

立体映像環境における音楽教育

伊藤 禎 宣^{†1,†2} 馬田 一郎^{†2}
安藤 広志^{†2} 井ノ上 直巳^{†2}

本研究では、3D 映像教材が技能習得過程に与える影響についての予備的検討を行った。楽器演奏の技能習得用教材として電子ドラムによるリズムパターン演奏のレッスンビデオを作製し、2D 映像と 3D 映像の印象評価の比較を行ったので、これを報告する。

Stereoscopic Video for Music Education

SADANORI ITO,^{†1,†2} ICHIRO UMATA,^{†2} HIROSHI ANDO^{†2}
and NAOMI INOUE^{†2}

An effects of stereoscopic video on the skill learning process were examined in this paper. We describe the evaluation results of the impressions of the 2D/3D drum lesson video.

1. はじめに

記録映像や遠隔対話環境を用いて、学習や技能習得を支援するシステムは数多く提案されており、画質や音質の高品質化などによる臨場感の伝達も目標の一つとなっている。近年では、立体映像の利用が臨場感を高める手段として注目されており、既に実用化の進む映画等の娯楽利用以外でも、効果的な応用の探索が始まっている。

本研究では、技能習得に立体映像環境を用いることの効果について検討する。今回は音楽教育に着目し、電子ドラムセットを使ったリズムパターンの習得環境を構築した。同環境を用いて、音楽演奏のような身体的技能の習得時における平面映像と立体映像の効果の差異について検討するための予備的実験を行ったので、これを報告する。

2. 実 験

技能習得用教材が平面 (2D) 映像と立体 (3D) 映像である場合の効果の差異について検討を開始するため、ドラムのレッスン映像によるリズムパターン演奏習得

課題を設定した。本章では、実験用に構築した 2D/3D 映像収録再生環境について述べる。

映像収録用機材としては、ビデオカメラ (SONY HDR-HC1) を 2 台用いた。カメラから撮影対象までの距離は約 150cm、カメラ間距離は約 6cm、輻輳角は約 2.3 度である。奥行き方向でドラムセットと演奏者のほぼ中心にあるスネアを注視対象の基準位置とした (図 1 参照)。立体映像では、演奏者は引込み方向、ドラムセット及び演奏中のドラムスティックは飛び出し方向に見える。また、動作記録用装置として、Northern Digital 社製 OPTOTRAK 3020 を使用した。本装置は自発光型の有線赤外線マーカによるモーションキャプチャであり、0.1mm の精度でリアルタイムにマーカ位置を記録できる。時間解像度はマーカ数に依存するため、本実験では 8 個のみマーカを使い、ドラムスティック 2 本の動きを記録するものとした。マーカの発光角度を考慮し、リング状に 4 個のマーカを配置したものを、スティックの 2ヶ所に固定した。演奏動作を妨げないよう、マーカ用ケーブルは演奏者の腕部に固定している。このほか、音声収録用には接話マイクを利用している。収録の様子を図 1 に示す

映像再生機材として、プロジェクタ (VICTOR DLA-HD1) を 2 台と背面投影スクリーン (縦 91.3cm x 横 121.9cm) を用いた。被験者頭部とスクリーン面の距離は約 150cm である。スクリーン面では注視対象基準で

†1 東京農工大学

Tokyo University of Agriculture and Technology

†2 NICT ユニバーサルメディア研究センター

National Institute of Information and Communication Technology (NICT)



図 1 収録の様子



図 2 レッスンビデオの画面例

あるスネアの寸法を基準に、ほぼ等身大で投影されるよう調整した。投影画像の解像度は、 640×480 pixel である。ただし、 853×480 pixel のインタレースとして記録した映像に対して、デインタレース処理や撮影時歪みの補正、トリミングなどを行っているため、見た目の解像感はいずれも低い。画面例を図 2 に示す。各プロジェクタの投影レンズの前には円偏光フィルタを装着した。生徒役被験者は、眼鏡型円偏光フィルタを着用することで、視差映像を見ることができる。なお投影映像の明度や被験者条件を一致させるため、2D 映像投影時と 3D 映像投影時で、これら光学装置は同一条件とし、2D 条件では同一映像、3D 条件では視差映像を投影している。

演奏機材として、電子ドラムセット (YAMAHA DTXP4SP v2) を用いた。同機材では MIDI (Musical Instrument Digital Interface) により、打叩の時刻や強弱を出力できる。本実験では、教材ビデオでの視認性とモーションキャプチャでの記録を考慮し、ドラム

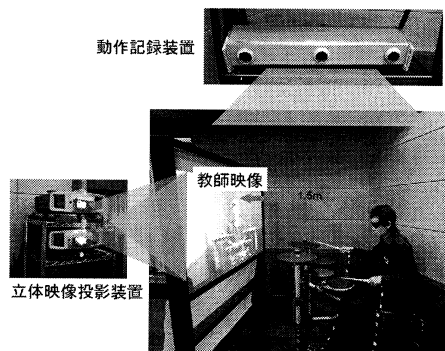


図 3 実験の様子

数と配置を制限した。具体的には、上段からシンバル $\times 2$ 、タム $\times 2$ 、スネア $\times 1$ を左右対称に配置し、ドラム打面は水平に近いセッティングとした。

リズムパターン教材の収録は、演奏やレッスンを手掛けるプロのドラム奏者 (30 代男性) により行った。レッスンビデオは全体で約 10 分であり、構成は以下のとおりである。

- 教師役の自己紹介とレッスン手順の説明
- レッスンパターン 1(初級) 見本 1 回、練習 3 回
- レッスンパターン 2(中級) 見本 1 回、練習 3 回
- レッスンパターン 3(上級) 見本 1 回、練習 3 回

今回は、ドラム等打楽器演奏の未経験者を対象として生徒役被験者を集めている。しかし、被験者技量の差は予測困難であったため、リズムパターンの難易度を 3 段階に分けて実施した。生徒役の被験者は、20 代の男性 28 人女性 28 人の計 56 人である。うち 29 人 (男性 13 人女性 16 人) に 2D 映像条件、27 人 (男性 15 人女性 12 人) に 3D 映像条件で実験を実施した。実験実施の様子を図 3 に示す。被験者には、実験実施前に課題の説明を行った。立体映像を提示した各被験者には、実験後に、立体映像として知覚できたことを口頭にて確認した。レッスン後に被験者は質問紙に回答した。

3. 印象評定

実験終了後の被験者に対して、以下の 11 設問 (7 段階) を実施した。

- A リズムトレーニング中に緊張しましたか
- B 説明者による実演は良くわかりましたか
- C リズムのパターンを正しく叩くことができましたか
- D リズムトレーニングに興味を感じましたか
- E 説明者に親近感を感じましたか

表 1 上段：印象評価結果
下段：2D-3D 条件間の一元配置分散分析結果

案件	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
2D 平均	4.59	4.59	1.90	5.21	4.90	3.93	2.24	5.45	4.38	6.10	4.52
S.D.	1.70	1.55	0.77	1.63	1.23	1.75	0.99	1.24	1.68	1.26	2.06
3D 平均	4.44	4.67	2.07	5.70	5.11	5.00	2.52	5.11	5.00	6.30	4.30
S.D.	1.74	1.52	0.78	1.38	1.50	1.24	1.16	1.42	1.62	1.17	2.09
F値	0.10	0.04	0.73	1.50	0.34	<u>6.85</u>	0.93	0.90	1.98	0.35	0.16
P値	0.76	0.85	0.40	0.23	0.56	0.01	0.34	0.35	0.17	0.56	0.69

表 2 因子分析結果 (Promax 回転後の因子パターン)

	I	II	III	IV
C	0.91	-0.06	0.09	-0.03
G	0.78	0.11	-0.13	0.01
E	-0.11	0.85	-0.04	-0.15
I	0.21	0.51	0.06	0.14
D	0.10	0.40	0.11	-0.16
H	-0.06	0.17	0.79	0.24
B	0.01	-0.15	0.69	-0.30
K	-0.01	-0.11	0.04	0.81

- F 説明者および説明者の電子ドラムとの遠近感覚がうまくつかめましたか
 G 説明者が叩くタイミングにうまくあわせることが出来ましたか
 H 説明者の話は良くわかりましたか
 I 説明者と同じ場を共有しているように感じましたか
 J ドラムを叩く順序を左右で迷いましたか
 K ドラムを叩く順序を上下で迷いましたか

3D 条件では 2D 条件に比べて、場の臨場感が高まり、レッスンのパフォーマンスが向上するという仮説のもとに分析を行った。

2D/3D 条件の印象評価結果を表 1 上段に示す。また、各条件間で設問毎の評価平均の差について検討するため一元配置分散分析を行った。この結果を表 1 下段に示す。設問 F では 5%水準で有意であったが、それ以外の個々の設問について有意傾向は見られなかった。

そこで各設問の関係性を探るため、因子分析を行った。まず全設問の平均値と標準偏差から、天井効果の見られる設問 J を除外し、残り 10 項目に対して主因子法・Promax 回転による因子分析を行った。固有値の変化は 2.77, 1.38, 1.12, 0.98, 0.65, 0.50, …となっており、4 因子までの累積寄与率が 78.18%であったため、4 因子構造とした。このとき、十分な因子負荷量を示さなかった設問 A と設問 F を分析から除外し、再度因子分析を行った。得られた因子パターンを表 2 に示す。

ここで、第 1 因子は、設問 C と G で構成されており、これを「打叩の正確性」と呼ぶ。第 2 因子は、設問 D と E と I で構成されており、これを「引き込み感」と呼ぶ。第 3 因子は、設問 B と H で構成されて

表 3 下位尺度間の相関係数

	打叩の正確性	引き込み感	手本の理解	打叩の躊躇い
打叩の正確性	-	0.18	0.61**	-0.04
引き込み感	0.34*	-	0.26	-0.40*
手本の理解	0.49*	0.21	-	-0.30
打叩の躊躇い	-0.42*	-0.37*	-0.29	-

*p<.05, **p<.001
 右上:2D条件
 左下:3D条件

おり、これを「手本の理解」と呼ぶ。第 4 因子は、設問 K であり、これを「打叩の躊躇い」と呼ぶ。

2D/3D 条件間の差を検討するため、各下位尺度得点について t 検定を行った。その結果、打叩の正確性 (t(54)=-1.00, n.s.)、引き込み感 (t(54)=-0.85, n.s.)、手本の理解 (t(54)=0.17, n.s.)、打叩の躊躇い (t(54)=0.59, n.s.)、いずれの下位尺度にも有意差はなかった。

2D/3D 条件別の下位尺度間の相関係数を表 3 に示す。2D 条件と 3D 条件では異なる相関が見られた。2D 条件では「引き込み感」とは「打叩の躊躇い」が負の相関を示しているだけなのに対して、3D 条件では「引き込み感」と「打叩の正確性」が正の相関を、「打叩の躊躇い」が負の相関を示している。

このような相関係数の差異を詳細に検討するため、2D/3D 条件別に設問間の相関係数を求めたので表 4 に示す。2D 条件 (表右上) と 3D 条件 (表左下) では設問間の相関に異なる傾向 (二重線部) が見られた。

4. 印象評価結果の考察

2D/3D 条件の比較において、各設問の平均値や因子分析で得た下位尺度得点では、有意差は見られなかった。しかし、下位尺度間の相関係数では、2D 条件と 3D 条件で異なる相関が見られた。2D 条件では「引き込み感」とは「打叩の躊躇い」が負の相関を示しているだけなのに対して、3D 条件では「引き込み感」と「打叩の正確性」が正の相関を、「打叩の躊躇い」が負の相関を示した。そこで、3D 条件では、2D 条件よりも教師役と生徒役との関係が強化されているものと考え、条件別に設問間の相関係数を求めたところ、有意な相関に異なる傾向が見られた。

3D 条件では、遠近感 (F) や場の共有感 (I) といった 3D 映像の直接的な効果と考えられる項目と、親近感 (E) に有意な相関を見て取ることができる。これらの相関は、2D 条件では見られない。

いくつかの遠隔対話に関する既存研究では、音声条件と音声映像条件、映像画質の高低などで比較し、より高品質な環境であるほど対話者に対する親近感が増すとしている 1), 2)。本実験は対話環境を対象として

表4 下位尺度間の相関係数

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	-	-0.26	-0.39*	-0.11	0.01	-0.08	-0.19	-0.06	0.08	-0.03	0.00
B	-0.17	-	0.38*	0.35	0.11	0.23	0.02	0.47**	0.24	0.06	-0.38*
C	-0.20	0.38	-	0.36	-0.09	0.15	0.55**	0.50**	0.36	-0.06	-0.01
D	-0.23	0.02	0.09	-	0.26	0.18	0.23	0.38*	0.32	-0.34	-0.38*
E	-0.28	0.00	0.19	0.59**	-	0.11	-0.04	0.08	0.31	-0.34	-0.37*
F	-0.29	0.16	0.04	0.47*	0.47*	-	0.40	0.20	0.16	-0.09	-0.18
G	-0.43*	0.32	0.81*	0.22	0.32	0.13	-	0.08	0.18	-0.05	0.08
H	-0.01	0.48*	0.20	0.08	0.21	0.31	0.24	-	0.34	0.17	0.03
I	-0.03	-0.08	0.21	0.19	0.51**	0.40*	0.35	0.17	-	-0.14	-0.13
J	-0.01	-0.03	-0.28	-0.04	-0.15	0.08	-0.17	0.14	0.06	-	0.24
K	0.36	-0.25	-0.37	-0.19	-0.39*	-0.27	-0.30	0.00	-0.03	0.14	-

*p<.05, **p<.001
 右上2D N=29
 左下3D N=27

いないが、録画済映像素材においても、3D映像化に伴う情報量の増加が、心理的関係の強化に影響する可能性が示されたと考えられる。同様に、興味(D)と親近感(E)や遠近感(F)との相関も、3D映像による学習内容への肯定的評価や教師役との心理的関係の強化の可能性を示していると考えられる。

これらの結果に比べて2D映像条件では、興味(D)は、説明の理解度(H)や演奏の自己評価(K)といった、教材への評価や有能感による教育効果として解釈できる相関が見られる。また、演奏の自己評価(C,K)と実演や説明の理解(B,H)との相関傾向も見られる。一方で、教師役との心理的関係に関する有意な相関は見られなかった。

一般的に、映像素材等を用いた学習環境では、学習者の退屈やドロップアウトが問題になる。教師役への親近感のような社会的存在感の向上は、教材の満足感向上に繋がる3), 4)とされており、3D映像は学習の継続に効果的である可能性がある。

5. おわりに

電子ドラムセットを使ったリズムパターンの習得を題材とする、2D映像と3D映像によるレッスンビデオを作製した。同素材を用いて、音楽演奏のような身体的技能の習得時における平面映像と立体映像の効果の差異について検討するための予備的実験を行った。

実験後に行った印象評定の結果から、2D映像に比

べて、3D映像の条件では、生徒役が教師役との心理的関係を強化したと見られる相関傾向が観察された。

今後の課題としては、動作記録結果の分析、評価語の再検討などがある。

参考文献

- 1) 近藤喜美夫, 鈴木龍太郎, 宇都由美子, 井形昭弘, 教育利用のための圧縮画像/広帯域画像比較実験, 電子情報通信学会論文誌, D-II, 情報・システム, II-情報処理 J79-D-2(10),1734-1740,1996/10/25(ISSN 09151923).
- 2) 林孝典, 山岸和久, 増田征貴, 富永聡子, 青木仁志, 横井弘文, 映像コミュニケーションにおけるネットワーク品質確保の効果, 電子情報通信学会技術研究報告. CQ, コミュニケーションクオリティ, Vol.106, No.9(20060410) pp. 9-12.
- 3) Richardson, J. C. and Swan, K., Examining social presence in online courses in relation to students perceived learning and satisfaction. Journal of Asynchronous Learning Networks, 7(1), pp.68-88, (2003).
- 4) Casarotti, M., L. Filippini, L. Pieti, and R. Sartori, Educational interaction in distance learning. Analysis of a one-way video and two-way audio system. PsychNology Journal 1 (1), 2002.