

システム技術開発調査研究

21-R-2

サービスロボットにおけるコンテンツ に関する調査研究

報告書

— 要 旨 —

平成22年3月

財団法人 機械システム振興協会

委託先 財団法人 デジタルコンテンツ協会

KEIRIN



この事業は、競輪の補助金を受けて実施したものです。

<http://ringring-keirin.jp/>

序

わが国経済の安定成長への推進にあたり、機械情報産業をめぐる経済的、社会的諸条件は急速な変化を見せており、社会生活における環境、防災、都市、住宅、福祉、教育など、直面する問題の解決を図るためには、技術開発力の強化に加えて、ますます多様化、高度化する社会的ニーズに適応する機械情報システムの研究開発が必要であります。

このような社会情勢に対応し、各方面の要請に応えるため、財団法人機械システム振興協会では、財団法人 JKA から機械工業振興資金の交付を受けて、機械システムに関する調査研究等補助事業、新機械システム普及促進補助事業を実施しております。

特に、システム開発に関する事業を効果的に推進するためには、国内外における先端技術、あるいはシステム統合化技術に関する調査研究を先行して実施する必要がありますので、当協会に総合システム調査開発委員会（委員長 東京大学 名誉教授 藤正 巖氏）を設置し、同委員会のご指導のもとにシステム技術開発に関する調査研究事業を実施しております。

この「サービスロボットにおけるコンテンツに関する調査研究報告書」は、上記事業の一環として、当協会が財団法人デジタルコンテンツ協会に委託して実施した調査研究の成果であります。今後、機械情報産業に関する諸施策が展開されていくうえで、本調査研究の成果が一つの礎石として役立てば幸いです。

平成 22 年 3 月

財団法人機械システム振興協会

はじめに

本報告書は、財団法人デジタルコンテンツ協会（DCAj）が、財団法人機械システム振興協会から平成 21 年度事業として受託した「サービスロボットにおけるコンテンツに関する調査研究」の成果をまとめたものである。

ロボット産業は、1960 年代のアーム制御理論の研究から始まり、製造業の組み立てラインでの塗装、溶接などを行う産業用ロボットとして実用化され、急速に進化を遂げてきた。2000 年に ASIMO が登場すると、ロボットは工場で動く機械から、人の生活を助けてくれるパートナーへとその存在感を変化させ、ロボットに対する期待が社会の中で大きく膨らむこととなった。その期待感に応えるように、2005 年の愛・地球博で、会場内の目につきやすい場所に働くロボットを配置し、観客の目の前で清掃や警備、会場案内などを行った。世界中から集まったメディアはこぞって、愛・地球博の会場で働く日本のロボットを世界に配信した。世界では日本のロボット技術への注目が高まり、そして、国内ではロボットを自動車、エレクトロニクスに続く日本の基幹産業へと成長させるべく、国や公的な研究支援機関が矢継ぎ早に研究開発支援事業や実用化支援事業を打ち出すなど、積極的な産業振興政策が講じられている。

しかしながら、現在のところ、サービスロボットの市場は思ったように伸びていないのが現状で、人とロボットが共生し、豊かな社会を目指し、生活の場で活用されるための、コンテンツ(アプリケーション、サービス)の研究はこれからの段階である。

本調査研究では、パソコンや携帯のコンテンツ同様、ロボットコンテンツとして、どのようなコンテンツが必要とされるのか、またそのコンテンツの制作を促進し、ロボットが身近なものとなって、市場が形成されるための課題に取り組んだものである。

本調査の実施にあたり、ご指導、ご支援をいただいた関係の官庁、関係機関の各位に感謝の意を表します。

平成 22 年 3 月

財団法人 デジタルコンテンツ協会

目 次

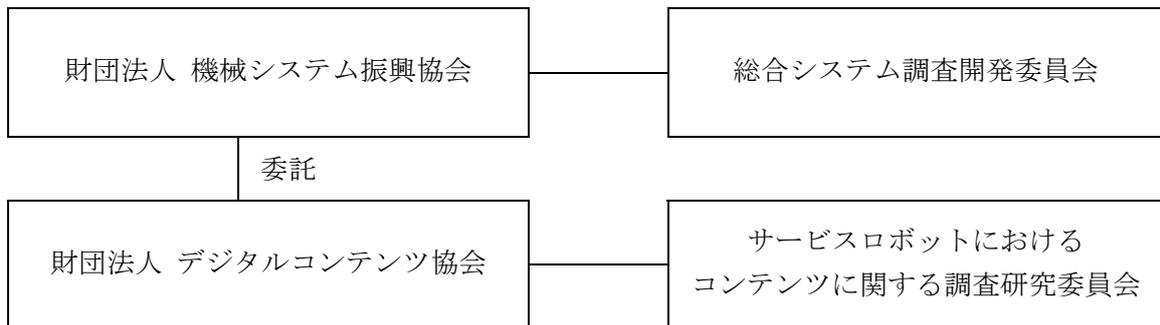
序	
はじめに	
1 調査研究の目的	1
2 調査研究の実施体制	2
3 調査研究の内容	5
第1章 サービスロボットにおけるコンテンツ	6
1.1 ロボットコンテンツの定義	6
1.1.1 ロボットに内包するコンテンツ	6
1.1.2 周りの環境からロボットに提供される環境系コンテンツ	10
1.2 サービスロボットの重要性	12
1.2 サービスロボットの重要性	12
1.3 サービスロボットのコンテンツ	13
1.4 コンテンツを付加したサービスロボットの市場性	15
第2章 ヒアリング調査	19
2.1 ヒアリング先	19
2.2 主なヒアリング内容	20
2.3 ヒアリング分析	24
第3章 サービスロボットの現状調査	26
3.1 サービス系ロボット	26
3.1.1 アンドロイド	26
3.1.2 受付ロボット	27
3.1.3 案内ロボット	27
3.1.4 ペットロボット	28
3.2 機能系ロボット	28
3.2.1 競技用ロボット	28
3.2.2 アニマトロニクス	29
3.2.3 掃除ロボット	29
3.2.4 その他の機能系ロボット	30
3.3 情報系ロボット	31
3.3.1 秘書ロボット	31
3.3.2 モビリティロボット	31
4 調査の成果（結論）	33
4.1 まとめ	33
4.2 産業化に向けての方策	35

1 調査研究の目的

ロボットは少子高齢化社会の労働力の補完や介護・家事の代替など、多くの分野で実用化が期待されており、日本は特に人間型ロボットの分野において世界に先んじている。しかしながらロボットの基本技術の研究に比べ、実際にさまざまな産業の場で活用され市場拡大されるためのコンテンツの研究はこれからの段階である。そこで、サービスロボットの分野別に、人間の感性に作用するコンテンツに関して、現在のものだけでなく、将来的な可能性も含めて調査を行うと共に、そうしたコンテンツを産業化に結びつけるための課題や方策について検討し、その可能性を明確にする。

2 調査研究の実施体制

財団法人機械システム振興協会内に「総合システム調査開発委員会」を、財団法人デジタルコンテンツ協会内に当協会会員会社と外部有識者などからなる「サービスロボットにおけるコンテンツに関する調査研究委員会」を設置して調査研究を実施した。



総合システム調査開発委員会委員名簿

(順不同・敬称略)

委員長	東京大学 名誉教授	藤 正 巖
委 員	埼玉大学 総合研究機構 教授	太 田 公 廣
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 エレクトロニクス研究部門 研究部門長	金 丸 正 剛
委 員	独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルものづくり研究センター 招聘研究員	志 村 洋 文
委 員	早稲田大学 研究戦略センター 教授	中 島 一 郎
委 員	東京工業大学大学院 総合理工学研究科 教授	廣 田 薫
委 員	東京大学大学院 工学系研究科 准教授	藤 岡 健 彦

サービスロボットにおけるコンテンツに関する調査研究委員会名簿

(順不同・敬称略)

(各委員の所属は平成 21 年 8 月 1 日現在)

委員長	慶應義塾大学 大学院メディアデザイン研究科 教授	舘 暁
委員	東京大学 IRT 研究機構 特任研究員	石川 勝
委員	NEC デザイン&プロモーション(株) デザイン事業本部 チーフデザイナー	長田 純一
委員	(株)バンダイナムコゲームス コンテンツ制作本部 プロデューサー	川島 健太郎
委員	(株)富士通研究所 ヒューマンセントリックコンピューティング研究所 主管研究員	神田 真司
委員	T-D-F/Robot & Interaction Design 代表	園山 隆輔
委員	朝日新聞社 デジタルメディア本部 ビジネスプロデューサー	服部 桂
委員	公立はこだて未来大学 情報アーキテクチャ学科 教授	松原 仁
事務局	財団法人デジタルコンテンツ協会 常務理事 兼 事業開発本部長 事業開発本部 先導的事業推進部 研究主幹 事業開発本部 先導的事業推進部 研究主幹 事業開発本部 先導的事業推進部 課長代理 事業開発本部 先導的事業推進部	田中 勉 松原 真弓 杉沼 浩司 須藤 智明 土方 由美子

3 調査研究の内容

(1) サービスロボットにおけるコンテンツ

ロボットコンテンツには、機能系コンテンツ、情緒系コンテンツ及び、環境系コンテンツの3種類が存在すると委員会では結論づけた。機能系コンテンツは家電と同様に、機能の性能と効果や価格との比較の中で価値が評価される特徴を持つ。情緒系コンテンツは、ロボットがいかにか心地よく使えるかで評価され、人と距離が近く、ロボットが自律で動作する分野において重要となる。また環境系コンテンツとは、周りの環境からロボットに提供されるコンテンツであり、これによりロボット市場の活性化と提供されるデータの品質化が期待されている。

サービスロボットが利用者と心的関係性を築き、利用者が「不可欠の存在」と認識するには、情緒系コンテンツの付加が不可欠であり、サービスロボットの中で、特に情緒系コンテンツの存在が大きな要素となる分野としては、家事支援、モビリティ(移動支援)、介護支援などの生活支援分野や、受付・案内などのオフィス(業務)支援分野が考えられる。

(2) ヒアリング調査

ロボットを研究、開発、提供している18の研究機関、大学、企業、個人に対して、ヒアリング調査を実施した。ヒアリング調査の結果、ロボット企画の段階からロボット技術者だけでなく、コンテンツプロデューサー、クリエイターが参画し開発・製作の要望が多く、また、ロボット単体で処理が完結するのではなく、ネットワークからのコンテンツ提供を活用した開発が重要であること、ロボット自身がある「場」を作る機能を持つこと、ロボットが高価で壊れやすい存在であるためサービス体制の拡充が必要であること、ユーザーのロボットリテラシーの向上が必要であることなどの課題が明らかとなった。

(3) サービスロボットの現状調査

サービスロボットを、サービス系、機能系、情報系の3種類に大別し調査を行った。

サービス系ロボットとは、人間に対してサービスを行うロボットと定義されている。今回の文献調査では、アンドロイド、受付ロボット、案内ロボット及び、ペットロボット(ケアロボット)を調査した。

機能系ロボットとは、人間に対して何らかの動作をもってサービスを行うロボットである。今回の文献調査では、競技用ロボット、アニマトロニクス、掃除ロボットを調査した。

情報系ロボットとは、人間に対して情報提示に特化したサービスを行うロボットである。今回の文献調査では、秘書ロボット、モビリティロボットについて調査した。

第1章 サービスロボットにおけるコンテンツ

1.1 ロボットコンテンツの定義

最初にロボットコンテンツとは何かを定義する。一般にはコンテンツはゲームソフトや映画やDVD、デジタル化された小説や写真などを示す言葉と捉えられているが、その本質的な意味は「価値ある表現物」と説明することができるだろう。ロボットが提供するサービスも、誰かの手によって創作された「表現物」であり、それが実用化されて市場を流通する「価値」を持つようになったときに、ロボットを通して作り手と受け手の間にコンテンツの受け渡しが行われていると考えることができる。換言すれば、ロボットはテレビの受像器のような存在であり、テレビで放送される番組に相当するのがコンテンツである。

この観点でロボットとコンテンツを考えると以下の3種類のコンテンツが存在すると委員会では結論づけた。

- ① 機能系コンテンツ：ロボットの道具としての価値を創出するもの
- ② 情緒系コンテンツ：人とロボットの間の関係性により価値を創出するもの
- ③ 環境系コンテンツ（ロボットの回りの環境からロボットに提供されるコンテンツ）：
環境から提供されることで、ロボットが円滑な動作を行えるようになり価値が創出されるもの

以下にロボットに関わるコンテンツについて、詳説する。

1.1.1 ロボットに内包するコンテンツ

ロボットが内包しているコンテンツが、前出の①機能系コンテンツ②情緒系コンテンツである。表1.1-01と表1.1-02に、用途別ロボットごとに、機能系コンテンツと情緒系コンテンツに分けて主な例を挙げた。機能系コンテンツとは、まさにロボットの「道具としての価値」を示すものであり、これが満たされないとロボットはその存在理由を失うことになる。一方、情緒系コンテンツとは、人とロボットとの「関係性の価値」であり、これがなくともロボットとしての機能性は維持されるが、受け手がそれを不満に感じると、結局はロボット自体の存在理由を失ってしまうことになる。ロボットの用途によってはこうした情緒系コンテンツがまったく価値を持たないものも存在し、すべてのロボットに不可欠な存在とは言えないが、例えばペットロボットやエンターテインメントロボットなどは、情緒系コンテンツが価値の大部分を形成することになる。

表 1.1-01 ロボットの機能系コンテンツと情緒系コンテンツ（非産業用途）

用途	ロボット	機能系コンテンツ (道具としての価値)	情緒系コンテンツ (関係性の価値、安心・快適な操作性)	
非産業用途	介護・介助用	動作支援ロボット	障害の状態や住環境に合わせた個人適応	
		歩行支援ロボット	障害の状態やセンシング誤差に対する個人適応	
		食事支援ロボット	箸やフォーク等の操作、食物の状態(個体、液体、麺類等)に合わせた操作	
		入浴支援ロボット	洗体、洗髪、清拭、安全モニタリング（転倒、体調変化、溺水）	
		排泄支援ロボット	排泄物処理、洗浄、乾燥、便意感知、脱臭	
		モノの取り寄せロボット	対象物の特定、運搬	相手の意図を理解するための会話の工夫
	生活支援用	搭乗型移動ロボット	移乗支援、半自律移動（操縦支援、障害物回避、危険回避）、ナビゲーション（位置情報、街情報、経路情報）、観光案内、ショッピングモール等でのサービス情報のダウンロード	相手の意図に適した会話や情報提供の工夫
		家庭内調理・片付けロボット	食材の加工、調理、盛り付け、配膳、下膳、食器洗い、食洗機の操作、残飯の処理、食器の収納、キッチンや食卓の清掃、調味料の補充	相手の体調や気分に合わせて調理の工夫、調理や片付けを行うタイミングの配慮
		洗濯ロボット	洗濯機操作、洗濯物干し、アイロン、衣服たたみ、収納	相手の好みに応じた洗濯方法、アイロン方法、衣類のたたみ方
		家庭内掃除ロボット	床の掃引、窓拭き、浴槽洗い、トイレ洗い、雑草除去、ごみ分別、ゴミ袋運搬、片付け、布団干し、ベッドメイキング	人の生活に配慮して音や動作を調整
		育児支援ロボット	安全見守り、おもつ交換、歌・クイズ・ゲーム・会話	相手に合わせた歌やゲームの対応
	探査・災害用	海洋探査ロボット	深海での撮影、サンプル採集、分析	
		宇宙探査ロボット	宇宙での撮影、サンプル採集、分析	
		災害対応ロボット	瓦礫内探査、撮影、CO2 検出	

表 1.1-02 ロボットの機能系コンテンツと情緒系コンテンツ（産業用途）

用途	ロボット	機能系コンテンツ (道具としての価値)	情緒系コンテンツ (関係性の価値、安心・快適な操作性)	
産業用途	第1次産業用	農業用ロボット	耕地、種蒔き、苗植え、肥料、草刈、害虫駆除、袋被せ、受粉、成育観察、収穫、洗浄、仕分け、箱詰め	
		林業用ロボット	苗植え、間伐、下草刈り、枝打ち、花粉除去、伐採、木材運搬	
		水産業用ロボット	魚群探知、魚選別、網補修、養殖魚給餌、温度・水質管理、貝殻外し、魚切身加工	
	第2次産業用	土木ロボット	(遠隔操縦又は自律による) 転圧、運土、掘削	
		建設ロボット	鉄骨組み、PC板設置、塗装、壁紙貼り、ビス打ち、床張り、軽作業(資材運搬、ゴミ運搬、清掃、人や車の誘導)	
		工場内作業ロボット	搬送、補充、検品、梱包、荷積み	
		プラントメンテナンスロボット	点検、補修	
		製造用ロボット	組み立て、溶接、選別、箱詰め、検査	
	第3次産業用	オフィス作業支援ロボット	荷物運搬、コピー取り、ゴミ運搬、お茶だし	相手(利用者)に好感を持たれる会話や動作
		倉庫内作業ロボット	在庫管理、商品仕分け、開梱、運搬、整理、陳列、梱包材撤去	
		清掃ロボット	床掃引、ワックスがけ、トイレ掃除、片付け、磨き、洗い、ガラス拭き、落ち葉拾い、草むしり	
		ゴミ回収ロボット	ゴミ分別、回収、パッケージング	
		廃棄物処理ロボット	中間処理場での分別、ペットボトルラベル・キャップ外し、ゴミ運搬	
		道路・橋梁メンテナンスロボット	点検、整備、補修、除雪	
		警備ロボット	不審物(者)発見、通報、威嚇、記録	施設や情報の案内
		受付・誘導ロボット	接客、案内、誘導	相手(客)に好感を持たれる会話や誘導方法
		レストラン接客・片付けロボット	接客、オーダー取り、配膳、下膳、精算	相手(客)に好感を持たれる会話や行動タイミング
		シェフロボット	食材の加工、調理、盛り付け、食材の補充(発注)	調理時のパフォーマンス的動作
		セクレタリロボット	スケジュール管理、情報提供、電子メールや電話の受発信	利用者に好感を持たれる会話や行動タイミング
医療検査ロボット	カプセル内視鏡検査、画像診断、血液検査、触診、聴診器検査			
タレント・MCロボット	歌、ダンス、演技、司会、会話	身振りや表情、会話内容などによるキャラクター表現		
玩具・ペットロボット	プログラミング動作、操縦、組み立て、動物の生態模倣	動きや仕草などによるリアクション表現		

(1) 機能系コンテンツ

表 1.1-01 に例として示しているような機能系コンテンツは、家電と同様に、機能の性能と効果や価格との比較の中で価値が評価される特徴を持つ。例えば、ロボットが家事支援を行う場合、図 1.1-01 に示したように「物体の形状がわかる」、「道具などの操作方法がわかる」、「作業の仕方や仕上がりの善し悪しがわかる」といった能力が求められる。今はまだハードウェア重視で、コンテンツの重要性があまり語られていない。ロボットができることがより高度化すれば、機能系コンテンツの重要性が増し、個々の多様なニーズに対応するために、さらに多くの機能系コンテンツが必要とされるとともに、多くの担い手も必要とされてくるだろう。

家事ロボットの場合	洗濯	片付け	食事後片付け
物体の形状がわかる	洗濯物の識別	片付けるべき物品の識別	食器の識別
道具などの操作方法がわかる	洗濯機の操作 アイロンの操作	戸棚の扉の開閉 引き出しの開閉 収納ボックスの取り出し	食洗機の操作 蛇口の操作 冷蔵庫扉の開閉 食器棚扉の開閉
作業の仕方や仕上がりの善し悪しがわかる	(素材や形状に応じた) 洗い分け 干し分け アイロンの温度調節 たたみ分け	収納場所を理解 他の物品を一旦移動して適切に収納 収納しやすい状態に戻してから収納	残り物と残飯を理解 保存方法を理解 食器や調理器具の収納場所を理解

図 1.1-01 家事ロボットの機能系コンテンツ

(2) 情緒系コンテンツ

一方、情緒系コンテンツについてはどうなのであろうか。図 1.1-02 に、先の用途別ロボットの分類を自律と操縦、人との距離の観点によってマッピングしてみた。人と距離が離れているロボットや操縦によって動くロボットは道具としての価値が重要であり、人との関係性はあまり重要ではない。しかし、人と距離が近く、ロボットが自律で動作するものについては、道具としての機能に加えて、人との関係性が重要な意味を持つようになる。つまり、この領域にあるロボットについては、人との関係性において価値を創出する情緒系コンテンツが重要となるのである。

例えば、受付・案内ロボットの場合、来客者に対する言葉遣いや接客のマナーを備えていることが不可欠であり、それが受け手の期待以上に達成された場合に、ロボットに対す

る評価が高まり、コンテンツが価値を持つことになる。ロボットが珍しい間は、まだ稚拙なコンテンツでも相手は興味を示してくれるが、やがて珍しさが薄れてくると、人が行うサービスと比較されるようになり、人が行うよりも早い、正確、丁寧などの優位性が確立できなければ、ロボットの実用化はいつまでたっても「将来の夢」のままになってしまう。

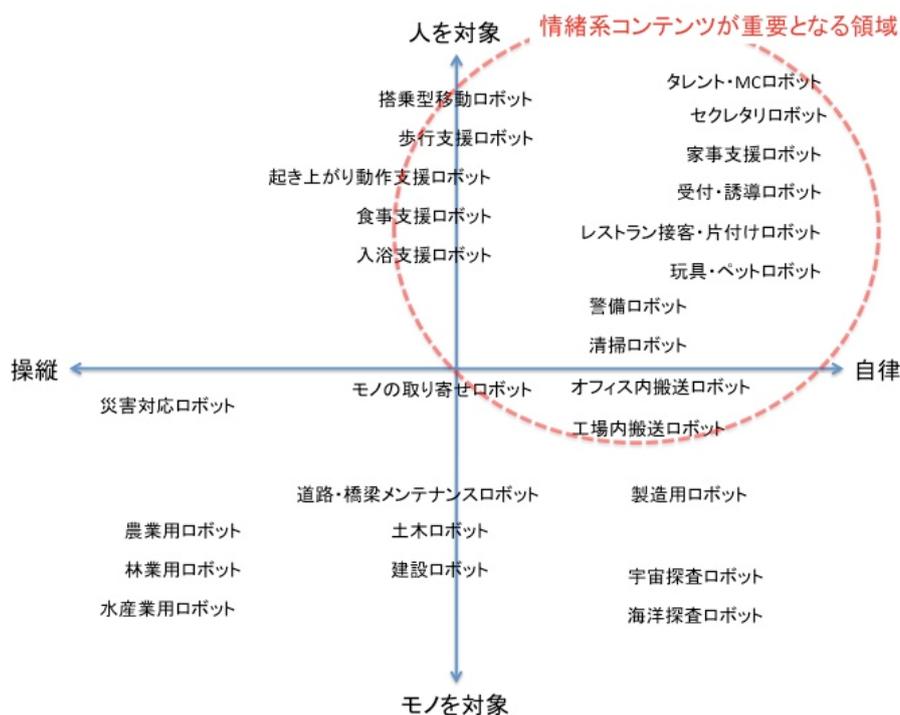


図 1.1-02 情緒系コンテンツが重要となる分野

1.1.2 周りの環境からロボットに提供される環境系コンテンツ

ロボットに内包されたコンテンツは、機能系、情緒系のコンテンツであるが、全てのサービスをロボットが自律的に行うには、ロボットに優れたセンシング能力と判断能力が必要となる。こうした能力を満足するレベルで実現するには、まだ技術は不十分であり、実用化までに多くの時間を要することになる。

しかしながら、必ずしも全てのサービスをロボットが自律的に行う必要はなく、外部の情報を適切に利用の方が適切な場合も多い。例えば食事の後片付けを考えたとき、食洗機から洗い終わった食器を取り出して食器棚に収納する作業などはロボットにまかせたくなる作業であるが、この作業を行う場合もロボットが自律で行うよりも環境側の情報を利用の方が合理的となる。食器棚に食器を収納するには、食器と食器棚の形状や構造を知る必要があるが、ロボットが食器棚の前に立ち、視覚センシング等を用いて戸棚が引き戸型かドア型かを識別し、扉を開閉する軌道を自ら計算するよりも、扉に RFID (Radio

Frequency Identification) が埋め込まれていて、RFID からネットワークを通じて情報を検索し、取手の形状や開閉の軌道、引く強さなどの情報を得られれば、センシングによってこれらの必要情報を得るよりも早く確実な動作を実現することができる。食洗機や冷蔵庫の場合でも、ロボット用の電子マニュアルを用いることで、買って来たその日からロボットが自在に利用できるようになるのである。(図 1.1-03)



図 1.1-03 食事の後片付けで利用するコンテンツ

こうした環境の情報は、必ずしも戸棚や冷蔵庫のメーカーが作成するとは限らない。第三者が計測して、ロボットに必要な情報に加工して提供することも考えられる。また、複数の提供者が登場し、それぞれがデータの質を競うことも考えられる。ロボット用のコンテンツ提供者が一者に限られるとは限らないのだ。コンテンツプロバイダーが登場し、コンテンツの質を競う健全な競争状態が期待でき、これはコンテンツ市場の活性化と提供されるデータの高品質化をもたらすだろう。

こうした環境系コンテンツも、純粋な芸術とは異なるが、ロボットとユーザーにとっていかなる情報が適切かを考え、自らの想像力と創造力を駆使して提供するデータを構築する必要があることから、コンテンツクリエイターが、その担い手となることが期待される。

ロボットに提供する環境系コンテンツという存在は、これまで明確には認識されていなかった。しかし、委員会ではこれはサービスロボットを活性化する重要な要素であり、またロボットに提供するコンテンツの市場とクリエイターが生まれ成長すると確信している。

1.2 サービスロボットの重要性

サービスロボットとは、文字どおり、「サービス」を提供するロボットである。本報告では、調査の範囲としては人間との接触があるロボットを中心としている。宇宙探査ロボット、海洋探査ロボットといった探査で用いられるロボットもサービスロボットであるが、これらは操縦者もしくは管理者である人間以外との接触が極めて希薄であることから、調査からは除外した。

人間にサービスを提供するロボットが、今後の少子高齢化時代に必要となることは、論を待つまでもない。ただし、少子化と高齢化については、ロボットの支援できることは意味合いが異なるので以下に記述する。

今後の日本社会では、少子化により労働力の不足が見込まれることは、論を待つまでもないし、一部の業界では既に顕著となっている。この不足は、特に「3K」と俗に称される労働条件の厳しい現場で顕著に現れると見込まれる。この分野で人間の労働をロボットに代替させることで必要な労働力を維持し、サービス水準の確保が図れると期待できる。

一方の高齢化においては、サービスロボットは高齢者の自立を助ける存在として期待できる。つまり、高齢者が社会の中で結びつきを持った存在として生活を続けられるという方向へロボットのサービスが活用されるのである。ロボットという知的な存在以外では、生活支援は難しい。単なる器具ではなく、知的動作を行う装置としてのロボットであるからこそ、高齢者が安心して生活の支援をゆだねられる。それは介護される高齢者だけでなく、介護する側の精神的・体力的支えともなる。サービスロボットとは、そのような存在であるし、それが故に技術的發展と社会的浸透が求められるものである。

少子化、高齢化のいずれを取っても、サービスロボットが活躍することで、我々の QoL（生活の質）の維持・向上が見込まれる。高齢者のみならず、すべての人の生活においても、うるおい・癒し・楽しみを与えることができ、QoL 向上にも役立つものである。逆に、サービスロボットが社会に浸透しなければ、現在の社会状況を維持する限りは、我々は QoL の低下を甘受せざるを得ない。QoL の維持・向上のために、サービスロボットのいち早い展開が望まれるのである。

1.3 サービスロボットのコンテンツ

サービスロボットの価値を司るものがそのコンテンツであることは論を待たないところである。そして、あるサービスロボットが何を行うかを決めるのが 1.1 で示した機能系コンテンツである。これは、そのロボットの道具としての価値を規定するものである。

一方、ロボットがいかに心地よく使えるかに大きな影響を与えるのが情緒系コンテンツである。情緒系コンテンツを含む幅の広い概念で「デザイン」という言葉も使われるが、そのデザインとコンテンツは微妙に異なると考えられる。本節では、「何をする」（機能系コンテンツ）は一定の段階に達しつつあるとして、「いかに振る舞うのか」（情緒系コンテンツ）について考察する。

ロボットのデザインについて語る際、その姿かたちや色彩をはじめ、素材、質感、機能といった外的な要素に話が集中しがちである。それらの外観もロボットのデザインにおいては非常に重要なポイントであり、おろそかにしてよい類のものではない。特に今後、サービスロボットを中心とした、一般市民の日常生活の中に浸透し活躍していくべきロボットでは、その第一印象となる外観のデザインは、むしろこれまで以上に注力されるべき領域であると言えるだろう。そして、そこにコンテンツの概念が加わることによって、より深い関係性がユーザーとの間に構築できる可能性があるのではないかと考えられる。以下に、人とロボットとの関係性を明確にするための手段としてのロボットデザインと、そこにおけるコンテンツの役割について示す。

サービスロボットは新産業領域として大きな期待が持たれているが、民生レベルでの市場開拓がなかなか進まず、家電製品や乗用車のように、駅前の量販店や郊外の専門店でサービスロボットがあたりまえのように販売されている、というような状況は未だ見ることができない。この理由の一つに、一般のユーザーにとってロボットが「よくわからぬ存在」であるということが考えられる。

人が新たなモノやサービスに対して購買意欲を持つ際、それが自分の生活や仕事、あるいは自分自身にとってなんらかの変化（特にプラス方向の変化）をもたらすことを期待するものである。逆にそれが期待できない、あるいはよくわからないものについてはなかなか財布の紐が緩むことはない。「変化をもたらしてくれることが期待できる」ことは、それらの新しいモノやサービスと自分との関係性が明確になっていることである。この観点に立つと、現時点のサービスロボットは一般のユーザーとの関係性が不明瞭、すなわち「それを手に入れたら、いかなる変化があるのかよくわからない」ということが大きな課題である。

本来、デザインの役割はこの「関係性の可視化、明確化」であり、それによってユーザーがプラスの変化を強く期待、実感できるようにすることなのである。ロボットのデザインにおいても同様で、一般ユーザーとロボットとの関係性を明確にすることがロボットデザインの重大な筆頭である。

そこで期待されるのがコンテンツの技術であり手法である。

近年は技術革新と開発者の努力により、そのロボットが「何をするのか（できるのか）」は明確になりつつある。しかし、多くのユーザーにとっては、そのロボットが「どのよう

にするのか（振る舞うのか）」がより重要なのではないかと考えられる。1.1 で定義した情緒系コンテンツが、これらの振る舞いを規定している。さらに分解すると、この情緒系コンテンツは、ロボットのちょっとした仕草やジェスチャー、声音や言い回しなどのコンテンツが相当する。これはそのロボットの個性を構築するものであり、ユーザーとの関係性をより深いものにするための重要な要素であると言えるであろう。

ただ単に合理的、論理的な利害関係を追求するだけではなく、情緒的な関係性をも構築しなければ、より豊かな社会生活の実現は困難である。「馬が合う」「相性がいい」といった表現に代表される「情緒価値」を基盤とした人間関係は、生活において重要な位置を占めている。この部分が抜け落ちてしまうと、ロボットと人間の関係も、ギスギスした面白味のないものになってしまうであろう。

このように、コンテンツを取り込んだデザインがロボットの個性を確立し、情緒価値を加味することで、ユーザーとの間により深い関係性を構築する可能性を持つ。

同時に、深い関係性の構築は、ロボット産業の市場開拓という点のみならず、高齢化社会においても非常に重要なことであると思われる。高齢化社会において大切なのは、単に物品やサービスを滞りなく提供するだけではなく、QoLの向上に繋がるような環境を提供することである。コンテンツ・オリエンテッドなデザインが施されたロボット、すなわち個性を持ち、より深い関係性を人と築くことが可能なロボットがQoLの向上に高い効果を発揮すると期待できる。デザインにおいては早急かつ具体的にコンテンツの導入を検討すべきであろう。

1.4 コンテンツを付加したサービスロボットの市場性

サービスロボットが利用者と心的関係性を築き、利用者が「不可欠の存在」と認識するには、情緒系コンテンツの付加が不可欠である。サービスロボットの中で、特に情緒系コンテンツの存在が大きな要素となる分野としては、家事支援、モビリティ（移動支援）、介助支援などの生活支援分野や、受付・案内などのオフィス（業務）支援分野といった、通常的环境に入り、人間と接しながら何らかの任務を遂行するロボット達である。ここで示す支援とは、必ずしも単純作業や力仕事における代替手段もしくは補助手段の提供を中心としたものであり、高度な知的作業を意味しない。

生活空間への浸透が見込まれるサービスロボットは、利用者である人間との接触時間が長い、接触機会が多いものとなる。そのため、人間とのやりとり（インタラクション）が多く、それが故に、利用者はストレスを感じない「響く関係」を重視すると考えられる。

本報告で指摘してきたように、人間にとって心地よい関係を築くのは情緒系コンテンツの仕事である。図 1.1-03 の点線内の分野のロボットでは、注意深く構築された情緒系コンテンツの存在が利用者にとって大きな意味を持つと考えられる。

以下に、市場性の具体例を情緒系コンテンツの観点から考察する。

1.4.1 生活支援

生活支援ロボットの中でも、すでに実用化が進んでいるのが掃除ロボットである。家庭用では、「Roomba（ルンバ）」（米 iRobot 社）をはじめとするいくつかの製品があり、業務用では、「RFS-1/RFS-2」（富士重工業(株)）がある。Roomba については、ユビキタス技術の専門学会 UbiComp2007 において米ジョージア工科大学から興味深い報告がなされている（JY Sung, L Guo, RE Grinter, HI Christensen “My Roomba Is Rambo,” UbiComp 2007, LNCS 4717, pp. 145–162, 2007）。調査対象の 70%が自宅の Roomba に名前を付けており、他のデータからもユーザーの多くが Roomba に強い親しみを感じていることが示された。このような心的結合（関係性の構築）を追い風に、掃除という具体的作業が明確な「掃除ロボット」は家庭に浸透する可能性が高い。米国では、Roomba と競合する掃除ロボットも現れ始めた。日本では、現在のところ Roomba を含む限られた輸入品が主なものであるが、家電各社がこれまでに研究してきたロボット技術を適用することを決断すれば、商品化は早いと期待できる。

現行の掃除ロボットは、情緒系コンテンツは積極的には搭載していない模様であるが、それでも掃除ロボットが「動きやすいように」とあらかじめ部屋を掃除したり、多くの利用者は掃除ロボットに名前をつけたりと、一定の心的関係を築いていることが各所で報告されている。

この掃除ロボットが、利用者との受け答えができるようになれば、心理的距離は更に近くなるであろう。例えば、掃除ロボットが「この間探していたピアス、ベッドの裏に落ちていましたよ。大事に保管していますよ。」と報告すれば、この掃除ロボットの利用者は、この機能や対話を実現した技術者やクリエイターに対してではなくロボットに感謝するだ

ろう。ロボットの生活浸透の観点からは、技術者への感謝よりもロボットへの感謝の方が影響は大きいものと考えられる。

なお、前記のジョージア工科大学の報告では、ルンバの購入者は、続けて「兄弟」を購入する傾向があるという。これは、単に「自動的に掃除してくれて便利になった」からではなく「うちの子（掃除ロボット）に兄弟を」との意識で2台目以降を購入すると言われている。心的結合ができれば、この「兄弟を購入」という観点での行動がより増加すると考えられる。最大では19台購入した例も報告されており、こうなると一家に一台であった電気掃除機よりも、掃除ロボットの方が数倍の大きな市場が期待できることになる。市場性の意味からも興味深い存在となる。



図 1.4-01 音声コンテンツによる、より良好な関係性の構築

生活支援としては、モビリティや介助分野も早期に立ち上がると期待できる。特に、歩行支援ロボットと搭乗型移動ロボットは製品化が始まっている。現時点で製品化されているものは、機能系コンテンツの比重が高く情緒系コンテンツの導入はほとんどなされていない。しかし、今後は情緒系コンテンツのニーズが高まるであろう。

ロボットが生活空間に入るための技術が熟成されつつあることも、追い風となっている。日産自動車の安藤敏之氏が指摘するように、自動車が電気駆動となって、移動場所の制約が低まり、従来では考えられなかった閉鎖空間へ入り込む事態は近い将来に十分に考えられる。これまで、自動車を降りて閉鎖空間（建物など）に入ったが、自動車を搭乗したまま閉鎖空間に入り込むことが考えられると安藤氏は主張する。また、利用者がトヨタ自動車の「ウイングレット」や産業技術総合研究所の「TAO-Aicle」等の搭乗型移動ロボットと心的関係性を構築したならば、安全な利用を心がけることが期待できる。「利用者の命令を何でも聞く単なる機械」としての扱いから「自分の移動を助けてくれる仲間」と思えるようになるだけで、これら搭乗型移動ロボットに関わる事故を減少させられる可能性もあ

り、情緒系コンテンツは普及のみならず安全利用にまで関与すると期待できる。

別の形のモビリティロボットもある。物品搬送やベッド乗降のための介助ロボットもモビリティロボットもしくはモビリティロボットと性格を共有するロボットとして考えることができる。これらは、「高齢者の自立した生活」を支援するロボットとしても期待されている。



図 1.4-02 情緒的コンテンツによる、外出意欲の向上

1.4.2 受付・案内

受付・案内分野は、前述の生活支援ロボットと比較すると自律性の高い種類となる。直接にいずれも、人間から要求を聞き取り、それに対する反応が要求されている。このため、情緒系コンテンツが活躍する場が大きくなる。従来型の、いかにもコンピュータが背後にあると感じさせられるようなユーザ・インターフェイスの場合と、整備された情緒系コンテンツを搭載したロボットの場合を考える。両者が、同様にユーザーの操作が受け付けられない状況であっても、情緒系コンテンツが優れたロボットとのやりとりの方が円滑に進むことが期待できる。

受付、案内を担当する人の接客態度に、人間は非常に敏感である。ロボットに対してはある種の寛容さが働くことが期待されるが、ロボットを敏感に観察していることは想像に難くない。外見が同じでも接客態度が異なるロボットが導入された場合で、人間は接客態度が優れたロボットに好感を抱くことは想像に難くない。来訪者に好印象を与え円滑に業務を進められるロボットこそ効率のよいロボットである。情緒系コンテンツが「性能」を左右することになる。

受付分野のロボットの情緒系コンテンツは、現時点では素朴な形での実装が行われており、来訪者との「間」を考慮した受付ロボットは少ない。高度な情緒系コンテンツの導入により、来訪者のストレス軽減が期待でき、結果として受付ロボットへの評価が高まると期待できる。

案内ロボットも情緒系コンテンツの意義は大きい。三菱重工業の「wakamaru」は演劇に出演経験を持つロボットであるが、このロボットが行う案内は身体表現が考慮されており、案内を受ける者との心的距離が非常に近くなっている。このようなロボットは、ロボットの域を超えており、「ロボットのような」という従来の表現が意味を成さなくなってくる。



図 1.4-03 音声・身振りなどの情緒系コンテンツによる不快な状況の回避

今後の技術開発で、振付師といったクリエイターが、容易にロボットに振りの「教育」を行えるようになれば、ロボットの表現は非常に豊かになると期待できる。これは、情緒系コンテンツの高度化に直結する。

情緒系コンテンツの導入で、来場者がロボットに案内されていると感じずに対象に没入できる状態を作ることができれば、案内という行為としては成功したことになる。高度な情緒性を備えたロボットにより、案内業務を活性化することは十分に可能であると考えられる。

第2章 ヒアリング調査

2.1 ヒアリング先

ヒアリング先は表 2.1-01 の通りである。

表 2.1-01 ヒアリング先一覧

	訪問先	ロボット名
1	独立行政法人 産業技術総合研究所	HRP-4C
2	日本電気(株)	PaPeRo
3	フラワー・ロボティクス(株)	Palette
4	(株)国際電気通信基礎技術研究所(ATR) ヴイストン(株) (株)イーガー	Robovie D+ropop
5	(株)ゼットエムピー	miuro 他
6	総合警備保障(株)	Reborg-Q 他
7	富士通(株)・富士通研究所	enon
8	三菱重工業(株)	wakamaru
9	公立はこだて未来大学 松原仁氏	イカボ
10	トヨタ自動車(株)	パートナー・ロボット、 モビリティ・ロボット
11	日産自動車(株)	EORO
12	早稲田大学 小林哲則研究室	Robisuke
13	スピーシーズ(株)	SPC-101C 他
14	パナソニック(株)	ロボティックベッド他
15	前田武志氏 (ヴイストン)	Vstone Tichno-R 他
16	高橋智隆氏 (ロボガレージ)	ロピッド他
17	黄声揚氏 (ピートゥピーエー)	タカハシタイキ君
18	ぜんじろう氏	パペじろう

2.2 主なヒアリング内容

本調査では、合計 18 ヶ所のヒアリングを行った。ヒアリング対象者は、ロボットを開発した担当者（ロボットクリエイターを含む）とロボットを使うクリエイターの方々である。コンテンツへのコメントを統一した観点から伺うために事前に 5 点の共通した質問を用意している。

Q1：開発中のロボットの特徴、目的、目指したところ（ミッション）、研究のターゲットなど

Q2：他のミッションを行わせることは可能か

Q3：複数ミッションに関する考え方と遂行のための差分吸収機構（構想、アーキテクチャ、ツール等）

Q4：ロボット開発者、クリエイター分離時代に向けた R&D は何か

Q5：コンテンツ・クリエイターにどう使って欲しいか、希望、要望

表 2.2-01 主なヒアリング内容一覧

	訪問先 (ロボット)	Q1:ロボットの 特徴	Q2:他のミ ッションへ の対応	Q3:複数ミ ッション対 応のコンセ プトや背景 技術	Q4:今後の R&D は?	Q5:コンテ ンツ制作者 への要望
1	(独)産総研 (HRP-4C)	タレント	「タレント」 活動の中で複 数のミッショ ンに対応(司 会、ファッ ションモデ ル等)	「タレント」 として多くの 仕事に就くこ とを狙った	コンテンツ作 成用ソフトを 開発。エンタ ーテインメン トの知的作用 に関する研究	要望を表明す ることで、コ ンテンツ制作 者を縛りたく ない
2	日本電気 (PaPeRo)	「UI+ サー ビス端末 + プレイバッ ク」のプラ ットフォーム	情報サービス 端末として 種々の動作可 能	動作のモジュ ール化を推進	特にオーサリ ングレイヤの 開発環境。ロボ ット間の共通 化を考える要 あり	使って欲しい
3	フラワー・ ロボティクス (Palette 他)	環境から学習 するモデル “就職先”を 考えて作られ た初のロボ ット	異なるコンテ ンツ導入実績 あり	学習により適 応 詳細はヒアリ ング時には非 公開	足りないのは R&D でなくマ ーケティング と考える	(同社はコン テンツ制作者 でもあるので 本質問を行わ ず)

	訪問先 (ロボット)	Q1:ロボットの 特徴	Q2:他のミ ッションへ の対応	Q3:複数ミ ッション対 応のコンセ プトや背景 技術	Q4:今後の R&D は？	Q5:コンテ ンツ制作者 への要望
4	国際電気通信基礎 技術研究所 ヴイストン (Robovie)	人と接して生 活に入るロボ ットネットワ ークロボット システム、 HRI の研究用	可能。プラッ トフォーム側 にコンテンツ を持つ	プラットフォ ーム指向。適 切なロボット にコンテンツ をダウンロードして駆動	技術のモジュ ール化を推進	現在、モジュ ールはノーサ ポートだが使 って欲しい
	イーガー (D+ropop)	“世界一弱い” ロボット(マ ネキン)	可能	動く POP 普及を目指し ていて、ある 程度壊れても 良いもの	Open RTに組み 込まれる RT コ ンポーネン トを開発	ロボットは対 話する家電、 ならば性別、 性格を与えら れる。作家の 多数登場とコ ンテンツの流 通を望む
5	ゼットエムピー (miuro)	ラジカセがロ ボットとなっ た、ネットワ ーク・ロボッ ト	多様なコンテ ンツに対応可 能	処理の主体は 機能更新可能 なサーバ(ロ ボットがネット 経由で接続 した先)側にある	API は公開す る。コミュニ ティで互いにサ ポートして欲 しい。SDK 提供 予定	サービスを作 って欲しい。 コンテンツ・ サービスが受 け入れられて きた。色々な ビジネスを行 って欲しい
6	総合警備保障 (Reborg-Q 他)	警備員と連携 する警備ロボ ット	スクリーン表 示部、警備・ 受付機能に新 コンテンツ、 新機能導入可 能	台車部分の機 能が自慢の自 律ロボット	将来的に表示 部と移動部の 連携をさせたい。現在、独自 API (非公開)	自律走行を活 用して楽しい コンテンツ提 供を願いたい。色々なレ ベルでのアプ リを望む
7	富士通研究所 (enon)	案内、搬送、 巡回が可能な 自律型サービ スロボット	動作シナリオ 交換で対応可 能	ハードウェア 充実、プロフ ァイルの設 定、通信経由 の情報取得機 能	RSi の枠組みを 充実させ、シ ナリオ記述を容 易に行えるよ うな体制の構 築	コンテンツ制 作者の負担軽 減に努める が、ある程度 のハードウェ アと機能への 理解を望む
8	三菱重工業 (Wakamaru)	人と暮らすた めに生まれた コミュニケーションロボ ット	可能。アプリ ケーション層 は分離してあ る	各レベルで、 エンジニア、 クリエイター が作業できる ように、階層 化を徹底して いる	ブラックボッ クス化が重要。 コンテンツの 作り方の標準 化、ロボット内 外の接続の標 準化などが考 えられる	まず、相互理 解が必要。何 が出来るか、 できないかの 把握が必要。 メディアとし てのロボット なので、実物 を見て欲しい

	訪問先 (ロボット)	Q1:ロボットの 特徴	Q2:他のミ ッションへ の対応	Q3:複数ミ ッション対 応のコンセ プトや背景 技術	Q4:今後の R&D は？	Q5:コンテ ンツ制作者 への要望
9	公立はこだて未来 大学 松原仁氏 (イカボ)	市民提案のロボ ット。観光振興と教育用	教育は、ロボ ットによる観 光振興のツ ールだが、実 質的にはマル チミッション となっている	主目的は観光 振興だが、教 育機関で開発 されているた め2つの目的 に対応した	異なる領域の 学科から集ま った学生でプ ロジェクトを 結成している ことが幅の広 さとなっている	クリエイター は、あまり技 術者を慮る必 要は無い。工 学系が歩み寄 る必要がある
10	トヨタ自動車 (パ・トナ・ロ・ット他)	人間と空間を 共有するパ ートナロボット を研究中	シングルミッ ション・マル チミッション の両方あり。 マルチが役立 つとは断言で きず	現時点では、 各ロボットで 個別最適化を 行っている。 将来共通要素 の取り出しに 進む	環境と要求か らロボットの 行動が生成さ れるようにし たい。感性部分 は、クリエイ ターに任せる	人間とロボッ トが共生する とき、ロボッ ト的な動きも コンテンツと して自然に感 じられるとよ い
11	日産自動車 (EORO)	群走行アルゴ リズム開発の ための研究用 プラットフォーム	アルゴリズム の変更に対応 (物理的プラ ットフォーム は、台車、カ メラ、距離計 等)	研究用PFとい う意味では単 一目的。技術 広報用に単純 化した経緯あ り	(EORO がサー ビスロボッ トを目指した 物ではないた め、現時点の私 的見解：クリ エーターと交互 に考えを出し 合わないとな 能力が引き出 せない)	(同：互いの アイデアを交 換したい)
12	早稲田大学 小林哲則研究室 (Robisuke)	パラ言語によ る対話効果の 研究プラット フォーム	対話効果の研 究の範囲内 では可能。研 究成果を他の ロボットに応 用中	早稲田大学内 での共通研究 の一環として 、ロボット間 での成果交換 が当初から計 画されている	ロボットは壊 れやすく、開 発者から離れ られない。メン テ等のサービス まで考えた生 態系が必要	現在は制作者 と開発者は同 一。分業のた めの仕組みが 求められる
13	スピーシーズ (SPC-101C 他)	無線でインタ ーネットにつ ながり、情報 を提供するロ ボット	多様なコンテ ンツに対応可 能	処理の主体は クラウド：ロ ボットは“魂” を入れる場所	クラウド側の 標準化は自社 開発品 (RTML) で行いたい	(自社で制覇 を目指すため 無回答)
14	パナソニック (ロ・ティク・ット)	介護ベッドと 電動車いすの 一体化を提案	できない	(対応してい ないため質問 せず)	人-ロボット間 インターフェ イスの作法開 発をクリエイ ターと協力を して実施の要 あり	現時点でこれ を論じるのは 時期尚早と考 える

	訪問先 (ロボット)	Q1:ロボットの 特徴	Q2:他のミ ッションへ の対応	Q3:複数ミ ッション対 応のコンセ プトや背景 技術	Q4:今後の R&D は?	Q5:コンテ ンツ制作者 への要望
15	ヴイストン 前田武志氏 (Tichno-R 他)	(同氏は複数 ロボットを開 発してきた。 開発の思想を 伺ったため、 特定のロボッ トへの言及は ない)	ロボカップ出 場の範囲で は、複数のミ ッションを想 定する。たと えば「人を乗 せて動く」等	(複数のロボ ットで状況が 異なるため、 本質問は行わ ず)	現在、開発者と クリエイター の分離が出来 ないのは壊れ やすいから。こ この改良が必 要	「使ってもら える」段階に ない
16	ロボガレージ 高橋智隆氏 (ロピッド他)	(同氏は複数 ロボットを開 発してきた。 開発の思想を 伺ったため、 特定のロボッ トへの言及は ない)	行うべき事、 行える事はま だある。出来 ることは増え てきている。 やり尽くした ときに新ハー ドウェアの開 発にかかりた い	何でもやる余 裕は無い。汎 用ロボットと なるのはまだ 先だろう	これも、少し先 のことだと思 う。今は、作れ る人でないと 面白いことは できない。現在 は、ロボットの コンセプト段 階からデザイ ナーの感性が 入る	(制作者=開 発者とお考え のため、この 質問は成立 せず)
17	ピートウピーエー 黄声揚氏 (効ハツ侍君)	ロボットとロ ボットのコミ ュニケーショ ンが、その後 ろにいる人同 士のコミュニ ケーションと なる	(ロボットとコミュニケーションについてうかがったので、第2項目以降質問せず)			
18	ぜんじろう氏 (パペじろう)	「ロボット」よりも「ロボ」と呼ばれるような状況、つまりロボットが文化に入り込む必要がある。「ロボット化」は自律動作を意味するが、「ロボ化」は心が通じる存在を意味する。サービスロボットを徹底すれば「ロボ」「ロボちゃん」と親しまれる存在になるだろう				

2.3 ヒアリング分析

ロボットを実際に開発している関係者からヒアリングの結果、いくつかの共通する発見、開発方向及び、課題が明らかになった。

① 「ネットワークからのコンテンツ提供」を活用した開発

多くの関係者が、ロボット単体で処理が完結するのではなく、ネットワーク側の支援を得ながらのロボット動作が現実的であると考えている。谷口恒氏（ゼットエムピー）、春日知昭氏（スピーシーズ）、森田俊彦氏（富士通研究所）などから明示的に示されたほか、多くの関係者が同様な意味のことを指摘していた。ここで関係者氏が指摘する支援情報とは、本報告で示した『情緒系コンテンツ』であり、一般に「コンテンツ」と称されるロボットが行う情報提供の内容物（例：天気予報、株価情報）ではない。ロボットが、その時々でサービス対象者に最適な動作を行うために必要な情報をネットワークと交換するとの考えは、多くの関係者の中で共通の認識になっていることがヒアリングにより確認できた。

② ロボットにある「場を作る」機能の発見と活用

「場を作る」機能がロボットにあるとの指摘も、何名かの関係者が共通して指摘したものである。HRP-4C（産業総合研究所）がモデルとして観客に受け入れられること、ぜんじろう&パペじろう（ぜんじろう氏、日本電気）の漫才に聞き入ること、ROBISUKE（早稲田大学）が老人介護施設で人気者になること、IKABO（はこだて未来大学）の周りで人々が踊ることは、それらのロボットが人々が参加できる場を提供していること示している。また、enon（富士通）による「アンケート調査は人間に対するよりもロボットに対する方が回答率が高い」という発見は、来店者はロボットへの受容の度合いが高いことを示しており、今後のサービスロボット活躍の方向に示唆を与える結果と考えられる。高橋智隆氏（クリエイター）や黄声揚氏（ピートゥッピーエー）は、ロボットの後ろで人が操縦しても、操縦者間のコミュニケーションが成立する姿を描いている。これは、ロボットが共通の場を作るからと解釈できる。

③ サービス体制拡充の必要性

ロボットが高価で壊れやすい存在であるため、開発者が離れられない、という状況と、それを打破するためにはサービス体制の拡充が必要という提言もなされている。壊れやすいため開発者が離れられないとの指摘は、前田武志氏（クリエイター）、小林哲則氏（早稲田大学）、高橋智隆氏などからなされている。サービス体制の必要性は、日高亮太氏（三菱重工）、小林哲則氏などが指摘している。開発者が安心してロボットを送りだし、コンテンツクリエイターが開発者から離れてコンテンツを考えられるようにするためには、修理のみならず、現場調整、ユーザーサポートなどの幅広いサービス体制が必要と考えられる。サービス体制を整えて事業化を進める三菱重工業の取り組みが注目される。

④ ロボットリテラシー向上の必要性

明示的にユーザーのリテラシー向上を望んだ回答者はいなかったが、それが望まれている状況があることが感じられた。特に、ロボットの実証実験を行っている企業の担当者達とのインタビューでは、将来考えられるロボットによる事故と責任の関係について不安が語られることがあった。実証実験を行う各社は、国際基準に準拠した安全性をロボットに備えているが、基準準拠が事故回避を保証したものではないこと、製造物責任が免責されるわけではないことから、訴訟リスクが存在することを認識していた。すでにレンタル事業を行っている松井龍哉氏（フラワー・ロボティクス）は、同社のロボットをショウウィンドウの内側に置くことで公衆とロボットを分離し安全性を確保している。これも有効な手段である。「開発者が思ってもみなかったことをサービスロボットに行かせた」ことによる事故を極力抑えるためには、ユースケースの設定において、開発者とユーザーの意識が近い必要がある。ぜんじろう氏（クリエイター）が指摘する「ロボットより、ロボ。ロボちゃん」と呼ばれる時代は、ユーザーとロボットの関係性が深い状態の誕生を指摘する。リテラシー向上が普及と並行してなされているため、ロボットへの恐怖感、違和感がなくなり関係性が深まる面が存在する。リテラシー教育は、関係性の深化のためにも必要と考えられる。

第3章 サービスロボットの現状調査

3.1 サービス系ロボット

サービスロボットは、産業用ロボット以外の「サービス」を提供するロボットと位置付け、本報告では、サービスロボットの中で「対人間で主として情緒面の交流又は情緒面の交流効果が求められるロボット」をサービス系ロボットと定義して調査を行った。本章は、サービスロボットにいかなる種類があり、活動を行っているかについて文献調査を行った結果を記す。

サービスロボットは、サービス系、機能系、情報系の3種類に大別できる。これらの分類は、それぞれの間に厳密な区分が存在するものではない。また、一つのロボットで複数の機能を持つ場合、前記分類の複数項に該当する場合もある。

サービス系ロボットとは、人間に対してサービスを行うロボットと定義されている。この分野に該当するものとしては、アンドロイド（人型の外見を持つロボット）、受付ロボット、案内ロボット、ペットロボット、調理ロボット、（チャイルド）ケアロボットなどが提案されている。今回の文献調査では、アンドロイド、受付ロボット、案内ロボット及び、ペットロボット（ケアロボット）を調査した。

3.1.1 アンドロイド

人型の外見を持つロボットであるが、その目指すところ、また人との類似度合いは、各ロボットによって大きく異なることがわかった。

ロボットの目的としては、類似度合いの研究、モデル、汎用に分かれる。人間との類似度はさまざまで、様態のみを徹底的に似せたもの、上半身を抽象化したもの、2足歩行2腕で人間様の体型（胴体、腕部、脚部の寸法比率を人間に似せたもの）、2足歩行2腕であるが人間との類似性を追求していないものなど、多様であった。これらは、同じアンドロイドと言え、目的が異なる結果生じた差異といえる。

以下に、文献調査を行ったアンドロイド型ロボットを記す。

- ・ ASIMO：本田技研工業及びその子会社が開発した2足歩行人型ロボット
- ・ ジェミノイド：大阪大学石黒研究室、ATRが共同開発した人間様のロボット
- ・ HRP-4C：独立行政法人産業技術総合研究所が開発した人型ロボット
- ・ Palette：フラワー・ロボティクスが開発したマネキンロボット
- ・ D+ropop：イーガーが開発した「世界一弱い」「世界一エコロジー」なロボット
- ・ SPC-101C：スピーシーズの開発した2足歩行ロボット
- ・ nuvo：ZMPの開発した買える2足歩行ロボット
- ・ ロピッド：ロボガレージが開発した「世界で最もジャンプ力が強い」ロボット
- ・ 前田武志氏作品群：ヴィストンの前田取締役が個人として開発を続ける一連のロボッ

ト

- ・ エマ：セガトイズが開発した女性型エンタテインメントアンドロイド
- ・ i-Sobot：タカラトミーが開発、販売した、世界最小の二足歩行人型ロボット
- ・ たいぞう：ゼネラルロボティクス、産業技術総合研究所、茨城県立健康プラザ、科学技術振興機構が開発した介護予防リハビリ体操の動きモデルとなる、二足歩行型ロボット

3.1.2 受付ロボット

いくつかのロボットは、受付機能を重視したものとなっている。このロボットは、案内ロボットを兼ねるものも多い。受付機能は、入り口等で来訪者より訪問先を聞き取り、適切な場所に内線電話をつなぐものが主たる機能である。来訪者との対話において、音声合成を用いて自らの機能を知らせることは一般的であるが、音声認識による対話を行うかはロボット開発者によって考え方が異なる模様である。

案内ロボットと受付ロボットの違いは、案内ロボットには移動機能があることがあげられる。移動機能を利用して、受付を終えたロボットが目的地までの案内を行うという2業務実現も考えられる。また一方で、受付を行わず案内だけを行うロボットも存在する。そのため、多くの場合では案内ロボットは受付ロボットを内包するが、その関係は常に真ではない。分類には注意が必要である。

- ・ enon：富士通が開発した多機能型ロボット
- ・ An9-RR：総合警備保障が開発した案内ロボット
- ・ wakamaru：三菱重工業が開発した受付、案内、誘導ロボット

3.1.3 案内ロボット

博物館、展示場、商業施設、オフィスビルディング等で、来訪者と対話しつつ一定の目的を達成するロボットである。本調査では、リモートコントロールではなく、自律的に動作するもののみを対象とした。

案内ロボットは、建物の地図情報があらかじめ入力されており、これを参照しつつ案内経路等を決定している。場内案内の場合、人の先頭に立って誘導する。一方、商品案内の場合、ロボットは案内を予定する商品の陳列棚付近におり、その場に滞留する人に話しかけるのが一般的な動作パターンとなっている。

一般に、案内機能を持ったロボットは受付機能を内包している。しかし、例えばディスプレイと音声認識機能、そして内線電話接続機能を持たない案内ロボットは、受付を行うことはできない。このような事例もあるので、案内と受付は別種として分類している。

案内ロボットとしては、以下のものを文献調査した。

- ・ リボーグ Q：総合警備保障が開発した警備、案内、受付ロボット

- ・ enon : 富士通が開発した案内、受付ロボット
- ・ wakamaru : 三菱重工業が開発したロボット案内・受付ロボット

3.1.4 ペットロボット

ペットロボットは、愛玩動物をロボット化したものから、話し相手のロボットまで、幅広く存在する。産総研のパロ、ソニーのAIBOが先駆的活動と知られている。当初は動物型が多かったが、最近は動物に似せることを主目的とはせず、利用者の精神的安定を図ることに主眼を置いた物も出始めている。ペットロボットには、対話機能を持った物が多いが、必ずしも音声による対話のみを目指しておらず、マルチモーダル化が進んでいる。音声による利用者の意図を理解しつつも、非言語での反応を返すことも行われており、新しいインターフェイスの在り方として注目される。

文献調査したペットロボットは以下の通り。

- ・ AIBO : ソニーが開発した犬型愛玩ロボット
- ・ パロ : 独立行政法人産業技術総合研究所が開発したアザラシ型メンタルコミットロボット
- ・ PaPeRo : 日本電気が開発したパートナーロボット
- ・ よりそい ifBot : ドリームサプライ、ビジネスデザイン研究所、フタバ産業が開発した高齢者向けのパートナーロボット
- ・ IKABO : 公立ほこだて未来大学が開発したイカ型巨大ロボット

3.2 機能系ロボット

機能系ロボットとは、人間に対して何らかの動作をもってサービスを行うロボットで競技用ロボット、掃除ロボットなどが提案されている。今回の文献調査では、競技用ロボット、アニマトロニクス、掃除ロボットを調査した。

3.2.1. 競技用ロボット

ロボットを使った競技としては、古くはマイクロマウス（迷路抜け）、最近ではロボカップ（サッカー）が知られている。他に、競技会毎に課題を与えられ、参加者がその課題に対応したロボットを開発する形式の大会（ロボコン）も各地で開かれている。

マイクロマウスは、1970年代に米国で盛んになり、欧州、日本にも伝搬したイベントである。幅180mm（壁の高さ50mm）の通路で形成された迷路を、自律型の小型ロボットが走破する。ロボットは、外界から経路情報、位置情報の支援を受けずに行動することが求められた。1980年代には日本で何度も大会が開かれた。初期の参加者は、回路、メカ、ソフトウェアのいずれも自作をしていたが、80年代中盤以降、市販の機能モジュールが販

売され、より広い層が参加できるようになった。

ロボカップは、1993年に「2050年に人型ロボットでワールドカップ・チャンピオンに勝つ」との目標を掲げ、その実現のために行われている競技会である。ヒューマノイド部門（小型、中型）の他、シミュレーション部門（サイバー空間で、限定的な情報を元にロボットが動作）などいくつかの競技種類が設定されている。2009年までは4足ロボット部門もあった。

ロボコンは、日本では全国高等学校ロボット競技大会、アイデア対決・全国高等専門学校ロボットコンテスト（高専ロボコン）、NHK大学ロボコンといった教育機関からの参加を募るものの他、ROBO-ONE、ロボファイト・ロボゴングといった格闘型の競技会が知られている。

これらの競技会を指向したロボットは、多くが参加者が独自開発するものであるが、一部競技会では「ベース・ロボット」を設定し、これをレギュレーションの範囲内で改造して参加する形式を取っているものがある。以下の2つの競技用ロボットは、いずれも、ベース・ロボットとして競技会に指定されたものである。

- ・ KHR-1：ラジオコントロール及びロボット機器を開発、販売する近藤科学が開発したロボット
- ・ ROBO-NOVA-I：韓国のラジオコントロール機器開発、販売企業である Hitec RCD Korea 社が開発したロボット

3.2.2. アニマトロニクス

リアリティのある姿と、ある程度の動きを行える大型模型を英語ではアニマトロニクス (Animatronics) と呼んでいる。博物館の恐竜模型や、遊戯施設内で自動的にシナリオを上演する「人形」がアニマトロニクスに相当する。Animatronics は「Animation + Electronics」で構成される語であり、「電子技術で動作を見せるもの」を意味する。なお、音響との同期動作を強調した「オーディオ・アニマトロニクス (Audio-Animatronics) は、米 Disney Enterprises 社の登録商標となっている。Animatronics は、米国及び日本では商標登録されていない。日本では、アニマトロニクスに相当する言葉として、一部で「動刻」（動く彫刻）という語が使われている。これは、(株)ココロの登録商標である。

ココロの動刻は、動物、人物、キャラクターの多岐に及び、また展示時の動作も静的なものから、演劇といった動的なものまで幅広い。

3.2.3 掃除ロボット

掃除ロボットは、古くより各種提案されてきたが、現時点で最も知名度が高いのは米 iRobot 社の Roomba（ルンバ）とみられる。2002年に市販開始された Roomba は、手ごろな価格のため、「家庭用ロボット」としては異例の普及をみせた。「掃除」とは、幅広い概念であるが、家庭内のカーペット床の掃除に特化したロボットで、見方を変えれば「動

く掃除機」である。Roomba の成功により「掃除ロボット」市場は多数の市場参加者を得ている。なお、世界で初めて市販された家庭用掃除ロボットは、スウェーデンのエレクトロラックス社が 2001 年に販売開始した Trilobite（トリロバイト）であると見られる。

一方、我が国では、富士重工によりエレベータ連動掃除ロボットシステムが開発され、販売されている。

- ・ Roomba : 米 iRobot 社 の掃除ロボット
- ・ Mint : 米 Evolution Robotics 社の木材、タイル床専用の掃除ロボット
- ・ XV-11 : 米 Neato Robotics 社の掃除ロボット
- ・ エレベータ連動掃除ロボットシステム RFS-1/RFS-2 : 富士重工が開発したビル内清掃用ロボット

3.2.4 その他の機能系ロボット

メカニカルな作業により、何らかの機能を提供するロボットとして、これまでの分類以外のものが登場し始めた。たとえば薬払出ロボットは、処方箋に合わせて必要な薬剤を提供するものである。装置自体が移動しないため一般的なロボットの認識の範疇からは外れるが、自動機械としてはれっきとしたサービスロボットに分類できる。また、研究用のプラットフォームとして使われるロボットも、機能系ロボットとして本項に収めた。

本項では、このように一般的分類ではロボットとしての認識が確立していないが、サービスロボットに分類できるものを採録する。

- ・ 注射薬払出ロボット : パナソニック、パナソニック四国エレクトロニクスが開発した病院で注射薬を自動的に選択し、トレイに収めて払い出すロボット
- ・ TabSafe : 米 TabSafe Medical Services, Inc.社の販売する個人用の薬剤の払出装置
- ・ Gamma Two Robotics 米 Gamma Two Robot 社が開発した家庭内での物品搬送を目指したロボット
- ・ Eporo : 日産自動車の「群走行」研究用ロボット
- ・ Forager-ARV : 米 C-Link Systems が開発した自律型走行プラットフォーム
- ・ MIDbot : 香港 MIDbot 社が開発した携帯型インターネットデバイスに「手足」を付加する装置

3.3 情報系ロボット

情報系ロボットとは、人間に対して情報提示に特化したサービスを行うロボットで秘書ロボット、モビリティロボットなどがこの分野に分類されている。今回の文献調査では、秘書ロボット、モビリティロボットを調査した。

3.3.1 秘書ロボット

秘書ロボットは、構想としては語られるが実現されたものは少ない。秘書ロボットと称された場合、多くはスケジュール管理、電話対応があげられている。しかし、スケジュール管理の場合、PC 内のスケジュール情報から適切な出力先に時間到達を伝えてメールを送るといった程度の業務であり、秘書業務の中でも難しい会議参加者間のスケジュール調整、など本当に必要とされている機能は実現されていない。電話対応も、自動録音もしくは、初歩的な用件分類であり、秘書と称するには秘書職の人々に失礼ともいえる程度の能力しか備えていない。逆に言えば、秘書業務には要素技術としての高度な音声認識、音声合成に加えて、中核技術である知的処理が必要になってくるが、そのいずれもが現在の技術レベルでは不十分であると言える。

さらに、これらの秘書業務を実施するのに、人型の装置は必ずしも必要とは言えない。前出のスケジュール管理、電話対応は、わずかな I/O の支援があればほとんどはソフトウェアで処理できる。郵便物分類、新聞切り抜きといった作業が出た場合、これらの実物を扱うためのハードウェアが必要となるが、それでも人型が必要とされる積極的理由にはならない。そのため、SF 等で構想として「秘書ロボット」は語られる。しかし、IEEE Xplore 等で技術文献を検索すると現実には見つからない（検索語「Secretary」「Robot」（AND 検索））。このジャンルは、いまだ空想の域を出ていないものであると推測される。

3.3.2 モビリティロボット

モビリティロボットとは、人間の動きを支援する装置の総称で、人が中に入るもの、人が乗り操作するものといったパワードスーツ型から、ベッドへの乗降を支援するもの、更には命令に従いモノを取って来るものなど、非常に多岐にわたっている。今後、この中のいくつかは、モビリティロボットとは別のジャンルを形成することが考えられる。しかし、本報告では 2009 年末の時点で、一般にモビリティロボットとして分類されているものを本項に集めた。

モビリティロボットと称されるもののほとんどは操縦型であり、自律動作を行うものは少ない。その観点では、ロボットというよりもアクチュエータ的装置であるが、慣例に従いここではロボットとして扱う。

- ・ トヨタモビリティスーツ：トヨタ自動車が開発した乗り込み型の 2 足歩行ロボット

- トヨタ i-Real：トヨタ自動車が開発した、パーソナルモビリティロボット
- ホンダ 歩行アシスト：本田技研が開発した大腿部を押すことでリズムカルな歩行を実現する装置
- HAL：筑波大学、サイバーダインが開発した装着型ロボットスーツ
- 全方向移動車いす：ケーイーアール、豊橋技術科学大学が電動車いすの機動性を高める研究において試作した車いす
- TAO Aicle：産業技術総合研究所、アイシン精機、富士通が開発した「どこへ」をタッチパネルで指定することで自動的に移動する電動車いす
- RIBA：理化学研究所、東海ゴムが開発した、抱き上げ、移動、抱き下ろしの一連の動作が可能な移動支援ロボット

4 調査の成果（結論）

4.1 まとめ

(1) これからのロボットは、サービスロボットである

ロボット産業は、工場等における生産性の向上を目的としたロボットとしての実用化から始まり、人間型自律二足歩行ロボット ASIMO や愛・地球博を機会に、また少子化、高齢化、医療福祉及び、生きがいの観点が社会的にも注目されている。なかでも、工場等の生産現場でのロボットに対し、人の生活を助けてくれるパートナーとなるロボット、すなわちサービスロボットの期待が高まっている。

(2) しかしながら現状では市場が思うように伸びていない

ところが、実際の市場は思ったようには伸びていない。清掃ロボットなど人と比べて競争力がある分野や、司会ロボットなどのイベントで活躍するエンターテインメントロボット、また低価格な玩具ロボットに関しては一部実用化が進みつつあるが、我が国の現在の産業用ロボット市場、約 6500 億円（（社）日本ロボット工業会の調査によると 2008 年度の出荷額は 6489 億円）のうち、サービスロボットはまだ 100 億円にも満たない状況である。サービスロボットの実用化を促進する取り組みを産学官で積極的に進めてきた一方で、実際の市場は思ったようには伸びていかず、関係者の間に焦燥感が漂っている実態もある。

(3) サービスロボットにおいては、コンテンツが重要

サービスロボットの普及においては、工場等における生産性の向上を目的としたロボットに比較して、利用者の多様なニーズに応えるためのコンテンツ（サービス・アプリケーション）の提供が不可欠である。コンテンツには、機能系コンテンツ、情緒系コンテンツ、環境系コンテンツがある。生産現場でのロボットでは、情緒系コンテンツは必須であるとはいえず、またロボットの成否において、ハードウェアの占める割合が高い。

しかしながら、サービスロボットは、人間を相手とするため、上記のコンテンツすべてを有することが必須であり、また、コンテンツの作りこみが、成否を決める。更に、人の暮らしの中に新たなロボット（機械）が入っていく際には、安全基準、法の整備とともに「人や社会に受容される」ことが必要で、ここで感性を感じる「コンテンツ」が重要となる。

また、その情緒系コンテンツにより、市場拡大が期待できる分野として、家事支援、モビリティ（移動支援）、介助支援などの生活支援分野や、受付・案内などのオフィス（業務）支援分野が考えられる。

(4) 特に情緒系コンテンツにおいてはクリエイターの活用が必須

情緒系コンテンツは、人間そのものの心理、文化的な背景や教育などによるバリエーションなど、人間や文化を総合的に加味してデザインしなければならないが、ロボットの開発者にそれを求めることは難しい。そのため、ロボットの開発者とは違った切り口での取り組みが必要で、例えば、携帯アプリやコンピュータゲームなどを開発してきたデジタルコンテンツ分野のプロデューサー、クリエイター、デザイナーに大きな期待がかかる。携帯コンテンツなどはユーザーのニーズにきめ細かく応えるために、開発コードを公開し、大勢の開発者の参入を促すことによって膨大なコンテンツの開発を実現してきた。そうしたクリエイターを活用することが必須である。

(5) 日本的なコンテンツとロボット技術との知の統合により、新しい市場が生まれる

日本には、世界に冠たるロボットのハードウェア技術がある。また世界に誇るアニメ、TV ゲーム、おたく文化など、日本的なユニークなコンテンツ力がある。この両者の知を統合することにより、世界に比類のない新しいサービスロボットを生み出すことが可能となる。

(6) 愛着が持てるサービスロボットによるグリーンイノベーションも期待できる

コンテンツにより思い入れが深まり、愛着を持てるサービスロボットを普及することで、利用者がサービスロボットを長い期間使用することにつながる。グリーンイノベーションの観点からの製品作りを考えると、長い期間使える製品が求められており、こうしたコンテンツによってひとつのロボットを長い期間使える製品とすることは、グリーンイノベーションの一つの有力なビジネスモデルたりうる。

(7) コンテンツを提供しつづけることで経済が活性化する

愛着をもって製品を永く使うことは、ややもすれば、次の製品が売れなくなることとなり、それは経済の活性化には反する。しかしサービスロボットに対し、常に新しい魅力あるコンテンツを提供することで、ゲーム機を販売しそのゲーム機に対して、多数のゲームソフトを売るのと同様な仕組みを構築することができる。そうしたサービスロボットをプラットフォームとした新しいサービス産業が立ち上がることで、経済が活性化する。

4.2 産業化に向けての方策

本調査研究において、サービスロボットにおけるコンテンツの役割が今後の市場拡大において重要な役割を果たす可能性を見出すことができた。

そうした今後の日本を担いうる大きな市場となりうる「日本型コンテンツを有するサービスロボット」を研究開発することを見据えて、下記に挙げるフィージビリティスタディを早急に行うことが緊要である。なお下記フィージビリティスタディの提案については早期に行うべき方策から順に提言している。

(1) 既存のコンテンツサービスとの連携

アニメやゲームに代表される世界に誇る日本のユニークなコンテンツ産業のクリエイターと、世界に冠たる日本のロボットハードウェア技術者の交わる場を設け、新しい市場の開拓が見込める「日本型コンテンツを有するサービスロボット」の研究開発を行う。そのために、早急にフィージビリティスタディを行う必要性がある。

(2) ロボットと人がふれあう場の提供

上記提案は、クリエイターとハードウェア技術者との交わる場の提案であった。そこで開発された「日本型コンテンツを有するサービスロボット」と、ロボットを実際に利用する人とのふれあいの場も必要となる。実際に、愛・地球博では、ロボットが利用者にふれあえる場として非常に有効な役割を果たしたが、期間が限定されたものであり、小規模でも、ロボットと利用者がふれあうための常設展示が行える場が求められている。そうした場が提供されることにより、サービスロボットの市場性についての調査を実施することや、人とふれあう際の安全性の検証などができるだけでなく、来場者に対して、サービスロボットの認知度を上げることも期待できる。

(3) クリエイターが参入するための環境整備

サービスロボットの普及においては、より多様なニーズに応じていくことが不可欠である。ロボットに求める作業もユーザーごとに異なるわけだから、膨大な数のコンテンツ・アプリケーションを整備する必要がある。

そうしたコンテンツ・アプリケーションの開発について、携帯アプリやコンピュータゲームなどを開発してきたデジタルコンテンツ分野のクリエイターに大きな期待がかかる。携帯コンテンツなどはユーザーニーズにきめ細かく応えるために、開発コードを公開し、大勢の開発者の参入を促すことによって膨大なコンテンツの開発を実現してきた。このビジネスモデルを、サービスロボットの実用化に応用することができる。

しかしながら、そうしたクリエイターがサービスロボット向けのコンテンツ開発に参入するための環境があまりできていない。クリエイターがサービスロボット向けのコンテンツ開発に参入するためには、コンテンツ制作支援ソフトウェアなどのツールの整備が求められている。

(4) ロボットが周辺状況を認識するための環境整備

サービスロボットが稼働する環境は工場などと比べようもないほど複雑であり、ロボットはこうした多様な環境に適応していかなければならない。家庭などの環境においては、障害物に関する認識はそれほど難しいものではないが、ロボットが働きかけをおこなう対象を認識することは非常に難しい。

そのため、ロボットが働きかけを行う対象について、認識するための ID の普及が求められている。個別の事物に対して ID が付されることによって、ロボットがその対象を認識できるようになるだけでなく、それらの ID を利用したライフログ、VR などの別産業への応用も期待できる。

— 禁無断転載 —

システム技術開発調査研究 21-R-2

サービスロボットにおけるコンテンツに関する調査研究

報 告 書

— 要 旨 —

平成22年3月

作 成 財団法人 機械システム振興協会
東京都港区三田一丁目4番28号
TEL 03-3454-1311

委託先 財団法人デジタルコンテンツ協会
東京都千代田区一番町23番地3
TEL 03-3512-3900