



神戸シルバー大学院  
研究報告 No.53

地球温暖化防止と水素  
エネルギーに関する研究



グループ名：地産地消

山崎修一郎<sup>⑭</sup>・長浜速雄<sup>⑭</sup>・前川宏睦<sup>⑭</sup>・藤原俊雄<sup>⑭</sup>

大内善郎<sup>⑭</sup>・和佐信行<sup>⑭</sup>・今中英雄<sup>⑮</sup>・島村千恵子<sup>⑮</sup>

2022年2月

# 目 次

はじめに	1
第1章 テーマの選定	1
1. テーマ選定の理由	
2. 活動のねらい	
第2章 現状把握	1
1. 急速に進む地球温暖化	
2. 温暖化の影響	
3. CO <sub>2</sub> 排出の現状	
4. 2100年 未来の天気予報	
第3章 温暖化防止の取り組み	6
1. 行動する世界の若者たち	
2. 科学者たちの警鐘	
3. 世界の主要国の対応	
4. 日本政府の対応	
5. 日本の主要都市の対応	
6. 日本の主な企業	
第4章 水素エネルギー社会の実現	15
1. 世界の動向	
2. 日本・主要都市の動向	
3. 兵庫県・神戸市の動向	
4. 日本の主な企業の動向	
第5章 フィールドワーク	27
1. 液化水素運搬船及び液化水素受入れ基地見学	
2. 水素バス乗車と水素ステーション見学	
3. 兵庫県への訪問調査	
4. 神戸市への訪問調査	
5. 川崎市内の施設調査	
第6章 まとめ	30
1. まとめ	
2. 提言	
3. 所感	
参考文献、引用資料	35

## はじめに

私たち「地産地消グループ」では2019年4月に「次世代における水素エネルギーに関する研究」で、地球温暖化防止の切り札は“水素エネルギー”と訴え、「水素エネルギー社会」実現の可能性について調査・研究を行った。

その後、近年の異常気象による台風・洪水、また猛暑などによる世界的な災害に鑑み、“地球温暖化防止”に焦点を当てて研究活動を行い、2020年12月「急速に進む“地球温暖化”を考える」のテーマで、外部発表を行った。

今回、グループ活動の総まとめとして、日本はじめ世界中で加速する“地球温暖化”による危機的な状況、及び“水素社会”実現の可能性について研究活動を行った。

## 第1章 テーマの選定

### 1. テーマ選定の理由

地球温暖化は次世代への大きな負の遺産となりつつあり、温暖化防止に努めるのは私たち現世代の責任との認識でテーマを選定した。

- (1) 世界各国が温暖化防止対策の一つとして、CO<sub>2</sub>排出ゼロを目指した社会を構築すべく、社会構造の変革に取り組んでいる。その動向の調査を行い、併せてその課題と解決策について、調査・研究を行う。
- (2) 2050年までに国内の温室効果ガス排出量実質ゼロの実現の切り札は「水素エネルギー」になると考え、「水素エネルギー社会」の実現の可能性について調査・研究を行う。

### 2. 活動のねらい

- (1) 地球温暖化防止のため、私たち個人や家庭で何が出来るかを考え、今すぐに実行に移す活動につなげていきたい。
- (2) 製造時から使用時までCO<sub>2</sub>排出ゼロの水素エネルギーをベースにした「水素社会」の可能性、特に太陽光や風力・バイオマスなどの再生可能エネルギー（以下再エネと省略）を使って水素をつくり、それを貯蔵して再び活用していく地産地消型エネルギーの研究を行う。
- (3) 本活動を通して得られた知見等に基づき、兵庫県や神戸市などの行政機関に有効と思われる提言を行っていく。

## 第2章 現状把握

### 1. 急速に進む地球温暖化

温暖化により海水温度が、ここ数年、従来の2倍の速度で上昇しており、そのため海水の蒸発量が増大、その結果、豪雨が相次ぎ、台風が大型化し被害を甚大なものになっている。

2020年7月、記録的な豪雨により熊本県の球磨川の氾濫や土砂災害により多くの犠牲者

が出た。2021年7月には線状降水帯が停滞し、豪雨が続き、静岡県熱海市においては土石流災害で大きな被害が発生している。京都大学の中北英一教授によると、地球温暖化が進むとこれまで西日本中心だった豪雨の発生地域が東日本にも拡大するという。同教授は「静岡県での土石流災害は、将来予測の傾向が出始めたようだった」と話している。

また、2019年の台風15号、19号の甚大な被害、2020年の超大型台風の来襲も記憶に新しいところである。



超大型台風による洪水で新幹線基地が浸水



超大型台風により鉄塔が倒壊する被害

ヨーロッパでも2020年に引き続き2021年7月に「100年に一度」と言われる豪雨により甚大な被害がドイツ、ベルギー、イギリスで発生している。

2021年8月、イタリア南部シチリア島で48.8℃を観測、欧州での観測史上最高気温を更新したと伝えられた。高温の原因は地中海上空に停滞している熱波で、森林を乾燥させ、沿岸地域で山火事を引き起こしている。



豪雨による洪水で浸水するパリ市街



洪水により甚大な被害を受けたドイツの街

## 2. 温暖化の影響

地球温暖化により世界各地の気温の上昇と乾燥化が進んでおり、森林火災が多発している。火災で森林が失われ、再生に時間がかかればCO<sub>2</sub>の吸収機能が失われ、更なる温暖化をまねく悪循環に陥りかねない。

2020年のオーストラリアの森林火災は日本のほぼ半分に当たる19万平方kmを焼き、2,500軒の住宅を焼失。またコアラなど死んだ動物は12億5,000万匹と推計されている。

米国カリフォルニア州においては2020年に引き続き、2021年も森林火災が拡大しており7月時点ですでに東京23区の8.3倍に相当する5,180平方kmが焼失し、隣のネバダ州境に迫っている。この日には地球史上最高気温に並ぶ54.4℃が記録された。

また、南極では2020年2月上旬、観測史上初となる20℃超えを2回も記録するなど異常気象と言える状態で氷の溶解が進んでいる。シベリアでは8万年に一度の異常高温、北極圏最高の38℃を記録、永久凍土が溶け始めている。永久凍土が溶けると、地下に閉じ込められているCO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>の25倍温暖化に悪影響を及ぼすメタンガスが大気中に放出され、地球温暖化が一層加速する。



オーストラリアの大規模森林火災



永久凍土の溶解が進んでいる北極圏

### (1) 気温の上昇

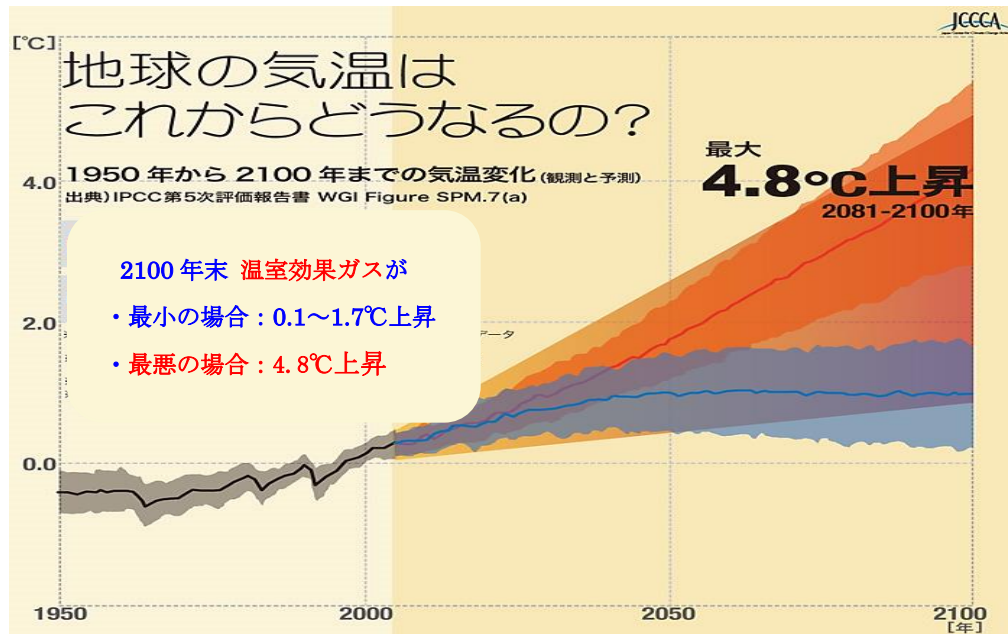
地球の気温は、温室効果ガスの排出を最も少なく抑えられた場合、すなわち2050年にゼロに減らしても今世紀末には防衛ラインの1.5℃以下とはならない可能性がある指摘されている。

2030年に50%削減が達成されないと気温上昇は歯止めがきかず、21世紀末には4.8℃上昇(6℃上昇の予測もある)して灼熱の地球となり、人間が生存できるのか想像がつかない世界となる。

2021年の6月から7月にかけてカナダ西部、米北西部、ロシアなど北半球の各地で異常な熱波「ヒートドーム現象」に見舞われ死者や山火事が頻発している。

研究者は以前から、気候変動の影響で熱波の頻度が増し、一層悪影響が強まると予想していたが、それが現実化してきており、北半球の多くの地域がますます居住不可能な状態になりつつある。

既にイラクでは、2020年7月の気温が51℃を超え、2021年7月にも52℃を超えた。10年後には60℃となり、人が住めなくなると予測されている。



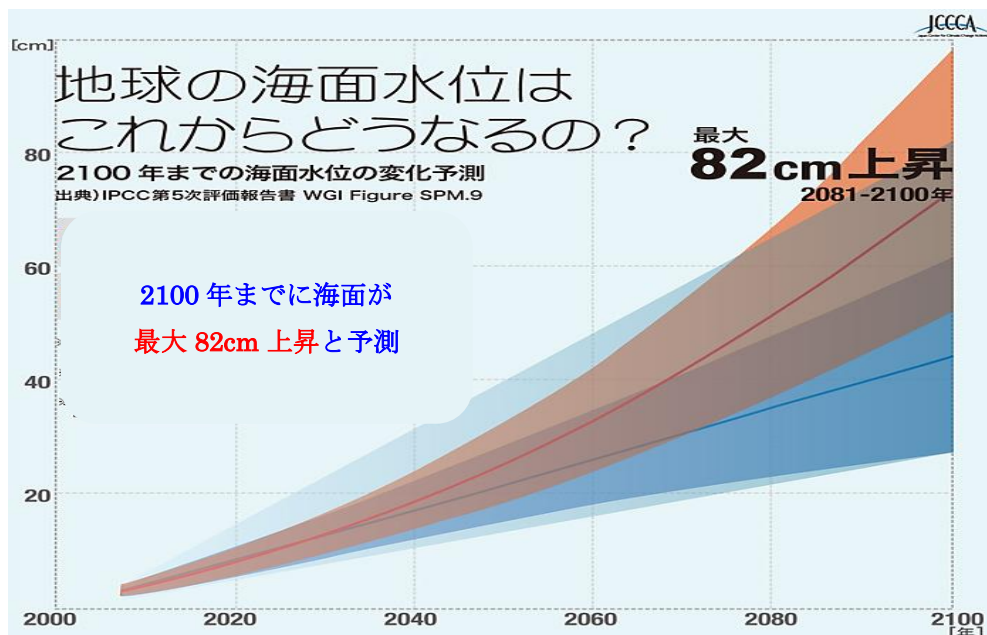
出典：IPCC 第5次評価報告書

## (2) 海面の上昇

20世紀(1901~2010年)の間に海面は19cm上昇。今後温暖化に伴う海水温の上昇による熱膨張と氷河の融解によって2100年までに最大82cm上昇すると予測されている。

気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告によると、世界の気温上昇を2°C未満に抑えても、海面水位は50cm上昇すると予測。海面の上昇により、水没難民が2.8億人発生する他、土地や財産の損失、自然生態系の破壊、観光資源の損失などに見舞われる。

また高潮と台風が重なれば、東京湾の海面は8m上昇し、東京は大半が水没し首都機能がマヒする事態となる。

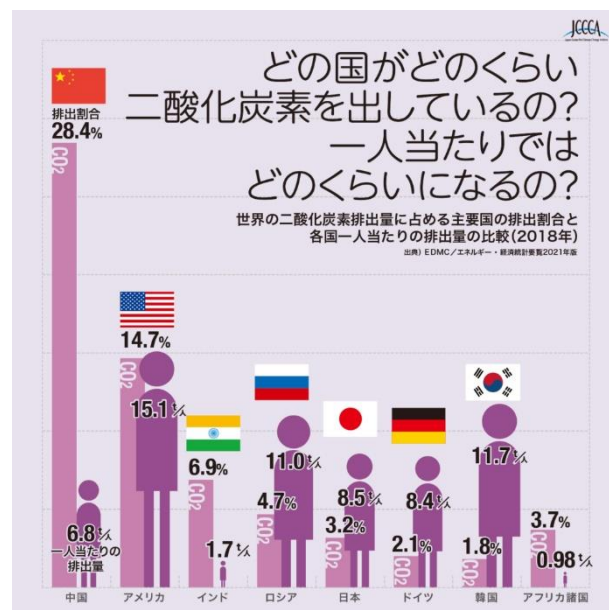
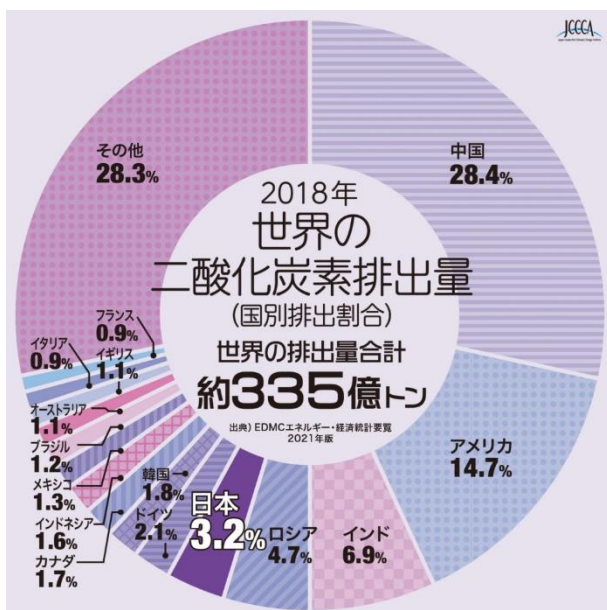


出典：IPCC 第5次評価報告書

### 3. CO<sub>2</sub>排出量の現状

地球温暖化の主な要因は二酸化炭素 CO<sub>2</sub> であり、2018 年の世界の総排出量合計は約 335 億トンとなっている。その CO<sub>2</sub> の排出量の最も多い中国は、毎年約 90 億トン以上排出しており全体の約 1/3 を占めている。2 番目に多いアメリカは約 50 億トンを排出しており、中国とアメリカ 2 か国で世界の 50% 近くを占めている。

日本はアメリカの 1/4 以下であるが、5 番目に多い排出国である。1 人当たりの排出量（年間）ではアメリカが最も多く約 15.1 トン、日本は約 8.5 トンで、韓国・ロシアに次ぐ 4 番目に多い国となっている。



出典：EDMC エネルギー・経済統計要覧 2021 年版

### 4. 2100 年「未来の天気予報」

環境省は 2019 年 7 月に、十分な温暖化対策がとられず世界の二酸化炭素が増加を続けた場合の未来予測を動画にして公開した。夏の東京の最高気温が 43.3℃にのぼり、冬でも 26℃の夏日になるなど危険な状況が描かれている。



出典：環境省報道発表資料



出典：環境省報道発表資料

夏の各地の最高気温は、札幌から鹿児島までの 140 地点で 40℃を超える酷暑となり、熱中症死亡者 1 万 5 千人を超えるとしている。気温だけではなく、大気の状態が不安定になり豪雨やスーパー台風、水害などの被害や農作物への被害も甚大になると予測。

「パリ協定」では、世界全体の平均気温の上昇を産業革命以前に比べて 1.5℃に抑える努力を追求することが示されている。しかし、1.5℃目標が達成した場合でも、東京の夏の気温は 40℃、冬は 22.7℃を予測。京都では猛暑日が 40 日に及ぶなど、過酷な気象が避けられない未来であることを描いている。

2021 年 8 月、IPCC（国連の気候変動に関する政府間パネル）は 2021～2040 年に世界の気温上昇が産業革命前に比べて 1.5℃に達するとの予測を公表した。

2018 年の想定より 10 年ほど早くなる。人間活動の温暖化への影響は「疑う余地がない」と断定。自然災害を増やす地球温暖化を抑えるには二酸化炭素排出を実質ゼロにする必要があると指摘した。

化石燃料への依存が続く最悪の場合は 2041 年～2060 年には 2.4℃、2081 年～2100 年には 4.4℃上昇すると見込んでいる。

### 第 3 章 温暖化防止の取組み

#### 1. 行動する世界の若者たち

スウェーデンの若き環境活動家、グレタ・トゥーンベリさん（当時 17 歳）は気候変動問題を議論する国連サミットに参加して怒りのスピーチを行った。「あなた達が話しているのは、お金のことと経済発展がいつまでも続くというおとぎ話ばかり、恥ずかしくないでしょうか？」と地球温暖化に本気で取り組んでいない大人たちに叫び訴えた。

国連サミットに合わせて 400 万人もの世界の若者がデモを行い、グレタさんと一緒に世界のリーダーたちに温暖化防止への強い取組みと行動を訴えた。



国連サミットで世界のリーダーに訴えるグレタ・トゥーンベリさん



#### 2. 科学者たちの警鐘

温暖化は「今そこにある危機」であり、今すぐ私たち一人ひとりが生活習慣を変える行動を起こさなければ間に合わない という警告が科学者を中心に発せられている。





国連事務総長のアントニオ・グテーレス氏は、私たちの地球は温暖化によって悲鳴を上げている。「今すぐ生活を変えなければ命が危ない。もう時間がない。遅れは許されない」と訴えている。



IPCC（気候変動に関する政府間パネル）共同議長のハンス・オットーポーター氏は、100年一度という大災害が毎年のように発生する心配がある。海に囲まれた日本はこの影響を非常に受けやすい地域だ。大型の台風や豪雨・洪水は更に激しくなる。日本人や政治家たちはもっともっと関心を持つ必要があると警告している。



ドイツの気象科学者ヨハン・ロックストローム氏は「地球と人類の未来を決めるのはこの10年なのです」「このままだと、21世紀末には地球は灼熱の星になる」と警告を発している。

### 3. 世界の主要国の対応

#### (1) アメリカ合衆国

世界第2のCO<sub>2</sub>排出国であるアメリカは、トランプ前政権がパリ協定を離脱（2017年）したが、バイデン新政権は就任後早々に復帰を表明し、2020年7月正式に復帰を果たした。2050年までにCO<sub>2</sub>排出ゼロにする目標を掲げ、下記の温暖化防止対策を積極的に進めている。



バイデン大統領

#### ①「インフラ・クリーンエネルギー計画」

- ・ 政権1期目に2兆ドルの投資
- ・ 持続可能なインフラの構築と、公平なクリーンエネルギーのみを実現するために必要な雇用（数百万件の組合雇用）の創出
- ・ 2050年までに米国経済全体で排出量ゼロを達成するための不可逆的な道の創出

#### ②気候変動問題への勝負の10年

2030年までにCO<sub>2</sub>排出量を2005年比で50~52%削減すると約束した。これまで2025年までの25~28%削減するとしてきた目標を2倍近く引き上げることになる。そして2021年4月に開催した気候変動サミットで、今が気候変動問題への取り組みにおける『勝負の10年だ』と強い決意を述べた。

#### ③米国雇用計画

バイデン大統領は温暖化対策を大規模な雇用創出に結びつけている。2021年3月に発表した「雇用計画」では総額2兆2510億ドル（約240兆円）のインフラ投資を柱とし、1740億ドルの電気自動車（EV）支援、1000億ドルの電力網整備を含み、2030年までに50万ヶ所にEV充電設備を設け、2035年までに発電由来のCO<sub>2</sub>排出をゼロにする目標。

#### ④ガソリン車から電気自動車（EV）への転換

2030年には新車販売の半分を「排ガスゼロ車」にする目標を打ち出した。この大統領令が実現すれば、2030年に新車による温室効果ガス排出量を2020年と比べて60%以上減ら

し、経済全体の削減目標の「達成をより容易にする」という。

この大統領令に賛同し、「ビッグ3」と呼ばれる米大手のゼネラル・モーターズ、フォード、ステランティスは、2030年までに米国の新車販売の40~50%を「排ガスゼロ車」とする共通目標を発表している。

## (2) 中国

世界第1のCO<sub>2</sub>排出国である中国は、2020年9月習近平国家主席は国連総会に寄せたビデオ演説で、「2030年までに温室効果ガスの実質的な排出量を減少に転じさせ、2060年までにゼロにする」と公約した。

### ①ガソリン車販売全廃

そして工業情報化省は2035年には新車販売のすべてを電気自動車(EV)などの新エネルギー車(NFV)やハイブリッド車(HV)にする方針を明らかにした。ガソリンエンジン車は市場から排除されることになる。

### ②風力発電の拡大推進

国家発展改革委員会エネルギー研究所は2021年1月に公表した2050年の再エネ構成比の見通しでは風力発電が38.5%(2020年6.1%)まで増えるという。太陽光21.5%、水力や原子力も含む非化石エネルギーが全体の78%を占めると予測。世界最先端のクリーン社会を目指している。

### ③目標を前倒しで達成

風力発電最大手「龍源電力集団」の代表は、中国の再エネ発展速度は国の目標よりもはるかに早い。2030年のピークアウトの目標は2025年、2060年の実質ゼロは2050年には達成できるだろうと見ている。また、「中国再生可能エネルギー展望2020」を中国と共同で作成したデンマークのエネルギー庁も、目標を前倒しで達成する可能性があると予測している。だが、2021年4月の気候変動サミットで主要国が前向きな目標変更を表明したが、中国は新たな目標の変更はなかった。



習近平 国家主席

## (3) EU (欧州)

気候変動対策で世界をリードするEUは2019年に欧州グリーンディールを発表し、新たな成長戦略としてCO<sub>2</sub>排出量をカットしながら雇用を創出していく持続可能な社会への変革戦略を掲げた。

2050年までに温室効果ガスの正味排出量ゼロをうたっており、2030年の削減目標を1990年比40%減から50%減に引き上げた上で、55%を目指す。

また復興基金として1.8兆ユーロ(約230兆円)を投じ、この内30%は気候変動対策に充てる計画である。使い捨てプラスチック賦課金やEU域外からの非低炭素製品に対する関税を導入し、独自の財源確保に努めるとしている。

フォン・デア・ライエン欧州委員長は「化石燃料に頼る経済は限界に達しており、クリーンなエネルギーを使う循環型の社会モデルに移行しなければならない」と強調している。



フォン・デア・ライエン委員長

### ①再エネ割合を大幅に引上げ

2021年7月EU欧州委員会は電源構成に占める再エネの割合を2030年に65%に引き上げる目標を打ち出した。現在の比率(2018年約33%)を倍増させる野心的な目標になっている。同時に発表したガソリン車の事実上の販売禁止や電気自動車(EV)のインフラ整備拡大、輸入品を対象にする「炭素国境調整措置」と併せ、世界の温暖化対策を先導し続ける狙いである。

### ②主な温暖化対策

- ・電源構成に占める再エネの比率を65%に(2018年33%)。
- ・ガソリン車、ディーゼル車、ハイブリッド車(HV)の販売を2035年に事実上禁止、電気自動車の充電設備を大量導入(2025年100万基)。
- ・「脱炭素」が不十分な国からの輸入品に課金する「炭素国境調整措置」の導入(2021年原案提示、2023年導入予定)。
- ・陸上輸送やビルからの温室効果ガス排出に「枠」を定める新たな排出量取引制度を創設。
- ・航空燃料への最低税率の設定。

### ③英国(COP26の議長国)は最も野心的な目標

2020年11月に「グリーン産業革命」を表明し、総額120億ポンド(約1.8兆円)の投資で25万人の雇用創出を計画している。その最大の目玉は洋上風力で、2030年までに発電量を4000万キロワットと現在の4倍に増やす計画である。

## 4. 日本政府の対応

2020年10月菅政権が発足、グリーン社会実現の一環として、2050年温室効果ガス実質ゼロを目指すと宣言した。12月に「グリーン成長戦略」を策定し14の産業分野の目標を掲げた(2021年7月に改定版を発表)。



菅総理大臣(当時)

### ①電力分野の脱炭素は大前提 —あらゆる選択肢を追求—

- ・再エネ … 洋上風力、太陽光、蓄電池、地熱産業を成長分野に
- ・水素発電 … 水素産業、燃料アンモニア産業を創出
- ・火力+CO<sub>2</sub>回収 … 火力は必要最低限、カーボンリサイクル産業創出
- ・原子力 … 依存度を低減しつつ、安全最優先での再稼働

### ②電力分野以外

- ・産業 … 水素還元製鉄など製造プロセスの変革
- ・運輸 … 電動化、バイオ燃料、水素燃料
- ・業務・家庭 … 電化、水素化、蓄電池 などから水素産業、自動車、蓄電池産業、運輸関連産業、住宅・建築関連物産業を成長分野に。

これらの戦略により、2050年に約290兆円、約1800万人の経済効果、雇用効果を見込んでいる。

またこれらの分野の研究開発を支える2兆円の基金創設を決めた。そして2021年4月の気候サミットで2030年度に2013年度比で46%削減すると上方修正し、それまでの26%削減を一気に引き上げた。

### ③温室効果ガスの排出量新目標の計画案

政府は2021年7月、温室効果ガスの排出削減に取り組む新たな「地球温暖化対策計画」の案を公表した。2030年度に2013年度比46%削減の目標に向け、産業部門の削減率を従来の7%から37%、家庭部門も同39%から66%に大幅に引き上げる計画である。

	分野	2013年度	30年度現目標	30年度新目標
エネルギー	産業	4.63	4.01 (7%)	2.9 (37%)
	業務	2.38	1.68 (40%)	1.2 (50%)
	家庭	2.08	1.22 (39%)	0.7 (66%)
	運輸	2.24	1.63 (28%)	1.4 (38%)
	転換	1.06	0.73 (28%)	0.6 (43%)
その他 (吸収含む)		1.73	1.15 (33%)	0.9 (52%)
合計		14.1	10.4 (26%)	7.8 (46%)

単位：億トン ( ) 内は13年度比削減率、「現目標」削減率は策定時資料から算出

## 5. 日本の主要都市の対応

### (1) 都道府県

#### ①地方公共団体における脱炭素化（ゼロカーボンシティへの取り組み）

地球温暖化対策の推進に関する法律では、都道府県及び市町村は、その区域の自然的社会的条件に応じて、温室効果ガスの排出の抑制等のための総合的かつ計画的な施策を策定し、実施するように努めるとされている。

こうした制度も踏まえつつ、脱炭素社会に向けて、2050年二酸化炭素実質排出量ゼロに取り組むことを表明した地方公共団体が一挙に増えている。

「2050年二酸化炭素排出実質ゼロ表明」自治体が、東京都・京都市・横浜市をはじめとして、432自治体（40都道府県、256市、10特別区、106町、20村。2021年7月30日時点）となっている。その結果表明自治体総人口は約1億1118万人となっている。

兵庫県は2020年10月26日、神戸市は2020年12月1日に表明している。

#### ②気候非常事態宣言自治体

地球温暖化に対する危機感を共有しようと、自治体などが「気候危機」や「気候非常事態」を宣言する例が相次いでいる。世界では1900以上の宣言があり、国内でも2020年11月の衆参両院を始め、90近い自治体や地方議会、団体などが宣言した。今後は宣言にとどまらず、具体的な行動にどうつなげていくかが課題である。

国内の自治体で初めて気候非常事態宣言をしたのは、2019年9月の長崎県壱岐市である。人口約2万6千人の離島で、温暖化が原因とみられる深刻な影響を受けている。宣言は「2050年までに市内で使うエネルギーを地元の再エネに完全に移す」とうたう。実現に向けて再エネ導入率を現在の約12%から30年度までに24%に引き上げる目標を掲げる。再エネと水素蓄電などの実証を進めており、経済性や安全性を確かめる。周辺海域での洋上風力発電による電気を島の外に送る構想もある。

### ③地域脱炭素ロードマップ

国内での脱炭素に向けた取り組みの柱が2021年6月に国・地方脱炭素実現会議で決定された「地域脱炭素ロードマップ」であり、これによると地域脱炭素は地域課題の解決につながる地方創成を目指し、今後5年間に政策を総動員し、全国100ヶ所以上の脱炭素先行地域づくりに向け、適用可能な最新技術による対策が集中的に実施される予定である。

## (2) 東京都

〈 2030 カーボンハーフ実現へ向け再エネ拡大と水素エネルギー普及を加速 〉

### ①再生可能エネルギー電力割合50%に

「ゼロエミッション東京戦略」の実現に向け、2030年までの今後10年間の「極めて重要」と東京都は位置づけている。2021年1月、行動を加速するマイルストーンとして、都内温室効果ガス排出量を2030年までに半減する“カーボンハーフ”の実現を表明した。

行動の加速を後押しする2030年目標の強化【5目標】		
	(現行目標)	
➤ 都内温室効果ガス排出量(2000年比)	30%削減	⇒ 50%削減
➤ 都内エネルギー消費量(2000年比)	38%削減	⇒ 50%削減
➤ 再生可能エネルギーによる電力利用割合	30%程度	⇒ 50%程度
➤ 都内乗用車新車販売	⇒ 100%非ガソリン化	
➤ 都内二輪車新車販売	⇒ 100%非ガソリン化(2035年まで)	

出典：ゼロエミッション東京戦略2020

目標達成に向けては、ビジネス、市民生活、都市づくりなどあらゆる分野の社会経済構造を脱炭素型に移行する再構築、再設計が必要となる。このため都では2021年3月“2030年カーボンハーフ”に向けて必要な社会変革の姿、ビジョンとして“2030・カーボンハーフスタイル”を提起した。そして「ゼロエミッション東京戦略」をアップデートした「ゼロエミッション東京戦略2020 Update-Report」を策定した。

「ゼロエミッション東京」の実現に向け、都では6つの分野で具体的な取り組みを進める。中でもエネルギーセクターでは「再エネの基幹エネルギー化」と「水素エネルギーの普及拡大」を目指すとしている。

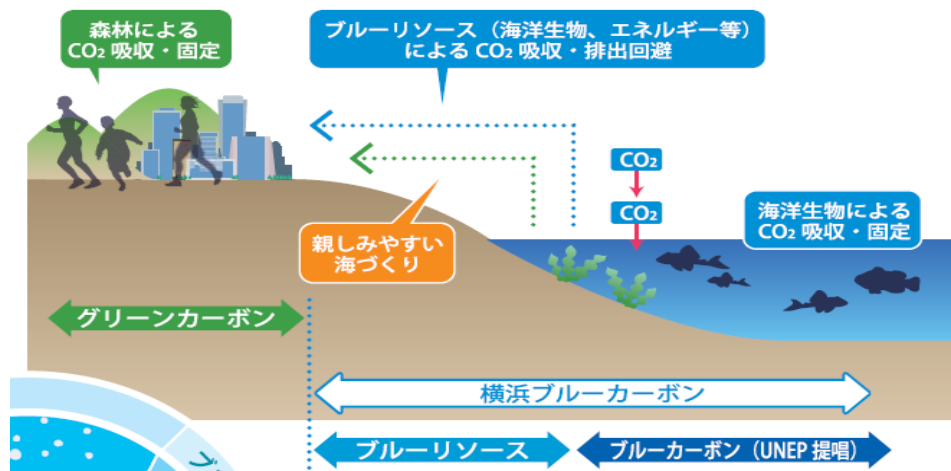
### ②供給と需要の両面で対策

- ・基幹エネルギー化に向けた取り組みには、民間ビジネスなどとも連携した、都内での太陽光発電設置や自家消費の拡大を目指していく。
- ・購入電気についても再エネ由来の電気を増やしていく。エネルギー有効利用制度など、建物に関わる都条例なども活用し、都市開発時や既存建物での電気や熱の再エネ利用、脱炭素化を更に促進していく。

## (3) 横浜市

横浜市では海洋資源を活用した温暖化対策プロジェクト「横浜ブルーカーボン」を推進している。

ブルーカーボンとは海洋に生息する海藻などの生き物によって吸収・補足される炭素のことで、森の緑と同じように、わかめなどの海の生き物もCO<sub>2</sub>の吸収・削減に貢献している。ブルーカーボンは2009年の国際環境計画（UNEP）の報告書で命名された名称。



横浜ブルーカーボンイメージ 出典：横浜市ホームページ

### ①横浜市独自のカーボンオフセットの取組み

市内企業・団体の「わかめ地産地消」「海水ヒートポンプの導入」「LNG燃料タグボートの導入」等によるCO<sub>2</sub>削減効果を活用し、世界トリアスロンシリーズ横浜大会の開催などで排出されたCO<sub>2</sub>のオフセット（埋め合わせ）を行っている。

### ②全国的な広がりへ

IPCC（気候変動に関する政府間パネル）もブルーカーボンによるCO<sub>2</sub>吸収を温暖化防止の重要な方策として期待している。

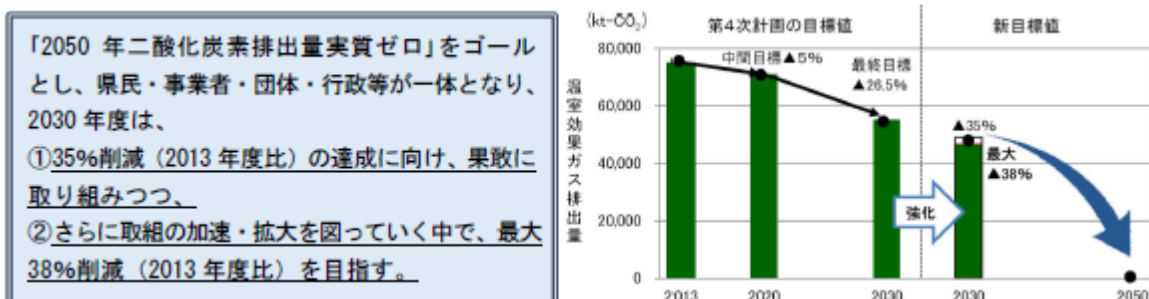
日本は海岸線が長くブルーカーボンによるCO<sub>2</sub>削減効果が期待できる分野であり、兵庫県・神戸市はじめ全国的な取り組みが期待される。

## （４）兵庫県

兵庫県は「2050年二酸化炭素排出量実質ゼロ」を目指し、2021年3月に「兵庫県地球温暖化対策計画」改定計画を発表した。

### ①温室効果ガス削減目標

持続可能な社会を次世代に引き継ぐため、長期的な将来像として「2050年二酸化炭素排出量実質ゼロ」の社会を目指すとともに、その実現に向け第4次計画で決めた2030年度の削減目標（基準年度：2013年度）を強化する。



出典：兵庫県農政環境部環境管理局

### ②再エネ導入目標

温室効果ガス削減及び回復力の向上や地域資源の有効活用のため、第4次計画で定めた

2030年度の再エネの導入目標を強化する。

再エネの発電量 70 億 KWH（再エネ比率約 17%）⇒80 億 KWH（再エネ比率約 22%）

### ③2030年度目標達成に向けた6方針に基づく削減策の取組み

- ・低炭素から脱炭素に向けた温室効果ガス排出削減
- ・再エネの導入拡大 ・地域循環共生圏の創出
- ・暮らしの中での省エネや資源循環
- ・豊かな森づくりなど森林等の保全と創造
- ・人材育成とグリーンイノベーションへの支援

## （5）神戸市

神戸市も 2020 年 12 月に「2050 年 CO<sub>2</sub> 排出実質ゼロ表明」を宣言した。従来からの「省エネ推進」、「再エネの促進」、「革新的技術開発の推進」、「六甲山系の森林管理」の強化推進に加えて、新たに「KOBE COOL CHOICE 活動」、「ブルーカーボンの活用」などに取り組んでいる。



出典：神戸市広報資料

### ①KOBE COOL CHOICE — 日々の暮らしの中の「選択」で地球にやさしい —

COOL CHOICE とは、環境省が中心になって進めている省エネ、低炭素型の製品・サービス・行動など温暖化対策に資する、また快適な暮らしにもつながる「賢い選択」をしていこうという取組みである。

KOBE COOL CHOICE を広く呼びかけるため、「家庭向け対策ポータル (KOBE COOL CHOICE マニュアル他)」、「事業者向けポータル」等を開設し普及活動をしている。

### ②ブルーカーボンへの取組み

2021 年 1 月には「ブルーカーボンフォーラム in 神戸」を開催した。神戸市長は、海底に CO<sub>2</sub> を貯留するのに必要とされる「海域における藻場の造成は大変魅力のあるテーマ」であり、大阪湾全体の取組みに広がることに期待を示した。さらに神戸市としては、「ブルーカーボンの視点を取り入れて、ため池の再生にもつなげたい」とも話した。また兵庫県も「ひょうごクリーンエネルギー・ブルーカーボン基金」の活動を始めている。

### ③世界エネルギー都市ネットワークに加盟

水素スマートシティ神戸構想に関連して、ポートアイランドでの「水素利用システム開発実証事業」など神戸市での先駆的な取組みが認められて、日本の自治体では初となる WECP\* とよばれる世界の自治体のネットワーク加盟が認められている。

\*WECP は『World Energy Cities Partnership』という、エネルギー業界の知識・ノウハウの共有やメンバー都市間のネットワーク形成を目的にしている世界のエネルギー都市(16 か国 20 都市) の自治体ネットワークである。

## 6. 日本の主な企業

日本の企業も温暖化対策に積極的に取り組むようになってきた。

世界では、再エネ 100%の事業運営を目指す RE100\*の動きが加速。日本でも多くの企業が再エネ 100%への挑戦を始めた。使用する電気を全て再エネに変えることを目標とする

RE100 の加盟企業が 2020 年 10 月 38 社、2021 年 6 月では 55 社に急速に増加している。

背景は投資家や株主が ESG (Environment : 環境、Social : 社会、Governance 企業統治) 投資を重視した行動を強め、リスクの大きな企業は敬遠されるようになってきた。

\*RE100 とは「Renewable Energy 100」のことで、事業活動で消費するエネルギーを 2050 年までに 100%再エネで賄うことを目標とする国際イニシアティブのこと。

#### ①セイコーエプソン

精密機器メーカーのセイコーエプソンは部品の仕入れ先等 1700 社と協力して、2030 年までに温室効果ガスの排出量を 2017 年度の半分に減らす目標を掲げた。

部品を作る段階から製品が使われるところまで調べた結果、自社以外での排出量が全体の 9 割近くを占めていたことから、約 1000 億円をかけて全体で取り組む方針にした。

政府目標の CO<sub>2</sub>削減達成に向けては、こうした取引先の中堅・中小企業を含むサプライチェーン全体で削減を図る動きもカギとなる。

#### ②イオングループ

イオンは 2050 年までに再エネ 100%を目指す脱炭素ビジョン 2050 を発表。

イオングループ全体で使用する電力は日本の総電力の約 1%、原発 1 基分に相当、店舗の壁一面に太陽光発電パネルを設置するなど、再エネを集めるため各地の電力会社と協力して進めている。



イオン藤井寺屋上の太陽光発電設備：  
出典：日経 BP

#### ③戸田建設

戸田建設は、「RE100」への加盟を発表し再エネ由来の電力の使用比率を 2040 年までに 50%、2050 年までに 100%とする計画。

長崎県五島市沖で、日本で初めて商用運転を開始した浮体式洋上風力発電事業に取り組むなど、洋上風力事業の拡大にも取り組んでいる。こうした洋上風力事業の拡大を目指すとともに発電した電力を自家消費に利用する体制構築にも取り組んでいる。



浮体式洋上風力発電 出典：戸田建設

#### ④ソニー

ソニーは「100%再エネ」に向けて日々の電力ニーズを再エネでカバーすることが、CO<sub>2</sub>排出量の削減につながり、これを達成するため、ソニーは「RE100」に加盟した。

ソニーは 2040 年に達成することを目標に掲げており、他の企業と共にこのような取り組みを推進することで気候変動を抑える動きに勢いを生み出したいと考えている。

#### ⑤パナソニック

パナソニックは、事業活動で使用する電力を 100%再エネにすることを目指す「RE100」に加盟し、2050 年までに使用する電力を 100%再エネに切り替えるとともに、CO<sub>2</sub>排出ゼロのモノづくりを目指す。

#### ⑥楽天

楽天は国際イニシアティブ「RE100」へ加盟、2025 年までに自社の事業活動で使用する電力を 100%再エネにすることを目指している。



## 第4章 水素エネルギー社会の実現

水素エネルギー社会とは社会を支えるエネルギー源を現在の化石燃料や原子力ではなく、CO<sub>2</sub>を全く排出しない水素をエネルギー源として日常生活や産業活動に利活用する社会のこと。水素エネルギー時代は、持続可能な人類の産業や社会の発展を可能にするものであり、また「青い地球」を守るために水素や燃料電池を活用する水素社会の構築を目指す新エネルギー革命ととらえることができる。



水素社会のイメージ図 出典：環境省

### 1. 世界の動向

#### (1) EU (欧州)

EUは2020年7月欧州委員会が「欧州の気候中立に向けた水素戦略」を発表。2030年には再エネから製造する水素の生産量を1000万トン（日本は2030年に30万トンが目標）の目標を設定した。

また2050年までに風力や太陽光などの再エネ利用の「グリーン水素」へ1800億～4700億ユーロ（約22～57兆円）の投資、新たに100万人分の雇用をうみ出す。

欧州の各企業は水素エネルギーの活用を経営計画に積極的に組み入れ、官民を挙げ水素社会への取り組みが加速している。

##### ①イギリス

イギリス政府は2050年に温暖化ガス排出を実質ゼロにする目標のもと、ガス大手カデント\*は、2021年～2026年の中期計画で、水素ガス供給網の構築・整備を進め、2050年の目指す姿として、水素ガスの供給量が天然ガスを上回り、水素混合ガス、バイオマス合成天然ガスなどの供給が柱になるという計画を描いている。

\*カデント；イギリスの半数近い1100万世帯と多くの企業にガスを供給

##### ②ドイツ

2021年2月ドイツ連邦政府が水素戦略の原案を発表した。2050年温室効果ガス排出ゼロの達成に水素が大きな役割を果たすことが認識され始めた。

鉄道網の40%を占めるディーゼル区間での脱炭素化を目指し、既に2両編成の水素列車が2018年9月より商業運転を開始、2021年までに14両編成が導入される予定。一度の充填で1000kmの運行が可能。充填ステーションは1か所で十分である。



出典：Wedge2021年8月号

中・長期的な大規模水素輸入に向けたサプライチェーン実証プロジェクトを実施する他大型FCトラック向けの水素充填インフラ構築を支援する。

##### ③オーストリア

オーストリア政府は、2030年までに全ての電力を再エネで生産する。2040年までに

カーボンニュートラルを実現するという野心的な目標を持ち、とりわけ水素の利活用は不可欠な要素と位置付けている。

2020年1月、政府の主要課題の1つとして“脱炭素”を挙げ、その実現に必要な不可欠な要素として水素を位置付け、「オーストリアを世界一の水素国家にする」という目標を公約にしている。

### (3) 中国

2020年9月の国連総会演説で、2060年にカーボンニュートラルを目指すと発表。中国ではクリーンエネルギーとしての水素が注目されており、水素燃料電池自動車（FCV：Fuel Cell Vehicle）や水素ステーション導入の計画が進んでいる。中国自動車エンジニアリング学会のロードマップでは、2035年までにFCV約100万台、商用車を水素動力にモデルチェンジするなどの目標を掲げている。

日本・アメリカ・欧州・韓国などの外国企業との提携を活発に進め、燃料電池システムの開発水素ステーションと水素生産設備の建設などを強力に進めている。

水素エネルギー産業の規模は2025年には1兆元（約16兆円）、2035年には5兆元（80兆円）になると民間の水素エネルギー連盟が発表。

広東省仏山市では路線バスに燃料電池バスが走る。電気自動車に比べて充填時間が短く、走行距離も長いと運転手に好評。現在11台を2020年中に400台に増やす計画。



出典：BS1 ワールドウォッチング

## 2. 日本・主要都市の動向

### (1) 脱炭素と水素社会に向けての国の取組み

2014年6月資源エネルギー庁がまとめた「水素燃料電池戦略ロードマップ」を発表した。このロードマップでは水素社会への道筋を3段階に分けて考えている。まず2020年代前半までの時期を「フェーズ1」として「水素利用の飛躍的拡大」の時期と位置づける。すでに普及が始まりつつある家庭用燃料電池（エネファーム）や燃料電池自動車の活用を広げるとともに世界に先行して水素・燃料電池分野の市場を獲得するとしている。

続いて2020年代後半から2030年代にかけての時期を「フェーズ2」とし、「水素発電の本格導入」と「大規模な水素供給システムの確立」を目指すとしている。この期間では水素需要をさらに拡大しつつ水素の由来を「未利用エネルギー」に広げていく。そして二次エネルギーとして従来の「電力」と「熱」に水素を加え新たな二次エネルギー構造を確立するとしている。

そして2040年頃以降の「フェーズ3」ではトータルでのCO<sub>2</sub>フリー水素供給システムの確立を目指すとしている。

水素は多様な資源から製造できるため、国内での製造や海外からの資源の調達先の多様化を通じ我が国のエネルギーの供給、調達リスクの低減に資するエネルギーである。また水素は再エネによる水の電気分解や、化石燃料と二酸化炭素の貯留・再利用技術と組み合わせることでカーボンフリーなエネルギーとして活用可能なエネルギーである。多くの国

がカーボンニュートラル実現に向けて動き出す中、発電・輸送・産業といった幅広い分野の脱炭素に資する。2050年カーボンニュートラル実現に向けた「鍵」であり、日本は水素社会実現に向けて、水素を「つくる」「はこび」「ためて」「つかう」取り組みを世界に先駆けて推進している。

SGS（神戸シルバー大学院）での学長講義で取り上げられた「未来産業の本命」の中で、洋上風力発電と、もう一つの脱炭素の本命「メタネーション」があった。

CO<sub>2</sub>と水素で都市ガスを作る「メタン」活用に業界が本腰。製鉄所などから出る“濃いCO<sub>2</sub>”を水素と合成してメタンをつくり既存のガス管で家庭などに送る仕組みづくりが急ピッチで進んでおり、政府も支援に力を入れている。

## （2）東京都

### ①水素が灯す聖火の炎

東京2020オリンピック・パラリンピック競技大会が1年延期後開催された。聖火の炎は国を挙げて水素社会を目指していく決意の象徴であり、東京から世界へのメッセージでもあった。

#### ◆福島県浪江町の水素の活用先

- ・聖火台及び聖火リレートーチの一部
- ・FCV&FCB 大会関係車両約500台、都営バス70台
- ・選手村、宿泊等の一部、晴海ふ頭公園選手休憩施設
- ・選手村隣接地の水素ステーション

\*ENEOSは大会関連施設53施設に再エネ由来の電気を供給し、そのうち49施設には全て再エネ電気を供給した。

選手村跡地は、大会後も本格的な水素インフラを備える国内初の住宅分譲街区「HARUMI FLAG（晴海フラッグ）」が整備される（面積 約18ha 23棟 5650戸）。

### ②ゼロエミッション東京戦略

2050年に向けてのマイルストーンとして2030年の目標を設定。戦略6分野中、エネルギーセクターで「水素エネルギーの普及拡大」、都市インフラセクター（運輸編）で「ゼロエミッションビークルの普及促進」と水素エネルギー取組みを最重視している。

#### 【2030年目標】

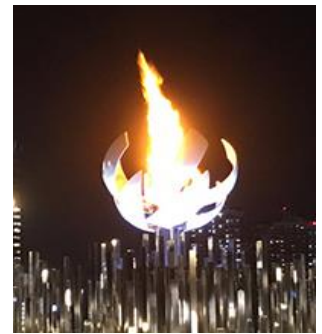
- ・家庭用燃料電池100万台。業務・産業用燃料電池3万kw。
- ・ゼロエミッションバス300台以上(2020.12末84台)・小型路線バス新車販売原則ZEV
- ・乗用車新車販売ZEV比50%（2020.12末FCV935台）
- ・水素ステーション150ヶ所（2020.12末21ヶ所） ・急速充電器1000基

### ③連携事業への取組み

- ・NEDOとの基本協定の締結（2020）
- ・企業と連携した「東京水素イニシアティブ」会議開催（2020）
- ・CO<sub>2</sub>フリー水素活用に向けた連携（福島県・産総研2016）
- ・燃料電池ゴミ収集車運用事業（早稲田大学・港区2020～）

## （2）川崎市

川崎市では「水素社会の実現に向けた川崎水素戦略」を推進している。



夢の大橋聖火台 出典 NHK

- ・戦略1. 水素供給システムの構築【入口】
- ・戦略2. 多分野にわたる水素利用の拡大【出口】
- ・戦略3. 社会認知度の向上【ブランド力】

3つの基本戦略のもと8つのリーディングプロジェクトを進めている。

#### ①水素サプライチェーン構造モデル

有機ケミカルハイドライド法を活用した水素サプライチェーンの構築実証。

これらは2020年12月25日をもって所期の目的を達成して無事に運転を完了した。

#### ②水素BCP（非常時の防災用対応向け）モデル

再エネから水素を「つくる」「ためる」そして燃料電池で「つかう」ところまでワンストップで行う新しいエネルギー供給システムの実証事業を実施。



川崎水素抽出プラント 出典:AHEAD

#### ③鉄道駅におけるCO<sub>2</sub>フリー水素活用モデル

JR南武線武蔵溝ノ口駅に自立型水素エネルギーシステムを導入、駅舎の太陽光パネルの電力から水素を製造しタンクに貯蔵、燃料電池により電力を供給。

#### ④地域循環型水素地産地消モデル

使用済みプラスチックから低炭素水素を製造し、パイプラインで川崎スカイフロント東急REIホテルへ供給し、ホテル全体の約30%のエネルギー量をカバーする。

#### ⑤燃料電池フォークリフト導入・クリーン水素活用モデル

風力発電の電力から低炭素水素製造し、貯蔵・圧縮するシステムを整備、簡易水素充填車により燃料電池フォークリフトで使用する実証事業を実施した。

#### ⑥パッケージ型水素ステーションモデル

水素製造装置、充填設備、ユーティリティ設備等のパッケージ化により整備費用削減と工期短縮を実現するパッケージ型水素ステーションの実証事業を実施した。

#### ⑦CO<sub>2</sub>フリー水素充填・フォークリフト活用モデル

事業所内での再エネを用いた水素ステーションとフォークリフトの導入を進め、中規模オンサイト型充填基地のモデルとしてのシステム化を目指している。

#### ⑧ハイブリッド車両（燃料電池）試験車両

水素を用いて燃料電池と蓄電池の組合せで電車を走行させる（JR東日本）実証試験を推進中で、2021年度の開始を目指している。

### （3）大阪市 万博での水素利用プロジェクト

大阪府は大阪府、堺市と共同で「H2 Osaka ビジョン」推進会議を運営しており、2020年8月に、「万博において展開したい水素利活用策／プロジェクト」を4分野ごとに取りまとめ、実現に向けて推進中である。

そして国も、グリーン成長戦略の中で、i) 大阪・関西万博を契機に、「日本は課題解決先進国」として、持続可能な社会を国際社会とともに推し進める。ii) 万博会場を「People's Living Lab」として新たな技術やシステムの実証の場と位置付けて、積極的に支援を進めている

## 大阪・関西万博での水素の利活用策/プロジェクトの提案一覧

利活用策/プロジェクト提案		内容
提案項目	番号	
【提案1】 CO <sub>2</sub> フリー水素	①	海外で製造するCO <sub>2</sub> フリー水素の活用
	②	下水汚泥や生ごみから製造するCO <sub>2</sub> フリー水素の活用
	③	多様な先進技術を活用した水素の地産地蓄地消
【提案2】 水素を用いたモビリティ	①	万博会場と主要駅等を結ぶ自動運転FCバスの走行
	②	万博来場者の海上輸送・観光用としての水素船の運航
	③	万博会場内でのゼロエミッショントレインの走行
【提案3】 CO <sub>2</sub> ゼロエミッションシステム	①	万博会場から排出される廃棄物由来の水素利活用
	②	液化水素の冷熱利用
	③	万博会場への水素・太陽光・蓄電池等を組み合わせたCO <sub>2</sub> フリー電力の供給
	④	万博の玄関口となる3空港のパピリオン化（水素を活用した空港オペレーション）
【提案4】 革新的技術 (展示等)	①	水素を燃料に走行する月面探査機
	②	メタネーションにより生成したカーボンニュートラルメタンの活用
	③	業務用燃料電池による農業トリジェネレーション

出典：H2 Osaka ビジョン推進会議

### （4）福島県浪江町

#### ①NEDO と基本協定（2020年10月26日）

この協定に基づく初の取り組みとして、浪江町が「道の駅なみえ」に設置した純水素型燃料電池に「福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）」で製造した水素を供給し、11月から施設内の一部に電力供給および熱供給を2022年3月31日まで行う。

NEDOでは浪江町に再エネを利用した世界最大級の水素製造施設「福島水素エネルギー研究フィールド（FH2R）」を建設し、低コストでクリーンな水素製造技術の確立を目指している。一方で浪江町は、2017年3月に策定した「浪江町復興計画【第二次】」で、「エネルギーの地産地消の実現と新しい産業の創出」を目指すとともに、2020年3月5日には、2050年二酸化炭素排出実質ゼロを掲げる「ゼロカーボンシティ宣言」を行い、水素社会実現の先駆けとなるまちづくりに向けた取り組みを進め、水素の利活用や水素の普及拡大を推進している。



福島水素エネルギー研究フィールド

出典：NEDO

#### ②住友商事と連携協定を締結（2021年1月25日）

「世界が真似したくなるエネルギーシフトを、浪江町から」をコンセプトに、「水素エネルギー」を活用したまちづくりなどに関する連携協定書を締結した。

2011年の東日本大震災と原子力発電所事故で甚大な被害を受けた浪江町では、道路等の復旧や生活環境を含めた復興は徐々に進捗しているものの、町内居住人口は震災前の1割程度にとどまっている。同町が持つ恵まれた自然や歴史・文化と復興の取組みとして進められている先端的な産業創出や様々なチャレンジと、住友商事の持つ多様な分野の専門的・技術的知見を有する人的資源や情報網との協働により、様々な関係者と共に、持続可能で賑わいのあるまちづくりを目指している。

住友商事は同協定を通じて、新たな生活様式の中に新エネルギーを位置付け、水素など分散型クリーンエネルギーを活用したまちづくりを浪江町からスタートし、「Fukushimaモデル」として日本と世界に発信していく戦略である。

## (5) 北九州市

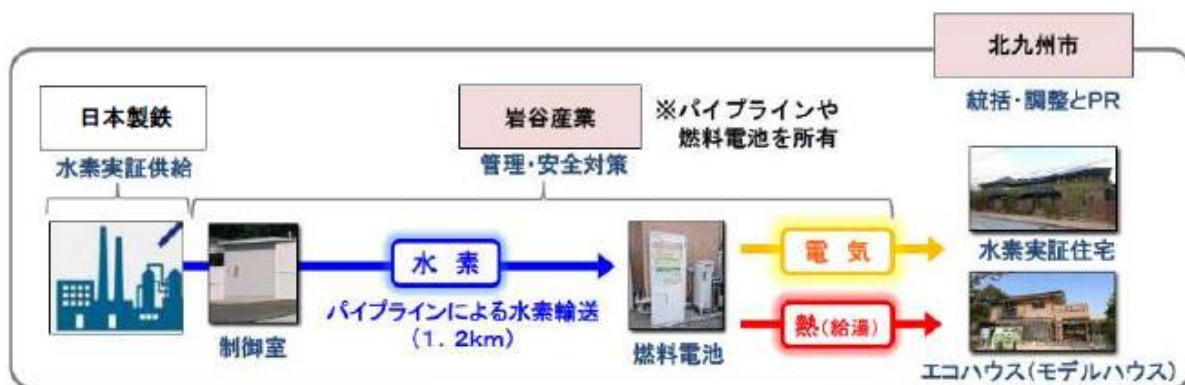
北九州市では水素社会実現に向けて、2018年7月から北九州水素タウンの取り組みの再始動が始まり、超低炭素社会を実現するイノベーションと次世代エネルギー拠点の形成に向け、東田・響灘地区の拠点を活用し水素エネルギーの活用推進に取り組んでいる。

### 3つの柱による取組み

- ・東田地区での「水素タウンにおける実証・PR 拠点化」
- ・響灘地区での「CO<sub>2</sub>フリー水素の製造、供給拠点化」
- ・市域全体での「燃料電池自動車や水素ステーション等の普及」

#### ①東田地区での水素タウン実証

東田地区において、日本製鉄九州製鉄所八幡地区より水素供給の協力を得て、1.2kmのパイプラインを通して、水素実証住宅及び環境ミュージアムのエコハウスの燃料電池に水素を供給し、電気や熱（給湯）として利用する。



出典：北九州市環境局

#### ②響灘地区 CO<sub>2</sub>フリー水素製造・供給の拠点化（環境省実証事業 2020～2022）

多様な再エネの余剰電力を効率的に調達し、また安価に水素を製造し、広域的に供給する実証事業を進めている。そして将来的に主に3つのことを目指している。

- ・響灘地区の港湾施設のポテンシャルを活かし、海外から安価な水素を輸入し、九州を中心とした広域エリアへの供給をおこなう。
- ・風力発電の余剰電力を活用することで再エネの不安定性を吸収し、風力発電の大規模導入を支えるとともに、大規模なCO<sub>2</sub>フリー水素の製造を行う。
- ・市内企業に水素エネルギーを供給し、産業の脱炭素化を支える。

### ③北九州水素タウンにおける各種実証事業

- ・普及型燃料電池実証試験（水素燃料電池実証住宅） 岩谷産業
- ・水素ガス不純物分析計実証試験（北九州エコハウス） 矢部川電気工業・九州大学
- ・水素センサーによる漏洩監視システムの開発 岩谷産業・九州計測器
- ・超音波式水素ガスメーターの実証試験 愛知時計電機
- ・高濃度低圧水素用ステンレス配管システムの開発 オーエヌ工業

## 3. 兵庫県・神戸市の動向

### （1）兵庫県の取組み

兵庫県は2019年3月に「兵庫水素社会推進構想」を策定し、水素社会の実現に向けた取り組みの方向性を提示した。その概要を以下に示す。

#### ①短期的取組み ～2025年水素利活用の拡大、社会への普及を図る

- ・FCモビリティ（FCV,FCバス等）の普及促進
- ・燃料電池（家庭用、業務・産業用）の普及促進
- ・水素関連分野の技術開発や新たな事業創出等への支援

#### ②中長期的取組み ～2030年 水素大量消費時代を見据えた対応を図る

- ・低コストの水素利用の実現
- ・水素受け入れ基地の誘致。海外未利用エネルギーから水素を製造し日本へ輸送する国際水素サプライチェーンの拠点となる水素受け入れ基地を県内に誘致する（姫路港）。
- ・水素受け入れ港としてのポテンシャル、水素需要の見込める火力発電所が近接している事より姫路港を候補地として誘致を図る。
- ・水素発電の導入。関係機関との連携により国内初の事業用水素発電の実現に向けた研究・取り組みを推進する。

播磨臨海部の火力発電所・LNG基地の立地状況マップ



#### ③水素社会の実現 ～2050年 県として目指す水素社会の姿

- ・環境に優しい低炭素な社会
- ・快適で安心な暮らしが守られている社会
- ・産業や地域が活性化している社会

## (2) 神戸市の取組み

神戸市では、他都市に先駆けて「水素スマートシティ神戸構想」を掲げ、民間企業が進める技術開発への支援や市民の身近な分野での利活用拡大への取り組みを推進している。

### ①燃料電池の利活用促進

- ・家庭用燃料電池（エネファーム）の普及促進
- ・燃料電池自動車（FCV）の普及促進

### ②水素ステーションの整備促進

### ③先駆的な水素エネルギー利用技術開発事業の推進

神戸市では、水素の利用を図るため、水素を「つくる」「運ぶ」「貯める」「使う」までのサプライチェーン構築に向け次の2つの世界初の実証事業が行われている。

- ・海外から液体にした水素を船で運ぶ実証（水素サプライチェーン構築実証事業）

- ・水素からつくった電気と熱を、街中に供給する実証（水素エネルギー利用システムの開発実証）

### ④地元中小企業の水素産業への参入促進

- ・神戸水素クラスター勉強会の運営支援
- ・試作品の開発支援
- ・水素関連技術者の育成支援

#### 液化水素荷役基地（神戸空港島）



出典：川崎重工業

## 4. 日本の主な企業の動向

### (1) 岩谷産業株式会社

1930年工業用ガスの商店として創業、元々は工業用ガスを販売し酸素をつくる時に水素も出てくるので、放っておくのも勿体ないということで、産業用で水素の販売を始めたのが1941年、80年の歴史を持つ。創業者は、「水素は将来エネルギーになっていく」「そのうちに水素で飛行機が飛ぶぞ」と水素はエネルギーになるという考え方をしていた。現実には2035年には水素で飛行機が飛ぶ計画が発表されている。

水素は気体で-253℃にすれば液体になり、体積は1/800になる。-253℃までにするには莫大な電気代がかかる。そこで同じ工場で使われている低温ガス液化天然の-162℃という冷熱と一緒に活用してエネルギーを効率的に使用することで水素を液体にしている。ガスで-162℃にしてから電気で冷やすことで製造コストを大幅に削減した。

水素はロケットに使われているだけでなく、燃料電池車は水素と酸素で化学反応させて電気をつくり車を走らせる究極のエコカーとして注目されている。

全国で燃料を補給する水素ステーションは2021年6月現在、167か所あり、その内岩谷産業の水素ステーションは38か所ある。

「水素は危険だと言われることがあるが、正しくルールに従って使えば、油も都市ガスも皆同じで、危険は100%絶対ないと言えないが、事故を起こさない為にルールと法律を守



って使えば事故は起こらない。今水素のエネルギーとしての創成期になり絶対事故を起こすようなことがあってはならない」と岩谷産業は述べている。

水素が安くできれば家庭用の電気・空調・給湯が安くなる可能性がある。北九州で水素の実証実験を実施中。今後水素を配管で都市ガスのようになることを考えている。

水素エネルギーへの鍵は「液化水素」にあり、岩谷産業は水素のクリーンエネルギーとしての可能性に着目し、大量輸送が可能な液化水素のパイオニアとして新市場を開拓している国内で唯一の液化水素製造のメーカーである。

## (2) 水素の大量消費のため「3種の水素エネルギーキャリア」に取り組む企業

### ①液化水素 一川崎重工業 等一

・すいそふろんていあ&Hy touch 神戸

川崎重工業は 2020 年 12 月技術研究組合 CO<sub>2</sub>フリー水素サプライチェーン推進機構 (HySTRA) 向けに、世界初の液化水素荷役実証ターミナル「Hy touch 神戸」を納入した。ここには、-253°C の超低温で体積を 1/800 にした液化水素を長期間安定して貯蔵する球形のタンクが設置されておりその容量は 225 m<sup>3</sup>を誇る。



すいそふろんていあ号と水素基地

「すいそふろんていあ」と名付けた実験用の船の内部を 2020 年 5 月に報道公開された。全長 116m「巨大な魔法瓶」のようなタンクを備え、-253°C の液化水素 75 トンを運べる。空港島には船から液化水素を取り出す設備や陸上タンクを備えており、豪州からの初めての液化水素を 2021 年度に運び込む予定である。

また 2050 年時点で国内の発電量の 1 割を水素とアンモニアで担うことを国は予定しており、その時点での水素導入量は約 2 千万トン。2020 年の約千倍にあたる。川崎重工は半分近い 900 万トンを自社の船 80 隻で運ぶことを計画している。

・再エネ由来の水素への取り組み

また川崎重工業は、豪州の Fortescue Metals Group、岩谷産業と、再エネ由来の液化水素サプライチェーンの事業化に向けた検討も始めている。

### ②有機ケミカルハイドロイド 一千代田化工建設 他一

千代田化工建設は 2021 年 2 月、海外から輸送した水素を国内での電力供給に利用することを目指す世界初の「国際間水素サプライチェーン実証」が 2020 年 12 月 25 日をもって、所期の目的を達成して無事に運転を完了したと発表。この実証は、千代田化工建設、三菱商事、三井物産、日本郵船が組合員企業として参加する、次世代水素エネルギーチェーン技術研究組合 (AHEAD) が、新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成を受けて実施してきたものである。



ブルネイ～川崎サプライチェーン図

出典：川崎市水素戦略

実証では、水素供給国 (ブルネイ) にて水素から生成したメチルシクロヘキサン

(MCH) を海上輸送し、水素需要国（日本）で水素を供給するところまでの水素サプライチェーンを、世界で初めて国際間水素大量輸送、供給実証（10 か月間の運用で 100 トン超）を、安全かつ安定的に達成した。

この結果、千代田化工建設の「SPERA 水素 (R) \*」技術を用いた水素サプライチェーンの商業規模へのスケールアップの可能性も確認できている。なお、SPERA 水素 (R) 技術は「有機ケミカルハイドライド法」により水素の貯蔵・輸送を行うものである。

\* 「SPERA 水素 (R)」は千代田化工建設が開発した水素技術の商標登録名で、SPERA はラテン語で「希望せよ」の意味。この技術によって世界中の人々によりよい未来を希望してもらいたいという願いで名付けられた。

### ③アンモニア ー日揮グループ・IHIー

水素と並んで注目されているのはアンモニアの利用拡大である。アンモニアは水素分子を含む物質であり、輸送技術の確立しているアンモニアに変換し、利用する場所で水素に戻すことができる。アンモニアは燃焼しても CO<sub>2</sub> を排出しないので、石炭火力に混ぜて混焼することでも CO<sub>2</sub> の排出抑制が可能で、20%混焼の実証試験は終わっており、アンモニア専焼法も検討されている。

i) 日揮グループは、産業技術総合研究所と共同で太陽光発電由来の電力を用いた水電解による水素製造、低温・低圧でのアンモニア合成、アンモニアガスタービンによる発電（47kW）という、グリーンアンモニアのバリューチェーンの実証に世界で初めて成功している。

再エネ由来の電力で製造するグリーンアンモニアだけでなく、化石燃料からアンモニアを製造し、副生する CO<sub>2</sub> の排出を CCS など抑制するブルーアンモニアも、将来的な利用拡大が見込まれている。日揮グループは、日本エネルギー経済研究所とサウジアラビア・オイル・カンパニーが推進する、サウジアラビアにおけるブルーアンモニアの日本に向けた供給ネットワークの実証試験へ参画し、普及に向けて推進している。

ii) IHI は、オーストラリアのクイーンズランド州営電力会社である CS Energy 社と共同で、同社が所有するコーガンクリーク発電所の隣接地に設置する太陽光発電から水素を製造・販売する「コーガン水素実証プロジェクト」の事業化に向けた検討（以下「FS」）を開始している。コーガン水素実証プロジェクトは、太陽光発電・蓄電池・水電解装置・燃料電池を有する実証プラントによって、太陽光の再エネからカーボンフリー水素を製造し販売するとともに、余剰の再エネを電力市場に販売することを目指すものである。FS では、エネルギーマネジメントシステム設計や水素市場の検証などを行うことで、プロジェクトの事業性を評価し、評価後に実証プラント建設および運用も目指している。

## (3) 利活用の分野で取組む企業

### ①水素バリューチェーン推進協議会

水素社会の実現を推進する協議会が、2020 年 12 月に設立され、2021 年 5 月、226 社団で第 1 回総会が開催された。

中心になるのは、岩谷産業や ENEOS、川崎重工業、関西電力、神戸製鋼所、東芝、トヨタ自動車、三井住友フィナンシャルグループ、三井物産である。水素エネルギーの需要創出や、スケールアップと技術革新によるコスト低減、事業者に対する資金供給といった

課題解決に向けた横断的な団体として、同協議会を運営していく。

日本国内での水素の活用は、燃料電池車（FCV）だけでなく、鉄道や海運など様々な分野で進められている。FCVは商用車の開発が活発であり、トヨタ自動車と日野自動車が燃料電池（FC）大型トラックを共同開発する他、いすゞ自動車と本田技術研究所もFCをパワートレインとした大型トラックを共同研究する。トヨタと日野が開発するFC大型トラックは、2022年春頃からアサヒグループホールディングスとNEXT Logistics Japan、西濃運輸やヤマト運輸、トヨタの物流業務で使用しながら走行実証を行う計画も進んでいる。

## ②鉄道車両への取組み

JR 東日本、日立製作所、トヨタ自動車は連携して「水素を燃料とする燃料電池と蓄電池を電源とするハイブリッドシステムを搭載した試験車両『FV-E991系』の開発を進めている。燃料電池自動車を実用化したトヨタと、鉄道の最新技術に長けたJR東日本が業種の垣根を越えて「環境に優しい新型電車」をつくる。2022年3月ごろから鶴見線、南武線尻手支線南武線で試験走行を行う計画である。愛称は「HYBARI」（ひばり/Hydrogen-HYBrid Advanced Rail vehicle for Innovation）。



燃料電池車試験車両

出典：JR 東日本

## ③海運もゼロミッションに取組む

日本郵船、東芝エネルギーシステムズ、川崎重工業、ENEOS、日本海事協会の5社は2020年9月に「高出力燃料電池搭載船の実用化に向けた実証事業」を開始した。

水素で発電する燃料電池を船舶で使用し、温室効果ガス排出削減に取り組む。この事業は、2020年9月～2025年2月末の5年間をかけて取り組む予定。

2020年は実行可能性調査に充てられ2021年から燃料電池船の基本設計に取り掛かる。2022年からシステムや設備の製造、2023年から実証船の建造が、それぞれ始まる。実証船の竣工は2024年6月を予定しており、その後半年をかけて実証運航を実施する計画である。

### 実証の対象船舶

商業化への汎用性・開発コスト・技術的観点から、**中型観光船**を実証船型に選定。

船種	中型観光船
旅客定員	100人程度
全長	約25m
幅	約8m
総トン数	約150トン相当
燃料電池出力	約500kw相当
燃料方式	液化水素を視野に検討

※仕様は初年度検討用の参考値



※図はイメージです。

出典：日本郵船

## ④発電分野での取組み

### i) 大林組・川崎重工業 等の取組み

大林組や新エネルギー・産業技術総合開発機構、川崎重工業は、水素発電の発電効率向上とNOxの排出量削減を目的に、2020年5月から実施したドライ燃焼方式による水素専焼発電の技術実証試験に成功した。新技術によるガスタービンと排熱回収ボイラーを組み合わせたコージェネレーションシステムからは、約1100Kwの電力と約2800Kwの熱エネルギーを周辺の公共施設へ供給可能である。

実証試験は2020年度末まで断続的に行われ、水素発電の安定運用や発電効率、環境負

荷低減効果などの性能が検証される。

この技術実証と併せて、近隣施設で利用する熱・電気を統合管理し、経済性や環境性の観点から、最適に制御するための統合型エネルギーマネジメントシステムの実証を行い、将来の事業性の評価を行うことになっている。



ドライ低 NOx 水素専焼タービン実証プラント 出典：大林組

## ii) 三菱パワーによる取組み

三菱パワーは 2020 年 3 月、米国ユタ州で水素焚きの大型ガスタービンコンバインドサイクル発電設備を初めて受注した。最新鋭のガスタービンを中核とした 84 万 Kw 級の設備で 2025 年に水素 30%の混焼で運転を開始、2045 年までに 100%の専焼運転を目指す。

今回受注したのは、ユタ州の独立系発電事業者インターマウンテン電力が計画する設備で、三菱パワーは水素焚きガスタービン技術を適用した 2 基を中核に納入する。発電所は、州都ソルトレークシティ南西の石炭火力発電の更新に伴って建設され、電力はカリフォルニア州とユタ州へ供給する。

ユタ州では岩塩坑に水素を貯蔵するプロジェクトが進められており、太陽光や風力による電力で水を電気分解して水素を製造・貯蔵する事業で、「先進的クリーンエネルギー貯蓄事業」と呼ばれている。三菱パワーは再エネ由来で世界最大級となる 100 万 Kw のエネルギー貯蔵施設の開発を目指すとしている。

## ⑤航空機分野での取組み

2020 年 9 月、エアバス社が 2035 年までにゼロミッション航空機の実用化を目指すとして、3 種類のコンセプト航空機を発表した。

経済産業省では現在、NEDO 事業を通じて、加工性に優れた炭素繊維複合材や、エンジンの効率化、航空機向け蓄電池や電動化に関する技術開発を推進しており、近日中に「次世代航空機の開発」プロジェクトを公募する予定である。

機体全体の開発は欧米 OEM（オリジナル・イクイップメント・マニュファクチャ）メーカー



欧米 OEM メーカー発表将来機  
出典：経済産業省

が主導しており、我が国としては、支援を開始している軽量化や電動化技術に加え、水素航空機のコアとなる技術開発を強力に後押しし、競争力強化を目指す考えである。

日本の航空機関連メーカーは、これまで培ってきた技術を強みとし、次世代航空機への参入を目指している。これらの技術は、海外の航空機 OEM から注目されている。航空機分野のカーボンニュートラル実現に向けて、特に注目されている技術が、水素、機体の軽量化、航空機の電動化である。

川崎重工業は、米国の航空機 OEM のボーイング社と国際共同開発のパートナーとして機体の開発・製造に携わっており、また JAXA 種子島宇宙センターに設置した液化水素貯蔵タンクは、30 年以上にわたる実績を積み重ねてきた。水素技術と航空機技術の知見を同時に有する企業は限られており、同社に寄せられる期待は大きい。

## 第5章 フィールドワーク

### 1. 液化水素運搬船及び液化水素受入基地見学

川崎重工業・神戸工場で液化水素運搬船が進水式を終えて建造中であり、また水素受入基地が空港島に建設中であることからフィールドワークを行った。

・日時；2020年2月20日 13:00～16:00。2021年2月25日 10:00～12:00

#### (1) 水素サプライチェーン構築

- ・オーストラリアで褐炭から水素を製造、液化\*して船で日本（神戸）まで運搬。
- ・①褐炭のガス化技術は電源開発、②液化水素の大量輸送技術は川重、③荷役技術は川重と岩谷産業がそれぞれ技術開発して推進。

\*液化；-253℃の極低温にすることで気体から液体に変わり体積が800分の1に縮小。

#### (2) 液化水素運搬船 「すいそ ふろんていあ号」

- ・場所：川崎重工業(株)神戸工場で停泊中を視察（神戸市中央市場南側）。
- ・船の概要：全長116m、幅19m、8,000ト級、タンク容量1,250kl。
- ・運用予定：2021年度中に実証実験、日豪間を往復。2030年頃に商用化の計画。

#### (3) 液化水素受入基地

- ・場所：神戸空港島の北東部1万㎡（神戸液化水素荷役実証ターミナル）。
- ・概要：液化水素貯蔵タンク（2,500kl、直径19m）、ローディングアームシステムBOGホルダー、BOG圧縮機等から構成。



すいそ ふろんていあ号をバックに



液化水素受入基地とすいそふろんていあ号

### 2. 水素バス乗車と水素ステーション見学

姫路市において2021年4月より運行開始の燃料電池バスの試乗及び水素ステーション見学のため4月～8月、メンバーが数回に分けて、フィールドワークを実施した。

#### (1) 燃料電池バス試乗

水素バス（燃料電池バス）は、西日本で初めて運行され、JR姫路駅を起点に市内の路線バスとして試験運行されている。

車両はトヨタ製「SORA」、定員78名の大型バス。燃料の水素は1回の充填（600L）で200kmの走行が可能。燃料コストは従来の3倍。車両価格は1億円で、補助金（国5千万円、県・市が各1千万円）を受けて導入している。

車体は普通の大型バスと同じで、座席はゆったりとしている。音や乗り心地は一般のバスと変わらない。乗降ドアは外開きスライドドアで、開く時ドンと言う大きな音が鳴ったのは少し気になったが、その他は快適であった。



水素バスと書写山のバス停



JR 姫路駅から水素バスに乗車、大変快適



## (2) 神姫バス本社・バス事業部 訪問

- ・訪問日； 2021年4月19日 ・面談者； 藤井次長、前田課長、土岩係長
- ・訪問者； 山寄修一郎・藤原俊雄・大内善郎・今中英雄
- ・燃料電池バスに取り組むようになったのは、2年前姫路市より依頼があり、国の補助金と岩谷産業の水素ステーション開設の協力があつたため。
- ・播磨地区は関西電力・大阪ガス・日本製鉄等大手の会社があり今後水素の需要が見込めるため、燃料電池バスを取り入れた。
- ・燃料は国内水素販売のトップである岩谷産業が兵庫県3番目の水素ステーションを開設。
- ・価格は国で決められた、1100円/kg。価格は現状のガソリンバスと比較すると約3倍と高い。毎日約5kg充填して、水素1kgで何キロ走れるかデータを取得中。

## (3) 水素ステーション視察

兵庫県では3か所目であるが、大型バスに充填できるステーションは姫路給油所のみ。

岩谷産業は2014～20年度の7年間に国内53カ所で水素ステーションを建設。2021年度には100億円を投じて首都圏や東海、関西、九州北部の4大都市圏を中心に約20カ所を増設する計画である。



兵庫県で3番目の水素ステーション

## 3. 兵庫県への訪問調査

### (1) 企画県民部ビジョン局ビジョン課 訪問

- ・訪問日； 2021年3月9日 ・面談者； 参事 小寺氏、班長 江本氏
- ・訪問者； 山寄修一郎、長浜速雄
- ・2021年3月26日兵庫で3番目の水素ステーション（姫路市飾磨区）開所式がある。
- ・神姫バスが4月から姫路市内でFCVバス1台の運行を開始する。  
\*上記の情報を基に、水素ステーションの見学並びにFCVバスの乗車を実施した。
- ・水素の大量輸送（豪州で褐炭から製造の水素）、大量消費に備え、エネルギー多消費

- 型企業が集積しており、LNG 受入基地のある姫路港を水素受入基地に誘致したい。
- ・将来的には、エネルギー自立を目指している淡路島で何かの実証テストを行いたい。
- ・地産地消水素については導入を検討したい。

## (2) 姫路港視察

私たちグループメンバーは、2021年8月12日姫路港広畑公共岸壁を視察した。兵庫県は水素サプライチェーンの拠点となる水素受入基地の県内立地に向け、2018年度に整備要件等を整理し、県内候補地における適性等を調査の結果、「姫路港が基地として必要要件を満たし、立地ポテンシャルが高い」との結論に至っている。当岸壁は未整備状況であるが水深14m長さ560m、55,000D/Wの大型船が入港可能な港である。



姫路港広畑公共岸壁遠望

## 4. 神戸市への訪問調査

- ・訪問先； 神戸市企画調整局エネルギー政策課 ・面談者； 平田係長
- ・訪問日； 2021年2月26日 ・訪問者；長浜速雄、山崎修一郎
- ・最近水素について教えて欲しいとの要望が増加。(学生、婦人会、地域自治会など)
- ・CCS (CO<sub>2</sub>回収・貯留) は、日本でも苫小牧で実験を開始している。
- ・太陽光発電で水素を製造し日本へ輸送。国境越えて水素の生産・消費の時代になる。
- ・ブルーカーボンには神戸市も取り組む。ブルーカーボン研究組合が設立された。溜池も使え、生態系復活にもなる。
- ・水素は大阪万博開催の2025年が節目、本格的な水素社会は2030年頃との話。

## 5. 川崎市内の施設見学

- ・2021年11月19日川崎市内の水素戦略取組み施設3か所を見学。前川宏睦

### (1) キングスカイフロント東急REIホテル

#### 地域循環型水素地産地消モデル

地域で発生する使用済みプラスチック由来の水素を臨海部の国際戦略拠点キングスカイフロントにパイプラインで輸送し、大型燃料電池を活用してエネルギーを利用している。世界初の水素ホテルと言われている。黄色点線内に大型水素燃料電池(100KW)設置。



出典 川崎市ホームページ

## (2) 川崎マリエン

### 再エネ・水素を用いた自立型水素エネルギー供給システム

- ・太陽光発電パネル
- ・貯水タンクコンテナ
- ・水電解水素製造装置
- ・燃料電池
- ・蓄電池・水素貯蔵タンク
- ・貯水タンクコンテナが設置されている。

平常時だけではなく災害時にも活用される。



水素エネルギーメインコンテナ



上りホーム設置エネルギー供給システム

## (3) JR 武蔵溝ノ口「エコステ」モデル駅

次のエコメニューが取組まれている。

- ・創エネ 自立型エネルギー供給システム
- ・省エネ 照明 LED 化、高効率空調機器
- ・エコ実感 エコ表示盤、エコ待合スペース
- ・環境調和 自然素材活用、緑化

### 《 感 想 》

- ・コロナ対策のため、事業所内設備を見学できなかったのは残念だった。
- ・川崎市はしっかりした中・長期戦略により多くの取組みを推進しており、水素エネルギーへの取組みは、主要都市の中で最も成果を実現している印象を受けた。
- ・東京・横浜という大都市、羽田空港に近い立地を有して国家戦略特区への取組みも活発で今後の発展の可能性を予感した。

《注：コロナ禍》2020年3月頃より新型コロナウイルス感染症の流行が拡大し、数度に亘り緊急事態宣言が発出された。このため、国内での移動が大きく制限され、当初計画していた福島県浪江町の再エネを利用した世界最大級の水素製造施設や他の施設のフィールドワークが実施出来なかったのは残念である。

## 第6章 まとめ

### 1. まとめ

#### (1) 調査・研究で分かったこと

- ・温暖化防止対策については、ようやく主要国（抜けている国もあるが）の足並みがそろってきた。中でも米国・中国に加え日本の今後の取組み成果が求められる。
- ・日本列島は再エネ資源に恵まれ、カーボン吸収に効果的な対策ができる海岸線、森林な



- どの地理的条件も整っている。温暖化問題はエネルギー自給自足のチャンスでもある。
- ・多くの「水素利用・再エネ利用実証試験」が成功、実用化への取組みが着実に進んでいる。水素社会実現への取組みは全体として軌道に乗っているといえる。
  - ・この10年の成果がその先の活動を強化・加速化させ、2050年のカーボンニュートラルに確実につながるよう期待したい。

## (2) 近未来の展望

- ・2025年大阪・関西万博の頃には、水素エネルギーへの取組みがさらに進展し、鉄道車両、大型トラック、船舶等のモバイル分野中心に実証試験から実用化前期段階へ進むことが確実に予想できる。実用・拡大化への課題もさらに具体化されているだろう。
- ・2030年にはハーフカーボンの実現が期待できそうだ。また、発電・産業分野での水素利用技術開発がさらに進み、2050年へ向けた新たな実証試験へと進むと予測できる。
- ・私たちはこの素晴らしい地球を将来世代に引き継いでいく義務がある。それには、産・官・学の取り組みだけではなくて個々の家庭での一層の努力が大切であると考えている。

## (3) 水素の生産コスト低減が課題

- ・2050年にカーボンニュートラルを実現するためには、水素エネルギーが大きなキーとなるが、普及にはコスト低減が大きな課題といえる。現在100円/N<sup>m</sup>（ノーマルリユーベ）と高価であるが、将来的にはガソリンやLNGと同等の20円/N<sup>m</sup>の目標実現のため、国の助成制度も重要となる。
- ・コスト低減のためには、海外からの輸入ではなく、国内で水を太陽光などの再エネで電気分解して水素を生産するなど、今後の進展に期待したい。

## (4) ノーベル賞

2021年のノーベル物理学賞を、コンピューターによる気候変動予測の道を開いた真鍋叔郎氏（米プリンストン大）が共同受賞した。今回の受賞は、地球温暖化問題に対する人類共通の危機感の現れと考える。

## (5) COP26 トピックス

2021年10月31日～11月13日 英国・グラスゴーでCOP26が開催された。

- ①産業革命前からの気温上昇を1.5度目標に向かって世界が努力することが合意された。
- ②削減目標更新などから、気温上昇2度未満に抑える目標達成が視野に入ってきたとIEA(国際エネルギー機関)が公表。その達成には、各国が目標に沿った政策を作り、実行できるかにかかっている。
- ③世界3位の排出国インドが2070年までに実質ゼロを目指すと初めて宣言。ブラジルが43%から50%に目標引き上げ。ロシアも2060年までに実質ゼロを実現すると表明。メタンガスを2030年までに30%削減に100カ国超が合意。
- ④岸田首相の演説はまたも化石賞、他にノルウェー、オーストラリアも。
- ⑤国連事務総長は閉会の挨拶で今回の結果は政治的妥協の産物であるとの失望感と次世代リーダーへの期待感を表明した。

## 2. 提言

### (1) 生活習慣を見直す

#### ①肉食を減らし、ごはんや野菜中心の食生活に転換

- ・メタン排出の37%は家畜に起因するといわれ、牛のゲップや糞尿がその原因。
- ・IPCCのCO<sub>2</sub>排出削減の3本柱の1つは肉中心から植物食への食生活の転換である。
- ・輸入食料の依存から食料の自給を大事にする。



#### ②家庭内での省エネの促進

- ・日本のCO<sub>2</sub>排出量の内、家庭内が15.6%。照明・暖房器具・自動車などで72%。
- ・こまめな節電、家電・照明器具などの省エネ化。自動車の使用を減らすこと。



#### ③プラスチック製品の使用削減

- ・プラスチックは製造や焼却時、また劣化時に大量のCO<sub>2</sub>が発生する。
- ・レジ袋からマイバック、ペットボトルからマイボトルでプラスチック製品を削減する。



### (2) 行政への提言

#### ①子ども達への環境教育の強化

- ・次代を担う子供たちに、学校や子ども食堂等の場で環境問題や水素を判り易く説明し、関心を持たせる。
- ・そのための資料の作成と提供を行う。

#### ②水素関連施設見学ツアーの実施

- ・親子の団体向けに、神戸空港島の液化水素受入基地水素運搬船、水素ステーション、及びポートアイランドの水素エネルギー利用システム等を燃料電池バスで見学ツアーを実施する。



#### ③水素ステーションの拡充

- ・FCV（燃料電池車）に水素を充填するステーションは全国で166か所、兵庫県で3か所（2021年8月）と少ない。2030年には全国に900か所を設置する国の計画で、ステーションの整備事業に120億円（2021年度）を充てて進めているが、かなり遅れている。更なる助成・支援により促進を計ってもらいたい。

### 3. 所 感

神戸シルバー大学院在学中（5～6年間）に“水素エネルギー社会”や“地球温暖化問題”の調査・研究を行う中で、生命の危機が差し迫っている現状を改めて知った。この現状を子や孫の次世代に残してはならないと強く感じた。まずは私たち一人一人が身近な家庭・生活の中で温暖化防止の取り組みをいかに実践していくのか、また今までの活動を通しての思いや感想なども含めて、自由に記載した。



私はこの6年近い間、グループの皆さんと一緒に、水素エネルギーに関することや、身近な温暖化問題の調査・研究ができたことは大変有意義であったと思っている。既に車を手放し、移動は全て公共交通機関を利用するようになった。また、買い物の時は勿論、出かける時は必ずマイバックを持参している。以前の生活から少し変わったように思う。【山崎 修一郎】



地球温暖化に起因する気候変動は加速度的に悪化しており、手遅れ感が否めないが、拱手傍観は許されない。私としては本論文で取り上げた提言に加え、緑のカーテンやオンライン会合の実践、電気垂れ流しの自販機の不利用など省エネに努めたい。政治を変えていく事も重要であり、温暖化防止を政策としている候補者に投票していきたい。【長浜 速雄】



通算で5年半、メンバーと共に新しい技術・新しい知識・興味深い取り組み実証試験などの勉強、フィールドワークなど楽しく活動ができた。2030年に水素社会への道がどれだけ進むか楽しみである。9月に新聞で「空飛ぶクルマ」の開発近況も紹介されていた。まさに、夢の世界だった「鉄腕アトムの世界」の場面が経験できるかもしれない。【前川 宏睦】



国別のCO<sub>2</sub>排出量は、「生産ベースCO<sub>2</sub>排出」と呼ばれる推計を用いて測られている。直接、計器などを使って空中のCO<sub>2</sub>を測定するのではなく、ガソリン・電気・ガスなどの使用量といった経済統計などで用いられる「活動量」に、「排出係数」をかけて求められているのである。水素バスは乗れないと思っていたが、姫路で乗車でき夢がかなった思いである。【藤原 俊雄】



温暖化防止で主な企業は、2050年までに再エネ100%とする企業が増加し、水素エネルギーは気体水素を $-253^{\circ}\text{C}$ に冷却し液化水素にして、貯蔵・大量輸送を行う。将来水素の価格が安くなり、燃料電池車・燃料電池バス・水素エンジン等に使用される。また一般家庭では都市ガスも水素に代る可能性があり、水素社会に大きく近づいていると感じている。【大内 善郎】



水素エネルギーの研究に始まり、近年の温暖化問題に取り組んできたが、あっという間に6年近くが過ぎてしまった。水素はこの6年の間に大きな進展をしたが、温暖化は悪化の一途である。微妙な環境の中に生きている我々にとって何としても、この温暖化を食い止めるため、今回の提言を実践し、家族や周りの人たちにも伝え、広めていきたいと思う。【和佐 信行】



東京オリンピック2020で燃料電池自動車・バスが活躍するという事前のニュースで、水素社会の到来を心待ちにしていた。しかしオリンピックを完遂する事とコロナ禍の話題に集中、オリンピックと水素の繋がり、ほとんど話題にならなかった。トヨタは水素エンジン車を開発、日本のものづくりで雇用を守ることを考えている。私の夢は水素エンジンハイブリッド車が実現することである。【今中 英雄】



人間活動の影響で地球温暖化が進んでいる。複雑で解決が難しい環境問題に立ち向かう知恵と勇気をこのグループで共有することができた。

今後は、少しでも環境にやさしく、持続出来る社会づくりにきちんと向き合っていきたいと思う。ちょっとした気づきを仲間と共有しながら決してサイレントマジョリティーになってはいけないと思っている。【島村 千恵子】

以上

## 《参考文献、引用資料》

- ・NHK BS1 スペシャル 2020年2月23日放映 「気候クライシス～IPCC 特別報告書からの警告」
- ・NHK BS1 スペシャル 2020年3月1日放映 「再エネ 100%をめざせ！ビジネス界が挑む気候危機」
- ・NHK BS1 スペシャルシリーズ 2021年4月25日放映 「暴走する温暖化」
- ・兵庫県「兵庫県地球温暖化対策推進計画」（平成29年3月）
- ・神戸市「神戸市地球温暖化防止実行計画」（平成27年9月改定）
- ・Wedge2021年8月号「世界の水素ビジョンは日本と違う」
- ・JETRO（日本貿易振興機構）地域・分析レポート
- ・日本経済新聞「水素社会へ加速する欧州 道筋描けず遅れる日本」
- ・BS1 ワールドウォッチング特集「中国で普及が進む燃料電池車」
- ・日本ビジネス出版「環境ビジネス 2021 冬季、春季、夏季号」
- ・環境ビジネスオンライン最新情報
- ・IT ビジネス「水素社会」関連最新ニュース
- ・毎日新聞出版「週刊エコノミスト 2021.4.27号」
- ・経済産業省「2050 カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」2021.6
- ・経済産業省「エネルギー基本計画（素案）の概要」2021.7
- ・環境省「脱炭素に向けた地方自治体の取組みについて」2021.3
- ・国・地方脱炭素実現会議「地域脱炭素ロードマップ」2021.6
- ・東京都環境局「ゼロエミッション東京戦略 2020 Update & Report 」2021.3
- ・兵庫県農政環境部環境管理局「地球温暖化対策推進計画改定発表資料」2021.7
- ・経済産業省「水素社会実現に向けた経済産業省の取組み」2020.11
- ・川崎市臨海部国際戦略本部「水素社会の実現に向けた川崎水素戦略」2020.10
- ・H2 Osaka ビジョン推進会議「2025年大阪・関西万博における水素利活用策/プロジェクト提案書」2020.8
- ・北九州市環境局「北九州市の水素社会実現に向けた取組み」2021.6
- ・川崎重工業「国際水素サプライチェーン構築に向けた取組み」2021.2
- ・経済産業省「次世代航空機に向けた研究開発・社会実装の方向性」2021.5
- ・ルソンのツボ「必要から先を読む～新エネルギーへの挑戦」岩谷産業株式会社

