



神戸シルバー大学院  
研究報告 61

地球温暖化防止と水素  
エネルギーに関する研究 (Ⅱ)



グループ名：地産地消

長浜速雄 (14期)・前川宏睦 (14期)・和佐信行 (14期)・高木文子 (13期)

今中英雄 (15期)・島村千恵子 (15期)・南部ユリコ (15期)

2024年 2月

# 目 次

第1章 はじめに	1
第2章 激化する地球温暖化	1
1. 地球沸騰化の時代が到来	1
2. 海外の事例	3
3. 日本の事例	4
第3章 各国のエネルギー政策の見直し	5
1. ロシアのウクライナ侵攻の影響	5
2. 海外の動向	6
3. 日本の動向	8
第4章 水素導入の現状と見通し	9
1. 海外の動向	9
2. 日本・主要都市の動向	11
3. 兵庫県・神戸市の動向	14
4. 日本の主な企業の動向	15
第5章 フィールドワーク	20
1. 兵庫県への訪問調査	20
2. 神戸市への訪問調査	20
3. 講演会・セミナー等での情報収集	21
第6章 まとめ	23
1. まとめ	23
2. 提言	23
2. 1. 行政への提言	23
2. 2. 私たちの行動	24
3. 所感	25
参考文献、引用資料	27

## 第1章 はじめに

「地球温暖化防止と水素エネルギーに関する研究」と題する論文（研究報告53）を2022年2月に提出した。その後、異常気象に代表される“地球温暖化”現象は世界各地で一段と加速度を増している。

一方、地球温暖化防止の切り札は“水素エネルギー”および“水素社会”の実現との思いで研究活動を行ってきたが、ロシアのウクライナ侵攻による世界的なエネルギー問題が浮上、欧米も日本も水素エネルギーに関する取組みがやや遅滞したようにも思われる。

水素社会の実現なくして、地球温暖化の防止は不可能との思いから、引き続き「そのⅡ」として研究活動を行った。

## 第2章 激化する地球温暖化

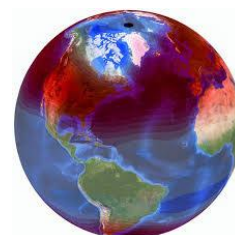
国連気候変動枠組み条約第28回締約国会議（COP28）が2023年11/30～12/13まで、アラブ首長国連邦・ドバイで開かれた。2030年までに「化石燃料からの脱却を加速させる」ことを盛り込んだ合意文書を採択した。世界が頼ってきた化石燃料全体を減らす合意は初めてで、エネルギーの大きな転換を求める決定となった。

また、2030年までに再生可能エネルギーの設備容量を世界全体で3倍にし、石炭の使用を減らす努力を加速し、炭素回収・貯留などの技術を加速させることも盛り込まれた。その一方、“原発”が低炭素技術として文書に盛り込まれたことは懸念材料になった。

### 1. 地球沸騰化の時代が到来

2023年7月が観測史上最も暑い月になったことを受けて、「地球温暖化の時代は終わり、“地球沸騰化”の時代が到来した」とグテーレス国連事務総長が訴えた。

欧州連合の気象情報機関「コペルニクス気候変動サービス」は、1～10月の世界平均気温が1940年からの観測史上、過去最高となり、2023年が記録上最も暑い年となることが確実だと発表した。1991～2020年の同期間の平均を0.55度上回り、これまで最高だった2016年を超えた。



#### （1）地球温暖化が進めば、いつ地球に住めなくなるのか？

2020年東京大学などが行った国際会議「東京フォーラム」では、私たちが地球を守るために残された猶予は残り10年しかないと専門家が警鐘をならした。

ジャーナル誌「Nature Sustainability」で発表された論文によると、現在住んでいる場所に住めなくなる人は2100年までに約20億人にのぼると予想されている。実は気候変動により、すでに6億人以上が、かつて住んでいた地域に住めなくなっている。

日本は最悪の場合、2100年には“熱帯化”になり、東京の夏は40度を超えることはあたりまえとなり、夜も30度を下回らないといわれている。

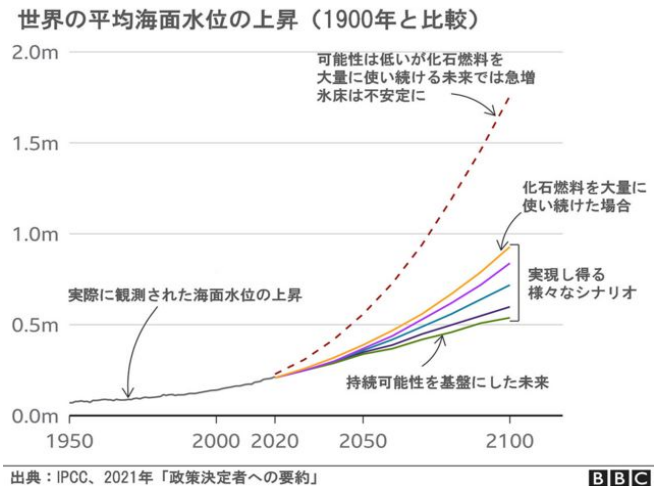
日本人の主食であるお米が栽培できなくなる恐れがあり、関東や近畿で熱帯の果物であるバナナやパイナップルの栽培が適するようになる。このまま温暖化が進めば異常気象が頻発するようになり、食糧危機が発生するリスクが高まる。食料不足になれば、食べ物を奪い合うための戦争が起こる恐れもある。

## (2) 海面上昇幅、観測史上最大に

世界気象機関（WMO）の年次報告によると、2013年～2021年の世界の海面上昇幅が年平均4.5mmと観測史上最大となった。1993年～2002年の平均2.1mmの2倍以上で、上昇幅が近年拡大傾向にある。

WMOは報告書で、海面上昇の他、温室効果ガスの濃度や海洋貯熱量、酸性化の値も過去最高を記録したと指摘。「人間の活動が陸上、海洋、大気で地球規模の変化を引き起こし、持続可能な開発や生態系の維持に有害で長期的な影響を及ぼしている」と警鐘を鳴らした。

海面上昇は地球温暖化で北極やグリーンランド、南極の海氷や氷床が減少したことが主な要因。沿岸地域に暮らす数億人に大きな影響を与えた。



世界の平均海面水位の上昇 出典：IPCC

## (3) 海面水温の上昇

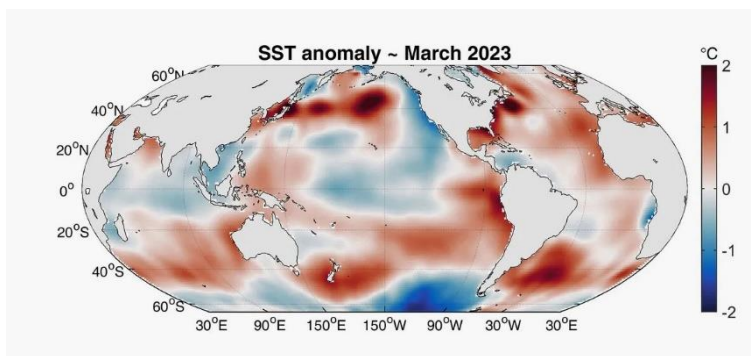
世界の海面水温は季節によって19.7～21度の間で推移してきたが、2023年3月末に過去最高の21度を超え、そこから下がらない状態が続いている。4月末の平均水温は例年より0.2度高かった。

海で起きることは、海の中だけの問題にとどまらない、人間が空气中に放出する余分な熱の90%は海に吸収されるが、海はその熱を大気中に戻し、陸地の温度が上がってしまう。

海水の温暖化は、既に世界中で様々な問題を引き起こしている。南極の巨大な氷棚の崩壊

が急速に進んでいる。また北極圏に多数存在する汚染された永久凍土が解け、その過程で有害物質も流れ出る。

海洋生物の中には、温度上昇に耐えられず水温の低い海域に移動するものが出てくるなど生息域の生態系が一変してしまう可能性もある。



海水温の上昇図 出典：Wired Japan

## (4) 平均気温2度上昇で食料不足は深刻化する

国連の「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」が2023年8月8日に発表した気候変動が土地利用にもたらす影響に関する報告書。日本の食料自給率と大きな関係がある。

同報告書では地球の平均気温が、今後2度以上の幅で上昇すれば肥沃だった土地は砂漠となり、永久凍土地域に構築されたインフラも破壊されて、干ばつや洪水などによって食料の栽培と生産を脅かすと警告している。穀物生産大国のアメリカだけを見ても、今後60年間で穀物と豆類の生産量は80%減少すると指摘している。

## 2. 海外の事例

地球温暖化の影響で世界各地が猛暑となり、災害発生が相次いでいる。2023年は太平洋赤道域の中部から南米沖にかけて海水温が高くなる「エルニーニョ現象」が発生し、気温上昇に拍車がかかった。

### (1) 世界中で殺人的な熱波

世界気象機関によると、熱波による影響で2022年に欧州で推定6万人が死亡した。世界保健機関は「殺人的な熱波という新たな現実に適応する必要がある」と呼び掛けた。

地中海を中心に熱波に見舞われている欧州では、連日40度を超える記録的な暑さが続いた。ギリシャのテネ近郊では山火事が4か所で発生、イタリアやフランスなどから消防飛行機の派遣支援を受けた。またスイス南部でも山火事が発生した。

メキシコでは、各地で50度近くに達し、過去2週間で100人が熱中症などで死亡したという。熱波は3週間に及び、記録的な需要で電力がひっ迫し、一部地域では休校措置がとられた。

また、インド政府は数週間続く熱波による死者が2,000人を超えたと報じ、熱中症による死者数では過去25年間で最悪を記録した。

2000年以降では毎年500人～1,200人が死亡している。首都ニューデリーでは平年より5度高い45度を記録する殺人的な熱波が襲った。



インド、熱波で道路が変形 出典：EPA 時事

### (2) 大規模な洪水で浸水被害が多発

中国では毎年大規模な洪水が発生しており、政府は対応策として国内各地に巨大なダムネットワークをアピールしてきた。しかし2023年もまた記録的な大洪水に見舞われ数百人が死亡、家屋数千棟が浸水した。今回影響を受けた人は数百万人にのぼる。数十万人が避難し道路は水没、観光地も閉鎖され、巨額の経済損失が出た。

韓国では大雨による川の氾濫や土砂崩れで40人が死亡、地下道の冠水で路線バスが水没、13人以上が死亡した。

またニュージーランド・オークランドでは2023年1月下旬、1月の降雨記録が100年ぶりに更新された。同月の降水量が539ミリ、その半分がわずか1日のうちに降った。



韓国地下道の冠水 出典：EPA



ニュージーランドの洪水  
出典：EPA 時事

2月にはサイクロンの襲来に伴う強風と高波によって北島の湾岸道路が押し流され、いくつもの橋が破壊された。地滑りによって流れ出た泥が道路を覆い、家屋や街路が水中に沈んだ。地球温暖化に伴う海水温の上昇によって、サイクロンの激しさが増している可能性もあるとニュージーランド国立大気水圏研究所のオラフ・モーゲンスターン氏は語る。また海洋熱波にも見舞われ、太平洋で周期的に発生するラニーニャ現象が過去3年に亘りこの地域を襲ったことに起因していると。

### (3) 真冬の南米が 37.8 度

2023 年 8 月、真冬の南米が猛暑に見舞われた。アンデス山脈では 37.8 度を超える猛暑が記録されるなど、気候観測史上最大の異変が起きている。アンデス山脈のふもとの海拔 1,000m~1,400m 地帯で 35 度を超える異常高温が観測され、朝の最低気温がマイナス 1 度~プラス 4 度水準が真昼には 38 度以上に上昇し、過去最高気温を記録した。



真冬のアンデス山脈の麓 出典：EPA 時事

アンデス山脈の反対側のアルゼンチンも平年の最高気温 22~25 度水準のところ、30~35 度の猛暑が続いた。

理由は強力な高気圧が形成され“ヒートドーム現象”が続いているため。気象学者らは「ヒートドームを発生させる高気圧帯が気候変動により今後更に頻繁に発生するだろう」と警告する。

## 3. 日本の事例

日本でも台風の発生時期が早まり、発生数も以前より多くなっている。また、線状降水帯がもたらす豪雨による川の氾濫等の被害が従来よりもひどくなっている。夏の暑さも 40 度を超える所も発生するなど、近年温暖化の影響と思える現象が多くなってきている。

### (1) 線状降水帯等による豪雨被害

2023 年 7 月に、西日本を中心に全国的に広い範囲で発した豪雨を気象庁は「7 月豪雨」と定め、上層 2 つのジェット気流の蛇行で梅雨前線が 4 日間にわたって西日本に停滞し、そこに大量の水蒸気が流れ続けた現象と結論付け、温暖化によるものとした。

九州地方に線状降水帯が発生して福岡県・大分県・佐賀県に大雨特別警報が出され、土砂災害や河川の氾濫をもたらした。

同じく線状降水帯が発生した熊本県では、熊本市を流れる白川が氾濫する恐れが高まったとして、18 万世帯 36 万人に避難指示が出された。

また、東北地方に梅雨前線が停滞し、北部を中心に大雨が長く続き、秋田県では総雨量 400mm を超える所もあり、水害や土砂災害が発生した。秋田市内で床上浸水が 1,800 世帯余りで、記録に残る昭和以降で最多となった。



佐賀県唐津市の洪水 出典：時事通信

### (2) 温暖化で日本周辺の魚類が激変

全国的におなじみの大衆魚や高級魚、各地のブランド魚や特産魚介類の分布海域が温暖化による海水温の上昇で激変している。

顕著に見えてきたのは暖かい水を好む南方の魚が生息域を北へと移し、冷たい水を好む北方の魚がさらに北上している。気象庁によれば 2023 年 3~5 月、日本近海の平均海面水温は平年より 0.6 度高く、統計開始 (1982 年) 以来第 3 位の記録的な高温になった。また、今夏は特に三陸沖 (青森~宮城県沖) の海が暖まり、7 月 22~25 日に平年より約 10 度も高い水温を観測している。こうした“海の温暖化”により、各漁場では今まで獲れていた魚が獲れ

ない、まったく獲れなかった魚が獲れるといった大転換が起きていた。

北海道庁が公表している 2010 年と 2021 年の漁獲量を比べると、冷水系のサンマは 14 分の 1、サケは半減以下に落ち込む一方、暖水系のブリは 6 倍以上に激増し、サンマの水揚げ量を超えた。近年は親潮の流れが弱まり、黒潮の暖かい水が北海道沖まで流入する状況が続いており、サンマが沿岸部に寄りつかなくなったことが不漁の一つの要因らしい。

### (3) 異常な動きの台風。日本の四季はなくなる

2023 年 8 月に発生した台風 6 号は、一旦沖縄を離れたが進路を東寄りに変え、再び沖縄に接近した後、本州方面に向かう。異常気象を最前線で研究する三重大学教授・立花義裕氏は、要因のひとつは温暖化により海面水温が高いこと、動きが遅い一つの要因は“偏西風の蛇行”による。またその要因は「北極の温暖化」が非常に大きいという。

また、立花教授は、このような異常気象が普通になったら、日本は四季が二季となり、夏が長く、秋と春の期間が縮まり、冬は冬で寒い。夏は暑く冬は寒く、春秋は短くなって季節は 2 つになると述べている。

## 第 3 章 各国のエネルギー政策の見直し

### 1. ロシアのウクライナ侵攻の影響

戦争・軍事行動は、弾薬や燃料の大量消費、建物や森林火災のみならず、将来のインフラ再建活動を含め大量の CO<sub>2</sub> を排出し、気候危機を加速させる犯罪的行為である。気候危機は人類共通の問題であり、ロシアの侵略戦争の早期終結が望まれる。



侵攻後ロシア産の石油・天然ガスの禁輸措置により、世界的なエネルギー危機を招来している。

特にガス供給減少を LNG で補完する国が増加し、LNG の争奪が激しく価格が上昇している。

このため価格の安い石炭の争奪戦となり、脱炭素化に逆行する現象が生じている。

なお、2023 年 5 月開催の先進 7 各国 (G7 広島サミット) 首脳会議ではウクライナ侵攻によるエネルギー危機には触れなかったが、遅くとも 2050 年までの脱炭素社会の実現を目指し、取り組みを加速することを確認した。

### (1) 石炭消費量の増加

石炭の産出国である南アフリカにおいて、石炭掘がフル生産状況となっている。その輸出先もアジアからヨーロッパに変わり、石炭生産は過去最高となった。世界の化石燃料由来の CO<sub>2</sub> 排出量も 2022 年は過去最高となる見込みで、WHO は 2022 年 10 月 25 日 COP27 に向け、各国や企業が「人の健康よりも化石燃料の使用を優先させている」と警告した。

ドイツの気候影響研究所ヨハン・ロックストーム所長は「今回の戦争と経済危機が起きた事でリーダー達は他の危機対応に一時停止ボタンを押している。地球は一時停止できない。地球の危機ではなく人類の危機である」と警告。



南アフリカ共和国 出典：istock

## (2) 原子力政策の見直し

エネルギー危機への対応と脱炭素を両立させるため各国は原子力発電を活用する動きを見せている。2022年7月のEU・欧州議会において「原子力発電は温暖化対策に貢献か？」を議論し、「放射性廃棄物の解決策が無いのに将来どうするのか？」との反対意見も有ったが、エネルギー危機感から原子力発電への支持が広がり原子力発電は認められると決定した。EUは課題を抱えたまま原子力への依存を高めようとしている。

## (3) 水素の導入

ロシアの化石燃料依存からの脱却をめざし、再エネ由来水素のEU内生産と輸入を加速する。2030年目標 各1,000万トン。詳細は第4章に記す。

## 2. 海外の動向

### (1) EU・英国の動向

#### ①ドイツ

政府方針：エネルギーバランスにおいて再エネを優先し、「原子力発電ゼロ。風力、太陽光、地熱などの再エネで100%電力をまかなうことは可能」としている。

再エネ比率：2020年44%、2030年80%、2035年100%

・太陽光：再エネの40%を太陽光でまかなう構想。

太陽光パネルの中国企業依存を避けるため、国産化のための設備投資を進め、2024年には生産能力を3倍に拡充する計画である。

・風力：2022年6月には国土面積の2%を陸上風力に利用することを閣議決定した。

洋上風力も近隣諸国との協力プロジェクトを立ちあげている。ドイツは風力発電をエネルギー転換の柱と位置づけて、2023年1～3月には国内発電の1/3にあたる32%を発電し、発電の首位を占めている。

・原子力発電：2023年4月で全ての発電所の稼働を止めたが、エネルギー価格の高騰しつつある現状で稼働再開賛成の意見が増えており、意見が分かれている。

・石炭火力：石炭火力削減の旗は降ろさないが、目の前の危機を回避するため石炭火力が相次いで再開している。



ドイツの風力発電 出典：アゴラ

#### ②フランス

原子力と再エネは拡大傾向を続けており、2021年発電量は原子力69%、再エネ24%、化石エネルギー7%。エネルギー転換を加速、気候の非常事態に対応するため2023年2月「再生エネルギー生産加速法」を制定。

・原子力発電：原子力を推進していくため、2022年7月に電力企業を100%国有化し原子炉建設・開発を国家主導で進めていく方針を打ち出した。一方、原子力依存度を2035年までに50%に引き下げ、再エネと均衡した電源ミックスを目指す方針。



フランスの原発

出典：クリーン・ジャポン



### ③英国

英国政府は2023年4月に新たな「エネルギー安全保障戦略」を発表。その内容は、化石燃料から脱却し長期的なエネルギー安全保障強化を図るため多様な国産エネルギー源の増強を中心とする。短期的には石油とガスの国内生産を支援しつつ風力、原子力、太陽光、水素の導入を加速、2030年までに電力の95%の低炭素化を実現するとしている。

・風力：洋上風力につき、2030年までに最大50GW\*に目標を引き上げる。

陸上風力は地域との協議が必要なため、具体的な目標を示さず。 \*1GW=100万KW

・太陽光発電：2035年までに現在の14GWの5倍となる最大70GWへ拡大を目指す。

・原子力発電：既存の6か所の原子力発電所の内、今後10年以内に5か所が稼働停止となるが、2030年までに最大8基の原子炉を新設し、2050年までに現在の3倍超となる24GWの出力を整備、電力需要の最大25%をまかなうことを目指す。



洋上風力発電 出典：EnergyShift (エナジーシフト)

・石油・ガス：北海の新規プロジェクトを押し進め、ロシアからの石油と石炭の輸入を2022年末までに、LNGはその後できるだけ早く輸入を停止するとした。

## (2) CO<sub>2</sub>の3大排出国であるアメリカ、中国、インドの動向

この3か国で世界全体CO<sub>2</sub>排出量の約50%を占める。

### ①アメリカ

エネルギー安全保障と気候変動対策の強化を図ることを目的としたインフレ抑制法が2022年8月に成立した。原子力、再エネを含む低炭素電力、水素等の低炭素燃料、電気自動車等の低炭素技術の開発、利用促進に向けた支援策を盛り込んでいる。

削減目標：2010年比で2030年に45%、2050年に100%削減を目指す。

・再エネ：2020～2021年で6,006万KWとしたが、総エネルギー供給量に対する再エネ比率は20%と日本と同じレベルの低さ。

・原子力発電：CO<sub>2</sub>削減手段として原発を承認。ジョージア州で新設2基の稼働開始。

### ②中国

削減目標：2010年比で2030年に45%削減、2060年100%削減を目指す。

・再エネ：大幅な増加傾向にある。2021年再エネ発電量は原子力の7.1倍で、伸びも原子力よりもはるかに高い。2020～2021年に2.6億KW導入。再エネの中でも太陽光が主。太陽光パネルの世界最大の生産国であり、そのシェアは80%を占める。

風力用鉱物資源（アンチモン）のシェアも60%を占めており、世界における太陽光、風力分野での中国依存は高い。

・原子力発電：増加傾向にあり、今後も増設を推進。

### ③インド

削減目標：2030年までに総予測炭素排出量を10億トン削減し、再エネ電力を全体の50%に、2070年までに炭素排出量をゼロとする。

・再エネ：2020～2021年に1,620万KW導入と大幅な増加傾向にある。2021年再エネ発

電量は原子力の 5.5 倍で、伸びは原子力よりもはるかに大きい。今後は再エネ、特に広大な土地と豊富な日光量を生かし安価な太陽光に重点を置く。

- ・原子力発電：増加傾向にあるが伸びは高くない。

### 3. 日本の動向

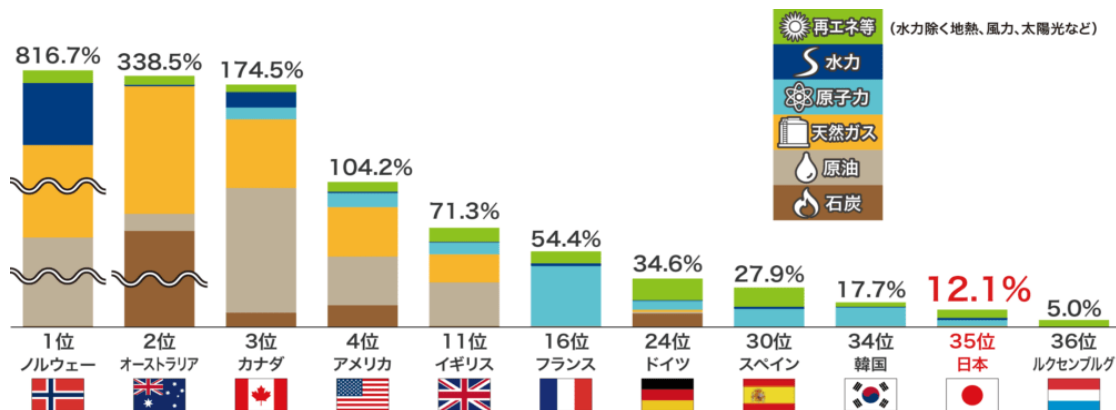
ロシアのウクライナ侵攻に対して、アメリカや EU などが経済制裁をかけた途端、世界の石油や天然ガスの供給に不安が生じ始めた。

エネルギー危機は、原油や LNG といった化石燃料のほぼ全量を海外から輸入している日本の弱点を浮き彫りにした。円安や価格高騰によって化石燃料の輸入額が大幅に増え電気料金の値上がりが家計を直撃している。

“準国産エネルギー”と呼ばれ、自給率を高められる「原子力発電」への期待が高まり、政府は原発の再稼働促進や新增設など、原発活用の議論を本格化させている。

#### (1) 日本のエネルギー自給率

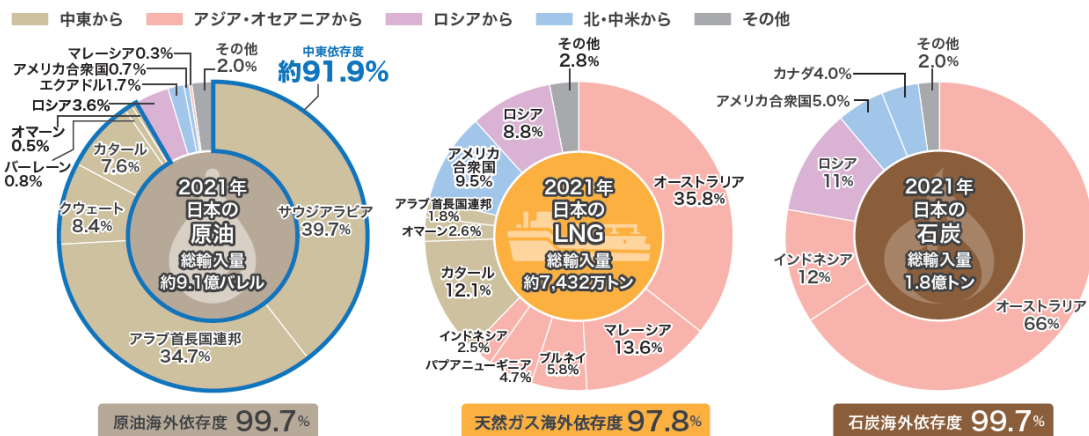
日本のエネルギー自給率は 12.1%で OECD（経済協力開発機構）36 か国中 35 位。



出典：資源エネルギー庁

#### (2) 化石燃料の海外依存状況

日本の化石燃料の輸入は、2021 年度の実績で、原油は中東依存度が 92%、ロシアからは 3.6%。天然ガスは中東依存度 16.5%、ロシアからは 8.8%となっている。石炭はオーストラリアが 66%と最も多く、ロシアから 11%を輸入していた。



出典：財務省貿易統計

### (3) 日本政府の動き

#### ①火力発電の復活

経済産業省は 2023 年度から LNG（液化天然ガス）を燃料とする火力発電所の建設を支援する方針を表明。脱炭素化で老朽化した火力の休廃止が進む中、電力の安定供給に向け事業者による建設を後押しして火力の復活を目指している。

LNG 火力は石炭火力に比べて CO<sub>2</sub> の排出量が少ないが、2021 年度の国内総発電量の 30% に上った。エネルギー基本計画でも 2030 年度の総発電量の 20% とし、当面は主力電源として活用するとしている。

平均的な出力（85 万キロワット）の 1 基あたり建設費は 1,400 億円程度とされている。

#### ②原発回帰

2011 年東京電力福島第一原発事故を受け、欧州では“脱原発”の動きが出てきたが、2015 年の「パリ協定」で温室効果ガスの目標を定め、温室効果対策が急務となると、原発は“クリーンで安定した電源”として、天然ガスなどをロシアなどに依存する危険性が顕在化したことで、“原発回帰”の傾向が更に進んだといえる。

エネルギーの安全保障の重要性から“準国産エネルギー”である原子力発電への期待が高まり、政府は原発の再稼働促進や新增設などの議論を活発化させている。

2022 年 12 月 GX（グリーントランスフォーメーション）実行会議では、安全性を高めた次世代原発の開発・建設に取り組むことを決定した。既存原発も実質的に 60 年超の運転を可能にするとした。

2011 年の福島第一原発事故以降、原発の新設は「想定していない」との立場であったが、ロシアのウクライナ侵攻によるエネルギー危機が流れを変えたともいえる。

原発から発生する高レベル放射性廃棄物の最終処分地の問題も未解決の中、原発回帰の憂慮すべき流れができつつある。

## 第 4 章 水素導入の現状と見通し

### 1. 海外の動向

各国は再エネの拡大との両輪で、水電解装置（水電気分解による水素製造）の大型化及び導入拡大に力を入れている。また水素のサプライチェーン構築に合わせて、産業分野での利活用技術開発に重点を置いている。

(1) ドイツ 2045 年までにカーボンニュートラル（以下 CN と略記）を目指す。

・国内の水素技術への投資、2 年間で 70 億ユーロ、国際連携への投資、20 億ユーロの助成をする。 (1 ユーロ=156 円)

・再エネ由来水素等の大規模輸入に向けたサプライチェーン構築事業。大型 FC トラック向け水素充填インフラ支援に力を入れている。



#### ① 目標

・国内再エネによる水電解装置の水素（水電解水素）製造能力 2040 年 10GW\*

\*水電解装置能力 1GW は 1,000MW。100MW は日本の 14 万世帯（明石市規模）の家庭の 1 年間電力消費量をまかなえる能力。

・2030 年までに、14,000GWh 発電できるグリーン水素供給を目指す。

## ②主な取組み

- ・将来の大規模水素輸入に向け、アフリカなどグリーン水素生産に適した地域と連携。
- ・3つの大規模プロジェクトを推進している。

水電解装置 … 量産化技術確立

洋上水素製造… 洋上風力発電活用、洋上で水素や合成燃料製造

水素の運搬 … 高压タンク、液化、パイプライン、輸送方法の研究

## (2) フランス

- ・2030年までに水素関連分野へ70億ユーロの支援。
- ・水電解による水素生産分野の産業創出と航空機などを含む大型水素燃料モビリティの開発を推進する。



### ①目標

- ・2030年までに、水電解水素製造能力 6.5GW
- ・2030年までに、大型モビリティ CO<sub>2</sub>排出量 600万トンの削減（水素燃料に置換え）

### ②主な取組み

- ・航空機産業振興計画を打ち出し、バイオ燃料やグリーン水素を利用できる各種旅客機実現を目指している。
- ・水素の生産は再エネ及び原子力由来とする。
- ・産業に加え、FCトラックを水素活用先の優先対象にしている。

## (3) イギリス

- ・2030年までに5GW規模の低炭素水素製造能力を開発するためのロードマップを明示している。
- ・2030年までに水素戦略分野に40億ポンド支援を行う。(1ポンド=180円)



### ①目標

- ・低炭素水素製造能力の2030年目標を修正倍増（5GW → 10GW）した。50%以上を水電解水素によるものとする。
- ・2050年に水素が、最終エネルギー消費量の20~35%を目指す。

### ②主な取組み

- ・電力、熱、建物（水素ボイラー、定置型FC）、輸送（産業車両・大型車両、船舶）、産業部門の脱炭素化に水素を利活用する。
- ・低炭素水素の推進を目指しており、再エネ由来水素にこだわらない。

## (4) 米国

- ・「水素製造」「輸送」「貯蔵」「水素変換」「応用技術」の5分野での目標や方向性を発表している。
- ・産業分野の脱炭素化、水素エネルギー活用に95億ドルを投じる。また、2022年2月に地域クリーン水素ハブやクリーン水電解プログラムなどに約100億ドル拠出を表明した。



### ①目標

- ・国内クリーン水素生産  
2030年：1,000万トン/年 2040年：2,000万トン/年 2050年：5,000万トン/年
- ・クリーン水素のコストを10年以内に、1ドル/kg（約13円/N m<sup>3</sup>）とする。

## ②主な取り組み

- ・エネルギー省は大型 FC トラックの開発を支援している。
- ・ユタ州でグリーン水素を活用した大型水素発電プロジェクトを進めている。  
2025年：水素混焼率 30% 2045年：水素 100%専焼

## (5) 中国 2060年 CN を目指している

- ・FC モビリティを中心とした水素戦略から低炭素化の手段としてサプライチェーン全体を意識した水素戦略へ転換した。
- ・水素エネルギー利用については、交通、エネルギー貯蔵、発電工業分野での実証や積極的な展開を図る。



### ①目標 (2022年1月時点 FCV 約 9,000 台、水素ステーション 178 ヶ所は世界最大)

- ・2030年 FCV 100 万台 (バス、トラック含む) 水素製造量 3,342 万トン
- ・グリーン水素の比率 2030年 15% 2050年 70%

## ②主な取り組み

- ・FC 等のサプライチェーン整備を目的とし、5モデル都市を選び、FCV 等の技術開発・普及状況に応じて奨励金を支援する政策を実施している。

## 2. 日本・主要都市の動向 法人名等については以下、(株)等の表記を省略する

主要都市については、2022年2月の論文で詳しく述べた東京都、川崎市、大阪市は今回割愛し、特徴的な取り組みをしている横浜市、山梨県、中部3県、福岡県について述べる。

### (1) 国の動向

「水素基本戦略」を2023年6月に、6年ぶりに改定、その骨子は以下の通りである。

- ・水素導入目標 2040年の目標を1,200万トン/年程度とした。
- ・2030年の国内外における水電解装置の導入目標を15GW程度とする。
- ・大規模かつ強靱なサプライチェーン構築、拠点形成に向けた支援制度を整備する。～官民合わせて15年間で15兆円の投資を検討中～
- ・「クリーン水素」の世界基準を日本がリードして策定、クリーン水素へ移行するための規制的措置を定めた。



岸田総理大臣

### 【主要な施策】

#### ①水素・アンモニア\*大規模サプライチェーン構築に向けた支援制度

\*アンモニアは水素と窒素で構成されており、燃焼時にCO<sub>2</sub>を出さない。水素と並んで期待されている燃料である。

水素・アンモニアの供給コストと需要家への販売価格の価格差を長期間支援することで、供給事業者の投資を促進し、民間での大規模なサプライチェーン構築を目指す。

#### 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

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実現のため、国際競争力ある産業集積を促す拠点を整備する。

### ③水素産業戦略

市場の立ち上がりが相対的に早く、市場規模が大きいと考えられる分野、日本企業が技術的優位性を持っている **9分野**を中核として重点的に取り組み、世界で水素サプライチェーンを構築していく。

## (2) 横浜市

横浜市地球温暖化対策実行計画で、水素は最も重要なテーマと位置づけている。

### ①横浜市での水素の取組み

- ・環境省の地域連携・低炭素技術実証事業としての取組み

民間企業や関係自治体と連携して、京浜臨海部における再エネを活用した低炭素な「水素サプライチェーンモデル」を構築する実証プロジェクトを実施。

- ・風力発電由来の水素を FC フォークリフトに使用する供給システムの実証実験を実施。それらの結果をもとに様々な取組みを推進している。

### ②横浜臨海部における水素等の取組みの広がり 下図の通り



出典：横浜市 HP

### ③重点事業

#### 1) カーボンニュートラルな港湾（以下 CNP と略す）の形成

- ・2022.8 横浜港 CNP 臨海事業所協議会を設立、詳細な CNP 形成計画を検討している。
- ・2021～2022 年度で横浜臨海部における水素の製造利活用可能性調査を実施。

#### 2) サプライチェーン構築、メタネーション（水素と CO<sub>2</sub> からメタンを合成）実証

- ・2021 年 ENEOS と水素サプライチェーンの構築に向けた連携協定を締結し、広域パイプラインをはじめ水素供給インフラの整備に向けて具体化を準備している。
- ・2022 年東京ガスと、横浜テクノステーションにおけるメタネーション実証について協定を締結、下水道センター等からのバイオマス由来の資源を供給、技術開発を支援する。

### (3) 山梨県

水素エネルギー産業創出に向けた取組み「やまなしモデル」P2G\*事業を推進している。

\*Power to Gas の略で、再エネ電力と水でグリーン水素を製造する意味

#### ① 3つの柱

- ・水素エネルギーの利用拡大
- ・CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン構築
- ・水素・燃料電池関連産業の振興（「やまなし水素・燃料電池バレー」実現）

#### ②P2G システム技術開発の進展

2016年東レ、東京電力との共同でP2Gシステム開発開始、2021年6月から社会実証試験を実施した。9月には大規模P2Gシステムによるエネルギー需要転換・利用技術開発を、民間企業7社と開始した。

100MW級モジュール連結式システム



出典：山梨県企業局

#### ③今後の展開

- ・水素を熱源とした脱炭素エネルギーネットワーク「やまなしモデル」の技術開発を進める。
- ・500KW級P2Gシステムを開発・実証する。
- ・次世代の水素集合容器・トレーラーを開発し、大容量輸送技術手段の確立を目指す。

### (4) 中部3県

岐阜県、愛知県、三重県（中部圏）では、2050年までにCNを実現するため新たなエネルギー源として期待されている水素とアンモニアの需要と供給を一体的かつ大規模に創出し、世界に先駆けて広域な社会実装を目指している。

#### ①中部圏の水素・アンモニア需要量の目標

水素	2030年	23万トン/年	2050年	200万トン/年
アンモニア	2030年	150万トン/年	2050年	600万トン/年

#### ② 取組み方向性

##### 1) 水素サプライチェーン構築

- ・2020年代後半 国内水素供給による産業横断型模範モデル構築  
需要：モビリティ、工場等 供給：水素製造プラント計画との連携
- ・2030年代～ 海外水素調達による受入供給整備、大規模需要拡大  
需要：大規模需要が見込まれる発電所等 供給：海外からの大規模な水素調達

##### 2) アンモニアサプライチェーン構築

碧南火力発電所を核とし、様々な産業での需要創出を図り国内初のアンモニアサプライチェーン構築を目指す。

需要：碧南火力発電所等での混焼、工場の工業炉・アンモニア燃料船舶

供給：海外からの大規模アンモニア調達



碧南火力発電所 出典：JERA

##### 3) 水素・アンモニアの需要創出・利活用促進

- ・需要創出と拡大に向けた利活用モデルづくり
- ・利用機器の導入促進

## (5) 福岡県

新水素戦略「福岡県水素グリーン成長戦略」を推進している。

### ① 2030年の福岡県が目指す姿

2030年に「水素社会のフロントランナー」となることを目指す。様々な分野で、社会への実装に向けた先進的なモデル事業を実施、水素関連産業の成長集積が進んでいる。

1) 産業：製造から利用まで様々なモデル事業が行われており、グリーン水素サプライチェーンを構築しつつある。

2) 運輸：水素を活用した陸上・海上物流の脱炭素化が始まっている。

3) 地域：地域交通で燃料電池バスの導入や住宅・オフィスでの燃料電池の導入など水素利用が拡大している。



出典：福岡県 HP

### ②新戦略

1) 水素製造のイノベーション

- ・九州大学を中核として、国プロジェクトの活用等を図り、先進的な開発実証を推進。
- ・発電所やCNPなどの大規模需要地にパイプライン等での輸送を実施。
- ・次世代水電解装置など、高効率な水素製造のための研究開発を推進。

2) 水素利用の拡大

- ・水素利活用工場モデルの開発・普及
- ・運輸、物流分野のFCモビリティ導入
- ・業務車両へのFCモビリティ導入
- ・「水素燃料船」の導入

## 3. 兵庫県・神戸市の動向

### (1) 兵庫県

齋藤知事が2021年8月就任後、組織の強化・拡大を行い水素社会実現に向けて積極的に取組みを強化している。

#### ①水素関連組織の強化

2022年4つの組織を新設し、相互に連携を持って推進している。

- ・兵庫県庁内の組織：ひょうご水素・脱炭素社会推進本部
- ・自治体連携組織：水素社会実装をめざす兵庫県自治体連絡協議会  
構成：兵庫県、神戸市、姫路市、尼崎市、加古川市、高砂市 等
- ・産官学連携組織：兵庫水素社会推進会議  
構成：企業：岩谷産業、大阪ガス、川崎重工業、関西電力、神戸製鋼所 等  
有識者：神戸大、兵庫県立大等 行政：国、兵庫県、県内関係市町
- ・播磨臨海地域CNP推進協議会

#### ②主な取組み

1) グローバル水素の活用

神戸港の先進的な取組みの知見やノウハウを播磨臨海地域のCNPの形成に活かし、神戸港と姫路港の連携を含めた水素のサプライチェーン構築を推進する。



出典：兵庫県 HP



## 2) ローカル水素の活用

- ・水素は海外輸入だけでなく、地域で地産地消することを目指す。
- ・再エネの余剰電力を活用して水素を製造・貯蔵・活用する調査を淡路島フィールドに実施した調査結果を踏まえ、2024年度から実証に向けた取り組みを展開する。

## (2) 神戸市

2023年6月「水素セミナー」にて、神戸市は「水素ハブ構築」を目指すとして発表した。

### ① CNな港湾・空港形成計画の推進

「神戸港 CNP 形成に向けた水素利活用調査」をもとに計画を策定している。



出典：神戸市 HP

## 【 3つの方針 】

- 挑戦**
- ・ CNP 実現による競争力の強化に向け、果敢に挑戦する。
  - ・ 積み重ねてきた実証実験の支援ノウハウを活かし、神戸港を CNP 実証フィールドとして提供するなど、企業の新たな挑戦をサポートする。
- 連携**
- ・ 西日本諸港と連携し、内航船やフェリーによるモーダルシフト\*を推進。  
\*トラック等の陸上輸送を環境負荷の小さい船舶利用へ転換すること
  - ・ 姫路港との連携を進め、大阪湾全体を俯瞰した最適な脱炭素化を推進する。
- 共同体**
- ・ 歴史ある神戸港を支えてきた多様な港湾事業者（共同体）の衆知を活かす。
  - ・ 水素等の先進企業の共同体と連動した推進を行なう。

### ② 「つくる、はこぶ、ためる、つかう」将来像

- ・ 姫路港からの輸入水素の2次輸送
- ・ 国内グリーン水素の輸送
- ・ 港湾設備への水素供給
- ・ トラック、船舶等の燃料転換（水素・アンモニア）

### ③ 水素の社会実装への取り組み

- ・ 神戸市港島クリーンセンター 水素情報発信拠点の整備。
- ・ 国内グリーン水素調達、新エネルギー産業への転換と神戸での活用。

## 4. 日本の主な企業の動向

### (1) 水素製造、サプライチェーン構築の分野

#### ① 旭化成・日揮ホールディングス

「大規模アルカリ型電解装置の開発、実証」取り組み（～2030）

- ・ 余剰再エネ等を活用した国内水素製造基盤を確立するとともに、先行する海外市場を獲得するために、アルカリ型水素電解装置のコストを2030年迄に5.2万円/kwまで引き下げることを目指す。



10MW 電解装置 出典：旭化成

- ・ 水電解装置の大型化、モジュール化等に係る技術開発とともに、アンモニア製造プロセスと組み合わせ、全体プロセスを最適化して運転する統合制御システムの開発を行う。

## ②東レ、日立造船等

「大規模固体高分子（PEM）型水電解装置の開発、熱需要の脱炭素化実証」取り組み

- ・ PEM型水素電解装置コストを2030年迄に5.2万円/kwまで引き下げることを目指す。
- ・ そのため水電解装置の大型化・モジュール化や耐久性と電動性に優れた膜の実装、水素ボイラーの燃焼効率向上等に関する技術開発を行う。
- ・ また、16MW級の水電解装置を関連設備とともにパッケージとして需要家に設置する。併せて水素ボイラーを用いて熱の脱炭素化に向けた実証を行う。

## ③川崎重工業、日本水素エネルギー、岩谷産業

「液化水素サプライチェーンの大規模商用化実証」

取り組み（オーストラリアビクトリア州から川崎へのサプライチェーン構築）。

- ・ 2030年30円/N m<sup>3</sup>の水素供給コストを達成するための海上輸送技術を世界に先駆けて確立すべく既存事業等で開発された大型化技術を実装し、液化水素サプライチェーン構築の商用化実証事業（水素供給量：数万トン/年）を行う。

- ・ 加えて、将来の更なるコスト低減（2050年20円/N m<sup>3</sup>以下）を目指し、液化効率をさらに高める革新的技術開発にも取り組む。



液化水素運搬船 出典：川崎重工業

## ④岩谷産業

1) トーヨーカネツと「液化水素タンクの大型化に関する研究開発」に共同で取り組み

- ・ 液化水素タンク容量の必要仕様目標5万m<sup>3</sup>の実機建設を目的として、スケールが実機の約1/10のタンクによるシステム実証実験を行う。

- ・ 実用機を念頭に、実機の施工方法・検査方法等を検証し、液化水素を貯めて冷却・断熱性能を検証する。

2) また、岩谷産業他4社\*で「日豪グリーン水素供給網構築」の取り組みを始めている。

\* 関西電力、丸紅、豪州 Stanwell 社、シンガポール Keppel 社

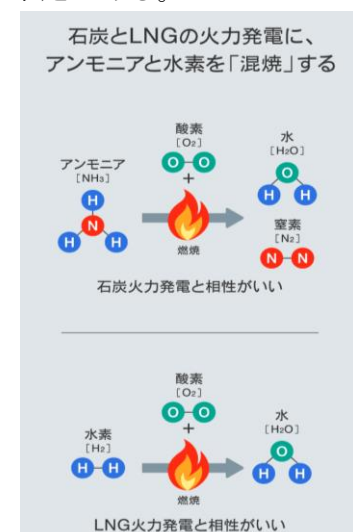
- ・ クイーンズランド州で再エネ由来のグリーン水素を製造液化し国内外に輸出・供給。
- ・ 2028年頃、200トン/日 2031年以降、800トン/日（26万トン/年）
- ・ 製造された液化水素は、姫路エリアの火力発電所等に供給する予定である。

## (2) 脱炭素型発電の分野

①IHI、東北大学、産業技術総合研究所、碧南火力発電所ガスタービンにおけるアンモニア専焼技術の開発実証事業（～2027）。

- ・ ボイラーやタービンでの高混焼・専焼化を目指し、必要な高混焼・専焼バーナーの開発。
- ・ 開発したバーナーを活用し、流量や流速、吹込み位置等について実証を通じ最適化を検討する。

② IHI、三菱重工業、JERA（東京電力と中部電力の合弁会社）石炭ボイラーにおけるアンモニア高混焼（専焼を含む）の開発実証（2028年度まで）。



出典：JERA

- ・アンモニア高混焼微粉炭バーナー及びアンモニア専焼バーナーを開発し、事業用石炭火力発電所においてアンモニア利用の社会実装に向けた技術実証を行う。
- ・事業性調査における各種検討及び実機での実証試験を通じてアンモニア混焼率 50%以上の混焼技術を確立し、商用運転につなげる。

### (3) 燃料電池ビジネスの分野

#### —モビリティ—

##### ① トヨタ自動車の取組み

MIRAI の水素技術を使った FC モジュールを事業者向けに外販を進め、2030 年時点で 10 万台／年程度の外販オフアを得ている。

水素事業を強化する次の取組みを進めている。

1) 次世代 FC システム：商用向けの革新的な次世代 FC セルを開発中（コスト 1/2、メンテナンスフリー、距離 20%増）で、2026 年実用化を目指す。

2) 大型商用タンクの規格化・水素需要拡大の加速、大型商用車用液体水素タンク開発。

3) マルチ水素タンク：様々なタイプの車両に対応できるように搭載性に配慮した水素タンクを開発中で、既存の車両を FCV や水素エンジン車に転換可能にする。

4) 水素をつくる：水電解による水素製造、バイオガスからの水素製造に MIRAI で培った燃料電池スタック・セルの技術を応用する。



(出典) トヨタ自動車株式会社



##### ② 本田技研工業の取組み

・燃料電池システム活用の中核を、燃料電池自動車、商用車、定置電源、建設機械の 4 つと定め、他社との協業にも積極的に取り組んでいく。特に商用車領域では、いすゞ自動車と燃料電池大型トラックの共同研究の他、東風汽車集団（中国）と共同で、次世代燃料電池システムを搭載した商用トラックの走行実証実験を開始している。

・燃料電池システムの外販目標を、2025 年 2,000 基／年、2030 年 6,000 基／年、2040 年数十万基／年 としている。

##### ③ JR 西日本の取組み

2023 年 4 月から、水素供給・輸送の拠点として、駅などの鉄道施設等を活用した総合水素ステーションを設置し、地域との連携による水素利活用の実現に向けた検討を進めている。併せて、軽油を燃料として走行する気動車の将来の置換えを目指し、燃料電池列車の開発に取り組んでいる。また「播磨臨海地域 CNP 推進協議会」に参画し、地域との連携を推進している。

##### ④ 名村造船所と岩谷産業で水素燃料電池船建造

大阪・関西万博で旅客運行が決定（2022 年 7 月）、水素エネルギーの魅力を世界に発信する。走行時に高い環境性能を有するだけでなく、「におい、騒音、振動」のない優れた快適性が実現される。

定員 150 名 30m 長×8m 幅 120 トン 10 ノット／時  
航行：中の島ゲート～ユニバーサルシティポート～夢洲



出典：名村造船所

## —動力分野—

①三井 E&S は 2023 年 4 月、世界初となる燃料電池を動力としたラバータイヤ式門型クレーン (RTGC) を開発したと発表。今回開発した RTGC は、従来の発電機システムを FC や水素タンクなどで構成される FC パワーシステムに置換えることで蓄電池を大容量化でき、大容量蓄電池から供給される電力のみで荷役することができる。今後、同社は米国・ロサンゼルス港において、今回開発した RTGC の実荷役環境下での稼働状態の安定性などを検証する実証事業を行う。

②いすゞ自動車は 2027 年に市場導入を予定している FC 大型トラックに搭載する FC システムの開発・供給を、本田技研工業と共同で進めている。2023 年度中にはモニター車を使った公道での実証実験を開始する計画である。

共同研究により、将来の大型トラックに求められる性能や条件を満たした商品開発を進める。



出典：いすゞ自動車

③西松建設は 2023 年春から、建設機械の CO<sub>2</sub> 排出削減に向けた取組みとして、ディーゼルエンジン向け水素アシスト技術「D-HAT」を活用する実証実験を始めている。まずはディーゼル発電機を対象に実施。ディーゼルエンジンを動力とする他の建設機械への展開も視野に入れている。

実証試験ではディーゼル発電機を対象に、建設現場等で通常利用される汎用製品に後付けで D-HAT を接続し、燃焼効率の向上を確認する。

## (4) 脱炭素型鉄鋼の分野

鉄鋼分野では水素利活用の可能性が大きく、業界全体需要量が 2050 年には 2,000 万トンと推計されている。日本製鉄、JFE スチール、神戸製鋼所が共同で水素を利用した製鉄プロセス技術開発に取り組んでいる。



製鉄所高炉 出典：経済産業省

### ①高炉を用いた水素還元及び関連技術の開発・実証

コークスに代わる水素の活用技術、水素を使って高炉排ガス中の CO<sub>2</sub> をメタン燃料に活用、CO<sub>2</sub> 回収技術、さらにバイオマスや還元鉄の活用などにより 2030 年までに

- ・大型高炉 (5,000 m<sup>3</sup>クラス) で、CO<sub>2</sub> 排出量を 30% 以上削減することを目指す。
- ・中型高炉 (500 m<sup>3</sup>クラス) で、CO<sub>2</sub> 排出量を 50% 以上削減することを目指す。

### ②直接水素還元技術の開発・実証

低品位鉄鉱石を水素で還元する技術開発により、小型直接還元炉で 2030 年までに現在の高炉法に比較して CO<sub>2</sub> 排出量を 50% 以上削減することを目指す。

## (5) 水素燃料船の分野

### ①川崎重工業、ヤンマーパワーテクノロジー、ジャパンエンジン

#### 船舶用水素エンジンシステムの開発（～2030）

- ・船舶から排出される温室効果ガスを削減するために、3社が「出力範囲と用途」の異なる船舶用水素エンジンを並行して開発する。開発したエンジンにより実証運航を行い、機能・信頼性を確認し、社会実装につなげる。
- ・船舶用水素燃料タンク及び燃料供給システムを新開発する。陸上試験を経て、補助機器用のエンジン、推進用のエンジンの実証運航に適用し、社会実装につなげる。

### ②日本郵船、IHI 原動機、ジャパンエンジン等

#### アンモニア燃料国産エンジン搭載船舶の開発

- ・アンモニア燃料内航船の開発・運航  
主力機関の開発、安全性 実用性に配慮したアンモニア燃料船の設計、運航 メンテナンス手法の確立等に取り組み 2024 年竣工を目指す。
- ・アンモニア燃料外航船（アンモニア輸送船）の開発・運航（～2027）



アンモニア燃料船 出典：日本郵船

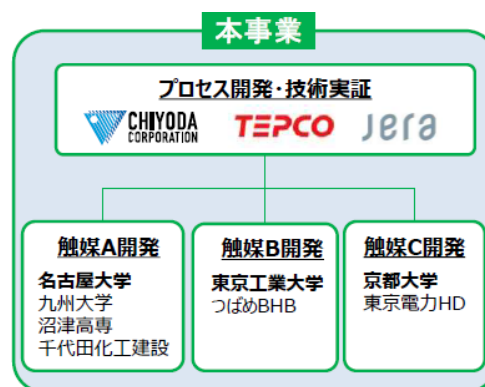
主力機関及び補助機器の開発、外航船の船型設計項目の開発とアンモニア燃料・荷役配管システム及び操作規則の開発、アンモニアに対する船内安全システムの確立、運航・メンテナンス手法の確立などに取り組み 2026 年の竣工を目指す。

## (6) 燃料アンモニアの分野

### ①千代田化工建設、東京電力、JERA

#### アンモニア製造新触媒の開発実証事業

- ・燃料アンモニアの利用拡大に向けて、製造コストの低減を実現できるアンモニア製造新触媒の国産技術を開発する。
- ・右図の3つの開発チームによる新触媒の競争開発を中心として、低温低压プロセスを構築し、商業装置を前提にした小型確認試験等による技術実証を行い早期の社会実装につなげる。



出典：JERA・千代田化工・東京電力

### ②出光興産、東京大学、九州大学等

#### グリーンアンモニア電解合成（～2028）

- ・アンモニア製造時の CO<sub>2</sub> 排出量を低減するために触媒系を改良、水と窒素を原料とする電解反応を活用して、常温常圧で製造する方法を確立する。
- ・開発された新製造法の電解質膜面積を大きくしてカートリッジ化し、多層カートリッジでスケールアップデータを取り、実用化検証を行う。
- ・グリーンアンモニアのコスト削減を目指し、水素を経由しない製造方法を開発する。

## 第5章 フィールドワーク

水素関連の情報や動向について、行政機関への訪問調査や行政が主催する講演会・セミナーにできるだけ参加するようにした。また、水素関連の展示会等にも参加して積極的に情報収集を行った。

### 1. 兵庫県への訪問調査

・訪問先 兵庫県総合企画局計画課 エネルギー・水資源班 班長 徳村 様  
水素・エネルギー専門官 大原 様

・訪問日 2022年10月14日 ・訪問者 長浜 前川

①水素社会実現に向けての取組み状況を説明いただいた。

・水素関連組織について：4つの組織を新設して推進している。

・5つの分野で取り組んでいる

②自治体連絡協議会の広がり

10月13日に第2回会議開催、メンバーは兵庫県、神戸市、姫路市、尼崎市、加古川市、高砂市、洲本市、南あわじ市、淡路市となった。今後、適宜追加になる予定。

③播磨臨海部での水素受け入れ基地の正式決定について

関西電力が8月26日に姫路で進めると表明しているため、遠くない時期に決定される。

④県下他地域での取組みについて

・淡路地域での水素製造及び水素利用に関する調査結果を踏まえ、2023年度から実証取組みを予定。その後 他地域で水素利用地産地消への取組みに進む計画。

### 2. 神戸市への訪問調査

・訪問先 神戸市 環境局環境創造課 森 和也 様

・訪問日 2022年9月27日 ・訪問者 長浜 前川

①1年前からの進捗について

・各業界におけるCN計画の推進支援

・災害停電時の「外部給電神戸モデル」 2023年5月末に小中学校に設置した。

・神戸空港前水素ステーション（仮称） 2023年5月開設

・Hytouch神戸・水素CGSの実証 2022年6月～継続中

②2050年CNに向けて他に検討されている事項

・「地球温暖化防止実行計画骨子」に記載の6つの柱を推進中

水素エネルギーの利用推進、電動車の普及促進、産業の脱炭素化の促進、再生可能エネルギーの拡大、脱炭素型ライフスタイルへの転換、温室効果ガス吸収源の創造

・ゼロカーボン支援事業にも力を入れている（昨年から実施、2回/年募集）。

③燃料電池バスの導入の予定 2022年度内、1台 2022年4月～運行（2系統）

④カーボンニュートラルポート（CNP）計画

### 3. 講演会・セミナー等での情報収集

#### (1) 国際フロンティア産業メッセ 2022 2022年9月1日、2日

2つの講演等に出席した

##### ①基調講演 水素社会に向けた取組み ―燃料電池自動車等の開発と取組み―

・講師 トヨタ自動車 商用 ZEV\*製品開発部 担当部長 内海 敦子 氏

要 点

\*ZEV は CO<sub>2</sub>等の排ガスを出さない車

・2020年 EU がグリーンリカバリーに 94兆円のファンド創設、2021年 USA が 210兆円のクリーンエネルギーへの投資発表などが大きなきっかけとなり、世界での取組みが加速された。世界では 400以上の水素プロジェクトが推進されている。

・ドイツは世界一の水素大国を目指し、アフリカを中心とした国々とのサプライチェーン構築に力を入れている。

・FCシステムの他のモビリティへの活用拡大は重要な課題である（大型港湾施設、トラック、医療用車両、移動式給電車、移動販売車等）。

##### ②特別企画 「水素社会実現に向けて」兵庫県知事・神戸市長パネルトーク

・パネリスト 兵庫県知事 齋藤 元彦 氏 神戸市長 久元 喜造 氏

・ナビゲーター 新産業創造機構 牧村 実 氏（元川崎重工業 水素 PJ 立上げ者）

###### 1) 久本市長によるプレゼンテーション

・2022年6月にオーストラリアから海上輸送した水素を使ってポートアイランド実証プラントで発電、施設への電力供給実証を成功させた。市街地での安全な実証には世界から高い評価を得ている。

・カーボンニュートラルポート（CNP）の形成に取り組む中（神戸、横浜港で推進中）。脱 CO<sub>2</sub>化に配慮した電力供給、水素等の供給体制の構築。水素で稼働する門型クレーンは 2023年春に導入。



久元神戸市長

###### 2) 齋藤知事によるプレゼンテーション

・就任後1年、庁内組織、官民連携組織、自治体連携等の推進体制強化。

・播磨臨海地域のポテンシャルが最重要である。生産出荷高全国2位 7.5兆円。この地域は関西圏と瀬戸内との結節点であり、姫路港は大型タンカーの接岸が可能（水深14m）、CNPの形成に向けた取組みも開始。

・関西電力が播磨臨海地域でのグリーン水素、海外からの水素サプライチェーン受け入れ操業を表明した。



齋藤兵庫県知事

#### (2) 第10回関西スマートエネルギーWeek 会場 インテックス大阪

・見学日 2022年11月16日他 グループメンバー各自のスケジュールで見学した

①「バイオマス展」「スマートグリッド EXPO」等5つの展示会で構成、約150社が参加しており、脱炭素経営に関する展示が目についた。海外からの出展も目立った。

##### ②セミナー受講

・セミナー名 「脱炭素の潮流における企業経営のこれから」

・講師 環境省 地球環境局 地球温暖化対策課 課長補佐 泉 勇気 氏

環境省は取組みを拡大支援するために「中小規模事業者のための脱炭素ハンドブック」「温室効果ガス排出削減計画策定ハンドブック」等を作成、関係機関に提供している。

### (3) ひょうご水素社会推進シンポジウム 参加者 長浜、前川、和佐、島村

・開催日 2023年1月23日 ・会場 アクリエひめじ

#### ①基調講演：水素技術で再エネ高度利活用を目指す

講師 駒井 啓一氏（神戸大学客員教授）

- ・国土面積当たりの再エネ発電量(再エネ密度)は世界平均の約10倍で世界トップクラス。
- ・水素というエネルギーキャリアで、いよいよ水素社会構築が始まった。

#### ②パネルディスカッション 水素社会の先進地「兵庫・神戸・姫路」に向けて

パネリスト（敬称略） 齋藤元彦氏、久元喜造氏、清元秀泰氏、西村元彦氏、竹内正道氏

1) 齋藤知事、久元市長のプレゼンは2022年9月の時とほぼ同じ。

2) 川崎重工業 西村氏

- ・グローバル企業の水素活用への動き：水素協議会メンバーが13社→150社に拡大。
- ・コスト低減見えてきた。 ・航空分野への展開が進展している。

3) 神戸製鋼所 竹内氏

- ・高砂製作所の工業炉、ボイラー約100基を水素に転換していく。
- ・ハイブリッド型水素ガス供給システム（再エネと気化器による液化水素）の推進。

4) 清元姫路市長

- ・姫路城ゼロカーボンキャッスル構想を推進中。 ・姫路港のCNP推進を企画。
- ・姫路市が「目指す2050年の姿」を紹介、環境・経済・社会の総合的向上を生み出す。

### (4) 水素社会実現に向けて「水素ハブの構築を」 参加者 長浜、前川

・開催日 2023年6月13日 ・会場 神戸市産業振興センター「ハーバーホール」

久元神戸市長含め10氏がそれぞれのテーマを発表された。主な発表は以下の通り。

#### ① 久元神戸市長

- ・神戸を持続可能な街にする。持続可能な社会構築×神戸産業の強み＝水素産業
- ・カーボンニュートラルポート（CNP）の整備に注力 ・水素産業の集積を目指す。

#### ② 堀田 治 国土交通省 港湾局長

「港湾における脱炭素化～CNPの形成～」について発表。

#### ③金花 川崎重工業会長

「川崎重工業における水素事業の取組み、将来の展望」について最新情報を発表。

#### ④西村 経済産業大臣（リモートで登壇）

「日本の水素エネルギー政策」について水素基本戦略改定内容を中心に発表。

#### ⑤工藤 衆議院議員（元国土交通大臣政務官）水素社会推進連盟事務局長

- ・日本は「水素」で勝たないといけない。
- ・今後様々な課題に関する法制化に注力する。



## 第6章 まとめ

### 1. まとめ

前回のグループ研究（2022年2月論文作成）以降も地球温暖化は予想を上回る早さで進んでいる。加えてロシアのウクライナ侵攻によるエネルギー危機もあり、世界各国はエネルギー安全保障上からも再エネへの研究・投資を加速させている。

今回は、各国のエネルギー政策、特に地球温暖化防止の切り札となる“水素社会”に向けての取組みに関し調査・研究を行った。

日本は、再エネ導入において世界に遅れを取りつつある。一方、水素エネルギーの技術開発及び利活用分野では先頭ランナーの位置を保っている。私たちの住む兵庫県や神戸市も、行政と企業が一体となり水素社会に向けての活動を推進している。

水素の製造や利活用は先端的技術を必要とする成長分野である。次世代の人々の雇用の確保の意味からも国や企業が積極的に開発・投資を進めて行くことを期待したい。

水素社会実現には国・企業共に息の長い活動が必要である。私たちがシニア市民として引き続き研究活動を行っていききたい。

### 2. 提言

#### 2. 1. 行政への提言

##### (1) 子どもへの環境教育の推進

- ①学校の授業に「地球温暖化問題」を取り上げる。また授業参観日は“地球温暖化”をテーマにした授業にする。
- ②県内・市内に仮称「水素ミュージアム」を設け、水素や再エネ等のエネルギーについて学べる場とする。

##### (2) 県民・市民へのアピール

- ①地球温暖化進行の現状と未来について、広報紙などを通し各家庭にもっとアピールする。
- ②神戸市役所1階に「神戸の未来図」的な展示コーナーを設け、水素社会の未来をPR。
- ③神戸の水素関連施設（ポートアイランド・空港島など）を校外学習や一般市民の見学ツアーの場にする。

##### (3) 兵庫県・神戸市の水素実証モデルの展開

- ①淡路島の「水素事業モデル調査」結果を他の地域に企業と一体になって展開する。
- ②ポートアイランドでの「水素専焼発電～周辺施設への電力供給」システムを県下及び他府県への展開を図る。

##### (4) グリーン水素の地産地消での拡大

- ①商業施設や観光地など地域に密着した形で、行政が主導してグリーン水素の導入を図る。
- ②行政の建物や施設に、再エネを利用したグリーン水素を活用できるようにしていく。

## (5) 公用車等の燃料電池車への早期置き換え

- ①兵庫県・神戸市などの公用車を早期に燃料電池車への置き換えを推進する。
- ②路線バスや警察・消防車両なども早期に燃料電池車に置き換えるように働きかける。
- ③その意味からも「水素ステーション」の増設（少なくとも 2030 年までに神戸市内・各区に 1 か所設置）を推進する。

## (6) 水素エネルギー、再エネ導入の促進

- ①水素エネルギーや再エネの新たな取組み事業者への資金支援制度など優遇措置の拡充。
- ②家庭用エネファーム、燃料電池車購入への補助の拡充。
- ③上記の結果と利点を基に再エネのベースロード電源として、国の電力政策変更につなげる。

## (7) 省エネ・無駄の削減

- ①街中に溢れている「自販機」は無駄な電気の垂れ流しになっており、早急に撤去・縮少の方策を検討すべき。
- ②事業者や家庭の省エネの取組み、省エネ製品の購入に対する費用還元や助成など、もっと充実すべき。

## 2. 2. 私たちの行動

### (1) 省エネに心がける

- ①エアコンの暖房は 20 度、冷房は 28 度ぐらいの室温に設定する。
- ②照明のこまめな消灯、便座は節電モード、使わない電気器具はコンセントを抜く。
- ③照明は LED に交換、可能な限り冷蔵庫やエアコンなどは省エネ製品に切替える。

### (2) 食品の無駄を極力出さないようにする

- ①冷蔵庫内の整理・棚卸しで、食料品の適切な購入を心がける。
- ②調理時の廃棄物や食べ残しを極力出さないようにする。
- ③洗面所・風呂のお湯やシャワーの節水に心がける。

### (3) マイカーをやめて公共交通機関を利用する

- ①CO<sub>2</sub> を極力出さない生活にしていくため、マイカーは可能な範囲で控える。
- ②シニアで運転免許の返納が可能な人は返納をして、極力公共交通機関を利用する。

### (4) 肉食は少なく、和食中心の食生活にする

- ①世界の温室効果ガスの約 14%は家畜のゲップや糞尿によるメタンガス。これは全ての乗り物から排出される温室効果ガスに匹敵。
- ②肉類は極力食べない、ごはん・野菜類など和食中心の食生活を心がける。

### (5) プラスチック製品は極力使用しない

- ①プラスチックは製造時や焼却時に大量の CO<sub>2</sub> を排出する。
- ②マイバックやマイボトルを利用し、ポリ袋やペットボトル製品は極力使用・購入しない。

### 3. 所 感

SGS の専科に進み、構成メンバーは一部変わったが、水素社会実現に向けた調査研究を続けたいとの思いで、この2年間取り組んできた。その中で各々が感じたことや思いを自由に述べてもらった。



長浜速雄

和田武先生の講義において、地球温暖化から地球沸騰化へと気候変動が急速に進行しており、将来的には人類の生存すら懸念される危機的な状況にあることを学んだ。世界の若者達は温暖化防止に向けての活動に立ち上がっている。一方、日本は政府、国民、マスコミ共にコロナ対策には過剰に敏感になっていたが、より深刻な地球温暖化については極めて鈍感である様に感じる。

私たちシニアは先ず家族、特に孫達に温暖化について教える義務が有ると思う。まずは家庭で省エネやエネルギー垂れ流しの自販機の不利用など教えていきたい。水素についても継続して関心を深めていきたい。



前川宏睦

水素との関わり、KSC から 9 年目。この 2 年でも、液化水素の海上輸送～水素専焼発電～周辺施設への電力供給など、全国で多くの事業が実証された。2030 年の姿もかなり見えるようになってきた。水素の大きな可能性を知るにつけ、願うのはスピードアップ、スケールアップだ。それと再エネのベースロード電源化だ。そして 2050 年の姿を見てみたいのだが・・・。



和佐信行

“水素社会実現のための研究”をテーマに約 7 年間活動を続けてきた。温暖化防止の切り札、水素時代がもっと早く来ると思っていたが、近年余り大きな進展はなかったように感じる。

地球が真に壊れようとしている時、人類の生存さえ脅かされているこの時に戦争をしている場合かと考える一方、私たちが日常生活の中で、この地球を守るために できることを実行していきたいと思う。



高木文子

福島の大東電力原発事故の被害は甚大で、原発の安全神話は一挙に崩れ大変ショックを受けた。放出された放射性物質の影響で健康被害・農地の汚染・漁業への影響・故郷喪失そして汚染処理水等、数え切れないほど多くの問題が残された。放射性廃棄物の問題も解決されていない。原発は再稼働すべきではない。原発の代替エネルギーとして太陽光・風力・水力・バイオマス等の自然エネルギーが注目されているが、安定供給に課題がある。水素エネルギーを知り、多様なエネルギー活用の大切さを知った。食料問題同様、地産地消でエネルギー問題を解決する大切さを学んだ。自然エネルギーの更なる活用を期待したい。



今中英雄

水素(H.原子番号 1)の利用はロケットの燃料だけだと思っていた。トヨタ自動車は 2014 年 12 月 15 日燃料電池自動車(FCV)ミライを発売した。

化石燃料から水素へ、エネルギーの大転換の始まりである。水素モビリティは鉄道ではフランス、ドイツではすでに実現している。船舶や航空機は水素を燃料としたエンジンの開発が進められている。

水素を燃料とした発電も実現するであろう。夢のある水素社会の到来が間近に来ている。



島村千恵子

欲望(エゴ)を抑える勇気と知恵、資源や自然環境(エコ)を大切にす  
る社会、私たちが生きていくためのクリーンなエネルギーに変えるこ  
とによって、サステイナブル(持続可能)な生活そして社会になる。

また、私たち一人ひとりの気候危機に取り組む活動が、地球や生活を守  
ることになる。子どもや孫に負の遺産を残さないとの意識を強く持って、  
今後とも活動を続けていきたい。



南部ユリ子

国連のグテーレス事務総長が「地球温暖化の時代は終わり、地球沸騰化  
の時代が来た」と言われた言葉が大変衝撃的だった。私たちのグループ研  
究で“地球温暖化”のことを学んできたが、それほどまで急激に温暖化が  
進んでいるのかと改めて感じた。温暖化を少しでも食い止めるために、電  
気・ガス・水道などのエネルギーを無駄にしない、食品ロスをできるだけ  
出さないように これからも心がけていきたいと思う。

## 《参考文献、引用資料》

- ・環境省「脱炭素化に向けた水素利活用に係る国内外の動向」2023.3
- ・再生可能エネルギー・水素等関係閣僚会議「水素戦略」2023.6
- ・経済産業省「日本の水素エネルギー政策」2023.6
- ・川崎重工業「川崎重工業における水素事業の取組み・将来展望」2023.6
- ・神戸市「水素ハブの実現に向けた水素スマートシティ神戸構想の取組みについて」2023.6
- ・兵庫県「水素社会の実現に向けた取組み」2023.1
- ・横浜市「横浜臨海部における水素の取組みについて」2022.4
- ・山梨県「山梨県の水素エネルギー産業創出に向けた取組み」
- ・中部圏水素・アンモニア社会実装推進会議「中部圏水素・アンモニアサプライチェーンビジョン」2023.3
- ・福岡県「福岡県水素グリーン成長戦略」2022.8
- ・経済産業省製造産業局「鉄鋼業のカーボンニュートラルに向けた国内外の動向」2022.9
- ・国土交通省海事局「次世代船舶の開発プロジェクト」2023.9
- ・旭化成、東レ、岩谷産業、ENEOS、IHI、トヨタ自動車、本田技研、出光興産等、各社のホームページ
- ・その他、インターネット掲載記事、読売新聞掲載記事など。

以上

