

### 燃料電池

**<目標>**  
材料/界面における欠陥化学、結晶構造、ナノ領域の材料制御や固体電気化学研究による次世代燃料電池の創製

**<課題>**  
燃料電池の作動条件や適用性の限界打破が不可欠

**<アプローチ>**  
- ナノレベルでの反応メカニズム解明  
(燃料電池内の電子、原子、分子の移動とその制御)  
- 次世代燃料電池の創製  
新機材料創製(電極触媒、電解質および電池セル)  
燃料電池新コンセプト提案(新規セル構造、アプローチ)

### 熱物性

**<目標>**  
高圧における水素および二酸化炭素の熱流動特性の理解

**<課題>**  
高圧域の水素および二酸化炭素の熱物性値情報および熱流動特性に関する知見が不足しており、十分ではない

**<アプローチ>**  
- 高圧域における水素および二酸化炭素の熱物性値および伝熱特性を高精度で測定する手法を開発する  
- 種々の条件下における水素のオルソ/パラ変換速度の測定を行い、変換速度におよぼす影響因子を解明する

### 水素貯蔵材料

**<目標>**  
新規高性能水素貯蔵材料の設計と開発  
(6質量%システム)以上の水素吸蔵量を旨とする

**<課題>**  
効率が良くコンパクトかつ安全な水素貯蔵法、特に燃料電池自動車に適したものは実現されていない

**<アプローチ>**  
- 計算科学的および実験科学的戦略の構築  
- 水素吸蔵機構とM-H結合の熱力学的特性を理解  
- 水素と表面の相互作用および原子の拡散挙動を理解等

### 物質変換

**<目標>**  
新規不斉酸化触媒を開拓し、物質変換に係わる化学反応の“グリーン化(廃棄物ゼロ)”を実現する

**<課題>**  
- 既存の反応の多くは、廃棄物や二酸化炭素の副生を伴う。  
- “クリーンな”生体内酸化反応プロセスを、分子触媒を用いて行うことは、現時点では不可能である。

**<アプローチ>**  
- 触媒活性化に関与する活性中間体の同定  
- 反応機構の解明等

### CO<sub>2</sub>分離・濃縮

**<目標>**  
- 膜や吸着剤中のCO<sub>2</sub>挙動の基礎的原理を解明  
- 高性能で低コストのCO<sub>2</sub>分離・濃縮プロセスを確立  
(電気化学法および吸着法を対象とし、所要エネルギーを従来の1/4以下にすることを目標)

**<課題>**  
消費エネルギーが少なく低コストのCO<sub>2</sub>分離・濃縮システムが必要

**<アプローチ>**  
- 電気化学法および吸着法によるCO<sub>2</sub>分離メカニズムのナノ、ミクロスケールでの解明  
- 分子動力学を用いた高性能機能材の開発

### CO<sub>2</sub>貯留

**<目標>**  
- CO<sub>2</sub>注入に起因する地球化学・力学的な過程を理解することにより、貯留層の封じ込め機能や超臨界CO<sub>2</sub>と追い出された塩水の特性の把握  
- 長期間の貯留地点の健全性を予測できるモデルの開発  
- 一般公衆に対してCCSIに関する信頼できる科学的データの提供

**<課題>**  
- 実際に貯留を行う際に関連するCO<sub>2</sub>と塩水等の流体や多孔質・破砕岩石との化学的・力学的相互作用  
- 超臨界CO<sub>2</sub>の封じ込め、毛管現象によるトラップ、貯留塩水層への溶解  
- 海流の乱れがCO<sub>2</sub>の輸送と海水との相互作用に与える影響  
- 貯留されたCO<sub>2</sub>による海洋酸性度への影響  
- 実際の観測データと貯留特性モデルに入力する統計的手法との関係

**<アプローチ>**  
- 日本の地質や関連する時間軸を踏まえて、基礎研究に必要な事項の設定  
- 貯留地点の健全性を予測できるように、多孔質岩石における化学現象と破壊に関して、CO<sub>2</sub>の反応・輸送・力学を統合できるモデルの開発  
- 海洋・地中深部におけるCO<sub>2</sub>濃度及びpH度の観測システムの開発

# カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I<sup>2</sup>CNER)



JAPAN



カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I<sup>2</sup>CNER)

〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744

TEL: 092-802-6932

FAX: 092-802-6939

<http://i2cner.kyushu-u.ac.jp>



## カーボンニュートラル・エネルギー社会実現に向けて

総長 有川節夫



「世界トップレベル研究拠点(WPI)プログラム」は、文部科学省によって、2007年度に、我が国の基礎研究機能を格段に高め、国際競争力を強化していくために、高いレベルの研究者を中核とした世界トップレベルの拠点形成を目指す構想に集中的な支援を行う制度として創設されました。2010年度、低炭素社会への貢献が期待される環境領域で公募が行われ、本学の「カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所」が全国で唯一採択されました。

本研究所を含め、九州大学では、グリーンイノベーションを追求し、CO<sub>2</sub>の排出を減らすとともに、化石燃料に依存しないエネルギーシステムを構築するために、関連分野の研究を融合した基礎科学を創出し、環境調和型で持続可能な社会の実現に向けた科学的解決策を提示していきます。

本研究所の所長には、米国イリノイ大学からペトロス・ソフロニス教授を迎え、イリノイ大学にサテライト機関を設置し、国内外の多くのトップレベルの研究者が連携して異分野融合研究を展開できる環境を整備することとしています。さらに、ペトロス・ソフロニス所長のリーダーシップにより、世界レベルの研究大学での経験や運営手法を取り入れ、それらを九州大学全体の運営にも波及させて、日本の大学の研究・運営システムを変革するモデルとなることを目指しています。研究所構成員は、自ら世界トップレベルの研究拠点を創っていくという気概で取り組んで参ります。

今後、本研究所は本学が推進する国際化の主要な柱の1つとして、融合研究を積極的に展開していく他、国内外の大学・研究所等との共同研究・連携強化を行い、正に世界トップレベルの研究を展開して参ります。九州大学として総力を挙げて取り組んでいく所存ですので、皆様のご支援とご協力をよろしくお願いいたします。

## 所長からのメッセージ

所長 ペトロス・ソフロニス



カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所(I<sup>2</sup>CNER)は、2007年度に文部科学省(MEXT)により創設された「世界トップレベル研究拠点プログラム(WPI)」の6つ目の最新拠点となります。I<sup>2</sup>CNERは、水素エネルギー社会やCO<sub>2</sub>の効率的な回収、地中・海洋貯留(CCS)または有用製品への転換に向けて、障壁を取り除き、技術的ブレークスルーを可能にするために必要な科学を創出することを目的としています。

I<sup>2</sup>CNERは、九州大学とイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校との5年に及ぶ活発な連携・協力や人材交流に基づいて構想されました。例えば、九州大学(水素エネルギー国際研究センター、水素材料先端科学研究センター(HYDROGENIUS)など)を中核とした、物質に対する水素影響に関する研究や、米国エネルギー省の出資による、イリノイ大学での耐水素材料に関する研究などが、I<sup>2</sup>CNERにおける研究の背景となっています。さらに、九州大学における意欲的な地中・海洋貯留プログラムや、世界的にも知られるイリノイ大学の「中西部地中貯留コンソーシアム」などによって、本研究所が、近い将来のCO<sub>2</sub>排出量大幅削減を求める世界的な要請に応えるために研究領域を拡大することが可能になりました。

CO<sub>2</sub>排出削減目標を達成し、さらにその目標を上回ることや、水素エネルギー社会における燃料として、水素の製造・貯蔵・利用のための革新的で安全な信頼性のあるシステムを構築することは、極めて重要な課題です。その様な課題に対処するためには、多様な空間・時間スケール(分子からマイルレベル、ナノ秒から数十年まで)を横断的に取り扱うだけでなく、化学、地球科学等の従来の学問体系では異なる分野の研究者を結集・融合・連携させ、協調・相互補完的に研究を行うアプローチへのパラダイム・シフトが必須となります。九州大学は、イリノイ大学アーバナ・シャンペーン校と連携し、化学、物理学、材料科学、熱流体工学、地球科学、海洋科学、生物模倣学等多様な分野のトップレベル研究者同士が刺激し合い、斬新な研究を行える基盤、環境、体制を提供します。

多分野にまたがる学際領域の融合研究によって、I<sup>2</sup>CNERの研究者は、水素やCO<sub>2</sub>と物質との相互作用を解明、制御、操作するために、理論、シミュレーション、実験を相乗的に融合させていきます。これらの解明などによって、水素製造、CO<sub>2</sub>を排出しない物質変換の効率的テクノロジー、水素貯蔵材料、耐水素脆化材料、高効率燃料電池、CO<sub>2</sub>の安全な回収、地中・海洋貯留、CO<sub>2</sub>の有用製品への効率的変換などの効率的な技術の実現を可能にします。

我々の課題は膨大ではありますが、九州大学がイリノイ大学アーバナ・シャンペーン校と連携し、カーボンニュートラル・エネルギーに関する前例のない国際的研究機関を設置することは、誠に時宜を得たものです。最近の日本の総理大臣と米国大統領との間の会議でも明らかに、両国間における長期的な研究協力に高い関心が集まっています。私の良き師であられた故ハワード・バーンバウム教授の言葉に、「複雑かつ相互に関連する現象を理解するための基礎科学研究は、長年にわたる支援が必要である」とあります。I<sup>2</sup>CNERは、カーボンニュートラル・エネルギー社会の実現に向け、障壁を取り除くための基礎科学を育成し、促進させること目指し邁進していきます。

