

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

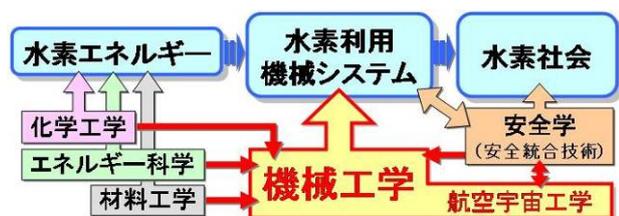
機関名	九州大学	学長名	梶山 千里	拠点番号	H15	
1. 申請分野	F<医学系> G<数学、物理学、地球科学> H<機械、土木、建築、その他工学> I<社会科学> J<学際、複合、新領域>					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	水素利用機械システムの統合技術 (Integration Technology of Mechanical Systems for Hydrogen Utilization) ※副題を添えている場合は、記入して下さい(和文のみ)					
研究分野及びキーワード	<研究分野: 機械工学> (疲労) (安全・安心設計) (燃焼) (エネルギー利用) (流体機械)					
3. 専攻等名	工学府: 機械科学専攻・知能機械システム専攻・航空宇宙工学専攻・材料物性工学専攻・地球資源システム工学専攻・物質プロセス工学専攻 総合理工学府: 先端エネルギー理工学専攻・物質理工学専攻					
4. 事業推進担当者	計 40 名					
ふりがな<ローマ字>	氏名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)		
(拠点リーダー)	工学研究院 教授 (平成17年4月1日追加, 平成19年4月1日より拠点リーダー)		熱工学・工学博士	※全員が統合技術研究教育も担当する 総括		
Takata Masuyuki 高田 殊之	工学研究院 特任教授 (平成19年3月31日まで拠点リーダー)		材料強度学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Murakami Yukitaka 村上 敬宜	工学研究院 教授		機械力学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Sueoka Atsuo 末岡 淳男	工学研究院 教授 (平成18年3月31日辞退)		反応性ガス化学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Kido Hiroyuki 城戸 裕之	工学研究院 教授 (平成18年4月1日城戸から交替)		材料強度学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Matsuzaka Saburo 松岡 三郎	工学研究院 教授		流体工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Furukawa Akinori 古川 明德	工学研究院 教授		構造材料工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Takaki Setsu 高木 節雄	工学研究院 教授		材料力学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Kondo Yoshiyuki 近藤 良之	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		安全工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Uchino Kenichi 内野 健一	工学研究院 准教授 (平成17年4月1日内野から交替)		安全工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Inoue Masahiro 井上 雅弘	工学研究院 教授 (平成15年9月30日辞退)		信頼性工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Yoshimura Tatsuhiko 吉村 達彦	工学研究院 教授 (平成15年10月1日吉村から交替, 平成19年3月31日辞退)		設計工学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Yamamoto Kenji 山本 健二	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		生体機能設計学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Murakami Teruo 村上 輝夫	工学研究院 教授 (平成17年4月1日村上(輝)から交替)		固体力学・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Noguchi Hiroshi 野口 博司	工学研究院 教授		トライボロジー・工学博士	安全評価技術コラボ主担当		
Sugimura Toshi 杉村 丈一	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		機械力学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Kanemitsu Toshi 金光 勝一	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		機械振動学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Kondo Takahiro 近藤 孝広	工学研究院 教授 (平成17年4月1日金光・近藤(孝)から交替)		機械力学・工学博士 (工学)	安全評価技術コラボ主担当		
Kijimoto Shinya 雫本 信哉	工学研究院 教授		燃料電池システム・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Ishiguro Kenji 許斐 敬明	工学研究院 教授		熱工学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Mori Hideo 森 英夫	工学研究院 教授 (平成17年4月1日追加)		反応性ガス化学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Kitagawa Igchaki 北川 敬明	工学研究院 教授		燃料電池材料・Dr. Sc. Techn.	水素利用技術コラボ主担当		
Sasaki Kazunari 佐々木 一成	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		熱工学・工学博士	水素利用技術コラボ主担当		
Masuka Takashi 増岡 隆士	工学研究院 准教授 (平成17年4月1日増岡から交替)		熱工学・工学博士 (工学)	水素利用技術コラボ主担当		
Ito Kenji 伊藤 衛平	工学研究院 教授 (平成16年3月31日辞退)		流体工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Inoue Masahiro 井上 雅弘	工学研究院 教授		機械加工・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Onikura Hiroonchi 鬼塚 宏 敬	工学研究院 教授 (平成17年4月1日追加)		物質プロセス制御・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Shimizu Masakata 清水 正賢	工学研究院 教授		風工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Ono Yuji 大屋 裕二	工学研究院 教授 (平成17年3月31日辞退)		空気力学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Sakurai Akira 桜井 晃	工学研究院 教授 (平成17年4月1日桜井から交替, 平成19年3月31日辞退)		流体工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Matsumiya Jikaru 松宮 輝	総合理工学研究院 教授 (平成19年4月1日松宮から交替)		水素エネルギー工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Fukuda Satoshi 深田 智	工学研究院 教授		流体工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Furukawa Masato 古川 雅人	工学研究院 准教授 (平成19年4月1日追加)		熱工学・工学博士 (理学)	水素供給技術コラボ主担当		
Kohno Masanichi 河野 正道	理学研究院 教授 (平成17年4月1日追加, 平成19年7月26日辞退)		無機化学・工学博士 (理学)	水素供給技術コラボ主担当		
Kitasawa Hiroshi 北川 宏	工学研究院 准教授 (平成19年7月27日北川(宏)から交替)		熱工学・工学博士 (工学)	水素供給技術コラボ主担当		
Hamamoto Yoshinori 濱本 芳徳	総合理工学研究院 教授 (平成18年3月31日辞退)		エネルギー化学工学・工学博士	水素供給技術コラボ主担当		
Nishikawa Masahumi 西川 正史	工学研究院 准教授 (平成17年3月31日辞退, 平成18年4月1日西川から交替)		計算力学・工学博士 (工学)	統合技術支援シミュレータ開発コラボ主担当		
Shioya Ryuji 塩谷 隆二	工学研究院 教授 (平成17年4月1日塩谷から交替)		計算力学・工学博士	統合技術支援シミュレータ開発コラボ主担当		
Kanayama Hiroshi 金山 寛	工学研究院 教授		ロボット工学・工学博士	統合技術支援シミュレータ開発コラボ主担当		
Yamamoto Motoji 山本 元司	工学研究院 准教授 (平成17年4月1日追加)		数理工学・工学博士 (工学)	統合技術支援シミュレータ開発コラボ主担当		
Okada Nobuhiko 岡田 伸廣						
5. 交付経費 (単位: 千円) 千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年度(平成)	15	16	17	18	19	合計
交付金額(千円)	123,000	134,900	138,300	129,550 (12,955)	126,000 (12,600)	651,750

6. 拠点形成の目的

科学技術は、新たな分野の絶え間ない創出と、それぞれの分野の高度化によって発展してきた。しかし、このような伝統的な科学技術の分化と深化の手法は、機械工学において本来持つべき総合学的視点の喪失をもたらし、機械システムの大型化、複雑化に伴って、重大事故など種々の社会的問題の要因となっている。

水素利用社会への早期移行は地球環境の面から重要な課題である。ここ十数年、地球環境の観点から、米国、ドイツ、カナダを中心に各国で水素エネルギーの研究が脚光を浴び、我が国においても平成4年に開始された国家的プロジェクトWENETにより、産官学で水素エネルギーの研究が盛んになった。特に最近、我が国の新エネルギー政策（水素安全利用等基盤技術開発事業（平成15年）など）や、米国のFreedom CAR計画（平成14年）、Freedom FUEL計画（平成15年）など、内外の政府機関の指導のもとに、各国公立研究所、大学、民間企業において、水素製造技術、FC、水素エンジン、水素圧縮技術、水素貯蔵容器、水素吸蔵合金、水素燃焼、改質技術、水素ステーションなどの研究が、先を争って進みはじめた。しかし、主として研究の視点は個々の要素・機器の性能向上に重点が置かれており、水素利用に伴う安全問題も含めて統合的視点から研究に取り組む研究機関はない。

水素利用社会の実現のためには個々の要素機器の高性能化だけでなく、水素に関わる安全性・信頼性の評価を含めた機械システムの統合的研究が不可欠であり、機械工学の果たす役割は極めて大きい。機械工学を中心に、航空宇宙工学、エネルギー科学、材料工学、化学工学が支援して、水素利用機械システムの統合技術を確立することが必要である。



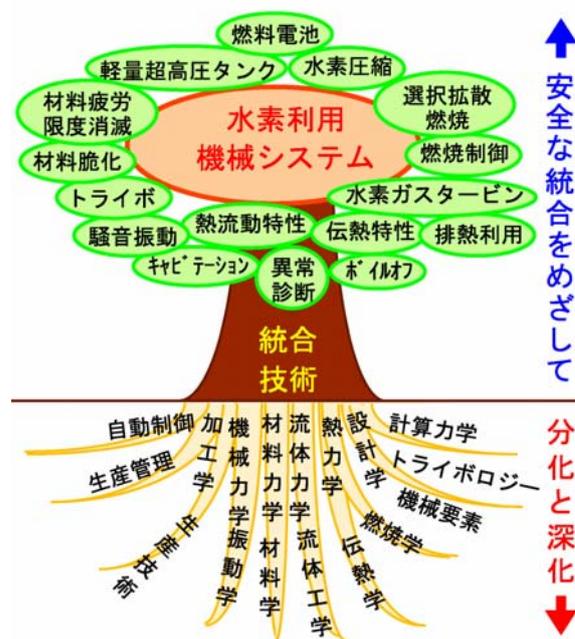
水素利用機械システムの統合技術を
支える学問分野

ところで、機械工学を大学院教育の側面から見たとき、上述の科学技術の分化と深化は、狭い専門分野に特化し総合的能力に乏しい、我が国特有の博士後期課程修了者を生み出していることも否めない。

そこで本プログラムでは、機械工学を中心とし、航空宇宙工学、エネルギー科学、材料工学、化学工学、安全工学の支援の下に、水素利用機械システムの統合技術を確立する研究拠点を形成することを目的とする。すなわち、本プログラムは、21世紀の水素利用機械システムの安全・統合技術を確立するため、次の2点を拠点形成の柱とする。

- (1) 水素利用機械システムの研究と分化した専門技術の統合手法の研究と実践
- (2) 異なる専門技術を統合する能力を有する学生と技術者を育成するためのコラボラトリー（流動・融合型研究組織、以下コラボと略す）の形成

今必要なことは、異分野も含めた新しい統合技術の確立であり、異分野の技術を統合できる能力を有する博士課程修了者の育成である。本拠点においては、博士課程において産学連携および国際連携教育の積極的導入、異分野をも含めた流動・融合型研究推進組織による新しい統合技術教育を推進する。



↑安全な統合をめざして

↓分化と深化

水素利用機械システムの統合技術

7. 研究実施計画

従来のシステム工学的評価によって高い信頼性が保証されたシステムでさえも社会的問題が発生している実状に鑑み、研究教育拠点形成の目的達成のため、統合技術会議を置くその統括下に「安全評価技術」、「水素利用技術」、「水素供給技術」に関わる3つの流動・融合型コラボラトリー（コラボ）を設け他分野、産業界、海外からの研究参加を積極的に導入するプロジェクト研究と統合技術教育を行う。

【1】統合技術会議

統合技術会議の議長は拠点リーダーが務め、統合技術開発のための構成員全員参加の研究会を定期的に開催する。研究会では、以下の計画に基づくケーススタディによる研究とともに、各コラボで生じる問題を持ち寄って大規模複雑機械システムの問題点の分析を行い、新しい統合技術の開発を行う。

- (a)従来のシステム工学的手法における問題点の分析。
- (b)近年頻発している大規模複雑機械システムの事故は要素（あるいはサブシステム）の数の増大と要素（あるいはサブシステム）間の「繋ぎの部分」の特異性（要素の部分から連続的に推定できないという意味）に原因があるという本研究グループの新しい概念の発見に基づき、新しい学問領域としての「統合技術工学」を構築する。
- (c)新しい「統合技術工学」を実践するための統合技術支援シミュレータの開発。
- (d)開発する「統合技術工学」の水素利用システムへの適用。

統合技術会議のその他の役割は、(1) 各コラボ間の連携および共同研究の促進と支援、(2) 国際シンポジウムなどの開催、(3) 統合技術教育プログラムの推進、(4) 外部評価委嘱などである。

【2】安全評価技術コラボ

来るべき水素利用社会における水素の製造、貯蔵、輸送、利用に関わる安全評価技術の構築を図るため、「水素雰囲気、特にFC系統での材料の疲労限度消滅現象の機構解明と超長寿命疲労設計法の確立」、「耐水素材料の開発」、

「水素高速燃焼特性と安全性評価」、「水素機械システムの騒音・振動評価法確立」、「液化水素および水素ガスの伝熱制御」、「液体水素利用におけるキャビテーション評価法確立とその制御」、「水素雰囲気中における境界潤滑、トライボ損傷機構の解明、トライボロジー評価」などの研究を行う。

【3】水素利用技術コラボ

- (a)高速水素燃焼を伴う水素ガスタービンおよび水素エンジンの基礎技術：「選択拡散効果を利用する乱流燃焼制御手法の開発」、「水素ガスタービン用高負荷圧縮機の開発」、「水素雰囲気での磁気軸受の開発」、「水素エンジン運転における材料疲労強度評価と材料設計」。
- (b)高性能FCの開発：民間企業とのシステム共同研究、高性能FC用機能性材料の開発。
- (c)水素吸蔵合金を利用するヒートポンプとロボット用アクチュエータの開発。

なお、水素漏洩問題を(a)、(b)、(c)の共通テーマとして統合・連携して事故防止技術の開発も行い、水素利用社会の予防安全策を確立する。

【4】水素供給技術コラボ

持続的発展を保証する風力エネルギーは全エネルギー供給比の8~12%である。我が国の2010年の目標値はその50分の1に過ぎず（ヨーロッパでは10%）、風力で水素製造を行う水素エネルギー貯蔵法が望まれる。本プログラムでは、我が国の風環境に適する風レンズ方式（九大方式：特許申請中）の風車大型化、風力変動に適合する水電気分解水素製造法、超高压水素圧縮法、予張力炭素繊維強化複合材料（九大方式：特許出願済）を利用した超高压軽量貯蔵タンク（九大方式：特許出願済）の研究を行うとともに、これらの技術を統合し、産学連携により水素供給ステーションを開発する。

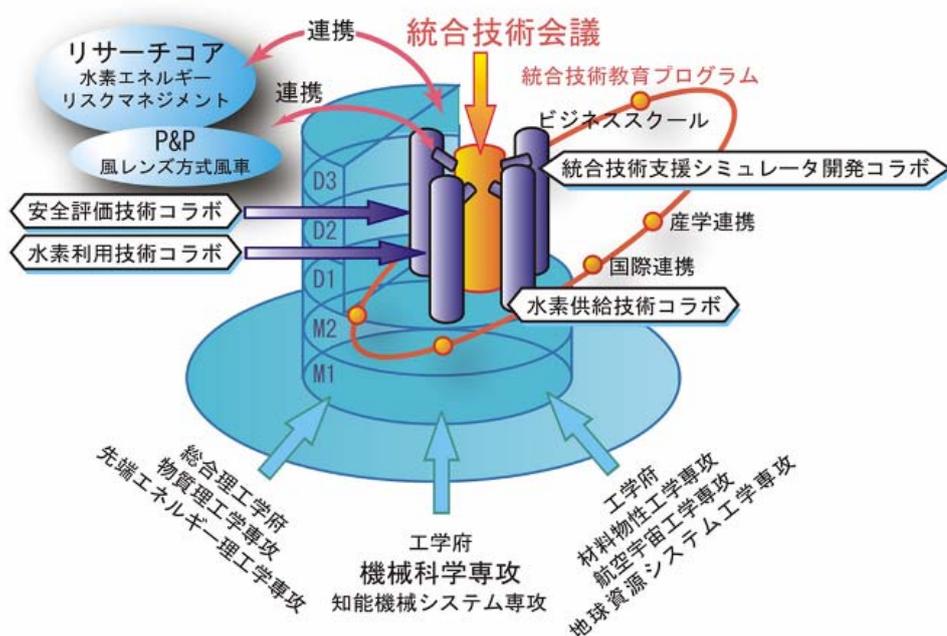
8. 教育実施計画

現状の機械工学系博士後期課程修了者は、特化した狭い専門分野を究めるのみで視野が狭く融通性・柔軟性に欠けると評価され、企業から敬遠されることが多い。このような社会的評価にもかかわらず我が国の大学院教育は旧態依然であり、このことと近年頻発している巨大機械システムのトラブルとは無関係ではない。この観点から本プログラムでは、以下の実施計画により、博士教育の抜本的改革を行う。改革の要点は、水素利用機械システムに関わるひとつの研究課題を探究することに加えて、異なる専門技術を統合する能力を有する博士を育成することである。

- (1) コラボ研究（必須）：「安全技術評価コラボ」、「水素利用技術コラボ」、「水素供給技術コラボ」の3つのコラボのいずれかひとつ以上に所属し、複数指導教員制のもと研究を行う。優れた博士後期課程学生をCOEリサーチアシスタント（RA）として雇用する。
- (2) 「統合技術会議」に出席し、統合技術の開発に参加（必須）
- (3) ケーススタディ研究（選択）：国内外の大規模複雑機械システムにおける事故例のケーススタディにより、従来のシステム工学上の問題点を学ぶ。
- (4) 産学連携インターンシップ（必須）：民間企業でのインターンシップにより、統合技術の現地訓練を行い、水素利用機械システムに関する統合技術を研究する。
- (5) 国際連携インターンシップ（選択）：海外の研究機関に博士課程学生を派遣し、3～6ヶ月間滞在させ、水素関連研究に従事するとともに国際性を養う。

- (6) 九州大学ビジネススクールとの連携教育（選択）：九州大学ビジネススクールの産業マネジメントコースにおける技術マネジメント教育（MOT）を受ける。
- (7) 高度専門知識教育カリキュラムの国際化：
 - [a] 海外からの招聘研究者による統合技術と水素利用機械システムに関する専門講義。
 - [b] 水素利用機械システム国際会議への出席と世界の水素利用システムの技術動向調査。
 - [c] 外国人招聘研究者のもとでの優れた学生やポストドク（PD）の留学による継続的指導。
 - [d] 外国人招聘研究者の所属機関からPD、学生を受け入れ、COE博士後期課程学生との共同研究の実施。
 - [e] 講義における英語使用の50%化。
- (8) 国内専門研究者の招聘講義：水素関連研究の専門家を招いて、大学院における集中講義を実施する。

上記プログラムにより予想される人材養成（博士後期課程修了者）は、当初約20人/年であるが、水素利用社会への移行に従って増員する。また、水素利用社会が定着し、高級技術者の人材要求が大きくなれば、新しい専攻を作る。



本プログラムにおける教育の概要および体制

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1)世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

教育の面では、「異なる専門技術を統合する能力を有し、国際性と幅広い視野を持つ博士の育成」を博士教育の理念として、博士後期課程に「統合技術博士コース」を設置し、統合技術会議への参加、産学連携インターンシップ・国際連携インターンシップやグループ作業による事故調査解析などを通じて、この教育理念の具現化を目指した。また、若手研究者に対する研究支援を行い、多くの院生が国際会議に出席して成果を発表し、国際性の向上がはかられた（申請時（平成15年）：13回/年→現在（平成19年）：81回/年）。その結果、本プログラムで教育を受けた博士課程修了者は、確実に以前の修了者よりもたくましく、企業でも高く評価される人材に育った。

一方、研究の面においても、材料の疲労強度に及ぼす水素の影響、水素ガスの漏洩・拡散、水素の燃焼伝ば抑制、水素ガスの漏洩検出、水素雰囲気中のトライボロジー、固体高分子形燃料電池の特性探求と性能向上、固体高分子形燃料電池・固体酸化物形燃料電池の電極材料の開発、貯蔵合金、貯蔵タンクなどにおける熱流動解析、超高压水素タンクの製造方法の開発、水素製造技術、風レンズ方式の小型風車の実用化、統合技術支援シミュレータの開発、などに関して数多くの先進的成果を挙げた。

また成果だけでなく、今後の人材育成にとって重要な拠点たるにふさわしい研究体制を築いた。平成17年9月に、九州大学の工学系は275ヘクタールの広大な敷地を有する伊都キャンパスに移転した。このキャンパスは「水素キャンパス」と位置づけられ、移転からわずか2年で水素研究インフラが整

備された。平成18年4月に、水素利用技術研究センター、平成19年10月には産総研の水素材料先端科学研究センターの研究棟がそれぞれ竣工した。その他にも定置用燃料電池実証試験などを伊都キャンパスにおいて展開している。

水素利用技術研究センターには数名の外国人研究者を招聘して国際的に研究を進めている。また本プログラムの研究成果は、国内では福岡水素エネルギー社会近未来展（平成17年から毎年開催）における専門技術セミナー、国際会議としては水素先端世界フォーラム（平成19年2月、平成20年2月）を開催し国際拠点化をはかった。

平成20年1月25日に実施した、総括シンポジウム・外部評価委員会において、外部評価委員からは、「目に見える形で拠点形成の目標が達成されたと評価する」、「統合技術教育はよい試みであり九大だけでなく、他大学へのモデルとしてもっと規模をひろげるべきである」、など高く評価された一方、「統合という意味での議論の結果がみえにくいので今後さらに進めてほしい」、「次のステップではニーズ側からの統合技術に取り組んでほしい」、「統合技術とともに専門を深めることを躊躇してはいけない」、「国際連携インターンシップなどはさらに進めるべき」などの提言も得られた。

以上より、本拠点形成の「目的は十分達成した」と評価する。



水素関連研究施設が集積する九州大学伊都キャンパス

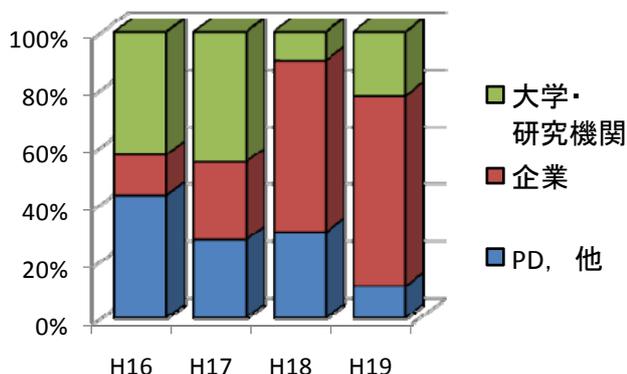
2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

統合技術博士コースにおいては、博士論文の研究テーマ（コラボ研究）に加えて、統合技術研究報告（ケーススタディー研究）、産学連携インターンシップなどを必須科目とし、また国際連携インターンシップを選択科目として設けた。博士課程学生及びポスドクには、自立した研究を支援するために「若手プログラム」とよぶ提案型の研究助成、RA制度、国際会議の参加費の補助などを行って若手研究者の育成に努めた。

これらの教育内容は、中間評価での提言などもふまえながら毎年改善をはかってきた。統合技術研究においては、統合技術の定義を明確にし、統合技術修得の評価枠組みを導入して統合技術の修得度を定量的に把握できるようにし、また産学連携インターンシップにおいては企業体験の効果を高めるために、平成18年度入学生からはインターンシップ期間を3ヶ月と設定した。平成17年度からは、学生によって自発的に「統合技術ジュニア会議」が定期的開催され、学生同士のピアレビューが行われ、統合技術会議でのより高度な議論の源になっている。統合技術会議は5年間で47回開催した。

以上のように、さまざまな教育の仕組みによって、統合技術博士コースの学生は、従来に比べてはるかに幅広い視野と国際的感覚をもち、課程修了者の多くは下の図に示すように、民間企業に就職し活躍している。

このほか、博士課程学生だけでなく、一般を対象とした教育プログラム（福岡水素戦略会議と連携）を実施し、社会人の人材育成にも貢献している。



博士課程学生の進路（社会人を除く）

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

安全評価技術コラボにおいては、特に金属材料の疲労強度に及ぼす水素の影響について世界をリードする研究成果をあげた。従来、水素脆化を起こさないと考えられていたオーステナイト系ステンレス鋼SUS316Lにおいても、マルテンサイト変態が起こることなど多くの重要な発見が得られた。

水素利用技術コラボにおいては、固体高分子形燃料電池の電極触媒の開発や、固体高分子形燃料電池の高性能化に関して大きな進展が得られた。

水素供給技術コラボでは、国産初の100MPa級炭素繊維強化超高压水素タンクの実現へむけて独自の製造方法を開発し、また水素製造につながる風レンズ方式小型風車発電装置を開発した。

また、水素ステーションの実証試験を計画し、高压水電解水素製造装置において試運転中に発生した事故の原因調査を通じて、水素研究における安全管理の再確認がなされるとともに、高压水電解に関連した新たな分野の研究の核が生まれた。

水素エネルギー・燃料電池に関連した多くの学問分野の専門内容を「水素エネルギー科学」として体系づけ、将来の水素利用技術に携わる研究者・技術者を育てるための教育カリキュラムを検討し、平成20年度から大学院修士課程の授業として実践している。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

拠点リーダーのリーダーシップのもと、統合技術会議、安全評価技術コラボ、水素利用技術コラボ、水素供給技術コラボ、統合技術支援シミュレータ開発コラボでの会議やワークショップなどを通じて、相互の連携をはかった。

またNEDO開発事業、地域新生コンソーシアム事業などの新規プロジェクト、事故原因調査などにおいて、分野をまたがる複数の専門家がチームを組んで取り組み、文字どおり「統合技術」への取り組みの実践がなされた。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

海外の研究者の招聘、学生の交流（日本からは国際連携インターンシップ）など通じて、水

素関連技術の研究拠点としての九州大学の認知度は急速に高まった。

また、関連する分野の多数の海外研究者の参加を得て水素先端世界フォーラム（平成19年2月、平成20年2月）、及びその会期中には、水素材料、水素トライボロジー、水素物性、シミュレーションの分野ごとの国際シンポジウムを開いた。

6) 国内外に向けた情報発信

本プログラムの公式ホームページを開設し、事業内容を公開してきた。また、広報冊子「水素利用社会システムの実現へ向けて」や、「水素利用技術研究センターニュースレター」、「水素ヒヤリハット事例解析集－安全な水素社会をめざして－」などの印刷物を広く配布し、本プログラムの広報を行った。平成16年10月には北九州市で開催された「燃料電池・水素エネルギー技術展&セミナーin九州」に主催団体として展示を行うとともに、「水素利用機械システムの統合技術」シンポジウムを開催し、平成17年10月、平成18年11月、平成19年10月には、「福岡水素エネルギー社会近未来展」に主催団体として展示を行うとともに、シンポジウム、専門技術セミナーにおいて本プログラムの成果を一般向けに発表した。また、平成19年2月、20年2月には、福岡市において水素先端世界フォーラムを開催した。

さらに、一般市民を対象とした公開講座を毎年1回開催し、平成19年には一般市民・小学生を対象とした「九州大学で水素キャンパスを学ぼう」を3回開催し、平成19年10月に開催された「環境フェスティバルふくおか2007」に出展するなど、一般へのPR活動を行った。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

博士課程学生および若手研究者に対するRA経費、若手研究プロジェクト研究経費、国際連携インターンシップ、産学連携インターンシップ派遣、国際会議への派遣に使用され、人材育成面で大きな効果を上げた。

水素先端世界フォーラムやワークショップの開催、水素・燃料電池展示会への出展、統合技術支援シミュレータの開発費などに使用し、学術の推進や研究面でも効果的に使用された。

②今後の展望

人材育成面では、統合技術博士コースにおいて、異なる専門領域にまたがる技術を統合する能力を有する学生の育成に努めた成果、博士課程学生の研究活動が活発化するとともに、前ページのグラフに示したように産業界へ就職する博士修了者の割合が増加した。これは本21世紀COEプログラムの大きな成果の一つであり、今後も継続させていきたい。

研究面では、21世紀COEプログラムを契機として、水素関連研究が非常に活発となった。特に、九州大学水素利用技術研究センターは、産学連携研究の窓口としての役割が期待される。

福岡水素エネルギー戦略会議と連携し、燃料電池や水素ステーションなど種々の実証研究を展開していく予定である。

③その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

- (1)平成17年に本学工学系は、伊都キャンパスに移転したが、伊都キャンパスを水素キャンパスと位置付け、様々な水素関連研究施設を建設するとともに、キャンパス内の食堂などに燃料電池を設置し、実証研究を展開している。伊都キャンパスは世界的にも他に類を見ないほど水素関連研究施設が集積したキャンパスとなっている。
- (2)産業技術総合研究所の水素材料先端科学研究センターが平成18年に九州大学伊都キャンパス内に設置され、水素材料に関する大規模な基礎研究プロジェクトを展開中である。国立大学内に他省庁の研究機関が設置されるという極めてユニークな研究センターとして注目を集めている。
- (3)福岡水素エネルギー戦略会議を発足させ、実効的で多種多様な産学官連携プロジェクトが進行中である。この戦略会議への参加企業は300社以上であり、活発な活動を展開している。

この他、各国大使館・訪問団、産学官界、政界からの視察が後を絶たない。このように、本拠点に対する国内外の注目度は非常に高く、水素利用機械システムの研究教育拠点が世界的な研究教育拠点として認知されるに至り、今後の更なる展開が国内外から期待されている。

21世紀COEプログラム 平成15年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	九州大学	拠点番号	H15
拠点のプログラム名称	水素利用機械システムの統合技術		
<p>1. 研究活動実績</p> <p>①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】</p> <p>・事業推進担当者（拠点リーダーを含む）が事業実施期間中に既に発表したこの拠点形成計画に関連した主な論文等〔著書、公刊論文、学術雑誌、その他当該プログラムにおいて公刊したもの〕</p> <p>・本拠点形成計画の成果で、ディスカッション・ペーパー、Web等の形式で公開されているものなど速報性のあるもの</p> <p>※著者名（全員）、論文名、著書名、学会誌名、巻(号)、最初と最後の頁、発表年（西暦）の順に記入</p> <p>波下線（<u> </u>）：拠点からコピーが提出されている論文</p> <p>下線（<u> </u>）：拠点を形成する専攻等に所属し、拠点の研究活動に参加している博士課程後期学生</p> <p>主な発表論文名</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Y. Murakami and H. Matsunaga, The effect of hydrogen on fatigue properties of steels used for fuel cell system, <i>Int. J. of Fatigue</i>, Vol. 28, pp.1509-1520, 2006. 2. 田中裕之, 本間紳浩, 松岡三郎, 村上敬宜, 水素ステーション蓄圧器用SCM435鋼の疲労特性に及ぼす水素と繰り返し速度の影響, 日本機械学会論文集A編, 第73巻 736号, pp.1358-1365, 2007. 3. Y. Murakami, Y. Fukushima, K. Toyama and S. Matsuoka, Fatigue crack path and threshold in Mode II and Mode III loadings, <i>Engineering Fracture Mechanics</i>, Vol. 75, pp. 306-318, 2008. 4. 松岡三郎, 長島伸夫, 低サイクル疲労した低炭素微細粒鋼と粗粒鋼のナノメゾマクロ強度解析, 日本金属学会誌, Vol. 70, No. 8, pp. 700-708, 2006. 5. Y. Furuya, S. Matsuoka, S. Shimakura, T. Hanamura and S. Torizuka, Fatigue strength of ferrite-cementite steels and effects of strengthening mechanisms, <i>Metallurgical and Materials Transactions A</i>, 38A, pp.2984-2991, 2007. 6. D. Ye, S. Matsuoka and N. Nagashima, Determination of fatigue mesoscopic mechanical properties of an austenitic stainless steel using depth-sensing indentation (DSI) technique, <i>Materials Science and Engineering A</i>, 456, pp.120-129Y, 2007. 7. Oda and H. Noguchi, Observation of Hydrogen Effects on Fatigue Crack Growth Behaviour in an 18 Cr - 8 Ni Austenitic Stainless Steel, <i>Int. J. of Fracture</i>, Vol.132, No. 2, pp. 99-113, 2005. 8. Y. Aoki, <u>K. Kawamoto</u>, Y. Oda, H. Noguchi and K. Higashitani, Fatigue Characteristics of a Type 304 Austenitic Stainless Steel in Hydrogen Gas Environment, <i>Int. J. of Fracture</i>, Vol.133, No. 3, pp. 277-288, 2005. 9. <u>K. Kawamoto</u>, Y. Oda, H. Noguchi and K. Higashida, Effect of Hydrogen Gas Environment on Fatigue Crack Growth of a Stable Austenitic Stainless Steel, <i>J. of Solid Mechanics and Materials Engineering</i>, February 2007, pp. 263-274, 2007. 10. M. Natori, Y. Futamura, T. Tsuchiyama and S. Takaki, Difference in Recrystallization Behavior between Lath Martensite and Deformed Ferrite in Ultralow Carbon Steel, <i>Scripta Materialia</i>, Vol.53, pp. 603-608, 2005. 11. T. Tsuchiyama, R. Hirota, K. Fukunaga and S. Takaki, Ridging-free Ferritic Stainless Steel Produced through Recrystallization of Lath Martensite, <i>ISIJ International</i>, Vol.45, No. 6, pp.923-929, 2005. 12. 北浦知之, 飛鷹秀幸, 土山聡宏, 高木節雄, 粒子分散強化したフェライト鋼における粒子サイズ分布を考慮した降伏強度の評価, 鉄と鋼, Vol. 91 No. 11, pp. 796-802, 2005. 13. 久保田祐信, 納山尚樹, 笹田宗広, 柴中, 近藤良之, フレッシング疲労に及ぼす水素ガス雰囲気の影響, <i>材料</i>, 54巻 第12号, pp. 1231-1236, 2005. 14. Y. Kondo, C. Sakae, M. Kubota and H. Kitahara, Fretting Fatigue under Variable Amplitude Loading below Fretting Fatigue Limit, <i>Fatigue and Fracture of Engineering Materials and Structures</i>, Vol.29, pp.183-189, 2006. 15. M. Kubota, N. Nouyama, C. Sakae and Y. Kondo, Fretting fatigue in hydrogen gas, <i>Tribology International</i>, Vol. 39, pp.1241-1247, 2006. 16. Y. Kondo and K. Okuya, The Effect of Seismic Loading on the Fatigue Strength of Welded Joint, <i>Materials Science and Engineering A</i>, 468-470, pp. 223-229, 2007. 17. 遠藤敏明, 董大明, 今井裕, 山本雄二, 水素雰囲気での転がり疲れに関する研究, <i>トライボロジスト</i>, Vol. 49, No. 10, 801-808, 2004. 18. 杉村文一, 権藤誠吾, 山本雄二, 中岡真哉, 佐藤祐樹, オイルシールの気体吸込み特性に関する研究, <i>トライボロジスト</i>, Vol. 51, No. 12, pp. 906-912, 2006. 19. S. Watanabe, T. Hidaka, H. Horiguchi, A. Furukawa and Y. Tsujimoto, Analysis of Thermodynamic Effects on Cavitation Instabilities, <i>Transactions of ASME, Journal of Fluids Engineering</i>, Vol.129, pp.1123-1130, 2007. 20. J.-H. Kim, K. Ishizaka, M. Ishizaki, S. Watanabe and A. Furukawa, Suppression Effect of Upstream Installed Ring-Shaped Obstacle Plate on Cavitation Surge in Pump nducers, <i>Journal of Fluid Science and Technology</i>, Vol. 3, No. 1, pp. 1-10, 2008. 21. 井上卓見, <u>金元啓幸</u>, 末岡淳男, 小田原悟, 村上敬宜, ハーモニックウェーブレットによる定常振動波形の異常性検出, 日本機械学会論文集(C編), 71巻707号, pp. 2147-2154, 2005. 22. 雉本信哉, 木庭洋介, 金光陽一, 松田浩一, 空間音響特性の変化を利用する水素検出手法(実現可能性の検討), 日本音響学会誌, Vol. 63, No. 5, pp. 245-250, 2007. 23. K. Onda, H. Kusunoki, K. Ito, H. Ibaraki, T. Araki, Numerical simulation of de-Nox performance by repetitive pulsed discharge when added with hydrocarbons such as ethylene, <i>J. Applied Physics</i>, Vol.97, pp.023301-8, 2005. 24. Y. Takata, S. Hidaka and M. Kohno, Wettability Improvement by Plasma Irradiation and its Applications to Phase Change Phenomena, Proc. of the 5th International Conference on Heat Transfer, Fluid Mechanics and Thermodynamics-HEFAT2007, Paper No. K1, KEYNOTE, 2007. 25. <u>H. Masuda, K. Ito, T. Oshima, K. Sasaki</u>, Comparison between numerical simulation and visualization experiment on water behavior in single straight flow channel polymer electrolyte fuel cells, <i>J. of Power Sources</i>, Vol. 177, pp. 303-313, 2008. (H15-1) 26. K. Ito, K. Ashikaga, <u>H. Masuda</u>, T. Oshima, Y. Kakimoto, K. Sasaki, Estimation of flooding in PEMFC gas diffusion layer by differential pressure measurement, <i>J. of Power Sources</i>, Vol. 175, pp. 732-738, 2008. 27. 益田啓光, 伊藤衡平, 柿本益志, 佐々木一成, 気液二相流を考慮した数値シミュレーションによる固体高分子形燃料電池の過渡応答時の解析, 日本機械学会論文集B編, 第73巻, 727号, pp. 855-862, 2007. 			

28. Y. Shiratori, Y. Teraoka, K. Sasaki, Ni_{1-x}Y_xMg_xAl_{1-y}O₃-ScSZ anodes for Solid Oxide Fuel Cells, *Solid State Ionics*, Vol.177, Issues 15-16, pp.1371-1380, June, 2006.
29. K. Sasaki, K. Susuki, A. Iyoshi, M. Uchimura, N. Imamura, H. Kusaba, Y. Teraoka, H. Fuchino, K. Tsujimoto, Y. Uchida, N. Jingo, H₂S Poisoning of Solid Oxide Fuel Cells, *J. of the Electrochemical Society*, Vol.153, No.11, A2023-A2029, 2006.
30. 中原真也, 城戸裕之, 中島健二郎, 希薄水素混合気の乱流燃焼速度特性に与える希釈ガスの影響, *水素エネルギーシステム*, Vol.30, No.2, pp.58-65, 2005.
31. 中原真也, 城戸裕之, 平田耕一, 水素予混合乱流火炎の局所燃焼特性に関する実験的検討, *水素エネルギーシステム*, Vol.31, No.1, pp.66-72, 2006.
32. T. Kitagawa, Flame Inertia into Lean Region in Stratified Hydrogen Mixture, *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol.30, Issues 13-14, pp.1457-1464, 2005. (H15-2)
33. A. Smallbone, K. Tsumeyoshi, T. Kitagawa, Turbulent and Stable/Unstable Laminar Burning Velocity Measurements from Outwardly Propagating Spherical Hydrogen-Air Flames at Elevated Pressures, *J. of Thermal Science and Technology*, Vol.1, No.1, pp.31-41, 2006.
34. 北原辰巳, 許斐敏明, 佐々木洋二郎, PEFCにおける組付け荷重が性能と各部過電圧に及ぼす影響 (ペーパー形とクロス形拡散層の性能比較), *日本機械学会論文集B編*, 第72巻, 715号, pp.752-757, 2006.
35. H. Nakajima, T. Konomi and T. Kitahara, Direct water balance analysis on a polymer electrolyte fuel cell (PEFC): Effects of hydrophobic treatment and micro-porous layer addition to the gas diffusion layer of a PEFC on its performance during a simulated start-up operation, *J. of Power Sources*, Vol.171, pp.457-463, 2007. (H15-3)
36. 宮田一司, 森英夫, 大石克巳, 濱本芳徳, 垂直細管内上昇流の沸騰熱伝達と圧力損失, *日本冷凍空調学会論文集*, Vol.24, No.4, pp.359-369, 2007.
37. 大屋裕二, 新型風車あれこれー風レンズ風車, *ターボ機械*, 第33巻, 第7号, pp.59-62, 2005.
38. K. Abe, M. Nishida, A. Sakurai, Y. Ohya, H. Kihara, E. Wada and K. Sato, Experimental and numerical investigations of flow fields behind a small wind turbine with a flanged diffuser, *J. of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, Vol.93, pp.951-970, 2005.
39. T. Uchida and Y. Ohya, Application of LES Technique to Diagnosis of Wind Farm by Using High Resolution Elevation Data, *JSME International Journal*, Series B, Vol.49, No.3, pp.567-575, 2006.
40. Y. Ohya, R. Nakamura, T. Uchida, Intermittent Bursting of Turbulence in a Stable Boundary Layer with Low-Level-Jet, *Boundary-Layer Meteorology*, Vol.26, No.3, pp.349-363, 2008.
41. Y. Kajita, T. Maeda, H. Nakagawa, K. Nishioka and M. Shimizu, Reduction of Iron Oxide by Using Carbonized Used Paper, *Current Advance in Materials and Process-ISIJ*, Vol.18, -197, 2005.
42. Y. Ueki, T. Maeda, K. Nishioka and M. SHIMIZU, Thermal Degradation Behavior of Organic Waste and the Reduction Behavior of Iron Oxide with Organic Waste, *Current Advance in Materials and Process-ISIJ*, Vol.19, 688-691, 2006.
43. S. Fukada, N. Shimoozaki, S. Morimitsu and M. Nishikawa, Absorption and Evolution of Hydrogen in/from ZrV1.9Fe0.1 Particle Bed at Hydrogen Production Temperature, *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol.30, pp.861-866, 2005.
44. H. Takata, M. Nishikawa, Y. Arimura, T. Egawa, S. Fukada, M. Yoshitake, Study on water uptake of proton exchange membrane by using tritiated water sorption method, *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol.30, pp.1017-1025, 2005.
45. H. Takata, N. Mizuno, M. Nishikawa, S. Fukada, M. Yoshitake, Adsorption properties of water vapor on sulfonated perfluoropolymer membranes, *Int. J. Hydrogen Energy*, Vol.32, pp.371-379, 2007.
46. T. Kawamoto, T. Mori, S. Uji, J. Yamaura, H. Kitagawa, A. Takamori, K. Takimiya, T. Otsubo, Structural and Transport Properties of the Incommensurate Organic Superconductor (DT-ST)310.417, *Phys. Rev. B*, Vol.71, pp.172503/1-172503/4, 2005.
47. M. Yamauchi, H. Kitagawa, Hydrogen Absorption in Size-Controlled Pt Nanoparticle, *Chem. Eng. Trans.*, Vol.8, pp.159-163, 2005.
48. A. Sugawara, K. Fukunaga, M. R. Scheinfein, H. Kobayashi, H. Kitagawa, Electron Holography Study on Temperature Variation of Order Parameter within Circularly-Chained Nickel Nanoparticle Rings, *Appl. Phys. Lett.*, Vol.91, 262513, 2007.
49. Y. Morita, S. Suzuki, K. Fukui, S. Nakazawa, H. Kitagawa, H. Kishida, H. Okamoto, A. Naito, A. Sekine, Y. Ohashi, M. Shiro, K. Sasaki, D. Shiomi, K. Sato, T. Takui and K. Nakasuji, Thermochromism in an Organic Crystal Based on the Co-Existence of σ - and π -Dimers, *Nature Materials*, Vol.7, pp.48-51, 2008.
50. H. Kobayashi, M. Yamauchi, H. Kitagawa, Y. Kubota, K. Kato, M. Takata, On the Nature of Strong Hydrogen Atom Trapping Inside Pd Nanoparticles, *J. Am. Chem. Soc.*, Vol.130, No.6, pp.1828-1829, 2008.
51. K. Hara, M. Furukawa, N. Akihiro, Experimental Investigation of Heat Transfer in Square and Circular Minichannel Air Flow for Wide Range of Pressure Ratio, Proceedings of 3rd International Conference on Microchannels and Minichannels, ASME ICMM2005, 2005, ICMM2005-75184.
52. H. Kanayama, M. Ogino, N. Takesue, and A. M. M. Mukaddes, Finite Element Analysis for Stationary Incompressible Viscous Flows Using Balancing Domain Decomposition, *Theoretical and Applied Mechanics*, Vol.54, pp.211-219, 2005.
53. 松浦一雄, 金山寛, 月川久義, 井上雅弘, 部分開放空間における水素拡散挙動に関する研究, *水素エネルギーシステム*, December, pp.50-57, 2006.
54. K. Matsuura, H. Kanayama, H. Tsukikawa and M. Inoue, Numerical Simulation of Leaking Hydrogen Dispersion Behavior in a Partially Open Space, *Int. J. of Hydrogen Energy*, Vol.33, pp.240-247, 2007.
55. 山本元司, 林喜章, 中村一午, 毛利彰, 縦型空調ダクト清掃ロボットの開発とその動作解析, *日本機械学会論文集C編*第71巻705号, pp.1704-1710, 2005.
56. 山本元司, 本田英司, 毛利彰, 走行クレーンの自動衝突回避のための安全な停止制御, *日本機械学会論文集C編*第71巻707号, pp.2313-2320, 2005.
- 著書**
1. 鬼鞍宏猷, 佐島隆生, 「超高压タンクの開発」, 『水素利用技術集成』, Vol.2, pp.249-255, 株式会社エヌ・ティー・エス, 2005.
2. 藤島武蔵, 山内美穂, 北川宏, 「水素貯蔵材料: 高分子系材料」, 『水素エネルギーと材料技術』, シーエムシー出版, pp.157-169, 2005.
4. 城戸裕之, 中原真也, 「水素の利用・水素の燃焼」分担, 『水素・燃料電池ハンドブック』, オーム社, pp.903-915, 2006.
5. 佐々木一成, 村上敬宜, 「福岡における水素プロジェクト」, 第6編実証・実用事例, 第3章地域有効利用, 3.1」, 『水素利用技術集成』Vol.3, 加速する実用化技術開発, pp.704-713, 株式会社エヌ・ティー・エス, 2007.
6. 西川正史, 深田智, 渡辺幸信, 『水素』, 養賢堂出版, 2006.
7. K. Ito, Chap 5, Water problem in PEMFC, in *Recent Trends Fuel Cell Science and Technology*, S. Basu ed, Springer, 2006.

②国際会議等の開催状況【公表】

(事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数(うち外国人参加者数)、主な招待講演者(3名程度))

(1) 開催日： 2006年9月13日(水)～15日(金)

開催場所： 九州大学伊都キャンパス

会議名： Kyushu University-KAIST Joint Seminar 2006

参加者数： 100名(30名)

主な招待講演者： なし

(2) 開催日： 2007年1月31日(水)

開催場所： 九州大学伊都キャンパス

会議名： 国際セミナー「水素利用社会に向けたシミュレーション技術」

参加者数 40名(5名)

主な招待講演者： Wing Kam Liu(ノースウェスタン大学), Bernhard Schrefler(パドバ大学)
Tayfun E. Tezduya r(ライス大学)

(3) 開催日： 2007年2月1日(木)～2日(金)

開催場所： ホテルオークラ福岡

会議名： 世界先端水素フォーラム

参加者数： 300名(10名)

主な招待講演者： Duncan Macleod(Shell Hydrogen), Francois Jackow(Air Liquid)
Petros Sofronis(イリノイ大学)

(4) 開催日： 2007年11月29日(木)～12月1日(土)

開催場所： 唐津シーサイドホテル

会議名： Japan-Korea Joint Seminar on Heat Transfer IV –Thermal Solutions for Renewable Energy and Sustainable Development-

参加者数： 60名(15名)

主な招待講演者： Sangmin Choi (KAIST), 吉田英生(京都大学)

(5) 開催日： 2008年2月6日(水)～7日(木)

開催場所： ホテルオークラ福岡

会議名： 第2回世界先端水素フォーラム

参加者数： 300名(10名)

主な招待講演者： Jeffrey A. Serfass (The National Hydrogen Association), Marieke Reijalt (European Hydrogen Association), Roderick Arthur Smith (インペリアルカレッジ)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

1. 統合技術博士コースにおける教育

異なる専門技術を統合して運用する能力を有する技術者と研究者を育成することを目的とした統合技術博士コースを設置して、本プログラムに関連する全教員が参画して教育を実施した。

1-1 統合技術研究報告

グループワークとしての事故事例解析を実施してその成果を定期的に開催される統合技術会議で発表すると共に、学生自身の博士課程での研究に関する研究発表と討議を通じて統合技術の習得を目指した。また、統合技術会議に参加するすべての教員からの指導を受けることによって、異分野の技術を組み合わせることの重要性も認識させた。

1-2 産学連携インターンシップ

九州大学工学研究院と包括提携を行っている民間企業を中心として、大学を除く国内の企業などで水素利用技術関連および統合技術関連をテーマとするインターンシップにより、産業界で直面している問題をテーマに統合技術の実践訓練を行った。派遣期間は、当初3週間程度であったが、より高度なインターンシップ経験をさせるため、2006年度から3か月以上とした。2003年度から2007年度までで合計37件実施した。

1-3 国際連携インターンシップ

カナダ、アメリカ、フランスの大学に、2003年度から2007年度までに合計8名を派遣した。カナダ大使館の協力を得て、8名のうち、6名がカナダの大学で、水素・燃料電池関係のテーマでインターンシップを行った。派遣期間は3～4か月である。

2. 若手研究プロジェクト

研究者、技術者に求められる問題の発見・解決能力を養うために、主体的に研究テーマを設定し、自らのアイデアとマネージメントに基づき研究を遂行し、その成果を発表することを通じて、若手研究者・技術者の育成に資することを目的に実施した「若手研究プロジェクト」を実施した。若手研究プロジェクトは、博士後期課程学生あるいは本21世紀COEプログラムで採用した若手学術研究員（ポスドク研究員）に対して、研究費を支給しその自発的研究の機会を与えるものである。担当教員が本プロジェクトの目的と意義、経費の使用手続きや制限を説明し、約2週間後を締切として、①研究題目、②研究概要（目的、方法）、③研究経費およびその内訳、④拠点形成プログラムとの関係を記した実施申請書を提出させ、教員数名で構成する選考委員会で審査を行った。研究計画の水準が配分額に反映される。この際、若手学術研究員については、拠点の研究活動を直接的に担っていることから、配分額を増額した。2003年度～2007年度までに、合計155件のテーマを採択した。この制度により、学生・若手学術研究員の学会発表および学術論文掲載数が増加した。

3. 学生主体の統合技術会議の実施

2005年度より、学生が主体となる「統合技術会議（学生版）」を実施した。この会議は学生からの働きかけにより始められたもので、主として過去の事故事例を題材として、調査報告書を吟味し、結論に至る過程の検証および結論の妥当性の評価を行っている。この会議でまとめられた結論は、次の統合技術会議（通常版）において報告され、さらに深い議論を行った。学生主体の会議が実施されるようになったことは、統合技術博士コースが着実に効果を上げていることの一例であると考えられる。さらに、統合技術会議（学生版）での活発な議論によって学生の主体性、各自の専門分野外の事項への深い関心と理解、コミュニケーション能力などが向上した。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は十分達成された

(コメント)

拠点形成計画の目的達成度については、専門領域統合型の教学組織「学府・研究院」をベースに、「統合技術会議」の主導のもと「統合技術教育」を実施するとともに、「水素利用技術研究センター」等を設置、「安全評価技術」、「水素利用技術」、「水素供給技術」を機械システムとしての総合的な視点で捉えることを狙いとして、多くの外部資金を取得して研究・教育を展開したことは評価できる。

人材教育面については、「統合技術博士コース」を設け、博士号取得とは別に、コースの中でインターンシップ、ケーススタディー（安全）、コミュニケーショントレーニングを通じて従来の専門深掘りに特化した「博士」に足りなかった幅広い能力を備えた人材育成を行い、その狙いは十分達成され、学生数、学位授与者数が増加し、修了後は産業界を中心に活躍しており、評価できる。

研究活動面については、金属材料の疲労強度への水素の影響など顕著な成果をあげている。「学問体系確立および技術の統合化」については、まだ「途上」であるが、十分な問題意識を持って取り組んでおり、今後に期待したい。

補助事業終了後の持続的展開については、学・産・官の連携研究教育拠点として存続・発展が期待できる。