

氏名	つじ あいり <b>辻 愛里</b>
学位(専攻分野)	博士(工学)
学位記番号	博甲第746号
学位授与の日付	平成27年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学位論文題目	<b>高齢者における体内水分量変位モデルの構築とその応用</b>
審査委員	(主査)准教授 桑原教彰 教授 森本一成 教授 濱田泰以 准教授 芳田哲也

## 論文内容の要旨

超高齢社会となったものの平均寿命と健康寿命の差が広がる中で、介護の負担を減らすためには介護が必要となるよりも早い段階で体力や認知能力を維持するためのトレーニングを行うことが重要であると考えられている。身体機能や認知機能を維持する上で外出行動は重要な役割を果たしているが、多くの高齢者が生活行動の中でも特に外出に対し強い不安を感じている。その原因の一つにトイレの問題があることがわかっている。加齢による生理特性の変化によって高齢者の多くが頻尿症状に悩まされており、一日のトイレ回数が増える事によって多くの高齢者が外出時に周りにトイレがあるかを常に気にし続けなければならない状態に陥っている。介助者を伴っての外出行動であれば、介助者があらかじめトイレを探し、案内することや、電車に乗る際、あるいは少し長めに歩く際には先にトイレに行くよう声を掛けることができる。また、慣れ親しんだ環境下であれば自分で注意して早め早めにトイレに行くこともできる。しかし、高齢者が一人でよく知らない場所へ外出した場合、尿意が差し迫ってからトイレを探すのでは、失禁につながる可能性がある。また、身体的になんらかの不自由を抱えた高齢者の場合使用できるトイレにも制限があり、頻発する尿意に備え、早め早めのトイレ探しをしなければならないという精神的重圧がそのまま外出不安につながってしまっているという現状がある。このようなトイレに関する外出不安があるとき、外出自体を控えてしまうこと以外にも水分摂取の忌避という大きな問題がある。トイレに行く回数を出来る限り減らすために外出前や外出中の水分摂取を控えることは若年者、高齢者と問わず、よく見られることであるが、高齢者の場合、口渴感の減衰や体内水分量の減少といった加齢による生理特性の変化から、脱水症状に陥る危険性が若年者と比較すると高く、健康に甚大な被害を及ぼす例が報告されている。

そこで本研究では、高齢者の一日の体内水分量の変動を生理学や医学の知見を元にモデル化し、モデルから尿意を感じる時間や脱水の危険がある体内水分量を計算する予測式を構築し、また適切なタイミングでトイレや飲水を提案する手法について検討を行うことで、外出プランに応じてトイレや飲水の適切なタイミングを提案し、外出に対する不安を減少させると共に、積極的な水分摂取を促す外出支援システムを開発する。このシステムは高齢者の外出の予定に応じてあらかじめ計算したトイレや飲水のタイミングを、高齢者のトイレや飲水といった行動や気温の変化などの周辺状況の変化に応じて動的に変更し、トイレに行きたくなるよりも少し早いタイミングでトイレに行くことや、脱水症状になる前に水分を摂取するように提案を行う。更に、利用者の例えば買い物や観劇などの外出の目的の妨げにならないよう、そういった予定を避けるよう考慮することや、予告的な通知を事前に発することで無視されることがない段階的な通知方法といった、システムの提案に従いやすい通知方法を用いるという特徴を持つ。

第1章では本論文の概要について述べた。第2章では、研究の背景である高齢化の進行および介護の負担増加、負担を抑制するための施策や関連研究、そして、それらに対する本研究の位置づけと本研究の目的を述べた。

第3章では、本研究で提案する体内水分量予測式について仮説を述べ、予測式の妥当性評価のために行った実験について、その方法と結果を述べた。実験の結果から提案式がトイレに行きたいと感じるよりも少し早いタイミングで通知が行える上に不満を与えずにすむタイミングを算出できることが明らかになった。

第4章では、トイレのタイミングの計算方法、およびそのコンテキストに応じた再計算方法、そして段階的なトイレタイミングの通知方法についての評価実験について、その方法と結果を述べた。実験の結果から本論文で提案した2つの通知方法であるスケジュール考慮通知と段階的通知の両方に、通知に対する迅速な反応を促す効果があること、スケジュール考慮通知を用いることで他のタスクを邪魔せず、通知に対する煩わしさを感じさせない通知を行えることが明らかになった。

第5章では、予測式と通知方法を用いたシステムの実装について詳細とシステムの評価のために行った実験について、その方法と結果を述べた。Android 端末上で動作するシステムに対して正常な動作が確認でき、第3章と同様に予測式が適切なタイミングを提示できることが明らかとなり、システム全体に対して肯定的な評価を得られた。

第6章では、本システムにおける実用化までに残された課題について述べた。

第7章では本論文のまとめを行い、今後の課題について述べた。

## 論文審査の結果の要旨

本論文では、高齢者の外出時の主要な不安要因であるトイレ行動を支援するためのシステムを構築する目的で、高齢者のトイレ行動支援に関わる基本原理の確立と実システムの構築、及び評価が行われ、申請者の考案した基本原理の正しさが実証されている。

高齢者のトイレ行動の支援とは、身体的な衰えから尿意を感じてから排泄までの時間的な余裕がなくなっている高齢者のために、尿意を感じるより前にトイレ行動を促すことである。人は膀胱内に約150mlの尿が溜まる辺りで尿意を感じ始める。膀胱内の尿量を計測する手法は既に存在するが、身体に侵襲的であったり計測に安静を要求されたりと、外出時に行えるようなものではない。このため申請者は体内の水分出納に関する従来研究を精査し、体重、外気温、飲水などの影響を考慮した膀胱内の尿量の推定式を考案し、これに基づきトイレに行くタイミングを提示する手法を構築した。そしてこの支援技術の適切さを高齢者による評価実験により証明したことは人間工学的に意義が深い。さらに外出中という特別な環境の下で、トイレに行くタイミングをどのように伝えることで、外出中のアクティビティの邪魔にならずまた無視されないのかについて研究を行った。その結果、外出中のアクティビティを考慮しながら段階的に情報提示することで、アクティビティのパフォーマンスを低下させることなく、かつスムーズなトイレへの誘導が可能になることを、高齢者を対象とした評価実験で明らかにした。これはヒューマンインタフェースの研究として意義ある成果と言える。最後にこれらの研究成果を実際の携帯端末上に実装することにより、研究成果を具現化することに成功している。

高齢者の外出機会の増加は高齢者の健康寿命の延長につながり、高齢者の社会保障費の抑制に繋がることが期待される。高齢者の外出不安の主要な不安要因であるトイレ行動を支援し、外出に安心感を与えることは、高齢者の外出機会の増加に繋がると考えられる。本研究の成果は超高齢社会となった日本にとって、今後ますます重要性が増していくと期待される。

本論文の内容は次の2報に報告されている。

### 1. Proposal and Evaluation of Toilet Timing Suggestion Methods for the Elderly

Airi TSUJI, Tomoko YONEZAWA, Hirotake YAMAZOE, Shinji ABE, Noriaki KUWAHARA and Kazunari MORIMOTO

*International Journal of Advanced Computer Science and Applications, Vol. 5, No. 10, pp140-145 (2014)*

### 2. 高齢者の体内水分管理のための基礎的検討

辻愛里, 桑原教彰, 森本一成

*ヒューマンインタフェース学会論文誌. Vol. 16 No. 2, pp97-102(2014)*

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工学的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。