

# 私立大学研究ブランディング事業

## 令和元（平成31）年度 の進捗状況

学校法人番号	361002	学校法人名	村崎学園		
大学名	徳島文理大学				
事業名	藻類成長因子を用いた海藻栽培技術イノベーション				
申請タイプ	タイプ A	支援期間	3年	収容定員	5760人
参画組織	薬学部・香川薬学部・理工学部・総合政策学部・人間生活学部・生薬研究所				
事業概要	徳島・香川の両県は、古くからアオサノリやスジ青ノリなどの海藻養殖が盛んな地域である。本事業では、本学が独自に開発した「緑藻類成長因子サルーンを用いた革新的海藻種苗生産技術」を核とする安定栽培技術確立し、海藻養殖産業の復興と活性化を目指す。大学発ブランド海藻の生産・通年陸上養殖システムの開発・伝統的な沿岸網養殖への応用・新たな藻類成長因子の探索とその活用等を通じて、地域水産業の発展に貢献する。				
①事業目的	本事業の目的は、徳島文理大学が所在する徳島県や香川県の主幹産業である海藻養殖業から抽出された課題に対して、本学の基礎研究から集約された知見、技術、ノウハウを結びつけ、薬学・環境科学・生物(理工)学・栄養学・総合政策科学を専門とする学部学科が協働することで具体的な解決策を提案すると共に、地域を支える人材の育成へと繋がる活動として発展させることである。				
②令和元（平成31）年度の実施目標及び実施計画	<p>■研究活動</p> <p>&lt;研究1&gt; 水槽栽培の利点を生かし、窒素やリン系の栄養塩を添加することで、香り成分や健康成分を豊富に含有する付加価値の高い緑藻類の栽培を開始する。（薬学部・人間生活学部食物栄養学科）</p> <p>&lt;研究2&gt; 季節の影響を受けないサルーンを用いた種付け網の作成により、年間2回以上の養殖を実現する。（理工学部）</p> <p>&lt;研究3&gt; アサクサノリ無菌殻胞子の成長・分化を促進する天然化合物、および共生バクテリアの探索。</p> <p>アサクサノリ殻胞子の海水溶液に対して、天然物ライブラリーの中から選んだ検体の混合物を添加して、1ヶ月無菌培養し、葉体が形成されるかどうか確認する。（薬学部・香川薬学部・生薬研究所）</p> <p>&lt;研究4&gt; 藻類の栄養価などの付加価値の拡大と流通・宣伝戦略の確立（ブランディング戦略）</p> <p>①大学発のイノベーションによる地域の養殖水産業の復興・活性化の進捗状況について、ホームページ、動画、パンフレットなど様々なコンテンツを制作して地域住民への浸透を図り、大学の研究活動・科学力についての認知度を高める。事業開始3年目の中間評価を学内、学外で行い、ブランディング戦略の修正、新たな展開を企画する。</p> <p>②陸上栽培アオサノリの事業展開によって、生産量、販売高、新規雇用などの経済指標がどのような状況になっているのか、外部評価委員会等による状況報告、評価を受ける。</p> <p>③メディアの取材を積極的に受けるだけでなく、本学のブランド・イメージが3年間でどう変化したか、今後何が必要かについて調査を実施し、ブランディング戦略の修正、新しい展開を考える。</p>				
③令和元（平成31）年度の事業成果	<p>&lt;研究1&gt;</p> <p>●ヒトエグサ(アオサノリ)の実プラント養殖試験の実施:</p> <p>アオサノリ種苗の量産化においては、衛生化学教室との協同研究により、まず無機塩類の効果に基づく培養条件の最適化を検討した。その成果として、アンモニア性および硝酸性窒素と共に、鉄やマンガン、ごく微量のコバルトがアオサノリ葉状体の形成に重要であることを見出した。その後、すでに蓄積していた光合成に関わる光量および培養温度等の知見と組み合わせることで、高い成長率(2.5~3.6倍/週)と正常な成長を示す条件を決定することができた。また、培養工程にアルテミア孵化水槽を利用することで、その量産化においても克服することができた(従来法の20倍以上)。一方、作成したアオサノリ種苗の陸上養殖試験では、徳島県農林水産部水産振興課栽培漁業センター(徳島県浅川町)の一面を借り、水槽サイズを異にした小中大の4つの円形養殖槽(2.5~20tサイズ)を平成30年1月に設置し、水温における成長率や時期による色調の変化、成長率との相関について調査した。今年度(令和元年12月)からは、新たに養殖槽5(ハウス型)および6(オープン型)を設置して、陸上養殖における異物混入物の有無およびその種類の特定を目指している。その他、年間の組み上げ海水温と槽内の水温変動相関をシミュレーションすることで、現在、夏季養殖用のアオサノリ株として25~26度でも成熟分解しない高温耐性株を育種選抜し、通年的なアオサノリ陸上養殖を計画している。</p>				

●**ドラッグデリバリー技術を生かした海藻栽培用肥料のデバイスの開発:**

海藻養殖漁場において、海水中の栄養塩濃度の低下による海藻の色調低下（色落ち）が多発・深刻化しており、陸上養殖システムのアオサノリやアサクサノリ栽培においても、栄養塩濃度の低い海水は、海藻の成長や品質に影響を及ぼす。医薬品の徐放性製剤技術を応用し、循環水槽中で栄養塩濃度を一定の濃度に維持できる持続性海藻栽培用肥料を開発した。アンモニウム塩の粉末を基材 B で練合し、素材 A で被覆した製剤は溶出試験において徐放性を示した。さらに陸上養殖を想定して、考案した流体力学モデル装置（容積 1 L）にて評価した結果、水温 15~20℃条件下、約 4 日間にわたり、海藻養殖に適した窒素濃度域（10-100 μmol/L）を維持することができた。また得られた DDS における工夫に基づき、陸上養殖システムに近づけた水槽（62 L）内で長期的に至適塩濃度を維持することができた。

●**ヒトエグサの成長・ミネラル含量に及ぼす海水中ミネラルの影響:**

ヒトエグサの遊走子を葉状体に成長させるには、サルーンに加え、N, P およびミネラルなどの栄養因子が必要である。様々な地域から収集したヒトエグサのミネラル含量を調べた結果、Fe, Mn, Co の濃度に相関性が高いこと、また、天然海水中ではこれらの元素の濃度が低いことがわかった。そこで、Fe, Mn, Co を単独、あるいは複数の組合せで天然海水、サルーン、N, P を含む栄養液とともに培養液に添加し、28 日間無菌培養することで、ヒトエグサ遊走子から葉状体への成長とクロロフィル含量に及ぼす影響を調べた。その結果、栄養液のみ、あるいは Fe のみでは葉状体への成長はわずかであったが、栄養液に Fe を加えると、成長が促進され、葉状体のサイズが増大した。栄養液 + Mn, Co ではあまり効果がなかったが、栄養液 + Fe, Mn, Co の添加時に葉状体のサイズが最大となった。一方、ヒトエグサの色調に重要なクロロフィル a/b の含量は、栄養液 + Fe の添加で増加した。しかし、さらに Co, Mn を加えると、クロロフィル b（黄緑色）の含量は増えたが、クロロフィル a（青緑色）の含量が減った。以上の結果から、ヒトエグサの遊走子から葉状体への成長には Fe, Mn, Co の 3 種のミネラルが重要であり、色落ちの対策には Fe の添加が有用である。

<研究2>

●**画像解析による養殖網上の海藻付着量の推定:**

適切な養殖網からの収穫時期の計画立案、養殖網上のスジアオノリやウスバアオノリの湿重量を簡便に見積もる方法を開発した。約 20~30 日程度の生育期間中、アオノリの生育を阻害するシオミドロが繁茂し、数日ごとに網を洗浄する必要があるため、シオミドロの付着量を容易に推定できれば、必要な洗浄頻度を判断できる。スジアオノリおよびシオミドロの画像データの解析結果より、海藻の写真から得られるピクセル数と実際の湿重量の関係式を求めることができた。これにより、養殖網に付着する海藻の湿重量を容易に推定できる可能性を示すことができた。

●**施肥剤ゼラチンの栄養塩溶出過程:**

志度湾における貧栄養環境でのアオノリ養殖対策として、昨年度、ゼラチンでゲル化した施肥剤が、閉鎖水系において一定の成果があることを明らかにした。本年度は、施肥剤に含まれるゼラチンの含有量の違いによる栄養塩溶出過程を明らかにするために、5 L の蒸留水を入れた水槽に施肥剤ゼラチンの一つ置き、経時的に水中の溶存態無機体窒素濃度（NH<sub>4</sub>濃度および NO<sub>3</sub>濃度の合算値）を計測して栄養塩の溶出過程を解析した。その結果、水温 20℃では粉末ゼラチン含有量が多いほど、溶出した溶存態無機体窒素濃度が低い傾向を示したが、水温 10, 25, 26℃では溶存態無機体窒素濃度の違いは見られなかった。水温 10℃では施肥剤が固化し、溶存態無機体窒素濃度がゼラチン濃度の影響を受けなかった。また、同じゼラチン濃度で比較した場合、20℃で最も速く、本施肥剤ゼラチンは水温が高くなると強度が下がるため、水温 20℃以下で使用することが望ましい。なお、実海域においてアオノリ養殖は 11 月下旬から 6 月中旬まで行われ、その期間の水温は 9.4~21.1℃で変動することから、水温 20℃以上の海水で施肥剤入りゼラチンが適用されることはない。

<研究3>

●**紅藻類に対する成熟誘導活性をもつキラル化合物の探索:**

平成 30 年度、本学の化合物ライブラリーに保存されている既知化合物 A（ラセミ体）が、紅藻類（スサビノリ）の成熟、単胞子の放出、葉状体形成を促すことを確認した。その後、合成化学的に調製した光学活性な化合物 A(S-体)やその誘導体 R-H-16(S-体)が、スサビノリと同属のアサクサノリについても、細胞の成熟を促し、単胞子の放出後、葉状体を形成することを確認した。今年度（令和元年）は、新たに化合物 A の側鎖上にアミド結合を有する誘導体（R-H-28(S-体)と R-H-29(R-体)）を調製し、アサクサノリへの効果を観察した。10mM 濃度で培養したところ、白化し枯死する傾向を示したが、濃度を 1mM に下げると R-H-28(S-体)においてコントロール群よりも単胞子（葉状体へと成長する胞子）形成率が上昇し、16 株中 11 株に目的の葉状体が形成されることを確認した。

●**サルーン結合タンパク室の検索:**

ヒトエグサ（アオサノリ）におけるサルーン受容体を明らかにするため、遊走子から分化した仮根組織に蛍光標識を結合させたサルーンを作用させ、蛍光顕微鏡を用いて結合部位の観察を行った。その結果、中央の細胞が集合している箇所ではなく、その周りにある糸のような部位で蛍光の集積が観察され、サルーンが結合している受容体は糸のような部位にあることが分かった。

<p>③令和元（平成31）年度の事業成果</p>	<p><b>&lt;研究4&gt;</b>  <b>1. 付加価値を高めるための検討</b>  <b>●ヒトによる摂取試験:</b>                  2019年7月から2019年12月の5カ月間、それまでアオサリを摂取していなかった協力者30名をランダムに2群に分け、アオサリ摂取群(乾燥重量で3g/日のアオサリを5カ月間毎日摂取する群)と、それまでと変わらない生活を送る対照群とし、アオサリの摂取による人体への影響を検討した。その結果、5カ月後にアオサリ摂取群の拡張期血圧が対照群に比ベ有意に低下し(p&lt;0.05)、収縮期血圧についても対照群で上昇したのに対し、アオサリ摂取群では低下する傾向にあった。また、アオサリ摂取群において、血糖値の指標であるHbA1cが大きく低下した。さらにそれは、若年者だけでなく、中高年者においても認められた。また同様に血糖値の指標であるグリオアルブミンも、摂取群においてのみ5カ月後に有意に低下した。  <b>●肥満関連疾患に対するヒトエグサおよびスジアオリの有効成分探索:</b>  <b>①MT欠損マウスを用いた脂肪肝発症に対するヒトエグサおよびスジアオリの影響</b>                  動脈硬化やインスリン抵抗性は血中の中性脂肪やFFAが増加することにより引き起こされる。高脂肪食餌(HFD)を与えたMT欠損マウス(脂肪肝モデル)に、各ノリを0.75g乾燥重量/kg体重の用量で6週間投与し、各ノリの脂肪肝、血中中性脂肪および遊離脂肪酸(FFA)に対する影響について検討した。その結果、各ノリは、高脂肪食摂取によって増加・肥大化した肝実質細胞中の脂肪滴は縮小した。また、ヒトエグサ摂取群では肝障害マーカーであるASTの低下が認められた。以上の結果から、継続的なノリの摂取は、高脂肪食によって増加した血中中性脂肪およびFFAの有意な低下に伴う脂肪肝を改善する可能性が示唆された。  <b>②3T3-L1細胞(マウス前駆脂肪細胞株)を用いたストレス誘導性細胞死および脂肪蓄積に対するヒトエグサおよびスジアオリの影響</b>                  両ノリのメタノール分画は対照群と比較して、用量依存的に脂肪蓄積を減少させ、ストレス誘発剤としてツニカマイシンおよびパルミチン酸単独処理により、それぞれ50%および30%の細胞死を誘導した。2種のノリ抽出物の共存により、それぞれ30%および0%まで細胞死が抑制されたことから、両ノリには、脂肪細胞において脂肪滴蓄積およびストレス誘導性細胞死に対する抑制成分が存在することが明らかとなった。</p>
	<p><b>2. 流通・宣伝戦略の確立(ブランディング戦略)</b>  <b>2-1. 各種発表</b>  <b>●学内発表:</b>9/21 第3回研究発表会(公開、基調講演、一般発表6題、ポスター発表12題、参加者83名)、1/11 第2回シンポジウム(公開、基調講演、特別講演2、招待講演3、一般発表3、参加者109名)、徳島新聞のイベント広告(1/10)を行い、同時に各新聞社にプレスリリースを行ったことで、不特定多数の地域の方に周知ができ、その結果、開催前から、漁協等水産関係者からの問い合わせがあるなど、漁協、養殖業者をはじめ一般参加者が多く、当日、学外からの出席者が50名強という結果になった。  <b>●招待講演:</b>                  ・「海藻養殖における海水の不思議:藻類成長因子の機能とその応用」山本博文, 2019年度日本海水学会第70年会(徳島)                  ・「葉状体形成促進因子サルーシンの合成と実応用」山本博文, 2019年度第29回日本プロセス化学会東四国地区フォーラムセミナー(徳島)  <b>●学外発表:</b>                  ・「BMeS-p-A 標識型サルーシンの設計と応用」○石川舞子, 山崎直人, 葛西祐介, 山本博文, 今川洋, 日本薬学会第139年会(千葉), 2019,3,21-23.                  ・「ヒトエグサの生長過程に必須なミネラル成分の探索と展望」○山崎直人, 山本博文, 第四回徳島マリンサイエンスシンポジウム, 2019,8,24                  ・「アオサリ生育に及ぼす青色パルス照射の影響」○梶山博司, 箕田康一, 宇山裕貴, 山崎直人, 山本博文, 第71回日本生物工学会, 2019,9,16-18                  ・「アオサリ陸上養殖実現に向けてのメタロミクス研究の応用」○姫野誠一郎, 廉馨, 角大悟, 山崎直人, 山本博文, メタルバイオサイエンス研究会 2019(東京), 2019.10                  ・「ドラッグデリバリーシステム技術を活かした海藻栽培用徐放性窒素肥剤の開発」○高見朋香, 吉田美咲, 上田ゆかり, 谷野公俊, 第58回日本薬学会・日本薬剤師会・日本病院薬剤師会・中国四国支部学術大会(香川), 2019.11.9-10.                  ・「ゼラチンからの栄養塩溶出によるスジアオリの生育効果」○西川純泉, 川田直, 山本晃平, 三好真千, 文谷政憲, 箕田康一, 2019年度日本水産工学会学術講演会(福井), 2019.5.18-20.                  ・「Effect of Nitrification Restraint of Outflowing Water from Waste Treatment Plants on Nori Aquaculture」Machi Miyoshi, Sena Kusunoki and Ryoichi Yanagawa, Water and Environment Technology Conference 2019 (Osaka), 2019.7.13-14.                  ・「高栄養塩濃度ゼラチン溶出による海藻生育への影響」三好真千, ○西川純泉, 文谷政憲, 箕田康一, 2019年度日本沿岸域学会研究討論会(大阪), 2019.7.19-20.                  ・「画像解析による養殖網上で生育する海藻付着量の推定」三好真千, ○西村大貴, 中山裕之,</p>

<p>③令和元（平成31）年度の事業成果</p>	<p>文谷政憲, 箕田康一, 2019 年度日本沿岸域学会研究討論会(大阪), 2019.7.19-20.          ・「藻類共生細菌における生合成校正遺伝子群の全容解明に向けたサルーシ生産性向上の検討」石井裕大、高原冬弥、岡本育子、田中正巳、中島勝幸、浅川義範、兼目裕充(2019)第 63 回香料・テルペン・精油化学に関する討論会。2019.10.28-30、秋田          ・「Preventive effects of dietary intake of green algae on cuprizoneinduced neuroinflammation in mouse」Nakashima, et al, The 42th Annual Meeting of the Molecular Biology Society of Japan (Dec. 03-06, 2019; Fukuoka)          ・「アオサリ(ヒトエグサ)の摂取が体格指標、臨床検査値に及ぼす影響」小川直子、犬伏知子、山本博文.第 66 回日本栄養改善学会(富山)2019.9.5-7          なお、日本薬学会第 140 年会、2020.3.25-28 における、以下 3 件の発表がコロナ禍により中止となった。「藻類成長因子に関与する遺伝子の網羅的解析」、「肥満関連疾患に対するヒトエグサおよびスジアオリの影響」、「3T3-L1 細胞を用いたストレス誘導性細胞死および脂肪蓄積に対するヒトエグサおよびスジアオリのメタノール抽出物の影響」          ●論文発表:          ・「海藻養殖における海水の不思議:藻類成長因子の機能とその応用」山本博文*, 山崎直人, 葛西祐介, 今川洋, 日本海水学会誌, 2019, 73 (3), p158.</p> <p>2-2. 「平成 29 年度、30 年度 事業実績報告書」作成、関係者(産・官・学)への配布          2-3. 宣伝・広報活動          昨年度に引き続き、研究発表会やシンポジウムのチラシを作成し、WEB はもちろん、高等学校の配布、徳島駅ラックへの提供、また、新たに徳島新聞のイベント広告と同時に各新聞社にプレスリリースを行ったため、毎日新聞にてイベント紹介、徳島新聞にて結果記事として掲載された。          「大学ブランド・イメージ調査(2019-2020)」の調査報告書(日経 BP コンサルティング刊)によれば、2019 年と 2017 年で比較した場合、地元徳島県の有識者において「研究施設が充実」で 6.5 ポイント増、「地域産業に貢献」で 4 ポイント増、「社会・文化に貢献」で 0.6 ポイント増となっており、ブランディング事業に、ある一定の効果があつたと思われる。</p>
<p>④令和元（平成31）年度の自己点検・評価及び外部評価の結果</p>	<p>(自己点検・評価)          「研究ブランディング事業自己点検・評価実施委員会要項」に従い、全学から選抜・任命された 9 名の自己点検・評価委員が、下記項目について、自己点検・評価を実施した。          下記 7 項目の 4 段階評価と、具体的な指摘および将来展望などの自由記述とした。          その結果、100 点満点に換算して総合評価は 84 点(前年度と比較し、3 点増)であり、各項目については、【研究力】:91 点(3 点増)、【企業化】:75 点(3 点減)、【地域貢献】:75 点(6 点減)、【人材育成】:81 点(3 点増)、【教育・研究のブランド化】:75 点(6 点減)、【商品化】:88 点、【今後の発展】:88 点であり、徳島文理大学における初めての試みに対する期待が大きく、今後、総合大学の利点を生かし積極的に事業展開を押し進めていくことが強く望まれた。</p> <p>(外部評価)          本事業の内容(研究分野、地方創生への貢献)に詳しい有識者からなる評価委員 A(5 名)と、本事業のステークホルダーからなる評価委員 B(5 名)に、配布した「平成 31 年度事業実績報告書」に基づき、I.実用化研究、II.基礎研究、III.ブランディング戦略、IV.研究発表会、シンポジウムの内容の観点から、4 段階での評価を依頼した。評価結果は、100 点満点に換算して、I.80 点(前年度と同点)、II.78 点(7 点減)、III.85 点(13 点増)、IV.85 点(3 点増)であり、平均 82 点(2 点増)で、「良く出来ている」以上の評価であった。          今回、III.ブランディング戦略で 13 点増の高評価が得られたのは、「産官学が連携してシンポジウムを開催しており、事業研究内容を広く周知している点」や「徳島新聞のイベント広告、同時に各新聞社にプレスリリースを行ったことで毎日新聞や徳島新聞でイベント紹介・結果の記事が掲載された」ことなどで、活発な広報活動を実施した結果であると考えられる。一方で、「アオサリの事業展開による経済指標の具体的な動向やコンサルティング会社によるブランド・イメージの変化等、ブランディング戦略の方向性を積極的に検討されているが、それぞれの具体的な結果や内容を記載が必要」という意見や「自学ブランドとして販売するための戦略が弱く、現在のヒトエグサ市場をしっかりと分析、評価し、どのような形で販売していくのか、そのための情報収集を積極的に行い、販売戦略、ブランディング戦略を立てる必要がある」、「大学ブランドのサプリメント、食品、海藻を用いた化粧品等の開発がなければ、大学名をブランドとして強調することは出来ない」などの意見があり、本事業成果の商品化時等の参考にしたい。</p>
<p>⑤令和元（平成31）年度の補助金の使用状況</p>	<p>令和元(平成 31)年度経常費補助金を、本事業推進のために必要な実験器具・消耗品、調査のための出張費用など総額約 2,021 万円に充当し、繰り越し分は次年度以降の事業費に充てることにした。また、研究設備として、質量分析計(6,057 万円)を文部科学省の 1/2 直接補助及び自己資金にて購入した。</p>