

フジシール財団 研究助成事業
成果報告書

公益財団法人フジシール財団
理事長 岡崎 裕夫 殿

報告日 2021年5月19日

研究課題	繰返利用と自動梱包可能な Active 風呂敷の研究開発	助成金額
		100万円
ふりがな	やまだ やすゆき	研究助成申請年度
研究者氏名	山田泰之	2020年度
所属機関	法政大学 デザイン工学部	研究期間
役職	准教授	2020年4月～2022年3月
連絡先	〒162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 TEL 03 (5228) 1419 E-mail y.yamada@hosei.ac.jp	

下記の通り、研究成果を報告いたします。

記

1. 研究成果の概要（こちらに報告いただいた内容はそのまま当財団ホームページ上で公開します。）

本研究では、モノからコトに期待する価値がシフトした現代にあわせ、梱包課程の“動き”という新たな意匠性への付加と持続可能な社会のためのリユース・生分解性機能による環境負荷低減を備えた、Active 風呂敷の研究開発に挑戦している。風呂敷は道具として極めてシンプルであるため様々なモノを包み、また工夫次第で様々な梱包表現が可能である。この風呂敷に、物品を適切に保護する機能・美しい梱包を再現する技術を追加する試みである。2019年度には、大きくわけて2つの課題を検討した。A) ワンタッチで梱包可能なソフトアクチュエータ技術を応用した展開伸縮シートの検討、C) 梱包を生分解とする技術の検討である。
B)美しい閉じ動作を実現については、今後検討を進める。

A) ワンタッチで梱包可能なソフトアクチュエータ技術を応用した展開伸縮シートの検討

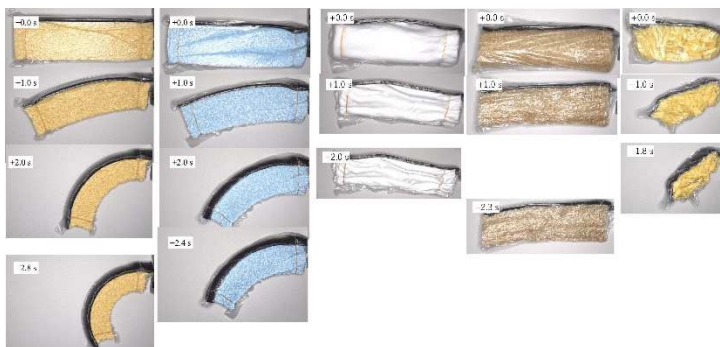
環境に優しい梱包材とするためには、繰返し利用を可能とすることが有効な手段の1つである。この、繰返し利用と利便性を高めた上で、動きの体験付与に着目した。中でも梱包時や開封時に動きという体験を与える方法として、梱包物を自動梱包することを検討する。その手段として、著者らが開発しているスポンジ等の発泡体を主材料とした発泡体積層ソフトアクチュエータの原理を応用する。具体的には、図1のように梱包物の自重を用いて空圧を発生させることによって梱包の動作を動作させる方法とした。空気を内包したクッション素材を空圧源とすることで、空気圧を外部から加減せずとも、梱包物を置くだけでアクチュエータ部に空圧を与えることができ、包む動きを発生させる。梱包物を取り出すと再びアクチュエータから空気が抜け再利用できる。



図1 自動梱包機能の試作

C) 梱包を生分解とする技術の検討

製品自体のライフサイクルデザイン、リサイクルは持続可能な社会を成立するために重要な検討事項である。アクティブ風呂敷は、何度も使える風呂敷に、梱包性能を追加するものであると同時に、繰り返し利用後の廃棄時に、環境負荷とならないように、材料自体のリサイクル性や環境への循環についても検討した。このライフサイクルを考えた場合、従来の産業利用されている、プラスチックや金属の利用が、必ずしも最適でない可能性がある。そこで、発泡体積層ソフトアクチュエータを生分解可能な材料で実現することを検討した。この検討により、どの発泡体を用いると効率的に内部空気圧の変化を利用した動作生成を行えるかを確認する。利用を検討する自然由来の空気を含む柔軟材料として、セルローススポンジ、海綿体、へちま、綿を選定した。これらを用いて、ウレタンスポンジを用いた従来の発泡体積層ソフトアクチュエータと同条件での動作実験を実施したところ、図2のように、同程度の変形が確認できたため、セルローススポンジは同等の性能を有することが確認できた。また、図3のように、セルローススポンジとへちま、セルローススポンジと綿、セルローススポンジと厚紙などの生分解性材料の組み合わせでも発泡体積層ソフトアクチュエータが動作することを確認した。



ウレタン セルロース 綿 へちま 海綿

図2 生分解材を利用した発泡体積層ソフトアクチュエータの動作比較

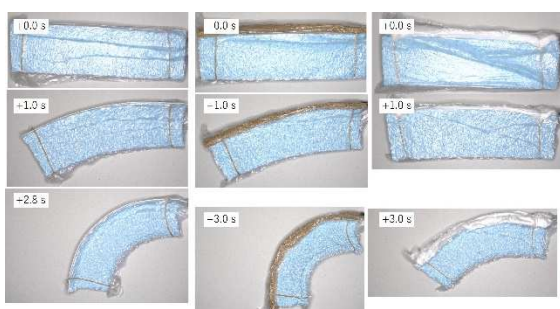


図3 生分解材料の組み合わせと、発泡体積層ソフトアクチュエータの動作

以上の結果から、A)の検討で見出した、発泡体や袋構造を利用した自動梱包機能と、C)で選定した生分解性材料の発泡体積層ソフトアクチュエータを応用することで、ワンタッチで梱包可能な生分解の展開伸縮シートを実現することが可能と期待できる。コロナ感染症拡大のため、計画内容をすべて行うことができず、2020年度に本研究を延長しているため、今後は、B)のアクティブ風呂敷の意匠性の部分も含めて検討を進める。

2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性（こちらに報告いただいた内容はそのまま当財団ホームページ上で公開します。）

適切な梱包を半自動で行い、かつその工程に動きという新たなデザインを加えることで、ユーザが自主的にリユースすることによる環境負荷低減が期待できる。さらに、材料を全て生分解性としたバッテリー等の電子機器のない構成とすることの双方の工夫も、物流（梱包）に関わる環境負荷低減が期待できる。

この自動梱包という新たなチャレンジは、本来店などの価値を提供する立場から離れた後に、操作するのが比較的難しい梱包体験の提供に、新たな選択肢を与えるという点で梱包体験の価値創造につながると考えられる。

このように、使い捨て傾向のある梱包を、機能性や体験の価値も向上させつつ環境負荷も低減することで、パッケージの社会的価値の向上が期待できる。

3. 学会発表、学会誌等への論文掲載、産業財産権出願などの実績（現時点で未発表・未掲載・未出願のため、上記「1. 研究成果の概要」、「2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性」の当財団ホームページ上の公開の延期を希望される場合、その旨記載してください。）

Yasuyuki Yamada, Feasibility Study on Botanical Robotics: Ophiocordyceps-like Biodegradable Laminated Foam-based Soft Actuators with Germination Ability, IEEE Robotics and Automation Letters, DOI: [10.1109/LRA.2021.3061355](https://doi.org/10.1109/LRA.2021.3061355), (2020, 2)

（■2022年6月公開確認済み）