

第2編

第6章

バイオエレクトロニクス研究センター



第1節 設立の経緯・歩み

熊本大学では、世界水準で最先端の研究を推進することを中期目標に掲げ、その達成のために「大学院先導機構」を設置し、新たなCOE、新研究センター、新大学院専攻等を立ち上げるとともに、種々の施策を実施してきた。本学の2つの21世紀COEプログラムである「衝撃エネルギー科学の深化と応用」及び「細胞系譜制御研究教育ユニットの構築」は、世界的研究拠点として着実な成果をあげてきた。その実証結果として、2007（平成19）年度においては、「細胞系譜制御研究教育ユニットの構築」の更なる展開を志向する、グローバルCOEプログラム「細胞系譜制御研究の国際的人材育成ユニット」が採択された。

一方、最上級の間中評価を得た「衝撃エネルギー科学の深化と応用」（2003～2007年度）は、特にパルスパワーの生体作用への応用分野で大きな進展を見せ、「バイオエレクトリクス」という新しい研究分野を切り開いていた。「バイオエレクトリクス」とは、パルスパワーによるバイオ・食品・環境・医療への応用を研究する新しい学問分野である。

本学は、この分野でともに先端を走るオールドドミニオン大学（米国）とカールスルーエ中央研究所（ドイツ）との共同研究のための国際コンソーシアム協定を締結（2005年11月）した。2010（平成22）年度現在では米国3機関、ドイツ2機関、フランス2機関との間の国際協定を締結し、この分野において世界の最先端を走っている。新学問領域を形成しつつあるバイオエレクトリクスに関する国際コンソーシアム構想は熊本大学発であり、国内初のバイオエレクトリクス研究センターの設置は、世界トップレベルの研究教育拠点としての進展につながっている。

バイオエレクトリクス研究センターは、以上のような状況を踏まえ、更なる世界水準での最先端の研究推進を図るため、以下のような機能と目的を有する拠点施設として構想されたものである。



写真1 バイオエレクトリクス研究センター
（共用棟黒髪3号館）

- ① 「衝撃エネルギー科学の深化と応用」を
発展させるとともに「細胞系譜制御研究
の国際的人材育成ユニット」にも関連し
た新たな学際的研究であるバイオエレク
トリクス分野の開拓
- ② 本学独自の極めて個性的な研究を永続的
に発展させるためのシステム改革のモデ
ルケースの実現
- ③ 異分野の融合研究を新分野の創出へと発
展させる仕組みの成功例を示し、本学が
研究大学として確固たる地位を確立する
ことへの貢献
- ④ バイオエレクトリクスで先端を走る国外
の大学・研究所との国際連携の中心的役
割の実行

- ⑤「衝撃エネルギー科学の深化と応用」プログラム事業終了後の世界的研究拠点としての研究教育活動の継続及びグローバルCOEプログラムへの転換に向けた基盤形成
- ⑥異分野融合の先端的若手研究者の育成

2007(平成19)年10月に設置されたバイオエレクトリクス研究センターは、基礎バイオエレクトリクス分野・極限バイオエレクトリクス分野・環境バイオエレクトリクス分野・医療バイオエレクトリクス分野・国際連携バイオエレクトリクス分野の5分野を持ち、専任教員6名、兼任教員10名で組織されている。専任教員のうち3名は工学系から、1名は理学系からの所属替えであり、医療バイオエレクトリクス分野には、テキサス大学サウスウェスタン医学センター(米国)から矢野憲一教授を、国際連携バイオエレクトリクス分野には、ワシントン大学(米国)からHamid Hosseini教授を新たに招聘した。2008(平成20)年度には、21世紀COEプログラムである「衝撃エネルギー科学の深化と応用」の更なる展開として、グローバルCOEプログラム「衝撃エネルギー工学グローバル先導拠点」が採択された。このような活動の結果、多くの研究者が世界から続々と熊本に集まり、本センターは名実ともに、バイオエレクトリクス研究の世界の中心となりつつある。

第2節 バイオエレクトリクス研究センターの現状

バイオエレクトリクス研究センター設置後、所属教員の連携はもとより、自然科学研究科やグローバルCOEプログラム「衝撃エネルギー工学グローバル先導拠点」、生命系のグローバルCOEプログラム「細胞系譜制御研究の国際的人材育成ユニット」や医学薬学研究部の教員とも協力して、パルス高電界によるガン治療、パルスプラズマによる遺伝子導入、パルスパワーによるスサビノリの変異体誘導、パルスパワーによる細菌芽胞の殺菌、水中衝撃波を用いた脳腫瘍治療、パルス高電界によるES細胞の分化誘導、超臨界流体プラズマによる新規反応場形成など、パルスパワーで生成した極限反応場を生体に利用する極めてユニークな研究を推進している。

設備面では、センター設置2年目の2009(平成21)年4月に共用棟黒髪3号館の改装が完了し、4階全フロアと5階の一部をもってバイオエレクトリクス研究センター専用ラボが開設された。ラボの開設によって、それまで各教員の研究室に分散していたパルスパワー発生装置、衝撃波発生装置や超臨界流体発生装置などの大型機器と細胞培養設備や生体分析装置などのバイオ実験装置を集中配置した。このため、生命系教員と工学系教員の共同研究が活発化し、また、パルスパワーと生体を組み合わせたチャレンジングな発想の研究を円滑に進められるようになった。生物実験設備も、P2レベルの細胞培養設備をはじめレーザー共焦点顕微鏡などの各種顕微鏡、マイクロインジェクタ、細胞ソート機能付フローサイトメータ、リアルタイムPCR装置など、グローバルCOEプログラムの協力のもと、学内経費及び科研費、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)や科学技術振興機構(JST)ほか、民間共同研究費などの外部資金によって充実させている。

本センターでは、国際的な枠組みの中でバイオエレクトリクス研究を進めている。センター設置に先立ち、2005(平成17)年10月にオールドドミニオン大学、カールスルーエ中

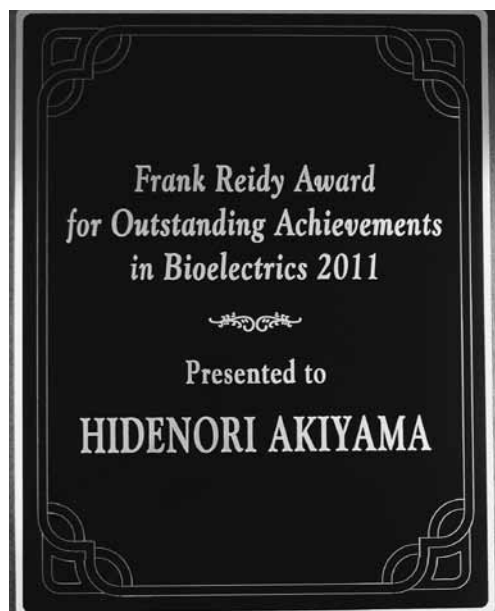


写真2 秋山教授が受賞した第2回Frank Reidy バイオエレクトリクス賞の楯

央研究所と本学の3者でバイオエレクトリクスに関する国際共同研究協定を締結し、その後、この3者が中心となってバイオエレクトリクス国際コンソーシアムを設立した。2011(平成23)年現在、日欧米6ヶ国から11研究機関が参画している。国際コンソーシアムの活動として、まず、国際シンポジウムの開催がある。2004(平成16)年以降毎年開催され、そのうち2005(平成17)年と2007(平成19)年の2回を本学で開催した。2011(平成23)年は5月にフランス薬理構造生物学研究所で2日間にわたって開催され70件の発表があった。本センターからも矢野教授の基調講演を含め8件の発表を行った。2つ目の活動は、4ヵ月に1回開催されるウェブベースのリアルタイムイン

ターネット会議である。この会議は本センターの国際バイオエレクトリクス部門が運営しており、最新研究成果やイベント等の情報交換の場となっている。3つ目は研究者交流である。教員・博士研究者や学生をほかのメンバー機関に派遣し、共同研究の推進と若手研究者の育成を図っている。2011(平成23)年の国際シンポジウムにおいて、秋山秀典教授が第2回Frank Reidyバイオエレクトリクス賞を受賞した。これは同教授の設立準備段階からの国際コンソーシアムへの貢献が讃えられたものである。一方国内においても、バイオエレクトリクスの産業応用を産学連携によって推進することを目的に、グローバルCOEプログラムと協力して衝撃エネルギー産業化コンソーシアム(環境軽負荷・衝撃超高压・バイオエレクトリクスの3部門)を設立した。2010(平成22)年現在、大手から中小地場企業、公的研究機関まで、広範な分野から約30機関がコンソーシアムのバイオエレクトリクス部門に参加している。メンバーにはニュースレターの発送、研究成果やイベント情報の発信、無料技術相談などを提供しており、これをきっかけとして共同研究に発展した例もある。更に、バイオエレクトリクスの普及と学問としての体系化を目指し、学会への働きかけも積極的に行っている。例えば、2009(平成21)年1月に電気学会にバイオエレクトリクスに関する技術調査専門委員会(委員長:勝木淳教授)を立ち上げ、調査活動を行っている。

第3節 各分野の研究

第1項 基礎バイオエレクトリクス分野

基礎バイオエレクトリクス分野は、現在、2名の専任教員（勝木淳教授・高野博嘉教授）と兼任教員1名（齊藤寿仁教授）が在籍している。勝木研究室は、パルス高電界、パルス熱やパルス紫外線などの短い時間に作用する強力な物理刺激によって動物細胞の応答をタンパク質レベルで解明することや生体応答を制御することを目指しており、将来的には医療・美容・食品分野への応用が考えられている。これまでに、グローバルCOE博士研究員である安部恵祐の協力のもと、パルス電界と熱の組み合わせによってヒト子宮頸癌細胞に効率的にアポトーシスを誘導できることやそのメカニズムを明らかにしつつあり、更に、パルス電界やパルス紫外線によって動物細胞や酵母などの増殖活性の制御可能性などを示している。高野研究室では、共同研究によりスサビノリのレトロトランスポゾンがパルスパワーにより活性化されることを見出すとともに、植物葉緑体の分裂機構に関連した研究を進めている。この研究により、コケ植物では細菌から持ち込まれたペプチドグリカン合成系が葉緑体分裂に関与することを見出している。

第2項 極限バイオエレクトリクス分野

極限バイオエレクトリクス分野は、現在、専任の後藤元信教授と兼任の真下茂教授、池上知顯教授(2007~2008年度)、佐久川貴志准教授(2009年度以降)の教員で構成されている。後藤研究室では、グリーン溶媒として注目される超臨界流体に関する研究を国際的連携や産学官連携のもとに行っている。亜臨界から超臨界状態の二酸化炭素や水などを使った分離・精製プロセスや反応プロセスの研究開発を実施している。化学と電磁気学の融合プロセスとして超臨界流体中での放電プラズマやレーザーアブレーションの現象の解明と反応や材料調製への応用、超臨界流体中でのエレクトスピニングによるナノファイバー調製、亜臨界水中での電気化学反応を利用した分子変換プロセスの開発などを実施している。真下研究室では、300万気圧までの固体の衝撃超高压実験を実施している。各種の衝撃波計測システムが整備され、固体の状態方程式、高压相転移、動的強度の研究、更に、100万G以上の重力場を高温で発生できる高温超遠心機を開発、強い重力場下の物質科学という世界的にオンリーワンの研究が推進されている。また、パルス放電による液中衝撃プラズマ法によるナノ材料合成の研究開発が行われている。また、佐久川研究室ではパルスパワー発生装置の開発が行われており、池上研究室ではカーボンナノチューブを利用した高感度低温ガスセンサーの研究などが実施されている。

第3項 環境バイオエレクトリクス分野

環境バイオエレクトリクス分野は、1名の専任教員（浪平隆男准教授）と2名の兼任教員（曾我一正教授・井原敏博教授）で構成されている。浪平研究室では、近年、「ナノ秒パルス放電プラズマ」というナノ秒という極めて短い時間、かつミリジュールという極めて小さいエネルギーにて形成されるものの、非常に化学活性の高い新しい気相化学反応炉の構築に成功した。「ナノ秒パルス放電プラズマ」は、既に市販のオゾン発生器の10倍にも及ぶ高いエネルギー収率を達成しており、現在、省エネルギー型オゾン発生器の実用化が大きく期待されている。また、「ナノ秒パルス放電プラズマ」は空気・水・土といった生き物の生育環境に対する浄化能力も優れており、今後、小規模から大規模までの集客施設や植物工場などへの応用を探索していく。井原研究室では、核酸タンパク、多糖等の生体高分子を扱っている。これらはそれ自身が天然の超分子である。もちろん、多くの場合これらは単独でなく、協調して高度な仕事を行っている。この精緻な分子システムの一部、すなわち生命の部品に化学的に少しだけ手を加えてやると、分子の自在なマニピュレーションが可能となる。この機能性人工分子間の協同性を利用することで結合制御、信号変換、物質変換等の非天然の機能の実現、更には、分子マシンや制御されたナノ構造体等の多様な分子システムを作り上げることができる。分子間の協同性に焦点を当て、これを積極的に利用した種々の生命分子のプロベリング技術の開発及び外部刺激による生命現象の制御を目指している。

第4項 医療バイオエレクトリクス分野

本分野は1名の専任教員（矢野憲一教授）と4名の兼任教員（入口紀男教授・甲斐広文教授・桑昭苑教授・林田祐樹准教授）から構成され、生命科学の幅広い領域、特に癌生物学・再生医療・磁気共鳴イメージング・神経科学に重点を置いて活発な研究活動を行っている。本分野では、パルスパワーをはじめとする新しいテクノロジーを医学や生命科学に導入することで全く新しい展開をもたらすことを目標としている。これまでに、パルスパワーには従来の手法にはないユニークな特性があることを明らかにしてきた。例えば、パルスパワーの1つであるパルス高電界を用いることで、細胞のシグナル伝達経路の特定のポイントを活性化したり、タンパク合成を一過的に抑制することができることを明らかにした。更にこれらの作用は貧栄養状態で特に効果が高いことがわかり、固形腫瘍内部の癌細胞のように貧栄養状態にある場合にパルスパワーの作用が増強されることが示された。これらの研究を更に発展させ、パルスパワーの生体影響を分子レベルで解明し、そこから得られた知識に基づいた全く新しい手法を開発することで、医学や生命科学に貢献することが大きく期待される。

第5項 国際連携バイオエレクトリクス分野

バイオエレクトリクス分野で先端を走る国外の大学・研究所との国際連携の中心的役割を果たすため、国際連携バイオエレクトリクス分野が設置された。本分野にはHamid Hosseini教授（専任）と秋山秀典教授（兼任）が所属している。この分野とともに先端を走るオールドドミニオン大学（米国）とカールスルーエ中央研究所（ドイツ）との共同研究のためのバイオエレクトリクス国際コンソーシアム協定を締結（2005年11月）し、現在米国3機関、ドイツ2機関、フランス2機関との間で国際協定を締結している。主な活動は、年3回のインターネット国際コンソーシアムフォーラムと年1回のバイオエレクトリクス国際シンポジウムであり、企画から実施まで主体的役割を担っている。このような活動が世界最先端レベルでの研究の展開につながり、バイオエレクトリクス研究センターは国際先導拠点として位置づけられている。

第4節 将来構想

バイオエレクトリクスは、パルスパワーで生成した極限反応場と生体とを組み合わせた極めてユニークな研究であり、物理・化学・工学・生物学・医学・農学など、広範な学問領域にまたがった学際研究である。バイオエレクトリクスは、バイオ技術のほか、医療、食品や農業など生物に関わるほとんどの分野への応用展開が見込まれ、本学が中心となってこの分野を発展させることは、社会貢献はもちろん、今日個性化が求められる大学にとっても意義は大きい。そのような中、本センターは、21世紀COEプログラム「衝撃エネルギー科学の深化と応用」の成果を踏まえ、バイオエレクトリクスに取り組む国内随一の研究機関として2007（平成19）年10月に生まれた。その後、グローバルCOEプログラム「衝撃エネルギー工学グローバル先導拠点」と協力しながらバイオエレクトリクスを順調に育ててきており、この分野において世界的な先導研究拠点の1つとなっている。

本センターで進めてきた国際レベルの特色あるバイオエレクトリクス研究を更に発展させるために、現在、組織拡充の準備を進めている。本センターは、パルスパワー科学技術を共通の背景として衝撃・極限環境研究センターの教員と連携してきており、両センターと自然科学系の関連教員を結集して2012（平成24）年6月にパルスパワー科学研究所として衣替えをする予定である。新研究所の設置によって両センターそれぞれの機能と役割を増補強させる。本センターが得意とする電気的なパルスパワーに加えて衝撃超高压、超重力、フェムト秒光パルスなどのさまざまな極限反応場を生命科学に利用できるようになり、新規生命現象の開拓とともに革新的医療、バイオ、食品、環境技術としての応用展開が期待される。両センターがこれまでに構築してきた国内外の研究機関との連携においても新研究所が主導的役割を果たすと同時に、物質・生命科学の中核的組織として、自然科学系を中心に全学的な研究連携を推進することによって、本学オリジナルの科学シーズが大きく育つことが期待される。