



# 人と委ねあう関係を築く 移動ロボットの研究

長谷川 孔明

人とロボット（機械）の関係は、人が一方的に命令してロボットがそれに従うというのが一般的である。しかし、今後ロボットがより人間の生活に近い領域で活躍し始めるとしたら、人とロボットの関係は一方的なままでよいのであろうか。著者の所属する研究室では、人とロボットで互いに委ねあう関係の構築を目指したロボットたちを開発してきた。本稿では、その中でも移動ロボットと人との関係を分析した研究を紹介する。

キーワード：ヒューマンロボットインタラクション、相互主体性、移動ロボット、社会性、行動分析

## 1. はじめに

ヒューマンロボットインタラクションと呼ばれる研究分野がある。インタラクション(interaction)とは、inter(～の間で、相互に)とaction(行為、活動)からなる言葉で、ふたつ以上の存在のやりとりや相互作用を表す。つまり、ヒューマンロボットインタラクションは、人とロボット(機械)の間のやりとりや関係性を考え、そのデザインや分析を行う分野であり、ロボット工学やコンピュータサイエンスに認知科学や心理学などが組み合わさった分野である。現在の人とロボットの関係を考えてみると、人が命令してロボットが従うという一方的な関係が一般的である。一方で、人同士では互いに相手の意思を尊重し合ったり互いに委ねあったりする。今後ロボットがより人間社会に近い領域で活躍し始めるとしたら、人とロボットの関係は一方的なままでよいのであろうか。

実社会で活躍し始めているロボットとして、宅配ロボットやレストランの配膳ロボットなどがある。海外では、溝に嵌って動けなくなった宅配ロボットを通行人が助けてくれたというニュースがあった。また、レストランの配膳ロボットは完璧な配膳係というわけではなく、テーブルの近くまで来たロボットからお皿を受け取り机に並べるのはお客さんが行ったり、移動中の配膳ロボットが通れるようにお客さんが道を空けてくれたりといったやりとりが見られている。このように実社会でも、人にロボットが従うという一方的な関係ではなく、ロボットに少しできないところがあると

人が助けてくれるという、委ねあう関係が見え始めている。

著者の所属する研究室では、ヒューマンロボットインタラクション分野の研究を行うためにさまざまな種類のロボットを開発し、それらと人とのやりとりを分析してきた。本稿では、移動ロボットをテーマに、人とロボットの互いに委ねあう関係について行ってきた研究を紹介する。

## 2. 人と手を繋いで並んで歩くロボット 〈マコにて〉

〈マコにて〉は人と手を繋いで並んで歩くロボットである(写真-1)。一般的に人と一緒に歩くロボットというと、先導して道案内してくれるロボットであったり、荷物を載せて人の後ろをついてくるロボットなどを思い浮かべるだろう。これらの人とロボット



写真-1 手を繋いで歩くロボット〈マコにて〉

の関係性を考えてみると「主導する側-従属する側」という主従関係が明確に別れている。一方で、親子同士や恋人同士など、手を繋いで歩くような仲の良い人同士の関係は、主従が明確に別れていることは少なく、歩調や手の引っ張りなどから互いに主体（欲求や主張）を察しあって歩いている。このように、自分の主体を押し出しつつ相手の主体を受け止めることを「相互主体性」と呼ぶ。〈マコにて〉は、この相互主体性のある関係を人とロボットの間でも築くことができなかと考え開発されたロボットである。〈マコにて〉は人と繋いだ手を引っ張ったり引っ張られたりすることで、進む方向を調整していく。つまり、言葉は使わず身体的なやりとりのみで人とコミュニケーションを図るロボットである。

〈マコにて〉の動作条件を3つ用意して実験を行った。用意した動作条件は、人主体条件（人が主導して移動し、〈マコにて〉は人の行きたい方向に従い続ける）、相互主体条件（繋いだ手の引っ張りあいでも人と〈マコにて〉が互いに調整する）、ロボット主体条件（〈マコにて〉が主導して移動し、人からの手の引っ張りや行きたい方向は無視する）の3つである。18名の実験協力者が各動作条件での〈マコにて〉と手を繋いで歩き、その印象について質問紙に回答を行った（図-1）。因子分析の結果、人からの手の引っ張りを無視するロボット主体条件よりも、人からの手の引っ張りによりロボットが移動方向を変える人主体条件と相互主体条件のほうが、親しみやすさに関わる好感性因子が高くなった。また、完全に人に従う人主体条件よりも、ロボットからの主張もある相互主体条件のほうが活動性因子や生物性因子が高くなり、より生き物らしい存在と感じられることが明らかとなった。この実験から、歩くことを楽しむ散歩のような場面では、主従が明確な関係よりも互いに主張し合いつつ受け止めあう相互主体性のある関係のほうが好印象となり、人とロボットの間でも相互主体性のある関係が築けることが示唆された。

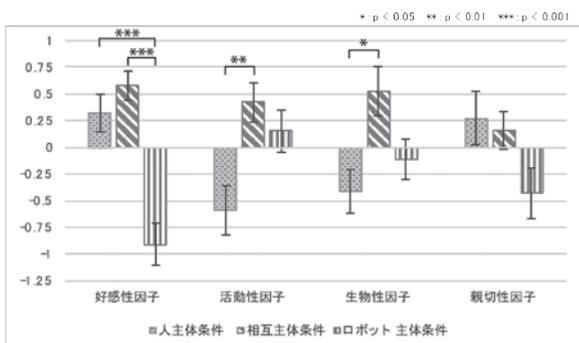


図-1 形容詞対の回答に対する因子分析の結果

### 3. 子どもたちと一緒に歩くロボット (Walking-Bones)

街中や商業施設、学校といった我々が日常生活をおくる空間に、配達ロボットや警備ロボットなどの移動ロボットが導入され始めた時、同じ空間で生活する人々と移動ロボットとの関係はどのようになるだろうか。もし、移動ロボットがタスクの効率だけを優先し、周囲の人を気にも留めずに移動していたら、そこで生活する人からはあまり良く思われまいだろう。一方で、ロボットが周囲の人に受け入れられ、時にはロボットが人に助けてもらえるとしたら、互いに良い関係が築けるのではないだろうか。〈Walking-Bones〉はキョロキョロと周囲の環境を確認したり、近くの人に顔を向けたりしながら人と並んで歩こうとするロボットである（写真-2）。一般的な移動ロボットは、移動経路の効率性や速度といった機能的な側面での評価が多い。一方で〈Walking-Bones〉は移動ロボットと周囲の人との関係性に着目しており、視線方向や対人距離の調整といった社会的相互行為が周囲の人にどのような影響を与えるのかを明らかにするために開発された。〈Walking-Bones〉は測距センサで周囲の障害物を、カメラで人の顔を認識し、障害物や近くの人に顔を向ける動作を行う。また、胴体部分はバネで接続されており、移動や顔を動かすたびに緩やかに揺れることで生き物らしいヨタヨタとした動きが生まれる。

小学校の廊下を〈Walking-Bones〉と小学生のグループと一緒に歩くというフィールドワークを行った。5年生（5人×3グループ）と1,2年生（7人×4グループ）の合計7グループがそれぞれ〈Walking-Bones〉と一緒に歩いた様子をビデオカメラで録画し、動画アノテーションにより行動分析を行った。動画アノテ



写真-2 子どもたちと一緒に歩く〈Walking-Bones〉

ションでは映像内の各時間で、小学生がロボットに対してとった行動と、小学生とロボットの距離をタグ付けした。分析の結果、7グループ中6グループで、廊下の途中にあった椅子を小学生が脇に移動させ、〈Walking-Bones〉が通りやすくするという手助け行動が見られた。また、学年別で行動タグの違いを見ると、1, 2年生の低学年グループは〈Walking-Bones〉の頭を撫でるという愛他行動が見られ、5年生は離れた位置から〈Walking-Bones〉を観察して歩行リズムを真似るといふ歩行模倣が多く見られた(表-1)。このフィールドワークでは、子どもが移動ロボットを助けるという行動が実際に観察された。また、学年別でのロボットへの接し方の違いも顕著で、低学年はロボットに積極的に近づき、頭を撫でるような接触を伴う行動をロボットに行うことも明らかとなった。

表-1 行動タグ合計時間とカイニ乗検定結果

	頭を撫でる	歩行模倣
5年生	0.7*[s]	14.3*[s]
1, 2年生	14.8*[s]	7.8*[s]
p値	0.0065	0.0003

\* :  $p < 0.05$ 

#### 4. おわりに

人とロボット(機械)の関係は、人が命令してロボットがそれに従うという一方的な関係が一般的であるが、人同士のように人とロボットで互いに委ねあう関係が築けないだろうか。本稿では、移動ロボットをテーマに、人とロボットの互いに委ねあう関係について行った研究を紹介してきた。今後ロボットがより人間の生活に近い領域で活躍し始めるとしたら、人とロボットが関わる場面も多くなるだろう。そうした時に、ロボット単体の機能性や効率性から視野を広げて、ロボットと人との関係性についても一考してみると新たな発見があるかもしれない。

JICMA

#### 【筆者紹介】

長谷川 孔明 (はせがわ こうめい)  
豊橋技術科学大学  
情報・知能工学系  
助教

