

同志社大学 研究開発推進機構「研究センター」研究経過・成果報告書

年 月 日

研究センター名 (英 文 名)	エネルギー変換研究センター Research Center for Energy Conversion System			
研究センター長	(所属) 同志社大学工学部 (職名) 教授 (氏名) 千田二郎			
設 置 期 間	2003年 4月 1日 ~ 2008年 3月31日			
共同研究組織の形成状況				
研 究 者 名	研究機関・所属・職名	専門分野	役割分担	エフォート (%)
学内共同研究者				
千田 二郎	大学院工学研究科・教授	燃焼研究	研究代表者	50
藤本 元	大学院工学研究科・教授	燃焼研究	以下	以下 25
千田 衛	大学院工学研究科・教授	伝熱工学研究	構想調書	
稲岡 恭二	大学院工学研究科・助教授	伝熱工学研究	F - - 3 参照	
平田 勝哉	大学院工学研究科・教授	流体力学研究		
舟木 治郎	工学部・助教授	流体力学研究		
水島 二郎	大学院工学研究科・教授	流体力学研究		
山口 博司	大学院工学研究科・教授	流体力学研究		
石原 好之	大学院工学研究科・教授	電気エネルギー研究		
白川 善幸	大学院工学研究科・助教授	量子化学研究		
稲葉 稔	大学院工学研究科・教授	燃料電池研究		
高野 頌	大学院工学研究科・教授	微粒子物性・計測		
伊藤 正行	工学部・教授	微粒子物性・計測		
伊藤 靖彦	大学院工学研究科・教授	電気化学研究		
盛満 正嗣	工学部・助教授	電気化学研究		
学外共同研究者				
石山 拓二	京都大学大学院エネルギー科学研究科・教授			
David Gosman	英国インペリアルカレッジ工学部・教授			
David E. Foster	米国ウィスコンシン大学マディソン校エンジン研究所・教授			
小林敏雄	(財)日本自動車研究所・所長			
堀政彦	(財)日本自動車研究所・研究主幹			
小林伸治	(独)国立環境研究所・主任研究員			
足立正之	(株)堀場製作所エンジン計測部・部長			
Scott Samuelson	米国カリフォルニア大学アーバイン校・教授			
米澤徹	ヤマ(株)・部長			
鈴木洋	神戸大学大学院自然科学研究科・教授			
谷川博哉	舞鶴工業高等専門学校・助教授			
柳瀬眞一郎	岡山大学工学部・教授			
MIShiliomis	Ben-Gurion University, Israel			
西山秀哉	東北大学流体科学研究所・教授			
李明軍	湘潭大学・教授			

李德才	中国北方交通大学磁性液体研究所 ・教授			
藤間克己	(株)前川製作所・部長			
幡木道春	(株)フェロテック・部長			
小久見善八	京都大学大学院工学研究科・教授			
楠瀬英夫	シムックス(株)・課長			
綾信博	(独)産業技術総合研究所先進製 造プロセス研究部門・主任研究員			
浦島邦子	文部科学省科学技術政策研究所科 学技術動向センター・上席研究官			

共同研究組織の形成状況	
研究機関名	役割分担
<p>共同研究機関</p> <p>本学術フロンティア共同研究プロジェクトを実施するために、大学の研究開発推進機構内に「エネルギー変換研究センター」を研究拠点として整備した。学内的な研究組織としては、研究開発推進機構の研究センター群の中に、本「エネルギー変換研究センター」が配置されており、工学研究科を母体としているが、全学的な研究組織である。本研究プロジェクトには、本学工学研究科教員15名が参画している。これらの教員は、電気系、機械系、化学・環境系にわたる専攻融合の体制であり、一拠点にこれら教員が一同に介して研究を実施している。さらに学外の国内および欧米・中国を含む21研究機関・22名の研究者が参画している。</p> <p>-->別紙1「エネルギー変換研究センター 研究機関名」参照 また、構想調書F-1-2を参照</p>	
<p>形成した共同研究組織の特徴</p> <p>共同研究を遂行・進展するための体制、研究者の学内外のバランス、研究者のレベルのバランスなどについて記入してください。</p> <p>本共同研究プロジェクトでは、高効率エネルギー変換システム研究、ゼロエミッション研究、燃料サイクルとエネルギー貯蔵研究、エネルギー変換機器の最適化LCA評価研究 からなる充填研究分野を設定しており、その具体的な研究内容は、エンジンシステム、燃料電池、冷凍機などの各種機器の高効率化と低エミッション化、またソーラー発電、キャパシタなどの電気エネルギー変換機器の高効率化、水素貯蔵、エネルギー変換に関わるプロセス材料と電気化学触媒などを網羅した研究を行っている。上記の共同研究組織にあるように、このプロジェクトは、本学工学研究科のエネルギー変換に関連する研究者を専攻を超えて一箇所に集中させており、また学外の当該分野での最先端の研究機関と海外も含めて連携して研究を推進している。研究者は学内15名、学外22名の体制であり、各研究分野で内外の研究者バランスは適正である。</p>	
<p>有機的連携</p> <p>研究者相互の有機的な連携が保たれ、活発な研究活動が展開されるネットワークが形成されているかについて記入してください。</p> <p>別紙「エネルギー変換研究センター(様式1-研究機関名)」にも記載されている各研究機関とは、それぞれの当該分野の学内の研究者が有機的に連携をとって共同研究を推進しており、共著の研究論文を公表したり、また本センター主催の各分野の「技術セミナー」において研究成果の公表が活発に行われている。</p> <p>-->別紙2「エネルギー変換研究センター 研究会・講演会等の開催状況」参照</p>	
<p>人材の育成</p> <p>若手研究者が有為な人材として活躍できるような仕組みを措置し、機能しているか、大学院生・PDの育成・活用状況も含めて記入してください。</p> <p>本研究センターでは、学術フロンティア共同研究プロジェクト(2003~2007年度)の発足時の学内研究メンバーによる運営会議において、若手研究者の育成と研究の積極的な推進のため、PDやRAを各年度多数採用することを確認した。特に、重点研究分野では学外の高度な若手研究者(外国人研究者はこれまで2名のPD)を多く採用している。</p> <p>PDは2003年度-0名、2004年度-3名、2005年度-3名、2006年度-3名である。 RAは2003年度-2名、2004年度-3名、2005年度-3名、2006年度-5名である。</p> <p>またPD, RA以外に、学内研究者の研究室に所属する大学院生(修士課程学生など)が多数、本センターの共同研究プロジェクトに参画し、研究者の指導のもとに研究を実施している。</p>	

当初研究計画の実施状況

研究目的

設置申請書に記載した研究目的を記入してください。

(研究目的の学問分野、意義、特色、重要性、発展性)

現在、我が国の自動車メーカー等が中心となり世界的に各種の内燃機関システムの高効率化・低公害化の研究開発およびハイブリッド自動車の開発が行われている。また自動車の燃料電池の実用化も開始され、これを用いたハイブリッドシステムも欧米で検討されている。これらはいずれも、既存のシステムと技術の組み合わせに主眼が置かれており、各エネルギー変換機器での高効率化と低公害化の限界究明、特にエネルギー変換過程での各種有害物質生成に係わる化学的・物理的な解析は十分には研究されていない。また、ゼロエミッション化に必要な触媒技術の最適化、高効率化のためのシステム排熱利用技術、将来の燃料電池用の水素貯蔵技術や次世代型システムに関する基礎的研究、さらに将来のエネルギー社会に必須の再生可能エネルギーのシステムへの利用と燃料サイクル論的考察などが体系的に行われていない。本プロジェクトは、これらを総合的に取り上げて共同研究するものである。

具体的には、環境保全のための最適なエネルギー変換過程の究明を目的として、自動車用・産業用および家庭用の汎用のエネルギー変換システムを想定して、本共同研究プロジェクトでは、高効率エネルギー変換システム研究、ゼロエミッション研究、燃料サイクルとエネルギー貯蔵研究、エネルギー変換機器の最適化LCA評価研究の4つの研究グループにおいて体系的な研究を行う。

実施計画

設置申請書に記載した実施計画を記入してください。

(研究目的を達成するための各年次の事業の実実施計画)

平成15年度(2003年度)

初年度はエネルギー変換研究センターに設置する装置と設備の調整、ならびに次の研究を行う。ここで、各番号は4つの研究グループ、すなわち 高効率エネルギー変換システム研究、ゼロエミッション研究、燃料サイクルとエネルギー貯蔵研究、エネルギー変換機器の最適化LCA評価研究にそれぞれ対応している。なお、各グループの研究は互いに有機的な連携をとりながら推進する。

ディーゼル機関の噴霧燃焼解析による排気生成物の調査、エンジン排熱諸元の整理と回収用熱交換器要素の基本設計、燃料電池用プロトン導電性固体電解質の作製

低濃度排出化学種の高精度測定法の検討、排出微粒子の物理的特性の評価手法の検討

電磁流体による熱輸送機構の解明、電気二重層キャパシタの充放電特性と適合回路方式の検討ハイブリッドシステムとしてのエネルギー変換機器・周辺機器の組合せ法の検討

平成16年度(2004年度)

低排気エミッション化のための燃料設計による新たな合成燃料を用いたディーゼル機関とガス機関の性能調査、プロトン伝導に特化した量子化学計算と分子動力学法シミュレーションの融合(第一原理MD)プログラム作成、多重効用化によるコンパクト型排熱利用吸収冷凍機の高効率化の検討

燃焼生成物の生成過程の化学反応動力学解析、排出微粒子の粒径・数密度測定法の調査、微粒子の動力学解析手法の考案、排気触媒内部のガス流動機構の解析

合成燃料と含酸素燃焼の製造過程の燃料サイクル解析、電磁流体を用いた磁気シールに関する研究とエネルギー変換機器への応用

エンジンシステム・燃料電池・電気モータ系ハイブリッドを想定したLCA評価法の検討

平成17年度(2005年度)

水素ディーゼル機関の燃焼性能と排気性能の究明、最適熱交換要素に即した熱電変換要素の基本設計、燃料電池用プロトン伝導体への分子動力学法シミュレーションの応用、チタン系水素貯蔵合金内の水素挙動の電気化学的測定排出化学種・微粒子の高精度測定法の開発と非正常計測の実施、燃料過程の非正常乱流多次元解析による燃焼生成物の算定、燃料電池触媒内部の流体挙動解析

燃料サイクルを用いた水素製造過程の解析、電磁流体を用いた排熱回収システムの開発、電力制御システムの高効率化・最適制御の検討

エンジンシステム・燃料電池・キャパシタ・電気モータ系ハイブリッドを想定したLCA評価法の検討

平成18年度(2006年度)

合成燃料・含酸素燃料を用いたエンジンシステムの排気性能の限界究明、熱電変換スタックの試作と実証実験、システム最適制御法の開発、プロトン導電性固体電解質を用いる燃料電池の試作と評価、コンパクト型吸収冷凍機内不凝縮性ガス収集器の最適設計

エンジンシステムの超低公害化の限界究明、排気触媒と燃料電池触媒の最適化解析、超微粒子の時空間構造の光学的計測手法の確立

バイオマスによる燃料合成のCO₂解析、ハイブリッド化のための電圧バランス回路等、周辺回路の検討

エンジンシステム・燃料電池・キャパシタ・電気モータ系、さらに排熱利用空調機システムを含むハイブリッドシステムのLCA評価法の検討

平成19年度(2007年度)

最終年度は研究成果のまとめと、特に エネルギー変換機器の最適化LCA評価研究を重点的に行う。

燃料電池正極、負極電極特性の解析と電極特性の向上、プロトン伝導材料の設計と総括、高耐久性・軽量型水素貯蔵材料の実用化開発

エネルギー変換機器から排出する有害成分の環境影響調査

ハイブリッドシステムにおけるキャパシタ特性評価

エンジンシステム用燃料と水素の製造過程における燃料サイクルの総合評価を行い、最終的にエンジンシステム・燃料電池・キャパシタ・電気モータ系、さらに熱電変換と熱輸送技術を含む排熱利用空調機システムを包含する全ハイブリッドシステムのLCA評価を行う

当初の研究計画に対する進捗状況

研究センター設置当初の研究目的に沿って、実施計画は着実に進展しているか、研究経過・進展状況を、各年度ごとに

記入してください。また、今後実施する研究計画及び将来の課題とその解決策についても記入してください。

初年度は主に学内研究者がそれぞれの専門領域の研究内容で、本センターの研究内容に関連する研究分担テーマへの展開を行った。ここでは研究内容の と が進捗した。

2年度目は、1年目と同様に研究内容 と については順調に研究が進行しており、 の電磁流体研究も順調に実施できた。やはり、キャパシタ分野の研究が遅延しており、2年目終了時に研究メンバーの変更を行った。また のLCA研究の導入研究として、天然ガス改質による水素製造時の燃料電池適用と水素エンジン適用(水素直噴火花点火機関、予混合圧縮着火機関、水素ディーゼル機関)の総合効率の算定調査を行った。

3年目は研究内容 ~ のキャパシタ分野以外は概ね予定どおりに実施できている。 のキャパシタ分野の研究は新たな研究者により研究を加速中である。さらに3年度目から新たに追加参加した微粒子の研究者により、この研究分野が充実し、多数の技術セミナーを開催し、また微粒子の健康影響に関する研究成果も公表できている。また のエンジン・燃料電池・電気モータ系の最適化LCA評価研究は、部分的な調査に終わっており、当初の目標までは達成できていない。さらに、特記事項として下記をあげる。

- (1) 当初に研究内容として掲げた ~ の研究内容以外に下記のような、本研究プロジェクトで整備している大型研究装置関連の産学協同研究が正式に2年目から開始している。一つは「ガスエンジンコージェネレーションシステムのランキンサイクルコンバインドによる高効率化研究」であり、2つ目は次世代型のエネルギー変換システムとしてパイロットプラントとして研究センター屋上に設置している「ソーラーCO₂ランキンシステムの実用化研究」である。
- (2) 研究センターの大型研究施設である「ガスエンジンコージェネレーションシステム」の年間稼働実績に対する総合熱効率解析、エクセルギー解析に関するシステム解析研究を、機械工学専攻の5人の共同研究体制で実施し、建物内の熱電供給におけるその規模と熱電比に対するコージェネレーションの評価を行った。
- (3) 初年度は各研究者の専門分野の個別的な研究実施の展開であったが、次第に学内の研究者間の境界領域の共同研究の体制が整い、一部はすでに連携した共同研究を実施している。

当初研究計画の実施状況

主な論文・著書等の発表状況

論文名、主著者名、学協会誌名、巻、号、最初と最後の頁、発表年月（西暦）の各項目について、代表的なものを5編以内で記入してください。

-->別紙3「エネルギー変換研究センター 主な論文-学会・会議における発表状況」参照

学会・会議における発表状況

国内外の学会・会議での研究成果の公表状況について、発表者名、発表標題、学会・会議名、発表年月日、開催地の各項目を記入してください。

-->別紙3「エネルギー変換研究センター 主な論文-学会・会議における発表状況」参照

研究会・講演会等の開催状況

研究会・講演会等による研究成果の公開状況について、開催時期、開催場所、名称、参加人数、主な招待講演者等の各項目を記入してください。

-->別紙3「エネルギー変換研究センター 主な論文-学会・会議における発表状況」参照

当初研究計画の実施状況							
研究費の内訳							(単位:千円)
項目	費目・名称	2003年度	2004年度	2005年度	2006年度	2007年度	合計
学内研究資金	客員フェロー人件費	0	0	0	0	0	0
主な使途内訳	印刷製本費	56	1,472	1,513	1,513	1,513	6,067
	旅費交通費	2,541	4,876	5,552	5,552	5,552	24,073
	謝礼	233	479	674	674	674	2,734
	機器備品費	3,128	4,825	3,077	3,077	3,077	17,184
		74,042	68,348	89,184	89,184	89,184	409,942
学内資金	小計	80,000	80,000	100,000	100,000	100,000	460,000
学外研究資金	科学研究費補助金	3,500	2,030	7,070			12,600
主な受入資金	奨学寄付金	2003～2005 合計		2,312			2,312
研究資金	合計	83,500	82,030	109,382	100,000	100,000	474,912
執行の妥当性 研究費は効率的・効果的に使用されているか、重点化を行った場合はその根拠、研究者間の配分の適切性などについて記入してください。 本研究センターで実施している学術フロンティア共同研究プロジェクトの開始時に、学内の全メンバー（その当時の）が本センターでの研究実施のための初期の研究装置等の整備に関して議論し、適正な研究費の配分を行った。その後も、毎年4回の運営委員会を学内の研究者で開催し、各年度の第一回の運営委員会において、学術フロンティア研究の経常経費の配分を決定している。さらにこれまでの各研究分野ごとの装置経費、人件費、その他経費の積算額もデータとして共有しており、お互いがチェックできる管理体制を構築している。							
教育・研究への貢献状況							
同志社大学の教育活動との関連性 研究センターの研究成果について、本学の教育活動へ還元された事項、あるいは、今後貢献が期待される事項があれば、記入してください。（例えば、教育課程の多様化、豊富化への寄与、あるいは、展開の可能性など。） 本研究センターでは広範囲なエネルギー変換機器の高効率化と低エミッション化の総合的・体系的な研究を行っており、その成果は多数の工学部学生、工学研究科大学院生へ、各教員の研究室で研究活動や教育科目を通して波及している。							
同志社大学の研究活動との関連性 研究センターの研究成果について、本学の研究活動へ活用された事項、あるいは、今後貢献が期待される事項があれば、記入してください。（例えば、研究領域の多様化、豊富化への寄与、あるいは、創出の可能性など。） 本学の京田辺キャンパスの各種の省エネ活動に対しても、本学の「省エネ推進委員会」や「同・技術小委員会」に本センター所属の教員を派遣するなど、本学自体の省エネへの貢献も大きい。 さらに、京田辺キャンパスで2005年度から実施されている「現代GP：けいはんな知的特区の活性化デザインの提案」においても、その具体的な実施対象である京田辺北地区の住宅開発区域のエコタウン開発についても本センターが全面的にバックアップして各種の省エネ施策の提案を行っている。							

専門的及び社会的な評価
<p>関連する学会等での研究センターに対する評価</p> <p>関連する学会を列挙し、これらの学会が研究センターの研究活動に対してどのような評価を行っているのかを記入してください。また、産官学連携の視点からの評価があればあわせて記入してください。</p> <p>日本エネルギー学会、日本機械学会、自動車技術会などへ、本研究センターの活動報告の講演や、紹介記事などを掲載しており、関連学会からの本研究センターへの関心は非常に多いと考えられる。また毎年、外部からの学会関係者、研究会関係者などの訪問・見学者が多い。</p> <p>やはり、上述のように、本研究センターは下記の点で私立大学として卓越した研究拠点であると考え。</p> <p>(1) エネルギー関連研究者が一同に介して総合的な研究を実施している。また学内研究者にはそれぞれの分野で著名な研究者が多い (2) エネルギー変換研究センターの建物自体が大きな実験装置であり、コージェネレーションの高効率化などの今後のエネルギー利用面の重要な研究拠点である</p>
<p>学内外に与えたインパクト並びに社会的な評価</p> <p>学内外にどのようなインパクトを与えたか、また、社会的評価として、新聞、雑誌、TVニュース等に取り上げられたことがあれば、当該記事の切り抜きの添付又は報道内容の概要を記入してください。</p> <p>エネルギー変換研究センター(光喜館)が竣工した2004年4月に、9紙の新聞に紹介記事が掲載された。その詳細は2003年度研究成果報告書に掲載したとおりである。</p> <p>また、各研究者が当該の研究分野で大きな成果をあげており、関連の学会からも注目を集めている。</p>
新たな学問領域等の創出
<p>研究活動による新たな学術的知見の創出</p> <p>これまでの研究活動により、獨創性・新規性を格段に発展させる研究成果の創出の可能性、あるいは学問的及び学術的な新たな知見の創出について記入してください。</p> <p>当初に取り上げた研究内容以外に、下記の内容あるいは取り組みの新たな展開が想定される。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新たな燃料改質技術(気液平衡とリカストリ) ・天然ガス改質水素による直噴ディーゼル機関の検討 ・ 中温域PEFC燃料電池の開発 ・電磁流体を用いたエネルギー貯蔵 ・ ソーラーCO₂ランキン発電のパイロットプラントの稼働 ・ エンジン排気微粒子のキャラクタリゼーションと健康影響の評価 ・ コージェネレーションシステムの新規熱電変換による高効率化研究
<p>研究成果の活用の見通し及び副次的効果</p> <p>これまでの研究活動により、新たな研究領域や新たな学会組織の創出の可能性あるいは当該研究分野及び関連研究分野への影響力・貢献度について記入してください。</p> <p>上記の「研究活動による新たな学術的知見の創出」と同様</p>