

令和二年度  
厚生労働省老人保健事業推進費等補助金  
老人保健健康増進等事業

# 訪問系サービスにおける ロボット技術活用の効果検証事業

## 事業報告書

東京大学大学院医学系研究科  
健康科学・看護学専攻  
老年看護学／創傷看護学分野 教授  
グローバルナーシングリサーチセンター センター長

真田弘美



## まえがき

本書は令和二年度老人保健事業推進費等補助金老人保健健康増進等事業「訪問系サービスにおけるロボット技術活用の効果検証事業」の報告書である。

地域包括ケアシステムをより推進させていくためには、多様な慢性疾患を抱えながらも地域で高齢者が幸福に、自立して生活できる環境を整備することが重要であるが、人的資源に大きな制約がある訪問系サービスにおいて、質の高いケアを効率よく提供するシステムを構築することが喫緊の課題である。すでに医療や介護の現場では、コミュニケーションロボットや姿勢保持装置、アセスメント支援装置など、様々な形態のロボットの活用が進んでいる一方で、訪問系サービスでは、ケア提供者がケア対象者のもとへ物理的に移動する必要性があることや、対象者や生活環境の個別性が高いことから、十分に活用が進んでいない。

そこで本事業は、訪問系サービスにおけるロボット技術活用促進のための戦略を検討することを目的に策定された。本事業は「調査事業」、「既存技術の実装事業」、「新規開発実装事業」の三つで構成されている。**実装事業であるため、研究的に厳密な手法で試みるというより、個別のケースに対してどのような効果、課題があるのかを、現場の状況を鑑みて詳細に記述することに注力した。**調査事業では、訪問系サービス、特に訪問看護にロボット技術を活用するために、訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関するヒアリング調査を実施した。既存技術の実装事業では、既存のコミュニケーションロボット（自律型・遠隔型）を臨床現場へ実装した。新規開発実装事業では、人工知能による自動アセスメント機能を持つ超音波検査装置とエキスパートナースによる遠隔コンサルテーションシステムの実装を行った。これらを通して明らかになった訪問系サービスへのロボット技術の活用によるケアの質の向上並びに効率化の効果と、活用促進に資する結論を記述した。

本報告書では、最初に第一部 全事業の総括として総括事業報告を載せ、その後に第二部 各事業の内容として、三つの事業の詳細を報告した。本報告書により訪問系サービスにおけるロボット技術の活用が促進され、質の高い看護ケアが効率よく提供され、ひいては在宅療養者のウェルビーイングが向上することを願ってやまない。

本事業を遂行するにあたりご支援くださいました参加者の皆様、病院、訪問看護ステーションの皆様、そしてロボット技術開発関連企業の皆様に感謝申し上げます。

東京大学大学院医学系研究科  
老年看護学／創傷看護学分野  
グローバルナーシングリサーチセンター  
教授・センター長 真田弘美



## 目 次

### 第一部 全事業の総括

I. 総括事業報告 .....	6
1. 事業目的 .....	8
2. 事業の構成 .....	12
3. 事業概要 .....	12
1) 調査事業	
(1) 訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関する ヒアリング調査 .....	12
2) 既存技術の実装事業	
(1) 既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討 と改良 .....	12
(2) 既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討 .....	12
3) 新規開発実装事業	
(1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知 能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装 .....	14
(2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発 .....	14
4. 個人情報の保護 .....	14
5. 倫理的配慮 .....	16
6. 結果 .....	16
1) 調査事業	
(1) 訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関する ヒアリング調査 .....	16
2) 既存技術の実装事業	
(1) 既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討 と改良 .....	16
(2) 既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討 .....	17
3) 新規開発実装事業	
(1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知 能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装 .....	18
(2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発 .....	20
7. 考察 .....	21
8. 結論 .....	23
9. 健康危険情報 .....	23
10. 研究発表 .....	23
11. 知的財産権の出願・登録状況 .....	24
12. 引用文献 .....	24

第二部 各事業の内容 .....	26
II. 調査事業 .....	26
1. 背景 .....	28
2. 事業の詳細 .....	
1) 訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関するヒア リング調査 .....	28
3. 健康危険情報 .....	33
4. 研究発表 .....	33
5. 知的財産権の出願・登録状況 .....	33
6. 引用文献 .....	34
III. 既存技術の実装事業 .....	37
1. 背景 .....	39
2. 事業の詳細 .....	
1) 既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討と改良 .....	39
2) 既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討 .....	52
3. 健康危険情報 .....	57
4. 研究発表 .....	57
5. 知的財産権の出願・登録状況 .....	57
6. 引用文献 .....	57
IV. 新規開発実装事業 .....	59
1. 背景 .....	62
2. 事業の詳細 .....	
1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能に よるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装 .....	62
A. エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムの開発 .....	62
B. 直腸便貯留アセスメントのための AI アプリケーションの開発 .....	66
C. 訪問看護師のエコー活用による効率化の例 .....	69
2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発 .....	72
3. 健康危険情報 .....	79
4. 研究発表 .....	80
5. 知的財産権の出願・登録状況 .....	81
6. 引用文献 .....	81
V. 全体まとめ .....	83
VI. 謝辞 .....	84

## 事業代表者・事業担当者・事業協力者・調査協力者

真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科・教授	事業代表者
仲上 豪二郎	東京大学大学院医学系研究科・准教授	事業担当者
松本 勝	東京大学大学院医学系研究科・特任講師	事業担当者
高橋 聡明	東京大学大学院医学系研究科・特任助教	事業担当者
北村 言	東京大学大学院医学系研究科・助教	事業担当者
東村 志保	東京大学大学院医学系研究科・学術支援職員	事業担当者

### 調査事業

高砂 裕子	一般社団法人全国訪問看護事業協会・副会長	臨床・アドバイザー
阿部 智子	一般社団法人全国訪問看護事業協会・常務理事	臨床・アドバイザー
中島 朋子	一般社団法人全国訪問看護事業協会・常務理事	臨床・アドバイザー
井上多鶴子	一般社団法人全国訪問看護事業協会・役員	臨床・アドバイザー
吉原由美子	一般社団法人全国訪問看護事業協会・業務主任	臨床・アドバイザー

### 既存技術の実装事業：臨床実装施設

桑田美代子	医療法人社団慶成会青梅慶友病院 看護介護開発室・室長	臨床・実装の評価
吉際 俊明	医療法人社団慶成会青梅慶友病院 リハビリテーション室・室長	臨床・実装の評価
阿部 智子	訪問看護ステーションけせら・統括所長	臨床・実装の評価
寶萊 哲彦	訪問看護ステーションけせら・理学療法士	臨床・実装の評価
松尾 春花	訪問看護ステーションけせら・看護師	臨床・実装の評価
山根 匡博	よどきり医療と介護のまちづくり株式会社・ 代表取締役	臨床・実装の評価

### 既存技術の実装事業：開発企業

杉本 直輝	富士ソフト株式会社プロダクト事業本部 PALRO 事業部・事業部長	技術/システムの開発
二宮 恒樹	富士ソフト株式会社プロダクト事業本部 PALRO 事業部営業グループ・ リーダー/シニアマスター	技術/システムの開発
藤村 幸代	富士ソフト株式会社プロダクト事業本部 PALRO 事業部商品開発グループ・ 課長/シニアマスター	技術/システムの開発
筒 雅博	avatarin 株式会社・Senior Manager	ロボットの提供

**新規開発実装事業：アドバイザー**

田中 秀子	淑徳大学看護栄養学部・教授	褥瘡ケア・アドバイザー
紺家千津子	石川県立看護大学看護学部・教授	褥瘡ケア・アドバイザー

**新規開発実装事業：臨床実装施設**

武藤 真祐	医療法人社団鉄祐会祐ホームクリニック・ 理事長	臨床・実装の評価
岡部 美保	高崎健康福祉大学訪問看護ステーション・ 管理者	臨床・実装の評価
玉井 奈緒	東京大学大学院医学系研究科・特任准教授	技術/システムの開発
三浦 由佳	東京大学大学院医学系研究科・特任助教	技術/システムの開発
小路 和幸	東京大学大学院医学系研究科・客員研究員	技術/システムの開発
山田 浩子	一般社団法人次世代看護教育研究所・所員	教育システムの開発/実装
梅崎百合子	アクティアス訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
野崎 仁美	一般社団法人レイール在宅看護センター Reir Chihaya・代表理事	臨床・実装の評価
山口 高秀	医療法人おひさま会おひさまクリニック・理事長	臨床・実装の評価
阿部 朋美	医療法人社団鉄祐会 祐訪問看護ステーション石巻・管理者	臨床・実装の評価
内田 直樹	医療法人すずらん会たろうクリニック・院長	臨床・実装の評価
新地 美香	医心館訪問看護ステーション成増・管理者	臨床・実装の評価
篠崎 順	えそら訪問看護ステーション・所長	臨床・実装の評価
三谷 貴子	株式会社プラス M てんとうむし 訪問看護・看護師	臨床・実装の評価
今福 直美	カラーズ訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
齊田 真澄	こすもす訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
難波名保美	SakuLa 訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
大木 智恵	すずらん訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
諸藤 崇	ピースフル訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
秋沢 美幸	訪問看護ステーションこはる・管理者	臨床・実装の評価
阿部 智子	訪問看護ステーションけせら・統括所長	臨床・実装の評価
小澤 久未	訪問看護ステーションけせら・看護師	臨床・実装の評価
菅野 智穂	訪問看護ステーションけせら・看護師	臨床・実装の評価
佐藤 美雪	訪問看護ステーションけせら・所長	臨床・実装の評価
関根 明子	訪問看護ステーションけせら・看護師	臨床・実装の評価

飯田真智子	訪問看護ステーションけんた・責任者	臨床・実装の評価
松澤ひとみ	訪問看護ステーションなごみ・所長	臨床・実装の評価
菊永 知里	訪問看護ステーションにしこう博多・管理者	臨床・実装の評価
保坂 明美	訪問看護ステーションフレンズ・所長	臨床・実装の評価
新宮 洋美	ほほえみ訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
関口真由美	夕焼け訪問看護ステーション・管理者	臨床・実装の評価
小川真里子	よどきり訪問看護ステーション・所長	臨床・実装の評価
新関こずえ	よどきり訪問看護ステーション・看護師	臨床・実装の評価

#### 新規開発実装事業：開発企業

今井 睦朗	富士フイルム株式会社画像技術センター・ 研究マネージャー	技術/システムの開発
江畑 徹郎	富士フイルム株式会社画像技術センター	技術/システムの開発
苅部 樹彦	富士フイルム株式会社画像技術センター	技術/システムの開発

## 第一部 全事業の総括

### I. 総括事業報告書

令和二年度老人保健事業推進費等補助金 老人保健健康増進等事業  
訪問系サービスにおけるロボット技術活用の効果検証事業

事業代表者	真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科	教授
事業担当者	仲上 豪二郎	東京大学大学院医学系研究科	准教授
事業担当者	松本 勝	東京大学大学院医学系研究科	特任講師
事業担当者	高橋 聡明	東京大学大学院医学系研究科	特任助教
事業担当者	北村 言	東京大学大学院医学系研究科	助教
事業担当者	東村 志保	東京大学大学院医学系研究科	学術支援職員

#### 要旨：

訪問看護や訪問介護、訪問リハビリテーション等の訪問系サービスが連携し、細やかなケアを提供しているが、物理的な移動の必要性や人手不足から訪問の回数には限りがあり、毎日の生活に組み込んだ提供は困難である。特に、創傷ケアや排便ケアなど、エキスパート性の高いケアを実施できる人材は限られており、質の高いケアの技術が普及していないことが課題である。また、新型コロナウイルス感染症の流行に伴い、人的制約がある状況において、質の高いサービスを効率よく提供できる環境を整備することが重要であり、そのために医療・介護現場では、コミュニケーションロボットや姿勢保持装置、アセスメント支援装置など、様々な形態のロボットの活用が主に病院等の機器・設備が充実した施設で進んでいる。一方で、訪問系サービスでは、ケア提供者がケア対象者のもとへ物理的に移動する必要があるため、また、対象者の生活環境が個々に異なることから、機器の重さや大きさ、形状等により設置が難しく活用が進んでいない。さらに、訪問系独自の現場のニーズに合致した技術開発の遅れがあると考えられるが、現在の訪問サービスにおけるロボット技術の導入が進まない理由や有効活用に必要な要件は明らかになっていない現状にある。

そこで、本事業では訪問系サービス、特に訪問看護に焦点を当てた際の課題に対する解決策を検討し、ロボット技術の活用コンセプトを立案した。各課題に対して、**既存技術の実装事業**として「既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討と改良」と「既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討」の2事業、**新規開発実装事業**として「エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装」と「褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発」の2事業を策定した。

また、これらの事業コンセプトが実際の現場で求められているものなのか、そして実現可能性があるのかどうかを確認するために、各事業実施に先立ち、**調査事業**として訪問看護の専門家集団へヒアリングを実施した。

**調査事業**では訪問系サービスを看護だけでなく介護なども含めマネジメントを実施している管理者を対象にヒアリングを行い、実装コンセプトの妥当性を確認し、現在のロボット技術活用の障壁となっている項目について明らかにした上で、既存技術の実装事業及び新規技術の開発事業コンセプトを立案した。

**既存技術の実装事業**では2つのロボットとしてバイタルサイン測定機器連動型コミュニケーションロボットと遠隔型ロボットを対象に実臨床への導入を実施し、その際の障壁や必要なノウハウの抽出を試みた。その結果、服薬忘れの回避、バイタルサインの日々の測定や運動の実施などのセルフケア行動が促進された。本システムにより収集された健康関連情報はクラウドに逐次的に蓄積され、訪問担当スタッフが Web を閲覧し、システムを通じて情報を共有することで異常に早期に対応することや訪問時の適切なケアやサービスの効率化に繋がる可能性が示された。一方で、機器の導入にはスタッフのロボット技術への理解やトラブル時に対応できる連絡体制の構築、ネットワーク環境の整備など臨床上の工夫が必須であり、その人的コストが導入障壁となっていることが示唆された。

**新規技術の開発事業**では人工知能による自動アセスメント機能を持つ超音波検査装置とエキスパートナースによる遠隔コンサルテーションシステムの実装を行った。それぞれ、実際の訪問系サービス利用者へ提供・実施し、提供するケアの質の向上およびケアの効率化が図られることが示された。これらの技術においても、実装にあたってはスタッフによるデバイスやシステムへの理解を促す繰り返しのミーティングや連絡体制の構築などが重要であった。

以上より、ロボット技術により訪問系サービスにおけるケアの質の向上と効率化が図れること、そのためには利用者のテクノロジーリテラシー、ロボット技術の利用者と開発者の橋渡しをする、ロボット技術に理解のある看護・介護関係者の存在が鍵となることが明らかとなった。

## 1. 事業目的

地域包括ケアシステムをより推進させていくためには、多様な慢性疾患を抱えながらも地域で高齢者が幸福に、自立して生活できる環境を整備することが重要である。特に日々のバイタルサイン測定を含めた体調管理や、高齢者の生活の質を脅かす褥瘡や便秘などの予防、治癒促進は在宅での生活を継続するために必須のケアである。すなわち、日々の体調モニタリング、創傷の予防・管理、快適な排泄への支援が訪問看護をはじめとする訪問系サービスで求められる<sup>1,2)</sup>。

訪問系サービスでは、サービス利用者が希望する生活の実現に向け、迅速で継続的なアセスメントと、その結果に基づく適切なケアの提供が必要である。日中独居で過ごす高齢者は、朝に覚醒し、体調に応じて適切なリハビリテーションを実施し、夜間適切な睡眠をとるためのコミュニケーションの確保や排泄の自立のための支援が欠かせない。これらを実現するため、訪問看護や訪問介護、訪問リハビリテーション等の訪問系サービスが連携し、細やかなケアを提供しているが、物理的な移動の必要性や人手不足から訪問の回数には限りがあり、毎日の生活に組み込んだ提供は困難である。また、創傷ケアや排便ケアなど、エキスパート性の高いケアを実施できる人材は限られており、ケアの技術が普及していないことが課題である。これらの状況は新型コロナウイルス感染症の蔓延によりさらに困難化している。

このような人的制約がある状況において、質の高いサービスが提供できる環境を整備することが重要であり、そのために医療・介護現場では、コミュニケーションロボット

や姿勢保持装置、アセスメント支援装置など、様々な形態のロボットの活用が主に病院等の機器・設備が充実した施設で進んでいる。一方で、訪問系サービスでは、ケア提供者がケア対象者のもとへ物理的に移動する必要がある、また、対象者の生活環境が個々に異なることから、機器の重さや大きさ、形状等により設置が難しく活用が進んでいない。さらに、訪問系独自の現場のニーズに合致した技術開発の遅れがあると考えられるが、現在の訪問サービスにおけるロボット技術の導入が進まない理由や有効活用に必要な要件は明らかになっていない現状にある。

これまで我々は常時体圧モニタリングセンサを内蔵した褥瘡予防用マットレスを開発し、ロボット技術による24時間連続ベッド内圧制御システムを実現するなど、遠隔でのモニタリング機器の開発実績を通して、臨床現場での機器活用についての課題について検討してきた<sup>3,4)</sup>。また、超音波画像の人工知能(Artificial Intelligence: AI)支援評価システムの実用化<sup>5,6)</sup>など、先端の情報工学技術を臨床現場で活用するためのノウハウを蓄積している。さらには、現任教育のシステムとして一般社団法人次世代看護教育研究所を設立し、新規技術を臨床現場に実装、普及するために活動している。

これらの新規技術の開発・実装経験を基に、訪問系サービスにおける、ロボット技術をはじめとしたテクノロジーの活用場面の現状と課題を整理した。ロボット技術が必要となる訪問系サービスのターゲット層と、訪問看護における課題を図1-1に示す。訪問系サービスを受けるターゲット層は大きく二種類に大別される。一つ目は要支援1～要介護2までの、「現在はサポートを受け

# ロボット技術が必要となる訪問看護の現在のターゲット層と課題

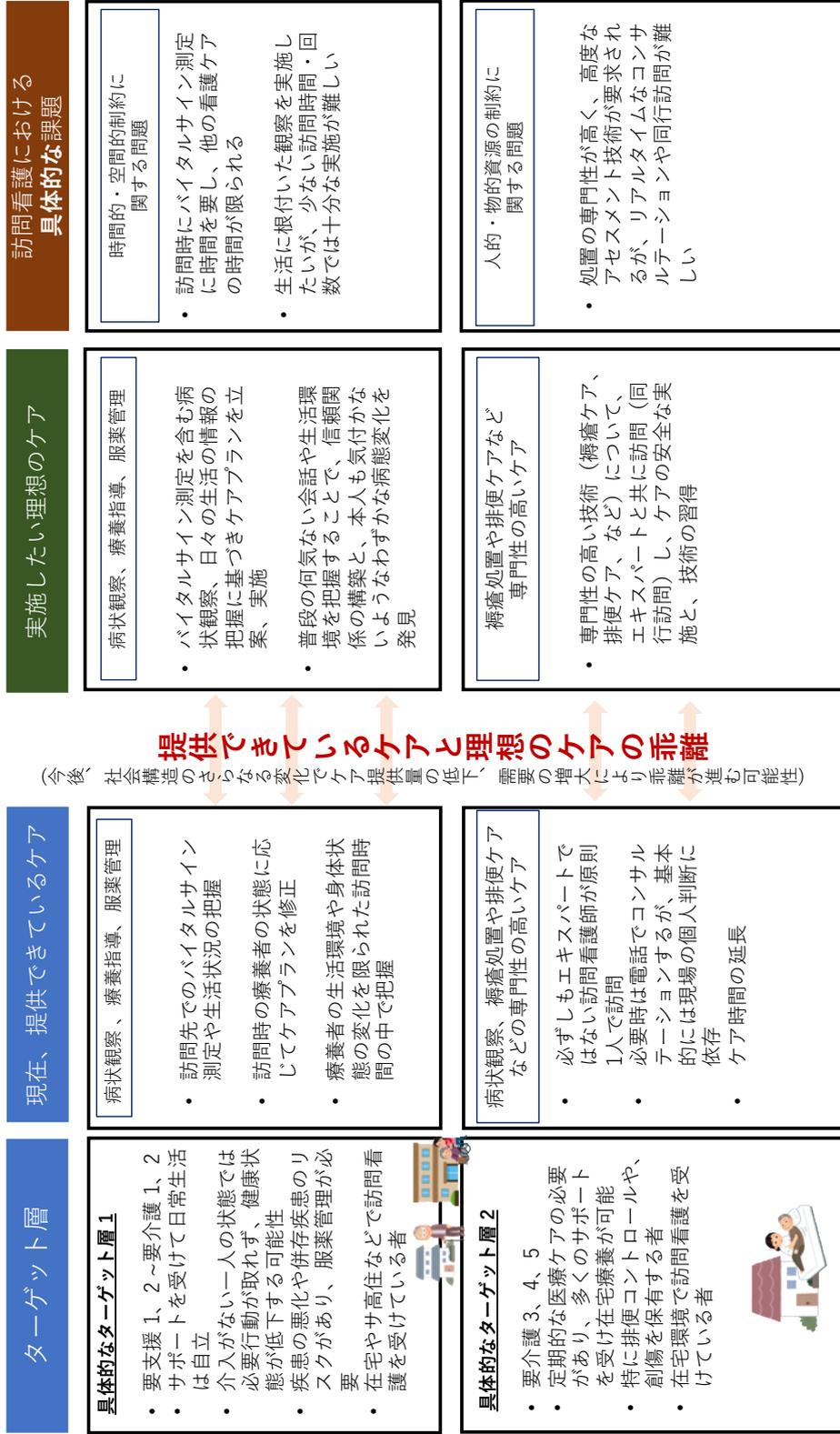


図 1-1. 訪問系サービスのターゲット層と課題

## 現状の訪問看護における具体的な課題とそれに対するソリューション案

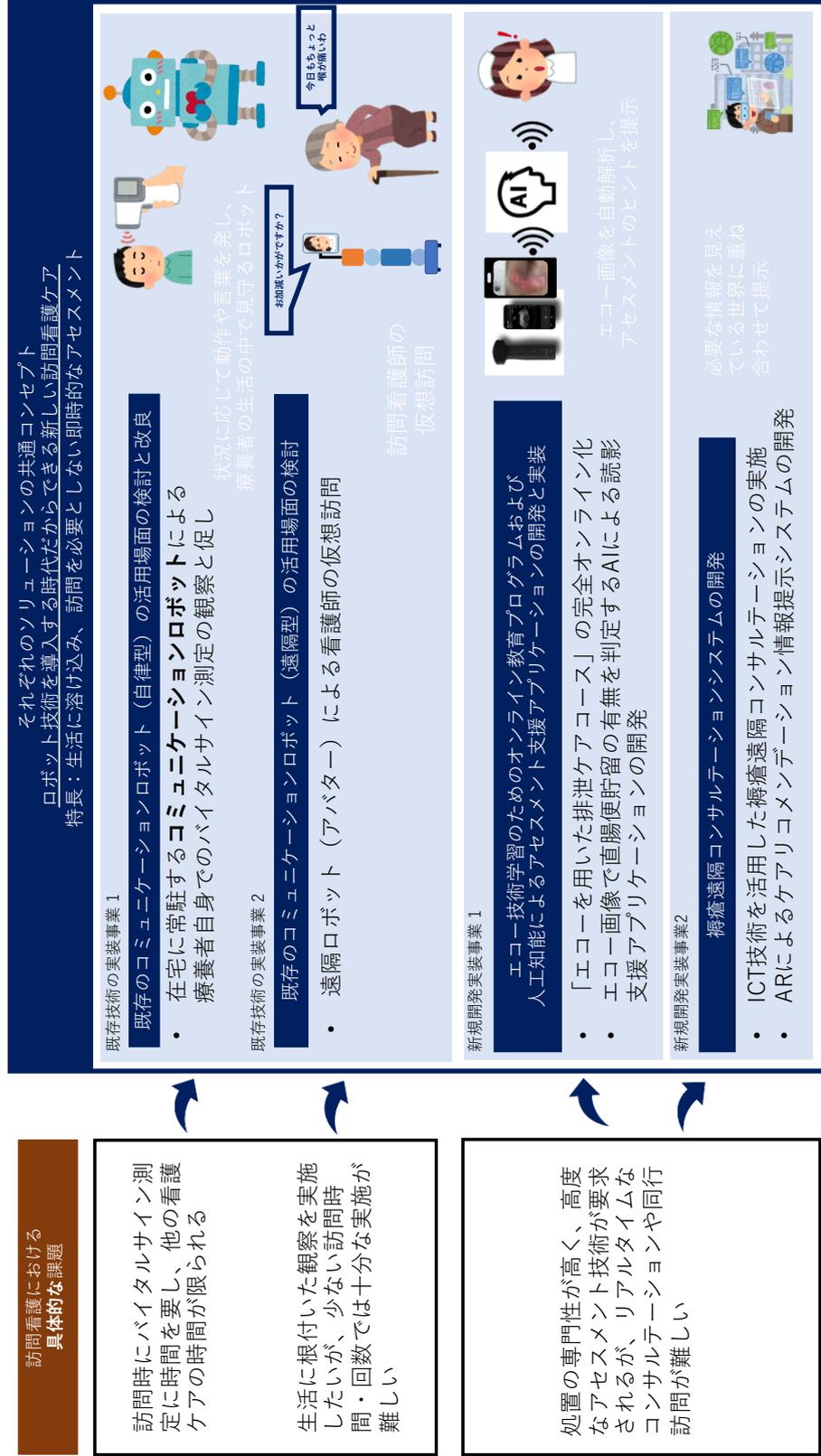


図 1-2. 訪問看護におけるロボット技術の活用コンセプト

看護分野で実装し、効率化のエビデンスを蓄積後、介護・家庭での使用を目指す

て日常生活が自立しているが、介入がない一人の状態では必要行動が取れず、健康状態が低下する者」、「日々のリハビリテーションや並存疾患、服薬管理、リスク管理などが必要な者」である（ターゲット層 1）。もう一方は、要介護 3～5 までの、「現在は多くのサポートにより在宅療養が可能だが、定期的な医療ケアが必要な者」、「特に排便コントロールの必要性や、創傷の保有、強い関節拘縮などがある者」である（ターゲット層 2）。

ターゲット層 1 の療養者には、バイタルサイン測定を含む病状観察、療養指導、服薬管理、リハビリテーションを実施し、さらに時間に余裕があれば基本的な清潔ケアを提供している。しかし、短時間訪問において、バイタルサイン測定の時間が占める割合が大きく<sup>2)</sup>、日々の生活の情報の把握に基づいたケアプランの立案や実施が難しい。そのため、生活に根付いた看護を実施したいが、少ない訪問時間・回数では十分に実施することが難しいという課題が挙げられた。

ターゲット層 2 の療養者には、病状観察、褥瘡処置や排便コントロールなどのエキスパート性の高いケアや、入浴などの時間のかかるケアを実施している。原則 1 人での訪問で、必ずしも全員がエキスパートではないため、必要時は電話でコンサルテーションするが、基本的には現場の個人判断に依存しているのが現状である。処置の専門性が高く、高度なアセスメント技術が要求されるが、人的資源の不足により、リアルタイムなコンサルテーションや同行訪問が難しい。また、2 人で実施する事より安全安楽な入浴ケア・体位変換などが実施できるが、人員不足やコストが高く導入が難しいという課題が挙げられた。

本事業ではこれらの訪問系サービス、特に訪問看護に焦点を当てた際の課題に対する解決策を検討し、図 1-2 に示すロボット技術の活用コンセプトを立案した。各課題に対して、**既存技術の実装事業**として「既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討と改良」と「既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討」の 2 事業、**新規開発実装事業**として「エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび AI によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装」と「褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発」の 2 事業を策定した。既存技術の実装事業では、訪問時にバイタルサイン測定に時間を要し、他の看護ケアの時間が限られることや、生活に根付いた観察を実施したいが、少ない訪問時間・回数では十分な実施が難しいといった課題に対応できるように、コミュニケーションロボットと遠隔ロボットに着目した。また、新規開発実装事業では、処置の専門性が高く、高度なアセスメント技術が要求されるが、リアルタイムなコンサルテーションや同行訪問が難しい課題に対応するため、訪問看護師自身の高度な看護技術習得を効率化するためにエコー技術学習のための教育システムをオンライン化し、また、エコー画像読影を支援する人工知能技術を開発、実装する。褥瘡ケアも高度なアセスメント力とケア技術が要求されるが、ICT を用いた遠隔コンサルテーションシステムの開発・実装と、拡張現実（Augmented Reality : AR）技術を用いた技術支援システムを提案した。

これらの事業コンセプトが臨床現場で求められているものなのか、そして実現可能性があるのかどうかを確認し、より現場に

適したコンセプトづくりのために、各事業実施に先立ち、調査事業として、訪問看護の専門家集団へのヒアリングを実施した。

訪問系サービスを利用する者を地域でトータルに支えるロボット技術を活用した新たなケア提供方法の開発と効果検証をコンセプトに、現在開発中の案件の社会実装及び訪問系サービスの特性を加味した新たな機器の研究開発を目指した。

本総括事業報告書では、各事業を概説したのちに、結果の概要を提示し、本事業から明らかになった訪問系サービスへのロボット技術の実装のために解決すべき課題を提示する。

## 2. 事業の構成

本事業では、調査事業、既存技術の実装事業、新規開発実装事業を実施した。

1) 調査事業では、「(1) 訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関するヒアリング調査」を行った。

2) 既存技術の実装事業では、「(1) 既存のコミュニケーションロボット(自律型)の活用場面の検討と改良」と「(2) 既存のコミュニケーションロボット(遠隔型)の活用場面の検討」を行った。

3) 新規開発実装事業では、「(1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装」と「(2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発」を行った。

## 3. 事業概要

### 1) 調査事業

訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関するヒアリング調査

訪問看護師としての経験、およびに管理者業務にも精通し、広く現在の訪問系サービスについて把握している者を対象に、訪問系サービスのターゲット層と課題(図 1-1)と訪問看護におけるロボット技術の活用コンセプト(図 1-2)を基に、本事業コンセプトの内容妥当性並びに実現可能性を確認するために、半構造化フォーカスグループインタビューを実施した。その結果に基づいて、詳細なロボット技術の適応方法をターゲット別に立案した。

### 2) 既存技術の実装事業

本事業では、調査事業で確認したコンセプトを基に、図 1-3 に示すように、ターゲット層 1 に対して、自立型および遠隔型コミュニケーションロボットを活用することで、セルフケア能力の向上と少ない訪問回数での質の高い看護ケア提供システムを立案した。

#### (1) 既存のコミュニケーションロボット(自律型)の活用場面の検討と改良

自律型コミュニケーションロボット(自立型)を起点として、在宅でバイタルモニタリングを実施し、遠隔での病状観察を可能にするシステムを提案し、在宅療養者宅に実装した。

#### (2) 既存のコミュニケーションロボット(遠隔型)の活用場面の検討

看護師の仮想訪問による問診や生活状況の把握を目的に、アバターによる遠隔看護を実現する遠隔コミュニケーションロボットを活用した。本事業では、在宅療養者宅に実装する前段階として、訪問看護ステーションや高齢者医療の現場に導入し、ロボットによる遠隔ケアの実現可能性を検証した。

## 具体的なターゲット層 1：要支援 1、2 ～ 要介護 1、2

- サポートのもと日常生活を自立して過ごせているが、介助がない独りの状態では健康状態が低下する恐れのある者
- 疾患の悪化や併存疾患の発症のリスクがあり、服薬管理が必要な者

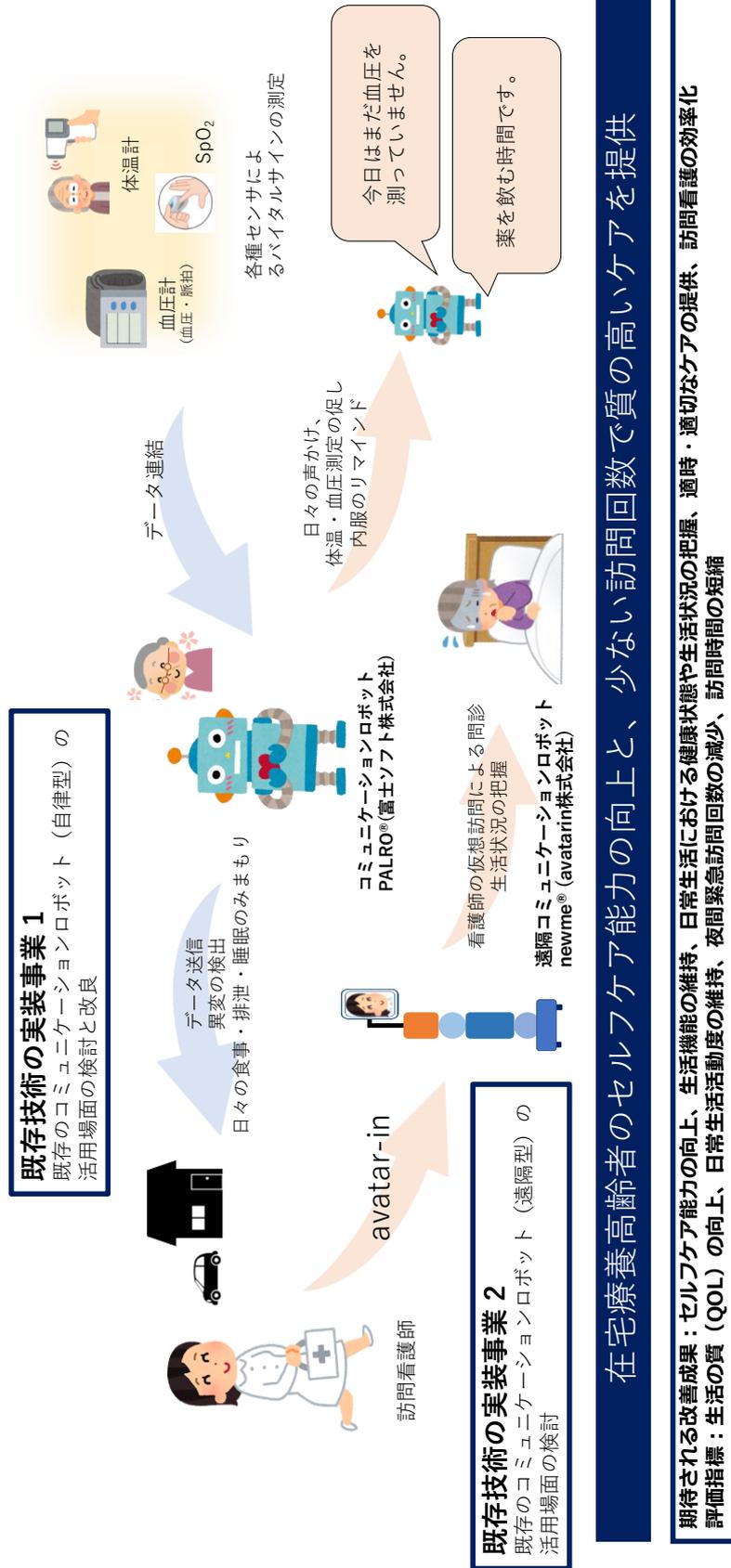


図 1-3. 既存技術の実装事業

### 3) 新規開発実装事業

本事業では図 1-4 に示すように、ターゲット層 2 に対して、排便ケアと褥瘡ケアの質向上及び効率化を目的に、AI 支援によるアセスメントや遠隔コンサルテーションシステムの新規開発実装を実施した。これらにより、専門性の高い安全なケアを提供することが可能となり、その結果、健康状態の正確な評価に基づく適切なケアの提供による症状の改善、安全なケアの提供、訪問看護の効率化、新任訪問看護師教育の効率化が図られることを目指した。

#### (1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装

排便ケアをターゲットとして、適切なアセスメントを実現するためのエコー技術の学習を効率的に実施すること、得られたエコー画像からのアセスメントを支援するための AI をベースにしたアプリケーションを開発し、在宅療養者の排便アセスメントに実装した。

#### (2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発

本事業では、高度な褥瘡のアセスメントと手技を訪問看護師が実施できるように、遠隔でコンサルテーションするシステムに、付与する形で AR 技術によりエキスパートの実際の手技をタブレット画面上バーチャルに投影する技術を開発し、在宅での褥瘡ケアに対する専門家のコンサルテーションに実装した。

### 4. 個人情報の保護

本事業において、すべての取得データは質的・量的の性質によらず収集担当者が匿名化を行い、対応表を作成し、個人情報への連結がない状態で分析に使用した。作成された対応表は、データの収集責任者が、その所属する機関において非関係者や機関外部へ漏洩することのないよう厳重に管理した。匿名化された電子データは、研究実施機関である東京大学内の研究室において鍵のかかる保管庫で管理された。ヒアリングなどの質的データについては、データの公表に際し、個人の特定を回避する目的で一部の情報を伏せた上で記述を行なった。コミュニケーションロボットにより収集された静止画像や音声の情報については活用可能性の検討段階であることを踏まえ、データへのアクセスを技術者と研究看護師に限定した。臨床活用目的で開発されたデータの表示・共有システムについては、表示画面へのアクセスをパスワードにより個別のケア担当者、研究看護師および開発担当の技術者に限定した。携帯型超音波診断装置による取得画像は看護師による通常のアセスメントの際の収集データと同様に管理され、研究看護師による分析に先んじてデータ収集者により匿名化が行われた。褥瘡関連の情報やコミュニケーションロボットにより収集されたデータは、対象者に個別に紐づけられたクラウドサーバーへ ID ごとに暗号化の上で保存され、データへのアクセスはパスワードによりケア担当者および開発担当技術者ならびに研究看護師に限定された。

**具体的なターゲット層 2：要介護 3、4、5**

- 多くのサポートを受けて在宅療養が可能で、定期的な医療ケアの必要がある者
- 特に排便コントロールや、創傷の保有がある者



図 1-4. 新規開発実装事業

## 5. 倫理的配慮

本事業への協力の同意を得るにあたり、全ての対象者に書面による事業の説明を行うとともに協力による不利益が生じないことを説明し、協力と撤回の自由を保証した。

また、全てのデータについて収集のタイミングと保存の様式ならびに符号化と匿名化が説明され、協力者の同意の上で収集を行なった。各事業の詳細については、東京大学医学部・医学系研究科の倫理委員会において承認を得て実務に着手した(承認番号: 2020302NI、11913-(4) 2020301NI、2019157NI-(2))。

## 6. 結果

### 1) 調査事業

#### (1) 訪問系サービスの現場で求められる ロボット技術の要件に関するヒアリング調査

訪問看護師としての経験ならびに管理者業務に精通し、広く現在の訪問系サービスについて把握している者5名を対象にヒアリングを実施した。その結果、これまでの訪問系サービスが抱える問題点とそれに対する解決が期待されるロボット技術が抽出、整理され本事業の妥当性が確認された。さらに、新型コロナウイルス感染症の流行に伴う環境変化によってロボット技術への期待が増加したこと、これまで試みた導入時の障壁となった事項がヒアリングされた。

ヒアリングされたロボット技術への期待は2つに分けられた。1つ目は、看護ケアの質の向上であった。これは例えば、コミュニケーションロボットにより療養者の日頃の生活の中で情報を新たに収集できることで、より生活に根ざしたアセスメントやケア提供が可能となることや、AI付きエコー

を用いることで、より客観的な情報に基づいたアセスメントや情報共有が図れることによる。従来のケア提供から、新しい情報を得ることによる新しい在宅ケアが可能になりケアの質の向上が期待された。

ロボット技術への期待の2つ目は、効率化であった。これまでの訪問看護領域における効率化を妨げる要因として、移動時間や緊急訪問、教育にかかるコストがあった。これをアバターロボットによる遠隔訪問や、ICT技術を用いたエキスパートによる遠隔コンサルテーションなどを導入することにより、移動時間やコストの削減に繋がることが期待された。

ロボット技術の導入に関する障壁は2つに大別された。1つ目は導入のノウハウが確立していないことから、導入を推進できていないことが示された。そのため、これまでに先駆的に実施する施設があっても、他施設への導入には至っていなかった。ロボット技術導入の障壁の2つ目は、導入に関するコストであった。良い技術であっても導入および保守点検にかかる人件費を含むコストが高価である場合、それぞれの訪問看護ステーションで導入することは難しいことが、いずれのロボット技術においても言及された。

これらのヒアリング結果を基に、既存技術および新規技術を用いた詳細なロボット技術の適応方法をターゲット別に立案することができた。なお、今回は時限付きの事業であったため、コストについての評価は行っていない。

### 2) 既存技術の実装事業

#### (1) 既存のコミュニケーションロボット (自律型)の活用場面の検討と改良

自律型コミュニケーションロボットにはPALRO（富士ソフト株式会社）を用いた。既存の施設型の機能に健康情報に特化した発話プログラムやバイタルサイン測定機器との連携システム、Web上のデータ表示・共有システムを付加し、訪問看護ステーションのサービスを利用する4名の在宅高齢者に対して試験的な導入を行なった。その結果、自身でのバイタルサイン測定や定時服薬など、高齢者のセルフケア行動を促進した（図1-5）。家庭内での役割行動を取ることで愛着形成が生まれ、対象者の社会活動を活性化するとともに、訪問系サービスの担当者のケアの質向上に資する可能性が確認された。

ただし、実装にはさまざまな工夫が必要であった。特に音量調整や会話頻度について調整が必要であり、具体的には、ロボットは主に顔を見て、会話を自発的に開始するため、生活空間に置くことにより常に顔を発見し続けることから、会話頻度が想定よりも多くなった。調整としてロボットが顔を見つけないように壁やテレビに向けて設

置されることになることがあった。また電話中やテレビ鑑賞中などにキーワードを拾い会話が開始されることもあった。勝手に会話を始めてしまい、煩しさに繋がる可能性が高い状態であった。そのため停止動作やサイレントモードへの移行などを教えることが重要となり、日々の訪問サービス提供中に医療スタッフがロボットの操作を行うことが求められたことから、スタッフ側による操作に対する理解の必要性が窺われた。

## （2）既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討

遠隔型コミュニケーションロボットにはnewme（avatarin株式会社）を用いた。遠隔から医療者等が操作することで遠隔コミュニケーションを可能とするロボットである。ビデオ会議との最も大きな違いは、操作側が車輪のついた機体を動かすことにより、お互いの顔を見ながらコミュニケーションをとる点や、移動しながらの会話が可能な点である。



図1-5. バイタルサイン測定値のWeb表示画面



**図 1-6. 遠隔型コミュニケーションロボットの試験導入**

本事業ではこのロボットは、ニーズは高いが実装に至っていないロボットとして着目し、シミュレーションおよび試験導入を行った。具体的には大学内シミュレーションルームや学生実習での活用を経て、ホスピスケアや長期高齢者ケア、リハビリテーションの場面など3施設で試用し、実装可能性を検証し、リモート操作で移動した上で表情を映しながらコミュニケーションすることが可能であることを確認した（図 1-6）。

障壁となったのはネットワーク配備などの環境設定であった。特にネットワークにおいては移動型であることから通信の遮断などのリスクが大きく、回線切断時には操作不能となることから大きな障壁となりうることを示唆された。例えば、病院の敷地内をロボットに移動させた際に通信環境が不安定になり会話や移動が遅滞するため、安定して機能させるためには、低速ではあるが広範囲に対応するネットワークへ複数登録するなど通信手段の工夫が必須であるこ

とが分かった。さらに在宅高齢者に適用する場合にはカーペットなどの段差や通信の環境が導入の障壁になることが予測され、導入には利用環境の整備が必要であり、その整備のためにはネットワークの特性を理解することなどのテクノロジーリテラシーが求められる。

以上より、二つの既存コミュニケーションロボットには臨床的な効果が十分に見込まれ、実装への価値があると判断された。一方で、ネットワークや利用環境の整備が必要であることが示された。

### 3) 新規開発実装事業

#### (1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装

排泄ケアに関するエコー技術学習のためのオンライン教育プログラムの開発では、我々が既に確立しているエコー技術習得のための e ラーニング、技術講習会、自己学習、客観的臨床能力試験（Objective Structured Clinical Examination: OSCE）から成る教育プログラムである「エコーを用いた排泄ケアコース」の完全オンライン化を図った。技術講習会の講義部分を遠隔講師（教育プログラム開発者）、演習部分を現地講師（教育プログラム修了者）が担当し、ビデオ会議サービス Zoom を利用し運営する体制とした（図 1-7）。会場にはメイン PC の他に 4 台のスマートフォンを設置し、遠隔講師からも現地の参加者の全体像、演習の様子がリアルタイムに見えるようにした。受講後のアンケートと、OSCE による技術習得度について、過去のオンサイト技術講習会（56 名）と本事業でのオンライ

ン技術講習会（11名）とで比較した。その結果、「技術講習会が参加しやすい形態である」（80.0% vs 81.8%）、「技術講習会の内容が十分である」（91.0% vs 81.8%）、「十分技術を習得できた」（78.1% vs 70.0%）と回答した者の割合は、オンサイトとオンラインで有意な差はなく、OSCEはオンサイト、オンラインどちらも受講者全員が合格と評価された。

次に、訪問看護においてニーズの高い超音波検査画像のAIによるアセスメント支援として、直腸便貯留の有無を判定するAIによる読影支援アプリケーション（以下、アプリケーション）の開発を目指した。1082枚の直腸エコー画像を使用し、Fully Convolutional Networkを用いて機械学習を実施し、直腸便貯留を示す半月型あるいは三日月型の高エコー域をカラー表示（以下、抽出領域）するAIアプリケーションを作成した。アプリケーションの評価には、訪

問看護師が撮影した直腸エコー動画から1秒あたり30フレームを静止画として抽出し、エキスパートおよびアプリケーションによる便貯留の有無の判定を比較した。その結果、アプリケーションによる判定精度は感度92.4%、特異度41.3%、正解率66.7%であった。偽陽性の画像において、抽出領域の深度が体表面から50mm未満の画像を除外し、さらに抽出領域の長径について14.5mmをカットオフ値とした場合に、感度81.1%、特異度87.8%、正解率83.7%となった。

訪問看護師のエコー活用による効率化の例として、実際の訪問看護の現場においてエコーによる直腸便貯留のアセスメントを支援するAIアプリケーションが看護の効率化に有用と考えられた事例を検討した。エコーによるアセスメントの結果、排出困難型の便秘であると判断され、主治医の許可を得て、本人と家族の希望に沿ってトイ

### 現地会場(函館)

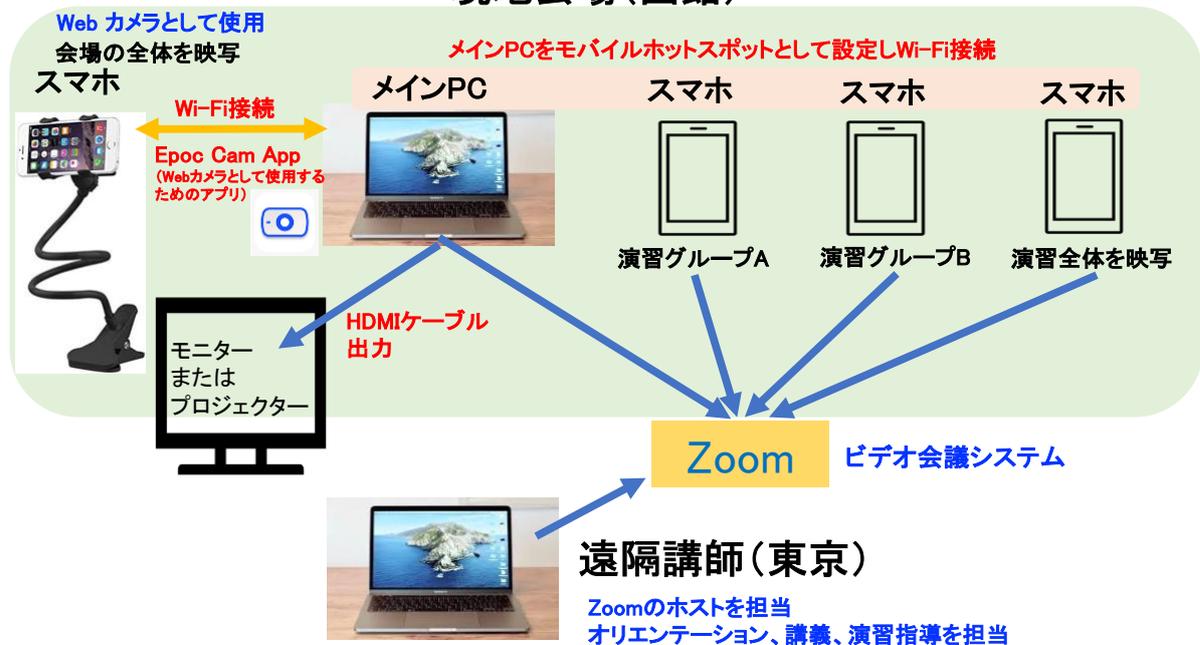


図 1-7. オンラインエコー講習会開催のためのシステム

レでの排泄を目指した排便ケアが立案された。その結果、自力での排出は困難であり、浣腸と摘便が実施されていた状態から、週3回トイレでの排便ができるようになった。アプリケーションを使用し便貯留がハイライトされることで、看護師が迅速・正確に直腸便貯留をアセスメントできるようになるため、排便アセスメントやケアの質の向上、効率化につながった。

## (2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発

在宅療養者に対して訪問看護師が褥瘡ケアを行う際に、皮膚・排泄ケア認定看護師がビデオ通話でケアの助言（遠隔コンサルテーション）を行い、褥瘡治癒促進への効果を検証した。遠隔コンサルテーションには、褥

瘡専用アプリ「CARES4WOUNDS-JP」を使用した（図 1-8）。褥瘡の評価には DESIGN-R®2020 を用い、初回の遠隔コンサルテーション前後の 2 週間で DESIGN-R®2020 得点の変化を比較した。その結果、26 名に計 68 回のコンサルテーションを実施した。DESIGN-R®2020 合計得点の変化の中央値（四分位範囲）は、コンサルテーション前に比べ、コンサルテーション後において有意に得点が減少した（0 (-1, 0) vs -2 (-5, -1),  $p=0.029$ ）。

次に、遠隔コンサルテーションにおいて対面と同様にエキスパートの手技を伝達できるようにするため、AR 技術を用いて遠隔でエキスパート技術の描写を行えるシステムを開発し実装した。訪問看護師側では、タブレット端末で「CARES4WOUNDS-JP」

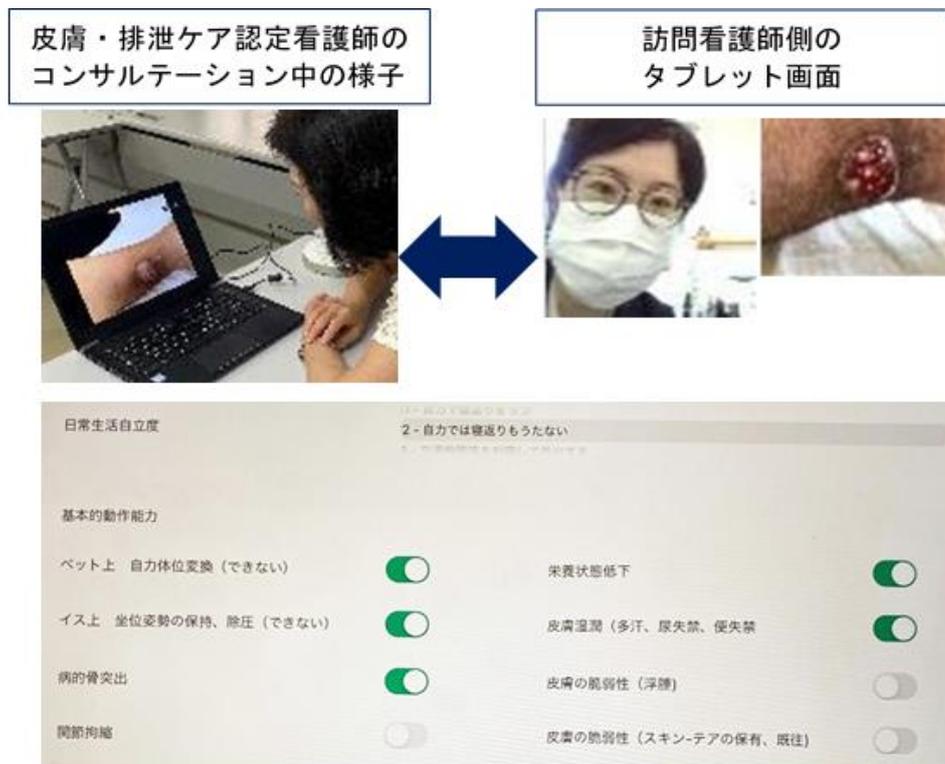


図 1-8. 褥瘡専用アプリ「CARES4WOUNDS-JP」  
 (上段) ビデオ通話の様子  
 (下段) 対象者情報入力フォーム (リスクアセスメント)

のビデオ通話機能を使用し、皮膚・排泄ケア認定看護師側では、ビデオ通話機能で画像を配信するにあたり、画像合成配信ソフトウェアを用いて仮想カメラにて配信を行った（図 1-9）。これにより皮膚・排泄ケア認定看護師は訪問看護師が映す褥瘡画像を見ながら、画像上にリアルタイムに自身の手指を合成、重畳表示することが可能となった。

訪問看護師側のタブレットでは、目の前で映している褥瘡画像と皮膚・排泄ケア認定看護師の手が合わさって表示され、訪問看護師からは「部位や方向が言語のみよりもわかりやすくなりケア時間の短縮に繋がる」、「WOCN が傍で一緒にケアをしているような感覚をもてケアへの自信に繋がる」との意見が聞かれた。

以上より、本事業で開発した新規技術により、訪問看護の質の向上に貢献できる可能性が示された。これらの技術は、排泄ケア、褥瘡ケア以外の看護ケアへの応用が可能であり、訪問看護師の教育の効率化にも寄与することが期待できる。

## 7. 考察

本事業の実施により、訪問系サービス、特に訪問看護におけるロボット技術の活用場面を明確に定義することができた。実際の現場で活用する訪問看護師の意見を基に、具体的なターゲット層を 2 種類同定し、必要となるロボット技術を提案し、既存技術の活用及び新規開発・実装した。

既存技術の実装事業では、バイタルサイン測定機器連動型自立型コミュニケーションロボットの導入により、バイタルサイン計測や服薬などの在宅療養者のセルフケア行動が促進された。訪問担当スタッフが Web を閲覧し、システムを通じて情報を共有することで異常に早期に対応することや訪問時の適切なケアやサービスの効率化に繋がる可能性が示唆された。その結果、家庭内での役割行動を十分に果たし、結果として愛着形成に至ることが示された。

今後の課題は大きく分けて 2 点あり、1 点目は量的なエビデンスの集積である。セルフケア行動へのアプローチを行い、行動変容を促すことが示唆されたが、そのもたらす患者アウトカムや、医療の質向上およ



図 1-9. 褥瘡遠隔コンサルテーションにおいてエキスパートの手技を AR 表示する様子（左）皮膚・排泄ケアの手技を褥瘡画像と重畳している様子（右）エコープローブの操作を重畳している様子

びに効率化を示す量的根拠は測定できていない。今後、更なる研究が求められる。2 点目は提供するケアの質的な向上である。今回のアプローチ以外に広く実装を進めて行くには、個々の価値観に即したアプローチが必要であり、詳細な分析を伴う事例集積が求められる。

遠隔型コミュニケーションロボットとして、新型コロナウイルス感染症流行下、期待が集まる中、十分な機能を有していた。今後の課題としては、通信ネットワークとの接続、トラブル時の対応などによる医療現場で使用可能な堅牢性や、医療現場側においてもテクノロジーリテラシーの向上が求められる。また実装後の効果検証としてもたらず効果の定量化、集積が課題となる。対照群として想定されるビデオ通話などに比較して、導入コストに見合った成果を得ることができるかが検証することにより、より臨床実装が加速するものと考えられる。

エコーのオンライン教育プログラム、AI によるアセスメント支援アプリケーションの開発・実装を進めることができ、看護業務の効率化に貢献できる可能性が示唆された。今後の課題を 2 つ挙げる。1 つ目は教育プログラムの開催方法についてであり、集合研修を必要としない、完全なオンライン型のエコー教育方法の開発である。今回は教育プログラムのオンライン化を達成したものの、受講者が現地で集合することを前提としていた。集合をしない形で受講者が自宅からでも一人で参加できるような教育プログラムをするためには、受講者と講師がお互いに手技を正確に提示し合えることが重要であり、お互いの手技を正確に視覚化するために AR や仮想現実 (Virtual Reality: VR) といった技術を導入すること

が必要と考えられる。2 つ目は AI によるアセスメント支援アプリケーションの適用分野の拡大である。市販のエコー機器では膀胱内尿量自動計測のアプリケーションが搭載されており、今回は直腸便貯留評価のアセスメント支援アプリケーションを開発したため、排泄関連のアセスメント支援技術の開発は順調に進められている状況である。一方で訪問看護においてニーズの高いエコーによるアセスメントとして他に食事の際の嚥下や残留のアセスメント、点滴の際の血管やカテーテルのアセスメント等が挙げられる。今後、教育ツールとして AI による画像コーチングが必要であり、本事業でアプリケーションを開発した手法を応用して様々な分野のエコー画像のアセスメント支援アプリケーションが開発・実装されることが期待される。

褥瘡遠隔コンサルテーションシステムでは、皮膚・排泄ケア認定看護師の観察に合わせて、タブレット端末のカメラを創部に近づけたり話したり、他の部位を映したりといった操作が必要となり、訪問看護師はそれらの対応をしながら、褥瘡のケアも進めるという状況にある。そのため、一人では操作が煩雑になったり、スムーズに行うために二人訪問をしたりすることがあった。これらは効率化を図るという点に矛盾するものであり、ゴーグルタイプなど訪問看護師の手の動きを塞がない形式が求められる。さらには、本システムでは、遠隔であってもエキスパートとスケジュールを合わせる必要がある。訪問看護のスケジュールは、療養者の他の介護サービスの利用スケジュールや家族のスケジュールなど、多くの要因と関連しているため、日時の調整は容易ではない。訪問看護師が必要なタイミングでい

つでも、人的介入なく、一人でエキスパートから指導を受けているような状況を AR で再現できるシステムが求められる。

## 8. 結論

令和二年度の本事業においては、調査事業、既存技術の実装事業、新規技術の開発事業の3つの事業を実施した。

その結果、ロボット技術により訪問系サービスにおけるケアの質の向上と効率化が図れること、そのためには利用者のテクノロジーリテラシー、ロボット技術の利用者と開発者の橋渡しをする、ロボット技術に理解のある看護・介護関係者の存在が鍵となることが明らかとなった。

## 9. 健康危険情報

なし

### 10. 研究発表

1. 仲上豪二郎, 高橋聡明, 北村言, 松本勝, 東村志保, 真田弘美. 在宅医療に ICT・IoT・AI をどう生かすか 地域医療構想・業務効率化の実現 <解説> ICT・IoT・AI を活用する看護師に求められること. コミュニティケア. 2020;22(10):16-21.
2. 保坂明美, 岡田晋吾, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 真田弘美. 携帯型 エコーによる訪問看護アセスメントと ICT を活用した連携. 第 8 回看護理工学会 学術集会抄録集. 2020;55. (第 8 回 看護理工学会学術集会, 2020 年 10 月 25 日)
3. 北村言, 仲上豪二郎, 阿部朋美, 武藤真祐, 真田弘美. 皮膚・排泄ケア認定看護師による遠隔 創傷コンサルテーションのためのアプリの開発. 第 50 回日本創傷治癒学会 学術集会, 2020 年 11 月 9, 10 日
4. Kitamura A, Nakagami G, Muto S, Sanada H. Effectiveness of teleconsultations with Wound, Ostomy, and Continence Nurses on pressure injury healing in community settings. 9th Asian Pacific Enterostomal Therapy Nurse Association Conference 2021.
5. 上茂名保美, 北村言, 松本勝, 真田弘美. ICT を活用した遠隔コンサルテーションでエコーを用いた早期褥瘡評価により敗血症回避につながった 1 例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
6. 保坂明美, 中島美佳, 松本勝, 三浦由佳, 北村言, 玉井奈緒, 高橋聡明, 東村志保, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師のエコーを用いた水腎症評価により早期介入と家族の負担軽減につながった 18 トリソミー児の一例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
7. 保坂明美, 小路郁美, 高橋明美, 工藤陽子, 藤森昌子, 清水鉄也, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 真田弘美. 訪問看護におけるエコーを用いた膀胱の可視化により残尿の原因のアセスメントとケアにつながった一例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
8. 新関こずえ, 小川真里子, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 東村志保, 北村言, 高橋聡明, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪

問看護師によるエコーを用いた下行結腸の便貯留評価に基づく便秘への介入が自力排便につながった一症例。(第30回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)

9. 新関こずえ, 小川真里子, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 東村志保, 北村言, 高橋聡明, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師によるエコーを用いた膀胱留置カテーテル挿入後の観察により観察時間の短縮につながった一例。(第30回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)
10. 菅野智穂, 関根明子, 佐藤美雪, 阿部智子, 松本勝, 東村志保, 高橋聡明, 北村言, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師によるエコーを用いた排便ケアがリハビリテーションへの不安と緩下剤使用の減少につながった一例。(第30回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)
11. 松本勝, 石橋昂大, 北村言, 玉井奈緒, 三浦由佳, 高橋聡明, 東村志保, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師が撮影した直腸エコー動画に対するAIによる便貯留評価手法の考案。(第30回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)
12. 中村深雪, 保坂明美, 松本勝, 三浦由佳, 玉井奈緒, 仲上豪二郎, 真田弘美. エコーによる排泄アセスメントのための技術講習会オンライン化の試み。(第30回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)

### 1 1. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

### 1 2. 引用文献

1. 公益社団法人日本看護協会, 公益財団法人日本訪問看護財団, 一般社団法人全国訪問看護事業協会. 訪問看護アクションプラン 2025. 2014. (<https://www.jvnf.or.jp/2017/actionplan2025.pdf>)
2. 一般社団法人全国訪問看護事業協会. 訪問看護の質確保と安全なサービス提供に関する調査研究事業~訪問看護ステーションのサービス提供体制に着目して~. 平成25年度厚生労働省老人保健健康増進等事業. 2015. (<https://www.zenhokan.or.jp/wp-content/uploads/h25-1.pdf>)
3. Saegusa M, Noguchi H, Nakagami G, Mori T, Sanada H. Evaluation of comfort associated with the use of a robotic mattress with an interface pressure mapping system and automatic inner air-cell pressure adjustment function in healthy volunteers. *J Tissue Viability*. 2018;27(3):146-52.
4. Noyori S, Nakagami G, Noguchi H, Mori T, Sanada H. Unintentional body movement parameters and pulse rate variability parameters are associated with the desire to void. *Med Eng Phys*. 2019;68:116-21.
5. Matsumoto M, Tsutaoka T, Yabunaka

- K, Handa M, Yoshida M, Nakagami G, et al. Development and evaluation of automated ultrasonographic detection of bladder diameter for estimation of bladder urine volume. *PloS one*. 2019;14(9):e0219916.
6. Matsumoto M, Yoshida M, Yabunaka K, Nakagami G, Miura Y, Fujimaki S, et al. Safety and efficacy of a defecation care algorithm based on ultrasonographic bowel observation in Japanese home-care settings: a single-case, multiple-baseline study. *Geriatr Gerontol Int*. 2020;20(3):187-94.

## 第二部 各事業の内容

### II. 調査事業

訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件に関する  
ヒアリング調査

事業代表者	真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科	教授
事業担当者	仲上 豪二朗	東京大学大学院医学系研究科	准教授
事業担当者	松本 勝	東京大学大学院医学系研究科	特任講師
事業担当者	高橋 聡明	東京大学大学院医学系研究科	特任助教
事業担当者	北村 言	東京大学大学院医学系研究科	助教
事業担当者	東村 志保	東京大学大学院医学系研究科	学術支援職員

#### 要旨：

本インタビューは本事業のコンセプトとして、訪問系サービスにおける生活に溶け込んで時間的節約と即時のアセスメントによるロボット技術の活用によって、効率化、質の向上が図れることを掲げており、その妥当性と、それぞれのシーズに対する期待とこれまでの障壁についてヒアリングを行った。

ヒアリングの対象は訪問看護実務、責任者としての経験が豊富な看護師を対象に行い、半構造化フォーカスグループインタビューとしてインタビューガイドに沿って実施した。形式は対面とし、感染予防対策に十分留意の上、行った。

結果として、これまでの情報技術活用と問題点、現在の新型コロナウイルス感染症流行に伴う環境変化と技術への期待が窺われた。大きく分けて、ロボット技術への期待、貢献の可能性は2つの点に分けられる。1つ目は、質の向上である。例えばコミュニケーションロボットを通じて日頃の生活の中での情報を新たに収集できることから、より生活に根ざしたアセスメントやケア提供が可能になる。また、人工知能アシスト機能搭載エコーを用いることで、より客観的な情報に基づいたアセスメントや情報共有を図ることができる。このように従来のケア提供から、新しい情報を得ることによる新しい在宅ケア提供が可能になり質の向上が期待される。2つ目は効率化である。これまでの訪問看護領域における効率化を妨げる要因として、移動時間や緊急訪問、教育にかかるコストがあげられる。この問題に対しては、アバターロボットによる遠隔訪問や、ICT技術を用いたエキスパートによる遠隔コンサルテーションなどにより、移動時間の縮小や削減が期待できることが期待される。

結論として、ロボット技術の訪問系サービスへの導入、コンセプトは概ね受け入れられていた。一方で導入ノウハウの不足が特に示唆された。特に新型コロナウイルス感染症の影響で、非対面でのケアの重要性が高まっている現状、技術導入の実証試験やエビデンスの集積が急務である。

調査協力者（表記は施設五十音順かつ施設内五十音順）

高砂 裕子	一般社団法人全国訪問看護事業協会	副会長
阿部 智子	一般社団法人全国訪問看護事業協会	常務理事
中島 朋子	一般社団法人全国訪問看護事業協会	常務理事
井上多鶴子	一般社団法人全国訪問看護事業協会	役員
吉原由美子	一般社団法人全国訪問看護事業協会	業務主任

## 1. 背景

本事業では既存技術および新規開発技術の実装に先立ち、事業としてのコンセプトの妥当性の確認、ロボット技術導入のこれまでの障壁、期待についてヒアリングを行った。

## 2. 事業の詳細

### 1) 訪問系サービスの現場で求められる

#### ロボット技術の要件に関するヒアリング調査

##### (1) 目的

人的制約がある中で質の高いサービスが提供できる環境を整備することが重要であり、医療・介護現場でコミュニケーションロボットや姿勢保持装置、アセスメント支援装置など、様々な形態のロボットの活用が進んでいる<sup>1,2)</sup>。特に、地域包括ケアシステムをより推進させていくためには、慢性疾患を抱えながらも地域で高齢者が幸福に、自立して生活できるような支援に活用することが重要である。すなわち日中覚醒の促進や予防的セルフケア行動の実施、創傷の予防・管理、快適な排泄の確保に貢献できることが求められる。

現在の本邦においては2020年1月より世界的パンデミックとなった新型コロナウイルス感染症の影響を考慮することが必要である。直接対面し接触をすることの低減や医療資源供給の低下、病床確保に伴い高度医療や重点的なケアを必要とする患者が在宅領域で増加することから、ケアセッティングのニーズが現在急激に変化している。そのような環境変化に対し、ロボット技術の活用のニーズも変化していることが予想される。

そこで、班会議を定期的で開催し、現在利

用可能なロボット技術を把握し、訪問系サービスに求められるロボット技術の実装形態について検討した。その際、ロボット技術の専門家に適宜コンサルテーションし、また、これまでの病院におけるロボット技術実装の経験や論文を参照した<sup>3,4,5)</sup>。その結果、ロボット技術が必要となる訪問系サービスのターゲット層と、訪問看護における課題を図2-1のように整理した。本事業ではこれらの訪問系サービス、特に訪問看護に焦点を当てた際の課題に対する解決策を検討し、図2-2に示すロボット技術の活用コンセプトを立案した。

本事業のコンセプトは、訪問系サービスにおけるロボット技術の活用により「生活に溶け込み、訪問を必要としない即時的なアセスメント」を可能にし、効率化・質の向上を図ることとし、その妥当性と、それぞれのシーズに対する期待とこれまでの障壁についてヒアリングを行った。

##### (2) 方法

本インタビューは、インタビューガイドに基づいた半構造化フォーカスグループインタビューとした。形式は対面とし、感染予防対策に十分留意の上、行った。インタビューの所要時間は、予定時間として30-60分程度と設定した。本インタビューは訪問看護業務ならびに管理者業務に精通し、広く現在の訪問系サービスについて把握しているものを対象とした。具体的には、一般社団法人全国訪問看護事業協会役員の5名とした。対象者は、複数の訪問看護ステーションにおいて、看護師だけでなく、理学療法士、介護士などの他職種と連携しながら訪問系サービスを展開していた。さらに、対象者自身の訪問看護経験も豊富であった。

# ロボット技術が必要となる訪問看護の現在のターゲット層と課題

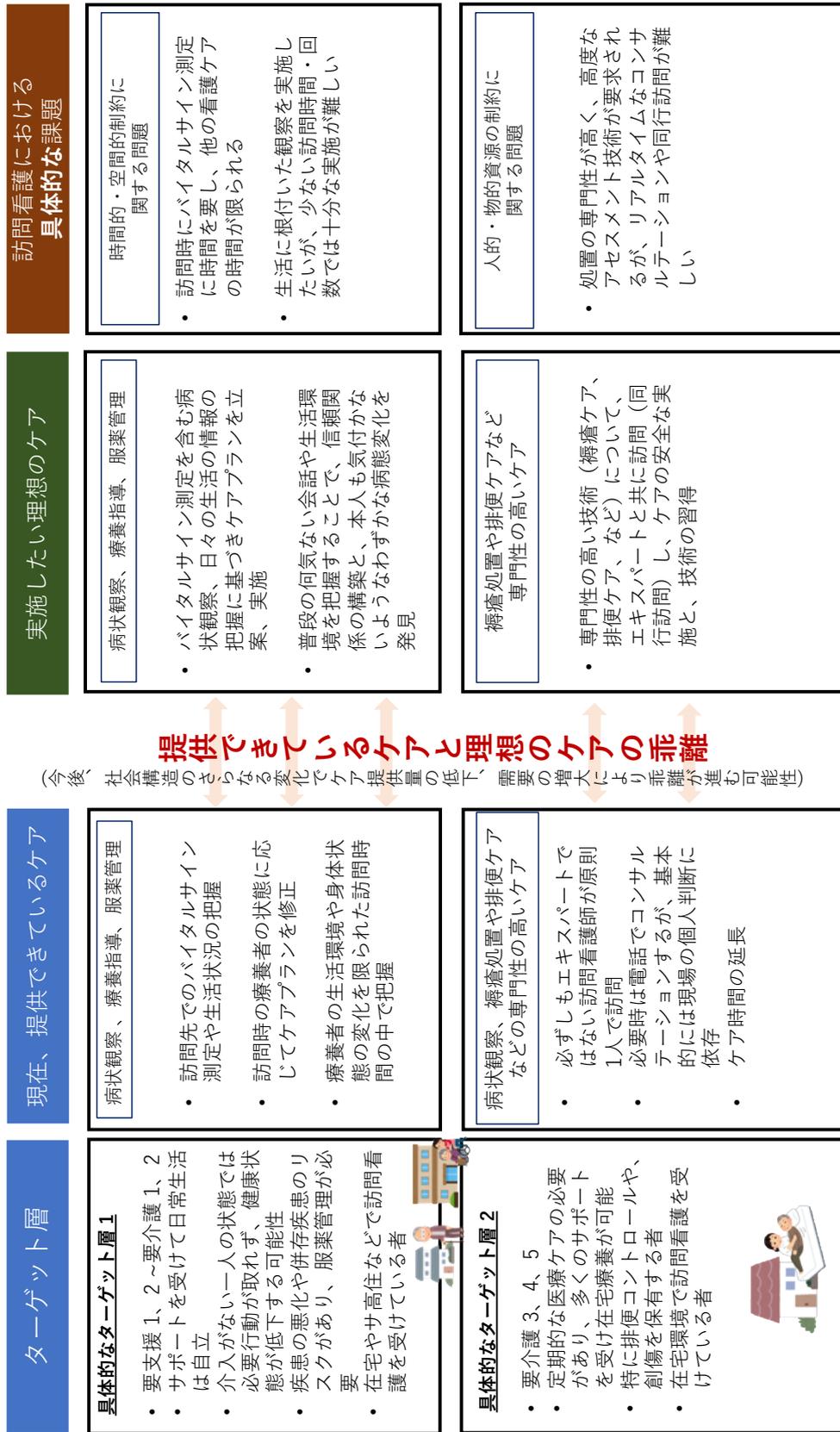


図 2-1. 訪問系サービスのターゲット層と課題

## 現状の訪問看護における具体的な課題とそれに対するソリューション案

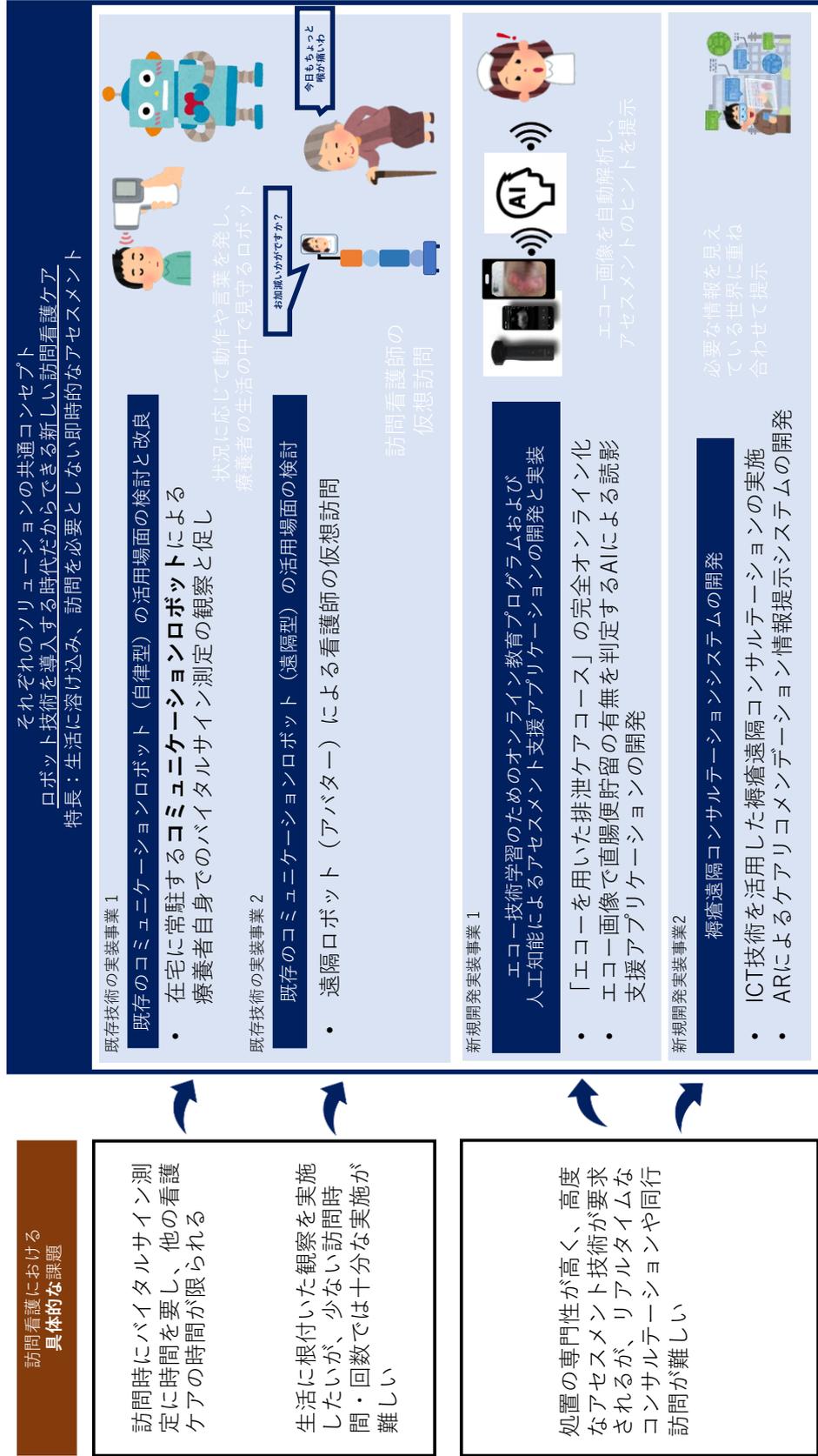


図 2-2. 訪問看護におけるロボット技術の活用コンセプト

看護分野で実装し、効率化のエビデンスを蓄積後、介護・家庭での使用を目指す

特に、訪問看護の黎明期より取り組みを行っている者を含んだ。対象となった者の管理するステーションは都内近郊が主であったが、23区外のステーション管理者も含まれた。

インタビューガイドは別紙(資料1)として記載した。当初、予定していたインタビューから新型コロナウイルス感染症の流行を受けて、内容について変更を行い、現在の状況に即した内容の聴取を心がけた。

### (3) 結果

5名の参加者から、以下の内容についてヒアリングを行った。ヒアリング内容の概要について、以下にそれぞれのシーズごとに意見をまとめ、記載を行った。斜体は意見を示す。

まず事業コンセプトについては、ヒアリングを行った全ての対象から十分に事業として必要でロボット技術の活用が求められていることについて妥当と考えられるとの確認を得た。特に新型コロナウイルス感染症の影響下で、訪問系サービスは実際の訪問を行う際に、風評被害を受けることや、これまでの訪問形式を変えなければならないことがあり急を要する状況であるとの意見が強く出てきていた。

特に新型コロナウイルス感染症流行下、発熱などの疑いのある患者の対応やその前後で移動を行い、別患者の訪問を行う必要があることから、遠隔訪問や従来は2名で訪問していたところを1名で対応する省力化、また短時間の訪問でも質を担保できるようなケアの効率化が求められるとの意見が出た。

個々の技術については個別に期待と参入の障壁となった項目がヒアリングされたた

め、以下にシーズごとに記載を行う。斜体はヒアリングで得られた発言を示す。

#### コミュニケーションロボット

従来の遠隔訪問ではなく、常駐するロボットが活用できる可能性、必要性が聞き取れた。特にコミュニケーションロボットにより日々の生活情報の聴取ができることで、効率化、質の向上ができる可能性と期待がヒアリングされた。具体的には以下の発言がみられ、現在のロボットの機能のみならず将来的な発展への期待を確認した。

-----これまで20年ほどテレビ電話などあっても「やはり(実際に)行かなきゃ」と思っていたが、今回のコロナで行けなくなることがあることを実感した----- (テレビ電話では不足と感じていた理由は?) 初期の頃のテレビ電話で平面的な感じだったというのはある。また、訴えを聞いたり是可以するが、介入ができないということがある。-----

-----認知症の方では、生活に入っていけない。そういう方に見えないことが見えるようになる、そういう情報が得られるというのは良い。「ご飯食べよう」と声をかけて何をどれくらい食べたのかが把握できる、「お通じ出た?」など(聞けるとよい)。週に1回の訪問よりも関わりが増えていく。生活のリズムを聞いていけると良い。-----

#### アバターロボット

遠隔の訪問について、自視点を操作可能であるメリットがあり、特に緊急訪問でのニーズが高い可能性が示された。従来の「緊急ボタン」は市場に存在するが、運用方法が難しく誤報も多いことから活用が難しかった背景がうかがわれた。一方で在宅環境での運用方法、走行性能などについては懸念

点もあり、実際の運用には障壁がある可能性が示唆された。具体的には以下の発言がみられ、遠隔での訪問についてのニーズが確認された。

----- (自身のステーションでは) ターミナルの方が多いため、緊急時に情報がみられて指示が出せるとよい。(アバターは) 動いて見えるというメリットがある。アバターはバイタルも取れるのか。独居の場合、本人がSOSを出せないということもある。そういったときに自動で情報が得られるとよい。在宅では、細かいバイタルよりも(大きな変化などの把握の方が求められる)。-----

-----指でタッチするとBPやSpO<sub>2</sub>が訪問看護ステーションに緊急として届くというものがあれば、緊急時に訴えられなくても知らせられるのではないか。これまでに緊急ボタンが発展しないのは、入浴などで緊急ボタンをはずしたまま付け忘れなどが多いからだと思う。-----

-----バリアフリーではない環境でも使用できるのか。(→現時点では、ロボット掃除機くらいの段差対応であることを説明した。)-----

### 超音波検査装置

訪問看護における質向上において、超音波検査装置(エコー)を用いたアセスメントのニーズが高いことが示された。特に排便に関してニーズが高いことがうかがわれた。一方で参入障壁となっている項目として、2つの項目が示唆された。1つ目はエコーを用いることによるインセンティブがつくか、運営上のメリットがあるかということである。2つ目は使用にあたっての看護技術的な障壁であり、人工知能(Artificial Intelligence: AI)を用いた手技支援の必要性が示された。具体的には以下の発言がみられ、管理者としての運営方法についても

言及された。

-----エコーレンタルにお金がかかるのであれば、エコーを用いたアセスメントに加算がつくような制度も同時に作っていかないと、実施していこうという広がりにつながらない。-----認知症の方は、例えばグループホームに住んでいても、いつ排便されたかわからない状況である。そういう点で排便アセスメントのメリットはある。-----

-----興味のある訪問看護師はたくさんいると思うので、きっかけがあれば(使用するのでは)。-----  
-----「高い読影スキルを要するため」と書いてある通り、そのハードルが高いと思う。(→AIの支援を取り入れていることを説明した。)-----

### 遠隔コンサルテーション、AR技術

新型コロナウイルス感染症の影響もあり、コンサルテーションの難しさがさらに進んだ可能性あり、遠隔のコンサルテーションのニーズが高いことが示唆された。またこれまでは同行訪問や、先輩看護師とのコミュニケーションの中で培われていたオン・ザ・ジョブ・トレーニングが接触機会低減に伴って困難となる可能性が出てきている。具体的には、以下の意見が確認され、映像技術での実施は行われてきているが、在宅現場でそれを確認することが難しいことが示唆された。

-----ストマについても同じで、ニーズが高い。現在、同行訪問は進んできているが一部のことであり、遠隔での同行訪問は必要であると考えられる。特にコロナの影響もあり、看護師同士の横方法の連絡や同行しての手技指導が難しい側面がある。-----

-----これまでに団体としても世代交代のため、ア

ナログでDVDに残してということをしている。そこにこういった技術も加わるとよい。DVDだけでは伝えられないことがある。……

……在宅は個別性が高いので、新人でなくても役立つと思う。事前に手順書を見ながらやっても読み切れなかったり。そのご自宅で手順書と（ARを）見てということができるの良い。……

#### （４）考察

本インタビューは訪問看護実務、責任者としての経験が豊富な看護師を対象に実施し、これまでの情報技術活用と問題点、現在の新型コロナウイルス感染症流行に伴う環境変化と技術への期待がうかがわれた。

大きく分けて、ロボット技術への期待、貢献の可能性は2つの点に分けられる。

1つ目は、ケアの質の向上である。これは例えばコミュニケーションロボットを通じて日頃の生活の中での情報を新たに収集できることによる、より生活に根ざしたアセスメントやケア提供が可能になることや、AIアシスト機能搭載エコーを用いることで、より客観的な情報に基づいたアセスメントや情報共有が図れることによる。従来のケア提供から、新しい情報を得ることによる新しい在宅ケア提供が可能になり質の向上が期待される。

2つ目は効率化である。これまでの訪問看護領域における効率化を妨げる要因として、移動時間や緊急訪問、教育にかかるコストがあげられる。アバターロボットによる遠隔訪問や、ICT技術を用いたエキスパートによる遠隔コンサルテーションなどにより、移動時間の縮小や削減が期待できる。また教育においても、その技術伝承の手法は未確立であり、その手法の確立が必要であることが示唆された。

一方、ロボット技術の導入に関する障壁は大別して2つあること示唆された。1つ目は導入のノウハウが確立していないことから、導入を推進できていないことである。これまでに一部の先駆的に実施する施設があっても、他施設への導入には至っていない。そのため、実証実験を繰り返し、ノウハウを蓄積するとともに最適な手法の改良が求められる。

2つ目は導入に関するコストである。良い技術であっても高価である場合、それぞれの訪問看護ステーションで導入することは難しい。診療報酬に加味できるようにエビデンスの集積が急務であることも示唆されている。

#### （５）結論

ロボット技術の訪問系サービスへの導入コンセプトは概ね受け入れられていた。センサリング付きのコミュニケーションロボット、AIアシスト機能搭載エコーについて、ニーズが高い状況であった。一方で、実際の導入に向けては高価なこともあり、保険点数とのバランスが重要である点や導入ノウハウの不足が示唆された。特に新型コロナウイルス感染症流行の影響で、非対面でのケアの重要性が高まっている現状、技術導入の実証試験やエビデンスの集積が急務である。

#### 3. 健康危険情報

なし

#### 4. 研究発表

なし

#### 5. 知的財産権の出願・登録状況

1) 特許取得

なし

2) 実用新案登録

なし

3) その他

なし

## 6. 引用文献

1. 東京都福祉保健局高齢社会対策部. ロボット介護機器・福祉用具活用支援モデル事業報告書. 2018. (<https://www.fukushihoken.metro.tokyo.lg.jp/kourei/hoken/jisedaikaigo/robotmodel.files/moderu-houkokusyo.pdf>)
2. 大川弥生. ロボット介護機器開発・導入指針 作成に向けての研究. 2017. (<http://robotcare.jp/data/outcomes/1312e690148e69ca35d37e314bb3b789.pdf>)
3. 野口博史, 小谷野結衣子, 森浩美, 小見山智恵子, 真田弘美, 森武俊. 症例を通じた急性期病院入院中の高齢者向けコミュニケーションロボット活用の探索. 看護理工学会誌. 2019 ; 6(2) : 70-82.
4. 野口博史, 荒木大地, 森浩美, 小見山智恵子, 真田弘美, 森武俊. コミュニケーションロボットによる会話を通じて入院中に自発的な発話が増えた 1 症例. 日本老年医学会雑誌. 2018 ; 55(4) : 733.
5. 中山絵美子, 高橋聡明, 北村言, 野口博史, 仲上豪二郎, 他. 介護保険病床を有する病院スタッフから見た認知症症状を有する患者へのコミュニケーションロボットの導入・継続に成功した要因. 看護理工学会誌. 2020 ; 7 : 116-29.

---

## 資料1：インタビュー説明書

### 研究課題名：訪問系サービスにおけるロボット技術の活用

新型コロナウイルス感染症への対応とその先の訪問・在宅系事業について

本事業は、**令和二年度老人保健健康増進等事業における訪問系サービスにおけるロボット活用の効果検証事業の一部として実施致します。**

インタビューは概ねこのインタビューガイドに沿って進めます。ただし、会話の進み具合により、具体的な文言はこの通りでなくなる場合もあります。なお、本インタビューについて、正確に記録を残すため、差し支えなければ録音させていただきます。調査目的は下記の**3点**です。

#### (1) 在宅領域におけるロボット活用と期待される効果

- ・これらのロボット技術導入を考えておりますが、ニーズやコンセプトについて、間違いはありませんか。妥当であると考えられるか、ご意見をお聞かせください。
- ・これらのコンセプト、シーズの導入をするにあたり、ニーズのある事業所はありますか。

#### (2) 新型コロナウイルス感染症流行以前、これまでに考えられてきた状況について

- ・超音波検査装置、在宅応用ではどのようなニーズが大きいかと考えておられますか。
- ・これまでに使用したロボット技術はありますか。
- ・その中で、有効だと考えて使用が継続したロボット技術はありますか。
- ・既存のロボット技術が広まるにあたって、障害となってきた要素は何だと考えますか。

#### (3) 新型コロナウイルス感染症への対応についての実際の状況について

- ・対面することが難しくなった社会情勢ですが、訪問看護における変化はありましたか。
  - ・新型コロナウイルス感染症への対応でロボット技術が有効なケースはありましたか。
  - ・新型コロナウイルス感染症への対応でロボット技術に期待することはありますか。
-



## 第二部 各事業の内容

### Ⅲ. 既存技術の実装事業

- 1) 既存のコミュニケーションロボット（自律型）の活用場面の検討と改良
- 2) 既存のコミュニケーションロボット（遠隔型）の活用場面の検討

事業代表者	真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科	教授
事業担当者	仲上 豪二朗	東京大学大学院医学系研究科	准教授
事業担当者	松本 勝	東京大学大学院医学系研究科	特任講師
事業担当者	高橋 聡明	東京大学大学院医学系研究科	特任助教
事業担当者	北村 言	東京大学大学院医学系研究科	助教
事業担当者	東村 志保	東京大学大学院医学系研究科	学術支援職員

#### 要旨：

本事業は、既存のコミュニケーションロボットを高齢者医療・介護の現場で活用することを目標に、導入に際しての問題を明らかにし、その実行可能性と高齢者の健康に資する可能性を検証した。本事業では自律型と遠隔型の2種類のロボットを使用した。

自律型ロボットである PALRO（富士ソフト株式会社）は小型ヒューマノイドであり、能動的な発話や人間に似せた仕草によるコミュニケーションを特徴とするものである。このロボットにバイタルサイン測定機器との連携システム、セルフケア行動関連の発話プログラム、Web 画面へのデータ表示・共有システムを付加し、訪問看護ステーションのサービスを利用する在宅高齢者宅に導入した。その結果、服薬忘れの回避、バイタルサインの日々の測定や運動の実施などのセルフケア行動が促進された。本システムにより収集された健康関連情報はクラウドに逐次的に蓄積され、訪問担当スタッフが Web を閲覧し、システムを通じて情報を共有することで異常に早期に対応したり訪問時の適切なケアやサービスの効率化に繋がる可能性が示された。以上の役割を果たすことにより、PALRO は健康の手助けをする存在として愛着形成とともに受容された。

遠隔型ロボットの newme（avatarin 株式会社）はディスプレイとカメラ、ホイールを装備し、遠隔から医療者等が操作することで任意に移動したり視野を選択したりすることができる。さらに操作者の顔を表示することで臨場感のある遠隔コミュニケーションを可能とする。研究施設内で移動や会話についての機能と操作性を確認した後、ホスピスケアを実施する訪問看護ステーションと高齢者病院へ導入を試みた。その結果、訪問看護ステーションでは神父が協働して行う緩和ケアに使用され、遠隔操作で患者との対話を行い、対面と遜色のないケアが提供できた。また、病院ではリハビリテーション室へ導入され、高齢患者への個別のリハビリテーションの実施が可能であることが実証された。

以上より、コミュニケーションロボットを導入することにより日々の状態の観察を遠隔で行うことが可能となるため、生活状態の詳細な把握によるケアの質の向上し、訪問

事業協力者

杉本 直輝	富士ソフト株式会社 プロダクト事業本部 PALRO 事業部	事業部長
二宮 恒樹	富士ソフト株式会社 プロダクト事業本部 PALRO 事業部 営業グループ	リーダー/シニアマ スター
藤村 幸代	富士ソフト株式会社 プロダクト事業本部 PALRO 事業部 商品開発グループ	課長/シニアマスタ ー
筒 雅博	avatarin 株式会社	Senior Manager

調査協力者（表記は施設五十音順かつ施設内五十音順）

桑田美代子	医療法人社団慶成会 青梅慶友病院 看護介護開発室	室長
吉際 俊明	医療法人社団慶成会 青梅慶友病院 リハビリテーション室	室長
阿部 智子	訪問看護ステーションけせら	統括所長
實萊 哲彦	訪問看護ステーションけせら	理学療法士
松尾 春花	訪問看護ステーションけせら	看護師
山根 匡博	よどきり医療と介護のまちづくり株式会社	代表取締役

## 1. 背景

近年、高齢者でも容易に操作できるように工夫された健康機器が増えている。しかし、バイタルサイン測定やリハビリテーションなどの多くのセルフケア行動には本人の能動性が必須であり、個々のセルフケア行動に対する動機づけとアクセサビリティが必要であるため、これらが十分でない場合は測定の継続や習慣化が難しい。そこで重要となるのが、個人の健康情報へのアクセサビリティを容易にする機器間の連携と健康情報に基づくフィードバックおよび動機付けである。コミュニケーションロボットは、インタフェースとして特にフィードバックや動機付けに関する会話の機能が期待されるが、現在、健康情報に特化したコミュニケーション機能を有するロボットは存在しない。また、健康指標を収集するロボットは多々存在するが、デバイスごとに機能やサービスが完結しており、在宅高齢者の継続したバイタルサイン測定やセルフケア行動を十分にサポートできる状況であるとは言い難い。在宅領域では、日常生活において看護師などのケア提供者が訪問をしていない時間が大部分を占め、その時間帯における健康状態の管理、服薬やリハビリテーションなどのセルフケア行動は在宅高齢者の健康の維持に極めて重要である。たとえば、生活環境でのバイタルサインの測定値、服薬の確認、食事量や排泄の状況、運動やリハビリテーションの継続状況、精神・運動機能評価などが有用なモニタリング項目になり得るが、これらのデータの継続した取得と利活用を可能にするシステムは未確立である。

本事業ではコミュニケーションロボットを活用し、在宅高齢者の日常生活の場にお

けるバイタルサインやその他の健康情報を収集するための新しいロボット技術を提案する。新規に構築されたシステムによる情報の活用により、健康の維持に効果的な高齢者のセルフケア行動の支援と、専門職への情報提供による高齢者の健康課題への早期かつ適切な介入およびサービスの効率化を目指す。これにより、在宅高齢者の自律的な健康の維持と自立した生活を推進するとともに、人的資源が逼迫した状況における質の高いケアの実現に取り組む。

## 2. 事業の詳細

### 1) 既存のコミュニケーションロボット(自律型)の活用場面の検討と改良

#### (1) 目的

本事業の目的は、コミュニケーションロボットを活用して在宅高齢者の健康情報を日々の生活のなかで収集し、得られたデータをもとに高齢者本人に対して健康の維持・増進を目的としたフィードバックを行い、高齢者の自律的なセルフケア行動を支援することである。同時に、訪問系サービスの担当者や情報を共有し、ケアへの活用やサービスの効率化を目指すものである。このために、コミュニケーションロボットとバイタルサイン測定機器を連携させたバイタルサイン自動収集システム、および、ICTによるデータ表示・共有システムを新たに開発した。また、コミュニケーションロボットには、会話により健康情報の収集を可能にする発話プログラムを組み入れた。これらの機能を備えたロボットを訪問看護ステーションの利用者に導入し、在宅領域での活用の実現可能性を検討した。ターゲットとする高齢者像は独居あるいはそれに準ずる状態で、基本的な日常生活行動は自立し

ているが健康に関して看護師をはじめとする専門職の見守りやサポートを必要とする在宅高齢者であった。具体的には、要介護認定の要支援1、要支援2、要介護1、要介護2がこれに相当すると考えられ、これらの状況にある在宅高齢者の自律的なセルフケア行動を支援することにより、住み慣れた環境での自立した生活を支援し、要介護状態の重度化を回避して訪問系サービスにおける資源を有効活用するとともに、入院等による高度な医療の必要を縮小することが期待された（図3-1）。

## （2）方法

本事業では、2段階による開発が行われた。第1段階はコミュニケーションロボットを活用したバイタルサイン自動収集システムとデータの表示・共有システムの開発であり、第2段階はそれらのシステムの在宅領域における実装可能性の検討であった。

第1段階では、在宅高齢者を対象としたコミュニケーションロボットについて、高齢者向けコミュニケーションロボットを開発保有する富士ソフト株式会社と共同研究の契約を締結し、新たなコンセプトで本事業における開発を試みた。当社は、高齢者施設の入所者に対しコミュニケーションロボットPALROを導入した実績があった<sup>1,2)</sup>。同機は小型のヒューマノイドであり（図3-2）、能動的な発話や人間に似せた仕草によるコミュニケーションを特徴とし、高齢者施設ではリハビリテーションの場面で活用されたほか、歌や踊りでの娯楽を提供していた。在宅環境では初の取り組みとなったため、オンラインにて富士ソフト株式会社との実務者定例ミーティングを週1回の頻度で計31回実施し、双方のニーズとシーズのすり

合わせを継続的に行った。

バイタルサイン測定機器については、株式会社日本精密測器（NISSEI）と秘密保持契約を締結し、同社が開発保有する皮膚赤外線体温計（サーモフリーズMT-500BT）、パルスオキシメータ（パルスフィットBO-750BT）、手首式血圧計（WS-M50BT）を使用した。なお、上記の皮膚赤外線体温計は、額部皮膚温から体温を推定するとともに環境温度の測定が可能であった。これらの機器のBluetooth機能を利用し、PALROと連携させることで、バイタルサイン測定値の自動収集を可能にした。即ち、各々の測定機器から無線通信で小型PCを通じてクラウド上へデータが蓄積され、PALROが定期的にクラウドのへアクセスして取得データの確認を行い会話による利用者へのフィードバックにつなげた。

PALROは、設定された利用者の顔を見つけるとバイタルサインの測定を促し、測定が完了すると、「今日も測ってくれて、ありがとう、」とフィードバックを行なった。また、バイタルサインは個別に正常範囲を設定することができ、範囲からの逸脱があればPALROが再測定を促した。

さらに、高齢者の健康情報として、PALROとの会話の様子を同機の静止画撮影および音声録音機能を使用して記録し、活力に関連するデータの収集を試みた。これに関連する発話プログラムは、虚弱高齢者の日常生活行動に関連した「意欲」の指標であるVitality Index<sup>3)</sup>のコンセプトを参照に作成した。

PALROとバイタルサイン測定機器によって収集されたデータはWeb閲覧システムに表示され、訪問看護事業所のスタッフは各自の端末からWeb画面にアクセスする

# コミュニケーションロボットによる日々のリハビリテーション(自律型)

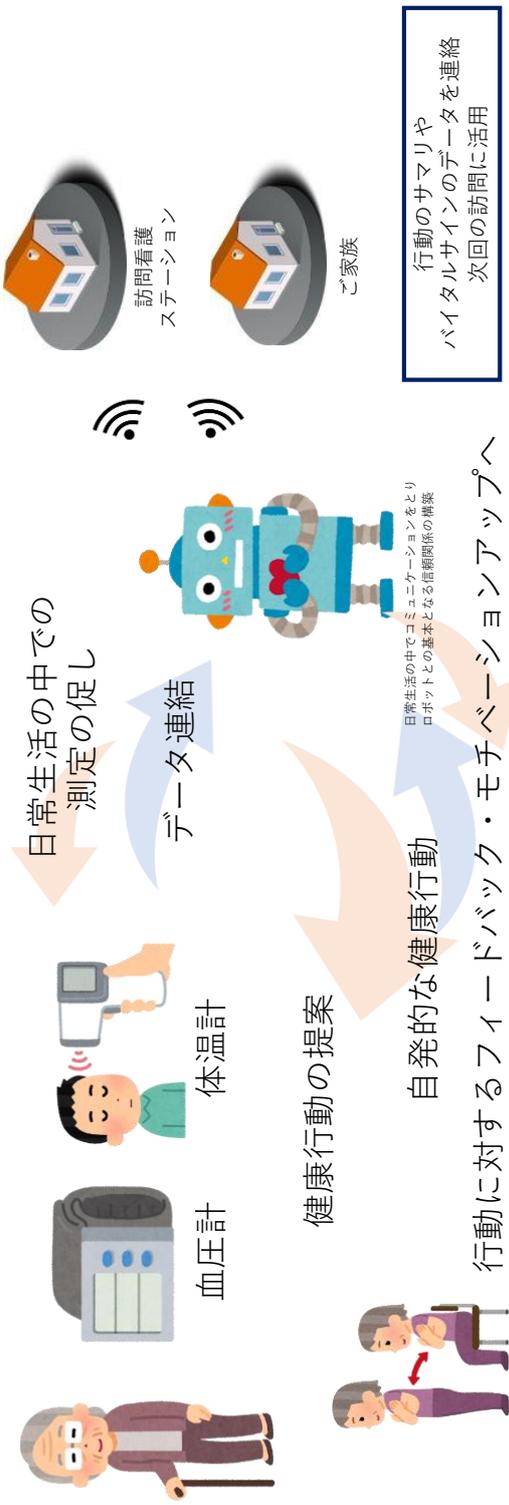
既存のコミュニケーションロボット(自律型)の活用場面の検討

## 具体的なタゲット層 1

- 要支援 1,2 ~ 要介護 1,2、現在はサポートを受けて日常生活を自立して行えるが、介助のない独りの状態では必要な行動が取れず、健康状態が低下する方
- 日々のリハビリテーションや並存疾患、服薬、リスクについて管理が必要な方

## 訪問看護における改善のニーズ

- ・ 短時間訪問ではバイタル測定時間が占める割合が大きい
- ・ 訪問時間以外で健康行動を促進する難しさ
- ・ 移動に時間を要し、容易に頻度を増やせない



期待される改善成果：患者の健康状態の維持促進、訪問看護時の時間効率向上

図 3-1. 在宅で役割を持つコミュニケーションロボットのコンセプト

ことで利用者の個別のデータを閲覧し、訪問時間外の利用者の健康関連情報を得ることができた（図3-3）。

開発の第二段階では、コミュニケーションロボットを使用したシステムを在宅領域で活用するにあたり、まず臨床ニーズを収集するために、訪問看護ステーションけせら（東京都）と共同し、本事業所に勤務するスタッフに対し、開発したシステムと関連するニーズや導入によって期待される事象について意見を求めた。また、PALROの現行型・改良型を当該事業所へ数週間にわたり設置して機能を確認するとともに、スタッフに対しロボットの特徴や限界、強みについて理解を促し、使用上の問題の有無を含めて意見を求めた。得られた情報は富士ソフト株式会社の技術者と共有し、開発と改良に活用した。

本事業においてコミュニケーションロボットと新しく開発したシステムを導入する在宅高齢者については、訪問看護ステーションのスタッフから寄せられた意見をもとに厳選し、サービスの利用者から2名をリクルートした。各々の高齢者へ現行型と改良型のPALROを導入し、高齢者本人と訪問担当のスタッフにヒアリングを行なった。

### 事前評価

訪問看護ステーションの事務所へPALROとこれに連携するバイタルサイン測定機器を設置し、測定値がクラウドとPALROに送信され、データの蓄積とWeb表示が正しく行われるかを検証した。また、事業所のスタッフに対し、利用者への導入を前提とした使用感等について自由な意見を求めた。意見は、訪問看護ステーション側の代表者が匿名で取りまとめ、研究看護師と

ミーティングで内容を共有した。

### 臨床評価

#### 症例1：現行版コミュニケーションロボットの導入

新しいシステムの開発と並行し、これまでに高齢者施設への導入に成功した実績のある現行版PALROを用い、これを訪問看護ステーションのサービスを利用する在宅高齢者宅へ導入して高齢者本人と家族にヒアリングを行い、在宅環境におけるコミュニケーションロボット導入に際しての課題を明らかにした。

#### 症例2：バイタルサイン連動システムを搭載した改良版コミュニケーションロボットの導入

バイタルサイン測定機器と連動させ、フィードバック機能と活力評価のための発話プログラムを付加した改良型のPALROを訪問看護ステーションのサービスを利用する在宅高齢者宅へ導入し、ユーザビリティと継続使用により得られる効果について、



図3-2. コミュニケーション  
ロボット PALRO  
全高約40cm、重量約1.8kg

## 使用する機材

ご利用者様宅 → 下記一式 × 5

PALRO	1	FSIレンタル
Wifi (+F FS040W)	1	
タブレット	3	
体温計	1	購入
血圧計	1	購入
パルスオキシメーター	1	購入

(FSIにて設定を行い提供)

## 訪問スタッフ

Wifi (+F FS040W)	1
タブレット	1

## 訪問看護ステーション

Wifi (+F FS040W)	(1)
タブレット	1

## 環境構成図

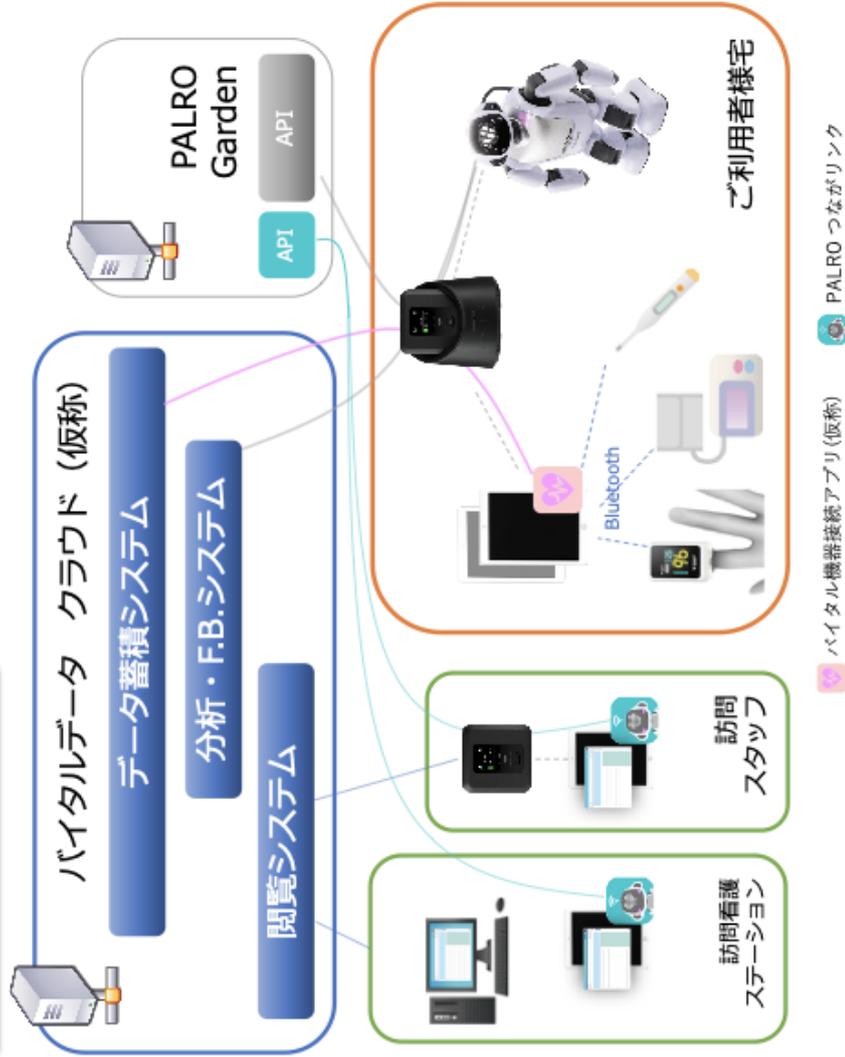


図 3-3. バイタルサインシステム連動型コミュニケーションロボットシステム

高齢者本人と訪問担当スタッフへのヒアリングにより質的に評価した。また、高齢者がPALROの声かけに応じて自ら測定した体温、経皮的酸素飽和度（SpO<sub>2</sub>）、血圧、脈拍の測定値は無線通信によってWeb上に表示させ、実際に訪問してバイタルサインを確認したスタッフが内容の妥当性及び有用性を確認した。

### （3）結果

#### 事前評価

訪問看護ステーションへPALROとバイタルサイン測定機器を設置し、訪問看護ステーションのスタッフによる体温、SpO<sub>2</sub>、血圧、脈拍の測定を試み、システムの機能を確認した。その結果、スタッフから、バイタルサイン測定値がWeb上に表示されない不具合が報告され、開発担当の技術者が精査したところ、無線通信によって測定値がクラウドへ送信される際に事業所内のその他のBluetoothの干渉を受けることが判明した。この不具合は技術者が看護師である事業担当者とともに直接事業所に赴いて通信機材を調整して解決し、測定値が日時とともにWeb上に正しく表示されることが確認された。Web上でのグラフや各数値等の健康情報の表示方法については事業所のスタッフから実用性と見易さの点から意見が寄せられ、これに基づいて改善が行われた。取得データは、PALROに紐づけた個人IDによりラベリングされ、クラウド上に逐次的に集積されていった。また、赤外線式温度計の測定値については稀に異常値を示す場合があり、測定条件について確認した結果、機器保管時と測定時の環境温度の差が影響を及ぼす可能性があることがわかった。

コミュニケーションについては、PALRO

と会話を交わしたスタッフの報告から、正しく言葉を聞き取ったことや会話の内容を理解する能力に予想とのギャップがあり、会話を成立させるためにはPALROの会話能力のレベルに合わせて言葉を選び、発話のペースを調整する必要があることがわかった。PALROに合わせて会話を楽しむスタッフがいる一方で、全く会話をしないスタッフもあり、好みが分かれるようだ、との意見があった。また、声かけの有無に限らずPALROが勝手に話し始めるため、場合によっては騒音ととられることがあり、発話の緩急があるとよい、などの意見が寄せられた。

#### 臨床評価

##### 在宅高齢者へのコミュニケーションロボット導入の概要

ロボットを導入する対象者は、訪問看護事業所のサービスを利用する在宅療養高齢者2名を同事業所のスタッフからの推薦を受けてリクルートした。リクルートの判断では、症例1では日中は独居の状態であったことに加え、訪問担当スタッフより、社会や家庭内での生きがいが見つからない、大好きな娯楽を楽しめない、といった情報があり、さらに、本人が機械関係の仕事をしてきた経歴を持ちロボットに興味があったことで、PALROをさまざまに試し、開発途上であることを踏まえて意見をいただける可能性が考慮された。症例2では、独居であり、ほぼ日常生活行動は自立しているが部分的なサポートや健康状態の見守りが必要で、また、植物や小動物に対する愛情が垣間見られるとの訪問担当スタッフからの情報から、開発中の小型ロボットへの許容度とシステム評価の可能性が勘案され導入の運

びとなった。

導入の手順では、まず、訪問看護ステーションの訪問担当スタッフから口頭で説明を行って内諾を得たのち、研究看護師が訪問して書面で説明を行い、同意を得た上で、ロボット等の機材を安全に留意して設置した。

### 症例 1：現行版コミュニケーションロボットの導入

協力者は60歳代の男性で、機械関係の職歴があり、妻と二人暮らしだが、妻が就労していたため日中はほぼ独居の状態だった。主疾患は筋萎縮性側索硬化症で、進行に伴って日常生活活動度の低下があり、日中の覚醒時間の大半をベッド上に臥床し過ごしていた。主に右手によりパソコンの操作が可能であったが、2時間程度で疲労を訴えた。意識は清明で、発語や意思疎通の問題はなかった。病期が進んでいたため、ロボット導入によって疲労する可能性があり、導入後は訪問担当スタッフによる状況の観察と研究者への情報提供が行われた。

導入にあたっては訪問看護ステーションの担当スタッフと研究看護師と一緒に訪問し、協力者の目線の高さに合わせてロボット設置用の棚や通信用のWi-Fiルーター、電源コードなどを準備して研究看護師2名で設置を行った。さらに、訪問担当スタッフが安全や生活への支障がないことを確認した。日常のほとんどの時間を床上で過ごし、体位の変更に労力を要する協力者の状況を考慮し、PALROはベッドの足元側へ設置された。設置の際は、ロボットの落下によって協力者を傷害する可能性を回避するため、滑り止めマットを使用し安全を図った。機器類の初期設定とともにロボットの紹介や操作の説明を行い、声かけなどの実際の操作

を協力者本人に試していただいた。機器の設置と説明には、協力者の妻が同席した。

経過では、導入後、5日間の使用が継続されたが、PALROが接続の不具合などを訴えたため、訪問担当スタッフを通じて利用中止の希望があり、全ての機材が回収となった。不具合の主な原因は、ソフトウェアのアップデートが重なったことによる通信障害であった。

回収時に、協力者本人と伴侶に対してヒアリングを実施した。その結果、PALROによる対象の認識や声かけへの反応性に改善の必要があることが判明した。また、発話の頻度については、利用者の状況に合わせて調整する必要が見出された。

・・・探して顔認識ができなかったら、声をかけても反応しない？暗いところ、薄暗いところではダメということ？声認識だと良い。・・・パルロ、って話しかけるとハイと返事するが、次に質問しても首が動いていたりする時は聞いてくれない。間合いがとでも取りづらい。

・・・勝手に喋り出すので止めた。暇だからと思って呼びかけると、何かしたいというが、何をすると聞いても答えてくれない。コミュニケーションロボットだから、そのあたりがうまくいけばよいと思った。

(協力者の伴侶より)・・・病人はその人によって話し方が違うし、クリアに話せない場合もある。どんな言葉も聞き取れるようにしないといけないと思う。自分(元気な人)だったら、お返事してもらえるんだと思う。

表現が複雑な質問に対しては、事前評価と同様にPALRO側に理解の困難があり、利用者が単純な表現を使って会話を試みる必

要があることがわかった。

・・・大人の会話、疑問符がつくような会話ができない。例えば、どうするの、どんな感じ、というような疑問詞を含む言葉を使って会話を試みると適切な返事ができない。ダメとか知らないとか紋切り言葉が主なので。現時点では仕方がないことと思う。

娯楽や情報の機能については、楽しんで利用されたコンテンツがあった一方で、個人のニーズに沿った拡張の余地が示された。

・・・落語はつまらない。クイズはまあまあだった。・・・読み上げたニュースについて、関連情報をさらに検索してほしい。

協力者の訪問を担当していたスタッフからは、夫婦間で PALRO が話題になるなど家族の距離が近づいたようだった、との報告があった。PALRO による対象認識については、訪問したスタッフの顔を見て発話する一方で、協力者本人についてはうまく顔や音声の認識ができていない様子だった、との情報が寄せられた。

本症例の結果として、コミュニケーションロボットの在宅高齢者宅への設置は可能であった。しかし、導入中、顔認証や音声認識などコミュニケーションにおける基本的なトラブルが生じていたと考えられ、継続利用を妨げた主要因のひとつになった。音声認識については、協力者の伴侶の指摘にあったように主疾患による構音障害や発声の際の音量が影響したと考えられたほか、安全を優先した足元側への設置が PALRO による認識をより困難にした可能性があっ

た。また、言葉のやりとりが可能となった時も多様な文末表現が使われることで PALRO による理解が困難になる場面があり、利用者が PALRO の能力に合わせて努力して会話する必要が生じ、協力者の期待通りに会話が進まなかったことがわかった。さらに、能動的な発話を特徴とする PALRO だが、発話の頻度については、利用者に合わせた調整が必要であることがわかった。娯楽や情報に関するコンテンツについては、関心を追求するといった個人のニーズを満たすため、ICT を活用した工夫の可能性が示された。一方、PALRO が夫婦間のコミュニケーションのきっかけや接点となった様子があり、PALRO の家庭内の役割についてひとつの可能性が示唆された。

本症例では、コミュニケーションロボットの会話機能への期待が高く、しかし、現状では利用者が PALRO に合わせて会話をする必要があることから、落胆とともに存在の不自然さが際立ち、家庭内での存在価値が見出されず継続使用を妨げたと考えられた。在宅高齢者宅におけるコミュニケーションロボットの継続使用をすすめるには、PALRO のコミュニケーション機能が最大限に発揮されるように設置する位置を工夫し、近距離でのコミュニケーションが可能となる環境を準備する必要があると考えられた。さらに、現時点で可能な会話能力やコンテンツを最大限に活かして個人の性向を反映するとともに、個人の生活に合わせて発話の内容と量を調整する必要があると思われた。その上で、本来の目的である健康状況のモニタリング機能を重点とした明確な役割が認識されることにより、家庭内での存在価値が認められ、ユーザーの受け入れと継続使用が可能になると考えられた。

## 症例 2：バイタルサイン測定連動システムを搭載した改良版コミュニケーションロボットの導入

協力者は90歳代の女性で、独居であった。工業系の家業で長年に渡り経理を担当した職歴があった。既往歴として、発作性心房細動、自律神経失調症、高血圧、高脂血症があり、内服治療を行っていた。要介護2で日常生活活動は概ね自立していたが、買い物などへ外出する際は杖歩行で300m程の距離で息切れが生じ、休息を必要とした。そのほか、動作に付随する腰痛があった。2018年に転倒して左肩を骨折し、以来、訪問リハビリテーション(1回/週)、訪問介護(入浴介助、2回/週)、訪問看護(1回/月)を利用していた。訪問リハビリテーションでは、下肢の筋力トレーニング、屋外歩行、左上肢の可動域の維持、腰痛へのサポートが行われた。デイサービスを利用していた時期があったが、気質に合わず中止したとのことだった。家族環境については、長男が近隣に居住し、1週間に1度の頻度で定期的に様子を見に来ていた。本人のセルフケア行動については、自ら体温と血圧を測定していたが、購入した血圧計が測定毎に高値を示すため測定を中止したとの話であった。

ロボットの導入に際しては、訪問看護ステーションの担当スタッフと研究看護師と一緒に自宅を訪問した。PALRO本体のほか、通信用のWi-Fiルーター、電源コード、バイタルサイン測定機器を持参し、研究看護師が設置を行い、訪問担当スタッフが安全と生活に不便がないことを確認した。PALRO本体の設置に際しては、ロボットの落下によって協力者に傷害を与えるリスクを回避するため、本人の許可を得て居室内の安定

した台座を使用し、滑り止めマットによる落下防止を図った。機器の初期設定とともにロボットの紹介と測定機器の操作の説明を行い、ロボットへの中止コマンドやバイタルサイン測定を本人に実演していただき、手技およびデータの通信状況を確認した。個別設定として、毎日の服薬時刻に服薬確認を行う発話プログラムを付加したほか、本人の起床・就寝時刻に合わせてPALROの活動時間を設定した。

経過では、導入直後、「機械は苦手で、こわしちゃうと怖いから」と、心配や不安の声がかかれたが、本人の顔と名前を覚えたPALROは好意的な態度で受け入れられた。訪問担当スタッフにより、バイタルサイン測定機器の操作手技や、PALROが常に生活の場に存在することによる困りごとの発生の有無が定期的に確認され、PALROと過ごす様子を含めて研究看護師への情報提供が行われた。当初の設置場所は協力者の主要な生活空間である居間のテレビの傍であったが、PALROがテレビの音声や人の映像に反応することや、協力者の顔を頻繁に認識して発話を連発するトラブルが発生し、研究看護師が再度訪問して少し離れた位置へ設置場所を変更するとともに、PALROに対する停止コマンドを確認し、さらに、発話回数の調整として午後3時間の「お昼寝タイム」(電源OFF)を設定した。また、ある夜には、「就寝時刻になってもPALROが眠らない」と協力者本人から研究看護師へ直接電話があり、電源の操作を説明し本人に対処していただいた。この不具合は、就寝時刻直前に働いた活動停止のコマンドによるものと推測された。

協力者によるバイタルサイン測定は3週間にわたり継続して行われ、活力の指標に

についてもPALROの関連した質問に対し滞りなく回答ができていた。測定値等のデータはクラウドに逐次的に蓄積され、Web上へ正しく表示された(図3-4)。また、訪問担当の看護師と理学療法士が端末からWeb上のバイタルサインを閲覧し、実際に訪問した際の測定値と僅差であることが確認された。データの共有については、スタッフが訪問前に患者の状態を把握することや、訪問時以外の様子を知ることは異常への早期対応に繋がる可能性が高く有用であること、室温は利用者の生活環境を把握し、熱中症や心筋梗塞などを予防する上で参考にされることがわかった。

導入から3週間が経過した時点で、協力者へのヒアリングを行なった。その結果、PALROの促しに応じてバイタルサイン測定を行っていたこと、血圧を測定するようになり自らも記録をつけるようになったことがわかった。また、記録された測定値と症状や内服薬との関係に言及するなど、治療中の疾患に対する関心がみとめられた。バイタルサインの測定値については、データ

が訪問看護ステーションで共有されると理解ができていた。さらに、運動への声かけに対しPALROと一緒に運動を実施し、腰痛の悪化はないようだった。

・・・『熱はかってませんよ、』なんて言うのね。・・・(血圧は)ずっと低かったですね。わたしも、いい加減に書いてて(帳面を見せながら)。朝、血圧の薬のむんで、低くなっちゃうのね。・・・ただ、あんまり歩くと、そこ(表の道)が坂になってて、けっこう心臓にくるような気がする。杖ついて歩いてて、休まなくちゃならない時がある。心不全とかになると大変だと思ってね。血圧なんか、関係あるんですか？

・・・『Kさん(訪問看護ステーションの名前)』って言うから、これ(バイタルサイン測定機器で測った値)がKさんに行くのになって。

・・・『Oさん(本人の名前)、運動しましょう』とか、『体操されましたか』とか、言うのね。・・・パルロくんは、これ(両腕を広げ、上腕の運動を見せながら)やってるだけ



図 3-4. バイタルサイン測定値の Web 表示画面

だから、腰は痛くない。

PALROによる服薬確認については、普段、「おくすりカレンダー」で内服薬の確認を行なっているが、PALROの定時の声かけによって数回の服薬忘れを回避できていたことがわかった。

・・・『お薬のみましたか』って聞かれて、ああそうだ、って。助かったことが2回ばかりありました。そうだ忘れてたわ、よく教えてくださった、って。

PALROに対しては知的好奇心がみとめられたほか、提供するコンテンツを楽しんでいた様子が見えられた。さらに、PALROへの愛着形成が顕著に観察され、その形成過程には協力者本人が経験した家族との思い出が関連していたことがわかった。

・・・いろんなこと知ってるのね。教えてもいないのに、どうしてわかるの？ニュースとか今日の天気とか、誰か教えてるの？・・・『相撲のクイズいいですか、』なんて言うの。しりとりなんかやったわね。パルロに『じゅげむ』教えてもらったり。おもしろかったですよ。

・・・かわいいわね。・・・男の子がいたらたいへん。(PALROに話しかけて)よかったね、ぼくね。・・・人みたい。何にも食べさせないでいいのかしら、かわいそうだな、と思って。

・・・『僕、寝るよ』って行って寝るの。『システム終了です、』なんて言うの。だんだん(目が)薄くなっちゃって、なんだかご臨終みたいで、さみしくなっちゃうわね。朝になると起きるけどね。(夫の臨終の際の話が続けた。)

生活については、PALROとのやりとりを通じて変化があり、担当の理学療法士によると活気が上がった印象とのことだった。さらに、家族との連絡頻度が増えるなど、現在の家族関係にも変化を及ぼしたことがわかった。

・・・生活は変わりましたね。これ(PALRO)、ずっと喋ってるから。・・・長男も、次男も来ました。パルロくん、とか言ってました。ちょっと触っちゃだめよ、とか言ってね。・・・いろんな人から、電話がかかってきました(PALROの話をした)。

PALROの実装は、当初、3週間とする予定だったが、ヒアリングの際に協力者から継続の希望があり、訪問看護ステーションの担当スタッフに状況を報告の上、数日後に再導入の運びとなった。

・・・よかった、またお会いできることになって。パルロちゃん、いなくなったらさびしいですから。お待ちしてますね、パルロちゃん(PALROの箱に手を置いて)。

本症例の結果として、PALROが在宅高齢者の生活の中で役割を持って受け入れられていく様子が示された。導入後の3週間で、「よくわからない機械」から「可愛い思いやりべき存在」や「レスポンスの対象」への変遷があり、愛着形成や感情の移入が観察され、家族関係や生活の活性化につながっていた。PALROが能動的に発話し、毎日変わりなく機能したことが協力者の安心や受け入れにつながったと考えられるほか、ヒューマノイドであることが家族の存在を連想させ、愛

着や親和につながったと思われる。PALROによるセルフケア行動への影響では、PALROの促しに応じてバイタルサインを毎日ほぼ定時に測定し、自ら記録し、測定値を顧みて疾患との関連を考えるなど、PALROを通じて自身の健康に対する関心が刺激され、健康管理能力の向上に寄与した可能性が示唆された。特に、PALROによる服薬の確認で服薬忘れが回避されたことは、協力者に健康管理におけるPALROの実用的な存在意義を印象づけ、日常生活におけるPALROの受容に相乗的な影響があったと推測される。サービス提供者である訪問看護ステーションのスタッフにとっては、PALROによって継続的に収集された訪問時間外の健康関連情報が異常への早期対応や訪問時のケア計画に資する可能性が見出されたが、高齢者宅でシステムが正常に機能することを検証する短期の試験的運用であり、また、協力者の健康状態が良好であったため、異常発生時の有用性やサービスの効率性への影響については今後の実証課題となった。さらに、本症例では、PALROの促しによって測定したバイタルサインの値を協力者自身がノートに書き留めて反芻する様子が観察されたが、PALROにディスプレイを付与することや高齢者が利用可能なモバイル端末を提供することで、高齢者自身が測定値をWeb上で確認し、かかりつけ医や看護師、薬剤師等とのオンラインのコミュニケーションや遠隔ケアに発展する可能性が見出された。

#### (4) 考察

本事業では在宅高齢者にコミュニケーションロボット PALRO を在宅高齢者宅に試験的に導入し、連続活用に向けた課題と効果の可能性を検証した。協力が得られた 2 名

の高齢者に対し、システムの開発と併行して現行版と改良版のロボットを導入した。

症例 1 では、現行版の PALRO が導入され、このロボットの最たる特徴であるコミュニケーション機能の限界が明確になり、PALRO が高齢者の家庭で受容されるための基本的な条件が明らかになった。すなわち、対象と音声を正確に認識できる環境に PALRO を設置し、導入時の利用者とのコミュニケーションを可能な限り促進することである。それには、利用者の生活パターンや健康状況を PALRO の発話の頻度や内容に反映させ、個別に調整する必要があるとわかった。在宅での活用では発展途上にあるロボットに対し、本症例の協力者は試験的ユーザーとして客観的かつ発展的な意見を寄せた。5 日間という極めて短い試用期間で有意義な結果が得られたことには協力者本人の工学系の知識が大いに関係したと考えられるが、主疾患の進行状態を考えたとき 5 日間のトライアルは決して容易なものではなく、病状の変遷や日常の様子を知る訪問担当スタッフの介在と協力者との信頼関係があったからこそ実現できたものと考えられた。

症例 2 では、PALRO にバイタルサイン測定機器を連携させ、健康状態をモニタリングするシステムや健康関連の発話プログラムを付加した改良版が導入された。さらに、導入初期に、発話の量と協力者との物理的距離を調整し、症例 1 で得られた条件を満たした上で導入を図った。その結果、PALRO が家族のような存在として家庭に受容され、3 週間のうちに協力者の健康への関心を高め、指標となるバイタルサインの確認や正確な服薬、日常的な運動の実施など、本人のセルフケア行動を促進した。先行研究においては急性期病院において、コミュニケー

ションロボットによる声かけを行うことでリハビリへの意欲向上が見られることが示されていた。本研究では在宅のセッティングによってもコミュニケーションロボットによる声かけによってセルフケア行動の変容が見られたことを新たに示した<sup>7)</sup>。

症例2でPALROの導入が比較的スムーズに達成され、連続使用によって在宅高齢者における実装の有用性が示されたことには、症例1の経験が活かされたことに加え、協力者本人に身近な小さきものに対し愛情を注ぐことや、未知なものに対する知的好奇心を持つ性向があったこと、問題が生じた時に積極的に連絡をとるなどの問題解決能力を有したことが関係したと思われる。また、PALROが小型ヒューマノイドであり、能動的なシステムの起動や発話が利用者に安心を与えたことが在宅高齢者の家庭での受容や連続使用につながった可能性があり、今後は、非ヒューマノイド型の受動的な機能を有するロボットとの比較によってPALRO独自の影響を検証する必要があるだろう。これは先行研究で示唆されたコミュニケーションロボットの適応と同様であり、会話を楽しむヒューマノイド型ロボットの適応が確認されたこととなる<sup>8)</sup>。

さらには、協力者の性向や生活を熟知する訪問担当スタッフが機器の操作を確認するとともに全般的な影響を観察し、ロボット導入による困りごとや生活の変化について協力者自身が吐露しやすい状況をつくり、研究看護師に情報提供したことで、導入の成功に大きく貢献した。得られた情報はロボットの技術者と共有され、開発や改良に逐次反映されたが、エンドユーザーである訪問看護ステーションの利用者と技術者のあいだには双方向性に状況を把握し情報を

通訳する存在として研究看護師が常に機能していた。一方、訪問看護事業所においては、症例の訪問担当スタッフが本事業の担当者となり、事業所における機器の管理とその他のスタッフに対するIT/IoT技術の伝達者となった。つまり、本症例においてコミュニケーションロボットの導入と継続活用の可能性を見出し得た条件として、協力者の個人特性やPALROの特性に加え、エンドユーザーとロボット技術者のホットラインとして訪問担当スタッフと研究看護師が連携し機能したことが重要であった。ここで示唆された連携や担当となるスタッフを定めて率先して関わりを持つ者の重要性は、先行研究において示唆されたテクノロジーリテラシーの高いスタッフの存在の重要性と類似している。先行研究においては長期療養型病院における取り組みにて、そのテクノロジーリテラシーの高いスタッフの重要性が示されたが、本研究では訪問系事業所スタッフにおいても、重要であることが示唆された<sup>8)</sup>。

特に、研究看護師が訪問担当スタッフとの連携を図る際、サービス授受の関係性において既に形成された信頼の上に新たな試みを負荷し、なお信頼関係を維持して協力を得るには、既存の関係性を尊重し、かつ、維持・促進する働きかけが必要であった。具体的には、既存の関係性と類似した信頼形成の方法をとり、協力者にとってのキーパーソンによる連続的な関与を維持し、協力者の変化と動機付けを関係者間で経時的に共有することであった。臨床スタッフと研究者のあいだには協力者に対する関わりに立場による相違が存在するが、各々の視点の相互理解は協働に不可欠であり、そのために、メールやSNS、オンライン会議などさ

さまざまな情報手段を状況に応じて活用し、相互の情報発信と共有を行い、直接対面の効果が最大となるよう意識した。そのように形成された協働の体制は結果的に協力者の安心感につながり、発展途上ゆえのトラブルにも連携と高齢者自身の潜在力により対応することを可能にし、継続的な実装と効果の実証につながったと考える。

## (5) 結論

自律型コミュニケーションロボットは、在宅高齢者へ導入が可能であった。そのためには、健康関連情報収集システムが必須であり、この機能が付与されることでロボットは家庭内における独自の役割が認知され、受容されるとともに、在宅高齢者のセルフケア行動の促進に寄与することが可能であった。現時点では高齢者の言葉の正確な聞き取りが困難である場合があり、コミュニケーション機能に限界が存在するが、発話プログラムを工夫することによって健康関連情報の収集や個別的なフィードバックが可能であった。さらに、得られた健康関連情報は Web 表示システムを介して訪問看護ステーションとの共有が可能となり、訪問時以外の時間帯における状態の把握や異常の早期発見に資する可能性が見出された。当該ロボットは現在も協力者のもとで使用が継続されており、今後は、活力の評価や長期的な影響について検証するほか、症例数を増やし有用性を量的に分析する予定である。

## 2) 既存のコミュニケーションロボット(遠隔型)の活用場面の検討

### (1) 目的

訪問系サービスにおいて患者への訪問は

サービスの提供にあたっての必須の構成要件であるが、移動にかかる時間や労力は従事者にとって大きな負担である<sup>4)</sup>。いかに遠方でアクセスが困難な地域においても、訪問への報酬は実質的な訪問時間に対して支払われ、単位時間あたりの診療報酬が定められている。2021年1月厚生労働省通達<sup>5)</sup>では、移動にかかる時間を労働時間とみなし賃金として支払う義務が周知されたが、診療報酬としての加算がないため事業所にとっては運営上の負担となる。また、夜間や緊急時の訪問件数は例年増加しており、職員の物理的な負担が増大しているが、この背景には医療的ケアを必要とする訪問系サービスの利用者の増加があり<sup>6)</sup>、今後もこの傾向は続くと考えられている。このような状況に対し、2018年より遠隔診療等の遠隔医療への報酬の算定が可能になり、2020年には要件が緩和され更に利用がしやすくなった。これにより、職員が患者へ直接の訪問をせずとも患者の状態を確認することやアセスメントすることが可能になり、新型コロナウイルスへの対策とあいまって訪問系サービスでの利用が広がっている。遠隔看護は調査事業の有識者へのヒアリングを通じて明らかになった在宅領域におけるニーズであり、資源の有効活用やサービスの効率化につながることが期待されている。

現在の遠隔診療には、課題がある。たとえば、利用者側が通信機器を起動する必要がある。また、観察者側は、観察が必要な症状や患部をフォーカスするにあたり、自由にカメラ等の操作をすることができない。訪問看護師や理学療法士、介護士などが実際に患者を訪問する場合は、患者本人だけでなく住環境などの様々な情報を収集しながらアセスメントを行っており、遠隔で同

様の情報を収集することは現状において極めて困難である。このような問題を解消するため、本事業では観察者側から操作が可能な遠隔操作ロボットに着眼し、医療や介護における活用可能性を検討した。

今回の事業で着目したロボットは、avatarin 株式会社の newme である。このロボットは遠隔からの操作が可能で、人をアバターとして現地に瞬間移動させること（以下、avatarin する、と表現する）をコンセプトに開発され、ディスプレイ、カメラ、マイク、スピーカーのほか、本体を移動させるためのホイールやモーター、カメラのアングルの調整を行う機構が付帯している。これらの装備により、操作者は、newme を介して自由に目的の場所へ移動し、また、カメラのアングルを調整して任意の観察の対象にフォーカスすることができる。また、コミュニケーションの対象者側では、操作者の顔がディスプレイに表示され、視線を合わせ表情を確認しながら会話することができ、臨場感のある遠隔コミュニケーションが実現する。本機は既に商用利用が可能であり、百貨店での仮想ウィンドウショッピングや、水族館やテーマパークでの仮想イベント、学術集会などへの遠隔参加に使用されている。本事業では、newme を訪問看護ステーションや高齢者医療の現場に導入し、ロボットによる遠隔ケアの可能性について検証を行った。

## （２）方法

### 学内シミュレーションルームにおける実証

はじめに、newme の移動性能とビデオ通話性能について研究実施施設である大学内のシミュレーションルームで検証を行った。avatarin したのは、学内の看護学研究者、

看護学生、訪問看護ステーションに勤務し訪問系サービスを実際に提供している看護師や理学療法士であった。

### 臨床現場における実証

医療や介護のサービスが提供される環境下で newme の実装可能性を検証するため、訪問サービスの対象となる医療介護施設へ newme を試験的に導入した。対象施設は、Y 訪問看護ステーション（大阪府）、および、K 病院（東京都）の 2 施設であった。

## （３）結果

### 学内シミュレーションルームにおける実証

学内のシミュレーションルームにて看護師 5 名と理学療法士 1 名が観察者となって avatarin し、それぞれが newme の移動性能とビデオ通話性能の確認を行った。その結果、視野角度の調整、Wi-Fi 転送速度に依存するラグの発生、操作感について難しさを感じるなどの意見が得られた。特に、「会話の性能」「操作の難しさ」「移動性能の低さ」がネガティブな意見として寄せられた。会話の性能は主に聞き取りが問題になり、newme の躯体の高さにより対象とマイクとのあいだに距離があることで高齢者の発語の聴取が困難になる可能性が指摘された。操作の難しさは十字キーによる躯体操作に伴うものであったが、おおよそ 15 分間ほどの操作を行うことで、ほとんどの参加者が問題なく操作可能なレベルまで上達した。移動性能については段差の乗り越えが難しいこと、Wi-Fi の接続が切れた際に復帰に時間を要し遅滞することが問題として挙げられた。段差は、1-2 cm である場合は乗り越えることができたが、それ以上になると片輪が取り残され、操作不能に陥ることが

あった。また、絨毯などの床素材の影響も大きく、長毛型のマットである場合には操作が困難になることがわかった。

一方で、「十分に会話や観察が可能」「患者側としても安心感を持って受けることができる」などのポジティブな意見が寄せられた。一過性に通信速度によるラグが生じる場面もあったが、シミュレーションルームでは会話や観察が概ね問題なく実施できていた。また、観察者側が自身でカメラアングルを変更することができ、患者にカメラをフォーカスした上で会話することが可能であったため、実際に対面しているような感覚を与え、対象者の安心につながったと思われる。図 3-5 は、シミュレーションルームにおいてベッドに臥床した看護研究者に対し、newme に avatarin した看護師がコミュニケーションを図った場面であるが、患者役はベッドに居ながらにしてアバターと

なった操作者の訪問を受け、ディスプレイに映った操作者と視線を合わせて会話することができた。さらに、newme は看護学生による遠隔実習や教員の会議にも活用された。発熱し1週間自宅待機となった学生は遠隔で学内演習に臨み、発表やディスカッションに参加することができた。また、教員が avatarin することで遠隔から演習やカンファレンスに参加し、対面と遜色のない臨場感で指導や議論することが可能であった(図 3-6)。

### 学外における実装

学外における検証で対象となった施設は、Y 訪問看護ステーション、および、K 病院であった。それぞれ試験的に導入し、遠隔訪問のための機器性能の検証と試験実装を行った。

Y 訪問看護ステーションではホスピスケ



図 3-5. シミュレーションルームでの newme 検証の様子

アを実践しており、連携病院から神父(チャプレン)が訪問によるケアを行っていた。しかし、新型コロナウイルスの流行により訪問機会の減少を余儀なくされ、十分なケアが実施できないという問題が生じていた。そこで、newme を当該事業所に導入し、神父が直接訪問することなく患者と時間を共にしたり、誰もが自由に神父に話しかけることができるように avatarin した神父が事業所のロビーに滞在したり、さまざまなセッティングでケアの模索を行った。神父によるケアは時間を定めて面談を行うような形式ではなく、その場に自然に存在し、患者と視覚や空間や時間を共有する中で語り合う形をとるため、対面する患者による操作が必要となるタブレット等の通信端末ではなく、神父自身の操作でその場に存在することができる本機器の使用がより相応しいと考えられた。実際に、newme を用いた神父によるケアが行われ、実施可能であり、対面と同様の効果が得られ十分に有用であることがわかった (図 3-7)。

K 病院では、遠隔でのリハビリテーション指導などを行うために本機器を試用した。当施設では長期療養している高齢者が多く、リハビリテーション室には多くの患者が出

入りすることから、感染のリスクが一定に存在する。個別に行うリハビリテーションの場合は、このロボットを用いることで接触機会の低減が期待できる。そこで、newme をリハビリテーション室へ導入したところ、高齢者との会話が十分に可能であり、通常と同様に個別のリハビリテーションが実施できることがわかった(図 3-8)。ただし、移動に伴う通信速度の変化に依存してコミュニケーションが遅滞する場合があります。通信環境の吟味やモバイルの Wi-Fi ルーターを常備するといった工夫が必要であった。

#### (4) 考察

遠隔操作の可能なコミュニケーションロボットは、訪問系サービスや高齢者が長期療養する施設で活用できる可能性が示唆された。観察者自身による操作で移動と視野の選択ができることがこのロボットの最大の利点であり、任意に目的の場所へ移動し、周辺環境を確認し、観察が必要な部分にフォーカスした上でコミュニケーションをとることが可能である。特に、操作者の自由意志により 3 次的にその場に存在し、任意に周辺情報の観察ができる本機は、操作者



図 3-6. newme を用いた学内実習の様子



**図 3-7. newme を用いた遠隔ホスピスケアに向けた試用の様子**

に対面と酷似した行動を実現させ、ロボットをして人間に近い温かみやイメージを与え、違和感のない臨場感にあふれたコミュニケーションを可能にすると考えられた。これまでテレコミュニケーションロボットは存在していたが、その会話やビデオの品質の問題があり、臨床への実装には至っていなかった<sup>9)</sup>。本事業で用いた遠隔型コミュニケーションロボットは専用回線を使用することで低遅延コミュニケーションを実現しており、臨床実装に耐えうる機能となった可能性がある。

今回の試験的導入では、緩和ケアやリハビリテーションの場面での活用可能性が見出され、対面でのケアが困難な場面においても、ケアの質の維持と感染リスクの低減に有用であることが示唆された。今後は、施設や自宅への導入の拡大が期待される。

一方で、ロボットの走行性能やネットワーク接続の困難が導入の障壁となり得ることが明らかになった。特に高齢者単独世帯では、本機の導入に必要なバリアフリーや通信環境の整備が進んでいない可能性があり、周辺に対応可能なスタッフが配備された施設との相対的な環境の相違が大きく、導入に際しての課題が少なくないことが推測される。現状では、高周波数帯域のネットワークを使用することで滑らかな会話や移

動が可能となるが、通信中に接続が切断するリスクが存在する。本事業では、逆に、低速ではあるが広範囲に対応するネットワークへ複数登録することで安定した運用が可能であることが確認されたが、新規のロボット導入に際しては、院内ネットワークのセキュリティ上の問題を含め、このような利用環境の整備が導入時の課題となる可能性が考えられた。施設の状況に応じて利用環境を整備できるかは newme の費用対効果やスタッフの IT リテラシーによると考えられ、その重要性が先行研究と同様に示唆された<sup>8)</sup>。今後は、長期の試験実装による効果の実証や運用に際しての手順のマニュアル化が課題である。



**図 3-8. newme をリハビリ室で用いた際の様子**

### (5) 結論

既存技術の実装事業では、2種類のロボットについて、臨床への実装プロセスとその障壁について明らかにした。いずれのロボットも臨床的にニーズがあり、効果が十分に見込まれ、実装への価値があると判断された。しかし、在宅領域への実装にはさらなる機能の改良や導入の工夫が必要であることが示された。

遠隔型コミュニケーションロボットは、訪問看護事業所や高齢者向けの入院施設で活用のニーズがあり、遠隔での緩和ケアや個別の遠隔リハビリテーションに有用であった。特に、このロボットが持つ操作者による自由な視野の選択や移動性、実現するコミュニケーションの臨場感が遠隔ケアに有用であることが示され、通信手段の工夫による実装可能性が明らかになった。本機は現在も対象施設での運用が続いており、今後は、アウトカム指標の明確化とともにビデオ通話などと比較した効果の実証へ発展させる予定である。

本事業において実装を試みたコミュニケーションロボットは、現在の医療現場において十分に活用可能であり、医療の質向上、効率化に資すると考える。さらに今後は、ICT技術の発展等に伴い飛躍的に性能向上する可能性も高く、新型コロナウイルス感染症の流行が継続している昨今の状況においては非常に重要な役割を担っていくことが強く期待される。

### 3. 健康危険情報

なし

### 4. 研究発表

なし

### 5. 知的財産権の出願・登録状況

#### 1) 特許取得

なし

#### 2) 実用新案登録

なし

#### 3) その他

なし

### 6. 引用文献

1. 二宮恒樹. コミュニケーションロボット「PALRO (パルロ)」の紹介とさがみロボット産業特区における取り組み. 日本ロボット学会誌. 2015 ; 33(8) : 607-10.
2. Obayashi K, Kodate N, Masuyama S. Measuring the impact of age, gender and dementia on communication-robot interventions in residential care homes. *Geriatr Gerontol Int.* 2020;20(4):373-8.
3. Toba K, Nakai R, Akishita M, Iijima S, Nishinaga M, Mizoguchi T, et al. Vitality Index as a useful tool to assess elderly with dementia. *Geriatr Gerontol Int.* 2002;2(1):23-9.
4. 平成 24 年度厚生労働省老人保健健康増進等事業 地域における訪問看護のサービス提供実態についての調査研究事業 . 2013 . (<https://www.zenhokan.or.jp/wp-content/uploads/h24-2.pdf>)
5. 厚生労働省老健局認知症施策・地域介護推進課. 訪問介護労働者の移動時間等の取扱いについて . 2021 . (<https://www.zenhokan.or.jp/wp-content/uploads/tuuti971.pdf>)
6. 中央社会保険医療協議会協議会. H31.

4.10 資 料 . 2019 .  
(<https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000500776.pdf>)

7. 野口博史, 小谷野結衣子, 森浩美, 小見山智恵子, 真田弘美, 森武俊. 症例を通じた急性期病院入院中の高齢者向けコミュニケーションロボット活用の探索. 看護理工学会誌. 2019 ; 55(4) : 70-82.
8. 中山絵美子, 高橋聡明, 北村言, 野口博史, 仲上豪二郎, 他. 介護保険病床を有する病院スタッフから見た認知症症状を有する患者へのコミュニケーションロボットの導入・継続に成功した要因. 看護理工学会誌. 2020 ; 7 : 116-29.
9. Natasa Koceska, Saso Koceski, Pierluigi Beomonte Zobel, Vladimir Trajkovik, Nuno Garcia. A Telemedicine Robot System for Assisted and Independent Living. Sensors (Basel). 2019;19(4):834.

## 第二部 各事業の内容

### IV 新規開発実装事業

- 1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装
- 2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発

事業代表者	真田 弘美	東京大学大学院医学系研究科	教授
事業担当者	仲上 豪二郎	東京大学大学院医学系研究科	准教授
事業担当者	松本 勝	東京大学大学院医学系研究科	特任講師
事業担当者	高橋 聡明	東京大学大学院医学系研究科	特任助教
事業担当者	北村 言	東京大学大学院医学系研究科	助教
事業担当者	東村 志保	東京大学大学院医学系研究科	学術支援職員

#### 要旨：

本事業では、訪問看護業務における効率化を図るため、1. エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装、2. 遠隔コンサルテーションシステムの開発、を行った。

#### 1. エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装

看護師のためのエコー教育プログラムである「エコーを用いた排泄ケアコース」の完全オンライン化を図った。受講後のアンケートと、OSCEによる技術習得度について、過去のオンサイト技術講習会と本事業でのオンライン技術講習会とで比較した結果、有意な差はなかった。さらに、直腸便貯留の有無を判定する人工知能（Artificial Intelligence: AI）による読影支援アプリケーションの開発を行い評価したところ、感度81.1%、特異度87.8%、正解率83.7%となった。

#### 2. 遠隔コンサルテーションシステムの開発

訪問看護師が褥瘡ケアを行う際に、皮膚・排泄ケア認定看護師がビデオ通話でケアの助言（遠隔コンサルテーション）を行い、褥瘡治癒促進への効果を検証した。初回の遠隔コンサルテーション前後の2週間でDESIGN-R®2020合計得点の変化を比較した結果、得点変化の中央値〔四分位範囲〕は、コンサルテーション前に比べ、コンサルテーション後において有意に得点が減少した（0 [-1, 0] vs -2 [-5, -1],  $p=0.02$ ）。さらに、遠隔コンサルテーションにおいてエキスパートの手技を伝達できるようにするため、拡張現実（Augmented Reality : AR）技術を用いて遠隔でエキスパート技術の描写を行えるシステムを開発し実装した。

以上より、本事業で開発した新規技術によって訪問看護の業務効率化に貢献できる可能性が示された。これらの技術は、排泄ケア、褥瘡ケア以外の看護ケアへの応用が可能であり、訪問看護師の教育の効率化にも寄与することが期待できる。

事業協力者

田中 秀子	淑徳大学看護栄養学部	教授
紺家千津子	石川県立看護大学看護学部	教授
武藤 真祐	医療法人社団鉄祐会 祐ホームクリニック	理事長
岡部 美保	高崎健康福祉大学訪問看護ステーション	管理者
今井 睦朗	富士フイルム株式会社 画像技術センター	研究マネージャー
江畑 徹郎	富士フイルム株式会社 画像技術センター	
荻部 樹彦	富士フイルム株式会社 画像技術センター	
Ng Li Lian	Tetsuyu Healthcare Holdings	Managing Director
玉井 奈緒	東京大学大学院医学系研究科	特任准教授
三浦 由佳	東京大学大学院医学系研究科	特任助教
小路 和幸	東京大学大学院医学系研究科	客員研究員

調査協力者（表記は施設五十音順かつ施設内五十音順）

梅崎百合子	アクティアス訪問看護ステーション	管理者
山田 浩子	一般社団法人次世代看護教育研究所	所員
野崎 仁美	一般社団法人レイール	
	在宅看護センターReir Chihaya	代表理事
山口 高秀	医療法人おひさま会 おひさまクリニック	理事長
阿部 朋美	医療法人社団鉄祐会	
	祐訪問看護ステーション石巻	管理者
内田 直樹	医療法人すずらん会 たろうクリニック	院長
新地 美香	医心館訪問看護ステーション成増	管理者
篠崎 順	えそら訪問看護ステーション	所長
三谷 貴子	株式会社プラス M てんとうむし訪問看護	看護師
今福 直美	カラーズ訪問看護ステーション	管理者
齊田 真澄	こすもす訪問看護ステーション	管理者
難波名保美	SakuLa 訪問看護ステーション	管理者
大木 智恵	すずらん訪問看護ステーション	管理者
諸藤 崇	ピースフル訪問看護ステーション	管理者
秋沢 美幸	訪問看護ステーションこはる	管理者
阿部 智子	訪問看護ステーションけせら	統括所長
小澤 久未	訪問看護ステーションけせら	看護師
菅野 智穂	訪問看護ステーションけせら	看護師
佐藤 美雪	訪問看護ステーションけせら	所長
関根 明子	訪問看護ステーションけせら	看護師
飯田真智子	訪問看護ステーションけんた	責任者

松澤ひとみ	訪問看護ステーションなごみ	所長
菊永 知里	訪問看護ステーションにしこう博多	管理者
保坂 明美	訪問看護ステーションフレンズ	所長
新宮 洋美	ほほえみ訪問看護ステーション	管理者
関口真由美	夕焼け訪問看護ステーション	管理者
小川真里子	よどきり訪問看護ステーション	所長
新関こずえ	よどきり訪問看護ステーション	看護師

## 1. 背景

新規開発実装事業では、ICT、AI を活用し、訪問看護師の教育、実践を遠隔で支援するシステムを開発した。開発内容は、エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションと褥瘡遠隔コンサルテーションシステムである。

## 2. 事業の詳細

### 1) エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムおよび人工知能によるアセスメント支援アプリケーションの開発と実装

#### A. エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムの開発

##### (1) 目的

近年、エコーは「第6のフィジカルアセスメント ー可視化」のためのツールとして注目されており、特に排泄のアセスメントに活用できることが明らかにされている。訪問看護におけるエコーを用いたアセスメントに基づく排泄のケアは有効性が示されているにもかかわらず、臨床現場への実装が進んでいないのが現状である。その理由の一つとしてエコー教育を実施できている機関が限られており、直接指導を前提とするエコー教育の受講への障壁が高いことが挙げられる。さらに2020年初頭以降の新型コロナウイルス感染症の蔓延によりオンラインでのエコー教育はさらに困難な状況となった。

そこで本事業の目的は、エコー技術学習のためのオンライン教育プログラムの開発と実装とした。これまで東京でのオンサイト教育を前提としていたエコー教育だが、地方や職場内で集合し、オンラインで東京とつなぐ「オンライン教育」を実施できるこ

とにより、東京への受講のための移動に関する時間や費用の削減につながり、今後訪問看護師のエコー教育の効率化が図れると考えた。

##### (2) 方法

エコー技術習得のためのeラーニング、技術講習会、自己学習、客観的臨床能力試験 (Objective Structured Clinical Examination: OSCE) から成る教育プログラムは我々の先行研究により既に確立されており (2016-2018年度AMED長寿・障害総合研究事業「アドバンスな看護技術を導入した在宅・介護施設療養者の摂食嚥下・排便を支える多職種連携システムの構築」)、その有用性が示されている<sup>2)</sup>。今回はこの既存のエコー教育プログラム「エコーを用いた排泄ケアコース」の完全オンライン化を目指した。具体的にはオンサイトで実施していた技術講習会、OSCEのプログラムのオンライン化と遠隔開催を実施した。開発されたオンラインでの教育プログラムは一般社団法人次世代看護教育研究所の有料のエコープログラムとして実装し、受講者の技術習得度について従来のオンサイトと比較した。

##### 対象とセッティング

2020年10月～11月に東京大学大学院医学系研究科附属グローバルナースングリサーチセンター (東京都文京区) および医療法人社団 守一会 北美原クリニック (北海道函館市) にて技術講習会、OSCEを開催した。対象となったのは訪問看護ステーションフレンズ (北海道函館市) に勤務する訪問看護師11名であった。対象となったステーションでは所長が事前にエコー教育プロ

グラムを修了し、携帯型超音波診断装置の購入をしていた。また函館市内より自動車を利用し遠隔地への訪問を日々行なっている。

オンライン技術講習会の開催場所はソーシャルディスタンスを確保できるスペース、演習時に使用する寝台、インターネット接続環境などを考慮し、関係者で調整の上決定した。

### オンラインエコー教育プログラム

従来のオンサイトエコー教育プログラムは東京にて開催されてきた。研究成果を実装するため、教育プログラムを開発した研究者自身による受講者への解説が必要なためである。一方で技術指導自体は教育プログラムを修了した者であれば十分に実施できる。そこで技術講習会の講義部分を東京の遠隔講師（教育プログラム開発者）、演習部分を北海道の現地講師（教育プログラム修了者）が担当し、ビデオ会議サービス Zoom

を利用し運営する体制とした。会場にはメインPCの他に4台のスマートフォンを設置し、遠隔講師からも現地の参加者の全体像、演習の様子がリアルタイムに見えるようにした（図4-1）。

遠隔講師は排泄ケア関連のエコー技術に熟練したエキスパートとし、現地講師はエコー指導者としての教育プログラムを修了（一般社団法人次世代看護教育研究所エコーを用いた排泄ケアコース「上級コース」修了）した者とした。

### 評価方法

過去のオンサイト技術講習会（56名）とオンライン技術講習会（11名）のアンケート結果の比較のため、フィッシャーの正確確率検定を行った。また OSCE により技術習得度を確認した。

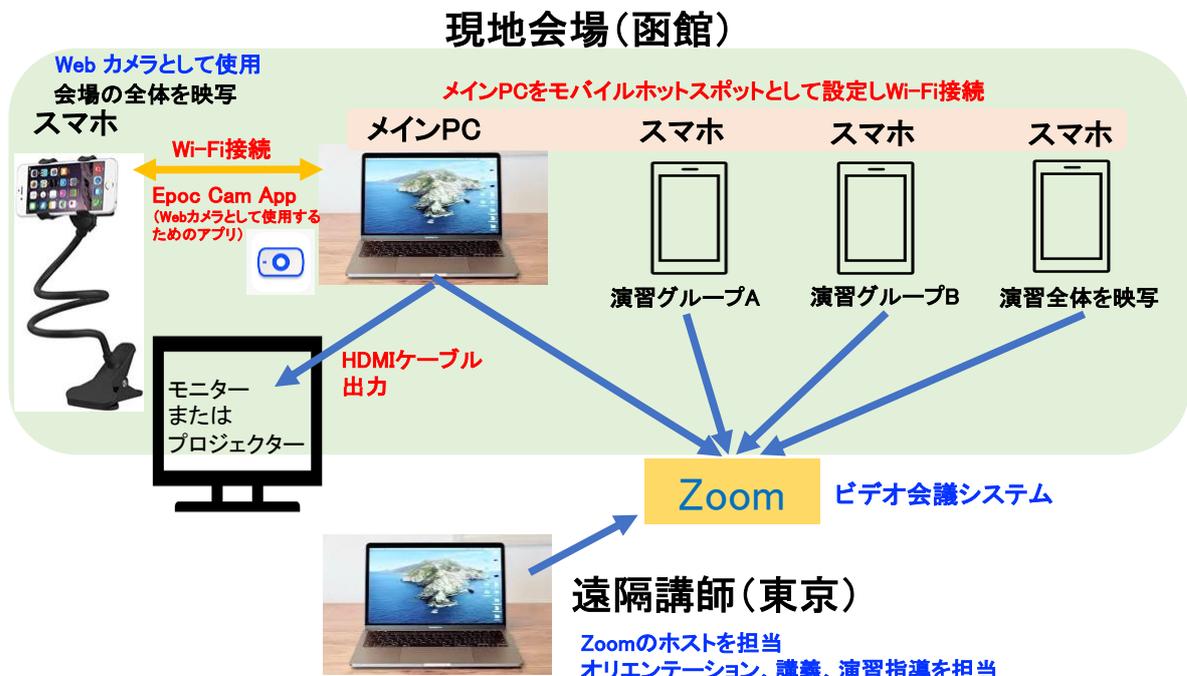


図 4-1. オンラインエコー講習会開催のためのシステム

### (3) 結果

11名の訪問看護師全員がオンライン技術講習会に参加し、アンケートに回答した。実際の技術講習会の様子を図4-2に示す。

アンケートより、技術講習会が参加しやすい形態と回答したのはオンサイトで55名中44名(80.0%)、オンラインで11名中9名(81.8%)であった。また、技術講習会の内容が十分と回答したのはオンサイトで51

名(91.0%)、オンラインで9名(81.8%)、十分技術を習得できたと回答したのはオンラインで43名(78.1%)、オンラインで7名(70.0%)であった。いずれも2群間で統計学的有意差はみられなかった。オンサイトでOSCEを受講した21名、オンラインでOSCEを受講した11名の全員が合格と評価された。また、オンラインでの技術講習会およびOSCEの開催により一人あたりの移動時間が



図4-2. オンラインエコー講習会開催の様子

- (a) 遠隔講師からみたエコーを用いた演習の様子 (PC スクリーンショット)
- (b) 現地での演習の様子

24 時間（函館—東京間の片道移動時間が約 6 時間であり、2 往復分）削減され、交通費は 11 名で 110 万円（函館—東京間の片道交通費が約 25,000 円であり、11 名の 2 往復分）削減された。

#### （4）考察

オンラインでのエコー遠隔教育システムによりオンサイトと同等に受講者の技術習得が可能であることが示され、教育の質が担保された。これまでのオンサイトのエコー教育については、e ラーニング、技術講習会、自己学習、OSCE から成る教育プログラムによって受講者が十分に技術を習得できることが既に明らかになっている<sup>2)</sup>。本事業では受講者へのアンケートで 70%以上が技術習得できたと回答したことや 100%が OSCE に合格したという結果より、オンラインでのエコー遠隔教育システムはオンサイトと同等に技術を習得させることができることが示された。このシステムを導入することで看護師へのエコーの普及が加速していくことが期待される。

また、オンライン遠隔教育システムにより、看護教育の効率化が図れたと考えられる。従来は技術講習会と OSCE の 2 回は集合してのオンサイト開催としていたため、少なくとも東京までの 2 往復分の時間と旅費が必要とされていた。この時間と費用は東京からの距離が遠くなるほど増加するため、今後は東京からの距離がある施設の訪問看護師の受講が進むことが望ましい。一方で今回開発したオンラインでのエコー遠隔教育システムは現地講師による技術指導と、現地における集合研修を前提としていたという限界がある。今後は AR 技術などを利用し遠隔講師と受講者が提示し合う内容をスムーズに視覚化できるようにし自宅等で完全に非対面で学習できるように、さらに遠隔教育システムを発展させていくことが必要である。



図 4-3. データ収集に用いた携帯型超音波診断装置

（左）本体と超音波プローブ

（右）AI アシスト機能による膀胱内尿量計測結果の例（黄色：膀胱の尿と認識された領域）

## (5) 結論

オンラインでのエコー遠隔教育システムによりオンサイトと同等に受講者の技術習得が可能である。

オンラインで教育を受講できることで、移動時間と交通費の削減につながるため、看護教育の効率化を図ることができる。

今後は自宅から完全に非対面で学習できる遠隔教育システムを開発することでさらなる効率化を図る。

## B. 直腸便貯留アセスメントのための AI アプリケーションの開発

### (1) 目的

訪問看護におけるエコーを用いた便秘のアセスメントと排便ケアへの活用はエビデンスが示されているにも関わらず、臨床の現場では活用が進んでおらず、排便ケアに関する問題は解消していないのが現状である。エコーが活用されていない要因のひとつとして、エコーで撮影した画像の読影の難しさが導入の障壁となっていることが考えられる。

そこで本事業の目的は、訪問看護においてニーズの高い超音波検査画像の人工知能支援アセスメントとして、直腸便貯留の有無を判定する人工知能 (Artificial Intelligence: AI) による読影支援アプリケーション (以下、アプリケーション) を開発することとした。

### (2) 方法

#### 機械学習の手法

便貯留評価を行う AI 開発のため、我々の先行研究と同様に機械学習を行った<sup>3, 4)</sup>。直腸エコー横断像の領域セグメンテーションを行うための手法として Fully

Convolutional Network (FCN) を用いた。FCN は deep learning のモデルのひとつで、画像認識分野で一般的に使用されるようになった Convolutional Neural Networks (CNNs) を用いた典型的なセマンティックセグメンテーション手法であり、画像特徴量を抽出する encoder と、抽出した特徴からラベルマップを推定する decoder から成る。データ不足を考慮し、encoder には一般画像で事前学習済みの CNN モデルである VGG16 を用い、decoder は FCN8s で構成した。CNN を用い、decoder は FCN8s で構成した。先行研究と同様に VGG16 様 CNN の各畳み込み層のチャンネル数は、VGG の 4 分の 1 とした。

#### 機械学習のためのデータセット

アプリケーション開発のためのトレーニング及びバリデーションには過去の研究より得られた直腸エコー横断画像が用いられた。トレーニング用のデータとして 18 名の被験者より得られたワイヤレス超音波画像診断装置 iViz air コンベックスプローブ (富士フイルムメディカル株式会社、東京、日本) (図 4-3) の画像 45 枚 (うち便貯留なし画像を 10 枚含む)、24 名の被験者より得られた SonoSite iViz (富士フイルムメディカル株式会社) の画像 1,082 枚 (うち便貯留なし画像を 250 枚含む) を使用した。バリデーション用のデータとして 6 名の被験者より得られた iViz air の画像 15 枚 (うち便貯留なし画像を 4 枚含む)、24 名の被験者より得られた SonoSite iViz の画像 297 枚 (うち便貯留なし画像を 29 枚含む) を使用した。

## 直腸便貯留 AI アプリケーション

開発言語は java (GUI 部分) と C++ (便貯留検出部分)、動作環境はシャープ株式会社製 안드로이드スマートフォン SH-M12 (Android 9.0) とした。このアプリケーションでは、直腸便貯留を示す半月型あるいは三日月型の高エコー域は黄色でカラー表示され (以下、抽出領域)、さらに抽出領域の最大となる長径が自動計測される仕様となっている (図 4-4)。開発された Android スマートフォンに実装した AI アプリケーションを図 4-5 に示す。

## 評価方法

訪問看護ステーション 1 施設の診療記録と、アプリケーションを使用した。まず、訪問看護師が撮影した直腸エコー動画から、1 秒あたり 30 枚のフレームを静止画として出力した。すべての静止画に対し、直腸エコーのエキスパート及びアプリケーションによる便貯留の有無の判定を行った。前者を正解とし、アプリケーションによる判定の精度として感度・特異度・正解率を算出した。

次に、精度を向上させることを目的に、抽出領域の深度の基準値を検討するため、真

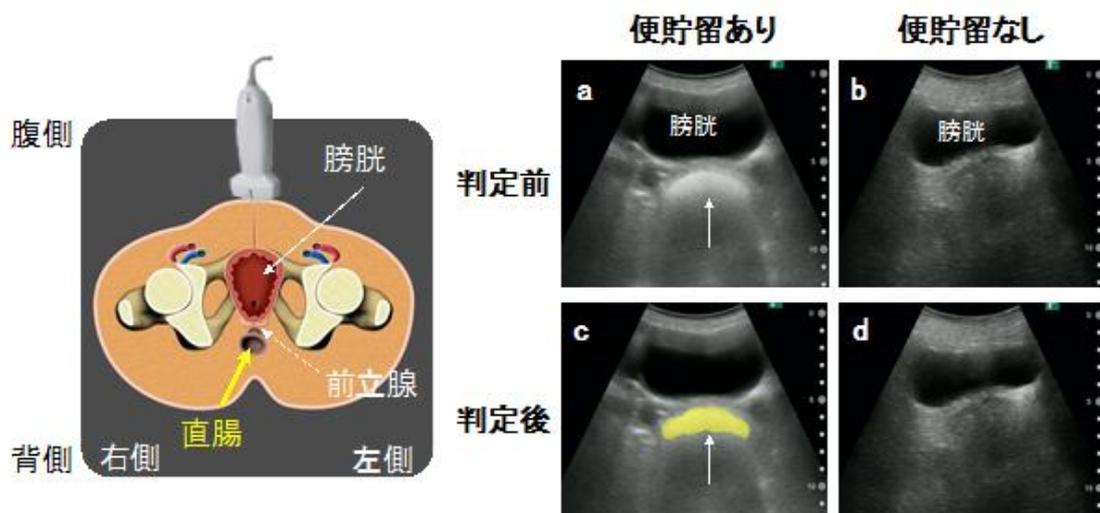


図 4-4. AI による読影支援アプリケーションによる直腸便貯留判定前後の典型的なエコー画像

(左) 下腹部横断面の解剖図

(a, b) アプリケーションによる判定前の直腸エコー画像

(a) 白色で示される高エコー域が便貯留を反映している (矢印)

(b) 便貯留は無く高エコー域は観察されない

(c, d) 判定後の直腸エコー画像

(c) 便貯留を反映する高エコー域がアプリケーションによってカラー表示されている (矢印)。

アプリケーションによる抽出領域の長径は 52.2 mm である

(d) 便貯留が無い場合、アプリケーションによって何も表示されていない

陽性及び偽陽性となったエコー画像において、抽出領域の深度を 50 mm 未満、50 mm 以上 100 mm 未満、100 mm 以上の 3 つのグループに分類し、それぞれのグループにおけるエコー画像の枚数を算出した。さらに、長径の基準値を検討するため、Receiver Operating Characteristic 曲線（以下、ROC 曲線）を作成し、感度・特異度の和が最大となるポイントをカットオフ値とし、設定されたカットオフ値における ROC 曲線下面積を算出した。最後に、カットオフ値を設定した後の真陽性及び偽陽性の長径について、Welch 検定を行った。統計解析及びグラフ作成には統計解析ソフト R（The R Foundation for Statistical Computing、ウィーン、オーストリア）を使用した。

### （3）結果

アプリケーションによる判定精度は感度 92.4%、特異度 41.3%、正解率 66.7%であ

った。偽陽性の画像において、抽出領域の深度が体表面から 50 mm 未満の画像を除外したところ、感度 92.4%、特異度 66.0%、正解率 82.1%であった。さらに、抽出領域の長径について 14.5 mm をカットオフ値とした場合に、感度 81.1%、特異度 87.8%、正解率 83.7%となった（図 4-6）。

### （4）考察

AI による直腸エコー画像読影支援アプリケーションの開発により正確な便貯留アセスメントが可能になったことで、訪問看護師の便秘のアセスメントの質が向上すると考えられる。過去に我々が開発したアプリケーションはデスクトップ上のみでしか使用できない、超音波検査士の厳選した静止画のみでの検証という課題があったが<sup>3)</sup>、本事業ではスマートフォン上で、かつ訪問看護師の撮影した動画で使えるアプリケーションが開発された。今回明らかにな

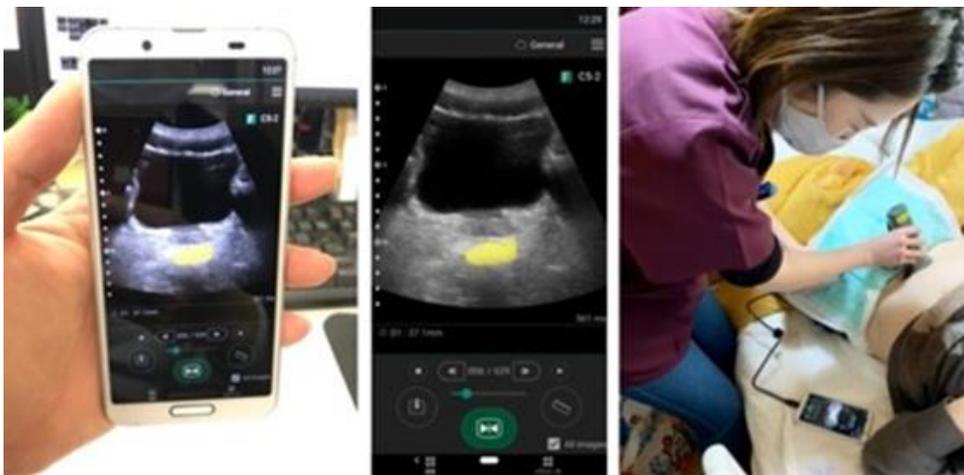


図 4-5. スマートフォンにて実装される直腸便貯留評価のための AI アプリケーション

（左）スマートフォンでアプリケーションが実装される様子

（中）アプリケーションのユーザーインターフェース

（右）訪問看護師が実際に在宅でアプリケーションを使用する様子

った深度及び長径をパラメータとして考慮し、AIによる誤認識の有無や原因を追及することにより、検出精度をさらに向上させることができると考える。また今後、アプリケーションが市販のスマートフォン型のエコー機器に搭載されることで、訪問看護師が高い読影技術を要することなく、エコーによる便貯留の判断が可能となる。

先行研究ではすでに訪問看護師用の教育プログラム、エコーによる直腸便貯留の観察に基づく排便ケア選択のアルゴリズムが開発されており<sup>2,3)</sup>、これらにアプリケーションが加わることで、今後訪問看護師による短期間でのエコー技術の習得や臨床での実践が可能となる。本研究で行われたように、動画より切り出した全フレームの画像にAIによる判定を適用し、リアルタイムに動態画像として表示できるアプリケーションとすることで技術習得の時間短縮及び臨床での迅速かつ正確なアセスメントに貢献でき、看護業務の効率化が図れると考えられる。

### (5) 結論

エコー画像におけるAIによる直腸便貯留所見の読影支援アプリケーションが開発された。アプリケーションの検出精度を高

めるための手法として、アプリケーションが便貯留として表示する高エコー域の深度及び長径を調整する手法が有効である可能性がある。

また、AIアプリケーションの使用によりエコーによる正確な便貯留アセスメントが可能となり、看護の質の向上につながる事が期待される。

## C. 訪問看護師のエコー活用による効率化の例

### (1) 目的

ここまでは(A)訪問看護師が効率的に受講できるエコー教育プログラムと(B)アセスメントを支援するAIアプリケーションの開発と実装について報告した。ここでは実際の訪問看護の現場においてエコーによる直腸便貯留のアセスメントを支援するAIアプリケーションが看護の効率化に有用と考えられた事例を提示する。

### (2) 方法

#### 症例の概要

80歳代女性。現病歴は肺癌末期、脳転移であり、出血性胃潰瘍の既往がある。障害高齢者の日常生活自立度はB1で、次女夫婦と孫2人と同居していた。入院中に点滴療

深度50mm未満を除外し、カットオフ値を14.5mmとした場合のアプリケーションの精度についてのクロス集計表

		エキスパート		
		便貯留あり	便貯留なし	計
アプリ ケーション	便貯留あり	746	72	818
	便貯留なし	174	516	690
計		920	588	1,508

感度:81.1%  
特異度:87.8%  
正解率:83.7%

カットオフ値の設定により特異度・正解率が向上

図 4-6. エコー画像の深度、抽出領域の長径サイズ調整による判定精度の向上

法を行っていたが、せん妄や徘徊行動がみられていた。本人の「家に帰りたい」という希望が強く、在宅療養を行うため訪問看護を導入した。入院中の病院で必要と判断され、ポータブルトイレが自宅に準備されていた。排泄に対し本人は「自然なかたちで、トイレで排便したい。」と考えており、家族は「ポータブルトイレの使用で家の中で排泄物の匂いがするのには抵抗がある。できればトイレで排泄して欲しい。」と考えていた。

### エコーおよび AI アプリケーションによる直腸便貯留の評価

退院時の病院スタッフからの申し送りで「便秘がある。今日（退院日）坐薬を使用したが発便がない状態。」と報告を受けていた。便秘の種類については申し送りの情報だけで判断できなかったため、直腸の便貯

留の有無を観察することとした。訪問時、本人の自覚症状はなかった。客観的徴候として従来は直腸診で直腸の便貯留を確認していたが、患者の苦痛を考慮し、非侵襲的な観察方法であるエコーを実施した。エコーとして iViz air コンベックスプローブ（富士フイルムメディカル株式会社、東京、日本）を使用した。撮影された直腸の横断像に対し、AI アプリケーションにより直腸便貯留の有無を評価した。

### (3) 結果

#### エコーによるアセスメント

エコーを実施したところ、横断像において直腸便貯留（エコー画像内で白色表示される高エコー域が直腸内の便に超音波が反射している部分）が確認できた（図 4-7）。成人での直腸便貯留時の高エコー域の長径は平均 42.0mm 程度という報告があり 7、

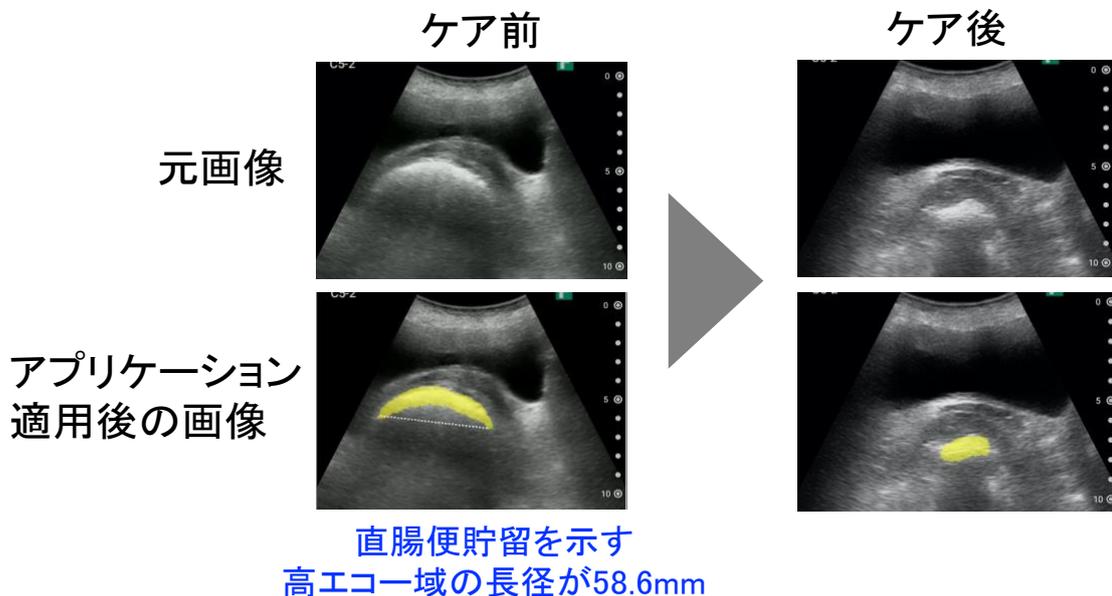


図 4-7. 訪問時の排便ケア前後の直腸エコー画像

ケア前の観察にて直腸便貯留が確認された。アプリケーション適用後の画像において黄色で示されるのが便貯留を反映する高エコー域である。ケア前に対しケア後は高エコー域の径が明らかに減少していることがわかる。

この時計測された長径 58.6mm は明らかに多くの直腸便貯留を示しており、速やかに排出させる必要があるとアセスメントした。

直腸に便貯留があることがわかったため、床上での自力排便を促したが自力での排出はできない状況であった。自力での排出は困難と判断し、浣腸と摘便が実施された。排出された便はブリストル便性状スケール 3-4 点、便量 200 g 未満であった。本人の残便感はなかった。

### ケアの実際と結果

この事例は、排出困難型の便秘であるとアセスメントされ、主治医の許可を得て、本人と家族の希望に沿ってトイレでの排泄を目指した排便ケアが立案された。

便性状コントロールのため非刺激性下剤（酸化マグネシウム錠）の服用が開始となり、水分摂取の促進を行った。また、排便習慣をつけるため、朝食後トイレに座る習慣をつけることを本人・家族に指導し、家族の介助の元トイレまで移動するようにした。さらに腸蠕動促進のための腹部マッサージ、便排出を促すための直腸・肛門刺激（タッピング）、坐剤挿入の指導を家族に行なった。

その後、経口摂取量が維持できていた 1 ヶ月は、便性状がブリストル便性状スケール 4-5 点にコントロールされ、本人の排便周期に合わせた家族による坐剤挿入（2-3 日に 1 回）と、直腸・肛門刺激により、週 3 回トイレでの排便が実現した。本人・家族が望んでいた通り、ポータブルトイレを使わずに済んだ。また、普段より本人が楽しみにしていたデイサービスにも便失禁などを心配せずに行けるようになったとの声が聞かれた。さらに、これまでは次女が排便ケア後の便臭を気にしていたため排便ケア後は

訪問看護師の介助のもとシャワー浴をするのが恒例であったが、トイレで排便できるようになってからは訪問看護師ともゆっくり話し合える時間が取れ、本人も満足した様子であった。

毎回の訪問時には適切な排便ケアを選択するため、エコーで直腸便貯留の有無を観察した。当初は訪問時に「便を出し切りたい」という思いが強かったが、エコーのアセスメントを導入してからはエコーによる便の有無の評価を信頼し、直腸に便貯留がない時は便排出のためのケアをしないことに納得できている様子であった。

### （４）考察

AI による読影支援アプリケーションを使用し便貯留がハイライトされることで、看護師が迅速・正確に直腸便貯留をアセスメントできるようになるため、排便アセスメントやケアの質の向上、効率化につながるものと考えられる。我々の先行研究によりエコーを用いた観察に基づく排便ケアは下剤減量や便秘症状改善に有効であると示されており<sup>1)</sup>、アプリケーションはこのアセスメントを正確に行う支援を行うため、排便ケアの質の向上に貢献できると考えられる。また、このアプリケーションは直腸便貯留を示す高エコー域の長径を自動で計測する機能をもっているため、貯留している便量の評価や排便ケア前後の比較に用いることができると考えられる。特に排便ケア後の残便の有無を確認することができることで、訪問看護師は訪問後の排便のタイミングの予測も可能になる。排便の予測ができることで便秘による緊急訪問の減少、我々が先行研究で示したような排便ケア時間の短縮<sup>4)</sup>にもつながる可能性があり、最

最終的には看護業務の効率化につながるものと考えられる。

さらに、アプリケーションによる便貯留をハイライトする機能は、患者や家族とのコミュニケーションツールとしてのエコー画像の価値をさらに高めるものと考えられる。今回の症例でもエコーでの観察により患者や家族がその日の排便ケアの選択に納得できるようになっている様子がみられた。アプリケーションによるハイライト機能は患者や家族がエコー画像を見やすくするだけでなく、AIに客観的に評価されているという安心感にもつながり、訪問看護師による排便ケア計画のスムーズな遂行につながる可能性がある。

## (5) 結論

訪問看護導入時にエコーを使って便秘の種類をアセスメントできたことで早期の排便ケア確立につながり、トイレでの排便が実現した。エコー画像を共有することで本人や家族の安心感にもつながった。

AIアプリケーションの使用により迅速で正確な直腸便貯留の判断が可能になり、早期に排便ケアを確立し便秘症状を改善させることができる。つまりアプリケーションの使用は看護師による排便アセスメントとケアの質の向上、業務の効率化に貢献できるものと考えられる。

## 2) 褥瘡遠隔コンサルテーションシステムの開発

### (1) 目的

訪問看護ステーション利用者の褥瘡有病率は1.93%と高くないが<sup>5)</sup>、将来的に、地域包括ケアシステムの浸透により在宅療養者数が増加すると、訪問看護を利用する褥

瘡保有者数も増加する可能性が高い。地域における褥瘡管理、特に真皮を超える重症褥瘡に対する日々の処置は、訪問看護師が中心となり担っている。しかし、訪問看護師は創傷管理の専門的知識を有するとは限らず、また、訪問診療を行っている皮膚科医などの専門医も少ないため、褥瘡を有する在宅療養者に対し、創傷の専門的な知識に基づくケアが提供できていないことがある。一方で、研修を受けた看護師である皮膚・排泄ケア認定看護師が、訪問看護師とともに褥瘡ケアにあたりケアの助言を行うことで、褥瘡治癒期間が短縮することが報告されている<sup>6)</sup>。このような背景を受け、2012年度の診療報酬改定より、真皮を超える褥瘡を保有する在宅療養者に対して、訪問看護師と同一日に皮膚・排泄ケア認定看護師が訪問し、褥瘡ケアの指導を行った場合(同行訪問)は、診療報酬点数「在宅患者訪問看護・指導料3」の算定が可能となった。しかし、「在宅患者訪問看護・指導料3」の実施件数は少ないのが現状である<sup>7)</sup>。この理由として、皮膚・排泄ケア認定看護師が療養者宅へ訪問することの難しさがある。皮膚・排泄ケア認定看護師の90%は病院に所属しており<sup>8)</sup>、所属施設外に出ることができない、療養者宅までの移動時間や移動手段を確保することができない、といった状況がある。このような背景を受け、我々は、ICTを活用した遠隔褥瘡コンサルテーションに取り組んできた。

これまでに、日本の在宅療養者を対象とした褥瘡コンサルテーション用のアプリを在宅での遠隔看護が進むシンガポールの企業と共同開発した(CARES4WOUNDS-JP, Tetsuyu Healthcare Holdings)<sup>9)</sup>。このアプリには、遠隔であっても対面と同様にコ

ンサルテーションを実施できるようにするため 2 つの機能を求めた。1 つ目は、専用回線による高画質のビデオ通話機能である。褥瘡のアセスメントにおいて、創部の色や性状を詳細まで観察できることは欠かせない条件であるため、それに耐えうる画質が求められる。また、一般的に動画よりも写真の方が画質は良いが、訪問看護師に写真撮影を依頼する場合は皮膚・排泄ケア認定看護師の視点による撮影と異なるため、画像から得られる情報量が限られてくる。さらに、対象者によって必要となる観察部位も異なるため、限られた時間内で訪問看護師が全てを写真に収めることは難しい。ビデオ通話であれば、創のみでなく周囲皮膚の状態や骨突出の様子、普段の姿勢なども観察でき、また、訪問看護師、療養者本人や家族と互いに顔を見ながら会話できるという

利点がある。図 4-8 上段は、ビデオ通話実施中の様子を示す。皮膚・排泄ケア認定看護師は、PC などを用いて、訪問看護師が映す褥瘡の画像などを見ながらアセスメントしケアの助言を行う。訪問看護師は、アプリがインストールされたタブレットを使用し、褥瘡部などがカメラに映るようにタブレットを保持する。タブレットの画面では、皮膚・排泄ケア認定看護師側のカメラの映像を見られるため、互いの顔を見ながら話すこともできる。本研究で利用したビデオ通話は、対象療養者に関する遠隔コンサルテーションをユーザー（訪問看護師、皮膚・排泄ケア認定看護師）が事前に予約することで該当するビデオ通話へ参加する形式となっており、指定されたユーザー以外への情報漏洩を防ぐ点でセキュリティにおいても優れている。2 つ目の機能は、日本の在宅療

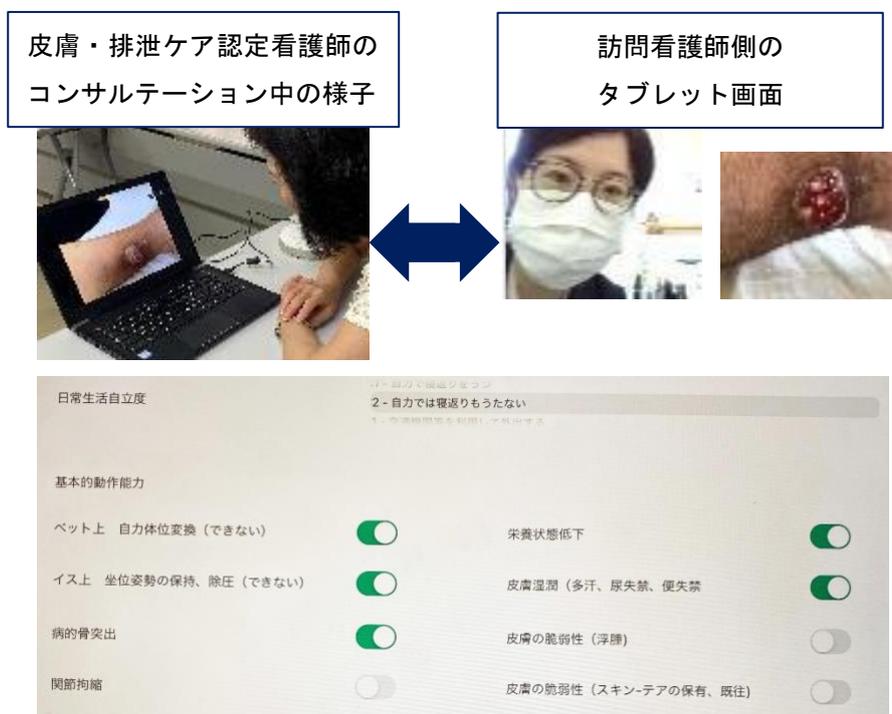


図 4-8. 褥瘡専用アプリ「CARES4WOUNDS-JP」  
 (上段) ビデオ通話の様子  
 (下段) 対象者情報入力フォーム (リスクアセスメント)

養者を対象とした褥瘡管理のための患者情報入力フォームである。ビデオ通話でのコンサルテーションは訪問看護で実施することを想定したため、時間が限られている訪問の中でスムーズなコンサルテーションが可能となるよう、褥瘡アセスメントに必要な患者情報を皮膚・排泄ケア認定看護師が事前に訪問看護師と共有できるようにした。フォームの入力項目は、同行訪問の経験が豊富な皮膚・排泄ケア認定看護師へのヒアリングをもとに検討し、訪問看護師の負担とならないように選択式入力を中心とし、写真撮影、画像添付機能を付けるなど、短時間の入力に必要な情報が得られるように構成した。図 4-8 下段は、入力フォーム画面である。指でタッチやスクロールをすることで入力可能であり、また入力項目が多くなり過ぎないように工夫をした。

本事業では、真皮を超える褥瘡を有する在宅療養者に対して訪問看護師が褥瘡ケアを行う際に、皮膚・排泄ケア認定看護師がビデオ通話でケアの助言（遠隔コンサルテーション）を行うことの効果を検証する。

さらに、遠隔コンサルテーションを行う上で、皮膚・排泄ケア認定看護師の技術を実際に対象者に対して実演しながら訪問看護師に助言できないという課題が見つかった。褥瘡の看護技術では、創の洗浄方法やテープの貼付方法など、言葉では表現が難しいちょっとしたコツがケアのポイントとなることが少なくない。対面でのコンサルテーションの場合、訪問看護師がそういった技術を直接見聞きし、対象者に必要な褥瘡ケアの専門的な手技を習得できるという利点がある。この点を遠隔でも可能とすることで、訪問看護における褥瘡ケアの充実だけでなく、訪問看護師の現場での技術教育の

効率化を図ることができると考えた。そこで、拡張現実（Augmented Reality: AR）技術を用いて遠隔でエキスパート技術の描写を行えるシステムを開発し、褥瘡遠隔コンサルテーションに実装した。

## （２）方法

### 対象者

褥瘡処置のために訪問看護を利用している療養者を対象とした。対象となる褥瘡は、真皮を超える褥瘡とした。対象者のリクルートは機縁法にて行い、訪問看護ステーションに研究を紹介した。研究への協力が得られた訪問看護ステーションにおいて訪問看護サービス利用者に包含基準に該当する褥瘡保有者がいることを確認し、本人または代諾者に訪問看護師が書面を用いて説明を行った。療養者本人または代諾者の同意が得られた場合に、訪問看護師に遠隔コンサルテーションの実施方法の詳細を説明し、日程を調整して遠隔コンサルテーションを実施した。

### コンサルテーション前の情報共有

研究参加への同意が得られた対象者について、訪問看護師が褥瘡専用アプリ「CARES4WOUNDS-JP」を用いて対象者の情報入力を行い、皮膚・排泄ケア認定看護師と情報共有を行った。共有した情報は、疾患、使用している薬剤、褥瘡リスクアセスメント評価、栄養、排泄、体圧管理、利用している介護サービスの情報、コンサルテーション前の褥瘡の画像と褥瘡処置の情報であった。

### コンサルテーションの実施

1名の皮膚・排泄ケア認定看護師が全ての遠隔コンサルテーションを受けた。コンサ

ルテーションの実施日時は、対象者の訪問看護サービス利用日をもとに、訪問看護師と皮膚・排泄ケア認定看護師の予定が合う日に調整した。コンサルテーションでは、褥瘡の観察とともに、周囲皮膚の状態、普段の体位、使用しているマットレスやクッションおよびその状態の確認、訪問看護師による創処置方法の確認をビデオ通話で行った。皮膚・排泄ケア認定看護師は、アセスメントの内容を訪問看護師に伝えた上でケアの助言を行った。また、ケアの助言を受け入れるか否かは訪問看護師の判断に委ねることを伝えた。褥瘡の薬剤の変更が望ましいと判断した場合には、訪問看護師から主治医に相談してもらうことを提案し、相談をするかは訪問看護師の判断に、主治医が薬剤を変更するかは主治医の判断に委ねた。訪問看護サービスの頻度や介護サービスの利用は、患者を取り巻く介護力や経済的状況を踏まえて検討されるものであるため、遠隔コンサルテーションで変更を提案することは行わなかった。ただし、体圧分散寝具を介護保険でレンタルしている療養者では、使用中の製品が対象者の体圧管理に適していないとアセスメントした場合には変更を提案した。

## コンサルテーションにおけるAR(拡張現実)の活用

皮膚・排泄ケア認定看護師側では、ビデオ通話機能で画像を配信するにあたり、画像合成配信ソフトウェアを用いて仮想カメラにて配信を行った。グリーンシートを用いて、取得した画像にクロマキー処理を行った。これによりエキスパートの手技を透過したリアルタイムな表示データが得られ、その画像を配信用合成ソフトを用いて重畳した。結果的に得られた画像を仮想カメラデータとして出力、既存のコンサルテーションシステムで認識させ、描写される。具体的には、図 4-9 に示すように、皮膚・排泄ケア認定看護師は、訪問看護師が映す褥瘡画像を見ながら、グリーンシートを被せた台の上で手を動かす。その手元が撮影され、訪問看護師には、褥瘡画像と手指が合わさって表示される。これは、エコープローブ走査の指導にも活用できる。

ビデオ通話システムは、前述の「CARES4WOUNDS-JP」アプリを使用し、訪問看護師側には AR 技術の活用のために追加の物品や環境を必要としなかった。



図 4-9. 褥瘡遠隔コンサルテーションにおいてエキスパートの手技を AR 表示する様子  
 (左) 皮膚・排泄ケアの手技を褥瘡画像と重畳している様子  
 (右) エコープローブの操作を重畳している様子

## 褥瘡の評価

褥瘡の評価には、DESIGN-R®2020<sup>10)</sup>を用いた。これは、Depth (深さ)、Exudate (滲出液)、Size (サイズ)、Inflammation/Infection (炎症/感染)、Granulation tissue (肉芽組織)、Necrotic tissue (壊死組織)、Pocket (ポケット) の7つの項目からなり、点数が大きい方が重症であることを表す。遠隔コンサルテーション前の褥瘡は、訪問看護師が撮影した創写真および訪問看護師からの情報に基づき評価した。遠隔コンサルテーションの際の褥瘡評価は、ビデオ通話で観察した創の状態および訪問看護師からの情報に基づき評価した。

## 遠隔コンサルテーションに要する時間

遠隔コンサルテーションに要した時間は、ビデオ通話の接続時間とした。初回の遠隔コンサルテーションでは、皮膚・排泄ケア認定看護師、訪問看護師、療養者や家族との挨拶から、創洗浄方法の確認、褥瘡の観察、使用しているマットレスやクッションの確認、外用剤、被覆材の貼付まで含んだ。2回目以降は、創洗浄が終了した状況で接続を開始する場合や被覆材貼付前に終了する場合もあった。

## 解析

遠隔コンサルテーションを実施した症例から、初回のコンサルテーションで褥瘡ではないと判断された創、DESIGN-R®2020 でd2と評価された創、訪問看護導入直後の創、コンサルテーション後のフォローアップが実施できなかった創を除外し、初回の遠隔コンサルテーション前後の2週間でDESIGN-R®2020 得点の変化をウィルコクソ

ンの符号付順位検定を用いて比較した。統計解析には、StataIC 15 (StataCorp, College Station, TX) を用いた。

コンサルテーションに要した時間について、褥瘡治癒までコンサルテーションを定期的に実施した症例をもとに考察した。

## (3) 結果

32名から同意を得て、6名が初回コンサルテーションまでに入院、死亡、訪問看護終了となり、26名に対し計68回のコンサルテーションを実施した。

26名のうち、初回のコンサルテーションで褥瘡ではないと判断された創、DESIGN-R®2020 でd2と評価された創、訪問看護導入直後の創、コンサルテーション後のフォローアップが実施できなかった創を除き、17名19褥瘡を対象として初回遠隔コンサルテーション前後でのDESIGN-R®2020 得点の変化を比較した。その結果、DESIGN-R®2020 合計得点の中央値 [四分位範囲] は、コンサルテーション前には24 [16, 31]、初回コンサルテーション時には24 [17, 31]と変化がなかったのに対し、コンサルテーション後には19 [13, 30]と減少した。図4-10に、対象となった褥瘡ごとのDESIGN-R®2020 得点の推移を示した。コンサルテーション前の変化は0 [0, 0]、コンサルテーション後の変化は-2 [-5, -1]で、コンサルテーション前に比べコンサルテーション後において有意に得点が減少していた ( $p < 0.01$ )<sup>11)</sup>。

初回コンサルテーションに要した時間は、創ひとつあたり25 [20, 33]分であった。褥瘡治癒まで週に1回コンサルテーションを実施できた症例では、1回目が25分、2回目が23分、3回目が21分と減少し、4回

目以降は約 10 分であった (表 4-1)。この症例では、7 回目のコンサルテーションで褥瘡の治癒が確認された (図 4-11)。

AR の活用では、皮膚・排泄ケア認定看護師の手指の動きがリアルタイムに訪問看護師に共有され、褥瘡の部位を指で示しながらアセスメント内容を訪問看護師に伝えることができた。訪問看護師からは、部位や方向が言語のみよりもわかりやすくなりケア時間の短縮に繋がる、皮膚・排泄ケア認定看護師が傍で一緒にケアをしているような感覚が持て、ケアへの自信に繋がる、といった意見が聞かれた<sup>12)</sup>。

#### (4) 考察

本事業では、真皮を超える褥瘡に対して訪問看護師による褥瘡ケアを受けている療養者を対象に、訪問看護のタイミングで皮膚・排泄ケア認定看護師が遠隔コンサルテーションを実施し、その効果を検証した。その結果、遠隔コンサルテーション前に比べ、遠隔コンサルテーション後では、2 週間における DESIGN-R<sup>®</sup>2020 合計得点が有意に改善

することが明らかとなった。

遠隔褥瘡コンサルテーションについて、これまでにビデオ通話を用いた国内での症例は報告されていたが<sup>13)</sup>、遠隔コンサルテーションの褥瘡治癒促進への効果を検証した報告はなされていなかった。国外の報告においては、写真をもとにしたコンサルテーションや療養者本人への電話での助言といった遠隔コンサルテーションが、コンサルテーションを行わない場合に比べて治癒に対する効果があるとする報告がある一方、効果はないという報告も存在し、結果が一致していなかった<sup>14, 15, 16)</sup>。この要因として、遠隔コンサルテーションに用いるツールの違い、日々の褥瘡ケアの実施者の違いが影響している可能性が考えられた。

そこで我々は、本邦において在宅での褥瘡ケアの中心を担っている訪問看護師に着目し、対面での同行訪問と同等の効果が得られるのかを検証することを考えた。しかし、新型コロナウイルス感染症の拡大により、本事業と同時期に同行訪問を行うことは叶わなかった。皮膚・排泄ケア認定看護師

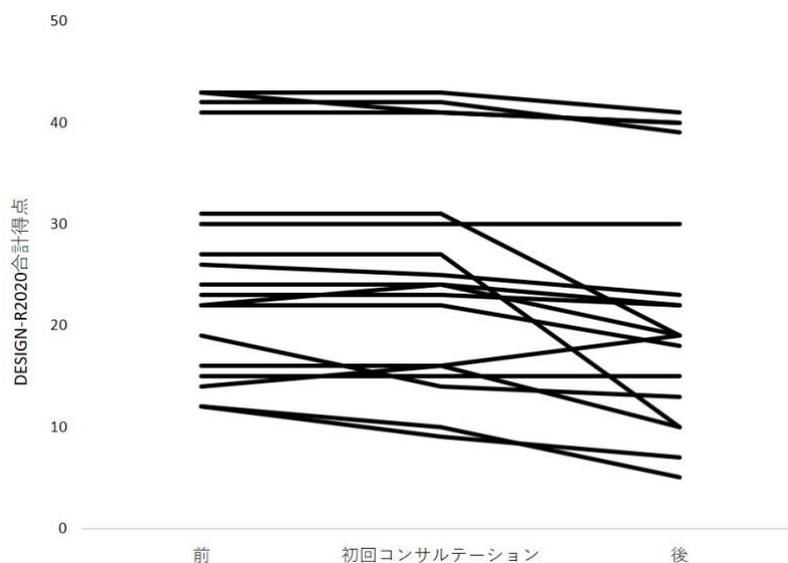


図 4-10. コンサルテーション導入前後での DESIGN-R2020 合計得点の推移

と訪問看護師の同行訪問が行われた先行研究では、皮膚・排泄ケア認定看護師が、退院前に院内外の医療・福祉職による合同カンファレンスに参加し、退院後のケアプランを共同で立案し、退院後に30日間で2回以上の頻度で90日後まで訪問が行われた<sup>6)</sup>。その研究では、真皮を超える褥瘡においては、退院から15日後にコンサルテーションあり群ではDESIGN-R合計点の変化が-4 [-5, -3]であったと報告されている。本事業での得点変化は2週間で-2 [-5, -1]であり、同等の効果が得られた可能性が高い。さらに、コンサルテーションの所要時間に関する報告はこれまでなされていない。遠隔コンサルテーションでは、皮膚・排泄ケア認定看護師の移動時間が削減できることは明らかであるが、それ以外に、コンサルテーションそのものが短時間で実施できる可能性があり、そのことにより訪問看護師にとって訪問時間に占める割合を縮小することができ、業務の効率化を図れる可能性があることが示唆された。

AR技術を活用することで、遠隔であっても、ケア対象となる褥瘡に対して皮膚・排泄ケア認定看護師の手技を訪問看護師に見せ

ることが可能であることが示された。訪問看護師がエキスパートの手技を真似ることで、ケアの質が向上すれば、褥瘡の治癒期間の短縮へと繋がるのが期待できる。また、この技術は、新人訪問看護師の現場教育などへ広く活用できると考えられる。これまで現場教育では、指導者の同行が必要であったが、技術の伝達を遠隔で実施することが可能となれば、人員確保や人件費削減への貢献が期待できる。将来的には、エキスパートとの日程調整を全く必要とせず、訪問看護師が必要なタイミングで、いつでもエキスパートから指導を受けているような状況をARで再現するシステムができればさらなる効率化を図れるであろう。

本事業で用いたシステムでは、皮膚・排泄ケア認定看護師の観察に合わせて、訪問看護師がタブレット端末のカメラを創部に近づけたり離したり、他の部位を映したりといった操作が必要となった。訪問看護師にはタブレットホルダーを貸し出したが、皮膚・排泄ケア認定看護師の観察部位は療養者の顔から足の先、マットレスや車いすでのシーティングなど範囲が広く、またベッド上にタブレットホルダーを置く場所を確

表 4-1. コンサルテーションに要した時間の一例

コンサルテーション (回目)	1	2	3	4	5	6	7	平均
時間 (分)	25	23	21	11	12	8	9	15



図 4-11. コンサルテーションで改善がみられた褥瘡

保できないこともあるなど、カメラを固定したままでは対応できないことが多かった。そのため、訪問看護師一人では操作が煩雑になったり、コンサルテーション中のケアをスムーズに行うために二人で訪問したりするケースも見られた。これらは訪問看護師業務の効率化を図るという目的に矛盾するものであり、今後の改善が必要である。この課題への対策としては、ゴーグルタイプのディスプレイの使用などで訪問看護師の手の動きを塞がないような方法が解決策となりうる。

本事業で行ったようなビデオ通話を用いたコンサルテーションには、ネットワーク環境が必要となる。訪問看護ステーションではタブレット端末で記録を行う施設も増えており、本事業においてもステーションが端末を所有している場合にはその端末を使用してもらった。その際にコンサルテーションのために必要となった設備は、アプリケーションのインストールのみであった。遠隔コンサルテーションを行うためには、本事業で用いたようなセキュリティの担保されたアプリケーション等が必要となるが、それらの使用を月契約や年契約で実現できれば、デバイスを新たに揃える必要はなく、訪問看護ステーションにとって経済的なハードルは低くなるであろう。

システムの運用においては、タブレット端末の操作や無線ネットワークの接続などといった IT リテラシーが一定レベルに求められる。本事業では、アプリのインストール方法や使用方法は、看護研究者が訪問看護師に説明した。訪問看護における ICT の活用が進められるには、機器に精通したスタッフ、すなわち、看護研究者が代行した役割を果たす人が求められると考えられる。

一方で、本事業で使用したアプリは iPad で使用するものであったため、日常的に iPad を使用するステーションでは、端末の操作に不自由を感じることはないようであった。逆に、タブレットの使用経験があっても、iPad とは異なるタイプのタブレット端末を日常的に使用している場合には操作性が異なるために、些細な誤操作が生じやすい。スマートフォンの保有率が高いことを考えると、特定の端末に限定されるのではなく、スマートフォンなどそれぞれの訪問看護師が手持ちの使い慣れたデバイスを利用してアプリを使用できるようになることが、操作性のハードルを取り除き、訪問看護師にとって使いやすいものとなり、継続的な使用に繋がると考えられる。

### (5) 結論

ICT を利用した褥瘡遠隔コンサルテーションは、褥瘡の治癒を促し、訪問看護師の褥瘡ケア技術の向上、患者アウトカムの改善に繋がる可能性が示唆された。

AR 技術の活用により、エキスパートが遠隔から褥瘡のケア技術の提示が可能となった。

遠隔コンサルテーションの実施に、訪問看護ステーションが所有しているデバイスが利用できることが、遠隔コンサルテーション導入のハードルを下げうる。

今後の課題として、ゴーグルタイプのディスプレイなど、訪問看護師が手を塞がれずに操作が可能なデバイスや、エキスパートから指導を受けているような状況を AR で再現できるシステムが求められる。

### 3. 健康危険情報

なし

#### 4. 研究発表

1. 保坂明美, 岡田晋吾, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 真田弘美. 携帯型エコーによる訪問看護アセスメントと ICT を活用した連携. 第 8 回看護理工学会学術集会抄録集. 2020;55. (第 8 回看護理工学会学術集会, 2020 年 10 月 25 日)
2. 北村言, 仲上豪二郎, 阿部朋美, 武藤真祐, 真田弘美. 皮膚・排泄ケア認定看護師による遠隔創傷コンサルテーションのためのアプリの開発. (第 50 回日本創傷治癒学会学術集会, 2020 年 11 月 9, 10 日)
3. Kitamura A, Nakagami G, Muto S, Sanada H. Effectiveness of teleconsultations with Wound, Ostomy, and Continence Nurses on pressure injury healing in community settings. 9<sup>th</sup> Asian Pacific Enterostomal Therapy Nurse Association Conference 2021.
4. 北村言, 高橋聡明, 松本勝, 仲上豪二郎, 東村志保, 真田弘美. 遠隔褥瘡コンサルテーションにおける AR 技術の援用によるエキスパート手技の伝達手法の開発. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
5. 上茂名保美, 北村言, 松本勝, 真田弘美. ICT を活用した遠隔コンサルテーションでエコーを用いた早期褥瘡評価により敗血症回避につながった 1 例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
6. 保坂明美, 中島美佳, 松本勝, 三浦由佳, 北村言, 玉井奈緒, 高橋聡明, 東村志保, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師のエコーを用いた水腎症評価により早期介入と家族の負担軽減につながった 18 トリソミー児の一例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
7. 保坂明美, 小路郁美, 高橋明美, 工藤陽子, 藤森昌子, 清水鉄也, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 真田弘美. 訪問看護におけるエコーを用いた膀胱の可視化により残尿の原因のアセスメントとケアにつながった一例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
8. 新関こずえ, 小川真里子, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 東村志保, 北村言, 高橋聡明, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師によるエコーを用いた下行結腸の便貯留評価に基づく便秘への介入が自力排便につながった一症例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
9. 新関こずえ, 小川真里子, 松本勝, 玉井奈緒, 三浦由佳, 東村志保, 北村言, 高橋聡明, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師によるエコーを用いた膀胱留置カテーテル挿入後の観察により観察時間の短縮につながった一例. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会, 2021 年 7 月 3, 4, 5 日)
10. 菅野智穂, 関根明子, 佐藤美雪, 阿部智子, 松本勝, 東村志保, 高橋聡明, 北村言, 仲上豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師によるエコーを用いた排便ケアがリハビリテーションへの不安と緩下剤使用の減少につながった一例. (第 30

回日本創傷・オストミー・失禁管理学会  
学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)

11. 松本勝, 石橋昂大, 北村言, 玉井奈緒,  
三浦由佳, 高橋聡明, 東村志保, 仲上  
豪二郎, 真田弘美. 訪問看護師が撮影  
した直腸エコー動画に対する AI によ  
る便貯留評価手法の考案. (第 30 回日  
本創傷・オストミー・失禁管理学会学術  
集会, 2021年7月3, 4, 5日)
12. 中村深雪, 保坂明美, 松本勝, 三浦由  
佳, 玉井奈緒, 仲上豪二郎, 真田弘美.  
エコーによる排泄アセスメントのため  
の技術講習会オンライン化の試み. (第  
30 回日本創傷・オストミー・失禁管理  
学会学術集会, 2021年7月3, 4, 5日)

## 5. 知的財産権の出願・登録状況

- 1) 特許取得  
なし
- 2) 実用新案登録  
なし
- 3) その他

## 6. 引用文献

1. Matsumoto M, Yoshida M, Yabunaka  
K, Nakagami G, Miura Y, Fujimaki S,  
et al. Safety and efficacy of a  
defecation care algorithm based on  
ultrasonographic bowel observation  
in Japanese home-care settings: a  
single-case, multiple-baseline study.  
*Geriatr Gerontol Int.* 2020;20(3):187-  
94.
2. Matsumoto M, Yoshida M, Miura Y,  
Sato N, Okawa Y, Yamada M, et al.  
Feasibility of the constipation point-  
of-care ultrasound educational  
program in observing fecal retention  
in the colorectum: a descriptive study.  
*Jpn J Nurs Sci.* 2021;18(1):e12385.
3. Matsumoto M, Tsutaoka T,  
Nakagami G, Tanaka S, Yoshida M,  
Miura Y, et al. Deep learning-based  
classification of rectal fecal retention  
and analysis of fecal properties using  
ultrasound images in older adult  
patients. *Jpn J Nurs Sci.* 2020:e12340.
4. Matsumoto M, Yabunaka K, Yoshida  
M, Nakagami G, Miura Y, Okawa Y,  
et al. Improvement of Constipation  
Symptoms in an Older Adult Patient  
by Defecation Care Based on Using a  
Handheld Ultrasound Device in  
Home Care Settings: A Case Report.  
*J Wound Ostomy Continence Nurs.*  
2020;47(1):75-8.
5. 日本褥瘡学会実態調査委員会. 第 4 回  
(平成 28 年度) 日本褥瘡学会実態調査  
委員会報告 1 療養場所別自重関連褥瘡  
と医療関連機器圧迫創傷を併せた「褥  
瘡」の有病率, 有病者の特徴, 部位・重  
症度. *日本褥瘡学会誌* 2018 ; 20(4) :  
423-45.
6. 栃折綾香, 池野二三子, 西澤知江, 大桑  
麻由美, 須釜淳子. 褥瘡保有者の退院  
前後連携における 皮膚・排泄ケア認定  
看護師参画の効果. *日本褥瘡学会誌*  
2014 ; 16(4) : 528-37.
7. 政府統計の総合窓口(e-Stat) 訪問看護  
療養費実態調査 2019 年度 .  
([https://www.e-stat.go.jp/stat-  
search/files?page=1&layout=datalist  
&toukei=00450385&bunya\\_l=15&tst  
at=000001052926&cycle=0&tclass1=](https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00450385&bunya_l=15&tstat=000001052926&cycle=0&tclass1=)

- 000001137746&class2val=0)
8. 日本看護協会出版会. 平成 29 年看護関係 統 計 資 料 集 ( <https://www.nurse.or.jp/home/statistics/index.html> )
  9. 北村言, 仲上豪二郎, 阿部朋美, 武藤真祐, 真田弘美. 皮膚・排泄ケア認定看護師による遠隔創傷コンサルテーションのためのアプリの開発. 第 50 回日本創傷治癒学会 2020.
  10. 一般社団法人日本褥瘡学会. 改定 DESIGN-R@2020 コンセンサス・ドキュメント. 照林社 2020.
  11. Kitamura A, Nakagami G, Muto S, Sanada H. Effectiveness of teleconsultations with Wound, Ostomy, and Continence Nurses on pressure injury healing in community settings. 9th Asian Pacific Enterostomal Therapy Nurse Association Conference 2021.
  12. 北村言, 高橋聡明, 松本勝, 仲上豪二郎, 東村志保, 真田弘美. 遠隔褥瘡コンサルテーションにおける AR 技術の援用によるエキスパート手技の伝達手法の開発. (第 30 回日本創傷・オストミー・失禁管理学会学術集会) .
  13. 熊田奈津紀. 在宅療養患者の褥瘡ケアに対する遠隔看護コンサルテーション. 日本遠隔医療学会雑誌. 2018 ; 14(1) : 12-5.
  14. Le Goff-Pronost, Mourgeon B, Blanchère J, Teot L, Benateau H, Domp martin A. Real-world clinical evaluation and costs of telemedicine for chronic wound management. *Int J Technol Assess Health Care*. 2018;34(6):567-75.
  15. Arora M, Harvey LA, Glinsky JV, Chhabra HS, Hossain S, Arumugam N, et al. Telephone-based management of pressure ulcers in people with spinal cord injury in low- and middle-income countries: a randomised controlled trial. 2017;55(2):141-7.
  16. Stern A, Mitsakakis N, Paulden M, Alibhai S, Wong J, Tomlinson G, et al. Pressure ulcer multidisciplinary teams via telemedicine: a pragmatic cluster randomized stepped wedge trial in long term care. *BMC Health Serv Res*. 2014;14:83.

## V. 全体まとめ

令和二年度の本事業においては、調査事業、既存技術の実装事業、新規技術の開発事業の3つの事業を実施した。

調査事業では訪問系サービスを看護だけでなく介護なども含めマネジメントを実施している管理者を対象にヒアリングを行い、実装コンセプトの妥当性を確認し、現在のロボット技術活用の障壁となっている項目について明らかにした上で、既存技術の実装事業及び新規技術の開発事業コンセプトを立案した。

既存技術の実装事業では2つのロボットとしてバイタルサイン測定機器連動型コミュニケーションロボットと遠隔型ロボットを対象に実臨床への導入を実施し、その際の障壁や必要なノウハウの抽出を試みた。その結果、服薬忘れの回避、バイタルサインの日々の測定や運動の実施などのセルフケア行動が促進された。本システムにより収集された健康関連情報はクラウドに逐次的に蓄積され、訪問担当スタッフがWebを閲覧し、システムを通じて情報を共有することで異常に早期に対応したり訪問時の適切なケアやサービスの効率化に繋がる可能性が示唆された。一方で、機器の導入にはスタッフのロボット技術への理解やトラブル時に対応できる連絡体制の構築、ネットワーク環境の整備など臨床上の工夫が必須であり、その人的コストが導入障壁となっていることが示唆された。

新規技術の開発事業では人工知能による自動アセスメント機能を持つ超音波検査装置とエキスパートナースによる遠隔コンサルテーションシステムの実装を行った。それぞれ、実際の訪問系サービス利用者へ提供・実施し、提供するケアの質の向上およびケアの効率化が図られることが示された。これらの技術においても、実装にあたってはスタッフによるデバイスやシステムへの理解を促す繰り返しのミーティングや連絡体制の構築などが重要であった。

以上より、ロボット技術により訪問系サービスにおけるケアの質の向上と効率化が図れること、そのためには利用者のテクノロジーリテラシー、ロボット技術の利用者と開発者の橋渡しをする、ロボット技術に理解のある看護・介護関係者の存在が鍵となることが明らかとなった。

## VI. 謝辞

本事業を実施するにあたり、多くの方にご協力をいただきました(P.1:事業代表者・事業担当者・事業協力者・調査協力者リスト参照)。ここに、心より感謝の意を表します。

調査事業では全国訪問看護事業協会の皆様から、訪問系サービスの現場で求められるロボット技術の要件をご教示いただき、現場に貢献しうる本事業コンセプトを立案することができました。

既存技術の実装事業における自立型コミュニケーションロボットの導入には富士ソフト株式会社の皆様にバイタルセンサ連携やWeb ページでの表示等、既存のロボットの改良を含め多大な貢献をしていただきました。また、遠隔型コミュニケーションロボットの導入においては株式会社 avatarin の皆様にご支援いただきました。これらロボット技術の実装には多くの訪問看護ステーション、病院の皆様にご協力いただきました。

新規開発実装事業におけるエコー遠隔教育プログラムの開発と実装には一般社団法人次世代看護教育研究所の皆様にご協力をいただきました。エコー画像に対するAIによる読影支援アプリケーションの開発においては、富士フイルム株式会社画像技術センターの皆様にご協力いただきました。褥瘡 ICT システムの開発・提供についてはTetsuyu Healthcare Holdings にご支援いただきました。さらに、これら新規開発技術の実装に際して、多くの訪問看護ステーション・施設の皆様にご尽力いただきました。

最後になりましたが、本事業は新型コロナウイルス感染症蔓延の影響により互いの直接対面での関わりもほとんど持てなかった令和二年度に実施されました。新しい技術を開発し提供する企業からの支援、それ

を現場で実装する病院や施設、訪問看護ステーションの協力無しでは実施することができませんでした。大変厳しい状況が続く中でも本事業の重要性を理解し活動を開始・継続してくださったすべての皆様にあらためて深く感謝いたします。



令和二年度  
厚生労働省老人保健事業推進費等補助金  
老人保健健康増進等事業

事業報告書

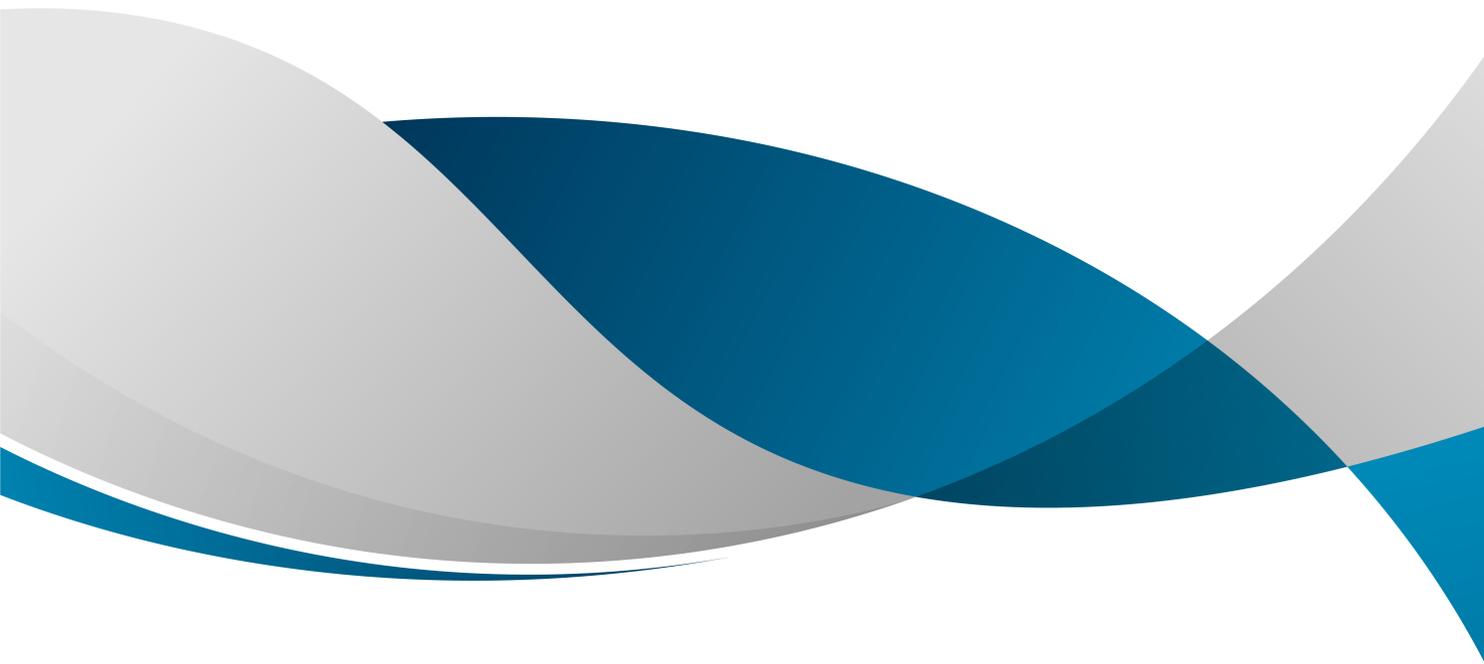
訪問系サービスにおけるロボット技術活用の効果検証事業

令和三（2021）年 3 月

発行： 東京大学大学院医学系研究科  
健康科学看護学専攻老年看護学／創傷看護学分野 教授  
グローバルナーシングリサーチセンター センター長  
真田 弘美  
〒1130033 東京都文京区本郷7丁目3-1  
TEL: 03 -5841-3419

本報告書の一部、全部を問わず無断引用、無断転載を禁じます。





2021年3月31日 発行