

熊本県南エリア

I 総括

本事業においては、「環境保全に資する陸上と海域のバイオマス循環システムの開発」をテーマとして、地域先導研究及びライフサイエンス調査研究において培われてきたネットワーク及び研究成果を中心にこれらを結びつけ、①当エリアの産学官連携基盤の尚一層の強化を図ると同時に、②共同研究により成果の育成並びに技術シーズの蓄積を促進し、③環境関連分野における連鎖的な新事業・新産業の創出を可能とするシステムの構築を目指した。

これらの目標を達成するための事業計画については、事業化の強化・加速化という観点からは課題も指摘し得るものの、事業推進体制、研究開発及び資源配分等に関して、概ね妥当・適切なものであったと評価できる。

①については、研究成果の事業化に向けた地場企業との具体的な連携の構築等に課題を残すものの、その取組みは概ね適切であり、将来にわたって持続・発展し得る連携基盤の構築が概ね図られたものと評価できる。

特に、本事業を契機として、県内のバイオ関連の大学等試験研究機関をほぼ網羅するかたちで、研究者相互の事業終了後にも継続し得る濃密な人的連携ネットワークが構築できたことは、本事業のテーマのみにとどまらず、今後の熊本県のバイオ関連分野の研究開発の進展にとっても、極めて大きな財産が得られた。また、特に、共同研究事業Ⅰにおいて、大学等の研究者のほか、地元漁業者や高校生等と共同で調査・作業等を行ったことで、地域に密着した連携ネットワークが構築され、地域課題の解決という命題をもって実施された本事業ならではの特筆すべき成果が得られた。また、函館エリアとの連携について、本事業を契機として、これまで無縁であった日本の北と南で海藻を結節点として、具体的な技術交流にも発展するだけの成果が得られた。

一方で、海藻の利活用に係る研究開発や通電透析発酵システムに係る研究開発等については、本事業で蓄積された研究成果の地域での事業化に向けて、地場企業との本格的・具体的な連携ネットワークの構築・強化が必要である。

②については、研究成果の事業化に向けて課題を残すテーマもあり、各テーマの方向性及び進捗状況等に相違はあるものの、概ね適切に実施され、将来への発展可能性が多方面で見出されたものと評価できる。

共同研究事業Ⅰについては、富栄養化物質のマスバランスの把握について、広域的な海洋環境の現状及び局所的な海洋環境での短期変動について十分なデータが得られ、海域の環境を評価する重要な指標が得られた。また、環境能力評価について、海藻(草)を養殖(造成)した地点の海水及び底泥の物理化学的変動、当該海域での海藻(草)類の増殖サイクル及びバイオマスが把握された。また、有用藻類の探索について、一定量のマコンブ、ワカメが収穫可能となり、アマモ場の造成区域が拡大され、海域の水質浄化及び漁獲量の向上による水産業振興につながる成果が得られた。また、リサイクルガラスを原料とした海藻着床材及び石灰石を利用した干潟底質環境浄化材の開発については、試作を行い開発の萌芽的段階をクリアした。今後、事業化に向けて、海域での実証試験を進める必要がある。

共同研究事業Ⅱについては、海藻中の多糖類及び低分子成分等の大量調製技術が確立でき、また、抽出液の限外ろ過膜処理及び通電透析処理を用いた海藻成分の分子量による分画及び抽出液の脱塩・脱色技術が確立できた。今後、これらの技術に関する知的財産の出願、地場企業への技術移転・具体的な共同開発の進展等に向けた取組みが必要である。また、分離・精製によって得られた海藻粉末、粘性多糖類、低分子成分等について、実験動物及び培養細胞系を用いた *in vivo* 及び *in vitro* 実験で様々な機能性が見出され、将来の事業化に関して可能性のある基礎的研究成果が数多く得られた。一方で、事業化に直結し得る成果までは得られなかった点、生体機能測定という一定時間を要する内容もあり事業化に向けた知的財産の出願等に至っていない点等が課題であり、今後、地場企業の本格的参画を得て、具体的製品・開発時期等を明確化した計画的な研究開発を進める必要がある。

成果育成事業については、新規円筒膜の開発、二重膜電極装置の開発、性能試験、新規ラボ用卓上試験装置の開発等について、適切な進捗管理の下、ほぼ当初計画どおりに実施し、特許等の出願も7件行った。特に、畜産系排水処理システムについて、プロトタイプ作製、実証試験の実施を進め事業化の目途がついた。また、食品系バイオマスへの応用について、焼酎蒸留粕及び色落ちノリを原

料として、麹菌、乳酸を用いたリアクターでの実験において、GABA の生産法をほぼ確立し、健康食品・一般食品としての試作を行った。一方で、メタン発酵システムへの通電透析発酵法の導入について、実験室規模での条件設定は出来たが、実用化に向けた可能性試験ができなかったことが課題である。

また、①及び②に関連して、県においては、本事業に関連する様々な施策を複数の部局にわたって幅広く展開し、メインエリアである水俣・芦北地域においても独自の支援事業が展開された。さらに、中核機関において、経済産業省の産業クラスター計画と連携して、環境・バイオをテーマに、南九州地域での広域連携ネットワーク構築を進めた。こうした取組みについては、各プロジェクトにおける産学官連携基盤の構築及び研究開発を充実・加速させる役割を果たすとともに、今後の地域での持続的・自律的な取組みの基盤を構築したものと評価できる。

③については、①及び②に係る取組みにより、海域における環境浄化と海藻利用製品開発への供給を可能とする海藻(草)増殖と、陸域における海藻利用製品の開発、海藻のほか畜産系・食品系など各種バイオマスの処理・活用を可能とする通電透析発酵システムの開発が進化したことにより、陸域・海域が一体となった、新製品・新事業の創出を可能とするバイオマス循環システムの基盤が構築されたといえる。

今後、この基盤を、本県の産業振興に直接的に寄与する具体的・実効的なシステムに発展させ、本特定領域における持続的かつ連鎖的な研究開発及び新事業・新産業創出が図られる環境(クラスター)を形成することが必要である。そのための当面の課題として、出口(研究成果の事業化)を担う地場企業と研究機関等による広範かつ本格的な連携の強化と事業化のための具体的協働等が急務である。

総じて、本事業については、研究成果の地域での事業化等において課題も残したものの、当初の事業目標を概ね達成し、事業終了後に向けた発展可能性を多方面にわたり具体的に見出し得たことで、成功裏に完了することができたものと評価できる。

II 事業実施の背景

1. 地域性

(1) 環境問題の顕在化

自然環境に恵まれた豊かな一次産業とそれを基盤とした食品関連産業は、熊本県の経済の基幹となっているが、昨今の有明海・八代海の汚染等による水産業への被害、肥料の過剰施肥等により蓄積された土壌・地下水汚染の問題、大量に排出される廃棄物処理の問題等、県内では環境面での様々な問題が発生していた。特に、当エリアは、西部を八代海、東部を山々に囲まれた細長く急峻な地形であることから、陸上における様々な経済活動から排出される有害物が、降雨等の影響により八代海に直接流入し易く、加えて、八代海は循環が起こりにくい閉鎖系水域であるため、汚染物質の蓄積や富栄養化の進行、ひいては赤潮の発生等多くの環境面での課題を抱えていた。このような背景もあり、環境問題に対する県民意識の向上は高まりつつあり、また、自然環境は全ての経済活動の根幹でもあることから、上記産業の振興に当たって、従来法を脱する新しい技術・システムの開発及び転換が必要とされていた。

(2) 環境関連分野の産業基盤

環境関連産業は、バイオテクノロジー、ファインケミカル、プラントエンジニアリング、制御等で構成される総合技術産業であるが、当エリアにおいては、そのための必要な要素技術を有する企業群が従来から存在し、地域の産業の中心的役割を担ってきており、産業振興と環境とが深い関わりを有してきた。

すなわち、当エリアにおいては、化学、パルプ・紙などの装置関連や発酵・醸造関連の大手企業が古くから立地し、地域の産業の中核を形成していた。特に近年、これらの企業においては、本来事業に加え、バイオテクノロジー、ファインケミカル等先端分野への事業展開が活発化していた。一方、これら大手企業の工場内のプラント関連のメンテナンス等に対応する建設用・建築用金属製品等に関連する中小企業が立地していた。

また、水俣地域においては、平成9～14年の「熊本地域産業集積活性化計画」に基づき、環境ビジネス産業の育成を図るための新技術・新製品開発の拠点として、水俣市等が出資する第三セクター「(株)みなまた環境テクノセンター」が設立された。さらに、水俣市は、「エコタウンプラン」(平成13年経済産業省・環境省承認)に基づき、リサイクル・リユース関連産業の立地を促進するとともに、(株)みなまた環境テクノセンターと連携し、地元産業の環境配慮型産業への転換を促すための支援が行われてきた。

(3) 関連する自治体の科学技術振興施策等

熊本県は、平成11年策定の「熊本県科学技術振興指針(以下「指針」)」において、「環境を大切にし、いのちを守る安心・くまもとの実現」を目標の一つに掲げ、「環境関連分野」、「バイオテクノロジー関連分野」を重点5分野の中に位置づけ、平成12年策定の「熊本県工業振興ビジョン」においても、「環境関連分野」、「バイオテクノロジー関連分野」を重点5分野の中に位置づけ、科学技術振興と産業振興の連動確保及び当該分野に対する施策と予算の集中・重点化を明確化した。

一方、当エリア内の水俣・芦北地域においては、熊本県が昭和54年から継続する「水俣・芦北地域振興計画」に基づき、国、県一体となった当地域の振興に向けた各種施策が展開されてきた。第3次計画(H15 当時)においては、重点的施策として「環境と調和したまちづくり事業」が掲げられ、地域における資源循環型地域社会の構築に向けた環境と調和した産業の創出を図り、ひいては全国の中小都市のモデルとなる環境都市づくりを図ることとされた。

2. 特定領域のポテンシャル

(1) 地域先導研究における研究成果

平成11～13年度に、文部科学省の地域先導研究において、崇城大学(工学部(現 生物生命学部))を中心として、焼酎蒸留粕、大豆煮汁、夏ミカン加工廃液及び畜産ふん尿等の一次産業及び食品加工産業由来の液状有機性廃棄物を未利用資源(バイオマス)と捉え、高度な微生物制御技術を活用した処理及び再利用システム「通電透析発酵システム」の開発が進められた。通電透析発酵法を核と

する同システムは、効率性、簡便性、高付加価値物質の産出機能等、従来システムにない高い有用性が確認されており、その実用化が待望されていた。

当該技術の実用化を図るためには、微生物学的、電気化学的、材料学的等諸条件を調査研究のうえ汎用的かつ高性能なプラントに仕上げる必要があるが、当エリアには前記のとおりこれを可能とする関連企業群の集積があった。また、実用化に際しては、試作プラントを現場に導入し、データ収集等の実証試験を行う必要があるが、当エリアは本県の主要農産物である柑橘類の栽培・加工、焼酎並びに肉用牛などの生産が盛んであり、それに伴うバイオマスの排出も大量であるため、プラント導入による実証試験が容易と考えられた。

また、前記「通電透析発酵システム」は、従来困難とされてきたリン・窒素の高効率な除去・回収を可能としているため、排出源でのこれらの回収は、水域(地下水や河川、沿岸海域)への富栄養化物質の拡散防止に貢献することが期待されていた。

(2) ライフサイエンス調査研究における研究成果

熊本県では、「熊本県科学技術振興指針」の具体的重点施策の一つである「生命科学の拠点くまもとづくり」に基づき、平成11年度から、単県事業として、「ライフサイエンス調査研究」を実施した。

同事業において、平成11～14年度にかけて、前記の八代海の汚染問題等も背景として、熊本大学(教育学部、大学院医学薬学研究部)、熊本県立大学(環境共生学部)、八代工業高等専門学校等を中心として、「水産加工廃棄物の有効利用分科会」、「海洋資源研究会」、「糖質資源活用研究会」、「海洋バイオマス利用分科会」等の研究会が組織された。その中で、「海藻の森構想」が提唱されるとともに、海藻の水質浄化の機能の活用、海藻の有効成分の抽出・利用等に関連した調査研究が進められ、海域における環境浄化技術・海藻の有効利用技術等に関する新しい知見が数多く見出された。

(3) 地勢的条件

(1)による陸上から排出され拡散する富栄養化物質の抑制と、(2)による海洋に流入する富栄養化物質の浄化については、陸上から排出される富栄養化物質の量と海域において生物的に回収可能な富栄養化物質の量の双方のマスバランス(mass balance)を把握することが極めて重要であるが、当エリアは、前述のとおり、地勢的に拡散・汚染が進行しやすいという側面を持つ一方で、その閉鎖性からマスバランスの調査・測定が可能であるという特性も有しており、特定領域について当エリアで取り組む意義は非常に高いものと考えられた。

Ⅲ 事業目標及び計画

1. 事業目標

本事業は、前記事項等を背景として、それまでの各種施策を通じて形成された(株)みなまた環境テクノセンターを中心とするエリア内外の産学官のネットワーク、研究開発成果の蓄積、関連要素技術を保有する企業の集積等、環境関連分野における当エリアの高いポテンシャルを活用して、ネットワークの結合による緊密な広域ネットワークの構築、研究成果の結合による新技術・新システムの開発を推進することで、製造業のみならず、農林水産業を含めた多様な産業が融合した新たな産業の創出を図ることを目標に実施した。

具体的には、「環境保全に資する陸上と海域のバイオマス循環システムの開発」をテーマとし、地域先導研究及びライフサイエンス調査研究等において培われたネットワーク及び研究成果を中心にこれらを融合させ、当エリアの産学官連携基盤の尚一層の強化を図るとともに、共同研究により成果の育成及び技術シーズの蓄積を促進し、環境関連分野における連鎖的な新事業・新産業の創出を可能とするシステムの構築を目指した。これにより、事業終了時(3年後)及び10年後に、当エリアにおいて、以下のような都市エリアが形成されることを想定した。

○ 事業終了時(3年後)

(株)みなまた環境テクノセンターを拠点に、エリア内外の関連研究者、企業関係者、また地域の農林水産業従事者等を含めた幅広い住民の日常的かつ活発な交流が見られ、当該分野における様々な地域課題の解決を促進する、柔軟かつ緊密な産学官連携システムが構築されている。また、当事業の研究成果の事業化を契機として、新しい環境循環型産業創出の萌芽が見られる。

○ 10年後

多様な環境循環型産業の集積が進むと同時に、緊密化が進む産学官連携システムを基盤とする絶え間ない技術の高度化・高付加価値化により、自立的かつ連鎖的な産業の創出を可能とする「環境循環型都市エリア」の形成が促進され、循環型社会形成の一モデルとしてそのシステムが広く波及している。

2. 事業計画

(1) 全体事業計画

事業推進体制については、(株)みなまた環境テクノセンターを中核機関とし、研究統括、科学技術コーディネータを配置し、両者を中心に事業を推進する。研究プロジェクトごとの研究会を設置し、研究開発の進捗に応じた課題解決等を図り、円滑な共同研究を推進する。また、研究者、企業関係者、行政関係者、その他有識者等で構成する「研究推進委員会」を県に設置し、当事業全体の進捗管理・運営を行うとともに、外部評価委員による評価を通じて、適切な事業運営・成果の発現を誘導する。

研究交流事業については、当エリアを中核に、関連するエリア内のネットワーク、熊本エリアとの連携を中心としたエリア外のネットワーク等、エリア内のネットワークを基盤とした内外の多方面に及ぶ多層的かつ緊密な産学官の連携ネットワークを構築し、製造業のみならず、農業、畜産業、水産業等の幅広い産業が融合した新規かつ多様な環境循環型産業が連鎖的に創出される基盤を整備する。また、先行技術調査、マーケティング調査等を実施することにより、共同研究事業及び成果育成事業の円滑な推進、成果の発現に資するとともに、県により実施する「環境循環型都市エリア創造促進事業」を本事業の一環として位置付け、一体的な実施を通じて、当エリアにおける連携基盤整備の促進を図る。

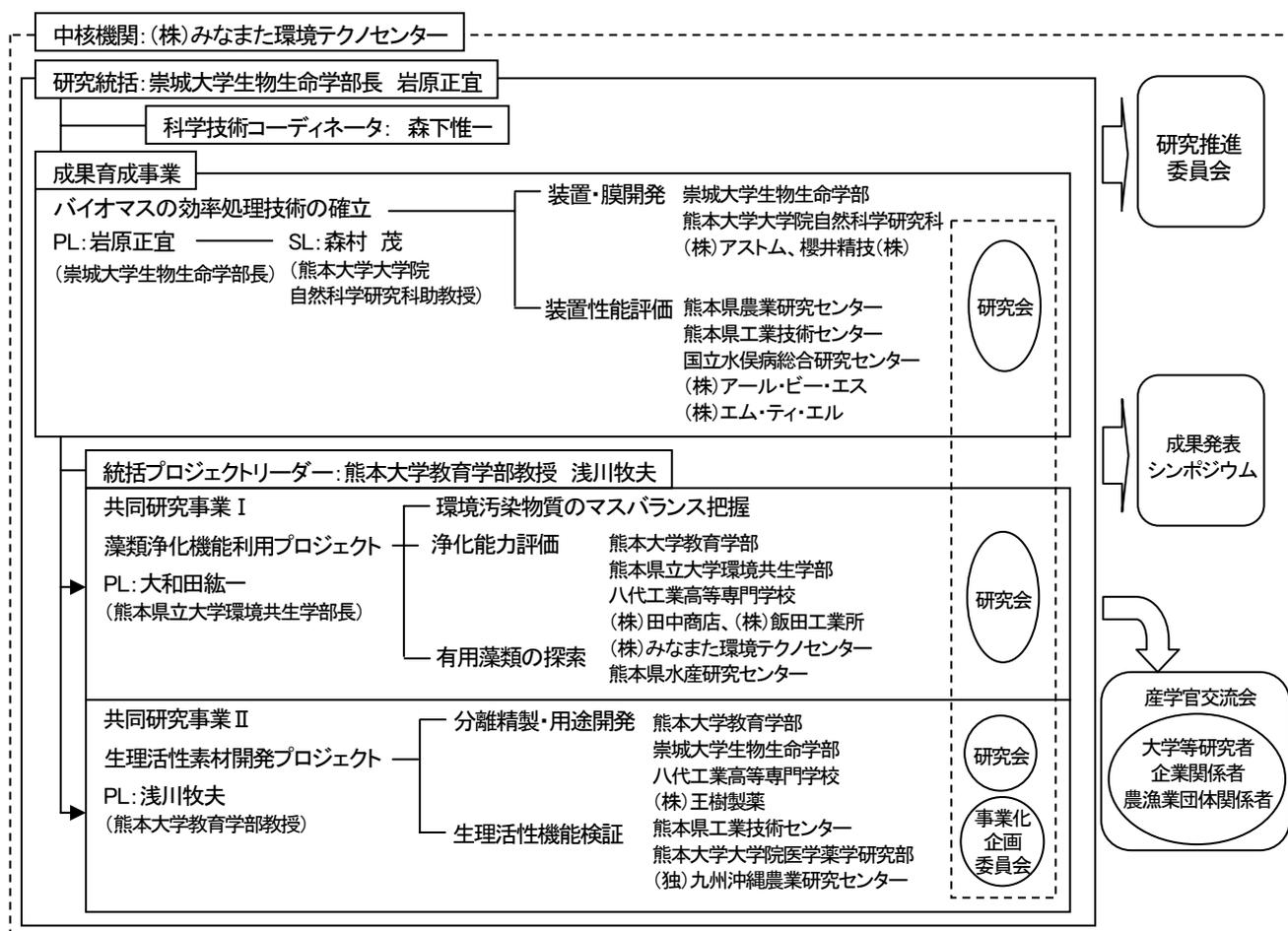
共同研究事業については、海域における新規な環境浄化システムとして、海藻類を活用した環境にやさしい富栄養化物質の生物学的回収法の開発を図る。また、海域環境浄化に活用した藻類資源を有用なバイオマスと捉え、成果育成事業により開発する新規通電透析発酵システム等を用いて含有する生理活性素材を抽出し、その用途開発を行う。さらに、成果育成事業において生産される有用物質についても、生理活性素材としての利用技術を開発するとともに、これら生理活性素材を生化学的に検証し、高付加価値品の産出を図るなど、各種バイオマスの高度な二次利用法を確立する。具体的には、①藻類浄化機能利用プロジェクト(富栄養化物質のマスバランス把握、浄化

能力評価、有用藻類の探索)、②生理活性素材開発プロジェクト(分離精製・用途開発、生理活性機能検証)という2つのプロジェクトについて、それぞれ共同研究を行う。

成果育成事業については、地域先導研究で開発した通電透析発酵システムを成果育成研究により育成し、同システムの高性能化、汎用化及びプラント化を行うとともに、プラントレベルでの高効率な有用物質の生産・回収、有害物の除去・回収を可能とする「バイオマスの効率処理技術」の確立を図る。具体的には、現行システムの中核であるイオン交換膜も含めた通電透析発酵装置の効率性の向上に必要な微生物学的、電気化学的、材料学的諸条件等を調査研究のうえ、一日当たり1～10 kL の処理が可能で、中小規模の事業所でも導入可能な実用プラントを開発し、この実証を行う。さらに、システムの確立のために、装置の生産・市場性・流通システム等に関する調査研究も併せて実施する。

(2) 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)トクヤマ	崇城大学工学部	熊本県工業技術センター
	櫻井精技(株)	熊本大学教育学部	熊本県農業研究センター
	(株)アール・ビー・エス	熊本大学大学院医学薬学研究部	熊本県水産研究センター
	(株)エム・ティ・エル	熊本大学大学院自然科学研究科	国立水俣病総合研究センター
	(株)田中商店	熊本県立大学環境共生学部	(独)九州沖縄農業研究センター
	(株)飯田工業所	八代工業高等専門学校機械電気工学科	
	(株)王樹製菓	八代工業高等専門学校生物工学科	
	(株)みなまた環境テクノセンター		

現時点	(株)アストム※ 櫻井精技(株) (株)アール・ビー・エス (株)エム・ティ・エル (株)田中商店 (株)飯田工業所 (株)王樹製薬 (株)みなまた環境テクセンター	崇城大学生物生命学部※ 熊本大学教育学部 熊本大学大学院医学薬学研究部 熊本大学大学院自然科学研究科 熊本県立大学環境共生学部 八代工業高等専門学校機械電気工学科 八代工業高等専門学校生物工学科	熊本県工業技術センター 熊本県農業研究センター 熊本県水産研究センター 国立水俣病総合研究センター (独)九州沖縄農業研究センター
-----	---	---	---

※ (株)アストムは、(株)トクヤマと旭化成(株)の統合企業。

※ 崇城大学において、平成17年度に工学部から分離独立して生物生命学部設置。

(3) 共同研究

① 共同研究事業Ⅰ

ア 富栄養化物質のマスバランス把握(当エリア海域の海藻を含む生物生産量と陸上から海域に流入する物質のマスバランスの調査・分析)

八代海においては、過剰な有機物や窒素・リン等の栄養塩によって環境汚染が進行しており、海域の窒素及びリンの物質収支を把握することは、海域の環境を評価するうえで重要な指標となる。本研究では、陸上から流入する栄養塩と養殖漁業によって海域に付加される栄養塩の動態を、周辺の人口、漁業生産量、工業生産量及び海水等の実測から算出する。

イ 浄化能力評価(海藻の光合成能力の測定、バイオマスとしての海藻増殖率測定、栄養塩類の吸収速度、小型餌料生物の種類検討による環境修復能力の評価)

海藻は、光のエネルギーを利用して二酸化炭素を吸収し、窒素やリン等の栄養塩を摂取して増殖するが、その際に環境海水中の窒素やリンなどの栄養塩をどのような条件でどの程度取り入れて有機物に変換するかについての評価システムは確立していないことから、海藻の光合成能力の測定、バイオマスとしての海藻増殖率測定、栄養塩類の吸収速度等の定量的な測定を通じて浄化能力評価を行う。

ウ 有用藻類の探索(生理活性素材となる成分を多く含む有用藻類の探索及びその養殖による海藻類の効率的な生産方法の検討)

北海道等の寒流海域と異なって、天草島嶼及び八代海は温暖であることから、多種類の未利用海藻が存在している。熊本県水産研究センターでは平成14年に未利用の褐藻類クロメから抗菌物質を分離し、医薬・医療素材の開発と八代海域での大量養殖に乗り出している。このように当エリア海域には有用な海藻が存在する可能性が極めて高い。有用海藻を探索して、その中に含有される生理活性物質の有効利用を図り、その養殖を進めることにより、エリア地域の環境浄化とともに水産業の振興にも寄与する。

② 共同研究事業Ⅱ

平成11～13年度に崇城大学を中心に実施された地域先導研究「バイオマス有効利用のための高度な微生物制御技術に関する基盤研究」の成果に基づいて、On Site 処理・循環利用の環境技術開発が可能になった。この技術により、食品加工産業から排出されるバイオマスをγ-アミノ酪酸やβ-D-グルカンなどの生理活性素材に変換することが可能となった。一方、共同研究事業Ⅰ「藻類浄化機能利用プロジェクト」において増・養殖して得られた海藻(コンブ、ワカメ、ノリ等)も同様に薬理作用物質や抗酸化性物質などの生理活性素材を多く含んでいる。

これらの生理活性素材を、通電透析発酵法等の活用により効率よく抽出・分離・精製し、その有効性と安全性を確認して、人の健康や食の安全に関わる製品化の可能性について研究する。また、電気の爆発的エネルギーを用いた非加熱で瞬間短時間の衝撃波殺菌法を活用して粉体表面の細菌を殺菌することにより、素材の効率的産出と併せて流通時の品質安定性の向上が可能となる。これにより、環境保全技術の過程で産出される物質が生理活性素材として高付加価値を産み出し、陸と海の循環型ゼロエミッションのシステムを構築することができる。なお、具体的には以下の研究を進める。

【分離精製・用途開発】

- ・ バイオマスに微生物を作用させることにより得られた生理活性素材の利用技術開発
- ・ 藻類に含有する生理活性素材の工業的製造法の開発
- ・ 生理活性素材の利用分野開発・実用化(生活習慣病等予防保健剤、皮膚保湿維持剤、老人食用咀嚼・嚥下剤、動物試験用経口投与助剤、葉面散布剤、土壌改良剤、水産養殖用ミネラル剤、疾病防止改善剤等)

【生理活性機能検証】 上記生理活性素材の機能検証・安全性検証

③ 成果育成事業

新規通電透析発酵システムの開発に関して、焼酎蒸留粕、大豆煮汁や夏ミカン廃糖蜜を利用し、 γ -アミノ酪酸、L-乳酸、クエン酸、 β -D-グルカン、生分解性プラスチック、オーラプテン等の有用物質の効率的な生産法をベンチスケール規模で開発している。また、豚や牛の尿尿から窒素・リン・ミネラル類を回収、色素を除去し、液体肥料を製造するとともに、処理水を農業用水や畜舎等の洗浄水として利用するシステムを確立した。一方、環境汚染物質である有機水銀をバイオマス中や環境から回収・除去する微生物の単離とバイオリアクターの開発を研究室レベルで成功している。

本事業では、この新規通電透析発酵装置の適応範囲を広げ、環境浄化の結果生産される水産資源の機能性成分分離などに着手し、広く物質循環のキーテクノロジーとして育成していく。

そのためにシステムの処理規模を1~10 kL/日と各種バイオマスに最適なシステムを開発する。その際、システムの汎用化と高性能化のために、新規なイオン交換膜の開発を行うと同時に、システムの確立のために、装置の生産・市場性・流通システム等に関する調査研究も併せて実施する。

④ 可能性試験

エリア内を中心とした環境関連技術に係る研究シーズ、技術ニーズの探索・発掘を行い、事業化の有望な案件について、開発課題のブレークスルーの可能性を評価することとした。選定に当たっては、大学に存在する研究シーズについて、地域の産業における活用が望まれ、事業展開への積極的な要求があるか否かに重点を置いた。

【平成15年度】

《八代地域のい草の新規用途開発への可能性試験》

- ・ い草加工品の抗菌作用についての可能性試験

い草及びい草加工品の抗菌性や害虫忌避等についての検査を行い、一般に言われている効果及び新しい機能性等を崇城大学(工学部応用微生物工学科)において検討した。

- ・ 食品又は機能性成分素材としてのい草生産方法検討

現在、生産量が低落し危機的状況下にある八代地域特産のい草について、機能性素材として利用するための生産方法の検討を行う。崇城大学が中心となり、無農薬、促成栽培方法等を農家に委託し、生産されたい草の機能性や飼料・健康食品としての利用等について、崇城大学(工学部応用微生物工学科)において可能性を探る。い草の健康飲料化の可能性が生まれ、健康食品としての成果が生まれている。

【平成16年度】

《水質浄化機能を持つ製品に関わる可能性試験》

河川工事等で、3方張りと呼ばれるコンクリート構造に対して、人工的に製造した素材・工法によっても、自然の浄化機能を模倣することで、より効果的に生態系を補足・強化できる低価格で品質・性能の安定した工業製品の可能性を探索した。従来の碎石等に代わる「多孔質コンクリート形成物」を使用し、河川等の水流を利用してせせらぎを再生することにより、水中の微小生態系の再生、水質の改善効果を崇城大学(工学部環境建設工学科)において試験した。その結果、「多孔質コンクリート形成物」はERBという名称で商標及び特許化につながり、販売を開始している。

(平成17年度は実施なし。)

IV事業成果等

1. 産学官連携基盤の構築状況

(1) 広範な連携ネットワークの構築

本事業は、県内のほぼ全てのバイオ関連の大学等試験研究機関を網羅して、その研究者が、一つの特定領域の下、正に陸域と海域でのバイオマス循環システムという流れの中で、新たに参集・連携して研究開発を推進するという、県内でも事実上初の試みであった。本事業において、日常的な研究活動のみならず、プロジェクトごと(2~3ヶ月ごと)、また全プロジェクト合同で開催した研究会(6ヶ月ごと)での議論・交流を通じて、課題・問題点等の協議・解決、新たな知見の獲得等が行われる中で、事業終了後も継続し得る研究機関・研究者間の直接的かつ濃密な人的連携ネットワークが広範に構築された。

(2) 地域に密着した連携ネットワークの構築

共同研究事業Ⅰにおいては、水俣市、芦北町、津奈木町といった地元市町の主体的関与の下に事業が進められた。加えて、本事業の成果発表会への水俣市漁協の漁業者の多数参加に象徴されるように、同プロジェクトは、地元漁業者の連携・協働によって推進されたものである。さらに、地元芦北高校の教職員・生徒も学習活動の一環として調査研究に協力するなど、環境再生と地域産業の振興に関して、通常の産学官連携の枠を超え、地域コミュニティから主体的・自発的に勃興し、産学官と地域住民とが一体となった、「顔の見える信頼関係」に基づいた持続的な連携(協働)関係が育まれた。

(3) 広域的な連携ネットワークの構築

科学技術コーディネータのネットワークを活用して、平成15年度から、同類の特定領域である函館エリアとの交流・連携を進めた。特に、海藻利用についての技術陣の派遣・意見交換会等を通じた交流により、相互の信頼関係が構築された。さらに、県内での技術交流会等において函館エリアの研究機関の特性を公開し、沿岸での藻場再生技術について、県内の不二高圧コンクリート(株)と函館の(有)菅原海洋開発工業とのマッチングに発展させた。具体的には、(有)菅原海洋開発工業と函館工業技術センターが開発した「SSK藻場礁」の技術と、不二高圧コンクリート(株)が有する多孔質コンクリート製造技術と融合させて、八代海・有明海等に特徴的に広がる干潟においても沈降しない藻場礁や魚礁が開発された。

また、平成17年度に、(株)みなまた環境テクノセンターにおいて、産業クラスター計画の一環である九州経済産業局の「広域的新事業支援ネットワーク拠点重点強化事業」に提案し、同センターを核とした、環境・バイオテクノロジーに関する広域連携ネットワークを構築する「南九州環境・バイオネットワーク構築事業」として採択された。この事業において、新たにクラスターマネージャーを設置し、熊本・鹿児島・宮崎の3県に渡る産学官の広域連携を推進するための企業のマッチング等を進めたことにより、工業分野での広域的な産学官連携ネットワークの構築が促進され、本事業で構築された産学官の連携ネットワークの拡大・発展の可能性とともに、本事業の研究成果について、広範な地域における新たなニーズにも対応した事業化展開等の可能性が見出された。

2. 研究開発

(1) 進捗状況

① 共同研究事業Ⅰ(藻類浄化機能利用プロジェクト)

共同研究事業Ⅰは、海域における新規な環境浄化システムとして、海藻(草)類を活用した環境にやさしい富栄養化物質の生物学的な回収方法の開発を進めた。

平成15年度は、当該海域の水産業の状況把握、海域の環境状況及びその変化に係る情報収集を行った。そこで得られた情報から、富栄養化物質の回収剤としてマコンブ及びアマモを選定し、養殖及び造成地点の現場調査を開始した。また、それら海藻(草)類の増殖支援基材として、石灰石及びリサイクルガラスを選定し、それぞれラボ規模での加工等に対する予備試験を開始した。また、八代海の広域的及び局所的な海洋環境における長期的及び短期的変動に係る調査分析を行った。

平成16年度は、水俣・恋路島周辺海域でマコンブ及びワカメ養殖を開始し、生長比較のため、八代海中部域のマダイ養殖場周囲海域でのマコンブ養殖を試みた。その結果、水俣恋路島周辺で約1,400kg、マダイ養殖場周囲で約1,300kgのマコンブを収穫し、共同研究事業Ⅱに試料として引き渡し

た。また、両海域でのマコンブ生育状況及び海洋環境変動について調査分析を行った。また、芦北町でのアマモ場調査において、種子採集(6月)、種子選別(7月)、播種及び栄養株移植(12月)を行った。その後、移植株及び播種後の発芽した若芽の生育状況を継続的・経時的にモニタリングし、移植に関しては順調に生育していることを確認した。移植地点及びアマモ場については、生育状況及び海洋環境に関して調査分析した。八代海海域の広域的及び局所的な海洋環境調査に関して、夏季に溶存態無機窒素及びリン等の栄養塩濃度は一般的に表層で低く、珪藻類の細胞数が非常に少ないにも拘わらず、ラフィド藻 *Chattonella* 等による赤潮が発生したため、溶存態有機窒素及びリンが赤潮の発生に関連している可能性を考察した。リサイクルガラス及び発泡剤の配合を検討し、海藻養殖基材の試作を行い、海藻孢子の定着予備試験を試み、ラボ規模で2週間までの生育が認められた。石灰石を素材とする循環浄化システムをラボ規模で試作し、養豚排水の水質浄化能力をテストした。

平成 17 年度は、水俣・恋路島周辺海域及び西湯の児フィッシングパーク周辺海域で養殖方法に係る検討を加え、マコンブ及びワカメ養殖と、試験的にクロメ養殖も試みた結果、前年度並のマコンブ及び前年度以上のワカメを収穫し、共同研究事業Ⅱに試料として引き渡した。養殖方法の異なるマコンブ生育状況、クロメ生育状況及び海洋環境変動についても継続して調査分析を行った。また、芦北町でのアマモ場調査・造成において、種子採集(6月)、種子選別(8月)を行い、播種及び栄養株移植(12月)に向けて、藻場造成を広範囲に進めるべく計画を進めた。前年度の移植地点及びアマモ場について、生育状況及び海洋環境に関して調査分析を行った。八代海海域の広域的及び局所的な海洋環境調査に関しては、有機炭素及び前年度に考察した溶存態有機窒素及びリンの役割について、分子量分画をし、その濃度変動と現場での植物プランクトンとの関連性を詳細に検討した。リサイクルガラスの海藻養殖用基材について、加工条件及び形状に検討を加え、ラボ規模での海藻定着試験は7週間までの生育が認められた。海洋での実証試験を実施し、循環浄化システムについて、ラボ規模の浄化機能及び干潟の微細藻類と貝類の生育との関連性を検討した。

② 共同研究事業Ⅱ(生理活性素材開発プロジェクト)

共同研究事業Ⅱは、「海藻の森」構想を基盤として海藻成分の生理活性機能に着目し、その機能性を最大限に活かすことのできる技術開発及び事業化を進めることを目標とした。具体的には、各種海藻から機能性成分の効率的及び大量抽出・分離・精製技術を確立し、これら各成分の生理活性機能評価及び海藻類の家畜に対する生理活性機能を検証し、用途開発を行った。また、海藻の発酵化による新規海藻発酵食品の開発を試みた。

平成 15 年度は、海藻成分の効率的抽出の基礎的な条件を明らかにした。さらに、多糖類抽出時のエタノール非沈殿画分を限外ろ過膜によって分子量の違いにより成分ごとに分離した。生理活性機能評価においては、コンブ、ノリ、ワカメ等の海藻粉末に高血圧抑制作用、血中脂質濃度減少作用等を見出した。さらに飼育豚にアスコフィラム・ノドサム添加飼料を給与した結果、背脂肪厚減少及びと畜後のロース肉中過酸化脂質の産生が抑制される結果を見出した。

平成 16 年度は、海藻の細胞組織を軟化・分解後にセルラーゼ分解酵素及びタンパク質分解酵素系を用いた抽出技術を確立した。海藻の生理活性機能検証の結果、コンブ、トサカ、ワカメ粉末に高血圧抑制作用、高脂血症抑制作用、高血糖抑制作用、色落ちノリ抽出物沈殿画分に脂質吸収緩和作用、色落ちノリ抽出物分子量 5000 以上画分に抗酸化能、ワカメ(メカブ)多糖類精製物 D 画分に貧食白血球に対する走化活性と血管透過性亢進を見出した。また、色落ちノリ粉末が飼育豚の飼料摂取効率を上昇させ、と畜後のロース肉中過酸化脂質を低推移に導いた。さらに、クロメのフロロタンニンが酸化及び暑熱ストレスに曝された胚の発生低下防止に有効であることを見出した。生理活性物質 GABA を富化した焼酎粕に明らかな血圧上昇抑制作用が確認された。

平成 17 年度は、海藻から多糖類及び低分子成分を大量に調製するシステムを確立した。得られた海藻多糖類は特有の粘性、乳化性、保湿性を有し、食品に添加することにより食品の加工適正を改良・拡大・強化できることが分かった。海藻由来素材の生理活性について、ワカメメカブ精製物 D 画分の血管透過性亢進活性は、ワカメメカブ D 画分がハーゲンマン因子・カリクレイン・キニン系において接触活性化を引き起こし、その結果ブラディキニンを遊離することで起きていることが確認された。また色落ちノリ抽出物(分子量 1000 以下画分)がインスリン様作用活性を持つことが見出された。更に、暑熱が付加された牛の体外受精系にクロメフロロタンニンを添加することにより、暑熱ストレスの影響軽減作用が確認された。発酵化による新規な海藻食品の開発については技術的な方法が確立された。

③ 成果育成事業(バイオマスの効率処理技術の確立)

成果育成事業は、平成 11～13 年度に実施した文部科学省の地域先導研究の成果を実用化に向けて発展させることを目標とした。具体的には、「(ア)新規な通電透析装置・システムを開発し、環境保全への実用化」、「(イ)本装置・システムの性能評価を行い、その研究結果を「ア」にフィードバックする」という 2 つのテーマを中心に事業を実施した。

平成 15 年度は、小径の円筒状イオン交換膜(2種)を開発した。さらに、その小径と中径の円筒膜を組合せた新規な二重円筒型イオン交換膜電極を試作した。一方、プロトタイプの新規電気透析装置を 5 台開発し、各研究機関で標準の無機・有機系イオン溶液、畜産系排水、モデル廃水などを用いて、性能評価を行った。

平成 16 年度は、各種ミネラル、有機酸、アミノ酸、焼酎蒸留粕、メタン発酵消化液等について、「円筒型イオン交換膜電極」の性能試験を実施し、製品化の可能性を確認した(特許出願)。また、円筒膜汚染防除、着色物質除去法の開発(特許出願)を行った。さらに、実証試験のための「畜産系排水処理用プレ実用機」の設計を完了した。

平成 17 年度は、「畜産系排水処理用プレ実用システム」を用いた実証試験の実施と製品化を目的として、そのシステムによる処理性能を検証した。一方、多目的使用可能な「ラボ用卓上型試験装置」の製品化のための試作品を開発した。これらの装置・システムを「ECO-EXPERT」と命名し商標登録した。一方、色落ちのりの抽出液を用いて、麹菌又は乳酸菌による γ -アミノ酪菌(GABA)の生産条件を確立した。さらに、平成 17 年 10 月にフランスで開催された食品・環境分野の「Nat expo」に、実証試験システムの模型及び資料を出展し、農業・環境分野や食品分野への導入を PR した。

(2) 研究成果等

① 主な研究成果

ア 共同研究事業 I

○ 富栄養化物質のマスバランス把握

当初計画のとおり、当エリア海域の海藻(草)等の生物生産量及び海域流入栄養塩類の調査分析を、関係機関及び地域漁業従事者等との連携により行い、広域的な海洋環境の現状及び局所的な海洋環境での短期変動について十分なデータを得た。

○ 浄化能力評価

バイオマスとしての海藻(草)増殖率の測定、栄養塩類吸収速度等の環境修復能力の評価を行い、養殖(造成)した地点の海水及び底泥の物理化学的変動、当該海域での海藻(草)類の増殖サイクル及びバイオマスを把握した。

○ 有用藻類の検索

マコンブ、ワカメなどの海藻類とアマモなどの海草類の選定を行い、海藻(海草)養殖(造成)に効率的な生産方法を検討し、地域の連携を構築した。これに合わせて、リサイクルガラス及び石灰石を原料にした海藻着床材及び干潟底質改良材を試作し、開発における萌芽の段階をクリアした。また、地場の民間企業から木毛コンクリート板の提供を受け、マコンブ養殖用基盤材としての実証を行い、良好な成果を得た。

○ 論文等

学術論文 7 報、学会発表 10 回、報告書 3 報

イ 共同研究事業 II

○ 各種海藻からの有効成分の抽出・分離・分画・精製法の開発

海藻から効率的に有効成分を抽出するために、海藻組織の軟化・分解法、前処理及び抽出方法の条件を検討し、高収率で多糖類及び低分子成分を大量調製する技術を確立した。抽出液中の海藻色素及び塩類については、成果育成事業で開発された通電透析法を用いて除去する方法を開発した。

○ 海藻多糖類の粘性、乳化性、保湿性等のレオロジー特性と食品への応用

海藻多糖類の粘性、乳化性、保湿性等のレオロジー特性の研究において、紅藻類由来の多糖類の粘性が特徴的に高く、さらにトサカノリ及び色落ちノリ多糖類を添加した乳化液は非常

に高い乳化安定性を示した。また、海藻多糖類の保水性は乾燥状態(相対湿度 35%)では化粧品素材として広く用いられているヒアルロン酸に匹敵する保水率を示した。これらの結果、海藻多糖類は特有の粘性を有し、種々の食品に添加することで、その食品が本来持つ加工適性をさらに改良、拡大及び強化することが明らかになった。

○ 新規海藻発酵食品の開発 (特許出願予定)

食味や健康に対する機能性を付加した新規な海藻食品の開発を目的で、発酵・醸造技術を基盤とした新規海苔発酵食品の開発を行った。得られた発酵産物には、グルタミン酸、タウリン、分子量の異なるオリゴ糖やオリゴペプチドが多く含まれ、長期に発酵・熟成した本格醸造の醤油の香味とウニ卵様の甘みを混ぜ合わせたような独特の呈味性を有していた。平成 18 年度以降に地場企業と共同で機能性を備えた新規海苔発酵食品の商品化を計画している。

○ 海藻多糖類の生活習慣病の改善効果

コンブ、ノリ及びワカメの海藻粉末を投与した動物実験において、血圧低下作用、抗高脂血症作用等の生活習慣病に対する有効性が示され、腸管からの糖の吸収抑制がみられたことで、海藻粉末中に生活習慣病の予防・改善に関与する物質が含まれていることを明らかにした。

○ 生理活性多糖類の白血球走化活性促進・免疫増強効果

ワカメ(メカブ)多糖類は 4 画分(A~D 画分)に分離でき、D 画分は貧食白血球に対して走化活性を示し、モルモット皮内での血管透過性の亢進を促進した。白血球走化に関わる受容体はエラスチンペプチド受容体と推察された。ワカメメカブ D 画分と同様の生理活性を有する画分は、コンブ及びガゴメコンブからも得られた。ワカメメカブ D 画分の白血球走化性及び血管透過亢進性は、ハーゲンマン因子・カリクレイン・キニン系での接触活性化を引き起こし、その結果ブラディキニンが遊離することで起きていることが確認された。

○ 海藻成分の抗肥満作用、抗酸化作用、インスリン様作用に関する研究

色落ちノリ抽出物 75%沈殿画分に強い膵臓リパーゼ阻害活性がみられた。また、色落ちノリ抽出物 75%エタノール非沈殿画分(分子量 5000 以上の画分)に高い抗酸化能が認められた。さらに、分子量 1000 以下画分に強い抗血糖作用が認められた。これらの結果から、海藻中には脂質代謝改善作用及びインスリン様作用を有する成分が含まれていることが明らかになった。

○ 海藻粉末が肥育豚、哺乳子牛に及ぼす影響、及びフロロタンニンが胚発生、酸化ストレスに及ぼす影響

LWD 交雑種飼育豚(去勢♂)に、アスコフィラム・ノドサム、色落ちノリ及びコンブ粉末を添加した飼料を給与した結果、背脂肪厚は減少し、と畜後のロース肉中の過酸化脂質は低く推移した。また、ホルスタイン種新生子牛に 0.5%色落ちノリを混合した代用乳を 45 日間給与した結果、哺乳子牛の嗜好性は良好であり、成長促進を促した。クロメフロロタンニンについて、酸化及び暑熱ストレスに曝された胚の発生低下防止、細胞数回復及び細胞内活性酸素軽減化に有効であり、暑熱ストレスの影響を軽減する作用が確認された。

○ 海藻の微細化技術、液化、抽出技術の開発

複数の酵素で海藻を消化することにより海藻の細胞壁が部分的に破壊された。機能性成分の工業的抽出には弱酸性条件下で 100°C以下が最適であった。また、pH4 以下では糖質成分がオリゴ糖化するが、硫酸基の脱離はほとんどないことが判明した。

○ 海藻多糖類分解のための貝類酵素の利用とオリゴ糖化

プロテアーゼを主成分とする市販酵素製剤(オリエンターゼ)によりノリの液化を確認した。また、軟体動物(アメフラシ、タマキビガイ、ジャンボタニシ)の酵素により 50°Cでノリが液化し、マンビオース、マントリオース等のオリゴ糖の生成が認められた。

○ 焼酎粕等からの健康食品素材の開発及び評価 (特許出願予定)

成果育成事業で開発したリアクターにより、焼酎粕より生理活性物質 GABA の連続的産生条件を検討した。得られた GABA 調製物を SHR ラットに投与した結果、明らかな血圧上昇抑制作用が確認された。さらに、色落ちノリから微生物による分解で生理活性物質含有サプリメント素材の製法を開発した。

○ その他の試作品

ノリポリフィラン入り石鹸・ドレッシング、海藻コルク様ボード、海藻紙、海苔発酵食品、防湿スプレー等

- 論文等
学術論文 7報, 学会発表等 10回
- 展示会出展等
「熊本大学研究シーズ公開シンポジウム」(2003年)、日本水産学会九州支部例会「海藻の森構想」発表(2004年)、「熊本大学研究シーズ公開シンポジウム」(2004年)、九州ブロック産学官連携ビジネスショウ(2004年)、九州食料産業クラスター形成促進技術フェア(2005年)

ウ 成果育成事業

- バイオマスからの有用物質の生産・回収、有害・過剰物質の除去・回収システムの実用規模での実証試験
畜産系排水処理用の装置・システムを中心に、実用規模での実証試験を約 50 バッチ実施し、事業化に向けた多くのデータを得るとともに、「新規電気透析プレ実用機」(ECO-EXPERT)の試作に成功した。本システムは、畜産系排水処理用やメタン発酵消化液処理用としての実用化が期待できる。
- 新規通電透析発酵装置の試作
各種バイオマスに対応できる新規円筒状イオン交換膜ユニットを開発し、その性能評価を実証後、「卓上型ラボ用多目的電気透析装置」を試作した。本装置は、処理排水用、スラリー系バイオマス用、食品系バイオマス用、環境中からの重金属除去・回収用等として提供できる。
- その他の試作品
二重円筒膜電極装置、多目的対応円筒状イオン交換膜、効率的 GABA 生産用バイオリクター
- 特許等(7件)
野菜若しくは果実ジュースの成分調整方法(特願 2004-280265)、イオン交換膜・電極組立体(特願 2005-47204)、電気透析装置(特願 2005-47205)、電気透析用電極装置(特願 2005-109616)、尿尿の処理方法(特願 2005-227996)、海藻抽出液の濃縮方法(特願 2005-238448)、ECO-EXPERT(商願 2005-83801)
- 論文等
学術論文(和文) 2報、学術論文(英文) 2報、学会等発表 23回
- 展示会出展等
「くまもと産業戦略フォーラム」(2005年)、「九州バイオサイエンスシンポジウム～疾患プロテオミクス最前線」(2005年)、「国際バイオクラスターシンポジウム・交流会 JETRO BIOLINK FORUM 2005～Connecting the BioTech World」(2005年)、「Nat EXPO2005」(2005年)、「エコ・テクノ 2005」(2005年)、「九州食料産業クラスター形成促進技術フェア」(2005年)、「地域発先端テクノフェア 2005」(2005年)

② 事業化事例、及び事業化可能性が見出された事例

ア 共同研究事業Ⅰ

- 海藻着床材・小型養殖用海藻礁
ガラス瓶リサイクル工場で排出される環境負荷の少ないリサイクルガラスの特性を活かし、基本的性能に係る試験等の萌芽的段階をクリアし、当素材としての可能性を見出した。

イ 共同研究事業Ⅱ

- 海藻多糖類等の大量調製システムと食品素材としての起業化
海藻からの多糖類及び低分子成分等の大量調製技術が確立できたため、地場企業と海藻多糖類の食品素材としての販売、多糖類を用いた食品開発、色落ち海苔を用いた新規海藻発酵食品の商品化等に係る共同研究を継続する予定である。
色落ち海苔等からの機能性食品素材の具体的な開発に関しては、平成 17 年度内を目途に、地場企業とプロジェクトリーダーである浅川牧夫熊本大学教育学部教授との間で共同研究契約を締結する予定である。また、色落ち海苔を用いた新規海藻発酵食品の商品化に関して、平成 18 年開設予定の「くまもと大学連携インキュベータ」等を利用して、平成 18 年度中に研究開発及び商品化等を行い、数年内を目途に起業化を目指す。

○ 海藻の家畜分野、特に養豚用飼料への利用と商品化

暑い九州・沖縄の夏季に飼育される豚は南九州特有の暑熱ストレスを強く受け、肉質改善が生産性向上の鍵であるが、肥育去勢豚にアスコフィラム・ノドサム、ノリ及びコンブ粉末を飼料に添加して与えた結果、豚体の抗酸化機能が高まり、背脂肪厚が減少し、と畜後の肉中の脂質過酸化物は低く抑えられた。暑熱ストレスを強く受ける九州・沖縄地域での養豚において、海藻粉末の飼料への添加は高品質の豚肉を生産するうえで有効であり、産地特産化にもつながると考えられる。また、家畜初期胚の効率的培養過程において、活性酸素ストレス軽減作用を有するクロメフロタンニンの利用が考えられ、受精率の向上が期待される。

○ 海藻成分を含んだ健康食品・健康飲料等の開発

海藻成分中に、高血圧、高脂血症、高血糖抑制等の生活習慣病に効果のある成分やインスリン様作用を示す物質、脂質吸収緩和作用を有する物質の存在が明らかになり、ワカメメカブ多糖類(D画分)に、ヒト白血球細胞の遊走活性促進及び血管透過性機能を持つ成分の存在が明らかになった。生活習慣病や高齢者介護食の開発、ヒトの真菌や細菌感染症及び悪性腫瘍に対する予防効果を有する飲料サプリメントとしての利用、家畜やペットに感染予防ワクチンを接種する際に免疫効率を高めるアジュバントとしての利用が可能と考えられる。

ウ 成果育成事業

「新規電気透析プレ実用機」(ECO-EXPERT)を試作しており、本システムは、畜産系排水処理用やメタン発酵消化液処理用としての実用化が期待できる。また、各種バイオマスに対応できる新規円筒状イオン交換膜ユニットを開発し、その性能評価を実証後、「卓上型ラボ用多目的電気透析装置」を試作しており、本装置は、処理排水用、スラリー系バイオマス用、食品系バイオマス用、環境中からの重金属除去・回収用等として提供できる。

エ 研究交流事業

○ 水俣市漁協による海藻養殖事業

共同研究事業 I に関連して、水俣市漁業協同組合が開始した海藻養殖事業は今後、生海藻の販売を視野に入れた事業化を進める予定である。

○ 水質浄化機能を持つ製品に関わる可能性試験

平成16年度の可能性試験で検討を行った「多孔質コンクリート形成物」は、水中の微小生態系を再生し水質の改善効果を確認できたため、特許及び商標を申請した。現在、(株)不二高圧コンクリートが主体となって、事業展開を行っている。

③ その他特筆すべき成果

成果育成事業に関連して、平成 10 年に地域先導研究のフィージビリティスタディにおいて、「農業・食品・環境・電気透析」をキーワードとした先進地視察の訪問国としてフランスを選択して以来、熊本県との多くの共通点を見出し、地域間での産業・学術交流を実施してきた。特に、平成 15 年度から3年間にわたり、JETRO(日本貿易振興機構)のローカル・トゥ・ローカル産業交流事業の採択を受け、食品・環境バイオ産業分野の先進地であるフランスとの産業交流事業を実施した。

平成 17 年度には、10 月 13 日から 20 日まで、関連の企業、研究機関等からなる熊本市食品バイオ産業フランスミッションを派遣し、パリで開催されたバイオ・環境・自然食品の国際見本市(Nat EXPO)出展をはじめ、各都市での商談、現地企業や研究機関との交流等を行った。

Nat EXPO2005(パリ)においては、本事業で開発した「ECO-EXPERT」システムの模型や説明用パネルを展示し、製品・技術の紹介を通じて、ビジネスパートナーとの出会いや PR を図った。また、本プロジェクトの参加企業である(株)アストムの出資会社・ユーロディアが、フランスにおいて、電気透析システムの製造・販売を行っており、今後の EU 地域への展開が期待できる。

一方、崇城大学では、ブルゴーニュ大学エンスバーナ校及びフランス国立農業研究所(INRA)と食品バイオ分野を中心とした学術交流協定を、バイオ産業大学(EBI)と食品バイオ、化粧品の評価技術などの分野での学術交流協定を締結し、今後、学生や教員、地域の企業研究者の相互派遣を行うとともに、将来的な共同研究も視野に入れて交流を行っていくこととしており、これらの人材交流を通じて、本事業で開発された技術の国際的な波及・伝播や新たな知見等の導入による技術・用途

の発展等が期待できる。

3. 波及効果

(1) 共同研究事業Ⅰ

水俣市漁協及び地元企業(海藻定着素材製造等)と連携したマコンブの養殖について、一定の収穫量を確保するなど順調な成果が得られ、水俣市漁協では、今後とも、増殖(水質浄化・集魚効果向上)とその活用(海藻利用製品)を進めることとしており、地域の水産業振興と環境再生、とりわけ、水俣病という「海の汚染」が引き起こした現代までに至る深刻な問題を抱える水俣地域の「海からの再生」に大きく寄与した。

また、本事業における海藻類を用いた環境修復能力の評価等に関わる研究を通じて、海藻(草)を素材とする富栄養化物質回収システムへの理解が高まり、特にアマモ場の造成に関して、県のみならず、水俣市、水俣市漁協、芦北町、芦北町漁協、芦北高校等という、正に地域が一丸となった連携が拡大・深化し、今後の地域の水産業振興と環境再生に係る自発的かつ将来にわたる持続的取組みの可能性が確保されるとともに、科学技術教育・人材育成面でも重要な効果が得られた点で、極めて貴重な財産を地域にもたらした。

さらに、NHK熊本や熊本県民テレビ等地元マスコミでもその取組みが幾度も取り上げられたことにより、取組みに対する県民理解や取組みへの参加がさらに促進された。今後も特集番組等が予定されており、こうした情報発信が当該地域の環境問題の理解と解決に新たな突破口を開いた。

また、本事業の理念ともいえる「水を介した物質の循環と環境修復・保全」を進めるうえでは、陸上と海域の環境を広く包含して検討する必要があるが、本プロジェクトのリーダーである熊本県立大学の大和田紘一環境共生学部長は、平成17年度に設立された「八代海・球磨川流域圏学会」の発起人(科学技術コーディネータも参画)の1人として大きく貢献し、初代会長を務めることとなった。本学会は、森、川、海を一つの「流域圏」としてとらえ、様々な視点から流域の抱える課題の解決に向けた実践的取組みを行うこととしており、本事業での取組みとも今後深く関わり、具体的連携に発展していくことが期待される。

(2) 共同研究事業Ⅱ

マコンブ及びワカメについては、水俣市漁協を中心に今後養殖生産量が急増することが予想されており、これら海藻は生食用として的大幅な利用拡大は期待し難いものの、これまでの研究の結果、これら海藻中にはフコイダンやアルギン酸等の機能性多糖類が多く含まれていることが明らかになり、また、これら多糖類の大量抽出・分離技術が確立され、ラットを用いた動物実験により高血圧抑制、血中及び肝臓脂質代謝改善、免疫賦活活性等の効果が示されたことで、機能性を重視した食品等の開発が有望視されるに至り、特に、ワカメカブのフコイダンは今後最も期待される健康食品素材と考えられ、本県の水産系食品加工業等の振興に大きな可能性が開かれた。

養殖ノリについては、毎年生産量の1割程度(約1億枚・350t 相当)が色落ち現象等により低品質ノリとして処分されているが、本事業で確立されたノリを含む海藻の多糖類・低分子成分を大量調製する技術及びその機能性に関する知見により、今後の県内でのノリを含む海藻多糖類の機能性食品素材(生活習慣病予防・介護補助食品、抗酸化能食品等)としての製造・販売等の基盤が整い、県内のノリ養殖漁業及び水産系食品加工業の活性化に大きく貢献することが期待できる。

また、海藻粉末の家畜(豚)飼料への添加による肉質の高品質化に係る成果は、南九州特有の暑熱ストレスを軽減した高品質な家畜(豚)の生産可能性を開いた点で、本県の畜産業及び水産業(地域産のクロメの活用可能性)の振興に重要な効果をもたらした。

また、本プロジェクトのリーダーであり「海藻の森構想」の提唱者である浅川牧夫熊本大学教育学部教授は、平成17年度内にNPO法人「植物資源の力」を理事長として立ち上げる予定である。当該NPO 事業の柱の1つとして、水俣・芦北地域の海藻資源の養植と食品分野のみならず、多目的利用を掲げ、地域と連携した事業展開が計画されており、本事業での取組みとも今後深く関わり、具体的連携に発展していくことが期待される。

(3) 成果育成事業

本事業において開発した新規な円筒状膜が畜産系排水処理装置に組み込まれることで、新たな

農耕連携システムのツールとして事業化に向けて順調に進捗したことにより、県内の装置系企業での製造・販売(ものづくり系産業の振興)と、県内の畜産農家への導入による排水の適正処理と土壌・地下水浄化の促進に新たな可能性を開き、本県の農業、畜産業、工業等幅広い分野への貢献可能性が見出された。

さらに、新規な円筒状膜の、より付加価値の高い分野への応用展開として、食品の素材・原料からの有害物質・不要物・過剰成分等の除去や成分調整等への利用と、それによる高付加価値食品の生産の可能性が見出された。これにより、全製造品出荷額の約2割を占める本県の食品・飲料加工業の振興に大きく貢献することが示唆された。

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

本事業においては、「環境保全に資する陸上と海域のバイオマス循環システムの開発」をテーマとし、地域先導研究及びライフサイエンス調査研究において培われたネットワーク及び研究成果を中心にこれらをつなぎ、①当エリアの産学官連携基盤の尚一層の強化を図ると同時に、②共同研究により成果の育成並びに技術シーズの蓄積を促進し、③環境関連分野における連鎖的な新事業・新産業の創出を可能とするシステムの構築を目指した。

①については、広範な研究機関・領域にわたる数多くの研究者間の直接的かつ濃密な人的連携ネットワーク、共同研究事業Ⅰにおける地元市町、漁業者、高校生等による地域密着型の連携ネットワーク、函館エリアとの広域連携ネットワーク等多様かつ持続的な産学官連携基盤が構築・強化された。なお、今後、研究成果の地域での事業化を担う地場企業との連携ネットワークの構築・強化を図る必要がある。以上より、①については、当初の目標を概ね達成できたものと評価できる。

②については、成果育成事業においては、新規な円筒膜を使用した通電透析発酵システムの畜産系排水処理への利用に事業化の目途がついたほか、多目的利用可能なラボ用卓上型試験装置の試作に至った。共同研究事業Ⅰにおいては、八代海の広域的環境や局所的短期変動に係るデータが得られたほか、マコンブ、アマモ等の海藻(草)の増殖が順調に進捗した。なお、海藻着床材の開発、石灰石を活用した干潟底質改良について今後海域での実証試験を進める必要がある。共同研究事業Ⅱにおいては、海藻の多糖類・低分子成分の大量調整技術が確立されたほか、実験動物レベルでの高血圧・高脂血症・高血糖抑制や抗酸化能等の様々な機能が明らかになった。なお、これら研究成果の事業化に係る研究開発について、今後地場企業の本格的参入を得て進める必要がある。以上より、②については、当初の目標を概ね達成できたものと評価できる。

③については、海域における環境浄化と海藻利用製品開発への供給を可能とする海藻(草)増殖と、陸域における海藻利用製品の開発、海藻のほか畜産系・食品系など各種バイオマスの処理・活用を可能とする通電透析発酵システムの開発が進展したことにより、陸域・海域が一体となった、新製品・新事業の創出を可能とするバイオマス循環システムの基盤が構築されたといえる。今後、この基盤を本県の産業振興に直接的に寄与する具体的・実効的なシステムに発展させ、本県において持続的かつ連鎖的な研究開発及び新事業・新産業創出が図られる環境(クラスター)を形成することが必要である。そのため当面の課題として、出口(研究成果の事業化)を担う地場企業と研究機関による広範かつ本格的な連携の強化と事業化のための具体的協働が急務である。以上より、③については、当初の目標を概ね達成できたものと評価できる。

総じて、本事業については、研究成果の地域での事業化に係る課題を残すものの、当初の事業目標は概ね達成できたものと評価できる。

(2) 事業成果について

① 持続的な連携基盤の構築について

研究者間の連携について、日常的な研究活動や科学技術コーディネータの活動による個別具体的連携は当然ながら、広範な機関にまたがる研究者間の包括的な連携を図るため、共同研究事業Ⅰ、共同研究事業Ⅱ、成果育成事業のプロジェクトごとに、プロジェクトリーダー主催の研究会を2～3ヶ月ごとに開催したほか、全プロジェクト合同の研究会も6ヶ月ごとに開催し、技術的課題・問題点等の協議、直接的人的交流等を実施した。これにより、広範な機関の研究者同士が、多様な視点からの課題・問題点等の議論を行い、課題・問題点等の解決や新たな可能性の示唆等が得られるなど、研究開発の進捗(加速化)に大きな効果が得られた。本事業を契機として、県内のバイオ関連の大学等試験研究機関をほぼ網羅するかたちで、研究者相互の事業終了後も継続し得る濃密な人的連携ネットワークが構築できたことは、本事業のテーマのみにとどまらず、今後の熊本県のバイオ関連分野の研究開発の進展にとっても、極めて大きな財産が得られたものと高く評価できる。

また、地域との連携について、特に共同研究事業Ⅰにおいて、大学等の研究者のほか、科学技術コーディネータも昼夜を問わず現地海域に出勤し、地元漁業者や高校生等と共同で調査・作業を行った。大学等の研究者や科学技術コーディネータ自らが地域に分け入り、地域住民も巻き込んで

行った地道な取組みは、その高度専門性から兎角一般住民から縁遠く乖離しがちな研究開発事業にあって、「住民参加型の研究開発」という一つの方向性を示したものとして、地域課題の解決という命題をもって実施された本事業ならではの、特筆すべき成果であると高く評価できる。本事業の成果発表会に地元漁業者が参加したことは、正に地域の主体性・積極性の象徴であり、高校生に対する科学技術教育・人材育成面での効果も含めて、地域共同体の中での将来にわたる持続・浸透可能な連携基盤の構築が図られたといえる。

また、函館エリアとの連携について、本事業を契機として、これまで無縁であった日本の北と南で海藻を結節点として、具体的な技術交流にも発展するだけの成果が得られたことは、今後の他地域との積極的な連携展開を後押しする絶好の起爆剤となったものと高く評価できる。

一方、海藻の生理活性を活用した新事業創出を目指す共同研究事業Ⅱについては、成果の事業化のため具体的な地場企業との連携構築・強化が課題であることから、今後、本格的な企業の参入・共同開発等に向けた取組みを進めつつ、海藻の利活用に係る連携ネットワークの拡大・強化を図ることが必要である。また、通電透析発酵システムの事業化が近い成果育成事業については、システム(装置)の地域での生産・販売・流通体制の確立に向けて、今後、地場の装置製造業者、販売業者、農業生産者・畜産業者(団体)、食品加工製造業者等との一体的かつ具体的な連携構築・強化が必要である。

総じて、本事業における産学官連携基盤の構築については、研究成果の事業化に向けた地場企業との具体的な連携の構築等に課題を残すものの、その取組みは概ね適切であり、将来にわたって持続・発展し得る連携基盤の構築が概ね図られたものと評価できる。

② 研究開発の成果について

共同研究事業Ⅰについては、富栄養化物質のマスバランス把握について、広域的な海洋環境の現状及び局所的な海洋環境での短期変動について十分なデータが得られ、海域の環境を評価する重要な指標が得られたことは評価できる。また、浄化能力評価について、海藻を養殖(造成)した地点の海水及び底泥の物理化学的変動、当該海域での海藻(草)類の増殖サイクル及びバイオマスが把握されたことは評価できる。また、有用藻類の探索について、一定量のマコンブ、ワカメが収穫可能となり、アマモ場の造成区域が拡大され、海域の水質浄化及び漁獲量の向上による水産業振興につながる成果が得られたことは高く評価できる。また、リサイクルガラスを原料とした海藻着床材及び石灰石を利用した干潟底質環境浄化材の開発については、試作を行い開発の萌芽的段階をクリアしたことは評価できる。なお、今後、事業化に向けては、海域での実証試験を引き続き進める必要がある。

共同研究事業Ⅱについては、海藻中の多糖類及び低分子成分等の大量調製技術が確立でき、また、抽出液の限外ろ過膜処理及び通電透析処理を用いた海藻成分の分子量による分画及び抽出液の脱塩・脱色技術が確立できたことは評価できる。今後、これらの技術に関する知的財産の出願、地場企業への技術移転・具体的な共同開発の進展等に向けた取組みが必要である。また、分離・精製によって得られた海藻粉末、粘性多糖類、低分子成分等について、実験動物及び培養細胞系を用いた *in vivo* 及び *in vitro* 実験で様々な機能性が見出され、将来の事業化可能性のある基礎的研究成果が数多く得られたことは評価できる。一方で、事業化に直結し得る成果までは得られていない点、生体機能測定という一定時間を要する内容もあり事業化に向けた知的財産の出願等に至っていない点等が課題である。今後、先行技術・先行特許等も踏まえ、事業化可能性・競争優位性の高いテーマへの重点化を行い、地場企業の本格的参画を得て、具体的製品・開発時期等を明確化した計画的な研究開発を加速させることが必要である。

成果育成事業については、新規円筒膜の開発、二重膜電極装置の開発、性能試験、新規ラボ用卓上試験装置の開発等について、適切な進捗管理の下、ほぼ当初計画どおりに実施し、特許等の出願を7件行ったことは高く評価できる。特に畜産系排水処理システムについて、プロトタイプ作製、実証試験の実施を進め、平成18年度中に事業化の目途がついたことは大きな成果である。また、食品系バイオマスへの応用について、焼酎蒸留粕及び色落ちノリを原料として、麹菌、乳酸を用いたリアクターでの実験で GABA の生産法をほぼ確立し、健康食品・一般食品としての試作を行ったことは高く評価できる。一方で、メタン発酵システムへの通電透析発酵法の導入について、実験室規模での条件設定はできたが、実用化に向けた可能性試験まで至らなかったことが課題である。

また一方で、本事業における研究開発全般について、エリア区域、研究テーマ、参画機関・研究者の広範・多様性等も影響して、全体的・統一的な進捗管理、知的財産管理、情報管理等が必ずしも十全であったとはいえ、また、運営管理機能、関係者等の利害調整等も含めて運営面で課題を残したのも事実である。事業開始当初からの統一的方針等の策定と参画機関・研究者への徹底、運営管理機能・人的信頼関係の充実・強化、全体的・統一的な進捗管理・知的財産管理・情報管理等の重要性が改めて指摘される。

総じて、本事業における研究開発については、研究成果の事業化に向けて課題を残すテーマもあり、各テーマの方向性及び進捗状況等に相違はあるものの、概ね適切に実施され、将来への発展可能性が多方面で見出されたものと評価できる。

(3) 事業計画について

① 事業目標を達成するに妥当な事業計画であったか

本事業は、「環境保全に資する陸上と海域のバイオマス循環システムの開発」をテーマとして、地域先導研究及びライフサイエンス調査研究において培われたネットワーク及び研究成果を中心にこれらをつなぎ、当エリアの産学官連携基盤の尚一層の強化を図ると同時に、共同研究により成果の育成並びに技術シーズの蓄積を促進し、環境関連分野における連鎖的な新事業・新産業の創出を可能とするシステムの構築を目標とした。

この目標達成のための事業計画として、事業推進体制については、特に、プロジェクトごとに設置した研究会が、産学官連携基盤の構築及び共同研究の推進に重要な役割を果たし、また、県に設置した研究推進委員会も、事業の進捗管理と研究開発の地域での事業化への方向づけ等の面で、目標達成に相応しい役割を果たしており、目標達成にとって概ね妥当な計画であったと評価できる。なお、より事業化を指向した研究開発の推進には、「司令塔」たる管理機能の一層の充実も必要であったと考えられる。

研究交流事業については、科学技術コーディネータの活躍もあり、地域に密着した連携ネットワークや広範かつ広域的な連携ネットワークの構築が図られ、農業、畜産業、水産業、工業等の産業間、さらには産業と環境とを結ぶ新しい連携形態と、新製品・新事業創出の基盤が構築されたことから、目標達成にとって妥当な計画であったと評価できる。

共同研究事業Ⅰについては、当エリア海域の生物生産量と海域に流入する物質のマスバランスの調査分析、海藻の光合成能力・増殖率・栄養塩類の吸収速度等の測定による浄化能力評価、有用藻類の探索と養殖による効率的生産方法の検討等を事業計画として掲げたが、八代海の広域的環境や局所的短期変動に係るデータが得られ、マコンブ、アマモ等の海藻(草)の増殖が順調に進捗するなどの成果が得られたことで、技術シーズの蓄積が図られ、海藻利用の新製品開発のための基盤(原材料供給)が構築されたことから、目標達成にとって概ね妥当な計画であったと評価できる。

共同研究事業Ⅱについては、食品系バイオマスから変換される生理活性素材や、海藻中の抗酸化性物質等の生理活性素材について、高効率での抽出・分離・精製技術の開発、用途開発、機能性・安全性検証等を事業計画として掲げたが、海藻の多糖類・低分子成分の基礎的な調製技術が確立されたほか、実験動物レベルでの多様な機能性や家畜飼料としての効果等が明らかになったことで、技術シーズの蓄積が図られ、海藻利用の新製品開発のための基盤が構築されたことから、目標達成にとっては概ね妥当な計画であったと評価できる。一方で、基礎的研究が拡散し、具体的な技術移転や事業化に至るような大きな成果が得られず、地場企業の本格的参入も十分とはいえなかったことから、事業化可能性の高いテーマの見極めや重点化、具体的製品・事業化時期等を想定した工程計画、知的財産戦略、地場企業との本格的な共同研究計画の構築など、適切な事業化戦略の確立とその反映も必要であったと考えられる。

成果育成事業については、当初から具体的事業化を視野に入れ、通電透析発酵システムの適用範囲の拡大、処理規模を1~10 kL/日と各種バイオマスに最適なシステムの開発、システムの汎用化と高性能化のための新規なイオン交換膜の開発、装置の生産・市場性・流通システム等に関する調査研究等を事業計画として掲げたが、畜産系排水処理への利用に事業化の目途がついたほか、多目的利用可能なラボ用卓上型試験装置の試作に至るなど、これまで蓄積された研究成果の十分な育成が図られ、企業と具体的に協働した新製品の研究開発、装置の生産・市場等の検討も進捗したことから、目標達成にとって妥当な計画であったと評価できる。

総じて、本事業における事業計画については、事業化戦略上の課題が指摘される部分もあるものの、概ね妥当な計画であったと評価できる。

② 事業目標を達成するに妥当な資源配分(資金、人材等)であったか

ア 資金配分

産学官連携基盤の構築については、補助金において、科学技術コーディネータの活動及び研究会開催に係る経費を確保するとともに、単県予算において、成果発表会及び研究推進委員会の経費を確保することで、必要な資金が配分されたものと評価できる。

研究開発については、海域でのフィールドワークが重要となる共同研究事業Ⅰ、実験動物を使用し複数の研究機関で多様な機能性評価等を行う共同研究事業Ⅱ、通電透析発酵装置の試作・実証試験等を行う成果育成事業という、それぞれのプロジェクトの課題と研究内容等に則して、中核機関において、プロジェクトリーダー等との協議の下、事業費を調整して傾斜配分しており、本事業の範囲内で各研究テーマに必要な資金が配分されたことは評価できる。

一方で、事業化可能性の高いテーマへの弾力的・重点的資金配分が必ずしも十分に行われたとはいえず、事業化戦略の具体化・明確化、研究開発の運営管理機能の充実等と併せて、課題として指摘される。

総じて、本事業における資金配分については、事業化に向けた重点化の観点からの課題は指摘されるものの、概ね適切に行われたものと評価できる。

イ 人材配分

産学官連携基盤の構築について、中核機関においては、科学技術コーディネータの配置はもとより、研究機関等との地理的遠隔性や平成17年度の組織改編による規模縮小等常に厳しい状況の中であって、少数体制ながら十分な役割を果たしたものと評価できる。

また、県においては、主管部署のバイオ関連分野専属の担当者を本事業担当者として配置し、本事業における産学官の参画機関の連携・調整や本事業と県内のバイオ関連分野全般(研究機関、研究者、各種事業等)との連携・調整等を通常業務として行うことで、事業効果の促進を図ったことは評価できる。また、本事業の運営により高度かつ客観的知見を導入するため、本事業の推進組織として県に設置した研究推進委員会に、評価委員として県外の産学の有識者を配置したことも評価できる。

研究開発について、研究統括、各テーマに関する各研究機関での研究者、研究員(補助金充当)等の配置はもとより、共同研究事業Ⅰについては、前述のとおり、地元漁業者、高校生等地域住民の主体的参画も得て進められ、共同研究事業Ⅱについては、複数の研究機関にわたる数多くの研究者によって研究が進められたことで、多様な機能性評価が可能となった。また、成果育成事業については、参画企業((株)アストム)の経営者・研究者等の本格的参画を得たほか、畜産系排水処理の実証試験では、地元畜産業者の多大な協力も得られた。このような、補助金充当分以外での、特に企業や地域住民等も含めた人的協力(主体的参画)については高く評価できる。なお、事業化を促進するうえでは、地場企業の本格的な人的参画が必ずしも十分ではなかった点が課題として指摘される。事業化面での「司令塔」的立場の人材や知財化・事業化戦略に係るアドバイザー等の設置も検討課題であったと考えられる。

総じて、本事業における人材配分については、事業化促進の観点からは課題を残したものの、概ね適切に行われたものと評価できる。

2. 地域の取組み

(1) 自治体等の取組

① 熊本県の関連施策

本事業が、陸域・海域の環境浄化・環境関連産業の振興という波及性の高いテーマを掲げたことを反映して、県においても、本事業を主管する商工観光労働部のほか、環境生活部、農政部、林務水産部等の幅広い部署で関連施策が活発に展開された。

主管部局である商工観光労働部においては、県工業技術センターが、共同研究事業Ⅱ及び成果育成事業に参画し、色落ちノリからの健康食品素材の開発等を進めた。

また、平成 15 年度から、「環境循環型都市エリア創造促進事業」として、本事業の推進組織である研究推進委員会の運営、研究成果を発表する「グリーンバイオフィォーラム」の開催、各種展示会・イベント等への研究成果の出展、パンフレット作成等普及啓発活動を展開した。また、バイオ関連分野に特化して産業振興を図るため、平成 17 年度から、「バイオフィォレスト形成推進事業」(県重点事業)を推進した。この中で、「環境循環型都市エリア創造促進事業」のほか、大学等の研究シーズの発掘・育成を行う「バイオフィォレスト育成事業」(本事業の基盤となった旧「ライフサイエンス調査研究」(H11～16)の後継事業)、都市エリア事業の研究成果の実用化支援も視野に入れてバイオ関連分野の新事業のビジネスプランを公募・表彰する「バイオフィォレスト展開促進事業」を実施した。

また、環境・福祉関連商品展示会「環境&福祉ビジネスフェア」(県重点事業)を平成 15 年度から実施し、本事業の研究成果の発表・展示及びビジネスマッチングの機会を確保したほか、地場企業の実用化研究開発等の補助事業「中小企業経営革新等支援事業」において、成果育成事業の研究成果である通電透析発酵システムの地場食品製造企業による食品加工への応用展開を支援した。

熊本県は、平成 17 年 6 月に、バイオ関連産業の振興を図るための県の基本指針「熊本バイオフィォレスト構想」を策定した。同構想の検討委員会には、本事業の研究統括の岩原正宜崇城大学生物生命学部長、共同研究事業Ⅰのプロジェクトリーダーの大和田紘一熊本県立大学環境共生学部長、中核機関の(株)みなまた環境テクノセンター代表取締役の滝澤行雄水俣市助役が参画しており、本事業の取組みについても効果的に反映させた。すなわち、構想において、医療・食品・環境を対象分野に掲げ、食品分野では、機能性解明や加工技術の高度化による高付加価値食品の開発を、環境分野では、陸・川・海が一体となった循環システムの構築、バイオマスや未利用資源の利活用促進等を目標として規定することにより、本事業での取組みを県の産業振興の重点政策として具体的かつ明確に位置づけた。

環境生活部においては、本事業を熊本県環境基本計画推進のための構成事業(計画中「産・学・行政の連携による環境研究・技術開発と環境産業の振興」の関連事業)に位置づけ、計画全体の中での進捗管理を行った。また、平成 17 年 3 月に「熊本県バイオマス利活用基本方針」が策定され、これに基づいて「バイオマス利活用推進事業」(県重点事業)が実施された。同方針については、本事業の研究統括である岩原正宜崇城大学生物生命学部長が同方針検討委員会会長として参画し、県の取組みとして、産学行政連携による技術開発の促進、特徴的なバイオマス(家畜排せつ物、焼酎粕、低品質ノリ、ジュース粕等本事業関連が中心)に係る試験研究への重点化(実用技術についての事業化・起業化への取組み)等から成る「バイオマス利活用に係る技術開発」が位置づけられ、本事業との関わりが明確化された。また、共同研究事業Ⅰ関連として、平成 12 年度以降、有明海・八代海の再生が県政の重要課題に位置づけられ様々な施策が展開される中で、平成 16 年度から、「干潟等沿岸海域再生調査」(県重点事業)として、県に「有明海・八代海干潟等沿岸海域再生検討委員会」が設置され、共同研究事業Ⅰのプロジェクトリーダーの大和田紘一熊本県立大学環境共生学部長が委員として参画して、干潟や藻場等の現状調査、地元漁業者や住民等へのアンケート調査・聞き取り調査、意見交換等が行われ、本事業の研究成果とも関連して、科学的根拠に基づいた再生方策の検討が活発に進められた。

農政部においては、県農業研究センター畜産研究所が、成果育成事業に参画し、畜産業者の協力も得て、通電透析発酵システムの現地実証試験を進めた。家畜排せつ物の適正処理に係る施設等の整備については、「環境保全型農業総合支援事業」や「家畜排せつ物利活用施設整備事業」等の助成事業が実施されており、今後の畜産農家への実用導入に際しての利用が期待できる。

林務水産部においては、県水産研究センターが技術協力として共同研究事業Ⅰを中心に参画するとともに、関連事業として、共同研究事業Ⅰに関連して、「藻場造成技術開発試験」(県重点事業)として、アマモ場等藻場の復元を図るための現地調査・実証試験が、共同研究事業Ⅱに関連して、「海藻類有用成分利用研究」(県重点事業)として、低品質ノリや未利用海藻の機能性成分に着目した用途開発が行われた。

このように、県においては、本事業に関連して様々な部局で多岐にわたる施策が実施された。実際の施策遂行に当たっては、各部局の担当者が、通常業務の中での連絡調整・情報交換や相互の会合等への出席、資料交換等により適宜連携・調整を図るなど、各施策のいずれもが、県の重要施策として位置づけられる中で、本事業との密接な人的・内容的関わりを持って展開された。

② その他地域の関連施策

本事業のメインエリアである水俣・芦北地域においては、前述の「水俣・芦北地域振興計画」にも関連して地域独自の事業が展開された。

同計画の地元推進組織である水俣・芦北地域振興推進協議会(地元市町等で構成)では、平成17年度に、水俣・芦北沿岸の環境再生関連調査事業として、中核機関の(株)みなまた環境テクノセンターへの助成を行った。また、(財)水俣・芦北地域振興財団では、その運用益の一部の活用事業として、平成15～16年度に、域内の田浦町のアマモ場造成実証事業や田浦町漁業振興協議会のアマモ場造成事業への助成を行い、平成16年度には、中核機関の(株)みなまた環境テクノセンターの「アマモ場再生をキーワードにした環境教育とネットワーク構築」事業への助成を行った。

本事業の研究推進委員会に地元水俣市、芦北町、田浦町、津奈木町の職員が参加するなど、本事業はこれらの地域と正に草の根的に連携して実施されたものであり、その中で、上記のとおり地域限定の助成事業が小規模とはいえ有効に活用されたことは、本事業の地域への密着性・貢献性と将来にわたる定着性・持続性を示すものとして評価できる。

総じて、本事業における自治体等の取組みについては、各プロジェクトの研究開発を充実・加速させる役割を果たしたことはもちろんのこと、今後の地域での継続的・自律的發展も保証し得るだけの施策が質・量に展開されたものと評価できる。

(2) 関係府省との連携

成果育成事業について、畜産系排水処理用の装置・システムを中心に実用規模での実証試験を実施し、事業化に向けた多くのデータを得るとともに、「新規電気透析プレ実用機」(ECO-EXPERT)の試作に成功したことから、本 ECO-EXPERT システムの環境分野での事業化を目的として、「環境・バイオマス利活用分野における新規な膜利用プロセスの開発」をテーマとして、平成18年度経済産業省の「地域新生コンソーシアム研究開発事業」(他府省連携枠)に提案することとしている。

また、平成17年度に、(株)みなまた環境テクノセンターにおいて、産業クラスター計画の一環である九州経済産業局の「広域的新事業支援ネットワーク拠点重点強化事業」に提案し、同センターを核とした、環境・バイオテクノロジーに関する広域連携ネットワークを構築する「南九州環境・バイオネットワーク構築事業」として採択された。この事業では、環境・バイオテクノロジー関連分野で、南九州3県(熊本県・鹿児島県・宮崎県)の企業経営者や技術者、研究者、資金提供者等産学官の様々なメンバーが人的なネットワークを形成しつつ相互に競争・協調することによって各地域の産業が活性化されることを目指して、新たに配置されたクラスターマネージャーを中心として、企業情報の収集及び広域的な連携ネットワーク基盤の整備が進められた。これにより、本事業で構築された産学官の連携ネットワークの拡大・発展の可能性とともに、本事業の研究成果について、広範な地域における新たなニーズにも対応した事業化展開等の可能性が見出された。

このように、研究成果の事業化に向けた経済産業省の産業クラスター計画との連携は適切に図られたものと評価できる。

なお、本事業の研究テーマの内容にかんがみした場合、農林水産省や環境省の施策・事業等の活用も有効と考えられるが、現時点では具体的な取組みまでには至っていないことから、今後、必要に応じて、積極的に連携し活用を図っていくことが必要である。

VI 今後の取組

1. 産学官連携基盤の構築について

今後、県が推進主体となって、本事業で構築された産学官連携基盤の持続的な拡大・深化を図るとともに、研究成果の事業化に向けて、地場企業が本格的に参画したより具体的な連携ネットワークを強化していくことにより、本特定領域における持続的・連鎖的な研究開発及び新事業創出が図られる環境(クラスター)の基盤を地域において形成していく必要がある。

熊本県では、「熊本バイオフィオレスト構想」に基づく具体的施策の一環として、県内産学官関係者によるより出口指向の具体的な製品化・事業化展開のための協議・交流等に対する支援を計画している(平成 18 年度予算編成において検討中)。本事業のテーマである海藻の増殖と利活用、畜産排せつ物等のバイオマスの利活用等に関して、本事業での研究会を母体として、本事業参加者・新規参入者(県内外から)を含む地場企業及び研究者等が参画して、具体的な新製品の共同開発等をテーマとした機動的な協議・交流等を行うことにより、本事業により構築された連携基盤を基に、地場企業も交えて強化・拡大された、共同研究開発・事業展開等が絶え間なく誘発される具体的連携ネットワークシステムを確立する。その際は、地域の農業協同組合、漁業協同組合、工業連合会等の産業団体、バイオテクノロジー研究推進会等の産学官連携団体など、県内の産業界や産学官の既存組織・団体等と機能的かつ強固な連携を図るとともに、九州地域における経済産業省の産業クラスター計画(環境・リサイクル分野)の一環として(株)みなまた環境テクノセンターが実施している「広域的新事業支援ネットワーク拠点重点強化事業」によって構築された広域ネットワーク等も活用するなど、産業クラスター計画の推進組織「九州地域環境・リサイクル産業交流プラザ(K-RIP)」と密接な連携を図りながら、連携ネットワークの深化・広域化を図る。

また、共同研究事業 I において構築された水俣・芦北地域における地域密着型の連携について、海域調査及び海藻(草)増殖活動等を通じた環境保全・社会教育・産業振興の取組みとしてより地域に浸透させるため、地域において、産学官による推進組織を構築して組織的安定性を確保したうえで、人的・資金的支援も効果的に獲得しつつ、関係研究機関、学校、漁協、企業、行政機関(県・地元市町)等と共同した活動を継続・発展させていくこと等も検討していく。

2. 研究開発について

今後、県が推進主体となって、地場企業の本格的参入を前提とした共同研究開発を強化して、本事業での研究成果を活用した地場企業における事業化を敷延していくことにより、本特定領域における持続的・連鎖的な研究開発及び新事業創出が図られる環境(クラスター)を地域において形成していく必要がある。

熊本県では、「熊本バイオフィオレスト構想」に基づく具体的施策の一環として、産学連携により開発する事業化可能性の高いバイオ関連分野の製品・サービス等に対して、事業化に係る資金等に関する支援を計画しており(平成 18 年度予算編成において検討中)、本事業での研究成果の事業化を資金面から後押しする。また、バイオ関連分野における大学等試験研究機関の技術シーズについて、企業ニーズとのマッチング、産学共同研究・国等の研究開発プロジェクト等への展開等に関する支援を的確に行い得るコーディネート人材の配置・活動に関する支援を計画しており(平成 18 年度予算編成において検討中)、本事業での研究成果についても、企業とのマッチング、共同研究開発への展開、国等の研究開発プロジェクトへの展開等に係る支援を行っていく。

また、本事業に係る研究開発や事業化展開に必要な資金調達や販路開拓等については、(財)くまもとテクノ産業財団を中核的支援機関として展開される、研究開発から事業展開まで総合的かつ一貫した支援体制「くまもとプラットフォーム」を適宜個別具体的に必要に応じて活用していく。さらに、(財)くまもとテクノ産業財団においては、県内のバイオ関連分野の産業振興を図るため、平成4年度から「バイオ研究開発基金」が開設され、その運用益を活用したバイオ関連分野の研究開発への助成等の事業が実施されており、これらの助成等についても確実に活用を図る。

さらに、平成18年には、バイオ関連分野の事業化・起業化支援の中核拠点となる「くまもと大学連携インキュベータ」が、(独)中小企業基盤整備機構によって整備・開設される予定であり、熊本県がインキュベーションマネージャーの配置を、熊本市が賃貸料の補助を、県内の大学等試験研究機関が技術支援等を行うなど、県内の学・官が一体となって、バイオ関連分野での新事業・新企業創出を強力

に支援することとしており、本事業での研究成果の事業化・起業化についても随時必要な支援を提供する。

これらの地域における支援事業の活用のほか、研究開発の進展状況・成果レベル等に応じて、経済産業省、農林水産省等関係府省の助成事業等への提案を積極的に実施し、これら外部資金を効果的に獲得していくことで、研究開発及び事業化の一段の加速化を図るものとする。

なお、各プロジェクトにおける研究開発に係る今後の展開方向性は以下のとおりである。

(1) 共同研究事業 I

① 海藻養殖素材、藻礁への取組み

本プロジェクトを通じて、エリア内の環境保全活動として、海域に負荷された窒素やリンの負荷を少しでも軽減させるための海藻類(ワカメ、マコンブ、クロメ等)の養殖について、水俣市漁協を中心とした連携が深まってきており、18年度以降も可能な限り継続していく。養殖法に関しても、従来の方法に加えて、木毛板を使うなど、多収穫に向けての取組みも行われており、さらにレベルを上げた計画を立てているところである。海藻の養殖や藻礁などにも非常に関心を持つ企業が育ちつつあり、今後とも可能な限り連携を進める。また、単に食料用の海藻養殖ではなく、環境保全や水産資源をさらに養っていくための海藻類の増殖という意識が地域に育ってきており、18年度以降も引き続き地域への普及浸透を図っていく。

② 海草(アマモ)場造成実証試験や再生への関心の高まり

かつては八代海の奥部から東側の海岸に沿ってかなり密生していたアマモ場を取り戻そうとする活動を、芦北町漁協、芦北高等学校、芦北町、(株)みなまた環境テクノセンター、県水産研究センター、県芦北地域振興局、県八代地域振興局等と連携をしながら行ってきており、18年度以降も可能な限り継続していく。アマモ場は、負荷されたリンや窒素の回収のみならず、魚介類の産卵場、稚仔魚の餌場や養育の場ともなり、海域の水産資源にとって重要な場であることから、近年は全国の多くの内湾などの海域においてアマモ場の再生、造成などが行われているが、熊本県においては未だ十分進められてきていないため、今後の取組みが急務である。そうした意味で、本プロジェクトは、地域の自治体や漁協さらには学校等と共に、それぞれの地先の環境保全を進めていく大きなきっかけとなっており、有明海・八代海の再生のための大きなテーマの一つとして進めていく確かな第一歩として、18年度以降も可能な限り取組みを進めていく。

また、本プロジェクトにおける海藻類基盤材および干潟改良材の開発研究についても、18年度以降、海域での実証試験を進めていく。

(2) 共同研究事業 II

① 多糖類等の大量調製システムと食品素材としての起業化

地場企業と海藻多糖類の食品素材としての販売、多糖類を用いた食品の開発、色落ち海苔を用いた新規海藻発酵食品の商品化に係る研究開発を今後継続していく。色落ち海苔を用いた新規海藻発酵食品の商品化については、平成18年開設予定の「くまもと大学連携インキュベータ」等を利用して、平成18年度中に機能性、安全性、用途開発等の研究開発及び商品化を行う予定である。

② 海藻の家畜分野、特に養豚用飼料への利用と商品化

海藻粉末の飼料への添加は、高品質の豚肉、牛肉を生産するうえで有効であり、産地特産化にもつながると考えられる。今後、海藻粉末を家畜飼料として利用するために、海藻粉末の選定及び大量的海藻微粉末技術を確立する。

③ 海藻成分を含んだ健康食品・健康飲料等への商品化・事業化

生活習慣病や高齢者介護食の開発、ヒトの真菌や細菌感染症及び悪性腫瘍に対する予防効果を有する飲料サプリメントとしての利用、家畜やペットに感染予防ワクチンを接種する際に免疫効率を高めるアジュバントとしての利用等、健康食品・健康飲料等への商品化・事業化を検討する。

(3) 成果育成事業

本 ECO-EXPERT システムを環境分野で事業化するとともに、食品製造分野等の高付加価値植物生産システムとしての応用を検討する。(平成18年度の経済産業省「地域新生コンソーシアム研究開発事業」に提案予定。)

- ① 多目的「卓上型円筒膜電気透析試験装置」の製品化・事業化
処理排水用、スラリー系バイオマス用、食品系バイオマス用、環境中からの重金属の除去・回収用としての基礎～応用に関する研究・開発を行うための装置であり、これを製品化し事業化することを検討する。
- ② 「ECO-EXPERT」システムの環境分野での事業化
畜産系処理排水からの脱塩、N、P の除去・回収システムはほぼ完成したことから、その事業化を行う。さらに、土壌や地下水の浄化システムへの応用を検討し、浄化環境での安全・安心作物の生産システムを確立する。
- ③ 「ECO-EXPERT」システムの食品分野への導入に向けた研究・開発
環境分野で構築された本システムについて、食品分野等の高付加価値製品の生産システムへの導入法を検討する。具体的には、食材中の有用成分の濃縮・回収や過剰成分の除去、機能性成分の分離、有害物質の除去等を行い、新規な食品の開発及び食品の改質法を研究開発し、実用化を目指す。
- ④ 麹菌あるいは乳酸菌を用いて、焼酎蒸留粕や色落ちノリを原料とした GABA の発酵生産法を 100L スケールで実施する。