

# COIエネルギーユニット の挑戦

**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**

共進化社会システム創成拠点・エネルギーユニット長

次世代燃料電池産学連携研究センター(センター長)

水素エネルギー国際研究センター(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(主幹教授)

「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

**COI開所式**

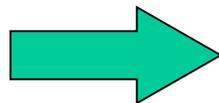
2015年6月22日

# 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”！

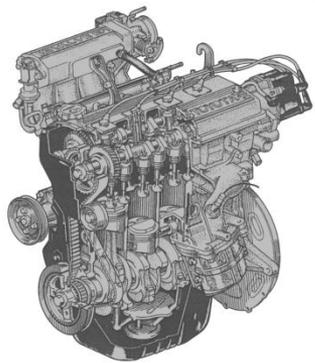
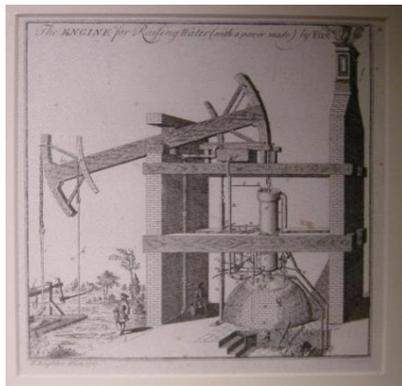
**熱エネルギー変換(燃焼)**

(化学エネルギー⇒熱⇒運動⇒電気)



**電気化学エネルギー変換**

(化学エネルギー⇒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%】

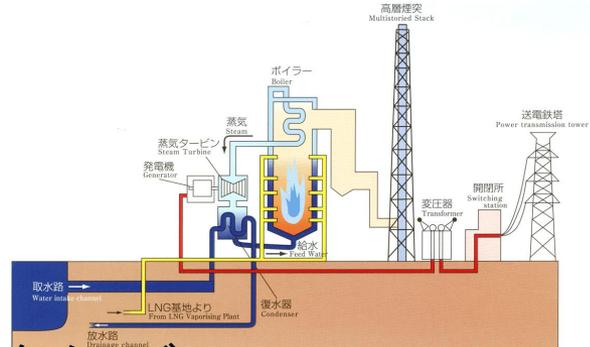
燃料電池

水素  
を介して  
燃やさず  
に発電！



エネファーム  
(九大伊都に7台設置)  
【家庭で発電効率40%  
総合効率95%】

燃料電池車  
(トヨタ製、九大所有、  
世界初の大学公用車)  
【車両効率65%】



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



業務産業用・発電用燃料電池  
(三菱日立パワーシステムズ製、九大伊都設置)  
【将来、天然ガスで発電効率70%超】

# 九大水素拠点：基礎研究から産学連携、本格普及へ

## 技術実証

### 水素タウン

(世界最大規模、150台の燃料電池が集中設置)



## 社会実装

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)



## 産学連携

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)



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

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)



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)



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

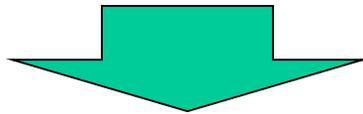
## 国際連携



# 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」



## 多様なエネルギーニーズに対応できるスマートな燃料電池:

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

# 社会実装に向けて:エネルギー研究(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

# 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

- 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

(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)



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・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

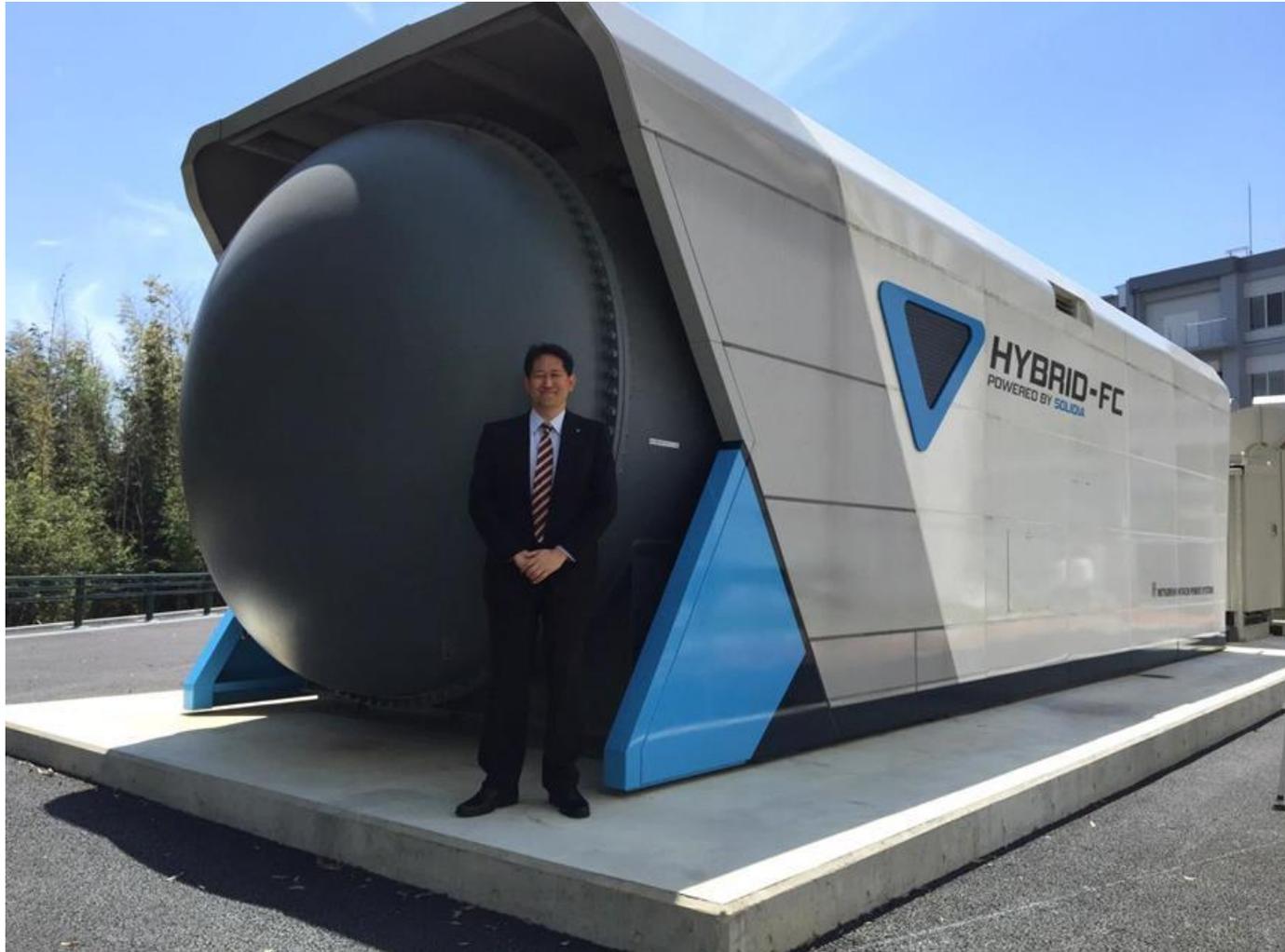


評価装置

# 九州大学(伊都)に燃料電池発電所設置！

三菱日立パワーシステムズ(株) 製

固体酸化物形燃料電池(SOFC)とマイクロガスタービン(トヨタ製MGT)の  
複合発電システム(250キロワット級産業用実証機、発電効率55%(LHV))

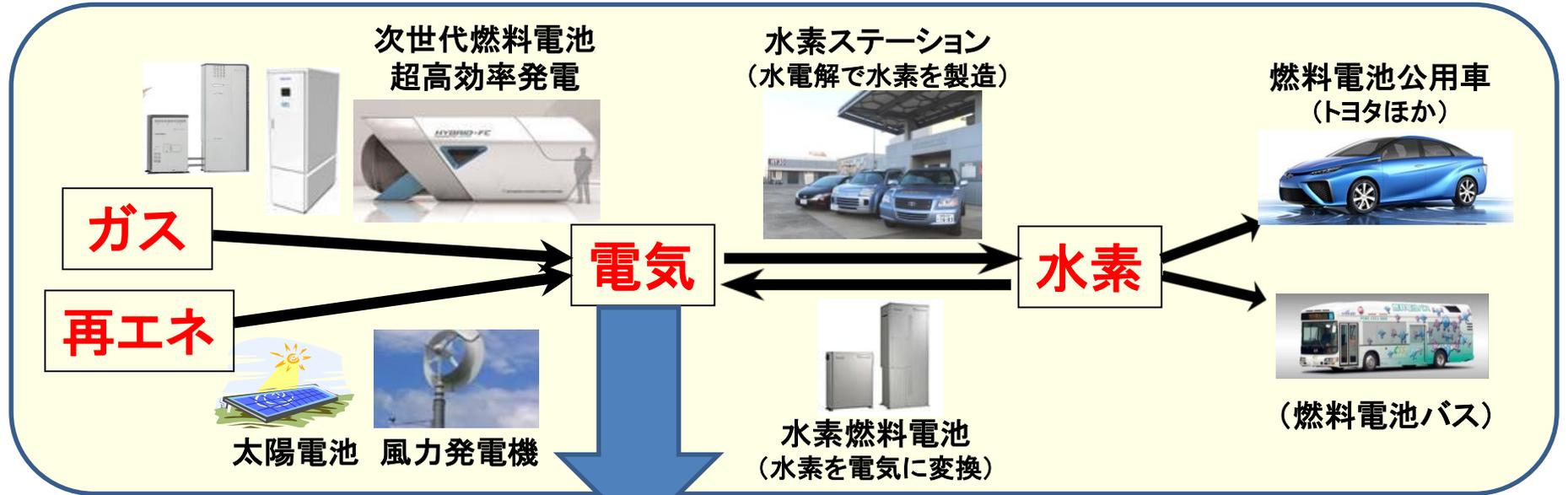


# 世界初！燃料電池自動車を大学公用車に導入

自然エネルギーから水素を作る九州大学水素ステーションを活用し、燃料電池を核にした**未来のゼロエミッション社会の姿を実証し、社会に発信**していきます。



# 燃料電池・水素を使いこなす2030年頃の「水素社会」を九州大学伊都キャンパスで2014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=タイムマシン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！
  - 公用車の**ゼロエミッション化**！
  - 燃料電池による非常用電源確保 (**安心キャンパス**)！
  - **電力・ガス自由化**後のエネルギー未来社会を実現！
  - **東京五輪・パラリンピック**で発信するモデル社会の原型に！

- 入口
- 食堂等
- 駐車場
- ATM
- 売店
- 書店
- 車両入口

# 「エネルギー見える化」@九大伊都キャンパス(水素スマコミ)

●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

九州大学

九大伊都 エネルギーインフォメーション

NEXT-FC



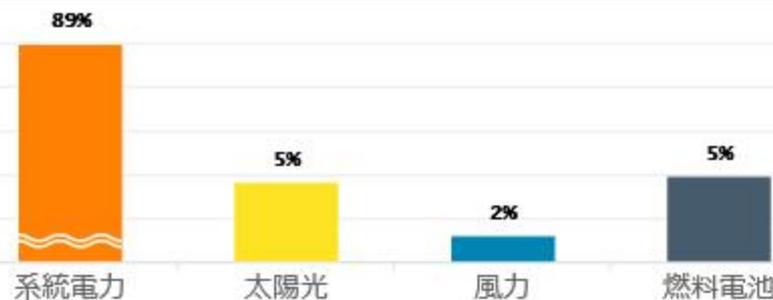
## 伊都キャンパス全体

消費電力

3,921

kW

現在の電力比率



系統電力

6月06日 13:00時点

受電電力: 3,480 kW

契約電力の 50%

燃料電池

発電電力: 197.1 kW

都市ガス

使用量: 151 m<sup>3</sup>/h

6月06日 13:00時点

水素



累積の生産量:  
(2009年以降) 20,107.0 Nm<sup>3</sup>  
昨日の生産量: 0.0 Nm<sup>3</sup>

水電解

太陽光

発電電力: 183.0 kW

風力

発電電力: 51.0 kW



CO<sub>2</sub> 削減量  
(再生可能エネルギー)

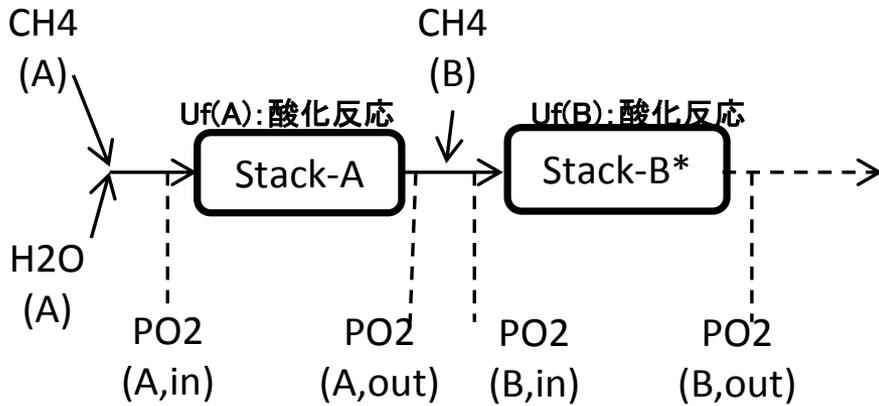
今日の削減量: 579.620 kgCO<sub>2</sub>

# COI研究進捗：産学連携（東京ガス、日産自動車ほか）

## 東京ガス（松崎、染川、波多江ほか）

### 分散型燃料電池開発

（超高効率化への革新的技術開発）



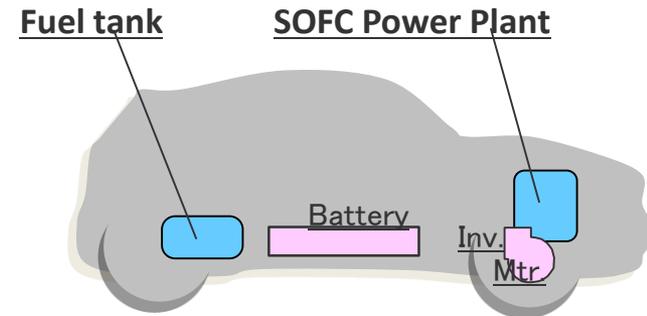
### 燃料多段酸化SOFCの概念図

電気化学的多段酸化反応を応用した革新的超高効率発電技術の開発を開始。H25年度は、設計・解析や考察を進め、今後の研究開発の進展につながる幾つかの有望な知見をすでに取得。現在、この成果に基づく3件の特許を出願中。

## 日産自動車（上條ほか）

### 移動体用燃料電池開発

（高出力・多様燃料適応性燃料電池開発）



### SOFC-EVの概念図

世界で初めてとなるSOFCを主電源とする電気自動車(SOFC-EV)の開発を目指し、自動車用に求められる非常に高い性能(高出力密度、耐熱衝撃性)を実現可能なメタルサポートSOFCの開発を行っている。高効率なSOFC-EVシステムの実現に向けた材料評価・仕様設計を開始。

# COI研究進捗：革新技术創出に向けて(研究例)

## 谷口ほか

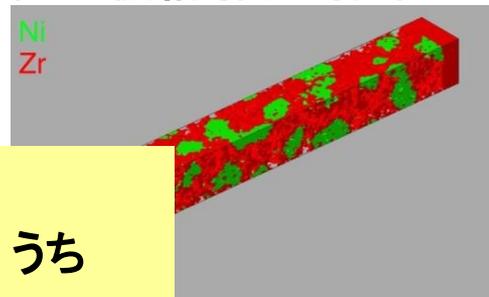
SOFC高出力化  
(メタルサポートセル開発など)



燃料側、空気側両方に  
高出力SOFC構造(材)

## 佐々木ほか

SOFC高耐久化  
(劣化機構解明・体系化)



劣化後のSOFC燃料極の  
電極のNiが凝集して孤立)

エネルギーユニットからの  
平成26年度の特許出願: 9件 うち

■九大単独: 5件

新規2件(英文でPCTダイレクト出願)

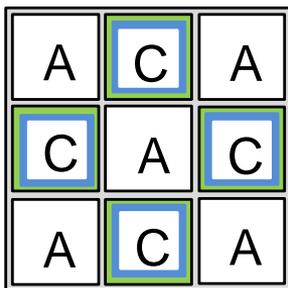
外国出願2件

国内優先権主張出願1件

■共願(東京ガス): 4件(うち3件出願済)  
(九大COIからは平成26年度は11件)

## 中島ほか

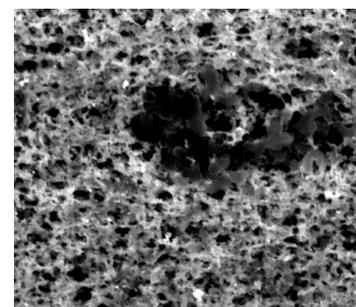
SOFC高速起動  
(ハニカム構造S)



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

SOFC高効率化  
(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

# 社会にとって「水素」とは？（産業・社会のパラダイムシフト）

## 【エネルギー・環境へのメリット】

- エネルギーを無駄なく使える社会へ
- 石油（中東、国際政治）に依存しない社会へ
- 消費者がエネルギーを選べる時代へ
- 排気ガスがない社会へ
- 炭素循環社会から水素循環社会へ

## 【経済・社会へのメリット】

- 貿易赤字の削減へ（燃料輸入削減＋技術輸出）
- 集中型から分散型の社会へ
- 地産地消の社会へ
- 個人や地域が自立した社会へ

## 【課題・リスク】

- 更なる低コスト化
- 長期にわたる技術開発と普及戦略
- 社会受容性