

令和元年度  
戦略的基盤技術高度化・連携支援事業  
戦略的基盤技術高度化支援事業

「セルロース系繊維を用いた飼料用ラップネットの利用技術の開発」

研究開発成果等報告書

令和2年3月

担当局 中部経済産業局

補助事業者 公益財団法人一宮地場産業ファッションデザインセンター

## 目 次

### 第1章 研究開発の概要

- 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標・・・・・・・・・・・・・・・・・・3
- 1-2 研究体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・6  
（研究組織・管理体制、研究者氏名、協力者）
- 1-3 成果概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・7
- 1-4 当該研究開発の連絡窓口・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・8

### 第2章 本論

- 2-1 補助事業の具体的研究内容・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・9

- 最終章 全体総括・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・11

## 第1章 研究開発の概要

### 1-1 研究開発の背景・研究目的及び目標

#### (1) 研究開発の背景

##### 【繊維業界の現状】

2013年に経済産業省が公表した「繊維産業の現状及び今後の政策展開」によると繊維産業の製品出荷額は2009年で3.79兆円となっており、ピーク時（1991年）の3分の1以下となっている。特に綿織物、毛織物などは化学繊維（化繊）と比べて機能付加が出来ず、落ち込みが激しい状況である。

最終製品は多方面に渡っており、化繊で見ると衣料向け22%、家庭向け38%、産業資材40%と産業資材向け用途が拡大しているが、天然繊維は衣料向けがほとんどであり、用途は広がっていない。

##### 【酪農業界の現状】

農林水産省の畜産統計調査によると、2016年2月調査では、乳用牛の飼育戸数は全国で17,000戸、肉用牛は51,900戸である。2012年2月調査では乳用牛が20,100戸、肉用牛が65,200戸であるから、乳用牛で15.4%、肉用牛で20.4%減少している。

酪農は肉牛生産や養豚、養鶏と異なり、多くの牛を家族労働で飼育していることが多い。そのため昨今の少子高齢化も相まって、飼育戸数は減少しているが、一戸あたりの飼育頭数は増加しており、大型化が進んでいる。

##### 〔酪農の飼料〕

酪農農家において飼料となる牧草、飼料稲は、機械（ロールベラー機）を用いて、円柱状にしたもの（以下ロールベールと呼ぶ）をネット（以下ラップネットと呼ぶ）でロールに巻き、フィルムで外気から遮断してサイロにて保管することが一般化している。

ラップネットはポリエチレン（PE）製、ポリプロピレン（PP）製、麻製であり、PE製、

PP製ネットは再生できず焼却することしかなく、また牛の飼料を巻くため間違えて牛が食べることも多く、最悪は死ぬこともあり必ずネットを取らなければならず、酪農家の負担が

ロールベール（写真）



大きく苦しんでいる。

#### 【研究開発の取り組み等】

松山毛織株式会社（以下松山毛織と称する）では、電磁波吸収シールド繊維や放射線防護繊維などの開発を行ってきた。そういったなか、畜産農家におけるラップネットの現状を知ることとなり、セルロース系繊維を用いたラップネットの製造に取り組んできた。

#### 試作品



#### 【試作品に対する評価】

木綿製のラップネットを試作し、農機具メーカーの株式会社IH|アグリテック及び株式会社タカキタに製品の評価をお願いし、同社を通じて畜産農家に試作品を試験してもらった。

農家からの使用についての評価は概ね良好であったが、下記の改良点について指摘を受けた。

##### ①防カビ処理

木綿製であることから製品在庫保管時及びロールベールに巻き付けた後の保管時にカビが生えることに対する懸念を示された。

特にラップネットを巻き付け、フィルムを巻いたロールベールは、フィルムが輸送時の損傷や、牧草地に一時保管する際に鳥がフィルムを突くなどで穴が開き、その破損箇所から水分が中に入る場合がある。それによってカビが生えれば、牛の餌にならずに廃棄するしかなくなる。

## ②ラップネットがロールベラー機から飛び出す

ロールベラー機でラップネットをロールバールに巻き付けている際に、ロールベラー機へ取り付けられたラップネットが、振動して機械から飛び出るケースがあることを指摘された。

ロールベラー機は日本の農機具メーカーでも製造しているが、大半は海外製であり、ラップネットを取り付けるための機構上の変更は困難である。そのため、ラップネット製造時への対応が不可欠であるとのことであった。

## ③牛への安全性についての根拠

ラップネットを使用する農家に対して従来製品に対する優位性を示すため、消化できることの証左が確認できたが、消化時間と糸量及び撚回数との関係で消化時間が異なることが分かった。

### 【本分野における研究開発動向】

ロールベラー機自体がヨーロッパ（ドイツ）で開発されたものである。これを元に国内農機具メーカーが国内の現状に沿ったロールベラー機を製造・販売している。

これらのロールベラー機にて使用されるラップネットは、上記で示したようにポリエチレン（PE）製、ポリプロピレン（PP）製の製品が主流になっている。

## （2）研究目標

### 【1. 巻取機的设计・開発】

- ・整列された状態で巻き取ることが出来ること
- ・12時間の連続運転が出来ること
- ・生産されたラップネットがロールベラー機で正しく動作すること。

### 【2. 牛に無害な防カビ対策】

- ・金属等を用いた防カビ効果の測定
- ・防カビ対策を施した木綿糸の試作
- ・作業現場にてカビが発生しないこと

### 【3. 牛に無害な防カビ対策】

- ・大きさ、重さ等を変化させながら、完全消化時間を測定する
- ・ネットの誤食による牛へのリスクを、定量的な評価を実施する
- ・香辛料成分に対する牛の嗜好性確認

### (3) 実施結果

#### 【1. 巻取機的设计・開発】

巻取機的设计・開発に関しては、研究目標で挙げた3点について達成している。但しラップネットの重量が想定していたものより重いので、これについては今後の検討課題と思われる。

#### 【2. 牛に無害な防カビ対策】

当初想定していた金属は、酸化すると防カビ効果が発揮されないことが初年度に判明した。そこで有機酸、香辛料成分、天然ハーブ成分等を調査し、それぞれの防カビ効果を測定した。それらの中で、特定成分を含む材料に高い効果があることが判明した。

しかしながら、綿糸を製造する紡績工場においてこれらの材料を添加するには臭いがきついために従業員の作業環境を保つことが出来ないことも判明した。そのため、ラップネットの製造工程にて特定成分を含む材料を塗布することで防カビ効果を実現することが可能となった。

#### 【3. 牛がネットの一部を食することによる影響研究】

第1胃での消化実験を行い、時間が掛かるが消化出来ることを証明した。また、特定成分を含む材料を防カビ剤として塗布した綿糸は、塗布していない綿糸よりも消化時間が掛かることも判明した。

## 1-2 研究体制

### 【目標達成のための体制及び役割分担】

#### 1. 巻取機的设计・開発

主担当：松山毛織（株）

協力：KB ツツキ（株）（糸の提供等）

#### 2. 牛に無害なカビ対策の研究

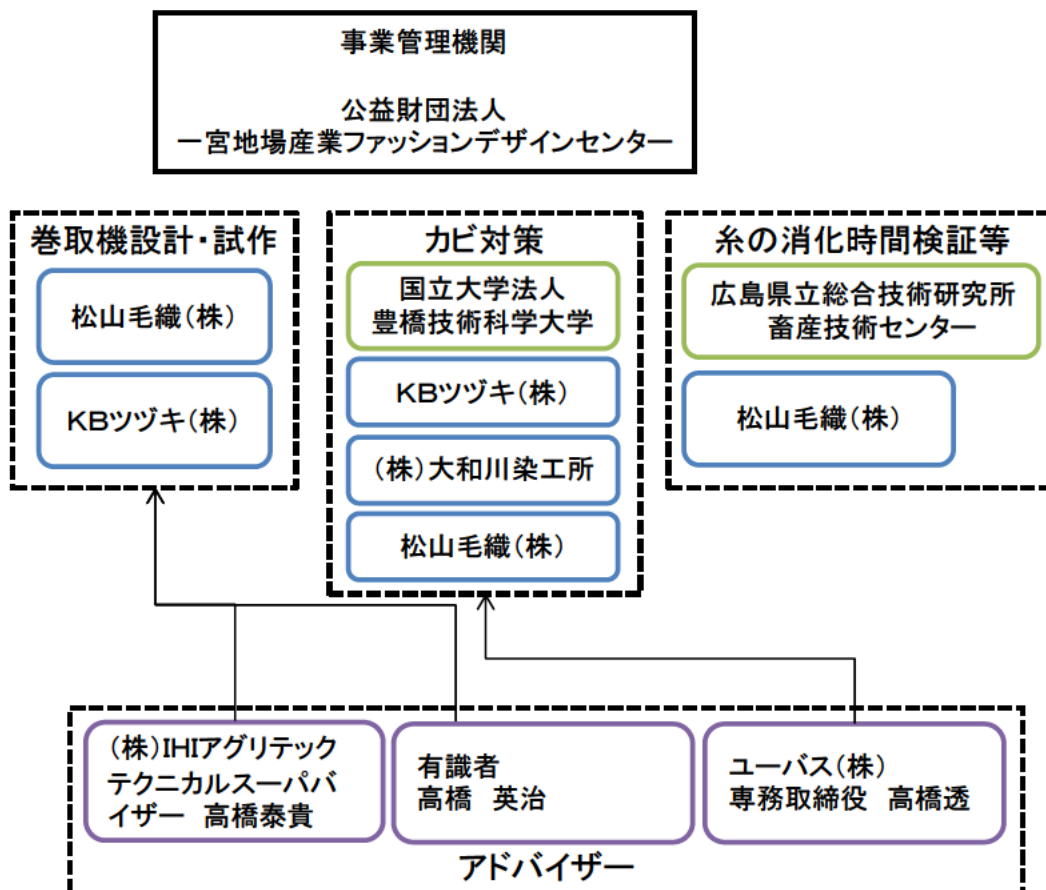
主担当：豊橋技術科学大学

協力：KB ツツキ（株）、松山毛織（株）

#### 3. 牛がネットの一部を食することによる影響研究

主担当：広島県立総合技術研究所 畜産技術センター

協力：松山毛織（株）



### 1-3 成果概要

#### 【1. 巻取機的设计・開発】

巻取機自体の開発は概ね成功したと考える。但し製品の品質及び利用者のニーズを鑑みると、ラップネットの重量が従来品（PP、PE 製）よりも重いため、作業性に問題があるとの指摘を受けている。これについて、糸の太さ及び強度、撚糸方法などについて今後検討すべき点が存在している。

#### 【2. 牛に無害な防カビ対策】

特定成分を含む材料が、防カビ剤として高い効果があることが判明した。ただし、これらの成分をスライバー状態の綿に混ぜ込む作業には、臭いがきつくて作業環境に問題があることも判明した。

特定成分を含む材料を、ラップネットを編む工程で塗布しても効果が発揮されることも実験で判明した。その効果の持続時間としては最大3ヶ月であり1.5ヶ月程度であれば十分効果が発揮されると思われる。

### 【3. 牛がネットの一部を食することによる影響研究】

消化時間等について実験を行い、その結果として、木綿製のラップネットを牛が誤食しても、大量でなければそれほど大きな影響は出ないと判断する。但し、第一胃内で全く分解しない（有効分解度0%）PP系繊維に比べ、一定程度採食リスクは低下するが、取り除くことが望ましい。

#### 1-4 当該研究開発の連絡窓口

##### (1) 事業管理者

法人名	公益財団法人一宮地場産業ファッションデザインセンター
住所	〒491-0931 愛知県一宮市大和町馬引南正亀4番地1
連絡担当者、所属役職名	古田 雅巳 事務局長
TEL・FAX	TEL (0586) 46-1361 FAX (0586) 44-7455
e-mail	postmaster@fdc138.com

##### (2) 統括研究代表者（PL）

組織名	松山毛織株式会社
住所	〒493-0001 愛知県一宮市木曾川町黒田字松山東南ノ切29
連絡担当者、所属役職名	田中 利明 代表取締役
TEL・FAX	TEL (0586) 86-2000 FAX (0586) 86-2585
e-mail	tanaka22@matsuyamak.com

##### (3) 副統括研究代表者（SL）

法人名	国立大学法人豊橋技術科学大学
住所	〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1番1
連絡担当者、所属役職名	加藤 亮 准教授
TEL・FAX	TEL (0532) 44-6612 FAX (0532) 44-6610
e-mail	rk001@edu.imc.tut.ac.jp



## 第2章 本論

### 2-1 補助事業の具体的研究内容

#### 【1. 巻取機的设计・開発】

##### (1-1) 巻取機的设计開発

初年度に巻取機を設計、製作し実際にネットの巻取を実施した。当初は糸のテンションを一定に保つことに苦慮したが、ヤーンガイドやテンサー（張力調整用重り）の位置等を調整することで、編機に入る糸の張力を一定にすることが出来た。しかしながら、編機から巻取機間のネットの張力は、ネットを巻き取るにつれて直径が大きくなるため張力を一定に保つことが出来ないことが判明した。

対策として、編機と巻取機の間棒状のテンサーを設置して、編機の動作と連動して下げ、巻取機の動作と連動して上げるという2つのステップに分けることを行い、張力を均等にすることが出来た。

##### (1-2) ラップネットの試作

巻取機の調整と同時に、ラップネットを試作した。試作の1本では問題ないことを確認した上で、連続運転にて製造時のトラブル（糸切れ、ネットが均一に巻き取れていない等）が発生しないことを確認した。

##### (1-3) ラップネットの現地実証実験

ラップネットを実際にロールベラー機に装着して、ロールにきちんと巻き付けることが出来るかをテストした。巻き終わった時点でカッターを用いてネットを切断するのだが、開発当初はネットの張力が強すぎて、上手く切れないことや、ロールベラー機のガイドに巻き付く等の不具合が発生した。そのため、巻取機の構造から再検討を行い、(1-1)に述べたような機構とすることで、不具合は解消された。

試作されたラップネットを実際の農家にて、従来品（PP、PE）と同じ工程でロールに巻き付けてもらって、不具合等が発生しないか否かを確認したところ、農家からは概ね問題ないことの答えをいただき、不具合が無いことを確認することが出来た。

## 【2. 牛に無害な防カビ対策】

### （2-1）金属イオン等を用いた防カビ研究

初年度は金属の防カビ効果を確認し、候補を挙げることを実施した。事業開始当初から銅が一番有力な候補だったことから、その効果（カビが生えない）を厳密に測定した。結果は良好であり、十分効果があると判断した。保管を考慮して1ヶ月以上放置した銅を用いて防カビ効果を測定したところ、全く効果が発揮されなかった。金属が酸化したために効果が発揮されなかったのが原因であることを突き止めた。

全ての金属において酸化することは判明しているため、代替品として、有機酸、香辛料、ハーブなど天然由来の成分で候補となり得るものがないかを調査し、特定の成分を含む数種の材料において効果があることを確認した。

### （2-2）防カビ対策工程検証

特定成分を含む材料からなる防カビ剤を紡績前の綿、スライバー（繊維状態のコットン）を1本ずつほぐして平行にそろえ、太い紐状に加工したもの、糸のどの段階で混入させるかについて検討し、実際に実験を行った。

スライバーに混入するのが効果的であると判断できたが、特定成分を含む材料に強い臭いがあり、実際の製造工程においては作業者に悪影響が出ると判断した。

### （2-3）カビ対策 現地実証実験

特定成分を含む材料からなる防カビ剤を巻取直前のラップネットに塗布し、防カビ効果について実験を行った。結果として、最大3ヶ月カビが生えないことが判明した。マーシオンを見て半分の1、5ヶ月は効果が持続すると判断している。

## 【3. 牛がネットの一部を食することによる影響研究】

### （3-1）ラップネット破片の消化時間測定

広島県立総合技術研究所畜産技術センターにて、牛に試作されたラップネットの破片を食べさせて、第1胃での消化掛かる時間を測定した。結果としては時間が掛かるが消化することは間違いないことが判明した。

### （3-2）香辛料成分に対する牛の嗜好性確認

基本的に牛が誤ってネットの破片を食しても問題は発生しないことが実験にて証明された。ただし、消化時間が遅いことから極力取り除くことが望ましいと判断する。

セルロース繊維に香辛料成分、ハーブ成分を塗布したもので消化時間を測定したが、未塗布ネットと比較して時間が掛かることも判明した。

## 最終章 全体総括

（研究成果について）

### 【1. 巻取機的设计・開発】

全体として巻取機的设计・開発は概ね成功したと考えている。実用化に向けて糸の強さと重量の問題が控えている。糸を太くすれば強さは出るが、ネットが重くなり、作業性が悪くなる。この点についても研究を進め、30kgを下回るネットは試作できたが、強度及び捻れの問題をクリアすることが出来ていない。

### 【2. 牛に無害な防カビ対策】

研究成果としては糸の中に防カビ効果を持つ物質を混入することは、生産体制を考えるとまだ未達成と判断する。防カビ効果だけを考えると、ネット製造時に塗布することで効果は発揮することは確認出来た。

### 【3. 牛がネットの一部を食することによる影響研究】

第1胃内での消化時間測定により、ラップネットを誤食しても、誤食量が少なければ問題ないことは判明した。従って、原則はラップネットを取り除く必要があるが、切れ端などが残っても牛には大きな影響が出ないことは証明出来たと思われる。

（研究開発後の課題）

#### 1. ネットの軽量化

農家での作業を考えると1本当たりの重量は25kg程度に抑える必要がある。これについて今後も検討・試作していく必要がある。

## 2. 防カビ剤の混入方法

綿糸を製造する紡績工場においてスライバーの状態で防カビ剤を混入できれば、一番良い状況と考えているが、作業環境（臭いが強力）が劣悪な状況である。別の物質を探すもしくは紡績工場環境を改善していくことを研究する必要がある。

### （事業化展開）

事業開始時には事業終了後2年ほどは実用化研究を進める必要があると考えていたが、防カビ効果がないラップネットに対して高い評価を得た。

今後は、機械メーカーや農業団体との仕様決定などに努め、本格的な生産・販売体制を構築する。