

## びわこ南部エリア

## 都市エリア産学官連携促進事業(一般型)自己評価書

### 【びわこ南部エリア】(特定領域:ライフサイエンス)

#### 総括

2010年のマイクロ体内ロボットの実現を目指し、その第一期研究として、マイクロ体内ロボット実現に向けての諸問題を解決するためのエンド・バイオニクス・ロボットの開発研究を実施した。このエンド・バイオニクス・ロボットは、体外からの電力供給、情報通信などを行なうガイドワイヤを有するもので、マイクロ体内ロボットの前段階に位置する。エンド・バイオニクス・ロボットの開発を通して、マイクロ体内ロボット実現に必要な体内コンピュータの研究、体腔内視ロボットの移動コントロールの研究、マイクロ生体センシング/オペレーションの研究に取り組んできた。

体内コンピュータの研究では、マイクロ生体センサからの信号を計測・処理するとともに、治療ロボットの頭脳としての機能を持つマイクロプロセッサの開発を実施した。その結果、癌の患部など特定部位を高解像度のまま伝送可能な映像圧縮機能、体内からの微弱な電波によっても高信頼性通信が可能な通信インターフェイス等を内蔵する低電力型のマイクロプロセッサの設計と、FPGA上での論理試作と動作検証に成功した。また、人間の心拍信号の計測・処理が可能な心拍チップを開発し、これを利用した睡眠深度計測技術を確立、心拍チップの家電製品への応用等を提案した。

体腔内視ロボットの移動コントロールの研究では、マイクロ体内ロボットの移動や回転を体外から制御する技術の確立を目指し、磁性流体による新たな移動機構の考案と、磁場による移動制御および位置検出を可能とするシステムの開発を行った。また、光学系・撮像系・照明・レトラクタを組み込んだ5種類のエンド・バイオニクス・ロボットの動作検証モデルを試作し、当該システムを用いての動物実験を実施し、その有効性の確認を行った。

マイクロ生体センシング/オペレーションの研究では、生体を低侵襲で持続的に診断・治療を行なえるマイクロ体内ロボットのセンサ機能およびマニピュレーション機能の開発を実施した。その結果、バルーンレトラクタ、マイクロ波鉗子、吸着機構、マイクロポンプ、レンズ洗浄、触覚センサなどの要素技術の確立に成功し、MR下での利用が可能な「内視鏡様手術ロボット」を考案、試作品を完成させた。中でも、ソフトアクチュエータ技術を応用した各種のマイクロ生体アクチュエータは、臓器を傷つける危険性が少なく、水・空気などの流体を動力源とできる、鉗子・電極などの従来の機能を用意に一体化できるなどの利点がある。従来の金属製鉗子などのハードな素材を使った医療器具と異なり、ソフト素材を用いて医療器具を開発できた点は、医療技術史上に大きな足跡を残せたと考えている。

一般型事業による技術シーズの産業応用としての開発成果も得られた。体内コンピュータならびにマイクロ生体センシング/オペレーションの研究による研究成果の産業応用として、岐阜・大垣地域の知的クラスター創成事業「ロボティック先端医療クラスター」と連携し、「高齢者向けベッドモニタリングシステム」の産業化を目指し研究開発を展開している。さらに、農林水産省の先端技術を活用した農林水産研究高度化事業に「畜産領域におけるマイクロ体内ロボットの応用」が採択された。家畜の体内に体温、心拍、体動を測定するセンサーセンサチップを埋め込み高度な飼育管理を可能とするシステムに関する開発研究である。既にプロトタイプを完成し、来年度の実証実験と数年後の実用化を見据えて取り組んでいる。この他にも、フィッシング用ワーム(疑似餌)へのバルーンアクチュエータの応用や、バイオメトリクス認証、心拍チップ内蔵スタンドなど、医療・健康福祉分野以外への産業応用も展開しつつある。

## 事業実施の背景

### 1. 地域性

滋賀県は、日本の障害者福祉を先導してきた歴史があり、高齢者や病気・障害を持つ人たちを地域で助け合い・育む意識が引き継がれ、病気への関心も非常に高い地域となっている。

一方、びわこ南部地域には、三洋電機(株)、オムロン(株)など医療や電子情報・電気機械産業分野等の集積と医学・理工系大学の立地が進んでいる。とりわけ有数のナノテクノロジーやロボット技術を保有する立命館大学、MR画像下でのガン治療法を開発した滋賀医科大学、理工分野のみならず社会学の面からも福祉の向上を目指す龍谷大学の3大学は、県が学術・医療・福祉機関等の整備を集中的に進めてきた「びわこ文化公園都市」内の至近距離に立地し、医工連携による研究や情報交換が活発化してきている。

こうした医工連携による研究シーズを地域の産業振興に活かすべく、NEDOのウェルフェアテクノシステム研究開発事業や県の提案公募型新技術開発事業に産学官連携で取組み、その成果を活かしていくため「マイクロ体内ロボット」の開発を選定し、新産業の創出を図るとともに低侵襲診断・治療の実現を目指していくこととした。

また、「滋賀県科学技術政策大綱」を平成7年3月に策定し、平成16年度上期には改訂する予定で検討を行っていた。そこでは、「人・環境・創造と科学技術～自然と人が共生する新たなライフスタイルの創造～」を基本理念に掲げている。さらに、平成15年3月に「滋賀県産業振興新指針」を策定し、「産学官連携体制の構築と創造型・自律型産業構造への転換」を基本理念に、科学技術の振興と人材を育成し、産業競争力の強化と新産業の創出を図ることとしている。これらは共通して、重点分野に「医療・健康福祉分野」を掲げており、本事業を科学技術振興および産業振興の中核となる事業と位置付け、戦略的な推進を図っていくこととしている。

### 2. 特定領域のポテンシャル

本地域では、立命館大学と滋賀医科大学が連携大学院協定を、滋賀医科大学と龍谷が交流協定を、また、3大学では連合研究情報交換会を行なうなど、緊密に大学間の連携が行われている。このような連携の素地のもと、上記3大学を中核に、工業技術総合センターや県内企業が連携したウェルフェアテクノシステム研究開発事業では、特許を取得した高齢者用台所作業椅子が製品化され、販売されているほか、滋賀医科大学と工業技術総合センターが連携し、ヒートパイプを用いた癌治療のための温熱治療器機などの共同研究が行われ、本エリアにおける医工連携の先駆けとなった。また、立命館大学、工業技術総合センターおよび地域企業での「体調監視、健康管理機構を有するジョギング支援装置の開発」は、試作品の完成度も高く、民間資金を得て、プロトタイプのスポート応用研究を続行しているなど、多くの製品化、事業化が進んでいる。

<b>立命館大学</b>
21世紀COEプログラム:マイクロ・ナノサイエンス・集積化システム 21世紀COEプログラム:放射光生命科学研究 スポーツ・健康産業研究センター、先端ロボティクス研究センター、 VLSIセンター、SRセンター、マイクロシステム技術研究センター
<b>滋賀医科大学</b>
高度先進医療開発プロジェクト「非破壊的MR生化学診断法」 手術モニター用MRIシステム、MR画像ガイド下低侵襲外科治療、MR医学総合研究センター、 動物生命科学研究センター、分子神経科学研究センター、生活習慣病研究センター
<b>龍谷大学</b>
科学技術共同研究センター、ハイテク・リサーチ・センター(HRC)

## 事業目標及び計画

### 1. 事業目標

基本計画では、以下のとおり事業目標を定め、事業をスタートした。

#### 【研究交流事業】

平成16年度： 科学技術コーディネータを配置し、「びわこ南部エリア産学官連携促進事業推進協議会」により研究交流および共同研究事業の推進をはかるとともに「全体研究会」および「テーマ別研究会」を設置し研究推進体制を確立する。また、研究計画発表会を開催し、研究成果をもとに事業化を行なう可能性のあるユーザー企業を募り、「ユーザー会議」を開催し、産業ニーズの発掘やユーザーの要望聴取を行い、研究成果の産業化に向けた土壌を醸成する。

平成17年度： 科学技術コーディネータや研究統括などの活動や交流事業の効果的な活用により、企業ニーズと研究シーズの具体的なマッチングを行い、研究成果から生まれたコア技術の事業化のための共同研究体制を確立する。

平成18年度： 共同研究の成果の積極的な普及をはかり研究成果の事業化を推進するとともに、マイクロ医療機器・医療技術や次世代の健康・予防家電に産業応用し、新産業創出の芽を育てるとともに、地域におけるマイクロ医工学クラスターを形成する。

#### 【共同研究事業】

本研究の最終目標は体腔内に滞留できる、診断・治療用マイクロ体内ロボットである。事業期間内には、このマイクロ体内ロボット実現の諸問題を解決するためのエンド・バイオニクス・ロボットの開発研究を実施する。このエンド・バイオニクス・ロボットではガイドワイヤ(カテーテル)による体外からの電力供給、薬剤供給ならびに、画像情報、マイクロマニピュレータのコントロール情報の伝送を行なう。

### 2. 事業計画

#### (1) 全体事業計画

・事業内容(国費部分)

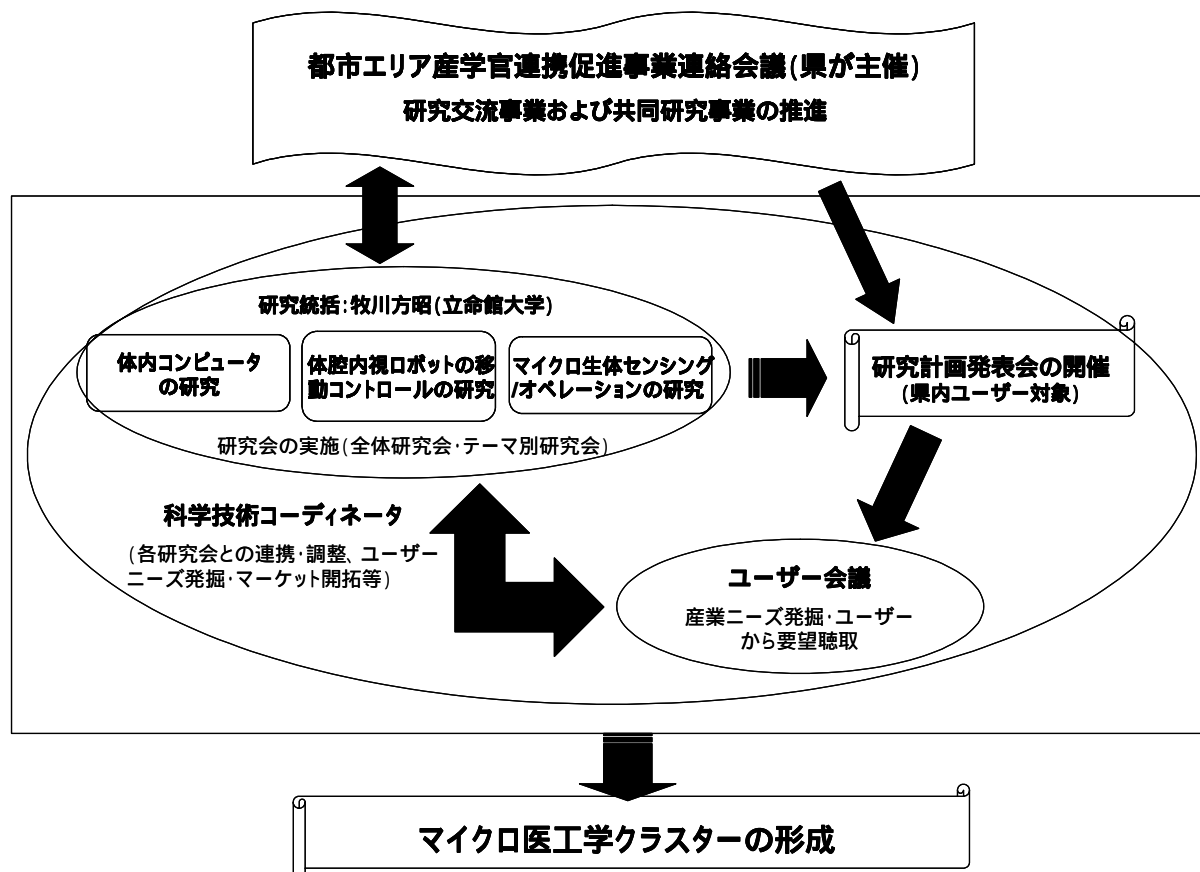
事業区分	H16 年度	H17 年度	H18 年度
科学技術コーディネータの配置・支援活動			
研究計画発表会の開催			
ユーザー会議の開催			
全体研究会の開催			
共同研究の実施 体内コンピュータの研究 体腔内視ロボットの移動コントロールの研究 マイクロ生体センシング/オペレーションの研究			
知的財産の戦略			

・地域における基盤的な取組みおよび独自の活動等(地域負担分)

事業区分	H16 年度	H17 年度	H18 年度
びわこ南部エリア産学官連携促進事業推進協議会の開催			
研究成果発表会の開催			
研究交流推進室の運営			
事業のPR活動(ホームページ作成・更新)			
中核機関の事業推進			

#### (2) 実施体制

## 事業推進体制



## 参画機関

	産	学	官(公)
基本計画	三洋電機株式会社 株式会社ジーニック 株式会社アズウェル ニプロ株式会社 オムロン株式会社 山科精器株式会社	立命館大学 理工学部、情報理工学部 滋賀医科大学 医学部 龍谷大学 理工学部、社会学部	滋賀県工業技術総合センター
現時点	三洋電機株式会社 株式会社ジーニック アルフレッサファーマ株式会社 社(旧株式会社アズウェル) ニプロ株式会社 オムロン株式会社 山科精器株式会社 フジノン株式会社	立命館大学 理工学部、情報理工学部 滋賀医科大学 医学部 龍谷大学 理工学部	滋賀県工業技術総合センター

### (3) 共同研究

本研究の目標は体腔内に滞留できる、診断・治療用マイクロ体内ロボットである。本マイクロ体内ロボットは、内部にインテリジェンスを有し、体外からの磁場変動によって体腔内を移動する。ロボットにはマイクロカメラと種々の波長の LED 照明を内蔵し、視野を確保するとともに、薬剤と特殊な波長の照明を併用することにより、画像診断を行なえる。また、マイクロ鉗子、マイクロ焼去プローブによって、マイクロ手術を行なうことができる他、内部に薬剤タンク、生体組織収容タンクを有し、患部

への持続薬剤散布、組織採取を行なうことができる。これらのマイクロオペレーションは外部から医師が確認しながら行なえる。更に本マイクロロボットは体腔内への滞留を前提としており、これまでの手術と異なり、上記のオペレーションは数日にわたって実施することが可能であり、薬剤効果を確認しながら、手術のやり直しなどが可能となる。

事業期間内(3年間)には、このマイクロ体内ロボット実現の諸問題を解決するためのエンド・バイオニクス・ロボットの開発研究を実施する。このエンド・バイオニクス・ロボットではガイドワイヤ(カテーテル)による体外からの電力供給、薬剤供給ならびに、画像情報、マイクロマニピュレータのコントロール情報の伝送を行なう。すなわち、エンド・バイオニクス・ロボットは、マイクロ体内ロボットの内、マイクロカメラ、マイクロ生体センサ、インテリジェンス、マイクロ生体マニピュレータなど、必須要素のみをマイクロロボットとして先端に残したシステムということになる。

本装置が目指す適応症例として腹膜性のガンの治療を目指す。腹膜性のガンは広い領域に小さなガン組織が散在し、現在では治療の方法が全くない。腹膜のみならず、胸膜や肝臓、腎臓、膵臓などの臓器における、表在性のガン組織を、体腔内に滞留する小さな治療デバイスで、数週間から数ヶ月の時間をかけ、抗癌剤注入やガン組織の焼灼による治療は、数多くの末期ガン患者に対する福音となる。さらに、本治療ロボットは、消化管内においても使用でき、ポリープの切除は元より、腸閉塞の治療など現在の医療ではとうてい不可能な治療へと応用が期待される。

以上のように、エンド・バイオニクス・ロボットはそのままでも新しい治療手段を医療に提供することが期待される。

## 事業成果等

### 1. 産学官連携基盤の構築状況

#### 【ユーザー会議】

「ユーザー会議」は、産学官連携基盤の充実強化を図るため、マイクロ体内ロボットの実現に向けた研究開発の過程から生まれる様々な技術シーズの事業化を目指すユーザー企業で構成した。研究シーズの提供ならびに科学技術コーディネータによる当該企業への重点的なコーディネート活動を行なうことにより、様々な分野への研究成果の産業応用とその事業化を目指した取組みを行ってきた。現在までに、参加登録企業は36社を数え、科学技術コーディネータによるユーザー企業の発掘や当該企業へのコーディネート活動を通じて、産学官連携基盤の充実強化を図るとともに、健康福祉分野をはじめとする新産業の萌芽が見られるようになった。

#### 【都市エリア産学官連携促進事業連絡会議】

地域が一体となった綿密な連携による事業推進体制の構築を図るため、びわこ南部エリア内の関係する市、経済団体、大学等の委員からなる「都市エリア産学官連携促進事業連絡会議」を設置し、本事業の成果を効果的かつ効率的に地域産業へ普及させるための取組みを行ってきた。本事業の地域への普及啓発、本事業の推進にかかる情報共有、地域からのユーザー企業の発掘等を行なうとともに、本エリアとほぼ地域を同じくする「滋賀県経済振興特別区域」の「琵琶湖南部エリア大学発新産業創出推進協議会」とも連携し、日常の産学官連携コーディネート活動や各種支援策の実施において地域での一体的な取組みを推進してきている。

#### 【びわこ南部エリア新産業創出特区計画】

県では、本地域における大学の知的資源を有効活用し産業振興を図ることを目的に、平成16年3月に大津市、草津市とともに国の「構造改革特区」の認定を受けるとともに、本県独自の経済振興策として地域固有の資源や特性を活かした産業振興への取組みを集中的に支援する「滋賀県経済振興特区制度」をスタートさせ、大津市、草津市の「びわこ南部エリア新産業創出特区計画」につい



て同年7月に認定を行った。本事業を両市の特区計画推進の柱とするとともに、本地域から生まれる技術シーズの実用化を目指して行われる産学官連携共同研究への「産学連携新技術創出補助金」等による資金支援や、当該エリアの大学が設置するインキュベーション施設への入居者支援など、様々な産学官連携施策と産業振興施策を推進してきている。

#### 【関西次世代ロボット推進会議】

関西圏においても、人々の生活に着目した次世代ロボットの産業化を目指す「関西次世代ロボット推進会議」(政府都市再生本部の第7次都市再生プロジェクト「大阪圏における生活支援ロボット産業拠点の形成に係る推進協議会」)が推進する医療福祉分野における重点プロジェクトのひとつとして本事業が位置付けられ、中小企業との連携、地域間連携・産学官連携による研究開発の推進および実証実験の展開などの取組みを進めている。

## 2. 研究開発

### (1) 進捗状況

本研究の最終目標は体腔内に滞留できる、診断・治療用マイクロ体内ロボットの開発である。本マイクロ体内ロボットは内部にインテリジェンスを有し、体外からの磁場変動によって体腔内を移動する。ロボットにはマイクロカメラとLED照明を内蔵し、画像診断を行なえる。また、マイクロ鉗子、マイクロ焼去プローブによって、マイクロ手術を行なうことができる他、内部に薬剤タンク、生体組織収容タンクを有し、患部への持続薬剤散布、組織採取を行なうことができる。これらのマイクロオペレーションは外部から医師が確認しながら行なえる。更に本マイクロロボットは体腔内への滞留を前提としており、これまでの手術と異なり、上記のオペレーションは数日にわたって実施することが可能であり、薬剤効果を確認しながら、手術のやり直しなどが可能となるものである。

「体内コンピュータの研究」「体腔内視ロボットの移動コントロールの研究」および「マイクロ生体センシング/オペレーションの研究」の3テーマに分担して、最終的なエンド・バイオニクス・ロボットの完成に向かって共同研究を実施してきた。

### (2) 研究成果等

主な研究成果(知的財産権に限らず記載)

2010年のマイクロ体内ロボットの実現を目指し、その第一期研究として、マイクロ体内ロボット実現に向けての諸問題を解決するためのエンド・バイオニクス・ロボットの開発研究を実施した。エンド・バイオニクス・ロボットの開発を通して、マイクロ体内ロボットの実現に必要な、体内コンピュータの研究、体腔内視ロボットの移動コントロールの研究、マイクロ生体センシング/オペレーションの研究に取り組んできた。



図 試作した用途別の5種類のエンド・バイオニクス・ロボット

#### 【体内コンピュータの研究】

マイクロ生体センサからの信号を計測・処理するとともに、治療ロボットの頭脳としての機能を持つマイクロプロセッサの開発に取組み、癌の患部など特定部位を高解像度のまま伝送可能な映像圧縮機能、体内からの微弱な電波によっても高信頼性通信が可能な通信インターフェイス等を内蔵する低電力型のマイクロプロセッサの設計と、FPGA 上での論理試作と動作検証に成功した。また、人間の心拍信号の計測・処理が可能な心拍チップを開発するとともに、これを利用した睡眠深度計測技術を確認、心拍チップの家電製品への応用等を提案した。

- ・体内コンピュータの長期埋め込み技術に関する研究 (H16～H18)
- ・体内映像圧縮アルゴリズムの開発 (H16～H18)
- ・エンド・バイオニクス・ロボットへの搭載を考慮したマイクロ波吸収ペレットの研究 (H18)
- ・体内コンピュータの産業応用に関する基礎研究 (H16～H18)

#### 【体腔内視ロボットの移動コントロールの研究】

マイクロ体内ロボットの移動や回転を体外から制御する技術の開発に取組み、磁性流体による新たな移動機構の考案と、磁場による移動制御および位置検出を可能とするシステムを開発を行った。また、光学系・撮像系・照明・レトラクタを組み込んだマイクロ体内ロボットの移動検証用モデルを試作するとともに、当該システムを用いて動物実験を実施し有効性の確認を行った。

- ・体内マイクロロボットの移動技術の開発 (H16～H18)
- ・磁性流体コントロール技術の研究 (H16～H18)
- ・エンド・バイオニクス・ロボットの開発 (H18)
- ・マイクロロボットの位置/姿勢/速度の制御ユニットの開発 (H18)

#### 【マイクロ生体センシング/オペレーションの研究】

生体を低侵襲で持続的に診断・治療を行なえるマイクロ体内ロボットのセンサ機能およびマニピュレーション機能の実現を目指した。これにより、バルーンレトラクタ、マイクロ波鉗子、吸着機構、マイクロポンプ、レンズ洗浄、触覚センサなどの要素技術の確立に成功するとともに、MR下での利用が可能な「内視鏡様手術ロボット」を考案、参画企業とともに試作品を完成させた。中でも、ソフトアクチュエータ技術を応用した各種のマイクロ生体アクチュエータは、臓器を傷つける危険性が少ない、水・空気などの流体を動力源とできる、鉗子・電極などの従来の機能を用意に一体化できるなどの利点がある。従来の金属製鉗子などのハードな素材を使った医療器具と異なり、ソフト素材を用いて医療器具を開発できた点は、医療技術史上に大きな足跡を残せたと考えており、我々はこの技術を医療用ソフト MEMS(Soft Mechanical and Electrical Micro System)と呼んでいる。

- ・内視鏡ロボットの開発 (H18)
- ・多重屈曲型ケーブルの内視鏡ロボットへの組込 (H16～H18)
- ・体内位置センシング機能の内視鏡ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・視野確保レトラクタの開発と内視鏡ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・マイクロ波凝固療法用アプリケーションの開発と内視鏡ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・温度センサのエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H16～H18)
- ・触覚センサの開発とエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H16～H18)
- ・圧電式マイクロポンプの開発とエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H16～H18)
- ・マイクロロボットの位置固定技術の開発とエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・マイクロカメラ視野クリーン技術の開発とエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・RF 焼灼鉗子の開発とエンド・バイオニクス・ロボットへの組込 (H17～H18)
- ・神経インターフェイスの開発 (H16～H18)

事業化事例、及び事業化可能性が見出された事例



体内コンピュータならびにマイクロ生体センシング / オペレーションの研究成果の産業応用として、「畜産領域におけるマイクロ体内ロボットの応用(農林水産省:先端技術を活用した農林水産研究高度化事業)」にも取り組んでいる。家畜の体内に体温、心拍、体動を測定するセンサーセンサーチップを埋め込み高度な飼育管理を可能とするシステムに関する開発研究であり、既にプロトタイプを完成し、来年度の実証実験と数年後の実用化を見据えて取り組んでいる。

この他にも、フィッシング用ワーム(疑似餌)へのバルーンアクチュエータの応用や心拍チップ内蔵スタンドなど、医療・健康福祉分野以外への産業応用も展開しつつある。主な事業化可能性が見出された事例は、下記のとおりである。



	シーズ	特 長	応用製品
1	心拍チップ	心拍のリズムが変化から覚醒度を感知させ、制御信号を取り出し環境機器を動作	センシングウェア
2	心拍チップ	"	インテリジェント寝具
3	近赤外イメージングシステム	生体内を覗ける近赤外線の水の窓を通して蛍光分析	異物検査機
4	マイクロバルーン	張力の差により圧力を加えバルーンを変形	ルアー
5	マイクロバルーン	"	ピン保持機構
6	触覚センサ	半導体のピエゾ効果	基板歪み測定機
7	マイクロポンプ	MEMS技術によるSiの加工	微量流量計
8	バイOMETRICS認証	人の認識と判別	ロボット

#### その他特筆すべき成果

体内コンピュータならびにマイクロ生体センシング / オペレーションの研究による研究成果の産業応用として、岐阜・大垣地域の知的クラスター創成事業「ロボティック先端医療クラスター」と連携し、「高齢者向けベッドモニタリングシステム」の産業化を目指し研究開発を展開している。

### 3. 波及効果

本事業の実施成果により、事業化可能性が見出された事例8件が創出され、地域経済の活性化に対し大きく貢献した。併せて、有望な技術シーズが多数形成されたことは、今後の発展が十分に期待される。

また、産学官連携の面では、参加大学の内、立命館大学と龍谷大学は全国的にも産学官連携に熱心な大学として知られ、活発な活動が行われている。レンタルラボを大学内に設置し、ベンチャー企業育成にも取り組んでいる。しかし、これまで滋賀医科大学は、産学連携の面では前述の2大学と比べ必ずしも活発とは言えない状況であった。本事業により、医工連携の機運が高まり、昨年9月には「バイオメディカル・イノベーションセンター」が学内に設置されたことは、特筆すべき波及効果ある。

地域として、本事業活動によって産学連携による科学技術振興の必要性が認識され、県に滋賀県顧問(科学技術担当)2名が平成18年度に委嘱したところである。今後、発展型の推進や技術シーズの実用化に指導助言を得ることとした。広く本県の科学技術振興施策の企画立案や推進についても助言を得られる体制が整備されたところである。

## 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

##### 【研究交流事業】

科学技術コーディネータ2名を配置し、70社あまりの企業への訪問を行い、技術シーズ・ニーズの探索による共同研究への反映を行なうとともにユーザー会議への勧誘を行った。また、共同研究の技術シーズを「シーズシート」にとりまとめ、企業への訪問時のマッチングに活用し、研究成果の事業化を推進してきたことから、当初の目標をほぼ達成したと評価する。

##### 【共同研究事業】

事業最終年度に設定した「マイクロ体内ロボット実現の諸問題を解決するためのエンド・バイオニクス・ロボットの開発」という目標は、低電力型のマイクロプロセッサの設計とFPGA上での論理試作と動作検証、心拍チップの開発、磁性流体による新たな移動機構の考案、磁場による移動制御と位置検出システムの開発、移動検証用モデルの試作、センサ機能およびマニピュレーション機能の各要素技術の確立、MR下での内視鏡様手術ロボットの試作などの成果が得られた。

本研究の最終目標である「マイクロ体内ロボット」に向けた「エンド・バイオニクス・ロボット」実現に寄与する前述の多くの技術シーズが確立され、「エンド・バイオニクス・ロボット」の試作レベルまでの成果が得られたことは評価できる。今後、医療としての活用が可能なレベルまでの研究の発展と、マイクロ体内ロボット実現を目指した連携に取り組みたい。

#### (2) 事業成果について

##### 持続的な連携基盤の構築について

##### 【ユーザー会議】

マイクロ体内ロボットの実現に向けた研究開発の過程から生まれる様々な技術シーズの事業化を目指し、ユーザー企業に研究シーズの提供ならびに科学技術コーディネータによる当該企業への重点的なコーディネート活動を行い、研究成果の産業応用とその事業化を目指した取組みを行った。科学技術コーディネータによるユーザー企業の発掘や当該企業へのコーディネート活動を通じて、健康福祉分野をはじめとする新産業の萌芽が見られるようになった。

##### 【都市エリア産学官連携促進事業連絡会議】

事業の成果を効果的かつ効率的に地域産業へ普及させるための取組みを行った。本事業の地域への普及啓発、本事業の推進にかかる情報共有、地域からのユーザー企業の発掘等を行なうとともに、滋賀県経済振興特別区域の「琵琶湖南部エリア大学発新産業創出推進協議会」とも連携することによって、日常の産学官連携コーディネート活動や支援の実施において、地域での一体的な取組みが推進されたと評価できる。

##### 【びわ湖南部エリア新産業創出特区計画】

「滋賀県経済振興特区制度」を活用して本事業から生まれる技術シーズの実用化を目指して、産学官連携共同研究への「産学連携新技術創出補助金」等による資金支援や、当該エリアの大学が設置するインキュベーション施設への入居者支援などの施策が実施され、産学官連携の研究開発基盤が構築されたと評価できる。

##### 【関西次世代ロボット推進会議】

本事業が医療福祉分野における重点プロジェクトのひとつとして位置付けられたことから、より広い範囲の中小企業との連携や地域間連携・産学官連携が図れ、本事業の研究開発の推進および実証実験の展開などの取組みが加速されたものと評価できる。

## 研究開発の成果について

研究開発成果として、

- 癌の患部など特定部位を高解像度のまま伝送可能な映像圧縮機能
  - 低電力型のマイクロプロセッサの設計とFPGAによる試作
  - 心拍チップの開発
  - 磁性流体による新たな移動機構の考案
  - 磁場による移動制御および位置検出を可能とするシステムの開発
  - 光学系・撮像系・照明・レトラクタを組み込んだマイクロ体内ロボット移動検証用モデルの試作
  - センサ機能およびマニピュレーション機能の要素技術の確立
  - MR下での利用が可能な「内視鏡様手術ロボット」の考案・試作
- などのエンド・バイオニクス・ロボット実現に向けた技術シーズが得られた。

知的財産権(特許権)への出願は15件、論文は110件にのぼり、成果の権利化や知識情報の文書化が適切に成されたと評価する。

また、本事業による直接的な事業化、商品化は今後の研究の進展を待つ必要があるが、個々の技術シーズを活用した事業化事例や、畜産領域への応用を目指した農林水産省の研究開発事業への採択などは評価できる。

### (3) 事業計画について

事業目標を達成するに妥当な事業計画であったか

本事業では、2010年のマイクロ体内ロボットの実現を目指し、その第一期研究として、マニピュレータやカメラなど必須要素のみをマイクロ体内ロボットに組み込んだエンド・バイオニクス・ロボットの開発を進めるため、3研究テーマを設定して研究開発に取り組んできた。

その結果、当初事業計画目標のエンド・バイオニクス・ロボット実現のための要素技術の確立と、検証モデルの試作・実験レベルの達成がなされ、実用化への可能性が高まった。さらに、科学技術コーディネータの活動によって、研究開発から生まれた要素技術シーズの応用展開が、なされている。

以上から、妥当な事業計画であったと言える。

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

本事業では、エンド・バイオニクス・ロボット実現に向けて、センサ分野、移動機構分野、組み込みコンピュータ分野に着目し、課題の抽出を行った。最終的に人体内で使用するロボットであるので、安全性の確保は当然ながら、小型であること、発熱量が少ないこと、動力源が大きく制約されることから、新たに研究開発を要する技術課題が数多く発生した。例えば、ロボット内に組み込むマイクロプロセッサの開発面では、発熱量を抑えるため演算周波数を低く設定しても実用化に耐える演算性能が求められた。この演算性能の元でCCDカメラ撮影画像から患部を抽出する低負荷の画像抽出技術が求められた。技術課題相互に関連性が深く、結果として多くの研究人材の投入が必要となった。

人材面では、立命館大学を初めとした大学や企業など参画機関の全面的な協力が得られ、技術分野に対応する多くの研究人材の確保ができた。しかし、3研究テーマの元で、技術課題に対応した多数の研究を実施したので、個々の研究への資金が不足するという課題が発生した。このため本事業では、比較的資金を要する研究の実施年度を調整し、資金配分を行い全体的に予算内での実施ができたと考えている。

## 2. 地域の取組み

### (1) 自治体等の取組

#### 【「滋賀県科学技術政策大綱」の基本目標達成のための重点的な研究開発の推進】

「滋賀県科学技術政策大綱」(平成16年10月改定)では、「人・環境・創造と科学技術～自然と人とが共生する新たなライフスタイルの創造～」を基本理念に、「地球環境問題の解決に資する科学技術」、「自律・創造的な地域経済の発展に資する科学技術」、「豊かな県民生活の実現に資する科学技術」の振興を科学技術政策の基本目標としている。

基本目標の達成に向けて、「科学技術を原動力とした地域経済活性化に資する分野」における研究開発等を重点的に進め、コーディネート機能の充実強化により産学官が連携した研究活動の一層の促進を図っている。さらに、新たなリーディングインダストリー構築のための技術分野として「環境関連分野」と「健康福祉分野」において研究・開発の重点化を図り、これまで本事業の他、「地域結集型共同研究事業(平成14～19年度)」にも戦略的に取り組んでいる。

また、「滋賀県科学技術政策推進会議」や「滋賀県科学技術振興会議」を設置し、本県の科学技術振興のための具体的な方策について検討を進めた。さらに、平成18年5月には滋賀県顧問(科学技術担当)を設置し、同年11月には(独)科学技術振興機構の「JSTサテライト滋賀」の設置を受け、大綱の具体化と科学技術振興行政の推進を図ってきた。

#### 【「滋賀県産業振興新指針」による3K + BI産業の創出】

「滋賀県産業振興新指針」(平成15年3月策定)では、「産学官連携体制の構築と創造型・自律型産業構造への転換」を基本理念に、科学技術の振興と人材の育成により産業競争力の強化と新産業の創出を図ることとしている。基本理念実現のための基本的方向として「時代に先んじる新産業の創出」を定め、「環境」「観光」「健康福祉」および「バイオ」「IT」を重点産業分野(3K + BI)として、産学官連携の促進と研究開発成果の事業化に向けての支援を重点的に展開している。

#### 【「びわ湖南部エリア新産業創出特区計画」による地域固有の資源や特性を活かした産業振興】

県が学術・医療・福祉機関等の誘致・整備を集中的に進めてきた「びわこ文化公園都市」内では、立命館大学、滋賀医科大学、龍谷大学の医学・理工学の知的集積と、医療機器や電子情報、精密機械、バイオテクノロジー分野等の産業集積が進んでおり、共同研究や情報交換が活発に行われ、数多くの医工連携の成果が現れてきている。本県では、大学の知的資源を有効活用し本エリアの産業振興を図ることを目的に、大津市、草津市が平成16年3月に国の「構造改革特区」の認定を受けるとともに、本県独自の経済振興策として地域固有の資源や特性を活かした産業振興への取組みを集中的に支援する「滋賀県経済振興特区制度」によって、大津市、草津市の「びわ湖南部エリア新産業創出特区計画」を認定し、本事業を両市の特区計画推進の柱として推進してきた。

「医療・健康福祉分野」における産学官連携による研究開発活動をより一層活発化・発展させ、これまでの研究成果の産業化を目指す産学官ネットワークの形成およびその活動をより一層促進する。医工連携ものづくりクラスターの形成と健康福祉産業振興を目指すために、本県が展開している「医工連携ものづくりプロジェクト創出支援事業」の中核事業として本事業を位置付け、びわこ南部エリアにおける産学官連携活動のさらなる発展と新事業の創出を目指す。

### (2) 関係府省との連携

#### 【文部科学省、経済産業省との連携】

本県の「健康福祉分野」における産学官ネットワークの形成と研究開発活動をより一層活発化・発展させ、「都市エリア産学官連携促進事業」で培った研究成果の実用化・産業化を図るため、(独)科学技術振興機構の地域イノベーション創出総合支援事業や経済産業省の地域新生コンソーシアム研究開発事業などへの取組みを積極的に展開する機運が醸成された。

## 【農林水産省との連携】

農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」において「畜産領域におけるマイクロ体内ロボットの研究」について採択され、研究成果の医療分野以外への展開を積極的に行っている。

## 今後の取組

### 1. 産学官連携基盤の構築について

#### 【医工連携ものづくりクラスターの形成】

本県では、「医工連携ものづくりプロジェクト創出支援事業」によってクラスターの形成を目指している。当事業では、医工連携にかかる産学官共同研究プロジェクトを、経済産業省の地域新生コンソーシアム研究開発事業など省庁連携による取組みへの展開を図る。さらに、県が実施する産学官連携コーディネートから、ニーズ・シーズマッチング、補助金や委託事業による資金支援、インキュベーション施設の提供、薬事法・ISO13485 の認証取得支援など研究開発からものづくり・事業化に至るまでの各種支援策を活用して、地域のイノベーションシステムを発展させ継続的な事業の創出等を目指す。本事業の実施により、医工連携による産学官連携共同研究成果の実用化・事業化を推進していく。

#### 【知的クラスター創成事業「岐阜・大垣地域ロボティック先端クラスター」との連携】

本事業成果であるマイクロセンシング技術を活かして、岐阜・大垣ロボティック先端クラスターと連携し、「高齢者向けベッドモニタリングシステム」の産業化を目指し、共同で研究開発を展開している。今後とも、技術シーズの産業への応用展開として、連携基盤を発展させていく。

#### 【知的クラスター創成事業「宇部地域光・照明・医療産業クラスター」との連携】

宇部地域では、高輝度白色 LED を活用した低侵襲医療機器・器具の開発に取り組んでいる。エンド・バイオニクス・ロボットでは、CCD カメラの照明として欠かせない要素技術である。太陽の下で見ると同じ色合いで観察できる光源であるので、患部の目視診断への有益性が高いものである。ロボットの目への適用を目指し、当該クラスターと連携を強化していく。

#### 【知的クラスター創成事業「浜松オプトロニクスクラスター」との連携】

浜松地域では、医療用イメージングシステムとして、高機能内視鏡と手術ナビゲーションシステムの開発に取り組んでいる。通常の内視鏡では得られない内臓画像の立体視化や内臓表面の形状が計測にとりくんでおり、エンド・バイオニクス・ロボットの一層の高機能化を達成できる技術である。ロボットへの適用を目指し、当該クラスターとも連携を強化していく。

#### 【地域結集型共同研究事業「京都市・ナノメディシン拠点形成の基盤技術開発」との連携】

京都市の研究目標の内、血液ハンドリングセンサデバイスは、ポイントケア検査をターゲットとしている。この技術を、体腔内視機能を有するロボットへの適用を目指し、当該地域結集型共同研究事業と連携を図っていく。

### 2. 研究開発について

一般型の成果を地域に普及、移転するため、研究開発プロジェクトの事業化に向けたステージに合わせて次のような支援を予定している。

共同研究の過程から生まれる様々な技術シーズの事業化を目指すユーザー企業からなるユーザー会議の運営

技術シーズの提供だけでなく、医療現場において求められる開発ニーズや、参画企業の技術シーズやユーザー企業の開発ニーズを提供する医工連携ニーズ・シーズ研究会の開催  
一般型事業から生まれた技術シーズの事業化や発展型事業に資する研究テーマについて、研究開発事業の公募と資金支援

薬事法・ISO13485 にかかる許可・認証取得を支援するためのセミナーや研修会の開催、専門家の派遣等の支援

また、県独自の特区制度においても重点事業としており、引き続き産学官連携による研究開発や企業の研究開発、事業課支援を積極的に行っていく。

主な事業化可能性が見出された事例については、下記により事業化を目指し支援を行っていく。

	事業化可能性事例	企業	事業化への支援方向
1	センシングウェア	O産業	製品化に向けての性能評価実験に、県の共同研究開発補助金により支援
2	インテリジェント寝具	N社	製品化に向けて、大学の技術シーズを活用していくための情報交換会計画
3	異物検査機	I社	商品化の可能性を判断するためにデータ取得中 イメージングカメラとして異物が判別できる実用的な像が得られるか研究開発実施
4	ルアー	M工業	海岸でのフィールド実験を予定
5	ピン保持機構	O電子	県の研究開発補助金により支援 0.1mmピッチの微細基板の測定技術を開発中
6	微量流量計	S電機	マイクロポンプを試作中
7	ロボット	B研究所	製品化評価中