

## 三次元デジタル技術を利用した教育研究環境の整備に関する研究

### DEVELOPMENT OF EDUCATION AND RESEARCH ENVIRONMENT WITH 3D DIGITIZING TECHNOLOGIES

中安 翌 芸術工学部映像表現学科 教授  
萬田 隆 芸術工学部環境デザイン学科 准教授  
矢吹 剣一 東京大学先端科学技術研究センター 特任助教  
見明 暢 芸術工学部プロダクト・インテリアデザイン学科 准教授  
吉田 雅則 芸術工学部映像表現学科 准教授  
金箱 淳一 芸術工学部映像表現学科 助教  
永吉 宏行 芸術工学部映像表現学科 実習助手

Akira NAKAYASU Department of Image Arts, School of Arts and Design, Professor  
Takashi MANDA Department of Environmental Design, School of Arts and Design, Associate Professor  
Kenichi YABUKI Research Center for Advanced Science and Technology,  
The University of Tokyo, Specially Appointed Assistant Professor  
Nobu MIAKE Department of Product and Interior Design, School of Arts and Design, Associate Professor  
Masanori YOSHIDA Department of Image Arts, School of Arts and Design, Associate Professor  
Junichi KANEBAKO Department of Image Arts, School of Arts and Design, Assistant Professor  
Hiroyuki NAGAYOSHI Department of Image Arts, School of Arts and Design, Assistant

#### 要旨

本研究は、美術系造形教育へ三次元デジタル技術を取り入れていくことを目的としている。複数種類の機器を導入して実験と教材開発を行い、各機器の特性、価格のバランスを含めて、実際の授業への導入実現性、継続性を分析していく。

5年計画の初年度では、Photo Booth型、Hand Held型、赤外線360度カメラ型の3種の機器を導入した。それぞれ、システム開発、運用実験、教材開発を進めた。特に、赤外線360度カメラ型では、学生の卒業作品に利用することができた。夜の大学全体を三次元スキャンすることで、ウェブ上で体験できる作品「バーチャルナイトユニバーシティ」が完成した。

#### Summary

The goal of this project is to integrate 3D digitizing technologies into the curriculum of art educational institutions. We conduct experiments and develop teaching materials with several types of equipment. Based on the comparison between the characteristics of each equipment and its price, we analyze the feasibility and sustainability using the system in the classroom.

In the first year of the five-year plan, we introduced three types of equipment: Photo Booth, Hand Held, and Infrared 360-degree camera. For each equipment, we developed systems and teaching materials, and conducted operational experiments. In particular, the infrared 360-degree camera was used for the students' graduation project. By scanning the entire university at night, the student has created "Virtual Night University" that can be experienced on the web.

### 1. はじめに

美術系大学における造形教育のデジタル化において、「設計工程」の3DCAD、「製造工程」の3Dプリンターやレーザーカッター等のデジタル工作機械と並んで、実世界情報をデジタル化する「入力工程」に位置付けられる三次元デジタル技術の導入は必須のものとなっている。プロダクトデザイン、ファッションデザイン、環境デザイン、映像からアート、工芸まで、分野を問わず広く普及し始めている。一方で、本学のように情報系学部を持たない大学や予算規模の小さい大学では、先端技術を導入、維持していくのは困難であり、大学規模や専門分野に適した導入計画が必要である。また、高度なデジタル機器を授業に組み込むためには、造形教育を理解した情報系教員と各専攻教員による連携した教材開発が重要である。

本研究では、美術系造形教育へ三次元デジタル技術を取り入れていくために、複数種類の機器を導入して、授業での運用を前提とした実験と教材開発を進める。各機器の特性、価格とのバランスを含めて、実際の授業への導入実現性と継続可能性を分析していく。将来的には、三次元デジタル技術を大学全体の教育や研究に取り入れていくためのインフラ整備を目標としており、本研究はその準備段階に位置付けている。

### 2. ロードマップ

本研究は最終目標として、全学の教育に三次元デジタル技術を普及するインフラ整備を想定しており、図1のようなロードマップを設定している。全体の研究期間は5年程度を見込んでいる。

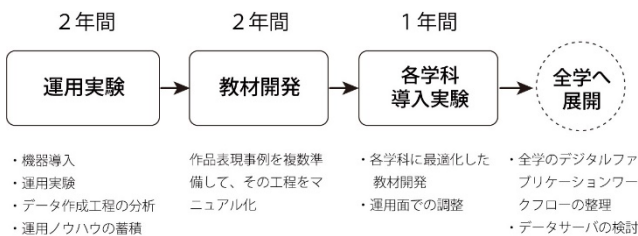


図1 最終目標へのロードマップ

三次元デジタル技術を利用するためには同時に3DCADの導入も不可欠であり、美術系造形教育におけるDX(デジタルトランスフォーメーション)が本研究の本

質的課題でもある。本研究の成果を大学全体へ波及していくためには、各専攻教員との協力体制の構築、大学としてのシステム作りが不可欠である。

図1のロードマップ前半2年間は運用実験段階に位置付けている。着手年度にあたる2020年度は図2のように、各機器の導入・設置、システム開発、運用実験を行い、データ作成工程の分析、運用ノウハウの蓄積を進めた。

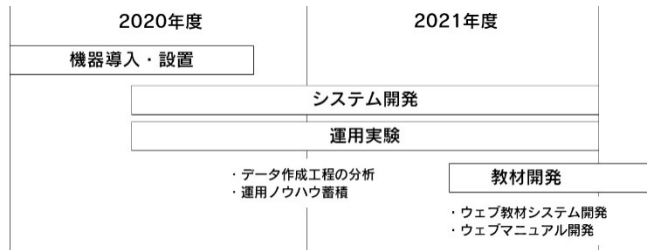


図2 2020～2021年度の計画

### 3. 導入機器の種類

Photo Booth型、Hand Held型、赤外線360度カメラ型の3種を導入して運用実験を進めた。研究開始当初は、デジタル一眼レフと自動ターンテーブルを利用したシステム導入を想定していたが、新型コロナウイルスの影響により、美術館等で360度カメラを利用したウェブコンテンツが公開され始め、大学でも卒展の企画変更が検討される中で、360度カメラを利用したバーチャル卒展等のコンテンツの可能性を探る目的から、導入機器を360度カメラへ変更した。レーザータイプより性能は劣るが、比較的安価な赤外線タイプの360度カメラを導入した。

### 4. 研究成果

#### 4.1 Photo Booth型

Photo Booth型はBody Scanner(人体スキャナ)とも呼ばれ、多数のカメラで瞬間的な撮影が可能のため、人間や動物のように静止することが難しい対象をスキャンすることに適している。本研究では、シングルボードコンピュータRaspberry Pi 3 Model Bと専用カメラユニットPi Camera 2を120セット利用したシステムを独自開発した(図3)。Raspberry Piの撮影とデータ転送には、株式会社デジタルアルティザンが開発したプログラムを利用している。照明用三脚とクランプを組み合わせることで、

撮影対象に合わせてカメラ位置や構成を自由に変更可能な汎用性の高いシステム設計を行っている(図4)。



図3 Raspberry Pi を 120 台用いた三次元スキャナ

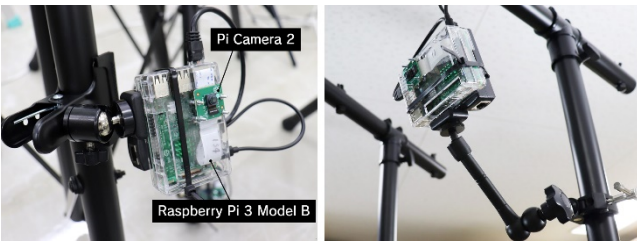


図4 クランプを利用したカメラホルダー

#### 4.2 Hand Held 型

Hand Held 型はスキャナ装置を手持ち動かしてスキャンするもので、利便性、可搬性の高い装置である。今回導入した EinScan Pro 2X は工業製品レベルの高精度なスキャンが可能であり、装置を三脚に固定して、ターンテーブルと組み合わせることで、自動で回転させながら効率的にスキャンを行うことも可能である。本年度は導入と簡単なスキャン実験のみ行った。



図5 EinScan Pro2X によるスキャン実験

#### 4.3 赤外線 360 度カメラ型

導入した Matterport Pro2 は、360 度撮影カメラと赤外線タイプの深度センサーを組み合わせた装置であり、

屋内空間の 3 次元モデル生成に適している。Matterport 社は撮影機器だけでなく、三次元ウェブコンテンツを自動生成する Cloud サービスを提供しており、これを用いることで短期間にウェブ上で公開可能なバーチャルコンテンツを作成することができる。

今回、CG コース学生による卒業研究に Matterport Pro2 を利用することができた。作品「バーチャルナイトユニバーシティ」では、赤外線センサーの欠点である日中の屋外撮影が不可能であることを逆手にとり、あえて夜の大学構内をスキャンすることで、普段目にするものの少ない夜の大学のバーチャルコンテンツを完成させた。



図6 Matterport Pro2 と iPad システムによる撮影風景

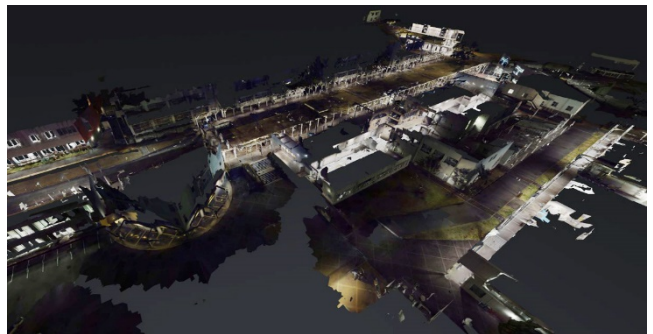


図7 バーチャルナイトユニバーシティ

#### 5 今後の展望

Photo Booth 型では、ファッション CAD のバーチャルフィッティングにおけるアバターとして学生自身をスキャンして利用することを計画している。Hand Held 型では、デジタル造形の授業内で模型スキャンデータと CG 上のスカルプト造形データを比較することで、CG 造形の練度判定への利用を検討している。赤外線 360 度カメラ型では、今回得られたノウハウをまとめ、建築空間のバーチャルコンテンツ開発の授業教材としてまとめていく。今後も実験を重ねて、様々な分野へ応用可能な教材開発を進めていく。