

水素エネルギーの現状・課題と将来展望

佐々木一成

副学長(産学官連携・研究教育推進(エネルギー・脱炭素)担当)・水素エネルギー国際研究センター長
(主幹教授、次世代燃料電池産学連携研究センター長、
カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所、工学研究院教授)
(総合資源エネルギー調査会 水素政策小委員会委員長、アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会委員長、合同会議座長)
(email) sasaki@mech.kyushu-u.ac.jp

財務省「ランチミーティング」講演
2023年6月14日

再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議「水素基本戦略」(2023年6月6日): https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/index.html
佐々木一成、日本経済新聞「経済教室」(2023年5月30日): <https://www.nikkei.com/article/DGXZQOCD186U00Y3A510C2000000/>



国内最大規模(東京ドームの58個分)



脱炭素・水素社会実現へ世界と戦う“チーム福岡”

自己紹介

佐々木一成 (Dr. sc. techn. ETH, アインシュタイン博士の88年後輩)

- 1965年 京都市生まれ
- 1977年 川崎市立富士見台小学校卒業
- 1983年 聖光学院高等学校(横浜)卒業
- 1987年 東京工業大学工学部無機材料工学科卒業
- 1989年 東京工業大学大学院理工学研究科原子核工学専攻修士課程修了
- 1993年 スイス連邦工科大学チューリッヒ校(ETH)工学博士号取得
- 1995年 ドイツ・マックスプランク固体研究所招聘客員研究員(在欧計10年)
- 1999年 九州大学大学院総合理工学研究科・助教授
- 2005年 工学研究院(機械系)・教授(40歳～)
- 2011年 主幹教授
- 2016年 九州大学副学長(51歳～)

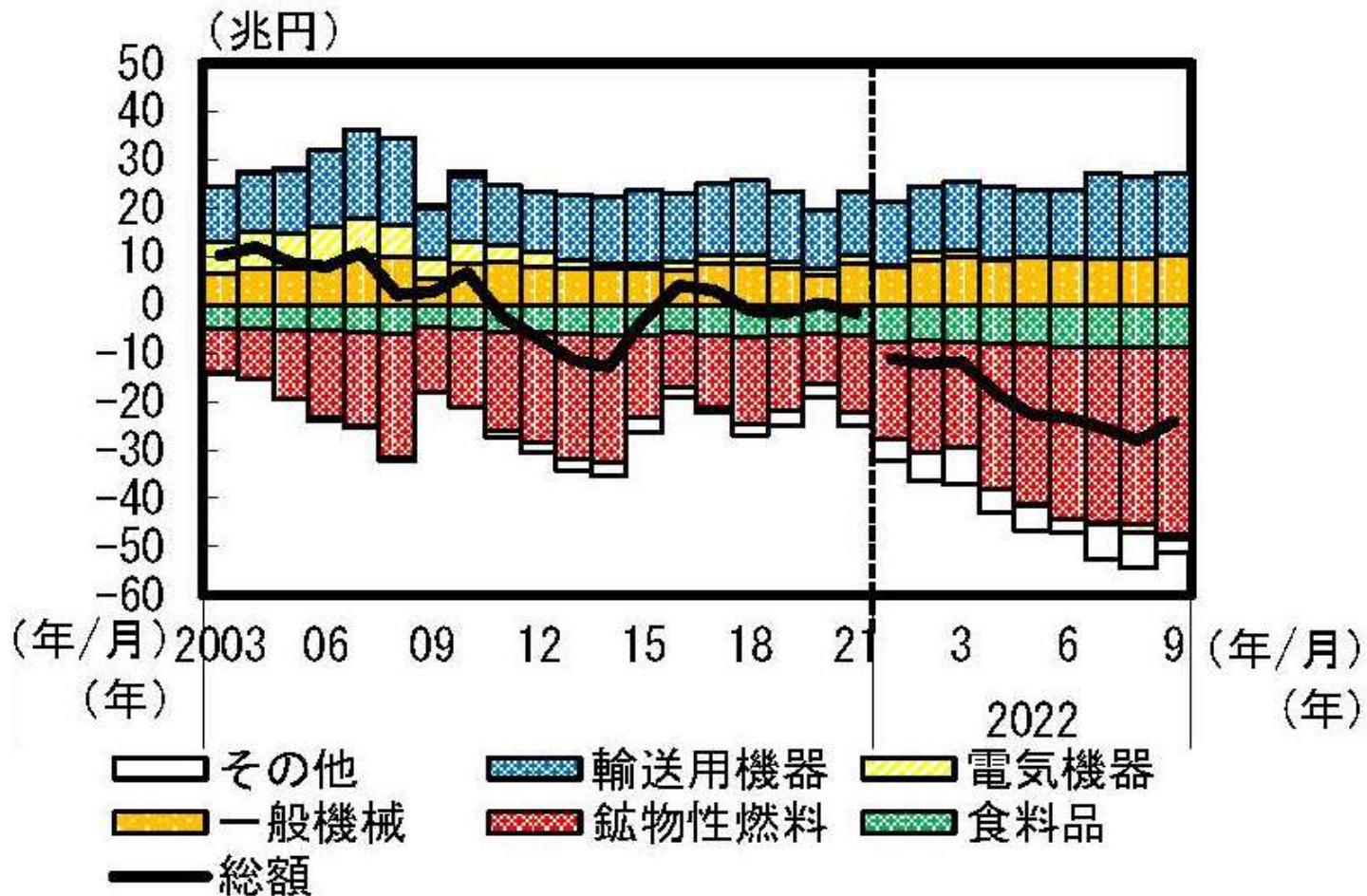


現在、水素エネルギー国際研究センター長(42歳～)、次世代燃料電池産学連携研究センター長(46歳～)、カーボンニュートラル・エネルギー国際研究所 主任研究者(初代副所長)。主に、固体酸化物形および固体高分子形燃料電池の材料・プロセス研究などに従事し、多くの水素関連企業などとの産学官地域連携を進め、「九大水素プロジェクト」を牽引。日本機械学会フェロー、日本セラミックス協会フェロー。

- FISITA(世界自動車技術会) Academic Advisory Board Member
- 内閣府 大学支援フォーラム(PEAKS)産学連携WG主査
- 総合資源エネルギー調査会 水素政策小委員会委員長、アンモニア等脱炭素燃料政策小委員会委員長、両合同会議座長
- グリーンイノベーション戦略推進会議WG委員
- 経済産業省 産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会エネルギー構造転換分野WG委員
- 文部科学省 科学技術・学術審議会 産学連携・地域支援部会 臨時委員、環境エネルギー科学技術委員会 専門委員

日本：鉱物性燃料輸入：年約20⇒33兆円に高騰

貿易収支（貿易統計）の推移

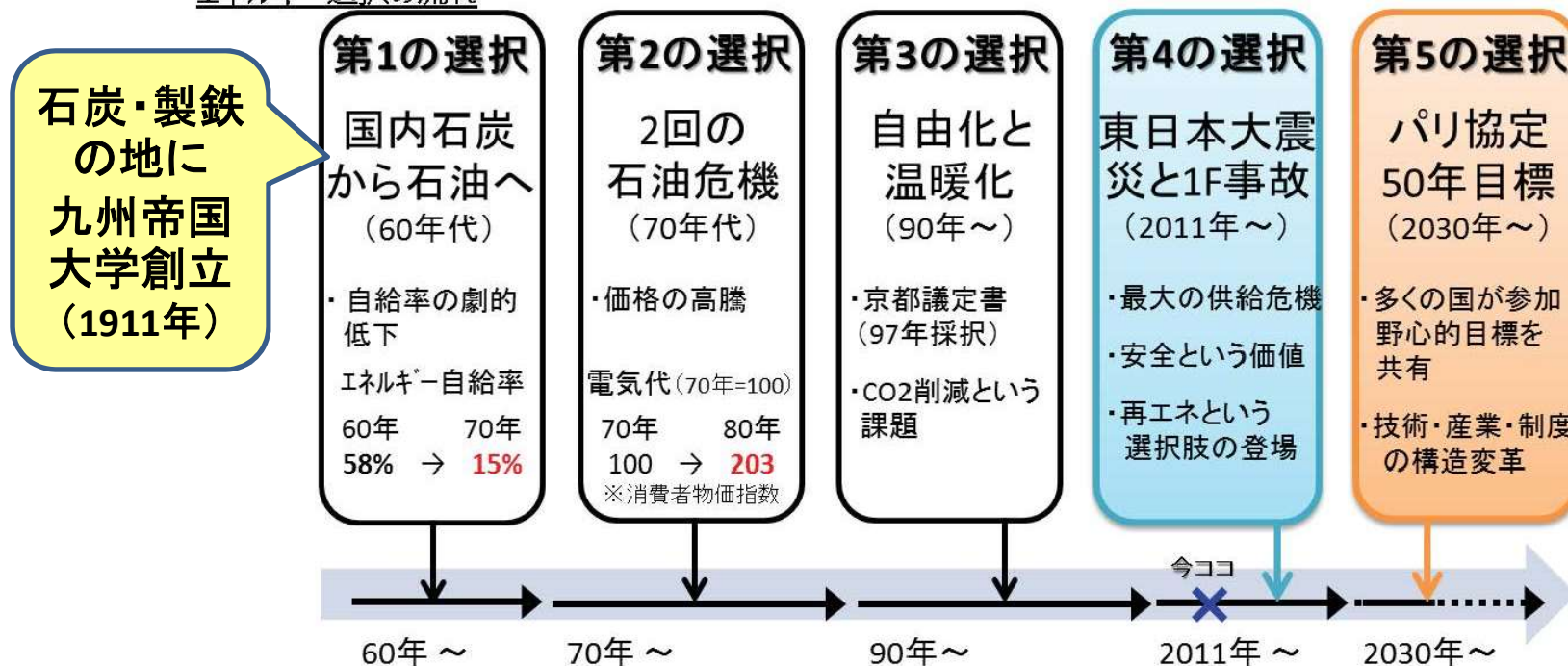


出典：内閣府「今週の指標No.1290」(2022年11月14日) <https://www5.cao.go.jp/keizai3/shihyo/2022/1114/1290.pdf>

- 日本は自動車や機械等の輸出で稼ぎ、エネルギー代金を支払い
- 高騰するエネルギー代金は海外へ流出(=国富の流出)

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



エネルギー政策のメガトレンド



出典: 経済産業省HP (第6回 産業構造審議会 製造産業分科会資料に加筆) https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/seizo_sangyo/pdf/006_03_00.pdf

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

半世紀前(1969年)にLNG輸入開始

サプライチェーン構築開始

方向性：脱炭素イノベーションと「水素」(2018年)

分野別CO2排出量と主な個別技術

主な要素		現状	将来
運輸 (2.1億トン)	車体・システム	内燃機関・手動運転 金属車体	電動化・自動運転 マルチマテリアル
	燃料	化石燃料	電気・ <u>水素</u> バイオ燃料
産業 (3.1億トン)	プロセス	スマート化の進展	CCUS・ <u>水素還元</u> 更なるスマート化
	製品	化石エネルギー原料	非化石エネルギー原料
民生 (1.2億トン)	熱源	石油・ガス・電気	電気・ <u>水素等</u>
	機器	高効率機器	機器のIoT化 M2M制御
電力 (5.1億トン)	火力	石油・石炭・天然ガス	CCUS・ <u>水素発電等</u>
	原子力	第3世代+原子炉	次世代原子炉
	再エネ	導入制約 (導入コスト、調整電源コスト・系統等)	蓄電×系統革新

イノベーション

水素
(サプライチェーン・メタネーション)

※ () 内は2015年度の排出量

(出所) 資源エネルギー庁作成 4

(エネルギー情勢懇談会、2018年、経済産業省HP http://www.enecho.meti.go.jp/committee/studygroup/ene_situation/007/pdf/007_008.pdf)

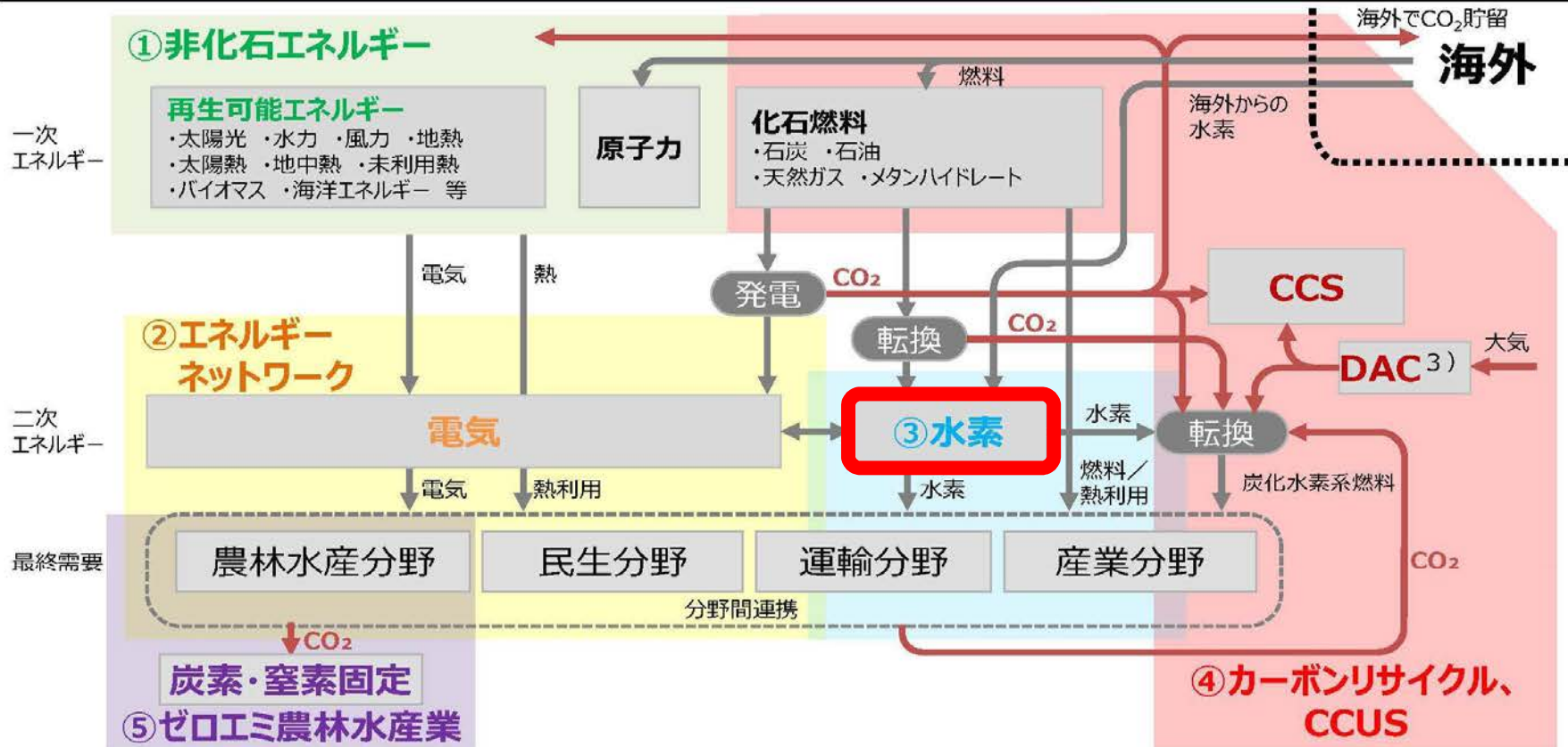
社会全体の脱炭素化へ：電化+水素化

政策:「水素」がカギ (革新的環境イノベーション戦略、2020年1月策定)⁶

イノベーション・アクションプランの重点領域

政府の司令塔:
グリーンイノベーション戦略推進会議

技術領域で整理すると、①電力供給に加え、水素・カーボンリ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リサイクル、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)

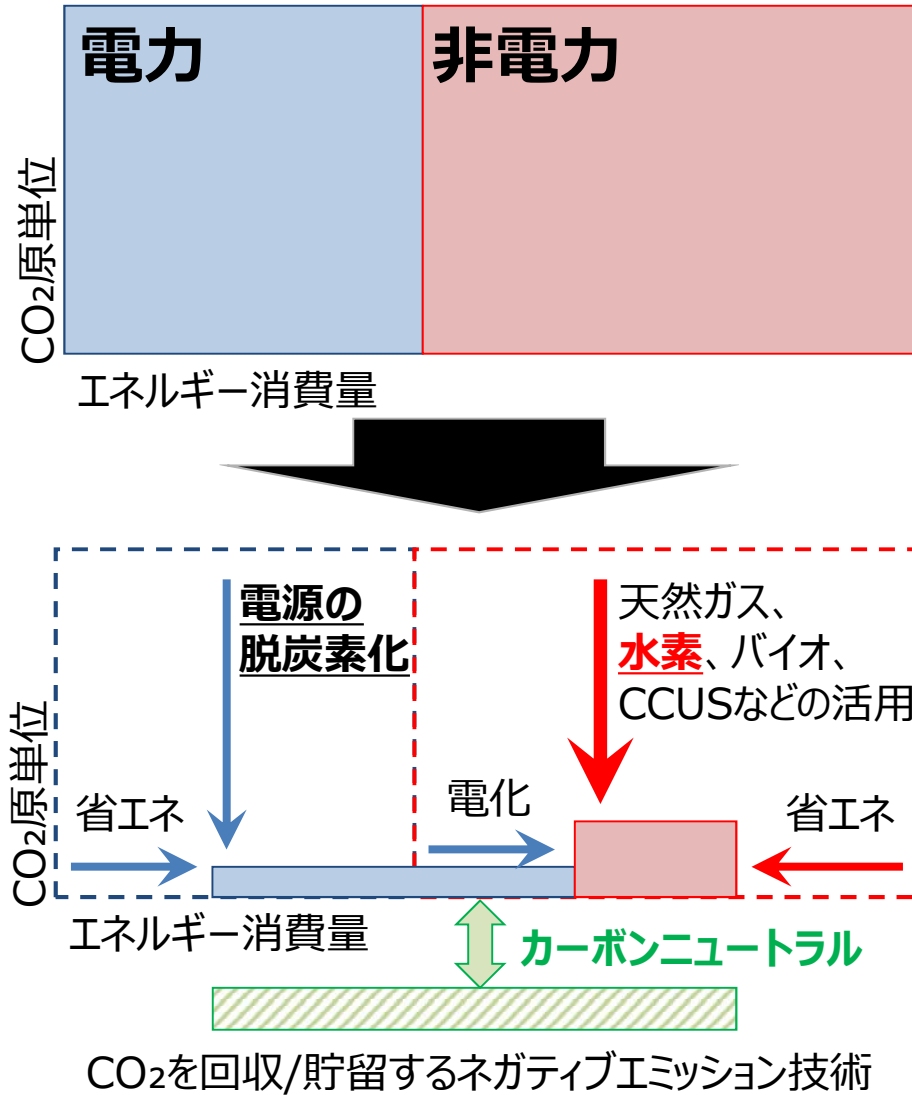
3) DAC : Direct Air Capture (大気からのCO₂分離)

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

「国内再エネ利用拡大(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

全体像:カーボンニュートラル (グリーンイノベーション戦略推進会議、2020年11月)

CO₂排出削減
の方向性

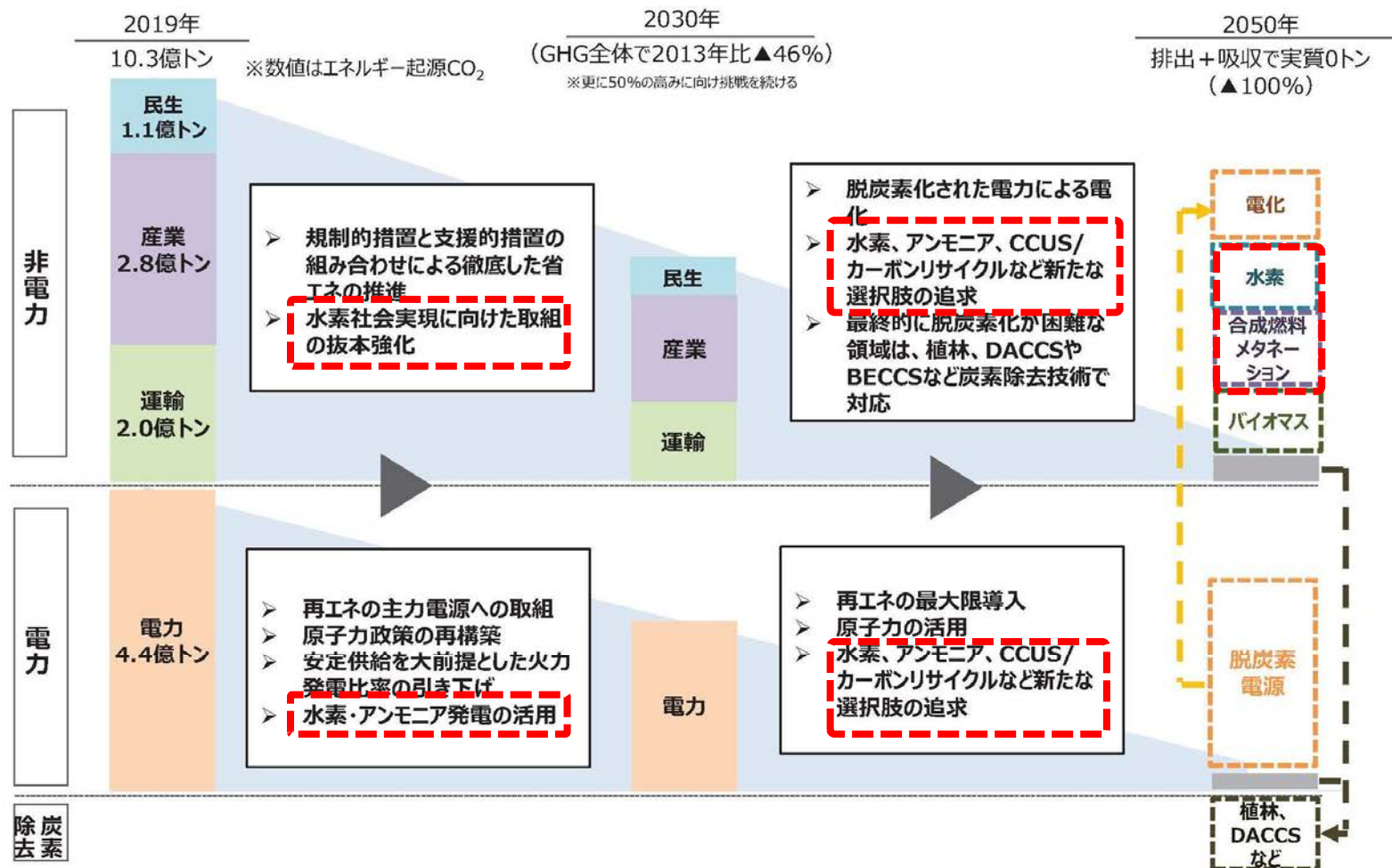


https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/green_innovation/pdf/gi_003_04_00.pdf

電力と非電力(燃料+原料)の両方の脱炭素化が必要

電化+水素化+CO₂回収 (グリーン成長戦略改訂版、2021年6月)⁸

2050年カーボンニュートラルの実現



<https://www.meti.go.jp/press/2021/06/20210618005/20210618005.html>

水素(キャリア): 脱炭素電源の1%(2030年)、10%(2050年)、需要増(2030年: 30→300万トン、2050年: 水素2000万トン/年=熱量換算でLNG5000万トン/年に相当(LNG現輸入量は7500万トン/年))
 (ポテンシャル: 商用車600万トン、水素発電500~1000万トン、水素製鉄700万トンなど)

水素：使って出るのは水だけ(炭素循環⇒水素循環)！

燃料電池：“燃やさない”直接変換で高効率発電！

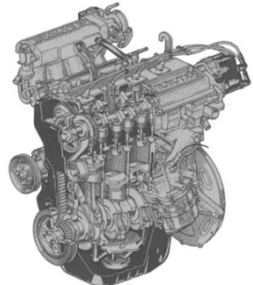
熱エネルギー変換(燃焼)

(化学エネルギー⇒**熱**⇒運動⇒電気)

内燃機関(**集中型**)：**量的**なCO₂排出減



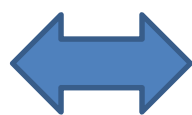
ニューコメンの熱機関
(Newcomen, 1712)
【当時の効率約1%】



ガソリンエンジン
(Otto cycle, 1876)
【実運転で十数%、
最近は効率アップ、
水素エンジンも】



蒸気タービン【ガスタービン、複合発電、
水素タービンへ】(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)

燃料電池(**分散型**)：**質的**なCO₂排出減



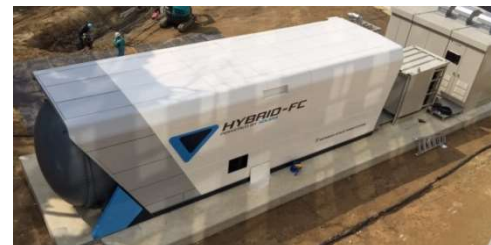
エネファーム
(九大伊都に7台設置)
【家庭で発電効率50%
総合効率約90%超】



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

燃料電池

水素
を介して
燃やさず
に発電！



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約70%へ】

法律：“エネルギーの定義”の改正

エネルギーの使用の合理化及び非化石エネルギーへの転換等に関する法律（昭和五十四年法律第四十九号）

施行日：令和五年四月一日（令和四年法律第四十六号による改正）



参議院インターネット中継 <https://www.webtv.sangiin.go.jp/webtv/index.php>

（定義）

- 第二条 この法律において「エネルギー」とは、化石燃料及び非化石燃料並びに熱、政令で定めるものを除く。以下同じ。）及び電気をいう。
- 2 この法律において「化石燃料」とは、原油及び揮発油、重油その他経済産業省令で定める石油製品、可燃性天然ガス並びに石炭及びコークスその他経済産業省令で定める石炭製品であつて、燃焼その他の経済産業省令で定める用途に供するものをいう。
- 3 この法律において「非化石燃料」とは、前項の経済産業省令で定める用途に供する物であつて、**水素**その他の化石燃料以外のものをいう。
- 4 この法律において「非化石エネルギー」とは、**非化石燃料**並びに化石燃料を熱源とする熱に代えて使用される熱、第五条第二項第二号口及びバにおいて「非化石熱」という。）及び化石燃料を熱源とする熱を交換して得られる動力を交換して得られる電気^{に代えて使用される電気}、同号ニにおいて「非化石電気」という。）をいう。
- 5 この法律において「非化石エネルギーへの転換」とは、使用されるエネルギーのうち、占める**非化石エネルギーの割合を向上させる**ことをいう。
- 6 この法律において「電気の需要の最適化」とは、季節又は時間帯による電気の需給の状況の変動に応じて電気の需要量の増加又は減少をさせることをいう。

e-GOV法令検索 https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=354AC0000000049_20230401_504AC0000000046

「水素」をエネルギーの一形態として法律上、初めて定義。「非化石エネルギー」のうちの「非化石燃料」の一種。

経済：水素価格と用途拡大（輸送⇒発電⇒化学⇒製鉄）

（佐々木一成、日本経済新聞「経済教室」2023年5月30日、政府の各種資料のパリティ価格などを参考に作成）

約100円/Nm³ 現状（人件費や投資を除く）

水素政策小委員会（値差支援などの制度設計中）

https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene_shinene/suiso_seisaku/index.html

★水素乗用車【vs.ガソリン】約100円/Nm³



★水素商用車【vs.軽油】約50円/Nm³

30円/Nm³@2030年政府目標

★水素発電【vs.天然ガス】約15～30円/Nm³

≤20円/Nm³@政府将来目標

★化学工業【vs.天然ガス】約18円/Nm³

★水素還元製鉄【vs.石炭】約8円/Nm³

水素の価格

市場規模

水素価格低下に伴い用途拡大。環境価値もマネタイズして回収（カーボンプライシング等）

供給：水素キャリア（液化水素、有機ハイドライド、アンモニア、メタン）

（第25回 水素・燃料電池戦略協議会、2021年3月）

水素を極低温（20K）で液化して船等で運搬

トルエンに水素を化合させたメチルシクロヘキサン（MCH）をケミカルタンカーで運搬

石炭火力発電所の排ガス浄化で使っているアンモニア（NH₃）を燃料として使用

CO₂フリー水素と回収CO₂からのCNメタンを作って、既存の都市ガスインフラ活用

キャリア	液化水素	MCH	アンモニア	メタネーション
体積(対常圧水素)	約1/800	約1/500	約1/1300	約1/600
液体となる条件、毒性	-253℃、常圧 無毒	常温常圧 トルエンは毒性有	-33℃、常圧等 毒性、腐食性有	-162℃、常圧 無毒
直接利用の可否	N.A.(化学特性変化無)	現状不可	可（石炭火力混焼等）	可（都市ガス代替）
高純度化のための追加設備	不要	必要（脱水素時）		
特性変化等のエネルギーロス	現在:25-35% 将来:18%	現在:35-40% 将来:25%	水素化:7-18% 脱水素:20%以下	現在: -32%
既存インフラ活用可否	国際輸送は不可（要新設）。国内配送は可	可（ケミカルタンカー等）	可（ケミカルタンカー等）	可（LNGタンカー、都市ガス管等）
技術的課題等	大型海上輸送技術（大型液化器、運搬船等）の開発が必要	エネルギーロスの更なる削減が必要	直接利用先拡大のための技術開発、脱水素設備の技術開発が必要	製造地における競争的な再エネ由来水素、CO ₂ 供給が不可欠

出典：IEA, the Future of Hydrogen等に基づき、資源エネルギー庁作成

https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/suiso_nenryo/pdf/025_01_00.pdf

35

産業用ガス会社！

石油会社！

電力会社！

ガス会社！

各水素キャリアのメリットと課題を踏まえて、並行して技術開発を進め、適材適所で利活用

海外からの水素の輸入に向けて(例):川崎重工業 ¹³



川崎重工業ホームページ: <https://www.khi.co.jp/hydrogen/>



岸田総理の水素運搬実証式典出席(2022年4月9日)(出典:首相官邸HP)



(完成前の風景(2019年8月27日))

投資：CN・GXへの400兆円規模の官民投資（経団連）¹⁴

6. グリーンディール、CNが実現した際の経済の姿 （概要24～26、41頁）

問題意識

- IEA試算をベースとするとわが国のCN実現のためには、**2050年までの累計で、400兆円程度の投資**が必要。

とるべき施策

- 政府は、民間の継続的な投資を促すため、自ら中長期の財政支出にコミットすべき。
- 必要となる**政府負担は年平均で約2兆円程度**（財源 = **GXボンド** （注） の発行等）。
- **リスクの大きい革新的技術開発や大規模なインフラ整備**など、市場原理だけに任せては取り組みが円滑に進まない分野への投資において、政府の役割は特に重要。

【参考：欧米の予算措置】

	米国	EU
規模	インフラ投資計画： 9.4兆円 Build Back Better Act： 64.9兆円	71.5兆円 (7か年予算＋復興基金)
期間	5～10年	7年
年間	8.4兆円 ／年	10.2兆円 ／年

【参考：日米欧のCO2排出量】 （エネルギー起源CO2、2019年）

日本	米国	EU
10.6億 t	47.4億 t	29.9億 t

（注） CNに向けたトランジション及びイノベーションに関する技術の開発・社会実装に
用途を限定して、GXを実現するために発行する国債。

2050年CNが実現した経済の姿 = **GDP1,000兆円経済の実現**

	2019年度（実績）	2050年度
実質GDP	537.5兆円 <small>（過去5年で平均0.9%成長）</small>	1,026.8兆円 <small>（年平均2.1%成長）</small>

9

日本経済連合会HP「グリーントランスフォーメーション(GX)に向けて」2022年5月17日、<https://www.keidanren.or.jp/policy/2022/043.html>

数十年前：**総括原価方式**で投資コストを料金に転嫁 ⇒ 現在（自由化後）：**投資を引き出す政策**が不可欠

世界：水素に係る海外動向（世界各国が投資急拡大）

世界各国における水素政策



欧州

- **REPowerEU（2022年3月）**
2030年より前に露の化石燃料脱却
域内製造1000万吨、輸入1000万吨を供給できる体制を目指す
- **IPCEI（2022年7月、9月）**
①官民で総額140億ユーロ超（約2.03兆円）の投資
②官民で総額120億ユーロ超（約1.74兆円）の投資
- **炭素国境調整メカニズム（CBAM）（2022年12月）**
欧州委員会（EC）は、初期的な炭素国境調整メカニズム（CBAM）の対象として、水素（アンモニア）をCBAMに追加することで合意
- **グリーンディール産業計画（2023年2月）**
欧州委員会（EC）は、グリーン水素の製造を支援するための競争的入札を2023年秋に実施予定。10年間にわたり、製造した再生可能水素1kgあたり固定されたプレミアムを補助として受け取る。今後の支援額400億ユーロ程度を想定（約5兆6千億円）。



ドイツ

- **国家水素戦略（2020年6月）**
2030年までに5GW（230万吨/年）の水素製造能力、2040年までに追加で5GW（230万吨/年）規模の水素製造能力を目指す。
- **H2Global導入（2021年6月）**
固定価格買い取り・販売制度（H2Global）を導入。初回入札を2022年12月より指導。9億ユーロ（約1,200億円）を確保しており、2036年までに補填に必要となる35億ユーロ（約4,655億円）を確保する予定。また、水素派生製品の実際の欧州・ドイツへの輸入は2024年末から始まる見込み。



米国

- **水素ショット（2022年6～9月）**
10年以内に、水素製造コストを1ドル/kg以下を目指す。水素源、最終用途、地理的な多様性を目標に、6～10の地域水素ハブに予算総額60～70億ドルで公募を実施。
- **インフレ抑制法「IRA」（2022年8月）**
グリーン水素製造に対する10年間の税額控除。最大3ドル/kgの控除を実施。
- **超党派インフラ投資雇用法（2022年11月）**
グリーン水素関連プロジェクトに対し、5年間で95億ドル（約1.34兆円）を投資



英国

- **Low Carbon Hydrogen Business Model（2022年XX月）**
2030年までに低炭素水素製造能力を10GW（約20万吨/年）確保。国内水電解事業とブルー案件を支援し、国内水電解で5GW（約10万吨/年）以上を目指す。2ラウンドを2022年、2023年実施予定。その先は予算、法律、賦課金の手段を検討。25年末までに運転開始の案件を選択予定。



インド

- **水素推進政策（2022年2月）**
グリーン水素・アンモニア用の再エネの優遇策を発表。
- **国家水素グリーンミッション（2023年1月）**
グリーン水素移行への戦略的介入プログラムとして、水電解装置の国産化とグリーン水素製造について、それぞれ異なる財政インセンティブを提供予定。

産業構造審議会グリーンイノベーションプロジェクト部会資料（2023年2月13日）資料：

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/green_innovation/energy_structure/pdf/014_04_00.pdf

各国が「水素」を成長産業に位置づけ、民の投資を引き出す官の投資競争が世界的に激化

商用サプライチェーン構築に向けた主要な論点と基本的な方向性（案）

論点	基本的な方向性案
①政策的位置づけ・役割	<ul style="list-style-type: none"> 他脱炭素技術（ゼロエミ電源、CCUS等）と比した水素・アンモニアの競争力には注視しつつも、2030年に最大300万トン/年の水素供給量、水素・アンモニアで電源構成1%を目指し、新規のサプライチェーンの構築を支援することとし、自立的な市場の形成が進んでいるか、コスト低減の状況などを定期的に検証するとともに、状況変化に応じて必要な見直しを行う。
②支援対象の水素等	<ul style="list-style-type: none"> 水素・アンモニアの供給関連技術の技術的な成熟度に留意し、その中で費用対効果最大化の観点から競争を促しつつも、製造源・調達先を限定せず支援する。 また、需要断面では水素の由来を問わず利活用を推奨するものの、新たに構築を支援するサプライチェーンには、何らかのCO2排出量の閾値等を設定する方向で、国際情勢等も踏まえつつ、詳細検討（※）を行う。 ※CO2閾値そのものだけでなく、その測定方法、いつから各事業に閾値の達成を求めるかなども含めて検討予定
③支援方法	<ul style="list-style-type: none"> 水素・アンモニアの用途先を原則制限しない方向で検討を行う。ただし、各分野における水素等の優位性や、事業者のコミットメントなどに十分留意すべく、必要に応じて、様々な脱炭素手段から、費用対効果を見極めて技術を選択する需要側からもヒアリングを行いながら、今後の詳細検討を進める。
④考慮すべきリスク	<ul style="list-style-type: none"> 水素供給事業に付随する販売価格が供給コストを下回り(価格リスク)、かつ販売量も少ない(量的リスク)というリスクを軽減し、事業の予見性・安定性を確保するための長期契約等の仕組みを検討する。 長期契約に基づき、事業者が負うリスクに対して過剰なレントが生じることを防ぐ観点からも、官民でのリスクシェアのあるべき姿を、英・独などの先行検討事例を踏まえつつ、今後詳細を検討する。
⑤事業者等による供給コスト等の低減	<ul style="list-style-type: none"> 商用サプライチェーン構築のための支援に際しては、前項論点④の適切な官民でのリスクシェアの在り方にも留意しつつも、事業者等に継続的な供給コストの低減を促すメカニズムを導入する。 ただし、その手法（目標価格・上限価格の設定、競争入札の実施等）は市場の成熟度合や想定される事業者数などを見極めつつ、詳細を検討する。
⑥他政策との関係	<ul style="list-style-type: none"> 製造から輸送・貯蔵、利用に至るバリューチェーン構築のためには、他政策との重複性・補完性を意識しつつ、それらとの適切な棲み分け図り、相乗効果を最大限図る。
⑦開始時期	<ul style="list-style-type: none"> 事業者の大規模投資決断時期に必要な予見性を確保するための詳細設計を完了し、出来るだけ早期に支援を開始することを旨とする。

多様な作り方・使い方あり／「**公的**な初期投資や債務保証⇒**金融機関**などの出資や融資⇒**民間**の本格投資」へ

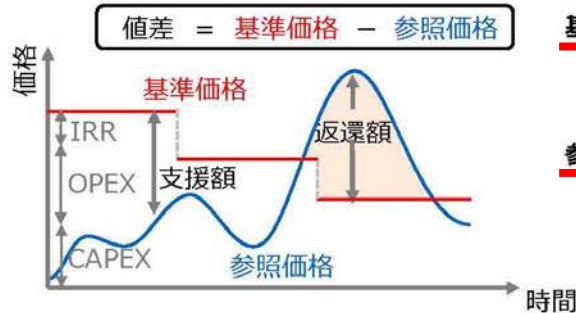
1. 強靱な大規模サプライチェーン構築に向けた支援制度

強靱な大規模サプライチェーン構築に向けた基本的な考え方

- 本制度では、現在供給コストが高価である水素・アンモニアに対し、**市場型の支援策**を講じることで、**強靱な大規模サプライチェーン**の構築を通じ、水素・アンモニアの**自立した市場の形成**を目指す。
- 第6次エネルギー基本計画において、**S+3E**を原則とした**エネルギー政策の重要性**が確認されたところ、我が国の次世代エネルギーである水素・アンモニアサプライチェーンの構築に向けた基本的な考え方もこれに則り、**安全性、安定供給、環境性、経済性を前提とした制度**とする。
- 水素・アンモニアをとりまく将来の見通しが不透明な状況においても、他の事業者¹に先立って自らリスクを取り投資を行い、**2030年頃までに水素・アンモニア供給を開始する予定である事業者（ファーストムーバー）をS+3Eの観点から選定し、優先して後押ししていく**。彼らの**事業の予見性を高め、大規模な投資を促す**。

支援制度イメージ

- 事業者が供給する水素に対し、**基準価格と参照価格の差額**（の一部または全部）を支援。また、一定年数経過時点ごと**基準価格を実績と見通しに合わせて見直す機会**（例：5年）を設ける。

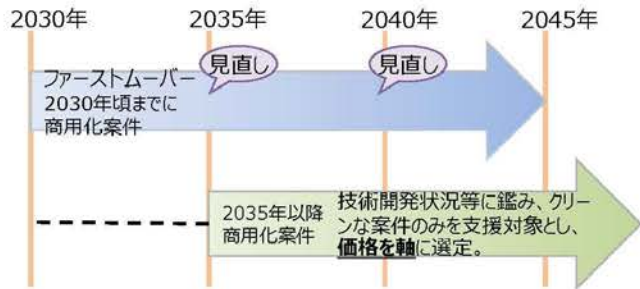


基準価格：単位販売量あたりの対価として、その水準での収入があれば**事業継続に要するコストを合理的に回収でき、かつ適正な収益を得ることが期待される価格**。

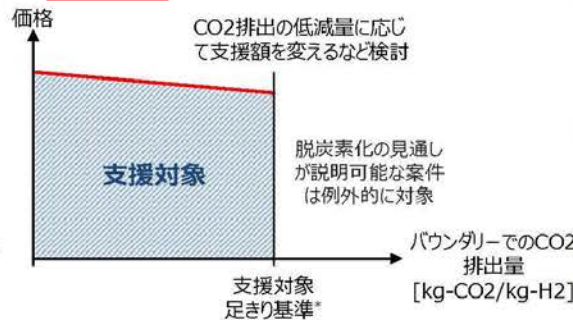
参照価格：既存燃料のバリエーション価格*を基礎として設定される価格。**水素はLNG価格、アンモニアは石炭価格**をそれぞれ参照する。

*バリエーション価格：水素等と比較して、同じ熱量もしくは仕事をするのに必要な燃料の市場価格

- 選定されたファーストムーバーについて、**支援期間は15年**（状況に応じて20年）とする。



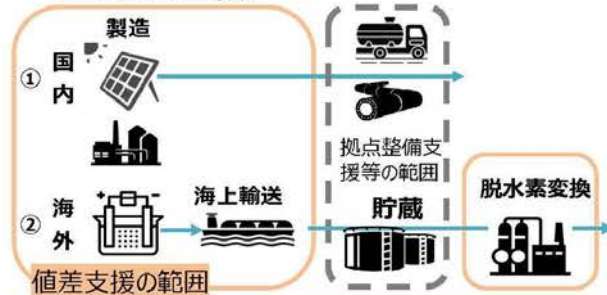
- 原則として**クリーンな水素・アンモニアが支援の対象**。



*国際的に遜色のない基準を求めていく。

支援範囲

- ①国内製造、②海外製造・海上輸送に加え、国内貯蔵後の脱水素設備等での**変換コスト**までを支援。



案件の選定

- ファーストムーバーの選定に際しては、**中立性、透明性**が担保される環境で、**S+3E**を前提とした**総合的な評価軸**のもと、戦略的に案件の選定を行う。

国内事業の支援

- **エネルギー安全保障の観点**から、国内においても大規模にサプライチェーンを構築し、**価格低減が見込まれる案件**については、**自治体等のコミットを要件**とした上で、**優先して支援することとする**。

2. 効率的な水素・アンモニア供給インフラの整備支援制度

基本的な考え方

- カーボンニュートラル実現に向けて、燃料や原料として利用される水素・アンモニアの安定・安価な供給を可能にする**大規模な需要創出と効率的なサプライチェーン構築**を実現するため、**国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備**

＜今後10年間程度で整備する拠点数＞

大規模拠点：大都市圏を中心に**3か所程度**

中規模拠点：地域に分散して**5か所程度**

大規模発電利用型

大規模なガス/石炭火力が単独で存在



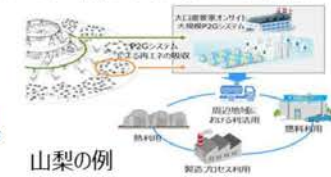
多産業集積型

石油精製・化学、製鉄等の産業集積



地域再エネ生産型

再エネから水素・アンモニア製造



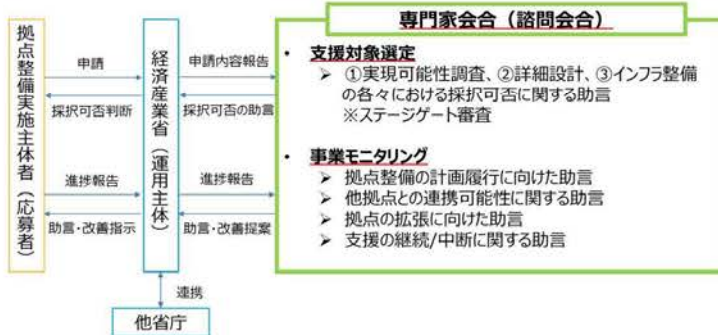
支援制度イメージ

- ①拠点整備の事業性調査 (FS) ②詳細設計 (FEED) ③インフラ整備の3段階に分けて支援。GI基金の例を参考に、**ステージゲート**を設け、**有望な地点を重点的に支援**
- 利用される技術の**技術成熟度レベル (TRL) が実装段階を超えてから一定の期間内に③インフラ整備の支援を行うものとし、それ以前に①FS支援、②詳細設計支援の期間を用意**



制度運用

- モニタリングや審査の際に専門性、中立性が必要となるため、**政府が主体を担いつつ専門家の意見を反映させる仕組み**を検討



支援範囲

- 多数の事業者の水素・アンモニア利用に資する**タンク、パイプライン等の共用インフラ**を中心に支援

＜支援対象例＞



案件選定

- 拠点の採択やステージゲートの審査にあたっては、**実現可能性や地域の産業構造転換・地域経済への貢献度合い、水素・アンモニア取扱量 (見込み含む)、CO2削減量、イノベーション性**などの項目を中心に評価

他制度との連携

- 水素・アンモニアの大規模な商用サプライチェーン構築のためには、**サプライチェーン構築支援から拠点整備支援まで連携して支援を行うことが効果的**。そのため**拠点整備を活用する際には、サプライチェーン構築支援においても優遇するなど、制度間の連携を図る**。
- 国交省で推進する**カーボンニュートラルポート**や、GX実行会議において検討されている**製造業の燃料転換**等の支援策とも連携し、水素・アンモニアのサプライチェーン構築に向け、**切れ目のない支援**を実現する。

「水素基本戦略」改定 (2023年6月6日、再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議)

資料 1 - 1

「水素基本戦略」の改定のポイントについて (案)

水素基本戦略 (アンモニア等を含む) を改定し、関係府省庁が一体となって水素社会の実現に向けた取組を加速する。

①2030年の水素等導入目標300万トンに加え、**2040年目標を1200万トン**、2050年目標は2000万トン程度と設定 (コスト目標として、現在の100円/Nm³を2030年30円/Nm³、2050年20円/Nm³とする) ②2030年までに国内外における日本関連企業の水電解装置の導入目標を**15GW程度**と設定 ③**サプライチェーン構築・供給インフラ整備に向けた支援制度を整備** ④**G7で炭素集約度に合意、低炭素水素等への移行**

水素産業戦略 ～ 「我が国水素コア技術が国内外の水素ビジネスで活用される社会」実現 ～

① **「技術で勝ってビジネスでも勝つ」となるよう、早期の量産化・産業化を図る。**
 ② **国内市場に閉じず、国内外のあらゆる水素ビジネスで、我が国の水素コア技術 (燃料電池・水電解・発電・輸送・部素材等) が活用される世界を目指す。**
 → **脱炭素、エネルギー安定供給、経済成長の「一石三鳥」を狙い、大規模な投資を支援。(官民合わせて15年間で1.5兆円のサプライチェーン投資計画を検討中)**

つくる	はこぶ	つかう
<ul style="list-style-type: none"> □ 水電解装置 □ 電解膜、触媒などの部素材 □ 効率的なアンモニア合成技術 <p>・A社 (素材) は、国内外大手と連携、水電解装置による国内外の大規模グリーン水素製造プロジェクトに参画。 ・B社 (自動車) は、燃料電池の技術力をベースに多くの共通技術を活かす水電解装置を開発・実装。 ・C社 (ベンチャー) は、GI基金を通じアンモニア製造の新技術を開発・実証。</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 海上輸送技術 (液化水素、MCH等) <p>・D社 (重工) は、世界初の液化水素運搬技術を確立し、G7でも各国閣僚から高い関心。 ・E社 (エンジニアリング) は、欧州でのMCHによる輸送プロジェクトの事業化調査に着手。</p>	<ul style="list-style-type: none"> □ 燃料電池技術 □ 水素・アンモニア発電技術 □ 革新技術 (水素還元製鉄、CCUS等) <p>・F社 (自動車) は、燃料電池の海外での需要をみこして多用途展開を促し、コア技術としての普及を目指す。 ・G社 (重工) は、大型水素発電の実証・実装で世界を先行。 ・H社 (発電) は、アンモニア混焼の2020年代後半の商用運転開始に向け、実証試験を実施。</p>

水素保安戦略 ～ 水素の大規模利用に向け、安全の確保を前提としたタイムリーかつ経済的に合理的・適正な環境整備 ～

供給

需給一体の国内市場の創出

- **既存燃料との価格差に着目した大規模サプライチェーン構築支援**
 -S+3Eの観点からプロジェクト評価
 -ブレンデッド・ファイナンスの活用
Energy Security: 国内調達、供給源の多角化
 Economic Efficiency: 経済的体面化見直し
 Environment: CO2削減度合いに応じた評価
- **効率的な供給インフラ整備支援** -国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備
- **低炭素水素への移行に向けた誘導的規制の検討**
- **保安を含む法令の適用関係を整理・明確化**
- **上流権益への関与や市場ルール形成による安定したサプライチェーンの確保**

需要

規制・支援一体型の制度を、需給の両面から措置、水素普及の加速化

- **需要創出に向けた省エネ法の活用**
 -工場、輸送事業者・荷主等の非化石転換を進め、将来的に水素の炭素集約度等に応じて評価。
 -トップランナー制度を発展させ、機器メーカーに水素仕様対応等を求めることを検討。
- **燃料電池ビジネスの産業化 (セパレーター等の裾野産業育成)**
 -国内外のモビリティ、港湾等の燃料電池の需要を一体で獲得することでコストダウン・普及拡大
- **港湾等における「塊の需要」や意欲ある物流事業者等による先行取組への重点的支援**
- **地域での水素製造・利活用と自治体連携※、国民理解** ※特に「福島新エネ社会構想」の取組加速

世界市場の獲得

- **規模・スピードで負けないよう大胆な民間の設備投資を促す政策支援**
- **大規模サプライチェーン構築支援の有効活用**
- **海外政府・パートナー企業との戦略的連携、トップセールスによる海外大規模プロジェクトへの参画**
- **「アジア・ゼロエミッション共同体 (AZEC)」構想等の枠組みを活用したアジア連携**
- **日本の水素ビジネスを支える国際的な知財・標準化の取組 (GI基金等も活用)**
- **人材育成の強化・革新技術の開発**

拡大する欧米市場で初期需要を獲得、将来のアジア市場を見越し先行投資

米国: インフレ削減法(IRA)により、低炭素水素製造に10年間で最大3ドル/kgの税額控除を実施予定 (約50兆円規模 ※水素以外も含む)

欧州: グリーンディール産業計画で、グリーン投資基金の設立や水素銀行構想を発表 (約5.6兆円規模 ※水素以外も含む)

英国: 国内低炭素水素製造案件について15年間の値差支援や、拠点整備支援を実施予定 (第一弾として約5,400億円規模)

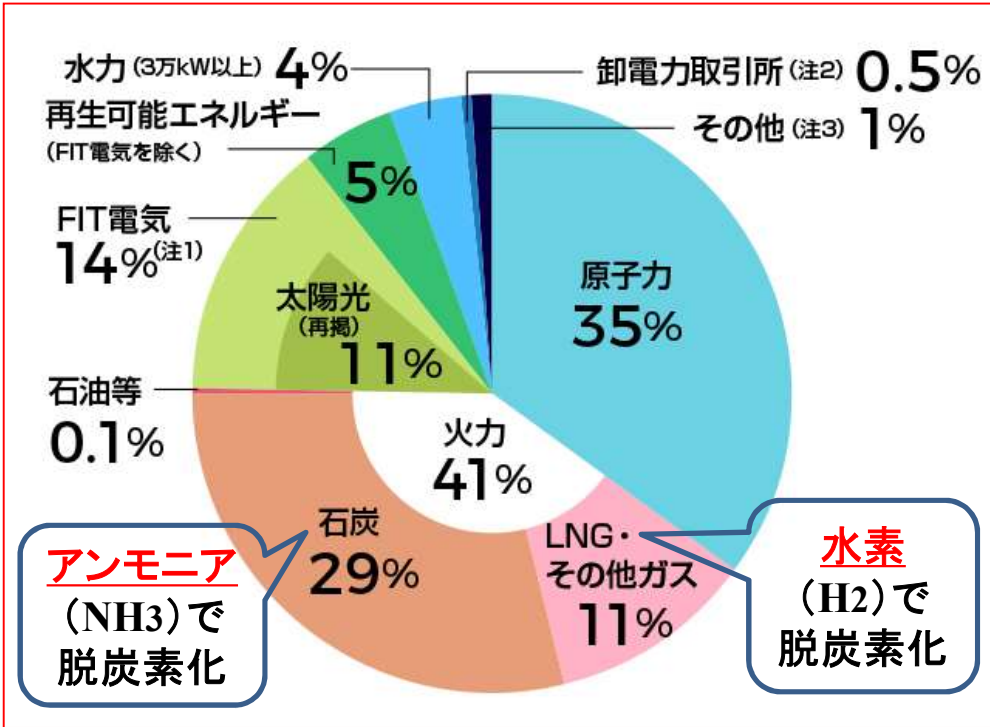
再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議 (2023年6月6日) : https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/saisei_energy/index.html

技術で勝って**ビジネスでも勝つ** / 日本の強みで**世界市場獲得** / **脱炭素+エネルギー安定供給+経済成長の一石三鳥**

地域：脱炭素化への水素の貢献（九州の例）

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年新目標をすでに達成済！）

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

脱炭素地域の実現に向けて（九州の例）

●九州は脱炭素化を国内最速で実現できるポテンシャルあり！「水素」は脱炭素化を可能にする戦略的なエネルギー媒体（脱炭素燃料）

★「電力」の脱炭素化は再エネ＋原子力＋水素発電で可能！（アンモニア⇒石炭火力、水素⇒天然ガス火力、余剰再エネは水素へ）

★「非電力」の脱炭素化は再エネ余剰電力や海外からのCO2フリー水素で！（モビリティ・熱・原料・半導体製造への供給）

●今後増える再エネグリーン電力を企業誘致の強みに！（地域の電力の半分超は、すでにカーボンニュートラル）

●電化と水素化のグリーン投資を地域へ、カーボンニュートラルを国際金融都市の目玉、脱炭素イノベーションの好循環へ

●そのための「シンクタンク」が九大！

大学：社会に多様な価値を提供！ 九大水素拠点の例

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）

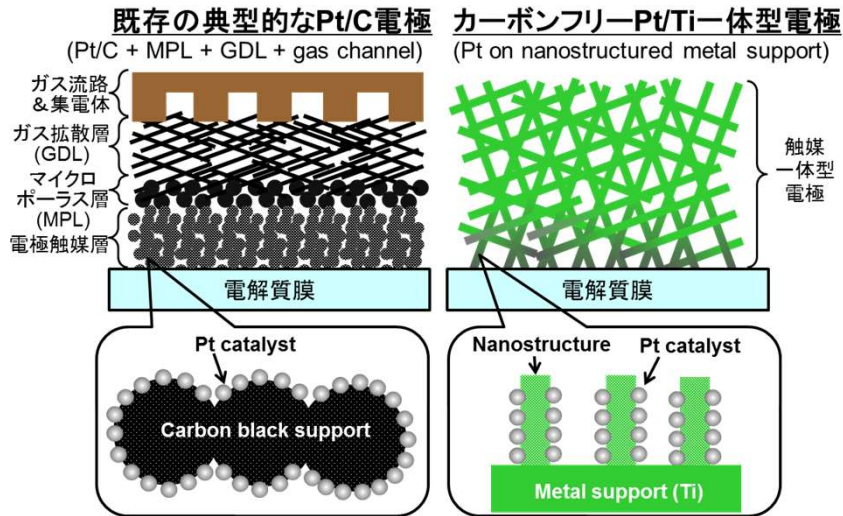


産学官地域連携：基礎基盤研究から産学共創、そして本格普及へ

研究(例): 不可能を可能にするチャレンジ(九大佐々木)

【2030年以降のFCV用 燃料電池の創製】

2030年やその先の産業界目標を達成する「**タフな燃料電池**」を創製し、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、列車)**などへの用途拡大と本格普及につなげる。(NEDO事業実施中)

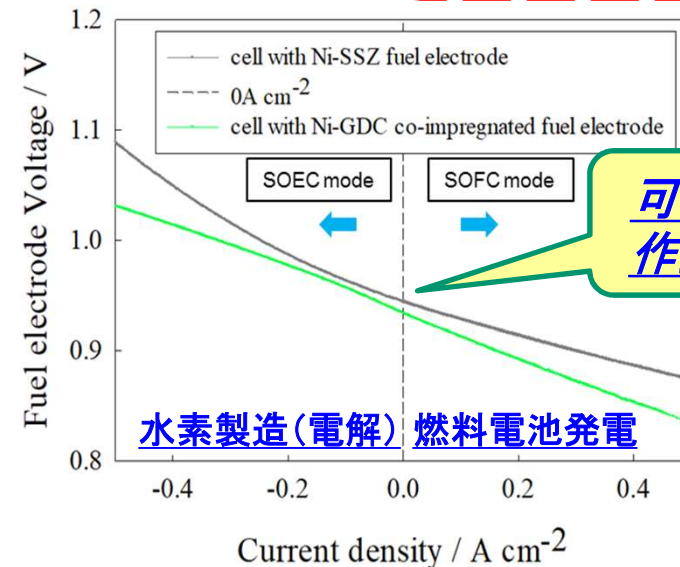


- 「不可能を可能にするチャレンジ」ができるのが**大学**!
- 最先端研究に**博士課程生も参画**(給与相当額も支給)
- 本学の特許を使わないと製品が作れないような**強力な基本特許群の国内外での構築**が目標!

【電気も水素も作れる 可逆セルの創製】

オリジナルの電極材料で、**水蒸気電解**での水素製造と**高効率燃料電池**発電が両方でき、**再エネ変動も調整**。(MITとのNEDO国際事業実施中)

	給電	給電+蓄エネ
電池	乾電池(一次電池)	蓄電池(二次電池)
燃料電池	(通常の)燃料電池	可逆セル ("二次燃料電池")



大学:「水素キャンパス」@九大伊都キャンパス

世界最大規模の
水素エネルギー
常設ショーケース!

伊都キャンパス=10年後、20年後の未来社会が見える「タイムマシン」! 学生は日々未来を夢見て勉強して社会へ!

水素・燃料電池
実証サイト(各種
エネファーム
設置) **水素社会
ショールーム**

太陽電池
パネル **水素ステーション
(2005年設置)**

風力発電機
(再エネ水素
製造用)

FCV駐車場
(MIRAI, Clarity)

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)**

「見える化サイト」
ディスプレイ(電気+ガス
+水素の使用量)

● 九大水素モーター ショー開催(21/3/19)



● 水素自動車(FCV)



● 定置用燃料電池



未来の「水素社会」を延べ5万人超が視察・見学⇒環境大臣表彰(2019年12月)

社会にとって「水素」とは？（脱炭素社会を回せる燃料!）

佐々木一成、日本経済新聞「経済教室」2015年4月20日

Kazunari Sasaki, Nikkei Asian Review, pp. 60-61, May 18-24, 2015

【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
- 消費者がエネルギーを選べる時代へ
- 原油（中東、国際政治）に過度に依存しない社会へ
- 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】

- 貿易赤字要因（エネルギー輸入代金）の削減へ
- 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

「水素政策小委員会・アンモニア等 脱炭素燃料政策小委員会 合同会議」

- | | | | |
|-------|----------|-------------|----------|
| ● 第1回 | 22年3月29日 | ● 第5回 | 11月16日 |
| ● 第2回 | 4月18日 | ● 第6回 | 12月13日 |
| ● 第3回 | 4月27日 | ● 第7回 | 23年5月17日 |
| ● 第4回 | 10月7日 | （会議は生中継・録画） | |

- 法改正：非化石エネルギーへ位置付け！
- 日本：水素は、輸入と国産の両方が可能！ = エネルギー安全保障に貢献！
- 世界：水素は再エネを世界商品に！
- 本格普及には官民の長期投資が不可欠