

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 31 日

研究課題	新規ヒートシールバーの開発とシール特性に関する研究	助成金額
		200 万円
ふりがな	やまだ かずし	研究助成申請年度
研究者氏名	山田 和志	2019 年度
所属機関	京都工芸繊維大学	研究期間
役 職	准教授	1 年半
連絡先	〒606-8585 京都市左京区松ヶ崎御所海道町 TEL 075 (724) 7310 E-mail kazushi@kit.ac.jp	

下記の通り、研究成果を報告いたします。

記

<p>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。）</p> <p>【意義・背景】 食品や医療器具、その他商品の多くはプラスチックフィルムによりパッケージングされている。近年、環境問題、特にマイクロプラスチックをはじめとして、環境汚染や石油枯渇問題などから今後のプラスチック製品の使用縮小が世界中で望まれている。しかしながら、コンビニエンスストアやスーパーで買える食品や商品をはじめとしてそれらの便利さに慣れてしまった今、本当にプラスチックパッケージングをなくしていくことに我々が順応していくことは困難である。そのような背景の下、パッケージングフィルムの厚みを減少させつつ破袋し難いフィルムの開発やガス透過性を制御したフィルムの開発が盛んに行われている。一方、それらの開発されたフィルムに対してヒートシール技術も同様に向上・改善されることが必要不可欠である。実際、シール不足による破袋や自然開封事故は多く存在している。近年、シールバーに組紐ヒーターを適用することによりシール強度が向上することが見出されている。本研究では、組紐ヒーターから得られた知見を基にして新たに最適なシールバーを検討することにより、より高いシール強度を付与する新たなシールバーの開発を目指した。</p> <p>【実験・結果】 本研究ではインパルスシーラー装置本体は改造せず、反ヒーター側のシリコンゴム（受けゴム）部分のみを替えることにより、シール性能の向上を試みた。</p> <p>① シリコンゴムの代わりに 3D プリンターで数種類の表面形状を持つ板を作製したがプラスチックフィルムに対して堅すぎるため安定したヒートシールが行えなかった。</p> <p>② また、実際に紐を使って自分で試作した組紐または市販の組紐をゴム上に設置したが、表面凹凸が大きすぎることもおよび毛羽の付着が見られたことから、パッケージングのシールにはあまり適さない結果となった。ただし、これは細くて毛羽立たない紐またはワイヤーを用いることにより改善が期待できる。</p> <p>③ ゴム上に#80, #120, #200 のステンレスメッシュを設置した場合、OPP/CPP フィルム、PET 多層フィルム等でシール強度が 5~20%程度向上することを確認できた。</p> <p>④ シリコンゴム表面にキムワイプや和紙を置いた場合、OPP フィルムに対して低温からシールでき、且つシール強度が飛躍的に向上することを見出した。以下、その結果について報告する。</p>

フィルムにはフジパック社製 OPP ロールフィルム 透明シート(厚さ 40 μm)を用い、富士インパルス社製 インパルスシーラー (OPL-300-10)で、シール温度 145, 150, 155 $^{\circ}\text{C}$ 、シール時間 1.0 秒、シール圧力 0.3MPa の条件でヒートシールした。ヒートシールの際、図に示すようにシリコンゴム上にキムタオル(ホワイトポリパック、日本製紙クレシア株式会社)、和紙(黒谷楮紙、6 匁)、ポリイミドフィルム(200H-A4, 50 μm , アズワン製)、OPP フィルムの各シートを挿入し、シール特性について評価した。図 1 にスキーム(a)とはく離強度(b)、挿入したキムタオルと OPP フィルム間の温度(c)を示す。キムタオル 2 層または 4 層挿入するだけで、通常ではシールできない OPP フィルムを容易にシールできることがわかる。シール温度 145 $^{\circ}\text{C}$ でも 4 層挿入時には約 2N のシール強度を示した。京都の伝統工芸の一つである和紙でも同様の結果となった。実際に挿入シートと OPP フィルム間の温度を測定するとキムタオル・和紙の場合、反ヒーター側の温度が約 20 $^{\circ}\text{C}$ も上昇することがわかり、これは図 2 に示すように熱伝導率がゴムやその他ポリマーと比較して半分以下であるために放熱できず、結果として低温シール性を導くことを見出した。シート枚数が増加すると断熱効果も向上し、温度が上昇して結晶化も増加することが偏光観察(図 2 写真)により明らかとなった。

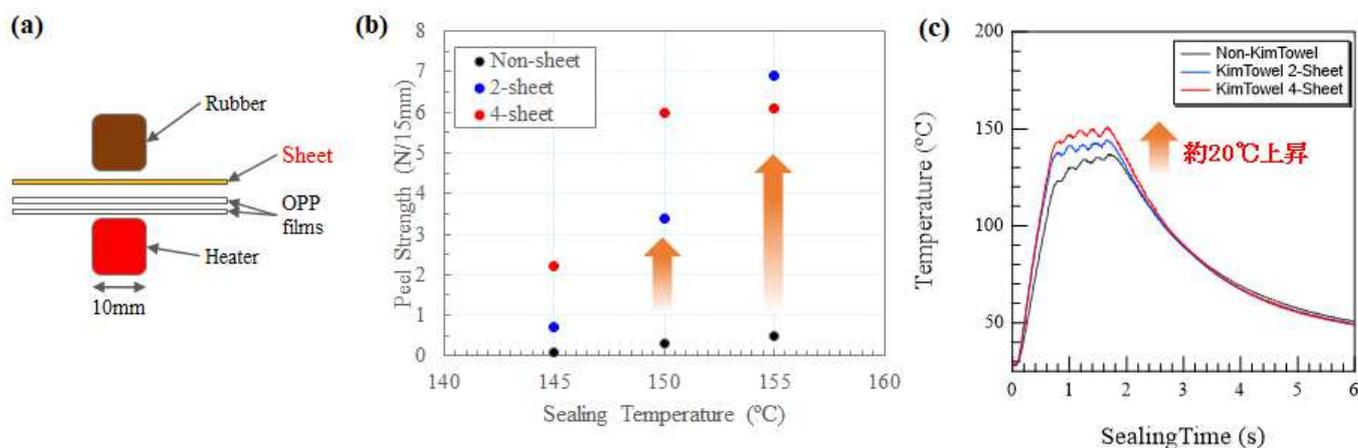


図 1 (a)シール部スキーム、(b)キムタオル挿入時のはく離強度図、(c)キムタオル/OPP フィルム間温度

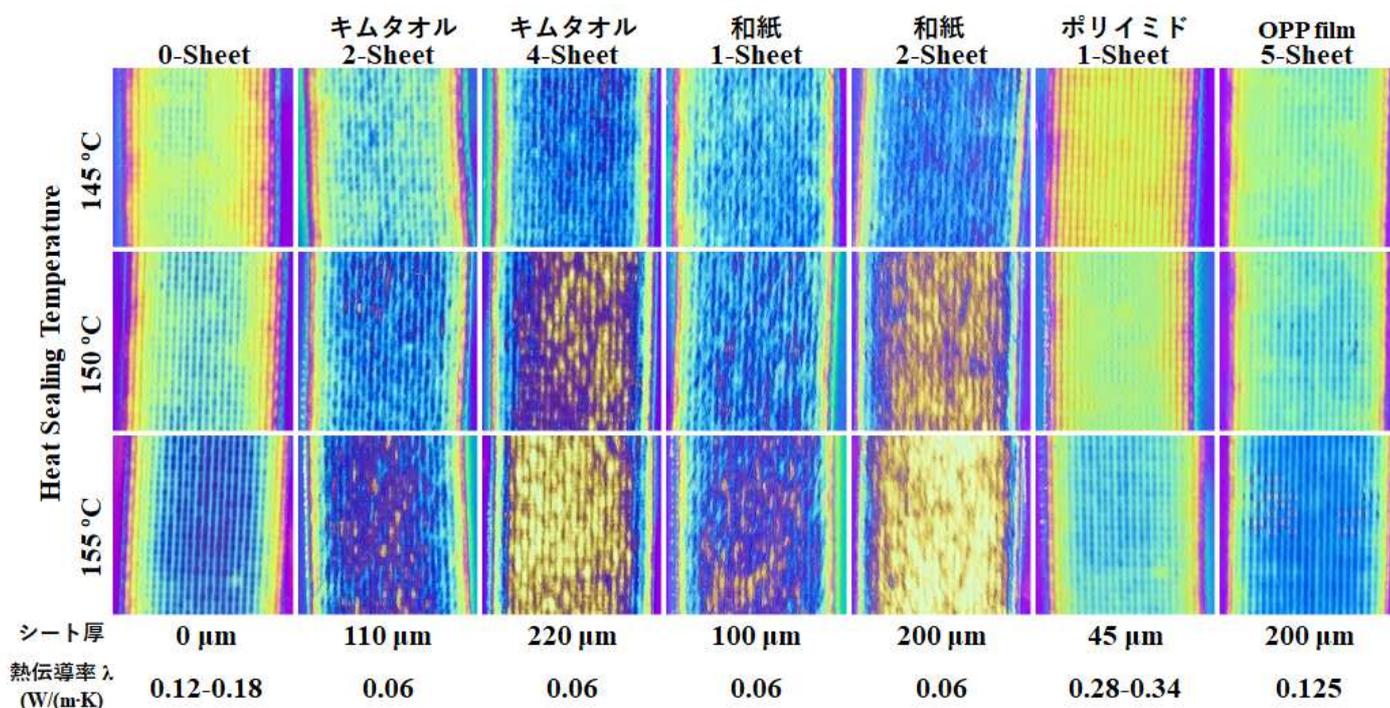


図 2 偏光フィルター下における各シール部の写真およびシート厚と熱伝導率の関係

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。）

一般的なインパルス式シーラーの反ヒーター側（受け板側）はシリコンゴム等のゴム材料が多く用いられているが、本研究助成ではそのゴムまたはゴム表面に工夫を凝らすことによりシール性向上を試みた。結果として、キムタオルや和紙を挿入するだけでOPPフィルムが容易にシールできることを見出した。これはパルプ繊維の熱伝導率 λ が $0.06 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ でゴムの半分以下であることに起因すると考えている。京都の伝統工芸の一つである和紙（黒谷楮紙）の特徴は洋紙やその他紙製品と比較して、繊維長が長いために丈夫で破れにくい。実際にキムタオルやティッシュペーパーはすぐに解れて破れてしまったが、黒谷楮紙を挿入した場合には数10回繰り返し試行した場合においても全く破れなどは生じなかった。実際に商業ベースで活用するには繰り返し耐久性試験などを行っていく必要があると考えられる。

一方で、汎用ポリマーやエンジニアリングプラスチックの熱伝導率を調べると $\lambda > 0.1 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ のものばかりであり、天然材料のパルプのように低い熱伝導率を示すものは見当たらなかった。それ故、今回の研究における発見・成果は学術的にもパッケージング産業においても重要な知見となり得ると考えている。近年、大気汚染やマイクロプラスチックによる環境問題、地球温暖化が叫ばれる中、石油化学製品から天然材料へのシフトは重要であり、和紙をそのまま使用できない場合でも、和紙への樹脂コーティングまたは長繊維パルプとゴムのブレンドシートを作製することにより、現行のゴムの使用量を削減しつつ、ゴム材料よりも熱伝導率を低下させることが期待できる。

また、本成果はCPP層のないOPPフィルム単体を低温でシールすることを可能にしており、シール層不要のパッケージングフィルムをデザインできる可能性や、多層フィルム間の接着剤不要となる可能性など電力や材料コスト削減も可能である。

もし可能であれば、賛同戴ける企業様を見つけて、新たなシール技術確立に向けて共同研究できることを望んでいる。

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。）

【解説記事】

1. “プラスチックフィルムのヒートシールに関する研究と今後の展望”，山田和志*，日本包装学会誌，Vol. 29, No. 4, pp. 275-280, 2020.

【産業財産権出願を学内にて審査・検討中】

発明の名称：「低温シール可能なシール装置の開発」

発明者：山田和志

コロナ禍のために研究開始が少し遅れ、また終了間際になって、研究初期に実施した温度計測がエラーを含んでいたことが判明し実験をやり直したため、特許申請と論文投稿が遅れている状況であります。貴財団ホームページ上への公開は特許申請および論文投稿後まで延期させて戴きたく存じます。ご迷惑をおかけいたしますが、ご高配賜れば幸いに存じます。

（■2022年6月公開確認済み）