

差圧を用いた無電源で吊るさず携帯性・操作性に優れ移動制限のないポータブル補液ポンプの開発

＜経済産業省 戦略的基盤技術高度化支援事業＞

影山和則*¹ 赤坂拓郎*² 大沼勇樹*² 加藤貴司**

Development of Portable Rehydration Pump for Excellent Portability and Operability without Hanging with No Power Supply Using Differential Pressure Restrictions

KAGEYAMA Kazunori*¹, AKASAKA Takuro*², OHNUMA Yuki*², KATO Takashi**

抄録

本研究では、差圧を用いることで無電源で吊るさず携帯性・操作性に優れ移動制限のないポータブル補液ポンプの開発を目的とした、高齢者の増加傾向が進む在宅・介護施設や医療現場の調査を行い、医療事者による試作品のユーザビリティ評価試験を実施した。評価試験等で得られた結果を基に安全性・信頼性・使い勝手共に優れたデザインを構築し、使用者に対して、優しさや親しみやすさを有する補液ポンプを開発することができた。

キーワード：在宅介護，医療現場，ユーザビリティ評価，差圧，補液ポンプ

1 はじめに

輸液療法は一般的な医療行為であり、輸液パックを吊るし、重力によって生じる圧力で薬液を投与する方法が続けられている。しかしこの方法は患者に安静を強いる一方、移動による転倒事故や血液の逆流事故等の問題を引き起こしている。現状の問題点を解決するために、吊り下げず無電源で携帯性・操作性に優れまた安定した吐出精度を確保した輸液ポンプの開発を行った。

課題抽出を行い、利用シーンやターゲットユーザーを想定し、コンセプトモデルを作成した。



図1 課題抽出により作成したコンセプトモデル

2 研究内容

2.1 平成30年度

市場調査デザインプリントにより、現行の点滴と開発の輸液ポンプ機構の比較を行った。さらに、

*¹ 元 製品開発支援担当

*² 事業化製品化支援担当

** 東京都立産業技術研究センター

2.2 令和元年度

初年度で得られた成果をもとに、開発中の製品の利用を想定している医療現場である、総合川崎臨港病院及び当病院の訪問介護の現場実態とニーズ調査を行うと共に、医療従事者による試作品のユーザビリティ評価を実施した。

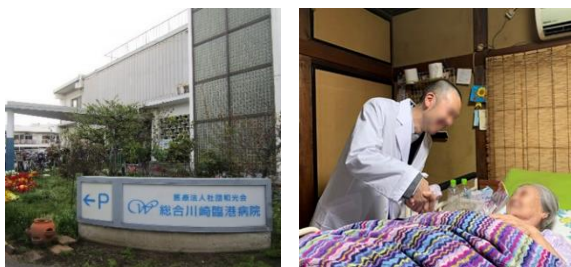


図2 医療現場の訪問医療における点滴の使われ方調査

調査・ヒアリングから得られた内容は、以下のとおりである。

- ・当初、想定していたほど、点滴治療を受けている患者は移動しない。
- ・室内は身体が不自由なため整理が行き届かず乱雑している家庭が多い。
- ・訪問介護を受ける家庭は、保険料や医療費の負担で生活に余裕がない家庭が多い。
- ・ベッド・寝床などの定位置がある。
- ・外出はほぼしない。
- ・家の中の移動は多少ある。
- ・和室の長押、洋服掛け、照明のひも等に簡易的に輸液バッグをさげている家庭が多い。
- ・家での移動手段は、手すり、車いす、歩行器、杖、簡易的な手押し車などである。
- ・トイレには自分で行きたいという声が多い。

次に、医療従事者による試作品のユーザビリティ評価を行った。開発中の3種の輸液ポンプ機構の使用感を比較することで、デザイン開発の方向性を確認した。

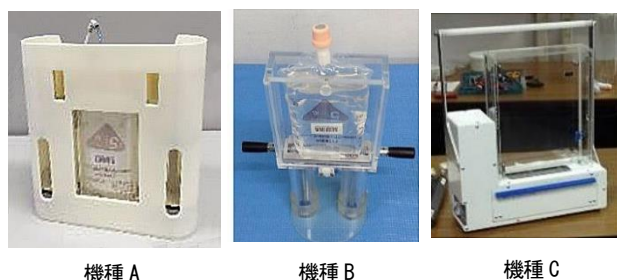


図3 試作した輸液ポンプ機構

対象者は、看護師資格を有する 20~50 代の女性で、直近半年以内に点滴を行った人 12 人を対

象とした。

調査は基礎属性として被験者の手の寸法、握力を測定した。機種ごとの調査としては、点滴を始める前に輸液バッグを加圧容器にセットする準備作業と、点滴終了後に機器から輸液バッグを外す処理作業とし、総合的には3機種の評価が終わった後に、3機種の操作性を比べて操作しやすかった順に順位をつけてもらい、各機種がその順位になった理由と改良してほしい点について聞き取りを行った。



図4 ユーザビリティ評価の実施状況

表1 ユーザビリティ評価の結果

	機種A	機種B	機種C
1位	8	4	0
2位	4	8	0
3位	0	0	12

本実験の総合評価の結果は、表1のとおり、機種Aのユーザビリティが最も高く、機種B、機種Cがこれに続くということになった。総合評価は機種Aが一番高いという結果に至ったことを踏まえ、開発者がこれまでの意見を集約することにより、機種Aをベースに、輸液ポンプケースのデザインを行うこととした。

2.3 調査で得られたデザインコンセプト

介護現場では、「トイレに行く行為は、患者の尊厳を守り患者自身も『自分がまだ動ける』という自信につながる」ということが重要視されていた。

トイレに行くことができれば、次に家事、散歩等の日常動作の自立支援に発展していくと考えられる。このことを示すデザインコンセプトを「トイレに行ける点滴」とした。

製品デザインのキーワードは、親近感、安心感とした。幾何的な形状ではなく、曲線で構成する

ことで、温かみのあるプロダクトになることを目指した。使用する場所は介護現場の室内を想定した。

ユーザビリティ評価から得られた改善のポイントは次のとおりである。輸液バッグを加圧容器に取り付ける操作をしやすくすること。重心を低することで安定感を持たせること。角を丸めるなどして怪我しにくい形状を目指すこと。付属品をなくしたり忘れるエラーを防ぐ対策を組み込むこと。これらを考慮してデザイン・設計を行った。

2.4 最終の本体デザインについて

平成30年度に作成したモデルから令和元年度における最終モデルまでのデザインを図5に示す。



図5 デザインの経過、変遷を示すモデル

①の初期モデルは、輸液ポンプ機構の形状、寸法が定まっていない時点のもので、サイズはワークショップなどで検討した理想に近い寸法になっている。その後、②～④のモデルは輸液ポンプ機構の試作が進んできた段階のものであり、当初の想定より大きなものだった。⑤のモデルは輸液ポンプ機構開発チームの努力により、ポンプ機構のサイズがコンパクトになり、それに伴い輸液ポンプケースもコンパクトにすることができた。室内での行動を考えたときに、取っ手が簡単に取り外しができるようにすることで利便性が向上させている。製品の表情も、メモリや輸液バッグが見える窓を楕円にして、被介護者に優しさや、可愛らしさを感じさせるデザインを心がけた。

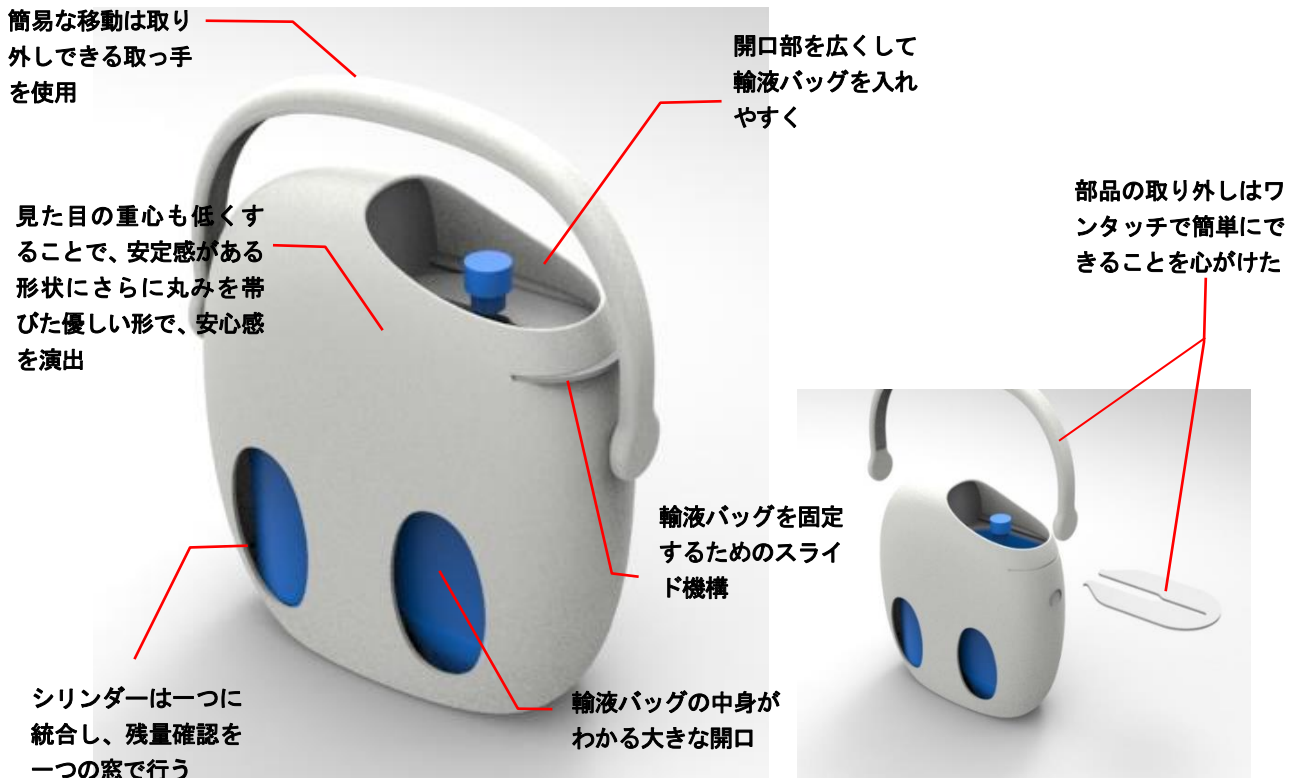


図6 調査から得られた結果を反映させたデザイン

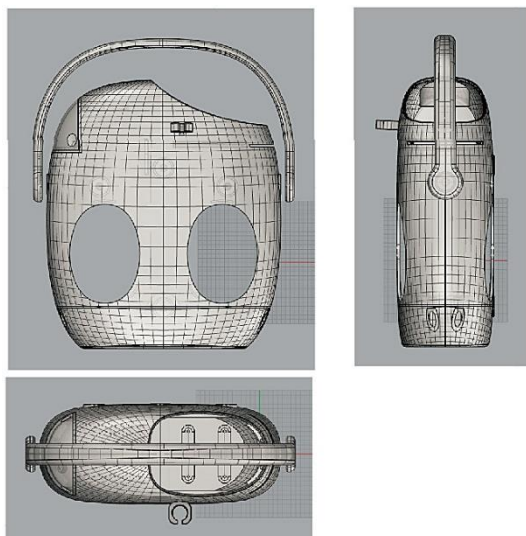


図7 3D図面作成ソフト Rhinoceros による設計

スタイロフォーム等による簡易試作を繰り返し、ソフトウェアRhinocerosによるモデリング、設計、3D図面の作成を行った。

取っ手をつけることで、軽微な移動を可能にした。上部の開口部は広くして輸液バッグを入れやすくしつつ、内蓋を付けて輸液バッグを固定できるようなスライド機構を採用した。

筐体に大きな窓を設けることで、空気圧の残量が確認でき、同時に輸液バッグの中身も確認しやすく、輸液残量がわかるようになっている。

全体は丸みを帯びた優しく可愛らしい形状にしており、窓を目に見立ててキャラクターを持たせることにより、図8に示すように本製品を使用する被介護者や患者に対して親しみの持てるデザインとした。



図8 実際に製作した試作

2.5 介護機器への対応について

介護現場を想定した使用シーン（車いす、歩行器、介護ベッド）を想定し、収納ケースの開発を

行った。この収納ケースを使用することによって、図10のように、開発品の取り付けが容易になり、室内の移動と介護機器への設置場所の対応が可能となった。



図9 多機能な収納ケース



図10 車イス、歩行器、介護ベッドの設置例

2.6 ウェアラブルへの対応

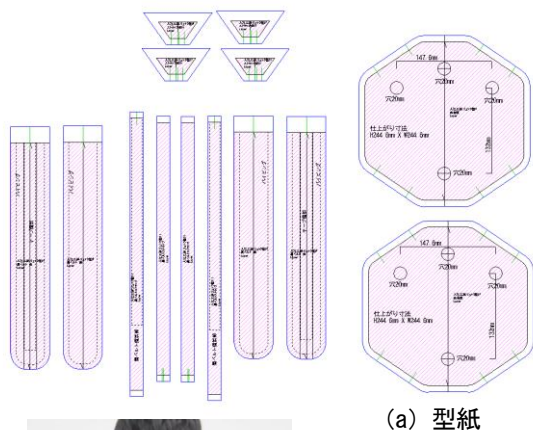
ウェアラブルへの対応としては、様々な患者の身体状況を考慮し、必要に応じて多様な持ち方を選択できるデザインを考案した。多様な持ち方を実現するために、把持部分と点滴本体にマグネット構造の治具を用いることで、簡単に付け外し可能な機能を持たせることで、図12のように「肩掛け」、「手提げ」、「背負い」の3種類の持ち方が可能になっている。



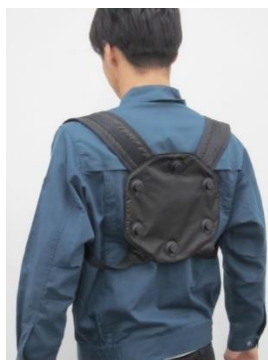
図11 脱着が容易なマグネット治具



図12 肩掛け、手提げ、背負い3種類の持ち方



(a) 型紙



(b) 試作品

図13 背負型の型紙設計と試作

3 結果及び考察

開発当初、輸液バッグを吊り下げることなく、無電源で携帯できるという開発の条件により様々な活用の範囲が想定された。例えば、病院の一般病棟における使用や介護施設、在宅介護から救急搬送における活用についても検討された。医療現場の調査・ヒアリングでは、一般病棟においては従来の輸液バッグの吊り下げ式が優位であり、患者が病棟を自由に歩き回るといった状況は看護師に負担を強いるなど、その病院の深い理解がなければ実現が難しいという意見が多かった。

デザイン開発にあたり、どこで使用するのかを定めることは重要な要素になるため、我々はターゲットユーザーを在宅被介護者に絞り込み、デザイン開発を進めることとした。在宅介護における吊り下げ式の輸液バッグは吊り下げる場所の確保が難しく、スタンドがあっても転倒などのリスクがあり、その不便さは医療現場の調査・ヒアリングにおいても指摘された。

また、在宅被介護者が自力でトイレに行けるこ

と、簡易な家事ができることがベッドで寝たきりにならない大きな要因であるという意見があった。

これらの要因から、デザイン開発のコンセプトを「トイレに行ける点滴」と定めることにした。

「トイレに行く」行為は、在宅被介護者の尊厳を守り、在宅被介護者自身も自分がまだ動けるといった自信につながるというのが、在宅介護現場のユーザーである介護者、被介護者のニーズであると考えた。

製品形状については、親近感、安心感のある形状で、曲線があり、丸みを帯びたプロダクトデザインを心がけた。製品イメージは優しいロボットの顔を思わせ、輸液バッグの残量を示す窓は被介護者をも守る目のような印象を与える効果がある。また、輸液ポンプケースの外寸や重量は、現段階で最小になるように設計しているが、輸液ポンプの小型化など技術面でいかに小さく軽くするかが今後の課題であり、それに即して本体のデザインも小さく軽く、より機能的な形状に発展させることができると考える。

4 まとめ

本研究では、一般的な輸液療法である、輸液バッグを吊るし、重力によって生じる圧力で薬液を投与する方法に代わり、吊り下げず無電源で携帯性・操作性に優れた安定した吐出精度を確保した輸液ポンプのデザイン開発を試みた。結果として、想定した諸条件を満たすことが可能な製品デザインを実現することができた。開発した製品が在宅・介護施設・救急医療現場の抱える課題の解決につながることを望むものである。

謝辞

本研究は、経済産業省の戦略的基盤技術高度化支援(サポイン)事業として、入江工研株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、独立行政法人東京都立産業技術研究センター、埼玉県産業技術総合センターとの共同研究により実施されたものです。

御指導・御助言・御協力をいただいた、総括研

究代表者の入江工研、中川雅晴執行役員、副総括代表の国立研究開発法人産業技術総合研究所、ジョン・カーウィー主任研究員、国立研究開発法人産業技術総合研究所、土井原良次主任研究員、独立行政法人東京都立産業技術研究センター加藤貴司主任研究員、ほか、研究に関連した入江工研株式会社、及び各機関の皆様にご感謝の意を表します。

参考文献

- 1)一般社団法人 人間生活工学研究センター
人間特性データベース,
<https://www.hql.jp/database/cat>, 2019.8.22