

生物系産業創出のための 異分野融合研究支援事業

(2005年度終了課題)

研究成果



独立行政法人 農業・生物系特定産業技術研究機構
生物系特定産業技術研究支援センター

表紙の説明

左 側：健康機能性に富むカンキツ「シイクワシャー」

シイクワシャーは沖縄特産のカンキツでヒラミレモンとも呼ばれ、果汁は食酢やジュースに利用されてきた。果汁や搾りかすにヒトの糖・脂質代謝を改善する効果が認められ、保健機能性食素材としての製品化が進められている。

[研究課題名：カンキツ機能性成分を利用した保健機能食品の開発]

(技術コーディネーター：矢野 昌充)

右 側：抗アレルギー作用をもつ茶の品種「べにふうき」

紅茶用品種「べにふうき」に多く含まれるメチル化カテキンは、アレルギーで主要な役割を果たすマスト細胞からのヒスタミン放出を抑制することが明らかにされている。本品種の緑茶原料から、メチル化カテキンを含む「べにふうき」緑茶PET飲料、キャンディ等の製品が開発されている。

[研究課題名：茶の抗アレルギー作用を利用した食品の開発]

(技術コーディネーター：山本(前田)万里)

生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業
(2005年度終了課題)

研 究 成 果

目 次

異分野融合研究開発型 (研究期間：2001～2005年度)

有明海における底質改善と底棲生物回復のための技術開発 林 重徳・吉田 哲雄・原 裕・島内 正美・野口 敏春……………	1
カドミウムを除去するファイトレメディエーション技術の開発 住田 弘一・加藤 直人・谷口 彰・茅野 充男・佐藤 福男・豊田 稔……………	5
カンキツ機能性成分を活用した保健機能食品の開発 矢野 昌充・隅田 孝司・宮城 由知・西野 輔翼・太田 英明・和田 浩二……………	9
葛巻バイオガス高度利用コジェネレーションシステムの開発 野池 達也・中村 哲雄・岡村 和夫・中村 由美夫 横本 克巳・井崎 博和・伊藤 靖彦……………	13
茶の抗アレルギー作用を利用した食品の開発 山本(前田)万里・立花 宏文・佐野 満昭・宮瀬 敏男 木谷 誠一・永井 寛・亀井 優徳……………	17
北海道産の超強力・強力小麦粉を用いた新高付加価値食品の開発 田引 正・山内 宏昭・横田 篤・猿山 晴夫・山本 嘉彦・花岡 彰宏……………	21

異分野起業化促進型 (研究期間：2004～2005年度)

沖縄更新世琉球石灰岩島への削井及び井戸海水によるアワビ等水産養殖の開発 田中 淑人・前田 広人・今田 克……………	25
音波振動を用いた農産物・食品・木材の品質測定法の開発 桜井 直樹……………	27
自然冷媒を用いた原乳冷却機とその排熱を利用した省エネルギーシステムの実用化技術の開発 向山 洋……………	29
生体情報可視化モニタリング用発光プローブシステムの開発 寺西 克倫……………	31
竹材のみからなる自己接着ボード、マット、成形体および活性竹炭 橘田 紘洋・水谷 武・高橋 保市・岡田 憲孝・高須 恭夫……………	33
廃棄ホエイからの感染防御因子タンパク質の分離およびその医療応用 井上 浩義・島田 信也……………	35
木質系資源から高密度炭の製造と還元用コークスへの利用 坂輪 光弘・今西 隆男……………	37

■研究課題名

有明海における底質改善と底棲生物回復のための技術開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①底泥・底質等の調査並びに底質改善システム工法の開発研究
（◎林 重徳／佐賀大学低平地研究センター）
- ②底泥浚渫—脱水装置並びに固結底質層耕耘機械の開発
（吉田 哲雄／㈱ワイビーエム）
- ③発泡ガラス材等を用いた底質改善技術の開発研究
（原 裕／日本建設技術㈱）
- ④底泥浚渫—囲繞堤築造及び固結底質層耕耘等の施工技術の開発
（島内 正美／松尾建設㈱）
- ⑤底棲生物の生息環境調査並びに囲繞堤工に適応する底棲生物種の解明
（野口 敏春／佐賀県有明水産振興センター）

■研究の目的

底質が悪化し底棲生物が激減した有明海の湾奥部海域において、浚渫底泥を袋詰めした土嚢を用いる囲繞堤、水質浄化機能を持つ底質改善材、浚渫—脱水する装置、固結した底質層や干潟・底泥を耕耘・混合する機械を開発するとともに、これらを利用した底質改善システム工法を開発する。これにより、底質改善事業の創出とともに、干潟域のアゲマキの増養殖事業及び深水域のタイラギ漁場の再生など、特産貝類の新たな増養殖事業の創出を目指す。

■主要な成果

- ①底泥・底質等の調査
 - 1) 底質悪化の著しい飯田海岸干潟域（図1）における底質特性の経時変化に、明確な改善傾向が見られることを示した（図8）。
 - 2) 干潟域及び深水域における浮泥・底泥の輸送特性と、底泥の巻き上げによる水中への再懸濁やこれに伴う着藻類及び栄養塩の直上水に及ぼす影響を明らかにした。
 - 3) 音響底質測定装置により、湾奥部海域における底泥の経年的な堆積状況を確認した。
 - 4) 地震並びに台風・波浪等の攪乱による現地底質の液状化・分級・細粒分流失・粗粒化のメカニズムを明らかにした。
- ②底泥浚渫—脱水装置並びに固結底質層耕耘機械の開発
 - 1) 底泥の周辺海域への拡散を抑える吸引型の浚渫ユニット並びに底泥の効果的な脱水ユニットを開発した（図2）。
 - 2) 覆設した底質改善材と固結底質層を効果的に耕耘混合する機械を開発した。
- ③発泡ガラス材等を用いた底質改善技術の開発
 - 1) 連続間隙構造を持ちかつ浮上しない比重1.5~1.7の発泡ガラス材の製造方法、さらにリンの吸着能力を付加した高機能発泡ガラス材の製造方法を開発した。
 - 2) アゲマキ並びにタイラギに適した底質改善材（砂及び発泡ガラス材）と底泥の配合割合（図3）並びに底棲生物に適した施工方法として耕耘混合方式を開発した。

- 3) 地震や台風・波浪攪乱に対する抵抗性の大きい底質改善材の配合を提案した。
- ④底泥浚渫－囲繞堤築造及び固結底質層耕耘等の施工技術の開発
- 1) 干潟域における囲繞堤の築造技術と底質改善の施工技術を開発した(図4)。
- 2) 深水域における囲繞堤の効果的な構築技術を開発した(図5)。
- ⑤底棲生物の棲息調査並びに囲繞堤工に適應する底棲生物種の解明
- 1) 底質改善を実施した試験区において、干潟域ではアゲマキの成熟・放卵(図6)を、また、深水域では移植タイラギの成長・成熟並びに稚貝の発生(着床)・成長を確認し、開発した底質改善技術の有効性を実証した。
- 2) 干潟域の底質改善区における改善効果が3年以上にわたって維持され(図7)、底棲生物の種類が次第に豊富になっていることを確認した。
- ⑥底質改善システム工法の開発
- 囲繞堤周りの懸濁物質輸送の数値解析及び底泥・底質調査から、囲繞堤と覆砂・耕耘混合による「底質改善システム工法」の改善効果が、長期にわたって維持されることを確認した(図8)。

■公表した主な特許と論文

- ①特開2004-105129：人工漁場：(独)農業・生物系特定産業技術研究機構、国立大学法人佐賀大学、佐賀県、(株)ワイビーエム、日本建設技術(株)、松尾建設(株)
- ②特開2004-67400：発泡ガラス製造方法：日本建設技術(株)
- ③特開2005-13039：人工漁場構築法：松尾建設(株)
- ④特開2005-036410：底質層耕耘装置及びその耕耘方法：(株)ワイビーエム
- ⑤山西博幸、他：有明海湾奥部干潟域における懸濁物輸送と底泥付着藻類の変動特性に関する研究：環境工学研究論文集、Vol.40, pp.587-594, (2003)
- ⑥Hayashi, S., *et al.* Effect of Acid Treatment Agent of Sea Laver on Geoenvironmental Properties of Tidal Flat Muds in the Ariake Sea. *The Journal of ASTM International* (JAI), Vol.2, No.10, (in print)

■今後の展開方向

- ①干潟域及び深水域における底質改善事業・人工漁場造成事業の創出支援
- ②細粒分を捕捉する浚渫・脱水装置並びに固結底質層耕耘混合機械の製造
- ③発泡ガラス材を用いた底質・水質の浄化事業
- ④干潟域及び深水域における囲繞堤の構築並びに耕耘混合工事の施工
- ⑤アゲマキ等二枚貝の増養殖事業の技術支援

■問い合わせ先

- ①干潟域及び深水域における底質改善事業・人工漁場造成事業：
佐賀大学低平地研究センター (0952-28-8582)
- ②浚渫・脱水装置並びに固結底質層耕耘混合機械の製造：(株)ワイビーエム (0955-64-3881)
- ③発泡ガラス材を用いた底質・水質の浄化事業：日本建設技術(株) (0955-64-2679)
- ④囲繞堤の構築並びに耕耘混合工事の施工：松尾建設(株) (0952-25-4029)
- ⑤アゲマキ等二枚貝の増養殖事業：佐賀県有明水産振興センター (0952-66-2000)

研究成果の具体的図表

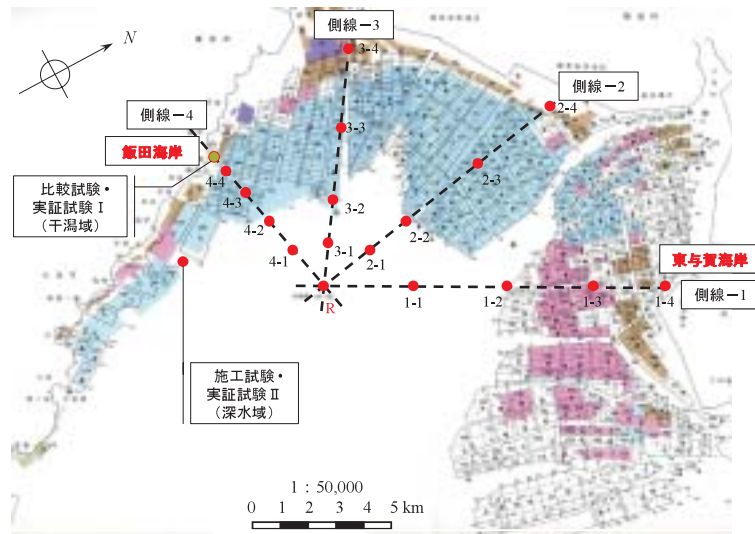


図1 有明海湾奥部における「底質調査の測線と地点」、「干潟域の比較試験・実証試験Ⅰ」、「深水域の施工試験・実証試験Ⅱ」の位置図



図2 開発した浚渫-脱水ユニット

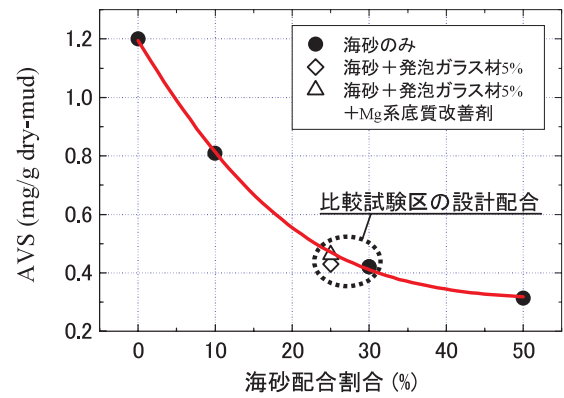


図3 底質改善材の配合割合と AVS

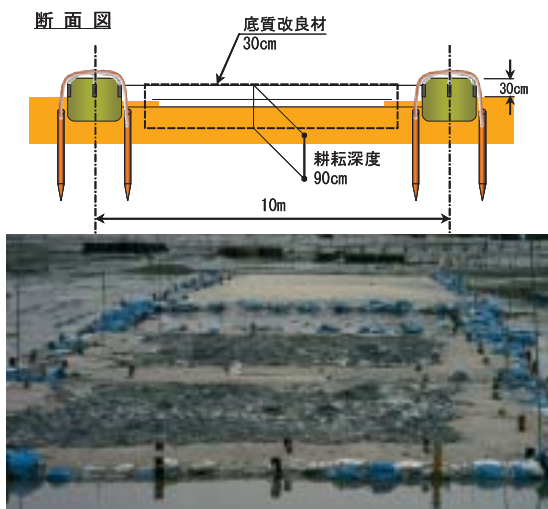


図4 干潟域での圍繞堤と底質改善技術

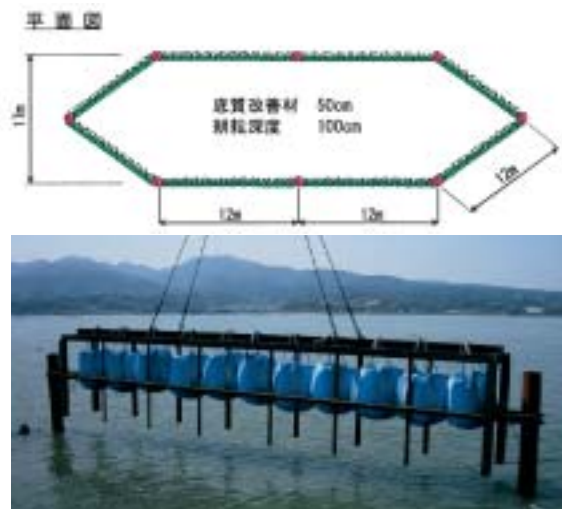


図5 深水域での圍繞堤の構築技術

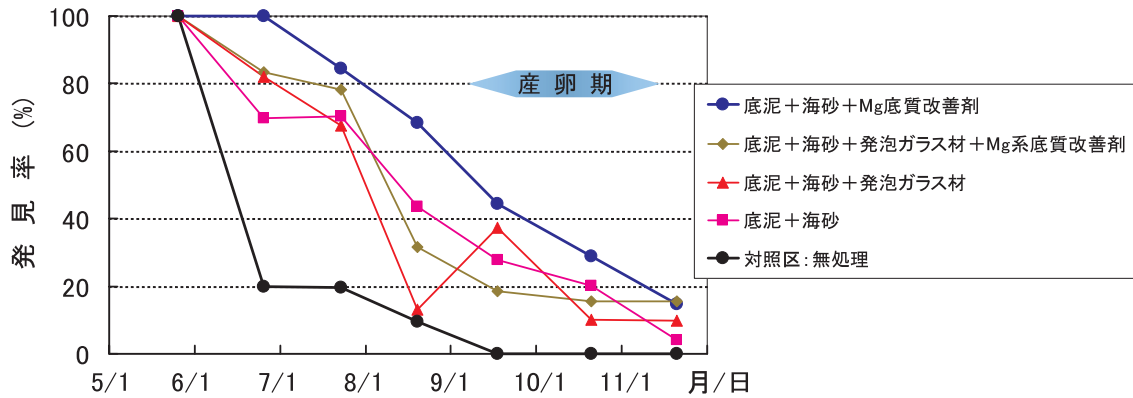


図6 干潟域の比較試験区に移植したアゲマキの発見率の推移・産卵

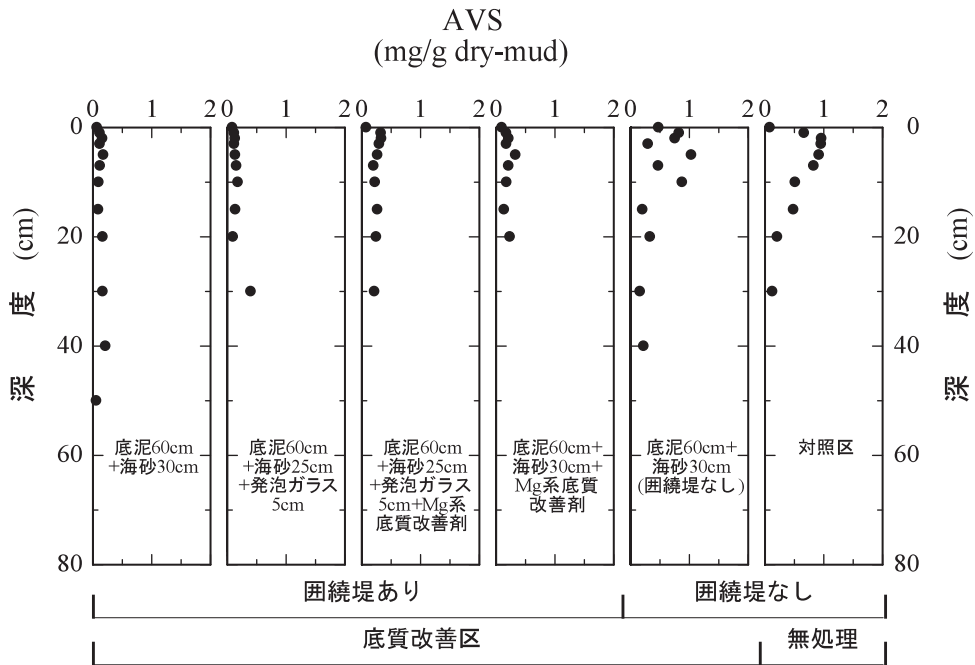


図7 囲繞堤と底質改善材の持続的効果
(底質改善実施より約3年後のAVS深度分布)

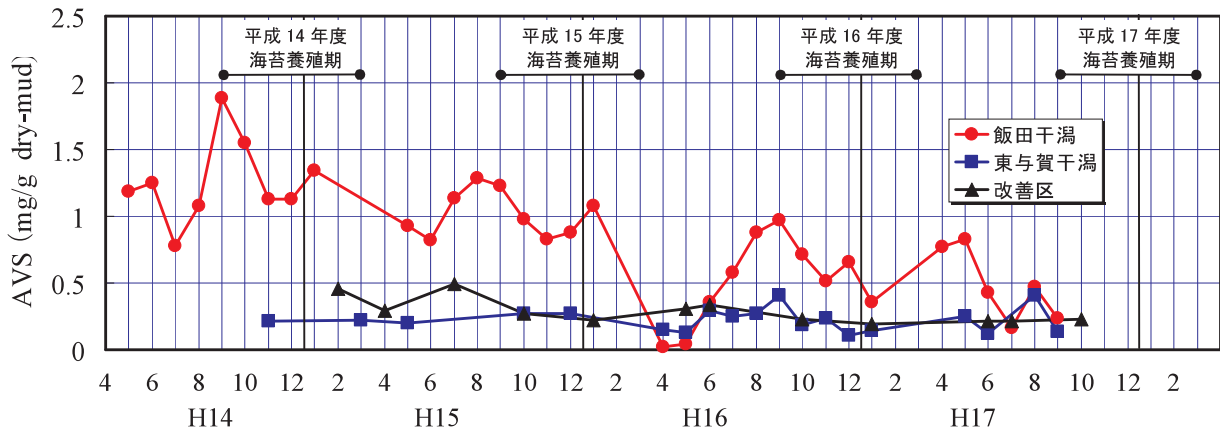


図8 飯田干潟(非改善区)と東与賀干潟、並びに改善区における底泥深度10cmのAVS測定値の経時変化

■研究課題名

カドミウムを除去するファイトレメディエーション技術の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①Cd高蓄積植物による土壌からのCd吸収促進技術の開発
（◎住田 弘一 [H13-15]、加藤 直人 [H15-17] / (独)農業・生物系特定産業技術研究機構東北農業研究センター）
- ②東北地域に適したCd高蓄積植物の作出
（谷口 彰/三菱化学アグリ(株) [H13-16 : (株)植物工学研究所]）
- ③植物体内におけるCdの移行・蓄積機構の解明と地上部への移行促進技術の開発
（茅野 充男/秋田県立大学）
- ④Cd高蓄積植物の栽培技術の体系化とCdに対するファイトレメディエーションの現地評価
（佐藤 福男/秋田県農業試験場）
- ⑤Cd蓄積植物体の焼却及びCd安定化処理技術の確立
（豊田 稔/(株)新菱）

■研究の目的

東北地域において、カドミウムを土壌から除去するための経済的で環境に優しいファイトレメディエーションの技術を開発する。具体的には、東北地域に適した修復植物の選定、カドミウム除去効率を向上させるための栽培・土壌管理技術、カドミウム蓄積植物体からカドミウムを安全に回収・処理する技術を開発し、これらの一貫体系技術を構築する。また、バイオテクノロジーや選抜育種により植物のカドミウム蓄積能の向上を図るとともに、カドミウムの植物体内での移行機構を解明する。

■主要な成果

- ①実用的な修復植物の選定
 - 1) ソルガムは、カドミウム蓄積能が高く（図1）、栽培特性や機械作業適性に優れ、実用的な修復植物であることを確認した。また、吸収したカドミウムは葉身よりも茎に多く蓄積され、収穫時のロスが少なかった。
 - 2) ソルガム16品種で、品種A（ゴールドソルゴー）はカドミウム濃度が低い土壌（1 mg/kg以下）で吸収量が多く、品種B（ハイブリッドソルゴー）は高い土壌（1 mg/kg以上）で吸収量が多かった（図2）。従って、ファイトレメディエーションの初期には品種B、後期には品種Aを用いると効果的である。
- ②ファイトレメディエーションの修復効果
 - 1) 現地圃場やコンクリート枠の試験でソルガムを栽培すると、土壌中では吸収されやすい水溶・交換性カドミウムや無機物結合性カドミウム濃度が低下し、全カドミウム濃度も低減した（図3）。
 - 2) ソルガムを2年間栽培して修復した土壌で大豆を栽培すると、子実中のカドミウム濃度は修復前土壌で栽培した時の半分以下に低下した（図4）。
- ③カドミウム収奪効率向上のための土壌管理法
 - 1) 土壌に塩化カルシウムや塩化カリウムなどの塩素資材を施用すると、ソルガムのカドミウム吸収量が増加した。この成果を基に、被覆塩化加里を播種前に施用する実用的なカドミウム吸収促進技術を開発した（図5左）。

2) ソルガムは土壌pHがおよそ4.5以下になると根の伸張阻害等によりカドミウム吸収量が低下し、また、pH6.5でもカドミウム吸収量が低下した(図5右)。一方、土壌の酸性化が進行すると、作土中のカドミウムの一部が作土次層へ移動した(図6)。以上のことから、カドミウムの下方への移動を防ぎながら、カドミウム除去効率を向上させるためには、土壌pHを5～6の範囲にすることが適切である。

④植物体内におけるカドミウムの移行機構

カドミウムのポジトロン放出核種¹⁰⁷Cdを利用した画像化システム(PETIS法)により、植物体内におけるカドミウムの移動を可視化し、その動画撮影に成功した。ソルガムではカドミウムが葉鞘基部に蓄積されたのち、地上部へ移動した(図7)。

⑤栽培・機械作業体系の構築とコスト計算

ソルガムの播種から収穫、梱包・運搬までの作業体系を確立し、大規模で実施可能な土壌修復技術を開発し、栽培マニュアルを作成した(図8)。また、収穫機械購入費、営農保証金、専用焼却炉の建設・運営費等を含めた必要経費は、10アール当たり年間18.8万円と試算され、低コストでの実施が可能であった。

⑥植物体の安全な焼却処理とカドミウムの回収技術の確立

1) 一次焼却炉の温度を900℃以上にすると、カドミウムを主灰に残さず、飛灰中に移行させることができた(図9)。

2) 煙道内に空気を送り込んで植物体から揮散したカドミウムの酸化を促進するとともに、バグフィルターの前にプレフィルターを設置することにより、カドミウム濃度の高い「飛灰①」を回収することができた(図10)。

3) 煙道内に残存するカドミウムは、定期修理時に回収が可能である。

4) 排ガス中のカドミウム濃度は $0.07 \mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$ と現行の規制値($1 \text{mg}/\text{m}^3\text{N}$)の1万分の1以下を実現した。これらの成果に基づき、実装置の仕様書を作成した。

■公表した主な特許と論文

①特願2003-307172：植物の焼却方法：(株)新菱

②特願2005-362118：カドミウムの回収設備及びその回収方法：(株)新菱

③Hattori, H., *et al.* Effect of chloride application and low soil pH on cadmium uptake from soil by plants. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 52: 52-57 (2006)

■今後の展開方向

①本研究で作成した栽培マニュアルの適用が可能な地域を、土壌中カドミウム濃度、土壌条件、単位面積当たりの経費に基づいて選定し、事業化の対象となる面積を明らかにし、事業化を目指すユーザー(自治体)に提示する。

②専用焼却炉での処理を事業化するために、本研究で確立した処理技術を実用規模の焼却炉で検証する。また、専用焼却炉の建設地周辺の住民のコンセンサスを得るために、バイオマスの有効利用の観点から炉の廃熱利用やバイオマスエタノール製造と組み合わせた焼却炉の事業化を目指す。

■問い合わせ先

①総事業費の算定と栽培マニュアルの適用：秋田県農業試験場生産環境部 (018-881-3321)

②専用焼却炉の事業化：(株)新菱 (093-643-2776)

研究成果の具体的図表

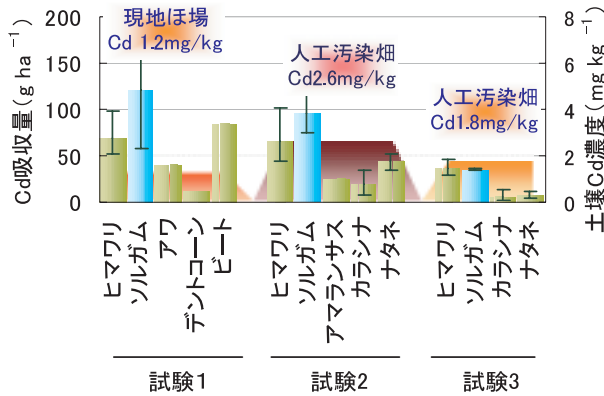


図1 各種の植物(7種 60品種・系統)によるカドミウムの吸収量

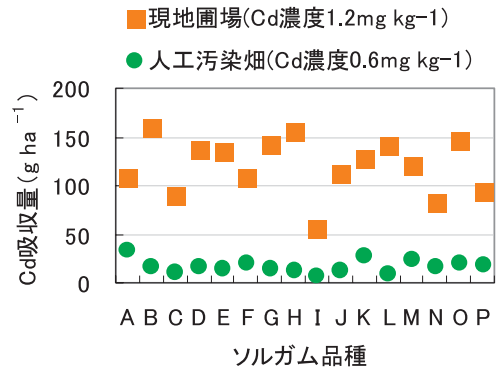


図2 ソルガム品種によるカドミウム吸収量の違い

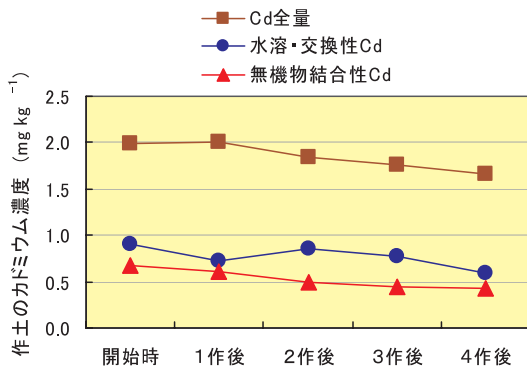


図3 現地圃場でソルガムを栽培した時の作土中のカドミウム濃度の変化
1作目:ヒマワリ、2~4作目:ソルガム

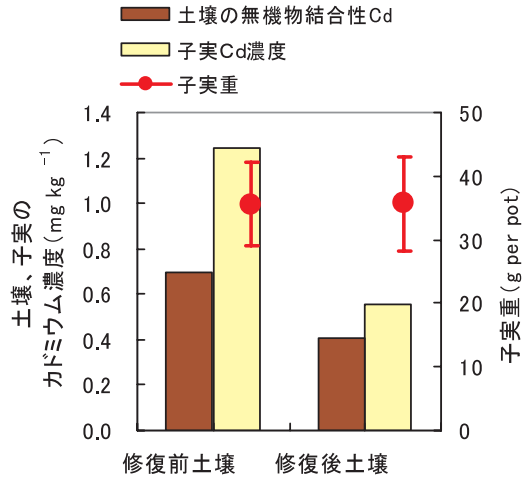


図4 土壌修復による大豆(品種:リュウホウ)子実のカドミウム濃度の低減

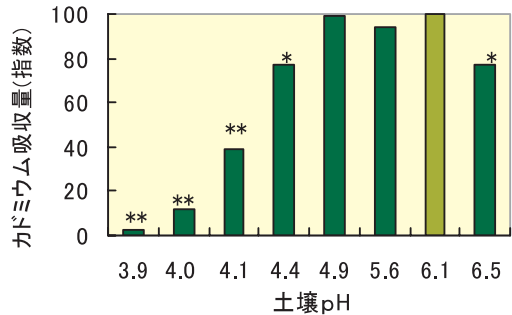
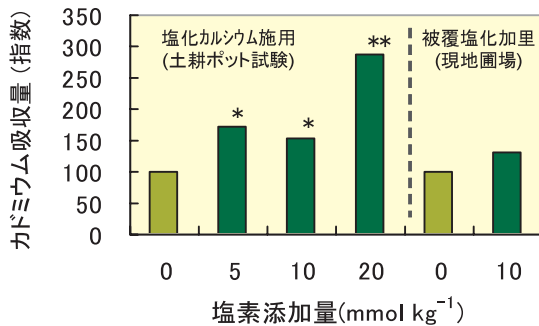


図5 ソルガム地上部のカドミウム蓄積に及ぼす塩素資材施用(左)と土壌 pH(右)の影響

対照区(黄緑色)に対する指数で表示、**は1%、*は5%水準で対照区と有意差あり
左図で土耕ポット試験は30日間栽培、圃場試験は106日間栽培の結果

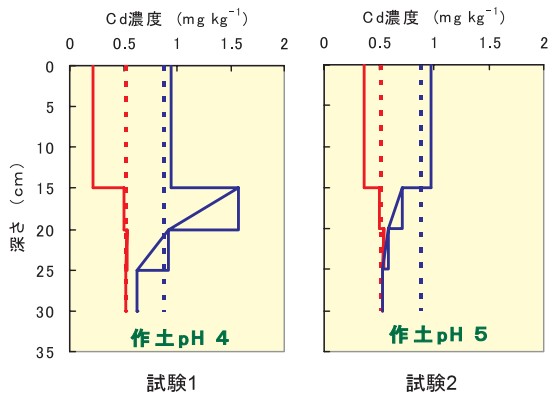


図6 汚染土壌を充填したコンクリート枠で3年間ソルガムを栽培後における土壌中でのカドミウム垂直分布

青線は水溶・交換性カドミウム、赤線は無機物結合性カドミウムの濃度を示す。点線はそれぞれの栽培前の濃度、作土 pH は栽培後の値。土壌の酸性化が進むと作土のカドミウムの一部が可溶化して、水溶・交換性カドミウムとなって作土次層へ移動・集積した。苦土石灰を施用して酸性化を抑制した試験 2 では、移動しない。

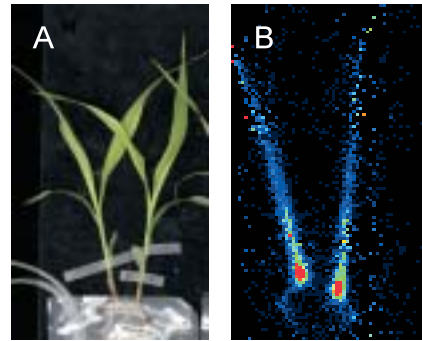


図7 PETIS 法によるカドミウムの可視化

A: 実験前のソルガム
B: 24 時間の ¹⁰⁷Cd 吸収後の PETIS 画像
(日本原子力機構 TIARA 研究施設で実施)
赤色はカドミウムの集積部位、青色は低濃度を示す。



図8 ソルガムの栽培・機械作業体系

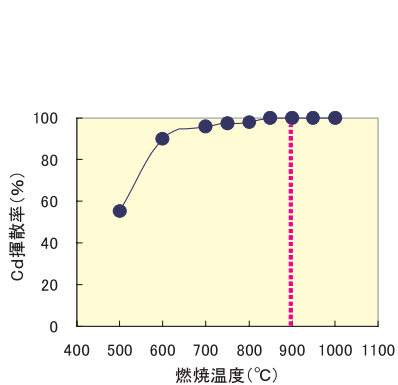


図9 焼却温度と植物体中のカドミウム揮散率の関係

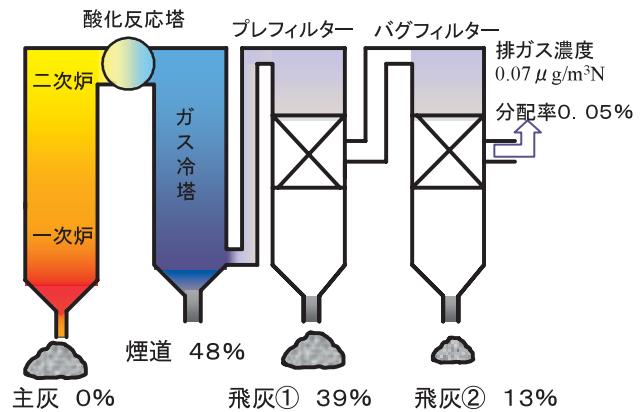


図10 焼却炉内でのカドミウムの分配割合
飛灰①はカドミウム濃度が高いので、精錬所でのカドミウムの回収が可能

■研究課題名

カンキツ機能性成分を活用した保健機能食品の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①健康増進に役立つカンキツ系統の開発
（◎矢野 昌充／(独)農業・生物系特定産業術研究機構 果樹研究所）
- ②β-クリプトキサンチン高含有食素材の開発
（隅田 孝司／(株)えひめ飲料）
- ③シイクワシャーからの高機能性食素材の開発と実用化
（宮城 由知／沖縄県農業協同組合）
- ④β-クリプトキサンチンのがん予防効果のヒトでの解明
（西野 輔翼／京都府立医科大学）
- ⑤カンキツ食素材の健康増進効果の解明
（太田 英明／中村学園大学）
- ⑥シイクワシャーからの機能性成分の検索と評価
（和田 浩二／琉球大学）

■研究の目的

カンキツは機能性成分に富む果物である。これを活用し国民健康増進に有用な保健機能食品を開発する。また、機能性成分に富むカンキツを作出し、健康増進に役立つカンキツ果実・食素材を提供する。さらに動物実験で発がん抑制作用を明らかにしたβ-クリプトキサンチンについて、ヒトレベルでの研究でその効用を検証し、新規事業へ発展の可能性を探る。

■主要な成果

- ①機能性成分に富むカンキツの開発
優れた発がん抑制作用を有するオーラプテンの含量が、既存品種中最高のグレープフルーツの100倍にも達するカンキツ、RP55 (>10mg/果肉100g) を開発した (図1)。また、カンキツの重要な機能性成分の一つであるβ-クリプトキサンチンの含量が、既存品種中最高のウンシュウミカンを上回る品種‘たまみ’ (>2.0mg/果肉100g) を開発した (図1)。β-クリプトキサンチンがカンキツ果実に高蓄積する条件はカロテノイド生合成系の上流部（カロテン部分）の遺伝子発現が強いこと、下流部（β-カロテン以降のキサントフィル部分）の遺伝子発現が弱いことであることを見出した (図2)。
- ②沖縄特産カンキツ、シイクワシャーの保健機能解明と機能性食素材開発
シイクワシャーペーストは糖尿病マウスの血糖値上昇を抑制した(図3)。シイクワシャーペーストはまた健常人対象試験で、空腹時血糖値を下げ、インスリン抵抗性の指標であるHOMA指数、インスリン・血糖値比を改善した(図4)。さらに肥満症対象試験でシイクワシャーペーストは肥満症患者の脂肪体重、体脂肪割合を低下させた(表1)。
製品化のために、シイクワシャーの遺伝資源を調査するとともに、搾汁かすからシイクワシャーペーストを含有する機能性食素材を開発した(図5)。
- ③ウンシュウミカンの保健機能解明と機能性食素材開発
ウンシュウミカンには耐糖能（食事から吸収した血液中ブドウ糖を組織、細胞、グリコーゲンなどに速や

かに移行させる能力)を改善し(図6)、高血糖由来の酸化ストレスによる肝臓障害発生を抑制する効果が動物試験で認められた。ウンシュウミカンから開発した食素材はまた、健常者の脂質代謝を改善した(図7)。一方、フィニシャーパルプとカロテノイド高含有パルプで作ったFP・CRP飲料を肥満症患者に投与すると血中アディポネクチンの上昇、プラズミノゲンアクティベーターインヒビター1(PAI-1)の低下が観察され(図8)、ウンシュウミカンの保健機能にはアディポサイトカインが関与する内臓脂肪の改善が関わっていると考えられた(シイクワシャーも同様)。

ウンシュウミカン果汁製造工程を改善し、洗浄フィニシャーパルプ、カロテノイド高含有パルプを混合したFP・CRP飲料を開発し、製品化した(図9)。

④β-クリプトキサンチンによるがん予防

これまで動物実験で明らかにしたβ-クリプトキサンチンの発がん抑制作用を、臨床ヒト介入試験とコホート研究に発展させ、ヒトレベルでの検証を開始した。臨床ヒト介入試験用に開発したβ-クリプトキサンチン高含有飲料を用いた発がん抑制試験(対象:大腸、肝臓)が進行中であり、肝がん抑制については有効性を示唆する結果が得られ始めている(表2)。コホートの一地域ではミカンを週1~2回以上食べる群は、月に1~2回しか食べない群に比して、有意に発生が低い(オッズ比:0.26)ことが明らかとなった(表3)。発がん抑制機序については、がん抑制遺伝子(RB遺伝子、p16遺伝子、p73遺伝子等)の発現がβ-クリプトキサンチンによって促進され、発がんが抑制されることを明らかにした。

■公表した主な特許と論文

- ①特開2005-168372:シイクワシャーペーストの製造方法:沖縄県農業協同組合・学校法人中村学園。
- ②Kato, M., et al. Accumulation of carotenoids and expression of carotenoid biosynthesis genes during maturation in citrus fruit. *Plant Physiology* 134: 824-837(2004)
- ③Nishino, H., et al. Cancer prevention by phytochemicals. *Oncology* 69S: 38-40 (2005)

■今後の展開方向

- ①RP55をオーラプテン高含有カンキツとして中間母本に登録し、産地で試作する。
- ②シイクワシャーペーストは、糖・脂質代謝改善でヒトに対する一定の効果が示されたことから、糖尿病食を開発している企業から本年9月より商品販売を開始予定。
- ③FP・CRP飲料は、低糖・高パルプ含有飲料のため香味に難があるが脂質代謝改善など保健機能を保持しながら香味を改善して商品化の予定である。
- ④がん予防効果をヒトレベルで検証することにより、β-クリプトキサンチンを活用した発がんリスク低減のための製品(飲料、錠剤など)を開発する新規事業が創出される。

■問い合わせ先

- ①機能性成分高含有カンキツの開発:果樹研究所カンキツ研究部(0543-69-7100)
- ②糖・脂質代謝改善作用のあるシイクワシャーペーストの開発:
沖縄県農業協同組合 農産加工部(0980-52-2958)
- ③糖・脂質代謝改善作用のあるウンシュウミカン飲料の開発:
(株)えひめ飲料 研究開発部研究課(089-923-1514)
- ④β-クリプトキサンチンの発がん抑制作用:
京都府立医科大学大学院医学研究科 分子生化学(075-251-5316)

研究成果の具体的図表

‘RP55’



* 生食で高濃度のオーラプテンが摂取可能
 * **オーラプテン:**
10mg/100g(生重)
 (グレープフルーツの100倍)

‘たまみ’



* 味・香り共に個性的、
 β-クリプトキサンチン高含有品種
 * **β-クリプトキサンチン:**
2mg/100g(生重)
 (ミカンの2倍)

図1 機能性成分に富むカンキツの開発

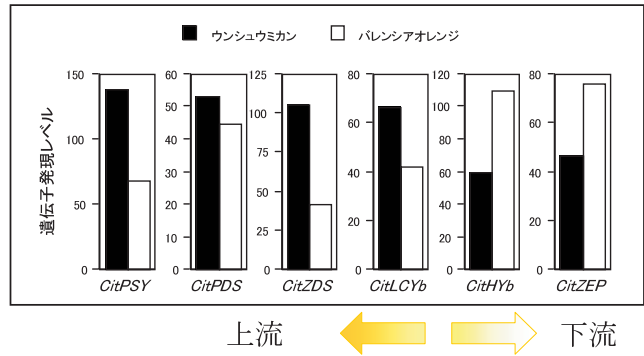
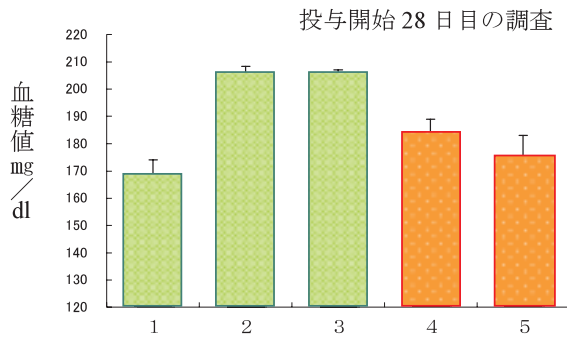


図2 β-クリプトキサンチンの高蓄積条件

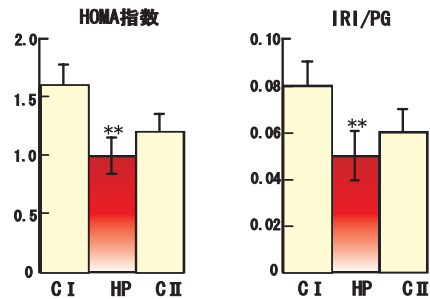
β-クリプトキサンチンの多いウンシュウミカンが少ないバレンシアオレンジと比較してカロテノイド生合成系の上流部分の発現が強く、下流は弱い。

上流: CitPSY, CitPDS, CitZDS, CitLCYb
 下流: CitHYb, CitZEP



- 1: ノルマル 2: 糖尿病マウス (対照)
- 3: 糖尿病マウス (1%シイクワシャー)
- 4: 糖尿病マウス (5%シイクワシャー)
- 5: 糖尿病マウス (10%シイクワシャー)

図3 シイクワシャーペーストによる糖尿病マウスの血糖値上昇の抑制効果



HOMA 指数: インスリン抵抗性の指標
 IRI/PG: 血中インスリン濃度及びブドウ糖濃度
 CI: 投与前、HP:シイクワシャー投与終了時
 CII: 投与終了 10 日後
 **: p < 0.01 (CI に対して)

図4 シイクワシャーペースト摂取が健常人の糖代謝に及ぼす影響

表1 シイクワシャーペーストは肥満者の脂肪を減少させる

		開始時	35日後
身長	(cm)	154.2±1.1	-
体重	(kg)	71.2±1.6	71.0±1.6
BMI	(kg/m ²)	30.0±0.7	29.9±0.7
%FAT	(%)	46.8±1.3	43.8±2.0*
脂肪体重	(kg)	33.1±1.5	31.8±2.5

*p < 0.05 (vs. 開始時) Mean±SEM
 %FATはインピーダンス法にて測定

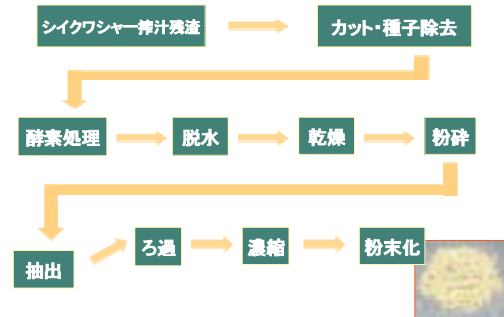


図5 搾汁かすからシイクワシャーペーストを調製する技術

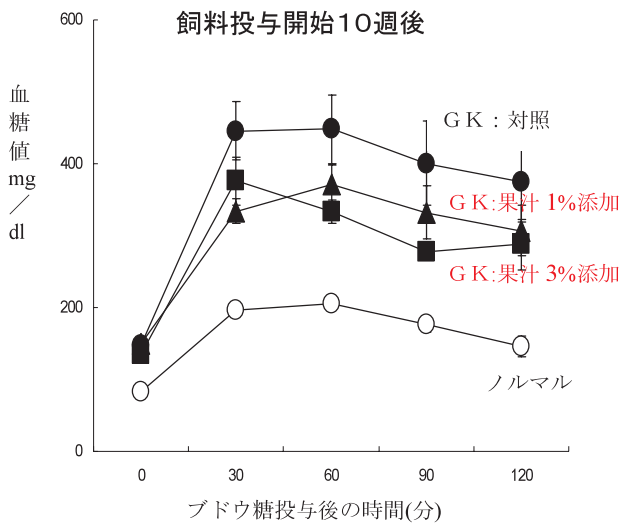


図6 みかんジュースは耐糖能を改善

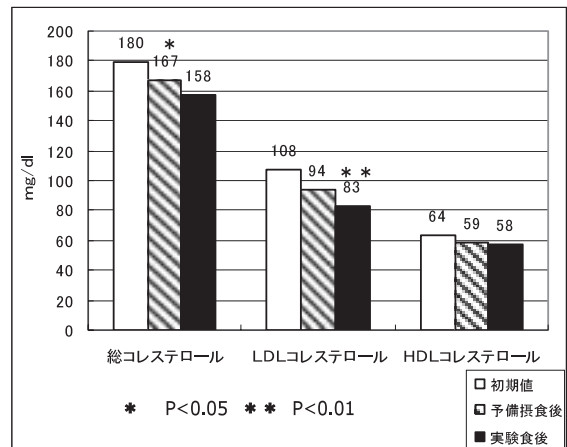


図7 FP・CRP 飲料はコレステロールを減少

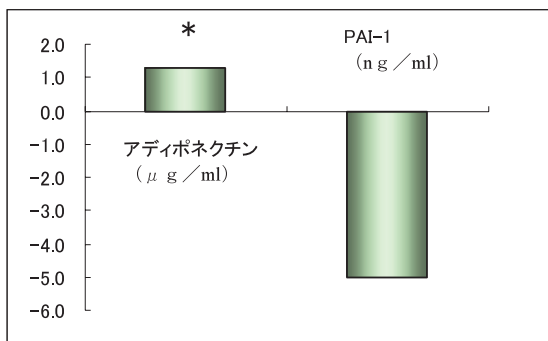


図8 FP・CRP 飲料による肥満者のアディポネクチン増加とPAI-1の減少効果



図9 フィニシャーパルプ(FP)とカロテノイド高含有パルプ(CRP)を混合した機能性飲料

表2 β-クリプトキサンチンによる肝がん抑制臨床ヒト介入試験の途中経過 (1年目)

グループ (n)	累積肝がん発生率(%)
対照群 (45)	8.9
投与群 (30)	0

臨床試験対象者: C型肝炎ウイルス性肝硬変患者

β-クリプトキサンチン高含有飲料投与群:

一本当たりβ-クリプトキサンチン3mg、イノシトール1gを含有するミカンジュースを、一日一本を投与した。また、同時に複合カロチノイドも服用させた。

表3 ミカン摂取と大腸発がんに関するコホート研究

ミカン摂取	症例群 におけ る人数 (%)	対照群 におけ る人数 (%)	性・年齢調整 オッズ比
あまり食べない	14 (70.0)	219 (49.4)	1.00
週に1~2回 以上食べる	6 (30.0)	371 (62.9)	0.26

症例群: 大腸腺腫発生群

あまり食べない=月に1~2回以下しか食べない

■研究課題名

葛巻バイオガス高度利用コジェネレーションシステムの開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①有機性廃棄物を原料とするバイオガス発電トータルシステム評価に関する研究
（◎野池 達也／東北大学）
- ②有機性廃棄物を原料とするバイオガスの生成・利用における基礎条件の把握と利用展開に関する研究
（中村 哲雄／(社)葛巻町畜産開発公社）
- ③有機性廃棄物のエネルギー転換率を向上させた発酵システムの開発及びトータルシステムに関する検討
（岡村 和夫／清水建設(株)）
- ④有機系メタンガスの発生のための最適化に関する研究
（中村 由美夫／オリオン機械(株)）
- ⑤バイオガスの精製・濃縮技術の確立
（横本 克巳／岩谷産業(株)）
- ⑥バイオガスによる燃料電池発電に関する研究
（井崎 博和 [H13-15]、伊藤 靖彦 [H16-17]／三洋電機(株)）

■研究の目的

酪農地域において発生する大量の乳牛ふん尿および地域固有の有機性廃棄物などをメタン発酵資源とし、生成されるバイオガスを燃料電池の燃料に利用して電気と熱を高効率に産生するコジェネレーションシステムを開発するとともに、地域（岩手県葛巻町）に適合したトータルシステムとして評価する。さらに、単独でも機能するメタン発酵システム、バイオガス精製濃縮技術、固体高分子型燃料電池、それぞれの確立を図る。

■主要な成果

- ①葛巻町における有機性廃棄物の発生現状とメタン発酵特性を調査した結果、家庭から排出される生ごみや季節的に発生する食品残渣は酸敗傾向を示し、メタン発酵が阻害された（図1）。その対策としては乳牛ふん尿との混合発酵、さらには微量金属、重炭酸塩の投入が有効であることが確認された。
- ②高濃度乳牛ふん尿のメタン発酵に及ぼす滞留時間と温度の影響を把握した結果、高温（55℃）発酵ではアンモニア阻害による有機酸の蓄積などがみられ、COD（化学的酸素要求量）分解率は中温（35℃）より若干低かった（図2）。メタン発酵の安定性と分解率向上の観点から中温メタン発酵が有利であると考えられる。
- ③メタン発酵に関与する微生物相のPCR-DGGE（変性剤濃度勾配ゲル電気泳動）法による解析で、*Methanobrevibacter* sp. などの水素資化性メタン生成細菌は牛ふん尿および発酵液から常時検出されるものの、メタン生成細菌相の安定化までは運転開始から約5ヶ月を要することが明らかとなった（図3）。
- ④基礎的検討に基いて設計し、葛巻町現地に設置した中温メタン発酵によるバイオガスコジェネレーションシステムパイロットプラント（実施規模の1/10スケール）は安定運転が確認され、投入乳牛ふん尿1m³あたりのバイオガス発生量は32.7Nm³であった（図4）。そのバイオガスの組成はメタンが57%程度、二酸化炭素が36%程度であった。
- ⑤バイオガス中に含まれる硫化水素とアンモニアはそれぞれ酸化鉄系と硫酸鉄系の吸着剤によって除去可能であった。また、分子ふるい炭による吸着性能差を用いて圧力変化で分離するPSA法によって目標とした純度99%のメタンが得られた（図5）。さらに濃縮工程における1次排気の回収によってメタン回収率は目標

の60%を上回る80%を達成した。

- ⑥周辺環境に分散しているアンモニアや硫化水素などの微量不純物の除去を可能とした固体高分子型燃料電池発電システムを開発し、期待値である750wの定格出力を得るとともに安定して発電稼動することを実証した。また、メタンガス濃度を60%まで低下させた場合でも発電には支障のないことが確認され、実用化への目処が付けられた（図6）。
- ⑦パイロットプラント全システム（図7）の運転持続による累積発電時間は6,700時間に及び、累積発電力量は4,000kWhを記録した。これらのことから、本システムの最終発電効率は30.6%、廃熱回収効率を含めた総合熱利用効率は77.6%となった。

■公表した主な特許と論文

- ①特願2004-147051：空気清浄フィルタおよび燃料電池システム：三洋電機(株)
- ②特願2005-094970：バイオガスプラントの制御装置および制御方法：三洋電機(株)、清水建設(株)、岩谷産業(株)、オリオン機械(株)
- ③特願2005-132803：バイオガス生成システムの制御方法およびバイオガス生成方法：オリオン機械(株)
- ④櫻井邦宣ら：高濃度牛ふん尿の中温メタン発酵特性：廃棄物学会論文誌Vol. 16, No. 1: 65-73 (2005)

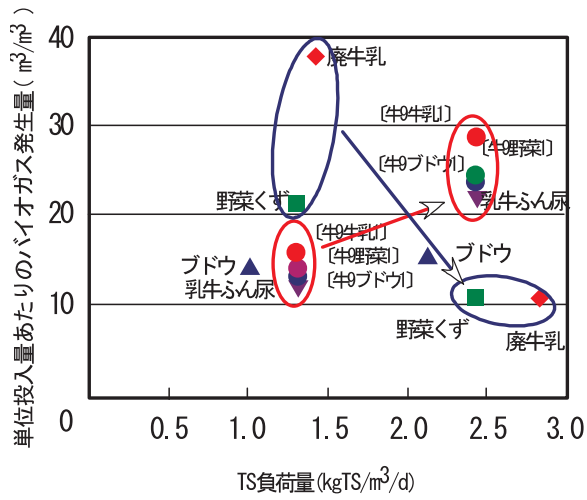
■今後の展開方向

- ①家畜ふん尿をメタン発酵させて得られるバイオガスを燃料電池の燃料としたエネルギー利用技術が確立されたことによって、持続型農業の構築および環境を重視した循環型社会の形成、さらには新規事業の創出が期待される。
- ②すなわち、バイオガスコージェネレーションシステムの普及にあたり、消化液の利活用までを含めた域内でのバイオマス循環社会の構築を視野に置きつつ、酪農家および地域住民の理解、啓蒙に努める。また本システムを構成する装置、機能については地域の状況に適合したシステムとして、再構成することも検討する。
- ③一方、バイオガス発酵プラント並びに精製濃縮装置システムのイニシャルコストやランニングコストを削減するために、作業の省力化、装置のコンパクト化をはかる。バイオガス利用の燃料電池では普及に必要なコストダウンを進めると同時に各ユニットの長寿命化をはかり、商品化に関する検討を継続する。

■問い合わせ先

- ①バイオガスシステム：清水建設(株) 技術研究所 (03-3820-8452)
- ②バイオガスプラント：オリオン機械(株) 酪農カンパニー (026-248-1956)
- ③バイオガスの精製・濃縮：岩谷産業(株) 産業ガス・溶材本部 (03-5405-5981)
- ④バイオガス利用の燃料電池：三洋電機(株) 研究開発本部アドバンストエネルギー研究所 (0276-61-9259)

■研究成果の具体的図表



〔廃牛乳・野菜くず：高負荷→酸敗で発生ガス減少
乳牛ふん尿単独、混合：高負荷→発生ガス増加〕

図1 有機性廃棄物のTS(全固形分)負荷量とバイオガス発生量

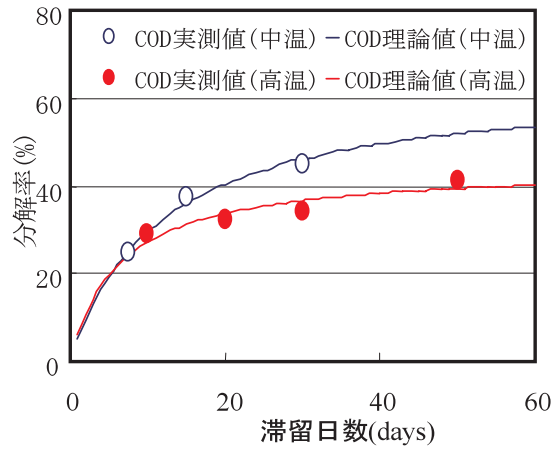
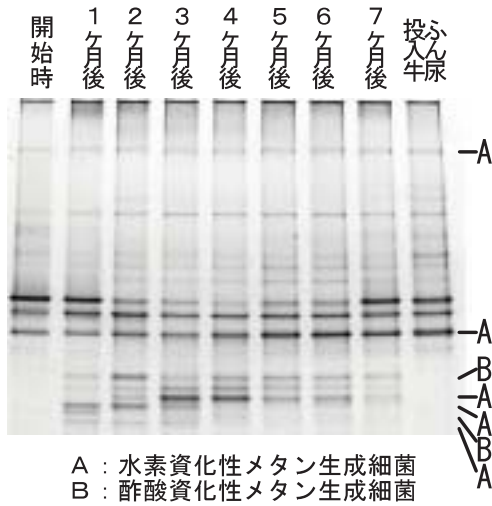


図2 高濃度乳牛ふん尿の中温・高温メタン発酵のCOD分解率



A : 水素資化性メタン生成細菌
B : 酢酸資化性メタン生成細菌

図3 発酵液及び投入牛ふん尿中の古細菌の解析

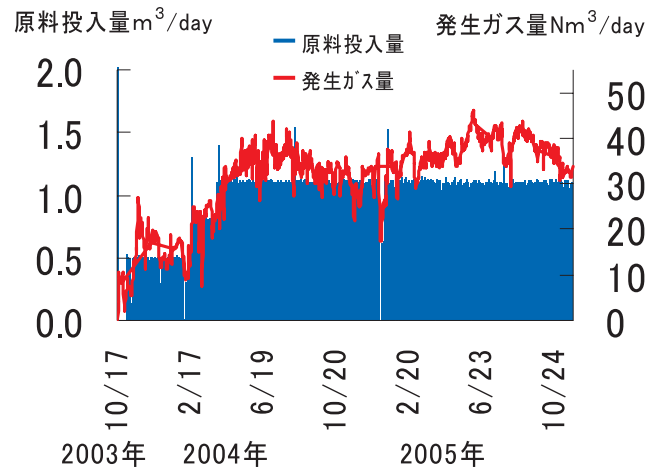


図4 原料投入量とバイオガス発生量

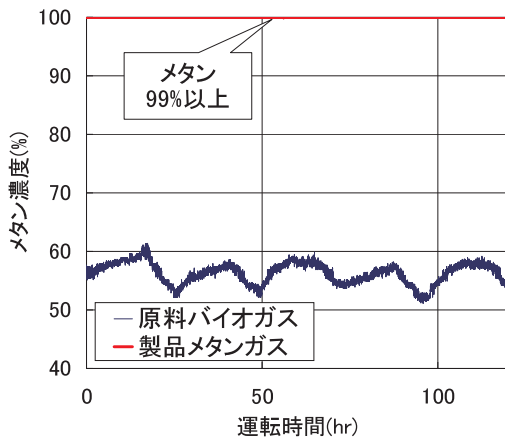


図5 バイオガス濃縮状況

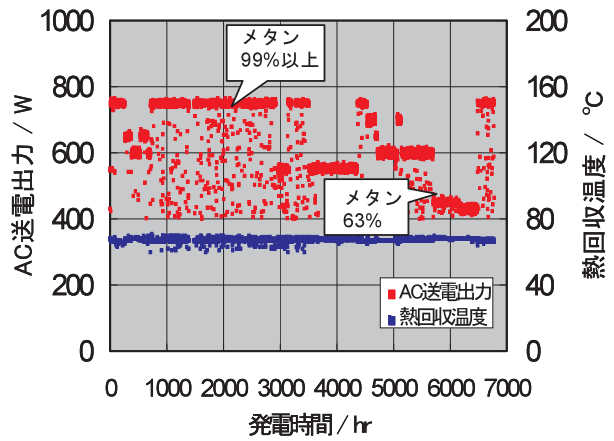


図6 燃料電池システムの性能

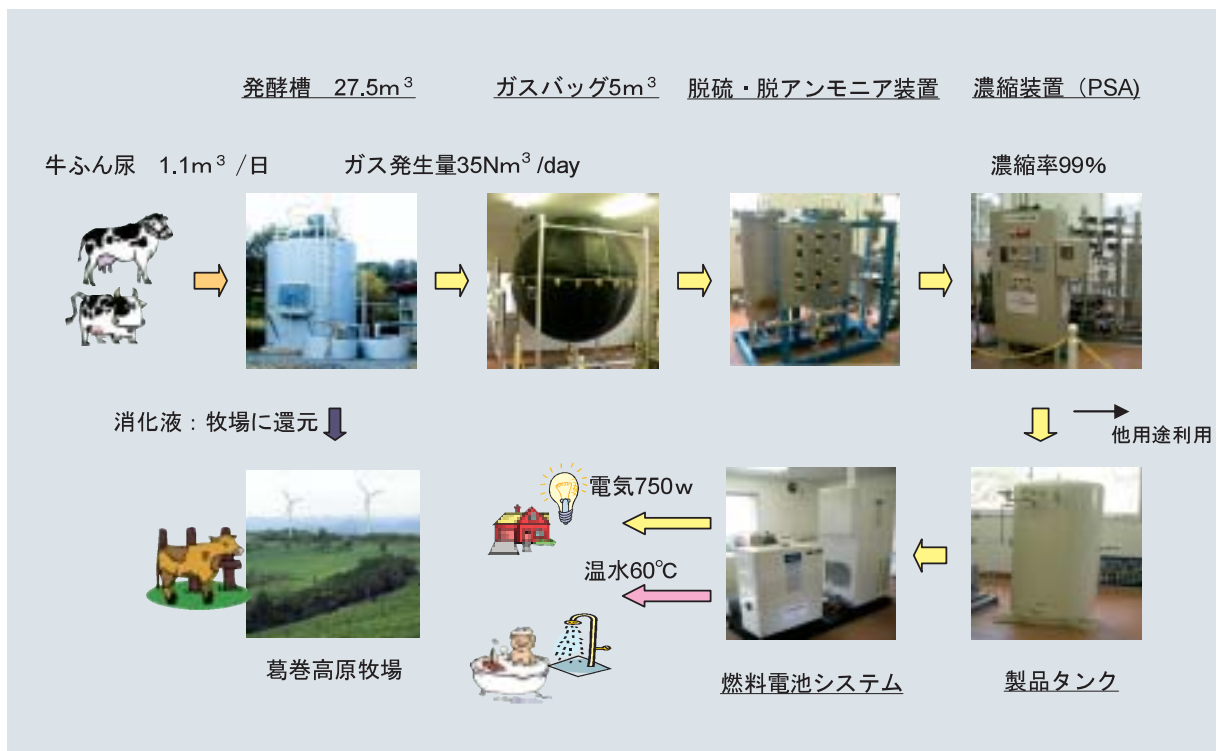


図7 葛巻町現地に設置したパイロットプラントの概要

■研究課題名

茶の抗アレルギー作用を利用した食品の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①茶葉中抗アレルギー成分の利用技術の開発
（◎山本（前田）万里／（独）農業・生物系特定産業技術研究機構 野菜茶業研究所）
- ②抗アレルギー作用を有する茶葉成分の検索とその機能解明
（立花 宏文／国立大学法人九州大学大学院農学研究院）
- ③茶葉中抗アレルギー成分の抽出および代謝に関する研究
（佐野 満昭／名古屋女子大学家政学部、宮瀬敏男／静岡県立大学薬学部）
- ④免疫能の安定に及ぼす抗アレルギー成分含有茶の効能に関する臨床研究
（木谷 誠一／国立大学法人東京海洋大学保健管理センター）
- ⑤茶葉中抗アレルギー成分を利用した茶飲料の開発
（永井 寛／アサヒ飲料㈱）
- ⑥抗アレルギー作用を有する新規茶成分を利用した食品の開発
（亀井 優徳／森永製菓㈱）

■研究の目的

抗アレルギー成分を多く含む‘べにふうき’緑茶を利用した食品を開発するために、免疫系、特に抗アレルギー効果を示す茶葉中機能性成分の作用機作の解明、吸収・代謝解明、茶葉特性（品種間差、茶期・製造法による変動）解明、簡易分析法の確立、食品に応用可能な抽出法確立など理化学・生化学的検討を行い、ヒトでの効果を明らかにする。さらに、これらの成果を活用して‘べにふうき’緑茶を利用した飲食品を開発する。

■主要な成果

- ①‘べにふうき’茶葉中のメチル化カテキン（EGCG3”Me）の茶期、葉位、地域、製造法による変動を明らかにし、機能性成分を活かす栽培法、製造法を確立した（図1）。
- ②メチル化カテキンがチロシンキナーゼ活性抑制、高親和性IgE受容体発現の抑制、ミオシン軽鎖の活性化阻害により抗アレルギー作用を発揮すること（図2）を明らかにした。また、緑茶カテキンEGCGの生理作用を仲介する細胞膜上の受容体分子67LRを同定し、メチル化カテキンの抗アレルギー作用も67LRを介した反応であることを明らかにした。
- ③ヒト試験で、メチル化カテキンの腸管吸収の高さを示す（図3）とともに、メチル化カテキン類を含むカテキン類の分析や抗酸化活性の評価法を確立した。
- ④通年性アレルギー患者に対する‘べにふうき’緑茶の6ヶ月以上の投与で、自覚的にも客観的にも改善が認められた。アトピー性皮膚炎とアレルギー性鼻炎は、長期投与でIgE-RIST（図4）、ダニIgE-RAST、好酸球数等のマーカーの改善や節薬効果が認められた。また、スギ花粉症の自覚症状の改善や節薬効果とともに、

コントロール群と比較してTARCの季節前後の有意な増加の欠如が確認された。

- ⑤ ‘べにふうき’ 茶産地の開拓、安定供給化をはかり、容器詰め飲料加熱殺菌によりメチル化カテキンが異性化し、ヒスタミン放出抑制能が向上することを見だし、2005年1月 ‘べにふうき’ 緑茶容器詰め飲料 (350ml にメチル化カテキン17mg含有) のテスト販売を行い、2006年1月から拡販した (図5)。
- ⑥ ‘べにふうき’ 緑茶の苦味・渋味を抑制する食品素材を検討し、エンドウタンパクおよび環状オリゴ糖が適切であることを見だし、2006年1月から ‘べにふうき’ 緑茶キャンディ (11粒にメチル化カテキン17mg含有)、‘べにふうき’ 緑茶カプセルのテスト販売を行った (図6)。

■公表した主な特許と論文

- ①特開2004-105078：抗アレルギー成分を含有する機能性飲食品：アサヒ飲料(株)、森永製菓(株)、(独)農業・生物系特定産業技術研究機構、木谷誠一
- ②特許3706875：低カフェインの茶葉からの抗アレルギー成分含有機能性飲食品：(独)農業・生物系特定産業技術研究機構、アサヒ飲料(株)
- ③Tachibana, H., *et al.* A receptor for green tea polyphenol EGCG. *Nat. Struct. Mol. Biol.*11: 380-381 (2004)
- ④Maeda-Yamamoto, M., *et al.* O-methylated catechins from tea leaves, inhibit multiple protein kinases in mast cells. *J. Immunology* 172(7): 4486-4492 (2004)

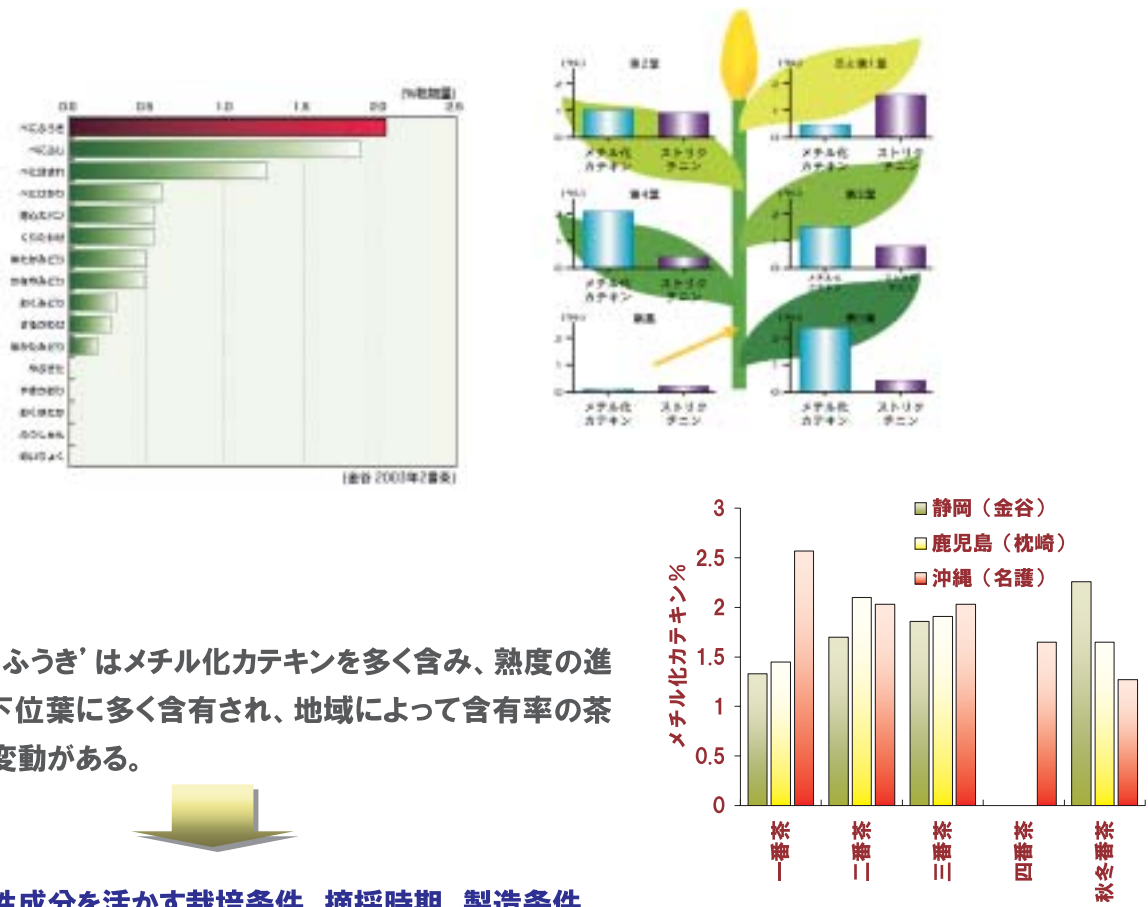
■今後の展開方向

- ① ‘べにふうき’ 緑茶を利用した様々な食品、外用剤への応用と産地拡大、低カフェイン ‘べにふうき’ 緑茶の生産
- ② ‘べにふうき’ 緑茶容器詰め飲料の一般の消費者に向けての拡販
- ③06年のキャンディおよびカプセルのテスト販売での受け入れ性の調査、味や形態等の改善による ‘べにふうき’ 緑茶食品販売の活性化

■問い合わせ先

- ① ‘べにふうき’ 緑茶、低カフェイン ‘べにふうき’ 緑茶の利用：(独)農業・生物系特定産業技術研究機構野菜茶業研究所機能解析部 (0547-45-4101)
- ② ‘べにふうき’ 緑茶容器詰め飲料の拡販：アサヒ飲料(株) 飲料研究所 (0297-46-1531)
- ③ ‘べにふうき’ 緑茶利用食品販売の活性化：森永製菓(株) ヘルスフードサイエンス研究所 (045-571-2340)

■研究成果の具体的図表



‘べにふうき’はメチル化カテキンを多く含み、熟度の進んだ下位葉に多く含有され、地域によって含有率の茶期別変動がある。

機能性成分を活かす栽培条件、摘採時期、製造条件の設定

図1 ‘べにふうき’の茶葉特性

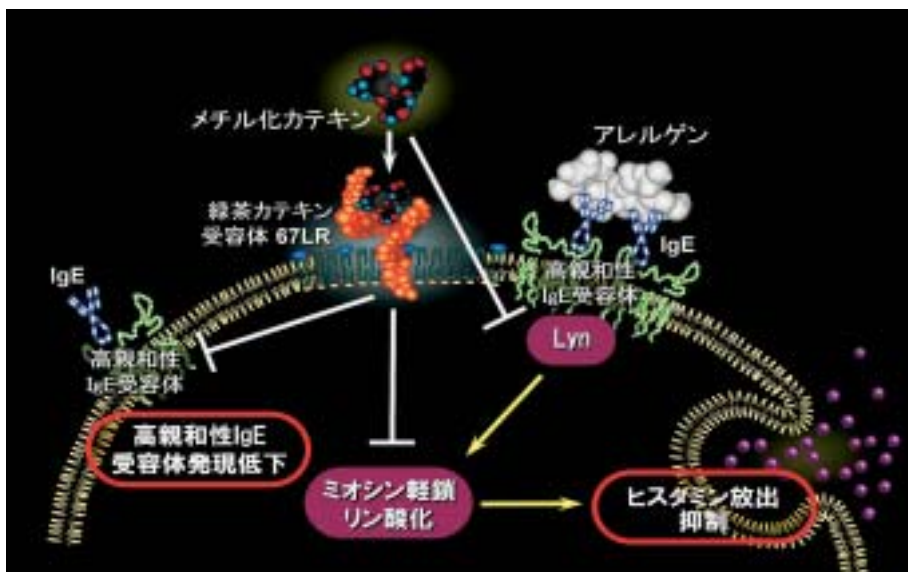


図2 メチル化カテキンの作用メカニズム

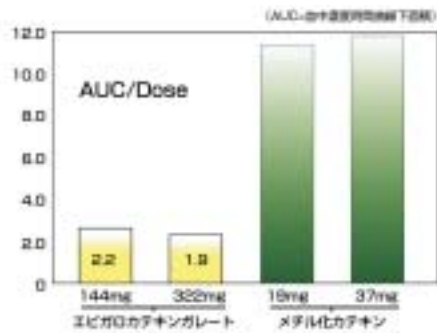


図3 メチル化カテキンのヒトへの吸収性の解明

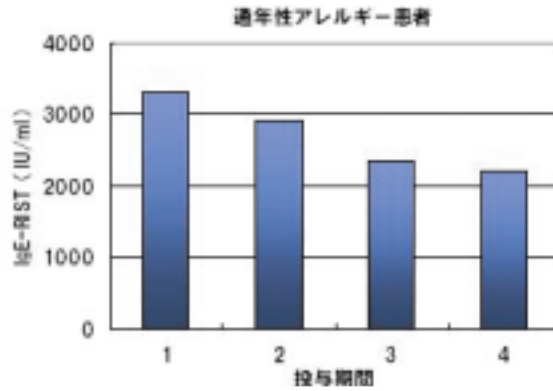


図4 ‘べにふうき’ 緑茶のヒトへの効果の解明(長期飲用による血中 IgE 値の低下)

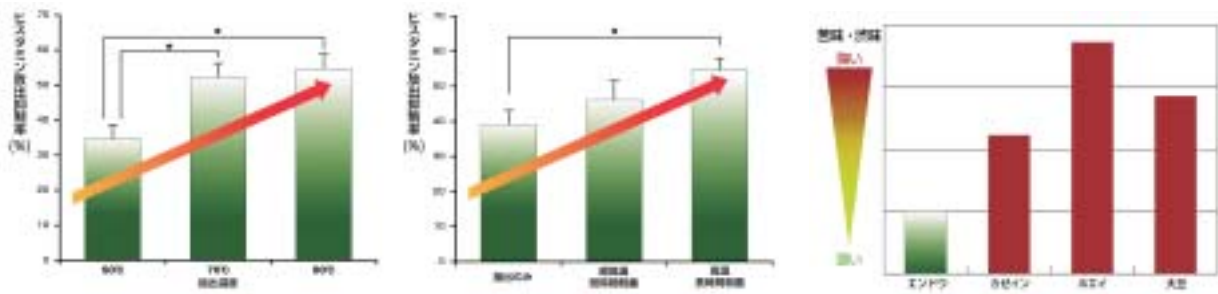


図5 ‘べにふうき’ 緑茶を利用した飲料の開発

高温抽出・殺菌により抗アレルギー活性が向上することを明らかにし、‘べにふうき’ 緑茶を利用した容器詰め飲料を 2005 年 1 月に上市



図6 ‘べにふうき’ 緑茶を利用した食品の開発

エンドウタンパクによる苦味・渋味軽減効果を明らかにし、‘べにふうき’ 緑茶を利用した食品を 2006 年 1 月に上市

■研究課題名

北海道産の超強力・強力小麦粉を用いた新高付加価値食品の開発

■研究項目と実施体制（◎は技術コーディネーター）

- ①北海道に適応する超強力・強力（硬質）秋播小麦品種の開発
（田引 正／(独)農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター麦育種研究室）
- ②北海道産硬質小麦粉生地の物性・デンプン特性評価・解析と最適ブレンド技術の開発
（山内 宏昭／(独)農業・生物系特定産業技術研究機構北海道農業研究センター品質制御研究チーム）
- ③発酵性微生物による北海道産小麦利用即席麺の食感・風味向上技術の開発
（◎横田 篤／北海道大学大学院農学研究科）
- ④北海道産硬質小麦のタンパク質カタログ化による品質・加工特性の解明
（猿山 晴夫／(株)北海道グリーンバイオ研究所）
- ⑤北海道産硬質小麦の一次加工技術の確立と各種食品別専用小麦粉調製技術の開発
（山本 嘉彦／江別製粉(株)）
- ⑥北海道産硬質小麦を用いた利便性に優れた即席麺の開発
（花岡 彰宏／東洋水産(株)）

■研究の目的

収量性が高く安定生産が可能な超強力・強力（硬質）秋播小麦について、品種の育成、小麦粉タンパク質特性の詳細な解析、生地物性、デンプン特性の解析・評価、製粉特性の解析等を行い、ブレンドの基礎技術、品種判別技術、最適製粉技術を開発するとともに、各種食品専用小麦粉としての最適ブレンド技術を確立する。開発した技術を活用し冷凍生地製パン、超利便性即席麺、良風味発酵即席麺等の新高付加価値食品を開発する。

■主要な成果

- ①北海道に適応する超強力・強力（硬質）秋播小麦品種の開発
超強力・強力（硬質）小麦粉特性を決定する低分子グルテニンサブユニット（KS2）をコードする遺伝子を特定し、DNAマーカーとして利用できることを明らかにした。本技術により、超強力・強力（硬質）秋播小麦品種の効率的な選抜育種が可能となった（図1）。
- ②北海道産硬質小麦粉生地の利用技術の開発
開発品種キタノカオリ（強力小麦）を利用して、老化が遅くてソフトでモチモチ感のある良好なパンができた。また、キタノカオリと道産の開発品種勝系33号（超強力小麦）のブレンド粉を利用して、品質良好な冷凍生地パンができた（図2）。キタノカオリや勝系33号と道産中力品種ホクシンのブレンド粉から、輸入粉に匹敵する即席麺ができた。
- ③発酵性微生物による即席麺の開発
アルカリ性の麺生地を良好に発酵できる乳酸菌（*Lactobacillus plantarum*）株を発酵食品から選抜した。本菌による短時間の麺生地発酵によって、麺が適度な酸味を持つとともに「こし」が強くなる（図3）。この新しい概念の「即席麺」が開発され、道産小麦品種（キタノカオリ）の需要拡大に新たな道が開かれた。

④北海道産硬質小麦のタンパク質の特徴と利用技術

超強力小麦粉に含まれる高分子グルテニンサブユニット（サブユニット5 + サブユニット10）および低分子グルテニンサブユニット（KS2）が、超強力小麦粉の生地物性決定に重要であることを見いだした。また、各種道産小麦の品種特異的タンパク質を明らかにし品種判別法を確立した。これによりブレンド小麦粉の原料小麦品種の判別が可能になった（図4）。

⑤北海道産硬質小麦利用食品の試作

キタノカオリと勝系33号について、コマーシャルミルの製粉条件を確立し、キタノカオリを配合した汎用ラーメン用粉と即席麺、勝系33号を配合したスパゲッティを試作販売し（図5）、キタノカオリの市場を拡大した。

⑥北海道産硬質小麦ブレンド粉の即席麺適性

キタノカオリと道産中力小麦品種ホクシンのブレンド粉に即席麺適性があることを確認した（図6）。

■公表した主な特許と論文

- ①特許公開2004-254533：乳酸菌利用による発酵即席麺：北海道大学
- ②特許公開2005-69935：小麦粉の原料小麦品種の判別方法：(株)北海道グリーンバイオ研究所・(独)農業・生物系特定産業技術研究機構・江別製粉(株)
- ③Funatsuki, W., *et al.* Identification and characterization of a novel LMW-s glutenin gene of a Canadian Western Extra-Strong wheat. *J. Cereal Sci.* 41: 47-57 (2005).
- ④Yahata, E., *et al.* Wheat cultivar-specific proteins in grain revealed by 2-DE and their application to cultivar identification of flour. *Proteomics* 5: 3942-3953 (2005).

■今後の展開方向

- ①北海道産超強力・強力小麦のパン、ラーメン製造適性が明らかになったので、栽培面積を拡大して全国規模で実需者への安定供給体制を整えとともに、農業振興を図る。
- ②北海道産超強力・強力小麦の製粉条件、品質良好な即席麺、冷凍生地パンが得られる最適ブレンド条件などが科学的に明らかになった。これらの成果を活用して、中華麺、製パン、パスタ市場における道産小麦の需要拡大を図り、道産ブランド小麦粉による食品事業を創出する。
- ③乳酸菌発酵即席麺の製造条件と特性の把握ができたので、即席麺市場へ新しいタイプの商品を導入し、道産小麦を利用した新規食品事業を創出する。

■問い合わせ先

- ①超強力小麦系統の作出方法：北海道農業研究センター麦育種研究室（0155-62-9210）
- ②キタノカオリの高品質小麦粉の開発：江別製粉(株) 製造部管理課（011-383-2311）
- ③北海道産硬質小麦を用いた利便性に優れた即席麺の開発：東洋水産(株)（03-5857-5207）

■研究成果の具体的図表

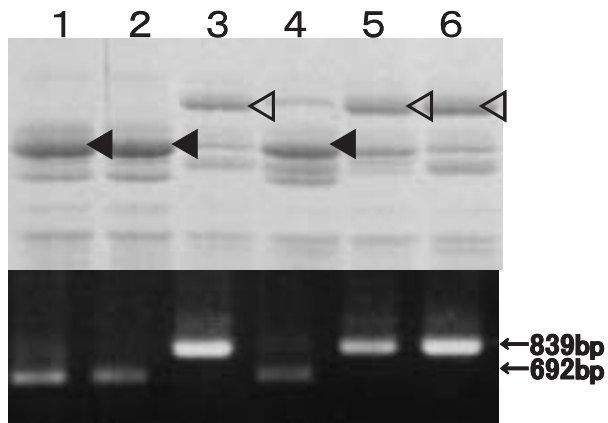


図1 超強力・強力小麦粉特性を決定する低分子グルテニンサブユニット構成(上)とPCR産物(下)

グルテニンサブユニットKS2 (▲) を持つ個体(1, 2, 4)は超強力・強力小麦品種候補、HS1 (△) を持つ個体(3, 5, 6)は中力小麦品種
KS2を持つ個体(1, 2, 4)では692bpのDNAマーカーが増幅するが、HS1を持つ個体(3, 5, 6)では839bpのDNAマーカーが増幅するため、両者を容易に判別可能

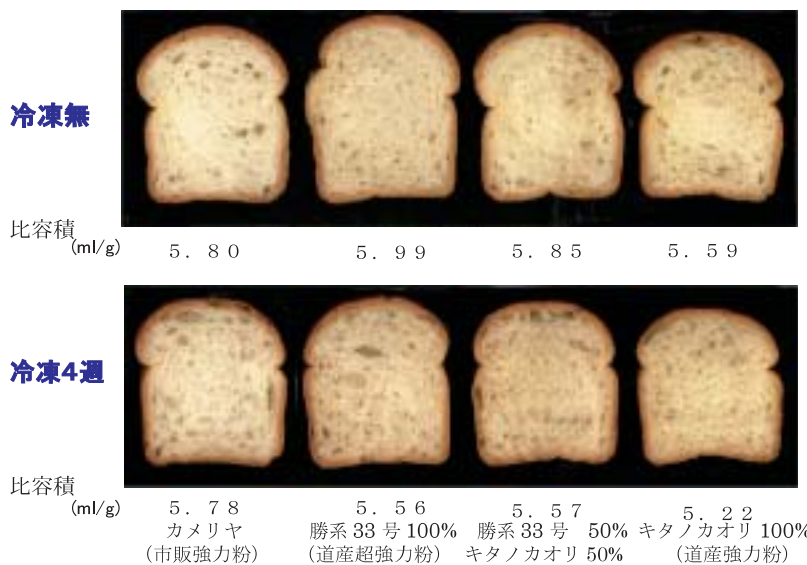


図2 キタノカオリ(強力小麦)と道産の開発品種勝系33号(超強力小麦)とのブレンド粉から得られた品質良好な冷凍生地パン

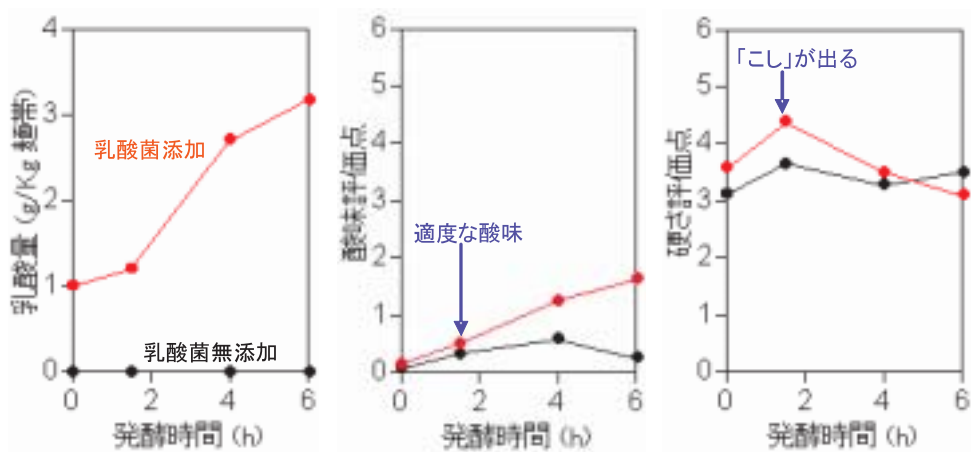
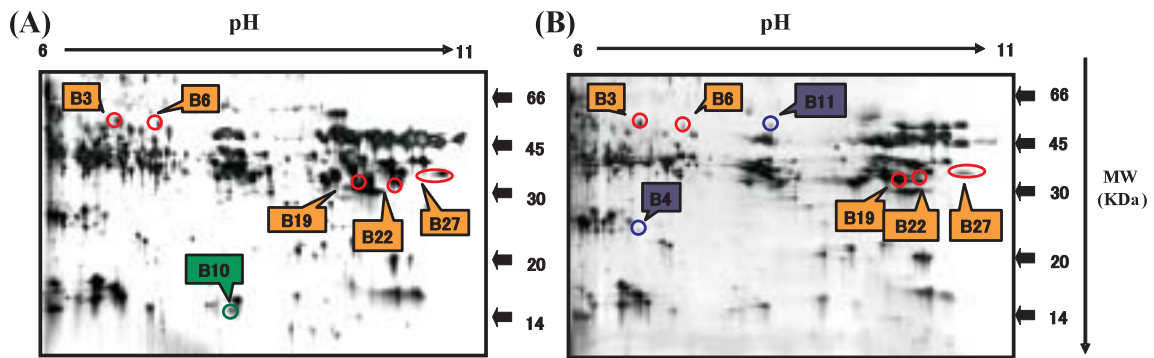


図3 乳酸菌 (*Lactobacillus plantarum*) による麺生地発酵と発酵即席麺の官能物性評価



(A)ホクシンと勝系 33 号ブレンド粉の例
ホクシン特異蛋白質（緑）と勝系 33 号
特異蛋白質（オレンジ） により原料
品種の判別可能

(B)カナダ産 1CW と勝系 33 号ブレンド粉の例
カナダ産 1CW 特異蛋白質（青）と勝系 33 号
特異蛋白質（オレンジ） により原料品種
の判別可能

図4 ブレンド小麦粉の原料小麦品種の判別



キタノカオリ配合の
汎用ラーメン用粉

キタノカオリ配合
の即席袋麺

超強力粉(勝系33号)
のスパゲティ

図5 キタノカオリを配合した汎用ラーメン用粉と即席麺及び勝系33号のスパゲティ(試作販売品)

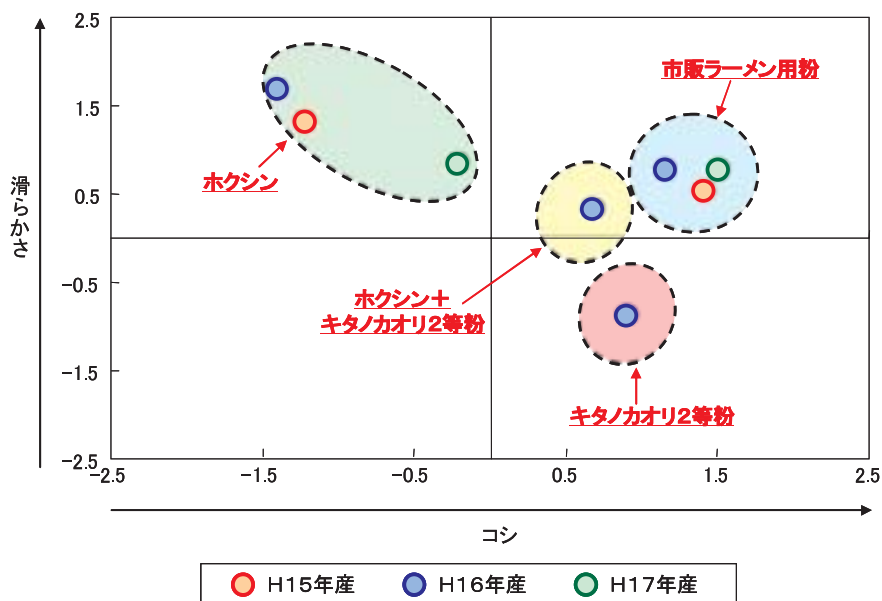


図6 キタノカオリとホクシン(中カ小麦)のブレンド粉の即席麺適性

■研究課題名

沖縄更新世琉球石灰岩島への削井及び井戸海水によるアワビ等水産養殖の開発

■研究実施体制 (◎は研究代表者)

- ◎田中 淑人／鹿児島大学水産学部
前田 広人／三重大学生物資源学部
今田 克／(株)綜クリエート

■研究の目的

本研究の目的は 1) 琉球石灰岩地下の井戸海水を取水しその清浄性を対ウイルスを含め無菌性の見地から確認し、新しい資源性を導出する。2) その1例として周年適温下に健全な魚介類（クロアワビ等）を促成養殖生産する。具体的には 1) 琉球石灰岩島に削井し周年適温、対ウイルス清浄性井戸海水を取水。2) 井戸海水の物理、化学、生物学的性能の確認、3) 井戸海水を用いアワビ養殖を実行し養殖性能を確認する。以上3点が目的である。

■主要な成果

- ①琉球石灰岩島に削井し変成琉球石灰岩地層下部から無菌性（ウイルス、ピコプランクトンを含め）の高い新規な海水資源を揚水することに成功した（図1）。
- ②物理・化学・生物学的分析より当該海水は従来にない優れた清浄性を有することが確認された。特に微生物学的分析では細菌（DAPI）ウイルス（Yo-Pro）ピコプランクトン（G励起）の新手法による現存量測定が培養不可の種に対しても有効で正確な評価を示した（図2）。
- ③当該海水を用いクロアワビを対象魚種として養殖試験を実施し、成長率2倍（対内地放流養殖）生残率95%以上（内地放流養殖では10%）という成績を得た。これは元来沖縄には生息しないクロアワビが健全且つ高水温（24℃）で飼育できることを示した初めての結果である（図3）。
- ④水圏ウイルスの疾病問題が世界化しており、調査の結果各魚介類で被害を出しており、ウイルスレスの井戸海水は注目すべき新資源となりうる（図4）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

本研究の成果を踏まえて設立を予定しているベンチャー企業は既に準備会社を資本金1000万円、社長井上吉晴氏で竹富町に設立し、鹿児島大学も技術担当役員を選任されている。平成18年度に資本金約1億円に増資し、竹富町黒島に適地を求め、井戸海水を利用したアワビ養殖を中心にした水産養殖業の株式会社として発足する予定である。発足に際して公的金融からの出融資、農地の転用許可、アワビ種苗の入手等、未解決の問題があるが関係諸機関と連携し逐次解決してゆく所存である。生産物は当面沖縄県下に観光地特産品として開発をはかる予定である。

■問い合わせ先

今田 克 今田技術士事務所 (045-961-5597)

研究成果及び企業の概要の具体的図表

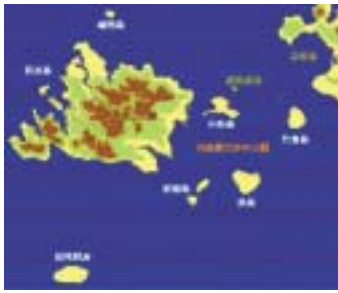


図 1-1 黒島の所在



図 1-2 井戸の掘削地点



1. 砂
2. 琉球石灰岩
3. 石灰岩+砂
4. 変成琉球石灰岩 (シルト岩)
5. 粘土

←6. 井戸海水

図 1-3 井戸地質図

図 1 井戸の掘削と取水

変成琉球石灰岩層を貫通し下部海水の取水に成功

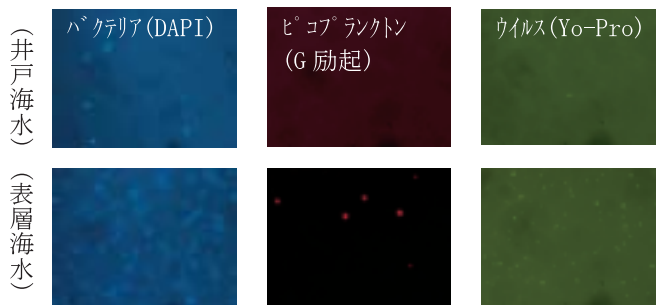


図 2 井戸海水の性格

微生物現存量の DNA 染色分析による対比

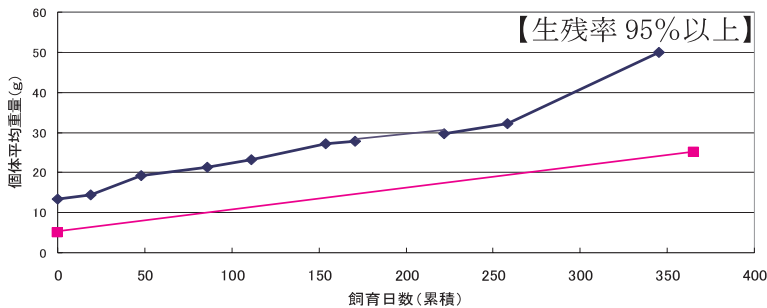


図 3 クロアワビ養殖試験



図 4 クロアワビの養殖状況

上より：実験施設全景、作業状況
アワビの生育状況。

表 1 魚介類のウイルス性疾病の一覧

魚介類名	ウイルス名	病名	被害
サケ・マス類	ビルナウイルス	冷水病	稚仔魚生育不良
ヒラメ①	マリンビルナウイルス	ビルナウイルス症	生育不全
ブリ⑦	"	"	"
タイ③	"	"	"
イサキ②	イリドウイルス	イリドウイルス症	稚仔魚死亡
インダイ②	"	"	"
サマ③	"	"	"
スズキ①	"	"	"
フエキダイ②	"	"	"
ハタ⑥	"	"	"
ドンナ①	"	"	"
スギ①	"	"	"
カレイ①	"	"	"
フグ①	"	"	"
コイ①	ヘルペスウイルス	鰓欠瘍症	成魚死亡
クルマエビ①	ニマウイルス	中腸腺ウイルス症	稚エビ死亡
アコヤガイ①	アコヤウイルス	貝柱赤変症	稚貝生育不全
アワビ③	未同定	筋萎縮症	"
藍藻	シアファーグ	アオコ消滅	餌料生物の消滅

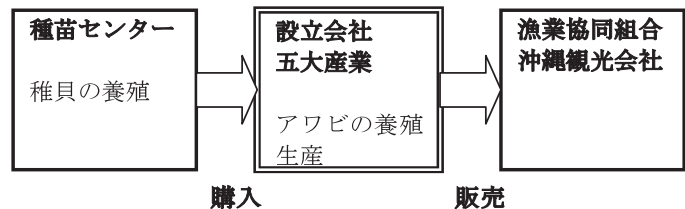


図 5 企業の概要

■研究課題名

音波振動を用いた農産物・食品・木材の品質測定法の開発

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎桜井 直樹／広島大学総合科学部

■研究の目的

農産物・食品・樹木などに音波振動を与えて、その振動パターンから内部品質が評価できる新しい測定方法を開発する。この方法によって農産物などの鮮度、硬度、欠陥、食感などを客観的な数値として評価し、高品質の生産物を消費者に届け、また樹木の水分含量などをモニターする新しい技術開発を目指す。

■主要な成果

①食感測定装置と評価パラメータ自動計算プログラムの開発（特願2005-245956）

青果物に円錐形のプローブを突き刺し、受けた振動をピエゾ素子を介して電圧変化として捉え、電圧出力をコンピュータに取り込んだ後、振動を18の周波数帯域に分別、出力する。単位時間当たりの面積からサンプル特有の食感を数値化して表示する。リンゴやネギなどのシャキシャキ感を客観的な数値として評価することができた（図1）。

②青果物の内部欠陥判定方法の開発（特願2005-280023）

正常なスイカを振動させ、その振動を解析して得られた振動スペクトルには、共鳴ピークとよばれる鋭いピークが多数生じ、このピークが鋭いほど、内部の肉質がしまっていて、食感がシャキシャキしている。これに対し、鬆（ス）のあるスイカでは、鋭いピークがなくなることを見出した。このパターンをアルゴリズムで認識し、内部に鬆のあるスイカが非破壊で判別できるようになった（図2）。

③樹木水分測定装置の開発（特願2005-262179）

樹木の水分含量を振動法で測定する装置を開発した。樹木の枝を2つのピエゾ素子で挟み、一方の素子から振動を与え、他方の素子で振動を検出する方法で、枝の円周上の共鳴振動数を測定したところ、この振動数が、枝の水分量に反比例することが分かった。この振動数をモニターすることにより、樹木が水分不足かどうか判定でき、灌水装置と連動させることにより自動灌水装置のセンサーとして利用できる（図3）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名 称：(株)山本興業

役 員：代表取締役 山本 良一（帝塚山大学教授）

取締役 桜井 直樹（広島大学教授）

事業内容：振動法によって青果物・食品・樹木・プラスチックなどの品質評価を行う装置、技術の開発、およびそれらの販売

設立時期：平成18年4月

■問い合わせ先

桜井直樹 広島大学（082-424-6516）

研究成果及び企業の概要の具体的図表

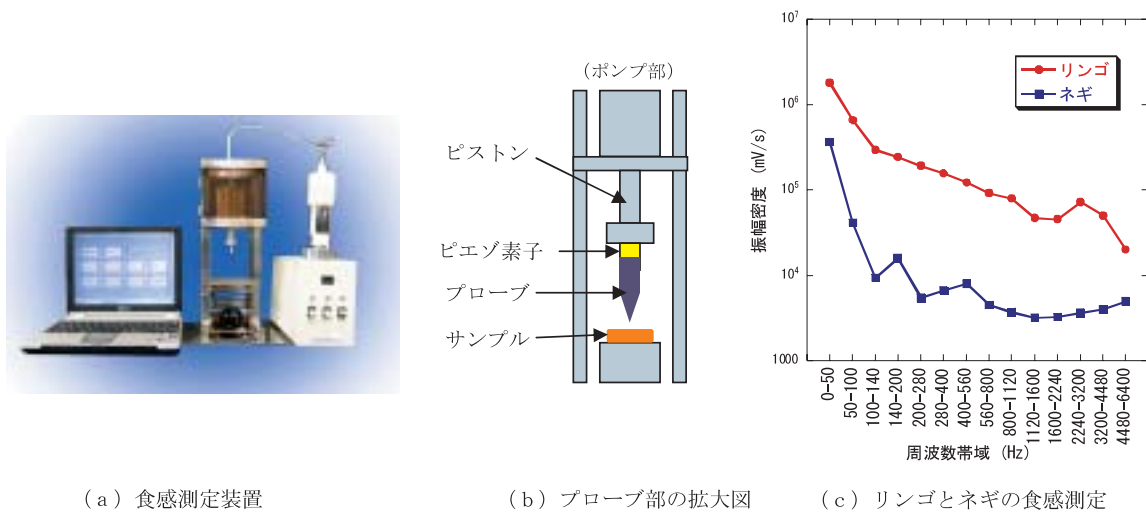


図1 食感測定装置と食感測定

ポンプで液体をシリンダーに送り、ノイズを与えずにプローブをサンプルに挿入して試料の振動を検出する。ネギのデータは低周波成分が多くゴリゴリした食感を表示している。リンゴは高周波成分が多くサクサクした食感を表示している。

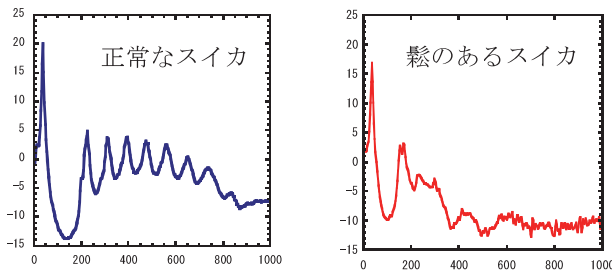


図2 青果物の内部欠陥判定方法

鋭いピークを持つ正常なスイカ（左図）と異なり、種子の周りに鬆のあるスイカ（右図）では鋭いピークが無くなる。

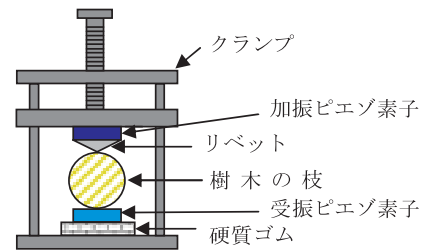


図3 樹木水分測定装置

2つのピエゾ素子で枝を挟み、一方から振動を与え他方で振動を検出する。振動数が水分量に反比例する。

【ベンチャー企業の販売・サービス業務】

- ①食感測定装置の組み立て、プログラム作成、サンプル分析サービス
- ②青果物欠陥判定法用アルゴリズムの開発、プログラムの作成
- ③樹木水分測定装置の組立、プログラム作成、アルゴリズムの開発

【販売先】

選果機メーカー、農業機器メーカー、JA、食品工業試験場、加工食品業、農業試験場、道路公団等

図4. 企業の概要

■研究課題名

自然冷媒を用いた原乳冷却機とその排熱を利用した省エネルギーシステムの実用化技術の開発

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎向山 洋／三洋電機㈱ 研究開発本部

■研究の目的

現在、酪農農家では、原乳の冷却にフロン系冷媒を用いた原乳冷却機を使用しているが、冷媒の特性から、冷却時に除去した温熱の再利用に限界があり、温熱は大気中に廃棄されている。また、原乳タンクやパイプラインの洗浄用温水は、別途、灯油を使って作られている。

そこで、二酸化炭素を冷媒としたCO₂コンプレッサを開発する。さらに、原乳冷却時の排熱を利用して85℃の温水を作ることができる給湯用熱交換器も開発する。これらのCO₂コンプレッサと給湯用熱交換器を備えた冷温熱生成ユニットを開発し、排熱利用型原乳冷却システムを構築する。

■主要な成果

- ①CO₂冷媒は従来のフロン系冷媒の3倍もの高圧で動作するため、その圧力に耐えられる高耐圧仕様の原乳タンク用蒸発器を新たに開発した。この蒸発器の冷却性能は、高耐圧仕様ながら従来のフロン系冷媒用蒸発器と同等である（図1）。
- ②1,000リットル級の原乳タンクを十分に冷却できるCO₂コンプレッサと原乳冷却時の排熱を利用して高温水を生成する給湯用熱交換器を備えた冷温熱生成ユニットを完成した（図2）。原乳の冷却と同時に効率よく高温水を生成することができた。
- ③85℃の高温水を貯留し、必要に応じて給湯できる貯湯タンクを完成した（図1）。
- ④原乳タンク、冷温熱生成ユニット、貯湯タンクをシステム化し、酪農施設（飼育乳牛40頭）で実用化試験を実施した（図3）。冷却速度、生成温水温度・湯量などの目標性能を充分確保できた。
- ⑤排熱利用型原乳冷却システム（図1）では、従来システムと比較して、72%のランニングコストの削減効果、67%のCO₂排出量削減効果が得られた（図4、5）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

事業の中心となる商品は、本研究で開発された技術をベースに設計された冷却と加熱を同時に行うことができる冷温熱生成ユニットである。設立企業の主要な事業内容は、本ユニットをベースとした排熱利用型冷却システムを、お客様の要望にあわせて企画、設計を行い、販売することである。18～19年度に商品化のための企業設立準備を行い、平成20年3月に会社設立、平成20年度より販売を開始する計画である。

■問い合わせ先

藤井 敏造 三洋電機㈱ 営業開発本部 (03-5803-3555)

■研究成果及び企業の概要の具体的図表

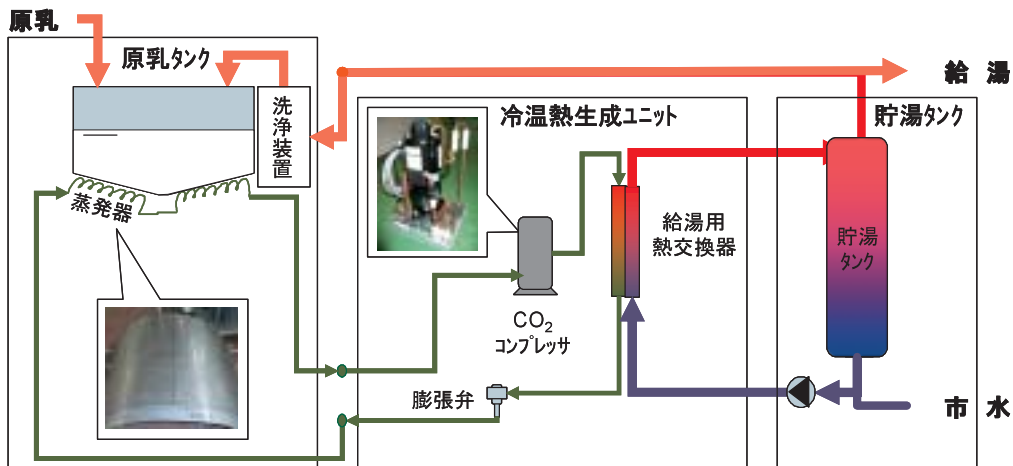


図1 排熱利用型原乳冷却システムの冷媒・温水フロー図



図2 冷温熱生成ユニット



図3 実用化試験を行った原乳タンク

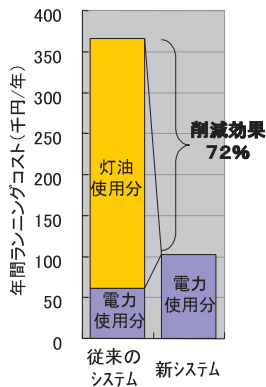


図4 ランニングコストの比較

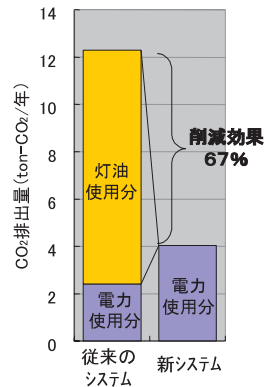


図5 CO₂排出量の比較

従来の方式：

電力を使用して、HCFC22冷媒の冷凍機で原乳を冷却する。
燃料（灯油）を焚いて、ボイラで給湯用温水を生成する。

新システム：

電力を使用して、CO₂冷媒の冷温熱生成ユニットで冷却と給湯を同時に行う。



酪農家

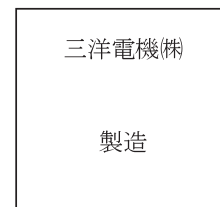
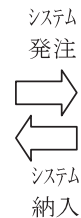
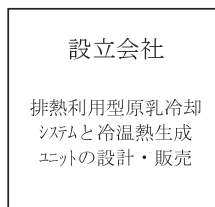


図6 企業の概要

■研究課題名

生体情報可視化モニタリング用発光プローブシステムの開発

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎寺西 克倫／三重大学生物資源学部

■研究の目的

本課題では、生命活動に密接な活性酸素や酵素等の生体情報を効率良く可視化モニタリングできる化学発光物質（発光プローブ）として、自己発光を原理とし、高輝度、発光色調節、高光透過性などの高性能を有する新規物質を試作・製造するとともに、それら発光プローブと発光検出機器からなる発光システムを開発する。本課題の最終目標は、用途別精密分析用発光プローブ、発光材料および発光分析システムを事業化し、社会に提供することにある。

■主要な成果

- ①緑色蛍光色素とイミダゾ [1, 2-a] ピラジン-3-オン類をシクロデキストリン（CD）を介して共有結合したスーパーオキシドアニオン分析用緑色発光プローブGreen Chemiluminescent CDの製造法を確立し、平成17年春より事業化した（特許PCT/JP2003-01617. WO-A1-2004072649）（図1、2、3）。
- ②光透過性が高いスーパーオキシドアニオン分析用赤色発光プローブRed-CLAを開発し、さらにその製造法を確立し、平成17年春に事業化した（特許出願番号2004-338145）（図4、5、6）。
- ③発光色分離技術を用いた発光プローブの試作に成功した。
- ④生体膜透過性が高く、高発光強度、青緑色発光、長発光寿命などを特徴とする活性酸素用発光プローブを見いだした。
- ⑤三重項酸素との反応により発光し、発光反応速度が速く、発光強度が高く、通常のCCDカメラに最適な特性を有する加水分解酵素モニタリング用発光化合物を見いだした。
- ⑥本研究に関連して環状糖鎖シクロデキストリン誘導体 [2-O-(p-toluenesulfonyl)-β-cyclodextrin, 3A-Amino-3A-deoxy-(2AS, 3AS)-β-cyclodextrin] について、その製造法を確立し2件の事業化を行なった（図7）。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名称：バイオケミフォトニクス（有限会社）（仮称）

事業内容：用途別精密分析用発光プローブの開発・製造・販売

発光物質、発光分析等に関する技術指導

糖鎖商品の開発・製造・販売

その他

設立時期：平成19年度内

■問い合わせ先

寺西 克倫 三重大学生物資源学部（059-231-9615）

■研究成果及び企業の概要の具体的図表



図1 Green Chemiluminescent CD の発光

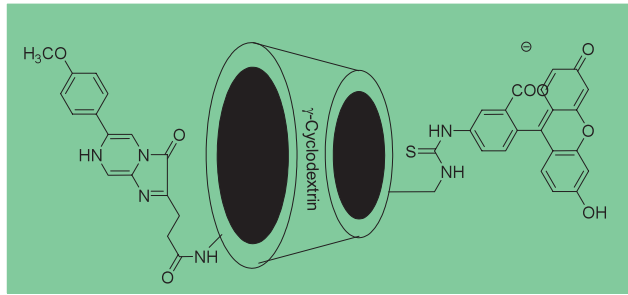


図2 Green Chemiluminescent CD の化学構造



図3 Green Chemiluminescent CD 商品

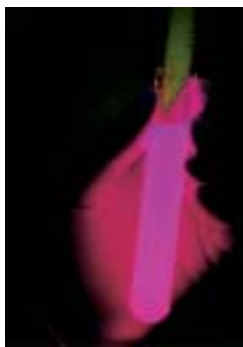


図4 Red-CLA の発光

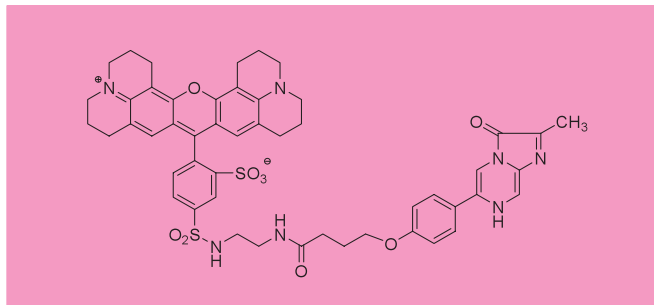


図5 Red-CLA の化学構造



図6 Red-CLA 商品

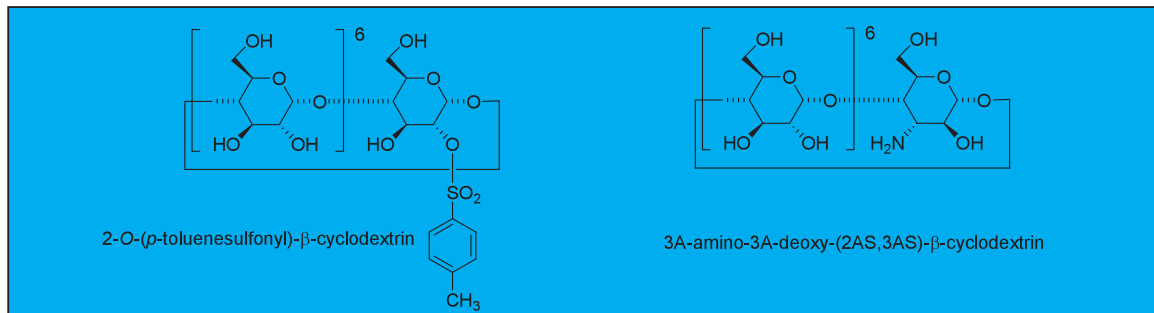


図7 環状糖鎖シクロデキストリン誘導体の化学構造

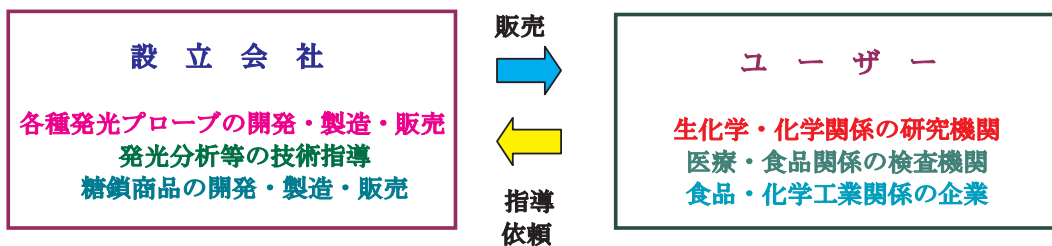


図8 企業の概要

■研究課題名

竹材のみからなる自己接着ボード、マット、成形体および活性竹炭

■研究実施体制（◎は研究代表者）

- ◎橘田 紘洋／愛知教育大学教育学部
- 水谷 武／名古屋港木材倉庫(株)
- 高橋 保市／(株)タカハシキカン
- 岡田 憲孝／三幸毛糸紡績(株)
- 高須 恭夫／愛知県産業技術研究所

■研究の目的

竹材を160℃～200℃の水蒸気で処理して、解繊し、得られた繊維と粉体の高度利用技術を開発する。具体的には竹繊維の自己接着性を利用したマット製造技術、竹粉体の熱流動性を利用したプラスチック状成形体の製造技術、竹活性炭の製造技術を開発する。

■主要な成果

①竹の解繊技術の開発

竹材の水蒸気処理条件を確立し、竹繊維と竹粉の分離技術を開発した。また、ゼファー機による長繊維、カード機による短繊維の分離技術を開発した。さらに、長繊維をつなぎ合わせたエンドレスバンブーヤーンの製造に成功した（図1）。

②竹繊維からのボード・マットの製造技術の開発

自己接着性竹繊維から、既成のヤシマット製造ラインを用いたエンボスマットを製造する技術を開発した（図2）。さらに、短繊維をフォーミング、ローラープレスして、エンボスマットを製造する新しいプラントを開発した。

③竹粉体からのプラスチック状成形体製造技術の開発

解繊された竹繊維と竹粉体からプラスチック状成形体を製造する技術を開発した（図3）。平板プレスや、型押しして作製した成形体はエンジニアリングプラスチック相当の性能になっていた。

④竹活性炭の製造技術の開発

竹粉から比表面積1700m²/g以上で、しかもミクロ孔率が高く、硬度の高い顆粒状竹活性炭の製造技術を開発した（図4）。さらに、ホルマリン吸着能力を高めた竹活性炭の製造技術を開発した。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名称：アトリエ21（図5）

業務内容：下記製品の販売・製造に対するコンサルタント業務

対象製品：エンドレスバンブーヤーン、プラスチック状成形体、高性能竹活性炭等

設立時期：実用化研究を三幸毛糸紡績、愛知教育大学で継続して実施し、平成18年よりスタートする新会社法を研究し、2年以内にベンチャー企業を立ち上げる。

■問い合わせ先

木方 洋二（株）タカハシキカン（052-871-6731）

■研究成果及び企業の概要の具体的図表

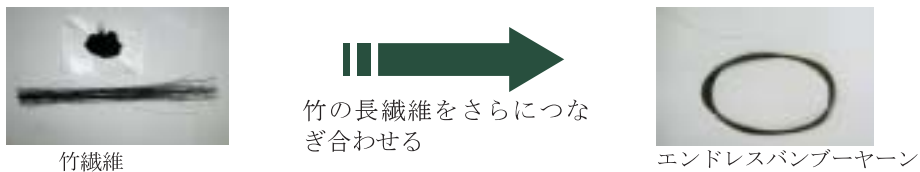


図1 エンドレスバンブーヤーンの製造
(用途：ガラス繊維代替、繊維強化プラスチックを目指す)

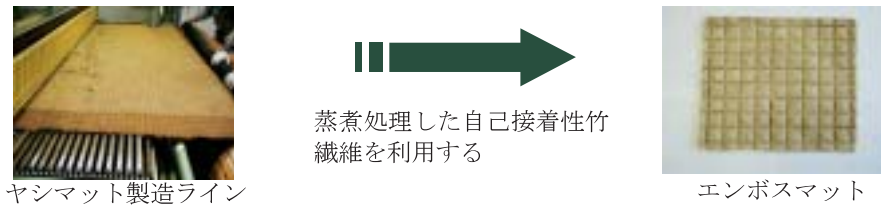


図2 エンボスマットの製造
(用途：ローラープレスによりフレキシブルなマットを製造できる)

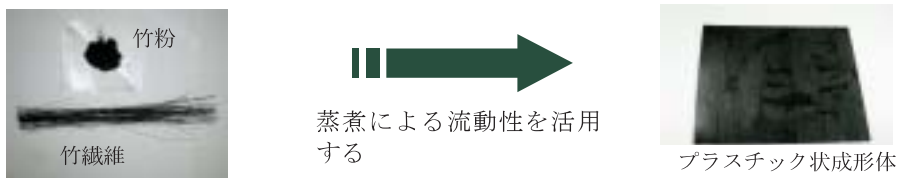


図3 プラスチック状成形体の製造
(用途：合成樹脂成形体（エンジニアリングプラスチック）の代替を目指す)

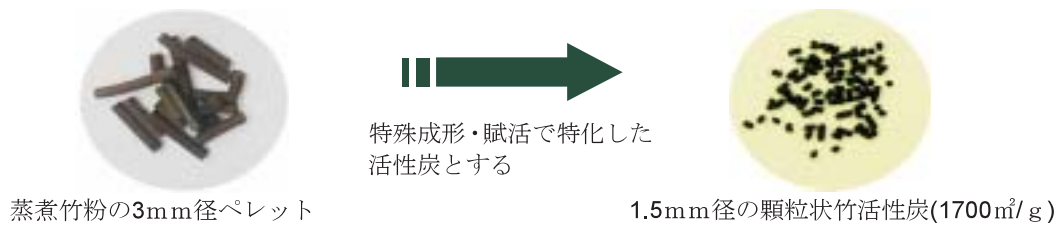


図4 顆粒状竹活性炭の製造
(用途：特殊吸着剤、ヒートポンプ等、特化された製品を開発する)

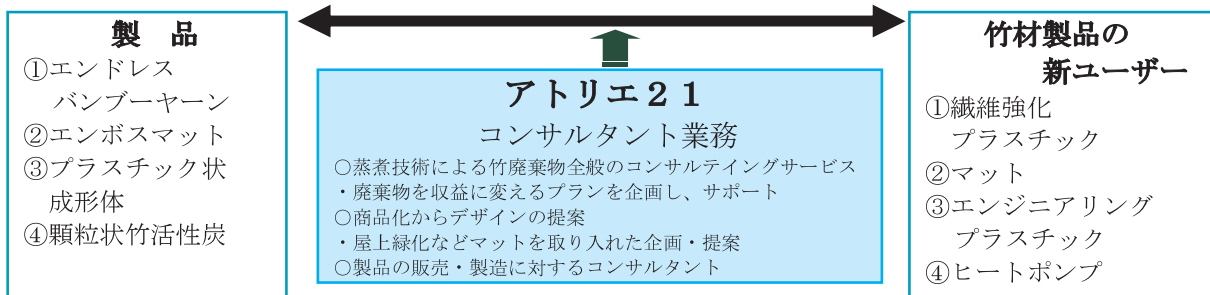


図5 企業の概要

■研究課題名

廃棄ホエイからの感染防御因子タンパク質の分離およびその医療応用

■研究実施体制（◎は研究代表者）

◎井上 浩義／久留米大学医学部
島田 信也／オーム乳業(株)

■研究の目的

チーズ製造過程で産生されるホエイ中に含まれている感染防御因子タンパク質ラクtofフェリンを、簡便、安価、高純度に抽出する工業化技術を開発する。さらに、ラクtofフェリンに比較して新しい機能を持ったアポラクtofフェリンを工業的に製造する方法を確立するとともに、それを利用した新規医薬品および化粧品を開発する。

■主要な成果

- ①ホエイ中からのラクtofフェリンの抽出については、既存の方法では、大型装置が必要であり、ラクtofフェリンの50%しか分離できず、また純度も低かった。そこで、新しく電気浸透隔膜法、逆ミセル抽出方法によるラクtofフェリンの製造方法を開発した（図1）。
- ②ラクtofフェリンに比較して、新しい機能を持ったアポラクtofフェリンの工業的生産方法として、バイポーラー膜、限外濾過膜を用いたアポラクtofフェリンの製造方法を開発した（図2）。
- ③アポラクtofフェリンの抗菌作用（図3）と瞳を濡れやすくする作用（図4）を利用して、点眼剤とコンタクトレンズ洗浄剤を開発した。
- ④アポラクtofフェリンの抗菌作用を利用した化粧品を、乳清水を基材として開発した。
- ⑤これらの技術に関連する国内外の特許を5件申請している。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名 称：(株)アップウエル

事業内容：ラクtofフェリン、アポラクtofフェリンの製造・販売、化粧品の製造・販売、医薬品の開発

設立時期：平成18年5月

資本金：200万円（株主：井上浩義、(株)生体資源研究所）

■問い合わせ先

井上 浩義 久留米大学医学部（0942-31-7584）

■研究成果及び企業の概要の具体的図表



図1 電気浸透隔膜法によるラクトフェリンの製造機



図2 限外濾過膜法によるアポラクトフェリンの製造機

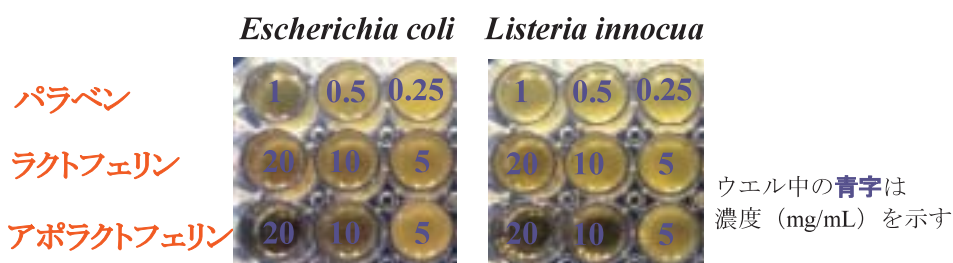


図3 アポラクトフェリンの抗菌効果

写真左は大腸菌、写真右はリステリア菌
 黒いウエルは抗菌作用があることを示している。
 透明あるいは黄色く見えるウエルに抗菌作用はない。
 アポラクトフェリンは天然物としては傑出した抗菌作用を示す。



図4 アポラクトフェリンの瞳の濡れ効果

人工涙液のみの場合（写真左）の接触角は48°だが、人工涙液にアポラクトフェリンを添加した場合（写真右）、接触角は28°になり、瞳が濡れやすくなる。

株式会社アップウエル	事業内容
①設立時期：平成18年5月	①ラクトフェリン、アポラクトフェリンの製造・販売
②資本金：200万円	②化粧品の製造・販売
③株主：井上浩義 (株)生体資源研究所	③医薬品の開発

図5 企業の概要

■研究課題名

木質系資源から高密度炭の製造と還元用コークスへの利用

■研究実施体制（◎は研究代表者）

- ◎坂輪 光弘／高知工科大学工学部
今西 隆男／高知県立森林技術センター

■研究の目的

還元溶融方式のゴミ溶融炉は、ゴミ分別の必要がないこと、ダイオキシンなどの有害物質の発生が少ないなどのため、全国で設置されつつある。しかし、この炉は還元剤・熱源として、石炭から造る高価なコークスを利用している。そこでコークスの代替として、間伐材や廃材などの木質系資源を炭素化し高密度にした炭の利用を考え、この炭の製造技術を開発する。

■主要な成果

- ①おが屑をスクリーフフィルダーで送り込み加熱成形することにより、高密度材ができる押し出し成形機を製作した。この成形機ではおが屑の水分が4%以下であれば、密度 1.15g/cm^3 以上の高密度材を 100kg/h で連続製造できた。（図1、2）
- ②操業開始時の予熱以外には外部からの熱源を全く使わない炭化炉を開発した（図3、4）。炉は耐火レンガの二重構造で、約 800°C まで予熱した内側に原料を置くと、加熱されたレンガからの熱で炭化され、そのとき発生するガスが炉の上部で空気と混合して燃焼する。その燃焼熱（排ガス利用）だけで炭素化できる。この結果を利用して、電気、ガスなどの他の熱源を全く使わない排ガス利用の炭素化炉を開発した（特許申請）。
- ③押し出し成形法で造った高密度材を排ガス利用の炭素化炉で炭素化し、目標である密度 1g/cm^3 以上の高密度炭を造ることができた（図2）。
- ④ゴミ溶融炉でのコークスの品質として、圧壊強度が 2000N 以上を要求されるが、押し出し成形機で造った高密度材を炭素化した高密度炭は、 2100N （最高温度 800°C で平均 $2136.2\pm 358.0\text{N}$ ）以上の強度を有していた。従って、本研究で製造した高密度炭は、ゴミ溶融炉で十分利用できることがわかった。

■設立が見込まれるベンチャー企業の概要

名称：木質系資源利用研究所

事業内容：おが屑から高密度材の製造と高密度炭の製造

設立時期：平成20年を予定

（設立時まで、連続押し出し成形法で造った高密度材を、排ガス利用炭素化炉で安定して一定品質の高密度炭を大量生産できる条件を明らかにする。）

■問い合わせ先

高密度炭の製造：坂輪 光弘／高知工科大学工学部（0887-57-2502）

木質系資源：今西 隆男／高知県立森林技術センター（0887-52-5105）

研究成果及び企業の概要の具体的図表

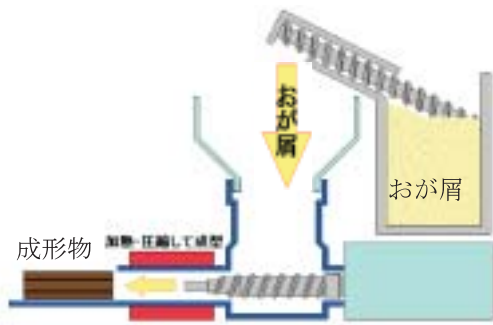


図 1 おが屑の押し出し成形機による高密度材の製造

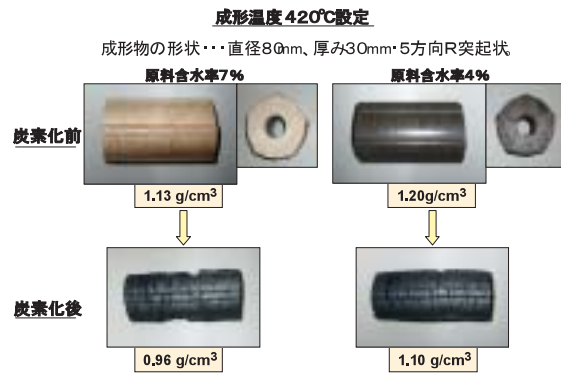


図 2 高密度材の炭素化前後の状況

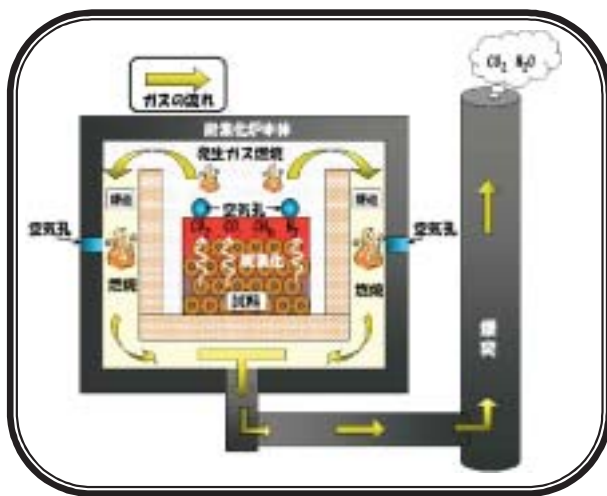


図 3 排ガス利用の炭素化炉の概念図

炉内上部に空気導入孔を設け、炭素化時の発生ガスと混合して、燃焼させ高温排ガスを炉内循環させる。

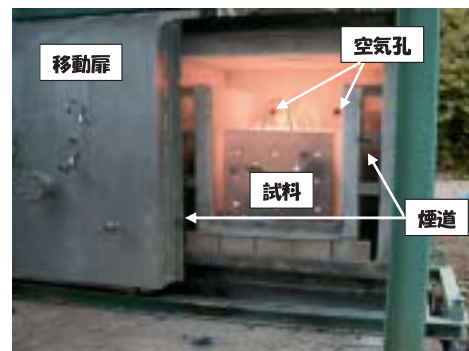


図 4 排ガス利用炭素化炉の外観

移動扉を開け、加熱してある炉内に試料を挿入する。移動扉を閉めて、空気孔の穴の開閉で、炉内の温度調節をする。



図 5 企業の概要

「生物系産業創出のための異分野融合研究支援事業」

農林水産業、飲食料品産業等生物系特定産業の分野において、①産学官の連携により異分野の研究者が共同して研究を行う研究共同体（コンソーシアム）、②独創的な発想や研究シーズを活かしたベンチャー創出を目指す研究者を対象として研究課題を公募し、将来的に新しい産業の創出や起業化の促進につながる画期的な技術開発を推進しています。

対象研究分野

異分野融合研究開発型：将来的に新しい産業の創出につながる技術開発

起業化促進型：独創的な発想やシーズを活かしたベンチャー創出につながる技術開発

応募資格

異分野融合研究開発型：民間企業に加え、大学、独立行政法人等が参画し、異分野にまたがる複数の研究者が共同して研究を行う研究共同体（コンソーシアム）

起業化促進型：ベンチャー創出を目指す民間企業、大学、独立行政法人等の研究者

研究期間と研究費の規模／（研究費には間接経費を含む）

異分野融合研究開発型：研究期間：原則として3～5年間

研究費：1コンソーシアム当たり年間60百万円程度を上限

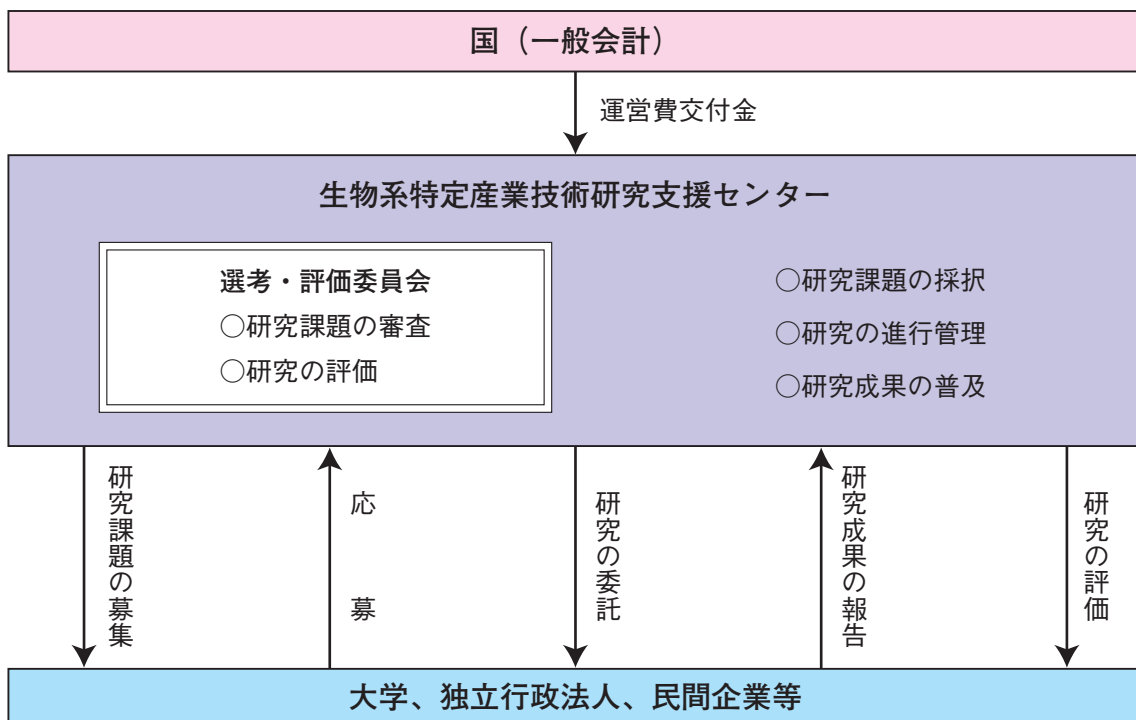
起業化促進型：研究期間：原則として2年間

研究費：1課題当たり年間26百万円程度を上限

研究実施形態／生研センターからの委託研究

研究成果の帰属／生研センターが認めた場合は受託機関に帰属。それ以外は共有。

■事業の仕組み



生物系特定産業技術研究支援センター 東京事務所



お問い合わせ先

新技術開発部 技術開発課

住 所 〒105-0001
東京都港区虎ノ門3丁目18番19号
虎ノ門マリビル10階

電 話 03-3459-6569

FAX 03-3459-6594

生研センターホームページ・アドレス

URL <http://brain.naro.affrc.go.jp/>

営団地下鉄日比谷線 神谷町 徒歩 2分

神谷町駅 霞ヶ関寄り出口3番を出て、左へ10m

左折後50m右手。虎ノ門マリビル10階