

International Institute for Carbon-Neutral Energy Research



第3回 研究大学コンソーシアム シンポジウム 「融合研究」のチャレンジとインパクト

2019年10月18日

国立大学法人 九州大学

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

研究推進主幹 / 支援部門長 増田 俊一



KYUSHU UNIVERSITY



I ILLINOIS

- WPI-I²CNERの概要
- 体制の構築と運営
- 融合研究事例
 - (1) 生物に学ぶ
 - (2) 計算科学と燃料電池設計
 - (3) 数学とエネルギー
- 頭脳循環
- まとめ



研究者が一つ屋根の下に集い異分野融合を展開できる環境

I²CNER第1研究棟



- 竣工：2013年1月
- 面積：5,568㎡
- カーブを描く印象的な外観、環境に配慮した建物

I²CNER第2研究棟



- 竣工：2015年2月
- 面積：5,014㎡
- オープンオフィスとオープンラボにより異分野融合を図る



ビジョン

環境調和型で持続可能な社会

CNS : Carbon-Neutral Society

ミッション

CO₂排出削減目標の達成を可能とする科学技術の研究
非化石燃料によるエネルギーシステムの構築

研究戦略

低炭素排出 **LCI** : Low Carbon Intensity

エネルギー変換効率の向上 **EI** : Efficiency Increase

九州大学 総長：久保 千春
九州大学 研究担当理事・副学長：井上 和秀



所長：
ペトロス・ソフロニス



イリノイ大学サテライト機関

サテライトアドバイザリー委員会

外部アドバイザリー委員会

内部プログラム評価委員会

副所長：
石原達己



副所長：
高田保之



支援部門長：
増田俊一



運営委員会

教員選考委員会

SRA
選考委員会

産学連携諮問委員会

産学連携研究群

SRA: スーパー・リサーチ・アシスタント

- 研究部門
- | | | |
|-------------------|--------------------------|-----------------------|
| 1. 光エネルギー変換分子デバイス | 4. 熱科学 | 7. CO ₂ 貯留 |
| 2. 水素適合材料 | 5. 触媒的物質変換 | 8. エネルギーアナリシス |
| 3. 電気化学エネルギー変換 | 6. CO ₂ 分離・転換 | |

次世代冷媒物性評価研究センター
(NEXT-RP)



I²CNER 所長
Prof. SOFRONIS

I²CNER支援部門

支援部門長

事務長

総務・人事

6名

経理・契約

6名

学術支援・
国際連携

2名

渉外

3名

H₂

水素エネルギー
社会の実現

光エネルギー変換
分子デバイス

人工光合成型光分解
省エネルギー分子デバイス

電気化学
エネルギー変換

燃料電池 電気分解
エネルギー貯蔵

水素適合材料

水素用材料のコスト・性能・安全性の
最適化

熱科学

熱エネルギー効率改善
熱物性

触媒的物質変換

新規触媒開発
革新的技術創出

エネルギーアナリシス

将来のエネルギー技術の
研究・分析

エネルギー問題への
応用数学

CO₂

低炭素社会の
実現

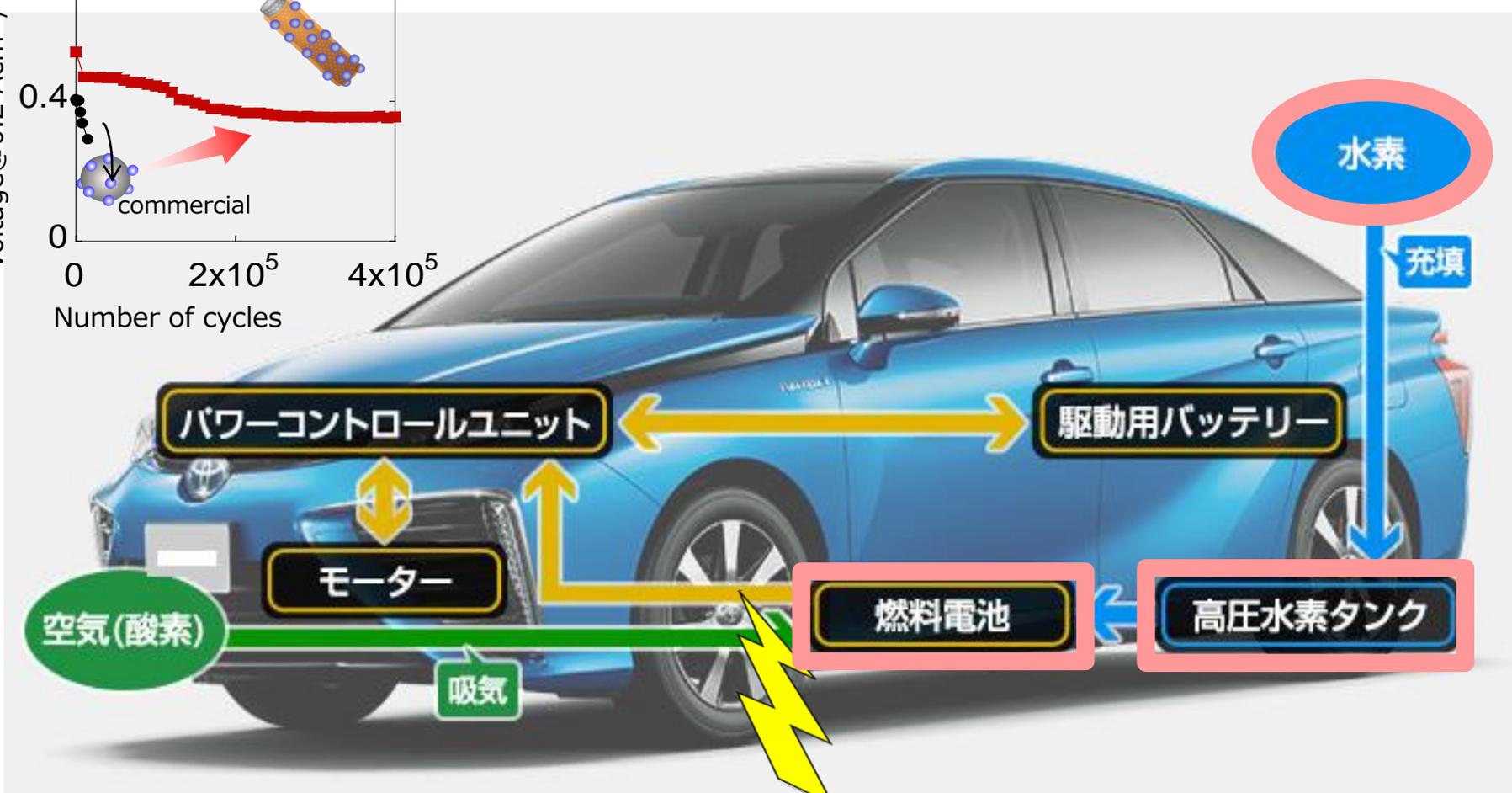
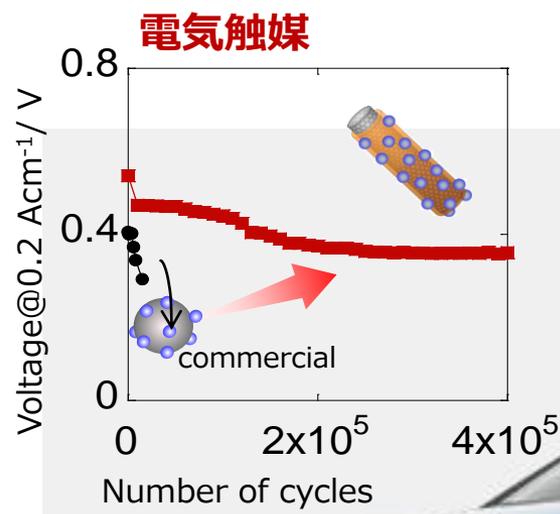
CO₂ 分離・転換

高効率なCO₂分離膜
CO₂の有用物質への転換

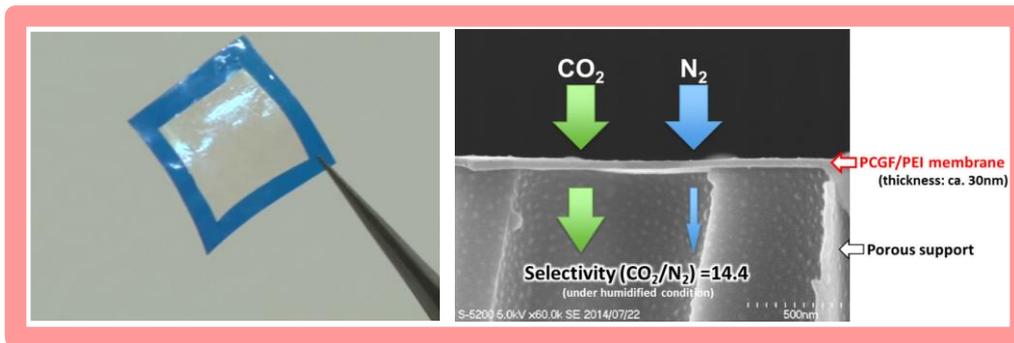
CO₂ 貯留

CO₂貯留評価・モニタリング
新しいCO₂貯留コンセプト

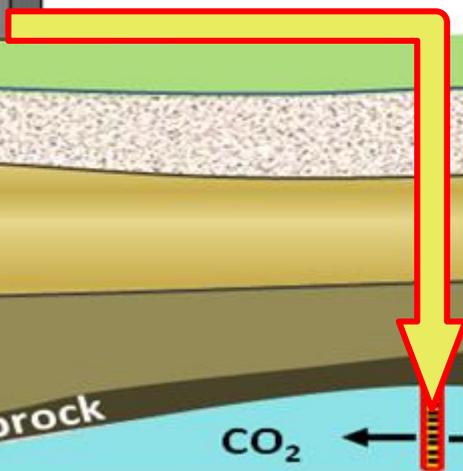
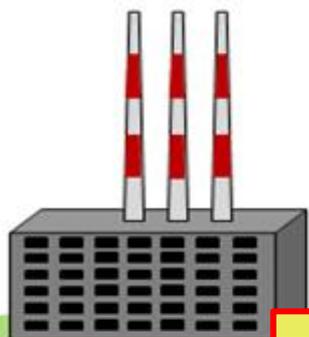
産学連携研究群



ガス分離薄膜

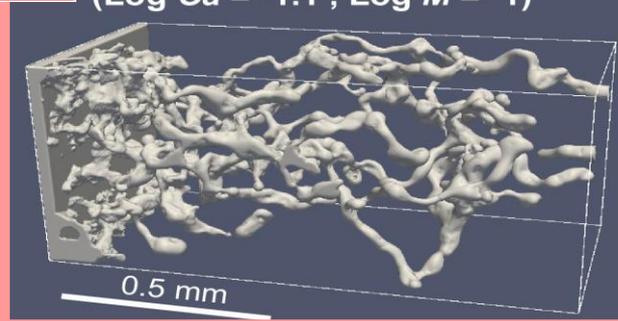


プラントの排ガスから、二酸化炭素を分離し
地中深くの貯留層に圧入



注入した二酸化炭素の
挙動をモニタリング

Viscous fingering
(Log Ca = -1.1, Log M = -1)



Caprock

CO₂ ← → CO₂

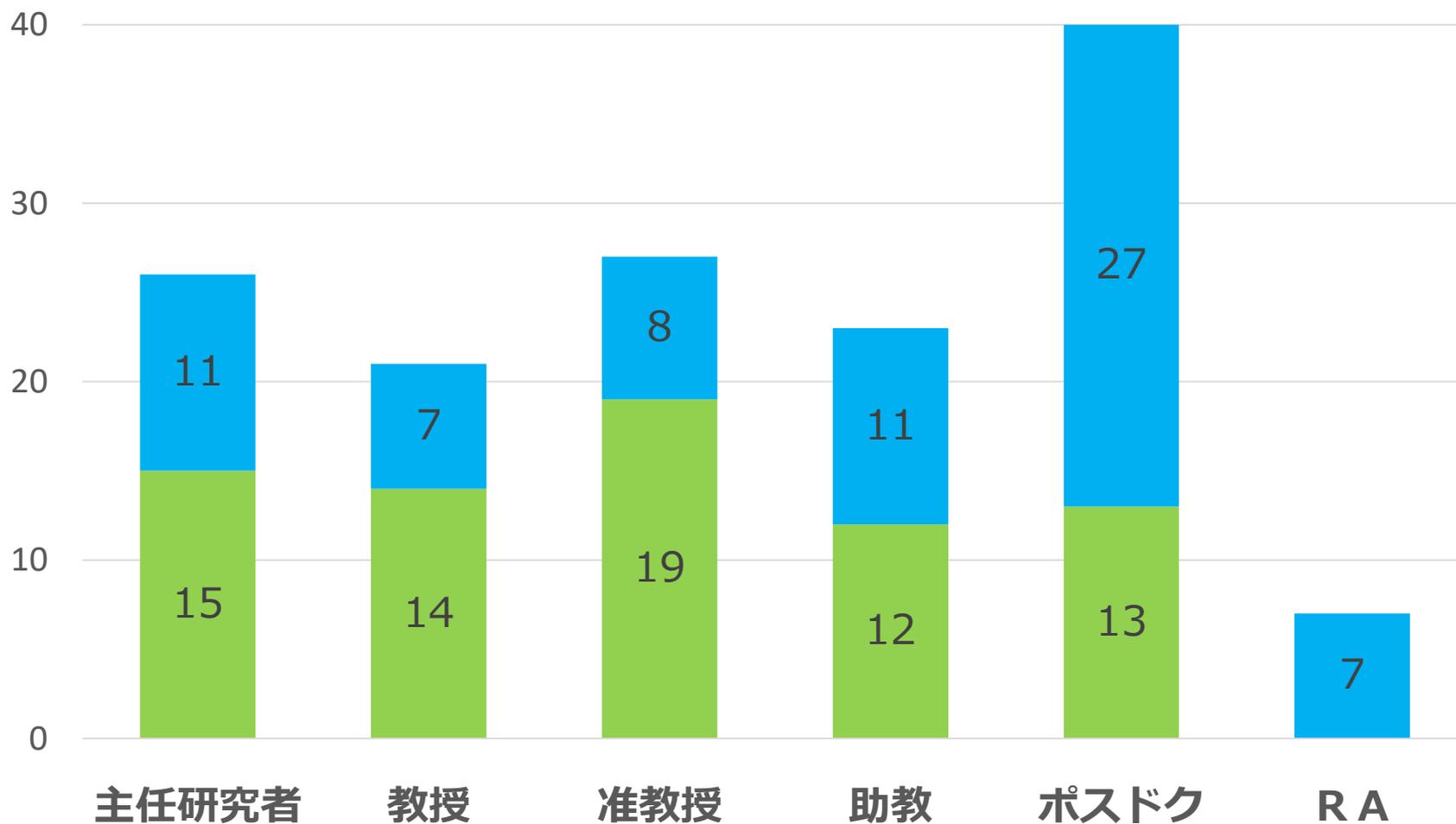
Deep Saline Aquifer

Caprock

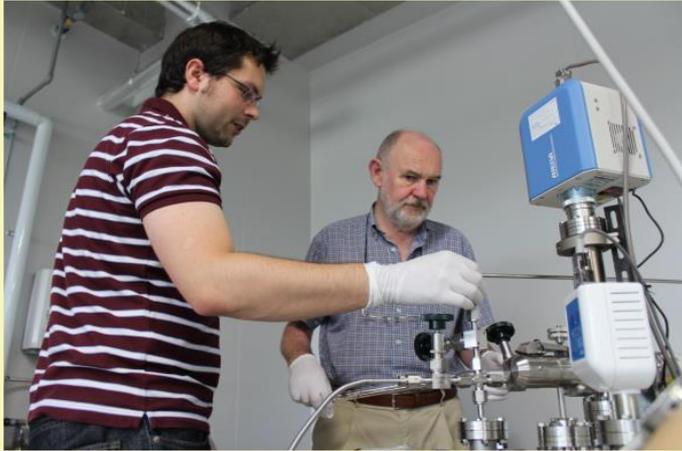
0.5 mm

日本人・外国人 構成員数

■ 日本人 51% ■ 外国人 49%

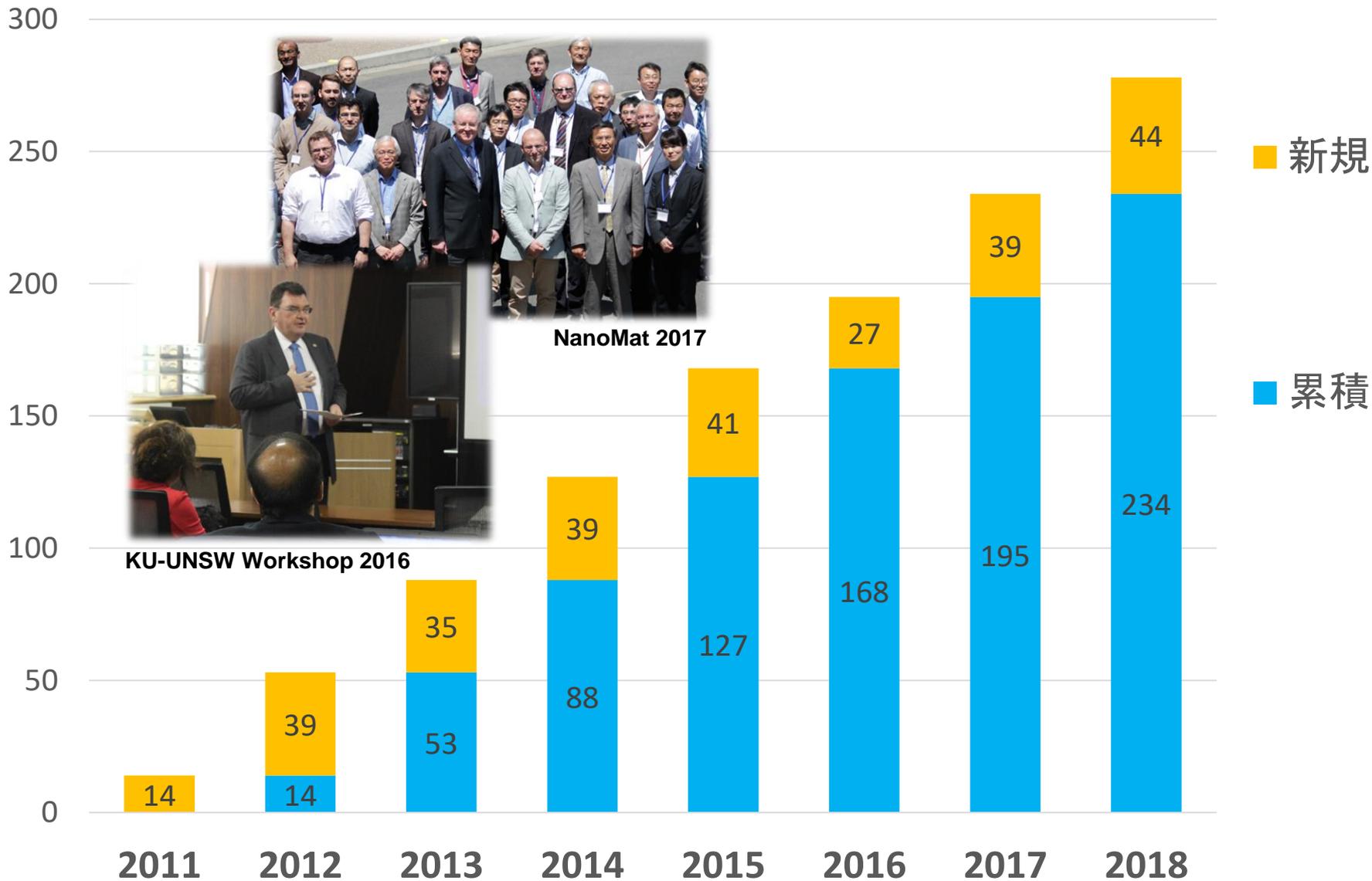


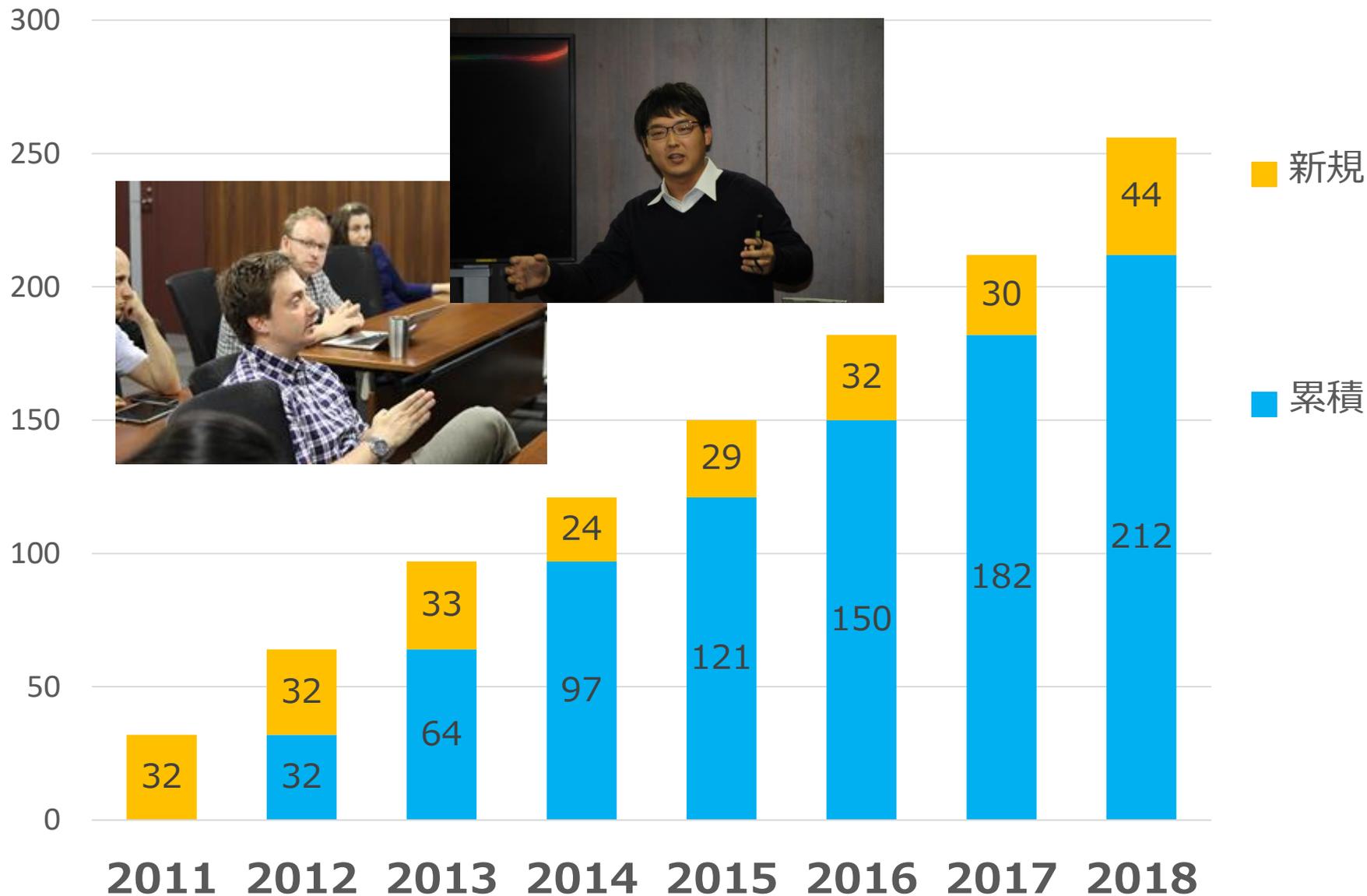
(2019年4月1日現在)



Dr. John Druce:

「I²CNERの学際的な研究環境は、とても素晴らしいです。きわめてユニークな表面分析施設を使用できることは特に幸運です。日本で働くことは刺激的でやりがいのある経験でした。若い研究者にはお勧めです！」





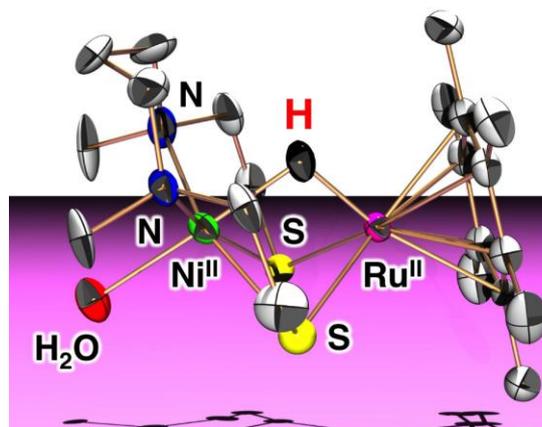
■ バイオ/生物研究と化学研究を併進可能なラボを設置

- 水素の化学反応を起こしやすくする触媒の開発に成功（活性化）
- 今後の燃料電池用触媒等への応用が期待される画期的な成果

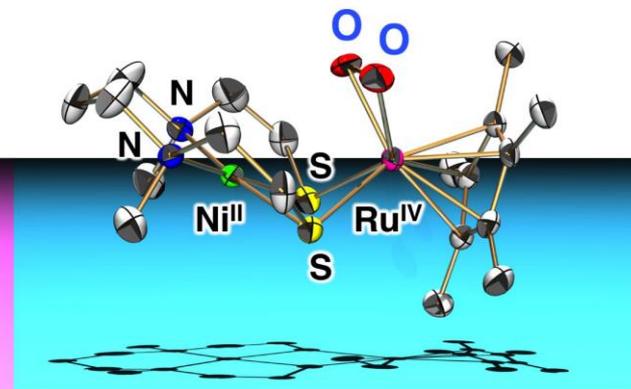
阿蘇の温泉から
バクテリアを採取



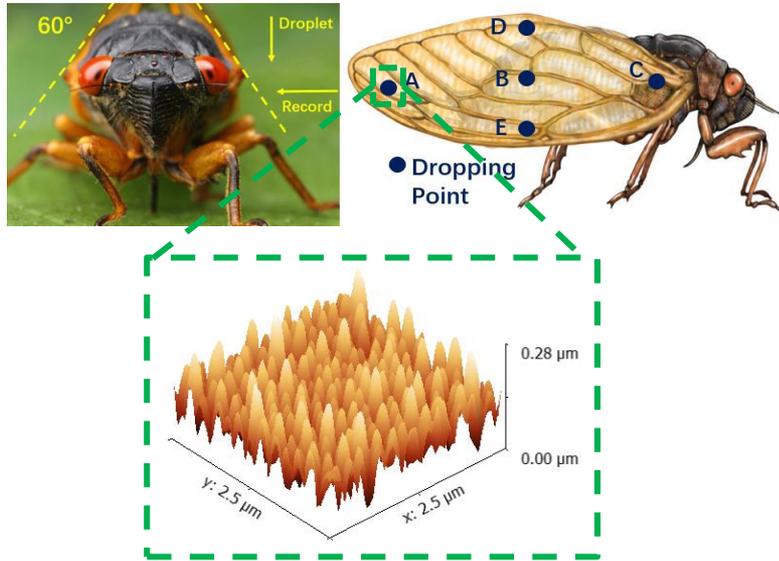
アノード分子触媒



カソード分子触媒



水素から電子を取り出す酵素の構造を同定し
人工的に合成することに成功



- **新たな発見: 自然界における濡れ性は生物のライフサイクルと相関がある**
- **生物模倣により、熱エネルギー変換や冷却水用途向け材料におけるナノレベルの表面性状の最適化を実現**

PIRE: *P*artnerships for *I*nternational *R*esearch and *E*ducation

- 日本学術振興会（JSPS）と米国国立科学財団（NSF）との合意による
- 一国のみでは解決が困難な課題に対し、国際共同研究を実施



NCSA Blue Waters

ペタスケール
スーパーコンピュータ

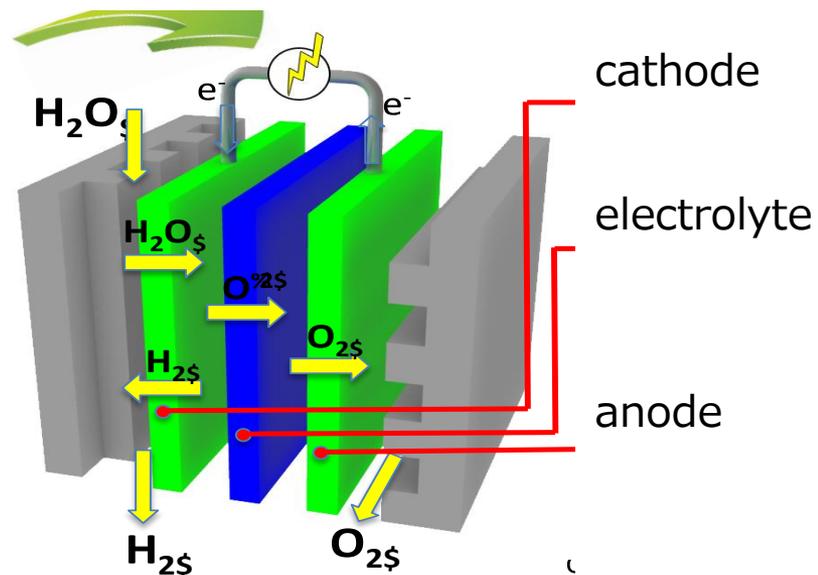
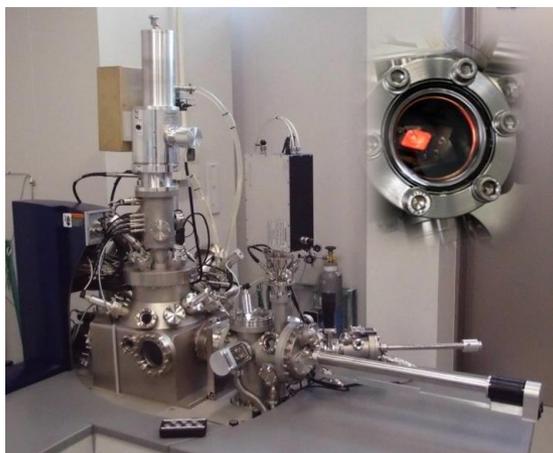
イリノイ大学

水素製造における活性材料および
インターフェースに関する
計算科学と材料設計の融合

LEIS

低エネルギー
イオン散乱分析装置

I²CNER, 九州大学



■ イリノイ大学の学生受け入れ

- 学部学生 6～7名
- 2か月間
- I2CNERの各研究室で研修、メンターは指導教官とポスドク
- 文化交流、企業見学
- アメリカ領事館における研修成果発表



トポロジーと材料

- CO₂貯留における2相流の流体力学モデルとシミュレーション
- パーシステントホモロジーを用いた岩石細孔構造の特性評価

スマートグリッド
再生可能エネルギー

電力網のスケラブルな最適化

電力市場における戦略的な相互作用

- 再生可能エネルギーを含む分散スマートグリッドの最適化
- エネルギー消費の統計的解析

堀場雅夫賞

電力システムの社会的側面

逆最適化理論による需要対応システムの設計

環境を考慮した福祉分析による世界エネルギー経済モデル

エネルギーの新しい概念

乱流燃焼における火炎前面の動的現象の特性評価

燃焼混合炎の空中への拡がりモデル

カーボンナノチューブベースの非貴金属電極触媒

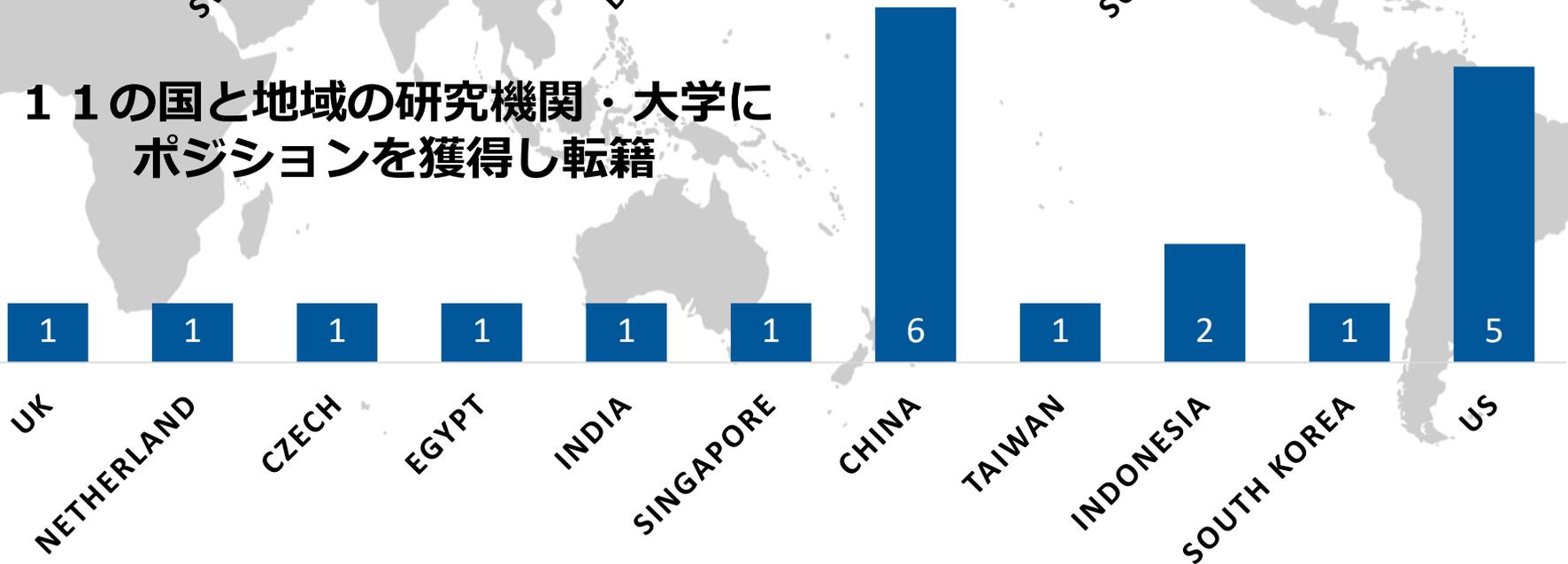
バイオ燃料

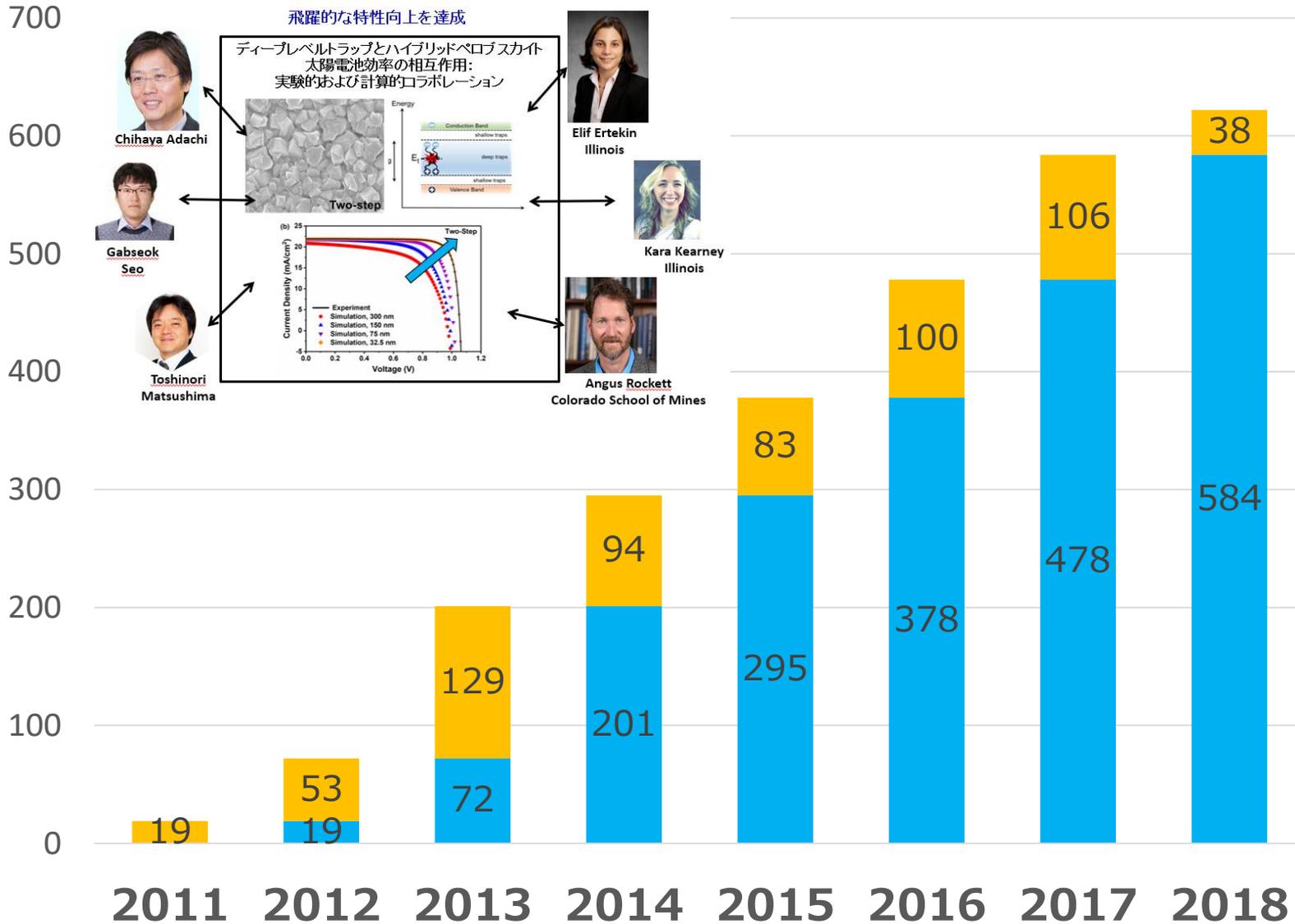
遺伝子発現データの統計分析と植物成長への応用

15の国と地域から外国人研究者を直接雇用



11の国と地域の研究機関・大学にポジションを獲得し転籍





飛躍的な特性向上を達成

ディープレベルトラップとハイブリッドペロブスカイト太陽電池効率の相互作用: 実験的および計算的コラボレーション

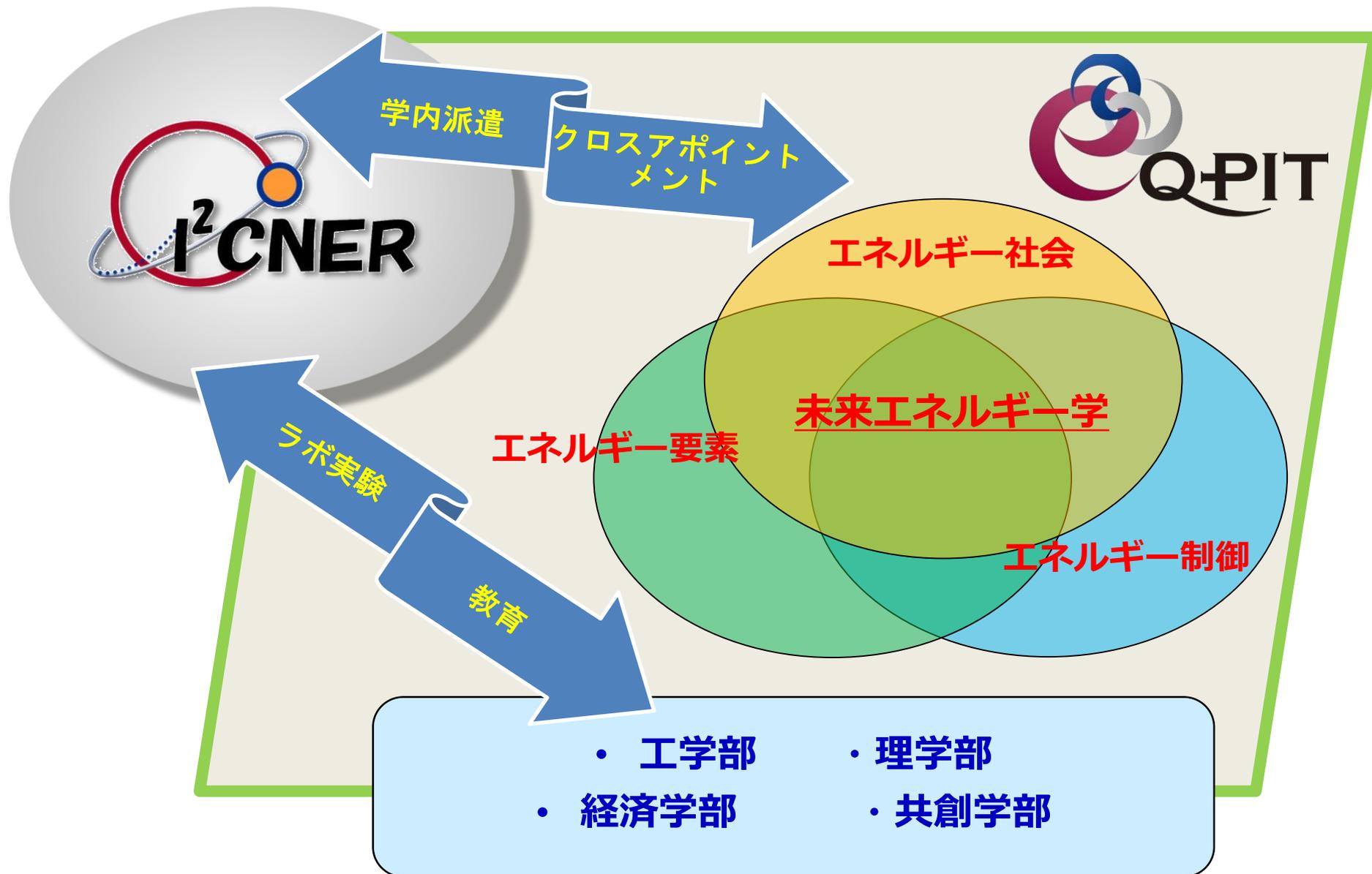
Two-step

(b) 25
20
15
10
5
0
-5
0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2
Voltage (V)

— Experiment
● Simulation, 300 nm
▲ Simulation, 150 nm
▼ Simulation, 75 nm
◆ Simulation, 32.5 nm

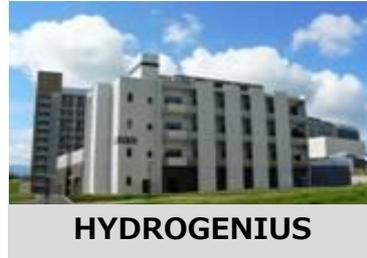
Chihaya Adachi
Gabseok Seo
Toshinori Matsushima
Elif Ertekin Illinois
Kara Kearney Illinois
Angus Rockett Colorado School of Mines

Q-PIT: エネルギー研究教育機構





I²CNER



HYDROGENIUS



水素エネルギー製品研究試験センター

水素エネルギー新産業の
育成・集積

社会実証
(実証活動)

研究開発

① 地球温暖化対策

② 新エネルギーの普及

③ 地域イノベーション創出



水素タウン(糸島市)



水素ハイウエー

水素エネルギー
人材育成



伊都キャンパス

水素・燃料電池研究拠点

世界最先端の
水素情報拠点の構築



水素先端世界フォーラム



福岡水素エネルギー
人材育成センター



経営者や技術者などの
高度人材育成

頭脳循環

ダイバーシティ

融合研究

環境・文化

研究支援