

## 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 2024年5月26日

研究課題	開封体験を演出する色とテクスチャが変化する AJISAI シートの研究開発	助成金額
		150 万円
助成名	特別長期研究助成・研究助成・若手研究助成	
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	2023 年度
所属機関	法政大学デザイン工学部	研究期間
		2023 年 4 月 1 日～2024 年 3 月 31 日
役 職	准教授	

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

近年、動画共有サイトで“開封動画”が娯楽化しているように、製品（モノ）だけでなく、開封体験（コト）も含めた価値を求める傾向がある。英語では Unboxing と言われ、動画共有サイトでは約 293 万本を超える動画が世界中で見られている。このように製品の価値だけでなく、梱包の開封体験も含めたデザインが求められている。例えば、桐箱のように隙間が少ない箱が Apple 社の製品をはじめとして多用されている。箱の中に説明書や注意書以外に、作り手からのメッセージを添えるなど、開封の体験を求める消費者ニーズの変化によるものと考えられる。本研究では、電力等の外部エネルギーを利用しない開封体験の新たな演出方法の実現を目的として、梱包の開封動作やそれに伴う梱包材の変形によって色や模様を可変する図 1 のような方法を検討する。具体的には、軟質 PVC シート等の樹脂素材の光弾性を用いて、開封により色や模様が変化する梱包資材の開発と、それを使った梱包例を提案する。

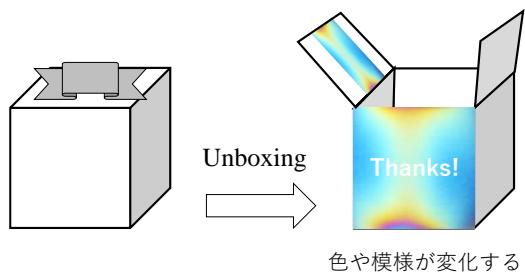


図 1 光弾性を用いた開封体験の新たな演出

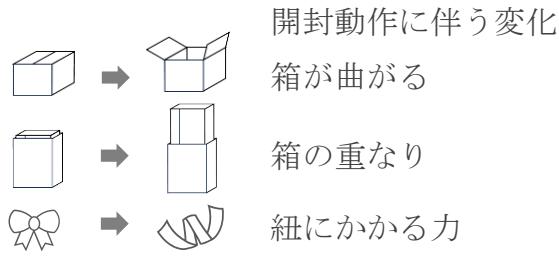


図 2 開封動作に伴う梱包の変化の例

## 2 梱包の色や模様の変化を生み出す光弾性の応用

## 2.1 梱包資材と梱包動作

梱包は包み紙のような柔軟なシート構造で対象物を被覆した袋構造や、段ボール箱のような剛性がある梱包資材による箱構造など様々である。このように柔軟なシート構造、剛性のあるシート構造、そしてこれらを縛り装飾する紐が、梱包の基本的な構成要素であると考えた。これらを用いた梱包では図 2 のような基本的な梱包動作があり、これに伴い様々な変形がある。例えば、箱を開ける際の箱の湾曲、箱のふたの重複、スライドによる開封、紐で袋を結着などである。このような立体や平面の変形工程を応用して梱包に使うシート構造や容器の色や模様を、開封過程で変化させることで、演出効果の追加を試みる。

## 2.2 光弾性

開封体験を視覚的な変化で演出するため、偏光板と異方性を持った透明素材を用いた図3の光弾性効果を応用する。偏光板は一方向に振動する光の成分を通過させる。透明樹脂素材のような内部の分子の並びに異方性を持った物質は方向によって屈折率が異なる複屈折を起こす。そのような物質に偏光が入ると、偏光の状態が変化し、その変化の仕方も光の波長によって異なる。さらにその様々な偏光が混ざった光が偏光板を通過するとき、光の波長によって通る、通らないが生じる。よって、2枚の偏光板に挟まれた異方性を持つ透明物質は、最終的に偏光板を通過できた波長の色が強められた色に色づいて見える。さらに、透明素材に力を加えると、分子の並びが変化して屈折率、偏光状態が変化するため、透明素材の内力状態で色づき方が変化する。そこで、本研究は図4のように、梱包を梱包要素に分解して、光弾性による演出を組み合わせ、開封体験を演出する梱包を提案する。

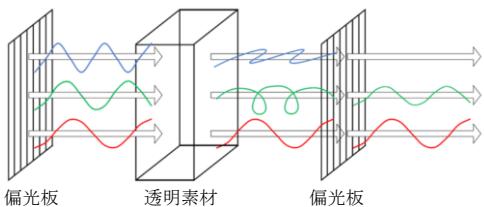


図3 偏光板で挟んだ透明物質が色づく仕組

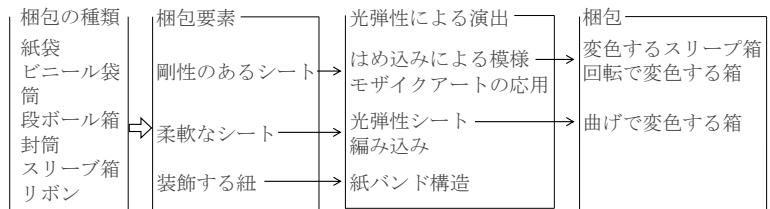


図4 梱包要素への光弾性の応用方法

## 3. 変色するスリーブ箱

PVCシートと偏光板はそれぞれ透明で、光弾性シートの構造をとると変色する性質を利用した梱包を提案する。図5のようなスリーブ箱の外箱を偏光板、内箱をPVCシートにすることで、開封時に変色をおこす。PVCシートを文字の形に切り、内箱のPVCシートに重ねてメッセージ性をもたせた。開封による変色は図6のようになる。開封前はスリーブ箱にメッセージが表示されており、開封途中では、内箱と外箱が重なっていない箇所は透明になる。開封後は内箱と外箱が透明になる。



図5 スリーブ箱のイメージ



図6 スリーブ箱の開封による変色

## 4. 回転により変色する梱包

光弾性シートは、偏光板同士のスリット方向が平行の場合と直交の場合で変色の色が異なる。これを利用した、偏光板の相対角度を変えると変色する梱包を提案する。梱包上部の蓋と下部の容器の回転により変色する、図7のような円柱状の梱包である。直径200 mm、蓋と容器の厚みは30 mmである。梱包の大部分は3Dプリンタで印刷した。蓋の偏光板とPVCシート、容器の偏光板は透明アクリル板で挟み、梱包としての耐久性を向上させた(図8)。蓋と容器は互いに自由に回転して、蓋と容器の偏光板の相対角度が変化するため変色する。PVCシート部分は2枚重ねになっており、図9のように円形のPVCシートに世界地図の模様に切り出したPVCシートを、圧延方向が同じ向きになるよう重ねた。これにより大陸が橙色に海が青色に変色する。蓋か容器を回転させると、2枚の偏光板のスリット方向が変化するため、90度ごとに変色する。

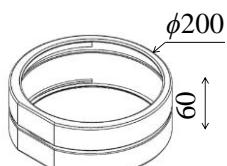


図7 梱包のイメージ



図8 梱包の断面イメージ

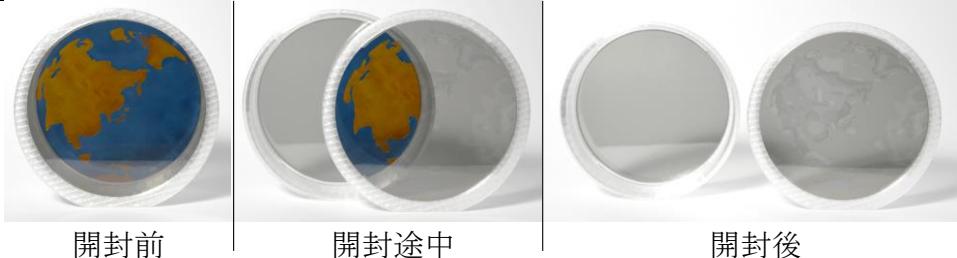


図 9 回転の梱包の開封による変色

## 5. 曲げで変色する梱包

PVC シートの応力による変色を利用して曲げで変色する梱包を提案する。構造は図 10 のように 3D プリンタで印刷した 2 つの三角形の板に、PVC シートと偏光板で覆った。PVC シートの外側を偏光板で覆うため、偏光板で PVC シートを挟み、変色する。三角形は一辺 100 mm の正三角形であるため、梱包を見る向きによらず、変色が同じように見られる。開封による変色を図 11 に示す。開封前では PVC シートが三角形の角に当たり、力が加わるため変色が異なる。力が加わる箇所は紫に変色、そうでない箇所は橙や緑に変色した。また開封前では変色していた箇所が、開封後は透明になる。

## 6. まとめ

本研究では開封体験を演出する新しい梱包として、透明樹脂材料の光弾性を応用した開封に伴い変色する梱包を提案、新しい開封体験を演出する梱包の実現可能性を示した。

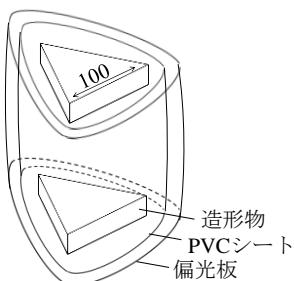


図 10 曲げの梱包のイメージ

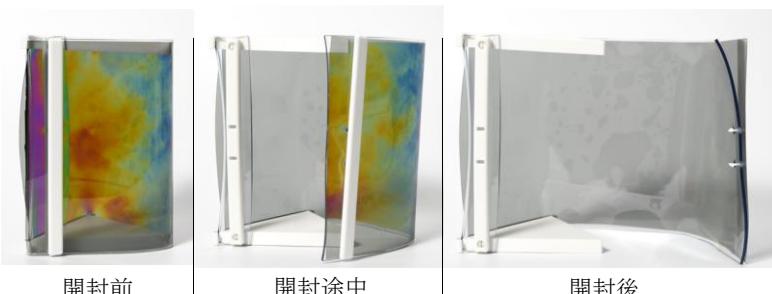


図 11 曲げの梱包の開封による変色

## 2. 研究成果のパッケージ産業への貢献の可能性

本研究が提案した開封動作によって色や模様を変化させるシート構造である AJISAI を用いた梱包は、開封体験に新たな演出を加えることが可能となる。昨今体験価値として、開封体験に重きを置くユーザが増加している。梱包用シートに変色変形の機能を追加することで、パッケージング分野において開封体験の演出の幅を拡大することが期待できる。また、ユーザ自身が開封体験に感動すれば、その梱包を再利用して友人や家族などの他の人への贈り物の梱包に再利用して、梱包資材と感動の共有（再利用）が期待できる。ただ、義務的に梱包資材をリサイクルするのではなく、開封体験の感動とともに共有する正のスパイラルでの環境負荷軽減が期待できる。

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。）