

## 第 4 回ゼロエミ水素ビジョン研究会の総括

IAE

### 議題 1: 第 3 回ビジョン研の総括

コメント:

コメント 1-1: 4 頁の中程(議題3: ゼロエミ水素ビジョン(国際市場、国内市場))の事後回答の中に、カーボンニュートラル合成燃料製造と書いてあるが、これ気をつけて下さい、正しい理解をして議論して下さい。

回答: はい、分かりました。

### 議題 2: 水素需要推算

山地委員長: 定置需要の細分化についてモデルは作ったが、計算はまだ進行中ということだが、再エネ電力コストが低下した場合は割とクリアな結果が出ているように思う。

質疑応答:

コメント 2-1: 水素製造量(世界)について、Hydrogen Council が 2017 年に出した数値と比べると、大分少ないように見える。2030 年では Hydrogen Council が 1 億トンで、このグラフで言うと 100 の所にくるが、計算結果は 30 ぐらいになっている。

あと、その他産業(含 NH<sub>3</sub> 以外の化学)にメタノールが書かれていない。Hydrogen Council では鉄鋼とメタノールを合わせて 7 千 5 百万トン、そんな数値があったように思う。ひょっとしたらメタノールに関する考え方がちょっと違うのかな?

回答: Hydrogen Council の Scaling up のモデルは GRAPE のモデルとは範囲が少し違っていると思います。GRAPE の水素需要は新規のエネルギー需要だけを取り扱っていて、既存の化学産業の需要が入っていないので少なめになっているという可能性があると思います。

鉄鋼に関しては、昨年度とほとんど同じモデルですが、昨年度の鉄鋼に関するご指摘を考慮して計算を実施中で、今回の結果が出てくればちゃんと反映できているかなと思います。

メタノールについては、その他産業部門に入っていて、このモデルの中ではエネルギー向けメタノールは合成燃料の一種として取り扱っていますが、既存の産業向けのメタノール自体はこのモデルでは明示的に取り扱っていないので、CCUS の所で扱えるかどうかを見ていきたいと思っています。

コメント 2-2: 日本の政府の目標について、最近では GX 実行会議が 12 月 22 日に開催され、その骨子案が 10 月 26 日の第 3 回 GX 実行会議で出されていて、その中に水素・アンモニアが一つの項目として書かれていて、日本の目標水素製造コストが Nm<sup>3</sup> 当たりで 20 円とか 30 円、それ

と何トンというのも書かれている。今後 10 年間で水素とアンモニアで 7 兆円の投資も言っている。政府が言おうとしているのは 7 兆円の投資で需要を実現するということで、それに対してこのモデルではアプローチが逆で、需要からのアプローチなので合わせられるのかと言うと、合わせにくいと思う。モデルの解析結果で政府目標が実現できないのであれば、政府の目標はあまり現実的ではないということを提言するのかどうか、そういうことも含めて、こういうことがモデル分析で出たと言うことを言うべきなのかなと思う。政府目標が本当に実現されると日本は水素輸出国になるというようなことが導き出される可能性があるので、モデルによる解析結果と政策目標の関係は重要だと思う。

委員長： まだこの段階で政策とモデル解析のリンクを強めても、恐らくモデル解析が難しくなると思うので、もうちょっと進行中の計算結果が出た段階で対応したらどうかと思う。

コメント 2-3： 入力としてエネルギーの種類別価格、特に地域別の化石燃料の価格、それに対して再エネ電力が、どれぐらい優位性があるのかを示していただきたい。それと、アウトプットとしてのカーボンプライスが、どれぐらいハードルが高いのかを次回以降教えて下さい。

回答： ありがとうございます。

コメント 2-4： Times-Japan での 2050 年 2030 年での水素量、再エネ由来かどうかも含めた数字を教えてください。日本の国内での需要の短期の方策と、世界のマクロで言う再エネが増えて行く比率の比較ができると思う。

回答： 水素製造の内訳を用意致します。

コメント 2-5： IEA では、例えば、アンモニアだったらアンモニア全体、水素だったら水素全体、既存の市場を含めた水素全体の値が示されていることが多いと思う。それに対して GRAPE の結果はエネルギー分野に新たに発生する供給とか需要だと思う。その辺について、何か上手い考え方の整理の仕方を次回までにご提示いただければありがたい。

委員長： よろしく願います。

コメント 2-6： GRAPE では、コストの中に政府が実際に政策として補助金とか税制とかを負担している分は乗せられているのか？

回答： イメージ的には政策的なコストは乗せておりません。

コメント 2-7: 特定の国だと、製造段階とかいろんな所で補助金を乗せることで、ある意味、見た目のコスト／単価が下がっていると言う現実があったので聞いたが、見えている所で計算しているということ、下駄をはかせているというか政策的に価格を下げていても、それは結果として受け入れて計算をしていると理解していいか？

回答: 設備費を引用している文献の値がそれらを含んでいるのであれば、そういう風になると思います。

コメント 2-8: エネルギーは経済合理性以外のもので動きが変わると思われるので、もしもこの後、例えば A 国から B 国に向かってはエネルギーが行きにくいと言うような現実があった時に、モデルの中に取り込むことはできるのか？

回答: はい、例えば、過去に、A 国から B 国に輸送される場合のセキュリティリスクを追加コストで表現して分析をしようとした事例もございます。あとは、直接的にロシアからヨーロッパへの輸送を制約すると言ったことはモデルの中では可能です。

コメント 2-9: そうすると、この後いろいろ計算された結果の中に、水素の輸出入の流れを示すようなベクトルか何かを明示していただければ、経済的にはこれが合理的だという風に理解しやすいと思う。

回答: ありがとうございます。ただ、このモデル自体は地域の解像度が世界 15 地域ですので、例えば、LNG のプラント等特定のプラントから日本に運ぶとかそのような細かい解像度はないということと、あと、例えば、液体水素の輸送ですとコストが距離に比例すると言うような想定をしている関係で、近い国から運ぼうとするというようなモデルの特徴があります。ですので、例えば、ある時間断面で特定の国から日本に輸入するというような(絵が描けたとしても)現実の世界においてはまたちょっと違った話になるのかな？と思います。ただ、輸出した方が、経済的に合理性があるということと言えるのかなと思います。

### 議題 3: ゼロエミ水素ビジョン @2050

委員長: メタネーション、合成燃料に関しては、例えば、A さんが大気に出された CO<sub>2</sub> を回収しました、B さんがそれを買ってきて合成燃料を作って燃やしました。A さんは CO<sub>2</sub> を出さなかったから、CO<sub>2</sub> の価値は A さんのものだけど、B さんが A さんにクレジットを払うというか、証書を買う、そうすると価値は依然残る、そういう議論が今進んでいる所だと思うが、いずれにしてもそこははっきりさせないといけない。

もう一つ気になったのは、electro-fuel の e が再エネ由来となっているが、そうなのか？これ、カーボンフリー水素だったらそれでいいのではないのか？

回答：「e-:electro-(再エネ)由来」と書いている根拠は、資源エネルギー庁の「合成燃料研究会 中間とりまとめ（2021 年 4 月）」で、「1の(1)合成燃料の定義」の中でそのように明記されています。

委員長： それはその話で、我々はここで考える時にカーボンフリー水素であればいいのであって、グリーン水素である必要は別にあると思う。

質疑応答：

コメント 3-1： CO<sub>2</sub>削減のカウントの問題かと思う。今、産業界の人たちも対応を始めている GHG プロトコルのスコープ3の認証制度をよく知っていれば、そういう迷いはないはずだと思う。あくまで炭素はエネルギーのキャリアとしての位置付けであり、単に再排出されるというよりは、もう少し明示的にこういうのは良くて、こういうのはダメと言う風にも書いてもいいと思う。

委員長： コメントと受け止めたい。

コメント 3-2： e-に関しては electricity ということで、ドイツで最初に e-fuel と言って、それで再エネ由来と書かれていると思う。実際問題として、例えば、太陽光から水素を作り、一方化石燃料から水素を作り、それをまとめて貿易されることもあると思っていて、モデルでも混ざった形で扱われていると思うが、合成メタンとか合成液体燃料についても、その理解でよいのか？

回答： はい、モデル内では混ざった状態で使われています。実際の商取引では何かしらの表示が必要になると思います。

コメント 3-3： そうですね。商取引の場合もブルーで作ろうがグリーンで作ろうがカーボンフットプリントというタグ、コストというタグがどこかにあって、それで取引されるのかなと思う。

コメント 3-4： 今回は暫定ということで、こんな形(日本の水素需要量と輸入／国内調達の内訳、等の形)で出してくると理解している。ここは大事なところで、今国内で水電解の水素をどうやって増やすかという議論をしている時に、やカーボンニュートラルなので極力国内の再エネを使わないといけない、どういう方策があるかという議論をしているので、いろんな仮定を併せて表示して示していただければありがたい。

コメント 3-5： マクロで世界中の水素の 44% を中国が作る(資料では製造ではなく需要)、そうすると(中国から)国内に水素が沢山入ってくると推察できる。海外資源は、従来着目の褐炭だけでいいのかどうか、そういう視点での見直し／考察を迫られているのではないのかな？シミュレーション結果なので、実際の輸入／国内調達との乖離という課題があるにしても、一度、マク

口の水素量から本当に今考えている政策も含めた水素拡充のパスが大丈夫なのか？ということを考えてみる価値はあるのではないかというコメントです。

コメント 3-6: カーボンニュートラルの意味について、私がいつも言っているのは、「工場等から排出した CO<sub>2</sub> を使って、CO<sub>2</sub> フリー水素とでメタネーションして合成メタンを作る、合成メタンだけでなく合成燃料も作る。それを使って出てきた CO<sub>2</sub> は製造時に CO<sub>2</sub> を使っていて相殺するから新たな CO<sub>2</sub> は出ないのでカーボンニュートラルである。」という言い方、相殺するからカーボンニュートラルである、これが間違いだということ。1 年前は、マスコミがいろんな所で間違った言い方をしていたが、今、世の中の流れが変わってきて、そういう言い方（相殺するからカーボンニュートラルである）はおかしい、が主流になりつつある。

クレジットをどちらにつけるか、生産側か消費側かは制度設計の問題だから、科学的に全体として CO<sub>2</sub> 排出がないことと制度設計をきちんと分けるべきだと思う。

資料 4-7 の「回収 CO<sub>2</sub> の由来と合成燃料利用時の取扱」の所で「欧州では工業プラント等から排出される CO<sub>2</sub> を回収して製造した合成燃料については利用時に排出される CO<sub>2</sub> は控除可能、が議論中」と書かれているが、こんなことをヨーロッパで議論するはずがないと思うが、どうなのか？

回答: この記述はガス協会さんが作られた資料の中にあっただけで引用しました。

委員長: 誰かが言っていることをそのまま示すのではなく、ちゃんと論理を持って示すことが大事だと思う。

コメント 3-7: 制度設計に関しては、炭素に対する賦課金制度の導入を 2028 年度から実施する予定で、化石燃料毎 CO<sub>2</sub> 排出量に応じて輸入事業者等に賦課する、という考えを示しているので、入口の所、日本に入ってくる所で賦課されるということです。

委員長: しかし、国際的に統一していない、そういう考えを持っているということですね。当然、カーボンプライシングの所で扱う時には、炭素賦課金をかけるのは当然のことだと、私も思う。如何ですか？

コメント 3-8: 「欧州では工業プラント等から排出される CO<sub>2</sub> を回収して製造した合成燃料については、合成燃料利用時に排出される CO<sub>2</sub> は控除可能」という事に関しては、制度をきっちと議論している所ではないかなと思う。今回、事務局の方で「カーボンニュートラル(CN)の意味」で書かれた所の取扱いについては、そういう風に思っている。将来的には DAC やバイオマス等由来の CO<sub>2</sub> を活用することになるのかなと思う。

コメント 3-9: 今の件は、メタネーション推進官民協議会の方で、正に議論している所なので、そちらの展開に委ねるのが一番よろしいのではないかと、個人的には思う。

#### 議題4: 海外動向調査: 米国の脱炭素化政策と DOE の水素プログラム (米国 DOE の H2@scale イニシアチブ))

質疑応答:

コメント 4-1: このアメリカの動向を読むと、国内で再エネ由来の水素を作るぞというシナリオに思える。これを是とすると、前半の GRAPE の解析結果から、再エネコストが下がると流通する水素量が減って、各国は自分の所で使うようになる。この DOE のプログラムはそれを後押ししている。逆に、需要が増えて中国が大量に使い、彼らが国内で作れないとすると、中国は大量の輸入品を買いに行く。物流量は減って、需要は増えて、買いたい人が増える、ということは水素の値段が上がる。では日本は世界に対してきちっとした対応策を持っているのか? という風に私には読み取れた。この DOE の政策がアメリカを後押ししているとすると、日本はどう後押ししたらいいのかが問われているという風に私には聞こえた。

回答: アメリカの取り組みは再エネ水素を重要視してはいますが、化石+CCS からの水素製造もやはり重要視していますので、とにかく水素を大量に安く作れる手段として、そして環境負荷(CO<sub>2</sub> 排出)への対応レベルに応じたインセンティブを考慮して、水素を安く供給して利用できるような市場を作って行って世界をリードしようとしていると理解しています。

コメント 4-2: 一方で、欧州も Hydrogen Valley と IPCEI のプログラムがあり、それで系統(水素バリューチェーン)を作っている。例えばカーボンニュートラルということでアメリカが水電解にターゲットを絞っていると、ヨーロッパは Hydrogen Valley と IPCEI のプログラムでカーボンニュートラルのマーケットを作って、ヨーロッパの水電解メーカーは投資をして工場を作って大量生産をして安くすると言っている。それはもうヨーロッパでは出ているので、アメリカとしてはこの Hydrogen Hub のプログラムで同じようにマーケットを作り、投資をし、水電解の工場を作って安くするというプログラムになっていると思う。では、日本はどうかと言うと、GI 基金で水電解の技術開発をやって行きましようと言っているだけなので、日本での水素マーケットの創出とそれを足場にした国産水電解の量産・低コスト化をどのようにして行くのですか? と言った問いかけが必要なのではないかと思う。そんな形でまとめていただけるとありがたい。

事後回答: ご意見を課題ととらえて、まとめていきたいと思います。

## <メールでの1メンバーの事後コメント／IAE の回答>

### 事後コメント 1:

参考であり、特に対応していただく必要はない。

- ・以繰り返しになるが、なるべくモデルはシンプルにとどめるのが良いと思う。パラメータを多くして、現実近づけようすると、予測も解釈困難になる。原発事故や自然災害、戦争、政府の政策転換などが起こるとシナリオががらりと変化するの、いくら精密にモデルを複雑化しても、そのような変化に対しては意味がない。簡単なモデルにして、担当の方がご自身で計算を行うのが良いと思う。
- ・2050 目標はかなり無理があると誰しも感じていると思う。その無理な部分はコストとして明らかになってくるはずだから、コストの結果は世界、日本とも常に示すようにしたほうが良いと思う。
- ・もう一度原子力をパラメータとして考慮しても良いかもしれない。再処理コストについても少しずつ調べておく方が良いと思う。
- ・計算のベースとなっている燃料コスト、設備コスト、原子力、再生可能エネルギー導入量などの基本的なグラフ、数値は毎回示してほしい。変化させた部分を説明し、計算のベースは参考扱いで良いと思う。
- ・他機関からの報告書は、注意して読まないといけない資料に対していろいろな仮定や独自の提案が含まれている場合も多いので引用する際には注意が必要と思う。少なくとも引用を注として明記しておくべき。
- ・海外動向調査は大変参考になったが、それぞれのプログラムの予算額をグラフ化すると、視覚的に把握できて助かる。日本の国プロ関連の予算も同じように整理すれば、それぞれの国でどの技術にどの程度注力しているのか定量的に理解できると思う。

### 回答:

貴重なご意見なので、時間をいただいて可能な限りフォローさせていただきたく思います。

### 事後コメント 2:

- ・今後、再エネ導入が進んでいくのは間違いのない流れだと思う。その際に風力、太陽光の出力は電気だから、電池に蓄えて使うのが最も効率が高く合理的、水素は変換ロスがあるから普及しないという議論が多いように感じられる。
- ・一方、日本の昼夜の電力需要と共有変動を大規模に平準化できるというところに水素の大きな価値があると思う。
- ・再生可能エネルギー大量導入に伴う需給ギャップの問題は、主に電力系統の専門家の方々によって研究されているが、大きな流れでは、昼間余った電力は熱にして捨ててしまうという考えのようである。夜間の電力需要は、あてにならない風力と電池の組み合わせに頼ることになるが結構膨大なバッテリーが必要となる。
- ・太陽光の出力が昼間余って捨てるというのは既に九州で起こっており、今後原発再稼働が進めば各地で問題となるであろう。

- ・その時の PV 電力の価格は無料だし、むしろ水素に変換して電力平準化に貢献すれば夜間電力のための電池を削減することも含めて、その価値を評価すると相当プラスになると思う。
- ・複雑な計算は電力系統の研究に任せるとして、昼間の余剰電力を活用した水素製造、夜間利用によるプラスの価値を、簡単なパラメータで取り込んでシミュレーションできれば、水素の導入意義が増えるように思う。

回答： 所内関係者で今後の検討課題として情報共有させていただきます。

第 2 回のビジョン研で岡崎先生から同様のコメントをいただいております、その時の事務局回答は「余剰電力をこのモデルでは明示的に取り扱うのはちょっと難しいですが、再エネ水電解による水素の目的製造は考慮しています。」です。

事後コメント 3:

細かい話は長期モデルには組み込めないでしょう。例えば、ざっくりとした年間の余剰電力や夜間電力需要などをパラメータにした極、簡単なモデルで、例えば、その平準化を電池でやるのか水素でやるのか、というような検討から始めて、GRAPE に組み込んでも十分に意味があるのではないかと思います。

回答:

所内関係者で今後の検討課題として情報共有させていただきます。

以上