

氏名（本籍）	横沢（宇井）吉美（岩手県）
学位の種類	博士（工学）
学位記番号	甲第221号
学位授与の日付	平成31年3月22日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
学位論文題目	介護現場における技術導入と排泄検知システムの開発と展望
論文審査委員	(主査) 教授 長尾 徹 (副査) 教授 赤澤 智津子 教授 白石 光昭 教授 佐藤 弘喜 未来ロボット技術研究センター 研究員 富山 健

## 学位論文の要旨

### 介護現場における技術導入と排泄検知システムの開発と展望

本研究では、センサ技術を用いた排泄検知機器を開発した。結果として、においセンサを用いた非装着かつ非侵襲なシート型の排泄検知器を開発することに成功した。2018年現在、日本は人口減少と急速な高齢化の問題に直面している。介護保険サービスを受ける人口も増加するが、介護業界での介護者の離職率は高い水準であり、人手不足も顕著化している。人手不足が深刻な介護現場では、従来の制度だけではなく、介護ロボット技術の導入需要が高まっている。しかし、実際の現場ではロボット導入が本格的な普及に至っていない。原因として、現場のニーズと乖離して開発された製品が存在し、ニーズは存在するがユーザが理解しづらく扱いにくい機能が提供されていることが挙げられる。このような背景のもと、本論文では介護業務の中でも排泄業務に着目し、センサ技術やIoT技術の活用によって介護業界における先端技術の浸透に寄与し、簡単に誰でも使える適用範囲の広い福祉用具の開発を目標とした。これまでも、センサ技術を用いた排泄検知の研究がされており、多くのメーカーが排泄検知製品を開発し発売しているが、広く浸透した製品の開発は行うことができていない。排泄介助を簡単に誰でも使える排泄検知器の開発を行うことができれば、無資格または介護未経験者、外国人労働者でも、ある程度の介護経験者と同等のレベルで介護を行うことが可能となると考えられる。また、効率的な介護が実現されることで、介護者の負担軽減や余剰時間でのさらなるサービス向上が期待できると考える。

本論文では、まず、ロボット技術の導入が求められる介護業務を検証するため、介護現場で従事

する介護職を対象にアンケート調査を行った。

結果として、多くの介護現場で排泄業務が介護職の負担であることが示された。また、排泄業務は介護業務全体の約2割の時間を費やしていることがわかった。排泄業務に多くの時間が費やされている要因として、排泄のタイミングや回数には個人差があり、確認をしても空振りやおむつから漏れ出していることがわかった。同様に排泄業務に対する負担感を調査したアンケートでは、負担と感じている介護者の割合は全体の約7割であった。アンケート結果から、排泄業務に求められるポイントについて既存製品を参考にしながら調査した。

その結果、「非装着である」「便の検知が可能である」「コスト面を考慮している」という3点に注目し、排泄検知センサの構想とした。

次に、介護現場での実用に耐えうる製品開発のため、センサ値を使用し排泄を検知するアルゴリズムの構築と検証を行った。健常者（若者）と高齢者に対して臨床実験を実施し、結果として、若者の排泄を検知するアルゴリズムは、高齢者に適用できないことが示唆された。そのため、実験結果を参考に高齢者の排泄の特長に合わせたアルゴリズムを再構築した。

さらに、排泄データを蓄積し、個人の排泄パターンを作成するためのWebアプリケーションの開発を行った。このシステムにより、おむつ交換の空振りや尿便漏れなどを防ぎ、より質の高い介護業務を提供できる可能性が示唆された。また、開発者と使用者の双方の意識のズレを解消し、現場で活用できる製品の開発と普及させる方法を開発手法を交えて考察した。

## 審査結果の要旨

本論文は、負担の大きい介護現場の現状に対し、センサー技術を用いて効率的な介護を可能とする実製品開発を製品デザインの視点による研究をまとめたものである。

第1章では、本論文の開発対象である排泄検知システムに着目するまでの背景と目的を既往論文・報告等の調査考察から以下のように述べている。介護業界の現状として、高水準で推移している離職率から、慢性的な人員不足が叫ばれており、その解決策として、無資格や介護未経験者の雇用、外国人労働者の受け入れが進んでいことを確認している。このような社会的問題に対応するためにも、マンパワーに頼らない生産効率が今後、より求められていくと述べている。次に、介護保険法施行後、日本の介護保険サービスは急速に規模を拡大してきたが、制度だけでなく、人手不足が深刻な介護現場の負担軽減のため介護ロボット技術の導入といった需要は高まっているが、介護現場ではロボット技術を導入した製品が、本格的な普及に至っていない現状を確認し問題としている。その原因は、現場のニーズと乖離した状態で開発された製品を、現場が使用することにより、更なるロボット技術への悪い印象が生まれ、悪循環となっていると考察している。続いて、双方の意識のズレを解消し、現場で活用できる製品を普及させる方法を、福祉介護用具の開発手法を交えて考察している。そして、より効率的な介護が求められる時代において、センサー技術を用いた排泄検知シートの開発に、現場運用の有効性について検証を通し、ロボット技術に代表される先進技術の確かな浸透と、適用範囲の広い福祉介護用具の開発を行うことで、介護現場における製品開発

に新たな示唆・貢献することを本論文の目的としている。

第2章では、ロボット技術の導入が求められている介護業務の検証のため、介護現場で従事する介護職を対象に、インターネットでアンケート調査を行っている。

この調査により、多くの事業所で排泄業務に全体の約2割もの時間が費やされていることがわかっている。排泄業務に多くの時間が費やされている要因として、排泄のタイミングや回数には個人差があり、決められた定時での交換業務で対応しきれない点が挙げられる。同様に排泄業務に対する負担感を調査したアンケートにおいても、負担と感じている介護従事者の割合は全体の約7割にも上るという結果を明らかにしている。次にアンケート結果から、排泄介護に関わる福祉介護用具に着目し、開発すべき福祉介護用具の指標を求めるための既存製品の調査を行っている。その結から、非装着であること、便の検知が可能であること、コスト面を考慮したものであることの3点を指標として抽出し、福祉介護用具の構想をまとめている。

第3章では、介護現場における実用性の高いものを目指し開発を行うための根幹である排泄を検知するセンサーのアルゴリズム構築プロセスについてまとめている。

まずプロトタイプを作成しシステムの有効性検証を兼ね被験者を若者とした検証実験を行なっている。ここで有効性が確認され、ハード部分での改良を施したプロトタイプを用いて高齢被験者に対し検証実験を行った。その結果、若者の排泄を検知するアルゴリズムは、高齢者に適用できないことが判明し、高齢者の排泄の特長に合わせたアルゴリズムの再構築を行っている。続いて臨床実験をにより、単に排泄を介護従事者に通知するシステムでは、本質的な介護の助けにはならないことが判明し、排泄データを蓄積し個人個人の排泄リズムを把握するためのWebアプリケーションが必要であるとし、その開発を行っている。このシステムにより、排泄介護の空振りといった非効率な分野を、より精度の高い介護業務にすることができると述べている。

4章では、本製品の価値の伝達方法について検討している。新技術が浸透しない理由として、ニーズとのマッチングが挙げられるが、本製品はユーザーも意識ができていなかった排泄介護パターンを実現している。その本質を伝える為にアニメーションによる動的インフォグラフィックを制作し、インタビュー調査で内容理解についての検証を行なっている。

5章では、センサー技術やIoT技術の活用によって、介護業界における先端技術の浸透に寄与し、ベッドに敷くだけで誰でも使えるという適用範囲の広い福祉介護用具の開発ができたこと述べ、センサー技術を用いた排泄検知シートの開発を通して現場での運用に有効な福祉介護用具開発の検証を行う目的を達成したと結んでいる。さらに、本論文を総括し、今後の継続的な研究展開について述べ、終章としている。

以上により、本論文は、徹底した現場状況の把握と臨床により、実証研究開発が難しい福祉介護用具製品領域において明確な結果を得ている。今後同様な領域における製品開発を効果的に展開することを可能にする手法を示唆したものであり、製品デザインについて重要な知見を与えたものとして価値ある集積であると認める。

従って、学位申請者の横沢（宇井）吉美は、博士（工学）の学位を得る資格があると認める。