I^{2}CNERとは

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所（I^{2}CNER）は、2010年にWPI（文部科学省「世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）」）採択を受け、「カーボンニュートラル・エネルギー」を冠した当時唯一の研究所として設立された後、2020年にWPI基準（“world premier” status）に到達したと評価され、WPIアカデミーに移行しました。この間I^{2}CNERは、カーボンニュートラル社会実現のために必要な革新的な科学と技術の開発に総合的に取り組んできました。

化石燃料を中心に使用する現代社会から再生可能エネルギーに立脚した社会への移行は、依然として多くの課題があり、エネルギー変換技術のみでなく、物質とエネルギーが連携した利用体系の構築と総合的な社会システムの設計が必要です。

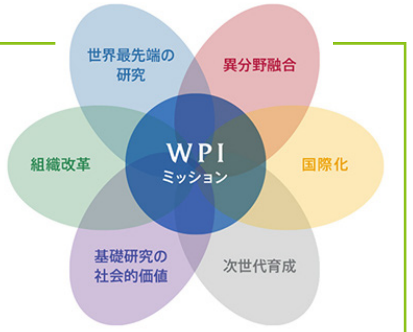
I^{2}CNERではカーボンニュートラル・エネルギーによる環境調和型で持続可能な社会の実現のために、高効率で炭素排出量が少なくコスト面も妥当なエネルギーシステム、変換効率の向上によりCO$_2$排出量が削減可能な科学技術や社会システムを提案します。

World Premier International Research Center Initiative (WPI)

世界トップレベル研究拠点プログラム（WPI）

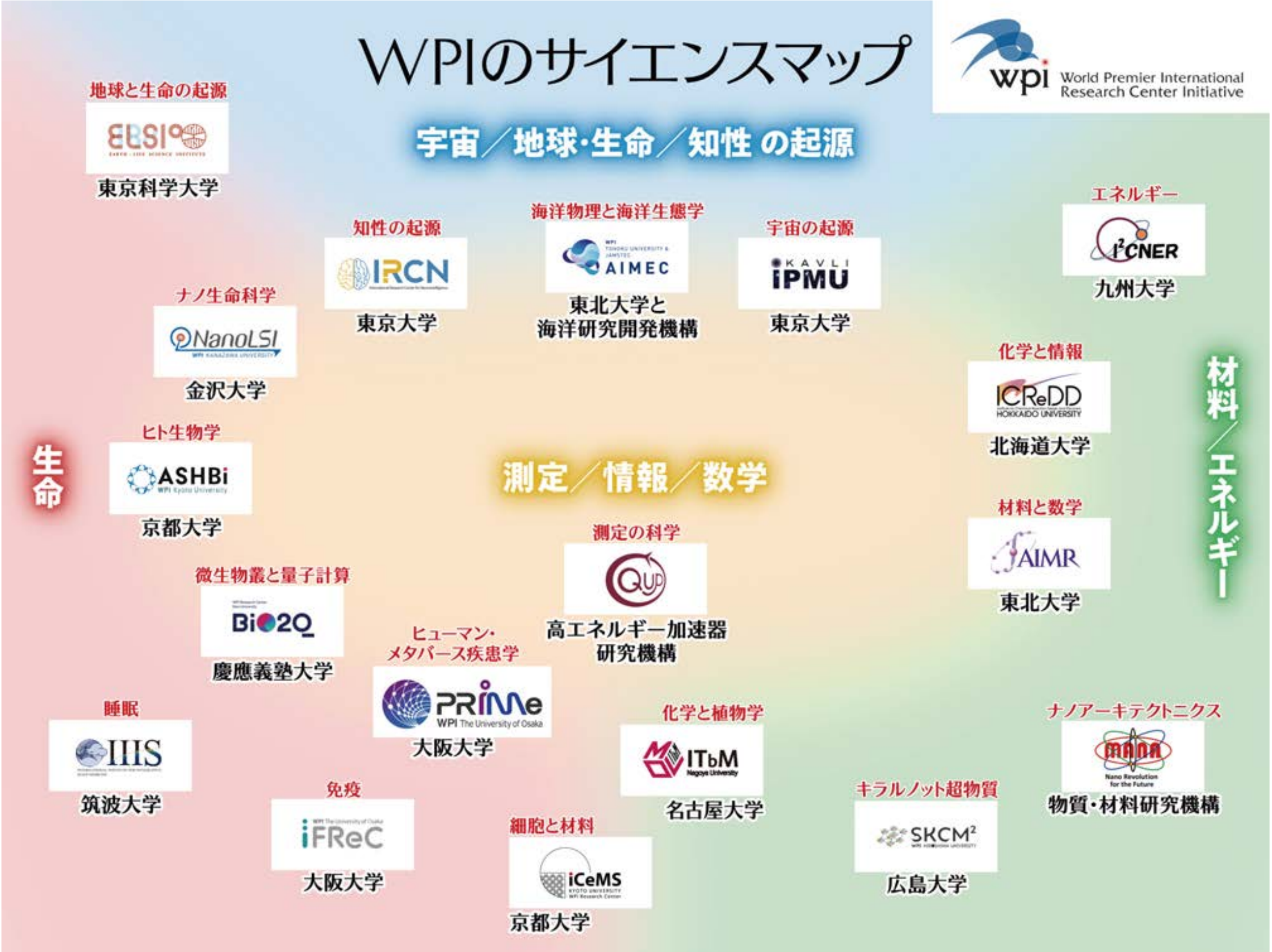
世界トップレベル研究拠点プログラム（World Premier International Research Center Initiative）は、2007年度から文部科学省の事業として開始されました。システム改革の導入等の自主的な取組を促す支援により、第一線の研究者が世界から多数集まってくるような、優れた研究環境ときわめて高い研究水準を誇る、「世界から目に見える研究拠点」の形成を目指しています。

また、2017年度から、日本の研究環境の国際化やその他の改革を先導し、国際頭脳循環の加速・拡大を進めるため、新たに「WPIアカデミー」が設けられ、WPIミッションを達成したWPI研究拠点を始めとする、世界トップレベルの極めて高い研究水準と優れた研究環境にある研究拠点がメンバーになりました。


世界最先端の研究
異分野融合
組織改革
WPI ミッション
国際化
基礎研究の社会的価値
次世代育成

WPI拠点のミッション

- 世界を先導する卓越研究と国際的地位の確立
- 国際的な研究環境と組織改革
- 次代を先導する価値創造


WPIのサイエンスマップ
wpi World Premier International Research Center Initiative
宇宙／地球·生命／知性 の起源
地球と生命の起源
ELSI
東京科学大学
知性の起源
IRCN
東京大学
海洋物理と海洋生態学
AIMEC
東北大学と海洋研究開発機構
宇宙の起源
KAVLI IPMU
東京大学
エネルギー
I²CNER
九州大学
ナノ生命科学
NanoLSI
金沢大学
化学と情報
ICReDD
北海道大学
生命
ヒト生物学
ASHBi
京都大学
測定／情報／数学
材料／エネルギー
材料と数学
AIMR
東北大学
測定の科学
QUP
高エネルギー加速器研究機構
微生物叢と量子計算
Bio2Q
慶應義塾大学
ヒューマン・メタバース疾患学
PRIMe
大阪大学
睡眠
IIIS
筑波大学
化学と植物学
ITbM
名古屋大学
ナノアーキテクトニクス
MANA
物質・材料研究機構
免疫
iFReC
大阪大学
キラルノット超物質
SKCM²
広島大学
細胞と材料
iCeMS
京都大学

九州大学
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所
International Institute for Carbon-Neutral Energy Research, Kyushu University

I^{2}CNER

H₂
NH₃
CH₄
C₂H₅OH
N
V
Li
O
C
Cu
H
Y
Mg
Ni
La
Al
Ru
Sr
K
Zr
Cs
Pt
In
Ta
Co
Ce
Ba
Na
Mn
Ti
Fe
Bi

HP　研究シーズ集　ご寄附のお願い

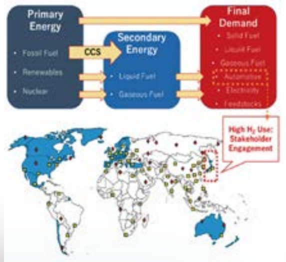
KYUSHU UNIVERSITY　I²CNER　wpi World Premier International Research Center Initiative

太陽光を利用した発電デバイス

低コスト・軽量・フレキシブルといった特長を持つ次世代型太陽電池は、ビルの壁面や耐荷重が小さい屋根など、これまで設置が困難だった場所への導入を可能にします。次世代型太陽電池の普及は、脱炭素社会の実現に大きく貢献します。

この研究を、山間部の太陽光発電や海上での太陽光発電で得られた、再生可能エネルギーによる水電解と組み合わせ、次世代エネルギー伝搬材料である水素を生産します。二酸化炭素と反応させることで、有用な炭素材料に変換することも可能です。

カーボンニュートラルを目指し、水素の貢献度合いを日本規模から全世界規模まで可視化できます。


Primary Energy
Fossil Fuel
Renewables
Nuclear
CCS
Secondary Energy
Liquid Fuel
Gaseous Fuel
Final Demand
Solid Fuel
Liquid Fuel
Gaseous Fuel
Automotive
Electricity
Feedstocks
High H₂ Use: Stakeholder Engagement

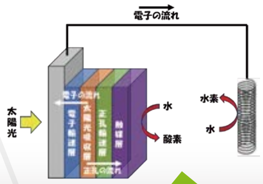
脱炭素の指標化

製品・技術

研究概要

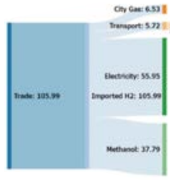
無尽蔵の太陽光エネルギーを電気エネルギーに変換する太陽光発電の研究を進めています。光電変換効率と耐久性の向上を目指し、技術開発を推進するとともに、再生可能エネルギーを有効活用するための新しい構造や原理の提案に取り組んでいます。

グリーン水素製造

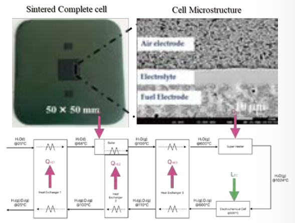

電子の流れ
太陽光
電子輸送層
太陽光吸収層
正孔輸送層
触媒層
正孔の流れ
水
酸素
水素
水

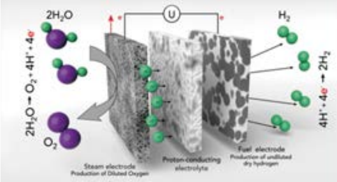
光電極を用いた、水の分解や二酸化炭素の変換反応を研究しています。水素や有用な炭素原料を合成します。
光増感型電極に有機太陽電池の構造を用いた反応で、太陽光成分を幅広く利用可能です。水中で安定かつ光を高効率にエネルギーに変換可能な有機材料を研究しています。

水素社会の実現、社会受容性の研究を行っています。グローバルモデルを活用し、水素の生成方法や導入量のみならず、用途、生活に関する評価も行っています。



基礎研究により開発した電極や電解質などの材料をもとに製品化に取り組んでいます。ラボスケールからのスケールアップ、水蒸気電解セルの製造技術や装置システムの研究を行っています。

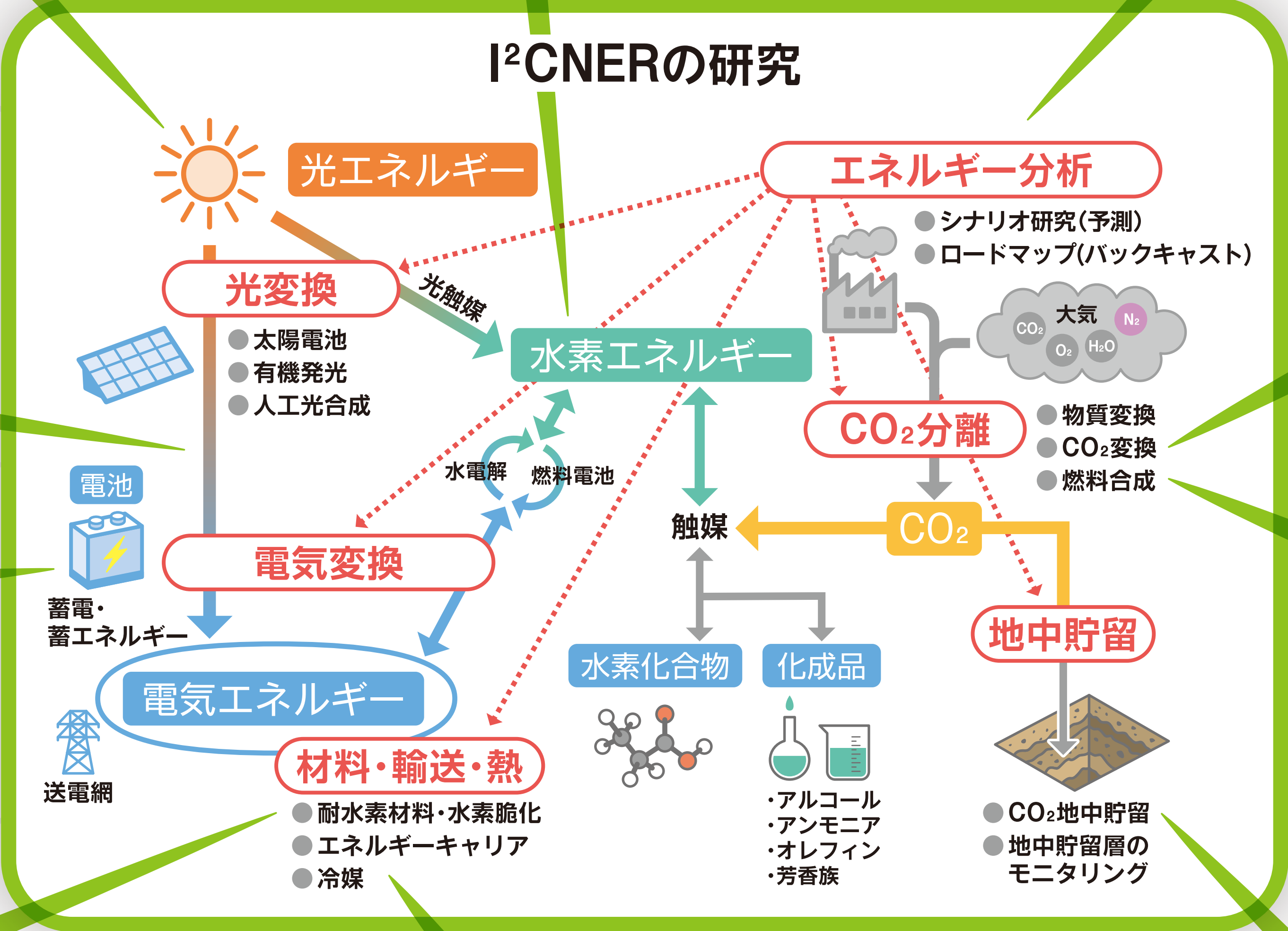

Sintered Complete cell
Cell Microstructure
Air electrode
Electrolyte
Fuel Electrode
50 × 50 mm


2H₂O
H₂
2H₂O → O₂ + 4H⁺ + 4e⁻
4H⁺ + 4e⁻ → 2H₂
O₂
Steam electrode Production of Diluted Oxygen
Proton-conducting electrolyte
Fuel electrode Production of undiluted dry hydrogen

プロトン伝導性酸化物を用いた水蒸気電解により、電気エネルギーの消費を従来の水電解より 30% 以上減らすことができます。再生可能エネルギーと組み合わせることで、カーボンニュートラルな社会の実現に貢献します。

プロトン伝導性酸化物を用いた水蒸気電解

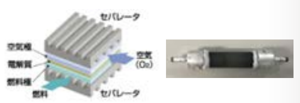
I²CNERの研究


光エネルギー
光変換
●太陽電池
●有機発光
●人工光合成
光触媒
水素エネルギー
水電解
燃料電池
電池
蓄電・蓄エネルギー
電気変換
電気エネルギー
送電網
材料・輸送・熱
●耐水素材料・水素脆化
●エネルギーキャリア
●冷媒
エネルギー分析
●シナリオ研究(予測)
●ロードマップ(バックキャスト)
大気
CO₂
N₂
O₂
H₂O
CO₂分離
●物質変換
●CO₂変換
●燃料合成
CO₂
触媒
水素化合物
化成品
・アルコール
・アンモニア
・オレフィン
・芳香族
地中貯留
●CO₂地中貯留
●地中貯留層のモニタリング

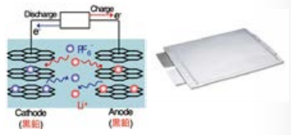
CO_2の分離・変換・再利用

二酸化炭素 (CO_2) を効率的に回収する分離膜に関する研究を行っています。
分離膜の超薄膜化によって、CO_2分離特性を大幅に向上させ、特に大気中の CO_2を“どこでも・いつでも”回収するための技術およびシステムを開発します。

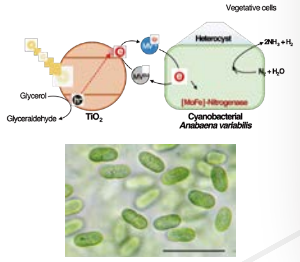
この研究を大気から直接的に CO_2を回収し、回収 CO_2の利用に向けて応用します。単純に地球温暖化ガスである CO_2排出削減だけでなく、炭素資源としての有効活用に向けて、様々な製品・ソリューションを提案していきます。


セパレータ
空気極
電解質
燃料極
燃料
空気 (O₂)
セパレータ

可逆動作型固体酸化物セル


Discharge
Charge
PF₆⁻
Li⁺
Cathode (黒鉛)
Anode (黒鉛)

デュアル炭素 2 次電池


Vegetative cells
Heterocyst
2NH₃+H₂
N₂+H₂O
Glycerol
Glyceraldehyde
TiO₂
[MoFe]-Nitrogenase
Cyanobacterial Anabaena variabilis

バイオ光触媒によるNH_3合成

蓄エネルギー材料とデバイス

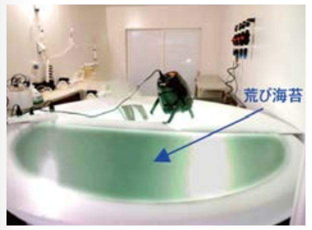
再生可能エネルギーを蓄エネルギーにするための革新的デバイスと材料を開発しています。

- グリーン水素
  可逆動作型固体酸化物セル
- 新型2次電池
  デュアルイオン2次電池
  空気2次電池
- 光触媒
  可視光応答
  バイオ光触媒による
  CO_2、NH_3合成

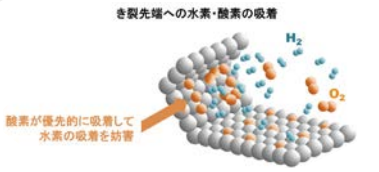
新規バイオマス由来活性炭によるCO_2の回収と利用

高多孔質の新規バイオマス由来活性炭による CO_2の回収と利用を研究します。
二酸化炭素 (CO_2) の冷却、吸着固定化技術を活用し、高濃度化して水槽内に固定します。安定化した高濃度 CO_2水により水槽内の藻類を育てます。

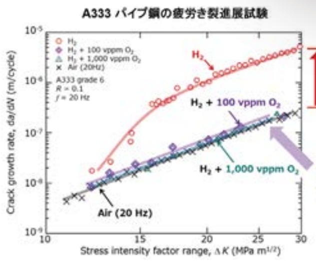
この研究を再生可能エネルギーによる人工海水を使ったのりの陸上養殖に応用します。ブルーカーボン吸着源でもある海藻を水温や光量、栄養分の供給を最適に保てる大型水槽で安定的に生産します。

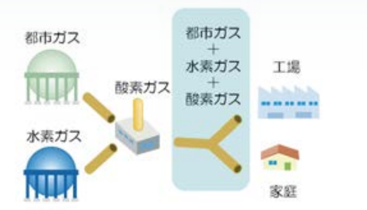


耐水素材料

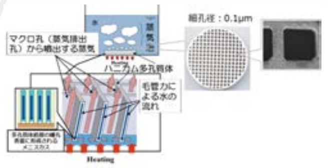

き裂先端への水素・酸素の吸着
H₂
O₂
酸素が優先的に吸着して水素の吸着を妨害

水素ガスに不純物を混ぜて、水素による材料の破壊 (水素脆化) を防止します。
酸素 (O_2)、水 (H_2O)、一酸化炭素 (CO)、アンモニア (NH_3) などの分子は水素 (H_2) よりも素早く鉄の表面に吸着して、水素の鉄への侵入を防止します。




都市ガス
水素ガス
酸素ガス
都市ガス + 水素ガス + 酸素ガス
工場
家庭

・今までの都市ガスパイプラインが水素輸送に使えます

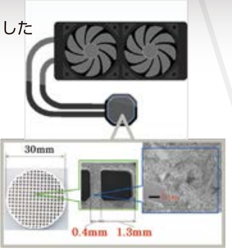

マクロ孔（蒸気排出孔）から噴出する蒸気
ハニカム多孔質体
毛管力による水の流れ
細孔径：0.1μm
Heating

ハニカム多孔質体と高性能冷却原理

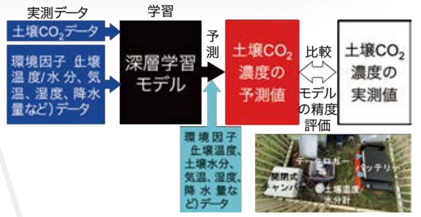
近年、電子機器の発熱増加により冷却が課題となっています。「沸騰」と特殊なハニカム多孔質体構造を活用し、従来比 5 倍以上の世界最高レベルの冷却性能を実現し、省エネとCO_2削減に大きく貢献します。

「沸騰」を活用した次世代高効率冷却技術

「沸騰」を活用した冷却パーツ

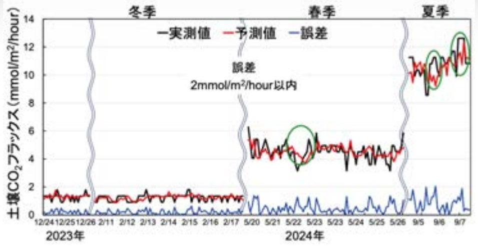

30mm
0.4mm
1.3mm

高効率沸騰冷却技術を既存の水冷普及品に導入し、データセンターやパワーデバイスへの適用を可能にする製品を開発。水冷市場の特性を活かし、早期実用化を目指します。


実測データ
土壌CO₂データ
環境因子（土壌温度/水分、気温、湿度、降水量など）データ
学習
深層学習モデル
予測
土壌CO₂濃度の予測値
比較
モデルの精度評価
土壌CO₂濃度の実測値
環境因子（土壌温度、土壌水分、気温、湿度、降水量などデータ）
開閉式チャンバー
データロガー
バッテリー
土壌温度・水分計

CO_2地中貯留で地下に貯留したCO_2の地表への漏洩モニタリングでは、土壌から自然に放出されている CO_2と漏洩してきた CO_2との判別が重要です。土壌や大気の性状変化と自然土壌 CO_2の放出との関係を学習させた AI を用いて、自然土壌 CO_2の放出量を予測し、漏洩 CO_2の早期検出を可能とする AI モデルを構築しています。

AIモデルを用いた地中貯留CO_2のモニタリング手法の開発



開発したAIモデルで予測した自然の土壌CO_2濃度は、年間を通して実測値の±10%以内の誤差に収まる精度を有しており、土壌CO_2濃度の異常値 (=漏洩CO_2) の検出に有用であることが示されています。モデルに与える環境因子をさらに検討し、精度の向上を目指しています。