

介護分野における コミュニケーションロボットの活用に関する 大規模実証試験報告書

ー ロボット介護機器開発・導入促進事業（基準策定・評価事業）
「ロボット介護機器開発に関する調査」 ー

平成 29 年 5 月 31 日

引用・複写時連絡先：yayoi.ookawa@aist.go.jp

文責：大川弥生（国立研究開発法人 産業技術総合研究所）

本報告書は、人を相手に音声や動作で働きかける機能を有する「市販のロボット」を活用し、介護施設の理解と協力の下で介護現場における各種の実証試験を行い、「コミュニケーションロボット」に求められる要件を明らかにすることを目的として行った事業*の成果をとりまとめたものである。

※事業名：平成 28 年度「ロボット介護機器開発・導入促進事業（基準策定・評価事業）」
「ロボット介護機器開発に関する調査」

1. コミュニケーションロボットの定義

現時点では、コミュニケーションロボットの確立した定義は存在しないと考えられるが、本実証試験では、介護との関係で「コミュニケーションを目的もしくは手段とする」ために用いるロボットを総称して「コミュニケーションロボット」と定義した。また、コミュニケーションには言語的なもののみでなく、非言語的なものも含むこととした。

このような定義の適否については、今後、関係者を交えたさらなる議論の必要があるが、後ほど述べるように、本実証試験の結果からこうしたロボット（の機能や仕様）を評価・検討することは一定の妥当性があるものとする。

2. 実証試験の概要（基本的なデザイン）

実証試験に使用するコミュニケーションロボットおよび実証試験を実施する施設（介護事業者）は公募により選定した。

2-1. 実証試験施設

公募により、29 代表機関（計 96 施設）を選定した。

施設内訳：介護老人保健施設 7、特別養護老人ホーム 22、有料老人ホーム 43、住宅型有料老人ホーム 1、グループホーム 7、サービス付き高齢者向け住宅 4、小規模多機能型居宅介護 3、単独型短期入所生活介護施設 1、認知症対応型共同生活介護施設 1、病院 2、デイサービス 4、障害者施設 1

2-2. 対象者

それぞれの施設が対応している者のうち、65 歳以上の「介護を受けている人」を対象としたが、コミュニケーションを目的もしくは手段として活用するために十分な理解能力があることを条件としたため、認知症や失語症のある人は除外した。また「している活動」を実際に評価可能な環境に生活していることとした。

疾患を有する者のうち、実証試験の実施期間中においてその疾患の改善が活動レベルの改善に寄与する可能性がある人は除外した。これは、例えば、脳卒中、骨折後半年以内の症例、急性心不全、呼吸不全発症 6 月以内の症例等については、当該疾患の改善によって「している活動」が改善される影響があると考えたことによる。

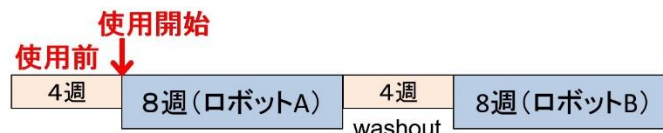
このため、対象者については、実証試験対象者としてエントリーする申請を試験施設に行ってもらい、年齢、疾患、治療状況等が本実証試験に適する対象者であるかどうかを確認した。

2-3. 介入方法（ロボットの利用）

実証試験を実施する施設の状況に応じ、図1に示す2種類のプロトコルによって介入を行った。

図1. 介入試験の進め方

1. クロスオーバー試験：使用目的同一の類似ロボット



2. 単一ロボット使用前後比較試験：同一ロボット（2種類）



「クロスオーバー試験型」は、使用目的が類似している2種類のロボット（ロボットA、ロボットBとする）を用い、使用前4週間の変化観察後、まずロボットAを8週間使用し、4週間のwash out（ウォッシュアウト）期間を設け、その後ロボットBを用いる。なお、使用する2種類のロボットの組み合わせの選択は試験施設が行った。

「単一ロボット使用前後比較試験型」は、類似の使用目的として用いるロボットがない場合に、同一機種の使用を継続した。なお、これに該当するロボットは2種類であった。

2-4. 利用したロボットとその分類

公募により、市販品等の入手可能なロボットを19種類選定した。なお、本実証試験では、それぞれのロボットの機能等を客観的に分類し、それをもとに試験結果を分析することとした（実際に使用したロボットについてはAMEDのHPにリストを掲載しているのでそちらを参照されたい）。

コミュニケーションロボットの種類を分類することは本実証試験の目的の一つでもあり、開始時には、動物型、ヒト型のようにロボットの外形や機械的機能に重点をおいた仮の分類を用いた。しかしながら、実証試験を進める中で、外形や機械的機能が類似していても、「介護者及び被介護者に与える影響・効果」と「それを生み出すために行われたロボットを活用した介護内容」は、様々に異なる（その程度もまちまちである）場合が多いことが、次第に明らかになってきた。よって、試験結果の分析を進めるにあたっては、これらのロボットを「介護プログラムの中での物的介護手段としての活用方法」に重点をおいて分類することとした。具体的には、介護における使用（活用）状況を想定し、さらにその目的を踏まえて個々のロボットが有する機能を大きくくりすることで分類した。その結果を表1に示す。

なお、こうした分類を行った基礎的な考え方については、「4-1. コミュニケーションロボットが効果を生む機序」として後述する。

表 1. コミュニケーションロボットの分類
－ 介護における使用目的から －

1. 状態検知対応型 検知対象は、被介護者の状態（臥位時間、座位時間、居室在室時間） 対応は、単に反応するのではなく、目的を持って働きかけを行うもの 2. 環境・操作反応型 ロボットに対する操作（含：接触、話しかけ）や周囲の環境に応じて反応 ・ 日常生活移動時携帯可能型 ・ 設置型 3. 介護者代替プログラム実施型 通常介護者が行う被介護者への働きかけを、設定されたプログラムにもとづいて代替して行う （例：体操指導やクイズ、娯楽等、レクリエーションと称して行われていること。）

【状態検知対応型】

この型のロボットでは、図 2－1 で示した効果を生む機序においては図左上に示すように「被介護者の状態」がロボットへの input となる。具体的には、ベッド上での姿勢（ベッド上臥位、ベッド上座位姿勢、ベッドの腰かけ座位姿勢等）及び動作（ベッド上からの起き上がり動作、ベッドからの立ち上がり動作、室からの退出等）を検知し、それに応じて、設定した「活動」項目、「参加」項目への「促し」を行うものである。例えば 30 分以上ベッド上臥位、ベッド上座位が続くと「室の外に行きませんか」などと「促す」。

このようにロボットが直接的に促すように発話することで、その「活動」項目である「室外に行くこと」を頻回に行うようになり、その結果、自立度が向上することになる。即ち、「室の外に行くこと」だけでなく、それに伴って「臥位や座位をとることをやめる」ことを同時に促すことになる。

また、臥位・座位時間が減少し、より活発な生活行為を頻回に行うことによって生活が活発化し、生活不活発病を予防・改善することになる。

介護者への影響としては、このようにして被介護者の自立度が向上することで将来的に介護負担が軽減することとなる。

なお、本実証試験では、状態検知対応型に属するのは 1 機種のみであった。

【環境・操作反応型】

この型のロボットでは、図 2－2 で示した機序においては「被介護者の状態」がロボットへの input になるのではなく、「何らかの操作（含：接触、話しかけ）や周囲の環境からロボットセンサーへの入力」がなされ、その結果 output が出される。

なお、この型は日常生活移動時携帯可能型と設置型に分類でき、さらに output として出力される内容で、鳴き声反応型と音声反応型、また音声反応＋電話型に細分類することもできる。

図2-1. 効果を生む機序：状態検知対応型

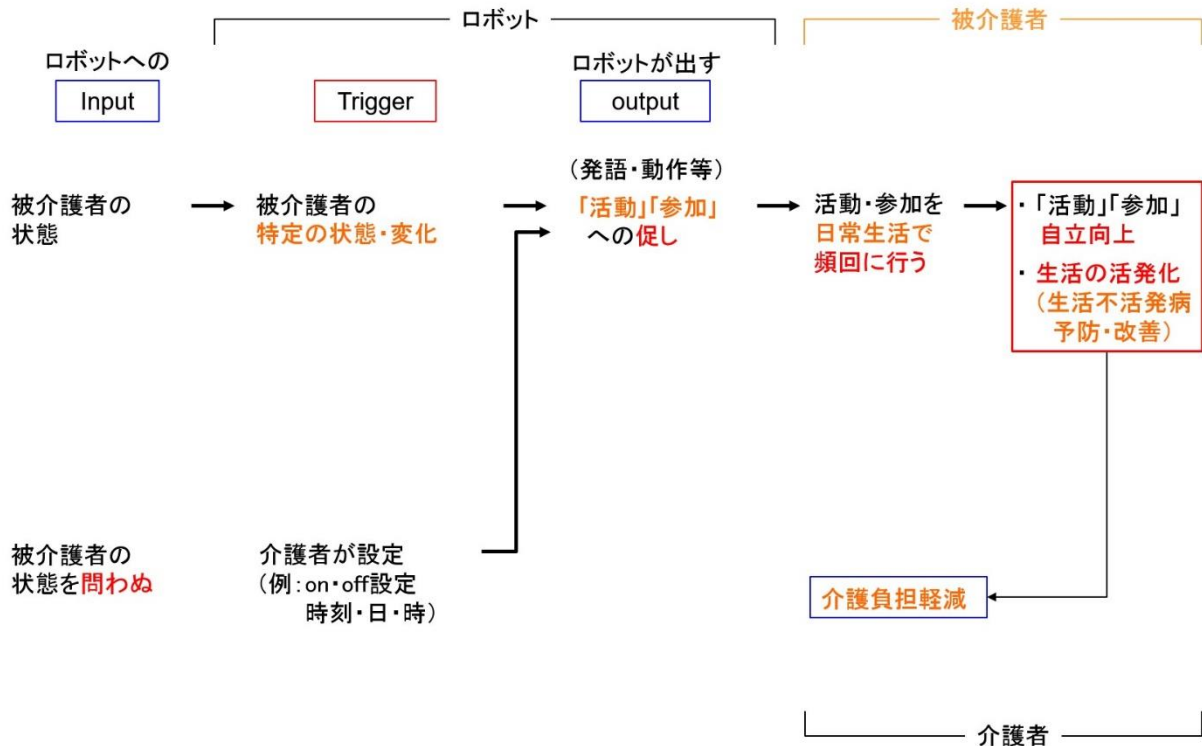
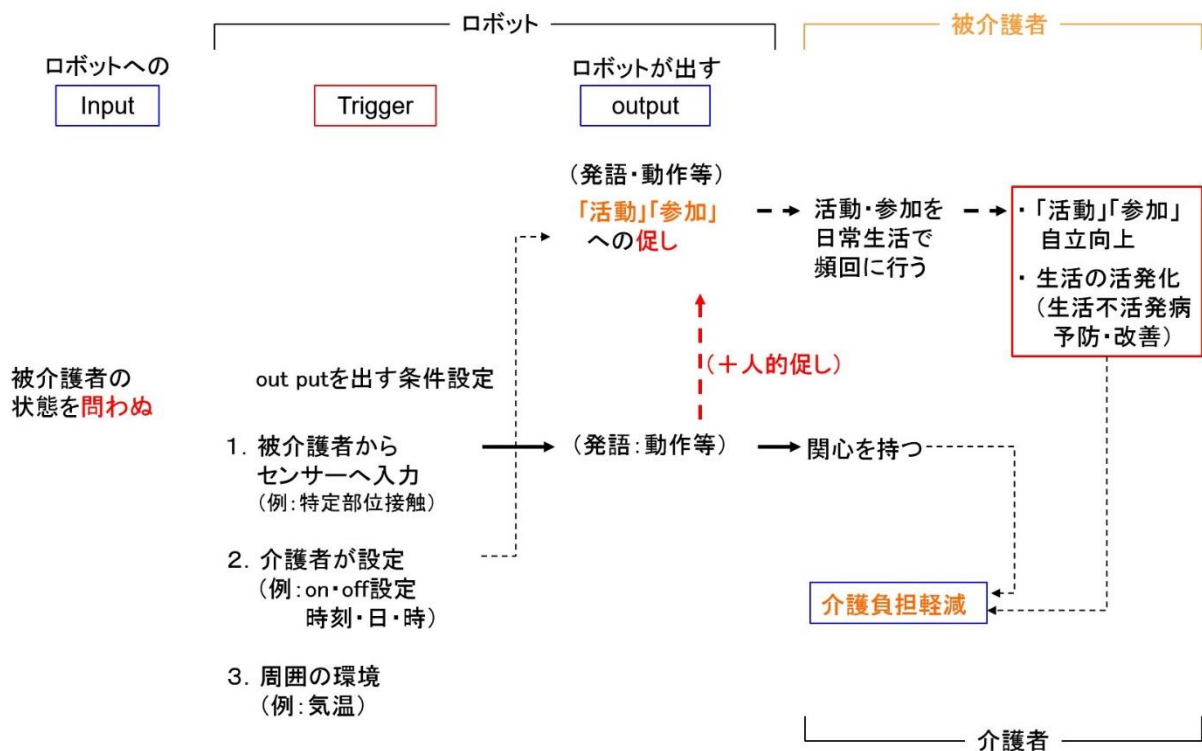


図2-2. 効果を生む機序：環境・操作反応型



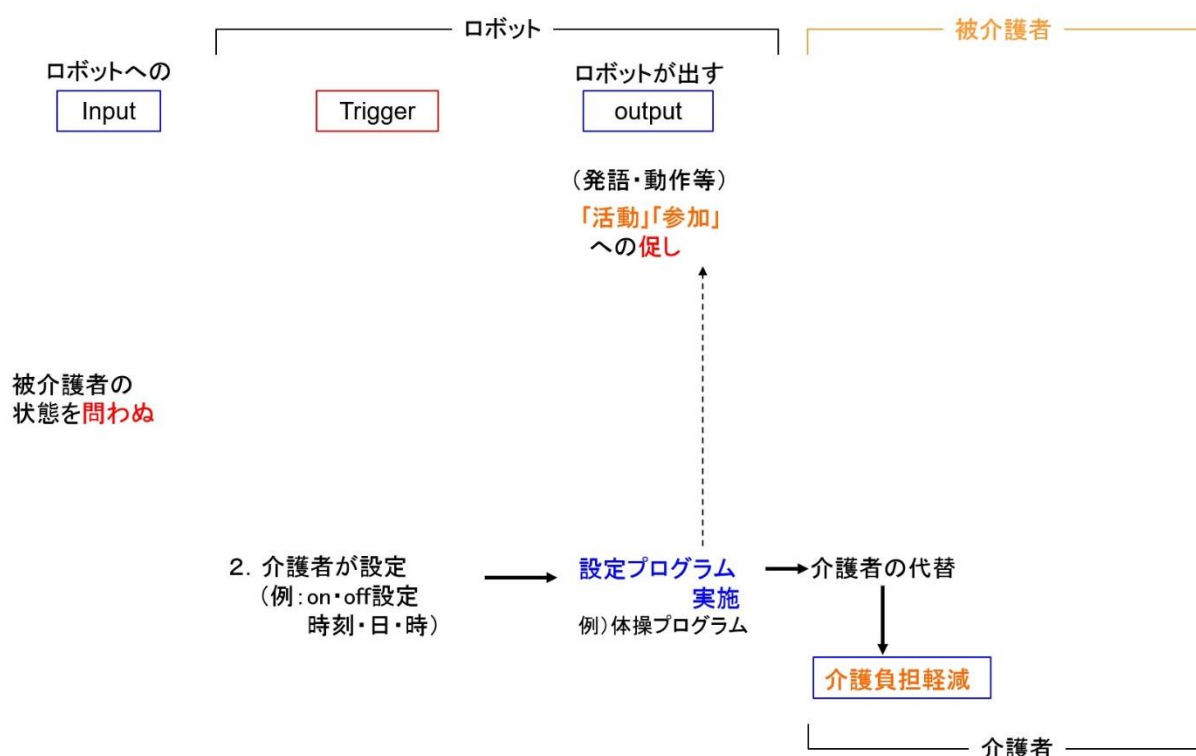
【介護者代替プログラム実施型】

この型のロボットでは、「介護者が設定」した on・off や日時に設定されたプログラムが実行され、設定されたプログラムには、体操のプログラム、レクリエーションと称しているプログラム、その他回想法や認知症対応を想定したプログラムなどがあった。

効果を生む機序は図2-3のようになり、ロボットは設定された時間帯に限ってのみ人に対して働きかけるが、その効果や使用目的としては、設定されたプログラムに基づいてレクリエーションと称する活動や体操の指導を行うこと（ロボットが介護者・指導者の代替を行うこと）が最も多かった。

なお、実施施設の意向を反映し、本事業ではこの型のロボットの使用台数が最も多かった。

図2-3. 効果を生む機序：介護者代替プログラム実施型



※複数の活用目的があるもの

状態検知対応型では、例えば食事の時間の10分前に食堂に行く促しを行う、朝などの設定された特定の時間に起床や洗顔の促しを行う等、介護者代替プログラム実施型との併用というべき活用法もかね備えていることがある。

また介護者代替プログラム実施型でも、環境・操作反応型のような発話・動作も行う機能を有するロボットも少なくない。なお本事業でのロボットの活用方法としては、代替プログラムを実行するために用いることが主となっていた。

2-4. 評価内容・方法

ロボットの種類、実証試験施設の差を問わず、同一プロトコルを用いて評価を行った。

評価者は各実証試験施設で、本試験での評価者として定めた有資格の担当者（医師、看護師、介護福祉士）である。

効果をみる指標としては、活動（ICF：生活行為）の「質」（自立度）および「量」（生活の活発さ）を中心とし、以下を設定した。

【活動】（生活行為）

- ・ ICF（国際生活機能分類、WHO、2001年、図3参照）
大項目：3-9章 中項目：33項目、小項目：59項目
- ・ 評価点：厚生労働省社会保障審議会統計分科会専門委員会評価点（案）に加えて、「部分的制限」を「部分介護」「見守り」「促し」に区別した（表2）。
- ・ 全項目について、人的介護内容と物的環境（使用用具）の記載も含める
- ・ 「している活動」（実行状況、図4参照）は必須
- ・ 「できる活動」（能力、図4参照）は可能であれば行う

【参加】（社会と関わること）

- ・ ICF（国際生活機能分類、WHO、2001年、図3参照）
- ・ 「している参加」（実行状況）は必須
6-9章中項目12項目

【生活の活発さ】

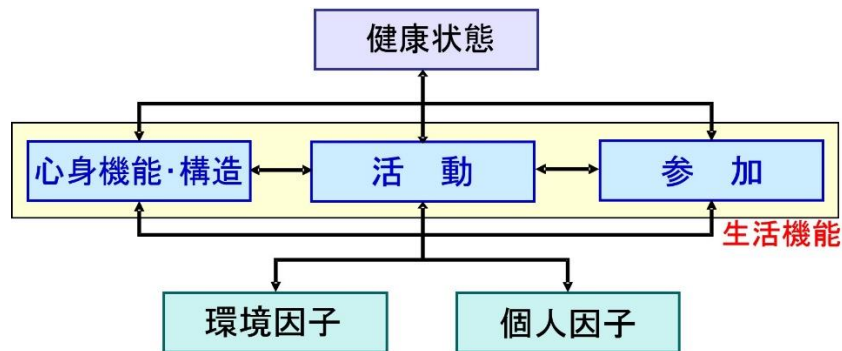
- ・ 日頃どのくらい動いていますか：1. 外でもよく動いている（庭や畑も含む） 2. 建物内ではよく動いている 3. 居室（自室）内ではよく動いている 4. 車いすに座っていることが多い 5. 時々横になっている 6. ほとんど横になっている
- ・ 外出の回数（施設・自宅敷地の外）：1. ほぼ毎日 2. 週3回以上 3. 週1回以上 4. 月1回以上 5. ほとんど外出していない
- ・ 1日何時間位（1週間で平均）建物の外に出ていますか（庭や畑等に出ることも含む）：1. 6時間以上 2. 2～6時間未満 3. 1～2時間未満 4. 1時間未満 5. ほとんど出していない

2-5. 介護内容についての記録内容

各実証試験施設で、本試験での評価者として定めた有資格の担当者（医師、看護師、介護福祉士）が、前述した指標も踏まえ、下記について定めた日の記録をとった。

- ・ 「する活動」（目標とする実行状況、図5参照）（「している活動」の評価全項目）
（設定している場合のみの記載）
- ・ 目標（参加・活動）
- ・ 介護プログラム
- ・ 被介護者の希望（参加・活動）
- ・ 被介護者の1日のくらし方（所在場所、活動項目、人的介護、ロボット使用状況）
- ・ 介護者の介護状況（場所、介護対象者、介護内容、共働介護者、ロボット活用状況、ロボット以外の物的介護手段活用状況）

図3. 生活機能モデル (WHO、2001)



参 加 : 仕事、家庭内役割、地域社会参加 等
 活 動 : 歩行、家事、仕事などの生活行為
 心身機能・構造 : 心と体のはたらき、体の部分 等
 生活機能 : 参加、活動、心身機能・構造の3者を含む包括概念

健康状態 : 病気、ケガ、妊娠、高齢、ストレス 等
 環境因子 : 建物、福祉用具、介護者、社会制度 等
 個人因子 : 年齢、性、ライフスタイル、価値観 等

矢印はこれらが互いに影響しあうことを示す

表2. 活動（実行状況）の評価点

厚生労働省社会保障審議会統計分科会生活機能分類専門委員会（案）

評価点	評 価	内 容
0	普遍的自立 (Universal independence)	生活の場以外での環境（外出時、旅行時などにおける環境においても自立している
1	限定的自立 (Limited independence)	生活の場（当人の状況に応じて自宅、自宅の一部、病院、施設など）およびその近辺の、限られた環境のみで自立している
2	部分的制限 (Partial limitation)	部分的な人的介護（※）を受けて行っている ※「部分的な人的介護」は「見守り」「うながし」等を含む
3	全面的制限 (Total limitation)	全面的な人的介護を受けて行っている
4	行っていない (No performance)	禁止の場合を含み行っていない

8 : 詳細不明、 9 : 非該当

図4. 生活機能の3つのレベル (大川、2004)

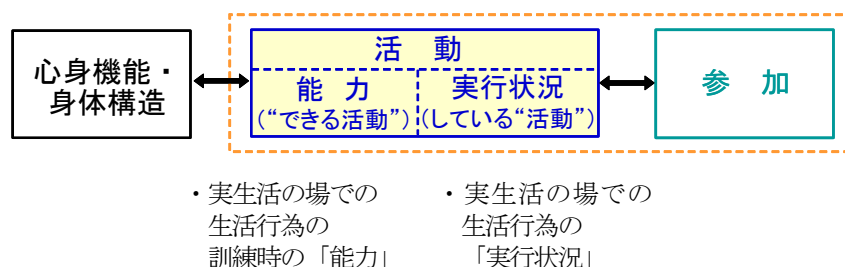
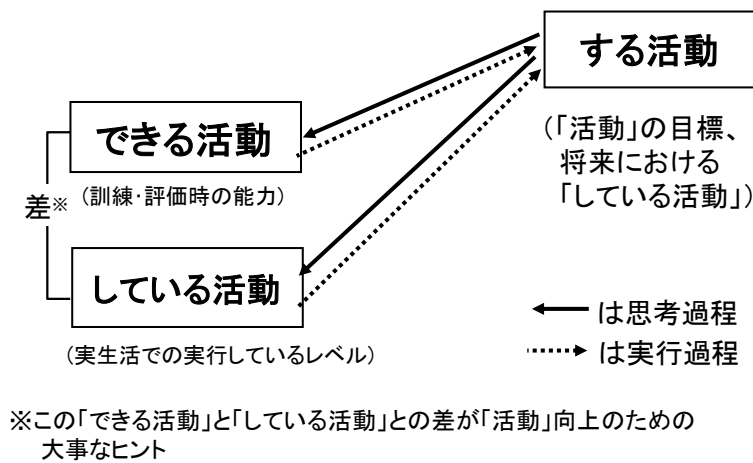


図5. 目標指向的活動向上のための働きかけ (大川・上田)



3. 結果

3-1. 総論

本実証試験では、開始前4週間の経過を観察して、この間に（無介入で）改善した例および疾患レベルの新たな発症、増悪を生じた急性疾患のある例を対象から除外し、改善とロボット介入効果の関係をできる限り厳密に評価できるようにした。

コミュニケーションロボット使用（56日）後の介入による変化（以下「介入変化」）を、実証試験対象者全例でみた結果を表3に示す。使用開始前4週間の間で「活動項目」もしくは「生活の活発さ」が向上していない者を対象としたところ、第1クール開始時は930名であった。但し、第1クール中に中止や脱落64例が発生して、8週終了時は866名となった。

総論として、866名中296名（34.2%）について改善効果が認められた。

改善者とは、「活動項目」もしくは「生活の活発さ」について改善がみられたものであり、改善の内容の内訳をみると、「活動」の「質」としてみた活動項目については280名（全対象者の32.3%）、活動の「量」としてみた「生活の活発さ」は45名（5.2%）、また、両者ともに改善したのは29名（3.3%）であった。

改善者296名中での改善の内容毎の割合をみると、「活動」の「質」の改善者は94.6%、「生活の活発さ」の改善者は15.2%、両者ともに改善は9.8%であった。さらに詳しく見ると、「活動」の「質」のみ改善した人は84.8%（251名）、「生活の活発さ」のみ改善した人は5.4%（16名）であった。

「活動」の「質」の改善者に比べて「生活の活発さ」の改善者が少なかった理由については、評価法の問題（本試験のデザイン）か、現実の介護プログラムの問題（実施施設における介護プログラム上では「生活の活発さ」が重視されていない等）であるかを含め、今後の検討が必要と考える。

表3. 介入変化（まとめ）

第1クール：介入5日前－介入56日目

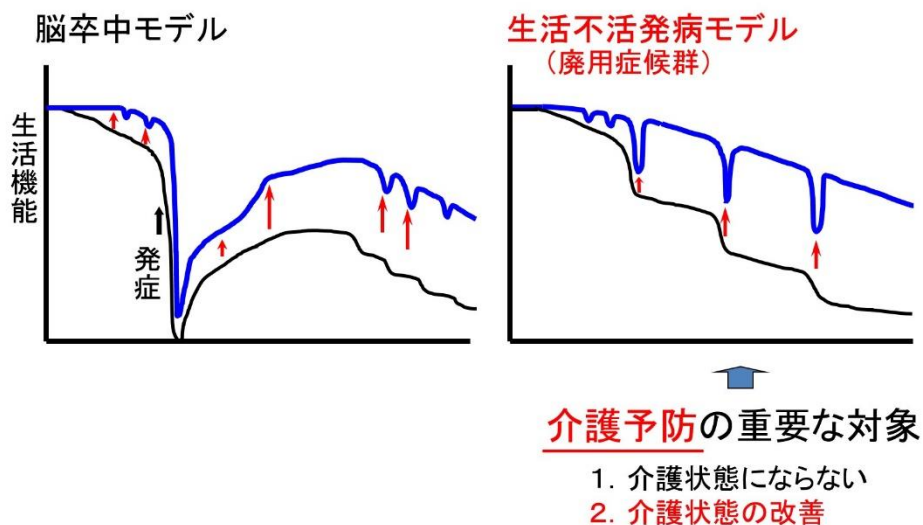
被験者（除：脱落・中止例）	866名	
全改善者	296名（34.2%）	
		[改善者中]
「活動」の「質」：「活動」項目	280名（32.3%）	[94.6%]
「活動」の「量」：生活の活発さ	45名（ 5.2%）	[15.2%]
内：「活動」項目＋「生活の活発さ」	29名（ 3.3%）	[9.8%]

※介護予防効果

図6に、介護状態になる経過として、生活機能（特に「活動」）低下の契機としての「脳卒中モデル」と「生活不活発病モデル」を示した（これ以外には「認知症モデル」がある）。本実証試験は、直近において脳卒中等の疾病がなく、ロボットの使用開始前（介入開始前）4週間に「生活の活発さ」が向上していない者を対象としていることから、「生活不活発病モデル」を踏まえて評価することが妥当であるが、上述したように、全体の約3分の1にロボット使用による改善効果が認められたことは、介護予防効果があったとみなすこともできる。なお、介護予防は、介護状態になることを防ぐだけでなく、介護が必要な状態になった後にもそれを改善することも含んでいるが、現状では後者についての働きかけはまだ十分とはいえない。

ちなみに、「生活不活発病モデル」は、2005年の介護保険法改正において、介護予防重視の方針の明確化の中で介護予防の対象として行政上も認識されたものである。

図6. 生活機能低下のモデル（大川）



3-2. 介入による変化（改善）の内容

活動項目については小項目の 59 項目で評価しているが、小項目が属する大項目でまとめて向上した項目を示したものが表 4 である（ICFは大項目－中項目－小項目と階層構造をなしている）。

全体で最も改善者が多いのは「a 5：セルフケア」であり、全体の 13.2%（全改善者中 38.5%）であった。次に「a 9：コミュニティライフ・社会生活・市民生活」11.3%（33.1%）、「a 4：運動・移動」10.4%（30.4%）であった。

本実証試験で使用したロボットは「“コミュニケーション” ロボット」という名称であり、またロボットの機能として「コミュニケーションをとる」「コミュニケーションを促す」ことをうたっているのがほとんどである。それに対して「a 3：コミュニケーション」ではなく、他の大項目が向上していることは注目すべきことである。

特に「a 5：セルフケア」、「a 4：運動・移動」の項目は、介護を受ける人だけでなく、日常の人の生活において頻回に行われる活動項目（生活行為）であり、日常の生活の中でも行う必要性が高い生活行為であることから、これら「a 5：セルフケア」「a 4：運動・移動」の変化は、介護との関係が深い活動項目であるといえる。

表 4. 活動項目向上の内容

第 1 クール：介入 5 日前－介入 56 日目

大項目	改善者	改善者中改善率	ロボット毎	代表機関毎
a3:コミュニケーション	64 名	21.6%	0～66.6%	0～100%
a4:運動・移動	90 名	30.4% [3]	0～58.3%	0～80.0%
a5:セルフケア	114 名	38.5% [1]	0～75.0%	0～92.3%
a6:家庭生活	41 名	13.9%	0～37.5%	0～75.0%
a7:対人関係	82 名	27.7%	0～55.5%	0～75.0%
a8:仕事等	8 名	2.7%	0～ 5.1%	0～21.4%
a9:社会生活等	98 名	33.1% [2]	0～92.8%	0～92.9%
全改善者	280 名 (平均 1.78 大項目/名)	94.6%	0～92.8%	0～100%

今回、コミュニケーションロボットがその機能としては当初に意図していなかったと考えられるにもかかわらず、これら「a 5：セルフケア」「a 4：運動・移動」の活動項目を向上させる効果を生む可能性をもつことが判明したことの意義は大きい。

すなわち、今後「a 5：セルフケア」「a 4：運動・移動」の向上を意識して機構面や介護上の活用法の開発を行うことによって、更にこれらの改善効果のある機器を生み出せる可能性を示唆するものと考えられる。

なお、当初からこの「a 5：セルフケア」「a 4：運動・移動」の向上を目的としていたロボットの種類は1種類のみであった。

また、生活の活発さについては、表5に示すように「日頃どのくらい動いていますか」の改善者は、全改善者45名中、31名（68.9%）であった。次いで「外出の回数（施設・自宅敷地の外）」は17名（37.8%）、「1日何時間位（1週間で平均）建物の外に出ていますか（庭や畑等に出ることも含む）」は13名（28.9%）の順であり、入所中であっても施設外での活動性も向上していた。

表5. 「生活の活発さ」向上の内容

第1クール：介入5日前－介入56日目

	改善者	改善者中 改善率	（ロボット毎）	（代表機関毎）
①日頃どの位動いているか	31 名	10.5%	0%～16.9%	0%～36.3%
②外出の回数（施設外）	17 名	5.7%	0%～ 6.8%	0%～13.6%
③建物外への時間	13 名	4.4%	0%～ 8.4%	0%～22.7%
全改善者	45 名 (平均 1.29 項目/名)	15.2%	0%～23.7%	0%～54.5%

3-3. ロボット種類別介入変化

①改善率

ロボット種類ごとの介入による変化として、改善率を表6に示した。

状態検知対応型では、第1クール終了後154名中改善者59名（38.3%）であった。次いで環境・操作反応型では224名中76名（33.9%）、介護者代替プログラム実施型では488名中161名（33.0%）であった。3種類ともに全体の3分の1以上で改善が認められ、介護が必要な状態になった人が改善するという介護予防効果があったといえることができる。

改善内容の内訳をみると、「活動」の「質」である「活動」項目が改善したのは状態検知対応型では37.0%（改善者中の96.6%）、環境・操作反応型では31.7%（93.4%）、介護者代替プログラム実施型では31.1%（94.4%）であり、改善者の占める割合は、3種類間での差は比較的少なかった。

次に「生活の活発さ」の改善率をみると、状態検知対応型9.1%（23.7%）、環境・操作反応型5.4%（15.8%）、介護者代替プログラム実施型3.9%（11.8%）と状態検知対応型が最も改善しており、他の2種に比べ改善率・改善者中に占める割合ともに約2倍であった。

また「活動」項目、「生活の活発さ」とともに改善したのは状態検知対応型7.8%（20.3%）、環境・操作反応型3.1%（9.2%）、介護者代替プログラム実施型2.0%（6.2%）と、状態検知対応型が多かった。

表6. 介入変化：ロボット種類毎

第1クール：介入5日前－介入56日目

	状態検知 対応型	環境・操作 反応型	介護者代 替プログラ ム実施型	総計
開始被験者数	177	236	517	930
被験者数(脱落例除外)	154	224	488	866
改善者数	59	76	161	296
改善率(脱落例除外)	38.3%	33.9%	33.0%	34.2%
「活動」項目改善者	57	71	152	280
（改善率）	37.0%	31.7%	31.1%	32.3%
（改善者中改善率）	96.6%	93.4%	94.4%	94.6%
「生活の活発さ」改善者	14	12	19	45
（改善率）	9.1%	5.4%	3.9%	5.2%
（改善者中改善率）	23.7%	15.8%	11.8%	15.2%
「活動」項目+「生活の活発さ」改善者	12	7	10	29
（改善率）	7.8%	3.1%	2.0%	3.3%
（改善者中改善率）	20.3%	9.2%	6.2%	9.8%

②活動項目の向上

ロボット種類毎にみると、表7に示すように状態検知対応型、環境・操作反応型ともに最も多いのは「a5：セルフケア」であり、次いで状態検知対応型では「a4：運動・移動」、「a7：対人関係」、環境・操作反応型では逆に「a7：対人関係」、「a4：運動・移動」の順であった。

介護者代替プログラム実施型は、最多が「a9：コミュニティライフ・社会生活・市民生活」、次いで「a5：セルフケア」、「a4：運動・移動」であった。

表7. 活動項目向上の内容：ロボット種類毎

第1クール：介入5日前－介入56日目

	状態検知対応型	環境・操作反応型	介護者代替プログラム実施型	総計
開始被験者数	177	236	517	930
被験者数(脱落例除外)	154	224	488	866
a3:コミュニケーション	11	23	30	64
(改善率)	7.1%	10.3%	6.1%	7.4%
(改善者中改善率)	18.6%	30.3%	18.6%	21.6%
a4:運動・移動	21	25	44	90
(改善率)	13.6%	11.2%	9.0%	10.4%
(改善者中改善率)	35.6%	32.9%	27.3%	30.4%
a5:セルフケア	22	36	56	114
(改善率)	14.3%	16.1%	11.5%	13.2%
(改善者中改善率)	37.3%	47.4%	34.8%	38.5%
a6:家庭生活	7	8	26	41
(改善率)	4.5%	3.6%	5.3%	4.7%
(改善者中改善率)	11.9%	10.5%	16.1%	13.9%
a7:対人関係	19	26	37	82
(改善率)	12.3%	11.6%	7.6%	9.5%
(改善者中改善率)	32.2%	34.2%	23.0%	27.7%
a8:仕事等	1	1	6	8
(改善率)	0.6%	0.4%	1.2%	0.9%
(改善者中改善率)	1.7%	1.3%	3.7%	2.7%
a9:社会生活等	14	17	67	98
(改善率)	9.1%	7.6%	13.7%	11.3%
(改善者中改善率)	23.7%	22.4%	41.6%	33.1%
改善者数 計	57	71	152	280
(改善率)	37.0%	31.7%	31.1%	32.3%
(改善者中改善率)	96.6%	93.4%	94.4%	94.6%

③生活の活発さの変化

「生活の活発さ」をロボット種類毎にみた結果を表8に示す。

改善した理由を検討してみると、3種類の間で大きく異なり、状態検知対応型ではロボット自体が被介護者個々人に対して活動性向上にむけての働きかけをおこなうことによって、活動性が向上していた。

これに対し環境・操作反応型では、ロボットの直接的な働きかけではなく、ロボットを介して介護者が活動性向上に向けての働きかけをしていた、例えば、「<ロボット>が外に行こうと言っているよ」と外出を促したり、その他ロボットと一緒に何らかの活動項目を行うことを介護者が促すことによって生活が活発化していた。但しこのような働きかけをおこなっていたのは特定の施設に限られていた。

一方、介護者代替プログラム実施型ではロボットの直接的働きかけはなかったが、ロボットを設置している場所に行くことや、代替プログラム実施後も居室に戻らずにデイルームやロボットが設置された場所にいる時間が増えたり、外出をしたりする介護プログラムを組んでいる場合は向上がみられていた。

表8. 「生活の活発さ」向上の内容

第1クール：介入5日前－介入56日目

	状態検知対応型	環境・操作反応型	介護者代替プログラム実施型	総計
開始被験者数	177	236	517	930
被験者数(脱落例除外)	154	224	488	866
①日中どのくらい動いているか	9	9	13	31
(改善率)	5.8%	4.0%	2.7%	3.6%
(改善者中改善率)	15.3%	11.8%	8.1%	10.5%
②外出回数(施設外)	4	8	5	17
(改善率)	2.6%	3.6%	1.0%	2.0%
(改善者中改善率)	6.8%	10.5%	3.1%	5.7%
③建物外の時間	5	6	2	13
(改善率)	3.2%	2.7%	0.4%	1.5%
(改善者中改善率)	8.5%	7.9%	1.2%	4.4%
改善者数 計	14	12	19	45
(改善率)	9.1%	5.4%	3.9%	5.2%
(改善者中改善率)	23.7%	15.8%	11.8%	15.2%

④使用施設による改善率の差異

表6、表7ともに改善率については、ロボットによる最高値と最低値を示しているが、全項目において最低値は0%であり、最高値との間に大きな差がある項目が多い。また、代表機関毎の最高値と最低値も示しており、これも差が大きい。

その理由の検討のためには、各代表機関での対象者数が少人数であるため、比較することが困難であるが、状態検知対応型ロボットでは、1代表機関での開始対象者数が20人以上の代表機関が6機関（代表機関：A～F）あるので、これらを対象として比較分析した。

表9に、第1クール介入5日前ー介入56日目での改善率を示した。

まず全体の改善率をみると、本機器の全対象者は154名（7代表機関）であり、そのうち59名（38.3%）が改善した（表9には開始時例数が20例以上の6代表機関（A～F）を示した）。

最も改善がみられた代表機関では改善率81.5%であったが、その他の代表機関では57.7%、50.0%、31.6%、13.9%、4.5%であり、代表機関の間に大きな差が認められた。

この代表機関間での改善率の差を生んだ要素を検討すると、介護プログラムによる差が大きかった。

表9. 代表機関による改善率の違い：状態検知対応型ロボット

第1クール：介入5日前ー介入56日目

全対象	38.3% (N=154)	
代表機関 A	<u>81.5%</u> (N= 27)	⇒ 活動項目 <u>77.8%</u> 生活の活発化 <u>40.7%</u>
B	57.7% (N= 26)	
C	50.0% (N= 20)	
D	31.6% (N= 19)	
E	13.9% (N= 36)	
F	<u>4.5%</u> (N= 22)	

4. 考察

4-1. コミュニケーションロボットが効果を生む機序

本実証試験における、介護の場における活用され方、及びその活用の仕方による効果の分析等から、コミュニケーションロボットが効果を生む機序を整理した。そのポイントを図示したのが図7である。

図の左2／3がロボットの機序を示し、右1／3が「人」への影響を示している。

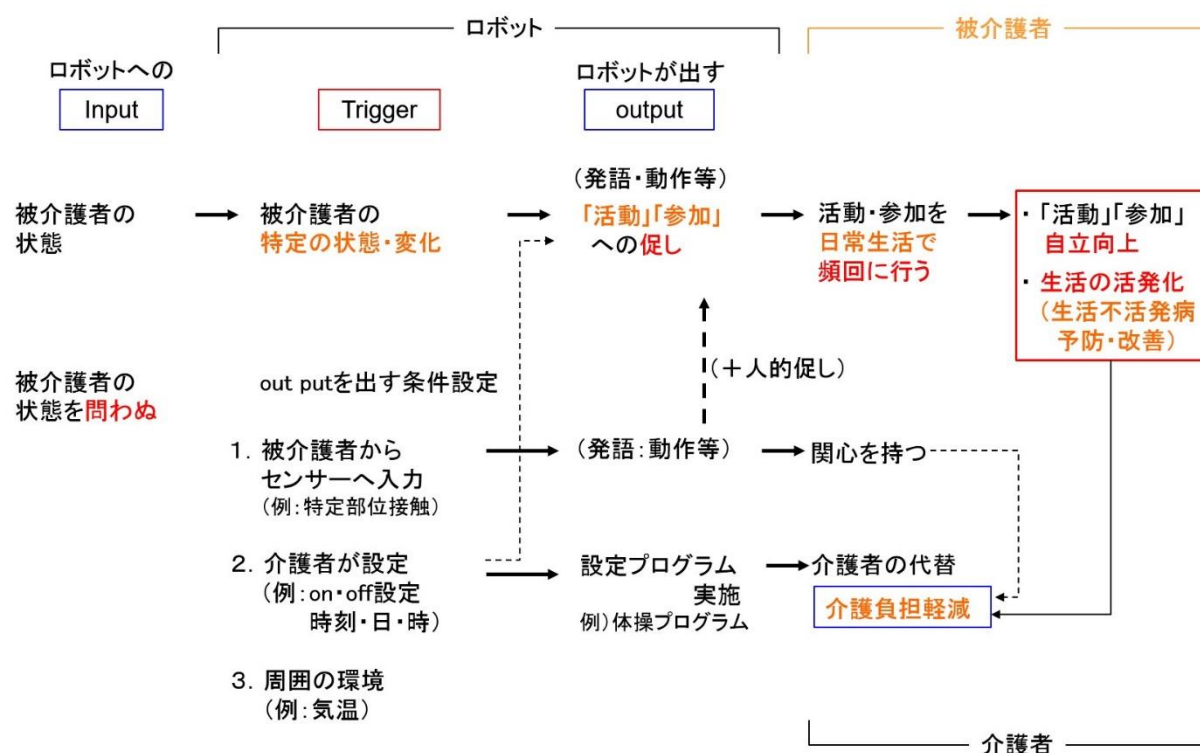
ロボットの機序のうち、まず一番左の「ロボットへのinput」として、被介護者の状態がロボットに作用しているか否かで分けた。

次にロボット自体について、機能発揮するきっかけとなる「トリガー」と、その結果として「ロボットが生み出すoutput」とで整理した。

そしてそれが右1／3に示す「人」への影響となる。

人への影響としては、図の右上に示している「被介護者」への影響と、右下に示している「介護者」への影響との2つがある。以下、この「人への影響」について少し詳しく述べる。

図7. 効果を生む機序



4-2. 被介護者への影響

被介護者への影響としては、表の右上端にある「『活動』『参加』の自立向上」と、「生活の活発化」とがある。

「『活動』自立向上」をめざす各活動項目の自立向上は、予後予測をもとに各項目毎に目標設定を行い、その目標達成にむけた介護プログラムを作成して、「している活動」・「できる活動」を連携させながら共に向上させていく。コミュニケーションロボットが働きかけるのは「している活動」レベルである。

以下、コミュニケーションロボットが被介護者に対しての効果を生む主な機序を述べる。
その際ロボットの「促し」は大きな役割を果たすが、それは発語やそれに伴う動作で行われる。

更にこのようにして人の介護が不要な状態にまで改善すると、頻回に活動（生活行為）を行うことが可能となり、習熟がすすみ、自立度はさらに向上する。このような良循環へと進んでいくということができる。

「『活動』の自立向上」にむけた効果を生む主な機序には、以下のものがある。

- 1) 「行っていない（非実施）」の状態に対し、促しによって「行う」状態へと向上させる。
- 2) 一部介助だった人がロボットの促しだけで実行するようになる。
- 3) 介護者の促しで行っていたことが、ロボットの促しのみで行うようになる。これは人の介護が不要な状態への改善である。

次に「生活の活発化」を生む主な機序としては、次の3つがある。

- 1) 日中の姿勢の変化：

日中とっている姿勢は生活の活発さにとって重要である。日中ベッド上に横になっている姿勢を多くとっていた人が、「促し」によってベッド上座位時間、更には椅子座位の時間が増える。

- 2) 実行する活動項目の頻度の増加

設定した活動項目に関する「促し」を被介護者に対して行うことによって、被介護者は日常生活の中でそれを頻回に行うようになる。

- 3) 実行する活動項目の種類の増加

例えば、活動項目を行うように促すだけでなく、その際、居室の外に行くことをロボットが促すこと、さらに居室外で「活動」項目が行いやすい居室棟の環境があることは、促しの効果をより向上させることになる。居室から食堂やデイルームや屋外へも行くことが増えると、居室にいる時には行っていなかった様々な活動項目を行うことにもなる。

4-3. 介護者への影響

ここで、介護者への影響について、特に介護負担の点から整理しておきたい。これには大きくは3種類がある。

- 1) ロボットを使用することで、使用していない時に行った介護内容よりも、より質的に高い介護が、介護負担の増加なしに可能となる。今回のコミュニケーションロボットで効果を生んだ機序として、「促し」の効果が大きい。「促し」は（ロボットを使用していない）平常の介護では、適切なタイミングで頻回に行うことは極めて難しいものであり、これが介護負担増加なしに実行可能となっていることを重視すべきである。
- 2) ロボットを使用した時点での介護者の負担がロボットを使用していないときに比べて軽減される。
- 3) ロボットを活用することによって、将来的に被介護者の自立度が向上し、それによって将来の介護者の負担が軽減する。

さきに「3-2. 介入による変化（改善）の内容」で、コミュニケーションロボットの効果がセルフケア、移動に対して大きかったことを示したが、これは被介護者の自立向上だけでなく、介護者への影響も大きいことをも示すものである。

介護における介護者への負担は、直接的な介護による肉体的負担だけでなく、見守りや促しを適時・適切に行わなければならないことの時間的・心理的な負担もある。また質的に高い介護を行わねばならないことが負担として感じられることもある。

4-4. レクリエーションについての正しい理解

本実証試験で使用しているロボットの使用目的としてレクリエーションをうたっていたり、介護プログラムとして「レクリエーションを目的」としてあげられていることが少なくなかった。しかしこれは「レクリエーション」というものについての本質的な誤解があり、単に「レクリエーション手段を実施する時間」であると誤解されている。

今後、レクリエーションについての正しい理解がなされ、真のレクリエーション手段としてのより適切な活用により、一層の効果を生むことが望まれる。

4-5. ロボットの効果の差を生む要素:介護内容

表9. 代表機関による改善率の違い、で示した各代表機関での介護内容を分析していくと、改善率が低かった代表機関E及びFでは、ロボットを設置しただけで、そのロボットをどのように活用するかについての介護プログラムが立てられていなかったことがわかった。「する活動」の設定や介護目標の設定も、ロボット使用開始前後ともになされておらず、ロボットの使用開始後に、個々の被介護者についての介護プログラムの変更も、居室棟全体での介護プログラムの変更もなかった。

一方で、最も改善した代表機関Aでは、コミュニケーションロボットの導入で介護内容も大きく変化していた。コミュニケーションロボットの活用に関しても特別の介護内容が提供された。

例えばロボットの「促し」に対し被介護者の反応が実行されているかどうかの確認や、自立するまでの期間は必要に応じての介護が行われていた。座位時間が30分以上になったためロボットが「食堂に行きましょう」と声をかけると、介護者が携帯しているスマホや、もしくはスタッフルームで管理しているパソコンにその情報が音声・映像として出るので、それを知った介護者が、被介護者が居室を出て食堂に行っているかどうかを確認していた。特に被介護者がこの促しによって歩行しはじめた場合は、安全に歩行しているかどうかを確認し、必要に応じて見守り等の介護を行っていた。

また、必ずしもロボットに直接的に関係する介護内容ではないが、ロボットの活用法を検討する中で、介護内容に使用開始前とは異なる変更がなされていた。その一つは被介護者個別への対応であり、もう一つは居室棟での介護プログラムの変更である。

例えば図8に示したデイルームには、その場所で実施する「活動項目」が増加し、「生活の活発化」が促進されるように、本・雑誌・新聞が設置され、ビデオ、お茶道具を置いて、それらを自由に利用できるようなされた。またテーブル等の整頓を手伝ってもらうこと、映写会等の集会を開催することなど、居室棟全体の介護プログラムを変更した。この環境を用いての被介護者個別の対応も行われた。

これは、コミュニケーションロボットが居室の外に行くように促しても、居室の外で「すること」がなければ居室に戻ってきやすくなるので、居室の外に出て「すること」を増やすように工夫したものであり、このような働きかけも介護プログラムの重要な要素である。

重要なことは、このような介護内容の変化は、「介護プログラム」として立案されたものであることである。例えば「する活動」（目標としている「している活動」）の設定や介護目標及びそれを達成するための介護プログラムの設定がなされていたことは注目に値する。

一方、効果が低かったE、Fではこれらの目標やプログラム設定がなされていなかった。

図8. 居室以外での介護プログラム：環境整備（活動項目増加・生活の活発化にむけて）



本実証試験では、介入内容としての介護内容を重視した。

その前提として、コミュニケーションロボットの効果を生む要素として、ロボット自体の直接的な効果だけを考えるのではなく、それ以外にも影響するものが少なくないと考えた。その立場からすると、コミュニケーションロボットは「物的介護手段」であり、ICFの「生活機能モデル」（図3）では、「環境因子」として生活機能に影響するものと位置付けられる。「環境因子」にはコミュニケーションロボット以外にも様々な要素があり、そしてそれらが相互に関係しあって生活機能に様々な影響を与えていると考えることが重要である。

なかでも、被介護者に働きかける「人的な介護」と物的な環境、そしてサービスとしての「介護プログラム」（これらはいずれも環境因子）が重要であり、これらが物的介護手段としてのコミュニケーションロボットとともに相互作用しつつ、「人」の生活機能に影響を与えるのである。

そのような「人的な介護」の質と、「介護プログラム」の質との差が（同じ機器を使ったのにも拘わらず）上記のような結果の大きな差を生んだと考える。

“ロボットを「使いこなす」”という表現が少なからずなされるが、最大限の効果をあげるためにはロボットの直接的な使い方だけでなく、介護プログラムの中に位置づけて、具体的活用法を明確にすることが重要である。

＜コラム：コミュニケーションロボット活用後の改善事例：介護予防効果＞

事例：88 才、女性

〔介入前経過〕

腰椎圧迫骨折後に車いす生活となり、生活不活発病（廃用症候群）が進行し、デイサービス通所をしながらの自宅生活では家族の負担が大きくなり、サービス付き高齢者住宅に入所した。

〔介入前状態〕

入所時からロボット使用開始直前までの状況。

「生活の活発さ」：自室トイレや食事時に食堂へ車いす介助で行く時以外はベッド上臥位姿勢をとっていた。

「活動」項目：移乗（ベッド⇄車いす）は介護者の促しが必要。

移動は車いす介助（「できる活動」（訓練時の「能力」）：手引き歩行が5～7 m可能）

整髪は一部介助、更衣も一部介助であった。

〔介入開始時介護計画〕

入所5月後に状態検知対応型ロボットを使用することになり、介護プログラムとして、生活の活発化による生活不活発病改善をはかることになった。生活の活発化のためには「する活動」として車いす・ベッド間の移乗を自立、日中座位時間増加をはかることを設定した。

〔介入後経過〕

介入2週後に、移乗はロボットの促しで行う（介護者不要）ようになった。

3週後には移乗は自立となった。「生活の活発さ」は、日中はほとんど車いす座位で、食堂とダイニングにいる時間も増えていた。

4週後には「生活の活発さ」は車いす座位だけでなく、通常の椅子での座位姿勢も増えていった。移動は食堂とダイニングまでは、「歩行器歩行見守り」となり、整髪は自立、更衣も自立となった。

8週後には「生活の活発さ」は、移動は食堂・ダイニングまで歩行器で自立と著しく向上した。

〔介入後介護計画経過〕

介入4週後から、居室棟で行うことを増やすために、ダイニング・食堂に本・雑誌・新聞が設置され、ビデオ、お茶道具を置き、自由に利用できるようにした。またテーブル等の整頓を手伝ってもらうこと、映写会等の集会を開催することなど、居室棟全体の介護プログラムを変更した。この環境を用いて被介護者個別の対応も行われた。

4-6. 介護負担への影響

介護者の負担について、同一施設の別々のユニットで3種類のコミュニケーションロボットを用いた場合について、介護記録（含：カンファレンス記録）に記載されている内容から介護者の負担に係る内容を抽出して調べた。

その結果、表10に示したように、環境・操作反応型を使用したユニットでは、負担軽減率は71.4%、介護者代替プログラム実施型使用ユニットでは44.4%であった。負担軽減の具体的内容は、短時間は見守らなくて良いので、別の仕事ができる（余裕ができた）：6名、ロボットが被介護者の相手をしてくれるので、集団でのケアが少なくてすむ：5名、体操やレクリエーションの指導をしなくてすむ：10名、レクリエーションや体操の指導内容を考えなくてもすむ：5名、ロボットが被介護者の相手をしてくれるので、別の仕事ができる：4名であった。

一方、状態検知対応型では、被介護者改善率が高いが、介護者軽減率は9.3%と低かった。理由は、介護プログラム考察に時間を要する、苦勞する、介入前より活動の自立度向上及び生活の活発化のための介護増加などであった。

しかし、「被介護者が改善するのでやりがいがある」という感想が多くあった。このように、介護負担の軽減のみが介護者にとってのプラスの効果であるとはいいきれないと考えられる。

表10. 介護者負担への影響
－ 介護者改善率との比較（1クール終了時） －

ロボット種類		状態検知対応型	環境・操作反応型	介護者代替プログラム実施型
被介護者	被験者数	27	19	43
	改善者数	22	7	16
	改善率	81.5%	36.8%	37.2%
介護者	登録数	43	14	36
	負担軽減者	4	10	16
	負担軽減率	9.3%	71.4%	44.4%

【攜帶性】

用いられたロボットは、A：「中型持ち運び可能・据え置き多用途」は、持ち運びはどうか可能だがほとんどはデイルームなどに据え置いたものであり、改善者は3名（改善率：10.7%）であった。これに対し、B：「小型持ち運び可能型」は車いす乗車中に膝の上において持ち運び可能なロボットであり、これでは10名（35.7%）で改善が見られた。

表 11. クロスオーバー試験及び介護プログラムによる改善率の比較
具体例：環境・操作反応型・鳴き声反応型ロボット

そこで、小型のロボットについて、どのような介護プログラムがなされたかをみると、表11でのB. 小型持ち運び可能型の内数として示しているように、随時支援プログラム（ロボットをほぼ一日中携帯して移動し、様々な活動項目向上にむけて随時支援する）では改善率7/13名（53.8%）に対し、非随時支援プログラム（一定の時間のみ使用するだけで、随時活動項目向上にむけた支援を行わない）では改善率3/15名（20.0%）であった。

24

【費用対効果】

費用対効果は、開発のみならず、介護現場への導入にも大きく影響する要素であるが、上記の小型と中型ロボットでの改善率の比較では、結果として価格が安い方が効果は大きかったと言える。

【長期的効果】

状況検知・対応型ロボットについては、同一機種の使用を続行して長期的効果を分析した（但し、類似・同一目的で用いるロボットがなかったためクロスオーバー試験は実施していない）。その全例の改善率の継続的变化を示したのが表12-1であり、そのうち、開始時症例数が20例以上で8週間×3クール継続した4つの代表機関での経過を表12-2に示した。ある代表機関（A）での改善率は、24日目69.2%、56日目84.6%、112日目以降92.3%であったが、一方で56日目で一旦5.3%に改善がみられた以外は全く改善例が認められない他の代表機関（F）もあった。

このデータはコミュニケーションロボットの「長期的効果」を示すものといえるが、施設間のばらつきがあることを踏まえると、状態検知対応型ロボットについては長期にわたってその効果が持続する可能性が十分存在するものの、施設においてコミュニケーションロボットを活用する努力（適切な介護プログラム、生活環境など）がなされるか否かに大きく依存すると考えられる。

表12-1. 中間的経過：状況検知対応型（1種類）
－ 介入5日前から168日目の変化 －

開始全例				
	24 日目	56 日目	112 日目	168 日目
被験者数(脱落例除外)	163	154	132	76
改善者数	52	59	55	41
(改善率)	31.9%	38.3%	41.7%	53.9%

表12-2. 中間的経過：状況検知対応型（1種類）
－ 介入5日前から168日目の変化 －

第3クールまで継続例

	24 日目	56 日目	112 日目	168 日目
代表機関A	69.2%	84.6%	92.3%	92.3%
代表機関B	50.0%	71.4%	64.3%	64.3%
代表機関C	47.1%	47.1%	47.1%	47.1%
代表機関F	0.0%	5.3%	0.0%	0.0%
全体	43.4%	53.9%	53.9%	53.9%
計	76	76	76	76

【ソフトウェア・ハードウェア】

以上のことを踏まえ、今後、介護分野で活用するコミュニケーションロボットの開発を本格的に検討する事業者（開発者）に対しては、様々な使用者がその介護における「コミュニケーションの手段」として利用できるための要素を過不足なく提供することが求められる。

ソフトウェア：

本試験結果からは、介護予防の観点も含めると、特に、

- ・ 個々の「活動」（生活行為）、「参加」への働きかけ
- ・ 生活の活発化

を実現しうるソフトウェアが重要であることが示唆された。

- ・ さらには、その効果を維持するためには下記も重要であることも明らかとなった。
- ・ 同一の目的のためのロボットの対応（働きかけ）の内容が多様であること。即ち、いつも同じフレーズで発話するとあきってしまうため、表現を適宜変えるようにする等。
- ・ プログラムの選択や調整が容易であること。

即ち、時間的な余裕がない介護現場で簡便に使用できるようにすること。

ハードウェア：

加えて、ハードウェアとしては、

- ・ 大前提として、介護での使用を想定した機械的安全性が確保されていること。
例えば、長時間体に近く存在することもあるので、ペースメーカー埋込者への影響を明示する必要がある。
- ・ 被介護者からの反応が記録され、その効果を判断することで、働きかけの内容の変更が可能であること。
- ・ 音量、音の高さ等の調整が可能であること。

ロボットからの働きかけの音の高さを設定する時に大事なことは、老人性難聴は高音域の聴力低下である等を考慮し、聞き取りやすいように声の高さを調整可能にすることである。また話し方も、ゆっくりとした話し方や、ひとつひとつの言葉を短く言うことも望まれる。今回の実証試験で取り上げた機器では、音声（発語）機能に関してこの点の配慮が不十分なものが少なくなかったと思われる。

といった点が重要であることも示唆された。

こうしたソフト・ハード両面の要素を全て充足・装備することは、当然ながら機器（ロボット）の価格上昇を招くこととなる。他方で費用対効果の観点も重要であり、いたずらに多機能なものである必要はないことも実証試験を通じて明らかになった。

なお、今回の実証試験では、ロボットの動き（動作）の細やかさ（繊細さ）がコミュニケーションの向上にどの程度貢献したのかの定量的・客観的な評価を行うには至らなかったことも、最後に付言しておきたい。

まとめ

今回の実証試験の結果としては、コミュニケーションロボットの効果を次のようにまとめることができる。

1) ロボットの利用（使用）による、被介護者の自立向上（活動項目の自立度向上）および、生活の活発化についての改善の効果が認められた。

これは介護予防のうち現状ではまだ働きかけが不十分といえる、介護が必要になった人を改善する効果があることが確認できたといえる。

2) コミュニケーションを「目的」とするだけでなく、「手段」としてロボットを適切に用いることによる効果は大きい。

各ロボットはその目的とする活動項目（コミュニケーション）以外の広範囲の活動項目への効果を生むことが可能である。即ち、今回の多くのロボットは、本来の目的・効果としてうたわれていた“人とロボットの間でコミュニケーションを行う”ことに留まらず、適切な「手段」とすることでコミュニケーション以外の効果も生み出すことが確認できた。

3) 介護手段としての「促し」の効果は大きい。これは、ロボット自体による促しの効果だけでなく、介護者が促しの手段としてロボットの「コミュニケーション的表出」を活用することがさらなる効果を生み出す。

ロボットによる促しは、介護者による「促し」よりも適した時に頻回に可能であるというメリットがある。そして、被介護者が好意的に受け止めることもある。しかし、いつも類似の内容であったり、不適切なタイミングであると、むしろ逆効果になったり、被介護者がロボットに拒否的になることもあるので注意する必要がある。

4) ロボット単独ではなく、介護プログラムにおける位置づけの仕方の影響が大きい。介護プログラムの中に位置づけて活用することで、「よくする介護」の効果が期待できる。

被介護者を中心に1日単位での介護プログラムの中でのロボットの活用法を明らかにし、居室以外の環境整備（例えば図8のような）等の、一日の生活全体での活動項目向上や生活の活発化に向けた取り組みが重要になると考えられる（ソフト面での対応）。

上記のことは今後更に検討をすすめ、深める必要があると考えるが、今回、一定数のサンプルをもとに比較対照できる形式（様式）によって実施した本実証試験の結果が、今後のコミュニケーションロボットの開発およびその普及の一助となることを期待したい。