

## 三重大学COEプロジェクト研究報告書

- 区 分
- 世界に誇れる世界トップレベルの研究拠点 (旧名称COE-A)
  - 学部として育てたい国内トップレベルの研究 (旧名称COE-B)

研究題目  
未来エネルギー・コミュニティの成立工学  
～自然由来資源活用の自立分散発電システム社会に向けて～

研究代表者 石田 宗秋 (工学部教授)

### 研究の目的等

#### ① 目的

地球温暖化防止は孤立炭素系であるべき化石燃料からの炭素系排出ガス量を循環炭素系の循環量内に制限する以外に実現できない。すなわち、化石燃料資源から自然由来資源へのパラダイムシフトが必須であることから、自然由来資源を未来エネルギーとして活用しようとする多くの研究・技術開発が三重大学においてはもちろん、三重県内の企業においても推進されており、着々と成果が上がりつつある。しかしながら、これらの成果は個々の要素的な、いわば「点」として顕著なものであり、これらを実際の社会において受け入れられるためには、これら点在する研究・技術開発拠点を大学内研究室間、企業同士間だけでなく両者間、すなわち産学連携の「線」として結びつけて技術開発ベクトルを明確化させて効果的な効率化を進めるとともに、技術成果を実社会で受容されるためのコスト、安全・安心・信頼等の社会的要件を構築・担保するための民官連携を基盤とした包括的な「面」としての立体的アプローチが大前提になる。

三重大学には自然由来資源や水素を代替未来エネルギー源として活用しようとする多くの秀でた研究がある。例えば、風力/太陽光/バイオマス(木質、畜糞、食品残さ)発電、燃料電池、二次電池、水素製造/システム、CO<sub>2</sub>再生、資源循環、LCA、省エネ技術、品質診断等々の研究開発である。一方、三重県北勢地域には石油化学、機械、電気、輸送、半導体、食品、等のエネルギー関連産業が集積し、技術開発拠点を呈している。三重県は四日市コンビナートの再生を目指して「燃料電池/水素推進技術を核とした産官学連携ものづくり特区」事業により副生水素やLNG冷熱を活用した燃料電池/水素推進を図り、実証試験事業を展開している。また、新エネルギービジョンを策定して導入を図ると共に、温暖化防止のための三重モデルを提唱して県民と一体となった取り組みに努力している。

図は、本プロジェクトのねらいである「点→線→面」への推移コンセプトを示す。本プロジェクトは、上記の要素技術の進展を図りつつ、これらを「点→線→面」へ展開させる、すなわち、化石燃料への依存度を徐々に低めながら自然由来の循環系エネルギー(これを「未来エネルギー」と称する)への移行を具体的な生活コミュニティにおいて実証的に成立させる工学、「未来エネルギー・コミュニティ成立工学」を構築することを最終目標とする。本研究プロジェクトはサブプロジェクト(グループ)で分担推進する。実施期間内の具体的な目的は、以下の通りである。

- ・ 近未来エネルギー水素の利用技術である固体高分子形燃料電池 (PEFC) の内部現象メカニズムの解明 (以下「PEFC 研究」), 環境浄化・エネルギー生産同時実現技術である光触媒による CO<sub>2</sub> の改質・燃料化技術開発 (以下「光触媒研究」), ならびに各種発電技術の環境影響評価 (ライフサイクルアセスメント : LCA) (以下「LCA 研究」) を行い, 環境に調和したクリーンエネルギーを利活用した未来エネルギー・コミュニティの成立につながる各要素技術の知見集積を研究目的とする。
- ・ 再生可能エネルギーとして風力発電とバイオマスガス化発電の高効率化と出力安定化に関する研究を行う。
- ・ 燃料電池内に生じる凝縮液滴によって起こる電解質膜の劣化対策には、凝縮液滴の形成状況の予測とそれらを速やかに排出するための流路設計ならびに流動制御が必要である。そのためには簡略化されたモデルを用いない忠実な数値シミュレーションが不可欠である。本研究では燃料電池内の凝縮現象を高精度に予測するための数値シミュレーション技術を開発する。
- ・ 新エネルギー (風力, 太陽光, 燃料電池) を核とする多種多様な発電特性への柔軟制御を確立, 経時変化のある電力需要対応制御の構築, 総合管理技術による自立システムの開発などを行う。
- ・ 21 世紀の電池研究を現状電池、将来電池、未来電池と三つの開発時間帯にわけ、それぞれが解決すべき問題点を想定し、その解決を目的としてテーマを設定した。対象とした主なテーマは、1. 安全性を実現した全固体ポリマーリチウム二次電池の開発、2. 大容量が期待できるリチウム空気二次電池開発、3. 低温作動に向けた SOFC (固体酸化物燃料電池) の新規電極開発、である。
- ・ 近年、再生可能エネルギーを利用した低炭素社会の重要性が指摘されてきている。従って、水素をエネルギー媒体とする低炭素社会の実現には、自然な条件下における持続可能な水素生成法の確立が急務である。水素ガスは、水から製造することが想定されている。長期的にはコスト等の観点からも実現可能であると思われるが、短期的にはその他の水素源、化石燃料やバイオマスからの水素生成が現実的であると考えられている。しかし、化石燃料やバイオマスから水素を生成すると、副生成物として CO や CO<sub>2</sub> も発生するので、発生した CO<sub>2</sub> の処理法も併せて開発することが切望されている。
- ・ 発電などの回転機械設備の安全・安心のために、設備診断に関する最新理論・技術・手法について研究し、現場の実用的な技術として診断装置システムの構築法を確立することを目的とする。
- ・ 電力統計より、世界の電力需要は決して下がることはなく、発電機・変圧器など電力機器の高効率化が強く望まれている。例えば、電力機器の容積に対して電気容量が高いほど効率が上がる。そのためには高電圧化・大電流化にせざるを得ない。従って、放熱性、耐熱性、電界緩和材など用途に応じた複合体材料の開発と次世代耐熱性材料の開発が強く望まれている。本研究の目的は、電力高効率化材料の開発である。

- ・ 1. 新エネルギー分野での地域に根ざした産学官連携を活性化させることを目的として、都市エリア産学官連携促進事業や四日市フロントを通して、人や情報の交流の場をつくり、本 COE プロジェクトと地域の研究交流を図る。2. これまで照明には電球や蛍光灯が主に用いられてきたが、LED の発光効率の改善と共に普及率が向上すると、LED 照明は従来の照明器具に比べ、大きな省エネ効果が期待できる。本研究では、LED 照明応用に向けた配光制御光学素子や高透過率光拡散素子の開発と LED の特長を生かした新しい照明の利用方法に関する研究を行う。

## ② 特色

### [全体的事項]

1. 「点→線」に結集した学内研究組織：

工学研究科システム工学専攻である機械工学の環境／エネルギー、電気電子工学の電機／制御システム、建築学の災害プロジェクト、および材料科学専攻である分子素材化学のエネルギー変換化学分野、ならびに生物資源研究科のエネルギー利用工学とシステム設計学の各分野から幅広く研究者が結集し、「点→線」への研究組織となって効率的・効果的な研究推進ができる。

2. 地元企業との産学共同研究を核とした「点→線」への研究推進：

地元企業同士の協同研究および大学との産学共同研究により応用的・実用的な「点→線」への研究開発展開が組織的に可能になる。この産学連携は三重県「燃料電池・水素推進に関する F S 事業」等に参画する地元密着企業（中部電力，三菱化学，コスモ石油，日本酸素，神戸製鋼，富士電機，日立造船，価値総研，等）と三重大学との共同研究が核となって推進される。

3. 外部大型プロジェクトとの連携による研究推進：

本プロジェクトを実質的に推進し、当初の目的を達成するためには NEDO 技術開発機構、科学技術振興機構、文科省・経産省・農水省・三重県等の公募型大型プロジェクト事業委託を得て実績を積むことも不可欠な要素であることから、積極的に応募する姿勢で臨んでいる。NEDO・固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発事業、文科省・科学技術振興調整費／都市エリア産学官連携促進事業、等の採択が実現し、経産省・地域再生コンソーシアム等への応募を検討している。また、工学部社会連携推進室を設置して企業等との共同研究を含め外部プロジェクトとの連携推進を行っている。

### [個別事項]

1. 「PEFC 研究」は、これまで発電時の水管理や新材料の製作・評価に偏りがちであった従来研究と一線を画し、PEFC 内部で連成する現象の支配因子となるのが物質（ガス，水）と熱移動であると看破し、それら移動現象のメカニズムを解明することで、本質的な現象把握，および長寿命・高発電効率となる製品設計・運転方法を提案しようというのが大きな特色である。「光触媒研究」は、従来研究では基礎化学視点に終始

- し、かつ生成燃料濃度が非常に低レベルであった光触媒による CO<sub>2</sub> の改質・燃料化技術を、CO<sub>2</sub> 改質・燃料化→燃焼器等でのエネルギー利用→発生した CO<sub>2</sub> を再び改質という閉鎖系として、かつ太陽光を利用した CO<sub>2</sub> 循環量を増加させない炭素系としてシステム化すべく、高改質性能化およびシステム提案・評価を目指した画期的な取り組みである。「LCA 研究」は、従来発電技術と再生可能エネルギー利用発電技術について環境影響評価を行った多角的・先進的研究であるというのが特色である。
2. 付帯施設農場に設置してある 100kW 級風力タービンやバイオマスガス化発電装置などの実スケールでの装置を用いて実証研究を行うことを特色とする。また、三重県の地域性を生かし、バイオマス発電機と風力発電機を軸とし、フライホイール電力貯蔵システムを併用した、複合型マイクログリッドシステムを提案している。
  3. 「燃料電池高精度シミュレーション」については、近年、Cahn-Hilliard 方程式(CH 方程式)に基づく Phase-Field 法を用いた二相流計算が始められている。この手法は統計熱力学的なアルゴリズムに基づいて界面が自立形成することを利用し、複雑な界面現象や、相変化に柔軟に対応できる可能性を持つ。しかしながら相変化を伴う気液二相流問題に対して CH 方程式を用いた場合の定式化や実施例はない。本研究では、CH 方程式に基づく Phase-Field 法に温度回復を導入した解析手法を提案し、独自の安定な数値解析スキームを創出する。
  4. 電池開発の将来動向を、(第一世代) 現状電池の改善、(第二世代) 将来電池、(第三世代) 未来電池に分類し、それぞれ、安全性の観点、コスト・特性の観点、革新性の観点からテーマを設置し研究を行っている。例えば、第一世代では、車載用としてコスト 1/2 が最大の課題であることから、安全で安価な電極材料の開発、第二世代では、電池の大型化(現状の 1.5 倍のエネルギー密度(150Wh/kg))、ユビキタス時代に対応した薄膜電池が主体となるとの判断から固体電解質(硫化物、導電性ポリマー)の材料研究、新しい高性能電池材料の開発、第三世代では、電池の大型化(内燃機関と同等のエネルギー密度(700Wh/kg))の電池の開発、多様な場面に対応できる積層マイクロ電池が主体となるとの判断から、Li/空気電池および Li/S 電池、薄膜積層電池を扱うなど、未来を見据えた研究となっている。
  5. CO<sub>2</sub> 還元・H<sub>2</sub> 製造技術に関しては、これまでにない反応媒体や反応材料を用いることを特徴としている。具体的に CO<sub>2</sub> 還元技術の開発では、電気化学的還元や光電気化学的還元手法においてほとんど利用されていない低温メタノール溶媒を用いて、CO<sub>2</sub> 還元システムの実用化を目指している。一方、H<sub>2</sub> 製造技術では、酸化チタンナノチューブや三成分系ナノコンポジット光触媒を作製し、水素生成に応用している。
  6. 診断システムに関しては、三重大学に我が国の大学の中で種類が最も多く、性能が最も優れている低・中・高速回転機械診断用の実験システムを有し、長年企業との共同研究により多くの現場データや実際の診断資料を蓄積して、企業との共同研究により多くの実用的な診断装置システムを開発している。
  7. 5年間の電力高効率化材料の開発において、以下のような特色を有する材料開発を

行った。

・超低抵抗複合体の開発： 固体高分子形燃料電池(PEFC)は、固体電解質、触媒、セパレータを含め複合体である。PEFC における燃料供給、発生電気伝達、発生水排出の全てはセパレータによって行われる。このセパレータの PEFC 内使用環境は強酸性であることから、PEFC の重要部材の一つであるセパレータは樹脂と導電性粒子から成る。このようなことから、PEFC の高効率化には超低抵抗複合体の開発が急務であった。特色は廉価でリサイクル可能な樹脂を用いた研究展開を行ったことである。また三重県プラスチック産業形態を考慮し、PEFC 用セパレータの開発を試みた。

・電力機器の高電圧化・高信頼性をもたらす複合体の開発： 発電機固定子コイルの端部は導体鉄心側からコイルエンド側に向かって 0 電位から印加電圧まで急上昇する。そのため、鉄心端部で電界が集中し、放電が発生する。これを避けるために電界緩和層がコイルエンド部表面に設置されている。種類によって異なるが、タービン発電機の場合、一台の発電機あたりのコイルエンド部が両端で 160～300 近い数になる。この全ての箇所放電に優れた安定した放電抑制能力を要求する材料開発が望まれている。本研究の特色は、パワーエレクトロニクス分野では初めてとなる大学で蓄積された複合体の学術的知見を基礎として、大型発電機用電界緩和部材の開発に成功したことである。

・次世代耐熱性材料の開発： 電力機器に最も使用されているエポキシ樹脂の耐熱限界は、導体表面温度が 155℃以下である。一般に、高効率化により使用される電力機器内電流密度増大に伴い機器内発熱が大きくなってきている。電力機器の稠密化・高効率化・CO2 削減対策のために、エポキシ樹脂の耐熱ランクを越える材料開発が強く望まれている。材料は高い温度で作成したものは、高い耐熱性を一般に有する。本研究の特色は、低い温度で高い耐熱性を有する材料の開発を設定していることであり、シリコン組成物の開発を行っている。

8. 第一に、都市エリア産学官連携促進事業では、次世代ディスプレイ用デバイス実現に必要な不可欠である発光デバイス、電子源、全固体 2 次電池に関する研究を通して、工学研究科内の電子材料に関する研究者の横の連携を強化すると共に、材料開発から装置システム開発までの産学連携の新しいあり方を提案するところに特色がある。第二に、研究室が持っている半導体プロセス技術や光学測定技術、産学連携活動などを通して得られた LED 照明に関するニーズ側の意見などを利用して、LED 照明に必要な光学素子の開発や新しい LED 照明の利用方法の提案ができるところに特色がある。

### ③ 重要性・発展性

[全体的事項]

1. 人類が地球環境と共生しつつ持続的発展を担保するには未来エネルギー・コミュニティを成立させることが必須条件であり、新たな工学体系が創出できる。

2. 未来エネルギー活用を志向した大学内および地元企業の秀でた研究開発成果を点から線へ結びつけ、社会に許容される要件を産官学民連携して面として学術的に進展できる。
3. 未来エネルギー技術が進展し、新たなエネルギー産業が事業化、集積できる。
4. 三重大学の地域圏大学としての社会貢献意義が浮き彫りになる。

[個別事項]

1. 「PEFC 研究」は NEDO のロードマップにも示されている PEFC の開発課題である長寿命、高発電効率の本質的解決を目指した研究で重要性が高い。また、本質をおさえることで、応用研究・開発も容易であり、PEFC 開発・実用化普及への貢献性、発展性は高い。「光触媒研究」は、昨今非常に大きく取り上げられている地球温暖化の原因である CO<sub>2</sub> の削減、再利用化を目的としており、研究課題としての重要性は高い。また、現在はラボスケール研究であるが、実用化されれば、CO<sub>2</sub> 削減に悩む発電プラント、鉄鋼業、化学産業といった各種産業への導入も見込め、発展性が期待される。「LCA 研究」は、エネルギー、環境という一元的議論では解決できない問題を解決する上で必要な多角的視点からの研究であり、また着眼点によっては従来否定もしくは肯定されていた技術に異なる評価を提示することが可能である。こういった点で重要性・発展性が高い。
2. 再生可能エネルギーとしての風力発電やバイオマス発電の研究を遂行することは、地球温暖化などの環境問題のほか国産のエネルギー源としてエネルギー安全保障についてもメリットのある研究内容である。また、エネルギーの枯渇が懸念される中、輸送コストを極力省いた、「エネルギーの地産地消」が地域もしくは国の将来の方針としても非常に重要である。また、地域にはそれぞれ独自の「地産エネルギー」が期待でき、本システムはそのさきがけとなる重要な役割を担っている。
3. 「燃料電池高精度シミュレーション」については、沸騰、凝縮などの相変化を伴う流れは工学的、工業的に多くの分野で扱われてきた。特に、様々な機器の小型化・高性能化に伴い、微小流路内や複雑流路内での相変化を含む流体挙動の高精度な予測が求められている。同時に、これらの流れ場の予測には、相変化や卓越する表面張力の評価を含めた界面挙動を安定して計算するスキームを確立する必要がある。
4. 全固体リチウム二次電池は安全性の観点からも、ユビキタス用の薄膜電池への発展性からも大変重要である。また、Li-空気電池はまだ端緒にすぎたばかりであるが、その高エネルギー密度という魅力は、大きな発展の可能性がある。低温作動にむけた SOFC の電極開発は、分散型電源の発展のために欠くことの出来ない物である。
5. CO<sub>2</sub> 還元及び H<sub>2</sub> 製造技術は、エネルギー問題と密接に関連している。毎年、気候変動枠組み条約締約国会議(温暖化防止会議)が開かれ、CO<sub>2</sub> 排出量の制限に関して議論が交わされており、CO<sub>2</sub> の削減が早急に叫ばれているが、米国が京都議定書の不支持声明を表明するなど、この問題の複雑さが浮き彫りになってきており、本技術のような

環境負荷低減化技術の開発が今後益々重要になってくると思われる

6. 21世紀には「安全・安心で持続可能な経済発展」が国づくりの一番の基本である。しかしながら、21世紀を迎えた現在、原子力発電所や生産プラントなどの重要設備の重大事故やトラブルが頻発し、多大な人的、経済的な被害をもたらされている。また、益々激しい国際経済競争の環境下で各種生産プラントにおいては高品質維持、生産コスト削減が不可欠であり、そのためには高い信頼性を有する設備診断技術は欠くことのできないものである。
7. 電力機器の稠密化・高効率化・CO<sub>2</sub>削減対策に関する材料開発の立場より、重要性については、②の中で既に記述した。ここでは、特に「次世代耐熱性材料の開発」の発展性について簡単に記述する。平成19～21年度において、JST 育成試験「有機-無機ハイブリッド系新規接着剤の開発と鉄道車両への実用化研究」(PL: 中村修平、総額 85,500 千円) がコアとなっている。この育成研究では、低温で作成できかつ耐熱性を有するシリコン組成物開発を中心に据え置き、各種用途開発を念頭に置いている。育成試験では地位企業との連携を考慮し、鉄道車両用接着剤を出口においており、今後は幅広い展開が可能である。例えば、地域企業と平成20年度～平成22年度共同研究「モールド絶縁システムの部分放電特性に関する研究」(予定総額 25,500 千円) において、図1に示す次世代耐熱性材料を電力用各種部材の一つとして更なる展開を予定している。
8. 第一に、都市エリア産学官連携促進事業による学内関係研究者の横の連携強化や産学官連携活動は、本 COE プロジェクトの遂行及び産学官連携活動に良い波及効果を期待できる。第二に、LED 照明は経済産業省資源エネルギー庁がまとめた省エネルギー技術戦略にも取り上げられており、本 COE プロジェクトで LED 照明の研究を行うことは、省エネルギー技術に関する研究として重要である。

#### ④ 学術的・社会的意義など

##### [全体的事項]

##### 1. 学術的意義:

未来エネルギー技術開発は推進されるべきことは当然で、その工学的・工業的意義はきわめて大きいことは言を待たない。しかしながら、その技術成果を実際の社会に受け入れられる製品や事業でなければ社会的意義はきわめて小さいものになる。

本プロジェクトは「未来エネルギー」という一見不明確な定義を「化石燃料から自然由来資源のものへの移行プロセス」と認識し、「移行」には「実際のコミュニティー社会に受け入れられ根付くための要件を検証して学問的に体系化した指標」によって移行難易度を定量評価することを実証することを目的としている。新技術の社会受容性要件はコスト、システム融合性、安全・安心・信頼性、環境性、事業市場性、産業波及効果性、等の総合指標によるであろう。「未来エネルギー・コミュニティーの成立工学」の名称の所以がここにあり、この学術的意義は大きい。

## 2. 社会的意義：

本プロジェクトは環境との共生の中での持続的発展の源となる未来エネルギー技術を進展させ、システム化させるとともに、実際のコミュニティー社会に定着させる社会的要件を明確にすることであり、環境との共生の中で持続的発展の源となる未来エネルギー社会の実現に近づく社会的意義はきわめて大きいと言えよう。

### [個別事項]

1. 「PEFC 研究」は②、③で記したように、学術的な独自性・新規性が高く、また課題解決後には PEFC を社会に大きく普及することが可能であり、環境に調和したクリーンエネルギー利活用未来エネルギー・コミュニティーの成立に貢献すると考えている。「光触媒研究」も、②、③で記したように、学術的な独自性・新規性が高く、また実用化レベルに達した暁には地球温暖化問題、エネルギー資源枯渇問題の同時解決を実現することになり、社会貢献度は極めて高い。「LCA 研究」は、学術的には従来発電技術に関してこれまでにいくつか評価事例はあるものの、再生可能エネルギー利用発電技術については評価事例が少なく、またいずれの発電技術の環境影響評価についても、未だ統一の見解は得られていないため、学術的意義は十分にある。加えて、昨今の環境問題、エネルギー問題解決方法を考える際に、発電技術、特に再生可能エネルギー利用発電技術の担う役割は極めて重要であるため、研究の社会的意義も非常に大きい。
2. 再生可能エネルギーの利用についてはエネルギー変換効率が経済性向上のネックとなっており、風力タービンやバイオマスガス化発電装置の効率向上に関する研究は学術的価値が高い。また、フライホイールのみによる電力脈動の補償は各方面で提案されているが、バイオマス発電機と組み合わせることで、フライホイール容量を削減できることに言及した例は過去になく、学術的意義は大きい。
3. 「燃料電池高精度シミュレーション」については、相変化問題における最大の課題は、気液二相間に存在する密度差による数値不安定である。特に高密度比の場合、相変化時に極めて大きな湧き出しが発生することから、相変化現象を再現することに成功した例はほとんどない。安定化した計算手法の開発は相変化現象を利用した高効率な伝熱制御技術の開発へ貢献を可能にする。
4. 21 世紀のエネルギー予想では、再生可能なエネルギーにあまり期待できない、化石燃料が主体、特に石炭の利用がさらに進むと思われることから、それらから得られる電気をためて有効利用することが大変重要となる。高性能電池開発への期待がますます高まると考えられる。
5. CO<sub>2</sub> 還元及び H<sub>2</sub> 製造技術に関しては、メタノール-Rectisol 法による工業プラントは、-10°C から-30°C の低温で運転されているため、メタノール溶媒を用いた低温下における光・電気化学的還元システムが、そのままプラントに応用することができる。本還元セル系は、本研究計画の完了によって、実用化にほぼ近い段階に達すると思われる。将来的に、フランス GESEC R&D 社により本還元セルを応用したミニプラント



を試作する計画になっており、本システムの実用化はかなり近いと予想される。本関連研究は国内外で全く見あたらず、独創的、先駆的研究であると思われ、将来的に工業・産業の分野で多大に寄与すると思われる。

6. 診断システムに関しては、第一は生産プラントの安全・安心に資すること、第二は設備保全コストの削減により産業の競争力を高めること、第三は設備の正常状態の維持により電気エネルギーの浪費を防ぐことである。

7. 第一に、三重大学の研究者と地域の産業界の人々の交流の場を作ることが期待できるだけでなく、三重大学における発光デバイス、電子源、全固体2次電池に関する基礎研究からディスプレイ応用に向けた商品プロトタイプの作製が可能となる。第二に、LEDは点光源で可視発光が可能なデバイスである特長を生かし、電球や蛍光灯に代わる新しい照明器具の実現が期待できる。

研究の進捗状況等

本研究プロジェクトは下記のサブプロジェクトで分担推進し、ポスドク・院生および企業技術者あるいは自治体・一般市民等が適宜参画する。

氏名	所属部局 職名	現在の専門 学位	役割分担
◎：プロジェクトリーダー    ○：グループリーダー			
<b>ライフサイクルアセスメントG</b>			
加藤征三 (H16～H18 プロジェクトリーダー)	工学研究科 特任教授	機械工学 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LCA-ID 整備と評価アルゴリズム構築</li> <li>・(SOFC+GT/SE)カスケード方式による発電効率向上化と最適設計法確立</li> <li>・磁気冷凍による水素液化技術開発</li> <li>・酸性水からの水素製造技術の実用化</li> </ul>
○ 丸山直樹	工学研究科 准教授	機械工学 工学博士	
西村顕	工学研究科 助教	機械工学 工学博士	
<b>風力発電G</b>			
○ 前田太佳 夫	工学研究科 教授	機械工学 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・風変動に依存しない新風車開発</li> <li>・バイオマスガス化発電の実用化</li> </ul>
鎌田泰成	工学研究科 准教授	機械工学 工学博士	
<b>高精度シミュレーションG</b>			
辻本公一	工学研究科 准教授	機械工学 工学博士	・燃料電池内発電メカニズムの解明
<b>省エネルギー電力変換G</b>			
◎ 石田 宗秋	工学研究科 教授	電気電子工学 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・多種多様な発電特性への柔軟制御の確立</li> <li>・経時変化のある電力需要対応制御の構築</li> <li>・総合管理技術による自立システムの開発</li> </ul>
山村 直紀	工学研究科 准教授	電気電子工学 工学博士	
<b>二次電池G</b>			
○ 武田 保雄	工学研究科 教授	分子素材工学 理学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・SOFC の中低温化技術の FS</li> <li>・高信頼性リチウム二次電池の開発</li> </ul>
今西誠之	工学研究科 准教授	分子素材工学 工学博士	
平野 敦	工学研究科 助教	分子素材工学 工学博士	
<b>H2 生成・CO2 還元技術G</b>			
金子 聡	工学研究科 准教授	分子素材工学 工学博士	<ul style="list-style-type: none"> <li>・光触媒等による CO2 の燃料種への改質技術の実用化（炭酸ガスの有効利用）</li> </ul>
勝又英之	工学研究科 助教	分子素材工学 理学博士	
<b>診断システムG</b>			
○ 陳山 鵬	生物資源研 究科/教授	環境情報システム 工学・農学博士	・安全/安心/信頼性の遠隔診断システムの技術開発
<b>災害対応システムG</b>			
○ 川口 淳	工学研究科 助教授	建築学 工学博士	・モデルコミュニティの自立的災害対応システムの技術構築

電気電子材料 G			
○ 中村修平	工学研究科 教授	電気電子工学 工学博士	・成果からのシーズ抽出と PDCA 活用 (三重県・四日市市・NEDO 等との対応) ・電力高効率化材料の開発
省エネルギー照明 G			
○ 平松 和政	工学研究科 教授	電気電子工学 工学博士	・成果からのシーズ抽出と PDCA 活用 (都市エリア産官学連携事業との対応)
元垣内敦司	工学研究科 助教	電気電子工学 工学博士	・高効率 LED 照明利用技術

① 当初目的に対する成果

各グループの成果は下記のようなものであるが、各研究課題は当初目的に対して着実に成果を挙げている。

<加藤・丸山・西村>

「PEFC 研究」では、PEFC 内部の発電時の温度分布をサーモグラフィーで in situ 計測する手法を確立し、運転条件と温度分布、PEFC セル流出入ガスのマスバランスならびに発電特性の因果関係を明らかにした。特にガス流量やガス湿度が温度分布や発電特性に与える影響を定量的に明らかにしたのが大きな成果である。また、PEFC 内部の熱・物質・電荷移動連成現象をモデル化し、CFD 手法で数値解析を行うことで、上記連成現象の支配因子および各種物理量の分布生成因子の特定に成功した。これらの成果について、投稿論文、国際会議、国内会議等で発表している。これは、当初目的を大幅に上回る成果である。

「光触媒研究」では、既往研究に対して約 10～1000 倍の生成燃料濃度を達成し、大幅な性能向上を達成した。また、CO<sub>2</sub> 改質器だけでなく、その後流に気体分離膜を設け、生成燃料を分離・濃縮する技術を考案、実証実験を行うことで、閉鎖系炭素循環システムを構築した。加えて、CO<sub>2</sub> 改質性能の更なる向上を目指し、気体分離膜に TiO<sub>2</sub> 膜をコーティングしたメンブランリアクターを新規考案し、そのコーティング方法やシステム化に向けた運転条件検証に取り組んだ。これらの成果について、投稿論文、国際会議、国内会議等で発表すると共に、科研費も獲得した。これは、当初目的を大幅に上回る成果である。

「LCA 研究」では、従来発電技術として火力発電、原子力発電、水力発電を、再生可能エネルギー利用発電技術として風力発電や太陽光発電について、それぞれ環境影響評価を行い、その結果について性能比較すると共に、各種発電技術の環境性能向上のための改善策の提案を行った。これらの成果について、投稿論文、国際会議、国内会議等で発表している。これは、当初目的を大幅に上回る成果である。

<前田・鎌田>

風力発電については様々な内容の研究を行い、十分な成果が挙げられてきた。バイマスガス化発電については小型ガス化炉の設計が終わり燃焼実験を開始した。今後、

高性能化について研究を進める。また、風車による水素発生の可能性について調べるため、実際に 100kW 風力発電装置を用いて、水電解による水素発生の実験を行った。

#### <辻本>

燃料電池内の凝縮現象の高精度予測と制御のため、気相-液相間の相変化問題に関する数値スキームの開発を行った。界面追跡法として統計熱力学的なアルゴリズムに基づく Cahn-Hilliard 方程式に基づく Phase-Field 法を採用し、相変化モデルの一つである温度回復法を導入した新しい数値スキームを提案した。解析解のある一次元蒸発問題、実地的な沸騰・凝縮現象問題について計算し、提案するスキームの妥当性ならびに有効性を明らかにした。

#### <石田・山村>

当初目的の新エネルギー(風力, 太陽光, 燃料電池)を核とする多種多様な発電特性への柔軟制御の確立, 経時変化のある電力需要対応制御の構築については高応答の電力脈動補償システムを備えたマイクログリッドを構築することができ, 達成されたといえる。しかし, 総合管理技術による自立システムの開発については現在は単独運転などの実験は行うことができておらず, 達成されているとは言い難い。

#### <武田・今西・平野>

室温作動の全固体ポリマーリチウム二次電池が開発できたこと、Li-空気二次電池の Li 極の開発が出来たこと、SOFC の低温作動用電極としてナノ粒子を複合化する方法を開発して高性能 SOFC を作り得たこと等である。

#### <金子・勝又>

CO<sub>2</sub>還元技術の開発では、これまでメタノール溶媒中の CO<sub>2</sub>の電気化学的還元を行ってきたが、光電気化学的還元法に発展させ、p 型の半導体電極 (p-GaAs, p-InP) を用いて光電気化学的還元法により CO<sub>2</sub>の還元・固定化を行った。さらに、半導体電極表面に金属を修飾することにより、還元効率の向上を図った。一方、高圧下における CO<sub>2</sub>の電解還元にも取り組み、実用化に近いシステムの構築を目指した。また、銅粒子を懸濁させたメタノール溶媒中における CO<sub>2</sub>の電気化学的還元系を検討し、このユニークな還元系における還元特性を調べた。

H<sub>2</sub>製造技術の開発では、酸化チタンナノチューブの作製方法を検討すると共に、酸化チタン粉末に白金、酸化銅、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化珪素、酸化スズなどを表面に修飾し、水素生成活性の向上を行った。特に、酸化アルミニウム/酸化銅/酸化チタンの三成分系のナノコンポジット光触媒を作製し、その光触媒が水素生成に有効であることが分かった。

#### <陳山>

安全・安心で持続可能な発電システムのために、発電設備安全工学に関する基礎・応用研究を行っている。今年度には、発電設備の状態監視・異常診断にも応用できる次世代知能型設備診断装置システムおよびポンプ総合性能・異常診断装置システムを開発し、今後現場での実用化を目指している。当初目的を着実に達成している。

### <中村>

研究目的等「②特色」で記述した3つの項目について成果を整理する。以下の内容は下記「研究に関連して交付を受けた研究費」と重複するが、それらとの対応が明確になる。

#### 「超低抵抗複合体の開発」

これについては、受託研究・(財)三重県産業支援センター・地域研究開発促進拠点支援事業「耐熱性と機能性を有する新規有機-無機ナノハイブリッド材料の研究開発」(平成16年度:3,100千円)、科研費基盤研究(C)「PEFC用エラストック複合体の超低抵抗化機構の解明と耐久性の基礎的研究」(平成17~18年度:3,300千円)及び受託研究・NEDO・固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発事業「樹脂セパレータの親水処理によるセル劣化対策に関する研究」(平成17~19年度:7,792千円)と外部資金を獲得している。樹脂と導電性粒子から成る複合体の超低抵抗化とPEFC生成水の排水機能に対する材料設計指針を示した。

#### 「電力機器の高電圧化・高信頼性をもたらす複合体の開発」

大学が有する学術的知見を活かすために、企業在籍社会人博士を勧誘し、産学連携を推進した。本研究は高電圧化を実現する一つの要素であるコイルエンド部の放電抑制に関連する。本研究内容は、基礎実験を元に、実製品に使用する電界緩和部材を作製し、実製品と同等のモデルコイルで最終製品の特性を把握し、優れた電気部材を開発し、基礎実験から実製品までを一つの研究として構成した。この技術は米国ネブラスカ向け発電機、アジア向け26kVおよび27kVのタービン発電機に適用され、平成18年(株)東芝・京浜事業所・所長・「業績賞」、平成19年(株)東芝・電力システム社・社長・「業績書・努力賞」並びに平成20年電気学会「論文賞」を受賞した。

この研究の延長として地域企業と共同研究「モールド絶縁システムの部分放電特性に関する研究」(平成20~22年度:予定総計25,500千円(平成20年度:5,500千円))を進めている。

#### 「次世代耐熱性材料の開発」

この研究については、受託研究・NEDO開発事業費補助事業「ハイブリッド材料による次世代耐熱弾性材料の実用化研究」(平成18年度:総額97,118千円内三重大学13,700千円)及び受託研究・JST地域イノベーション創出総合支援事業・育成研究「有機-無機ハイブリッド系新規接着剤の開発と鉄道車両への実用化研究」(平成19~21年度:85,000千円)を獲得しながら進めた。図1に示すように、学による基礎特許を中心として、産学連携による実用化特許を視点として進めている。

### <平松・元垣内>

1. 都市エリア産学官連携促進事業を通して、県内のディスプレイ関係企業との共同研究を通して、発光デバイス、電子源、全固体2次電池に関する商品プロトタイプ試作を行った。また、三重大学の研究者と地域の産業界の人々の交流の場を作り、研究交流を図った。各研究の共通目標として、「企業の実用化意欲をかきたてる商品プロトタ

イブ試作」を掲げたこと、産学官共同研究事業のマネジメント手法の確立等持続的な連携基盤の構築を図ったことに関して高い評価を得て、文部科学省による事後評価では目標達成度で3.6点（4.0点満点）を得た。

2. LED は点光源であるという特長があるため、LED を拡散光源として利用するためには、配光制御が必要である。そのため、電子線リソグラフィ技術を用いて光学フィルム上に回折レンズ構造を作製し、LED の配光制御が可能であることを確かめた。また、和紙や渋紙の可視光に対する光学的特性を明らかにし、三重県の伝統工芸品である伊勢形紙と LED を用いた灯り商品の試作を行った。

## ② 研究活動から得られた新たな学術的知見

### <加藤・丸山・西村>

「PEFC 研究」については、従来よりも高精度に PEFC 内部の発電時の温度分布をサーモグラフィで in situ 計測する手法を確立すると共に、各種運転条件の温度分布データと PEFC セル流出入ガスのマスバランスならびに発電特性の因果関係を明らかにしたのが、新たな学術的成果である。また、これまで発電時の水管理や新材料の製作・評価に偏りがちであった従来研究と一線を画し、PEFC 内部で連成する現象の支配因子となる熱・物質移動現象のメカニズムの本質的な現象把握を行い、長寿命・高発電効率となる製品設計・運転方法を提示したことも、新規性かつインパクトの高い学術的知見と考えている。

「光触媒研究」については、これまでとは異なる光触媒の作成手法・条件により CO2 改質性能の大幅な性能向上が可能であることを見いだしたのが、学術的知見・成果である。また太陽光を利用した CO2 循環量を増加させない閉鎖系炭素循環システムを新たに提案、実証したことも大きな学術的知見である。さらには、これまで誰も提案・検討していない気体分離膜に TiO2 膜をコーティングしたメンブランリアクターを CO2 改質器として新規考案し、その実証実験を行うと共に、CO2 改質性能向上方法を検討して得られた知見も、非常に学術的価値が高い。

「LCA 研究」については、上述したように、従来発電技術として火力発電、原子力発電、水力発電を、再生可能エネルギー利用発電技術として風力発電や太陽光発電について、それぞれ環境影響評価を行い、その結果について性能比較すると共に各種発電技術の環境性能向上のための改善策の提案を行ったが、その中でも特に集光式太陽光発電システムを砂漠地域に大規模に設置した場合の環境性能、エネルギー採算性の評価結果が、学術的に新規性が高く、また社会的関心も高い知見と考えている。

### <前田・鎌田>

100kW 風力発電装置を用いた水電解による水素発生の実験の結果、風車の変動出力に対して、水素発生装置は数秒から数十秒の遅れで追従しており、比較的、応答が良いことが確認された。風車の発電量は変動するため蓄電や平滑化が必要とされるが、今回の結果から風車発電量を水素エネルギーとして貯えることにより、風車が将来的

な水素社会に活用できる可能性が確認された。そのほか、ドップラーソーダーを用いた高層風況のフィールド観測による地形と風の流れの関係についての解明、風洞内でのモデル実験による丘陵形状を越える風の剥離形態の解明が成果として挙げられる。風車翼の空力解析では、斜め流入状態の風車に作用する翼面圧力を風洞実験により明らかにした。フィールド風車を用いた空力解析では、翼面流れの剥離に起因する風車翼の振動特性を明らかにした。都市型風車の開発では、ディフューザとノーズコーンを組み合わせる風車（特許取得）を考案し実験的に性能を明らかにした。

#### <辻本>

Cahn-Hilliard 方程式に基づく Phase-Filed 法により高密度比である気液二相流の相変化問題が安定的に解析できることが明らかにされた。またそのためには CH 方程式の解法の改良が必要であることを明らかにした。

#### <石田・山村>

自然エネルギーやバイオマスエネルギーを用いた発電システムおよびフライホイール電力補償システムを用いた電力平準化の手法を提案し、実機システムにおいてその効果を確認した。また、実験システムの電力平準化能力の向上のため、フライホイールの電力入出力制御において、サーボモータなど高応答を要求される機器に用いられるモータ制御法を適用することにより、従来システムに比べ2倍近くの周波数応答性をもつ電力補償装置を開発した

#### <武田・今西・平野>

リチウム二次電池電極開発の過程で、Si-C 複合電極の体系化が出来たこと、PEO ポリマー電解質の導電率向上の為の指針化が出来たこと、SOFC 電極開発で、含浸法という新たな方法を提案できたこと等の成果が得られた。

#### <金子・勝又>

2006 年に燃料・エネルギーの国際的な学術雑誌である Energy & Fuel 誌(アメリカ化学会)に掲載された論文は、Most-Accessed Articles の Renewable 部門で第 11 位になっており、炭酸ガスの処理技術として国内外で高い評価を受けている。

2007 年に材料関連の国際的な学術雑誌 Scripta Materialia に報告した論文は、Top 25 Hottest Articles (January - March 2007) でトップ 1 になっており、研究内容が世界的に注目されていると思われる。

#### <陣山>

下記の新たな知見を得た。

- (1) 異常を早期発見するために、スペクトル検定や遺伝的アルゴリズムによる異常信号抽出法を確立した。
- (2) 異常種類を早期判明するために、ラフ集合や局所補間型ニューラルネットワークなどを用いた知的診断アルゴリズムを確立した。
- (3) ポンプ性能診断法およびキャビテーション検知法を確立した。

#### <川口>

「大規模災害を想定した地域社会における防災体制確立に関する実践的研究」をテーマに、地域特性の異なる数箇所 of 県下の地域に於けるワークショップを開催し、様々な立場・見地に立つ人々による総合的な防災対策を立案する手法の検討を行なった。その結果、地域の特性にあわせた防災対策の立案のモデルを作成した。

#### <中村>

PEFC 用樹脂セパレータの開発から出発し、セパレータの排水能力向上に関する研究を行っている。これには、単なる材料工学からのアプローチでは限界があり、流体力学、熱工学、材料工学など幅広い知識の連携が求められる。新たな学術的課題として、材料工学・熱工学、流体力学、化学工学、プログラミング工学などを含むスタッフにより PEFC の全構成部材 (MEA とセパレータ) を考慮した「PEFC 発電モデルの構築」が今後必要である。PEFC を一つの発電機と考えたときの発電効率、発電律則条件、温度分布や湿度分布などを明らかにするシミュレーションシステムが社会的にも望まれており、このシミュレーションシステムが PEFC 開発を促進する。

#### <平松・元垣内>

1. 三重大学における発光デバイス、電子源、全固体 2 次電池に関する基礎研究からディスプレイ応用に向けた商品プロトタイプ (窒化物蛍光体を用いた蛍光表示管、有機無機ハイブリッド材料によるフラット・フレキシブル光源、カーボンナノチューブを用いたナノフォーカス X 線源、高性能電極材・ポリマー電解質を用いる全固体ポリマーリチウム二次電池) が開発できた。
2. 電子線リソグラフィ技術を用いて光学フィルム上に回折レンズ構造を作製し、LED の配光制御が可能であることを確かめた。また、和紙や渋紙の可視光に対する透過、反射、吸収特性を明らかにすることができた。

#### ③ 構成員の有機的連携 (連携が保たれ活発な研究活動が展開されたか)

構成員の有機的連携は良好と考えている。既述の研究状況、新たな学術的知見等の記載からもわかるように、活発な研究活動が展開されていると判断している。

例えば、省エネルギー LED 照明技術に関して、都市エリア連携促進事業を行うに当たって、研究では武田教授の全固体 2 次電池に関する研究グループとの連携を図った。また、都市エリアワークショップなどのイベントを通して、都市エリア連携促進事業と本 COE プロジェクトとの連携を行った。さらに、LED 照明に関する研究のうち、伊勢形紙と LED を用いた灯り商品の試作に関しては、都市エリア産学官連携促進事業の研究交流事業から派生してできた「みえ研究交流サロン“感性系照明開発技術研究会”」による成果である。さらに平成 19 年 3 月に都市エリアワークショップ (第 3 回伊勢湾岸エリア連携研究会)「伝統技術と先端技術の融合による“三重のあかり”の創出」を開催し、LED 照明に関する研究交流活動を行った。



#### ④ 学部のバックアップ体制

(1) 工学研究科における融合・複合・境界領域の研究を効率的・実効的に推進するため、横断型プロジェクト別の研究組織編成を検討した。

たとえば、都市エリア産学官連携促進事業を実施するにあたって、工学部（工学研究科）のバックアップの下で、電気電子工学専攻と分子素材工学専攻の関係する研究者が専攻を超えて横の連携を持つことができた。この連携が、現在の研究領域やリサーチセンターを運営する上での基礎となっている。また、都市エリアワークショップの開催に当たっては、工学部（工学研究科）の協力により共催イベントとすることができた。さらに、LED 照明に関する研究開発を行うにあたって、工学部本 COE プロジェクトによる研究資金援助だけでなく、創造開発研究センター、VBL、キャンパスインキュベータから研究環境の支援を受けることができた。

(2) NEDO 等の国家的プロジェクト獲得のため、工学部は三重県・企業等と一体となって働きかけを行った。その結果、後述の獲得研究費に示すように、大型資金の獲得とともに、多くの共同研究費も獲得した。

(3) 三重県科学振興センターと連携して、未来エネルギー研究者を集結させ、本プロジェクトの推進を図った。

#### ⑤ 経 費（効率的・効果的に使用されているか）

経費は戦略的に使用することを原則としており、年度初めに傾注すべき研究課題を決定し、その推進に充てている。詳細は後述の「研究経費等執行額」を参照されたい。

#### ⑥ 今後の展望

概ね当初の計画に沿って各研究課題が順調に推進されており、当初目的もほぼ着実に達成しており、大型外部資金の獲得への展開も進められていることから、今後も「点→線」への順調な展開も見込まれる。なお、「線→面」、すなわち、さらなるシステム化とコミュニティーモデル策定を経て、社会に受入られる要件を学問的に体系化すること、実証プロセスへの段階的進展については、プロジェクトの期間中には達成できなかったが、三重県・四日市市・企業とのさらなる連携を深めながら大型外部資金のプロジェクトの展開により、今後順調に進めることができると考えている。

グループごとの今後の展望については、以下の通りである。

＜加藤・丸山・西村＞ (1)「PEFC 研究」については、PEFC 内部の熱・物質・電荷移動連成現象メカニズムについてさらに詳細に解明すると共に、提案した長寿命・高発電効率となる製品設計・運転方法の実証試験を行う。(2)「光触媒研究」については、気体分離膜に TiO<sub>2</sub> 膜をコーティングしたメンブランリアクターのさらなる性能向上を図ると共に、実際に太陽光を利用して閉鎖系炭素循環システムの運転を行い、その性能評価を行う。(3)「LCA 研究」については、再生可能エネルギー利用発電技術につい

て、より普及を後押しするのに適した設置環境，設置規模，送電方法について検討すると共に，必要な技術課題の抽出を行う予定である。

＜前田・鎌田＞ 風力発電やバイオマス発電の実証機器を有する大学は全国に多くないため，今後もこれらを活用して成果を輩出していけると考えている。

＜辻本＞ 燃料電池内でのより実的な凝縮現象にむけ，多成分気体の凝縮現象の定式化と複雑な流路形状に対応できる解析コードの開発を進める。

＜武田・今西・平野＞ 三重大学に設置された「三重大学次世代型電池開発センター」を軸に，文科省、NEDO の委託のテーマ、企業などの共同研究をさらに発展させ、三重大学を電池開発のメッカとしたい。

＜金子・勝又＞ プロジェクトに関連した研究を発展させ、平成19年度から株式会社中部電力と共同研究を行い、研究課題「新しい水素製造手法に関する研究」のプロジェクトを推進している。この共同研究は平成21年度も継続することが内定している。また、CO<sub>2</sub>還元に関しては現在株式会社神戸製鋼と技術的な会議を重ねており、共同研究や大型ファンド獲得等の展開を目指している。

＜平松・元垣内＞ (1)都市エリア産学官連携促進事業で築いた専攻を超えた研究者間の連携と産学官連携を生かし、平成20年9月に極限ナノエレクトロニクス研究センターを設立し、ナノサイエンス・ナノテクノロジー分野の研究者間の連携強化、情報発信・情報収集の強化、大型研究プロジェクトの推進を基本理念として、研究活動を行っている。(2)第2期知的クラスター創成事業東海広域ナノテクものづくりクラスターに参画し、LED照明の自販機応用に関して富士電機リテイルシステムズ(株)と共同研究を行う。また、LED照明用光拡散素子に関してNEDOの省エネルギー革新技术開発事業などの大型研究プロジェクトへの応募を検討している。

#### ⑦ その他特記事項（学内外に対しどのようなインパクト等を与えたか等）

各テーマの成果について数多く投稿論文，国際会議，国内会議等で発表し，さらに外部資金も添付リストに示すように数多く獲得した。このような点から，学内外に大きなインパクトを与えたと考えている。

- (1) 本プロジェクトの存在は学内外にはほぼ既知となり、未来エネルギー関連の活動基盤として三重県等のエネルギー・環境関連の事業への参画が多くなった。例えば、環境審査会、新エネルギー策定委員会、三重県水素エネルギー総合戦略会議、バイオマス等未活用エネルギー事業、エコタウン事業検討委員会、地球環境防止実践活動ネットワーク会議、等々の委員、講義、資料提供、調査活動、アドバイス等の依頼がある。また、他府県の自治体、企業、学校等からの環境・エネルギーに関する共同研究、講演、技術相談などの依頼が増加している。
- (2) 学会発表と関連特許権により、学外から具体的なプロトタイプ提供の引き合いと、それを用いた共同研究の申し出が複数件発生した。

- (3) 日本風力エネルギー協会主催の風力エネルギー利用シンポジウムにおいて風車による水素発生実験の成果について発表を行い、風車の変動分だけを水素に変換することによる風車出力の平準化などを提案し、参加者から今後の進展に期待の意見が多くあった。また、日本風力エネルギー協会で大学院生が発表した内容についてポスター論文賞を受賞した。
- (4) プロジェクトに関連した研究において、Research Award を受賞した。
- ・PEPEEF Research Award (Research Signpost Publisher, India), 2004 年 4 月 1 日, "Clean Technologies with the Aid of Electrochemistry for Environmental Science & Engineering."
- (5) 水素生成・CO<sub>2</sub>還元に関連した研究において、4 件の招待講演・依頼公演を行った。
- ・"サステイナブルな社会・環境の実現のための科学技術の開発", 金子聡, 大阪府技術協会ものづくりに関わる環境安全技術セミナー, H19 年 2 月 23 日・大阪
  - ・"サステイナブルな環境のための安価な吸着剤を用いる水質浄化", 金子聡, 第 38 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会, H19 年 11 月 10 日・津
  - ・"Environment, Sustainability and Nanomaterial Application.", 金子聡, 日本分析化学会中部支部第 7 回高山フォーラム, H19 年 11 月 22 日・高山
  - ・"Photocatalytic Hydrogen Production from Aqueous Methanol Solution with Nanocomposite Photocatalysts." Satoshi Kaneco, International Conference on Nanomaterials and Applications (ICNAMA-2008), H20 年 12 月 10 日・India
- (6) 都市エリア産学官連携促進事業において、9 回のワークショップ等を開催し、研究成果の発信と共に、研究交流活動、本 COE プロジェクトとの連携を図った。
- (7) LED 照明に関して、みえ研究交流サロン“感性系照明開発技術研究会”の取り組みが読売新聞(平成 19 年 1 月 6 日)に取り上げられた。また、富士電機リテイルシステムズ(株)で白色 LED 照明講座の講義(平成 19 年 9 月 28 日)を担当したり、伊勢形紙 2008 東京展(平成 20 年 2 月 21 日～26 日、伊勢形紙協同組合主催)へ LED と伊勢形紙を組み合わせた“みえのあかり”の出展協力を行った。
- (8) 次世代知能型設備診断装置システムおよびポンプ総合性能・異常診断装置システムは日本プラントメンテナンス協会「2005 年度全国設備管理大会」、システムコントロールフェア 2005 (カレッジ研究発表コーナー)、三重大学産学官研究交流フォーラムなどで発表・展示し、関係者から好評を受けた。
- (9) 同志社大学主催の第 6 回 TEC Dinner Seminar(平成 18 年 1 月 13 日、財団法人京都高度技術研究所)において、「三重大学における産学連携の取り組み」というテーマで講演を行い、本 COE プロジェクトや都市エリアプロジェクトの紹介を行った。
- (10) 四日市市、鳥羽市、志摩市等におけるワークショップは、テレビ・新聞等で取り上げられ、本研究の意義が多方面に渡って理解されたため、その後、本研究室に調査依頼が多数寄せられていることから、地域社会に与えたインパクトは大きいと考えられる。

## 研究活動実績

- ① 発表論文（平成16～20年度に発表した本研究に関連した論文の著者名、論文名、掲載誌、巻号、年月、頁等を記入）【別刷を添付すること】

以下、プロジェクトグループごとに、代表論文についてリストアップする。

### <加藤・丸山・西村>

- (1) “Life Cycle Considerations of the Flue Gas Desulphurization System at a Lignite-Fired Power Plant in Thailand”, Sate Sampattagul, Seizo Kato, Tanongkiat Kiatsiriroat and Anugerah Widiyanto, The International Journal of Life Cycle Assessment, Vol.9, No.6, pp.387-393.
- (2) “Development of Decision Model for Selection of Appropriate Power Generation System Using Distance Based Approach Method”, Anugerah Widiyanto, Seizo Kato and Naoki Maruyama, JSME International Journal Ser. B, Vol.47, No.2, pp.387-395.
- (3) “LCA 手法による自動販売機の環境負荷解析評価とエコ改善効果”, 木村幸雄, 定道有頂, 丸山直樹, 加藤征三, 日本冷凍空調学会論文集, Vol.22, No.1, pp.45-54.
- (4) “Life Cycle Analytical Tools and Externalities of the Flue Gas Desulphurization System in Thailand”, Sate Sampattagul, Seizo Kato, Tanongkiat Kiatsiriroat and Anugerah Widiyanto, Chiang Mai University Journal, Vol. 4, No. 1, pp.1-18.
- (5) “Environmental Impact Consolidated Evaluation of Energy Systems by an LCA-NETS Scheme”, Seizo Kato and Anugerah Widiyanto, Energy; International Journal, Vol. 30, pp.2057-2072.
- (6) “Life Cycle Impact Assessment of Fuel Procuring and Electricity Generating Processes in Japan by Using an ‘LCA-NETS’ Scheme”, Yucho Sadamichi and Seizo Kato, International Journal of Engineering Electric Power Systems, Vol.7, Issue 1, Article 4, pp. 1-16.
- (7) “CO<sub>2</sub>改質性能におよぼすコーティング TiO<sub>2</sub>膜作製条件の影響”, 西村顕, 杉浦暢政, 藤田光将, 加藤征三, 加藤真示, 化学工学論文集, Vol. 33, No. 2, pp.146-153.
- (8) “金属担持を施したコーティング TiO<sub>2</sub>膜の CO<sub>2</sub>改質性能”, 西村顕, 藤田光将, 加藤征三, 加藤真示, 化学工学論文集, Vol. 33, No. 5, pp.432-438.

### <前田・鎌田>

- (1) T. Maeda, Y. Kamada, J. Suzuki and H. Fujioka, Rotor Blade Sectional Performance under Yawed Inflow Conditions, Trans. ASME, J. Solar Energy Engineering, Vol.130, pp.031018-1~7, 2008
- (2) T. Maeda, Y. Kamada, T. Tomiyama and N. Nishio, Measurements of wind turbine wake by Doppler SODAR, Proc. European Wind Energy Conf. and Exhibition 2008, Website, 6頁, 2008
- (3) Y. Kamada, T. Maeda, K. Naito, Y. Ouchi and M. Kozawa, Measurement of Unsteady Aerodynamics Load on the Blade of Field Horizontal Axis Wind Turbine, Journal of Fluid Science and Technology, Vol.3, pp.335-343, 2008

- (4) T. Maeda and H. Kawabuchi, Effect of Wind Shear on the Characteristics of a Rotating Blade of a Field Horizontal Axis Wind Turbine, *Journal of Fluid Science and Technology*, Vol.2, pp.152-162, 2007
- (5) 鎌田泰成, 前田太佳夫, 藤岡秀康, 鈴木潤, 風車回転翼面上の圧力分布に関する研究 (第3報, ヨー流れ状態の翼に作用する空気力), *日本機械学会論文集*, B73 巻, pp.782-788, 2007
- (6) T. Maeda, Y. Kamada, K. Tanaka, K. Naito and Y. Ouchi, Experimental studies on unsteady aerodynamics effect on the blade root load of HAWT field rotor, *Proc. 1st International Symposium on Environment, Identities and Mediterranean area*, pp.206-210, 2006
- (7) T. Maeda, Y. Kamada and K. Naito, Field Measurement of Unsteady Aerodynamics Load on the Blade of Field Horizontal Axis Wind Turbine, *Proc. Renewable Energy 2006*, pp.865-868, 2006
- (8) T. Maeda, Y. Kamada and H. Fujioka, Wind tunnel study on surface pressure measurement on rotating blade of HAWT, *Proc. European Wind Energy Conf. and Exhibition 2006*, CD-ROM, 4 頁, 2006
- (9) 川渕秀之, 前田太佳夫, フィールド風車回転翼の性能に及ぼすウィンドシアの影響, *日本機械学会論文集*, B71 巻, pp.2075-2082, 2005
- (10) 前田太佳夫, 鎌田泰成, 酒井雄作, 高原直樹, 風洞実験による水平軸風車翼周りの流れに関する研究 (第2報, 翼面圧力分布による流れ状態の検討), *日本機械学会論文集*, B71 巻, pp.1383-1389, 2005
- (11) 前田太佳夫, 川渕秀之, ヨー状態におけるフィールド風車回転翼面上の圧力分布, *日本機械学会論文集*, B71 巻, pp.530-538, 2005
- (12) 前田太佳夫, 鎌田泰成, 酒井雄作, 高原直樹, 風洞実験による水平軸風車翼周りの流れに関する研究, *日本機械学会論文集*, B71 巻, pp.171-176, 2005
- (13) 前田太佳夫, 金原裕介, 柿永勉, 水平軸風車後流の風洞実験とフィールド実験, *日本機械学会論文集*, B71 巻, pp.162-170, 2005
- (14) T. Maeda, E. Ismaili, H. Kawabuchi and Y. Kamada, Surface Pressure Distribution on a Blade of a 10 m Diameter HAWT (Field Measurements versus Wind Tunnel Measurements), *Trans. ASME, J. Solar Energy Engineering*, Vol.127, pp.185-191, 2005
- (15) T. Maeda, Y. Kamada and S. Suzuki, Measurement of pressure distribution on oscillating airfoil, *Proc. International Symposium on EcoTopia Science 2005*, pp.83-84, 2005

#### <辻本>

- (1)辻本公一, 水谷祐貴,前嶋芳明, 社河内敏彦,安藤俊剛,気液二相流における二次元計算の可能性について,日本機械学会 東海支部三重地区講演会 講演論文集, pp.301-302.(2005)
- (2)辻本公一,前嶋芳明,水谷祐貴,社河内敏彦,安藤俊剛,合体する気泡の数値シミュレーション,日本混相流学会年会講演会2005講演論文集pp.277-278(2005)
- (3)前嶋芳明,辻本 公一,水谷祐貴, 社河内敏彦,安藤俊剛,Cahn-Hilliard方程式を用いた二相流の数値シミュレーション,第19回数値流体力学シンポジウム講演要旨集p.123(2005)
- (4)辻本公一,水谷祐貴,社河内敏彦,安藤俊剛,Cahn-Hilliard法を用いた相変化の数値シミュレーション,日本機械学会第19回計算力学講演会講演論文集,pp.273-274(2006.11)
- (5)辻本公一,水谷祐貴,社河内敏彦,安藤俊剛,Cahn-Hilliard法を用いた沸騰・凝縮の数値シミュレーション,第20回数値流体力学シンポジウム講演要旨集 (CD-ROM) F7-4, pp.1-6(2006.12)
- (6)辻本公一,長岡諒,社河内敏彦,安藤俊剛,時間発展型の平面液体噴流の数値シミュレーション,日本機械学会第20回計算力学講演会 講演論文集,pp.575-576 (2007.11)
- (7)辻本 公一, 上林 勇樹, 大門 伸輝, 社河内 敏彦, 安藤 俊剛, Cahn-Hilliard法を用いた沸騰現象の数値シミュレーション, 日本機械学会東海支部57期総会講演会 講演論文集, (2008.3), pp.193-194
- (8)辻本 公一, 上林 勇樹, 社河内 敏彦, 安藤 俊剛, Cahn-Hilliard方程式を用いた相変化を伴う気液二相流の数値シミュレーション, 日本流体力学学会 第22回数値流体力学シンポジウム 講演論文集(CD-ROM), (2008), C2-3
- (9)辻本 公一, 上林 勇樹, 社河内 敏彦, 安藤 俊剛, Cahn-Hilliard方程式を用いた気液相変化数値シミュレーション, 日本機械学会東海支部第58期総会講演会 講演論文集, (2009), (予定)

#### <石田・山村>

- (1) 原真彦, 松川達哉, 山村直紀, 石田宗秋, 近藤崇, 鎌田泰成, 前田太佳夫「風力・バイオマス・フライホイールを統合した高品質複合型発電システムの提案」平成 17 年電気学会産業応用部門全国大会, 1-115, pp.I-425-I-428, 2005-8
- (2) 原真彦, 松川達哉, 山村直紀, 石田宗秋, 脇田正彰, 鎌田泰成, 前田太佳夫「バイオマスガスタービン発電機を用いた風力発電の低周波電力補償法の提案」電力技術・電力系統技術・半導体電力変換合同研究会, PE-06-3, pp.1-5, 2005-11
- (3) 原 真彦, 山村直紀, 石田宗秋, 脇田正彰, 鎌田泰成, 前田太佳夫, 脇田正彰“Method of Electric Power Compensation for Wind Power Generation Using Biomass Gas Turbine Generator and Flywheel” Proc. of the Power Conversion Conference-Nagoya 2007 (PCC NAGOYA 2007), DS-8-1-8, pp.243-248, 2007-5

- (4) 原 真彦, 山村直紀, 石田宗秋, 脇田正彰, 鎌田泰成, 前田太佳夫「バイオマスガスタービン発電機とフライホイール電力貯蔵装置を用いた風力発電の変動電力補償法」電気学会論文誌 B, Vol.128, No.3, pp.564-570, 2008-3
- (5) 奥村雄一郎, 山村直紀, 石田宗秋「複合型自然エネルギー発電システムの変動電力補償法～負荷変動時の補償特性の検証～」平成 20 年電気学会全国大会, 7-013, 2008-3
- (6) 奥村雄一郎, 山村直紀, 石田宗秋“Study of Compensation Method of Fluctuating Power of Wind Power Generation and load Using FlyWheel Energy Storage equipment”Proc. of The International Conference on Electrical Engineering 2008 (ICEE 2008) No P-199, pp.1-5, 2008-7

<武田・今西・平野>

- (1) The Effect of Doped Elementals on the Electrochemical Behavior of Hexagonal  $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}$ , Y.Liu, K. Horikawa, M. Fujiyoshi, N.Imanishi, A.Hirano and Yasuo Takeda, *J. Electrochem. Soc.*, 151, A1450-A1455 (2004)
- (2) Silicon/Carbon Composites as Anode Materials for Li-Ion Batteries, Y. Liu, K. Hanai, J. Yang\*, N. Imanishi, A. Hirano, and Y. Takeda, *Electrochem. Solid State Lett.*, 7, A369-A372 (2004)
- (3) Novel composite anodes based on layered lithium transition metal nitrides for lithium secondary batteries, Y. Liu, K. Horikawa, M. Fujiyoshi, T. Matsumura, N. Imanishi, Y. Takeda, *Solid State Ionics* , 172, 69-72 (2004)
- (4) Electrochemical Properties and Mossbauer effect of anti-fluorite type compound,  $\text{Li}_5\text{FeO}_4$ , A.Hirano, T.Matsumura, M.Ueda, N.Imanishi, Y.Takeda, M.Tabuchi, *Solid State Ionics*, 176, 2777-2782(2005)
- (5) Preparation and characterization of Si/C composite coated with polyaniline as novel anodes for Li-ion batteries, Y. Liu, T. Matsumura, N. Imanishi, A. Hirano, T. Ichikawa and Y. Takeda, *Electrochem.Solid.State Lett.*, 8, A599-A602(2005)
- (6) Composite anode containing nano- $\text{SiO}_{1.1}$  and  $\text{Li}_{2.6}\text{Co}_{0.4}\text{N}$  with solid PEO electrolytes for lithium-ion batteries, Y. Liu, J. Yang, N. Imanishi, A. Hirano, Y. Takeda and O. Yamamoto, *J. Power Sources*, 146, 376-379(2005)
- (7) Electrochemical studies of the Si-based composites with large capacity and good cycling stability as anode materials for rechargeable lithium ion batteries, K. Hanai, Y. Liu, N. Imanishi, T. Ichikawa, A. Hirano and Y. Takeda, *J. Power Sources*, 146, 156-160(2005)
- (8) Novel composite anodes consisting of lithium transition-metal nitrides and transition metal oxides for rechargeable Li-ion batteries, Y. Liu, Y. Takeda, T. Matsumura, J. Yang, N. Imanishi, A. Hirano, O. Yamamoto, *J. Electrochem. Soc.*,153, A437-A444(2006)
- (9) An anomalous thermal expansion in the perovskite system,  $\text{Gd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$  ( $0 < x < 0.3$ ), A.Hirano, F.Hirano, T.Matsumura, N.Imanishi, Y.Takeda, *Solid State Ionics*, 177, 749-755(2006)

- (10) Impedance study and TEM characterization of a PLD perovskite air electrode, N.Imanishi, Y.Sumiya, K.Yoshimura, T.Matsumura, A.Hirano, Y.Takeda, D.Mori, R.Kanno, *Solid State Ionics*, 177, 2165-2173(2006)
- (11) Preparation and electrochemical properties of a  $\text{Li}_2\text{CuO}_2\text{-Li}_2\text{NiO}_2$  solid solution as a lithium-intercalation electrode, N. Imanishi, K. Shizuka, T. Ikenishi, T. Matsumura, A. Hirano, Y. Takeda, *Solid State Ionics*, 177, 1341-1346(2006)
- (12) Kinetics investigation of a preferential (104) plane oriented  $\text{LiCoO}_2$  thin film prepared by RF J.Xie, N.Imanishi, A.Hirano, M.Matsumura, Y.Takeda ,O.Yamamoto *Solid State Ionics* 178, 1218~1224 (2007)
- (13) Nickel sulfides as a cathode for all-solid-state ceramic lithium batteries, Tadaaki Matsumura, Kazuki Nakano, Ryoji Kanno, Atsushi Hirano, Nobuyuki Imanishi, Yasuo Takeda, *J. Power Sources* 174, 632~636 (2007)
- (14) Impedance analysis of PLD  $\text{LiNi}_{0.8}\text{Co}_{0.2}\text{O}_2$  film electrode, Imanishi, N.; Shizuka, K.; Matsumura, T.; Hirano, A.; Takeda, Y.; Kanno, R *J. Power Sources* 174, 751~755 (2007)
- (15) Silver infiltrated  $\text{La}_{0.6}\text{Sr}_{0.4}\text{Co}_{0.2}\text{Fe}_{0.8}\text{O}_3$  cathodes for intermediate temperature solid oxide fuel cells, Y. Sakito, A. Hirano, N. Imanishi, Y. Takeda, O. Yamamoto, Y. Liu, *J. Power Sources*, 182, 476-481( 2008)
- (16) Li-ion transport kinetics in  $\text{LiMn}_2\text{O}_4$  thin films prepared by radio frequency magnetron sputtering, J. Xie, T. Tanaka, N. Imanishi, T. Matsumura, A. Hirano, Y. Takeda, O. Yamamoto *J. Power Sources*, 180, 576-581 (2008),
- (17) Surface-modified meso-carbon microbeads anode for dry polymer lithium-ion batteries, N. Imanishi, Y. Ono, K. Hanai, R. Uchiyama, Y. Liu, A. Hirano, Y. Takeda, O. Yamamoto *J. Power Sources*, 178, 744-750(2008)
- (18) Enhancement of electrochemical performance of lithium dry polymer battery with  $\text{LiFePO}_4$ /carbon composite cathode, K. Hanai, T. Maruyama, N. Imanishi, A. Hirano, Y. Takeda, O. Yamamoto, *J. Power Sources*, 178, 789-794(2008)
- (19) Electrochemical behavior of the composite anodes consisting of carbonaceous materials and lithium transition-metal nitrides for lithium-ion batteries, K. Hanai, Y. Liu, T. Matsumura, N. Imanishi, A. Hirano, Y. Takeda, *Solid State Ionics*, 179, 1725-1730( 2008)

<金子・勝又>

- (1) S. Kaneco, H. Yamauchi, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of  $\text{CO}_2$  at Alloy Electrode in Methanol.", *Studies in Surface Science and Catalysis (Carbon Dioxide Utilization for Global Sustainability)*, 153, 277-282 (2004).
- (2) H. Katsumata, K. Matsushita, S. Kaneco, T. Suzuki and K. Ohta, "Reduction of Carbon Dioxide Using Metal Powders.", *Studies in Surface Science and Catalysis (Carbon Dioxide Utilization for Global Sustainability)*, 153, 55-60 (2004).



- (3) B. Rajesh, K. R. Thampi, A. Scibioh, B. Viswanathan, S. Kaneco and K. Ohta, "Advances in Direct Methanol Fuel Cells.", *Photo/Electrochem. Photobiol. Environ. Energy Fuel*, 3, 91-137 (2004).
- (4) H. Katsumata, S. Kaneco, T. Suzuki and K. Ohta, "Reduction of Carbon Dioxide using Magnesium and Zinc Powders under High Pressure.", *ITE Lett. Batt. New Technol. Med.*, 6(4), 345-349 (2005).
- (5) S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki, and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of Carbon Dioxide to Ethylene at a Copper Electrode in Methanol using Potassium Hydroxide and Rubidium Hydroxide Supporting Electrolytes.", *Electrochem. Acta*, 51, 3316-3321 (2006).
- (6) S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of CO<sub>2</sub> to Methane at the Cu Electrode in Methanol with Sodium Supporting Salts and Its Comparison with Other Alkaline Salts.", *Energy & Fuel (American Chemical Society)*, 20(1), 409-414 (2006).
- (7) S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Photoelectrocatalytic Reduction of CO<sub>2</sub> in LiOH/methanol at Metal-modified p-InP Electrodes." *Applied Catalysis B: Environ.*, 64, 139-145 (2006).
- (8) S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Photoelectrochemical Reduction of Carbon Dioxide at p-Type Gallium Arsenide and p-Type Indium Phosphide Electrodes in Methanol", *Chem. Eng. J.*, 116(3), 227-231 (2006).
- (9) S. Kaneco, K. Iiba, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of High Pressure CO<sub>2</sub> at a Cu electrode in Cold Methanol.", *Electrochim. Acta*, 51, 4880-4885 (2006).
- (10) S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of CO<sub>2</sub> in Copper Particle-suspended Methanol.", *Chem. Eng. J.*, 119(2/3), 107-112 (2006).
- (11) N. Nishikawa, S. Kaneco, H. Katsumata, T. Suzuki, K. Ohta, Y. Takeda, M. Murayama, E. Yamazaki, N. Hashimoto, K. Masuyama and M. Shoyama, "Fabrication of Visible Light Response Praseodymium-doped TiO<sub>2</sub> Photocatalysts and its Application to Dye-sensitized Solar Cells.", *Photo/Electrochem. Photobiol. Environ. Energy Fuel*, 5, 311-320 (2006).
- (12) S. Kaneco, Y. Sakaguchi, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of Carbon Dioxide at Copper-modified Nickel Electrode in Water + Methanol", *Proceedings of PACIFICHEM 2005- Clean and Green Technologies Symposium*, <http://www.apfct.com/>, #678 (2006).
- (13) S. Kaneco, K. Iiba, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Effect of Sodium Cation on the Electrochemical Reduction of CO<sub>2</sub> at a Copper Electrode in Methanol.", *J. Solid State Electrochem.*, 11, 490-495 (2007).

- (14) S. Kaneco, K. Iiba, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Electrochemical Reduction of High Pressure Carbon Dioxide at a Cu Electrode in Cold Methanol with CsOH Supporting Salt.", *Chem. Eng. J.*, 128(1), 47-50 (2007).
- (15) S. Kaneco, Y. Sakaguchi, H. Katsumata, T. Suzuki and K. Ohta, "Cu-deposited Nickel Electrode for the Electrochemical Conversion of CO<sub>2</sub> in Water/methanol Mixture Media.", *Bull. Catalysis Soc. India*, 6, 90-98 (2007).
- (16) 金子聡, 勝又英之, 鈴木透, 太田清久, 円城寺英夫, "低温メタノール溶媒中における高圧炭酸ガスの電気化学的還元", 三重大学創造開発センター研究報告, 15, 61-66 (2007).
- (17) S. Kaneco, Y. Ueno, H. Katsumata, T. Suzuki, K. Ohta, "Photoelectrochemical Reduction of CO<sub>2</sub> at p-InP Electrode in Copper Particle-suspended Methanol.", *Chem. Eng. J.*, in press.

<陣山>

- (1) Peng CHEN, Xinying LIANG and TAKAYOSHI YAMAMOTO : Rough sets and partially-linearized neural network for structural fault diagnosis of rotating machinery, *ADVANCES IN NEURAL NETWORKS - ISSN 2004, PT 2 LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 3174*: pp. 574-580, SPRINGER, 2004
- (2) Bellamine M, Abe N, Tanaka K, Chen P, Taki H : A virtual reality based system for remote maintenance of rotating machinery, *EMBEDDED AND UBIQUITOUS COMPUTING, PROCEEDINGS LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE 3207*: pp.164-173 , SPRINGER, 2004.
- (3) Peng Chen, MASatoshi Taniguchi, Toshio Toyata, Zhengjia He : Fault Diagnosis Method Machinery in Unsteady Operating Condition by Instantaneous Power Spectrum and Genetic Programming, *Mechanical Systems and Signal Processing 19 (2005)*, pp.175-194, ELSEVIER , 2005.
- (4) Zi YY, Chen XF, He ZJ, Chen P : Vibration based modal parameters identification and wear fault diagnosis using laplace wavelet, *Key Engineering Materials, Vols. 293-294*, pp.183-190, Trans Tech Publications, 2005.
- (5) Peng Chen, Yoshizo Hasegawa and Mitushi Yamashita : Grasping Control of Robot Hand Using Fuzzy Neural Network, *Lecture Notes in Computer Science, SPRINGER (ISSN: 0302-9743), Vol. 3972, Part II*, pp.1178 – 1187, 2006.
- (6) Teturo MITOMA, Peng CHEN, and Huaqing WANG ; Condition Surveillance for Plant Rotating Machinery Using Fuzzy Neural Network , *Neural Information Processing-Letters and Reviews, Vol.10-Nos.8-9*, pp.211-218, 2006.
- (7) 三笥 哲郎, 陳山鵬 ; 多変量統計解析による回転機械の状態判定基準値の決定法, 計測自動制御学会産業論文集, Vol.5, No.12, pp.83-89, 2006.

- (8) 里永 憲昭、日高 良輔、山路 信之、陳山 鵬 : AE と油分析による歯車減速機設備診断法および潤滑油改良による歯車減速機設備運転周期延長法、計測自動制御学会産業論文集, Vol.6, No.12, pp.6-16, 2007.
- (9) 三笥哲郎, 内糸伸行、陳山鵬 : 回転機械設備の振動データの確率分布および判定基準に関する研究、日本設備管理学会誌、Vol.19、No.2、pp.66-73、2007.
- (10) 陳山鵬、三笥哲郎、里永憲昭、豊田利夫 : 時間領域の有・無次元特徴パラメータの統合による回転機械設備の状態診断法、日本設備管理学会誌、Vol.19、No.2、pp.56-65、2007.
- (11) H WANG, R PECHON, P CHEN, K Kito and N ITO : Fault Diagnosis of Rolling Bearing Used in Reciprocating Machines by Adaptive Signal Processing Technique, J.SOPE Japan, Vol.19, No.2, pp.74-80, 2007.
- (12) R Pechon, P CHEN, H Wang, K Kito and N ITO: Fault Diagnosis of Rolling Bearing Using Partially-linearized Neural Network, J.SOPE Japan, Vol.19, No.2, pp.93-101, 2007.
- (13) 里永憲昭、竹中正行、山路信之、陳山鵬 : 回転軸の表面メッキ層による劣化・折損の原因究明および防止法日本設備管理学会誌、Vol.19、No.2、pp.48-55、2007.
- (14) Huaqing Wang and Peng Chen : Sequential Condition Diagnosis for Centrifugal Pump System Using Fuzzy Neural Network, Neural Information Processing - Letters and Reviews, Vol. 11, No. 3, pp.41-50, 2007.
- (15) N. SATONAGA, S. KAJIWARA, N. YAMAJI, H. KOMURA, H. WANG, P. CHEN : State Judgment Criterion for Rotating Machinery in Low Frequency Area, International Journal of COMADEM, Vol.11, No.4, pp.25-34, 2008.
- (16) Huaqing WANG and Peng CHEN : Fault Diagnosis for a Rolling Bearing Used in a Reciprocating Machine by Adaptive Filtering Technique and Fuzzy Neural Network, WSEAS Transactions on Systems, Vol. 7, No. 1, pp.1-6, 2008.
- (17) Huaqing WANG and Peng CHEN : Condition Diagnosis of Blower System Using Rough Sets and a Fuzzy Neural Network, WSEAS Transactions on Business and Economics, Vol. 5, No. 3, pp.66-71, 2008.
- (18) Huaqing WANG and Peng CHEN : Intelligent Diagnosis Method for a Centrifugal Pump Using Features of Vibration Signals, Neural Computing & Applications (0941-0643 , In press).
- (19) Tetsuro Mitoma, Huaqing Wang, Peng Chen : Fault diagnosis and condition surveillance for plant rotating machinery using partially-linearized neural network, Computers & Industrial Engineering, Volume 55, Issue 4, pp.783-794, 2008.

<川口>

- (1) 田井中歩美・川口淳, 三重県における災害時要援護者の避難対策に関する実践的研究(その1), 日本建築学会大会(近畿)学術講演梗概集, 構造 III, 2005.9, pp.845-846.

(2) 田井中歩美・川口淳, 三重県における災害時要援護者の避難対策に関する実践的研究, 日本建築学会東海支部研究報告書, 2006.2,

(3) 片山奈美・川口淳, 三重県尾鷲市須賀利町における「須賀利総合ワークショップ」～防災に関連する町歩き、ヒアリングによる調査報告～, 2006.2,

<中村>

(1) 岡本徹志、河原誠、山田利光、井上良之、中村修平：「2粒子系複合体のパーコレーション現象と電界緩和材料の開発」、電気学会論文誌A、第126巻、第10号、pp.1004-1012 (平成18)

(2) Makoto Sugiura, Fumitoshi Imasato, Atsushi Ohno, Yusuke Aoki, Shuhei Nakamura, Tetsushi Okamoto, Takuya Shindou: "ELECTRICAL INSULATING AND HEAT-RESISTIVE PROPERTIES OF PDMS-TEOS HYBRID WITH DIFFERENT MOLAR RATIO OF TEOS TO PDMS", Molecular Crystals and Liquid Crystals, Vol. 464, pp. 835-843(2007)

(3) Tetsushi OKAMOTO and Shuhei NAKAMURA: "Thermal Endurance, Electrical Insulating, and Mechanical Properties of Hybrid Made with Poly(dimethylsiloxane) and Tetraethoxysilane", Jpn. J. Appl. Phys., vol. 47, No. 1, pp.521-526(2008)

<平松・元垣内>

(1) "Characterization of III-nitride based Schottky UV detectors with wide detectable wavelength range (360-10 nm) using Synchrotron Radiation", A. Motogaito, K. Hiramatsu, Y. Shibata, H. Watanabe, H. Miyake, K. Fukui, Y. Ohuchi, K. Tadatomo and Y. Hamamura, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 798 (2004) pp. 53-58.

(2) "Fabrication and characterization of UV Schottky detectors by using a freestanding GaN substrate", Y. Shibata, A. Motogaito, H. Miyake, K. Hiramatsu, Y. Ohuchi, H. Okagawa, K. Tadatomo, T. Nomura, Y. Hamamura and K.i Fukui, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 831 (2005) pp. E3.12.1-E3.12.6.

(3) "Enhanced emission efficiency of InGaN films with Si Doping", D.Li, Y.H.Liu, T.Katsuno, K.Nakano, K.Nakamura, M.Aoki, H.Miyake and K.Hiramatsu, Physica Status Solidi (c) 3, (2006) pp.1944-1948.

(4) "Enhancement of blue emission from Mg-doped GaN activated at low temperature in O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> mixture", D. Li, K. Nakamura, H. Miyake, K. Hiramatsu, M. Kobayashi and S. Kikuta, Physica Status Solidi (c) 3, (2006) pp.2750-2753.

(5) "Influence of growth conditions on Al incorporation to AlGaN (x>0.4) grown by MOVPE", D. Li, M. Aoki, T. Katsuno, H. Miyake, K. Hiramatsu and T. Shibata, Journal of Crystal Growth 298, (2007) pp.372-374.

(6) "Influence of growth interruption and Si doping on the structural and optical properties of AlGaN/AlN (x>0.5) multiple quantum wells", D. Li, M. Aoki, T. Katsuno, H. Miyake, K. Hiramatsu and T. Shibata, Journal of Crystal Growth 298, (2007) pp.500-503.

- (7) "Synthesis of III-nitride microcrystals using metal-EDTA complexes", Y. H. Liu, S. Koide, H. Miyake, K. Hiramatsu, A. Nakamura, and N. Nambu, *Physica Status Solidi (c)* 4, (2007), pp.2346~2349.
- (8) "Dependence of In mole fraction in InGaN on GaN facets", K. Nakao, D. Li, Y. H. Liu, H. Miyake, K. Hiramatsu, *Physica Status Solidi (c)* 4, (2007), pp.2383~2386.
- (9) "Structural and optical properties of Si-doped AlGaN/AlN multiple quantum wells grown by MOVPE", D. Li, T. Katsuno, M. Aoki, H. Miyake, K. Hiramatsu and T. Shibata, *Physica Status Solidi (c)* 4, (2007), pp.2494~2497.
- (10) "Blue emission from InGaN/GaN hexagonal pyramid structures", H. Miyake, K. Nakao and K. Hiramatsu, *Superlattices and Microstructures* 41, (2007), pp.341~346.
- (11) "Optical Characterization of Japanese Papers for Application in the LED Lighting System with Human Sensitivity", A. Motogaito, K. Manabe, Y. Yamanaka, N. Machida, H. Miyake and K. Hiramatsu, *J. Light & Vis. Env.* 32, (2008) pp.218-221.
- (12) "Selective Area Growth of III-Nitride and Their Application for Emitting Devices", K. Hiramatsu, H. Miyake and D. Li, *J. Light & Vis. Env.* 32, (2008) pp.177-182.
- (13) "Improved optical properties of AlGaN using periodic structures", H. Miyake, T. Ishii, A. Motogaito and K. Hiramatsu, *Physica Status Solidi (c)* 5, (2008) pp.1822-1824.
- (14) "Thermal analysis of GaN powder formation via reaction of gallium ethylenediamine tetraacetic acid complexes with ammonia", Y. H. Liu, S. Koide, H. Miyake, K. Hiramatsu, A. Nakamura, N. Nambu, *Physica Status Solidi (c)* 5, (2008) pp.1522-1524.
- (15) "Fabrication of a Binary Diffractive Lens for Controlling the Luminous Intensity Distribution of LED Light", A. Motogaito, N. Machida, T. Morikawa, K. Manabe, H. Miyake and K. Hiramatsu, *Optical Review* (査読中)

② 著書（平成16～20年度に発表した本研究に関連した著書の著者名、著書名、出版社名等を記入）

<金子>

- (1) S. Kaneco (Editor), "Photo/Electrochemistry & Photobiology in the Environment, Energy and Fuel 2007", ISBN 978-81-308-0159-9, Research Signpost Publisher.
- (2) S. Kaneco (Editor), "Photo/Electrochemistry & Photobiology in the Environment, Energy and Fuel 2006", ISBN 81-308-0122-1, Research Signpost Publisher.
- (3) S. Kaneco (Editor), "Photo/Electrochemistry & Photobiology in the Environment, Energy and Fuel 2005", ISBN 81-308-0000-4, Research Signpost Publisher.
- (4) S. Kaneco (Editor), "Photo/Electrochemistry & Photobiology in the Environment, Energy and Fuel 2004", ISBN, 81-7736-226-7, Research Signpost Publisher.

<平松・元垣内>

(1)“ワイドギャップ半導体 光・電子デバイス” 森北出版株式会社 (2006年3月) 平松和政、p.84～89(2.2.各種半導体の格子定数)、p.368～375(5.2.5 AlGaIn および AlGaIn/GaNヘテロ接合)

③ 国際あるいは国内会議・シンポジウム等の開催状況 (会議等の名称、開催時期・場所、参加人数、招待講演者等を記入)

- (1) 三重大学 COE 工学部プロジェクト 「未来エネルギー・コミュニティの成立工学」 発足シンポジウム (2005.1.24), 三重大学講堂「三翠ホール」, <依頼講演>“未来エネルギー・コミュニティの成立工学—自然由来資源活用の自立分散発電システムに向けて—”, 加藤征三
- (2) 三重大学 COE プロジェクトキックオフ・シンポジウム, (2005.6.24), 三重大学 生物資源学部 紀伊・黒潮生命地域フィールドサイエンスセンター (津市), <依頼講演>“化石エネルギーに依存しない人間社会の構築—その具体化に向けての実証的研究—”, 加藤征三 (コメンテーター)
- (3) 平成 17 年 11 月 16 日～18 日 第 46 回電池討論会 名古屋国際会議場 (武田グループ世話人、実行委員長等) 招待講演 42 件、一般講演 365 件、1700 人以上参加 (海外より 112 名参加) 国際シンポジウム「International Session on the Energy Storage System for HEV Application」を同時開催。
- (4) 平成 19 年 12 月 7 日～8 日 第 33 回固体イオニクス討論会 名古屋国際会議場 武田 (実行委員長) 招待講演 3 名 講演数 200 件、参加者 350 名
- (5) 第 23 回分析化学中部夏期セミナー(H16 年 9 月 9-10 日) 伊勢・三重, 100 名, 招待講演者: 北川邦行(名古屋大学), 酒井忠雄(愛知工業大学)
- (6) 日本分析化学会中部支部三重地区講演会(H16 年 10 月 15 日)津・三重, 50 名, 招待講演者: 岩附正明(山梨大学), 下山 晃(高知学園短期大学)
- (7) 第 15 回基礎及び最新の分析化学講習会(H17 年 11 月 10-11 日) 四日市・三重, 100 名, 招待講演者: 一ノ木進(北陸大学)など
- (8) 日本化学会東海支部化学安全セミナー(H18 年 11 月 24 日) 津・三重, 100 名, 北川邦行(名古屋大学), 三井利幸(数値解析研究所)
- (9) 第 38 回中部化学関係学協会支部連合秋季大会(H19 年 11 月 10-11 日) 津・三重, 600 名, 招待講演者: 藤嶋 昭(神奈川科学技術アカデミー)
- (10) 日本分析化学会中部支部三重地区講演会(H20 年 11 月 28 日)津・三重, 50 名, 招待講演者: 石田康行(中部大学), 山根 兵(山梨大学), 市村彰男(大阪市立大学)
- (11) 窒化物半導体国際ワークショップ 2006, 2006.10・Kyoto, Japan
- (12) 第 13 回有機金属気相エピタキシャル成長に関する国際会議, 2007.5・Kyoto, Japan
- (13) 日本結晶成長学会特別講演会、2007.4・野口英世記念会館 (東京)
- (14) 第 2 回Ⅲ族窒化物結晶成長国際シンポジウム、2008.7・Izu, Japan

- (15) 第2回三重大学先端研究シンポジウム、2008.12・コラボ産学官(東京)、77名
- (16) 第2回エネルギー・環境自治体サミット in 四日市 2005、2005年5月21日、四日市大学、350名、経済産業省資源エネルギー庁長官 小平信因氏、京都大学経済研究所 佐和隆光氏、横浜国立大学教授 太田健一郎氏 (三重県と協賛)
- (17) エネルギー創生社会講演会、2005年12月15日、工学部大会議室、70名、株式会社 東芝 雨宮 隆氏 (共催)
- (18) 都市エリアワークショップ(第2回研究交流・新技術説明会) 「21世紀の再生可能エネルギー社会を担う新電池」平成17年12月16日実施、ホテルグリーンパーク 津、107名参加、招待講演者：小久美善八教授(京都大学)、菅野了次教授(東京工業大学)、辰巳国昭氏(独立行政法人産業技術総合研究所)(共催)
- (19) 複合自然エネルギープラントに関する情報交換会とのエネルギー創生社会講演会に先立つ打合せ：バイオマス、燃料電池、廃棄物発電、風力発電、太陽光発電の個々およびその融合システムに関する産学フリートーキング、2005年12月15日、電気電子工学科会議室、12名、株式会社 東芝 雨宮隆氏、三重大教員、三重県。
- (20) 都市エリアワークショップ(第1回伊勢湾岸エリア連携研究会)「次世代ディスプレイ用機能材料の開発をめざして」平成16年12月17日実施、121名参加、招待講演者：中西洋一郎教授(静岡大学)、上村佐四郎氏(株)ノリタケカンパニーリミテド)、原和彦助教授(東京工業大学)
- (21) 第1回三重・伊勢湾岸エリア産学官連携フォーラム「次世代ディスプレイ用新機能材料とその応用機器の創製」平成17年3月10日実施、83名参加、招待講演者：田口康氏(文部科学省)、柴田直樹氏(豊田合成株)(共催)
- (22) 都市エリアワークショップ(第1回研究交流・新技術説明会)「カーボンナノチューブの基礎と応用 実用化への挑戦」平成17年3月23日実施、72名参加(共催)
- (23) 都市エリアワークショップ(第2回伊勢湾岸エリア連携研究会)「白色LEDの技術動向と将来展望」平成17年5月26日実施、三重大学講堂、169名参加、招待講演者：田口常正教授(山口大学)、小田喜勉氏(株)ファイナラバー研究所)、遠藤哲夫氏(岩崎電気株)(共催)
- (24) 次世代高性能電池材料研究会 平成16年度第4回、平成17年2月15日、三重大学工学部大会議室、①「産総研関西センターにおける固体高分子形燃料電池の研究開発」産業技術総合研究所ユビキタスエネルギー研究部門次世代燃料電池研究グループ安田和明氏、②「固体高分子形燃料電池の劣化要因ー過酸化水素副生を中心としてー」同志社大学工学部 機能分子工学科 稲葉 稔氏。
- ④ 特許出願状況等(当該研究から生まれた出願特許の発明者、名称、出願時期、技術移転状況等を記入)
- (1) 特許公開 2006-144701, 風力発電装置, 前田太佳夫・鎌田泰成

- (2) 特願 2005-110759、高分子固体電解質リチウム二次電池用負極材及びその製造方法、武田、今西、劉
- (3) 特願 2006-155800、全固体リチウム電池用正極剤、武田、今西、平野、松村
- (4) 特願 2007-097265、固体酸化物形燃料電池用電極及び該電極を有する固体酸化物形燃料電池地、武田、平野、(三菱化学) 山原、原田
- (5) 金子聡, スレンチャンドヴァルマ, 杉原邦浩: 水素製造方法, H20 年 11 月
- (6) 特許公開 2006-321705 号 “AIN 単結晶膜の作製方法”、発明者: 平松 和政 外 3 名、2006 年 2 月 1 日出願
- (7) 特許登録 特許 3898445 号 2007/1/5 “発光素子”、発明者: 平松和政、岡川広明、大内洋一郎
- (8) 特許公開 2007-56349 号 “III 族窒化物の単結晶作製方法および III 族窒化物単結晶層を含む積層体”、発明者: 平松 和政 外 2 名、2005 年 8 月 26 日出願
- (9) 特許公開 2007-59771 号 “III 族窒化物の単結晶作製方法および III 族窒化物単結晶層を含む積層体”、発明者: 平松 和政 外 2 名、2005 年 8 月 26 日出願
- (10) 特許公開 2007-59772 号 “III 族窒化物結晶の作製装置、III 族窒化物結晶の作製方法、および III 族窒化物結晶”発明者: 平松 和政 外 1 名、2005 年 8 月 26 日出願
- (11) 特許公開 2007-188955 “発光素子組込み発光フィルム”、発明者: 平松和政、2006 年 1 月 11 日出願
- (12) 特許公開 2007-305621 “発光構造物”、発明者: 平松和政、2006 年 5 月 8 日出願
- ⑤ 新聞報道等 (当該研究から生まれた成果に関する新聞・放送報道等のタイトル、日時、報道メディア等を記入)
- (1) “三重大 COE 燃料電池・水素エネルギー推進工学部の「成立工学」大学院専攻創設も視野”, (2005.1.25) , 中日新聞
- (2) “モノづくり 環境対応を支援 中部経産局 製品開発サポート”, (2006.9.21), 日本経済新聞社
- (4) “高分子型水素発生装置を開発 — 風力発電など自然エネルギーと組み合わせたシステム—”, 平成 17 年 10 月 12 日, 半導体産業新聞
- (5) “リボン型風車の展望”, 平成 18 年 随時, 「JAPAN BIZ CAST」(NHK の海外向け放送)
- (6) “風力発電研究を先駆け”, 平成 18 年 4 月 30 日, 毎日新聞
- (7) “技術移転機関「三重大 TLO」設立 5 年目 (TLO の記事の中でエネルギー環境工学研究室で開発した都市型風車の研究の紹介)”平成 18 年 10 月 2 日, 中日新聞
- (8) “環境にやさしいエネルギーを生み出す! 風力発電”, 平成 19 年 11 月 21 日, 日刊工業新聞
- (9) “大学の研究室から — 高効率風力発電システムを目指して—”, 平成 20 年 2 月 29 日, 日刊工業新聞



- (10)“自然の力でクリーンエネルギー 風力発電システム”, 平成 20 年 11 月 12 日, 日刊工業新聞
- (11) 中部経済新聞、(2004 年 7 月 2 日), “「都市エリア産学官連携促進事業」開始”
- (12) 日刊工業新聞、(2004 年 7 月 8 日), “次世代ディスプレイ用新機能材テーマ 産学官が研究に着手”
- (13) 週刊ナノテクウイークリー 1211 号 (2005 年 6 月 6 日), “ナノテクキーパーソンインタビュー 次世代ディスプレイ用新機能材料研究三重県のシーズを結集して産業活性化・集積化狙う”
- (14) 週刊ナノテクウイークリー 1212 号 (2005 年 6 月 13 日), “有機-無機ハイブリッド材料特集事例紹介 都市エリア産学官連携促進事業 三重・伊勢湾岸エリア/三重大学 有機・無機ハイブリッド型白色材料を開発 有機分子に“鼻薬”を混ぜることでガラスに均一拡散”
- (15) 日本経済新聞 2 部 (2005 年 10 月 20 日), “中部が拓く日本の未来 ガン検査機に LED”
- (16) 真空ジャーナル 103 号 (2005 年 11 月), “研究室紹介 三重大学工学部電気電子工学科「オプトエレクトロニクス研究室」”
- (17) 中日新聞 (2006 年 2 月 14 日), “FPD 産業の現状などを紹介 津でフォーラム”
- (18) 朝日新聞 (2006 年 3 月 17 日), “津で産学官探るフォーラム開催”
- (19) 伊勢新聞 (2006 年 3 月 17 日), “ディスプレイ材料開発 研究成果を報告”
- (20) 中日新聞 (2006 年 5 月 15 日) “みえの産業と経済 独立法人化で産学連携活発”
- (21) 読売新聞 (2007 年 1 月 6 日) “進化みえブランド<5> 伊勢形紙と LED ドッキング”
- (22) 伊勢新聞 (2007 年 3 月 16 日) “LED と伊勢形紙 優しいあかり演出”
- (23) 中日新聞 (2008 年 1 月 7 日), “リリース ベンチャー創出促進事業交付対象者決定, 元垣内助教がみえベンチャービジネススタートアップ補助金に採択された。”

#### 教育活動実績 (若手研究者の人材育成等特色ある教育の取組み等を記入)

若手研究者育成教育の取組みを行っていないが、社会連携活動を通して、三重大学の若手研究者と企業経営者・企業研究技術者・公設研究所研究員・自治体行政官、等との交流が深まり、若手研究者には研究指針に対し有益な機会が増えている。

また、三重県の防災リーダーを対象とした「みえ防災コーディネータ育成講座」の講義および全体計画の立案を行った。