

コンテナケース型高齢者支援装置の開発

Development of Container-shape Supporting Instruments for the Elderly

正 福井 類 (東京大学) 正 森 武俊 (東京大学)
正 佐藤 知正 (東京大学)

Rui FUKUI, Taketoshi MORI and Tomomasa SATO. The University of Tokyo.

This paper describes development of container-shape instruments for supporting elderly people. The instruments intend to encourage elderly people to make their live for themselves by transforming the living environment to a dynamic accessible environment. We developed 3 prototypes: lavatory, refrigerator and desk-top containers. By showing these prototypes to staffs and elderly people, we discussed the validity of our proposal and improvement for real applications.

Key Words : Support of the Elderly, Intelligent Environment, Ubiquitous Robot.

1 緒論

● 本研究の動機 少子高齢化時代の到来によりロボットによる介護支援の期待が高まっている。現状の介護現場では家族・介護士の決め細やかな支援により、被介護者のQOL(Quality of Life)を維持しているが、介護家族自身の高齢化や介護職従事者の伸び悩みなどから、現状を維持するためには介護支援の新しい仕組みを導入することが必要不可欠なためである。

これに対して、介護士が行うのと同質・同量なサービスをロボットが実現するのは、作業確実性、多様な動作への対応、認識のロバストさ、被介護者の意図の理解など多くの課題があり、容易に実現出来るものではない。しかし現実には介護される老人の立場として、ちょっとしたことをお願いするのも躊躇われるなど、介護士による支援が必要なほどではないが手助けをして欲しいケースは多いと言われている。例えば(1)身体の麻痺により手元の動作は可能だが、身体全体を使った作業が困難であるケース、(2)常時医療器具を装着している必要性から行動範囲が限られるケース、では手元に操作対象を届けて貰えさえすれば、被介護者が自立的に行動可能である。

● 本研究の目標 本研究では、このように被介護者の自立的な行動を促しつつも、被介護者が介護士に依頼するのが憚られるような、ちょっとした支援を実現するシステムの実現を目指す。具体的には次の支援を対象とする、(1)洗面行為支援、(2)飲料提供支援、(3)娯楽提供支援。これらは一般に生活の中で少なくとも一日に1回は行われる行動でありつつ、行動に対して1つ以上の道具や設備を必要とされるものであるため支援の可能性が高まると考えて設定している。

● 本研究のアプローチ このようなシステム実現に当たって、これまで東京大学佐藤・森研究室で開発してきた、家庭内物流支援ロボットシステム [1] を活用することを検討した。このシステムでは知能化された収納ボックスである i コンテナを中心として、生活環境におけるモノの収納・アクセスを支援するシステムである。つまり、前述の3つの高齢者支援を実現する装置をコンテナケースの形にパッケージング化し、i コンテナと同様の枠組みの中に取り込むことにより、Fig.1に示すように、これまでに開発してきたコンテナ運搬ロボットや家庭用コンテナ収納庫を活用した支援を実現することを狙う。このようにシステム全体としては高齢者の使用のみに特化するのではなく、健常時から要介護時までシームレスにロボットサービスを提供するところが我々の研究の特徴である。

ここで前述の3支援を行う i コンテナユニットを各々(1)洗面環境コンテナ、(2)冷蔵庫コンテナ、(3)机上環境コンテナ

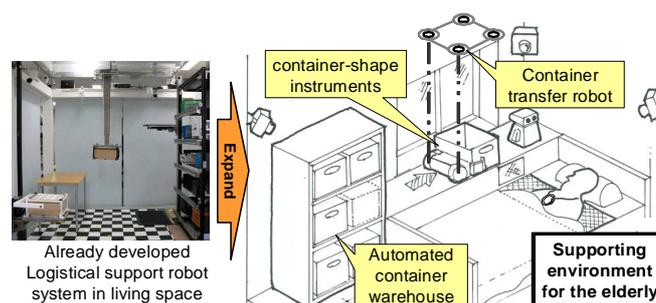


Fig. 1: Conceptual sketch of our target system

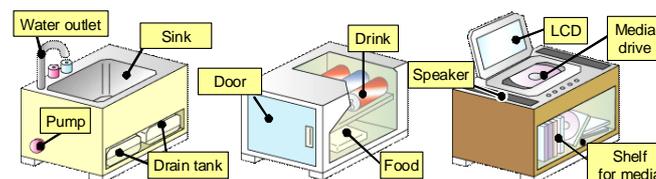


Fig. 2: Conceptual sketch of container-shape supporting instruments for the elderly (left-to-right: lavatory, refrigerator and desk-top containers)

と呼称する。

本論文の構成は次の通りである。第2章では、まず家庭内物流支援ロボットシステムの中で高齢者支援装置を i コンテナとして共通的に取り扱うための i コンテナ規格について整理し、続いて各支援パリエーションに求められる仕様について整理する。続く第3章では要求仕様を実現する高齢者支援装置の設計・実装について述べる。第4章では試作したプロトタイプを介護現場に持ち込み、介護士及び被介護者にデモンストレーションを行い、ヒアリングした結果について述べる。第5章は結論である。

2 コンテナケース型高齢者支援装置

本章ではまず家庭内物流支援ロボットシステムの中の1ユニットとして、高齢者支援装置を取り組む条件となる i コンテナの規格について整理する。続いて洗面環境コンテナ、冷蔵庫コンテナ、机上環境コンテナの各コンテナに要求される仕様について整理する。

2.1 i コンテナの規格概要

まず Fig.3 に i コンテナの概要を示す。i コンテナは家庭内物流支援ロボットシステムにおいて、人とロボットの仲介

役となるコア要素であり、単に物品を収納するだけでなく、ロボットによるマニピュレーションを容易にする機械構造を有したり、工学計測システムによるコンテナの位置計測を支援するマーカを有したりする。i コンテナの機能詳細説明は文献 [2] に譲るとして、ここでは外形構造と電装系仕様について説明する。i コンテナは Fig.3 中央に示すように、3 辺の外寸が $370 \times 270 \times 188$ [mm] に規格化されている。そして上面には天井ロボットと連結するための連結穴を設け、連結穴周辺にはテーパガイドがあるため、連結ピンと穴の軸位置が 10 [mm] ずれていた場合でも連結ピン側に機械的な柔軟性があれば挿入動作が実現出来るようにする必要がある。また i コンテナの底面はフォーク構造が挿入可能なように凹構造とし、その中央部にはコンテナを前後に操作する際にフック構造を引っ掛けるための溝を用意する必要がある。

上記のような外形構造を実現しつつ、コンテナ運搬ロボットの最大運搬荷重である 8 [kg] 以下に内容物も含めた状態で収めなければならない。また電装系として、他の制御 PC 等と通信をするための Bluetooth 無線機、位置計測支援のための LED マーカ、そしてユーザからの片付け要求を受け取るためのスイッチとその状態表示 LED を搭載しなければならない。

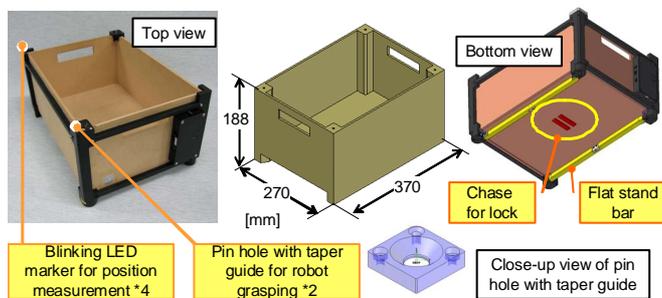


Fig. 3: Overview of intelligent container

2.2 洗面環境コンテナの仕様

本節では洗面行為支援を行うコンテナの仕様について述べる。まず洗面行為としては手洗い・洗顔・歯磨きの3つを支援することとした。但し手洗いや洗顔に関して、コンテナ内の容量は限られているため、通常の洗面台にて行うほどの大量の水を取り扱うことは出来ないため、ここでは濡れタオルを用意する程度の支援を行えるものとして設定をした。これらの支援を行うためのコンテナに求められる機能は次の通りである。

A1. 清水提供機能: ユーザの要求に応じて水を提供する機能である。限られた水の量を生かすため、一定時間で水の提供を自動停止する仕組みが必要である。また流量は公共機関などで見られる冷却水の提供装置を参考として 1 [L/min] とした。また清水の保管量は一日に数度介護者によって補充されるものとして 0.5 [L] とした。

A2. 清水交換機能: 介護士などが水道や市販のペットボトル等から清水を補充できる機能である。

A3. 排水蓄積機能: 使用後の水を一時的に蓄積し、一定期間使用の後に清掃出来る構造が求められる。清水が数度補填されても排水を溜めておける十分な容量が求められる。

A4. 洗面道具保管機能: 歯ブラシ、コップ、歯磨き粉といった洗面専用道具を保管する必要がある。

2.3 冷蔵庫コンテナの仕様

本節では飲料提供支援を行う冷蔵庫コンテナの仕様について述べる。このコンテナの使い方として、洗面環境コンテ

ナと同様に、コンテナへの飲料補充は介護者が行ってくれるものとし、補充されたコンテナを適切な温度状態で保管し、ユーザの要求に応じて受け渡すことを考えている。よって、本コンテナに求められる機能は次の通りである。

B1. 飲料保管機能: 必要な飲料を保管するのに十分な内容積を有する必要がある。ここで 350 [mL] の飲料が $5 \sim 6$ 本以上収納でき、ユーザの嗜好に併せて飲料の種類を選択出来るようにする。

B2. 飲料温度調整・表示機能: 四季のある日本においては夏は冷たく、冬は暖かい飲み物が飲みたくなることが想定される。そこで冷・暖両方の温度調整機能を搭載し、さらに温度状態を表示することでユーザに飲み頃を提示するようにした。

2.4 机上環境コンテナの仕様

本節では娯楽提供支援を行う机上環境コンテナの仕様について述べる。娯楽は人、性別、年齢によって大きく異なるため、仕様を1つに限定するのは難しいがここでは、情報を受け取る DVD 鑑賞と情報を発信するもの書き(手紙・日記)の2つに注目して支援することとした。この支援を実現するために必要な機能は次の通りである。

C1. DVD 再生機能: DVD ドライブを有しコンテナ自身で再生・描画する機能を有する。AV(Audio Visual)系の機能発展は目まぐるしく、メディアがなくても動画を鑑賞する方法、リモコンで他の部屋にある AV 機器を操作する方法なども既製品として販売されているが、ここでは老人が使用方法の煩雑さに対して拒絶感を持たないようなシンプルな構成が好ましい。よってパソコンやキーボードなどの複雑なインターフェースは可能な限り避けるべきである。

C2. DVD 保管機能: お気に入りの DVD を保管しておける空間を有する。この DVD も介護士が要望に応じて交換することを想定している。

C3. 筆記具保管機能: ペンや便箋、ノートなどを保管しておく空間を有する。

C4. 手元照明機能: 書き物の際は手元の明るさが求められることがある。そこで書き物の際に利用出来るような局所照明を搭載する必要がある。

3 高齢者用コンテナの設計と実装

本章では前章で整理した要求仕様を実現するコンテナの設計と実装について述べる。

3つのコンテナで共通設計として、AC電源を接続するための磁石吸着式のインレットを搭載した。ユーザの使用利便性を考えると、コンテナにバッテリー等を搭載し、コンテナが収納庫に保管されている間に自動で充電されるといった形態が最も好ましいが、現状のバッテリーサイズと重量を考えると、コンテナ規格(内容物を含めて 8 [kg])を満たしながらこれを実現するのは困難であるため有線電力供給方式を選び、ユーザが使用時にインレットに電気線を差し込む方式を選んだ。なお、用いたインレットは電気ジャボットのもので同一のもので、マグネット式のためケーブルを誤って引っ張ってしまった場合にも、コンテナ自身への影響(落下など)が少なくなるような工夫がしてある。

3.1 洗面環境コンテナの設計と実装

Fig.4に洗面環境コンテナの概要を示す。清水提供機能(A1)実現のために、空気圧送タイプのポンプを内蔵し、この圧縮空気を清水タンクに送りだすことによって清水を吐出する構造とした。これはギアポンプ等の水圧送タイプでは、配管内に水分が残りやすく衛生上の観点から採用した方式である。また、吐出のON/OFFには押しボタンを用意し、このボタンを1度押すことで一定時間吐出、連続で押し続けければ任意の

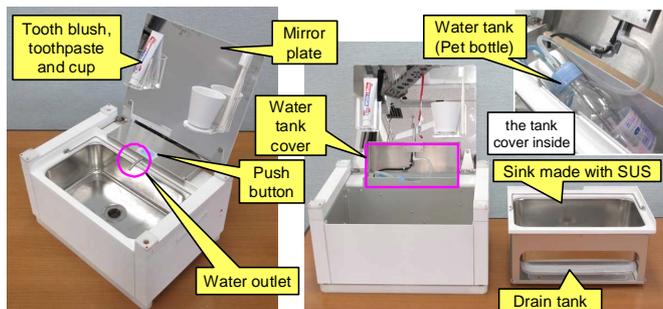


Fig. 4: Overview of lavatory container

量吐出可能とするインタフェースとした。清水交換機能 (A2) 実現のために市販のペットボトルをそのままタンクとして利用することを想定し、タンク洗浄の手間が可能な限り低減される工夫をした。排水蓄積機能 (A3) 実現のためシンクの下に一体型の排水タンク (ポリ容器) を用意し、シンクごとコンテナより引き抜くことによって排水の処分やシンクの清掃が出来る構造とした。洗面道具保管機能 (A4) は歯ブラシや歯磨き粉を取り付ける部位を用意し、またマグネット付きのカップホルダを搭載することで実現した。

3.2 冷蔵庫コンテナの設計と実装

Fig.5 に冷蔵庫コンテナの概要を示す。飲料保管機能 (B1) を実現するために 350[mL] 缶ジュースが 8 本入る断熱構造ケースを実装した。飲料温度調整・表示機能 (B2) はペルチェ素子による熱交換器を搭載し、外部との空気対流のためにファンを搭載することによって実現している。また前面パネルに大型の温度表示パネルを搭載し、コンテナを棚等に収納している状態でも温度が確認出来るようにしてある。

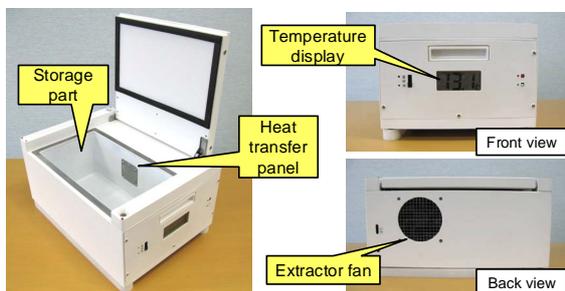


Fig. 5: Overview of refrigerator container

3.3 机上環境コンテナの設計と実装

Fig.6 に机上環境コンテナの概要を示す。DVD 再生機能 (C1) を実現するために、折りたたみ式の液晶ディスプレイを用意し、本体底辺にドライブを搭載することとした。DVD 保管機能 (C2) のために液晶ディスプレイが蓋となるよう DVD の収納ケースを用意した。筆記具保管機能 (C3) は専用の収納部を用意することで実現した。手元照明機能 (C4) のために LED 式の照明を搭載し、この照明に折りたたみ式首振り機構を実装することでユーザの好みの位置を照らすことが出来るようにした。

4 プロトタイプの評価: 介護現場におけるヒアリング

本プロトタイプを 2 箇所の高齢者支援施設 (有料老人ホーム、高齢者用マンション) に持参し、装置の説明・デモンストレーションを実施し、それらの印象をアンケートという形で回答して頂いた。但し、本論文では介護者・被介護者合わせて 11 名の方から回答を頂くことしか出来なかったため統計

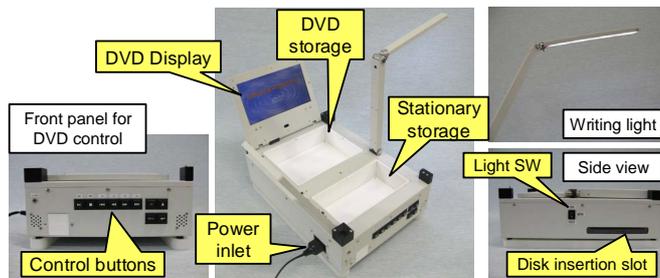


Fig. 6: Overview of desktop container

データとして取り扱うことはせず、現場からの意見集という形で整理する。

まず導入の質問としてロボットによる介護支援全般に関するアンケート結果について整理し、続いて本研究で提案している高齢者支援用コンテナに関するアンケート結果について述べる。最後にヒアリングを行った結果をまとめる。

4.1 アンケート結果 (1): ロボットによる介護支援について

一般に言われることだが、ロボットによる介護支援については (1) 高齢化社会における人手不足を補うために必要。(2) 機械に頼るのではなく人の温かみに触れていたい。という 2 つの対抗する意見を頂いた。

このような意見は至極全うなことで、ロボット研究者としては人の温かみに触れていたい人を無理に引き剥がすことが狙いではない。しかし、税金、年金、労働人口などの問題について触れ、ロボットによる支援に期待しているといったコメントを頂いたことは、心強いところであった。

また介護支援ロボットで重視される要素を (1) 安全性、(2) 機能・性能、(3) 外観、(4) 価格、(5) その他という選択要素の中からの複数選択式で回答して頂いた結果、安全性と価格を選択する方が多かった。

やはりロボットが機械であるという意識と、介護支援を実現するとはいへ多額の出費は避けたいという希望があるようである。

また人には頼めなくてもロボットになら頼めることはあるか? との問いに関しては、意見が 2 つに割れ (有効回答 10 件中、5 対 5 であった。)、ヘルパーへの依頼における遠慮の意識は人それぞれであるということが分かった。

4.2 アンケート結果 (2): 高齢者支援用コンテナについて

本アンケートでは洗面環境、冷蔵庫、机上環境の 3 ユニット各々について導入に対して前向きであるかの回答を頂いた。結論としては、3 割の方は全体的に本システムの導入に対して積極的な姿勢を見せて頂いたが、一方で 7 割の方が本装置の導入に消極的であった。

ここで各々のコンテナに対して頂いたコメントを整理する。

- 洗面環境コンテナ
 - いずれにしてもヘルパーの手が必要ならヘルパーがやった方がよい。
 - 洗面コンテナの必要性がある場合は本当の [ねたきり] の場合なので洗面道具の必要性が無い。
 - 洗面コンテナ使用のほうが介助の負担が重そう。
 - コンテナの必要性がわからない。
 - 導入条件にきめ細かい検討が必要と思われる。
- 冷蔵庫コンテナ
 - いずれにしてもヘルパーの手が必要ならヘルパーの方が人間味 (あたたかさ) がある。

- 冷蔵コンテナにキャスターを付けてベツトに寝ていても引き寄せる方法を選ぶ。
- 必要な時が発生するかも知れない。
- 飲み物が手の届くところにあたらうれしい。
- 机上環境コンテナ
 - 机上環境は本人の好みに応じて自分で考えて整備する。お仕着せの机上環境では満足が充分は得られないはず。
 - 機能が単純すぎる。

全体コメントとして、以下のようなご意見を頂いた。

- 自分自身3年間介護の経験をやってから介護支援ロボットに取り組むべき。
⇒ 非常に厳しいご意見だと受け止めており、工学研究者の技術ドリブンな取り組み姿勢に関して懐疑的な立場の方も居られるということを感じた。
- 入浴の補助、移動の手助け、歩行介助が重要である。
- 老人の身体的機能(トイレに行く、室内を歩く等、足の機能から衰える、主として体重が支えられなくなるので足行補助が必要)はコンテナのようなもので介助すると一層機能低下する。
- 薬、化粧品、文具、本等を収納してくれるコンテナが欲しい。
- コンテナの使用についてはイメージがわかりません。ロボットについては期待しています。

4.3 まとめ

本アンケート結果より、今回説明を行った施設では本研究で開発したプロトタイプの評価は低いと言わざるを得ない。これには以下の理由があると考えられる。

- 訪問をした施設が人員・設備ともに充実した施設であり、現状明らかな人手不足等の問題を抱えていなかった。
⇒ ヘルパーやケアマネージャなどが多数所属する、比較的裕福な方が入居されている施設であるため特に強く問題を訴えかけてくる様子ではなかった。また本アンケートは高齢者の方にもご協力を頂いたが、ヘルパーの方を介してアンケートを回収したため、高齢者の方が記述を躊躇したことも否めない。このように本ヒアリングでは必ずしも全ての問題点を洗い出せていない可能性が高い。

- 説明時にシステム全体をご覧頂くことが出来ず、コンテナ単体のみでの紹介となったため、健常時での物品の収納・片付けを行うシステムから介護支援を行うシステムへのシームレス性という利点が理解しにくかった様子である。

5 結論

本発表で被介護者の自立を促すことを目的とし、環境を動的に変化させことで高齢者の自発的な行動を誘発することを狙ったコンテナ型介護装置として、洗面環境、冷蔵庫、机上環境の3ユニットを試作し、介護現場でのヒアリングを行った。

介護現場におけるアンケート結果からは、必ずしも本装置の導入を強く推進する声は聞かれなかったのが非常に残念なところではある。特に支援の環境をコンテナ型にパッケージングし、それをヘルパーの手を借りずにも動的に移動させることによって、ヘルパーに依頼しにくい、つまりかゆいところに手が届くようなシステムの実現を目指したわけだが、その目標を上手く介護現場に伝えられなかった点が今後改善すべき点であると言える。

今後の課題として、このような自立を支援するシステムの導入に前向きな(現状ヘルパーだけでは対応しきれない問題がある)施設におけるヒアリングも含めて、本装置の改良点を模索していくことが挙げられる。

謝辞

本研究におけるプロトタイプの開発に当たっては株式会社フルハートジャパン様及び有限会社ザクシス様に、また介護現場からのヒアリングにおきましては岩城裕子様(社会福祉法人 創生)に多大なるご協力を頂きました。この場を借りて御礼を申し上げます。

文献

- [1] 福井類, 勝代雅行, 森下森 武俊, 佐藤知正. 東京大学 佐藤・森研究室のRT-家庭内で物品収納・アクセスを支援する環境型ロボットシステム-. 第27回日本ロボット学会学術講演会予稿集, 3N1-05, 横浜, September 2009.
- [2] Rui Fukui et al. Development of an intelligent container prototype for a logistical support robot system in living space. In *Proceedings of International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 3397-3402, 2007.