

# リズムでつながる共奏ロボット〈TurnTone〉の提案

Proposal of “TurnTone,” a collaborative robot that connects with rhythm

住田拓郎<sup>1</sup> 本所然<sup>1</sup> 長谷川孔明<sup>1</sup> 岡田美智男<sup>1</sup>

Takuro Sumida<sup>1</sup>, Nen Honjo<sup>1</sup>, Komei Hasegawa<sup>1</sup> and Michio Okada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

<sup>1</sup>Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

**Abstract:** 「トントントン！」とリズムを刻むと「トントントン！」とリズムが返ってくる。返されるパターンが同じものなら、どこか機械的に感じ、全く異なるものであるなら自身との関係性が感じられない。では、程よく共通点のあるリズムならばどう感じられるだろうか。本稿ではリズムを刻み合う共奏によりつながりを感じられるロボット〈TurnTone〉を提案し、デモ発表を通して、その効果について議論する。

## 1 はじめに

誰しも何かを成すには多くの要素が必要になる。一手で担うことでないなら尚更、意思の疎通や協調性など相手を慮る必要がある。このような相手を慮る行動は相手との信頼やつながりを形成し、その何かを達成した際には深い一体感や喜びが生まれる。その相手が家族や友人など心理的な距離の近い関係であれば、より相手への理解が深く信頼やつながりが形成されやすい。

人とロボットとの共生社会において、ロボットは役割が明確で人が操作を行う一方的なやり取りではなく、親しみのある友人のような存在であり、互いに心を通わせられる存在であることが望ましいと考えられる。ではロボットと心が通じ合うにはどうすればよいのだろうか。例えば、指示された機械的な動きでは意思を持たない道具のように感じる。また、ロボット独自の恣意的な動きでは人が関与する余地がない。では、機械的な動きと恣意的な動きの間ではどうだろうか。相手の指示を取り入れながら行う自立的な動作を互いに行うことでロボットに対して意思やつながりを感じるのではないだろうか。二者間で何らかの事象や物事を共有している関係は三項関係と呼ばれている[1]。この関係が構築された状態では相手を感じていることを無意識に推測し、意思が伝わることもある。

本研究では、音楽を第三項とした三項関係を構築し、人とロボットがリズムを刻み合う中で、徐々に相手とのつながりを感じられる共奏ロボット〈TurnTone〉を提案する。

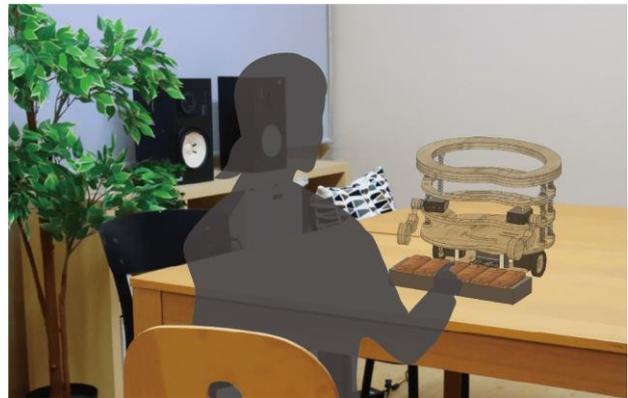


図1：リズムでつながる共奏ロボット〈TurnTone〉

## 2 研究背景

### 2.1 三項関係による意思伝達

相手に意思を伝える手段は言葉だけではない。表情や視線、しぐさからもコミュニケーションは成立する。

三項関係という関係性は、自身と他者のコミュニケーションにおいて、二者間に事象や物事を挟んだ交流を行うことでできる関係性や交流世界を指す。三項関係が構築されている状態では、自らの身体的な体験や経験を基に相手を感じていることを無意識に推測することで、相手の感情や意思が伝わることがある。このような現象を「なり込み」と呼ばれている[1]。そこで本研究では、三項関係を構築し、「なり込み」が発生するようなロボットとのインタラクションの場を設ける。

## 2.2 音楽による原初的コミュニケーション

人は生まれながらにして相手とのコミュニケーションを志向する存在である。人がこのような存在であるのは、相手に何らかの気持ちを共有することを本源的な喜びや満足としているためであると、鯨岡[2]は指摘している。相手の気持ちやつながりの共有を目指すコミュニケーションを、人が生まれ持つコミュニケーションの原初のかたちということで「原初的コミュニケーション」と呼んでいる。原初的コミュニケーションは二者間の心理的な距離の近い関係性が構築されている状態、例えば、家族や親しい友人で起こり得るものである。では二者が人とロボットではどうだろうか。人とロボットの間であっても、人がロボットに対して意図や感情を持っている存在であると感じ、その意図や感情を人に伝えることができれば、人とロボットの間で原初的コミュニケーションが成立すると考えられる。

## 2.3 並ぶ関係

二者間で共に同じ物事を共有し、それを介して互いに相手の意図を理解し合う関係を「並ぶ関係」という[3]。「並ぶ関係」は、「なり込み」あうことで互いに意思を受け止め合う関係で構築される。例えば、〈マコにて〉[1][3]は、人とロボットが手をつなぎ、つないだ手を互いに引っ張り合うことで、互いの気持ちを推測し合う関係を構築している。これにより、最初はぎこちなかった歩調が徐々にあっていくような「並ぶ関係」でのコミュニケーションの成立を志向している。手を引っ張り合うことで気持ちを推測するように、ロボットとリズムを刻む合う中でテンポやリズムの変化から気持ちを推測し合う関係が構築されるのではないだろうか。

## 3 〈TurnTone〉の構築

本研究のプラットフォームである〈TurnTone〉は、〈Toi〉[4]をベースに構築しており、人の背骨をモチーフとしたフォルムになっている。人が演奏した1小節のリズムを基に、アレンジしたリズムで打楽器を演奏するロボットである。本章では、〈TurnTone〉のデザインやシステム構成について説明する。

### 3.1 ハードウェア構成

〈TurnTone〉のハードウェア構成を図2に示す。人のリズムを認識するための音センサが搭載されており、全体の制御を行うマイコンボードに接続されて

いる。2本のアームは生成されたリズムに合わせて動作し、打楽器の演奏を行う。また、アームの動作による振動がばねに伝わることで体が揺れ、ロボットが演奏しながら体全体を使ってリズムに乗っているような振る舞いを行う。

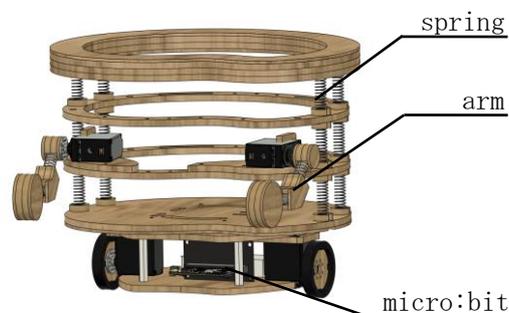


図2：〈TurnTone〉のハードウェア構成

### 3.2 システム構成

システムの構成を図3に示す。入力には音センサを用いて、人が手を叩いた音や机をたたいた音を検知する。入力された情報を基に micro:bit というマイコンボードでランダムなリズムを生成する。生成したリズムに合わせてサーボモータが動作する。micro:bit とは、イギリスの BBC（英国放送協会）が主体となって制作した教育向けのマイコンボードである。USB ケーブルを用いて PC と接続することでプログラムを書き込むことができる。

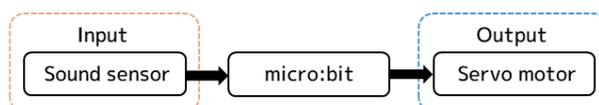


図3：〈TurnTone〉のシステム構成

### 3.2 インタラクシオンデザイン

〈TurnTone〉は相手のリズムを聴き、そのリズムを基にアレンジして演奏することで、ロボットに思考や感情を感じさせる。その結果、原初的コミュニケーションが成立し、ロボットとの間につながりを感じられることを目的としている。

## 4 まとめと今後の展望

本稿では、音楽を第三項として、人とロボットとの間につながりを感じられるロボット〈TurnTone〉を提案し、その実装とインタラクシオンについて述

べた。三項関係を構築し，人とロボットがリズムのやりとりを行う中で互いの意図や感情が伝わることにより，人とロボットの間につながりを感じられると考えている。

今後は，ロボットが返すリズムについて，人が演奏したリズムをそのまま返す機械的なリズムや人が演奏したリズムに全く影響されていない恣意的なリズムを返したパターンとアレンジしたリズムを返すパターンと比較して，人のロボットに対する感じ方についての実験実証を行っていきたい。

## 謝辞

本研究の一部は，愛知県が公益財団法人科学技術交流財団に委託し実施している「知の拠点あいち重点研究プロジェクト第 IV 期 (第 4 次産業革命をもたらすデジタル・トランスメーション (DX) の加速)」により行われた。ここに記して感謝の意を示す。

## 参考文献

- [1] 長谷川 孔明, 林 直樹, 岡田 美智男: マコので:並ぶ関係に基づく原初的コミュニケーションの研究, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 21, No. 3, pp.279-292 (2019).
- [2] 鯨岡 峻: 原始的コミュニケーションの諸相; ミネルヴァ書房 (1997).
- [3] 林 直樹, 深町 建太, 岡田 美智男: 〈マコので〉:つないだ手を介して引き出される志向的な構えについて, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2016 DVD-ROM 論文集, pp.831-834 (2016).
- [4] 三宅 将吾, 本所 然, 長谷川 孔明, 岡田 美智男: なんだコイツは? 子どもたちとプレイグラウンドを構成する〈Toi〉ロボットの研究, エンターテインメントコンピューティング 2023(2023).