

日時：令和4年1月31日（月）13：30～16：50

場所：オンライン形式(Cisco Webex Meetings)

人数：205名（うち会員99名（参加37団体／全64団体）、傍聴106名）

## ■開会挨拶：国土交通省北海道局参事官 米津 仁司

- ・昨年10月に菅前総理が2050年のカーボンニュートラルを宣言し、その流れで昨年4月の地球環境サミットにおいて、2013年度比で温室効果ガス46%削減を目指し、更に50%の高みに向けて挑戦していくことを表明した。
- ・北海道は、風力、太陽光をはじめ再生可能エネルギーのポテンシャルが非常に高い地域であり、我が国のカーボンニュートラルに向けて大事な役割を担っている。道内では、鈴木知事が一昨年にゼロカーボン北海道宣言をされており、これを受けて昨年6月に経済界、産業、金融など様々な団体が参画いただいているゼロカーボン北海道推進協議会が設置され、脱炭素化に向けた効果的な取組を進めているところである。
- ・このような動きを受けて、国においては、昨年8月に関係省からなるゼロカーボン北海道を支援するためのタスクフォースが設置され、北海道開発局をはじめとする、地方支分部局においてもタスクフォースを受けた会合が実施されている。
- ・国土交通省北海道局では、昨年の10月に国土審議会第25回北海道開発分科会を開催し、新たな北海道総合開発計画の検討を始めている。この分科会において、現計画では「食」と「観光」が主な柱であるが、次期計画には、これにプラスして「エネルギー」「カーボンニュートラル」といった視点を是非取り入れて欲しいとのご意見も多数いただいているところである。
- ・改めて、本プラットフォームによる普及啓発、関係機関との連携・情報共有の重要性を強く感じており、本日の本会合が有意義なものとなることを祈念して、私の挨拶に代えさせていただきたい。

## ■座長挨拶：北海道大学名誉教授（元北海道大学総長） 佐伯 浩 氏

- ・平成27年度（2015年度）から始まった北海道水素地域づくりプラットフォームの会合は今回で12回目となるが、オンライン開催は昨年度に引き続き2回目となる。多数ご参加いただき感謝申し上げます。
- ・令和2年10月26日に菅前総理が臨時国会において、脱炭素社会の実現に向けて2050年までにカーボンニュートラル宣言をした。日本経団連や経済同友会の会長も2050年までに温室効果ガス排出量実質ゼロを目指して果敢に挑戦するという決意を述べている。また、昨年10月にグラスゴーで開催された気候変動枠組条約締約国会議（COP26）において岸田総理自らが我が国の方針、考え方を説明し、我が国が地球温暖化対策にこれまで以上に力を入れて取り組む決意を世界に示した。

また、北海道においても2050年までに温室効果ガス排出量実質ゼロを目指すことを宣言している。北海道の豊かな地域資源を活用しながら、脱炭素化と経済の活性化や持続可能な地域づくりを同時に進めるゼロカーボン北海道の実現を目指すことにしている。北海道の再生可能エネルギーのポテンシャルは太陽光、風力、バイオマス及び地熱といった多様なエネルギーが多く賦存し、とりわけ新エネルギーの活用に向けては全国随一の可能性を有し、風力発電は全国一位となっており、全国の陸上風力の発電量の約55%を占めている。

一方、北海道が抱える課題としては、再生可能エネルギーのポテンシャルに比して系統容量が小さく、道央を除く地域においては系統の空き容量が不足しており、電力消費量が多い本州方面への送電が困難となっていることである。広大な面積、積雪寒冷な北海道では送電線整備に多額のコストと長期間の工期が必要になる。



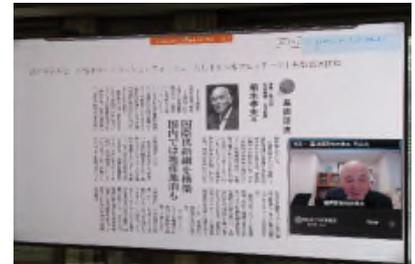
事務局長 挨拶する様子

しかし、将来的には本州方面への売電の可能性は高いと考えている。北海道が我が国のエネルギー供給に貢献できる日が来ることを願っている。

## ■ 基調講演：「昨今のエネルギーの話題について」（資料1）

東京工業大学 特命教授・名誉教授/先進エネルギーソリューション研究センター長  
柏木 孝夫 氏

・最近カーボンニュートラルが先進国の中で、当然のこのように言われ出している。日本の場合には、原子力がなかなか動かない状況で、2050年にカーボンニュートラルを達成するのは非常に厳しい内容だと考えている。後述するが、例えばEUの戦略は、うまく制度設計をしながら各国が連携したビジョンでカーボンニュートラルを達成しようと考えている。



・豊富な資源を有する北海道のポテンシャルを引き出すためには国際的な潮流を理解しておくことが重要と考える。例えば、イギリスは、2030年に向けては1990年ベースで58%の温室効果ガス削減を掲げていたが、突

Cisco Webex Meetings の発表時の画面

然、COP26の直前になって68%削減という非常に高い目標を掲げた。EU全体では55%の削減であり、こちらも1990年ベースである。アメリカはトランプ前大統領の際には石炭連盟がバックアップしていたことから非常にネガティブな考え方であったが、バイデン大統領になり、昨年4月の気候変動サミットを主導し、その際、一挙に2005年ベースで50~52%の削減という高い目標を掲げ、日本に極めて大きなプレッシャーを掛けてきた。日本も日米同盟の強化ということもあり、菅前総理、梶山元経産大臣、小泉元環境大臣及び河野元規制改革担当大臣の4名の政治主導で再エネをもっと増やすべきだということで36~38%というあまりにも有名な数字を示した。原子力については据え置いているが27基全て動くことと仮定。現在は9基しか動いていない。

・その結果、ゼロエミッション型の今まで44%の電源だったものが、高い数値目標を掲げたが故に59%、約6割がゼロエミッション型となる。ここで初めて「水素・アンモニア」が出てくる。

・水素については、2030年に30円/Nm<sup>3</sup>と見込んでいるが、30円で水素が入ってくれば、17円/kWhくらいであろうから、事業用とはいかないまでも自家発・自家消費というところであればどうにかいけるだろうと想定している。また、アンモニアは石炭の延命をするためのものである。これは、石炭火力が超臨界まで40%くらいの効率だが、石炭火力に関しては、できれば超々臨界のところ、45%くらいの効率でいくようなものに関しては、存置するが、45%を切るような超臨界くらいまでだったら今から廃止・廃炉にしろと言うことを国内でも言われている。ただ、減価償却の問題もあるのでそう簡単なことではない。長期戦でカーボンニュートラルを達成していかなければならない。2050年の目標は良いことだが、そこに移行する過程をどうきめ細かく考えていくかが非常に大事である。トランジションファイナンスもそうである。世界ではカーボンニュートラルということのを頭につけておかないとESG投資の対象にもならないといった手段をどんどん使ってくるので、日本としても、できるだけゼロエミッション型の電源にもっていく努力を惜しまずやらなければいけないことであるが、ここで、第6次のエネルギー基本計画では「水素・アンモニア」という新たな二次媒体がでてくる。

・アンモニアに関しては、超臨界40%くらいのところ20%くらいアンモニアを噴霧すると超々臨界と同じくらいのCO<sub>2</sub>排出減単位になるので、そういう意味では、石炭火力の延命措置になる。何故アンモニアと石炭が相性が良いかという微粉炭とアンモニアの燃焼速度がほぼ同じくらいであり、混焼しても非常によく燃焼してくれる。水素を入れると、水素は燃焼速度が速いためメリットが出にくい。よって、アンモニアと石炭との兼ね合いを踏まえて、水素・アンモニア合わせて1%くらいの電源比率にしていくというのが第6次計画における新しい内容である。

・同計画の内容は、家庭部門で使っている全体の省エネルギー全部をゼロにするぐらいの省エネルギーを達成し、かつ、再生可能エネルギーを36~38%をこれから8年で達成しなければならない。洋上風力はまだまだマ

リコン（マリンコントラクター）もそれほど発達している訳ではないため、再生可能エネルギーを達成していこうとすると、どうしても太陽光になる。一番伸びが大きく7%占めている太陽光発電を15%まで持ってくる。これは東京都の面積全てに太陽光パネルを貼るようなものである。このようなことがエッセンシャルになってきて、この目標を達成することがいかに難しいか、数合わせの一つの目標であると言う風に考えざるを得ない。

・話を戻すと、日本も世界に合わせて一エネルギー源の削減量考えると46%~48%まで、出来れば50%削減まで近づけるということを日本では言っているが、各国は高い目標を掲げているが、達成できるか否かシナリオを示しているだけである。きっちりと詰めている訳ではなくて、2050年あるいは2030年に向けて高い目標を示しておいて、例えば、EUは何を目標にするのかというと、もう一方では、それを達成するための企業の格付けを行うタクソノミーである。タクソノミーとは英語で「分類」という意味である。EUタクソノミーを全面的に二年くらい前を出していく。EUタクソノミーとはどういうことかと言うと、2050年でカーボンニュートラルを達成できるようなテクノロジーである。再生可能エネルギーからの電力、あるいは熱というのは○、そして石炭火力はCO<sub>2</sub>の塊だから×。○×形式で出していくため、CCUSというのは、まだまだ化石燃料は使用されるので、カーボンニュートラル達成にはダイレクトエアキャプチャー、空気中にあるCO<sub>2</sub>を回収したり、そういうところまで手を伸ばしていかなければならないと考える。

・メリットオーダーでトン当たり通常であれば2,000~3,000円ぐらいのつまり、1kg 2~3円のテクノロジーであればCO<sub>2</sub>の削減がどうにか80%くらいまでいくと考えるが、残りの20%をゼロエミッションに持ってくるとなると、メリットオーダーでいくと、だいたいオーダーが1kg 20~30円のテクノロジー、あるいは100円ぐらいのテクノロジーを持ってこないとなかなかゼロエミッションには出来ないと考えられる。非常にエネルギーコストが上がってくることは間違いなく約2倍になると言われている。

・苫小牧にはカーボンキャプチャー&ストレージ（CCS）があるが、100万kWクラスの石炭火力で年間600万トンのCO<sub>2</sub>が排出されるので、あれだけの装置を作っても苫小牧では年間10万t規模のCO<sub>2</sub>を回収・貯留できるのみであることから、毎年作っていかないと割高なものになっていく。

・ところが、EUはタクソノミーを言いながら、認証制度を作る。CCSもEU内で認証制度を作っており、このCCSは漏れがなくて確実に回収・貯留されているということの認証を確約してもらいお金を支払って初めてCCSが出来る。その認証だけでも莫大なお金になる。高い目標を掲げながら、もう一方では、認証制度で利益を得ていく。これがEUの戦略である。

・アメリカの場合には、バイデン大統領になり、トランプ前大統領との差別化から、日本もアメリカも互いに高い目標を示すことで日米同盟の強化を図っている。

・一番大事なものはASEAN10カ国である。ASEAN10カ国でも今、タクソノミーの議論をシンガポールが中心になって始めている。ある企業は石炭を使った電力でモノを作っているからタクソノミーの視点で言うと×に近い。結果、企業の格付けは下がってくる。下がってくるとESG投資が難しくなることから、カーボンニュートラルのテクノロジーを入れていかざるを得なくなる。これがEUの戦略。高い目標を掲げながら、4,000兆円規模と言われているESG投資を自分の域内にどんどん持ってくる。そのお金を使いながらスマートシティであるとか、少しずつ作り出していく。これをさらに、例えば、グリーン水素でうまく燃料電池をセットアップするとき、アフリカにそのお金を支出し、アフリカの開発もしつつ、高い目標を掲げながら、タクソノミーを出し、認証まで行うことによって、両大陸を同時に発展させていくという戦略をEUは持っている。

・日本の経団連はEUタクソノミーに関してはやり過ぎであり、今さら企業の格付けをされても厳しいと言っているが、文句を言っても出した方が勝ちである。今のEUタクソノミーというのはトランジションがあまり入っていないため、タクソノミーフォートランジション、移行期において2025~40年にどういうテクノロジーが良いのかを考えることが必要。原子力は当初は廃棄物をあまりうまく処理できていないことから、×に近い△と言えた。しかし、現在、原子力はタクソノミー的には一応○になっている。天然ガスのコージェネや天然ガスコンバインドサイクルは、ローカーボンで省エネルギーであり、省エネした分だけは脱炭素になるので、即効

性のある脱炭素テクノロジーであると考え。ただしそれが、トランジションファイナンスにすると、トランジションファイナンスは最終的にカーボンニュートラルになるテクノロジーだが、今は省エネルギーで持っていく最終的には、例えば、天然ガスがバイオガスに代わるとか、あるいは、グリーン水素やブルー水素、パープル水素（原子力から電気分解した水素）などゼロエミッションの水素に CO2 をうまく結合させて、メタネーションで合成メタンに変えることにより、CO2 が排出してても一回カウントしているからフリーである。よって、カーボンニュートラルのテクノロジー、ゼロエミッションになるんだというものに対しては、トランジションファイナンスの対象になると言われている。

- ・当初、天然ガスを使ったテクノロジーはタクソノミーに入れていなかったが、現在は、EU もトランジションに対して、少しずつ考え方を見直しており、例えば、天然ガスのコンバインドサイクル、天然ガスコジェネはタクソノミーの中に入れていくという考え方に移りつつある。

- ・自動車を考えれば分かるが、タクソノミーの中で自動車は電動車になる。自動車から排出される CO2 は全体の 17%なので、これをできる限り電動化する。電動化すれば、走行中は CO2 を排出しない。ところが、中国のように 70%が石炭火力の国でいくら充電をしてもそう簡単なことではない。ゼロエミッションの電源によって充電して初めて電動車両がカーボンニュートラルに適合する。EU タクソノミーでは電動車両は完全 EV・FCV の二種類しか入れていなかったが、自動車メーカーの反発に遭い、プラグインハイブリッド車も最初は電気自動車であり、70 km 走行して充電して戻ってくればエンジン動かすことはない。トランジションの過程においてはプラグインハイブリッド車も入れるべきではないかとの議論があり、日本の独壇場であるハイブリッド車はエンジンを回して充電しているので、EU タクソノミーには入れない。プラグインハイブリッド車においては、1 km 走行するのに、年平均値で 50g 以下の CO2 の排出量であれば、2025 年までの時限で EU タクソノミーに入れるという、非常に戦略的な制度を高い目標と同時に掲げている。

- ・日本はただ技術立国と言っているだけではなく、技術を開発するのであれば、それに見合うような制度面をトランジションの中において構築しなければならないと考える。プラグインハイブリッド車でも徐々に電池が大きくなるにつれて、エンジンが小さくなっていけば最終的に完全 EV になっていく、と言った考え方を基にしながらモノづくりと制度面を一致させていくことで世界の中で日本の技術立国がなし得て行くのではないかと考える。

- ・日本、アメリカ、オーストラリア、インドの四カ国で 2040 年くらいまでに至るトランジションにおいて、日本のテクノロジーを使い、数値目標をキッチリ定めながらタクソノミーを日米主導で作る、ASEAN10 カ国を取り込んでいくというタクソノミーフォートランジションが必要であると考え。すでに ASEAN10 カ国は EU 型タクソノミーをシンガポールの元で動いているので、それを上手くバックアップするような形で日本、アメリカ、オーストラリア、インドが組んでシンガポール主導でトランジションを導入した Asian タクソノミーを作り、EU 型タクソノミーと Asian タクソノミーを合体させることで日米の技術力を上手く ASEAN に巻き込むことで作っていくことが今後のカーボンニュートラルに至る過程のなかで非常に重要なポイントになっていくと考える。

- ・菅前首相がカーボンニュートラルを宣言した後、すぐにこれによる成長戦略の作成に入ったが、既に令和 2 年 1 月 21 日に経済産業省、内閣府等で「革新的環境イノベーション戦略」という約 60 ページのナショナルレポートを出しており、5 分野 16 課題 39 テーマで記載されている。これは「ビヨンドゼロ」、ストックで余っている CO2 までこの 5 分野 16 課題 39 テーマを駆使すれば、日本のテクノロジーでカーボンニュートラルはもちろんのことながら、デポジットしているものまで低減することができるというアンビシャスなナショナルレポートである。いつでもカーボンニュートラルは言える状況であって、現在は少し形を変えているが、最終的には 14 分野のグリーン成長戦略を出してきたのが現状である。この成長戦略は 2 兆円を 10 年間のファンドで使うことである。対してアメリカでは、昨年 1 月にバイデン大統領が就任し、4 年間で 2 兆ドルというカーボンニュートラルに対する成長戦略の資金を付けたという経緯がある。

・日本は10年間で2兆円をこの成長戦略14分野で、どういうテクノロジーが今後重要になってくるのかであるが、例えば、資料「②水素・燃料アンモニア産業」である。水素は両輪で行う。北海道の中で地産地消で水素を作っていく。風車やバイオマスである。バイオマスは燃料が必要なので需要と供給の関係のミスマッチングは少なくできるので良いが、風車の場合には、稚内から日本海沿岸に風車が並んでいたり、山間にも風車が沢山あるが、風車稼働率は、洋上風力だと40~45%くらいで、ベース電源にもなり得るような形にできるので日本としてはイギリスと同じような洋上風力になる。ただし、気象まかせの再生可能エネルギーは変動成分が多いのが難点である。

・電力は同時同量が原則であることを理解した上で、エネルギーミックスをどういう形で構築していくかをしっかり考え、選択肢を減らさずに各国の特徴、国情に合わせた国家戦略が出来るかが非常に大事である。日本が選択肢を削って二者択一で勝負するのであれば、世界の中で工業国として続けていくことはかなり厳しいと言わざるを得ない。

・そういう意味では、原子力ベースがあり、変動成分なるものに関しては水素に変換するとか、スマートシティ化するとかシステマ的な取り扱いをすることによって、初めて変動成分を上手く取り込むことが出来るようになり、それが出来るだけ進んでいけば少しずつシェアが増えていく。一挙に進むような話ではなく、大型バッテリーを入れるだけでも莫大なコストが掛かる。総合的に考えた上で、マイルストーンをキッチリと考えていくことが重要である。すなわち、選択肢を削らないで、如何にエネルギーミックスを考えていくことが、我々日本人の英知だと考える。

・一つの成長戦略としては、資料「①洋上風力・太陽光・地熱産業」であるが、太陽光に関しては「ペロブスカイト」。先日、東芝が試作品を発表し、エネルギー変換効率15.1%を達成した。車の屋根や窓など湾曲した箇所に貼ることができるメリットがある。ポーランドが先に商品化したのが、これは日本発のテクノロジーであり、ペロブスカイトの太陽光を今後、国家戦略としている。地熱については、日本は火山の上に浮いた国と言われていることから、上手く活用すればベース電源として原子力代替にもなると考えている。

・資料「②水素・燃料アンモニア産業」については、先ほども説明したが、Power to Gasであり、変動成分なるものをいかに取り込めるかという、変動成分は、再生可能エネルギーから水を電気分解して、北海道内で地産地消であるのもよし、様々は方法はあるが、工業用で使っていくぐらいの水素を作らないと20円/Nm<sup>3</sup>切ることにはできない。20円/Nm<sup>3</sup>で現在のタービン回すと12円/Nm<sup>3</sup>になるので、事業用の電力としては、8~12円/Nm<sup>3</sup>に入ってくれば、入札もできる。20円/Nm<sup>3</sup>を目標にすると、国際的なループ（製造・運搬・利用）で、例えば、川崎重工の実証事業である、オーストラリアの褐炭採掘である。褐炭はブラウンコールであり、自動発火してしまうので輸出は出来ないことから、現地でガス化、圧縮・液化をする。これらの段階でCO<sub>2</sub>をCCSで回収・貯留し、ブルー水素にして運んでくる。運ぶ過程で、例えば、太陽光で水を電気分解し、液体水素にした上で一緒に混ぜて、国際サプライチェーンを構築するのが一つ。これに3,000億円使うことになっており、700億円が国内での水素のループ。北海道からくるものも含めて国内でスマートシティ構想を行いながら、できるだけ水素の利活用を進めて行くという両輪で展開していかないとなかなか上手くいかないと思う。よって、国内では数少ない国際サプライチェーンをバックアップする意味で北海道はプロトアイランドとして極めて注目度が高くなる。カーボンニュートラルが冠につけられたことによって北海道の価値が上がったという位置づけをキッチリすべきであると思う。

・過去に北海道大学と一緒に有機ヒドライドを用いた水素の研究をしていたこともあり、地盤は北海道大学にあるので、北海道自体が水素タウン、水素のプロトアイランドということになると、国際ループ+プロトアイランド北海道からの水素、あるいは水素から電力にしたものを本州に運んでくるような輸出アイランドとして北海道を捉えるべきであると思う。

・次に資料「③次世代熱エネルギー産業」である。現在、日本の最終エネルギー消費の中で26%が電力で74%が熱である。燃焼させたり、セメント工場、石油化学、石炭を使ってる製鉄業といったものは全て熱を使った

ものであるから、これらをカーボンニュートラルの合成燃料にするにはグリーン水素が必要になる。グリーン水素とCO<sub>2</sub>を上手くメタネーション化する、プロパンは、プロパネーション化する、あるいは飛行機のジェット燃料であるケロシン、これは灯油とほぼ同じであり、灯油から水分をキレイに除いたものがケロシンである。

これはある意味では、グリーン水素、ブルー水素、パープル水素があれば、SAF（サステナブル・アビエーション・フィューエル：持続可能な航空燃料）が出来ることになる。タクソノミーの中で、EUタクソノミーはそのような燃料を積んでいない飛行機はEUの飛行場には降ろさないとやっている。技術力よりも制度を考える国々であり、したたかである。日本はこのような国々と戦っていかなければならないことを頭に入れつつ、工学だけでも理学だけでもダメで、リベラルアーツも法律も必要であり、全体が一体化しないとなかなか本格的な国家としてのイニシアティブをとることはできないのではないかと考える。

- ・次に資料「④原子力産業」である。原子力なくしてカーボンニュートラルは無理であると考え。ベース電源がない工業国家はない。しかし、我々は小型原子炉を想定している。

- ・第7次基本計画で2050年以降の原子力を新設・リプレイスするかどうか記載されるだろうが、今回は一切触れておらず、第6次で触れているのはSMR（小型モジュール炉）のことである。今は、IHI（石川島）や日揮がアメリカ外資系と組んで77,000kWくらいのを、三菱重工や日立は20万kWくらいのを作っている。

- ・資料「⑤自動車・蓄電池産業」については、車の電化と蓄電池のことであり、これが入ることによって、電動成分の再生可能エネルギーをより多く取り込むことができるということになる。

- ・資料「⑥半導体・情報通信産業」については、半導体は何でも通用できるので、スマートハウス、ZEH・ZEBなどで現在は交流配電網になっているが、NTTは直流配電システムを行おうとしている。

- ・資料「⑦船舶産業」については、エンジンを水素や電動にするところである。

- ・資料「⑧物流・人流・土木インフラ産業」はインフラ。

- ・資料「⑨食料・農林水産業」は、1次産業は世界の中で、約1/4の温室効果ガスを排出していると言われていた。これは例えば、牛の糞などのメタンが空気中に膨大に発生しており、こういうものが温室効果ガスとなっているので、スマートアグリ、1次産業のスマート化を図ることによって温室効果ガスの排出を少なくしていくことである。一番簡単なのは、植物工場を作ることである。これは精密農法そのものである。CO<sub>2</sub>を入れてしまっただけで、酸素を吐いてくれればここで固定化されるので、酸素の濃度など全てチェックしておけば、どれだけのCO<sub>2</sub>が固定化されたことが分かる。発酵しない限りこれはCCUS（Carbon dioxide Capture, Utilization or Storage）と言っても良いかもしれない。

- ・資料「⑩航空機産業」は、電動化や水素燃料、先ほど説明したSAFのようなものを開発することである。

- ・資料「⑪カーボンリサイクル・マテリアル産業」は、これがCCUSそのものである。例えば、鹿島建設が開発したコンクリートの中にCO<sub>2</sub>を貯めてしまう技術であるスイコムである。非常に硬化したコンクリート（CO<sub>2</sub>スイコム）や、あるいはプラスチックを作る。ただし、スイコムでコンクリートを作る際に、中に鉄筋を入れるため、鉄筋にCO<sub>2</sub>の酸素成分が悪さして少し錆が出てしまうのでこれを避けるような研究開発を行っている。

- ・資料「⑫住宅・建築物産業・次世代電力マネジメント産業」は、ZEB・ZEHになる。外にはスマートメーターが入って遠隔操作でオンオフが出来るようにする。あるいは、kWを少し削ることも出来る。中には、HEMSやBEMSが入ったりして機器のコントロールを自動的にできるようにする。そうすることによって、状況に応じて充電や余剰分を使用したり、足りない分については電力使用量を制御するディマンドリスポンス、そして発電機があればそれを全開にして売電、すなわちVPPである。このようなことをバックアップするのが次世代電力マネジメント産業である。スマートグリッド、マイクログリッド、オフグリッド、ディマンドリスポンス及びVPPである。これはディマンドサイドのスマートシティの一つの条件と言える。ゼロエミッション型のスマートシティになる。

- ・資料「⑬資源循環関連産業」は、ごみ発電である。ごみ発電については、日本は強い分野であるが、一般廃

棄物であれば、通常、市町村で出たごみは自分たちの中で処理をするという不文律がある。1,700 箇所くらいごみ焼却炉があるが、30～50 トンくらいの小ぶりのものであれば発電は出来ない。広域で上手く中心部に集積して発電をすれば、消費地の近くに発電所を置くことができる。市毎にマイクログリッド的なスマートグリッドにしてなるべく完結できるような形で繋ぐものを細くしていくことで、あるときにはこの市が VPP になる、発電所になる可能性がある。このようなことも含めて、地域全体を俯瞰的に見て最適な送配電システムはどうあるべきかということも考えていく必要があると考える。そのための一つとしてごみ発電は非常に有効なものである。

・資料「⑭ライフスタイル関連産業」は、シェアリングである。例えば、マンションでカーシェアをするのであれば、管理費で電気自動車を3台購入し、50人に1台とか2台の割合でシェアリングする。通常、個人所有で購入すると平均乗車人数はだいたい1.4～1.5人くらいである。ほとんど1～2人で乗車していることになるが、シェアリングにすると乗合で買い物などするので、平均乗車人数は3.4人とされている。大きく沢山購入してシェアすると1個あたりのモノが安くなるという経済ベースでライフスタイルを考えてみると、結局は、良いものが安くかつライフスタイルの変革を行うことによって省エネルギーに役立てることができる。

・14項目の中にそれぞれ様々な企業がコンソーシアムを組んで、応募して行っている最中である。グリーンイノベーション基金(GI基金)と呼んでいるが、是非、北海道の特色を活かした北海道の企業が手を組んで、いずれかの項目の中で上手く纏めたシステムを提案してNEDOからお金をファンドで出して貰うということが、これからのカーボンニュートラルに対する一つの成長戦略になるものと考えている。

## <質疑応答>

○(質問1) メタネーションについてお聞きしたい。鹿追町では家畜ふん尿由来のメタンガスから水素を製造している。水素からメタンを作るメタネーションとは逆の取組となっているが、将来的に低圧メタンを直接使うようになるのか、一度水素に変換して貯蔵・輸送することが有利なのか、ご意見を伺いたい。

○(回答1) 変換係数が少ないのが一番良い。メタンガスが出てくるのであれば、ガスボンベに入れてメタンガスとしてCO<sub>2</sub>フリーのガスで使用するのが一番簡単だと考えるが、メタノール化して液体で貯蔵する方が輸送しやすいことから液体燃料にするメリットはある。メタネーションというのは、例えば、石炭火力から出てくるCO<sub>2</sub>をダイレクトに植物工場に入れてしまえばそれで良いのだが、膨大な量となるのでメタネーションするにも大変な装置が必要になる。メタネーションはカーボンニュートラルの水素が必要になってくるが、一番の肝は、カーボンニュートラルの水素が安く入ること。この資源で排出したCO<sub>2</sub>を一体化させてメタンを作る。排出はすでに一回カウントしているので、一のCO<sub>2</sub>で二のエネルギーが出てくることになり、CO<sub>2</sub>は1/2になったことになる。これを再び分離してもう一回使えば、一のCO<sub>2</sub>で三倍の熱を取ったことになるので、対熱当たり1/3、4回使えば1/4になる。これには水素とカーボンキャプチャーが重要。

鹿追町の場合には、メタネーションというよりも既にメタンガスが出ているのではと思うが、そうであれば、メタンガスは高く売れるのでガス会社も喜んで受け入れると思うし、輸送が大変であれば地産地消で電気を起こしてしまい、都市部に運んでいけばCO<sub>2</sub>フリーの電力ということになる。そういう方向が一番良いのではと考える。

○(質問2) グリーン水素、ブルー水素、グレー水素などの区分があるが、将来的に水素のグレード分け、同じ水素でもグリーン水素は高く販売出来るなど考えられるか。

○(回答2) もちろんその通りである。副生水素であれば、CO<sub>2</sub>がどのくらい出ているか分からないので、ライフサイクルでチェックしなければ分からない。グリーン水素やブルー水素であれば、CCUSを認定した水素ということで、CO<sub>2</sub>フリーの水素ということになる。パープル水素も含めて三色の水素に関しては、CO<sub>2</sub>の値段だけは安くなる。CCSで言えば、現在、CO<sub>2</sub>の値段が1万円/t(10円/kg)。これが2～3千円(2～3円/kg)のCO<sub>2</sub>

の値段がついてくると石炭火力でいうと、約 0.7 kg-CO<sub>2</sub>/kWh を排出する。今でいうと CO<sub>2</sub> を処理すると 10 円高くなることになる。そういう意味では、CO<sub>2</sub> フリーの水素を上手く持ってきてメタネーション化したりプロパネーション化して、メタンのコンバインドサイクルを行えば 0 kg-CO<sub>2</sub>/kWh になるので、他の化石燃料でのコンバインドサイクルに比して 3～4 円/kWh 変わってくることになる。まだ、CO<sub>2</sub> のコストが内部化されていないが CO<sub>2</sub> のプライシングが出来てくると CO<sub>2</sub> ビジネスが盛んになってくるであろうと考えている。

○（質問 3）水素は、20 円/Nm<sup>3</sup> 切ることを目指す必要があるとのお話があったが、水素地域づくりを検討するにあたり、損益分岐点やスケールメリットを判断するための目安となる最低規模があればご教示いただきたい。

○（回答 3）地域開発の場合には、例えば、100 世帯の団地が出来たとして、全世帯に太陽光と調整用のエネファームが必要になる。今まではガスパイプラインを介してエネファームを動かしていたが、将来、水素が水素単体のパイプラインの中に入ってくるとなると、電力だけではなくて廃熱を上手く融通していくことになるので、熱供給のパイプラインも必要になってくると考えられる。その場合、エネルギーセンターの中で、A 家から C 家へ電力や熱が売られたといったことがあると、スマートシティ・スマートタウンの規模は、熱、蒸気が運べるくらいの大きさになっていくであろうと考えられる。蒸気で運べる長さは 2 km なので、タウンの大きさとしては 1 km 四方ぐらいが一つの領域となり、1 km 未満ぐらいで半径 1.2 km、全周で 3 km ぐらいのタウンがいくつか重なって住宅都市が形成されていくものと考えられる。千葉県は幕張は地域冷暖房を行っているがだいたい 2 km 四方であり、一つの領域になっていくというような考え方をしている。

○（質問 4）水素の国際サプライチェーンの構築が進められているが、国内のグリーン水素をメインとしていくには北海道としてどうしていくのが良いか。

○（回答 4）先ほどの川崎重工の褐炭水素であるが、褐炭の値段がほぼゼロに近いので、権益を GtoG で結んでおけば、かなり安値でブルー水素が出来て、これを国際サプライチェーンの中に上手く組み込むことによって、20 円/Nm<sup>3</sup> 切るぐらいになれば、事業用としての水素発電が可能になるという話をした。北海道の場合には、送配電網が非常に弱くなっているところに風力発電が沢山できている。そのため、風車が全て回っている時に併せて送電網を引けば、莫大なコストになるが、常に発電して運んでいる訳ではない。よって、適切な規模だけを上手く運び、余剰分は水素に変換しておいて、ポンプ又はそれぞれのパイプラインを通して 50 箇所の風力発電の中でそれを繋いで水素を高圧水素にして、電気は一定規模送電網の中に送っていく。都心部の都市エネルギーセンターまでに持ってきたときに、その水素で熱供給、ロードヒーティング等ができて、調整用の電源として必要な時に燃料電池で電気を起こして熱供給を行っていく。そうすると、全てがグリーンで統一されることになることから「グリーンタウン」になると考えられる。風車を一例としてあげたが、送電コストを抑えながらどのぐらいの電力が運べるかというのを計算し、風力全体のピーク時との差分につき水素に変換するとどのぐらいのメリットが出るか、あとは、コスト計算で最適な送電網の強化と水素の割合が決まってくるのではないかと思う。

## ■ 講演①：「神戸関西圏における水素利活用の将来ビジョンと需給の定量化」 (資料2)

神戸・関西圏水素利活用協議会 事務局

丸紅株式会社 新エネルギー開発部 部長代理 竹原 優 氏

岩谷産業株式会社 水素本部水素バリューチーム シニアマネージャー 井上 恭豪 氏

・神戸・関西圏水素利活用協議会は2020年8月に立ち上げた。今回は関西地区における水素社会の将来ビジョン、それから2030年ごろを切り口にして水素の需要が関西地区でどれくらい見込まれるのか、またその需要に対して、水素の供給がどのくらい見込めるか、その時の価格はどの程度なのか2021年5月に発表した本協議会のレポートをベースにして説明する。

・後ほど説明するが、本協議会のメンバーに水素の供給を担う企業、水素の需要家になり得る企業の双方が参画していることが本協議会の大きな特徴である。例えば、水素の需要の算出にあたっては、需要家になり得る企業が、水素発電やモビリティ向けなどそれぞれの分野での水素需要を試算し、積み上げて試算している。決してコミットを求めるものではないが、需要家からすると、水素の使用量を明言するのが難しい中で回答できるギリギリのところ具体的な数字を試算いただいた。

・供給については、岩谷産業(株)も丸紅(株)も供給を担っていく立場かと思うが、供給側で今実際に進めている案件をベースに供給可能量を試算した。開示できない数字に関しても公開情報から、できる限り確からしい推計方法を議論しながら試算している。レポートの後半では需要と供給がどうバランスするのかについても説明したい。

・本日は、神戸関西圏における水素の需要と供給量の話になるが、その推計方法については、関西地区ではなくてもご参考にしていただける部分があると考えている。皆様方の一助になればと思っている。

・本協議会の特徴(P2)について、関西地区は世界に先駆けた水素に関する取組、実証が複数実施されている地域である。柏木先生のご説明にもあったが、川崎重工業様が中心となって岩谷産業(株)、丸紅(株)も一緒に行っているが、オーストラリアの褐炭から水素を製造し、日本に持ってくるというプロジェクトは、神戸空港島に液化水素受入基地が完成している。また、小型ではあるが、液化水素船も完成しており、昨年12月24日にオーストラリアに向けて出航した。現地地で製造した液化水素を積んで、2月下旬ころに日本戻ってくる計画であるが、このような他にはない世界に先駆けた取組を行っている。

・関西地区は上記のような取組が複数行われているが、各社それぞれが取り組んでいることもあり、全体最適を図っていくのが困難という状況にあった。そこで全体最適を図りながら、様々なプロジェクトの横ぐしを通すような団体があっても良いのではということから本協議会を設立している。また、本資料では様々な数字が掲載されているが、決して、各社コミットした数字ではないことは先に申し上げておく。

・本協議会では現在13社(P3：関西電力、川崎重工業、シェルジャパン、電源開発、ENEOS、川崎汽船、三菱重工業、大林組、神戸製鋼所、パナソニック、丸紅、岩谷産業、デロイト)が参画しており、オブザーバーとして経済産業省、国土交通省、NEDO、神戸市にも参画いただいている。

・活動内容について簡単に紹介すると、2020年度に関しては、本日発表するレポートを発行したが、それに向けて、将来ビジョンを全社で共有するとともに、需給量の算出を行った。2021年度については、将来ビジョンに基づいて、NEDOの支援を受けながら、3つのFSをスタートしている。これは協議会が主体となっているというよりも、協議会会員が主体となって、協議会と連携しながら進めていくものである。また、昨年採択いただいたNEDO事業が2つスタートする予定であり、計5つのプロジェクトが進んでいる。

・2030年から2050年ころをイメージした将来ビジョン(P4)について、「作る」「運ぶ」「貯める・供給」「利用」の4つの分野に分けているが、「作る」に関しては、供給量のほとんどを海外ソースで賄うような計画を立てている。オーストラリアの褐炭に限らず海外で水素を製造し、液化水素で日本に運搬する。日本には大規模



Cisco Webex Meetingsの発表時の画面  
(発言者の画面を拡大して掲載)

な液化水素の受入基地を作って基点とし、様々な需要家にパイプラインで供給したり、内航船で神戸空港島のパイロットプラントを二次基地として活用したり、もしくはローリーで各需要家に水素ステーションや産業利用に供給していくことを想定している。「利用」分野については、一番大きな需要としては水素発電での需要とこのを見込んでいる。その他、製油・化学産業であるとか、製鐵会社、水素 CGS、街利用、モビリティといったものを需要として想定し、それぞれの分野毎に需要の試算を行った。

・次ページ (P5) が、実際に積み上げで作成した需要別のポテンシャル量になる。2031 年断面で 33 万トン規模の水素需要が神戸関西圏で見込まれるという結果になった。内訳と時間の変化毎にどれくらい需要が増えてくるか積み上げのグラフで表している。一番大きな需要が見込まれるのが水素発電になる。水素発電に関しては、まず水素の混焼発電実証がスタートし、これが水素の混焼の商用化に繋がっていく。水素の専焼についても実証がスタートし 2031 年ころから商用化されていくシナリオで想定している。石油化学産業については、自家消費で水素が大量に使われている業界であるが、消費するために製造されている目的水素分が海外から持ってきた水素に置き換わっていくという試算で需要を見積もっている。モビリティについては、FCV・FC バス・FCトラックの主に3つの需要を算出している。

・本日発表したレポートは簡易版となっており、詳細版は岩谷産業(株)や丸紅(株)の HP に掲載している。その中に需要算出する上での前提、細かな条件設定を記載しているので、併せて見ていただけたらと思う。需要については以上となる。

・供給ポテンシャル価格 (P6) について、需要ポテンシャル量 33 万トン各需要家にお届けする場合の水素の供給価格がいくらになるのか試算した表となっている。この表は、これまで公表されている様々な情報を基に事務局で試算したものである。大きく言うと、海外から輸入するクリーン水素、国内で製造する水素の価格の構成となっている。海外からの水素価格については、一例として、オーストラリア褐炭の水素について川崎重工業様が実施された F S レポートが公表されているのでこちらを基に協議会で試算している。将来的には、コスト削減が 2031 年ころ見込まれるだろうということで、30.8 円/Nm<sup>3</sup> となっている。これはちょうど経済産業省の水素基本戦略における想定で 2030 年ごろに 30 円/Nm<sup>3</sup> で海外から入ってくるということスタート台にしている。海外の場合は、日本の揚荷 1 次基地言わゆる受入基地で掛かるコスト、受入基地から最終需要家への配送については、3 つルートを記載しているが、①内航船で 1 次基地から 2 次基地まで配送するもの、②パイプラインで輸送するもの、③液化水素ローリーで輸送するもの、それぞれ 1 次基地からの輸送に応じた価格を試算した。例えば、発電所が一番需要が大きいので、恐らく揚荷 1 次基地のすぐ隣ということで、30.8 円/Nm<sup>3</sup> に揚荷 1 次基地の 2.5~3.5 円/Nm<sup>3</sup> 足した 33.3~34.3 円/Nm<sup>3</sup> になるだろうと試算。同様に、各輸送に応じた価格を足して供給価格としている。

・国内に関しては、液化水素、圧縮水素、再エネ由来水素の 3 つを記載しているが、現状のコストから将来のコスト低減が見込まれるであろう数字を反映したものを各水素毎に記載している。

・サプライチェーンの定量化 (P7) について、2031 年に 33 万トンの水素が入ったときに、サプライチェーン全体でどのような経済性になるのかを分析するためのものである。大きく 3 種類数字があり、赤色は各需要家別の需要量になっている。大型発電 28.6 万トン、製油・化学産業 4 万トンなど、需要ポテンシャル量 33 万トンの内訳が記載されている。価格が 2 つあるが、青色は各需要家別の水素供給価格を、黄色は熱量等価換算価格をそれぞれ記載している。

・熱量等価換算価格は、例えば、大型発電の 13.3 円/Nm<sup>3</sup> というのは、LNG を水素で置き換えて発電コストを同じにする場合、水素の価格は 13.3 円/Nm<sup>3</sup> である必要がある。同様に、製油・化学産業であれば、水素が目的製造されている環境では、同じ水素のコストで置き換えようとする 10~24 円/Nm<sup>3</sup> の水素価格でなければならない。

・一方で、港利用では、荷役機械 80.62 円/Nm<sup>3</sup> とあり、一部水素供給価格を上回る等価価格、つまり水素として供給競争力を持つアプリケーションもある。その他 FCV の 67.78 円/Nm<sup>3</sup> とか FCFL の 119.10 円/Nm<sup>3</sup>

などもある。

・これらの数字を使って、全体の経済性を計算したのが次ページ（P8）のサプライチェーンの定量化：2030年ころの経済的ギャップである。このグラフは各需要種類別に横軸をトン数、縦軸に水素価格を記載している。

前ページ記載の黄色と青色の価格の差額がグレー部分に当たり、経済的なギャップとなっている。年間約730億円、需要・供給間でギャップが生じているのが試算結果となっている。水素サプライチェーンを自立化していくためには、このギャップを縮める・無くす必要が出てくるが、そのためには需要側・供給側双方の努力が必要になってくると考えている。供給側では、水素供給コストの低減努力、需要側では、更なる需要の創出、また、水素に置き換えることによって、得られる社会的効果等の取組が必要になると考えている。

・また、青字で記載しているが、33万トンの水素を使った場合のCO<sub>2</sub>の年間削減量が2.4百万トンと見込まれている。

・課題の整理表（P9）について、水素社会の実現に向けてどのような課題があり、克服していくためにはどのような施策が必要になるのかを纏めたものである。本協議会の中で、各会員からアンケート形式で課題の抽出を行い、技術開発課題、実証課題、事業化課題という3つのライフサイクルに応じて分類している。

・具体的には次ページ（P10～）以降になるが、ファーストステップとして、需要側・供給側それぞれ沢山の課題をヒアリングし、ライフサイクルに沿って整理した。セカンドステップとして、課題を取り纏め施策に落とし込むという作業を行ったのが次ページである。

・施策の取りまとめ（P11）は、需要側・供給側それぞれ課題解決のためにどういった施策が必要なるか一つひとつ列記したものである。

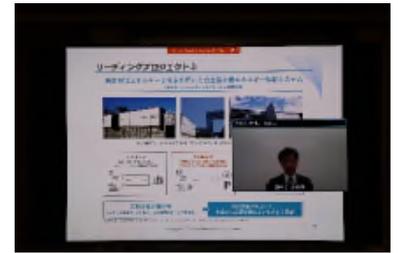
・施策のまとめ（P12）について、施策に関しては、政府・民間別に記載されているが、政府にお願いするべきものや働きかけていくものと言った施策、民間側の自助努力や自主取組が必要になるもの、大きく2つに分けている。その中で政府の支援・対応を更に「研究・技術開発支援」「事業支援」「規制」「規格・認証」の4つに分類している。具体的な施策としては「水素関連技術の開発・実証支援」が必要になってくる。事業支援としては、「水素関連事業への経済的支援」である。事業を開始するにはやはり、莫大な初期投資が必要であり、水素燃料価格に関しては、期待される水素供給価格と等価価格のギャップの問題に対する支援が必要。規制については、水素関連事業のための規制緩和や法整備といった取組が必要になってくると考えている。規格・認証については、水素使用による価値認証である。環境価値あるいはCO<sub>2</sub>削減効果の定量化と言った議論や具代的な制度等必要になるものと考えている。民間の自主取組については、協議会でのアクションプランとしてまとめており次ページ（P13）に記載している。

・ビジョン実現に向けたアクションプランについて、需要側・供給側それぞれ2025年まで、あるいは、2030年までの長期的な目標を列記している。本協議会としては、全体最適を図りながら取組を進めて行くことが一番大事であると考えている。協議会が設立されるまでは各社が個別に活動している状況であったことから、その活動はどうしても点になっていたが、協議会の活動を通じて点を線にしていき、更に面にしていくような活動となるよう全体最適を意識しながら取組を進めていきたいと考えている。

・2025年までの短期的な目標は、技術開発・実証が非常に大事であると考えている。2030年までの中長期目標としては、技術開発・実証の更なる深化が必要であり、また、大規模サプライチェーンの確立である。需要量33万トンの水素は国内だけでは賄うことはできず、海外から持ってくる必要があることから大規模サプライチェーンの確立が大きな課題であると考えている。コストの最適化もやはり供給価格や需要面でのインセンティブといった取組が将来的に大事になると考えている。

■ 講演②：「川崎水素戦略と川崎カーボンニュートラルコンビナート構想について」（資料3）  
川崎市 臨海部国際戦略本部 臨海部事業推進部長 東 哲也 氏

・川崎市臨海部国際戦略本部は、他の自治体には無いようなユニークな組織であり、川崎臨海部の立地企業の操業環境を良くする、あるいは、働いている方の就労環境を良くするといったことで産業競争力の強化に繋げていくような取組を担っている。本日お話しする水素やカーボンニュートラルについては、どちらかと言えば産業政策寄りの視点で取り組んでいるという点についてご理解願いたい。



Cisco Webex Meetings の発表時の画面  
（発言者の画面を拡大して掲載）

・本市は平成 27 年度から「川崎水素戦略」に基づいて様々な取組を行ってきた。昨今のカーボンニュートラルの世界的な潮流を踏まえて、川崎水素戦略をもう一段ギアを上げて強力に推し進めなければいけないと言うこと、水素だけではなく循環型社会の構築という視点を入れて、カーボンニュートラルコンビナート構想を今年度中に策定予定である。

・川崎臨海部の特徴（P5）について、川崎臨海部は川崎のエンジンであり、臨海部には様々な産業が集積しているが、各島毎に特徴があり、例えば、北側の浮島は石油精製・石油化学産業が集積している。中央部はエネルギー産業が立地している。多摩川を挟んで対岸には羽田空港があるが、今年の3月12日に「羽田連絡道路（多摩川スカイブリッジ）」が開通する予定であり、羽田との連携も今後ますます深まっていくと考えている。

・平成 30 年3月に策定した臨海部ビジョン（P6）の内容について、本市における「力強い産業都市づくり」の中心を担う川崎臨海部を持続的に発展させるために、30年後を見据えた臨海部の目指す将来像の実現に向けた戦略、取組の方向性を示すということで当該ビジョンを策定した。

・当該ビジョンの中で、13のプロジェクト（P7）を立ち上げているが、本日の関連するプロジェクトとして、③水素エネルギー利用促進プロジェクト、④低炭素型インダストリーエリア構築プロジェクトを現在進めているところ。

・これまでの水素関連の取組を説明するにあたり、川崎臨海部のポテンシャル（P9）について説明する。もともと、水素を産業利用していたということもあり、水素・燃料電池に関連する企業が多く集積している。

また、（P10）国内水素需要の約1/10を川崎市が占めており、緑色が供給量・需要量の目安であるが、そこを結ぶようにグレーで線を引いてあるのが、水素のパイプラインである。10数km敷設しており、羽田連絡道路（多摩川スカイブリッジ）に既に水素配管用のスペース（穴）を空けており、いつでも羽田空港側に水素を供給できる状態にしている。

・川崎水素戦略の中身（P11）について、5つの取組の方向性とそれに基づく3つの基本戦略を示しているが、戦略①として、「水素供給システムの構築」（入口）、戦略②として、「多分野にわたる水素利用の拡大」（出口）、戦略③として「社会認知度の向上」（ブランド力）を高めていくことを基本戦略として推進しているところ。戦略に先立って、（P12）平成 25 年度に関連する企業を集めて「水素ネットワーク協議会」を立ち上げて、様々な実証事業あるいは課題解決に向けて意見交換等行っているところ。

・水素戦略に基づき、8つのリーディングプロジェクトを創出・推進している。まず一つ目のリーディングプロジェクトであるが、日本とブルネイ間で国際水素サプライチェーンの構築について実証実験を行っている。川崎市から約 5,000 km離れたブルネイから水素を輸入するという取組である。全体フローについてであるが、ブルネイで LNG の製造プロセスから発生するガスにより水素プラントで水素を抜き取る。抜き取った水素を MCH（水素+トルエン）という形にして、今回の実証ではコンテナタンクに積んで川崎港に輸入してきた。そして、東亜石油にもプラントを作り、こちらで脱水素を行ない、敷地内の発電所において混焼を行ったという実験であり、成功裏に終わったところ。

・リーディングプロジェクト④（P17）について、昭和電工が使用済プラスチックからアンモニアを生成するプラントを所有しているが、その過程で水素を取り出し、パイプライン（ホテルまで直線距離で約 5 km離れてい

る)でホテルの方で燃料電池に水素を供給し、ホテル全体の熱・電気等エネルギー量の30%をカバーしているといった実証事業である。

・リーディングプロジェクト⑧ (P19) について、今後試験走行開始するものであるが、JR 東日本がハイブリッド車両、水素燃料電池を搭載した車両を開発しており、今年度末までに南武線等で走行させる予定。

・カーボンニュートラルコンビナート構想 (P21) について、世界的な脱炭素化の潮流、あるいは本市の脱炭素宣言、政府のカーボンニュートラル宣言やグリーン成長戦略の公表など、エネルギー構造の転換を求められているという認識に立っているが、カーボンニュートラル化の進展で発生する課題として、既存産業の衰退に伴って、土地が余ってしまったたり、非関連産業 (コンビナートとは関係ないような産業) が入ってくるようになり、コンビナート機能の低下を招く恐れがある。これは行政側から考えると税収減に繋がることになり、このような課題解決のため当該構想を立ち上げようとしている。現在は、国際大学の橘川教授を座長として7名の有識者からなる川崎カーボンニュートラルコンビナート検討会議を設け、意見交換しながら構想を作ってきたところ。

・現在の川崎臨海部のイメージ図 (P23) について、海外から原油あるいはLNGを輸入している。それを受入基地で一回ストックし、例えば、石油精製工場でガソリンを精製することで、結果的にCO<sub>2</sub>を排出してしまっている。LNGであれば、発電所においてCO<sub>2</sub>を排出しながら電気をおこし、それを域外に供給している。また、ナフサというものから化学品を作り、プラスチックという形で地域に出回るが、最終的にはリサイクルされることなく焼却処分等でCO<sub>2</sub>を排出してしまっている状況。このような状況を循環型のコンビナートにしていこうということで、CO<sub>2</sub>フリーの水素等を輸入し、そのまま水素供給したり、メタネーション等合成燃料を作り、それを近隣の羽田空港に供給していく、あるいは、CO<sub>2</sub>フリーの電気を発電所で作っていく、もう一つは、プラスチックを回収し、炭素を取り出して水素と炭素をくっつけて化学基礎製品のような形にした上で、化学製品を再び供給する、また、工場から排出されるCO<sub>2</sub>をキャプチャーして水素をくっつけて市域に循環させる。このような循環型のコンビナートにしていこうといったことを構想の目玉にしている。

・その他の直近の取組 (P26) として、企業と連携して、国のプロジェクトを活用しながら、様々な取組を行っている。例えば、NEDO事業を活用してENEOS(株)・ENEOS総研(株)と川崎市が水素サプライチェーンの事業性調査を行っており、ENEOS(株)においても、水素の様々な取組を行っており構想を立てて取組を進めているところ (P28)。

・昨年11月にはENEOS(株)と本市において、水素の利活用等に向けた協定を締結した (P29) ところであり、今後、具体的な取組を進めて行く予定。繰り返しになるが、企業と協業することで2050年の川崎臨海部の将来像の実現に向けてこれから具体的な取組を進めていきたい。

## ■会員からの情報提供①

### ○「石狩市が目指す再エネ地産地活」(資料4)

石狩市 企画経済部 企業連携推進課長 堂屋敦 誠 氏

・石狩市は、札幌市に隣接しており、石狩湾に面する南北70kmの細長い自治体である。当市は、平成17年に厚田・浜益と合併し、今の大きさになっている。昭和47年に着手した石狩湾新港地域開発の進展により、北海道の流通拠点としてこれまで発展してきた。

・今回の主題となる石狩湾新港地域について説明する。このエリアについては、開発規模3000ha程度、現在、立地企業760社、少し古いデータであるが就労人口は2万人超である。最近では札幌市から石狩市へ流入超過となっているという特徴がある。これは石狩湾新港地域開発の進展に伴って、このような状況になっているものと考えられる。現在は北海道を代表する産業拠点として成長してい



Cisco Webex Meetings の発表時の画面

るところ。

・近年、石狩湾新港地域は、産業としての進出企業の様相が大きく変わってきた。港を中核とする工業団地はこれまでは流通・小売物流企業の集積が多かったが、近年ではデータセンターや大型商業施設などが立地し、都市型の空間として少し趣が違った工業団地となってきている。近年、再生可能エネルギーがこのエリアに大きく集積している。本市の再エネの地産地活においては、再エネの大規模集積が取組のきっかけであることを認識いただきたい。

・本市は、地域に多く集まっている再エネを地域の付加価値と出来ないかということで、再エネが集まる環境面だけではなく、一つのトリガーとして経済としても地域活力を創造していきたいと考えている。再エネの地産地活を推進し、先導的なグリーントランスフォーメーションの推進地域を目指して現在取り組んでいるところであり、脱炭素地域の実現は、地域産業の成長・発展にも繋がるという基本的な考え方で取組を進めている。

・本市の開発構想について説明する。地域の再エネを地域で活用するという一方で、現在、再エネの送配電事業の立ち上げの検討を進めている。その中で、一つ重要なのが、風力発電、太陽光発電と言われる自然変動型電源を上手に使っていく場合には、再エネの調整力が必要になってくる。この調整力として水素に注目し取組を進めている。また、水素については、札幌市と連携をして水素のサプライチェーン構築事業の取組を進めている。札幌市では再開発等大規模なマーケットを創る、本市はそこに対して水素を供給する二市連携で進めているところ。

・RE ゾーンについて、面積規模約 100 ha、このエリアについては、まだ造成していないエリアも含めて、まだ未分譲の場所になっている。このエリアに再エネを供給する仕組みの構築を進めている。

・この取組においては、北海道電力(株)に協力をいただいている。地域連携協定を締結し、再エネの導入、あるいは RE ゾーンの実現、また、再エネの利活用を軸とした産業の育成、さらに、再エネを入口としながら、地方創生につながる地域密着型ビジネスの実現方策を北海道電力(株)の力添えをいただきながら検討を進めている。

・本市の具体的な取組として、北海道の支援をいただいて、厚田地区で水素を活用しながら地域の再エネを地域で活用するモデルの構築事業を進めており、今年度、地域実装し、4月から運転開始する予定。この厚田地区というのは、小規模集落ということで、系統が脆弱であり、停電が起きた場合に復旧に時間が掛かる、さらには、石狩市の特色であるが、出来るだけ再エネを地域に導入をしたいということで取組を進めてきた。

・当該グリッドについては、公共施設5施設、一昨年オープンした道の駅、また、昨年開校した厚田学園を中心に公共施設5施設の周辺に太陽光発電を設置して電力供給するモデルである。また、この太陽光発電で余剰分が生じた場合は、水電解で水素を製造し、不測の事態に、水素で地域の指定避難所である厚田学園に電力供給するというモデルである。こちらについては、水素がエネルギーとして、長期保存できるといった特性を踏まえたモデル構成となっている。

・水素関連事業例として、現在、住友商事(株)と連携協定を締結して、同社の知見や具体的な支援をいただきながら、RE ゾーン内における水素の利活用手法の検討を進めている。水素については、輸送という部分では、現状ではコストが掛かるということから、水素を製造した場所でそのまま使うといったモデルケースが出来ないかの検討を進めている。また、今年、海上工事に着手する石狩湾新港の洋上風力の余剰電力を活用した水素サプライチェーンに関する調査について、NEDO の支援をいただきながら、令和3～4年度の二ヶ年でF S調査を進めている。

・(最終ページの)水素関連事業例ということで、洋上風力発電について、現在、(株)グリーンパワーインベストメントで開発を進めているが、こちらで発生する余剰電力、具体的に言うと、例えば、系統側の方で出力抑制があった場合、発電はできるが発電をしない、そのような余剰分を活用して水素を製造し、周辺に供給するモデルについてF S調査を進めている。成果が具体的にまとまって事業化の判断ができれば、令和5年ころには、こちらで水素を製造するといった目的で現在進めている。

■ 会員からの情報提供②

○ 「室蘭市のカーボンニュートラル実現に向けた取り組み」(資料5)

室蘭市経済部産業振興課長 佐々木 殉一 氏

- ・ 室蘭市の取組を紹介する。

エネルギー産業を室蘭市の産業施策の大きな柱の一つとする計画を策定しており、これまでの具体的な取組から説明したい。

- ・ 本市は平成28年に室蘭市所有の水素ステーションを整備し、併せてFCV(ミライ・クラリティ)を購入している。水素ステーションについては、エア・ウォーター(株)に製造していただき、維持管理、運営についてもお願いしている。当時、四大都市圏を中心に整備を進めるという中で、札幌市にもまだ整備される前に、人口規模1/10以下の本市に水素ステーション



Cisco Webex Meetings の発表時の画面

を導入した。この水素ステーションには地域の顔である日本製鋼所の蓄圧機といったテクノロジーも使用されているので、我々が水素社会を創っていくことが地域振興に繋がるといったことを踏まえ、一石を投じるという意味も込めて導入したところ。本市における水素関連の初の取組となっており、行政が水素社会構築に向けて退路を断った取組とも言える。

- ・ 環境省の委託実証(P3)を地域で行っているが、これは水素の民生利用に特化したもので、大成建設が代表企業となっている。日本製鋼所の製品である水素吸蔵合金を使用し、水素製造から利用まで低圧で行うことにより消防法であるとか高压ガス保安法の規制を受けずに地域に水素を供給することができるといった特徴がある。

・ 次ページ(P4)について、室蘭市所有の風力発電で作った電力を水電解して水素を作り、MHタンク(水素吸蔵合金)に積んで地域に配送する実証を行っている。今年度いっぱい終了する予定。

- ・ 室蘭脱炭素社会創造協議会の設立(P5~6)について、P6は概要図になるが、一言でいうと室蘭はエネルギー産業の肝であるスケールメリットのある事業が成り立つ地域と我々は考えている。資料中右側がデマンド側の考え方である。一番下に工場における水素・再エネの利用という部分があり、いろいろな企業の取組がある中で、各々時間軸があると思うが、例えば、製鉄では水素関連製鉄の検討がされたり、地域にもLNGを大量に使用する企業があったりするので、将来的には、本市では大量の水素・再エネを使用することが想定される。

要は安い水素とCO2を確保できる場所が一番優位性あると考えており、そういう意味では、必ずしも他の地域だけではなく、地域でメタネーションしたメタンを大量に使用する。その他、空港への合成燃料の供給なども本市として担っていきけるのではないかと考えている。

- ・ では、そのエネルギーをどうしていくか、先ほどの川崎市のお話と違うところは、北海道らしさという点で洋上風力エネルギーの活用というものが考えられる。基本は地産地消で洋上風力エネルギー、そこで出てくるインバランス調整とバッファ分の水素を地域で使用していく。さらには、産業で使用していくとなると、当然不足していくことから、安価かつ安定的という発想から海外からの輸入水素も併せて考えていくことになる。

・ 具体的な取組の一つとして、洋上風力に関しては、地域企業で、室蘭洋上風力関連事業推進協議会(P7)が立ち上がっている。右下の写真は、室蘭港に五洋建設のSEP船が接岸したときのものである。港としてこういった船が受け入れられる証明になるものと考えている。また、五洋建設は市内の工場で既に洋上風力に関連する架台の製造などを見据えた新工場建設を発表していただいている。併せて、そこで太陽光の余剰分電力について水素として利用していくといった具体的な取組についても検討されていると伺っている。

- ・ もう一つ洋上風力に関連する取組(P8)として、昨年11月に大成建設と室蘭市の間で地域でカーボンニュートラル達成のための包括連携協定を締結した。具体的には、浮体式洋上風力の技術開発に取り組むことを発表させていただいている。室蘭港は他にも使える場所もあるし、水域もある。本市としては室蘭港という地域のリソースを最大限活用して、様々な企業と地域の発展、カーボンニュートラルの貢献などに取り組んでいき

たいと考えている。

・水素集積拠点に向けて（P9）について、スコットランドのアバディーン市と水素エネルギー産業の発展に向けた MoU 締結をした。国内ではオーストラリア、ブルネイや中東などが水素の供給元でいろいろお話されているかと思うが、我々は北海道という地の利を活かして、北極海航路を使ってヨーロッパのグリーン水素を輸入するといったことを行政同士で検討している。もちろん、これについては、実現性であるとか様々なリスクはあるかと思うが、現段階では 2050 年に向けてリスク分散も含めいろいろなことを検討していくことも必要であると考えている。

・カーボンニュートラル社会の推進（P10）について、これまでの取組を踏まえて、カーボンニュートラル社会の推進として昨年 10 月にゼロカーボン宣言を行っている。本市は、民生利用だけではなくて産業のカーボンニュートラルも考えていかなければならないとの認識であり、産業部門の脱炭素社会創造協議会、港湾としてのカーボンニュートラルポートに取り組んでいき、併せて、ゼロカーボンシティということで民生のカーボンニュートラルについても進めていくといった 3 本の柱に基づいて今後も取組を推進していきたい。

## ■会員からの情報提供③

### ○「CO2 排出量実質ゼロとなる水素製造・利活用モデルの構築について」（資料 6） 三笠市産業政策推進部産業開発課長 音羽 英明 氏

・三笠市で取り組んでいる CO2 排出量実質ゼロとなる水素製造・利活用モデルの構築について情報提供させていただく。

・三笠市は、北海道のほぼ中央に位置し、面積が約 300 km<sup>2</sup>ほど、うち、86%を森林が占めている。明治元年に石炭が発見されたことをきっかけに、石炭需要の増加に応えるように石炭産業を中心に、大きく成長した。

・本市で採れた石炭を運搬するために、道内初の鉄道が敷かれるなど、産業の発展とともに人口は 6 万人を超えたが、エネルギー需要の変化に伴い、産業が縮小し、人口は半世紀ほどで 1 万人を下回り、現在は、7,930（R4.1 時点）人となっている。

・本市は、肥沃な大地による農業が盛んであり、主にメロン、スイカ、きゅうり、タマネギ及び米が生産されている。また、ワインの醸造も盛んであり、山崎ワインや滝沢ワインなどはコンクールで表彰されるなど高い評価をいただいている。

・このような状況を踏まえ、本市は地域再生計画において、産業の活性化を目指しながら、その手段として、H-UCG、三笠ジオパーク、三笠高等学校の取組を進めている。

・H-UCG（ハイブリッド石炭地下ガス化）は本市の豊富な石炭や木質バイオマスを有効利用することで、事業全体で CO2 排出量ゼロを目指す水素製造事業の総称であり、室蘭工業大学などの研究チームとともに実用化に向けて取り組んでいる。

・H-UCG は主に 3 つの工程で構成されている。①石炭を掘り出さずに地中の石炭層から直接可燃性ガスを生産する。②可燃性ガスに含まれる水素や一酸化炭素に着目し、これを利用したガス分離、または発電し電気分解することで水素を製造。③水素を製造する過程で発生する CO2 については、施設野菜の栽培などに利用するほか、地下に埋め戻す。

・H-UCG のポイントは、第一に本市の資源のポテンシャルにある。本市は一世紀に亘って坑内掘りが行われてきたが、採炭量は市内賦存量の 2 割ほどで、今なお 7.5 億トンの石炭が眠っていることが試算されている。

・道内には 150 億トンほどの石炭が眠っているとされており、CO2 の問題などに対処し、上手く利用することが出来れば、地域の豊富な資源を活かした産業開発など産炭地の地産地消エネルギーによる活性化に繋がれるのではないかと考えている。



Cisco Webex Meetings の発表時の画面

- ・H-UCG の二つ目のポイントとしては、排出される CO<sub>2</sub> への対応となる。市内面積の 86% が森林を占めているように森林整備による循環の体制が進むことで、木質バイオマスの確保も可能となる。石炭資源と木質バイオマスという豊かな資源をミックスさせることで、環境負荷を抑えたエネルギー事業を進めていきたいと考えている。
- ・また、CO<sub>2</sub> を産業利用するほか、UCG で発生する地下の空洞に対して、CO<sub>2</sub> を埋め戻す技術を活用していく。これによって、空洞の充填が可能となり、CO<sub>2</sub> の埋め戻しによる排出量削減だけではなく、地下岩盤の強化にも繋がると考えている。
- ・CO<sub>2</sub> の埋め戻しについては、本年夏頃に市内のフィールドを活用して実験を行う計画である。実験は旧炭鉱の石炭採掘跡に CO<sub>2</sub> を埋め戻すことについて、二つの方法を検証していく。
- ・一つ目は、CO<sub>2</sub> を混ぜ合わせた部材を坑道跡に充填し、鉱物化反応を利用するものである。これが固まることで、CO<sub>2</sub> を地下に固定するとともに地下構造の安定が図られる。九州などでは、浅い場所の坑道が崩落する事故などがニュースで見られるので、このような空隙を補強する方法としても期待したいところ。
- ・二つ目は、坑道跡の空隙などに対して、気体の CO<sub>2</sub> を圧入する方法である。苫小牧市で行われている CCS に近い手法であり、地下の圧や熱を利用して効率的に封じ込める技術である。また、実験の予定はまだないが、CO<sub>2</sub> を資源として活用する方法について、協力できる企業があれば連携させていただきたい。
- ・H-UCG の経過について説明する。平成元年に市内最後の坑内掘り炭鉱が閉山し、一世紀に亘る坑内掘りの歴史が終わった。現在は露天掘り事業者が一社のみ採炭を行っている。平成 23 年に豊富な資源を活用して、産業創出に繋がられないかという思いから、当時、室蘭工業大学で石炭の地下ガス化の研究をされていた板倉賢一教授に相談し、石炭の地下ガス化の研究を開始した。その後、三笠市内のフィールドで実際の石炭層からガスを生産する実験を行うなど成果を積み上げてきている。
- ・当初は UCG ガスで発電し、地域にエネルギー供給することを目的としていたが、石炭利用に対する世界の動向や水素への関心の高まりを受けて、UCG ガスから水素製造する研究にシフトし、現在に至っている。
- ・しかしながら、石炭を利用するためには、CO<sub>2</sub> の処理が必須であり、その技術の確立には研究資金の確保が課題となっていた。その中で、昨年 4 月にヤフーが脱炭素プロジェクトの募集を始めたことから応募したところ、プレゼンが通り、多額の寄付をいただけることに繋がった。一億円という金額であったことから、インパクトも大きく、紙面にも大きく取り上げられた。現在はこの資金の一部を活用して、CO<sub>2</sub> 地下固定実験場所の選定や計画を進めており、夏頃に実験を行う予定となっている。
- ・また、水素の製造と利活用について、室蘭工業大学、大日本コンサルタント(株)及び太平洋興発(株)と共同で NEDO の事業に応募し採択された。CO<sub>2</sub> 地下固定研究に平行して木質バイオマスと未利用石炭の地下ガス化による CO<sub>2</sub> フリー水素サプライチェーン構築に関する調査についても一年掛けて取り組み、実証実験に向けた設計などにも着手し、事業全体でゼロカーボンシティの実現を目指していきたいと考えている。
- ・H-UCG で目指す三笠市の将来像として、豊富な森林資源や未利用地の活用によるエネルギー政策を進めたいと考えている。しかし、特別豪雪地帯に指定されているように、昨年の大雪では、市内の太陽光パネルが軒並み破損するなどの被害が確認された。また、風力や地熱のポテンシャルも低く、エネルギーを地域内で安定して生産する方法に乏しいため、胆振東部地震時のブラックアウトの経験なども踏まえて、地域資源を活用して、地域でエネルギーを生産し活用する手段の確立が課題となっていた。この H-UCG を通じて災害対策と新たな産業の創出による雇用増や人口増加など地方創生を進めていきたいと考えている。

## ■ 閉会挨拶：北海道職業能力開発大学校校長 近久 武美 氏 (北海道水素地域づくりプラットフォーム座長代理)

・本日は、貴重な講演を聴かせていただき感謝申し上げます。特に、日本のエネルギー行政をリードしている柏木先生のお話を聞くことができたことは嬉しく思う。その他、話題提供いただいた方々が非常に熱心に再生可能エネルギー導入に関し、いろいろな解析をしたり、実証実験を行っていることに敬意を表したい。現状のエネルギー価格と同等となる条件に関して、解析結果が様々な視点から提示されていて非常に参考になった。

・海外から水素を持ってくるというお話が多かったが、必ずしもそうではなくて、少々コストが高くなっても国内で循環するお金、雇用に繋がるお金が多くなれば、むしろそちらの方が望ましいと私は考えている。そのようなことも含めて、更に分析、解析、あるいは実証実験が進むことを期待している。

・国内の電力供給の主体が再生可能エネルギーとなる社会では、変動の余剰分を水素に変換し、それを発電用ではなく移動用燃料に回すのが最適解になるのではと考えている。そのようなことも含めて、2050年のゼロカーボンに向けて様々な取り組みがなされることを期待したい。

・社会変革をリードするのは行政の力が一番大きい。省庁間の垣根を越えて上手く連携しながら行政のリードを期待する。



Cisco Webex Meetings の発言者の画面

(以上)