

第2編

# 第5章

## 衝撃・極限環境研究センター



## 第1節 歩み

### 第1項 衝撃・極限環境研究センター設置までの沿革

#### 1 センター設置の経緯

1996(平成8)年、第16期日本学術会議物理学研究連絡委員会(物研連)物性物理専門委員会は、「日本の物性研究の質を高めるには、中・小型実験設備を充実させ、それを有効活用すべきである。国内には活発に物性研究を行っている研究機関が全国的に分布するので、その中から地域性と大学の特色を考慮して選んだ研究拠点に、特色のある中小型施設を早期に整備し、それを研究者が共同利用する体制を作るのがよい」との対外報告を行った。本学においては、直ちに工学部の藤田昌大教授(現名誉教授)と巨海玄道教授(元九州大学教授、現久留米工業大学教授)が中心となって、研究センター設置への第一歩を踏み出した。佐藤泰生工学部長(元八代工業高等専門学校校長、現名誉教授)、岩田秀次郎工学部事務長、巨海教授、藤田教授の4名で同年10月から設置準備委員会創設へ始動、同月中の部局長会議で「極限環境応用科学研究施設(仮称)」設置準備委員会の設置が認められた。この間、学内でヒアリングを開始し、1997(平成9)年3月、第1回目の文部省との交渉が行われた。しかしながら、理工系の中核となる研究施設の設置は長く話題となるものの実現されず、その後、北田憲治経理部長が本学に着任、新工学部長の生野浩正教授(現名誉教授)、千葉昂教授(現在本学名誉教授)と巨海教授らが文部省を訪れ、ようやく活発に動き始めた。その内容は、特徴ある工学部附属衝撃エネルギー実験所と理学部に関係の深い極低温装置室、そしてそれらに関する極限環境研究グループが中心となり、新しいセンターを設置する計画であった。

設置の申請に先立って、改組の必要性についての外部評価が実施された。具体的には、広島電機大学の森正信教授を委員長に、高山和喜教授(東北大学)、毛利信男教授(東京大学)、澤岡昭教授(東京工業大学)、水崎隆雄教授(京都大学)を委員として、1998(平成10)年5月16、17日にヒアリング等の外部評価が行われた。当時の外部評価報告書3によると、翌日の5月18日には文部省に結果報告を行っており、1999(平成11)年の4月には設置の運びとなっている。

改組することによって期待される成果・展望として、外部評価報告書には「これまでに国内外に例がない静的・動的超高压を用いた複合極限環境の創生により、非平衡状態にある新素材の開発、新しい物性出現及びそれらの生物化学への応用等に関する基礎科学研究が推進できるため、本学の特色を活かすことができ…(後略)」<sup>1)</sup>ということが述べられており、実際に改組後、衝撃エネルギーに関わるCOEの実現に大きく寄与することになった。

#### 2 工学部(附属衝撃エネルギー実験所)関係

衝撃・極限環境研究センターは、1999(平成11)年4月に理工系の全学共同教育研究施設として文部省の認可により設置された組織である。工学部におけるこの組織の前身は、1971(昭和46)年4月に設置された工学部附属衝撃実験所にまで遡ることができる。清田

堅吉教授（1971年4月1日～1974年3月31日）を初代所長として、助手定員1で発足した。同年度に爆発実験室を含む建屋が建設され、翌年度には研究室等の増築工事、更に1973（昭和48）年度には火薬庫が設置されて一応の施設が整った。1974（昭和49）年には立川逸郎教授（1974年4月1日～1986年3月31日）が2代目の所長に就任した。その後、助教授定員1名の増員があり、永山邦仁博士、真下茂博士がこのポストを歴任した。両名とも、爆発・衝撃波関係では世界的に著名な研究者として広く知られている。所長はその後、藤田教授（1986年4月1日～1998年3月31日）、千葉教授（1998年4月1日～1999年3月31日）と引き継がれ、現在の衝撃・極限環境研究センターの設置に至った。

写真1は、衝撃エネルギー実験所当時の建物の写真である<sup>2</sup>。爆発実験室は1kgまでの爆薬を利用することのできる施設として、各種の材料加工研究等への利用に供された。これに加えて当時としては珍しい真空爆発容器を有しており、固体中衝撃波や爆発合成の研究に使用された。特に爆発合成に関しては、1970年代頃既に当時の清田教授を中心にムンロー効果を利用したダイヤモンドの衝撃合成に成功しており<sup>3</sup>、国際的に見ても関連分野での先駆的な仕事をしていただことを強調しておきたい。現在の製造手法は清田教授の方法とは異なるものの、爆薬を利用して作られる衝撃合成ダイヤは半導体の仕上げ等の用途に多く使用されており、国内でも活発に生産活動が行われている。これとは別に衝撃大電流発生装置も設置されており、電気による衝撃エネルギー（パルスパワー）の研究も長年行われ、液中放電成形による材料加工技術に関する研究もかつてはこの施設を利用して盛んに実施されていた。このほかにも、圧縮空気を動力源としたハイドロパンチや爆発成形用の水槽なども設置され、各種の加工技術を利用した高速の材料加工に関する研究が活発に推進された。衝撃圧縮下の金属化を用いた独創的な超強磁場発生法が提案・研究されたのもこの頃である。

1980年代にはキー付火薬衝撃銃が導入され、衝撃超高压力下の物性実験が開始されるなど、総合的な爆発衝撃実験を実施できる体制が整ってきた。また学内教員による共同利用により、次第に利用実績があがるようになり、1990年代以降は、毎年10名以上の教員と100名前後の学生（大学院生を含む）がセンターの爆発衝撃実験施設を利用して研究を実施するようになった。このような活発な研究活動に基づいて、新センター設置への雰囲気次第に醸成された。過去の資料によると、

センター設置の前年度にあたる1998（平成10）年度は、年間1,544回（年間使用爆薬量244kg）にも及ぶ爆発実験が実施されていた。

実験所の名前として冠された「衝撃エネルギー」という言葉は、学術的にも余り馴染みがないものの、本学を起源とし、当時としても従来にない斬新な研究課題として評価されていたと推察される。実験所の英語名は



写真1 衝撃エネルギー実験所(1990年頃)

エネルギー状態が急峻に変化することに基づいてHigh-Energy-Rate Laboratoryと訳され、1960(昭和35)～1970(昭和45)年頃まで海外でもHigh-Energy-Rate Forming(高エネルギー速度加工)は活発に研究がなされていた。最近ではほとんどそのような表記を見なくなったが、最近になって21世紀COEプログラムやグローバルCOEプログラムにおいて「衝撃エネルギー」を冠した文部科学省によるプログラムが、熊本大学から採択された。このプログラムでは単に衝撃加工や衝撃超高压のみならず、生物を含む広範な内容を総合的に包括した「衝撃エネルギー」の利用が目論まれ、バイオエレクトリクス研究センターと共同してその実現に寄与している状況は喜ばしい限りである。

実験所で実施される研究は、爆薬や衝撃銃による材料加工技術や衝撃波、衝撃圧縮を用いた超高压物性の基礎研究など平和利用に特化している点が極めて特徴的であり、他国の類似の施設が軍事関係の研究などを少なからず実施している状況とはかなり異なっている。爆薬が利用可能な施設は国内のいくつかの大学にも存在したが、事故などの理由により、現在では国立大学で唯一、爆薬を利用できる施設となっている。これは、発足当初から安全に対して十分な配慮が必要であることを認識し、企業において爆薬製造などに携わった専門家を常に助手として配置していたことによる。理化学上の実験は法律の外にあると解釈されていた時代であって、安全に対する周到な配慮がなされていたことは特筆すべきであろう。

1990(平成2)年以降になると、国際化に対する要求が高まってきた。藤田教授がセンター長の時代、類似の爆発施設を有する中国科学院力学研究所と工学部との間で初めての学部間交流協定が1993(平成5)年に締結された。これを機に先方の邵丙璜教授と共同研究が行われたほか、2名の博士課程学生を受け入れるなど、多くの成果があげられた。この後、米国のジョージア工科大学との学部間交流協定締結にも実験所の関係者が貢献し、その後も活発に交流が行われている。

センターへの改組が話題となってきた頃には、国際的な情報発信も重視されるようになったことから、藤田所長を委員長としてESHWP Workshop(International Workshop on Explosion, Shock Wave and High Pressure Phenomena)が1997(平成9)年10月に開催された。内外における衝撃関連の主要な研究者の多くが参加して行われたこの会議は大変な盛況であった。これがその後のESHWPシンポジウムとして育ち、衝撃・極限環境研究センターの主催により、2010(平成22)年9月のソウル大学での開催を含め、継続して実施されている。

最後に、衝撃エネルギー実験所が設置を認可される以前にも、その設置に値する高いレベルの研究の蓄積があり、この成果に基づいて実験所が設置されたことも付記しておきたい。『衝撃エネルギー』No. 1<sup>2)</sup>によると、実験所の設立より更に十数年遡る1948(昭和23)年、清田教授によって始められた「爆発に伴う衝動圧による金属の塑性変形に関する基礎研究」が、関連する研究の起源になっている。この研究は更に、爆発現象－金属の塑性変形－力学的性質の関係解明へと深く掘り下げられ、これと並行して各種加工法への実用化例である爆発成形、爆発圧接へと発展していった。特に爆発圧接技術は、欧米と同時期に日本でも特許申請がなされており、日米の企業が特許を共有する形で国内の産業化が行われ、これに際しては本施設が研究面で支援を行った実績を有している。

センター設置後も、本学において世界に先駆けて始まった超重力場を用いた研究が、2000(平成12)年度から日本原子力研究所(原研)のナショナルプロジェクトの1つ(超重

力場物質制御：総額2億円以上)に選ばれ、真下教授をグループリーダーとして、2009(平成21)年までの2期間にわたり行われた。

### 3 理学部(極低温装置室)関係

1984(昭和59)年に学内共同利用施設として極低温装置室(写真2)が設置され、極低温環境を用いたさまざまな研究を推進するとともに、全学の研究者に対して、液体窒素(沸点摂氏マイナス196度)、液体ヘリウム(沸点摂氏マイナス269度)を供給してきた。併せて、ヘリウム回収配管を敷設し、ヘリウムガスをリサイクルして使用している。本施設は主に理学部物理のスタッフにより運営されてきた。詳細については2編1章1節8項を参照されたい。

極低温装置室設置以前では、1971(昭和46)年に理学部物理学教室にフィリップス液体窒素製造装置が導入された。1984(昭和59)年にはヘリウム液化機(KOCH model1410:液化能力12リットル/時)と液体窒素貯槽(2,000リットル)が設置された(写真3)。

1996(平成8)年には新たに国内で初めて窒素液化機(LINDE model LINIT25:液化能力24リットル/時)が設置された(写真4)。また同時に、フェムト秒時間領域での分光が可能となる分光計測装置や、液体ヘリウム温度以下で10テスラの磁場を印加可能な極低温核磁気共鳴装置等の極低温物性計測システムが導入された。

一方、1990(平成2)年に『Cryogenics Report of KUMAMOTO University』(熊本大学極低温装置室ユーザー研究報告書)を発刊し、毎年1回全国に研究成果を発表してきた。



写真2 1984年当時の「極低温装置室」



写真3 1984年に導入されたヘリウム液化機  
左にあるのは2,000リットルの液体窒素貯槽(KOCH model 1410)



写真4 1996年に導入された窒素液化機(LINDE model LINIT25)

本システムを導入したのは本学が国内で初めてであった。手前は、液体ヘリウム貯槽

#### 4 複合極限機能科学分野・物性領域～半導体エレクトロニクス領域への歩み

1996(平成8)年12月、第16期日本学術会議物理学研究連絡委員会(物研連)物性物理専門委員会が伊達宗行学術会議議員を中心として、我が国の今後の物性物理の研究の振興のための「物性研究拠点整備計画」を物研連の対外報告として行った。その内容は「特色ある地方の物性研究施設をネットワークで結び効率的に研究を進める」ことであった。本学においても、知能生産システム工学科の巨海教授を中心に組織化が図られ、「火の国研究会」の開催等を通じて、高圧下の物性研究(巨海教授)、固体の衝撃物性研究(真下教授)、半導体微細加工研究(久保田弘教授)など活発な意見交換が行われた。

その後、衝撃・極限環境研究センターは1999(平成11)年4月に文部省により認可され、理学部の極低温グループと工学部の衝撃グループに新たに新設の教授席(半導体微細加工研究グループ久保田教授)を加えて、実質的には2000(平成12)年4月に3研究分野+客員部門が揃ってスタートした。2001(平成13)年4月には研究棟・爆発実験棟がベンチャー・ビジネス・ラボラトリー(VBL)と合築竣工し、ようやく新しい研究センターとしての体制が整った。熊本大学の組織を挙げての半導体エレクトロニクス研究の拠点化と産学官連携活動は、1996(平成8)年に遡る。当時は産学連携という言葉もなかったため、1990年代の本学の地域社会貢献活動は中央政府及び経済界をリードする先駆けとなった。また研究成果は地域に限らずグローバルな国際見本市、特に1999(平成11)年から毎年米国シリコンバレーで開催の「セミコンウェスト」に出展され、研究の国際化を先導した。本分野は当初より、学部・専攻横断型の産学官連携研究体として運営されている。その歩みを、新聞報道等をもとに振り返ることとする。

#### 1996(平成8)年11月15日

世界的な半導体の権威である大見忠弘東北大学教授を迎え(後に熊本地域結集型共同研究事業の研究統括)、半導体企業の連携を推進する「新シリコンアイランド・シンポジウム」を熊本県と協力して開催した。参加者は450名を数え、席が足りずに立ち見が出るほどの盛況で、これが熊本大学での半導体エレクトロニクス研究及び産業人材育成の拠点化の原動力となった。当時熊本県商工観光労働部次長の黒田篤郎氏(現国際協力機構理事)の熱心な思いが、本学及び大企業、中小企業等多くの関心を集めた。

#### 1998(平成10)年1月

熊本県商工観光労働部に席を占めた(1999年8月まで)久保田助教授は、当時県商工観光労働部次長の熊谷敬氏(現特許庁総務部長)とともに、産業政策について土日も無く不眠不休で議論を重ね、地域指定に向けた申請書作製や県内企業との調整、中小企業の現状聞き取りを行った。当時の前田浩文県商工観光労働部長、津田真司県工業振興課長、生野工学部長、江端正直学生部長ほか大学執行部の理解のもと、まさに産学官連携の夜明けというべき「大学教官が県庁に席を構える」という前代未聞の出来事であった。熊本県の工業振興・企業誘致の重点を「半導体関連産業」にフォーカスし、「セミコン・フォレスト構想」として、一連の施策をパッケージで展開することとなった。

### 1998 (平成10) 年6月11日

産業クラスターの核となる最先端研究の拠点を形成すべく、「地域結集型共同研究事業」を熊本大学と県が共同で科学技術庁に提案し、調査検討地域に選ばれた。熊本大学ベンチャーラボの設置と併せ、まさに地域を結集した産学官連携プロジェクトとしてスタートした。前田商工観光労働部長は、「熊本テクノポリス財団共同研究棟内に、最先端クリーンルームを備える次世代半導体研究・教育センターを整備する」ことを表明し、熊本大学とのスクラムを強固なものとした。

### 1999 (平成11) 年1月

有馬朗人文部大臣が第1次小渕改造内閣で科学技術庁長官を兼務すると同時に、福島譲二熊本県知事が熊本での次世代半導体プロジェクトの採択を大臣に陳情した。旧制高等学校の話に花を咲かせつつ、大臣から「寺田寅彦に関係する家屋や施設をきちっと地域で保存してほしい」と逆に請われ、現在の五高記念館の寺田寅彦ブースが生まれた。

### 1999 (平成11) 年7月6日

科学技術庁の地域結集型共同研究開発事業に、「次世代半導体プロセス技術の確立」研究が採択された。早速、福島知事は県庁で会見、久保田教授も同席した。事業費は国から5年で計20億円。知事は「研究に際し東京のハイテクベンチャー企業も進出することになった。成果は半導体産業はもちろん、21世紀の重要産業にも波及する。1984(昭和59)年のテクノポリス構想以来の大事業として取り組む」と話した。研究事業で訴えた人材育成については当時、予算は地域負担分(熊本県と熊本大学)で行うよう注文されたが、その後、産業人材育成の重要性が国全体の施策で説かれるようになる端緒となった。

### 1999 (平成11) 年10月7日

次世代半導体開発を促進する産学官の組織として、研究交流促進会議が発足。会議は東北大学の犬見教授、熊本大学工学部長の生野教授、久保田教授、熊本工業大学の岡村宏教授、稲垣精一肥後銀行頭取をはじめ、「超精密半導体計測技術の開発」をテーマにした地域結集型共同研究に参加している企業や大学の代表者ら18名で組織された。

### 2000 (平成12) 年12月3日

共同研究成果物を半導体国際見本市「セミコンジャパン2000」に出展、展示ブース及び技術説明会での名刺交換記名者は500名を超えた。

### 2000 (平成12) 年3月5日

深谷隆司通商産業相と県内経済界の代表者らとの懇談会を開催。「深谷隆司通産大臣が来熊し、熊本の産学連携の代表として久保田弘教授が出席され、日本のバイドール法の問題点を指摘、その後の国の制度改善の端緒になった。」と熊本地域結集型共同研究事業を立ち上げた当時の仕掛け人で熊本県商工観光労働部総括審議員であった熊谷氏(現特許庁総務部長)は語る。

深谷大臣より特許についての取り組み、岩田満泰中小企業庁長官からは困っていること

はないかとの質問があり、その際に久保田教授との間で以下のようなやり取りがあった。

久保田：「科学技術庁のプロジェクトなのでオフレコでお願いしたいが、昨年制定された産業活法が実際にこの科技庁プロジェクトでは機能していない。科学技術庁と直接行うプロジェクトには活きるが、法律の解釈の問題で、地域結集型共同研究事業のように委託を受けて実施するプロジェクトではそのまま法律は活きない。特許権の中の運用権だけでも100%企業に渡せるようになると良いと私は考えている。」

大臣：「これはどういうことか？（随行員に質問）」

太田通産省機械情報産業局長：「一部にそのような混乱があるとは聞いている。整理をする必要があると考えている。これもオフレコだが…」

大臣：「そちら（中小企業総合事業団）ではどうか？」

木下中小企業総合事業団理事長：「問題は出ていない。バイドールの精神で運用している。」

大臣：「この件については調査して、後で必ずきちんと久保田先生に報告します。」

その後、通商産業省、文部省、熊本県と久保田教授との間で調整が図られ、国会答弁の準備に至った。

## 2000（平成12）年11月27日

原田正宏総務部長と、法人化に向けてのアメリカ大学視察の事務官の人選を確定、久保田教授が団長兼通訳を務めた。視察先は、マサチューセッツ工科大学・チューレン大学・ハワイ大学ほかであった。

## 2000（平成12）年12月7日

熊本県と熊本大学の半導体産学官連携事業に誘発され、ソニーセミコンダクタ九州の熊本誘致が実現。半導体関連産業を中心とした誘致活動の結果、1997（平成9）年から2000（平成12）年の4年間に60件が立地、うち32件が半導体関係であった。

## 2001（平成13）年3月20日

半導体関連産業の集積拡大、技術の高度化を図っていくには、熊本だけでなく九州全体での取り組みが不可欠との認識から、広域産学官連携の場として「全九州半導体技術フォーラム」の設立準備を進め、全九州の産学官関係者を集めて第1回を開催した。鶴島稔夫熊本県産業技術顧問の尽力もあり、その後国の産業クラスター計画の受け皿となる「九州半導体イノベーション協議会」の活動につながった。

## 2001（平成13）年4月

熊本県と熊本大学などが協力して熊本TLOを設立。熊本大学産学官連携研究推進機構（江口吾朗機構長、石原修副機構長）が推進した。また、潮谷義子知事が就任、副知事時代から多大の支援を受けるとともに、2003（平成15）年6月には第1回産学連携功労者表彰文部科学大臣賞を松村敏人事業総括（元熊本県副知事）、久保田教授とともに受賞。大見研究統括は内閣総理大臣賞を受賞。小山悟商工観光労働部次長と受賞講演会に出席した。



## 2001 (平成13) 年4月9日

1999 (平成11) 年1月の有馬文部大臣への陳情が好結果に働き、衝撃・極限環境研究センターとベンチャービジネスラボラトリーの合築建設がなされ、4月よりオープン。熊本県内の半導体産業とものづくり拠点化へ産学官が結束し、新しい研究センターが実質的にスタートした。この間、北田憲治経理部長が学内と本省との調整に中心的な役割を果たした。一方、熊本県は国の支援を受けてテクノポリスセンター内に「株式会社テクノインキュベーションセンター」を設立、地域結集プロジェクトで設立したベンチャー企業「熊本テクノロジー」も入居した。

## 2001 (平成13) 年9月26日

最先端研究開発とともに地域における人材育成に大きな期待が寄せられた。熊本大学ほかの県内大学、熊本テクノポリス財団、工業技術センター、県立技術短期大学校、半導体関連企業の教育施設等を有機的にネットワーク化した「ネットワーク型半導体教育研修システム」を構築。地場企業の技術力向上へ資することとした。大学の講師に企業講師を組み合わせることで、絶えず出口を意識した基礎研究を活かす産業技術教育を目指し、大学の講義とは一線を画した。シラバスは熊本大学で全面的に作製し、くまもとテクノ産業財団が受講料の取りまとめ、受講料補助金の申請業務等をサポート。教育システム推進委員長として岩井善太工学部長（現熊本県立技術短期大学校長）が就任、2002 (平成14) 年4月から崎元達郎工学部長（現放送大学熊本学習センター所長、前熊本大学学長）が就任した。



写真5 産学連携功労者表彰  
文部科学大臣賞の表彰状 (2003年)

## 2001 (平成13) 年10月10日

県内の半導体関連産業の今後の戦略を検討する九州地域産学半導体イノベーション研究会熊本会議の初会合が開催された。

## 第2項 組織・研究室概要

### 1 組織概要

衝撃・極限環境研究センターは、1999 (平成11) 年4月に、教授3名、助教授（現在は准教授）3名、助手（助教）2名、技術職員1名、客員教授1名の組織として発足した。表1は2000 (平成12) 年当時の組織構成で、主に3つの研究分野から構成されている。初代センター長は千葉教授（1999年4月1日～2003年3月31日、現名誉教授）で、その後、伊東繁教授（2003年4月1日～2010年3月31日、現沖縄高専校長）が2代目のセンター長を務め、檜山



写真6 衝撃・極限環境研究センターの外観  
手前が爆発衝撃実験棟、奥が研究棟

(3,053㎡)の研究棟と平屋(一部2階建て351㎡)の爆発実験棟が建てられた(写真6)。

隆教授が2010(平成22)年4月1日から3代目のセンター長に就任した。同年3月時点での教員構成を表2に示す。

組織の運営に関しては、教員組織とは別に衝撃・極限環境研究センター運営委員会が設置され、各種事項の審議を行っている。事務は研究支援課が各種事務処理を担当している。

研究施設は2001(平成13)年にVBL(Venture Business Laboratory)との合築で、6階建て

表1 衝撃・極限環境研究センターの教員構成(2000年4月当時)

研究分野	職名	氏名	備考
センター長	教授	千葉 昂	工学部併任
衝撃プロセス工学分野	教授	伊東 繁	
	助教授	真下 茂	
	助手	石谷 幸保	
複合極限機能科学分野	教授	久保田 弘	
	助教授	外本 和幸	
	助手	森園 靖浩	
極低温科学分野	教授	藤井 淳浩	副センター長
	助教授	藤井 宗明	
	技術職員	島本 知茂	
先端極限科学分野	客員教授	藤田 昌大	客員分野

表2 衝撃・極限環境研究センターの教員構成(2010年3月時点)

研究分野	職名	氏名	備考
センター長	教授	伊東 繁	
衝撃プロセス工学分野	教授	伊東 繁	
	教授	真下 茂	
	助教	松山 賢一	
複合極限機能科学分野	教授	久保田 弘	
	准教授	外本 和幸	
	助教		(任用準備中)
極低温科学分野	教授	赤井 一郎	副センター長
	准教授	藤井 宗明	
	技術職員	島本 知茂	
先端極限科学分野	客員教授	松田 幸正	客員分野

## 2 COEプログラムをはじめとする国際連携・社会連携活動の推進

理工系の中核的研究施設として、本センターはバイオエレクトロクス研究センターの研究者などと連携し、21世紀COEプログラム「衝撃エネルギー科学の深化と応用」(2003～2008年)、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」(2008～2013年)の活動を積極的に支援することができた。実施された国際連携活動についても、表3に示すように多くの海外研究組織との学術交流活動を支援することで高い実績を有している。将来の全国共同利用化を見越して、国内の企業や研究機関との連携活動も活発に実施しているが、詳細については紙面の制約もあるので研究分野の個別の活動を参照されたい。

表3 衝撃・極限環境センターの国際交流協定相手先

	協定相手先	国名
大学間	韓国科学技術院 (KAIST)	大韓民国
	培材大学校	大韓民国
	ネゲフベングリオン大学	イスラエル
学部	ジョージア工科大学	米国
	中国科学院力学研究所	中国
	釜慶大学校	大韓民国
	韓国湖西大学校	大韓民国
	アナマライ大学	インド
	AGH科学技術大学	ポーランド
センター	ノボシビルスク州立工科大学航空工学及び機械工学科	ロシア
	ワシントン州立大学	米国
	バイロイト大学	ドイツ

## 3 研究室概要

### (1) 衝撃プロセス工学分野

衝撃プロセス工学分野では、各種の衝撃エネルギーを総合的に利用できる実験施設が設けられている。爆薬や火薬を用いた衝撃銃などを用いて発生する超高压衝撃波や、放電による衝撃エネルギー、超高速回転による強い重力場などの極限環境の発生・制御技術とその応用について扱う研究分野である。

爆薬を用いた研究では、国内の国立大学法人で唯一となる爆発衝撃実験棟が2001(平成13)年に竣工し、各種の特殊な実験が活発に推進されている。爆発衝撃実験施設には、計測用と回収用の2つのピット(最大使用可能爆薬量10kg)のほか、水中爆発実験室も設置されている。別途、衝撃大電流発生装置(10kJ)の使用も可能である。最近では大口径(40mm径)の加工・合成用の火薬銃(最高速度1.5km/s)も導入されている。これらの施設を利用して、衝撃エネルギー実験所時代から活発に研究が行われていた各種先端材料の爆発加工のほか、新しい分野として食品や生物等の衝撃処理などの応用研究などが広範に実施されている。

一方、衝撃銃を用いた研究では、1984(昭和59)年に世界で唯一のキー付火薬衝撃銃を開発、2005(平成17)年には最高速度5 km/sの二段式軽ガス銃を導入し、300万気圧までの平面衝撃波、圧縮-剪断衝撃波を用いた固体の衝撃超高压実験が実施されている。世界最高時間分解高速流しカメラシステム、レーザ速度干渉計(VISAR)、マンガニンゲージ法

など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、動的強度の研究が国際的な枠組みの中で推進されている。衝撃実験とは別に、1996(平成8)年に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。更に、パルス放電による液中衝撃プラズマ法による材料合成法を提案、ナノ物質の研究開発が開始された。

## (2) 複合極限機能科学分野

1998(平成10)年度に熊本地域結集型共同研究事業の申請と歩調を合わせた概算要求で、熊本大学ベンチャービジネスラボラトリーと衝撃・極限環境研究センターの合築新築要求が認められた。同時に新設の教授席の公募により、1999(平成11)年8月に久保田教授が着任、材料科学分野の森園靖浩助手(その後山崎倫昭助手と交替)を迎えて複合極限機能科学分野がスタートした。一方、電気システム工学科電気システム先端技術講座内に複合極限機能科学研究室が創設され、清水久雄が技官、堤貴子が秘書として着任した。2000(平成12)年にセンターの研究を支えるミッションを持った電気システム工学科助教授を公募し、7月に東京大学VDEC助手の中田明良が助教授として着任、2001(平成13)年には吉岡昌雄技術官が着任し、清水技術官は機械工場に異動した。次世代半導体プロセス用の精密製造・計測手法、ソフトウェアを開発し、先端材料を極限的に微細なデバイス構造に載せることを本分野のミッションとした。2002(平成14)年度の研究室のメンバーは教員2名、技術官1名、研究員5名、博士課程6名、修士課程5名、学部10名、秘書3名の32名であった。1999(平成11)年度から開始した熊本地域結集型共同研究事業では、文部省(文部科学省)・通商産業省(経済産業省)・熊本県から約25億円、大学・民間企業60社以上から約25億円の研究経費を受け入れた。2003(平成15)年文部科学大臣賞、2008(平成20)年経済産業大臣賞ほか各学会賞を多数受賞し、新聞記事掲載は全国紙68件(うち1面2件)、地方紙38件、半導体業界誌98件に及んだ。大学における知的財産の扱い等、現在の「地域における科学技術振興とイノベーション創成」施策の雛形となった。固体物性、半導体の研究を中心に、情報電気電子工学、機械システム工学専攻の教育も推進している。

## (3) 極低温科学分野

極低温科学分野は、液体ヘリウム沸点温度(摂氏マイナス269度)以下の極低温・静寂環境において、さまざまな物性研究を行うとともに、研究教育用寒剤である液体ヘリウム及び液体窒素を製造し、全学に対して安定供給を行う研究分野である。

1999(平成11)年4月のセンター発足時に、藤井淳浩教授、藤井宗明助教授が理学部物理科学講座から移籍、同年10月に島本知茂技術職員が着任し、極低温科学分野の研究活動と全学への研究教育用寒剤の供給を開始した。藤井教授は、極低温環境下におけるタリウムハライド結晶をはじめ、イオン結晶中の電子励起状態の分光学的研究を進め、2007(平成19)年3月末に定年により退職した。藤井助教授(現准教授)は、極限静寂環境での核スピンの動力学の研究を進めている。藤井教授の退職後、同年4月に赤井一郎教授が着任し、現在まで、極低温環境と光学・分光学的手法を用いて、物質の機能を担う電子励起状態の物性解明の研究を進めている。

研究教育用寒剤の学内供給は、1984(昭和59)年に導入されたヘリウム液化機(KOCH model 1410: 液化能力12リットル/時)と1996(平成8)年に導入された窒素液化機(LINDE model LINIT25: 液化能力24リットル/時)を用いて継続的に行っている。これらは、センター技

術職員（島本）並びに理学部技術職員（河野賢悟）の努力によるものである。特にヘリウム液化機は、2010（平成22）年3月に廃止されるまで、国立大学では最長の26年にわたり稼働を続けた。これら寒剤製造供給システムの更新は、長年にわたり概算要求を続けた結果、平成22年度概算要求で予算処置され、2011（平成23）年12月末の稼働を目指した更新計画が進められた。

#### （4）先端極限科学分野（客員分野）

先端極限科学分野は客員分野として、客員教授ポスト（1名）にセンターに関わりの深い国内の研究者を招聘し、各種の先端的極限科学研究の推進に寄与する研究を行った。

これまでの客員教授として、藤田昌大（熊本工業大学教授）、松岡正浩（元熊本大学教授）、加藤幸夫（日本油脂株式会社）、松本繁幸（キャノン株式会社）、天谷喜一（元大阪大学教授）、黒山豊（北海道日本油脂株式会社）、金山敏彦（産業技術総合研究所）、藤井淳浩（元熊本大学教授）、三好仁（中国化薬株式会社）、松田幸正（三菱電機株式会社）、永山邦仁（元九州大学教授；平成22年度予定）の諸氏が、関連する研究活動を活発に行い、センターにおける教育研究の推進に大きく貢献した。

## 第2節 各分野の歩みと研究活動

### 第1項 衝撃プロセス工学分野

衝撃プロセス工学分野は、爆薬や火薬を用いた衝撃銃などを用いて発生する超高圧衝撃波や、放電による衝撃エネルギー、超高速回転による強い重力場などの極限環境の発生・制御技術とその応用について扱う研究分野である。発足時は伊東繁教授（現沖縄工業高等専門学校校長）、真下茂助教授、石谷幸保助手の3名が構成員であった。その後、2001（平成13）年の石谷助手の定年退職後、秋丸進助手が着任し、現在は松山賢一助教（2009年～）が爆発衝撃実験に関する安全保安を担当している。2009（平成21）年に真下が教授に昇任し、2010（平成22）年には伊東教授が沖縄工業高等専門学校の校長として転出した。

伊東教授は主に爆発衝撃実験棟を管理運営し、複合極限機能科学分野の外本和幸准教授と連携して、全国的にもユニークな爆発衝撃加工研究を広く実施した。爆発衝撃実験棟は研究棟の新営と同じ2001（平成13）年に竣工し、図1に示すように、2つの実験ピット（それぞれ計測実験用と回収実験用）と水中爆発実験水槽を有する。これらの施設を利用して、爆発・衝撃波現象の光学計測及び数値シミュレーションを実施し、各種の高速現象の基礎データを蓄積するとともに、それらを応用した各種材料加工研究を総合的に実施している。写真7に爆発衝撃実験棟の外観写真を示す。

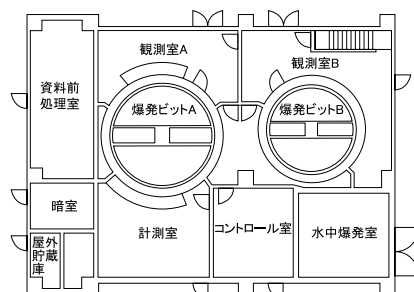


図1 爆発衝撃実験棟の図



写真7 爆発衝撃実験棟外観

研究の内容は、本学において伝統のある衝撃エネルギー加工（金属加工）のほか、食品や木材など対象となる材料は多岐にわたっている。最近では爆薬の利用にとどまらず、電気的水中放電に伴う衝撃波を利用した食品加工に新規性のある研究成果をあげており、伊東教授は度々メディアなどでも紹介されている。

また、研究室では多くの海外研究者や留学生を受け入れており、国際交流活動にも積極的に

取り組んでいる。関係している交流協定校はKAIST（韓国）やジョージア工科大学（米国）をはじめ数多く、本学の国際化に大きく貢献している。

安全の根幹を担うために企業から着任したこれまでの助手・助教の諸氏は、各種の安全教育に大きく貢献した。日頃の安全教育以外にも、最近では火薬類取扱保安責任者の国家試験の受験支援などに大きく貢献している。これまでの合格者数は本学学生だけで137名にも上っている。

上記以外にも、自然科学研究科の廣江哲幸教授、藤原和人教授、波多英寛助教らのグループと協力して、若年者層向けのモデルロケットコンテストを10年以上開催支援したり、外本准教授と協力して日本学術振興会の支援による「ひらめき★ときめきサイエンス」事業、「衝撃エネルギーでできる新しい物質・材料」を2006（平成18）年11月に実施するなど、社会的な貢献にも努めている。

真下教授のグループは1984（昭和59）年、圧縮－剪断衝撃波も発生できる世界で唯一のキー付火薬衝撃銃を科研費試験研究によって開発し、マンガニンゲージ法、電磁誘導ゲージ法を用いた固体の衝撃超高压研究を開始した。その後、科研費特定研究などの援助を得て、国産最速の回転鏡式高速流しカメラシステムとロングパルスレーザを開発、世界最高時間分解能（ $<1\text{ns}$ ）を誇る傾斜鏡法ユゴニオ計測システムとレーザ速度干渉法（VISAR）を整備し、2008（平成20）年、飛翔体最大速度5 km/sの二段式軽ガス銃を導入した。これらの設備を用いて300GPaの圧力領域の半導体やセラミックスのユゴニオデータベースを世界に発信し、状態方程式、高压相転移、動的強度などの研究を国際的な枠組みの中で推進している。写真8は、キー付火薬衝撃銃、二段式軽ガス銃及び流しカメラの写真である。近年、米国ローレンスリバモア国立研究所との共同研究によって $\text{Gd}_3\text{Ga}_5\text{O}_{12}$ （GGG）がダイヤモンド以上の衝撃インピーダンスを持つ高压相に転移することを見出し、水素やダイヤモンドの金属化を目指した研究を開始した。また、圧力スケールの更新を目指して、金・白金・ $\text{MgO}$ などのユゴニオ測定実験を推進している。

真下教授のグループは、衝撃実験とは別に、強い重力場を用いた物質プロセスの研究を行っている。1988（昭和63）年、原子の沈降の理論を提案、科研費試験研究の援助を得て最大100万Gの重力場を高温で発生できる超遠心機を開発し、世界で初めての固体中での



構成原子の沈降を実現した。写真9に第2世代の高温超遠心機の写真を示す。同位体の濃縮、化合物で新規物質の合成、半導体制御の研究などの先端研究が推進されている。本研究は応用物理学会の新領域グループに取り上げられ、DIMATなど国際会議に特別セッションが設けられるなど国際的な広がりを見せている。

本グループではまた、液体中のパルス放電によるパルスプラズマを用いた物質合成法（液中衝撃プラズマ法）を提案し、ナノ結晶や非平衡物質の開発研究を開始した。これまでに光触媒として期待されるTiO<sub>2</sub>ナノ結晶、EL発光体として期待されるZnSナノ結晶、フラーレン、ナノチューブなどの合成に成功し、工業化を視野に研究を推進している。

真下教授のグループは2002（平成14）年及び2009（平成21）年に採択された熊本大学の「衝撃エネルギー科学」の21世紀COEとグローバルCOEに主要なグループとして参画している。また2007（平成19）年には、地球内部科学のメッカであるドイツのバイロイト大学バイエルン地質化学・地質物理学実験研究所と衝撃物理研究のメッカである米国のワシントン州立大学衝撃物理研究所との間で衝撃・静的超高压研究における研究コンソーシアム形成合意に関する国際協定を締結して、国際的な共同研究体制を整えた。

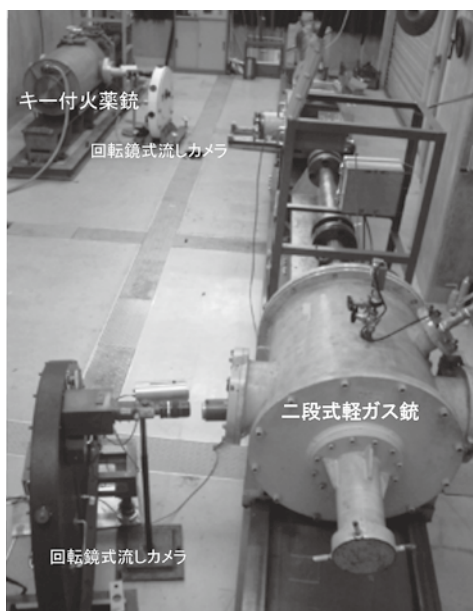


写真8 衝撃銃実験室  
キー付火薬銃、二段式軽ガス銃、及び回転鏡式高速流しカメラ

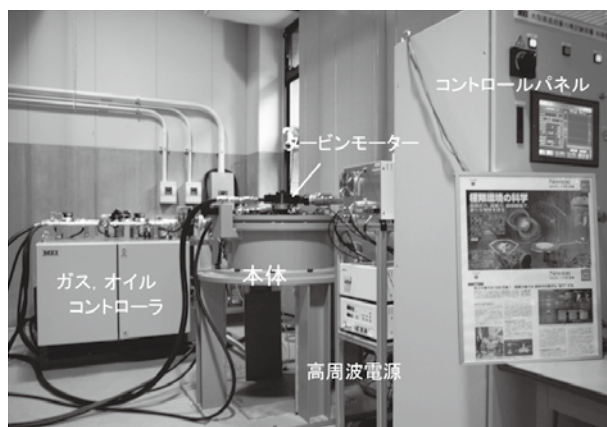


写真9 第2世代の高温超遠心機  
最大重力場：100万G、最大温度：500℃以上

## 第2項 複合極限機能科学分野

1998（平成10）～2004（平成16）年の中心的研究課題は、「半導体微細化サブ100nm時代のための超精密半導体加工・計測技術であった。そこで、熊本大学発の多くの技術が世に出され注目をあびた。超精密高速超音波モーターステージ、3次元CD-SEM装置、超平坦メッキ技術、高速LSIテスト手法、プラズマ異常放電検知技術、大型FPD膜ムラ検査装

置、超精密マニピュレータプローブ等、いずれも半導体LSI企業との長年の協働に基づく、量産現場を巻き込んだ研究成果として高く評価された。折しも国立大学の法人化前夜、地方大学の研究・教育・社会貢献のあり方について、久保田弘教授を団長に事務官4名の調査団を組織して米国の有名大学の法人経営について調査した。その後、地方大学の産学連携の進め方について文部科学省へ提言を行い、高く評価された。1999(平成11)年度からは熊本地域結集型共同研究事業(文部科学省・経済産業省・熊本県から約25億円、大学・民間企業60社以上から約25億円の研究経費を投入し、2008年度まで実施したナショナルプロジェクト)が開始され、久保田教授がその先導役となった。そのネットワークの緻密さ、果敢な研究テーマへの挑戦と先端性が認められ、文部科学大臣賞、経済産業大臣賞ほか各学会賞を受賞した。また、知的財産の扱いについて、国の根本的なスタンスの改革にあたり、国会委員会、総合科学技術会議、自由民主政策審議会において、熊本大学と熊本地域の取り組みが取り上げられるなど、現在の「地域における科学技術振興とイノベーション創成」施策の雛形となった。

2005(平成17)～2009(平成21)年は、超精密計測・加工技術を更に発展させ、ウェーハ1枚の上に1兆個以上のスイッチを載せる超兆集積技術とそれを可能にする量産及び量産地域を支える地域の科学技術イノベーションをテーマに研究を進めた。民生技術として進歩を遂げた映像デジタル情報技術を先取りし、人工皮膚に替わる触感情報技術の開発による精密加工・計測技術開発、超音波を含む音響技術を駆使した聴覚情報技術の開発による半導体精密計測装置開発等、量産現場のウェーハ処理スピードに見合った計測・加工法を多数提案し、中央の大学や研究開発機関とは異なる際立った研究成果を世に出した。

2010(平成22)年度からは、NaPFAスケール(ナノ、ピコ、フェムト、アトスケール)の生産手法を安定化させる新製造技術を中心に取り組む予定で、ITとの融合を意識しながら、引き続き高度な量産(多品種量産)のための最先端製造科学研究を進める。同年度現在のプロジェクトは、熊本地域結集型共同研究事業フェーズ(Ⅲ)、熊本大学拠点研究Bほか民間との共同研究を進めている。

この間、情報電気電子工学科の電子物性担当として固体物性、半導体などの電子物性関係の教育を組織化・担当するとともに、半導体電子工学、次世代半導体製造手法、有機無機先端材料の研究を活発に推し進めている。

---

### 第3項 極低温科学分野

---

極低温科学分野では、極低温環境下におけるさまざまな物性研究を進めるために、センター内にシールド室を保有するとともに、SQUID(超伝導量子干渉素子)・希釈冷凍機・極低温光学クライオスタット・フェムト秒レーザーシステム・極短時間高出力フェムト秒パルスレーザーシステム・極低温物性測定装置PPMS等の最先端研究機器の導入に努め、それらを用いて、以下のような多岐にわたる分野において、極低温環境を用いた物性研究を進めてきた。

- ①極低温環境下でのイオン結晶中の電子励起状態の分光学的研究(藤井淳浩)
- ②ナノ結晶中の励起子への量子閉じ込め効果及び電子・格子交換相互作用へのサイズ効



果の解明 (藤井淳浩)

- ③極限静寂環境を生成し、SQUID (超伝導量子干渉素子) を用いた微小磁場の研究 (藤井宗明)
- ④ミリケルビン温度を希釈冷凍機を用いて生成し、核磁気共鳴を観測して、超微細相互作用による原子核スピンの動力学的研究 (藤井宗明)
- ⑤超流動液体ヘリウム中の渦と常流動成分との相互作用を測定したボーズ-アインシュタイン凝縮の研究 (藤井宗明)
- ⑥光捕集性と高効率光エネルギー変換機能を併せ持つ有機光機能性物質の極低温環境下における物性解明 (赤井一郎)
- ⑦フェムト秒時間領域における光励起された物質の超高速応答とその光機能性の解明研究 (赤井一郎)

## 1 社会的活動

社会貢献活動として、以下のような活動に取り組んだ。

- ①2008 (平成20) 年から、熊大サマースクール・先生と生徒のための「極低温科学実験講座 I ~ III」を開催した。
- ②第1回 (2006年11月) 及び第3回 (2008年12月) の液化機研究会を主催した。
- ③第4回 (2004年9月)、第5回 (2005年10月) 及び第6回 (2008年12月) の火の国研究会を開催した。
- ④液化機の技術協力や相互活用等の活性化を目指した概要集として「全国ヘリウム液化システム概要集」(写真10) を発刊した。



写真10 「全国ヘリウム液化システム概要集」  
極低温科学分野が発刊した概要集

## 2 研究・教育用寒剤の学内供給実績等

当センター極低温科学部門では高圧ガス保安組織を組織し、全学への液体窒素及び液体ヘリウムの寒剤供給を行っている。永年の安全な寒剤供給に対し、熊本県高圧ガス安全協会賞並びに熊本県知事賞が授与された。

近年の寒剤利用者の延べ概数は年間約3,500人で、利用研究室は約50研究室である。寒剤利用ユーザーによる研究業績の近年の集計は表4の通りである。

表4 寒剤ユーザーによる近年の研究業績

年度	論文(査読付)数		Proceedings (査読付)数	その他論文等 (査読無)数	学会発表数		招待講演数	
	国際誌	国内誌			国際	国内	国際	国内
2009*	45	0	1	1	40	73	3	3
2008	187	14	21	32	177	220	6	9
2007	120	23	28	35	213	390	14	28
2006	99	23	25	50	142	368	20	24
2005	100	21	34	35	172	362	23	30
2004	108	9	19	42	131	403	18	22

\*2010年2月における集計

#### 第4項 先端極限科学分野(客員分野)

上記の3つの研究分野と深く連携しながら、本分野の客員教授が多くの研究活動を行い、実績をあげている。表5にこれまでの客員教授の研究タイトル等を示す。

表5 先端極限科学分野(客員分野)の教授及び研究タイトル一覧

客員教授氏名	任期	研究タイトル	当時の職名等
藤田 昌大	1999年4月～2001年3月	各種爆発加工技術の開発	熊本工業大学教授
松岡 正浩	2001年4月～2002年3月	高速時間分解分光法による固体の物性研究	2000年3月熊本大学理学部教授退職
加藤 幸夫	2002年4月～2003年3月	爆薬の爆轟過程の解明	日本油脂(株)武豊工場研究開発部長
松本 繁幸	2003年4月～2004年3月	映像情報工学に係わる微細加工部門の創設と半導体試作ライン立ち上げについての協働支援	キヤノン(株)デバイス開発本部本部長及び半導体デバイス開発センタ所長
天谷 喜一	2004年4月～2005年3月	極低温、超高压の極限環境下における超伝導現象の研究	2002年3月大阪大学教授退職
黒山 豊	2005年4月～2006年3月	衝撃波を用いた合成技術研究	北海道日本油脂(株)営業部長
金山 敏彦	2006年4月～2007年3月	ナノテクノロジーを駆使した最先端デバイス開発	(独)産業技術総合研究所次世代半導体研究センター副研究センター長
藤井 淳浩	2007年4月～2008年3月	衝撃波の極低温環境領域での応用	2007年3月熊本大学教授退職
三好 仁	2008年3月～2009年3月	爆薬のパラメータ解析	中国化薬(株)企画部長
松田 幸正	2009年4月～2010年3月	信頼性を含む先端半導体に関する工程一環型インターシップの形成	2007年三菱電機(株)退職
永山 邦仁	2010年4月～	超高压下の状態方程式と衝撃波現象、及び重力場下の拡散現象に関する研究	2010年3月九州大学教授退職

### 第3節 将来構想（センター改組）

衝撃・極限環境研究センターは、前述のように、工学部附属衝撃エネルギー実験所（1971年4月設置）等を母体として1999（平成11）年4月に理工系の全学共同利用施設として文部省の認可により設置された組織であり、衝撃プロセス工学分野・複合極限機能科学分野・極低温科学分野の3研究分野により構成されている。設立当初より現在に至るまで、建屋を含む実験装置等の整備が進められ、国内唯一の爆発衝撃実験可能な研究センターとして国内企業、国内及び国外の大学等の研究者との共同研究等も積極的に進めてきている。本センターの設置より10年を経過しており、本学大学院自然科学研究科関連の研究センターの見直しが進む中、将来の全国共同利用施設への格上げ等を視野に入れて、センターの改組計画が現在進行中である。

具体的には、2008（平成20）年4月に部内措置により設置されたバイオエレクトリクス研究センターと統合の上、衝撃エネルギー部門（パルスパワー発生工学、爆薬プロセス、衝撃・静的超高压科学、超重力場プロセス、極限物性科学の4研究分野により構成）とバイオエレクトリクス部門（基礎バイオエレクトリクス、医療バイオエレクトリクス、超臨界流体バイオプロセス、環境バイオエレクトリクスの4分野により構成）の2部門により構成される衝撃バイオエレクトリクス研究センター（仮）として、新たな第一歩を踏み出す予定である。新センターの配置により、本センター所属の理学系、工学系及び生命科学系教員の人的充実と整備を図るとともに、研究用設備の更なる整備を推し進め全国的に認知される全国共同実験施設となることを大きな目標とし、各部門・各分野において、従前にも増して国際的な研究拠点として認知されるべく、関連分野の幅広い研究活動を推進していく予定である。

#### 参考文献

- 1 『熊本大学衝撃エネルギー実験所、極低温装置室及び関連グループ外部評価報告書』1998年
- 2 『衝撃エネルギー』No. 1（熊本大学工学部附属衝撃エネルギー実験所報告）1977年
- 3 清田ほか「ムンロー効果による人工ダイヤの合成」（『工業火薬』第37巻、152ページ、1976年）