１．委託事業名：　１分で飲めるスマートドリンク「ティーバッグ型ティーモクテル」の開発

２．委託事業者名：　委託団体：株式会社 dozo
連携大学：：静岡県立大学薬学部　近藤啓 教授
連携団体：合同会社 DigSense

３．研究成果概要：

【背景】

近年、健康志向の高まりとアルコール摂取に対する意識変化を背景に、ノンアルコール飲料（モクテル）市場は国内外で急速に拡大している。一方、世界有数のお茶産地である静岡県には、緑茶・紅茶・烏龍茶・菩提酸茶・燻製紅茶など多様かつ高品質な特産茶葉が存在し、それぞれ独自の風味と機能性を有している。とりわけ袋井市産の菩提酸茶（乳酸菌発酵後発酵茶、約 400 億 CFU/g）は柑橘・ベリー系の爽やかな酸味と機能性を兼ね備え、ワールドティーセレクション・パリ銀賞を受賞した希少茶葉である。また、カネロク松本園が開発した燻製紅茶は、ウイスキー樽チップを用いた日本初のスモーク製法によりオーク・スモーキーノートを持つ独自の紅茶として注目されている。

しかしながら、これらの茶葉の特性を科学的に評価して付加価値の高い新形態飲料へ結びつける取り組みは、いまだ十分ではない。また、粉末素材をティーバッグに充填する際には、流動性・凝集性・溶解性が充填機適性に直結するため、粉末物性の改善が実用化の前提条件となる。以上の背景から、本研究は地域の茶資源の活用と製造技術の課題を同時に解決することを目指して立案された。

【目的】

本事業では、静岡産茶葉を基軸とした「ティーバッグ型モクテル（IPPUKU / ZEN TEA BREW）」の製品化に向け、以下の二つの技術課題を解決することを目的とする。

（１）AI 駆動フレーバー設計の確立：合同会社 DigSense の F-index 解析システム（Comp™・Pairing™・Mapping™）を活用し、各茶葉と 630 品目以上の食材とのフレーバーペアリングスコアを定量化することで、既存カクテルの非アルコール化における最適な素材組み合わせを科学的に設計する。（２）造粒技術の確立：甘味料等の粉末原料に対して乳鉢造粒および流動層造粒を適用し、流動性・溶解性・硬度等の物性を改善してティーバッグ充填機への実用適性を検証するとともに、スケールアップへの知見を蓄積する。

【研究結果および成果】

１．フレーバー設計（F-index 解析）

合同会社 DigSense の F-index 解析（Comp™：食材の風味プロファイル構成分析、Pairing™：食材間のペアリングスコア定量化、Mapping™：風味空間の可視化）を用い、5 種類のモクテルレシピについて、ベース茶葉との風味適合性を定量評価した。解析対象は既存カクテル（Moscow Mule・Cosmopolitan・Paloma・Espresso Martini・Margarita）を茶ベースに

置換した各レシピとし、630 品目以上の食材とのスコアを算出した。

得られたペアリングスコアを標準化（z-score 化）し、市販パウダー材料一覧（75 品目：フルーツ・野菜・スパイス・花・甘味料・茶葉カテゴリ）と照合した結果、実現可能な素材の組み合わせを特定し、以下の 5 つのフレーバー設計を完成させた。

① Honey Rosemary Moscow Mule × 静岡緑茶（静岡 7132）
② Skinny Cardamom Paloma × 紅茶（Jungpana）
③ Skinny Hibiscus Cosmopolitan × 菩提酸茶（晩茶研究会・静岡県袋井市産）
④ Smoky Black Tea Martini × 燻製紅茶（カネロク松本園・ウイスキー樽使用）
⑤ Skinny Spicy Margarita × 烏龍茶・緑茶ブレンド（静岡 7132）

なかでも③の菩提酸茶は、ペアリングスコア解析においてベリー系（標準化スコア 2.89）・柑橘果実（2.78）との高い親和性が確認され、乳酸発酵由来の自然な酸味がカクテルの酸味軸（Cosmopolitan）と相性良く機能することが示された。また④の燻製紅茶では、コーヒー香・スモーク成分（3.20 以上）との相関が突出して高く、Espresso Martini のロースト・ビター軸との整合性が裏付けられた。

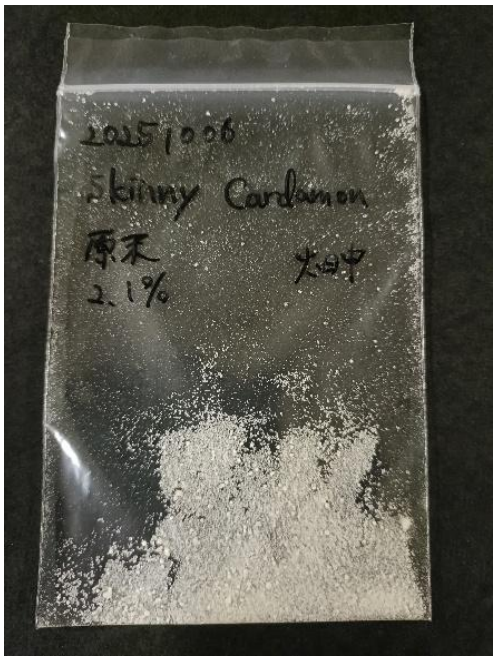

写真１．Skinny Cardamon Paloma フォーミュラの造粒顆粒（SEM 画像および外観写真、202512 定例資料より）

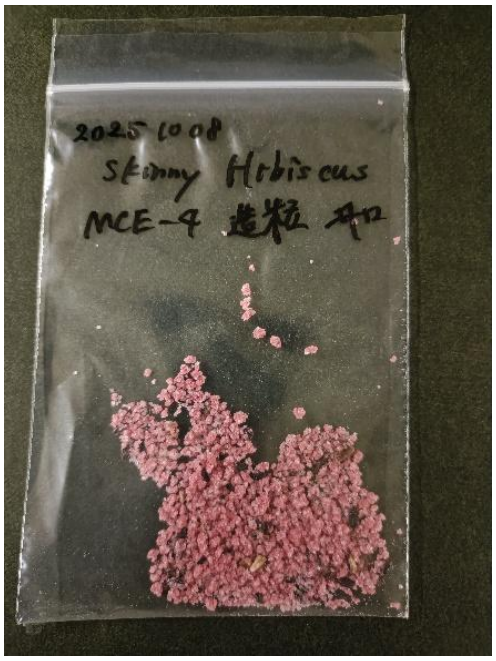

写真２．Skinny Hibiscus Cosmopolitan フォーミュラの造粒顆粒（SEM 画像および外観写真、202512 定例資料より）

２．造粒技術の開発

（１）乳鉢造粒による予備検討

甘味料（エリスリトール）を主成分とした粉末原料の造粒条件を検討した。乳鉢造粒法を用いて、４種類の結合剤（蒸留水・MCE-4・SE-06・HPC-SL、各５%水溶液）を比較評価した。評価指標として顆粒硬度（n=10）・溶解性・水分含量・安息角・カール指数・ハウスナー比・嵩密度・タップ密度を測定した結果、TC-5R（HPMC：ヒドロキシプロピルメチルセルロース）が最も良好な物性プロファイルを示すことが確認され、最適結合剤として選定した。

（２）５フォーミュラの造粒最適化

TC-5R（HPMC）を結合剤として、５種類のモクテルフォーミュラ（Honey Rosemary・Skinny Cardamom Paloma・Skinny Hibiscus・Smoky Black Tea Martini・Skinny Spicy Margarita）について個別に造粒条件を最適化した。各フォーミュラの顆粒はいずれも日本薬局方の流動性基準（カール指数＜21%、ハウスナー比＜1.25、安息角＜40°）を満足し、溶解性についても速やかな溶出挙動が確認された。

（３）流動層造粒機（FL-mini）によるスケールアップ

乳鉢造粒の知見をもとに、流動層造粒機（FL-mini、フロイント産業株式会社）を用いたスケールアップ検討を実施した。エリスリトール/MCC（微結晶セルロース）を 8:2 の基本処方とし、造粒条件を最適化した結果、水分含量 1.4〜1.6%の均一な顆粒を安定して製造することに成功した。スケールアップ後も安息角・カール指数・ハウスナー比はいずれも日本薬局方の基準を満足し、バッチ間の再現性が確認された。また、Honey Rosemary フォーミュラについては SEM 観察および 300μm ふるい分け品との物性比較を実施し、粒径制御が充填機適性向上に寄与することを明らかにした。

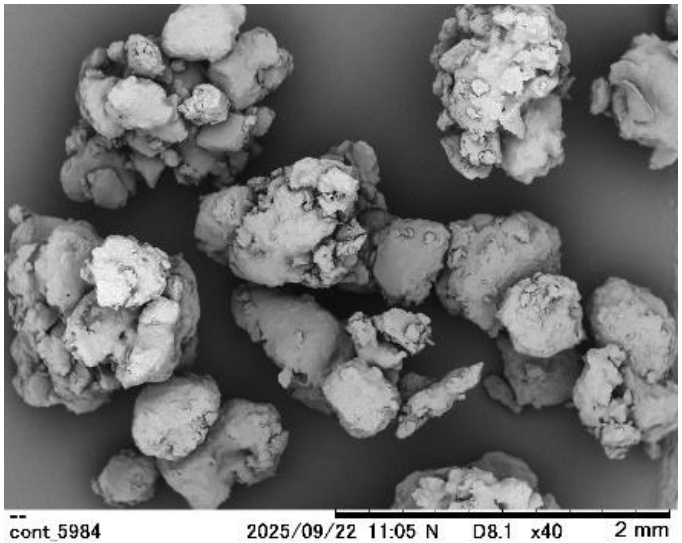

写真３.Honey Rosemary Moscow Mule フォーミュラ 顆粒 SEM 画像（TC-5R / HPMC 結合剤使用、202601 定例資料より）

写真４.流動層造粒機 FL-mini（フロイント産業株式会社、スケールアップ実験に使用）

３．ティーバッグ充填機の実機視察と製造課題の把握

静岡県のティーバッグ製造業者である小栗農園（https://tea-farm.com/）を訪問し、実際のティーバッグ充填機の稼働状況を視察した。視察を通じて、微粉末状の粉体原料は充填機内で飛散したり、ホッパーや充填経路に詰まったりするため、粉末原料のままではティーバッグ製造への適用が困難であることが確認された。この実態把握により、粉末物性の改善が製品化における重要な技術課題であることが改めて裏付けられ、本研究における造粒技術開発の必要性と意義が明確に位置づけられた。

【まとめ】

本研究では、AI 駆動のフレーバー設計技術（F-index 解析）と造粒製剤技術を有機的に組み合わせることにより、静岡産茶葉を活用したティーバッグ型モクテル「IPPUKU（ZEN TEA BREW）」の実現可能性を実証した。

本事業を通じて達成された主要な成果を以下に整理する。

① F-index 解析による科学的根拠に基づく５種のフレーバーレシピの確立

② TC-5R（HPMC）を結合剤とした５フォーミュラの造粒条件最適化

③ 流動層造粒機（FL-mini）を用いたスケールアップの実現（水分含量 1.4〜1.6%）

④ 顆粒物性（流動性・溶解性・硬度）の達成

⑤ 小栗農園の実機視察による製造課題（粉体飛散・詰まり）の把握と造粒必要性の実証

これらの成果により、ティーバッグ型モクテルという新たな製品カテゴリの製品化への道筋が明確に示された。今後は官能評価・最終配合最適化・特許取得・薬事関連規制対応を進め、令和 8 年度中の市場投入を目標とする。また、菩提酸茶や燻製紅茶など希少性の高い地域特産茶を組み込んだ製品ラインの展開により、高付加価値市場への訴求を強化していく計画である。

【地域社会への波及効果】

本研究の成果は、静岡県の茶産業および地域社会に対して以下のような多面的な波及効果をもたらすと期待される。

（１）地域茶産業の活性化：菩提酸茶（晩茶研究会・袋井市）やカネロク松本園の燻製紅茶など地域特産茶葉の新用途開発につながり、生産者の収益向上と地域ブランド強化に直接貢献する。ノンアルコール飲料という急成長市場への参入は、静岡茶の消費拡大と産地価値の向上をもたらす。

（２）産学連携モデルの他分野への波及：「AI×製剤技術×茶産業」の産学連携モデルは、食品・農業・ヘルスケア分野への転用が期待される。特に F-index 解析は、みかん・わさび・桜えびなど静岡の多様な農産物の高付加価値化にも応用できる。

（３）観光・インバウンド振興と SDGs 対応：日本の伝統的なお茶文化と現代的なモクテルスタイルを融合した製品は、インバウンド観光客向けのお土産・体験商品として静岡市の観光振興に貢献する。アルコールフリーで健康配慮型のノンアルコール飲料は、SDGs 目標３（健康的な生活の確保）・目標 12（持続可能な消費の実現）と整合した製品として、グローバル市場での展開においても社会的意義を訴求できる。