

課題設定による先導的人文学・社会科学研究推進事業
(領域開拓プログラム)

研究成果報告書

「日本の伝統芸能における技法やコンテンツを先端ロボット産業に
活かす UX デザイン研究」

研究代表者： 中 川 志 信

(大阪芸術大学 芸術学部 教授)

研究期間： 平成29年度～令和2年度

1. 研究基本情報

課題名	テクノロジーの革新と日本の美学および感性
研究テーマ名	日本の伝統芸能における技法やコンテンツを先端ロボット産業に活かすUXデザイン研究
責任機関名	大阪芸術大学
研究代表者(氏名・所属・職)	中川志信・芸術学部・教授
研究期間	平成29年度 ~ 令和2年度
委託費	平成29年度 520,000円
	平成30年度 5,850,000円
	令和1年度 5,388,500円
	令和2年度 1,404,000円

2. 研究の目的

伝統芸能固有の様式美などがもたらす独自の美意識を総合・抽出し、ロボットの中に再現しようとする本研究は、人が心地よく感じられる、あるいは生活を潤す美しさを備えたロボットの実現ということにとどまらず、ひるがえって人文科学にも新しい視野を開くものとなる。

本研究では、この伝統芸能の匠の技を、ロボット実機に加えバーチャル(CGや情報アイコン)も含めた多面的な先端ロボット産業に適応して、ユーザーの体験から生まれる感性価値を高度化するUXデザインの方向に絞って研究を進める。加えて、伝統芸能の人文科学系研究者と、異分野では情報工学系、機械工学系、音楽学系、生理学系、デザイン学系研究者が連携して、それら独自のデータ取得手法や解析手法を、伝統芸能の研究に採用して研究を進める。

3. 研究の概要

伝統芸能(能・文楽)の匠の技をデータ取りし、それらの解析を通して、能・文楽における音や動きのメカニズムを定量的に明らかにする。それらのメカニズムを、先端ロボットなどに落とし込み、伝統芸能が先端ロボット産業に活用できるかを検証する。加えて、伝統芸能をルーツとする日本アニメにおいても、同様に解析、適応、検証する。これら一連の研究を、人文系、理工系、芸術系と領域の異なる研究者が連携して推進していく。その過程で、他領域からの追求を通して自身の領域における新たな発見を見出し、開拓を図っていく。

具体的には、伝統芸能(能・文楽)の一流演者による実演を、モーションキャプチャや録音(能のみ呼吸計測装置)でデータ取りした。その演者や伝統芸能研究者(人文科学)、情報工学、生理学、音楽学、デザイン学、ロボット工学などのメンバーで解析をし、先端ロボット(CGロボット含む)に実装した。

能の研究では、能学研究者と協議を重ね、ロボットに適応する仮説を立てた。能は空間芸術であることから、その時間・空間・力性リズムを抽出して、ロボットに適応する方策で実験を進めた。時間・空間・力性リズムのデータ取りは、一流能演者の音楽・舞い・呼吸のデータ取りを実施した。また、能は間の芸術であるため、絶妙の間と定の間による演技の比較も同時に検証した。さらに、能は呼吸、西洋音楽は鼓動、を基本に拍を取ることから、能の拍子不合、西洋音楽の拍子合、をロボットに適応し、その受容度の比較実験も行った。

文楽の研究では、太夫、三味線、人形遣いの一流演者の実演から、音と動きのデータ取りと分析を行った。文楽での先行研究で抽出した文楽人形の骨格伸縮以外に、観客の錯覚を誘う特徴的な構造メカニズムの追求を行った。それらの構造による動きが、能の序破急(速度の3区分)や、揺らぎある音と動きの同期など、音とどのように関係するメカニズムになっているかも追求した。これらから得られた成果をロボット(CGロボット含む)に落とし込み、それらの印象度を計測する実験を行った。

4. 研究プロジェクトの体制

研究代表者・グループリーダー・分担者の別	氏名	所属機関・部局・職名	研究項目
研究代表者	中川志信	大阪芸術大学・芸術学部・教授	統括・企画推進
グループリーダー	行実洋一	実践女子大学・生活科学部現代生活学科・教授	ソフト系統括推進
グループリーダー	大須賀公一	大阪大学・大学院工学研究科機械工学専攻・教授	工学系統括推進
分担者	尾本 章	九州大学・芸術工学研究院・教授	音響工学からの調査分析
分担者	山中玲子	法政大学・能楽研究所・教授	伝統芸能・能楽からの調査分析
分担者	川口幸也	立教大学・文学部・教授	伝統文化・民族学からの調査分析
分担者	蔡 東生	筑波大学・システム情報系・准教授	情報工学からの調査分析
分担者	近藤逸人	東京海洋大学・学術研究院・教授	工学系からの調査分析
協力者	高橋葉子	京都市立芸術大学・客員研究員	能楽からの調査分析
協力者	田中敏文	金剛流師範・能楽師・大阪電気通信大学総合情報学部 非常勤講師	能楽からの調査分析
協力者	藤田隆則	京都市立芸術大学・教授	能楽からの調査分析
協力者	永松ゆか	相愛大学アートプロデュース専攻・講師	音楽系のデータ処理
協力者	大須賀美恵子	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部・教授	生理学からの調査分析
協力者	鎌倉快之	大阪工業大学ロボティクス&デザイン工学部・准教授	生理学からの調査分析
協力者	檜垣智也	大阪芸術大学・音楽学科・客員教授	音楽学からの調査分析

5. 研究成果及びそれがもたらす波及効果

能においては、呼吸を基本とする拍子不合（西洋音楽は鼓動を基本とする拍子合）の音と動きのメカニズムを解析し、能独自の拍子不合リズムデザインや、「絶妙の間」づくりのデザインパターン、能学における息を合わせる仕組みを定量的に明らかにできた。また、能は空間芸能であるため、今後複数のロボットや知的情報群が混在する日常生活空間で、自然に近い心地良さを人々に感じてもらえる統合制御デザインができると考えている。CG ロボット群が動く生活空間の CG 映像に、能の拍子不合と西洋音楽の拍子合のデータを入力して比較実験を行った結果、能の拍子不合による CG 映像を人々が受容することが明らかになった。

文楽データも同様に、簡易なCGロボットに落とし込み、その誇張表現ごとの印象評価実験を通して、文楽特有の動きの効果が人々に受容されることを明らかにした。また、音と動きの関係性でも、音高変化に動きが少しずれて同期する「揺らぎ」の効果や、序破急の速度3区分を小型ロボットに深層学習させて、文楽の感情表現モーションに近いロボットモーションを作成できることも明らかにした。これらから、文楽データにより先端ロボットは文楽人形のように生命感が増すと考えている。

6. 今後の展開

伝統芸能もロボットも総合芸術、つまり音と動きと物語のデザインが必要とされる。この領域開拓では、伝統芸能の音と動きをロボットへ展開する基礎研究を実践し、これらの成果から次のステップへ移行と考える。また別の研究(科研費の挑戦→基盤B→基盤A)でロボット実機へ文楽人形のメカニズムを適応した基礎研究も、機械であるロボットが文楽人形同様に生き物のように感じる成果から同じように考える。

今後の展開は、これらの成果を統合した社会実装に向けた応用研究の実践である。具体的には、人型ロボットだけでなく、ペット型、掃除型、家具型などのロボットへ文楽人形のメカニズムを適応し展開していく。これらロボット群に、能の音と動きのメカニズムを適応し、エンタメ性ある自然の中にいる感覚の生活空間を創造していく。

物語のデザインは、能の謡い、文楽の義太夫節から、七五調を基本とするセリフも含めたシナリオメカニズムを抽出し、ロボットに適応できるデザインを検証していく。具体的に、能ではナラタージュ、ナレーションと映像のモンタージュを掛け合わせたメカニズムが、能独自の省略芸術(激しく動かない演技)を成立させていて、ロボットへの適応の可能性が高いと考えている。

このように伝統芸能の音と動きと物語を適応したロボット群と、それらと人々が共生する生活空間の総合芸術デザインは、日本アニメのように、日本文化に根差した先端技術として世界に受容され、Made in Japanの復興につながるかと考えている。

【研究成果の発表状況等】

(1) 論文

- 1 能演者の匠の技である絶妙の間のデザイン法則を解明する研究, 中川志信, 檜垣智也(大阪芸術大学), 藤田隆則, 高橋葉子(京都市立芸術大学), 田中敏文(金剛流能楽師, 京都市立芸術大学), 蔡東生, 談子駿(筑波大学), 大須賀美恵子, 鎌倉快之(大阪工業大学), 2020年度日本人間工学関西支部大会, P.11-12, 2020
- 2 能の拍子不合メカニズムをロボット群の統合制御に適応するデザイン研究, 中川志信, 檜垣智也(大阪芸術大学), 藤田隆則, 高橋葉子(京都市立芸術大学), 田中敏文(金剛流能楽師, 京都市立芸術大学), 蔡東生, 談子駿(筑波大学), 大須賀美恵子, 鎌倉快之(大阪工業大学), 2020年度日本人間工学関西支部大会, P.13-14, 2020
- 3 能楽における「息」の仕組み(その1) — 打楽器の「呼吸」の特徴, 藤田隆則, 高橋葉子(京都市立芸術大学), 田中敏文(金剛流能楽師, 京都市立芸術大学), 中川志信, 檜垣智也(大阪芸術大学), 蔡東生, 談子駿(筑波大学), 大須賀美恵子, 鎌倉快之(大阪工業大学), 2020年度日本人間工学関西支部大会, P.15-16, 2020
- 4 能楽における「息」の仕組み(その2) — 「息を合わせる」の実質的内容, 藤田隆則, 高橋葉子(京都市立芸術大学), 田中敏文(金剛流能楽師, 京都市立芸術大学), 中川志信, 檜垣智也(大阪芸術大学), 蔡東生, 談子駿(筑波大学), 大須賀美恵子, 鎌倉快之(大阪工業大学), 2020年度日本人間工学関西支部大会, P.17-18, 2020
- 5 能の拍子不合メカニズムをロボット群の統合制御に適応するデザイン研究, 中川志信, 檜垣智也(大阪芸術大学), 藤田隆則(京都市立芸術大学), 永松ゆか(相愛大学), 川西千弘(京都光華女子大学), 日本デザイン学会, 査読中
- 6 Design Study That Adapts Noh's Time Signature Mechanism for Robot Control. Shinobu Nakagawa, Tomonari Higaki, Yuka Nagamatsu, Chihiro Kawanishi, Takanori Fujita, Yoko Takahashi, Toshifumi Tanaka, Yoshiyuki kamakura, The 30th International Symposium on Industrial Electronics, ISIE2021, Kyoto, Japan, 20-23 June, 査読中
- 7 Comparative Culture Research on the Emotional Impact of Humanoid Robots, Shinobu Nakagawa, The 5th International Conference on Design Engineering and Science ICDES2020, Kitakyusyu, Japan, November 3-5, 2020
- 8 Robot motion design using bunraku emotional expressions-focusing on Jyo-Ha-Kyu in sounds and movemants. Ran Dong, Yang Chen, Dongsheng Cai, Shinobu Nakagawa, Tomonari Higaki, Nobuyoshi Asai ADVANCED ROBOTICS 34(5) 299 - 312 2020年3月
- 9 The beauty of breaking rhythms: affective robot motion design using Jo-Ha-Kyu of bunraku puppet. Yang Chen, Ran Dong, DongSheng Cai, Shinobu Nakagawa, Tomonari Higaki, Nobuyoshi Asai Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques Conference, SIGGRAPH 2019, Talks, Los Angeles, California, USA, July 28 - August 1, 2019. 2019年
- 10 Motion Analysis using Hilbert-Huang Transform and Its Applications to Robot Motion Synthesis. Ran Dong, Graduate School of Systems and Information Engineering University of Tsukuba, March 2020
- 11 心的柔術をかける伝統芸能デザイン手法からの考察, 中川志信, 董然, 日本デザイン学会第3支部研究発表会概要集 2020.3.21 (新型コロナウイルスのため印刷物遅れている)
- 12 対象者の意識と無意識に効用する情報を制御統合するデザインメソッド, 中川志信, 董然, 日本デザイン学会第4支部研究発表会概要集 P.40 2020.2.1
- 13 文楽人形における音と動きの感情表現メカニズム解析—序破急を中心に—劉飛, 蔡東生, 董然, 中川志信, 檜垣智也 情報処理学会研究報告(Web) 2019(CG-175) Vol.2019 - CG - 175, No.8, 1 - 4
- 14 文楽の音と動きの技術を適応するロボットの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣智也, 蔡東生, 董然, 龍飛, 日本ロボット学会学術講演会予稿集(CD-ROM) 37th ROMBUNNO.3F3 - 05 2019年9月3日

- 15 文楽の技術を適応するロボットの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣 智也, 蔡 東生, 董 然, 劉 飛, 日本デザイン学会研究発表大会概要集 66 2019 年
- 16 文楽の技術を適応するロボットの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣智也, 蔡東生, 董然, 龍飛, 日本人間工学会第 60 回大会 P.23 2019.6.16
- 17 文楽人形から抽出するロボット誇張表現機構の開発, 近藤逸人, 山口仁一, 大須賀公一, 中川志信, ROBOMECH2019, 2019.6.5
- 18 文楽の音と動きの技術を適応するロボットの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣智也, 蔡東生, 董然, 劉飛, 人間工学システム大会 2019, 2019. 3. 8
- 19 文楽の音と動きの技術を適応するロボットの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣智也, 蔡東生, 董然, 劉飛, 人間デザイン学会関西支部大会, 2019. 2. 2
- 20 文楽における序破急のメカニズム解析, 董然, 蔡東生, 中川志信, 檜垣智也, 2019 年電子情報通信学会総合大会, 2019-03-20
- 21 “ヒルベルトファン変換を用いた文楽人形動作解析とロボットモーションデザイン”, 董然, 蔡東生, 中川志信, 檜垣智也, CG 技術の実装と数理 2018, 2018-09-30
- 22 ヒルベルトファン変換を用いた文楽の「ず」の抽出, 陳暘, 董然, 中川志信, 檜垣智也, 2019 年電子情報通信学会総合大会, 2019-03-20
- 23 人の無意識に効用する情報を制御し意識に統合するデザインメソッド, 中川志信, 日本情報経営学会誌 Vol.38 No.4, P.12-16, 2019.3.10
- 24 文楽の知見を適応するロボットの音と動きの感情表現メカニズム, 中川志信, 檜垣智也, 蔡東生, 董然, 第 36 日本ロボット学会学術講演誌, 2018. 8. 21, P124-124
- 25 人の無意識に効用する文楽の技を適応させるロボティクスデザイン, 中川志信, 第 36 日本ロボット学会学術講演誌, 2018. 8. 21, P100-100
- 26 人型サービスロボットデザインにおける比較文化視点からの受容性評価, 中川志信, 日本デザイン学会第 65 回春期研究発表大会, P8, 2018.6.23
- 27 “ヒルベルトファン変換を用いた日本舞踊と欧米舞踊の動作特徴分析 -AyaBambi の舞踊動作解析を中心に-”, 董 然, 蔡東生, 浅井 信吉, 情報処理学会研究報告. 人文科学とコンピュータ研究会報告 (CH), 2018-CH-117(4),1-4 (2018-05-05), 2188-8957

(2) 講演

- ①日本人間工学会関西支部講演 (招待講演), 伝統芸能 (能+文楽) の匠の技から先端ロボットに心をデザインする, 中川志信, 2019.3.23, 約120名 (研究者100名, 学生20名)
- ②山形大学ソフトマターコンソーシアム第4回シンポジウム (招待講演), 伝統芸能 (能+文楽) の匠の技から先端ロボットに心をデザインする, 中川志信, 2018.8.28, 約150名 (研究者100名, 企業及びメディア関係者50名)
- ③大阪工業大学主催ストリームカフェ, 伝統芸能に学ぶロボットデザイン, 中川志信 (大阪芸術大学) 大阪工業大学 梅田キャンパス, 2021/3/27, 約50名 (一般50名)

(3) シンポジウム

- ①2020年度日本人間工学関西支部大会, 2020/12/12, 企画セッション1, 伝統芸能「能」における間・呼吸・拍子不都合のデザイン研究, 座長 中川志信 (大阪芸術大学)