

都市エリア産学官連携促進事業
(発展型)
【岡山県南エリア】
自己評価報告書

平成20年7月

地方自治体名	岡山県
エリア名	岡山県南エリア
課題名	マイクロ化学反応プロセス構築のためのアクティブマイクロリアクターの開発
特定領域	「 製造技術 」
事業総括氏名	鈴木 康一
中核機関名	財団法人 岡山県産業振興財団
中核機関代表者氏名	青井 賢平

I 事業の概要(フェースシート)

(1) 事業の目的

岡山県内には造船、自動車、農機具など加工組立て型産業を支える優秀な中小機械加工企業の集積があり、また世界的な精密微細加工企業の立地を始めとして全国的にも優位な精密微細加工業集積地が形成されている。

岡山県では、これら精密加工企業群の立地を活かし、医療・健康・福祉関連機器を始めとして高度機器を産み出す「岡山版産業クラスター」の形成を目指す「マイクロものづくり岡山創成事業(国の地域再生計画認定第1号)」に平成16年度から取り組んでいる。

この「マイクロものづくり岡山創成事業」では、精密加工企業を始めとするものづくり企業のネットワーク化、大学、行政、産業支援機関、金融機関、商工団体など、マイクロものづくり企業を支援するネットワークづくり、マイクロものづくりセンターの建設など産学官連携基盤の整備を行うとともに、研究開発、取引支援、販売支援、マイクロものづくりコーディネータによる連携促進活動など様々な振興策を進めている。

これらの取り組みの中から、将来の岡山を担う新たな産業育成を目的として、①超精密生産技術分野 ②医療・福祉・健康関連分野 ③バイオ関連分野 ④環境関連分野の4分野に的を絞った産業振興策を進めており、本事業は、この4分野の中でも最重点分野である超精密生産技術分野の産業振興策の中核研究開発事業、リーディングプロジェクトとして位置づけられている。

(2) 事業の目標

地域に集積する精密微細加工技術シーズをベースに、化学プロセスとマイクロアクチュエーター技術を融合させることにより、能動的な動作機構を組み込み、反応性に優れた「アクティブマイクロリアクター」を実現し、医薬品中間体など高付加価値化成品の製造プロセスへの適用を目指すものである。さらに、本研究開発を通じ、地域の持続的な産学官連携基盤の構築と新産業の創出を図ることを目標としている。

(3) 研究テーマの概要

①概要

本事業では、マイクロリアクターによる物質生産プロセスを実現するために、これらのプロセスのキー技術となる“流動”や“混合”に着目し、その機能を十分に発揮させるため、マイクロリアクターの設計要素技術開発として、アクティブデバイス、流体解析、マイクロ流路の表面改質の要素技術開発を行い、化学プロセス関連研究と有機的に連携させるものである。

化学プロセスの研究では、合成、乳化、抽出、燃焼という4つの基礎的プロセスを取上げ、それぞれ、・医薬品中間体としての非天然型アミノ酸、光学活性ラクトン、・エマルション製剤、マイクロカプセル、・生理活性物質である EPA(エイコサペンタエン酸)高純度品、DHA(ドコサヘキサエン酸)の高純度品、・マイクロ触媒燃焼装置、などの具体的物質生産プロセス、装置への応用を目指したマイクロリアクターを開発する。

その目標を達成するため、「設計要素技術の開発」をテーマ1、「マイクロ反応プロセス技術の開発」をテーマ2として取り組む。また、各テーマの中で取り組む具体的な開発課題、開発する反応プロセスをサブテーマとし、年度毎に下記の開発目標を設定した。

②研究テーマ一覧

テーマ1：設計要素技術の開発

研究テーマ名	代表者・所属	概要	実施年度
サブテーマ1-1 アクティブ デバイス	岡山大学大学院 自然科学研究科 鈴木康一	アクティブ触媒、マイクロポンプ、マイクロバルブ(サイズ5mm立方)の開発	H17
		アクティブデバイスを組み込んだマイクロリアクターの設計開発	H18
		マイクロ反応プロセスを実現するアクティブマイクロリアクターの設計開発	H19
サブテーマ1-2 流体解析	徳島大学大学院 ソシオテクノサイエンス 研究部 外輪健一郎	マイクロリアクターの流路方向濃度分布計測手法の開発	H17
		反応速度、拡散係数の計測デバイスの提案と測定技術(誤差5%以内)の確立	H18
		マイクロリアクターの設計法の提案と有効性の実証	H19
サブテーマ1-3 表面改質	岡山県工業技術センター 福崎智司	リアクター基材/溶質の界面張力の低減化(1/5)	H17
		基材への吸着の相互作用を1/2に低減。基材の溶出量0	H18
		マイクロバブル、電解、活性酸素等を利用した新規洗浄技術の開発	H19

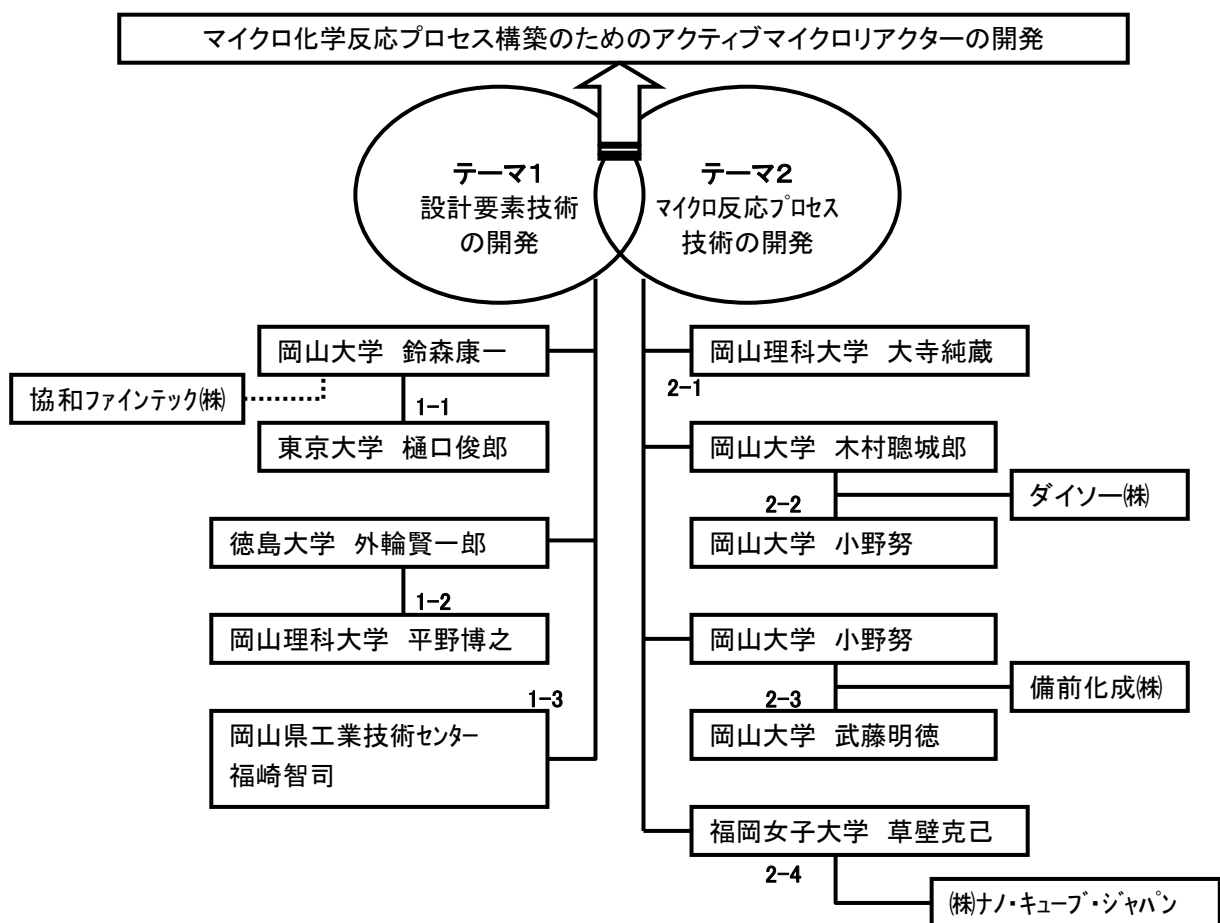
テーマ2 マイクロ反応プロセス技術の開発

研究テーマ名	代表者・所属	概要	実施年度
サブテーマ2-1 マイクロ合成 反応プロセス	岡山理科大学工学部 大寺純蔵	・非天然型アミノ酸及び光学活性ラク톤の合成プロセスをバッチ法で確立	H17
		・マイクロリアクターに適用可能な芳香族アセチレン合成法を確立	
		・精密温度可変マイクロリアクター及び分離・抽出型マイクロリアクターを設計、試作	
サブテーマ2-2 マイクロ乳化 プロセス	岡山大学大学院 医歯薬学部総合研究科 木村聡城郎	・乱流混合型のマイクロリアクターを製作	H18
		・フロー系プロセスの基本設計	
		全収率が工業化可能なレベル(70~80%)のフロー系マイクロリアクターを試作	H19
サブテーマ2-2 マイクロ乳化 プロセス	岡山大学大学院 医歯薬学部総合研究科 木村聡城郎	マイクロ流路分岐乳化法、マイクロポンプを用いたマイクロリアクターによる単分散なエマルジョン調製(エマルジョン滴径:40 μ m~100 μ m、分散度:5~10%)	H17
		マイクロ流路分岐乳化法やアクティブマイクロリアクターによるエマルジョン調製(エマルジョン滴径:10 μ m~40 μ m、分散度:5~10%、分散安定性:1週間、薬物封入率:80%以上)	H18
		・至適機能を有する単分散液滴調製用 On-demand Production System を開発 微粒子調製ユニットを組み込んだシステムの開発(マイクロカプセル径:10 μ m~40 μ m、分散度:5~10%、分散安定性:1週間、薬物封入率:80%以上)	H19

サブテーマ2-3 マイクロ抽出 プロセス	岡山大学大学院 環境学研究科 小野努	・ゼブラ流マイクロリアクターの基本設計条件を確立 ・魚油からの生理活性物質成分の抽出における抽剤の 選定とマイクロリアクターへの適応条件の抽出	H17
		・抽出マイクロリアクターによる連続分離精製の実現 (純度90%以上) ・ゼブラ流マイクロリアクターによる生理活性成分の抽 出条件の最適化	H18
		・マイクロリアクターによる抽出プロセスの設計・製作 ・抽出マイクロリアクターシステムによる連続分離精製 の実現(純度 98%以上) ・液滴抽出マイクロリアクターのプロトタイプ作製	H19
サブテーマ2-4 マイクロ燃焼プロ セス	福岡女子大学 人間環境学部 草壁克己	劣化の少ない燃焼用高性能触媒及び触媒調整法の開 発(100時間連続運転で性能変化がない触媒)	H17
		マイクロ触媒燃焼装置の試作(マイクロ流路の流れ方 向で温度差が20%以内の均一燃焼)	H18
		100W 燃料電池用高効率マイクロ燃焼装置の開発	H19

(研究開発体制)

参画研究機関(番号はサブテーマ)



研究テーマ及び研究者は以下のとおり。(体制図番号はサブテーマ)

①テーマ1「設計要素技術の開発」

テーマ2と連動し、マイクロリアクターへのアクティブ機能の付与、高性能化に寄与する。

○サブテーマ1-1「マイクロアクチュエーターによるアクティブデバイスの開発」

岡山大学大学院自然科学研究科 鈴木康一、神田岳文、脇元修一

マイクロアクチュエーター、機能デバイス

東京大学大学院工学系研究科 樋口俊郎

圧電、静電アクチュエータ、精密工学

○サブテーマ1-2「反応流体解析技術に基づくマイクロリアクター設計技術の開発」

徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 外輪健一郎

流体解析、マイクロ化学デバイス、晶析技術

岡山理科大学工学部 平野博之

コンピューター化学工学、流体解析、移動現象

○サブテーマ1-3「マイクロ流路の表面改質技術と洗浄技術の開発」

岡山県工業技術センター 福崎智司、高橋和宏、竹原淳彦、浦野博水

オゾンガスを用いた表面酸化技術と、金属表面への物質の着現象、洗浄技術

②テーマ2「マイクロ反応プロセス技術の開発」

○サブテーマ2-1「マイクロリアクターモジュールを用いる合成プロセスの開発」

岡山理科大学工学部 大寺純蔵、折田明浩

有機合成化学及び整合的化学プロセス

ダイソー(株)

有機反応化学、医薬品製造におけるプロセス化学

○サブテーマ2-2「液滴分散系調製のためのマイクロリアクターシステムの開発」

岡山大学大学院医歯薬学総合研究科 木村聰城郎、檜垣和孝助、大河原賢一

薬物動態制御学、薬物投与剤型の開発、粘膜吸収促進法の開発

岡山大学大学院環境学研究科 小野 努

化学プロセス工学、高分子コロイド及びその分散系、分離工学

(株)光ケミカル研究所

各種ポルフィリン合成技術とそれらの製剤への応用

○サブテーマ2-3「高速・高効率抽出処理が可能な革新的マイクロリアクターシステムの開発」

岡山大学大学院環境学研究科 小野 努

化学プロセス工学、高分子コロイド及びその分散系、分離工学

岡山大学大学院自然科学研究科 武藤明徳

化学反応工学、エネルギー工学、触媒工学

備前化成(株)

生理活性物質の分離精製技術

○サブテーマ2-4「マイクロ触媒燃焼装置の開発」

福岡女子大学人間環境学部 草壁克己、官 国清

触媒プロセス工学、マイクロ化学プロセス

(株)ナノ・キューブ・ジャパン

マイクロリアクターを用いた貴金属微粒子の合成技術

II 総括

(1) 事業計画

化学プロセスとマイクロアクチュエーター技術の融合で生まれる能動的な動作を具備するマイクロリアクターを「アクティブマイクロリアクター」と命名し、研究開発を行った。

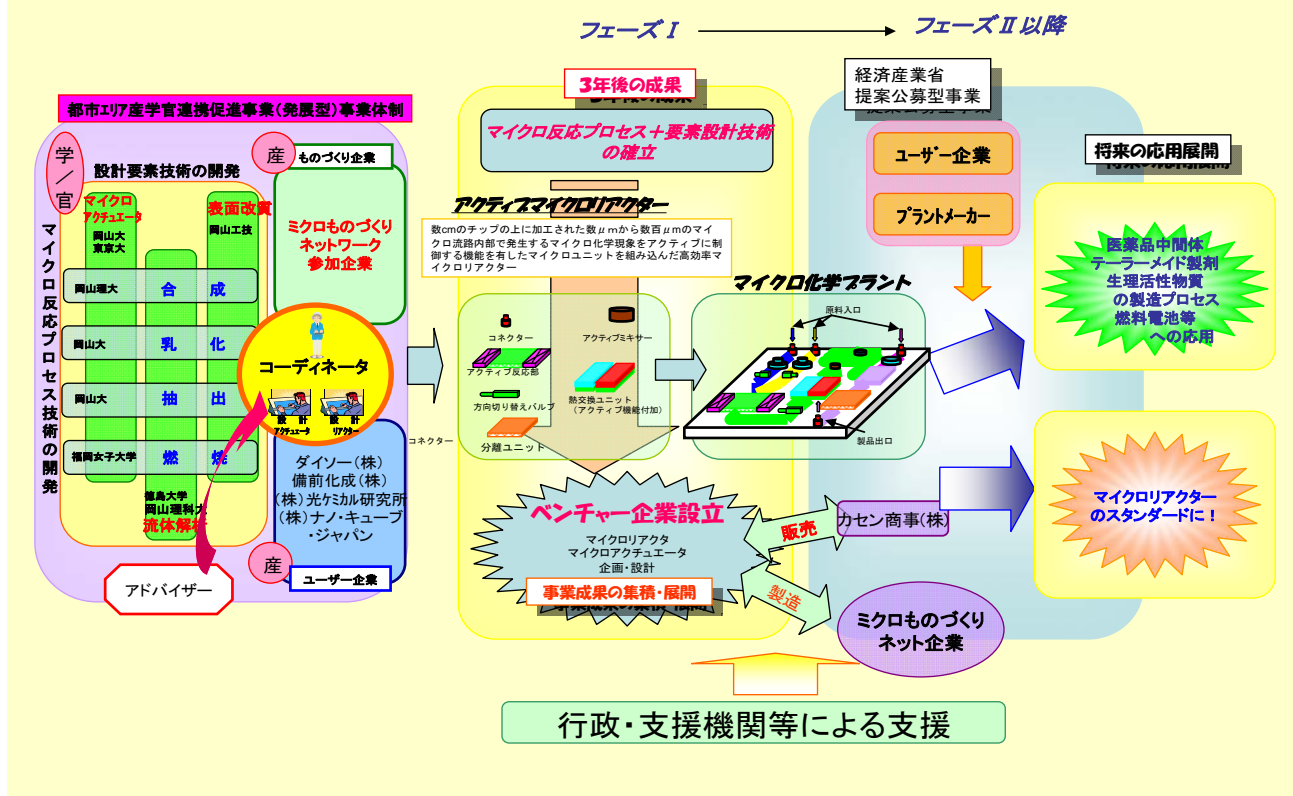
マイクロリアクターは、反応器容積当たりの接液面積が多いことが特徴であり、熱交換や物質移動を飛躍的に増大させる。このことは、化学反応効率を著しく向上させることや、極微量の物質を扱うため反応を高速に行えること、さらに、従来の反応装置では制御不可能な激しい反応も制御可能になるなど優れた特性を発現させることから、マイクロリアクター技術は化学反応の科学技術に革命的な変革をもたらすものとして注目されている。

マイクロリアクターを多数並列化・集積化することにより、従来の工業化のネックであったスケールアップのための労力と時間を大幅に削減でき、実験室レベルの合成から一挙に工業的な製造に展開が可能になるため、ファインケミカルズ等の実用的製造に適用できるマイクロ化学プラントの構築が期待されている。

しかしながら、マイクロリアクター等のマイクロ流体制御デバイスのうち、機械加工したものについては、ドイツからの既製品（IMM社製）の輸入又はMEMS技術を活用した製品に偏重しているのが現状であり、ほとんどが規格標準仕様のため研究者の独自のアイデアによる仕様変更への対応が困難である、耐食性・耐熱性・耐摩性等の観点から適当な材料選定ができない、納期・価格等でも問題があるなど、多くの問題点が指摘されてきた。

このことから、優れた地域特性である岡山地域に立地する精密微細加工企業群を背景に、これまでのマイクロリアクター開発の諸問題をブレークスルーし、かつ、従来の化学反応プロセスに代わる高効率な化成品製造プロセス、特に、医薬品やファインケミカルズ製造に適用可能なマイクロリアクターの開発を目指したものである。

都市エリア産学官連携促進事業(発展型)概要



(2) 地域の取り組み

本事業は、大学の研究シーズと、それを応用面で活用できるものづくり企業とが連携し、新事業の創出を目指したものであり、開発対象物である「アクティブマイクロリアクター」は、先進の精密微細加工技術を活かした精密な機能部品といえる。これらは、岡山県の最重点産業育成分野である超精密生産技術分野ばかりでなく、同じく重点産業育成分野である「医療・福祉・健康関連分野」の高度機器開発にもつながる研究開発であり、波及効果は大きいと見込まれる。

また、本事業と連携する「マイクロものづくり岡山創成事業」には、ものづくり企業に加え、県内の理工系の大学及び工業高等専門学校がすべて参画しており、本事業から産み出された技術や情報は、県採用のマイクロものづくりコーディネータ、マイクロものづくり岡山推進協議会、マイクロものづくりメールマガジン、ホームページなど種々の手段により広められ、産学官連携の活性化に寄与している。

このように、本事業の取り組みは本県の地域構想及び産業育成の戦略に沿ったものであり、地域全体の取り組みとして実施された。

(3) 研究開発による成果、効果

3年間の取り組みにおいては各研究テーマ目標の水準にほぼ到達し、都市エリア事業の一般型及び発展型の一連の事業展開の中で計33件の特許出願を行い、このうち11件については岡山TL0を通じて技術移転が実現したところである。また、本事業活動の中から、(株)ナノ・キューブ・ジャパンが岡山リサーチパークインキュベーションセンターにおいて起業し、金属ナノ粒子の製造等を行っている。

さらに今後も都市エリア産学官連携促進事業終了後の展開を図るため、実用化・市場化に向けた活動の継続及び研究者・技術者のネットワーク維持のための受皿組織として「岡山マイクロリアクターネット」が岡山県の支援の下に設立されたところである。また、本事業の研究成果を基礎として実用化に向けた産学の共同研究がスタートするとともに、岡山県が新たに設けた「きらめき岡山創成ファンド支援事業補助金」にも本事業の連携企業である3企業の提案が採択され、平成20年度から研究成果の実用化に取り組むこととなっている。

III 自己評価の実施状況

事業推進に向けた体制（後述）の中で自己評価を実施し、事業の進捗状況管理や研究の方向性についての妥当性を協議した。特に事業運営会議を研究開発マネジメントの最重要審議機関と位置づけ、事業総括、研究統括、研究副統括、科学技術コーディネータからなる体制で、原則毎月開催することにより、事業進捗の管理等を行い、事業計画の見直しを含め、事業の適切な運営と初期に設定した目標の確実な達成を図った。

研究の評価・見直しについては外部評価委員会に加え、3ヶ月に一度のペースで研究者からの報告書の提出を求め、外部評価員やアドバイザーから助言してもらう形で研究開発に対するマネジメントを行った。また、共同研究者から成果が出る都度、当該関係者による少人数の交流会を随時開催するとともに、個別研究会等を多数開催し交流の場として活用し、研究の評価、見直しを行った。

さらに、新たな研究展開に向けては、有識者であるアドバイザーを委嘱し、事業化検討委員会、研究会等で種々の助言を得た。

これらの事業推進に向けた体制においては、事業推進委員会、事業運営会議、研究会等の事務局を岡山県産業振興財団に置き、本事業の管理運営を一元的に行なった。

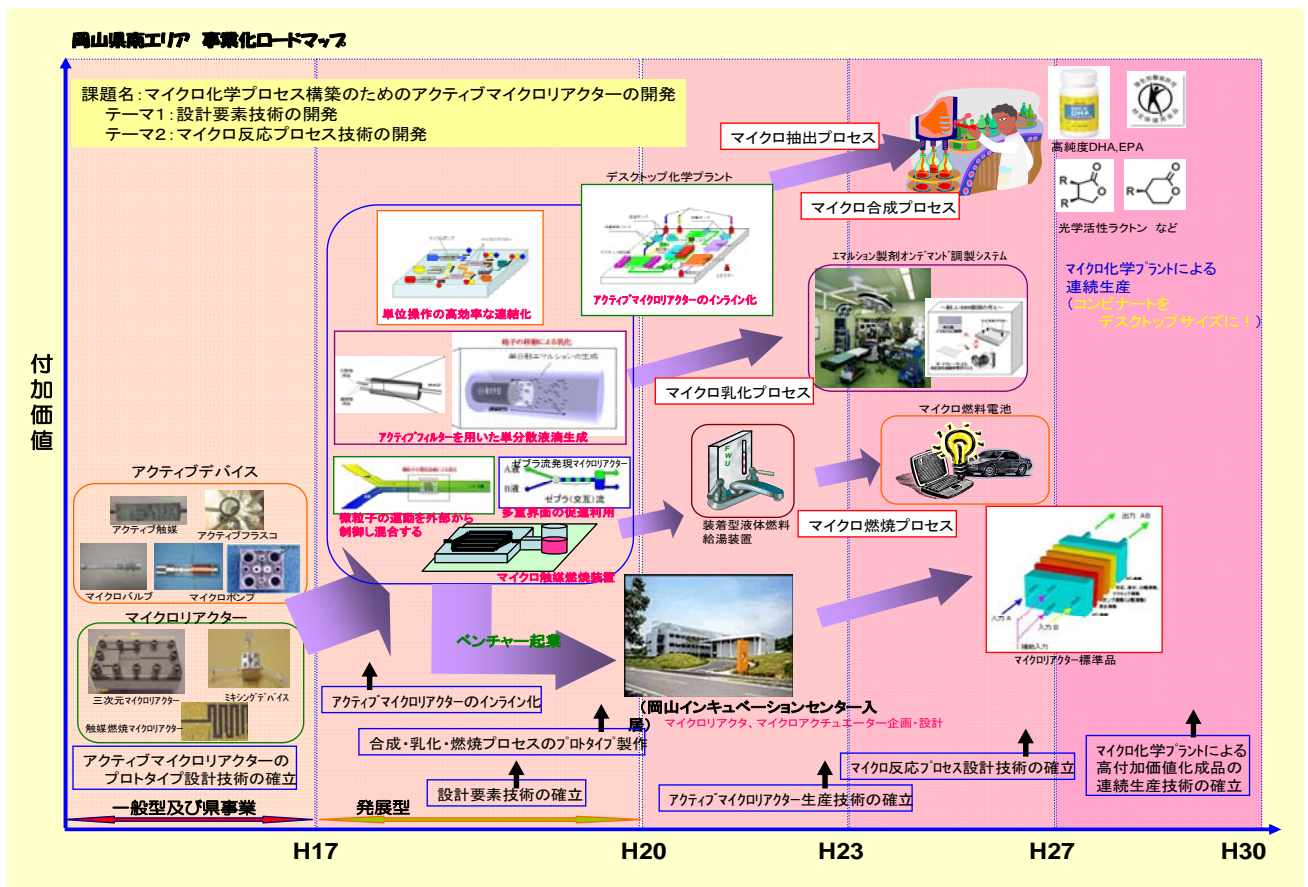
IV 都市エリア産学官連携促進事業に係る自己評価

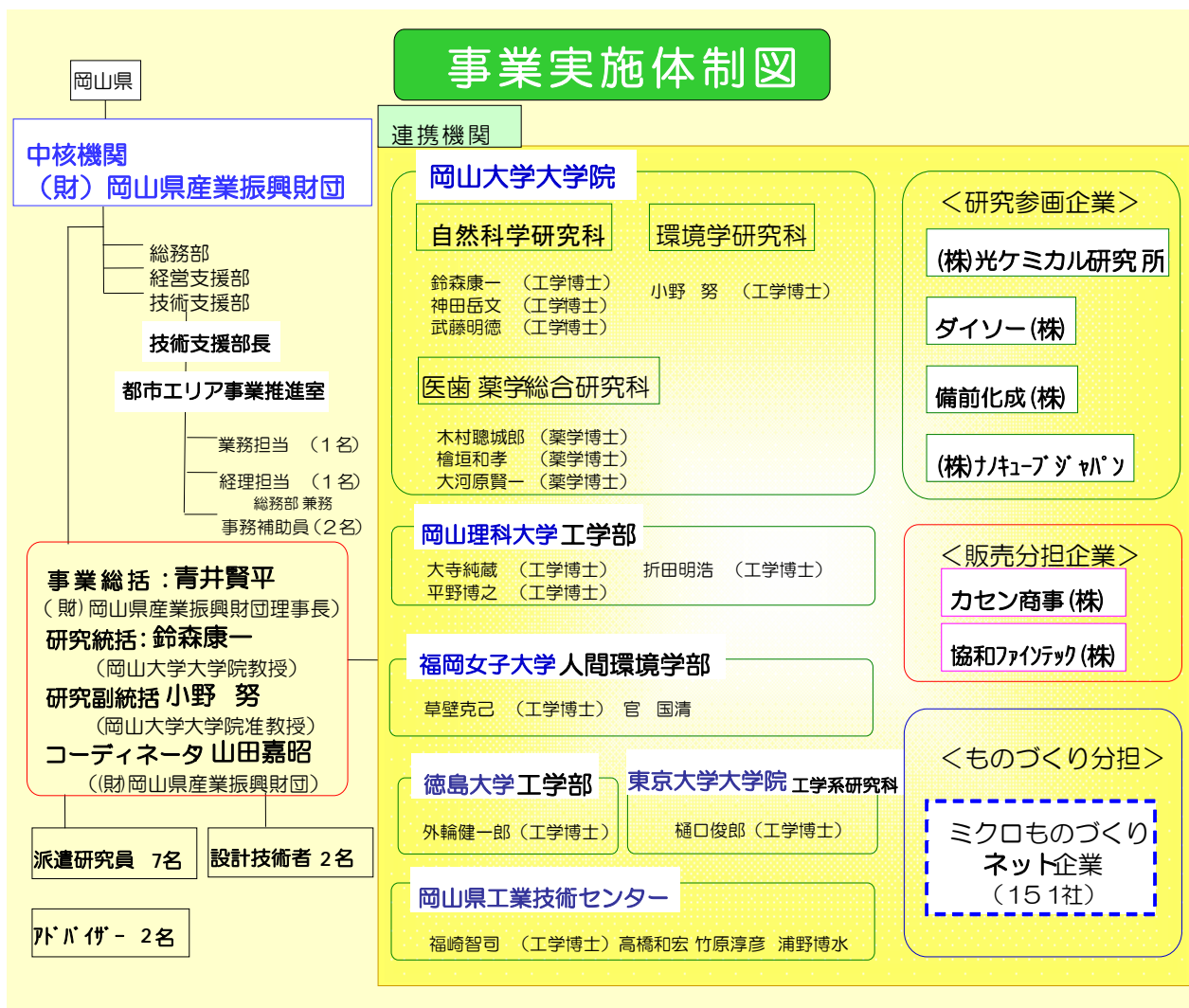
(1) 本事業の目的と意義

前述のとおり本事業と岡山県の進める「マイクロものづくり岡山創成事業」とは密接な連携の下に展開されており、県内の優秀な精密生産技術を持つ企業集積を活かし、精密・微細・ファインなものづくりの高度化、医療・福祉・健康分野での機器開発を目指し、精密生産技術を有する企業群や大学研究者に加え、経済団体、金融機関、産業支援機関、行政など、本県の産学官が一体となって本格的なものづくり産業クラスターを形成することを目的としている。

平成 10 年 3 月に策定した「岡山県科学技術振興指針」において、①暮らしの向上と快適な生活環境の実現、②新産業の創出と活性化の 2 つの目標を設定し、特に、地域ポテンシャル、今後の成長、県民の生活向上の 3 つの視点から取り組みを強化していく分野として、「医療・福祉・健康関連分野」及び「基盤技術関連分野」を明記している。さらに、平成 14 年 3 月に策定（平成 16 年 9 月改訂）された「新世紀おかやま夢づくりプラン」においても「岡山版産業クラスターの形成」及び「一点突破型の新産業創出プログラム」として「マイクロものづくり岡山創成事業」が掲げられている。さらに「おかやま産業・雇用戦略会議」がとりまとめた、将来にわたって岡山県産業の活性化を図るための地域を挙げた産業・雇用に係る地域戦略として、一点突破型の 10 の個別戦略の一つに「マイクロものづくりの高度化」による産業・雇用の創出が取り上げられている。

本事業は、このように地域政策との関連性・整合性が図られており、将来の岡山を担う新たな産業育成重点 4 分野（①超精密生産技術分野 ②医療福祉健康関連分野 ③バイオ関連分野 ④環境関連分野）のうちの最重点分野である超精密生産技術分野に係る産業振興策の中核研究開発事業、リーディングプロジェクトとして位置づけられている。





(2) 本事業の計画の妥当性、戦略性

事業全体の研究開発計画では、高効率な物質生産プロセスを実現するために複数のマイクロリアクターを一つのプロセスに組み込むことを目的として、「マイクロリアクターの設計要素技術の開発」(仮に「縦系」の研究開発とする。)とそれを用いた「マイクロ反応プロセス技術の開発」(仮に「横系」の研究開発とする。)を有機的に連携させた研究開発(「縦系」と「横系」をクロスさせた研究開発)を推進することとした。

これは、マイクロ反応プロセスにおいては、化学的な知見とマイクロリアクターの設計技術に関する知見が不可欠であり、両技術を有機的に連携させた研究を行うことが、合理的、効果的であり、戦略的であると判断し、次のように「テーマ1: 設計要素技術の開発」と「テーマ2: マイクロ反応プロセス技術の開発」を二本柱に据え、各テーマの中で、必要不可欠のサブテーマを選択して取り組んだものである。このため、各テーマは独立したテーマではあるが、縦系と横系とは密接に絡んでおり、十分な連携のもとに進められた。

具体的には、マイクロリアクターによる高効率な物質生産プロセスを実現するために最も着目すべき現象である“流動”及び“混合”に着目し、マイクロ反応プロセス中においてこれらの現象を合理的に解決できる設計要素技術研究として3テーマを実施した。

- ・ アクティブデバイスの開発 (サブテーマ1-1)
- ・ マイクロ流路内における流体解析技術の開発 (サブテーマ1-2)
- ・ マイクロ流路の表面改質技術の開発 (サブテーマ1-3)

一方、実際の化学反応プロセスを設定し、上述した設計要素技術を駆使したマイクロリアクターを開発し、それらを連結させたマイクロ反応プロセスとして、合成、乳化、抽出、燃焼という4つの基礎的な反応プロセスを取上げ、それぞれ次の具体的な製品製造プロセスへの応用を目指したマイクロ反応プロセス研究を4テーマ実施した。

- ・マイクロ合成反応プロセス（サブテーマ2-1）
- ・マイクロ乳化プロセス（サブテーマ2-2）
- ・マイクロ抽出プロセス（サブテーマ2-3）
- ・マイクロ触媒燃焼プロセス（サブテーマ2-4）

この研究開発については、本事業の最終設定目標を達成するため、研究テーマごとに、年度計画を立案し、事業実施した。

テーマ1：設計要素技術の開発

<平成17年度>

アクティブ触媒、マイクロポンプ、マイクロバルブを、各反応プロセスの仕様に依りて開発する。ポンプ、バルブ容量は、プロセスごとに0.1~50ml/minの間で数バージョン開発する。また、アクティブフラスコなど、新しいアクティブデバイスについては機能確認のためのデバイスを試作する。マイクロ流路流体解析における研究では、紫外光の吸光度の空間的分布を計測する技術を開発し、マイクロリアクター内部に生じる濃度分布を測定する技術を確立する。また、これを利用してマイクロリアクターの設計・運転条件が濃度分布に与える影響について検討する。マイクロ流路の表面改質に関する研究では、各種媒体との親和性の向上を目的として基材（ステンレス、チタンなど金属素材）の表面改質を行い、マイクロ流路における流動抵抗の低減化を目指す。

<平成18年度>

アクティブデバイスを組み込んだマイクロリアクターを各用途の仕様に依りて設計開発し、合成、乳化、抽出プロセスを実現する。マイクロ流路流体解析における研究では、計算流体力学を活用し、流動状態が反応率、収率に与える影響を検討する。また、拡散係数と反応速度の計測に適したデバイスの開発を進める。これには求めようとする反応速度、拡散係数によって濃度分布が最も敏感に変化するようなデバイスを、システム最適化手法を活用して設計する。マイクロ流路の表面改質に関する研究では、残留改質剤を使用しない表面改質法の提案を行い、マイクロ流路の汚染の抑制を目指す。さらに、ゾルゲル法とオゾン酸化処理を組み合わせた、リアクター表面の酸化物低温被覆処理を検討し、基材と溶質との反応、基材成分の溶質への溶出防止技術の確立を目指す。

<平成19年度>

各用途の仕様に依りて、一連のマイクロ反応プロセスを実現するアクティブマイクロリアクターを設計開発する。マイクロ流路流体解析における研究では、与えられた処理量と選択率を実現する反応流路の形状、及び構成を導出できる設計手法を、システム最適化技術を活用して開発する。提案法の有効性を確認するため、各種有機物の部分酸化反応や、各研究メンバーが取り上げている反応を実施するためのマイクロリアクターを設計し、その性能を評価する。マイクロ流路の表面改質に関する研究では、溶剤・界面活性剤を使用しない表面改質技術として、マイクロバブル、電解、活性酸素等を利用した新規表面改質技術の確立を目指す。

テーマ2：マイクロ反応プロセス技術の開発

<平成 17 年度>

光学活性体や芳香族アセチレンなどの合成反応プロセスを確立するとともに、適切なマイクロリアクターを作製する。マイクロ乳化プロセスでは、マイクロポンプを用いたマイクロリアクターによる単分散なエマルジョン調製を行うとともに、アクティブフラスコなどの剪断力をマイクロ反応場に印可できるユニットを組み込んだマイクロリアクター設計のための基盤技術及び部材を開発する。マイクロ抽出プロセスでは、リアクターデザインと溶液特性（表面張力、接触、抽出成分濃度）の関係を明らかにすることで、ゼブラ流発現条件の詳細検討を行う。マイクロ触媒燃焼装置の開発では、触媒開発と共にマイクロ流路内で圧力損失の少ない触媒調製法、燃焼方式の確立を目指す。

<平成 18 年度>

前年度作製したマイクロリアクターを用いた合成反応プロセス実験を実施し、各マイクロリアクターの指摘設計を行うことで、各素反応の収率 80%以上を達成する。マイクロ乳化プロセスでは、薬物を高効率で封入した W/O/W エマルジョン径のダウンサイズを試みる。このため、本プロジェクトに採用予定のアクティブフィルターを用いた W/O/W エマルジョン調製用アクティブマイクロリアクターを開発する。マイクロ抽出プロセスでは、ゼブラ流の安定発現によるマイクロリアクター安定操業とマイクロセトラでの安定分離の確認を行う。さらに、魚油中に含まれる生理活性成分である EPA や DHA を分離精製する抽出マイクロリアクターの安定運転を検討する。マイクロ触媒燃焼装置の開発では、マイクロエジェクターとマイクロ燃焼装置について設計要素技術の開発グループの支援を受けて数値流体解析設計を行い、精密機械加工技術を用いて作製し、燃料供給及び燃焼試験を行う。

<平成 19 年度>

前年度までに確立したマイクロリアクターを用いたマイクロ反応プロセス（多段合成プロセス）の連続運転を実施し、収率などの目標値を達成する。マイクロ乳化プロセスでは、単分散液滴調製用 On-demand Production System を開発するとともに微粒子調製ユニット組み込んだシステムを開発する。マイクロ抽出プロセスでは、マイクロリアクターの各要素（混合部、反応部、マイクロ分離部）を連結し、EPA や DHA などの高純度な生理活性物質の分離を行うマイクロリアクターシステムを開発する。マイクロ触媒燃焼装置の開発では、マイクロエジェクターと触媒燃焼部を組み合わせて 100W 燃料電池用高効率マイクロ燃焼装置を完成させる。

共同研究開発体制については、事業目標を達成するため、その研究領域を専門とする地域の研究者に加え地域外から該当研究分野で著名な研究者の協力支援を要請して事業推進した。これらの地域外の研究者の参画は、事業計画の達成に向けての共同研究の推進に大きな役割を果たしており、また事業終了後の本地域との密接な協力関係を維持し、次の展開を図るうえで、その意義は大きいものがあった。

資金配分については、資金が必要な課題、配分額及び配分時期等について研究者の意見を十分聴取したうえで決定したものであり、参加研究者間の意思疎通も密接となり、産学官連携に必要な緊密な連携関係も築かれており、その措置は適切であったと考えている。

以上の研究計画、資金計画等に基づき着実な研究開発が進められ、進捗管理も前述のとおり適宜行われた結果、研究開発結果は事業化が視野に入る試作段階に達しほぼ目標水準に達したと判断され、また特許出願、技術移転も相当数達成できており、設定した事業計画は適切であり事業推進もできたと判断している。

※資金執行状況

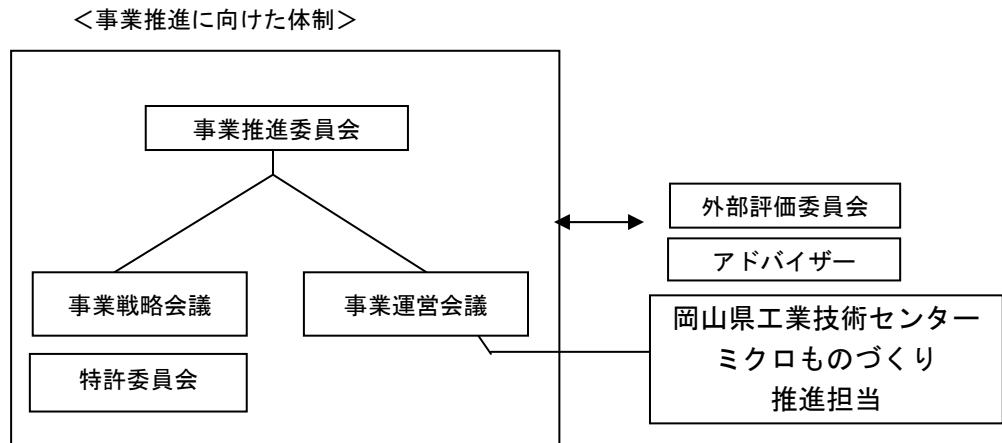
(単位:千円)

年 度	17年度	18年度	19年度	合 計
国及び地域合計	187,699	199,623	187,206	574,528
国負担	187,699	199,623	187,206	574,528
(内訳)				
・研究開発費(共同研究、育成研究)	72,383	84,520	76,982	233,885
・事業運営費	115,316	115,103	110,224	340,643
地域資金	-	-	-	-
(内訳)	-	-	-	-
・自治体等の資金	-	-	-	-
(事業名等)	-	-	-	-
・自治体以外の資金	-	-	-	-

(3)本事業における事業推進体制

本事業の推進体制は、次の事業実施体制図に示すとおり、(財)岡山県産業振興財団を中核機関とし、岡山大学、公設試験研究機関を始めとする研究機関、備前化成(株)を始めとする研究参画企業、精密微細加工を得意とする岡山県マイクロものづくりネット企業、マイクロリアクターの販売を担当予定のカセン商事(株)等を連携機関として構成し、事業統括を中核機関である(財)岡山県産業振興財団の理事長、研究統括及び研究副統括を中核研究機関である岡山大学大学院教授及び准教授を当て、さらに(財)岡山県産業振興財団内に事業推進部門として都市エリア事業推進室を設置し、科学技術コーディネータ、設計技術員、派遣研究員7名、業務担当、経理担当等を雇用し、事業推進に当たった。また、外部アドバイザーとしては3名(H19年度は2名)の知見者を任命した。

具体的な事業推進に当たっては、本プロジェクトの全関係機関を構成メンバーとする事業推進委員会のもとに、研究開発の進捗管理等、事業推進の中心的事項を協議するための事業運営会議、事業化等の戦略を協議する事業戦略会議、研究成果の特許化に関する特許委員会等を置くとともに、有識者で組織する外部評価委員会を開催し、年2回の外部評価(中間評価、年度評価)を踏まえ、研究内容の見直し、研究資源の配分見直し等を適切に実施した。



事業参画機関

岡山大学	岡山県工業技術センター	<u>マイクロものづくりネット参加企業</u>
岡山理科大学	(株)光ケミカル研究所	(株)化繊ノズル製作所
美作大学	ダイソー(株)	安田工業(株)
徳島大学	備前化成株	協和ファインテック(株)
東京大学	(株)プラネット	(有)藤昇工作所 など151社
福岡女子大学	カセン商事(株)	

《事業推進委員会》

- 議長：氏名：青井賢平（事業総括） 現職：（財）岡山県産業振興財団理事長
 ○委員：氏名：青井賢平（事業総括） 現職：（財）岡山県産業振興財団理事長
 氏名：鈴木康一（研究統括） 現職：岡山大学工学部教授
 氏名：小野努（研究副統括） 現職：岡山大学環境理工学部准教授
 氏名：小野隆夫 現職：岡山県産業労働部長（役職指定）

その他委員は下記のとおり（役職指定は職名のみ記載）。

【産】

(株)光ケミカル研究所常務取締役、ダイソー(株)水島工場長、備前化成(株)代表取締役
 (株)ナノ・キューブ・ジャパン代表取締役

【学】

岡山大学副学長（学術研究担当、研究推進・産学連携機構（知的財産本部長））
 岡山県立大学共同研究機構副機構長、岡山理科大学学外連携推進室長
 津山工業高等専門学校地域共同テクノセンター長

【官（公）】

岡山県産業労働部 工業技術センター所長
 中国経済産業局地域経済部長、岡山リサーチパークインキュベーションセンター長

○審議事項：

- ・実行計画策定及び実施に当たっての重要事項に関すること
- ・共同研究委託の実施及び事業の実施結果の報告に関すること

○庶務

（財）岡山県産業振興財団（中核機関）技術支援部において実施

《事業運営会議》

○下記メンバーにより構成する。

- ・事業総括、研究統括、副研究統括、科学技術コーディネータ（2名）、岡山県工業技術センターマイクロものづくり推進担当、事務局

○事業の進捗状況、進行管理を実施

《事業戦略会議》

○運営会議メンバーに以下を加える。

- ・（財）岡山県産業振興財団経営支援部長
- ・（財）岡山県産業振興財団総務部副部長（岡山 TLO 担当）

○マーケティング戦略、知財戦略等の審議決定を実施

○特に知財戦略については、下記メンバーにより構成する特許委員会により研究・検討
事業総括、研究統括、研究副統括、サブテーマリーダー、参画機関知財関係者、岡山 TLO、事務局

《アドバイザー》

- ・岡本秀穂：（H17～19）
- ・久本秀明：（H17、18）
- ・藤田正和：（H17～19）

《外部評価委員会》

- ・「岡山・産学官連携推進会議」ワーキンググループ（重点取組テーマの検討）座長
- ・元（独）科学技術振興機構 地域科学技術評価委員
- ・岡山県工業技術センター所長
- ・（独）産業技術総合研究所マイクロ空間化学ラボ長 前田英明氏
- ・（独）産業技術総合研究所ものづくり先端技術研究センター長 森和男氏

①中核機関

本事業の中核機関として、（財）岡山県産業振興財団が当たり、事業の推進体制を整備した。財団は、産業の高度化及び情報化の推進、産業技術の振興等に関する諸事業を総合的かつ効果的に推進し、県内の企業の振興・発展を図る中核的支援機関である。平成 16 年 4 月には岡山 TLO を設置し、承認 TLO となり体制強化のうえ、新技術の移転や普及に努めている。

機関名称（設立年月日）：（財）岡山県産業振興財団（平成 13 年 4 月 1 日）

（財）岡山県中小企業振興協会（昭和 43 年 8 月設立）、（財）岡山県中小企業研修情報センター（昭和 56 年 5 月設立）及び岡山県新技術振興財団（昭和 58 年 12 月設立）が統合

所在地：岡山市芳賀 5301 テクノサポート岡山内

職員数：96 名（非常勤嘱託を含む。）

役員数：理事 15 名（うち常勤 2 名）、評議員 15 名、監事 2 名

代表者名：理事長 青井 賢平

事業概要：商工業の高度化及び情報化の推進、産業技術の振興等に関する諸事業を総合的かつ効果的に推進することにより、岡山県内の企業の活力あふれる振興及び発展を図り、地域産業の発展に寄与する目的で下記事業を実施している。

- ・中小企業の体質改善及び経営基盤の強化等に関する事業
- ・中小企業の経営資源の充実を図るため必要な事業
- ・産業技術の振興に関する事業
- ・新事業の創出に関する事業
- ・岡山 TLO に関する事業

産学官連携事業の実績：

○研究会活動

産業・技術分野別の産・学・官のメンバーからなる下記の研究会を組織して、研修情報交換、人的交流を行っている。

岡山県精密生産技術研究会、岡山県医用工学研究会、岡山地区化学工学懇話会

岡山地区高分子懇話会、ハートフルビジネスおかやま、おかやまバイオアクティブ研究会

岡山県食品新技術応用研究会、岡山県コンピューター応用技術研究会

○産学官連携による研究開発の支援

- ・研究プロジェクト支援事業（県からの補助事業）

中小企業が取り組む新技術・新製品の研究開発、大学等研究機関と共同で行う初期段階の研究開発、さらには大学若手研究者の事業化につながる研究活動を支援し、優れた技術を持つ中小企業育成を目指す。

○きらめき岡山創成ファンド事業

産学官などの連携の下で、県内の企業等が行う、大規模で高度な事業化プロジェクトを支援することにより、重点4分野に特化した新産業・新事業の創出に向けた流れを作り、「おかやま産業クラスター」の形成を目指す。

○国の大型研究開発プロジェクトの管理

- ・経済産業省 地域新生コンソーシアム事業

「高速画像処理手法による織物検反システムの開発」 H13～14

「蛋白質変性抑制蒸煮装置の開発と高付加価値食品素材への応用」 H13～14

「インスリン分泌ヒト肝細胞株を用いた体外式バイオ人工膵臓の開発」 H14～15

「革新的“界面制御鑄ぐるみ”プロセスによる掘削用新規超硬ビットの実用化研究開発」

H14～15

「焼却灰中のダイオキシン類の無害化プロセス開発」 H14～15

「革新的低コスト・生産性・品質向上 Mg 合金製筐体製造プロセスの研究開発」

H15～16

「ディーゼル用燃料噴射ノズルの細孔化による実用化研究開発」 H16～17

「大面積電子ビーム照射による表面改質金型の開発」 H16～17

「日本発・日本ブランドの高度医療手術支援ロボットシステムの開発」 H18～19

「トイレ支援用パワーアシストウェアの研究開発」 H18～19

「自己診断機能付き車載用水素センサとガス多項目化の研究開発」 H19

- ・経済産業省 中小企業庁 戦略的基盤技術力強化事業

「医療用コンパクト型センサ・駆動ユニットの開発」 H15～17

三技一体化加工による医療用インプラントのオーダーメイド化技術の開発 H18～20

「情報家電向けデバイスへの環境対応型鉛フリーめっきプロセスの開発」 H18～20

セルロース系バイオマスの分散型超高効率エタノール生産システムの開発 H18～20

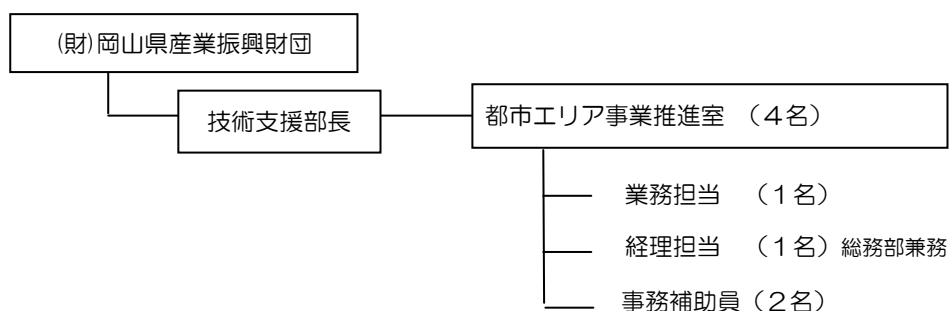
自動車板金部品に対応した熱処理技術の開発 H19～21

- ・(独)科学技術振興機構

地域研究開発促進拠点支援 (RSP) 事業 (ネットワーク構築型) H10～13

<都市エリア事業に係る財団の事務体制>

事業の円滑な推進が可能となるよう、中核機関に事務体制を敷いた。なお、現有のスタッフでは人員確保が難しいため、本事業により業務担当1名、事務補助員2名を雇用した。



<地方公共団体の担当部局の体制>

担当部局：岡山県産業労働部産業振興課技術振興班

担当部局：岡山県工業技術センター ミクロものづくり推進担当

県では、本事業の基本計画策定は産業労働部産業振興課が行ったが、事業遂行に当たっては、販売支援や事業化の面で、同部経営支援課と密接な連携をとった。

また、本事業のためのラボ、研究者の交流スペースとして、岡山県工業技術センター内に平成17年3月にオープンしたミクロものづくりセンターを活用することとし、工業技術センターに新たに配置したミクロものづくり推進担当(2名)が本事業における事業調整・研究調整を行い、併せて、本事業における研究開発の一部や、成果の実用化に向けた技術支援を積極的に行った。

②核となる研究機関

本事業の中核研究機関である岡山大学は、地域の中心的な大学として、科学技術振興、産業振興に向けた様々な施策に、県及び(財)岡山県産業振興財団と密接に連携しながら取り組んできており、代表的な連携は下記のとおりである。

- ・岡山・産学官連携推進会議(県内の主要機関が集まり、産学官連携を強力に進めていくための組織として、平成15年3月に設立。)に岡山大学は主要会員として参画。岡山大学長は全体委員会の副委員長(委員長は岡山県知事)を務め、本県における産学官連携の一層の推進に寄与している。
- ・ミクロものづくり岡山推進協議会に岡山大学が主要構成メンバーとして参画。岡山大学学長は推進協議会副会長(会長は岡山県知事)に就任し、本県のものづくり産業の活性化に積極的に関与している。
- ・(財)岡山県産業振興財団(岡山 TL0)と岡山大学が、技術移転に関する包括協定を締結(平成16年8月9日)し、大学の知的財産の活用を図っている。
- ・水島工業地帯に関係の深い産学官のトップが一堂に集い、水島地域の発展戦略や産学官の連携方策等について論議する水島工業地帯産学官懇談会に岡山大学長が会員として参加。水島工業地帯の発展と本県産業の活性化を図る活動を実施。
- ・岡山大学地域共同研究センターの研究協力会へ、岡山県産業労働部長が参加し、地域共同研究センターの活動に協力している。

③共同研究開発企業等

本事業の共同研究開発企業として4社が参画しているが、このうち3社は岡山に本社若しくは工場を置く企業であり、1社は隣県広島を拠点にする企業から岡山県内に起業した企業である。これらは、本事業で目指すマイクロリアクターのユーザー企業であり、成果の製造プロセスへの展開に中心的に関わったものである。

一方、本事業は、地域企業(ミクロものづくり岡山ネットワーク参加企業)が有する精密微細加工技術をもとに、高付加価値製品の製造を行うという側面を持つ。すなわち、本事業を象

徹的な取り組みとして位置づける「マイクロものづくり岡山創成事業」と密接に連携し、最終的に「マイクロなものづくりは岡山へ!!」の地域ブランドを定着させることを目標としている。

マイクロものづくり岡山創成事業では、これらのマイクロものづくり岡山ネットワーク参加企業の支援を目的に、次に示す機関の参画を得て、支援ネットワークが構築されており、それぞれの立場で、本事業成果の事業化や「マイクロものづくりネットワーク参加企業」の支援を行っている。

[経済団体]

岡山県経済団体連絡協議会、岡山県商工会議所連合会、岡山県経営者協会
(社)岡山経済同友会、岡山県中小企業団体中央会、岡山県商工会連合会

[団体]

(財)中国技術振興センター、(社)中国地域ニュービジネス協議会岡山支部
(独)雇用能力開発機構岡山センター、(財)岡山県産業振興財団
岡山セラミックス技術振興財団、(社)発明協会岡山県支部、(社)山陽技術振興会
(社)岡山県機械金属工業連合会、岡山リサーチパークインキュベーションセンター
(財)玉野地域産業振興公社、つやま新産業開発推進機構、岡山県精密生産技術研究会

[金融機関]

国民生活金融公庫岡山支店、商工組合中央金庫岡山支店、中小企業金融公庫岡山支店
日本政策投資銀行岡山事務所、(株)中国銀行、(株)トマト銀行、岡山県信用保証協会

④広域連携

経済産業省中国経済産業局が推進するクラスター構想である機械産業新生プロジェクトに、文部科学省事業「やまぐち・うべ・メディカル・イノベーション・クラスター」、「広島バイオクラスター」とともに、「都市エリア産学官連携促進事業・岡山西部エリア」が関連事業として位置づけられた経緯があり、(社)中国地域ニュービジネス協議会に設置された産業クラスターフォーラムを通じた連携が行われた。発展型「岡山県南エリア」においても、引き続き近隣の山口、広島の両クラスターとは、本事業成果の医療分野での応用や展開を意識し、密接な連携を図った。

さらに、上記産業クラスターフォーラムには中国 5 県の多数の「より高付加価値なものづくり」を目指す企業が参画しており、これらの企業との連携も視野に入れ事業を進めた。

また、ナノテクノロジーを標榜する知的クラスターと都市エリア産学官連携促進事業地域とが研究開発・事業化を効果的かつ効率的に実施するための連携組織「ナノ・イニシアティブズ」には引き続き参加し、MEMS技術の導入、応用展開などに向け連携を図った。

⑤その他事業化のための取り組み

関係学会の下記地方組織を活用し、マイクロリアクター、マイクロデバイスに関する研究会を立ち上げるなど、関連分野の大学研究者、企業研究者のネットワークを構築し、事業成果の展開、新たな企業ニーズの発掘等に努めた。

- ・岡山地区化学工学懇話会（団体会員 47 社・個人会員 28 名・名誉会員 5 名・協力会員 2 団体）
化学工学に関する技術の向上と優れた生産技術者の育成を図り、産業技術の発展に寄与することを目的として、産・学・官の協力のもと昭和 41 年 4 月に設立。岡山県産業振興財団が事務局。
- ・化学工学会中四国支部
中国及び四国地区における化学工学会の活動のさらなる活性化を目的に、平成 10 年に発足した中国・四国地区連合会を経て、平成 11 年に化学工学会中国四国支部が設立。
- ・日本化学会中国四国支部
化学系学協会の中では最大の会員数を擁する化学と化学工業の基幹学会であり、中国四国支部は中国四国地区の化学と化学工業の活性化及び専門家集団の相互交流・レベルアップを目的に種々の事業を行っており、支部活動を通じて地域の大学、企業の化学分野の研究者と広範囲な

ネットワークを構築している。

- ・日本機械学会中国四国支部

中国、四国地方における機械に関する学術及び技術の進歩発展を図り、かつ、工業の発展のために尽くすことを目的に活動し、産・学を中心に活動を進めている。

- ・日本機械学会ロボティクスメカトロニクス部門第6技術委員会(中国・四国地区)

中国、四国地方におけるロボット及びメカトロニクスに関する学術及び技術活動を進めている。マイクロマシンやマイクロリアクターも対象としている。

(4) 本事業による産学官連携の成果、効果

参画機関による共同研究や可能性試験の委託研究の実施によって産学官連携が一段と進んだ。研究会や交流会を頻繁に実施し、産学官での情報交換や交流の機会を多く設けた。特に、最終年度においては、「AMRS」、「スラグ流」、「表面改質」など、都市エリア事業の具体的な成果が期待できる具体的な研究テーマに絞り、縦糸・横糸の研究者の連携を促進しながら、事業終了後の展開に向けての方向性を見極めつつ意見交換会を行うとともに、「マイクロ化学プロセス技術交流会」を開催し、マイクロリアクター、マイクロ流体デバイスの開発に直接携わっている企業の研究開発責任者を講師として招き、企業化の面からマイクロリアクターの現状と展開について幅広く意見交換し、産学官連携機運を醸成した。

また、各年度末には研究成果報告会を開催し、マイクロリアクターの研究に関する有識者を招聘し、最新の研究開発動向や技術向上について意見交換を行い、最新情報や研究ポテンシャルの集積・拡大、また研究者、企業とのネットワーク拡大に効果があった。

外部研究会との交流では、本プロジェクトメンバーが化学工学会、化学工学懇話会、日本機学会、フロー・マイクロ合成研究会((社)近畿化学協会)等との交流を行い、県内外の企業、大学等研究者等との連携を深めた。

さらに、科学技術コーディネータ及び事業展開アドバイザー等が中心となり、県内外の大学や企業の訪問等を通じて、各企業・機関が有するニーズ・シーズの掘り起こしを行った結果、多数の企業が事業化につながる可能性試験研究の実施に至っており、その多くは事業終了後もデバイスの性能評価を継続実施することを希望している状況である。

(5) 本事業による地域への波及成果

将来の岡山を担う新たな産業育成を目的として、岡山県の産業振興策の中でも最重点分野である超精密生産技術分野のリーディングプロジェクトとして取り組んできたところであり、この取り組みの中から、今後の事業化、実用化が期待できる状況が生まれている。

平成18年10月17日には、広島県内の共同研究企業から(株)ナノ・キューブ・ジャパンが分離独立し、岡山リサーチパークインキュベーションセンターで起業したこともあげられる。同社は、数十 μm の微細流路と微細空間を3次的に組み合わせることによって得られる特殊な反応場を利用したマイクロリアクターを用いて、世界で始めて1.5 μm の貴金属ナノ粒子の連続調整に成功している。

また、事業化、実用化を目指して、延べ18団体(14企業、1研究機関、2公設試、1大学)が本事業で可能性試験を行っており、これらの大半の企業は本事業終了後も実用化に向けた研究を継続する意向を示している。

知財戦略面での取り組みを進めた結果、一般型及び発展型の活動を通じて合計33件の特許出願を行っており、このうち11件については岡山TLOを通じて技術移転を行ったところである。

さらに、事業終了後の実用化、市場化に向けた活動及び研究者・技術者ネットワーク維持発展のため、岡山県の支援を受けて、平成20年3月21日には産学官の連携組織である「岡山マイクロリアクターネット」が設立され、活動を開始している。

また、都市エリア産学官連携促進事業等の研究シーズを活用し事業化を目指した研究開発を行う中小企業者等を支援する目的で岡山県が「きらめき岡山創成ファンド支援事業補助金」を設けたところであり、本事業の連携企業も3件採択され、事業化に向けた研究開発を開始している。その他、本事業の研究成果を基礎として実用化に向けた産学の共同研究数件がスタートしている状況である。

< 岡山マイクロリアクターネット（平成20年3月21日設立） >

会長 岡山大学研究推進・産学官連携機構 研究推進本部長 阪田祐作
副会長 岡山大学大学院自然科学研究科 教授 鈴木康一
岡山大学大学院環境学研究科 准教授 小野 努
顧問 京都大学 教授 前 一廣
会員数 61名（機関）
事務局 岡山県工業技術センター内マイクロものづくり岡山事務局
趣 旨 都市エリア事業が生み出した多くの研究開発成果を活かし、「岡山発！マイクロリアクター」の事業化という方向性を確実なものとするとともに、マイクロリアクターを活用した化学反応プロセスの創出・普及を実現するため、より機動的な活動を行うネットワークとして設立するもの。

活動内容

- ・情報交換会の開催
都市エリア事業関係者のネットワークの維持、情報交換の場を確保する。
- ・勉強会、講習会等の開催
広く関係企業の参加を募り、事業化・市場化を促進する。
- ・マイクロリアクターの普及活動
ITを活用した情報発信活動、他のネットワークとの協調活動等
- ・マイクロリアクター実用化に関する相談窓口
企業や研究機関からの要望・相談に応じる受皿機能・コーディネート活動
企業や研究機関からの要望・相談に応じたコーディネート活動
- ・国等の大型提案公募型事業への申請

< 「平成20年度 きらめき岡山創成ファンド支援事業補助金」の採択 >

- ・「液滴分散系のためのマイクロリアクターシステムの開発」
(株式会社化繊ノズル製作所)
- ・「マイクロアクチュエーターによるアクティブデバイスの開発—マイクロ科学プロセスによる高性能構造材用ナノ粒子の開発」 (株式会社ナノ・キューブ・ジャパン)
- ・「人工透析用尿素モニターの商品化」 (協和ファインテック株式会社)

< 本事業の研究成果を基礎として取り組む実用化共同研究例 >

- ・「積層型高圧マイクロミキサーに関する研究」
(独立行政法人産業技術総合研究所と岡山県工業技術センターとの共同研究)

V 地域構想実現のための取組

①地域戦略の構築と事業への反映

岡山県では、重厚長大の水島工業地帯への過度の依存体質からの脱却を意識し、将来の岡山を担う新たな産業育成を目的とし、①超精密生産技術分野 ②医療・福祉・健康関連分野 ③バイオ関連分野 ④環境関連分野の4分野に的を絞った産業振興を進めてきたところであり、本事業（一般型の実施から発展型への提案実施）の取り組みは、最重点分野である超精密生産技術分野の産業振興策の中核研究開発事業として位置づけられ、取り組まれたものである。

岡山県には造船、自動車、農機具など加工組立て型産業を支える優秀な中小機械加工企業の集積に加え、紡糸ノズル等の樹脂ノズル製作所、船用プロペラ・人工骨メーカーのナカシマプロペラ(株)、高精度工作機械メーカーの(株)安田工業など世界的な精密微細加工企業が立地しており、岡山の精密微細加工業は全国的にも優位な産業群である。

県では、平成14年度の都市エリア産学官連携促進事業一般型採択を契機に、この精密加工企業群の立地を活かし、医療・健康・福祉関連機器を始めとする高度機器を産み出す「岡山版産業クラスター」の形成を目指し、平成16年度から「マイクロものづくり岡山創成事業（国の地域再生計画認定第1号）」に取り組んだところである。

「マイクロものづくり岡山創成事業」では、

- ・精密加工企業を始めとするものづくり企業のネットワーク化（現在42機関151社）
- ・大学、行政、産業支援機関、金融機関、商工団体など、マイクロものづくり企業を支援するネットワークづくり（マイクロものづくり岡山推進協議会：会長 岡山県知事 石井正弘）
- ・マイクロものづくりセンターの建設

など産学官連携基盤の整備を行うとともに、研究開発、取引支援、販売支援、マイクロものづくりコーディネータによる連携促進など様々な振興策を進めている。

発展型の遂行に当たっては、県事業である「マイクロものづくり岡山創成事業」と密接な連携の下に進められた。

②関連する取り組みと本事業との連携

1) 地方自治体等の関連施策

産学官連携のもと、本事業に関連する研究開発を大学や企業へ委託又は補助し、研究開発の裾野の拡大を図るとともに、研究成果の地域産業界へ波及や新規創業や新産業創出を促進している。

事業名称	事業概要	金額（予算額 単位：千円）		
		17年度	18年度	19年度
大学発新事業創出促進事業	県内において研究活動を行うベンチャースピリットを持った若手研究者に対し、事業化につながる独創的な研究への助成を行い、発表を通じて広く産業界へ提案させるとともに、県内企業とのマッチングにより、大学発の新事業創出を図るものである。本事業は、超精密生産技術分野を始めとするものづくり重点4分野を重点的に支援する事業であり、発展	9,500	9,500	-

	型に関連する研究を行う若手研究者を発掘、参画を促し、本事業の強化を図っていくものである。			
先端研究スタートアップ支援事業	産学官等の連携による共同研究体を将来の国等の大型共同研究事業に提案できるまでのレベルに熟成するとともに、共通の具体的目標を持った産学官の交流組織を育成するものである。 本事業も超精密生産技術分野を始めとするものづくり重点4分野を重点的に支援する事業であり、発展型の研究成果によるアクティブマイクロリアクター標準品の開発やユーザー企業との共同開発における初期段階に活用するとともに、事業遂行中に発見された新たな発展可能性の試験研究への活用を図っていくものである。	28,520	-	-
おかやま・チャレンジプロジェクト支援事業	産学官などの連携の下で、県内の企業等が行う、大規模で高度な事業化プロジェクトを支援することにより、超精密生産技術分野を始めとするものづくり重点4分野に特化した新産業・新事業の創出に向けた流れを作り、「おかやま版産業クラスター」の形成を促進するものである。	24,498	22,000	-
共同研究プロジェクト育成事業	コーディネーターが中心となり、近い将来に製品化等の成果が期待でき、新たな産業クラスターの主要メンバーとなるべき企業等による共同研究プロジェクトグループの育成を図るものである。 本事業も超精密生産技術分野を始めとするものづくり重点4分野を重点的に支援する事業であり、発展型の研究成果によるアクティブマイクロリアクター標準品の開発やユーザー企業との共同開発における初期段階に活用するとともに、事業遂行中に発見された新たな発展可能性の試験研究への活用を図っていくものである	-	21,125	-
研究プロジェクト支援事業	産学官連携で行う研究開発を支援し、ものづくり重点4分野（超精密生産技術分野、医療・福祉・健康関連分野、環境関連分野、バイオ関連分野）に特化した新産業・新事業の創出を図り、新たな産業クラスターの主要メンバーとなるべき企業等によるプロジェクトチーム等の形成を促進するものである。 本事業の研究成果によるアクティブマイクロリアクター標準品の開発やユーザー企業と	-	-	39,832

	のマイクロ化学プラントなどの共同開発に活用するとともに、事業遂行中に発見された新たな発展可能性から生まれた事業化プロジェクトを支援するものである。			
岡山発！オンリーワン企業育成支援事業	中小企業等が取り組む大学・公設試等との共同研究や、創造的事業活動等による地域に根ざした研究開発力・技術力の向上の取り組み、超精密生産技術関連等における新製品・新技術の研究開発に対し支援を行うものである。本事業の研究成果を事業化しうる地域企業の発掘・育成に活用していくものである。	75,000	71,000	53,296
岡山県工業技術センターにおける関連研究	本事業に関連する研究開発を促進するものである。 ・疎水性複合汚れの洗浄除去技術の開発 ・生体物質による医用素材表面の汚染と劣化に関する研究 ・疎水性複合汚れの洗浄除去技術の開発 ・生体物質による医用素材表面の汚染と劣化に関する研究 ・マイクロアクチュエーター構成要素と制御技術 ・食品・医療分野における新規洗浄・殺菌技術の開発	5,714	4,018	2,178
マイクロものづくり岡山創成事業	県内の優秀な精密生産技術の集積を活かし、「マイクロものづくり」をキーワードに、精密・微細なものづくりの高度化、医療・福祉・健康関連分野での機器開発を目指し、産学官による産業クラスターの形成を進めるものである。 都市エリア事業の成果や特別電源所在県科学技術振興事業補助金を活用して県内大学等の研究者へ委託研究した成果を事業化に発展させていくため、平成20年度から「きらめき岡山創成ファンド」を設け、中小企業の研究開発を支援していく。既述したとおり、本事業との緊密な連携をとりながら事業展開を行うものである。	509,368	367,979	368,410
岡山・産学官連携推進会議協働事業	産学官連携の促進のため、大学と産業界の両方の立場を理解し、両者の仲立ちができる「真のコーディネータ」を発掘・育成して適材適所に配置し、「学」「官」による企業ニーズの把握と「産」への研究者情報の整理・発信を行っている。本事業の成果をリーディングケースとして、地域の産学官連携をさらに促進することや人材育成のため相互に連携した事業展開を行うものである。	5,000	9,040	7,775
特許関連事業	産学官の連携・協力体制の下、(財)岡山県	21,897	21,065	15,300

	産業振興財団内に設立された「岡山 TLO」について運営経費の支援を行うことにより、大学等有する知的財産の活発な技術移転を促進し、併せて、岡山県知的所有権センター（（社）発明協会岡山県支部）が実施する、特許流通支援事業及び特許情報活用支援事業により県内中小企業の新技術・新製品開発を促進した。			
地域産業創出総合支援事業（プラットフォーム事業）	（財）岡山県産業振興財団を中核として県内の産業支援機関により構築された「岡山県産業支援プラットフォーム」の各種支援活動により、起業家の新規創業支援、事業化支援、人材育成、ビジネスパートナーとのマッチング、東京・大阪での発表・展示会の開催などについて総合的に支援している。	36,136	26,165	34,553
インキュベーションセンター事業	岡山リサーチパークインキュベーションセンター（ORIC）において、IT やものづくりの分野における新技術・新製品の研究開発や新規創業を支援している。なお、本事業の参画企業であるナノ・キューブ・ジャパンはORICで創業し、活動を展開している。	160,078	160,372	162,105

2) 国の関連施策の実施

本事業における研究成果は、経済産業省の「戦略的基盤技術高度化事業」「地域イノベーション創出研究開発事業」、「新連携対策事業」等を活用し、実用化に向けた研究開発や連携体（具体的事業化のための企業、研究機関等の連携により、自己の欠けている機能（マーケティング、商品化等）を相互に補完する）の構築に取り組むこととしている。

また、本県は、経済産業省の産業クラスター計画の一つである「中国地域機械産業新生プロジェクト」の協働機関となっていることから、本事業の推進に当たっては、このプロジェクトと連携を密にし、地域における人的ネットワークの形成を促進し、産業クラスター創出を推進していくこととしている。

VI 今後の発展、計画について

前述のとおり、岡山県においては、新産業プログラムとして、岡山版産業クラスターの形成促進、マイクロものづくり産業クラスターの形成を掲げ、世界が認めるマイクロものづくり産業クラスターの形成（「マイクロものづくり岡山」の創成）を目指し、次の施策を展開している。

- マイクロものづくり企業群と大学・支援機関等のネットワークの強化
- ものづくり基盤技術の高度化に向けた研究の充実
- 新技術や新事業が創出されるシステムの構築
- 「マイクロものづくり岡山」のブランド化推進

これらの施策においては、岡山の高い技術力をアピールし、他地域との差別化、ブランド形成を図るとともに、企業の競争力（技術力、開発力、企画力、信用力）のさらなる強化を図ることとし、次の戦略を展開している。

【戦略1】 マイクロものづくりネットワークの強化

精密加工関連の企業とこれら企業群をサポートする支援機関等で構成する「マイクロものづくり岡山」のネットワークの強化を図るとともに、技術の高度化に向けた具体的な活動を活発化

するため、分野別の研究開発グループの創出を促進する。

また、本県のものづくり分野の育成を進める産学官連携組織の相互の連携強化を図っていく。

【戦略2】 ミクロものづくり研究開発の推進

工業技術センター・大学等による高度研究開発を推進し、岡山ならではの技術シーズの創出を加速するとともに、コーディネータ活動等により企業ニーズとのマッチングを図り、事業化に向けた共同研究グループの構築を促進する。

【戦略3】 ミクロものづくり企業の競争力強化

企業の研究開発や分野別受注グループの形成に対する支援など、技術面・経営面等から、支援機関のネットワークを通じた幅広い支援に努める。また、ものづくり技術の向上や技能の伝承のためミクロものづくり大学を開催する等、本県産業を担う人材育成に取り組む。

【戦略4】 ミクロものづくり集積の高度化

ミクロ企業への波及効果が期待できる大規模工場の誘致や新規創業の促進により、ミクロものづくりの集積を高め、新たな企業間の交流による新技術・新製品の開発や取引の新規開拓を促進する。

【戦略5】 ミクロものづくり岡山ブランドの形成促進

「精密なものづくりなら岡山」というイメージ＝「ミクロものづくり岡山ブランド」の形成を加速させるため、ミクロ企業の優れた技術や製品を国内外の市場に向けて効果的にPRする。

今後も、以上の「ミクロものづくり岡山」の創成事業は強力に展開されることになっていることから、これらの施策展開と共に、都市エリア事業成果を継承発展していくことになると考えている。都市エリア産学官連携促進事業の一般型（H14～H16）及び発展型（H17～H19）は、「ミクロものづくり岡山創成事業」のリーディングプロジェクトとして推進されたものであり、計画目標である事業化、実用化が望める段階に達している。特に、岡山独自のマイクロリアクター（「岡山発！マイクロリアクター」）の構造設計に関するノウハウが蓄積され、一方で、川下企業である化学メーカー等がマイクロ化学プロセスへの関心をみせ、本事業の岡山プロジェクトが提案してきている構造設計へ注目している状況となっている。

都市エリア事業が生み出した多くの研究開発成果を活かし、「岡山発！マイクロリアクター」の事業化という方向性を確実なものとするとともに、マイクロリアクターを活用した化学反応プロセスの創出・普及を実現するため、より機動的な活動を行う必要がある。そして、これらの活動の中から事業化の成功事例を積み重ねることが、ブレークスルーの一步となると考えている。

このため、本事業終了後の活動拠点として、産学官により「岡山マイクロリアクターネット」を平成20年3月21日に組織したところである。

このネットワークにおいては、本事業の産学官の連携組織が維持されており、活動の目的を「マイクロリアクターの実用化・事業化・市場化の促進」におき、次の活動を行うこととしている。

①マイクロ化学プロセスに関連する研究者や企業、研究機関、団体等のニーズに応える窓口として必要な連携を構築

②マイクロリアクターを活用した高効率な物質生産プロセスの研究開発や技術の普及活動を促進

③精密生産技術を有する企業（ミクロものづくり企業）の技術の高度化を図り、岡山地域をマイクロリアクターの設計・製造拠点としていく。

そして、当面の具体的な活動計画案としては、次の①～④を計画している。

①会員による相互交流の場の開催（マイクロリアクター実用化に向けて、会員相互のニーズ・シーズ情報を（可能な限り）共有し、さらに多くのビジネスモデル又は開発モデルの創出のきっかけづくりとなる交流の場を設ける。マイクロリアクター設計・加工講座、マイクロ化学プロセス基礎講座（初期講習、実習会）、会員相互見学会、大学等からのシーズ発信会など）

②企業・研究機関等からの要望・相談等の対応（マイクロリアクター実用化に向けて、会員内外の要望や相談に対応し、新たなビジネスモデルのコーディネートをしていく。）

③個別具体的な実用化促進活動（ユーザー会員企業と大学、公設試との実用化に向けた委託研究・共同研究等の促進、国・県資金の活用）

④大型提案公募型事業の検討（有望かつ具体性を持った実用化案件を選定し、ロードマップを作成して、段階的な取り組みを検討。システム企業、デバイス制御企業の参画を求め、マイクロリアクターのシステムアップを視野に入れた検討を行う。）

また、県においては、既存の研究開発支援事業に加え、新たに平成 20 年度から「きらめき岡山創成ファンド支援事業」を創設し、都市エリア産学官連携促進事業の研究シーズを活用した事業化等への支援を行うこととしており、平成 20 年度には、本事業の連携企業の提案が 3 件採択され、実用化事業への取り組みを開始している。

さらに、本事業の推進の中で進められたマッチングが成就し、1 件の共同研究がスタートするとともに、可能性試験の実施企業の多くは研究の継続を行うとしている。

今後は、前述の岡山マイクロリアクターネットを中心とした広範囲な活動に加え、個別具体的な研究開発案件を数多く進展させていく方針である。

Ⅶ 研究開発による成果、効果

本事業では、市販可能なアクティブマイクロリアクターの開発を目指した。

マイクロリアクターの市場であるが、マイクロリアクターのデバイスとしての市場規模は、事業取り組み時点で、現状 30 億円、将来的には 50 億円と見積もられ (Potential and Application of Micro Reaction technology、A MARKET SURVEY (2002) : Institute für Mikrotechnik Mainz GmbH and YOLE Développement)、マイクロリアクターを高付加価値化学製品製造プロセスや分析機器など高度機器へ応用された場合の製品市場規模は次のように非常に大きいと推定された。

- ・サブテーマ 2-1 で扱う医薬品中間体として有用な非天然型アミノ酸及び光学活性ラクトンの市場は、それぞれ 10 億円/年、6 億円/年
- ・サブテーマ 2-2 で応用製品として検討する体内埋め込み型徐放製剤では、On-demand Production System による製剤化が望まれている半減期の短いタンパク製剤で、世界市場において 200 億以上の売上げを示しているものが 11 種類ある。また、制癌剤などの徐放製剤の世界市場は 2,000 億円以上
- ・サブテーマ 2-3 で取り上げる EPA 高純度品の市場は約 30 億円/年と推定され、EPA の高純度品を用いた医薬品として約 300 億円/年の市場が形成されている。この市場は年々増加傾向にあり、今後も、市場は拡大していくと推測される。一方、DHA の高純度品は、年 100 万円程度の試薬レベルの販売しかされていないが、今後研究が活発化し、医薬品に適用できるレベルに達すれば、EPA 並の市場を形成する可能性がある。
- ・サブテーマ 2-4 で開発するマイクロ触媒燃焼装置は、マイクロ燃料電池の熱源としての利用を想定している。マイクロ燃料電池は、パソコン、携帯電話など電池駆動の IT 機器へ幅広く応用可能で、その市場規模は巨大である。また、ワイヤレス、ポータブル、バッテリーレスの熱源としての展開が考えられ、産業界においても小型熱源として利用範囲が広く波及効果が大きい。
- ・その他、テーマ 1-1 で開発するマイクロバルブやマイクロポンプは汎用性の高いデバイスであり、マイクロリアクター以外への応用が図れる。例えば、マイクロバルブ内蔵による制御性の高い空圧アクチュエータ、酸素濃縮機や薬液注入機等の小型ポータブル医用機器、燃料電池への応用等々、大きな波及効果が期待できる。

これらの推定から、本事業では、具体的な市場ニーズを把握した企業が事業当初より参画し、事業終了時にアクティブマイクロリアクターの販売を行う販売会社、さらにものづくり企業と密接に連携した研究開発を進め、研究成果としては、初期の目標をほぼ達成する結果を得ている。

しかしながら、マイクロリアクターの市場はなお顕在化しておらず、開発したマイクロリアクターの製造プロセスへの応用、装置への展開についても、参画したユーザー企業だけでなく、さ

らにセンシング等の制御関係企業、評価機関、さらにプラントメーカー、等々の参画を得る必要があり、さらに明確な開発テーマのもとに、新たな開発体制を構築し、経済産業省等の技術開発補助金等を活用し、研究開発、事業化を目指す必要が生じている。

次に、**研究及び事業化戦略**については、次の3つのフェーズで取り組むとした。

① [フェーズⅠ (事業1年目～3年目)]

- ・事業参画企業のニーズを取り入れた、「合成」、「乳化」、「抽出」、「エネルギー」、「アクティブデバイス」の各機能デバイスのプロトタイプを実現させる。各デバイスについては、事業参画のカセン商事(株)が販売する。(製造は技術移転を受けたマイクロものづくりネットワーク参加企業が担う)。
- ・事業で蓄積したデバイスの設計図面、新規なマイクロデバイスについての知的財産をベースに、ベンチャー企業を起業する。知的財産の実施許諾は岡山 TL0 より得、製造はマイクロものづくりネットワーク参加企業が担当し、販売はカセン商事(株)が行う。起業したベンチャー企業に対し、県及び(財)岡山県産業振興財団は、研究開発、経営、販路開拓面で積極的な支援を行う。

② [フェーズⅡ (事業終了後3年間)]

起業したベンチャー企業、本事業参画研究者及びマイクロものづくりネットワーク参加企業との連携により、単位操作のアクティブマイクロリアクター標準品の開発に向けた基礎研究に取り組む。

併せて、本事業に参画した化学系企業や本事業の成果に着目した企業(ユーザー企業)と、本事業参画研究者が連携し、事業で開発したアクティブマイクロリアクターを実生産プロセスへ適応するための研究に取り組む。(経済産業省や県の研究開発等支援制度を活用)

③ [フェーズⅢ (事業終了後4年目以降)]

起業したベンチャー企業、本事業参画研究者及びマイクロものづくりネットワーク参加企業との連携により、単位操作のアクティブマイクロリアクター標準品の開発に向けた実用化開発・販売を目指す。

併せて、ユーザー企業における実生産プロセスへ適応可能なマイクロ化学プラントの共同開発を行う。(経済産業省や県の研究開発等支援制度を活用)

この研究及び事業化戦略については、テーマ毎に活発な研究活動が行われるとともに、豊富なマイクロリアクターデバイスが生み出され、関係者から高い評価を受けている。また、事業化、実用化を目指して、延べ18団体(14企業、1研究機関、2公設試、1大学)が本事業で可能性試験を行い、具体的なテーマでの共同研究等に至っていないものの、これらの大半の企業は本事業終了後も実用化に向けた研究を継続する意向を示している。

しかし、ベンチャー企業の立ち上げという事業化戦略面では、広島県内の共同研究企業から(株)ナノ・キューブ・ジャパンが分離独立し、岡山西リサーチパークインキュベーションセンターで起業したものの、アクティブマイクロリアクターそのものを扱うベンチャー企業を事業期間内に立ち上げることはできず、事業化戦略の遅れがみられ、戦略の見直しが必要となっている。

これらの諸状況を踏まえ、平成20年3月21日に産学官の連携組織である「岡山マイクロリアクターネット」を設立し、研究者・技術者ネットワーク維持発展させ、事業終了後の実用化、市場化に向けた活動を継続することとしている。そして、この活動計画には、有望かつ具体性を持った実用化案件を選定し、システム企業、デバイス制御企業の参画を求め、マイクロリアクターのシステムアップを視野に入れた段階的な取り組みを検討し、ロードマップを作成のうえ、国等の大型提案公募型事業への申請することも視野に入れている。

また、岡山県も、都市エリア産学官連携促進事業等の研究シーズを活用し事業化を目指した研究開発を行う中小企業者等を支援する目的で「きらめき岡山創成ファンド支援事業補助金」を設けて、支援を継続していくこととしている。