

九州大学における 水素・燃料電池分野の研究動向

九州大学

副学長(産学官連携・エネ機構担当)・次世代燃料電池産学連携研究センター長 佐々木一成
(水素エネルギー国際研究センター長、カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、工学研究院主幹教授)
(email) 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/>

第26回 福岡県地域エネルギー政策研究会
2021年2月3日



国内最大・世界水準の“実証の場”



ポストコロナのグリーンイノベハブへ

九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向

(1) 国内外の動向

(2) 地域の動向

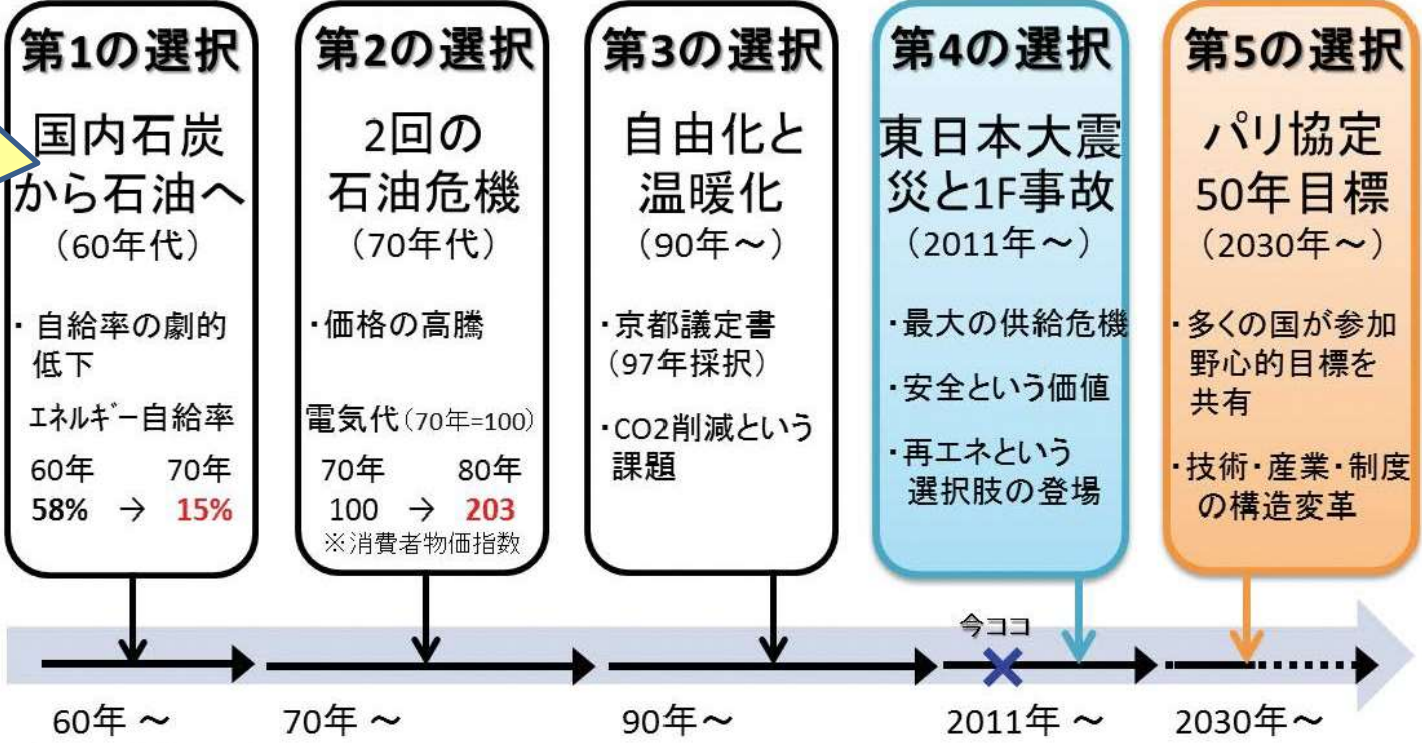
(3) 九大の取り組み

(4) 課題と将来展望

エネルギーのメガトレンド: 脱炭素へ

エネルギー選択の流れ

石炭・製鉄の地に九州帝大創立 (1911年)



エネルギー政策のメガトレンド



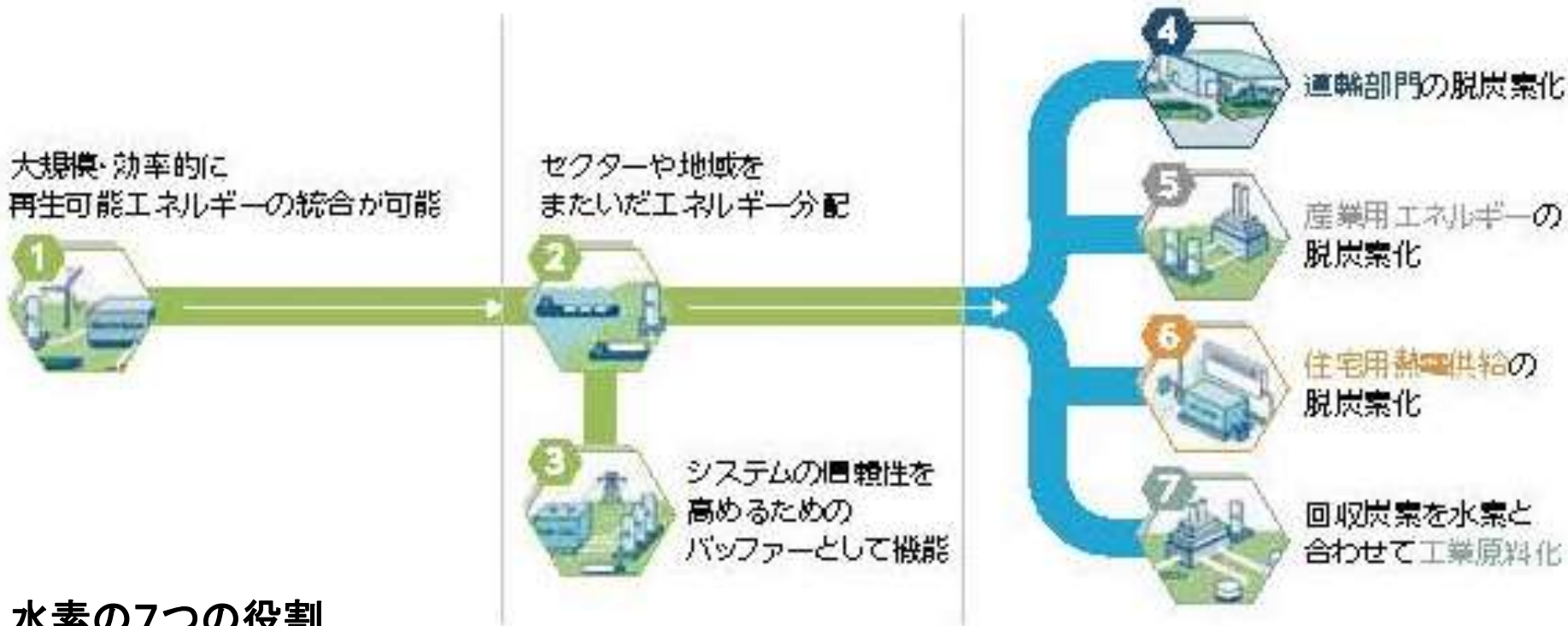
※ここでの脱〇〇は、依存度を低減していくという意味。

出典: 経済産業省HP http://www.meti.go.jp/committee/sankoushin/seizou/pdf/006_03_00.pdf

炭素:水素 = 石炭(固体) 1:0 石油(液体) 1:2 天然ガス(気体) 1:4 水素(気体) 1:∞

水素：社会全体の脱炭素化へ（電化+水素化）

再生可能エネルギーシステムの実現 → エンドユーザーの脱炭素化



水素の7つの役割

- ① 大規模な再生可能エネルギー統合と水素による発電
- ② セクターや地域をまたいでエネルギーを分配
- ③ システムの弾力性を高めるバッファーとして機能
- ④ 運輸部門を脱炭素化
- ⑤ 産業用エネルギーを脱炭素化
- ⑥ 住宅用熱電供給を脱炭素化
- ⑦ 工業用のクリーンな原料としての役割

【社会全体の脱炭素化】 （電力+燃料+原料）

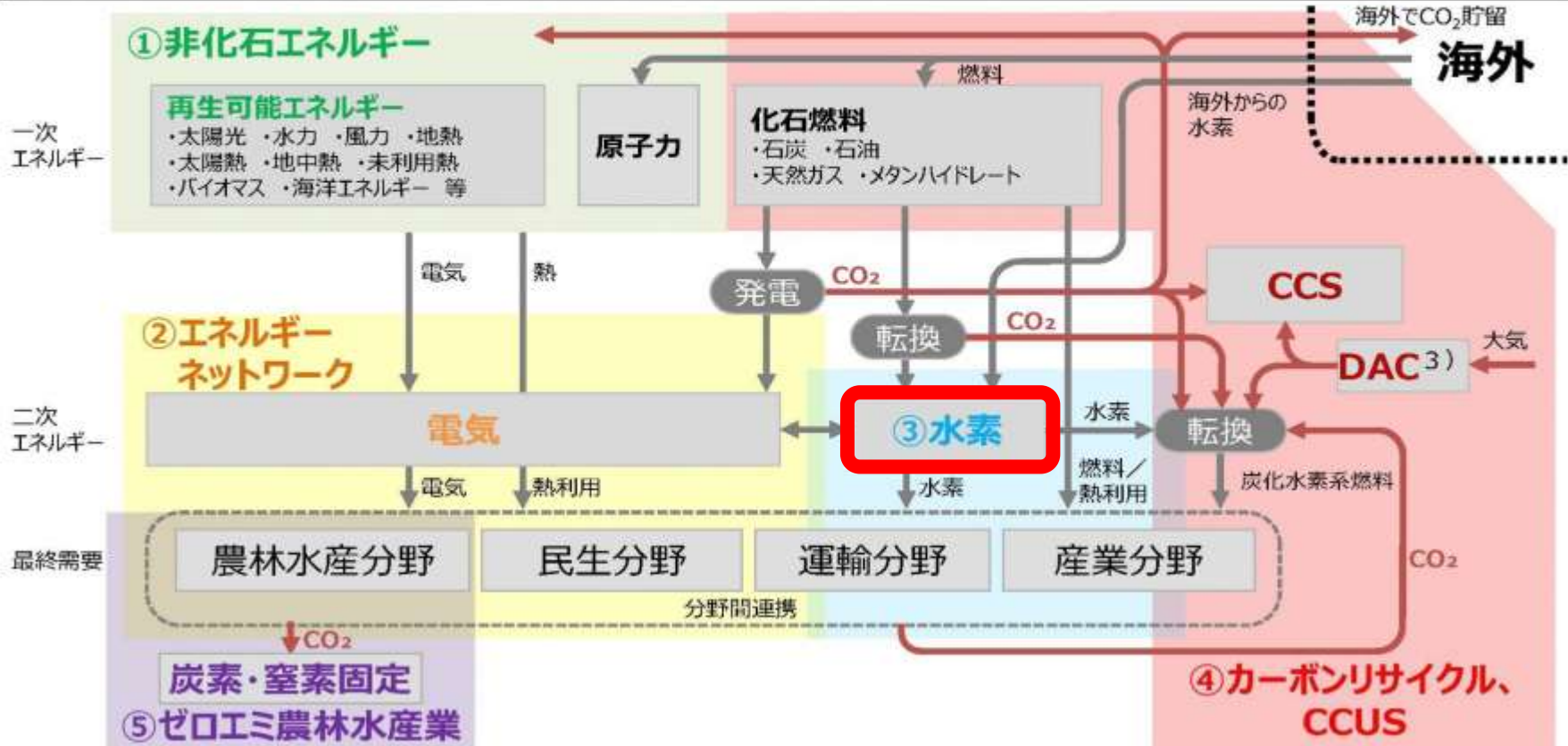
- **電力**：再エネ+原子力でCO₂フリー化（余剰再エネ⇒**水素**）
- **燃料・原料**：CO₂フリーな化学的なエネルギー媒体=**水素**

「水素」が中心 (革新的環境イノベーション戦略、2020年1月策定)⁵

政府の司令塔：
グリーンイノベーション戦略推進会議

イノベーション・アクションプランの重点領域

技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンサイクルを通じ全ての分野で貢献する非化石エネルギー、②再生可能エネルギー導入に不可欠な蓄電池を含むエネルギーネットワーク、③運輸、産業、発電など様々な分野で活用可能な水素、④CO₂の大幅削減に不可欠なカーボンサイクル、CCUS¹⁾、⑤世界GHG排出量の1/4²⁾を占める農林水産分野の5つが重点領域となる。



1) CCUS : Carbon Capture, Utilization and Storage (炭素の回収・利用・貯留)

2) 農業・林業・その他土地利用部門からのGHG排出量は世界の排出量の約1/4を占める (出典 : IPCC AR5 第3作業部会報告書)

3) DAC : Direct Air Capture (大気からのCO₂分離)

<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/kankyousenryaku2020.pdf>

「再エネ利用拡大(左上)」「海外からの再エネ大量輸入(右上)」「回収CO₂の燃料化(右下)」に水素が不可欠：脱炭素社会の電力+燃料+原料をまかなう化学的なエネルギー媒体

日本も脱炭素社会へ：菅総理・所信表明演説(2020年10月26日)

三 グリーン社会の実現

菅政権では、成長戦略の柱に経済と環境の好循環を掲げて、グリーン社会の実現に最大限注力してまいります。

我が国は、二〇五〇年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち二〇五〇年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。

もはや、温暖化への対応は経済成長の制約ではありません。積極的に温暖化対策を行うことが、産業構造や経済社会の変革をもたらし、大きな成長につながるという発想の転換が必要です。

鍵となるのは、次世代型太陽電池、カーボンリサイクルをはじめとした、革新的なイノベーションです。実用化を見据えた研究開発を加速度的に促進します。規制改革などの政策を総動員し、グリーン投資の更なる普及を進めるとともに、脱炭素社会の実現に向けて、国と地方で検討を行う新たな場を創設するなど、総力を挙げて取り組みます。環境関連分野のデジタル化により、効率的、効果的にグリーン化を進めていきます。

世界のグリーン産業をけん引し、経済と環境の好循環をつくり出してまいります。

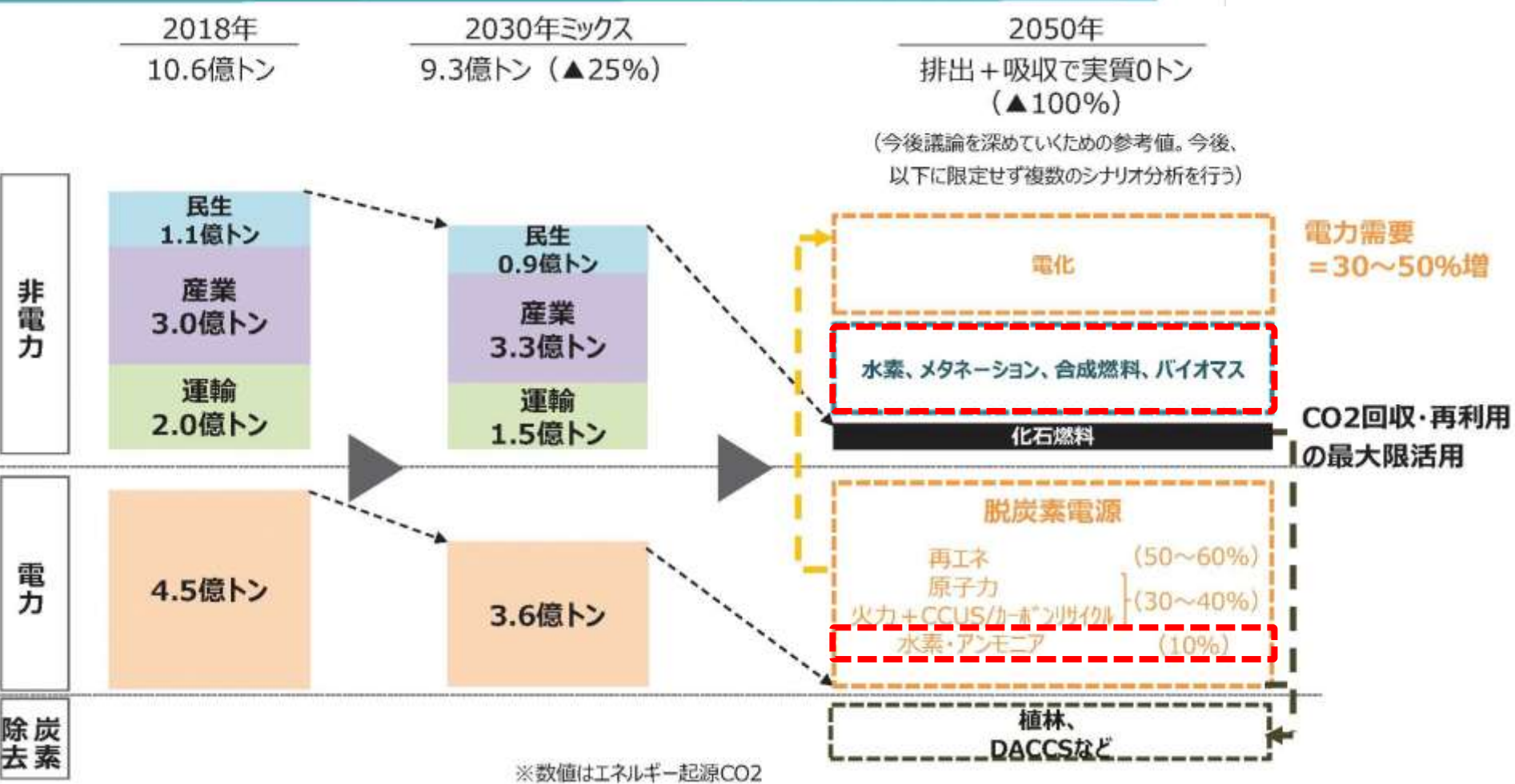
省エネルギーを徹底し、再生可能エネルギーを最大限導入するとともに、安全最優先で原子力政策を進めることで、安定的なエネルギー供給を確立します。長年続けてきた石炭火力発電に対する政策を抜本的に転換します。

(首相官邸HP https://www.kantei.go.jp/jp/99_suga/statement/2020/1026shoshinhyomei.html)



電化+水素化+CO2回収 (グリーン成長戦略、2020年12月)

2050年カーボンニュートラルの実現



https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/018_01_00.pdf

水素(+水素キャリア): **脱炭素電源の10%**、需要大幅増(2030年30→300万トン、**2050年2000万トン/年**(内訳: **商用車**600万トン、**水素発電**1000万トン、**水素製鉄**700万トンなど))

九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向

(1) 国内外の動向

(2) 地域の動向

(3) 九大の取り組み

(4) 課題と将来展望

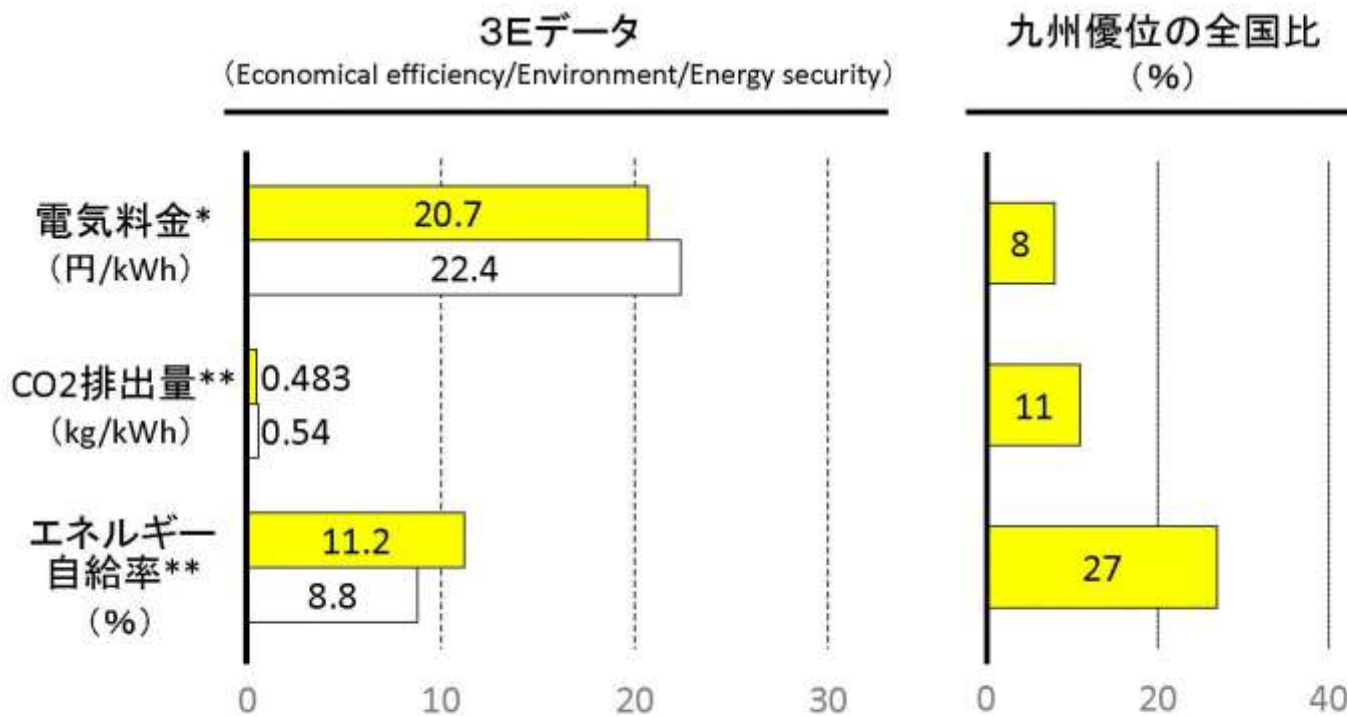
地域の強み: CO₂フリー電源 (九州経済連合会「九州の未来のエネルギーへの提言」)

【強み(全体像)】



九州は、わが国エネルギー政策の基本指標である3Eにおいて、一定の優位性を有している。

九州の3Eポジション



* 経産省電力・ガス基本政策小委資料(2017年10月24日)

** 経産省2017年実績より九州経済調査協会試算

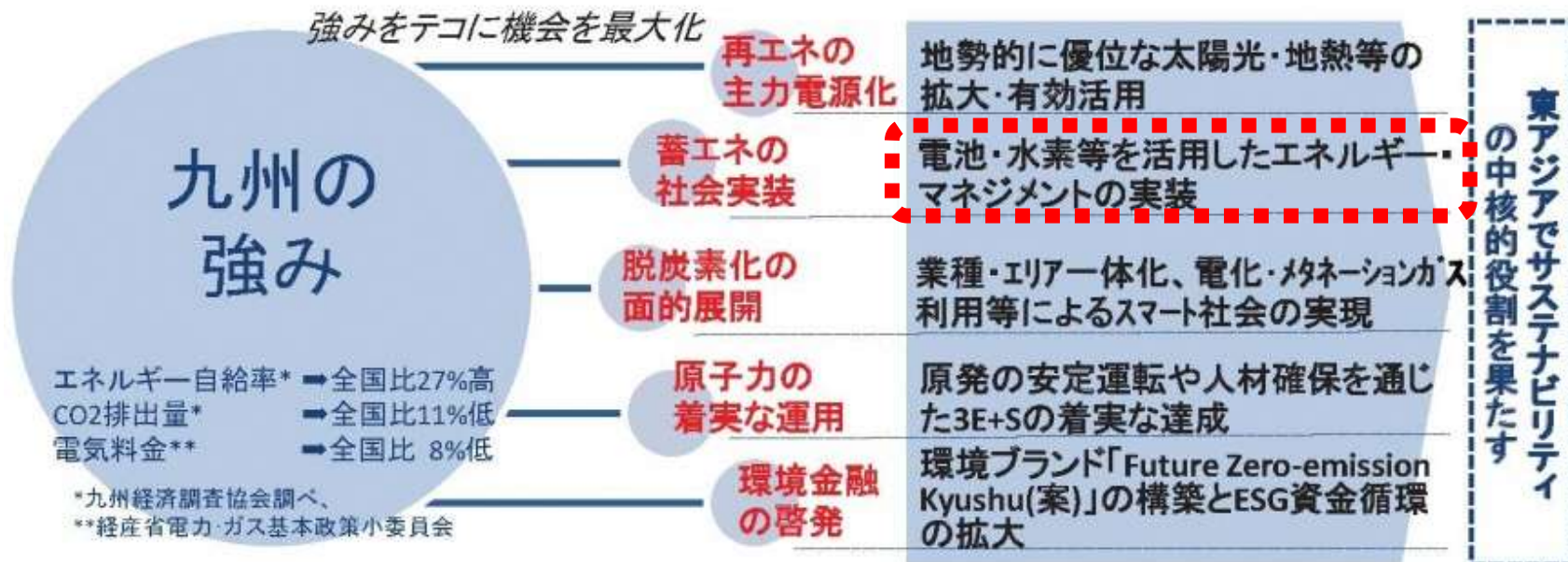
—7—

(出典:九州経済連合会、「九州の未来のエネルギーに関する提言書」、2020年3月4日、(一社)九州経済連合会ホームページ
<https://www.kyukeiren.or.jp/report/index.php?category=suggestion&id=3148>)

地域：成長戦略（九州経済連合会「九州の未来のエネルギーへの提言」）

九州の未来のエネルギーへの提言

世界が今世紀後半の早い段階でのカーボンニュートラル化を目指す中で、経済の根幹であるエネルギー分野において、3E+Sを着実に実施しながら、ゼロエミッション化、イノベーションの牽引、地域活性化、世界展開を九州が先導することで、日本の経済発展につなげるべき。



（出典：九州経済連合会、「九州の未来のエネルギーに関する提言書」、2020年3月4日、（一社）九州経済連合会ホームページ <https://www.kyukeiren.or.jp/report/index.php?category=suggestion&id=3148>）

- 九大（佐々木）がWG座長として本提言とりまとめに貢献。九経連・麻生会長名で発出。
- **九州の成長戦略へ**（九州のCO2フリー電源比率は58%。九州での立地・生産でCO2排出を自動的削減、CO2フリー電力購入容易、世界的なCO2フリー調達・ESG投資に対応可）
- **政府宣言の「脱炭素化」を、九州が最速で実現可能！国内外企業の誘致の追い風**
- 九大を九州・日本の「脱炭素化シンクタンク」へ（成長戦略の牽引役）

地域：環境金融（九州経済連合会「九州の未来のエネルギーへの提言」）

【戦略実行アプローチ例】



九州上場企業のESG開示を促すとともに、地域金融機関によるESG金融を進展させ、グローバル金融市場においてESG/SDGs先端地域「Future Zero-emission Kyushu(案)」ブランドを確立。

⑤環境金融の啓発



- 九州に事業・生産を移すだけで自動的に低炭素・脱炭素！（企業誘致加速）
- 九州立地企業に国内外からESG投資が集まる！（Kyushu ESG/SDGs Index?）
- 九州関連企業の株価上昇！

出所：日本政策投資銀行提出資料、九州経済調査協会提出資料

— 36 —

(出典：九州経済連合会、「九州の未来のエネルギーに関する提言書」、2020年3月4日、(一社)九州経済連合会ホームページ <https://www.kyukeiren.or.jp/report/index.php?category=suggestion&id=3148>)

地域：再エネ(余剰再エネ有効利用に水素が貢献できないか?)¹²

例：九州本土の再生可能エネルギーの接続・申込状況

- 接続可能な再生可能電力量(太陽光:817万kW、風力:180万kW)を超える再生可能電力の接続申込:計3543万kW(最大電力需要は約800~1400万kW)
- 太陽光発電のみならず、最近では昼夜に発電する風力発電の接続検討が増加

九州本土(離島除く)の再生可能エネルギーの接続・申込状況(2020年3月末時点)

(単位:万kW)	太陽光	風力	バイオマス	水力 (揚水除く)	地熱	合計
接続検討 申込み	125	866	86	3	22	1,101
接続契約 申込み	158	322	7	1	3	490
承諾済	379	128	86	12	2	607
接続契約申込及び 承諾済(再掲)	537 【481】	450 【373】	93	13	4	1,097
接続済	944 【233】	58 【0.06】	133	187	23	1,344
合計	1,606	1,373	312	202	49	<u>3,543</u>

※合計は四捨五入の関係で合わないことがある

※【 】は、指定ルールにおける出力制御対象分 九州電力送配電ホームページ(https://www.kyuden.co.jp/td_renewable-energy_application_index)

「With/Afterコロナ時代」エネルギーは？

With/Afterコロナ時代のエネルギーは？

「コロナ問題」も「地球環境問題」も地球規模・持続可能性課題としては共通！

変わること

変わらないこと

【減少要因】

非接触・オンライン普及での人の移動減少

【価格変動要因】

石油・ガソリン等のエネルギー価格変動
ESG投資への更なるシフト

【増加要因】

デジタル化に伴うサーバー等の稼働増
サプライチェーン見直しで国内生産へ回帰

【継続性】

人類は歴史上、パンデミックを毎回乗り越えて、成長軌道に復帰

地球温暖化は2030年、2050年、今世紀後半の課題で、コロナ時代も未解決

地球温暖化問題もコロナ・パンデミックも、地球規模の課題の重要性を明示

● 世界は「脱炭素」に向けてグリーンリカバリーに投資を集中！

● 非連続なグリーンイノベーションが不可欠！大学も貢献！

九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向

(1) 国内外の動向

(2) 地域の動向

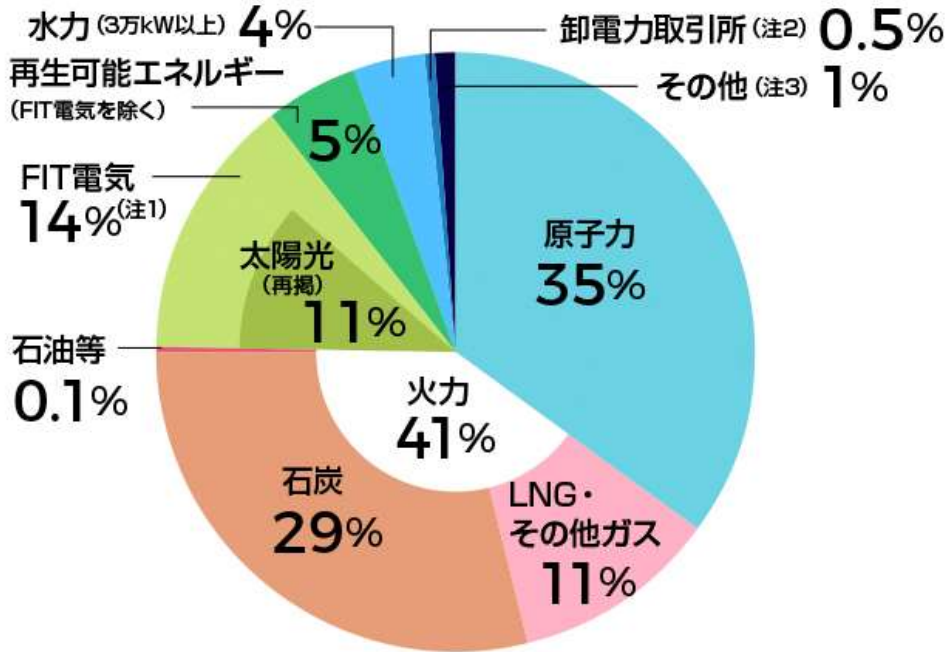
(3) 九大の取り組み

(4) 課題と将来展望

脱炭素化への燃料電池・水素研究(九大)

脱炭素へ (58% ⇒ 100%)

九州電力の2019年度の電源構成(実績)



(再エネ: 23% + 原子力35% = 58%)

九州: CO₂フリー電源比率 58% @ 2019
(政府の2030年目標を達成済!)

(出典: 九州電力ホームページ
http://www.kyuden.co.jp/rate_adj_power_composition_co2.html)

脱炭素社会のエネルギー構成イメージ(電力+燃料など)



九大水素拠点：大学は社会に多様な価値を提供！

エネルギー研究教育機構（総長が機構長。オール九大で今世紀後半のエネルギー社会を提案）

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）



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）



未来科学

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）



産学連携

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



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）



**(公財)水素エネルギー
製品研究試験センター(福岡県)**
（伊都近郊に立地。産業化を支援）



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）



基盤研究

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）



**カーボンニュートラル・
エネルギー国際研究所**
（英語が公用語の
世界トップレベル国際研究所）



国際連携

産学官地域連携：基礎基盤研究から産学共創、そして本格普及へ



燃料電池・水素エネルギーの研究開発

九大はチームを作って一気通貫で研究

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



社会実装

【将来のあるべき姿へ】

超高効率エネルギーシステム
ゼロエミッションモビリティ
「脱炭素・水素社会」実現

技術実証

- 定置用高効率燃料電池システム
- 移動体用燃料電池システム
- 再エネ水素エネルギーシステム

中核技術

- 燃料電池高効率化・高出力化・高耐久化
- 可逆燃料電池（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

基盤工学

- 原子～デバイス～システムレベルの可視化など

経産省・環境省など

文科省など

九大：社会実装への取り組み(例：燃料電池関連)

【社会実装：実績】

【業務産業用燃料電池】(実装済、発売中)

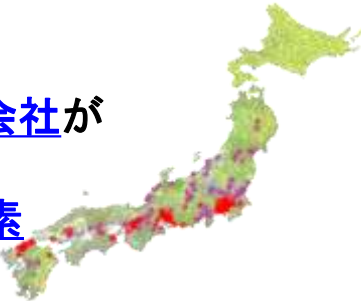
- MHPS:2017年8月9日発売開始
- セルレベルで劣化率約0.1%/1000h
- 25,000hの運転達成** (伊都以達成)
- 発電効率54.4%LHV
(**日本機械学会賞受賞**)
- 2020年夏に内部の燃料電池セルを一部入れ替えて、再稼働予定(取り出したセルの評価を行って、今後の研究開発にフィードバック)



(MHPS製)

【水素インフラ配置シミュレータ】(実装済)

- 人口分布や交通量等のビックデータ活用で、高価な水素STを最適配置
- ⇒**インフラ投資の効率化**
- アドバンスド版を**水素ST合同会社**が利活用して水素インフラ普及へ
- 再エネ分布に沿った**再エネ水素ST配置**検討(引き続き、開発中)



【社会実装：研究中】

【水素インフラ】

再エネ余剰電力の水電解水素での貯蔵や、デマンドレスポンスや電力系統安定化などの未来型エネルギーマネジメントを実現するための基盤コア技術となる、水電解セルの開発



【定置用電源】

高効率発電を実現する新規材料・デバイスの創製(出力変動にも対応可能な分散電源システムへ)



(三浦工業製)

【ゼロエミッションモビリティ】

電気自動車の航続距離を延ばせる急速起動対応の固体酸化物形燃料電池用の材料・セル開発



(出典：日産)

高分子形と酸化物形の技術融合による電極一体型次世代PEFCの創製 (九州大学)

(NEDO技術開発機構: 燃料電池等利用の飛躍的拡大に向けた共通課題解決型産学官連携研究開発事業/水素利用等高度化先端技術開発、令和2年度～)

【研究開発の目標】

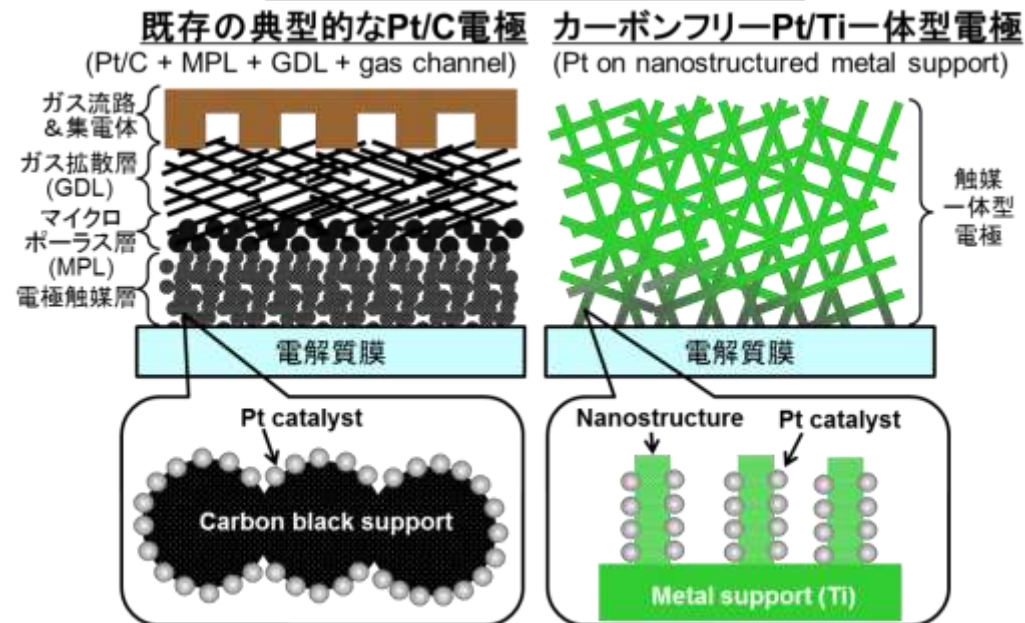
2021年度末に耐久性が材料レベルで期待される**電極一体型(チタン系、スズ系、カーボン系)のプロトタイプセル作製とボタンセルレベルでの性能評価**で、市販Pt/C標準触媒と市販MPL/GDLを用いたセルと同等以上の性能(電流電圧特性)を新規材料利用で具現化する。開発材料・セルをプラットフォーム機関でも評価し、再現性や客観性を相互確認する。

2024年度末までには**高耐久性・高ロバスト性(6万回の起動停止サイクル耐久性など)を示せる電極一体型PEFCのプロトタイプセルを試作・開発**し、2030年ごろの産業界目標である**電流密度0.2A/cm²の定常走行でセル電圧0.84V**と、**電流密度3A/cm²での加速走行でセル電圧0.7V**の出力の実現に資する革新技术コンセプトを構築する。**非カーボン系とカーボン系の材料・セル**について知見を体系化し、**更なる技術開発への指針**を示す。これらの目標達成により、乗用車のみならず、**更なる高耐久化が欠かせない商用車(トラック、バス、船舶)などへの用途拡大と本格普及**につなげる。

【研究開発の概要】

本研究では、**PEFCとSOFCの両方の研究経験・知見を活かして、電極触媒層、マイクロポラス層、ガス拡散層に分かれているPEFC電極開発を一体で進め、安定性に優れる酸化物や金属を電極材料などに多用**して、次世代セルを作製し、**酸化物形と高分子形の燃料電池技術を融合**させる。将来の革新的なセル・スタック設計に発展させられる新規・代替材料を用いた電極一体型セルをサイエンスに基づいて開発し、それらのポテンシャルと技術課題を示す。

【一体型電極(チタン系の例)】



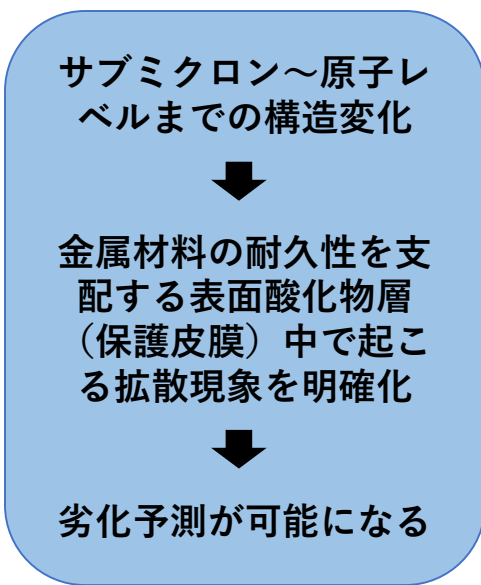
【研究開発の目標】

13万時間耐久予測のため、SOFC用金属部材について、実運転における複合要因による劣化を明確化、定式化する。汎用ステンレス適用における課題と解決策を明らかにし、SOFCの低コスト化に貢献する。

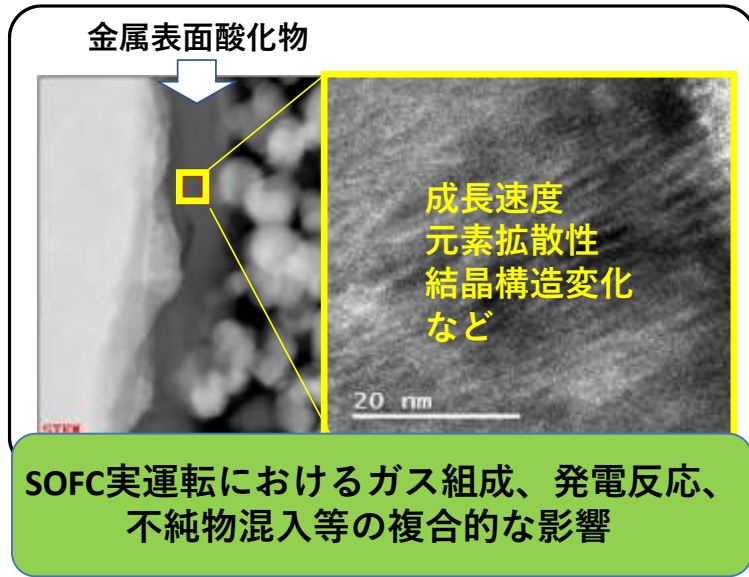
【研究開発の概要】

高分解能電子顕微鏡を用いた局所構造解析により、実運転における複合要因(ガス組成、発電反応、不純物混入等)による金属部材の劣化、金属からセル側へ微量拡散する元素による被毒影響を解析する。低コスト・汎用ステンレスのモデル材を用いた試験および局所構造解析を行い、劣化機構の取り組みを通して課題と解決策を導く。

局所構造解析



金属部材の複合劣化メカニズム解明



- スタック開発の基盤技術
- 高度な評価技術の開発
- 低コスト材適用への道を拓く

テーマ名：革新的な可逆水蒸気電解セルの国際共同研究開発（2020～2023*）

*予定

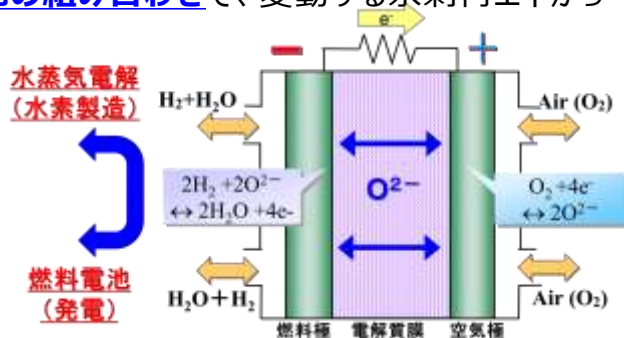
委託先：九州大学

事業概要

- ・【**本事業の背景**】国内外で再生可能エネルギー（再エネ）の本格普及が始まる中で、安価な再エネ電力を貯蔵できるエネルギー媒体が「水素」。変動の激しい余剰再エネ電力からの水素製造と、需要時の水素からの高効率発電が可逆的にできるエネルギーシステムは理想的な究極の脱炭素エネルギー技術になり得る。
- ・【**本事業の目的**】高温作動の水蒸気電解と燃料電池発電の両方に使える、「可逆1000サイクル耐久性」及び「4万時間耐久性」を備えた革新的な「可逆水蒸気電解セル」を試作して水素製造と燃料電池発電の可逆性を実証することで、可逆セルの要素技術を開発

- ・【**研究開発内容**】**耐酸化還元性の新規燃料極材料**を用いて、**高効率な水蒸気電解と高効率な燃料電池の組み合わせ**で、変動する余剰再エネから**CO₂フリーの低コスト水素を製造できるセルを開発**。

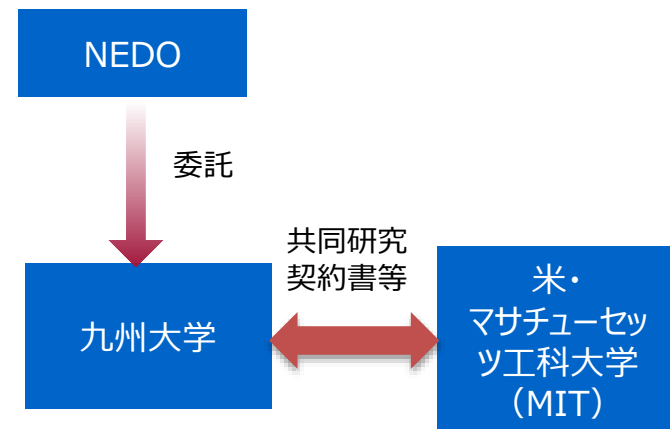
「水素製造（蓄エネ）」
「発電（創エネ）」
「可逆作動（調整力）」
の3つの価値をフレキシブルに提供できる究極のエネルギーデバイスを実現



国際共同研究の意義

- ・【**国際共同研究の意義・メリット**】材料・電気化学特性と電極プロセスの基礎的な理解が欠かせない。要素技術の研究部分にフォーカスした国際連携で、開発セルを“グローバルスタンダードのセル”へ発展
- ・【**海外連携先の選定理由・役割分担**】MIT（マサチューセッツ工科大学）の固体電気化学研究グループは九州大学・次世代燃料電池産学連携研究センター（NEXT-FC）内にラボを有する世界最高峰の研究チーム。世界トップ大学と連携して、材料設計指針を構築

実施体制



見込まれる成果

- ・【**2030年以降の実用化イメージ**】再生可能電源のバッファ機能を担うフレキシブルなエネルギーシステムとして普及
- ・【**想定されるCO₂削減効果**】Hydrogen Council（水素協議会）は、2050年までの世界全体のCO₂排出削減の約2割に相当する6ギガトン（60億トン）のCO₂排出の削減が水素エネルギーの普及で可能と試算。水素の半分が再生可能電力の電解で作られ、その半分が固体酸化物形の燃料電池で電気にも戻せる「可逆セル」で作れば、年間15億トンレベルでのCO₂排出削減へ。約6億キロリットルの原油代替に相当する省エネ効果
- ・【**経済効果**】**再エネ向け水素蓄エネシステム**として普及し、再エネ導入促進費用を削減

水素インフラ・燃料電池自動車に必要な高圧水素下での材料等の物性取得・メカニズム解明を実施し、研究開発・規制見直しに貢献

水素高分子材料

高圧水素中のゴム・樹脂材料の特性

H₂

水素物性

水素ガスの熱物性

H₂

$pV = nRT$?

thermal conductivity, viscosity, specific heat, ...?

水素材料強度

金属構造材料の疲労と破壊

H₂ 水素脆化

水素トライボロジー

水素中における摩擦・摩耗・潤滑

H₂

燃料電池自動車



ディスペンサー



実証ステーション材料調査

水素インフラ整備・燃料電池自動車の普及に向けて今後ますます必要

蓄圧器

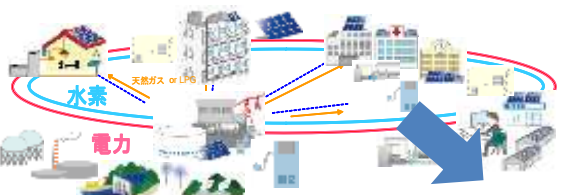


圧縮機

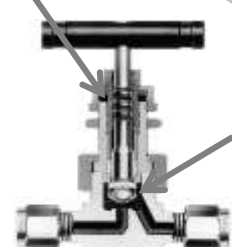


使用材料拡大
高圧機器設計・申請

水素供給ネットワーク



軸シール材



弁体+弁座
摺動シール材

圧縮機・バルブ動的シール材



LBB (Leak Before Break)現象解析

水素漏洩速度解析



水素ステーション制御



エネルギー変換科学ユニット



松本 広重



石原 達己



Thomas Lippert



Aleksandar
T. Staykov



安達 千波矢



佐々木 一成



藤ヶ谷 剛彦



John A.
Kilner



Harry L.
Tuller



Andrew
Gewirth



高田 保之

物質変換科学ユニット



久保田 祐信



Brian P.
Somerday



Petros
Sofronis



杉村 丈一



Reiner
Kirchheim



小江 誠司



山内 美穂



辻 健



Bidyut Baran
Saha



Xing Zhang



渡邊 裕章



James F.
Stubbins



藤川 茂紀

ムーンショット事業採択
「“ビヨンド・ゼロ”社会
実現に向けた CO₂循環
システムの研究開発」

総合大学である九州大学の強みを活かす：研究

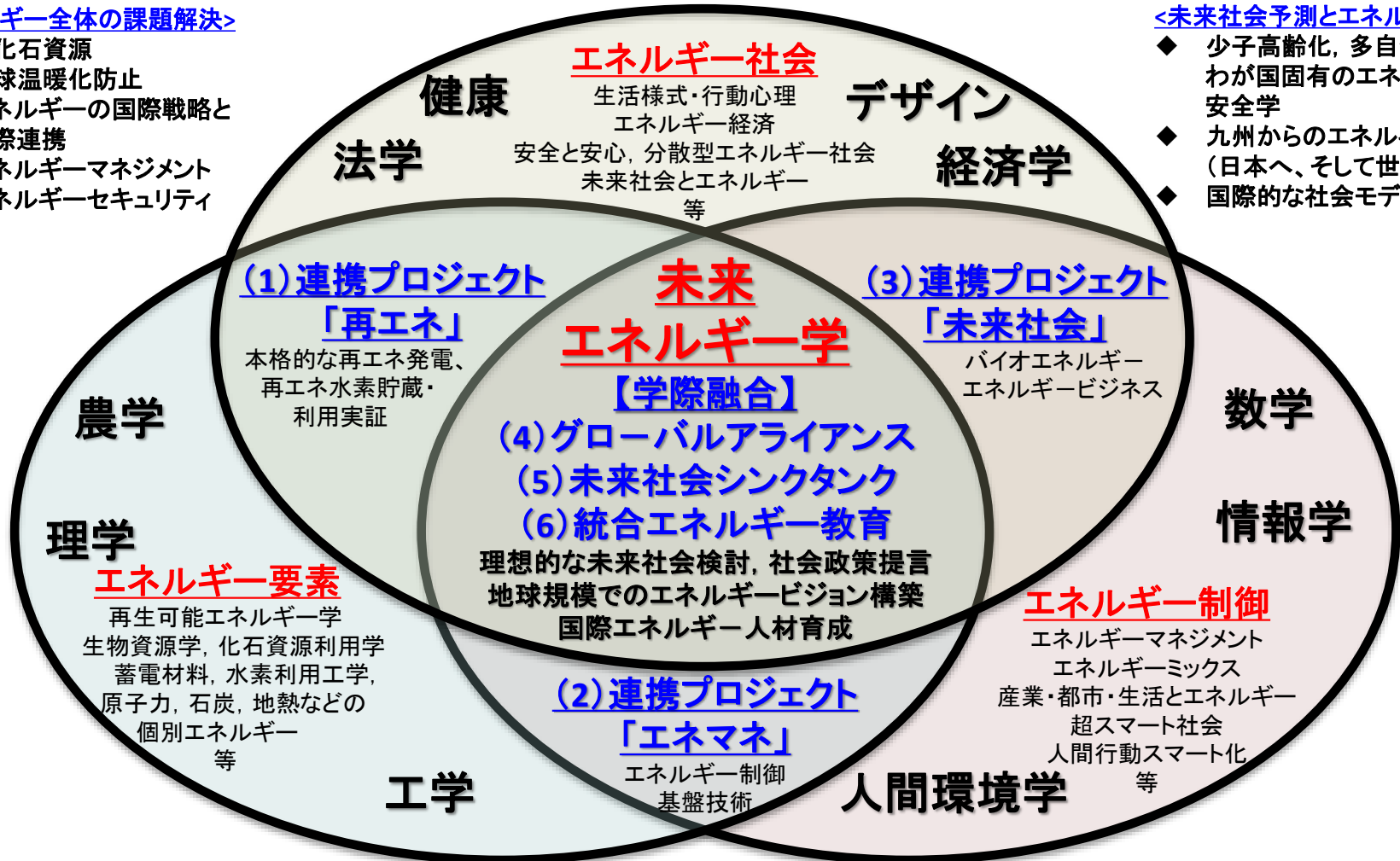
部局の壁を取り去ったオール九大のプラットフォーム組織「機構」
「あるべき未来社会」 → 個別要素研究 ⇔ 連携プロジェクト ⇔ 学際融合

<エネルギー全体の課題解決>

- ◆ 脱化石資源
- ◆ 地球温暖化防止
- ◆ エネルギーの国際戦略と国際連携
- ◆ エネルギーマネジメント
- ◆ エネルギーセキュリティ

<未来社会予測とエネルギー学>

- ◆ 少子高齢化, 多自然災害のわが国固有のエネルギー安全学
- ◆ 九州からのエネルギー転換（日本へ、そして世界へ）
- ◆ 国際的な社会モデルの発信



九大の強み：水素では論文数など世界トップレベル ²⁶

●低炭素社会・脱炭素社会の実現に貢献する水素エネルギーや次世代燃料電池の分野では、「Hydrogen embrittlement」で論文数と被引用数ともに世界1位、「Solid oxide fuel cells」で論文数・世界1位、「Hydrogen」で論文数・世界5位、「Fuel cells」で論文数・世界6位など、基礎基盤・産学連携研究と連動した実証研究などで世界トップレベルの研究成果を創出。

●その中心組織の一つであるカーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 (I2CNER) は、低炭素社会への貢献が期待される環境領域において「世界トップレベル研究拠点プログラム (WPI)」として全国で唯一採択された。 WPIのプログラム委員会からは、「『世界最高』のステータスを達成した」旨の最終評価を受け、事業終了後にWPI Academyに認定。

論文数動向からみる研究開発動向：燃料電池

■ 燃料電池全体、SOFC、PEFC、DMFCにおける日本の文献数上位10機関

全体		SOFC		PEFC		DMFC	
機関名	文献数	機関名	文献数	機関名	文献数	機関名	文献数
産業技術総合研究所	547	産業技術総合研究所	172	九州大学	60	群馬大学	33
九州大学	372	九州大学	109	東京工業大学	50	産業技術総合研究所	19
東京工業大学	357	東京大学	90	山梨大学	40	早稲田大学	15
東京大学	304	京都大学	56	産業技術総合研究所	30	JST	13
東北大学	245	東京工業大学	46	横浜国立大学	25	東京工業大学	12
京都大学	242	東北大学	42	電気通信大学	21	長岡科学技術大学	11
山梨大学	197	名古屋大学	35	北海道大学	20	静岡大学	11
JST	183	東京ガス	28	高輝度光科学研究センター	20	山口大学	11
名古屋大学	172	ファインセラミックスセンター	27	東京大学	20	信州大学	7
NIMS	171	NIMS	21	早稲田大学	20	JAEA	6

・文献データベース：Web of Science Core Collection
・対象期間：2000年～2019年
・ドキュメントタイプ：Article, Review, Early Access
・その他：「Web of Scienceの分野」でエネルギー関連分野に絞り込み

グリーンイノベーション戦略推進会議
・ワーキンググループJST資料
(2020年8月)

「九大水素モーターショー」(九州・山口FCVキャラバン in 九州大学)

27

主旨/目的

- トヨタ「新型MIRAI」発売を契機にFCV（燃料電池自動車）や水素エネルギーについて広く周知
- 次代を担う学生の研究意欲向上のため、水素エネルギーの最新動向に触れる機会を提供

実施時期

2021年3月19日（金） 13～14時

開催場所

九州大学伊都キャンパス（福岡県福岡市西区元岡744）
HY30水素社会ショールーム（インタビュー）、水素ステーション（納車式）

事業内容

- ① **新型MIRAI納車式（総長、理事、副学長、学生等） + 関連車両展示（於 九州大学水素ステーション）**
- ② **水素研究に励む現役学生（数名）とMIRAIの開発に携わった九州大学OBエンジニアの方とのグループインタビュー**
- ③ **九州大学OBエンジニアの方によるFCV/FCシステムに関する特別講義（オンライン）**

コロナ感染 防止対策

グループインタビュー（屋内）：参加者間の距離の十分な確保、人数制限、会場常時換気
納車式（屋外）：マスク着用

九大水素センターは12/25に落札済み



九州大学における水素・燃料電池分野の研究動向

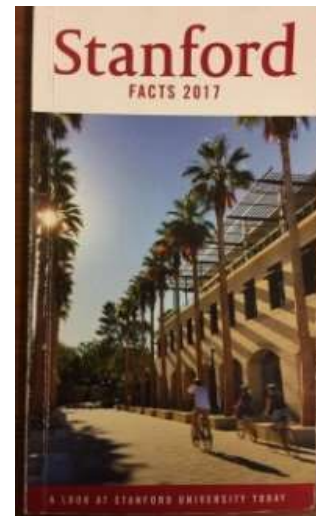
- (1) 国内外の動向
- (2) 地域の動向
- (3) 九大の取り組み
- (4) 課題と将来展望

大学にできること: Stanford大学の例 (世界は、はるか先へ)

- Stanford大学起源の企業群の年間売上高は約2.7 trillionドル
(約270兆円 = 日本のGDPの半分を1大学が創生、世界10位国家規模)
- 1930年代以降、540万人の新規雇用創出と新規企業39,900社創業
- 1955～65年のTermanプロボストの戦略が「シリコンバレー」へ結実

“Stanford Facts 2017” (出典: 右写真)

A 2012 study estimates that companies formed by Stanford entrepreneurs generate world revenues of \$2.7 trillion annually and have created 5.4 million jobs since the 1930s. Stanford alumni and faculty have created 39,900 companies since the 1930s, which, if gathered collectively into an independent nation, would constitute the world's 10th largest economy. Frederick Terman, provost from 1955 to 1965, is called the “academic architect” of the high-technology region known as Silicon Valley.

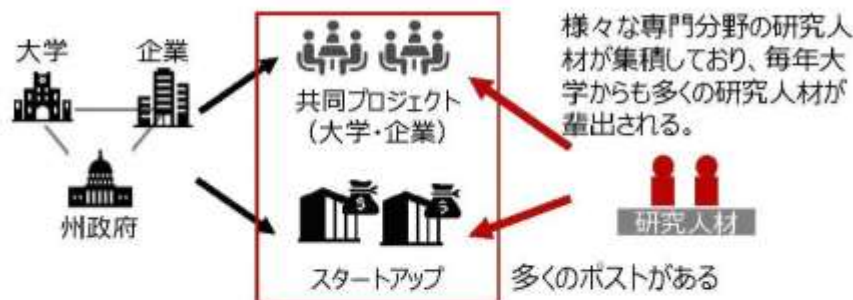


Stanford大学起源の企業群 (Among the companies Stanford faculty and alumni have helped create): *Atheros Communications, Charles Schwab & Company, Cisco Systems, Cypress Semiconductor, Dolby Laboratories, eBay, E*Trade, Electronic Arts, Gap, Goodreads, Google, Hewlett-Packard Company, IDEO, Instagram, Intuit, Intuitive Surgical, Kiva, LinkedIn, Logistech, MIPS Technologies, Netflix, Nike, NVIDIA, Odwalla, One Kings Lane, Orbitz, Rambus, Silicon Graphics, StubHub, Sun Microsystems, SunPower Corp., Taiwan Semiconductors, Tesla Motors, Trader Joe`s, Varian, VMware, Whole Earth Catalog, Yahoo, Zillow.*

各国のイノベーション・エコシステムは？

世界各地では多様なプレイヤーを集めてイノベーション創出のための特色ある共創の場を形成している。いずれのエコシステムにおいても**政府機関や企業における長期的投資**と、研究に対する**世界トップクラスの有識者によるアドバイザリーボード**による評価を続ける中で、基礎研究、研究開発、事業化を進めている。

米国・Research Triangle Park (産学官拠点)



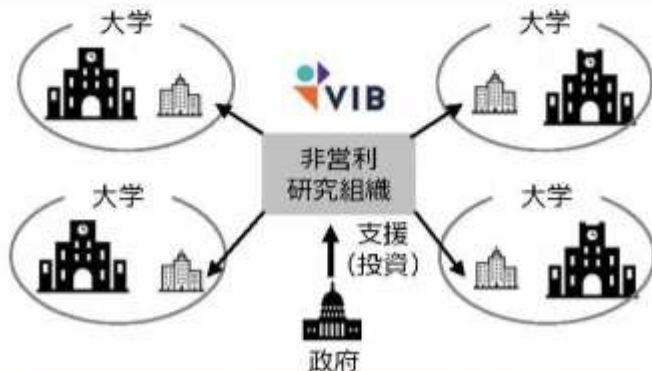
州政府と大学が産学連携拠点を集積させて形成したエコシステム

ドイツ・DFKI (非営利研究組織)



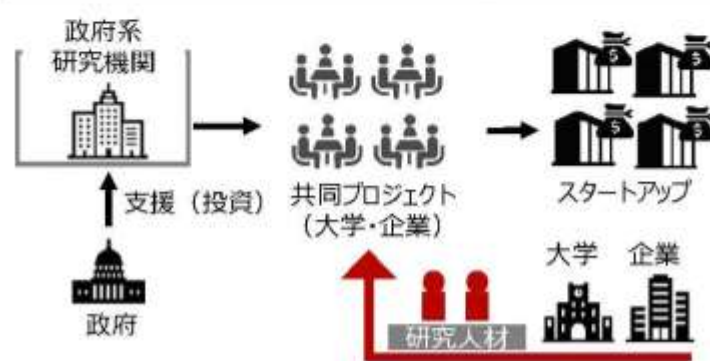
州政府・企業からの応用研究の投資により形成したエコシステム

ベルギー・VIB (非営利研究組織)



基礎研究に対する州政府の長期的投資で形成したエコシステム

シンガポール・A*STAR (政府系研究機関)

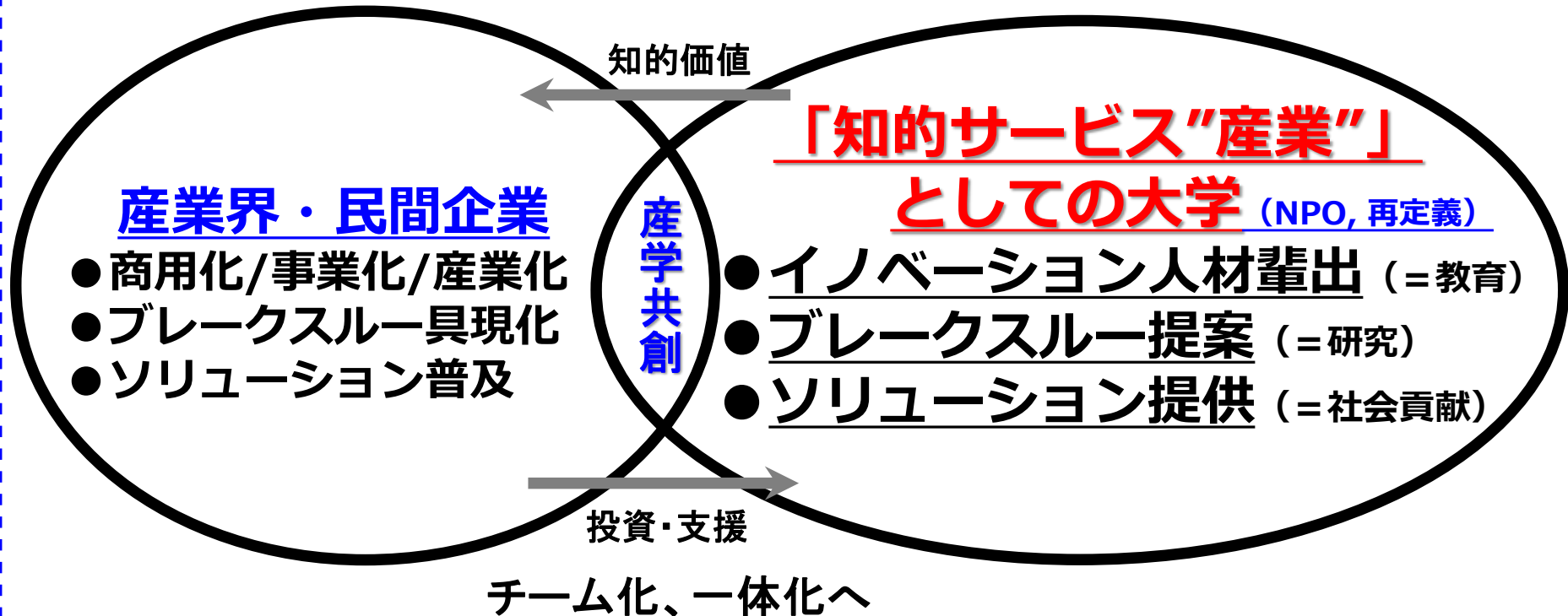


政府系研究機関への政府投資によって形成したエコシステム

出典：内閣府HP <https://www8.cao.go.jp/cstp/package/jinzairyudo/index.html>

産・官・地域から投資・支援いただけるような、知的価値を生み出せる大学へ

世界は大学を核に成長！



- 各研究室は“研究開発会社”、“コンサル”、“人材育成サービス会社(全世代向け)”
- “産学ジョイントベンチャー”が価値・サービスを具現化(大学、国・地域、企業が出資)

「学校」⇒大学は**最高の成長産業**！社会の中で挑戦して失敗しても許される場所！
社会・世界に開かれた**イノベーションハブ・インキュベーター・シンクタンク**へ！
(我が国の大学：高ステータス、自己実現可能、若者の宝庫、シニアでも活躍可！)

課題：現状と今後への政策提言

【**現状**】水素関連の学術研究や産学連携は比較的アクティブ。しかし、他の地域（山梨、福島、東京湾、中部、関西など）がより大きなスケールで地域を挙げた取り組みを進める中で、残念ながら、**福岡の存在感は低下中**。「九大」と「国プロ獲得」だけで良いのか？

【今後の取り組み例】

- (1) **活動強化**：ギヤチェンジして、活動やシナジーを強化できないか？（例えば、山梨県工業技術センターはFC-Cubic（国の燃料電池センター）を誘致。福岡は？）
- (2) **社会実装**：地域に「水素社会」を実際に作るような取り組みができないか？（例えば**九大箱崎跡地**を水素を活用した「**脱炭素国際金融都市**」などにできないか？）
- (3) **九大⇒地域**：水素拠点の一部を、大学からスピアウトできないか？（シリコンバレーのStanford Research Institute International的な**研究開発型外部化法人**？）
- (4) **地域⇒九大**：九大内に、例えば「**福岡県水素研究室**」や「**福岡県地域エネルギー政策研究室**」などを作って、大学と県・地域がより密に共創できないか？
- (5) **人材の定着**：根本的な課題は、優秀な若い世代が地域にとどまらず、三大都市圏に流失し続けていること。他方、スタートアップの適地としての福岡圏の評価は高く、九州は脱炭素の先進地。福岡・九州を発展させるには、地域・地元に雇用・ポストを作ることが不可欠。九大内外に若い世代のポストを増やして、研究教育から社会実装や地域支援までを一気通貫でできる体制・組織が作れないか？