

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19（共通）

科学研究費助成事業 研究成果報告書



平成 30 年 6 月 15 日現在

機関番号：12606

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2017

課題番号：25580040

研究課題名（和文）3Dモデリングシステムを活用した彫刻作品のデジタル造形研究

研究課題名（英文）Digital Modeling and Fabrication for Sculptural Art

研究代表者

今井 紫緒（Imai, Shio）

東京藝術大学・大学院映像研究科・研究員

研究者番号：80626838

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,900,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究は3Dモデリングシステムを活用した彫刻作品の3D造形の研究ならびに3D造形機を使用した手ではつくれない等これまで実現不可能であった形状を造形研究し、彫刻作品としての新たな表現領域の拡大を目的とする。近年では3Dシステムを活用した彫刻作品の制作も進みつつあるが、デジタル技術を応用した新たな制作工程と表現方法の確立は今後の彫刻分野に於ける必要不可欠な課題である。また、制作データを転送し国内外で造形出力を行い、現地で作品展示を実現することにより作品輸送に頼らない制作の体系基盤の開拓を目指し、彫刻ないしは立体造形分野における新たな海外発信のあり方の提案を試みる。

研究成果の概要（英文）：This research focuses on sculptural art made with digital modeling and fabrication techniques, realizing forms which are impossible by manual sculpting processes. The research goal is to push the boundary of the domain of sculpture as an artistic medium. Digital modeling and fabrication is an emerging area of study. Research motivation tends to be engineering-oriented rather than enriching aesthetic quality. It is essential for artists, too, to take a control on these technologies so that we can establish our own fabrication as well as expression. Also, 3D model data transaction is detached from geographic constraints. Digital sculptural art can easily be printed and demonstrated abroad. The global nature of data is expected to provide new channel of expressions for artists.

研究分野：3Dモデリング、彫刻

キーワード：彫刻 3Dモデリング 3Dスキャン モーションキャプチャ

1. 研究開始当初の背景

3D デジタルの分野は、CAD 製作 (computer aided design) や金型といった主に車などの製造過程で発展してきた技術分野である。量産が優先目的である為、原型は制限のある形でしか表現されることがない。なぜなら、型は抜け勾配でなくては型から原型が抜けないからである。彫刻制作においても、木・石のようなカービング法による素材以外はそのような制限は少なからずついてくる。しかし、技術革新が進むにつれて製造業で使われていた高精細なデジタル技術が様々な用途で活用されるようになった。Rapid prototyping (以下 RP) と言われる試作目的の使用方法である。この RP によりデジタル製作した 3D データをダイレクトに 3D 造形機を使って出力造形し、形状やデザインを直接視目視によって確認する事が即座に可能となった。この一連の RP 技術が近年からプロダクトや玩具、また CG ソフトで制作されたアニメーションデータも 3D プリンターや切削加工機で出力し、造形される事が増えた。

そうした技術の美術・芸術における応用も 90 年代後半から実践され始め、現在彫刻分野においてはアーティストによって作品制作がされるようになった。文化財の分野においても、修復対象を 3D スキャニングしデータ解析からデジタル修復復元するなどの応用を行っている。

2. 研究の目的

本研究は 3D モデリングシステムを活用した彫刻作品のデジタル造形研究ならびに、3D 造形機を使用した手ではつくれないこれまで実現不可能であった形状を造形研究し、彫刻作品としての新たな表現領域の拡大を目的としている。本研究の造形制作において使用する 3D ソフト FreeForm は、CAD ではなく有機形状を反力を得ながら、いかにも粘土で彫刻するかのように形をデジタル造形できるツールである。本研究では造形ソフトと造形出力機の相互の特性を検証しながら、それらの機能を最大限に活用する方法を実践し研究制作する。

さらに、彫刻分野に於ける海外発信への新たな取り組みとして、データ転送による国内外の現地で 3D 造形機によるデータ出力という試みにより、日本美術の新しい海外発信の在り方としての体系基盤を開拓する。

3. 研究の方法

本研究は、3D デジタルでの造形制作、3D 造形機での造形出力、国内外での作品展示発表に分けられる。あくまで彫刻作品としての優れた造形性と作品性を備える事が前提である為、造形作業に多くの時間を要す。造形制作に際しては、世界での 3D 作品の現状視察調査を行い、3D 業界の動向と最新技術の情報を常に取り入れ、作品

制作に反映させる。年度毎に数点の作品制作を行い、その作品データを元に 3D 造形機の特性を検証し、彫刻作品としての完成を目指す。その間、造形制作作業後の塗装等の分析から実証を造形機メーカーの協力の下で行い、サンプルを作成し、体系化を行う。さらに、国内外にて展示発表を行い、デジタル作品の可能性を発信すると同時に、彫刻分野の新しいモデルとしての有用性を示す。本研究の進行状況や技術工程を SNS を利用して公開し、3D デジタル技術と芸術分野の発展に繋げる。

4. 研究成果

[平成 25 年度]

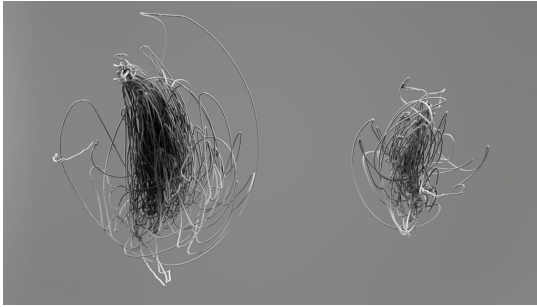
東京大学大学院 情報理工学研究科、知能機械情報学の協力を得て、人の動きを計測可能なモーションキャプチャ技術によりプロの指揮者の手の動きの軌跡を取得するため、一楽曲を指揮してもらい、モーションキャプチャにて計測を行った。計測した数値から 3D データとして形を変換し、時間や音楽といった目に見えないものをかたち (立体物) に置き換えた作品である。それら変換した 3 次元の XYZ 座標データを 3D 造形機にて立体出力を行った。3D 造形機 (3D プリンター) の中でも粉末焼結積層造形システムを活用した。この造形システムは内部構造を表現できるため選択した。同時に造形物の表面処理の実験も試みた。

また、作品構想を広げる為に、高精細スキャナーから低精度のゲームセンサーとしても使われているスキャナーの技術習得も行った。

平成 25 年 6 月に東京藝術大学大学美術館陳列館にて開催された「マテリアライジング展」に参加し作品発表を行った。この展覧会はデジタルファブリケーションを活用した作品及び研究を一様に集めた展覧会である。ここでの展示作品は、前述のモーションキャプチャ技術によるこれまで事例が無い楽曲を彫刻に置き換えた作品であり、リアルタイムな動きをデジタル技術によって取り入れ、立体作品として成立させることができた。



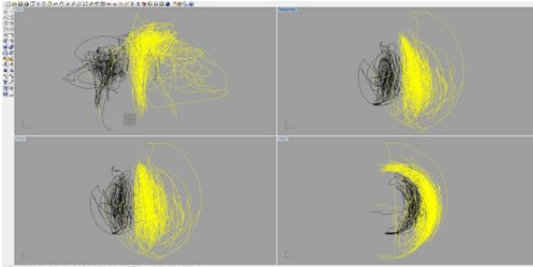
マテリアライジング展 平成 25 年
東京藝術大学大学美術館陳列館



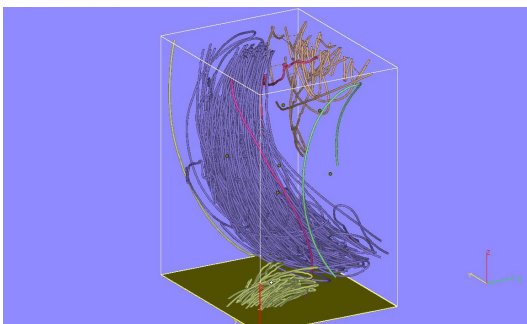
Trepak [くるみ割り人形] 01' 17'
 ピョートル・チャイコフスキー作曲
 指揮者：小森康弘
 技術協力：東京大学大学院 情報理工学系研究科 知能機械情報学専攻 力学制御システム研究室 村井昭彦博士（中村研究室）
 長田堅二郎（彫刻家）



1. モーションキャプチャ技術による動きの計測。指揮者の指先や手の甲、指揮棒にセンサーを取り付け、楽曲の動きを計測する。



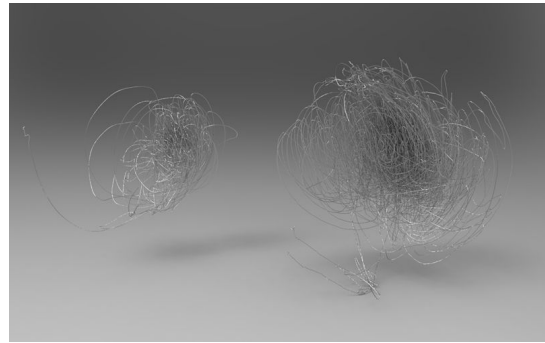
2. 計測した数値から 3D ソフトを介し、連続するカーブデータに変換。そのカーブデータを直径 2.8mm のパイプ形状にした STL データとして抽出。



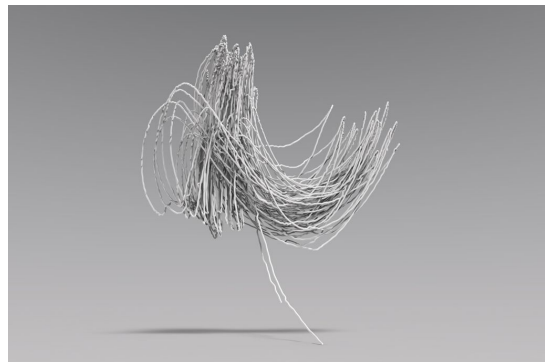
3. 造形機のワークスペースに限りがある為、3D データを分割し造形出力する。積層方向を考慮し、ワークスペース内での最適な位置

にデータを配置する。

[一楽曲の指揮者軌跡の計測データ]



W.A.Mozart Divertimento K.136 04' 30"



time 0 Triple 1' 00"

[平成 26 年度]

平成 26 年 9 月にロンドンにて開催された 3DPrinterShow2014 LONDON への視察を行なった。3D プリンターや 3D 関連のファブリケーションを使用したアート作品・プロダクトデザイン・最新応用技術が一堂に会した世界規模の展示会である。同時にオランダにある EKWC(European Ceramic Workcentre)を視察訪問した。Artist In Residence 施設の作陶用設備に付属した 3D 関連設備の視察と、EKWC 側から 3D データの陶器陶彫作品への応用事例の紹介と意見交換を行なった。オランダでは他に ロッテルダムにて Studio Minale-Maeda、Vincent de Rijk 氏、それぞれのデザインスタジオを視察訪問した。3D プリンターを使用したプロダクトデザインの事例紹介を受けながら、デザインプロセスの現場視察を行なった。今後のプロダクト作品への 3D データの応用について意見交換を行なった。

平成 27 年 3 月に Paris Fashion Week 2015（通称：パリコレクション）での作品発表を行なった。予てより日本人アーティスト NORITAKA TATEHANA 氏とオランダ人ファッションデザイナー Iris Van Herpen 氏と共同で取り組んできた 3D データを活用し制作したデザインシューズをパリコレクションにてファッションブランド Iris Van Herpen より発表した。その 3D モデリングから 3D 造形出力までの製造工程を研究として携わった。

国外在住デザイナーとのデータによる造形作業構成、データ転送による海外での 3D 造形出力、第 3 国からの造形物の三国間輸送を実現した。最終地パリにて現地での造形物の目視確認と展示発表のために滞在訪問した。



3D データ制作し 3D プリント行ったソール形状



パリコレクションにて使用されたシューズ

[平成 27 年度]

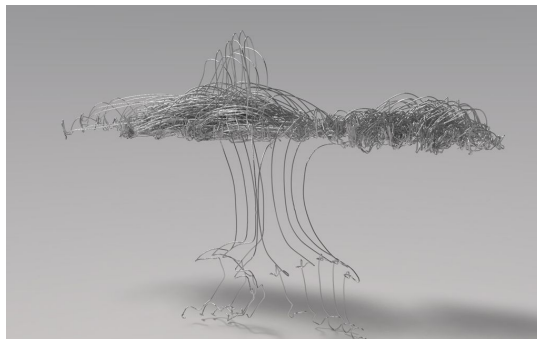
国立研究開発法人産業技術総合研究所デジタルヒューマングループとモーションキャプチャを用いた運動データの計測を共同研究として実施した。

実施内容は、ピアノ演奏時の手の動きのデジタル計測を通じて演奏曲（音楽）の可視化を実行した。ピアニストである齋藤龍氏に演奏協力を依頼し、9 曲をモーションキャプチャ計測した。計測と同時にプロの技術者による動画映像記録も行なった。

その後、モーションキャプチャの計測で取得した 3 次元座標数値から 3D データ化を行った。3D データ化では幾つかのソフトウェアを介して一つのまとまった 3D カーブデータを作成した。形状としては一楽曲での左右 10 本の指の動きを立体として表出することができた。現時点では 3D プリンター出力前の最終データまで完成している。

また、素材の研究として粉末積層造形以外の造形方法のリサーチと実験を行なった。光造形機での積層ピッチの精度の確認や出力

時の歪みの検証。3D 造形機の出力サイズの問題について、データ段階での組み立てや内部構造の検討。造形素材の透明度の検証や造形物の塗装の実験などを行なった。



J.Brahms Waltzes Op.39

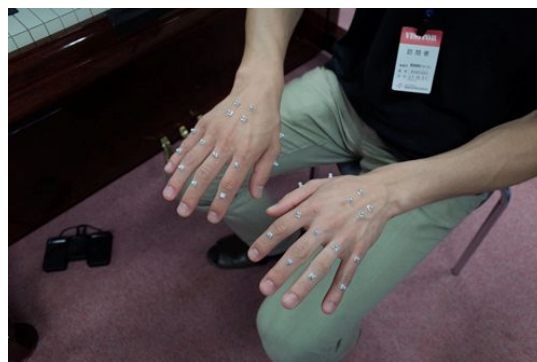
ピアニスト：齋藤龍

共同研究：産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究グループ 村井昭彦

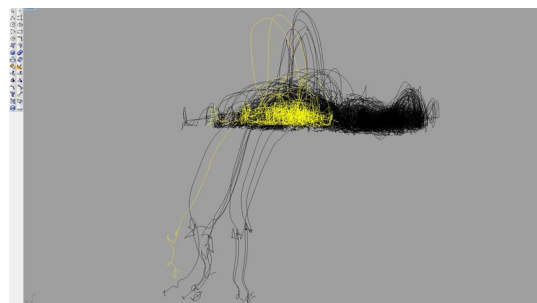
彫刻家 長田堅二郎



モーションキャプチャの計測風景



手に装着したセンサー



10 本の指の 3D カーブデータ

[平成28年度]

平成25年度に取得した楽曲作品の3Dプリント造形を行った。モーションキャプチャにて計測を行った座標数値から3Dデータ制作を行った。今回の制作では楽曲の他、1分間の2拍子5拍子等の作品を造形した。モーションキャプチャのデータから実体化するにあたり、幾つかの3Dソフトを介して制作しているが、データが膨大なためそれぞれのソフトの得意不得意があることがこれまでの取り組みでわかった。平成25年度に初めて制作した際の反省を活かし、短時間で尚且つPCに負荷がかからないように制作することが可能となった。また、本研究の目的のひとつでもある3D造形物の出力機のワークスペースに伴う分割造形後の接合方法について以前の研究結果を踏まえ、数通りの方法で塗装し、表面の積層状態に対しての塗装による違いの検証も確認することができた。

平成29年1月には今回制作した作品の展示発表を東京大学総合研究博物館インターメディアテクにて現代美術実験展示「パースペクティヴ(1)」01.24-03.26に参加し行った。この展示に際して、展示場所の仮想空間を3D上で作成し、展示空間にあった作品サイズと配置をシミュレーションし、前述の造形を実施した。実際に展示するとデータじょうと寸分違わぬ状態で展示することができた。今後遠隔地等限られた条件での展示の際に、データを活用した展示シミュレーションが可能であることが確認できた。

平成29年3月1日から平成30年2月28日まで研究を中断。

[平成29年度]

平成30年3月1日より研究を再開した。これまでの研究内容についてまとめた冊子を作成した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 0件)

[学会発表](計 0件)

[図書](計 0件)

[産業財産権]

出願状況(計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：

番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計 件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

[その他]
ホームページ等
<http://shioimai.com>

6. 研究組織

(1)研究代表者
今井紫緒 (東京藝術大学美術学部 専門研究員)

研究者番号：80626838

(2)研究分担者
()

研究者番号：

(3)連携研究者
()

研究者番号：

(4)研究協力者
村井昭彦 国立研究開発法人産業技術
総合研究所デジタルヒューマングループ
長田堅二郎 彫刻家