

キーノートスピーチ：  
**水素エネルギー社会  
実現に向けて**

**佐々木一成**

(電子メール: [sasaki@mech.kyushu-u.ac.jp](mailto:sasaki@mech.kyushu-u.ac.jp))

(研究室HP) <http://www.mech.kyushu-u.ac.jp/~hup/index.html>

(水素センターHP) <http://h2.kyushu-u.ac.jp/>

(燃料電池センターHP) <http://fc.kyushu-u.ac.jp/>

**九州大学**

水素エネルギー国際研究センター(センター長)

次世代燃料電池産学連携研究センター(センター長)

カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所

大学院工学研究院

「グリーンアジア国際戦略総合特区」グリーンイノベーション研究開発拠点部会長

CESSシンポジウム「九州発、未来の水素エネルギー社会」

2015年1月9日

キーノートスピーチ:

# 水素エネルギー社会実現に向けて

---

**(1) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状**

(2) 九州大学の挑戦と将来展望

(3) COIプロジェクトでの取り組み

# エネルギー革新技術：燃料電池・水素エネルギー

—重点的に取り組むべきエネルギー革新技術—

エネルギー源毎に、供給側から需要側に至る流れを俯瞰しつつ、効率の向上と低炭素化の両面から、CO2大幅削減を可能とする「21」技術を選定。



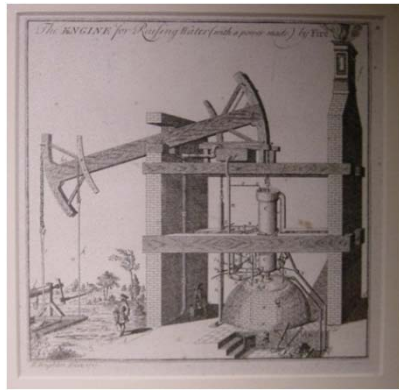
3 出典：経済産業省 Cool Earth-エネルギー革新技術計画 平成20年

# 燃料を燃やさずに高効率に使う社会へ

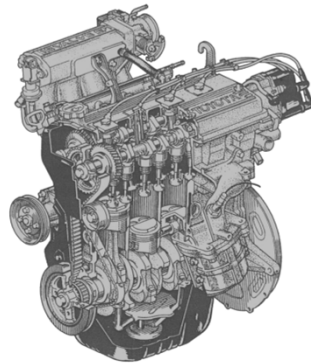
産業革命以来の“エネルギー革命”・エネルギーの“産地直送”！

**熱エネルギー変換(燃焼)**

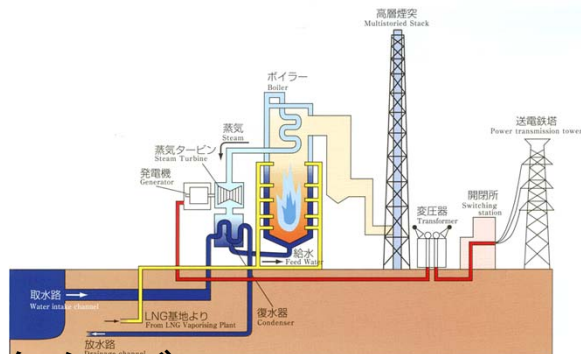
(化学エネルギー⇒熱⇒運動⇒電気)



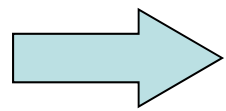
ニューコメンの熱機関  
(Newcomen, 1712)  
【当時の効率約1%】



ガソリンエンジン  
(Otto cycle, 1876)  
【実運転で十数%】



蒸気タービン(Rankin cycle, 1854)  
(日本機械学会編「熱力学」より引用)



**電気化学エネルギー変換**

(化学エネルギー⇒電気)



エネファーム  
(東芝燃料電池システムHPより引用)  
【家庭で発電効率40%  
総合効率95%】



燃料電池車  
(トヨタ自動車より  
写真提供)  
【車両効率65%】

燃料電池

水素を介して燃やさずに発電！



発電用燃料電池  
(三菱日立パワーシステムズより写真提供)  
【将来、天然ガスで発電効率70%超】

# 意義：なぜ、水素？なぜ、燃料電池？

- **燃料電池は、燃料を燃やさずに効率良く電気を作れる！**

(水素を介した電気化学反応。家庭用や車用はもちろん、業務用、産業用、発電用、再エネ用、宇宙航空用など、多岐にわたる用途で発電可能)

- **水素ガスを燃料にすると、出てくるものは水だけ！**

(排気ガスがない社会へ。ただ、水素ガスを作る時にはCO<sub>2</sub>排出)

- **水素で車が動けば、車産業・車社会が石油に依存せず、持続可能に！**

(日本の基幹産業・我々の日々の移動が、特定の資源に依存しなくなる)

- **変動が激しい自然エネルギーからの電気を、水素の形で貯蔵可能！**

(電気を水素の形で蓄えることで、再エネ電気の受入余地が増加)

エネルギーの根幹を変える革命で、九大・福岡が世界を牽引！

# 意義：成長戦略の柱の一つ（5兆円の世界市場@2025年）

## 需要分野別燃料電池システム・主要スタック部品の世界市場を調査

### —燃料電池システム市場 25年度予測 5兆1,843億円（11年度比74.2倍）—

総合マーケティングビジネスの株式会社富士経済（東京都中央区日本橋 阿部界 代表取締役）は、2012年10月から2013年1月にかけて、日本、アジア、北米、欧州のエリアにおける燃料電池システムと主要スタック部品の市場を需要分野別（産業・業務用、家庭用、燃料電池車、フォークリフト等の駆動用、ポータブル／バックアップ用、携帯機器用）に調査した。その結果を報告書「2013年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」にまとめた。

### 燃料電池の将来市場

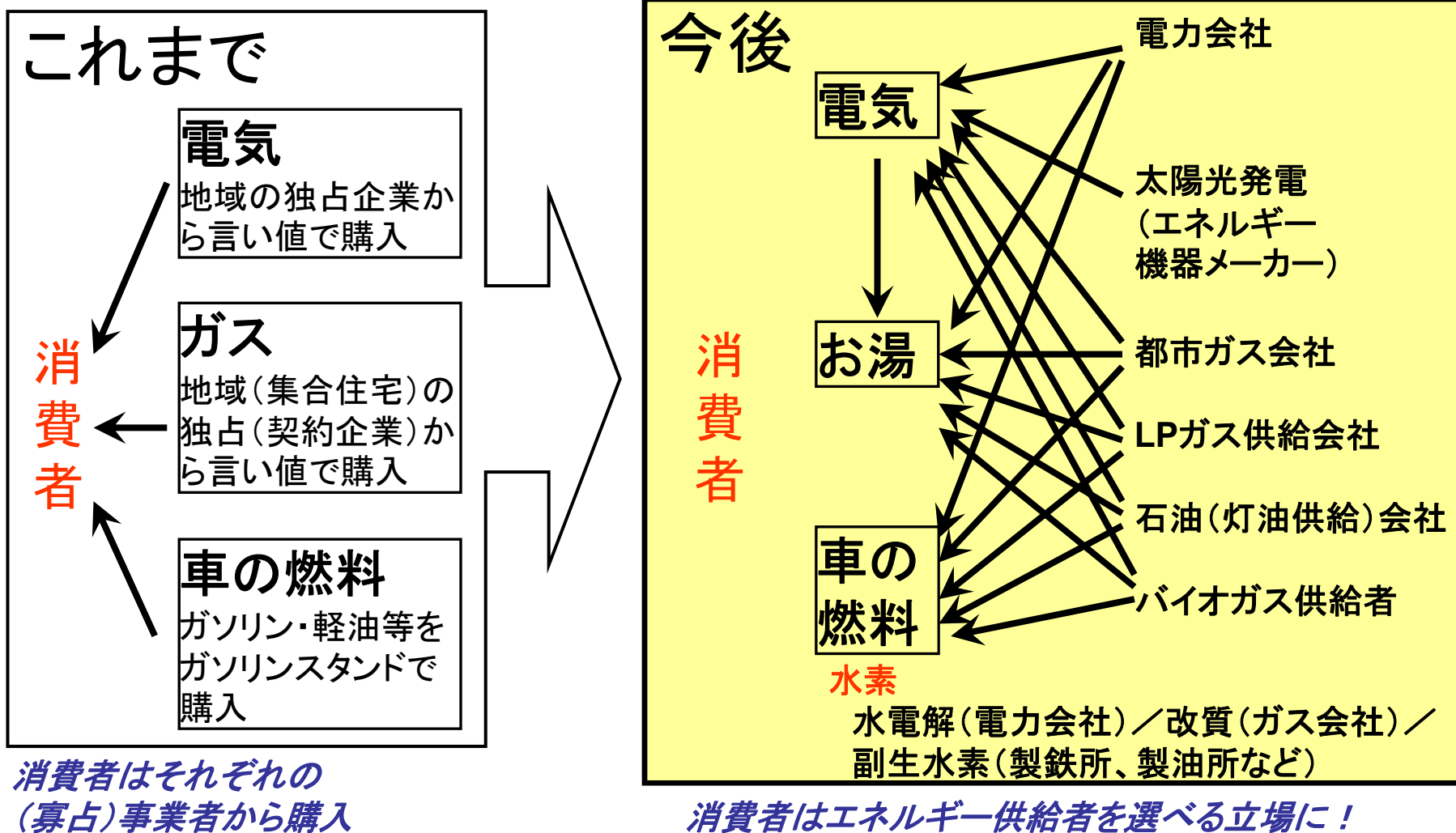
	2011年度	2025年度予測	11年度比
世界市場	699億円	5兆1,843億円	74.2

### 需要分野別燃料電池システム市場

	2011年度	2025年度予測	燃料電池のタイプ
産業・業務用	359億円	7,341億円	SOFC
家庭用	159億円	1兆1,190億円	PEFC/ SOFC
燃料電池車	3億円	2兆9,106億円	PEFC
駆動用	59億円	2,199億円	PEFC
ポータブル／バックアップ	119億円	1,696億円	PEFC
携帯機器用	0億円	311億円	PEFC/SOFC

（富士経済HPより引用  
「2013年版 燃料電池関連技術・市場の将来展望」  
<https://www.fuji-keizai.co.jp/market/13020.html>）  
に加筆

# 意義：消費者がエネルギーを選べる時代へ



## 「燃料電池を核にした水素エネルギー」の本質:

電気と並ぶ二次エネルギー(多様なエネルギー燃料を変換して作れる)である水素を介して、エネルギー源の多様化と分散化の革命を可能にする技術!

# 水素・燃料電池戦略ロードマップ概要（1）

～総論～

## 水素社会実現の意義

### 1. 省エネルギー

燃料電池の活用によって高いエネルギー効率を実現することで、大幅な省エネルギーにつなげる。

### 2. エネルギーセキュリティ

水素は、①製造原料の代替性が高く、副生水素、原油随伴ガス、褐炭といった未利用エネルギーや、再生可能エネルギーを含む多様な一次エネルギー源から様々な方法で製造が可能であること、②今後、こうしたエネルギーを地政学的リスクの低い地域等から安価に調達できる可能性がある（国内では、将来的に再生可能エネルギーから製造された水素を利活用することでエネルギーの自給率向上につながる可能性もある）ことから、こうした利点を活かして利用を拡大することで、エネルギーセキュリティの向上につなげる。

### 3. 環境負荷低減

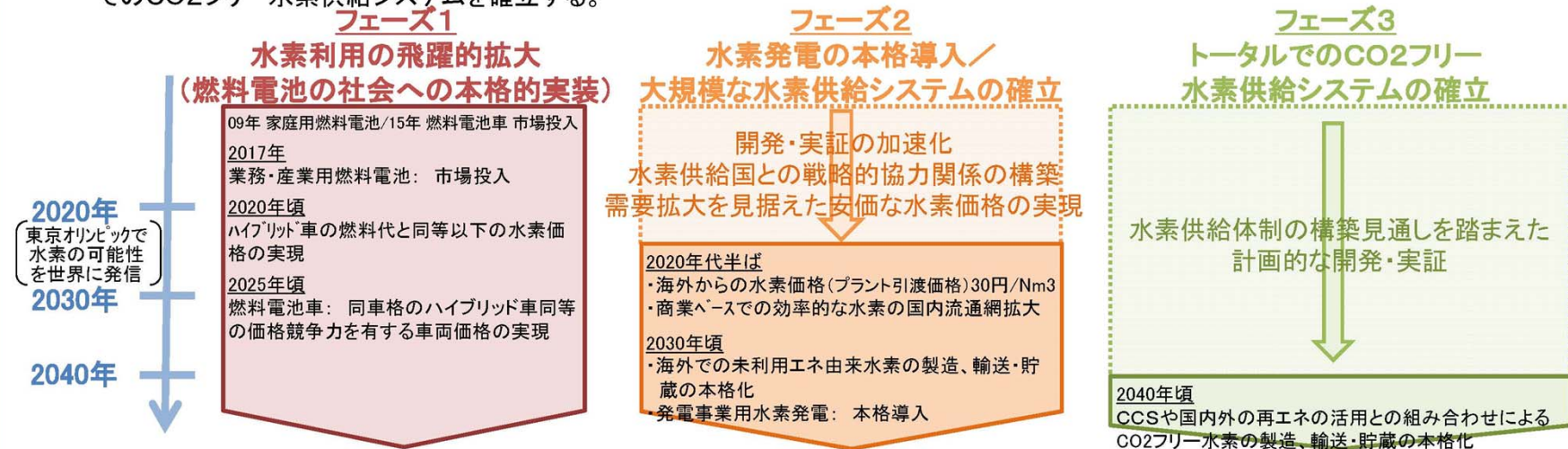
水素は利用段階でCO2を排出しないことから、水素の製造時にCCS（二酸化炭素回収・貯留技術）を組み合わせ、又は再生可能エネルギー由来水素を活用することで、環境負荷低減、更にはCO2フリーにつなげる。

### 4. 産業振興・地域活性化

日本の燃料電池分野の特許出願件数は世界一位で、二位以下と比べて5倍以上と、諸外国を引き離しているなど、日本が強い競争力を持つ分野。また、水素製造等については、再生可能エネルギー等の地域資源を活用可能。

## 水素社会実現に向けた対応の方向性

- 水素社会の実現に向けて、社会構造の変化を伴うような大規模な体制整備と長期の継続的な取組を実施。また、様々な局面で、水素の需要側と供給側の双方の事業者の立場の違いを乗り越えつつ、水素の活用に向けて産学官で協力して積極的に取り組んでいく。
- このため、下記のとおりステップバイステップで、水素社会の実現を目指す。
  - ・ **フェーズ1（水素利用の飛躍的拡大）**： 足元で実現しつつある、定置用燃料電池や燃料電池自動車の活用を大きく広げ、我が国が世界に先行する水素・燃料電池分野の世界市場を獲得する。
  - ・ **フェーズ2（水素発電の本格導入／大規模な水素供給システムの確立）**： 水素需要を更に拡大しつつ、水素源を未利用エネルギーに広げ、従来の「電気・熱」に「水素」を加えた新たな二次エネルギー構造を確立する。
  - ・ **フェーズ3（トータルでのCO2フリー水素供給システムの確立）**： 水素製造にCCSを組み合わせ、又は再エネ由来水素を活用し、トータルでのCO2フリー水素供給システムを確立する。



## 水素・燃料電池関連の機器・インフラ産業の市場規模（日本）

2030年 約1兆円 → 2050年 約8兆円

# 九州・沖縄地方成長産業戦略 ~九州・沖縄 Earth戦略~

主旨

- ◆日本再興戦略及びそれを踏まえた全国知事会の緊急決議を契機に設置。
- ◆九州地方知事会、政令市、民間企業経営者を中心に、国の地方支分部局が一体となって協議会を構成。
- ◆九州経済を牽引していく成長産業を特定し、九州・山口・沖縄地域が強固に連携・協働して戦略の実現を図っていく。

九州の現状

- ◇人口減少により内需は減少傾向 ⇒ アジア等外需の取り込みが経済発展のポイント
- ◇地域活力の維持・発展には、交流人口の増加（インバウンドの拡大）が必要
- ◇九州経済を牽引してきた電気電子産業の工場再編
- ◇自動車及び自動車関連産業における海外生産の増加 ⇒ 新たな成長産業が必要

◆九州の強みを活かした4つの分野で先導的な取組を実施する。

- ①北部九州は水素の一大研究拠点  
→水素先導地域へ
- ②FCVの2015年の市場投入  
→九州が連携した取組へ
- ③北部九州の自動車産業  
→次世代自動車産業の拠点としての競争力強化
- ④豊富な自然エネルギーの存在  
分散型エネルギー：地熱  
拠点型エネルギー：洋上風力  
→ 関連産業の拠点化へ
- ⑤高効率火力発電技術の蓄積
- ⑥スマートコミュニティ実証実験を活かした新たな先導的モデルの実施
- ⑦九州で培った環境、省エネ技術等の海外展開

豊かな自然を活かしてグローバル（地球規模）な視点で課題に挑戦する九州の成長戦略。  
4つの戦略分野が連携し、アジアのゲートウェイとして持続的な発展を目指す。

## クリーン分野 Energy & Environment

クリーンで経済的なエネルギーの供給拠点化  
水素/地熱/洋上風力/海洋エネルギー/高効率火力  
次世代自動車の生産・開発拠点化  
省エネルギー先導拠点の形成  
アジアにおける環境・エネルギー関連産業の先導



スマート農業

## 農林水産業・食品分野 Agriculture

## 医療・ヘルスケア・コスメ分野 Health

健康長寿を目指した予防医療・健康増進サービスの産業創出  
医療機器分野への参入促進・海外展開  
先進医療・治療分野における新産業の創出  
機能性・健康食品関連産業の活性化  
化粧品関連産業の振興



ヘルスケアツーリズム

## 観光分野 Tourism

- ①医療介護の需要のピークが全国に先駆けて到来
- ②半導体、ロボット産業の集積による技術の蓄積
- ③血液・血管に関する治療技術の蓄積、内視鏡手術の先進地等  
→手術ロボット等現場ニーズに基づいた関連医療機器の開発
- ④機能性食品・化粧品に利用しうる豊富な地域資源やフランスのクラスターとの連携

①アジアとの近接性

## 「九大水素プロジェクト」

- 大学が核になって始めた活動が、地域全体の成長産業戦略の筆頭にまで発展！
- 大学が社会の将来像を示し、研究開発や社会実装を牽引し、社会を変えていくモデルケース！
- 伊都キャンパスへの移転で初めて可能になった活動！

◆アジアグローバル人材育成

◆蓄積されたものづくり技術の活用

◆海外への情報発信の促進  
◆ビッグデータ利活用の促進

◆世界で活躍できるベンチャー企業の創出

## エネファーム：パナソニック・東京ガス

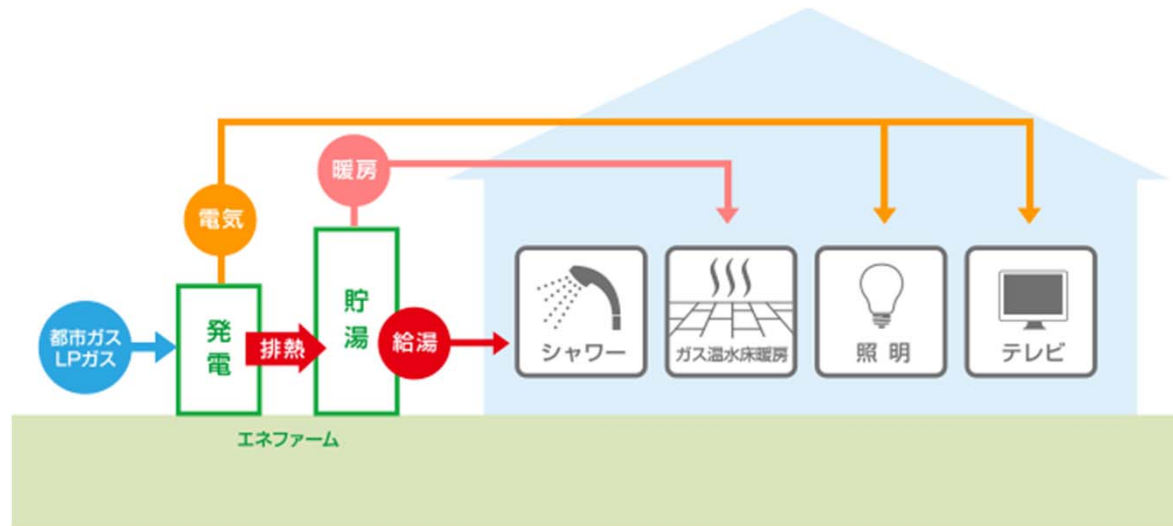
### 家庭用燃料電池「エネファーム」の 新製品発売について ～よりお求めやすい価格と、 設置性の向上を実現～



東京ガス株式会社(社長:岡本 毅、以下「東京ガス」とパナソニック株式会社(社長:津賀 一宏、以下「パナソニック」)は、家庭用燃料電池「エネファーム」(以下、「エネファーム」)の新製品を共同で開発しました。パナソニックは、東京ガスと共同で開発した「燃料電池ユニット」を製造し、東京ガスの子会社である株式会社ガスターから調達する「貯湯ユニット」および「バックアップ熱源機」と組み合わせて東京ガスに供給します。東京ガスは、本年4月1日(月)から新製品を発売します。

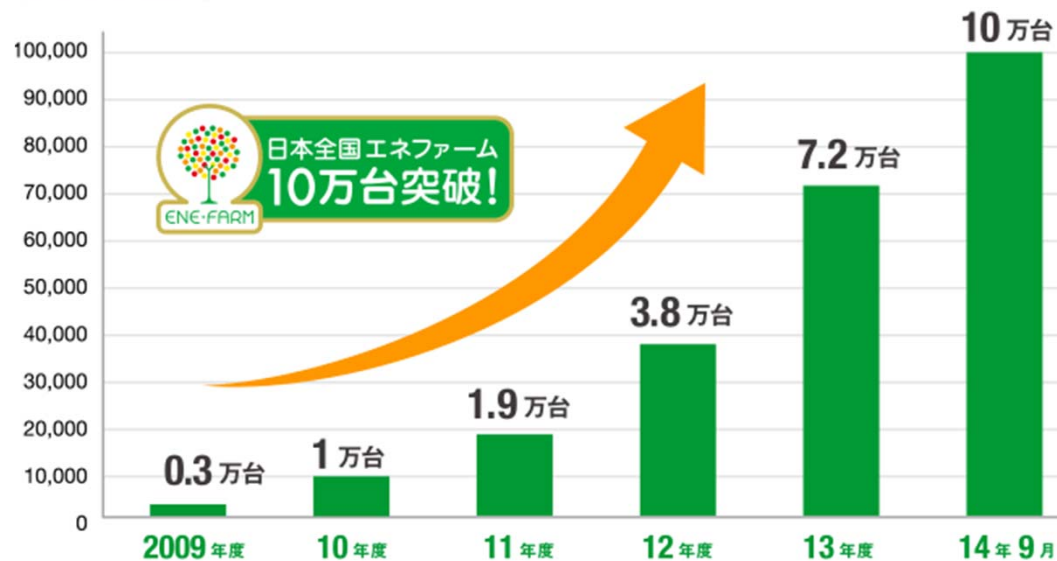
新製品は、部品点数の削減などにより希望小売価格で現行品よりも約76万円低価格の1,995,000円(税込、設置工事費別、標準タイプのバックアップ熱源機の場合)を実現するとともに、**総合効率は世界最高となる95.0%(LHV)を達成しました。なお、「エネファーム」の希望小売価格が、200万円を下回るのは日本で初めてとなります。**

# エネファーム：ご家庭で電気とお湯を両方作る！10万台突破！



※イメージ図であり、実際の配管などは異なります。

【累積普及台数※】



※2009～13年度は、補助金交付状況（燃料電池普及促進協会集計）。  
14年9月は、補助金交付決定ベース（燃料電池普及促進協会集計）。

出典：「エネファームパートナーズHP」<http://www.gas.or.jp/user/comfortable-life/enefarm-partners/>

# 燃料電池自動車: 2015年一般販売開始を目指して

Toyota



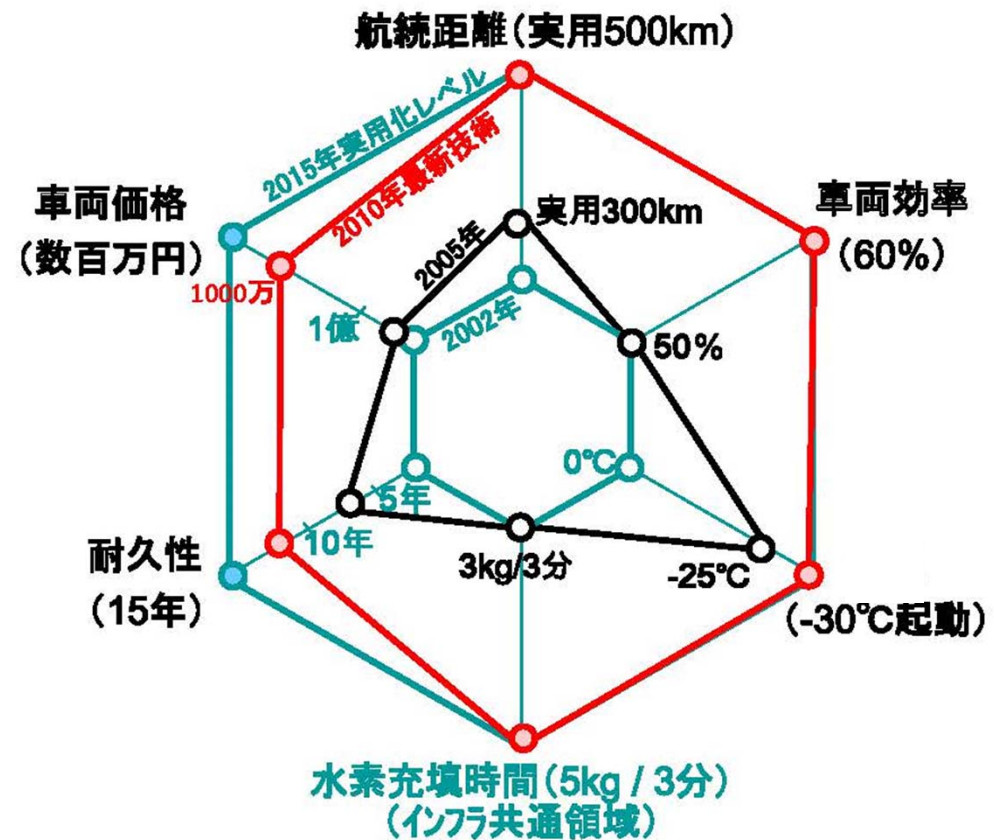
Honda



Nissan



## 2010年度時点



## トヨタ社長、燃料・電気自動車など全方位で開発

トヨタ自動車の豊田章男社長は2日、日本記者クラブで「これからのクルマづくり」と題するテーマで講演した。今後の自動車開発については「脱石油時代を見据え、ハイブリッドや電気自動車、燃料電池車と利用シーンについてすみ分けが起きるだろう。それに対応していく」と車種にこだわらず幅広く開発していく考えを示した。また、現状を「足元は各国の新車買い替え需要策で持ち直しているが、まだ不透明だ」として、生産能力の余剰解消などに引き続き取り組んでいく意向を明らかにした。

講演では「自動車業界は100年に1度の変革の時期を迎えている」と発言。「ハイブリッドか電気自動車か、という観点ではなく、**短距離では電気自動車、長距離では燃料電池車**と、お客様のニーズに応じて幅広く開発していく」と述べた。

現在のトヨタの置かれた状況としては「まだどん底にいるが、トヨタのもつ豊富な人材と人脈を生かして、一日でも早い時期の黒字転換を目指していく」と述べた。(日経2009年10月3日版より引用)



車種にこだわらず幅広く開発する考えを示したトヨタの豊田章男社長＝2日、東京都千代田区

# 水素燃料電池自動車の2015年市販開始に向けて

## 燃料電池自動車の国内市場導入と水素供給インフラ整備に関する共同声明

(トヨタ自動車株式会社、日産自動車株式会社、本田技研工業株式会社、JX日鉱日石エネルギー株式会社、出光興産株式会社、岩谷産業株式会社、大阪ガス株式会社、コスモ石油株式会社、西部ガス株式会社、昭和シェル石油株式会社、大陽日酸株式会社、東京ガス株式会社、東邦ガス株式会社)(2011年1月13日)

1. 自動車メーカーは、技術開発の進展により燃料電池システムの大幅なコストダウンを進めつつあり、FCV量産車を2015年に4大都市圏を中心とした国内市場への導入と一般ユーザーへの販売開始を目指し、開発を進めている。導入以降、エネルギー・環境問題に対応するため、更なる普及拡大を目指す。
2. 水素供給事業者は、FCV量産車の初期市場創出のため、2015年までにFCV量産車の販売台数の見通しに応じて100箇所程度の水素供給インフラの先行整備を目指す。
3. 自動車メーカーと水素供給事業者は、運輸部門の大幅なCO2排出量削減に資するため、全国的なFCVの導入拡大と水素供給インフラ網の整備に共同で取り組む。これら実現に向け、普及支援策や社会受容性向上策等を含む普及戦略について官民共同で構築することを、政府に対して要望する。

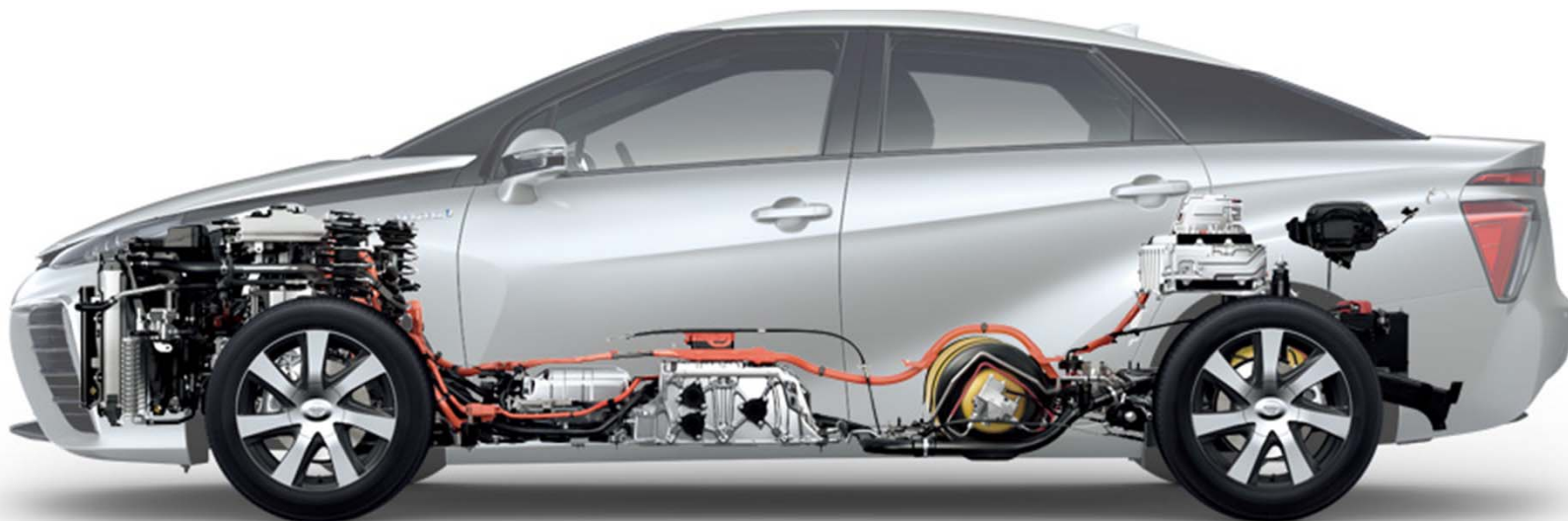


※ 導入以降、全国的なFCV導入拡大と水素供給インフラの整備に取り組む

# 燃料電池自動車(トヨタ自動車、2014年12月15日発売)

世界初の量産型ハイブリッドカーを発売したトヨタ。  
その次のチャレンジが、燃料電池自動車の一般向け発売です。  
1992年からの開発が実を結びました。

<http://toyota.jp/sp/fcv/>



# 水素・燃料電池に関する最近の報道(2014年末)

- 11月12日(水)  
[JX日鉱日石エネルギー](#)が、商用ステーション設置の詳細を  
プレス発表
- 11月14日(金)  
[岩谷産業](#)が水素販売価格を報道、ハイブリッド車並み価格へ
- 11月17日(月)  
[ホンダ](#)が、FCVに関するプレス発表
- 11月18日(火)午前10時  
[トヨタ](#)が、FCVに関するプレス発表  
(12月15日発売開始のFCV「ミライ」の詳細仕様発表)
- 11月18日(火)午後  
[東京都](#)が、オリンピックに向けた取り組み構想の一部を報告
- 11月19日(水)  
[川崎重工](#)が、純国産の水素液化システムを開発
- 11月24日(月)(日経電子版)  
[独ダイムラー](#)、日本で燃料電池バス20年に販売、日野は16年
- 12月22日(月)(日経電子版)  
[JX日鉱日石エネルギー](#)、水素スタンド2000か所設置へ

## 燃料電池車、都内で10万台 東京都 25年までに官民で普及支援

東京都は水素エネルギーの利用拡大を目指し、燃料電池車（FCV）の普及を後押しする大規模な支援に乗り出す。

**2025年までに都内のFCVを10万台、水素ステーションを80カ所**とする目標を設定し、15年度に購入や設置費の助成制度を導入する。まず五輪施設が集まる臨海部を中心に普及を図り、クリーンなエネルギーを積極的に利用する環境先進都市を世界にアピールする。自動車、エネルギー業界などの大手約20社が参加する官民の「水素社会の実現に向けた戦略会議」で計画を固めた。18日の会合で中間報告として決定し、舛添要一知事が今後10年の都政の指針との位置づけで12月に公表する「長期ビジョン」に反映する。

まず東京五輪が開かれる**20年にFCVを6千台、水素ステーションは35カ所とする初期目標**を設ける。トヨタ自動車は12月、世界初のFCVを発売する見通し。都は購入補助制度に加えて、初期の需要を創出するために公用車で率先して採用する。日野自動車が開発中の**燃料電池バスも15年度に都バスで先行して実証実験**に取り組み、16年度の実用化を目指す。燃料の供給拠点となる水素ステーションを初期目標とした35カ所に設置した場合、車が都内を平均的な速度で走ると単純計算で平均15分で水素ステーションに到着できるようになるという。25年には同10分で到着できる80カ所に拡大する。

**家庭用燃料電池**の普及目標も策定した。20年に新築マンションなどを中心に15万台、将来は既存マンションも含めて**100万台に拡大**する。都は15年度予算案に水素エネの普及費用として**補助金など100億円規模を計上**する見通しだ。五輪開催都市として海外からも注目される東京都が普及の道筋をつける。

キーノートスピーチ:

# 水素エネルギー社会実現に向けて

(1) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状

(2) 九州大学の挑戦と将来展望

(3) COIプロジェクトでの取り組み

# 拠点の発展：燃料電池を核にした水素エネルギー社会実現へ

成長・展開

**水素先端世界フォーラム**  
(最先端成果を世界に発信する国際会議)



**水素タウン** (世界最大規模、150台の燃料電池が集中設置)



**水素ハイウェイ**  
(九大水素キャンパスから、全国へ展開)



**世界トップレベル研究拠点「カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所」**  
(低炭素エネルギー分野の世界トップレベル研究所)



**次世代燃料電池産学連携研究センター**  
(SOFC分野の世界初の本格的な産学連携集中研)

**再生可能エネルギー技術展**  
(水素エネルギーの全体像がわかる産業界・一般向け技術展)



13000m<sup>2</sup>超の実験研究エリアで、約300名が最先端の燃料電池・水素エネルギー関連研究に従事  
(水素脆化、燃料電池、水素物性などの先端研究で受賞多数)

**水素エネルギーシステム専攻センターオブイノベーション**  
(世界初。工学府に平成22年度新設)

**センターオブイノベーション**  
(社会実装のためのイノベーション拠点)



福岡水素利用技術研究開発特区

**水素エネルギー国際研究センター**  
(水素技術インキュベーター)



**水素材料先端科学研究センター**  
(水素に触れる材料に関する集中研)



**稲盛フロンティア研究センター**  
(世のため、人のための未来科学研究)



**次世代エネルギー実証施設**  
(大学発技術をキャンパス内で実証)



**水素エネルギー製品研究試験センター**  
(糸島市に設置。産業化を支援)



21世紀COEプログラム：水素機械システムの統合技術

**福岡水素エネルギー戦略会議**  
(企業・機関700超⇒世界最大規模)  
・福岡水素戦略  
(国際的な「IPHE優秀リーダーシップ賞」受賞)



# 拠点の全体像：基礎研究から産学連携、本格普及へ

## 社会実装

### 水素タウン

(世界最大規模、150台の燃料電池が集中設置)



### センターオブイノベーション

(社会実装のためのイノベーション拠点)



### 水素ハイウェイ

(九大水素キャンパスから、全国へ展開)



## 人材育成

### 水素エネルギー

#### システム専攻

(世界初。工学府に平成22年度新設)



## 技術実証

### 次世代エネルギー

#### 実証施設

(大学発技術をキャンパス内で実証)



## 産学連携

### 次世代燃料電池 産学連携研究センター

(SOFC分野の世界初の本格的な産学連携集中研)



### (公財)水素エネルギー 製品研究試験センター

(糸島市に設置。産業化を支援)



## 燃料電池

### 水素エネルギー

#### 国際研究センター

(水素・燃料電池インキュベーター)



## 水素エネ

### 水素材料

#### 先端科学研究センター

(水素に触れる材料に関する集中研)



### 稲盛フロンティア 研究センター

(世のため、人のための未来科学研究)



### カーボンニュートラル・ エネルギー国際研究所

(低炭素エネルギー分野の世界トップレベル研究所)



## 未来科学

## 基盤研究

## 国際連携

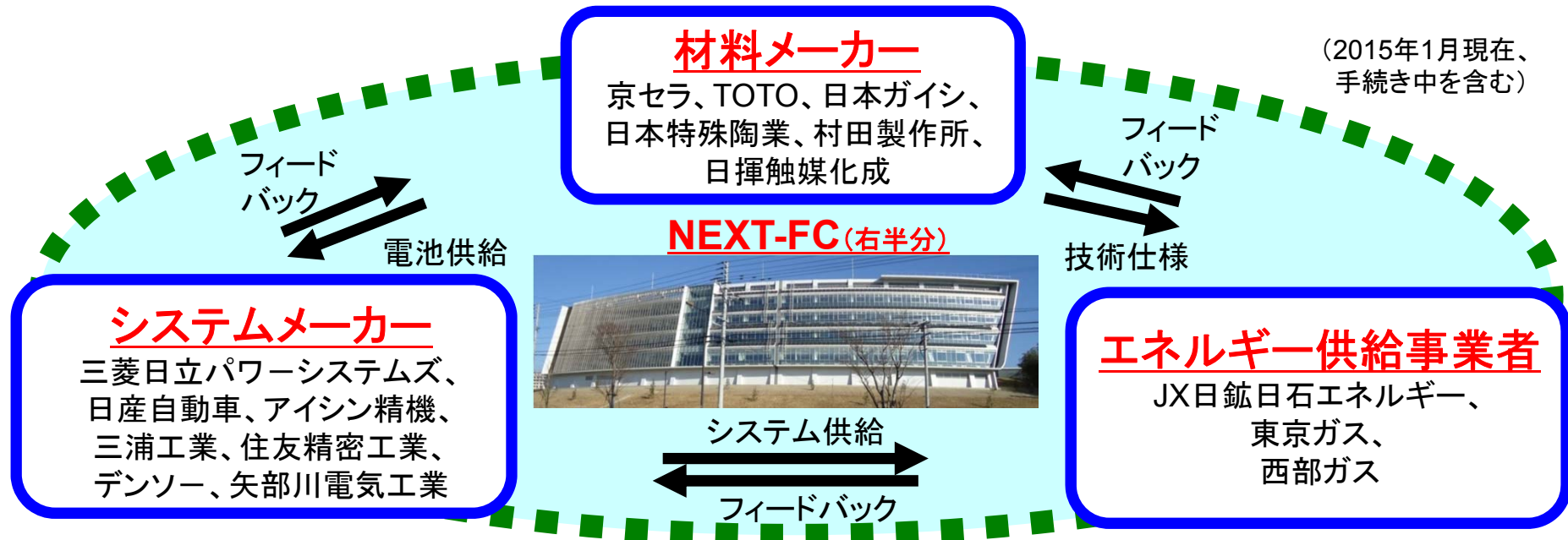


# NEXT-FC: 燃料電池分野で世界と戦うイノベーションハブ

(九州大学・次世代燃料電池産学連携研究センター、センター長: 佐々木一成主幹教授)

- 世界初の次世代燃料電池分野の産学連携集中研
- 最先端研究設備を備え、主要約15社が入居。
- 機密を守れる企業ラボで、基盤研究から実用化、実証研究までを一貫実施可能
- オールジャパンの産学連携研究開発で、各企業の製品化をワンストップ支援
- 共通技術基盤となる最先端観察解析手法を確立し、企業が製品化加速に活用
- 劣化メカニズムに関するデータベースをもとに、長寿命化技術開発を先導
- 更なる高効率化・高耐久化などの技術シーズ創出

(経済産業省・イノベーション拠点立地支援事業 (H22年度補正) 補助)



原子レベル観察



3次元観察



**世界最先端分析設備群**  
(入居企業が利用可能)

非破壊観察



最表面観察



- 産学連携拠点や研究支援機関において、水素・燃料電池の低コスト化のための研究開発、規制見直しや国際標準化に資するデータ取得が進められている。

## 山梨大学

### 燃料電池ナノ材料研究センター(HiPer-FC)

高性能・高耐久・低コストの固体高分子形燃料電池を目指し、電極触媒、電解質、MEA等の新規材料の研究開発を推進



### 技術研究組合(FC-Cubic)

国内有数の大学の叡智と産業界の先端技術を融合し、産業界が必要とする固体高分子形燃料電池技術を創出

### 水素材料先端科学研究センター (HYDROGENIUS)

高圧での水素物性の研究などの基礎的研究や高圧水素環境下での材料物性研究を実施



### 水素エネルギー製品研究 試験センター(HyTReC)

水素関連製品(素材、部品等)の研究試験を行い、産業界の製品開発を支援



### SPring-8 燃料電池用XAFS計測装置

実触媒の反応条件下でのIn-situ構造解析を実現し、燃料電池触媒開発の設計指針を提供

### 次世代燃料電池 産学連携研究センター(NEXT-FC)

固体酸化物形燃料電池の開発・早期実用化を可能とする産学連携研究拠点



# 国際戦略総合特区における研究拠点の位置づけ

## グリーンイノベーション研究拠点の形成

- 大学等がもつ有機EL等の世界最先端の研究シーズを、産学官が連携し、成長産業へ結びつけ、多数の実証フィールドを活かし製品化へつなげるグリーンイノベーションを主導する開発拠点を形成
- 需要が高まる環境性能の高い製品をアジアへ展開し、その普及を通じて世界標準を獲得

### 総合特区による支援

#### 省エネ・省資源関連の 世界レベルの研究シーズ

- ◇有機ELデバイス第3世代の発光材料となる熱活性型発光材料
  - ・九州大学が特許保有
  - ・九州大学安達教授(有機EL分野最先端の研究者)
  - ・安価な材料使用、レアメタルが不要
  - ・発光効率が高く、実現可能、低消費電力
- ◇次世代燃料電池の本命と期待されるSOFC(固体酸化物形燃料電池)
  - ・九州大学佐々木教授(SOFC分野の世界的権威)
  - ・レアメタル(白金等)が不要
  - ・多様な燃料で高効率発電可能(天然ガス、液化石油ガス、灯油、バイオ燃料等)
  - ・大型化が可能

#### 【総合特区制度による支援措置】

- ◆設備投資に係る投資税額控除または特別償却
- 【総合特区に提案する支援措置】
- ◆製品開発のための外国人技術者(研究者含む)及び家族の在留資格の緩和
- ◆研究開発税制の充実

#### 【地域独自の支援措置】

- ◇国際戦略総合特区企業立地交付金制度の創設
- ◇低炭素化技術に特化した研究開発助成制度
- ◇水素エネルギー関連技術研究開発助成制度
- ◇国際戦略総合特区融資制度の創設
- ◇北九州市環境産業融資

### グリーンイノベーションを加速 (最先端の産学官連携施設等による研究)

- ◇有機光エレクトロニクス産学連携実用化基盤センター
  - ・九州大学、ELテクノ、正興電機製作所、ふくおかIST、ISIT他による共同研究
- ◇次世代燃料電池(SOFC)産学連携研究施設
  - ・九州大学、京セラ、TOTO、三菱重工他による共同研究

#### 実用化・製品化を実現

有機EL: 公共・家庭用省エネ照明、幅広い製品のディスプレイ等  
SOFC: 家庭用コジェネ、大規模発電、携帯機器用電池等

### アジア、世界へ展開

- ・関連企業を集積させ、グリーンイノベーション開発拠点を形成
- ・韓国、台湾等へ展開し、世界標準を獲得

### 産学官の連携推進

- ・「福岡ナノテク推進会議」、「福岡水素エネルギー戦略会議」、「先導的低炭素化技術研究戦略会議」
- ・九州大学学術研究都市、北九州学術研究都市
- ・福岡県産業科学・技術振興財団(ふくおかIST)
- ・(財)北九州産業学術推進機構(FAIS)
- ・(財)九州先端科学技術研究所(ISIT)
- ・工業技術センター、福岡市産学連携交流センター
- ・NEDO、JST、産総研 等



### 連携・活用

### 先駆的実証フィールドを活かした 製品化・マーケティング活動

- ・福岡水素タウン、北九州水素タウン、水素ハイウェイ
- ・スマートコミュニティ、エコタウン、北九州次世代エネルギーパーク
- ・アジア低炭素化センター
- ・製品化を進める社会実証

# 戦略：市場・用途の拡大に向けて

○PEFC：家庭用コジェネ+自動車(主動力)

○SOFC：家庭用高効率コジェネ+発電事業用 +業務・産業用+集合住宅用  
+自動車用(補助電源)+携帯機器用など多様用途への展開可能

PEFC/(SOFC)



移動体用電源・  
補助電源

(日産HPより引用)

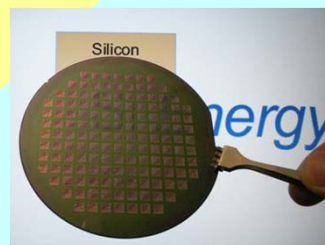
PEFC/SOFC



家庭用コジェネレーション

(総理官邸HPより引用)

DMFC/SOFC



携帯機器用  
電源

(SiEnergy  
Systems社より)

SOFC



業務用コジェネ

(三浦工業HPより引用)

SOFC



産業用分散電源

(Bloom Energy 社HPより引用)

PEFC

PEFC / SOFC



航空機用補助電源

(ボーイング、日経(HPより引用))

用途拡大

SOFC

SOFC



バイオ燃料発電

SOFC



大規模発電用

(トリプルコンバインド)

(三菱重工業より写真提供)

# 総合特区事業「スマート燃料電池社会実証」

(総合特区推進国立大学法人運営費交付金、H26年度)

高効率・低炭素・フレキシブルな発電・貯蔵・利用システム実現

## エネルギー貯蔵実証

- 水素ステーションでの、燃料電池、太陽電池、風力発電機の電気による水電解水素製造と貯蔵
- 大量エネルギー貯蔵の運用性検証



水素ステーション



太陽電池



風力発電機

## スマートモビリティ実証

- 水素燃料電池自動車の社会実証
- 水素社会システムの運用性・社会受容性の検討



水素燃料電池自動車

## 次世代燃料電池社会実証



産業用発電用  
燃料電池

(業務用・産業用・発電用・家庭用・車用・再エネ用・宇宙航空用など)

- 本格実証サイト整備
- 次世代燃料電池実機実証
- 性能・耐久性の詳細評価



次世代家庭用  
燃料電池



業務用  
燃料電池

## 次世代燃料電池評価手法確立

- 原子レベルでの高温可視化顕微評価
- ナノレベルでの高温可視化顕微評価
- 燃料電池セルスタック集中評価



環境制御高温E-TEM

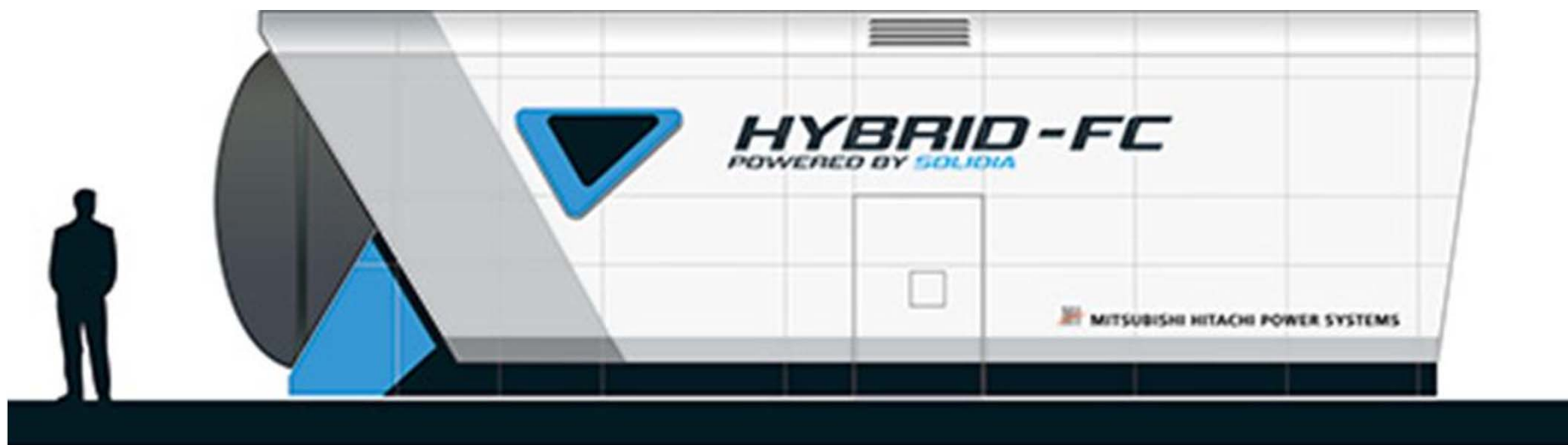


高温E-FIB



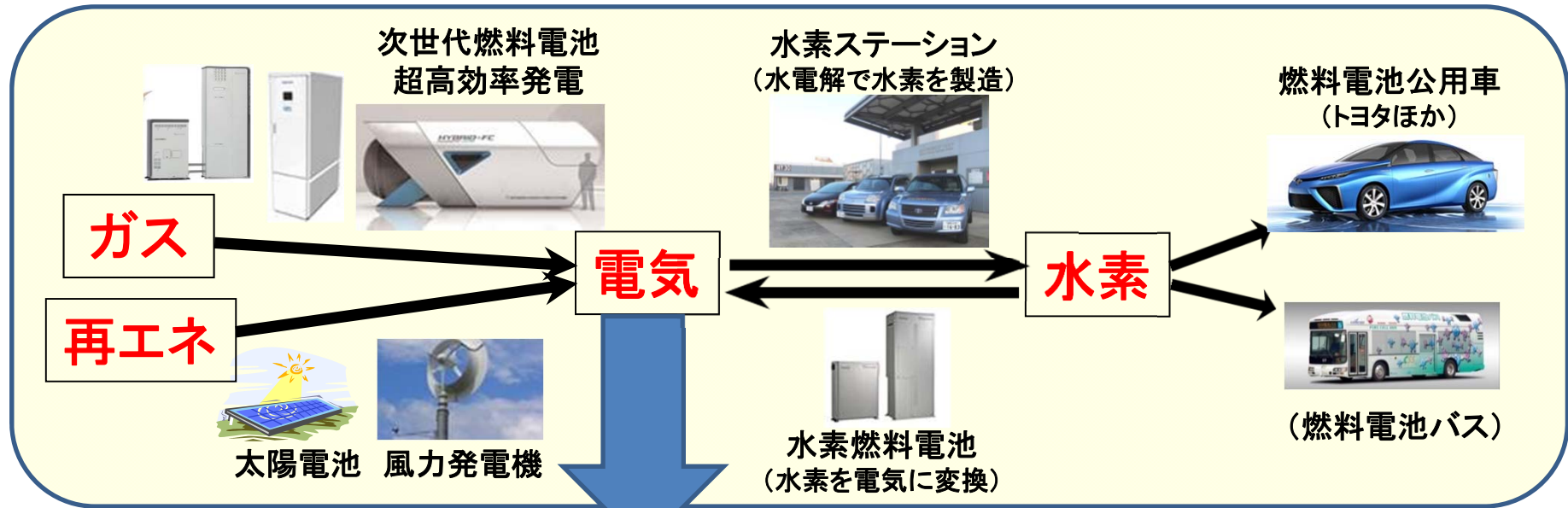
評価装置

三菱日立パワーシステムズ(株)  
プレスリリース(2014年12月4日)  
固体酸化物形燃料電池(SOFC)と  
マイクロガスタービン(MGT)の複合発電システム  
九州大学から250キロワット級の産業用実証機を受注！



出典：<https://www.mhps.com/news/20141204.html>

# 燃料電池・水素エネルギーを使いこなす「水素社会」を九州大学伊都キャンパスで今年度中に具現化！



(写真はイメージ)

## 電力系統 (学内)

(年間使用電力量: 日本全体で約1兆kWh、伊都キャンパスはその約3万分の1)

### 伊都キャンパス

(実証実験キャンパス=タイムカプセルのような未来の街で大学生が勉強して社会へ羽ばたく場！)

### <実証> 2030年ごろの「水素社会」を伊都で具現化

- 大学キャンパスを再エネも含めたスマート未来社会へ！
- キャンパス公用車のゼロエミッション化！
- 燃料電池常時発電による非常用電源確保(安心)！
- 電力・ガス自由化後のエネルギー未来社会を実現！

# 「水素ワールド」@九大伊都キャンパス

水素・燃料電池実証サイト  
(各種エネファーム6台設置)

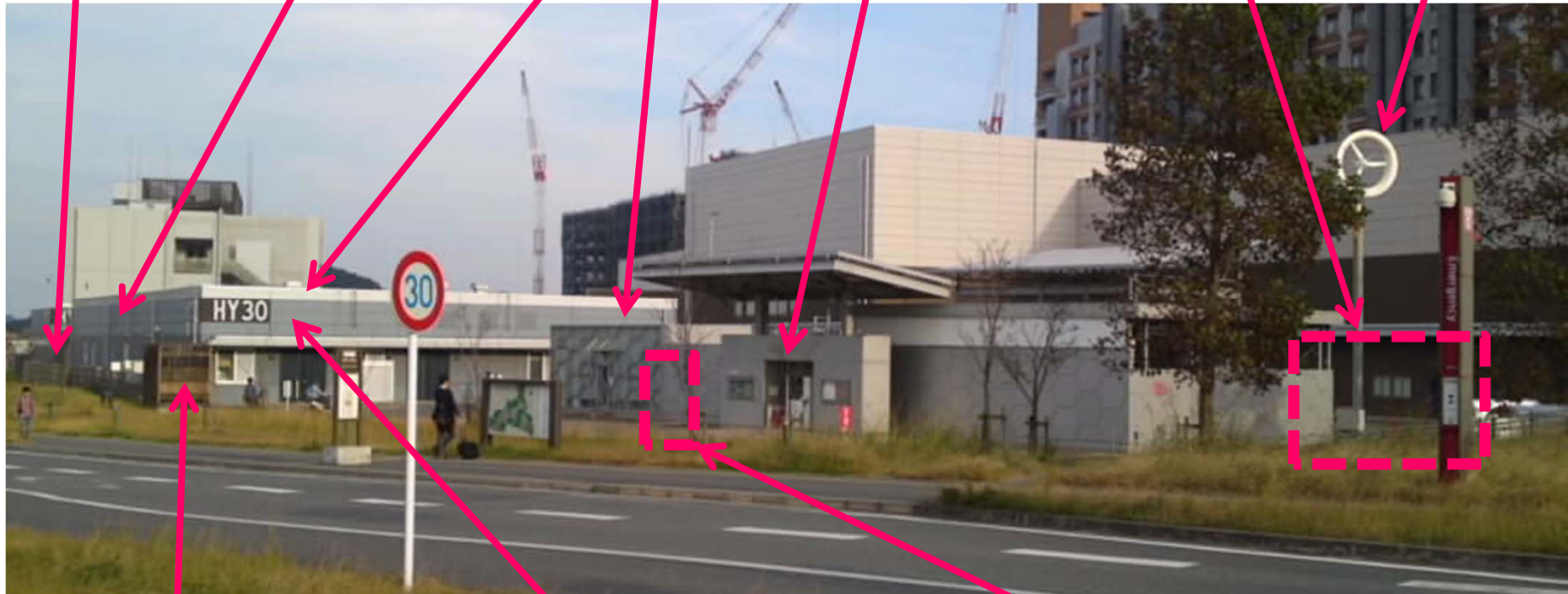
“FCVショールーム+  
展示室”

太陽電池パネル  
(再エネ水素  
製造用)

水素ステーション  
(水素蓄エネ)

FCV駐車場  
(3台分)

風力発電機  
(再エネ水素  
製造用)

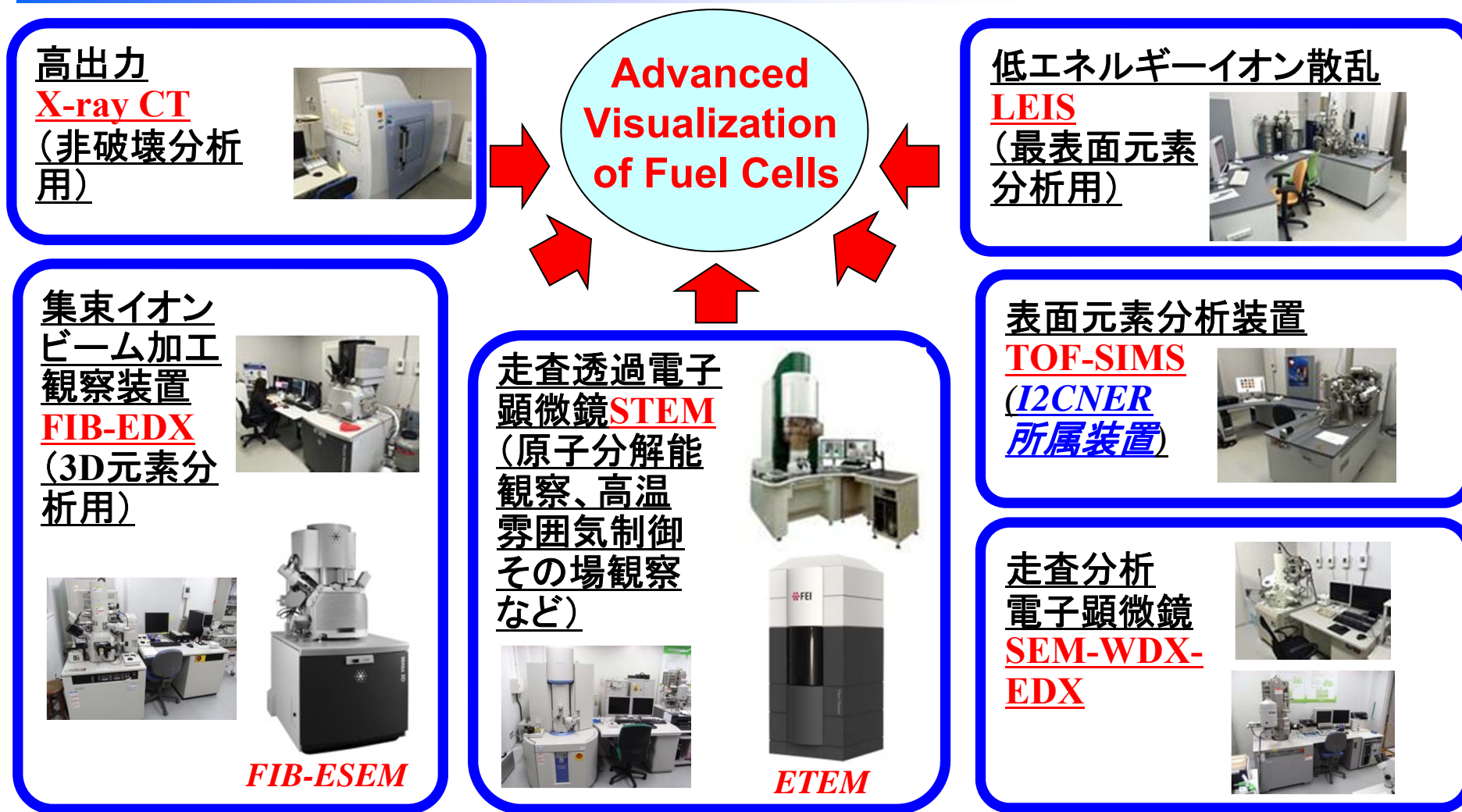


燃料電池足湯  
(エネファーム給湯)

水素エネルギー  
国際研究センター(HY30棟)

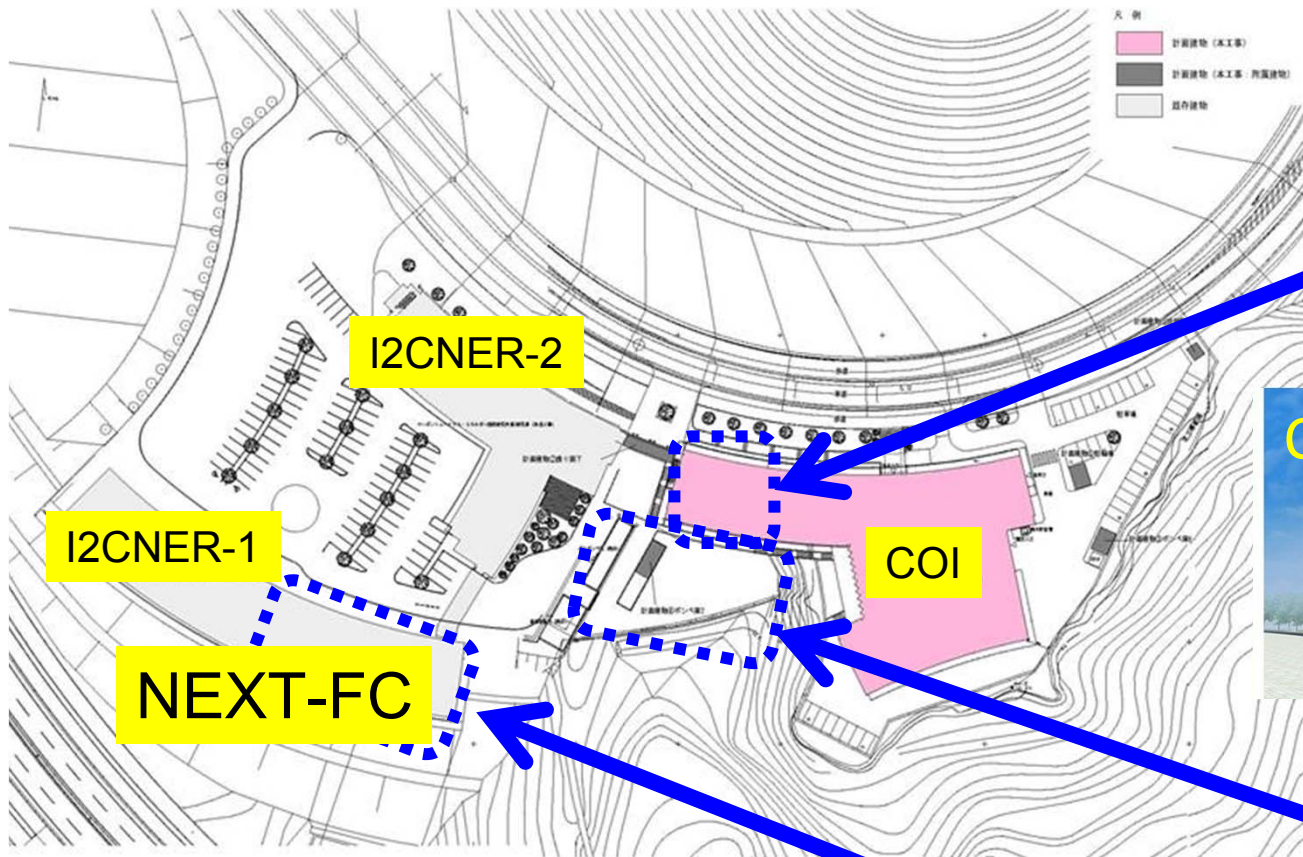
エネルギー見える化ディスプレイ  
(電気+ガス+水素の使用量)

# NEXT-FC: 燃料電池のあらゆる可視化を目指して



燃料電池実験スペース 約6500 m<sup>2</sup>、燃料電池評価システム50台超、FC実機試験インフラ(500kWまで、電気・ガス・保安設備完備)、各種電気化学計測システム、各種材料評価装置、各種高温試験装置、SOFC/PEFC材料・セル製造装置群、各種薄膜製造装置など

# 燃料電池実験エリアの更なる拡充(平成26年3月完成)



**燃料電池実験室**  
(1F, 500m<sup>2</sup>,  
スタック・実機対応)



**燃料電池  
実機試験エリア**  
(屋外, 系統連系可能、  
電気ガスインフラ完備)



**燃料電池  
実証試験室**  
(地下1F, 400m<sup>2</sup>,  
セルスタック対応)

**世界最大のSOFC  
実証エリアへ!**

# 「水素社会」を、九大伊都キャンパスでまず具現化！

- 「特区」事業で、基礎基盤研究から産学連携、実証研究、社会実装までを大幅加速！
- 伊都キャンパスを、世界最大規模のFC水素の研究拠点 & 常設ショーケースへ！

## <「水素社会」具現化>

- 伊都キャンパスを、FC水素が使われる世界初の本格的な「水素社会」へ！  
(定置FC、FCV、水素STなどが本格導入された街へ。「水素」が二次エネルギーとして明確に位置づけられた街へ)
- 電力・ガス自由化後の社会を伊都で具現化！  
(燃料電池からの電気がそのまま電力系統につながる国内初の街へ。“街”全体の約5%がFCからの電気へ)
- 東京五輪・パラリンピックで示す未来エネルギーモデルを今年度中に伊都で具現化！  
(ゼロエミッションモビリティや分散発電など未来のエネルギーの姿を、日本がいち早く世界に発信)

## <実証研究実施>

- FCの実機実証(1kW級～数kW～数十kW～250kWまで)
- FC本格実証サイト構築(500kWまで)
- 再エネ蓄エネ水素ステーション実証(離島/地方/新興国エネルギーモデル構築)
- FCV公用車など、将来のゼロエミッションモビリティ社会を具現化  
(給電可能なFCV専用駐車場設置。今後、FCアシスト自転車、FCスクーター、FCフォークリフト、FCバス等も順次追加)
- 業務用FC、水素STの普及戦略策定(「水素社会」にする戦略策定)  
(多数の業務用FC設置候補サイトでの実需要計測、水素ST最適配置シミュレータ開発、「水素都市OS」開発)

## <最先端研究加速>

- 世界最高水準の顕微観察インフラ構築  
(高温雰囲気制御ETEM, 原子分解能STEM, 分析STEM, FIB, SIMS, LEISほか)
- 「FC水素“総合病院”」ワンストップ支援体制確立(各種燃料電池評価が伊都で可能に)  
(原子分解能、その場、非破壊、3D観察。新材料デバイス試作。電気化学、性能、耐久性、材料汎用評価まで)

# 大学が核になって社会・地域にどう貢献できるか？

## 地域・地方にとって「水素・燃料電池」とは？

⇒エネルギーの産地直送・地産地消が可能に！

⇒地域・個人に合わせたエネルギー・ベストミックスが可能に！

⇒地域・地方の自立に貢献！

- 【産業育成】Made in Kyushuの燃料電池の製品化・普及  
(九州が強い業務・産業用燃料電池(SOFC)の開発・実証・製品化拠点へ、  
実証サイト・技術研究組合・企業研究所などの設置@NEXT-FC)
- 【本格普及】水素社会実現・世界最速普及に向けて社会を先導  
(伊都キャンパスを、世界最大の「水素・燃料電池常設ショーケース」に！  
東京オリンピックで示す都市モデルを、いち早く伊都で具現化！)
- 【研究開発】世界最先端の研究開発、福岡を世界の研究ネットワークの中心へ  
(世界トップ大学と連携した学術基盤確立、世界標準教科書の執筆、  
世界最先端の研究開発環境整備(原子レベル、その場観察、3D可視化等))
- 【人材育成】10年、20年後の水素・燃料電池を牽引できる指導者・リーダー育成  
(九州大学「水素エネルギーシステム専攻」、特に博士課程の充実：  
基礎教育＋最先端研究＋海外留学＋企業インターンシップ経験)

キーノートスピーチ:

## 水素エネルギー社会実現に向けて

(1) 燃料電池・水素エネルギー技術の現状

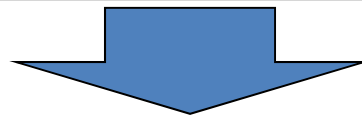
(2) 九州大学の挑戦と将来展望

(3) COIプロジェクトでの取り組み:  
“エネルギーモビリティ”

# スマートなエネルギー供給:「スマート燃料電池」

## 「スマート燃料電池」:スマート社会のエネルギー供給システム

- 個人化 ⇒ どこでも電気を作れる「ポータブル燃料電池」
- 多様化 ⇒ 多様な燃料を利用できる「フレキシブル燃料電池」
- 高齢化 ⇒ 多様なモビリティの電気を供給する燃料電池
- 小子化 ⇒ 個別・個人のモビリティ向けの発電が可能な「モバイル燃料電池」
- 分散化 ⇒ 電気を使う場所で高効率に発電する「オンサイト発電用燃料電池」
- 独立化 ⇒ 配電網から独立した「スタンドアロン燃料電池」
- グリーン化 ⇒ 再生可能エネルギーと組み合わせた「カーボンニュートラル燃料電池」
- 情報化 ⇒ 「ポータブル燃料電池」、「通信基地局用燃料電池」
- 安全安心 ⇒ 「ライフライン用燃料電池(電気、熱、水、情報)」
- 防災対応 ⇒ 「バックアップ用燃料電池」
- 国際化 ⇒ 海外燃料対応の低コストの「グローバル仕様燃料電池」



## エネルギーモビリティに対応したスマート燃料電池:

多様なエネルギー源をフレキシブルに使いこなせ、必要なエネルギー(電気、熱など)を、いつでもどこでも無駄なく作ることが可能に!

# 「エネルギーモビリティ」研究チーム

## エネルギーモビリティユニットが目指す 革新的エネルギーシステム(例)

- 発電効率60～70%の燃料電池
- ガソリンでも水素でも天然ガスでも走れる自動車
- 純度の低い水素でも走れる水素自動車
- エネルギー貯蔵や水素製造もできる燃料電池

⇒いつでもどこでも電気を作って使える社会へ

平成31～33年度：  
産学連携によるシステム化・本格実証・社会実装

平成28～30年度：  
産学連携によるデバイス・システム化・実証研究

平成25～27年度：  
ブレークスルーが必要となる要素技術の集中開発

## 東大サテライト

(松橋先生、大友先生、脇先生)

- エネルギー・経済モデルの開発
- 日本版グリーンディール
- 節電取引の制度設計
- 技術革新評価システム開発
- 新規材料評価

九大COI拠点：**技術**の革新

東大サテライト：**制度**の革新

# 社会実装に向けて:エネルギーモビリティ研究(九大)

## 九大伊都キャンパス

⇒ 福岡市ほかに順次展開

### 社会実装

次世代燃料電池  
超高効率発電



水素ステーション・  
燃料電池自動車



- 分散型エネルギーシステム  
(家庭用、業務用、産業用)
- 自動車、バスなど
- エネルギーインフラ

### 実証研究

- 分散型燃料電池システム
- 移動体用燃料電池システム
- エネルギー貯蔵も含めたエネルギーシステム

### 中核技術

- SOFC:高効率化・高出力化・高耐久化
- PEFC:高効率化・高出力化・高耐久化
- 可逆・再生型燃料電池(発電+水電解)

### 要素技術

- 電極触媒・電解質材料・周辺材料
- 革新的コンセプト・社会モデル

### 評価手法

- 原子レベル~デバイスレベル~システムレベルの可視化

# エネルギーモビリティユニット：個別プロジェクト

分類	項目	担当者
プロジェクト 研究 経費	<b>エネルギーモビリティ企業プロジェクト</b>	
	●移動体用次世代燃料電池開発	日産・上條(谷口)
	●定置用次世代燃料電池開発	東ガス・松崎ほか
	<b>エネルギーモビリティ重点プロジェクト</b>	
	<b>SOFC高耐久化</b> (劣化機構解明・体系化、0.8A/cm <sup>2</sup> 超対応カソード開発など)	佐々木、大尾、院生ほか
	<b>SOFC高効率化</b> (燃料利用率90%超対応アノード開発など)	佐々木、院生ほか
	<b>SOFC高出力化</b> (メタルサポートセル開発など)	谷口、院生ほか
	<b>PEFC高耐久・高出力化</b> (酸化物担体セル実用化)	佐々木、野田、院生ほか
	<b>PEFC高効率化</b> (高温作動等での電極過電圧低減)	林、院生ほか
	<b>可逆FCセル</b> (エネルギー貯蔵も含めた電解-FCトータルシステム開発)	伊藤、院生ほか
	<b>FC見える化</b> (原子からシステムレベルまでの可視化手法体系化)	大尾、立川、佐々木ほか
	<b>エネルギーモビリティ個別独自プロジェクト</b>	
	●SOFC新規セルコンセプト開発	白鳥
	●SOFC新規セルコンセプト開発(薄膜系)	Bishop
	●SOFC高速起動停止対応性	中島
	●PEFC新規炭素担体材料開発(CNT系)	中嶋
	●PEFC新規電解質膜材料開発(PBI等)	藤ヶ谷
	●PEFC新規電解質膜材料開発(SPI等)	西原
	●PEFC新規炭素担体材料開発(グラフェン)	Lyth
	●PEFC新規ガス拡散層開発	北原
●FC新規顕微観察手法開発	大尾	
●FCシステムシミュレーション手法開発	立川	
●FCエネルギー社会モデル検討	板岡	

# 革新的技術創出に向けた研究例(九大ほか)

## 谷口ほか

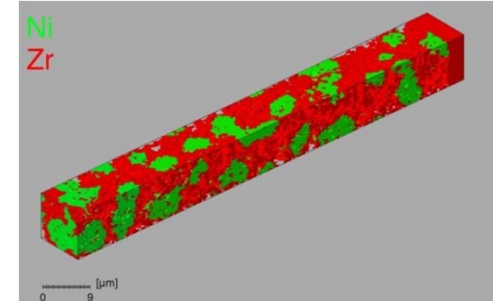
SOFC高出力化  
(メタルサポートセル開発など)



燃料側、空気側両方に金属支持体を用いた  
高出力SOFC構造(概念設計と試作)

## 佐々木ほか

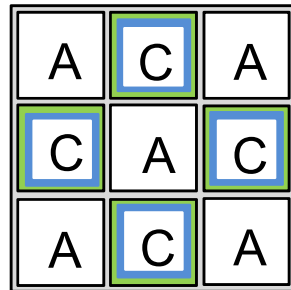
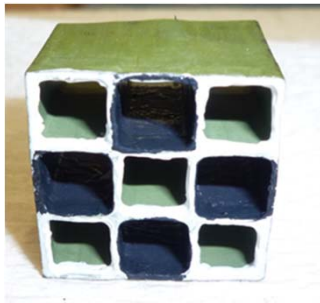
SOFC高耐久化  
(劣化機構解明・体系化)



サイクル加速劣化後のSOFC燃料極の  
3次元電顕観察(電極のNiが凝集して孤立)

## 中島ほか

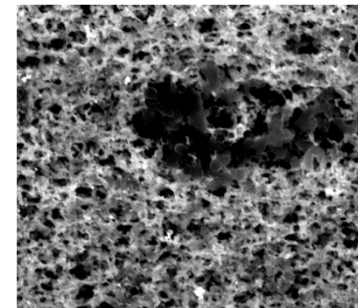
SOFC高速起動停止対応性  
(ハニカム構造SOFC開発)



ハニカム形状の燃料極支持体を用い、熱機械的  
強度の高い次世代型ハニカムSOFCを開発

## 林ほか

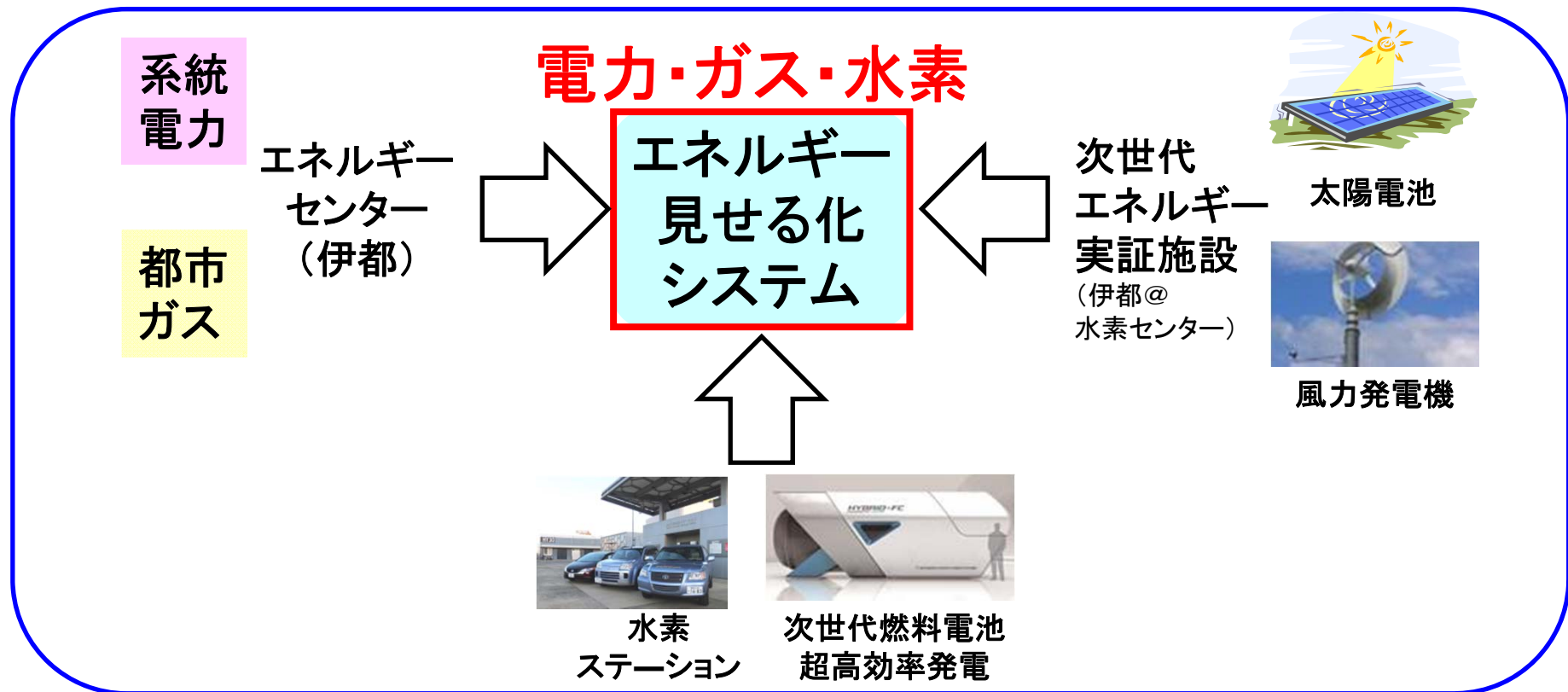
PEFC高効率化  
(高温作動等での電極過電圧低減)



高温低加湿の条件下では、激しいカーボン酸化により、  
触媒層の一部陥没するほど劣化するという課題を抽出

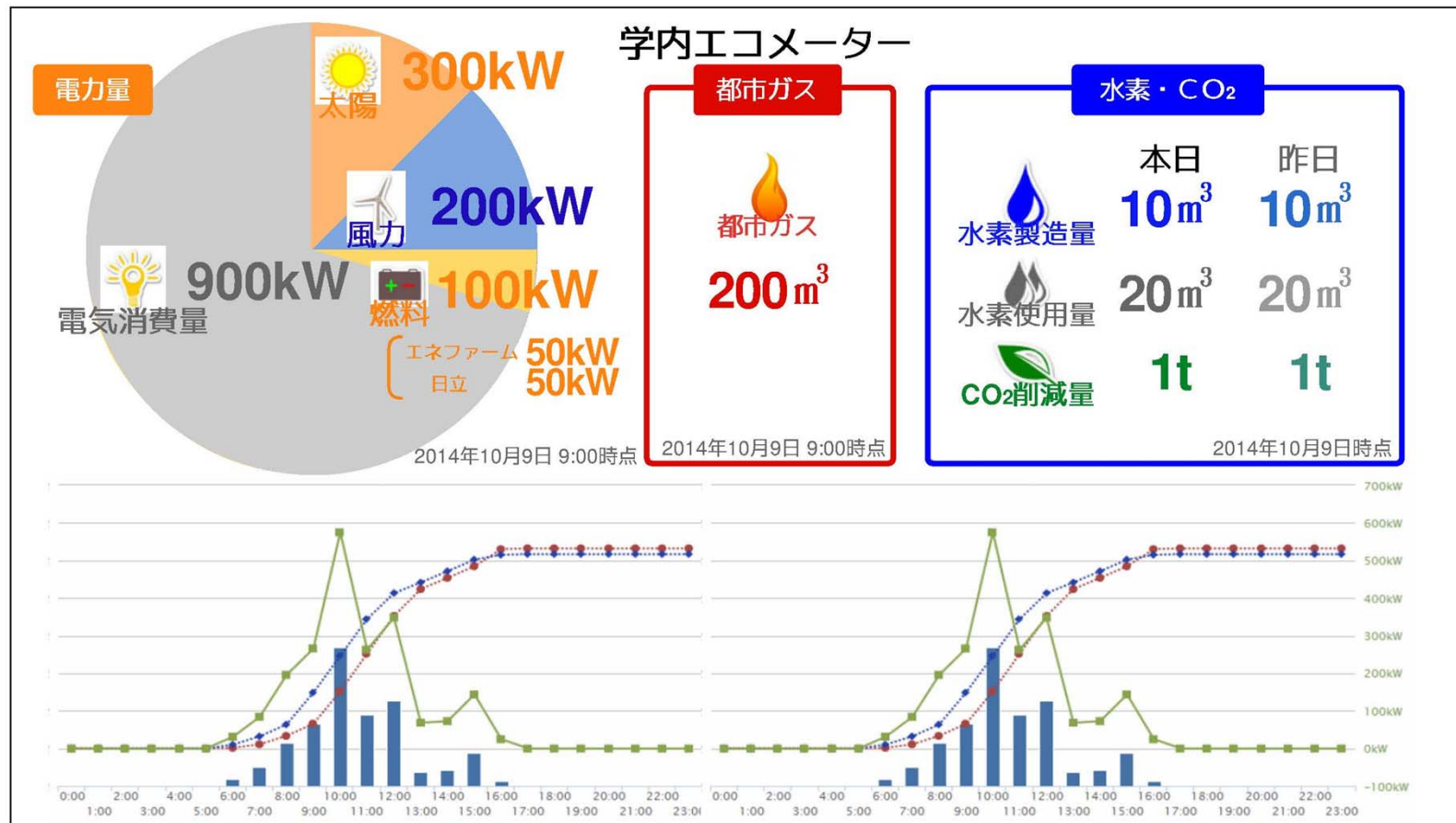
# 「水素エネルギーの見える化」へ

- 燃料電池・水素エネルギーの本格普及に向けては、まず、エネルギー使用量全体を把握することが不可欠
- 第一ステップの実証サイトとする伊都キャンパスでのエネルギー実需給を定量的に把握
- 実需給を踏まえて、それを制御する手法や技術を検討⇒**都市OS**



# 「エネルギー見える化」イメージ(立川、佐々木ほか)

- リアルタイム(1時間ごと)で、電力(系統、太陽光、風力、燃料電池)とガスの使用量、水素の製造量(FCVへの供給量)を把握
- エネルギー需給データを学内限定アクセスで表示
- 複数の見学サイトでも表示

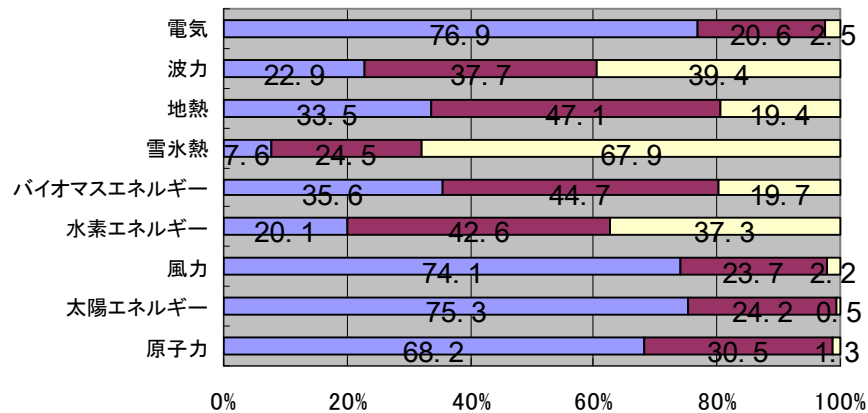


# 水素エネルギーの社会受容性(板岡ほか)

## 水素エネルギーの社会受容性調査 (平成20年度NEDO事業、佐々木が評価委員の一人)

質問 1

あなたは、以下のエネルギーについて知っていますか？  
(それぞれについて、1つに○)



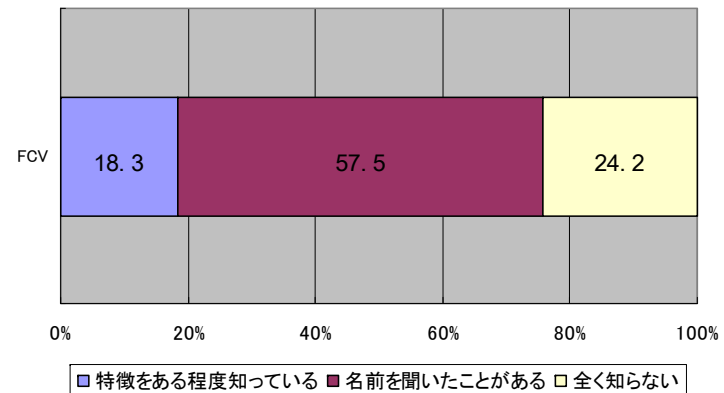
■ 特徴をある程度知っている ■ 名前を聞いたことがある □ 全く知らない

\* N=930

質問 11

あなたは、「燃料電池自動車 (FCV)」について知っていますか？ (1つに○)

1. 特徴をある程度知っている 2. 名前を聞いたことがある 3. 全く知らない



■ 特徴をある程度知っている ■ 名前を聞いたことがある □ 全く知らない

\* N=1186

●平成20年度と比べて現在は？

●「水素」の知名度が高い福岡では？

●本格普及に向けて、社会受容性を上げるには？

⇒本格普及に向けた戦略策定⇒「都市OS」にインテグレート！

# 水素エネルギーとアントレプレナーシップ

- 水素エネルギー分野で起業チャンスは？ベンチャーの事例は？
- 燃料電池の特長を生かして、どのようなビジネスが立ち上げられるか？  
どのような用途かあるか？
- 将来のエネルギービジネスが、  
燃料電池・水素エネルギーの普及で  
どのように変わり得るか？

## 「アントレプレナーシップ・セミナー」

1月9日(本日)5、6時限目  
@伊都キャンパス

7人のプロフェッショナルが、あなたの可能性を開く…

履修登録、今からでも間に合います。  
(11/25(火)～12/17(水) QREC ホームページにて)

12/5 (金) 12/12 (金) 12/19 (金)

キャリアデザインスクール 我光館 館長  
(株)ジャパンビジネスラボ 取締役 熊谷智宏氏

(株)七田チャイルドアカデミー  
代表取締役 藤山守重氏

(株)フューチャーセッションズ  
代表取締役 野村恭彦氏

## そろそろ動いてみよう。

1/9 (金) 1/13 (火) 1/23 (金) 1/30 (金)

九州大学主幹教授  
水素エネルギー国際研究センター長 佐々木一成氏

Lean Startup Japan LLC  
代表社員 和波俊久氏

teamLab Inc.  
チームラボ株式会社・取締役 堺大輔氏

NPO法人ファザリング・ジャパン九州理事  
團OZ Company 代表取締役 小津智一氏

**初回ガイダンス**  
11/28(金) 5・6限 16:40～20:00  
場所：伊都) 1302 教室 大橋) 533 講義室(初回のみ※)  
箱崎) 創造パビリオン・ゼミナール教室

総合科目 (QREC 提供科目) お問い合わせ  
「アントレプレナーシップ・セミナー」 Mail : [entreseminar.2014@gmail.com](mailto:entreseminar.2014@gmail.com)  
後期後半 金曜 5、6 限開講 Web : [QREC ホームページはこちら→](#)

※第2回目以降は 525 講義室



# 低炭素社会と燃料電池・水素エネルギー技術

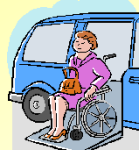
燃料を燃やさずに高効率に使う、持続可能な環境共生型社会へ

豊かな暮らしを支える  
家庭用エネルギー技術

分散風力・太陽光発電



燃料電池  
二輪車



携帯・  
パソコン

燃料電池  
コジェネ

電気・熱利用の  
効率化

モバイル用  
水素カートリッジ

低炭素社会のための  
水素関連技術

低環境負荷移動体エネルギー技術

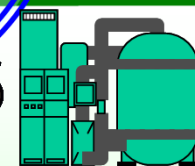


クリーン自動車・船舶・航空機・電車  
(燃料電池/水素エンジン/電気/ハイブリッド)



水素  
ステーション

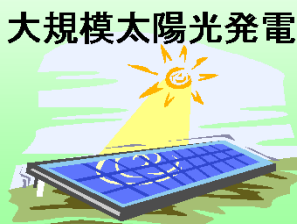
次世代燃料電池  
(SOFC/GT, IGFC)  
(~60%HHV)



バイオマス  
エネルギー



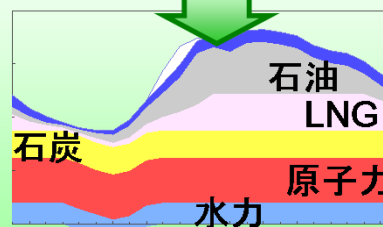
大規模  
風力発電



大規模太陽光発電



地熱エネルギー



系統エネルギー供給網

社会を支えるエネルギーインフラ

# 謝辞：“チーム福岡”

JST・COIプロジェクトによるご支援に、心より感謝します。また、九州大学におけるこれまでの研究開発への、内閣官房・内閣府、財務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省、環境省、NEDO、JST、JSPS、福岡県などからのご指導・ご支援に感謝します。

