

# 〈Walking-Bones〉に子どもたちはどう関わるのか？ 小学校でのフィールドワークとその近接学的分析

Walking-Bones: Fieldwork for Investigating How Children Interact  
with Mobile Robot based on Proxemics

平井 一誠 植野 慎介 長谷川 孔明 岡田 美智男

Kazumasa Hirai, Shinsuke Ueno, Komei Hasegawa, and Michio Okada

豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

**Abstract:** 他の人と一緒に歩くことは、一種の社会的相互行為であり、移動ロボットと周囲の人との間にも相互行為が生まれると考えられる。周囲の人の相互行為を分析することは、社会に受容される移動ロボットの開発につながるだろう。筆者らは、キョロキョロ顔を動かす振る舞いにより内部状態を表出しながら人に寄り添って一緒に歩こうとするロボット〈Walking-Bones〉を構築してきた。本研究では、小学校でフィールドワークを実施し、〈Walking-Bones〉に対する子供たちの行動を分析することで、子供たちは〈Walking-Bones〉をどのように捉えていたのか考察した。その結果、1,2年生グループは頭をなでるといった愛他行動が多く見られ、〈Walking-Bones〉を共感できる存在として捉えていた。一方、5年生グループは離れた場所から〈Walking-Bones〉を観察し、すぐには共感できないが理解しようと思える存在として捉えていた。また、〈Walking-Bones〉の進行の障害となる椅子を子供たちが動かしたり、前に立ちふさがる子供を他の子供が進路を空けるように咎めるといった〈Walking-Bones〉に対する手助け行動が確認された。

## 1 はじめに

街中や駅、商業施設、学校といった我々が日常生活をおくる空間に、配達や案内、警備のための移動ロボットが導入され始めている[1,2,3,4]。もし、移動ロボットがタスクを効率的に最速にこなすことだけを優先して、人の往来を気にも留めない様子で移動しているとしたら、衝突しないよう設計されているとしても、そこで生活する人からはあまり良く思われられないかもしれない。一方で、同じ空間を共有する者同士として、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をもらえたとしたら、互いに良い関係が築けるのではないだろうか。

筆者らは、周囲の人とのインタラクションに着目した移動ロボット〈Walking-Bones〉を構築してきた。〈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、人と一緒に並んで歩こうとするロボットである。一般的な移動ロボットの研究では、効率よく移動できたか、同行者と一定の距離を保って移動できたか、といったロボット側からの視点の評価にとどまる場合が多

い。しかし、社会に受け入れられる移動ロボットを目指すためには、ロボットと周囲の人の関係を、人側からの視点で評価することも重要である。本研究では、小学校でのフィールドワークに基づき、〈Walking-Bones〉に対する子どもたちの振る舞いを記録・分析した(図 1)。ロボットとの距離のとり方、手助け行動などから、小学生がロボットをどのような存在として捉えていたのかを議論する。



図 1: 〈Walking-Bones〉と触れ合う子供たち

## 2 研究背景

### 2.1 歩くという社会的相互行為

歩くことは、周囲の人との社会的相互行為の一種ととらえることができる。例えば、向かいから歩いてくる人と交錯することが予想できる場合、速度や方向を変えて交錯を避けようとするだろう。人の動きを物理モデルに当てはめてシミュレーションする研究がある[5]。また、同行者と並列して歩く場合、通常は横一列、混雑時にはV字、といったように並び[6]、この陣形を維持するために、適宜歩き方を調整し合う[7]ことが分かっている。お互いに共同して調整することで成り立つ行為を社会的相互行為という。そのため、歩く行為も社会的相互行為の一つととらえることができる。

社会的相互行為の要素は二つある。一つ目は社会的表示と呼ばれ、他者から参照可能な形で自身の状態を表示するものである。二つ目は、社会的参照と言う、他者の状態を他者の様子を介して参照するものである。

ロボットも社会的相互行為を行う意義はなんだろうか。筆者らは関係論的なロボットの研究を行ってきた[8]。関係論的なロボットとは、他者との関係の中から生まれる能力に着目し、他者からの支えを引き出してしまいう設計やデザインを備えるロボットのことである。社会的相互行為は他者との関係を築く上での基本と考えられる。移動ロボットにおいても、社会的表示・参照による社会的相互行為を行うことで、周囲の人からの支えを引き出しながら歩んでいくことができるのではないだろうか。さらに、周囲の人の社会的表示・参照を観察することで、人が移動ロボットへどう関わるかの分析に役立つと考えられる。

### 2.2 近接学

近接学 (Proxemics) とは、空間内の人物の配置から、その配置の理由や効果、人物間の関係を調べる学問である。代表的なものとして Hall によるパーソナルスペースの考え方があり[9]。Hall が定義したパーソナルスペースの区分を利用し、身体距離から人間関係の可視化を行う試みもなされている[10]。また、他者と歩く際の身体配置や歩行経路はパーソナルスペースの影響を強く受けると考えられる。例えば、並んで歩く際の距離と信頼関係を分析した研究がある [11]。

本研究においても、移動ロボットの周囲の人の行動を分析するために近接学やパーソナルスペースの考え方を利用する。

### 2.3 人と一緒に移動するロボット

社会で活躍している人と一緒に移動するロボットの例として、荷物運びを行う OMRON 社の LD シリーズ[1]や道案内を行う EMIEW3[2]が挙げられる。これらのロボットは、障害物の回避や、人に追従する動作を行う。研究においては、レーザーレンジファインダとカメラを併用した制御手法[12]や、人に道を譲るための制御手法[13]、人との距離を元にした誘導ロボットの制御手法[14]などがある。これらは、周囲の人がより移動しやすくなるように考慮した制御である。

ここまで述べた例は、ロボットが人に対して一方的に合わせることを目的としており、人とロボットの社会的相互行為を構築することが目的ではない。そのため、ロボットの内部状態を表示することについては検討されておらず、社会的相互行為として一緒に歩くことについては検討の余地があると言える。

人とロボットで相互参照しながら歩くロボットの例として、人と手をつなぎながら並んで歩くロボット〈マコにて〉が挙げられる[15]。〈マコにて〉は人と手を引っ張り合うことでやりとりをし、歩き方の相互調整を行う。しかし、手をつないでいない第三者からの参照が難しく、相互行為の範囲が限定的といえる。このように、人とロボットと一緒に歩く場面において、周囲の不特定多数の人との社会的相互行為として歩くという行為を扱った研究は多くない。

### 2.4 本研究の位置づけ

他者と一緒に歩く行為というのは社会的相互行為の一つであり、人がいる空間を移動するロボットにおいても、周囲の人との社会的相互行為を考慮する必要がある。しかし、既存の移動ロボットにおいて社会的相互行為を扱った研究は多くなく、議論の余地があった。移動ロボットが社会的相互行為を行うことで周囲の人の支えを引き出すことができるのではないかと考える。また、移動ロボットに対して周囲の人がどのような相互行為を行うかを分析することも重要であると考えられる。

そこで本研究では社会的相互行為の要素である社会的表示・参照の機能を有した移動ロボット〈Walking-Bones〉を構築した。そして、〈Walking-Bones〉に対して周囲の人がどのように行動したかを分析することで、その人が移動ロボットをどのような存在と捉えていたのかを探り、人と一緒に歩くロボットの開発に活用することを目指す。

### 3 フィールドワーク

#### 3.1 〈Walking-Bones〉

人に寄り添って一緒に並んで歩こうとするロボット〈Walking-Bones〉[16]を研究プラットフォームとしてフィールドワークに持ち込んだ。〈Walking-Bones〉は進みたい方向や認識した人に顔を向ける、進もうとしている方向に体を向けてから歩き出すなど、顔や体の向きで社会的表示が可能である。また、周囲の人の位置を基に歩く速さや方向を調整するという社会的参照が可能である。

##### 3.1.1 システム構成

移動機構として iRobot create 2[17]を利用し、その上に骨をイメージした外装を持つ胴体と頭部が乗っている(図 2)。胴体及び頭部はサーボモータによっておじぎや首振りといった動作が可能である。iRobot create 2 と胴体部分はバネによって接続されている。センサーとして iRobot create 2 に搭載されている障害物検出センサーや衝突検出センサーを利用して、他、レーザーレンジファインダ (LRF) やヒューマンビジョンコンポーネンツ (HVC) [18]を搭載している。これらハードウェアは外装内部に搭載された小型 PC 内の ROS によって制御される。また、〈Walking-Bones〉の全高は約 60[cm]である。

##### 3.1.2 移動制御

移動制御として、LRF のデータから周囲の環境を把握し、物体が近づいた時には減速および後退しながら旋回することで衝突を回避する。また、HVC によって周囲の人の位置を把握し、人に近寄るように移動する。この人に近寄る移動制御と衝突を回避する移動制御とが拮抗することで人と一定の距離を保ちながら歩く。これらの移動をする際に、左右の駆動輪を交互に動かすよう制御している。この動作は人が足を交互に踏み出す動作を模倣しており、この動作による揺れが胴体のバネにより緩やかに全体に伝わることで、より生物性を感じやすい動きとなる。

##### 3.1.3 頭部の振る舞い制御

頭部の振る舞いとして、LRF から得られた最も近くの壁や障害物の方向、あるいは HVC によって認識した人に頭部を向けるよう制御する。また、常に最も近くの物を見続けることは不自然であるため、ランダムな時間で正面を向くように制御する。これは、〈Walking-Bones〉が認識・志向している(社会的参照をしている)対象を、頭部方向で表示する社会的表示ととらえることができる。この社会的表示を介して内部状態を表出することで、周囲の人の受容性を増し、手助け行動を引き出すことを期待している。

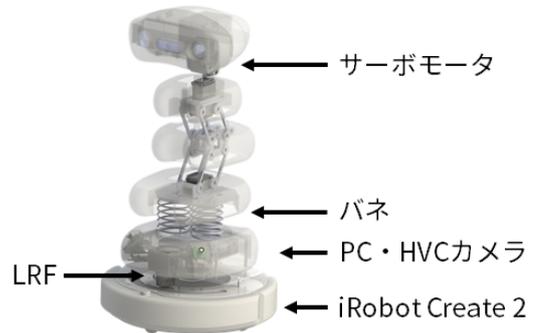


図 2: 〈Walking-Bones〉ハードウェア構成図

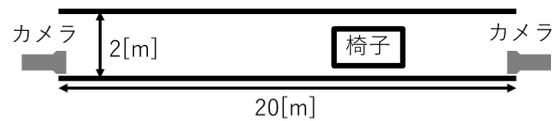


図 3: フィールドワーク環境

#### 3.2 フィールドワーク概要

フィールドワークは愛知県田原市にある野田小学校で行った。授業の時間内に、5年生15人と1,2年生合同の28人が参加した。5年生のグループは1グループ5人で3グループ、1,2年生合同のグループは1グループ7人で4グループに分かれてもらい、1グループずつ、小学校の廊下の一部を〈Walking-Bones〉と一緒に歩いてもらい、その様子をビデオで記録した。

図3にフィールドワーク環境の概略図を示す。小学校の廊下は幅2[m]であり、スタート地点から20[m]の距離を利用した。この距離は〈Walking-Bones〉が3分前後で移動できる距離であり、インタラクション時間として3分あれば十分であると考えたからである。スタート地点から15[m]の位置に障害物として折りたたみ椅子を設置した。これは、歩くルートに障害物があることで人がロボットに対して何かしらの行動を取るきっかけになると考えたからである。記録用のカメラはスタート地点と20[m]の地点に向かい合うように設置した。

#### 3.3 動作条件と教示内容

タスクとして、20[m]の廊下を往復することを設定した。この時、往路と復路で振る舞いを変えることで振る舞いによる人の反応の違いを見ることを狙った。用意した2種類の振る舞いは、3.1.2節と3.1.3節で示した移動制御と頭部の振る舞いの両方を行うも

表 1: 身体距離タグ一覧

タグ名	定義	該当パーソナルスペース
IC	抱きつける距離	密接距離近接相
IF	相手に触れられる距離	密接距離遠方相
PC	どちらかが手を伸ばすだけでは届かない距離	個人距離近接相
PF	両者が手を伸ばせば届くか届かないかという距離	個人距離遠方相
SC	知らない人と話をする距離	社会距離近接相
SF	ビジネスライクな会話をするような距離	社会距離遠方相

表 2: 行動タグ一覧

タグ名	定義
顔を覗く	〈Walking-Bones〉の顔を覗き込む行動
顔以外を覗く	〈Walking-Bones〉の体の内部や足元などを覗き込む行動
進路を開ける	〈Walking-Bones〉の進路を開けるような行動
進路を塞ぐ	〈Walking-Bones〉の進路を塞ぐような行動
頭をなでる	〈Walking-Bones〉の頭をなでる行動
頭以外をなでる	〈Walking-Bones〉の体や足元をなでる行動
歩行模倣	〈Walking-Bones〉の歩き方やその一部を模倣する行動
体の動きの模倣	〈Walking-Bones〉の体の動きの内、歩き方以外の動きを模倣する行動
投機的探索	上記タグには該当しない、〈Walking-Bones〉の反応をうかがうために行う行動
他者の模倣	他の参加者の行動を模倣する行動
他者に話す	他の参加者に対して話す行動
他者をとがめる	他の参加者に対して、その参加者の行動をとがめるような行動

の (以下, 人反応条件) と, 3.1.3 節の移動制御において人に近寄る移動を行わず, 顔は常に正面に向ける振る舞い (以下, 人無視条件) とした. 往路と復路をどちらの条件にするかは, 順序効果が発生しないようにグループによって入れ替えた.

また, インタラクション時間を揃えるために, 時間が 3 分経ったら 20[m]を歩き切れなくてもその条件でのインタラクションを終了とした. 参加者への教示として, ①今からこのロボット (〈Walking-Bones〉) と一緒に散歩をしてもらう, ②廊下を往復する, ③行きと帰りでロボットの動き方が少し変わるのでそれを見て欲しい, という 3 点を伝えた.

## 4 結果

### 4.1 動画アノテーション

多く見られたインタラクションや, 〈Walking-Bones〉と参加者の身体配置に関してより詳細に分析するために動画アノテーションを行った. 廊下の前後から記録したビデオ映像の同期をとり, アノテーションソフト ELAN[19]を用いて, 参加者それぞれに対して身体距離, 身体方向, 行動の 3 要素について

目視で判断し記録 (以下タグ) を付けた. タグの内容が主観による影響を受けることを避けるため, 筆者ら 3 名で合意が取れたものを最終的なタグとして残すこととした.

身体距離は, 〈Walking-Bones〉に対して対象の参加者がどの程度の距離にいるかを記録するタグである. タグの種類と定義を表 1 に示す. 距離に関するタグであるが, 指標として数値を用いず, 対象の参加者の体格に合わせた相対的な区分とした. これは, Hall によるパーソナルスペースの定義は当時のアメリカ人成人男性を基準に定められたものであり, インタラクションに直接影響するのは本人の体格であると考えたときに小学生を対象にする今回の分析ではそのままの数値を適用するのは不適切であると考えたからである. また体格には個人差があり, 5 年生と 1,2 年生の間はもちろん, 1,2 年生の中でも体格差が見受けられた. そのため, 具体的な数字を定義するよりも体格に対して客観的に判断できる基準を設けるべきであると考えた.

身体方向タグは, 〈Walking-Bones〉を中心とし, 〈Walking-Bones〉の前後左右  $90^{\circ}$  ]をそれぞれ F, B, L, R として対象の参加者がどの位置にいるかを

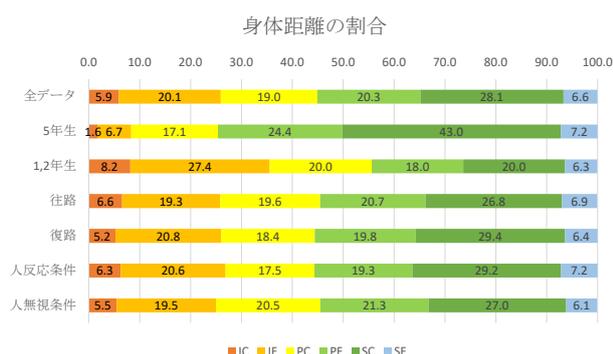


図 4: 身体距離の割合

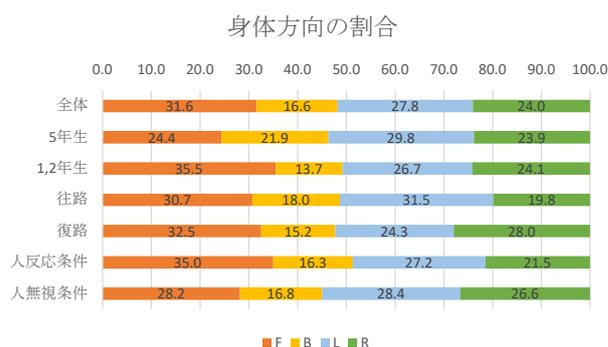


図 5: 身体方向の割合

表 3: 行動タグの集計結果

行動タグ名	1 回以上行った参加者の数[人]	合計タグ数 [個]	合計継続時間[s]	平均継続時間[s]	継続時間の標準偏差[s]	最大継続時間 [s]	最小継続時間 [s]
顔を覗く	31	92	456.6	5.0	7.0	47.5	0.5
顔以外を覗く	15	30	261.7	8.7	17.3	96.7	0.9
進路を開ける	18	38	107.0	2.8	3.0	17.1	0.4
進路を塞ぐ	13	38	233.1	6.1	3.9	15.9	1.5
頭をなでる	25	145	861.0	5.9	7.0	45.4	0.5
頭以外をなでる	5	7	32.9	4.7	5.0	15.8	1.1
歩行模倣	18	50	544.9	10.9	11.5	50.3	1.2
体の動きの模倣	4	4	5.2	1.3	0.5	2.1	0.8
投機的探索	16	51	195.7	3.8	4.9	28.2	0.5
他者の模倣	6	9	60.0	6.7	9.6	31.3	1.1
他者に話す	4	7	14.3	2.0	1.8	5.5	0.7
他者ととがめる	15	27	66.3	2.5	1.5	6.0	0.5

記録するタグである。身体距離タグと身体配置タグは動画時間全てに対して記録を付けた。

行動タグは、対象の参加者がどのような行動をとったかを記録するためのタグである。タグの種類と定義を表 2 に示す。行動タグは動画中でその行動を行っている間のみ付ける。分析に際して、身体距離タグ及び身体方向タグは全体の時間に対する各タグの比率、行動タグは各タグの参加者一人当たりの平均時間を用いることとした。

## 4.2 タグ分析結果

身体距離タグについて、全データ、5年生、1,2年生、往路、復路、人反応条件、人無視条件それぞれの比率を図 4 に示す。同様に身体方向タグについて、全データ、5年生、1,2年生、往路、復路、人反応条件、人無視条件それぞれの比率を図 5 に示す。また、行動タグ全体の集計結果について表 3 に示す。表中の「一回以上行った参加者の数」は、合計 43 人

の参加者のうち何人がその行動を一回以上行ったかを表す。合計タグ数は行動の出現回数数の参考にはなるが、例えば継続して何度も頭をなで続けている場合は、それが終わるまでを一つの行動タグとしたため、かならずしも行動回数とは一致しないことに留意していただきたい。継続時間に関する値は小数点第二位で四捨五入した値である。

## 4.3 考察

身体距離について、図 4 より IF の距離には 5 年生より 1,2 年生の方が長い時間滞在し、SC の距離には 1,2 年生より 5 年生の方が長い時間滞在することがわかった。この結果から、未知の移動ロボットに対して 1,2 年生は身体接触可能な距離まで距離を結めることが多く、5 年生は確実に身体接触が無い距離まで距離を離すことが多いと言える。

身体方向について、図 5 からは学年や条件間での顕著な違いや傾向は分らなかった。そこで、比較

し易いように身体距離と身体方向のデータを統合し、身体配置としてヒートマップで表現した。全データ、5年生、1,2年生の身体配置について、図6-8に示す。このヒートマップは上下左右の区分けが前後左右（FBLR）に対応し、円の最も内側がICで外に行くほど距離が遠くなり、最も外側がSFと対応している。マス目の色が濃い程その位置にいる割合が高くなる。5年生のヒートマップでは全方向ともSC周辺の距離に集中している。一方、1,2年生のヒートマップでは前方と左右の方向で、近距離から遠距離まで満遍なく分布している。このことから、5年生は背後というコミュニケーションを取るにはあまり適さないと言える位置も含めて離れた位置にいることが多く、未知の移動ロボットに対して安全な距離を保ちながら一方的に観察するケースが多いと考えられる。一方、1,2年生は〈Walking-Bones〉の視界内にあることが多く、近い距離も活用していると言えることから、より双方向的なコミュニケーションを試みていると考えられる。

行動タグが付いている間の身体配置を集計することで、その行動をしている時にどの位置に滞在しているかを分析することができる。全行動タグの身体配置データを合算し、行動タグ全体の時間に対する身体配置の割合を算出し、ヒートマップで表現した結果を図9に示す。ヒートマップを見ると、前方は身体距離が近くなればなるほど割合が大きくなり、左右はIFの距離に集中し、後方はIF以近に少し滞在しているがそれ以外はほとんど滞在していないという結果になった。身体配置の全データヒートマップと比較すると、全データでは後方以外に満遍なく分布しているが行動時には近距離に集中していることから、なにかしらの行動をする際にはより〈Walking-Bones〉に接近していたと言える。

今回実施したフィールドワークでは、6グループ12試行において、〈Walking-Bones〉の進路を空けるために、設置されている椅子を移動させる行動が見られた。これは、表3の「進路を開ける」タグの一部に該当する。「進路を開ける」タグにはその他に、進む邪魔になっている参加者を移動させるといった行動が含まれる。また、〈Walking-Bones〉を邪魔するような行動をとっている参加者に対してやめようとする「他者をとがめる」行動といった、〈Walking-Bones〉が進むことを助ける「手助け行動」が確認された。また、表3から、「頭をなでる」タグの合計タグ数と合計継続時間は行動タグの中で一番多く、全体を通して「頭をなでる」という行動が多く見られたことが分かる。「頭をなでる」行動も他者を思いやる気持ちから生まれる「愛他行動」であることから、直接手助けをする行動ではないものの、

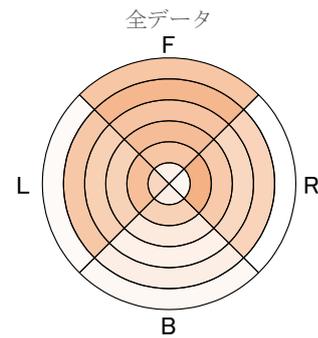


図 6: 身体配置別の滞在時間の割合（全データ）

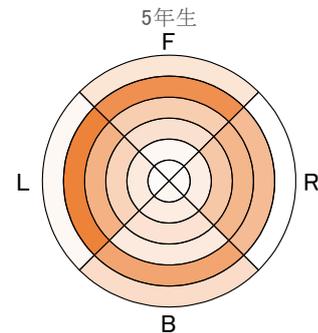


図 7: 身体配置別の滞在時間の割合（5年生）

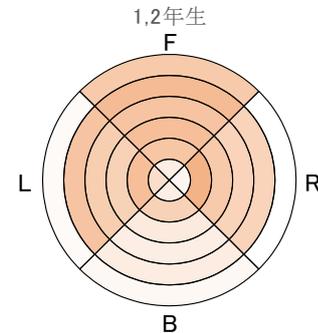


図 8: 身体配置別の滞在時間の割合（1,2年生）

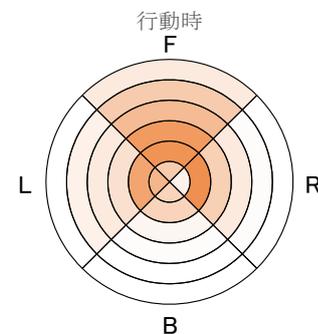


図 9: 身体配置別の滞在時間の割合（行動時）

手助け行動に繋がる心理状態を表す行動である。このことから、小学生は〈Walking-Bones〉のことを世話や手助けをする対象と捉えて接していたと考えられる。

## 5 おわりに

ロボットが社会空間で活動するには周囲の人と良好な関係を築くことが重要であり、他の人と一緒に歩くことは社会的相互行為である。この観点から筆者らは、キョロキョロ顔を動かす振る舞いにより社会的表示を行いながら、人に寄り添って一緒に歩こうとするロボット〈Walking-Bones〉を構築してきた。本研究では、小学校で小学生を対象にフィールドワークを実施し、〈Walking-Bones〉に対して子供たちがどのような行動をするのかを分析することで、〈Walking-Bones〉が子供たちからどのような存在として捉えられていたのかを考察した。フィールドワークの映像から分析した結果、1,2年生は身体接触可能な距離でのインタラクションが多く、頭をなでるといふ愛他行動が多く見られたことから、ロボットを共感可能な存在として捉えており、5年生は距離を取って様子を観察し、その様子を模倣することで理解を深めようとしたことから、すぐには共感できないものの、理解しようと思える存在として捉えられていると言える。今後は、手助け行動を引き出した要因について検証することで、より社会に受け入れられやすい移動ロボットの開発に繋がると考えられる。

## 謝辞

本研究は、科研費補助金（基盤研究 (B)18H03322, 18H03483, 若手研究 19K20376) によって行われた。また、フィールドワークは田原市立野田小学校の方々から協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] LD シリーズ モバイルロボット/特長 | オムロン 制御機器, <https://www.fa.omron.co.jp/products/family/3664/> (2021/01/30 アクセス)
- [2] EMIEW3 とロボット IT 基盤 : ロボティクス, [https://www.hitachi.co.jp/rd/research/mechanical/robotics/emiew3\\_01/index.html](https://www.hitachi.co.jp/rd/research/mechanical/robotics/emiew3_01/index.html) (2021/02/18 アクセス)
- [3] 株式会社 ZMP 無人宅配ロボ『DeliRo(デリロ)』, <https://www.zmp.co.jp/products/lrb/deliro> (2021/02/18 アクセス)
- [4] What's next for Amazon Scout?, <https://www.aboutamazon.com/news/transportation/whats-next-for-amazon-scout> (2021/02/18 アクセス)

- [5] 山本江, 岡田昌史: 人の歩行軌跡データを用いた歩行者群モデルのパラメータ同定と 交差流制御への応用; 第 29 回日本ロボット学会学術講演会, RSJ2011AC1N1-2(2011).
- [6] Moussaïd M, Perozo N, Garnier S, Helbing D, Theraulaz G.: The Walking Behaviour of Pedestrian Social Groups and Its Impact on Crowd Dynamics; PLoS ONE, 5, 4, e10047. doi:10.1371/journal.pone.0010047 (2010).
- [7] 新田晴, 阪田真己子, 正田悠, 鈴木紀子: 並んで歩く身体一発話が「足並み」へ及ぼす影響—; 2014 年度日本認知科学会第 31 回大会, P3-14, pp.752-755, (2014).
- [8] 岡田美智男: 弱いロボット(シリーズケアをひらく); 医学書院 (2012).
- [9] エドワード・ホール: かくれた次元; みすず書房, pp.162-181 (2009).
- [10] 小林純也, 栗田雄一, 末永剛, 竹村憲太郎, 松本吉央, 小笠原司: 位置情報を基にした組織内人物間の親密度の視覚化; ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, 2008, 1A1-D17(2008).
- [11] 斎藤光: 並んで歩く技術 第 2 巻 コミュニケーションとしての身体; 大修館書店, pp.94-135 (1996).
- [12] 小出健司, 三浦純, 佐竹純二: 人物追従機能を有する付き添いロボットの開発; Proceedings of the 2013 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, No.13-2, 1P1-L03 (2013).
- [13] Yoichi Morales, Takayuki Kanda, and Norihiro Hagita: Walking Together: Side-by-Side Walking Model for an Interacting Robot; Journal of Human-Robot Interaction, Vol. 3, No. 2, pp.50-73 (2014).
- [14] 須藤健太, 富岡遼, 中沢信明: ヒトの距離感覚に基づいた誘導ロボットの速度制御; Proceedings of the 2013 JSME Conference on Robotics and Mechatronics, No.13-2, 2A1-G06 (2013).
- [15] 長谷川孔明, 林直樹, 岡田美智男: マコにて: 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.23-36 (2019).
- [16] 平井一誠, 長谷川孔明, 大島直樹, 岡田美智男: え? そっちなの? 人と並んで歩くロボット〈Walking-Bones〉との視線を介したインタラクションについて, HAI シンポジウム 2020, P-46 (2020).
- [17] Create 2 Programmable Robot | iRobot, <https://www.irobot.com/about-irobot/stem/create-2> (2021/02/18 アクセス)
- [18] 製品紹介: ヒューマンビジョンコンポ (HVC) シリーズ, <https://plus-sensing.omron.co.jp/product/> (2021/02/18 アクセス)
- [19] ELAN | The Language Archive, <https://archive.mpi.nl/tla/elan> (2021/02/18 アクセス)