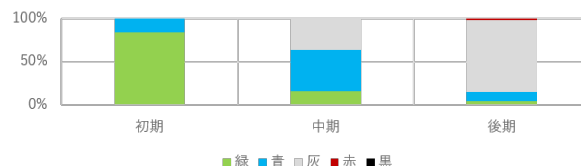


図 10: 熟練者の描画特徴の分布

布を示す。初期においては、緑が多くを占める。中期においては、青と灰色が同じぐらいの出現である。後期は、灰色が多く出現する。

4.3 学習者のドローイングプロセスグラフ

図 1 の学習者のドローイングプロセスグラフと描画結果を図 11 示す。学習者 A のプロセスグラフは、全体を通して筆圧が高いことがわかる。特に初期から中期にかけて高い。初期では赤色が大半を占めている (図 11a)。描画結果と対応すると、間違った輪郭線が最後まで描画結果として残ってしまっている。新規描画率が高く、筆圧が高いラベルが多くみられる (図 11b)。描画結果を見ると、全体のトーンを描こうとせず、部分的に描いていっている。プロセス全体を通して線長が短い (図 11c) ため、モチーフの形状が歪んでしまっている。学習者 B のプロセスグラフは、初期において、

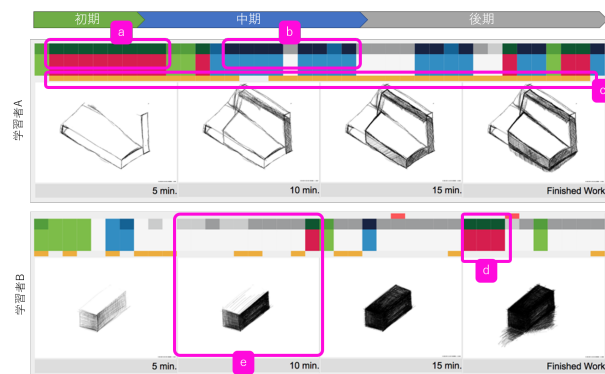


図 11: 学習者のドローイングプロセスグラフと描画結果

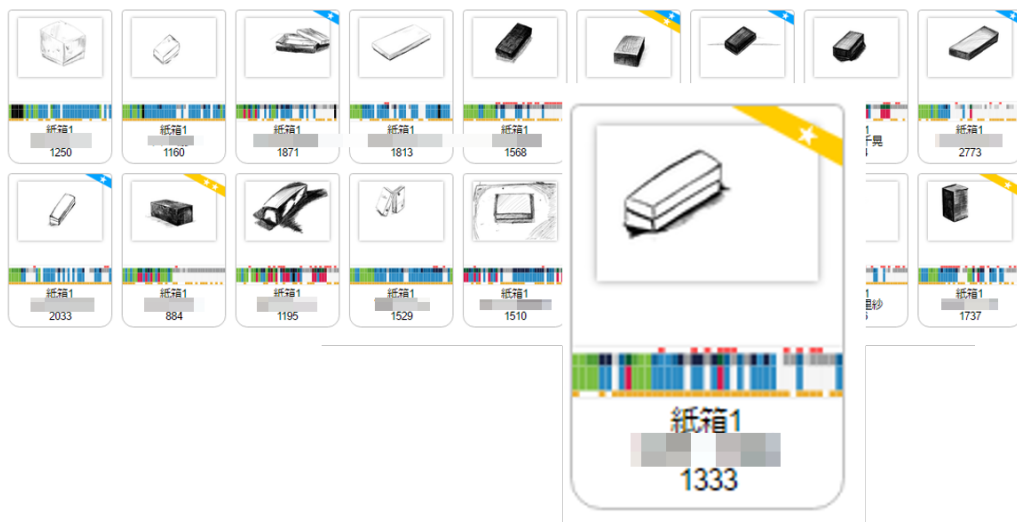


図 12: レッスンビュー

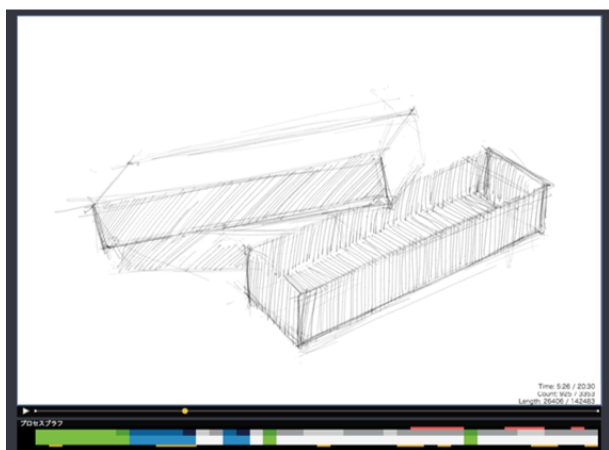


図 13: ドローイングプロセスビュー

緑, 灰, 青の順番で出現している。筆圧は低く抑え描画している。中期・後期ともに青色は出現せず、灰色が多い。後期に赤が出現している (図 11d)。描画結果において、中期を見ると、全体を描かずに、手前の 2 面に集中して描いている (図 11e)。このように部分的に描いてしまうと、正確なトーンの実現ができなくなり、この学習者のような描画結果になってしまう。プロセスグラフからは、この描画プロセスを見分けることができない。

5 学習支援環境への適用

ドローイングプロセスグラフを学習支援環境への適用を検討した。描画プロセスの状況を確認できることから、レッスン毎に指導者及び学習者が最初に見ることとなる「レッスンビュー」と、描画プロセスの再生

時、描画プロセスを閲覧する機能「ドローイングプロセスビュー」へ適用する。

図 12 は、レッスンビューへドローイングプロセスグラフを適用したものである。本学習支援環境では、レッスン毎に参加学習者のドローイング一覧をサムネイル形式で表示している。新たに、ドローイングプロセスグラフをドローイングの下に表示するようにした。

図 13 は、ドローイングプロセスビューへドローイングプロセスグラフを適用したものである。ドローイングプロセスビューは、描画プロセスの再生をすることができる。新たに、描画プロセス再生エリアの下に、ドローイングプロセスグラフを表示するようにした。

指導者へヒアリングをしたところ「描きはじめの誤りについて指摘することができる」「描画プロセスを比較するとき参考になる。」とのコメントを得た。

ドローイングプロセスグラフの学習支援環境への適用は、指導者が学生の学習状況を把握するのに役立つ。レッスンビューに表示することで、指導対象者を早期に発見可能となり、ドローイングプロセスビューで表示することで、指導必要箇所の発見がしやすくなった。

6 おわりに

本稿では、熟練者の描画プロセスから描画特徴と幾何的特徴の対応付けを行った。ドローイングプロセスグラフを設計し、学習者の描画プロセスデータを用いて学習支援ツールへ適用の可能性を検討した。アタリ・輪郭の描画誤りの可視化はできるものの、トーンの描き方に誤りの可視化には難しいことがわかった。学習支援ツールへの適用においては、今後は、プロセスグラフの見直しと精緻化を行い、学習支援ツールとして

の利用方法について検討をしていく。

参考文献

- [1] 佐藤聖徳: 美術・デザイン系大学におけるデザイン指導の発展的試み, 静岡文化芸術大学研究紀要, Vol. 4, pp. 153–162 (2004)
- [2] 関根英二: 美術体系の試み, 美術教育学会大学美術教科教育研究会報告, No. 6, pp. 89–100 (1984)
- [3] 越川倫明他 (編): 大英博物館所蔵イタリア素描展: ルネサンスからバロックへ, 東京新聞 (1996)
- [4] N.A. Bernshtein: The Co-ordination and Regulation of Movements, *Pergamon Press*, New York (1967)
- [5] M. L. Latash: Progress in Motor Control, Vol. 1, *Bernstein's Traditions in Movement Studies, Human Kinetics*, Urbana, IL (1998)
- [6] M. L. Latash: Progress in Motor Control, Vol. 2, *Structure-Function Relation in Voluntary Movement, Human Kinetics*, Urbana, IL (2002)
- [7] 古川康一: スキルサイエンス, 人工知能学会誌, Vol. 19, No. 3, pp. 355–364 (2004)
- [8] Anoto Group AB: Digital Writing Solutions, <http://www.anoto.com/archive/products/how-it-works> (2018/2/23 アクセス)
- [9] 永井孝, 香山瑞恵: ドローイングプロセスビューワを用いた美術入門者に対するドローイング学習支援方法の基礎的検討, 教育システム情報学会研究報告, Vol. 28, No. 4, pp. 21–26 (2013)
- [10] Takashi Nagai, Mizue Kayama, Kazunori Itoh: A drawing learning support system based on the drawing process model, *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. 11 Issue: 2, pp. 146–164 (2014)
- [11] Nagai T, Sakimoto T, Kayama M : DEGITal Drawing: An innovative challenge for drawing skill development in art education, *e-Learning Excellence Awards, An anthology of case histories 2016*, pp. 133–154 (2016)