

都市エリア産学官連携促進事業
(一般型)
【米子・境港エリア】
自己評価報告書

平成21年8月

地方自治体名	鳥取県
エリア名	米子・境港エリア
課題名	染色体工学技術等による生活習慣病予防食品評価システムの構築と食品等の開発
特定領域	ライフサイエンス
中核機関名	財団法人鳥取県産業振興機構
中核機関代表者氏名	理事長 金田 昭

I 事業の概要(フェースシート)

1. 事業の目的

がん、心疾患、脳血管疾患、肝疾患等生活習慣病の総死亡者に占める割合は年々高くなっており、生活習慣病の予防が健康保険財政の悪化防止、医療費負担の抑制に大きな役割を果たす。日常生活における国民の健康意識の高まりとともに、健康食品、機能性食品市場は拡大傾向にあり、2005年で2兆2千億円、2010年には3兆2千億円まで膨らむと予測されている。このような状況の中、効果が明確で安全な機能性食品の開発が期待されている。

当エリアは漁獲量が全国有数の境港を抱え、水産加工業を含む食料品製造業も集積し、近隣諸国からの水産物輸入の集積地域となっている。さらに、地域企業及び県の試験研究機関では、キチン、キトサン、コラーゲン、フコイダン、コンドロイチンなどの水産資源に関する独自の技術シーズを有しており、既に商品化もされている。しかしながら、今後この分野の産業をさらに発展させるためには、機能が科学的に実証され、しかも安全な機能性食品の開発が強く求められている。

鳥取大学は、世界に先駆けて、本事業の基幹的技術となる、ヒト染色体を自在に改変する染色体工学技術を確立し、疾病の原因遺伝子の探索、癌・老化のメカニズムの解明、医薬品としてのヒト抗体を産出するマウスの開発などを行っており、平成16年度には21世紀COEプログラムとして「染色体工学技術開発の拠点形成」が採択された。また、肝機能維持や肝障害の回復促進を目指して、肝特異的な遺伝子発現を指標に肝機能を評価する培養細胞システムが開発された。このほか、癌細胞のアポトーシスに関わる遺伝子、胚性幹細胞(ES細胞)や軟骨および骨形成細胞、皮膚メラノサイト、炎症性細胞、腎臓細胞等の機能に関わる遺伝子が単離されており、機能評価システム開発の基盤は構築されている。本事業では、21世紀COEプログラムで実施されている染色体工学技術に関する基礎研究の成果を活用し、事業化に向けた応用研究を行うこととなる。なお、鳥取大学では、医学部と農学部及び工学部が連携して、食品等の機能性評価技術と新規製造技術が開発できる環境が整っている。

なお、本事業の推進により、知的財産権を基盤にした新技術が継続的に創造され、提案エリアにおいて新産業創出による飛躍的な経済効果が見込まれることはもとより、生活習慣病予防・改善に向けた新商品及び新技術の開発により、健康長寿社会の実現に大きく寄与すると考えている。

また、本事業は、鳥取大学医学部を中心とした染色体工学技術の研究や幹細胞分化などの機能再生医療研究を基に、水産資源に含まれる機能性素材を利用して、バイオマーカー・生体評価システムの構築による臨床的な評価研究などを行い、機能性食品・医薬品の評価試験の受託事業やヒト人工染色体ベクター等の商品化を目指すとともに、機能性食品を核とするバイオ産業の創出を目指すものである。

まさに、地域特性を踏まえ、現在進行している「健康」、「食品」、「バイオサイエンス」、「地域資源(水産物)」に関する各種施策を包含する事業であり、地域の人、技術、資金を結集して、地域一丸となって取り組むことを目指している。

また、地域における事業との有機的な連携を図りながら、本事業を成功に導くことで、本地域が機能性食品などの高付加価値産業の集積地域に発展させることを目指す。

2. 事業の目標

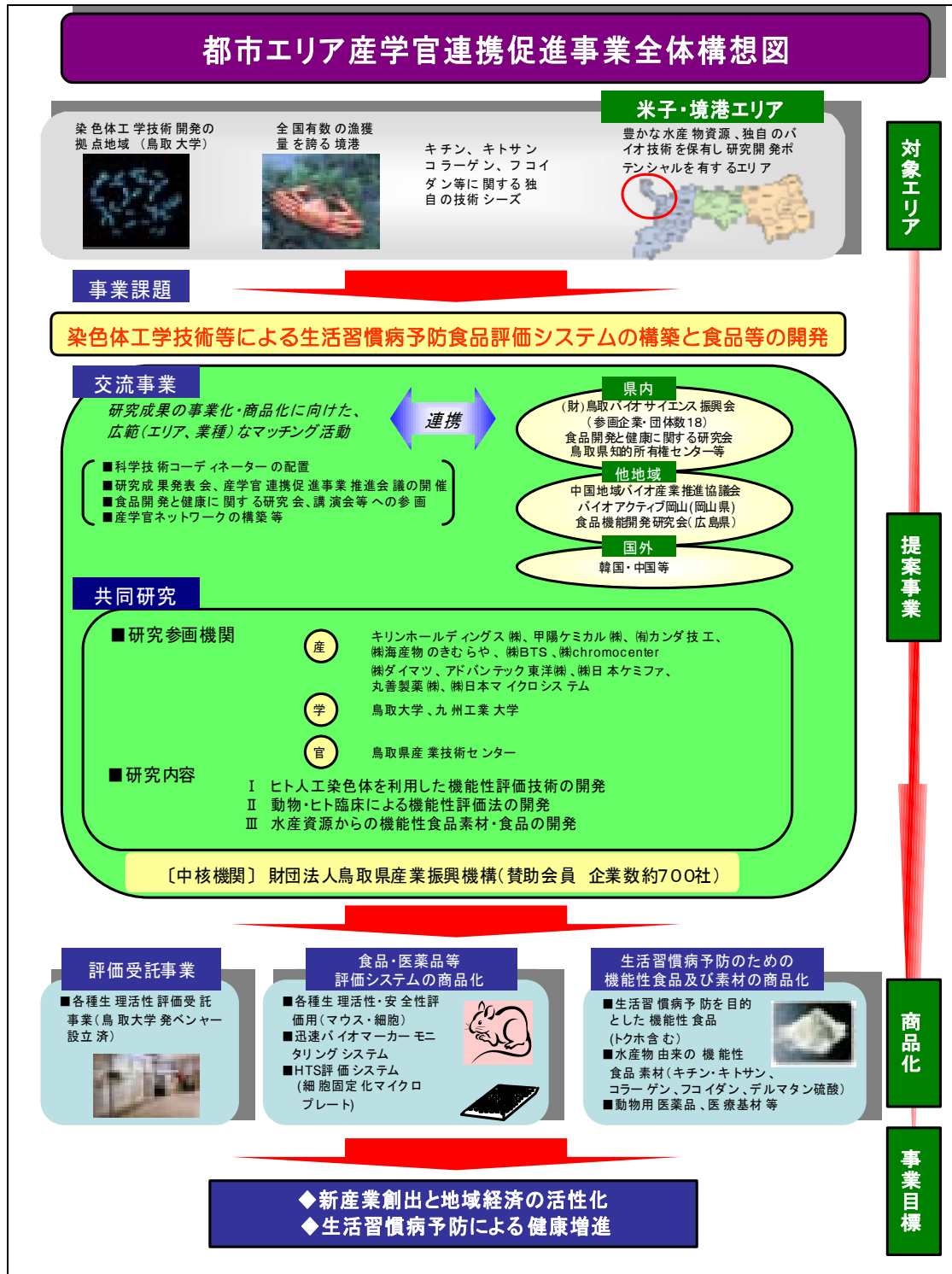
米子・境港エリアにおいては、水産資源に含まれる機能性食品素材の抽出技術を有する食品製造業が集積している。水産物に含まれる成分の効能を産学官共同研究の実施により科学的に解明し、その上で生活習慣病予防の効果を測定する独自の評価システムを構築するとともに、水産資源を活用した生活習慣病予防食品(機能性食品)を開発し、新産業創出による地域活性化を目指す。

3. 研究開発テーマの概要

①概要

鳥取大学が世界に先駆けて開発したヒト人工染色体工学技術により、ヒト人工染色体導入細胞・マウスを利用した食品等の機能性評価システムを開発する。また、本システムを用いて、大学や地域企業が有する独自の技術を用いて製造する機能性成分・素材・食品について、その効果を評価して、有効で安全な生活習慣病予防食品等を開発し、新産業の創出と健康増進に貢献する。

地域企業は鳥取大学と連携して、機能性成分・素材・食品の製造技術を開発し、商品化を目指す。鳥取県は産学官連携の「食品開発と健康に関する研究会」を設立しており、本研究会とも連携し産学官一体となって本事業を推進し、県内水産・食品関連産業の振興を図る。



②研究テーマ一覧

研究テーマ名	代表者・所属	概要	実施年度
<p>テーマ1</p> <p>ヒト人工染色体を利用した機能性評価技術の開発</p> <p>(1) ヒト人工染色体ベクターの構築とヒト人工染色体導入マウスを利用した機能性評価技術の開発</p>	<p>鳥取大学大学院 医学系研究科 教授 押村光雄</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 染色体工学技術を用いた染色体改変による人工染色体ベクターの作製 ・ ヒト薬物代謝を保持するマウスの作製 ・ 組織（肝臓・骨・血管内皮等）の活性に応答するレポーター遺伝子を搭載した人工染色体ベクター（遺伝子の運び屋）を保持する個体による物質の安全性や機能成分の評価システムの構築 ・ 個体組織内の微弱な蛍光を正確に検出・評価するための装置の試作改良 	<p>平成18年度 ～ 平成20年度</p>
<p>テーマ1</p> <p>ヒト人工染色体を利用した機能性評価技術の開発</p> <p>(2) ヒト人工染色体ベクター導入細胞を利用した機能性評価技術の開発と HTS への応用</p>	<p>鳥取大学医学部 教授 佐藤健三</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水産資源からの成分・素材・食品について、ヒト人工染色体細胞株を用いた生理活性物質のスクリーニングとその機能評価 ・ HTS への応用のため、機能評価用キットプレートを試作 	<p>平成18年度 ～ 平成20年度</p>
<p>テーマ2</p> <p>動物、ヒト臨床による機能性評価法の開発</p> <p>(1) 動物臨床による機能性評価法の開発</p>	<p>鳥取大学農学部 教授 南三郎</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水産物から得たキチン、キトサン、コラーゲン、フコイダン等の生理活性物質をマウス、犬等に経口投与して、各種疾患に対する予防効果や治療効果を検討 	<p>平成18年度 ～ 平成20年度</p>
<p>テーマ2</p> <p>動物、ヒト臨床による機能性評価法の開発</p> <p>(2) ヒト臨床による機能性評価法の開発</p>	<p>鳥取大学大学院 医学系研究科 教授 久留一郎</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 新規迅速バイオモニタリングシステムと従来のシステムを併用して、キチン、キトサン、コラーゲン、フコイダン等の有効成分の生活習慣病に対する効果を検討 	<p>平成18年度 ～ 平成20年度</p>
<p>テーマ3</p> <p>水産資源からの機能性食品素材・食品の開発</p> <p>(1) 高分子抽出技術、低分子化技</p>	<p>鳥取大学大学院 工学研究科 教授 和泉好計</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機能性成分（コラーゲン、フコイダン、コンドロイチン硫酸）の高分子状態での抽出技術の開発 ・ 水熱処理や酵素分解による機能性成分の低分子化技術の開発と、この技術を利用した大量調製法の検討 	<p>平成18年度 ～ 平成20年度</p>

術（水熱法、酵素法）の開発 （２）機能性成分誘導体による機能発現機構の解明		・活性発現機構の解明を目的とした機能性成分の各種誘導体合成技術を検討	
--	--	------------------------------------	--

II 総括

1. 事業の目的と目標

本事業は、鳥取大学医学部を中心とした染色体工学技術の研究や幹細胞分化などの機能再生医療研究を基に、水産資源に含まれる機能性素材を利用して、バイオマーカー・生体評価システムの構築による臨床的な評価研究などを行い、機能性食品・医薬品の評価試験の受託事業やヒト人工染色体ベクター等の商品化を目指すとともに、機能性食品を核とするバイオ産業の創出を目指すものである。

まさに、地域特性を踏まえ、現在進行している「健康」、「食品」、「バイオサイエンス」、「地域資源（水産物）」に関する各種施策を包含する事業であり、地域の人、技術、資金を結集して、地域一丸となって取り組むことを目指している。

また、地域における事業との有機的な連携を図りながら、本事業を成功に導くことで、本地域が機能性食品などの高付加価値産業の集積地域に発展させることを目指している。

2. 事業計画

本事業は、鳥取大学が有する染色体工学技術を始めとして、医学、獣医学、工学、及び地元企業が有する水産資源利用に関する独自技術などの連携により、ヒト人工染色体ベクター等を使用したバイオマーカー評価系を構築し、生活習慣病予防に実効ある成分を見出すとともに、ヒト及び動物で効果を実証し機能性食品素材の開発を行った。また、上記連携によって構築した評価システムを用いて、生活習慣病予防関連事業を創出するため、研究交流事業と共同研究事業の2つの事業で構築をした。

研究交流事業は、「都市エリア産学官連携促進事業推進会議」を設置して、本事業を円滑かつ効果的に推進するため、事業計画の作成、全体管理等を行った（年2回）。また、「都市エリア共同研究推進委員会」を設置して、研究進捗状況の把握、研究内容の調整及び研究成果の特許化の検討、新たな研究シーズ発掘に向けた可能性等を検討した。本委員会では、研究統括を中心に各研究テーマの優先度、課題及び連携体制等を考慮して、適宜に人材や資源の再配分を行い、限られた資源のより効率的・効果的な事業運営（年4回）を行う。さらに、「研究報告会」を開催（年4回）し、各研究グループリーダーは進捗状況や課題を把握するとともに、情報を共有して適宜研究計画の見直しを行う等、効果的な研究推進を図った。

共同研究事業は、3つのテーマ（ヒト人工染色体を利用した機能性評価技術の開発、動物、ヒト臨床による機能性評価法の開発、水産資源からの機能性食品素材・食品の開発）を6サブテーマに分けて、5グループで研究に取り組んだ。

3. 事業成果

研究交流事業では、地域科学技術コーディネーター等の活動による産学官ネットワークの構築が図れた。

研究成果の普及を目的にクラスタージャパン等に出展を行い研究成果等について広くPRを行うとともに他地域との情報交換を行った。また、他地域との交流や地域の参画企業等の県内外とのビジネスマッチングを目的とした「研究交流会」や「機能性食品シンポジウム」を実施し、一般市民へも本事業の地域貢献への理解と関心が進んだと考えている。また、新聞等の地元メディアでも取り上げられる機会が増え、住民への認知も広がった。

バイオ産業のマーケティング・技術開発動向・集積事例等の調査を行い、本県でのバイオ産業集積の可能性・問題点を洗い出し、米子・境港周辺の染色体工学の産業化（サイエンスパーク）の可能性を見出した。

本事業期間において、産学官連携による共同研究開発により次のような成果があった。

- （１）鳥取大学産学・地域連携推進機構知的財産管理運用部門と鳥取県知的所有権センターが協力

- して支援し、本事業では特許の16件（国外2件を含む）の出願を行っている。
- (2) もずくフコイダンや魚の鱗コラーゲンの2件の新商品開発が行われた。また、グルコサミンについても動物用の商品化への目途がたった。
- (3) 都市エリア産学官連携促進事業推進会議（年2回）及び都市エリア共同研究推進委員会（年4～5回）を開催し、研究進捗状況の把握、研究内容の調整及び研究成果の特許化の検討、新たな研究シーズ発掘に向けた可能性等を検討し、研究統括を中心に各研究テーマの優先度、課題及び連携体制等を考慮して、適宜に人材や資源の再配分を行い、限られた資源のより効率的・効果的な事業運営を行った。
- (4) 本事業期間中、試作品は2件を作成した。
- ①キメラマウス評価システムの試作機の改善
 - ②特殊マイクロプレートの試作品の作成

4. 地域の取組み

(1) 自治体等の取組み

平成7年に境港FAZ計画が国の承認を受け、全国唯一複数の県に跨る輸入促進地域（4市4町村）となっている。境港地域は環日本海時代における西日本の貿易・交流の窓口として物流施設などインフラ整備が進められ、輸入貨物取扱量も順調に推移している。さらに、「特定産業集積の活性化に関する臨時措置法」に基づき、境港地域の水産加工業を対象に「境港地域活性化計画」を策定し、産業支援体制強化のためのハード整備、企業の技術開発を推進している。

鳥取県では、平成14～17年度の4年間、地域資源と技術シーズのマッチングによる新産業創出を検討してきた。世界的スタンダードを目指すヒト人工染色体ベクターなどを利用した安全性や効能、効果を解析評価するシステム及び新規製造技術を基盤にして、事業化への道筋となる産学官ネットワークを構築し、事業化に向けた取組みを推進することにより、水産資源関連の機能性食品を核とした国際的バイオ産業拠点の形成が可能であるとの確信のもと、本事業を行っている。

また、本エリア内に健康・食品関連企業が集積していることから、県では、エリア内の産学官が有機的に結びつき、高い付加価値を創出するための支援を行う「健・食・知 スマート・コリドール構想」を策定し、様々な取組を進めている。今後、「健康」をキーワードに食品開発の方向性を探ることを目的とした産学官連携の研究会である「食品開発と健康に関する研究会」を通じて、産学官の情報ネットワークを強化し、新たな共同開発につなげ、県内食品関連産業の振興を図っていく。

さらに、本エリア内には、バイオサイエンスに関する人的・技術的・組織的な集積があり、米子市における「健康保養都市づくり構想」、財団法人鳥取バイオサイエンス振興会の設立等、地域を挙げての健康・食品ビジネスへの支援体制が構築されている。

(2) 関係府省との連携

本事業の期間中には、厚生労働省科学研究費（平成18～19年度）を活用し人工染色体を用いた血友病の遺伝子治療に関する基盤研究を行い、人工染色体の有用性の実証をした。また、NEDOプロジェクトでの事業でラクダ抗体産生マウスの作製（平成18～20年度）有害化学物質を探索する培養細胞系の探索として評価システムとしてのレインボーマウスの作製（平成20～22年度）にも取り組んでいる。

経済産業省の事業を活用し、地域資源活用型研究開発事業でヒト型薬物代謝酵素CYP3Aクラスター保持マウスの実用化に向けた研究開発（平成20～21年度）を行っている他、地域資源活用事業で「もずくから抽出したフコイダンの販路開拓とブランド戦略」（平成20～21年度）に取り組んでいる。

また、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業（CREST）に採択され（平成20～24年度）、「鳥取大学発ヒト人工染色体を用いた万能細胞（iPS細胞）研究」のテーマで遺伝子・再生医療のための研究開発にも取り組んでいる。

5. 今後の展開

鳥取県では産学官が連携し、染色体工学技術を核とした新産業創出や県内産業の高付加価値化を目指す拠点として鳥取大学米子キャンパス内に「とっとりバイオフィロンティア」設置を計画し、染色体工学に関する研究開発及びバイオ関連専門技術者の育成・確保を通じて、県内にバイオ産業を創出することを目指している。

本事業で取り組んだテーマを活用しさらに発展させるために、各種補助金等へ積極的に応募し、事業化を目指して行く。

また、本事業では水産資源からの機能性食品開発を進めてきたが、鳥取県内の地域資源を生かすため農産物からの機能性食品開発まで範囲を広げ、県内の農商工連携の推進・食品関連産業の振興を図っていく。

Ⅲ 事業計画等

1. 全体計画

①共同研究事業

年度	資金区分	事業計画
1年目 [18年度]	国委託	○研究開発の実施 テーマⅠ「ヒト人工染色体(機能発現遺伝子導入)を利用した機能性評価技術の開発(県産業技術センター分を除く)」 テーマⅡ「動物・ヒト臨床による機能性評価法の開発」 テーマⅢ「水産資源からの機能性食品素材・食品の開発(県産業技術センター分を除く)」 ○都市エリア共同研究推進委員会等の設置 (研究の効率的な推進を目的とした、研究調整・研究成果の知的財産戦略等にかかる検討委員会の設置)
	地域資金	○研究開発の実施 テーマⅠ、Ⅲ研究費(ともに県産業技術センター実施分)、境港市・財団法人バイオサイエンス振興会研究費負担、参画企業研究費負担(人件費) ○研究報告会(本事業関係者の参加、年4回) ○知的財産権取得支援事業の実施 (先行技術調査及び特許出願等に要する経費(弁理士相談料含む。)の支援)
2年目 [19年度]	国委託	1年目と同じ
	地域資金	1年目と同じ
3年目 [20年度]	国委託	2年目と同じ
	地域資金	2年目と同じ

②研究交流事業

年度	資金区分	事業計画
1年目 [18年度]	国委託	○地域科学技術コーディネーター等の活動による産学官ネットワークの構築 ○マーケティング・技術開発動向調査の実施(本事業の効果的な推進を支援)
	地域資金	○研究成果発表会(エリア内外の研究者との交流や成果発表のため本事業の成果発表会開催、年度末) ○研究交流会(他地域との交流、研究報告会、講演会、1~2回) ○県主催の「食品開発と健康に関する研究会」開催(地域の企業、商工団体、金融機関等との情報交換、人材育成、事業マッチングを行うとともに、バイオサイエンスに係る継続的な産学官連携組織の構築を目的とした研究会、年2回)

2年目 [19年度]	国委託	○科学技術コーディネーターの活動による産学官ネットワークの構築 ○可能性試験の実施
	地域資金	1年目と同じ
3年目 [20年度]	国委託	2年目と同じ
	地域資金	2年目と同じ、他に ○事業化構想検討会開催

2. 個別計画

(1) 共同研究事業

○「都市エリア産学官連携促進事業推進会議」の設置

鳥取県商工労働部長(座長)、研究統括、地域科学技術コーディネーター等、鳥取県産業技術センター長、鳥取大学地域共同研究センター長、(財)鳥取県産業振興機構理事長、参画企業代表者等を構成員として、本事業を円滑かつ効果的に推進するため、事業計画の作成及び全体管理等を行う。

○「都市エリア共同研究推進委員会」、「研究報告会」の設置

本委員会は、研究統括をチーフとし、地域科学技術コーディネーター等、研究参画機関、知的財産支援機関等を構成員とし、研究者間の人的交流を深めるとともに、研究成果の特許化マネジメントの検討を行うなど、研究調整及び研究成果のマネジメントを行う。

また、各研究グループは、研究報告会を開催(年4回)することにより情報を共有し、適切なフィードバックを行いながら、効果的な研究推進に向けて適宜研究計画の見直しを行う。

○知的財産取得支援事業の実施

鳥取県知的所有権センターの協力の下、研究項目の先行技術調査を継続的に行うとともに、研究成果の権利化に向けた弁理士との相談、特許出願等に要する経費について支援を行う。また、地域科学技術コーディネーター等との連携によりパテントマップを作成する。

(2) 研究交流事業

○地域科学技術コーディネーター等の配置と産学官ネットワーク構築

バイオサイエンス及び機能性食品分野での知識・事業経験を有する科学技術コーディネーター2名(非常勤)と、地域企業等、提案事業に関連する産業界に精通している地域科学技術コーディネーター1名(非常勤)の配置により、産学官ネットワークを構築し、研究事業の円滑な推進と地域企業、商工団体、金融機関等との密な連携により事業化を促進する。

○マーケティング・技術開発動向調査の実施

マーケティング調査及び技術開発動向調査を実施し、市場ニーズや研究開発・技術動向を把握して効果的な研究開発を行い、必要に応じて研究内容の調整を行う。

○成果発表会、研究会等の開催と交流

エリア内外の研究者との交流や成果の発信を目的とした「研究成果発表会」(年1回)、他地域との交流を目的とした「研究交流会」(研究報告会、講演会、年1～2回)を開催する。また、地域の企業、商工団体、金融機関等との情報交換、人材育成、事業マッチングを行うとともに、バイオサイエンスに係る継続的な産学官連携組織の構築を目的とした「食品開発と健康に関する研究会」(年2回)を開催する。

○可能性試験の実施

事業化の近いテーマについて、生活習慣病予防・改善の可能性のある機能性食品や素材、評価システムの開発等地域内外企業と研究者とのマッチングにより、商品化に向けた開発を行なう。これから新たなシーズ・ニーズを発掘し、本事業への新たな参画企業・研究テーマ設定について検討を行う。(2,000千円/年、19年度～20年度)

[19年度]「機能性素材評価システム、機能性食品素材」に係る可能性試験

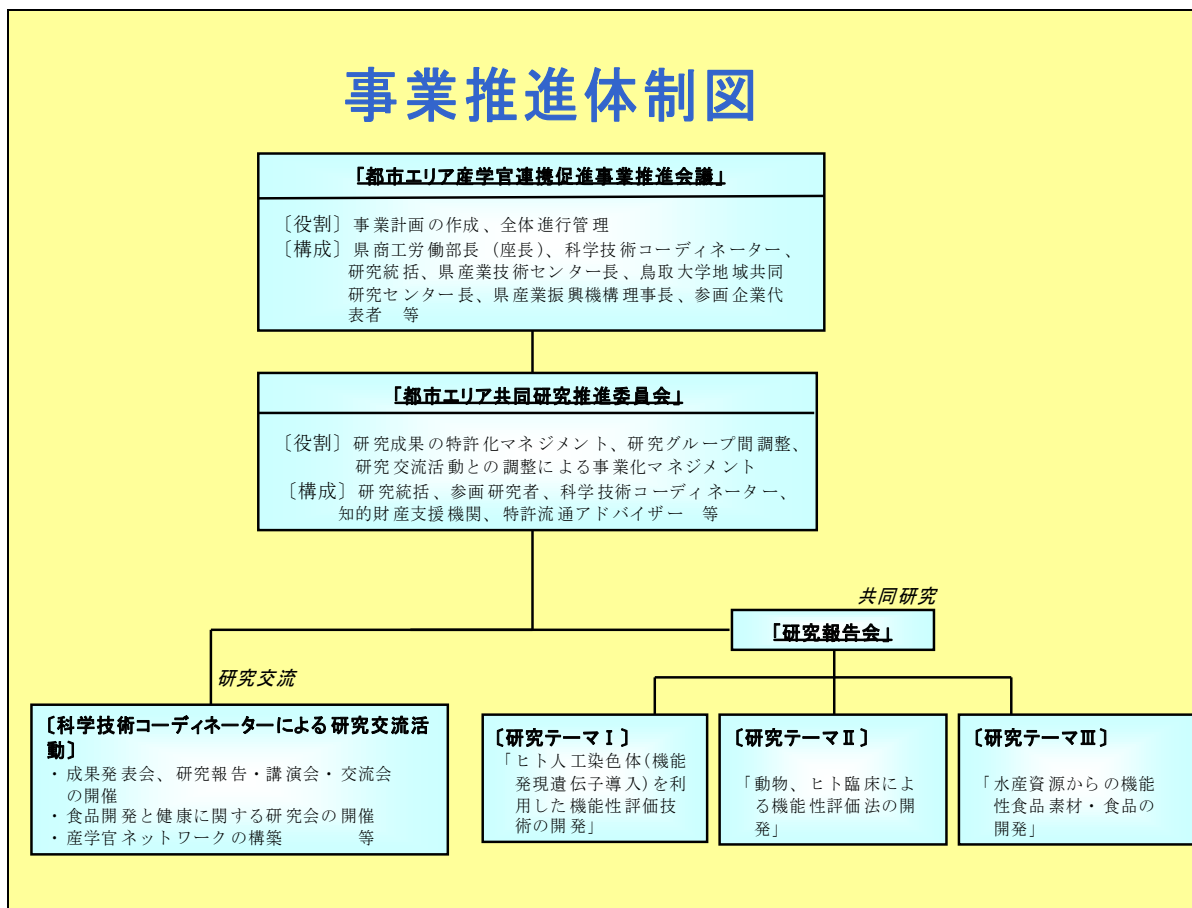
[20年度]「特定保健用食品取得、動物用食品・医薬品等」に係る可能性試験

○事業化構想検討会の実施

研究成果の事業化の可能性を探るとともに、事業終了後も含めてのマーケット戦略、商品化戦略等について、本事業参画機関、知的財産支援機関、金融機関、中小企業支援機関アドバイザー等で構成する検討会を開催する（20年度）。事業終了後においても継続的にバイオ関連ビジネスが創出される体制づくり、ネットワークづくりを進める。

3. 実施体制

①事業推進体制



②参画機関

	産	学	官(公)
基本計画	(株)海産物のきむらや、キリンビール(株)、丸善製薬(株)、(株)ダイマツ、(有)カンダ技工、甲陽ケミカル(株)、(株)日本マイクロシステム、(有)chromocent er、(株)BTS、(株)日本ケミフア、アドバンテック東洋(株)	鳥取大学医学部、鳥取大学大学院医学系研究科、鳥取大学生命機能研究支援センター、鳥取大学農学部、鳥取大学大学院連合農学研究科、鳥取大学工学部、九州工業大学大学院生命体工学研究科	鳥取県産業技術センター

21年3月時点	(株)海産物のきむらや、キリンホールディングス(株)、丸善製薬(株)、(株)ダイヤモンド、(有)カンダ技工、甲陽ケミカル(株)、(株)日本マイクロシステム、(株)chromocenter、(株)BTS、(株)日本ケミファ、アドバンテック東洋(株)	鳥取大学医学部、鳥取大学大学院医学系研究科、鳥取大学生命機能研究支援センター、鳥取大学農学部、鳥取大学大学院連合農学研究科、鳥取大学大学院工学研究科、九州工業大学大学院生命体工学研究科、鳥取大学地域学部、鳥取大学医学部附属病院	(地独) 鳥取県産業技術センター
---------	---	---	------------------

IV 事業成果等

1. 産学官連携基盤の構築状況

提案エリア内外の研究者との交流や成果の発信を目的とした研究成果発表会（年1回）、他地域との交流を目的とした研究交流会（年1～2回）を開催することと併せ、地域の企業、商工団体、金融機関等との情報交換、人材育成、事業マッチングの実施、及びバイオサイエンスに係る継続的な産学官連携組織の構築を目的とした「食品開発と健康に関する研究会」（年2回）、同研究会の専門分科会（3分科会）を開催した。

なお、上記の活動に際しては、既に地域内で行われている産学官の各種活動との相乗効果を生み出すことができるよう、鳥取大学等教育機関、鳥取県等行政機関、商工団体、金融機関等を構成員とする「産学官連携企画推進会議」との連携を図り、計画的かつ効果的に推進した。

国立大学法人鳥取大学と財団法人鳥取県産業振興機構は、平成18年5月に連携協力をするための協定書を締結した。

2. 研究開発

(1) 進捗状況

米子・境港エリアでは、6つのサブテーマを5グループで共同研究を行った。

ヒト人工染色体ベクターの構築とヒト人工染色体導入マウスを利用した機能性評価技術の開発のテーマでは、保持マウスの作製は計画通りに進んだ。

ヒト人工染色体ベクター導入細胞を利用した機能性評価技術の開発とHTSへの応用のテーマでは、HAC搭載マウス等の評価マウスとしてとしての利用価値が高いものを発見した。また、細胞のHTSへの応用のための、マイクロプレートの開発を試み、試作品を作製した。

動物臨床による機能性評価法の開発のテーマでは、コラーゲン、グルコサミン、フコイダンについての評価をほぼ終了し、それぞれ商品化の目途がたった。

ヒト臨床による機能性評価法の開発のテーマは、グルコサミン、フコイダンの臨床試験を行い、機能性食品としての商品化に繋がった。また、ホームバイオモニタリングシステムの試作段階まで研究が進み、今後の事業化の検討をしている。

水産資源からの機能性食品素材・食品の開発のテーマは、フコイダンの低分子化の方法の確立、水産物よりコラーゲン・コンドロイチン硫酸の抽出方法の確立等の成果があった。キチンの低分子化は研究中である。

各テーマとも着実に計画通り研究が進んでいる。

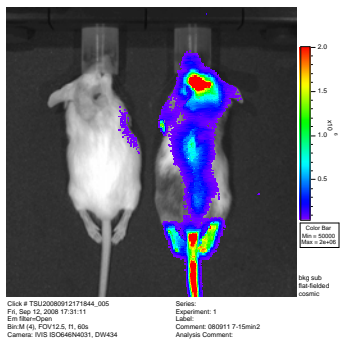
(2) 研究成果等

① 主な研究成果

鳥取大学の研究者により構築された人工染色体工学技術を利用したヒト人工染色体ベクターを利用して、光による機能性成分を評価するための細胞・マウス個体を作製した。肝臓や骨・血管内皮など様々な組織特異的に発現する遺伝子と発光酵素遺伝子の連結により、個体を生かしたままでの内部

組織の状態観察を可能にした（写真）。さらに組織内の微量な光を正確に検出するため、機器の試作・改良を行った。

これら細胞・個体および機器の利用により、既存の評価系に比較してより安価かつ正確な評価システムの構築を目指している。



- ◎動物臨床においてコラーゲン・フコイダン・グルコサミン等について肝機能保護や軟骨損傷改善作用などの機能性を証明
- ◎ヒト臨床で、フコイダンによる酸性尿の改善効果を証明
- ◎コラーゲン・コンドロイチン硫酸・フコイダン等の新規低分子化法や未着色ペプチドの製造法を確立
- ◎高分子コラーゲンの抽出技術を開発
- ◎魚油による心房細動関連チャンネル蛋白の誘導効果を証明

②事業化事例及び事業化可能性が見いだされた事例

i) ヒト臨床でフコイダンによる酸性尿の改善効果を発見

一般型事業の「染色体工学技術等による生活習慣病予防食品評価システムの構築と食品等の開発」の中で、高分子もずくフコイダンの新たな機能性が確認され、商品の付加価値が向上した。高分子もずくフコイダンを飲用することで、高血圧患者の酸性尿を24時間にわたって改善する事が確認された。酸性尿は高血圧・痛風・高尿酸血症などの患者に現れるが、改善により酸性尿が原因で現れる様々な疾病の予防や改善が期待される。



高分子もずくフコイダン

ii) 魚ウロコ由来コラーゲンの抽出技術開発及び効果検証

本事業で地域の大学等の技術、知恵を活用し、効果的なコラーゲンの抽出技術を開発した。また臨床試験も行い、今まであまり知られてなかったコラーゲンの持つ効果も見つけた。ここ数年で拡大したコラーゲン市場に本当に効果のあるコラーゲンの商品化が期待される。



③その他特筆すべき成果

ヒト人工染色体に各生理機能遺伝子を導入し、ヒトと類似した生理活性機能、物質代謝能を有す細胞やマウスを開発することで、機能性食品、医薬品等の機能・安全性試験を効果的に行えるため、国内外で大きな事業展開が図れる。

さらに、機能性評価をハイスループットに行う高精度で安価な機能性評価システム、尿中代謝産物等の濃度を測定する迅速バイオマーカーモニタリングシステムを開発し、食品や新薬の効能を評価するシステムの開発を目指すことができる。このシステムは地域企業と地域外の専門企業と共同で商品化するが、地域にとっては新たな事業創出に繋がる。商品化は、事業終了後において本格化するが、大学での研究成果を着実に事業化できる体制は整っている。

3. 波及効果

経済産業省中国経済産業局は、中国地域産業クラスター計画（第2期）において機能性食品分野の販路開拓に効果的なエビデンス取得の推進に取り組んでいる。機能性食品の事業化のプロセスにおいて、特定保健用食品の許可の取得には時間・費用が膨大で中小企業にとっては負担が大きいので、安価でエビデンスを取得できる環境が必要とされており、本事業で取り組んでいる染色体を利用した機能性評価技術について注目をされている。米子・境港エリアのみならず、中国地域へも波及効果も期待でき、今後さらに発展できる可能性が大きい。

本事業により、大学・県産業技術センター・企業が一体となって取り組んだ結果、産学官連携の必要性が改めて認識され、他の事業への大きな波及効果が期待できる。

V 自己評価

1. 本事業での目標達成度に係る自己評価

(1) 事業目標について

テーマ名	具体的成果目標	事業終了後の成果
テーマ1 ヒト人工染色体を利用した機能性評価技術の開発 (1) ヒト人工染色体ベクターの構築とヒト人工染色体導入マウスを利用した機能性評価技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・マウスセントロメアを有する人工染色体を構築する。 ・様々な生理活性物質に対するマーカー遺伝子の転写制御領域を含む全長を単離する。 レポーター遺伝子（ルシフェラーゼ・GFP）との融合遺伝子を搭載した人工染色体ベクターを構築する。 ・構築した人工染色体を各細胞（ES細胞・肝細胞・骨肉腫細胞など）に導入し、細胞株を樹立する。 ・物質の安全性や機能評価が可能なマウス個体をES細胞から作製する。 ・細胞および個体レベルで、コラーゲンやフコイダン・キチン・キトサン・魚油・脂質分画、これらより単離した新規の生理活性脂質分子や新規に作製された機能性成分候補分子の機能評価を行う。 ・得られた結果と臨床研究、種々の動物に対する効果の研究とをデータとして融合し、機能性バイオマーカーを有するモデル系とする。 ・ヒト代謝酵素を有するマウスを作製することによって、ヒトに対する安全性試験のモデルを確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒト型代謝酵素（p450）を保持するマウスを作製した（特許出願済み）。その解析により、期待される機能を保持する可能性を示すことができた。 ・p450保持マウスの改良とその薬物代謝能力について詳細な解析を行なった。ヒトとほぼ同様の薬物代謝能を保持していることが確認できた。 ・機能性評価モデルマウス用の融合遺伝子および本遺伝子搭載用の人工染色体が完成した。 ・マウス内部組織における蛍光を検出可能な新規機器の開発を行ない、既存のものと同等の性能を有する機器の開発に成功した。 ・レポーター遺伝子を作製し、人工染色体に搭載することに成功した。人工染色体は、マウスES細胞など数種の細胞内に導入することができた。また、本遺伝子を導入したマウス個体内で、腸や膵臓など組織特異的な遺伝子発現（発光）が生じることを確認した。

	<ul style="list-style-type: none"> ・試験機関施設のための基盤作りを行う。 	
<p>テーマ1</p> <p>ヒト人工染色体を利用した機能性評価技術の開発</p> <p>(2) ヒト人工染色体ベクター導入細胞を利用した機能性評価技術の開発とHTSへの応用</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・様々な生理活性物質の探索が可能な評価システムを構築するため、構成遺伝子の検討とヒト人工染色体ベクターへの組み込みを行い、各種細胞株を樹立する。 ・細胞株を用いて、評価技術の開発を行い、水産資源からの成分・素材・食品について、生理活性のスクリーニングと機能性評価を行う。更に、その機能性の評価を、動物実験、臨床的評価システムと連携させて行う。 ・生理活性物質の構造を決定するとともに、生理活性発現の分子メカニズムの解明を行い、生理作用の基盤を明らかにする。機能性評価のHTSシステム、複数の生理活性物質を一度でスクリーニングするシステムの開発・製品化を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・オステオカルシン遺伝子や、アルブミン遺伝子、BMP-4遺伝子、PAI-1遺伝子をBACクローンより単離し、ルシフェラーゼ遺伝子と結合したのち、HACベクターへの搭載を行った。アルブミンおよびBMP-4遺伝子については完成した。 ・オステオカルシン、およびPAI-1遺伝子を搭載したHACベクターの構築を進行させた。樹立したHACベクタークローンを用いて、胚性幹細胞(ES細胞)や間葉系幹細胞(MSC)への移入を行った。また、アルブミン、BMP-4遺伝子を用いてトランスジェニックマウスが樹立された。 ・BMP-4導入マウスは膵臓が特異的に発光したが、アルブミン導入マウスは小腸が発光した。さらに、オステオカルシンTgマウスは頭蓋骨などが発光し、ビタミンDにより発光強度は100倍に増加され、機能評価マウスとして確認された。 ・細胞のHTSへの応用のために、マイクロプレートの開発を試み、試作品を作成した。
<p>テーマ2</p> <p>動物、ヒト臨床による機能性評価法の開発</p> <p>(1) 動物臨床による機能性評価法の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・軟骨、腱、皮膚、蹄に対する各有効物質の特定 ・臨床例に対する効果判定 ・生活習慣病の元凶となる骨、軟骨の萎縮、腱の損傷、肝臓病、高血圧、腫瘍に対して経口投与物質の明瞭な効果を評価し、機能性食品の確固たる評価方法を確立する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・鱈コラーゲンペプチドの実験的軟骨損傷治癒促進効果を証明した。また、グルコサミンとの併用が相乗効果を示すことを証明した。 ・鱈コラーゲンペプチドの投与によってアンモニア代謝、コラーゲン合成に関連するアミノ酸が血中で上昇することを明らかにした。 ・フコイダンの抗腫瘍効果、坦がんマウスの延命効果を明らかにし、細胞性免疫および液性免疫機構が抗腫瘍効果を発揮していることを明らかにした。フコイダンの損傷軟骨再生促進効果をウサギの実験から明らかにした。 ・コラーゲンペプチド、およびグルコサミンの動物用健康食品を開発した。
<p>テーマ2</p> <p>動物、ヒト臨床による機能性評価法の開発</p> <p>(2) ヒト臨床による機能性評価法の開発</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・水産物成分の生活習慣病への効果を1日1回の評価系を用いて明らかにする。尿を試料として迅速な呈色反応を利用できる物質を検索する。 ・従来の迅速モニタリングシステムを用いて水産物成分の生活習慣病への効果を検討する。 ・新規迅速バイオモニタリングシステムを開発する。 ・新規迅速バイオモニタリングシステムと従来のシステムを併用して、水産物の有効成分の生活習慣病に対する効果を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・尿蛋白のモニタリング試薬の試作品が完成した。 ・フコイダンの尿アルカリ化作用を見つけ、その効果は国内特許出願に加えて国際特許出願した。 ・尿蛋白のモニタリング試薬(ホームモニタリングシステム)を用いて、降圧剤の腎保護効果を明らかにした。 ・魚油も種類によってチャンネル蛋白増加作用と減少作用を持つ種類があることを明らかにし国内特許を出願した。 ・フコイダンが脂肪細胞から分泌されるサイトカインを調節することを明らかにし国内特許

		<p>を出願した。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・尿pHモニターと尿蛋白モニターのハイブリッド機能と搭載したホームバイオモニタリングシステムの試作品を作成した。
<p>テーマ3 水産資源からの機能性食品素材・食品の開発</p> <p>(1) 高分子抽出技術、低分子化技術(水熱法、酵素法)の開発</p> <p>(2) 機能性成分誘導体による機能発現機構の解明</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・低分子化合物の分析方法の確立と水熱及び酵素による低分子化反応条件の確立。 ・コラーゲン、フコイダン、コンドロイチン硫酸の高分子状態での抽出技術の開発。 ・各種高分子化合物の特性解析法の確立。 ・水熱及び酵素分解反応生成物、高分子コラーゲン、フコイダン、コンドロイチン硫酸の大量調製法の確立。 ・各種誘導体合成技術の確立。 ・低分子化合物の構造決定。低分子化酵素の特性解明。 ・機能発現機構解明に必要な各種誘導体合成技術の確立。 ・食品素材、ドリンク、錠剤等の機能性食品としての製品化技術の確立 	<ul style="list-style-type: none"> ・コラーゲン、フコイダンの分子量を HPLC により測定する条件を確立し、フコイタンを水熱処理により硫酸基を脱離させずに低分子化する方法を確立した。さらに、フコイダンの低分子化活性を有する微生物を新たに見いだした。また、ウロコからコラーゲン、イカからコンドロイチン硫酸を効率的に短時間で抽出する方法も見いだした。 ・水熱法によるフコイダンの低分子化条件について検討し、異なる分子量の産物を作り分ける条件を決定した。 ・魚ウロコから低分子量のコラーゲンペプチドを効率よく取得する方法を確立した。イカの抽出物から硫酸化度の高いコンドロイチン硫酸を調製する方法を開発した。 水熱処理により、分子量の異なる低分子化フコイタンを要望に応じて調製し、活性評価グループに提供した。さらに、イオン交換型フコイタン誘導体の調製を行った。単離した新規微生物菌株が生産するフコイタン低分子化に関与する酵素についての検討を行った。 ・魚ウロコからコラーゲンペプチドを大量調製する方法を確立することができた。 ・イカからコンドロイチン硫酸を抽出精製する製造期間を大幅に短縮することができた。

(2) 事業計画について

①事業計画の妥当性

「都市エリア産学官連携促進事業推進会議」を設置して、本事業を円滑かつ効果的に推進するため、事業計画の作成、全体管理等を行い、おおむね5グループとも、V 1. (1) の表に記載している内容のとおりであり、ほぼ計画とおりに研究を行うことができた。

以上のことにより事業計画は妥当であった。

②資源配分の妥当性

「都市エリア共同研究推進委員会」を設置して、研究進捗状況の把握、研究内容の調整及び研究成果の特許化の検討、新たな研究シーズ発掘に向けた可能性等を検討した。本委員会では、研究統括を中心に各研究テーマの優先度、課題及び連携体制等を考慮して、適宜に人材や資源の再配分を行い、限られた資源のより効率的・効果的な事業運営(年4回)を行った。さらに、「研究報告会」を開催(年4回)し、各研究グループリーダーは進捗状況や課題を把握するとともに、情報を共有して適宜研究計画の見直しを行う等、効果的な研究推進を図り、効果的な資源配分を行うことができた。

③事業体制

地域科学技術コーディネーター等を4名配置。1名はバイオサイエンス及び機能性食品分野での知識・事業経験を有する者(非常勤)、1名は提案事業に関連する産業界に精通している者(非常勤)、1名は治験者ネットワークの検討に係わる者(非常勤)とした。さらに、県内業界動向に精通し、事業の全体進捗管理を行う者(非常勤)を1名配置し、本事業の円滑な推進と地域企業との連携促進を図った。加えて、地域科学技術コーディネーター等は鳥取県知的所有権センターに配置されている特許流通アドバイザーと連携し、研究成果の活用・マッチング活動を進め、知的財産権を活用して事業化を推進した。

さらに、地域内外の企業、大学、研究機関、及び食品関連団体・研究会等との連携を図ることもでき、効果的・効率的な事業推進が図れた。

(3) 事業成果について

①持続的な連携基盤の構築に関する取組

平成17年度、「鳥取地域で活動する人たち」の“知的ネットワーク”を形成することにより、自らの意思で積極的に関わる人の交流を促し、鳥取県内での共同研究の推進、技術開発の進展において数多くの成功事例の創出を目的とした「とっとりネットワークシステム(TNS)」を設立した。本事業に関係深い「食品開発と健康に関する研究会」「食品生理活性研究会」「日本海水産資源研究会」を含め21の研究会が登録されており、各分野において活発な研究活動が行われている。

バイオサイエンスの人材育成、研究支援等を目的として、米子市内に設立された財団法人鳥取バイオサイエンス振興会は、若手研究家の研究活動に対する支援、公開講座、講演会の開催、バイオサイエンスを活用した産業振興等にかかる活動を推進しているところであり、研究成果の普及はもとより人材育成の面でも連携を図り、事業終了後も見据え、バイオサイエンスの拠点づくりを目指し、相互に協力を行ってきた。

②研究開発の成果

本事業では、特許出願16件を行うことができた。テーマ毎の研究が順調に進んだ結果によるものと考えられる。

研究成果を活用した商品化は2件あった。本事業の3年間では商品化までは進まなかったテーマもあるが、将来の事業化への基礎作りはできたことは、大きな成果であった。

③波及効果等

経済産業省中国経済産業局は、中国地域産業クラスター計画(第2期)において機能性食品分野の販路開拓に効果的なエビデンス取得の推進に取り組んでいる。機能性食品の事業化のプロセスにおいて、特定保健用食品の許可の取得には時間・費用が膨大で中小企業にとっては負担が大きいので、安価でエビデンスを取得できる環境が必要とされており、本事業で取り組んでいる染色体を利用した機能性評価技術について注目をされている。米子・境港エリアのみならず、中国地域への波及効果も期待でき、今後さらに発展できる可能性が大きい。

現在鳥取県では農商工連携による産業育成に力を入れており、本事業で得られた成果の人工染色体を利用した評価方法を活用することにより、開発した食品のエビデンス取得に繋がっていくものであり、今後大きな事業展開が期待できる結果となった。

本事業により、大学・県産業技術センター・企業が一体となって取り組んだ結果、産学官連携の必要性が改めて認識され、他の事業への大きな波及効果が期待できる。

また、鳥取県では、平成21年3月に、本事業の研究成果として生まれたヒト型遺伝子マウスを中心とした染色体工学技術を活用することによる地域産業への波及効果について調査し、バイオ新産業の創出、健康食品関連産業の集積等の構想を策定した。

2. 地域の取組

(1) 自治体等の取組み

本県においては、産業界、高等教育機関、産業支援機関、金融機関、行政機関等により構成する

「産学官連携企画推進会議」を継続的に開催しており、大学等により創出される技術シーズに係るビジネスマッチング等について、各種施策立案の検討を行っている。事業の一環として、平成17年11月に、「とっとり地域で活動する人たち」の“知的ネットワーク”を形成することにより、自らの意思で積極的に関わる人の交流を促し、鳥取県内での共同研究の推進、技術開発の進展において数多くの成功事例が創出されることを目的とした「とっとりネットワークシステム(TNS)」を設立したところであり、本事業と連携して当該ネットワークを活用し、新たなシーズ発掘、新事業創出への展開に繋げる。

また、県内で活動しているコーディネーターの連携組織である「コーディネーター連携推進会議」を、平成18年2月に設立。各コーディネーター間での連携を促進し、産学官活動の一層の活性化を図ることを目的とした組織であり、本会議と連携して、研究成果の普及、事業化に向けたビジネスマッチングを推進している。

(2) 他地域との連携

本事業に参画する機関が運営している「水産バイオマス利用の健康維持・機能再生研究会」は、中国地域において、産学官連携のもとバイオ産業を推進していく支援機関として平成16年8月に設立された「中国地域バイオ産業推進協議会」に設立当初より参加し、企業、研究者の交流を行っている。

また、中国地域内における機能性食品産業の創出に向けた取組としては、岡山県で「バイオアクティブおかやま」が平成14年9月に設立、「おかやま食料産業クラスター協議会」が平成17年11月に設立された。また広島県で「食品機能開発研究会」が平成15年7月に設立、「機能性食品開発研究プロジェクト」が進行中である。

今後、これらの機関と連携を図りながら、継続的に人的、技術的交流を進め、提案エリアを越えた広域的な連携を推進する。

また、平成19年度には韓国江原道との相互訪問を実施したほか、平成20年3月には、鳥取県産業技術センターが韓国・江陵科学産業振興院から海洋バイオを専門とする研修生を5ヶ月間受け入れるなど、海外との科学技術交流を推進している。

この他、これまでも平成17年10月に鳥取県で開催された全国生涯学習フェスティバルにおいて、韓国釜山海洋大学校と水産資源の健康科学への応用をテーマとした共同セミナーを開催したことに加え、中国等と研究会、講演会を開催し交流を行っている。今後とも、海外の大学、企業との交流を深め、必要な場合連携して事業展開を図っていく。

VI 今後の取組

1. 産学官連携基盤の構築について

本事業で生まれた世界最先端の染色体工学技術は、世界トップレベルであり、関係者の評価も高く、現在、実用化、事業化までもう一步のところにある。

鳥取県では産学官が連携し、染色体工学技術を核とした新産業創出や県内産業の高付加価値化を目指す拠点として鳥取大学米子キャンパス内に「とっとりバイオフロンティア」設置を計画し、染色体工学に関する研究開発及び高度な研究指向型技術者の育成・確保を通じて、県内にバイオ産業を創出することを目指している。

染色体工学を用いたヒト型遺伝子マウスを用いた先端技術は、医薬品の開発段階の評価において従来に比べ大幅に開発に係る経費削減・期間短縮できる可能性が高いなど関連産業からのニーズが非常に高い。特に、県外からの動物生産企業や製薬企業といった企業誘致や、新たな雇用の創出につなげることが期待される。県内産学官関係者(鳥取大学、経済団体、米子市等)と県外の企業(実験動物生産企業や受託評価試験企業等)との間で、バイオ拠点設置に関する連携覚書を締結し(平成21年5月)、事業化の取組みを進めている。

ヒト型遺伝子マウスやヒト型遺伝子細胞を用いる機能性評価システムは、医薬品のみならず健康食品の機能性評価にも活用できる。製品の差別化が課題となっている健康食品分野において、産学官が連携して評価システムを確立し、製品の機能性を評価することにより、県内の健康食品関連企業が自社製品の科学的な評価を行い、他社製品との差別化を目指す。これにより、県内の豊富な農林水産資源等による特定保健食品や機能性食品としての商品化を促進し、健康食品関連企業のさら

なる高付加価値化を図っていく。

ヒト型遺伝子マウス・細胞や動物などの各段階において食品の機能性評価を受託するワンストップ窓口（食品機能性評価センター）に係るシステムを構築することにより、地元だけでなく全国の企業をターゲットとした事業展開を図ることを目指していく計画である。また、ヒト型遺伝子マウスやヒト型遺伝子細胞を用いて医薬品や食品を評価する機器には、高い精度や迅速性が要求されるため、僅かな発光量の変化を感知するセンサ等、デバイスからそれらを制御するまでの総合的な知識・技術が必要となる。県内に電子・電機関連産業の企業が集積している強みを生かして連携することにより、これらの高付加価値な評価機器の開発に取り組み、電子・電機関連産業への波及も目指している。

2. 研究開発について

本事業で取り組んだテーマを活用しさらに発展させるために、各種補助金等へ積極的に応募し、事業化を目指していく。

また、本事業では水産資源からの機能性食品開発を進めてきたが、鳥取県内の地域資源を生かすため農産物からの機能性食品開発まで範囲を広げ、県内の農商工連携の推進・食品関連産業の振興を図っていく。