

## 1 新技術・新製品開発の支援

### 令和5年度事業化案件研究調査事業の成果報告

#### ◆株式会社中温の研究調査成果

|          |                                                                                                                                                                                                         |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究調査テーマ名 | 廃棄野菜を活用したセルロースセナノファイバー（CNF）の事業化                                                                                                                                                                         |
| 実施期間     | 2023年4月～2024年2月                                                                                                                                                                                         |
| 企業名      | 株式会社中温                                                                                                                                                                                                  |
| 研究調査概要   | 野菜製品加工時に発生する廃棄野菜、端材を原料とするセルロースナノファイバー（以下CNF）の開発を行う。これはSDGsの観点からも廃品を利用出来る革新的技術である。従来のCNFとは異なり食品由来であるため、食品や美容化粧品への利用が可能であり、市場規模300億円に上るチューブ香辛料等の抱える問題点を解消し得る。本研究調査は、製品開発のための前処理方法、解繊方法、評価方法を調査、確立するものである。 |

本研究調査では、廃棄されるカット大根の端材を原料とした大根のCNF製造技術の確立と、CNFが持つ粘度調整や保水性、チキソ性等を活用したチューブ香辛料が抱えている課題（※）の解決に、次のステップで取り組んだ。

※ 大手食品メーカーが開発・市場投入している「大根おろしチューブ」は、水分と固形分の分離、醤油等の浸透度の欠如等の課題を抱えている。

- ① フードプロセッサーによる前処理と水分量を設定する。
- ② マスコロイダー等で解繊し、大根CNFの試作を行う。
- ③ 粘度調整性やチキソ性等の物性評価、触感などの官能評価を行う。
- ④ 大根CNFを大根おろしに均質に混ぜる方法を検討し、実施する。
- ⑤ その試作品の風味、食感等の官能検査を行う。
- ⑥ 試験結果のまとめと、営業用サンプルの作成を行う。

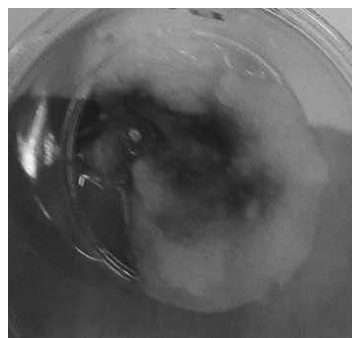
#### 【研究調査成果】

廃棄野菜（今回は大根）を使用し、良質なCNFを得ることに成功した。

更に、当該CNFを添加した大根おろしに関して、その食味と風味、醤油の浸透性等について高い評価を得る事が出来た。



市販のチューブ大根おろし



試作したチューブ大根おろし  
(CNF10%)

上の写真の様に醤油の浸透性に圧倒的な差があった。また、離水も無く、すりおろしただけの大根と遜色ない物が得られた。官能検査については、東雲女子短期大学・食物栄養学科にて、65名を対象に行い、63:2という大差にてCNF添加の物が好ましいという評価を得た。

野菜のCNFについては、既に某大手企業に着目いただいております。加熱耐性等の改良を続けるほか、他の野菜端材についても研究開発を進めていく。また、CNF使用製品については、試作を続けながら、展示会への出展等を通じて営業活動を行っていく。

## ◆室戸海洋深層水株式会社の研究調査成果

|          |                                                                                                                                                                              |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究調査テーマ名 | 室戸海洋深層水のにがりを使用した豆腐の機能性表示食品の開発                                                                                                                                                |
| 実施期間     | 2023年4月～12月                                                                                                                                                                  |
| 企業名      | 室戸海洋深層水株式会社                                                                                                                                                                  |
| 研究調査概要   | 海洋深層水ににがりを用いて製造した豆腐(以下、にがり豆腐)は、イソフラボンの含有量が増加することが判っている。本研究では、この「にがり豆腐」の腸内環境改善効果を調査する。「にがり豆腐」の摂取によるエクオール量の変化を診る実証試験を行い、腸内環境への影響を検証する。改善効果が認められれば、その結果を論文にまとめ、機能性表示食品として届出を行う。 |

## 【実証試験の内容】

腸内のエクオールの量は摂取した大豆イソフラボンの量に比例することが判っているが、本研究の目標は機能性表示食品の届出であることから、実証試験については、

- ・被験者は日常生活において「にがり豆腐」を摂取する
- ・上記のもと、被験者の1日あたりのイソフラボン摂取上限目安値を超えないよう、豆腐のにがり含有量を調整することとし、次のように実施した。
- ・対象人数：79名
- ・試験方法：対象を2群（にがり豆腐（とうふらぼん）摂取群・プラセボ（卵豆腐）摂取群）に分け、それぞれ、豆腐70グラムを1日1回、1箇月間摂取。
- ・測定方法：試験前後、尿を採取、尿中のイソフラボンおよびエクオールの量を測定。

## 【実証試験の結果】

測定結果は下表の通り。尚、試験対象の内、大豆イソフラボンからエクオールを生成するために必要な腸内細菌（エクオール産生菌）を持っていたのは22名（持っていなかったのは57名）であった。

## 【試験結果の考察】

にがり豆腐摂取群については、全体として大豆イソフラボン（ダイゼイン・ゲニステイン）量の増加が認められた（表上部）。エクオールについては、にがり豆腐摂取群については、プラセボ摂取群よりも相対的に多かったものの、絶対的には、何れも試験後の減少がみられた（表下部）。これは、対象の内、エクオール産生菌を持っていた人数が22名と少なく（一般には日本人は50%とされている）、よって、対象の一部の生活習慣等による腸内細菌の活性の低下が全体の結果に影響したものと思われる。

## 【今後の予定】

今回の実証試験では十分な測定結果が得られなかったが、これまでの試験結果（99名分）と併せて評価の上、機能性（腸内環境改善効果）を論文として提出できるか否か検討を行う。また、方法を見直した追加の実証試験の実施についても検討する。

|                      | とうふらぼん (n=41)    |                  |      | 卵豆腐 (control) (n=38) |                  |      |
|----------------------|------------------|------------------|------|----------------------|------------------|------|
|                      | preintervention  | postintervention |      | preintervention      | postintervention |      |
| Urine isoflavones    |                  |                  |      |                      |                  |      |
| Daidzein (mg/g-Cre)  | 1.00 (0.32-2.37) | 1.79 (0.66-3.84) | n.s. | 1.49 (0.54-2.35)     | 1.04 (0.30-1.59) | n.s. |
| Genistein (mg/g-Cre) | 0.97 (0.46-2.43) | 1.69 (0.46-4.47) |      | 1.12 (0.39-2.93)     | 0.88 (0.25-2.19) | n.s. |

|                      | とうふらぼん (n=13)    |                  |      | 卵豆腐 (control) (n=9) |                  |      |
|----------------------|------------------|------------------|------|---------------------|------------------|------|
|                      | preintervention  | postintervention |      | preintervention     | postintervention |      |
| Urine isoflavones    |                  |                  |      |                     |                  |      |
| Daidzein (mg/g-Cre)  | 1.73 (0.48-2.46) | 1.79 (0.66-3.84) | n.s. | 1.83 (1.46-3.59)    | 1.28 (0.71-1.87) | n.s. |
| Genistein (mg/g-Cre) | 1.79 (0.58-2.79) | 2.47 (0.46-3.92) | n.s. | 0.93 (0.36-3.52)    | 1.64 (0.83-2.20) | n.s. |
| Equol (mg/g-Cre)     | 1.03 (0.57-2.46) | 0.77 (0.49-1.37) | n.s. | 1.66 (0.92-2.19)    | 0.56 (0.28-1.03) | n.s. |
| Equol (g/g-Da)       | 0.90 (0.48-1.17) | 0.55 (0.13-3.09) | n.s. | 0.46 (0.32-1.81)    | 0.22 (0.19-0.80) |      |
| Equol (g/g-E+D)      | 0.47 (0.32-0.54) | 0.36 (0.11-0.76) | n.s. | 0.32 (0.24-0.64)    | 0.18 (0.16-0.44) |      |

\*, P < 0.05 (Wilcoxon signed-rank test)

#, P < 0.10 (Wilcoxon signed-rank test)

n.s., P > 0.10 (Wilcoxon signed-rank test)

## ◆服部製紙株式会社の研究調査成果

|          |                                                                                                                                                                                                             |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究調査テーマ名 | 次世代新素材を配合し洗浄効果の高い重曹電解水を用いたトイレに流せるクリーナーシートの開発                                                                                                                                                                |
| 実施期間     | 2023年4月～2024年3月                                                                                                                                                                                             |
| 企業名      | 服部製紙株式会社                                                                                                                                                                                                    |
| 研究調査概要   | 新型コロナウイルス感染症のパンデミックにより世界的に衛生環境への意識が高まっている一方、サニタリー市場では合成界面活性剤を使用したトイレクリーナーシートしか存在していない。そこで、他社類似製品との差別化を図るため、次世代新素材と弊社独自の洗浄効果向上技術の併用により、アルカリ性環境下でも強度を保ちながら素手で安心して使用でき、トイレに流せる界面活性剤不使用の高機能なトイレクリーナーシートの開発を目指す。 |

本研究調査では、合成界面活性剤を使わないので素手で安心して使用でき、洗浄効果が高い重曹電解水を活用したうえで、次世代新素材（パラミロンナファイバー）を活用することで、

- ・トイレの便器およびその周辺をゴシゴシ掃除しても表面強度が保たれる
- ・トイレに流すと100秒以内でほぐれる
- ・製品化可能な範囲で安全性と低コストを担保できる

トイレクリーナーシートの実現を目指し、「①次世代新素材の選定」「②紙の選定」「③紙への塗工方法の検討」「④薬液の検討」「⑤エンボス加工の検討」のステップで研究調査に取り組んだ。

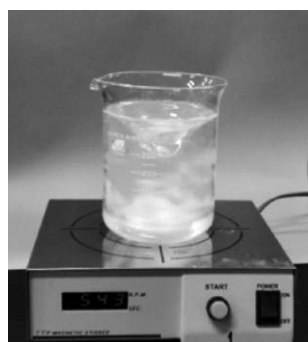
### 【研究調査成果】

#### ○実験フェーズ

前記の検討・試作・試験の結果、水解紙に次世代新素材（パラミロンナファイバー）を含浸させることで、水解時間の増加を抑制しつつ、水解紙の強度を向上させる方法を見出した。また、重曹電解水が作るアルカリ性環境下においても、半年程度は安定した強度が保たれることを確認できた。



引張強度試験



水解性試験



保存試験

#### ○実機フェーズ

紙への塗工について、実機による検証を実施、実機での生産が可能であることを立証できた。



原紙セット部



塗工部



巻き取り部

今後、製造の低コスト化、エンボス加工による表面強度の向上などの課題について研究調査を進め、安定性試験や量産化検討の上、製品化に向けて進んでいきたい。

## ◆徳武産業株式会社の研究調査成果

|          |                                                                                                                                                                                                  |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 研究調査テーマ名 | お一人おひとりの足の症状に合わせた個人対応福祉シューズの研究開発                                                                                                                                                                 |
| 実施期間     | 2023年4月～2024年2月                                                                                                                                                                                  |
| 企業名      | 徳武産業株式会社                                                                                                                                                                                         |
| 研究調査概要   | 弊社主力商品である福祉シューズにおいて、お客様の足の症状は高齢による足のトラブルにより多岐にわたる。そのため、弊社既製品では対応できない方に向け、独自のパーツオーダーシステムを導入し、カスタムでお客様の症状に合わせた製品提供を行っている。しかし、それでも未だに解決できていない症状対応があるため、更なる個人対応をしていく上での課題点を解決する3D化・個人対応シューズの研究開発を行う。 |

現状解決できていなかった症例として、つま先部の変形（外反母趾・交差趾・ハンマートゥなど）により一般に市販されている靴が履けないケースが多い（右写真）。本研究調査では、このような方々に安心して履いていただける靴をお一人おひとりの足に合った形状で提供するため、「試作時の仕組みの検討」「フットスキャンデータのデータ収集」「サンプル作成・ユーザ検証」を実施した。



## 【研究調査成果】

「試作時の仕組みの検討」においては、試作に必要となる機材について検討し、新たにカービングマシン、オープン、バキュームプレス、バキュームディスクを導入した。また、試作のための木型の変更に取り組んだ（左下写真）。「フットスキャンデータのデータ収集」においては、フットプリント（右下写真）を使用して、150件以上のデータを収集し、つま先部の形状をパターン化した（4パターンを決定した）。



「サンプル作成・ユーザ検証」においては、変更した木型を使用してクリアシューズ（左下写真）を作成、仮合わの精度を向上して試作品を作成し、ユーザの歩行状況を確認した（右下写真）。



これらの成果から、つま先部の変形に対応した靴の作成について、弊社商品「あゆみ」の形状を活かしながら改良していくアプローチが可能であるとの見通しを得た。通常、つま先部の幅に合わせると必然的にかかとの幅も広くなり脱げやすくなるが、かかとの形状は変更することなく、つま先部のみの変更を可能とすることができた。また、専門ではない方でも「より簡単に・より正確に」足の採寸ができるよう、必要機材を導入して計測キットも開発できた。

今後、弊社のパーツオーダーシステムにつま先部の変形に対応したメニューを追加できるよう、ユーザ検証を継続、その結果をフィードバックして計測キットの精度を向上させていく。



競輪の補助事業

この事業は、競輪の補助を受けて実施しました。  
<https://www.keirin-autorace.or.jp/>