

第7回 GX実現に向けた専門家ワーキンググループ

議事概要

1. 日時 : 令和6年8月9日(金) 13:00 ~ 15:00
2. 場所 : 経済産業省 別館2階 238各省庁共用会議室
3. 議題 : 有識者からのヒアリング

出席構成員

秋元 圭吾	(公財)地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
大橋 弘	東京大学大学院経済学研究科 教授
関根 泰	早稲田大学理工学術院 教授
土谷 大	マッキンゼー・アンド・カンパニー アソシエート・パートナー
沼田 朋子	JAFCOグループ株式会社 チーフキャピタリスト
林 礼子	BoFA証券株式会社 取締役副社長
望月 愛子	株式会社経営共創基盤(I GPI) 共同経営者 マネージング ディレクター

※ヒアリング対象の有識者として、

野村 浩二	慶應義塾大学産業研究所 教授
秋元 圭吾	(公財)地球環境産業技術研究機構 システム研究グループリーダー・主席研究員
丹野 裕介	株式会社Sustech 代表取締役社長
小西 雅子	WWFジャパン専門ディレクター(環境・エネルギー)
辻 佳子	東京大学 教授

にご参画頂いた。

○ お忙しいところ御参集いただきましてありがとうございます。また、本日、またもオンラインで本当に申し訳ございません。

本日の趣旨ですけれど、GXを進めていく上で、エネルギーコストと、そのコストが産

業に与える影響、あるいはそれも踏まえた成長の可能性とG X産業の海外市場獲得の重要性、G Xを巡るグローバルスタンダード、さらにはG X産業立地の在り方について、それぞれ造詣の深い先生方からプレゼンテーションをいただいたうえで、それを踏まえて構成員の皆様方と意見交換ができればということで会を設けさせていただきました。

まず、冒頭、事務局から御挨拶いただければと思います。

○ 委員の皆様、どうもありがとうございます。

今、先生からもお話がありましたけれども、まさに今後の産業構造を見据えていく中で、ではエネルギーの需要がどうなるのか、それからエネルギー価格が産業にどういう影響を与えるのかといったようなエネルギーと産業の設定のところを特に今日は御議論いただけるものと思ってございまして、これはまさにこれから年末にかけて2040のビジョンをまとめていただく上での核心になってくると思ってございます。いろいろな観点からぜひ深い御議論をお願いいたしまして、それを踏まえて我々は動いていきたいと思ってございますので、ぜひよろしくお願い申し上げます。

○ ありがとうございます。

それでは、本日は時間も限られていますので、早速ですけど議事に入りたいと思います。

本日、5人の専門家あるいは実業に携わっている専門家の方にお越しいただきました。

10分間お時間をいただけるということですので、その範囲で御説明いただいた後、その後まとめて御議論させていただくということを考えています。

○ 本日、私からは、主要国のエネルギーコスト負担や価格差、もう一つはエネルギー多消費産業の生産の動向に関しまして、相互に結びついているわけですが、お話をさせていただきたいと思います。これはモデルによるシミュレーション値ではなくて実現値ということで、その速報値ということでございます。

最初に、今日の報告内容でございしますが、最初に概要を少しお話した後に、エネルギー多消費産業の重要性という話も含めて、現状の動向をお話しさせていただきます。

次のスライドにまいりまして、一般にエネルギーコストの把握には1－2年などかなりのタイムラグがありますので、それを乗り越えようと最初に我々がつくっておりますECMと名付けた速報値を紹介します。経済の供給サイド、特にそれはエネルギーの需要サイドなわけですが、このような分析というのはエネルギー分析にしてみると比較的手薄だったという御意見もお聞きしますけれども、経済分析側から見れば、はるかそこを長くやってきた生産分析の長い歴史がございます。そういうものから見たときに現状のエネ

ルギー供給サイドをどう速報値で把握するかというフレームワークを構築して、速報に耐えるデータベースの開発をこの数年行ってまいりました。

次のページに行きまして、E C Mの大まかな性格ですが、四半期G D P速報が、いわゆるG D Pの速報値として、実現値というよりは予測値の速報的性格を持っているわけですが、それに今回のE C Mというのはかなり近いものです。内閣府が、四半期G D P速報としてG D Pという指標を構築するように、E C MではR e a l P L I（実質エネルギー価格水準指数）やR U E C（実質単位エネルギーコスト）などの集計指標をつくるということでございます。そしてまた空洞化などさまざまに解釈の難しい課題に関連してきますので、やはりあくまでも国際比較ということを前提に捉えております。現状としましては下のほうにありますが、コスト系の指標は、日、中、韓、米国、英国、ドイツ、フランスと。ちょっとイタリアは若干補助金との関係で、データの的にまだ不確かな部分がありまして、それを除いた7か国としています。E I T Eと書きしましたのがエネルギー多消費産業の略でございまして、その指標は日独米中の主要4か国を対象としています。

5ページ目に指標を3つ書いておきました。これは簡単な式のように見えるんですが、なかなか解釈が難しいところがありまして、これを説明していると相当に時間がかかってしまいますので、イメージだけ捉えていただければと思います。

まず、1番目のR e a l P L Iという一番上のものは、各国が総合的なエネルギー価格としてどのくらいの実質的な国際価格差に直面しているかということ把握しようというものです。この「実質」とか「総合的な」という言葉ですが、この辺が難しいところでございます。名目的な価格とか、電力だけなどでは普通に統計に出ているわけですが、各国のエネルギー消費の異なる状況を反映した「総合化」が難しいということでございまして、そういうような「格差」を示す指標がR e a l P L Iだと覚えていただければと思います。

2番目がR U E Cという、これも聞き慣れないかもしれませんが、各国におけるエネルギー転換の困難性を評価したらこういう指標になるだろうと私の中では捉えております。各国は産業構造が違いますので、直面するエネルギー価格差だけではなく、各国の産業構造、エネルギー集約度、エネルギー生産性の差異を反映したものであるということでございます。このR U E Cは、R e a l P L Iを含む指標となります。

3番目がこのE I T Eという指標です。多消費産業の個別の企業情報は様々にニュースに出るわけですが、全体としてどうなのかということをつえようというものです。上記の

2つが価格・コスト要因であるとしめすと、この3番目はその非価格的な要因を含めてエネルギー多消費産業における生産行動の変化をとらえようとしたものです。必ずしもエネルギー価格の高騰がなくとも、規制的な手段などを通じて行動は制約されます。1・2・3の指標を総合的に速報で捉えようということが意図していることでございます。

6ページ目、これはもっとストレートフォワード（直接的に）にといいいますか、エネルギーコストそのものなんですけれども、22年、23年、24年と、本年の予測値ももう入っておりますけれども、この灰色の部分が補助金の具合でありまして、最終エネルギー消費金額のみでも、年間にして大体52～53兆円ということになります。2019年、コロナ前の数字から見ましても大体13兆円、最終エネルギー消費が増えている。これは非常に大きな、言うまでもなくGDPの2%以上ということで非常に大きなものです。これに中間消費（転換）されるエネルギーコストまで含めると、19兆円増という膨大なコスト負担の拡大があるということでございます。残念ながら、現状として日本では高負荷・高負担というものがほぼ横ばいであるという見通しを右のほうに書いております。

次のページでございすが、7ページ目、これは月次の名目エネルギー価格ですけれども、こちらは左側のシャドーの部分が補助金の姿であります、電力、石油、ガス等様々にありまして、かつてのピークよりは下がっておりますが、少し高止まりしているということでございます。先ほどの実質でみたエネルギー価格という右側のほうにございます。これを長期に、1955年という日本経済の経験から見たときに、第2次オイルショック後に1つの山がありますけれども、それをはるかにといいいますか、かなりの程度超えてきているという形で、既に日本経済は相当大きな実質エネルギー価格に直面しているということでございます。

8ページ目、これが先ほどの第1の指標であるReal PLIというものですけれども、各国はどのくらいの格差に直面しているのかを評価したものです。左側、韓国が一番大きくなりまして、韓国は電力価格が、右側は電力だけに限ります。韓国の場合は、電力の場合、かなり韓国電力のほうで抑制していますので、国営企業ということで価格はコントロールされていますが、全体としての最終エネルギー消費としてはかなり高い価格に直面しているということです。2番目のところに日本がありまして、電力で見ますとドイツとかイギリスが高くなったということでまた下がってきておりますけれども、このような状況は我々の知るところであります。ただ、電力価格で見ましても米国の2.4倍ぐらいまで今上昇しているということで、歴史的に見てもこれはかなり高い価格差となってきました。

した。私自身が2021年にエネルギー経済の本に書いたときには、日米で2倍を超えないように実質電力価格をコントロールすべきではないかというセンスを持っておりましたが、現状では2.4倍ということで、それをすでに超えてしまったレベルに日本経済は直面しているということでございます。

9ページ目、これが第2の指標のRUECという、「エネルギー転換の困難性」です。そこでは中国や韓国は非常に高いわけです。その中国は再エネの導入量で世界でトップランナーに入っておりますけれども、他方では石炭の消費もどんどん増やしておりますし、エネルギー消費量も拡大しております。中国のRUECが高いということは、再エネ導入量だけを見ると誤解してしまいますが、エネルギー転換に実は相当なコストがかかり、相対的には他の国よりも難しさが大きいことを意味しているということでございます。

1つの問題はドイツでして、黄色の線ですけれども、2022年の第3四半期のところをピークとしましてかなり上がってきたということで、日本をも超える水準で上がっています。この計数自体は、全て各国における補助金を除いた後（緩和措置後）の数字でありますけれども、このような状況になっているということがございます。

その生産面への影響を後に調べていきたいと思いますが、その前に10ページ目、これはエネルギー多消費産業の日独の重要性ということで、付加価値のシェアと輸出のシェア、そして就業者のシェアということで示しております。左下を書いてありますが、これ自身も重要なことではありますけれども、単なる引き算だけではないということです。EIT産業は5%ぐらいのGDPシェアがあるので、その部分を失うかということだけではない、重要性が左下のほうに書かれています。今回の報告では、アウトプットにフォーカスしていしますが、安全保障上の問題も当然のことながらありますし、一国の価格競争力という視点からの当該産業の寄与を検討することが重要です。もう一つは雇用、しかもその中の質の高い雇用という、ディーセント・ジョブというものが形成されているかということが重要だろうと思います。

この2番目と3番目の視点から少し付随して補足しますが、その次のスライドをお願いします。これが日米の総合的な生産性のギャップ（格差）でありまして、これもちょっとなじみがないかもしれませんが、総合的なTFPギャップというもの。これは測定がかなり厄介ではあるんですけれども、それで見ますと、今、日米で見ますと、主要な競争力のある産業は素材産業であります。2番目に一次金属（鉄・非鉄）が入っておりますし、3番目に化学業が入っておりますが、そのようなものが非常に高い価格競争力を持っていま

す。エネルギー多消費産業という、日本では斜陽産業のように捉える方がいらっしゃるかもしれませんが、それはもう完全な誤解であると思います。反対に、自動車製造業を高い競争力を持つとイメージしますが、それは一部の日本企業としては競争力を持っているけれども、国内産業として見ると、かなり国外に行ってしまいましたので、国内外の競争力としての内外格差としてはかなり縮小してしまったということでございます。

12ページ目、これはジョブ側から見たものですが、下のほうに行く方がディーセント・ジョブが多く、低賃金労働者が少ないような産業となります。かなり素材系産業——このオレンジのところですが、E I T E産業系のところはディーセント・ジョブが多い産業構造・雇用構造を持っているということです。また女性の雇用という意味でも、ジェンダー格差を見ましても、E I T E産業では格差が小さいといえます。これも一般のイメージとは違うかもしれませんが、そういう重要な位置付けを持っているということ認識すべきです。もう一つは、今日は時間がないので入りませんが、地域経済としての重要性はかなり大きなシェアを持っているということでございます。

13ページ目、これがE I T Eの集計生産量の推移でございますが、2020年のときにコロナでガタッと下がっておりますけれども、それを超えるぐらいまでの勢いで、ドイツでは僅か直近の2年間でマクロのE I T E産業全体の生産が急落したということです。ドイツの強烈な衰退の始まりは、R U E Cの急拡大と軌を一しにしております。

日本では、そのR U E Cが上昇し始めるよりちょっと前ぐらいのところから、半ば計画するようにそれがずっと下がってきたということで、青い線でございます。それは非価格要因の存在を疑わせるものです。いずれにしてもマクロで2割下がるというのはかなり大きなことでございます。

停滞する日独に対し、中国との対比が大きいわけですが、中国はむしろ右肩上がりです。これはスライドでは「カーボンリーケージそのもの」と書きました。本来はカーボンリーケージの定義も難しいですが、速報として捉える限りにおいては、ほぼこれはカーボンリーケージと言ってもいいだろうと捉えております。右側に「Non-E I T E」と書きましたが、非エネルギー、多消費的ではない産業のほうを書いておりますが、ここでも波及効果や円安効果を含めて理解する必要があると思いますが、ちょっとお時間がないので飛ばさせていただきます。

次のスライドですが、どういう産業がE I T E産業の中で貢献しているのかということです。日本の場合は鉄鋼業、灰色の部分ですが、ほとんどかなりの6割ぐら

いを鉄鋼業が説明していて、ドイツの場合は化学業が先行しています。ともに全体として2割下がるという形でございますが、産業の寄与度は大きく異なるわけです。

次のページに米国と中国の計数がありますが、米国は少しIRA（インフレ抑制法）等によって化学製品とか高機能化学製品とかそういうものに関しての需要拡大もあるものと理解されていましたが、実は、全体として見ると少し下がる傾向にあります。しかし中国はむしろ、窯業と生産はちょっと弱いですが、ほかの全ては上がっているということでございます。

こういうものをどう捉えるかということでございますけれども、産業の生産減退というものを次の最後のところでまとめております。時間がないので先に行きますが、第1に、エネルギーコストが高止まりしているということで、エネルギー転換のコストというものを消費者に押し付ける余地はもはや日本にはない、ということが経済的に言えます。

2番目、日独ではもう既に現行政策の弊害がかなり顕在化してきているのではないかとことです。日独両国に共通することは、エネルギー多消費産業が産業構造・経済成長にとって両国経済において重要な役割を担っていることです。これらは中間財であるだけに、一般の消費者には分かりづらいところではございますが、非常に大きな役割を担っているといえます。それが生産としてはマクロで20%もの下落を示しているという異常事態です。

グリーン成長のための条件・国際制度というものが未整備のままに、カーボンリーケージも含めた空洞化や低生産性のリスクがあり、そのリスクはすでに顕在化しているということです。

ちょっと時間がないので、以上で終わらせていただきます。

○ ありがとうございます。次、よろしければお願いいたします。

○ それでは、発表させていただきます。

私のプレゼンは、将来どういうエネルギー需要になりそうなのかということについて、過去も踏まえながら将来を展望してみたということでございます。時間が限られていますので、早速中身でございます。

最初に、エネルギー需要・電力需要の所得・価格弾性値というところございまして、4ページ目、世界のCO₂排出量は増え続けていると。他方、先進国に関しては減ってきているけれども、途上国が増えていることによって世界全体の排出量は増えているということで、先ほどリーケージというお話がありましたが、我々の見方からしても、先進国が

ら途上国に、とりわけエネルギー多消費産業がリーケージをしているということが見受けられるということでございます。

5 ページ目でございますが、ここは単純に茅恒等式分解をしたというものでございまして、水色部分が人口の増加要素、そして、その後、一人当たり GDP（所得）の変化、そしてグレーの部分が省エネ・産業構造変化、緑の部分がエネルギー転換効率の変化ということで、主に発電効率の変化。そしてオレンジ部分ですけれども、ガスへの転換、再エネ、原子力の効果ということでございますが、右側のほうが年ごとの変化でございますが、左側は10年平均で取っているということでございます。世界全体で見ますと、世界の排出量が増えているということでございますが、ここでも分解してみますと人口の部分と所得の変化ということでかなり大きく出ていると。そして、低減効果でございますが、グレーの部分が大きくて省エネということでございますが、産業構造変化も含まれているということで、2000年から2010年はかなり増えていますが、これは中国がエネルギー多消費産業を急激に伸ばしたという影響が出ていまして、そこは伸びていますが、それを除きますと緩やかに増加率は減ってきているものの、基本的には排出増が止まっていないということでございます。

続いて、ページをめくっていただいて6 ページ目でございますが、日本とドイツということで示していますが、ここは2021年から2022年、一番右側を見ていただきますと、グレーの部分が日本もドイツも大きいということで、省エネの効果に当たるものでございますが、先ほどプレゼンにありましたように、省エネと見えている部分に関してはエネルギー多消費産業が基本的に衰退しているというふうに考えたほうがいいということでございますが、そういう効果がここでも出ているということかと思っています。

ドイツでいきますと、その前の段階でかなりオレンジ色が入っている部分があるかと思っています。例えば2018年から2019年でございますが、こういったところはドイツは再エネを大量に入れて対応したということで排出量がマイナスになるようになっているわけでございますが、解釈するに、ここでエネルギーコストを上げてしまったがために、その負担によってグレーの部分で産業が衰退してしまったということで読むこともできますので、非常に価格と、何が起きているのか産業の部分、そして世界全体でどうなっているのかということをよく見ていかないと経済と環境の好循環ということは実現できないだろうというふうに見ているところでございます。

7 ページ目でございますが、CO₂/Primary Energy Supply と

ということで、日本の中身を見たものでございますが、左上のグラフで見ますと2010年から2015年、紫色、藤色部分が上に上がっているのは、原発の停止によってそこは悪化したというところでございますし、下のほう、改善の部分でございますが、原発の再稼働によって改善してきているということでございます。ただ、再エネの効果が緑色でございますが、あらゆる時点でそれほど大きくは出ていないということでございます。

右側でございますが、製造業の主な産業の省エネに当たるような部分でございますが、ここで見て、これはマクロになっているので、本来はもうちょっと中身を分解して分析するというのが正しいと思いますが、マクロで見ても省エネルギーはあまり見られないということでございまして、基本的には産業の衰退によって日本のエネルギー効率が見かけ上改善しているように見えているというふうに解釈するのが正しいだろうというふうに思うわけでございます。

あとは、8ページ目、9ページ目、10ページ目は、最新のものを先ほど御紹介いただきましたので飛ばさせていただきます。

それで、11ページ目でございますが、改めてということで、世界全体のGDPと世界全体の電力消費量の関係でございますが、非常に強い正の相関関係が見られると。GDPが上がるときには発電電力量は必ず同じような水準で上がっているということで、強い弾性値が見られるということでございます。

もう少し分解してみたというのが次の12ページ目でございますが、所得上位27か国が左上、そして所得中位30か国が右下でございますが、所得上位国に関してはGDPが上がっても電力消費量がここに来て下がっているということが見られて、デカップリングが見られるわけでございますが、右下のほうの所得中位のところでいきますと非常に強い相関関係ということでございまして、先進国でエネルギー多消費産業が衰退して、その分、所得中位国に移っているという状況でございます。

13ページ目は、では価格の弾性値がどうなっているのかということでございますが、これは1990年から2016年に報告された大体1,000推計をメタ分析したというものでございまして、ここでは最頻値がマイナス0.25ぐらい、そして中央値がマイナス0.429ということですが、マイナス1ぐらいの比較的高い価格弾性も推計されていて、かなり幅があって推計されているということでございます。これはなかなかやはり推計が難しく、その国だけの価格を見ているだけでは駄目で、相対的なエネルギー価格は効いているだろうというふうに思われるわけでございますし、ましてやグローバル化が進

んでくると海外に移転しやすくなっているという状況があるかと思いますが、過去と最近の状況ともまた違ってきているということも踏まえながら、では価格がどれくらい上がれば日本の産業がどれくらい衰退して、電力需要がどういうふうに下がってくるのかということを見ることがあるかなということでございます。

14 ページ目はEUの少し新しいものでございますが、1996年から2016年の推計をしまして、右側を見ていただきますと、上のところが価格弾性値、そして下の赤い囲みでございますが、下のところが所得の弾性値ということでございますが、価格弾性がマイナス1 ぐらい、そして所得弾性は1 ぐらいというような推計になっていて、ここでは、過去よく言われているのは電力の長期価格弾性値はマイナス0.3 ぐらいというケースが多かったわけですが、ここに来てかなり弾力性が高まってきているのではないかなというふうに見られるわけですが、それは先ほどの理由によるものではないかなということでございます。

15 ページ目は飛ばさせていただいて、16 ページ目でございますが、以上のことを少しまとめたものでございまして、所得弾力性としては、先進国においては逆U字曲線を描く傾向はあるものの、世界全体では非常にカップリングは続いているということで、あとは製造業の比率によって所得弾性は変わってきているということでございます。

価格弾性のほうは、ここに来て弾力性が高くなってきているのではないかなということも見られるわけございまして、マイナス1 ぐらいという形にもなっているかなということです。これは先ほどのプレゼンとも割と整合的な感じかなというふうに思っていますし、先ほど申しましたように相対的な価格ということは非常に重要になってきているかなというふうに思います。また、非連続に産業が移転していくという可能性もございますので、そういったところを慎重に見極めながら、また不確実性をどう読むのかということは重要かと思っています。

続いて将来の推計でございしますが、18 ページ目、電力需要を決定する主要な要因ということで、いろいろ書いています。先ほどの所得弾性、また価格弾性ということもありますが、他方、ここに来てデジタル化によってデータセンターによる需要増というのも非常に多くなってきていますので、そこをどう見るのか。また、CO₂削減目標、カーボンニュートラルを達成することになりますと、BEV化とか、そのほか電化を進めなければいけないということでございますので、また鉄なんかでも電炉、もしくは水素直接還元製鉄でも電炉を使うということになりますので、電化の促進ということもございしますの

で、そういった効果をどういうふうに包括的に分析するのかということは重要でございます。ちょっと時間の関係上、詳細は飛ばしますが、そういう要因を18ページ目には記載しております。

あとは、データセンターの見通しとITの需要の増というところについて書いていますが、ここは不確実性が高いということでございますが、非常に大きな需要が発生してくる可能性があるということでございます。ただ、他方、エネルギー価格が相対的に上がってしまうとこの需要を日本に取り込めないのではないかとということもあるわけでございますので、非常に慎重にエネルギー価格をコントロールしていかなければ、結局こういった需要が経済成長の力になり得るのにそれを逃してしまうということにもなるので、そういったところも見ながらこれを分析していくということが重要かと思います。後の分析ではそういうものを分析したということでございます。あとは少し飛ばさせていただきます。

25ページ目は政府の資料ですし、26ページ目はIEAですが、CO₂削減目標が厳しければかなり電化をしていかなければいけないということはIEAも言っているということかと思っています。

時間の関係上、飛ばさせていただいて、分析のほうに移りたいと思います。3番目の項目でございまして、続いて30ページ目でございます。

今回どういう分析をしたかということでございますが、まず潜在的な成長率として、内閣府の成長実現ケースのGDP想定ということで、実質1.7%成長を潜在的なものとして設定したと。それと整合的な形で基礎素材等の生産量を設定し、そして我々が保有している世界のエネルギーシステムモデル、DNE21+モデルで、エネルギーシステム、そしてコストの評価を行ったと。そこから出てきたコストを用いてこの後分析するというところでございますが、2つのシナリオを分析しました。1つは成長実現シナリオ、もう1つは低成長シナリオということでございます。

成長実現シナリオは、比較的相対的に世界でエネルギー価格差が小さいという形の中で、また価格弾性値もこれまで言われているような価格弾性値で、低めの価格弾性値だった場合にどういう結果が出てくるかという推計を行ったものでございます。

右側のほうは低成長シナリオで、エネルギーの価格が相対的に日本が高いと。要は、エネルギーの技術革新がなかなか進まない中で、ただ、日本はいろいろ、低炭素技術・脱炭素技術は世界に比べてハンディキャップを負っていますので、より価格差が開いてしまうというケースでございます。さらに価格弾性値が高いという想定を置いて分析したもので

ございます。

なお、成長実現シナリオのほうでは、さらに追加として、これをやることによって低炭素・脱炭素技術が海外市場も獲得できるという可能性もございますので、そういったもののプラスの効果もさらに分析をしたということでございます。ただ、低成長シナリオでいきますと技術革新も進まないの、海外にそれを得ることもできないというような形です。そこは織り込んでいないというのが右側でございます。

先ほどの資料との関係でいきますと、今の状況では国際制度とか技術条件が実現されていないということをおっしゃられていました。それが続いているのが低成長シナリオというようなイメージで、それを克服したというのが成長実現シナリオというような言い方もできるかと思います。

31 ページ目は内閣府の展望でございまして、飛ばさせていただいて、32 ページ目が今申し上げたものを整理したものでございます。成長実現シナリオと低成長シナリオで、CO₂削減目標は世界全体で1.5℃目標、2030年はNDC、そして2050年はカーボンニュートラルという想定でございます。成長実現シナリオでは、エネルギー供給技術の技術進展、そして技術普及水準が高位で、低成長シナリオは低位ということです。結果として日本と海外との相対的なエネルギー格差は成長実現シナリオでは小さいわけですが、低成長シナリオでは大きいということでございます。ちょっとそのほかの想定に関しては御覧いただければと思います。

33 ページ目、34、その後はモデルの想定でございますので飛ばさせていただきます。

それで、まず39 ページ目、成長実現シナリオのところでは、DEARSという経済モデルを使って産業連関分析をして、各部門でどれくらい経済が落ち込むのかということ进行分析したということでございます。

40 ページ目は、それに加えて成長実現シナリオで海外市場獲得の経済効果がどれくらいあるのかということ、DEARSモデルでは分類が粗いので環境技術がどうなのかということに関しては評価できませんので、日本の環境技術のシェアが国際的にどれくらいあるのかということ、別途実績値を用いて、それとDNE21+で出てきた結果を掛け合わせるによって推計を行ったということでございます。

41 ページ目は、今度は別途低成長シナリオの推計ということでございまして、長期価格弾性値がマイナス1という非常に高い弾性値だった場合ということでございまして、その分析を行ったということでございます。

最後は結果でございますが、43ページ目、CO₂限界削減費用をまず推計して、成長実現シナリオでは2040年に日本は390ドルぐらい、ほかの国は300ドル程度ということで、若干これでも日本は高いわけでございますが、それでも相対的には価格差は小さいということでございますが、低成長シナリオの場合、2040年に日本は540ドル、2050年になると1,000ドルということでございますが、ほかの国は300ドル強というような形で、相対的な格差が大きいというところでございます。

その上で、44ページ目、生産量・GDPの低下ということで2つのシナリオを推計したものでございますが、DEARSで推計した結果については、各産業で鉄鋼・化学が比較的大きめということでございますが、GDPは5%ぐらい低減、一方、低成長シナリオになってしまいますと相対的な格差も大きいので、また弾性値も高いという想定を置いていくと鉄・化学に関しては40%ぐらい落ちるということで、GDPでは13～14%ぐらいということでございます。ただ、成長実現シナリオでは海外市場獲得効果が別途プラス5%ポイントぐらい出てきますので、結局上の部分を打ち消して、むしろ2040年までは成長実現ケースを上回るような経済成長率は達成できる可能性があるということでございますが、低成長シナリオになるとほぼ横ばいというような形になってしまうということでございます。

46ページが電力需要の見通しということでございますが、低成長シナリオではこのままずっと横ばいだったものが、若干2050年、カーボンニュートラルの制約が厳しいので、電化促進するということで少し上がっていますが、2040年頃までは横ばいと。他方、成長実現シナリオになるとかなり電力需要は伸びてくるということで、こういった社会をつくって、しかもこれに対してエネルギー供給をしっかりと低廉にやっていくということが重要かと思えます。

あとは要因分解でございますので飛ばさせていただきます、最後、まとめが52ページ目でございます。

電化促進の効果、そしてIT需要の増大ということもあって、成長実現シナリオでは2040年に1,080ぐらい、2050年に1,270テラワットアワーぐらいということでございます。もちろん不確実性があるので、いろいろパラメータが増えれば変化はしますが、これぐらい増大するポテンシャルが十分あるということでございますが、他方、低成長シナリオになると横ばいぐらいになってしまうということでございます。

他方、今回は1.5℃シナリオを全部の国が実現するということを想定したわけでござ

いますが、今の状況でそれも難しくなっているということも理解しないといけなくて、もしほかの国がやらなければもっと価格差がついてしまうということで、さらに低成長シナリオよりも低い成長になってしまうリスクもあるということかと思っています。いずれにしても、海外との相対的なエネルギー価格差は大きくしないということが非常に重要なポイントになってくるかなと思います。

最後、GXを進めて低炭素・脱炭素技術の海外展開を加速すれば、日本経済の成長に大きく寄与する可能性もあるので、海外市場獲得の取組はいろいろなシナリオでもしっかりとやっていく必要があると。ただ、経済が良好でないとなかなか開発もできないと思いますので、そこは注意が必要かなと思います。以上でございます。

○ ありがとうございます。

続いて、よろしくお願いいたします。

○ よろしくお願ひします。

私のプレゼンテーションといたしましては、本日の皆様の内容からは一風変わっておりまして、少しミクロなところといいますか、我々が事業者としてどのようにGX関連事業を海外進出させていて、その中でどのような事業機会があるかというような辺りをお話しさせていただきたいなと思っております。

本日はまず、日本から世界で戦おうとしているGX事業者がいるというところを御認識いただくということが目的です。先ほどもデカップリング・カップリングのお話もありましたが、海外展開のほうがむしろ国内展開よりも可能性がある市場も存在しています。海外市場の中でも特に新興国市場においては、GX関連の技術を用いて課題解決が求められるケースも増加しておりまして、このような実地でのお話をさせていただければと思います。

2ページ目が簡単なプロフィールです。2012年から企業の海外進出を促進する株式会社トライファーズの代表、2021年からは株式会社サステックの代表取締役として、事業開発を行っております。

3ページに進んでください。ここからが私どものサステックが進めている事業の説明というところになりますが、まず前提といたしまして、サステックはディープテックと呼ばれる領域のスタートアップの企業でございます。このディープテックが意味するところといたしましては、深い知見が必要な領域となるにおいて、科学的な発見に基づいて、社会実装される仕組みやシステムを導入していく、またはサービスを提供しているというところ

ろが意味合いでございます。こうした事業者がほかの事業者と何が異なってくるかと申しますと、単純にA Iを1つ開発したからそれを発電所で使ってくださいというようなことを営業しても、なかなかそのA Iを導入頂くには至りづらいという点が挙げられます。その実現のためには、そのA Iを導入するステップの設計であったり、その中でそのA Iが活用できる発電所の選定であったり、こうしたものを学術的な知見も含めて整理が終わった上でA Iの導入が進むという、このようなプロセスを踏む事業となります。

サステックが展開している事業は主にデジタル面とフィジカル面の2つのサービスにわかれます。デジタルの面のサービスとしては、G H G排出量の可視化を目的とした算定ツール、再生可能エネルギーの導入をするときに発電量のバランスを整えるための予測A Iシステムの提供、そしてカーボנקレジットのトレーディングのシステムの提供ということを行っております。この3つのデジタルシステムを導入するために、各国においてアドバイザーなどの人が動くフィジカルなサービスを提供しているという形になっております。

4ページのところが、私どもの事業が海外諸国から求められている理由というところになります。我々が特に強みを持って提供しておりますのは、発電所における未来の再生可能エネルギーの発電量を正しく予測するという仕組みでございます。日本においてはF I P制度が普及してきておりまして、その中で30分単位の再生可能エネルギーの発電量を正しく予測をして、O C C T Oに正しくその情報を提出するということが求められております。諸外国によっても、似たような制度を持っている国も存在しています。

一方で、制度のあるなしに関わらず、再生可能エネルギーの発電量の予測と制御は、その国の電源インフラ安定化において重要な課題となっております。例えば新興国ですとL N G火力発電や原子力発電といった、これまでのベースロード電源というのがまだ十分に存在していないという中でエネルギー消費地として再生可能エネルギーの必要量が急増していしまい、再エネ率が急速に高まっているという状況があります。そういったしますと、同時同量の原則を守れず、グリッドの安定化が図れなくて、エネルギーを増やし過ぎたあまりに停電が増加すると。このようなことが起こっている国々が日々増加しているという現実がございます。

では蓄電池をつければいいのか、と考えるかもしれませんが、再エネの発電量が正しく予測できる前提で設置する蓄電池の量と、正しく予測できないから一応多めに設置しておこうという前提の設置量では、何兆円単位で設置に関するコストが変わってくると

いう実体がございます。発電量を正しく予測する技術によって、課題を抱える国々のGX移行を手助けし、電源安定化を図れるかというところで当社のサービスが活躍しているという形になっております。

5 ページを開いてください。当社では、国内において、再生可能エネルギー発電所を100メガワット規模で造っていることに加え、その開発投資資金として今1,500億円以上の資金を運用するなどの事業をしております。ここにも、本日のテーマであるのGX企業がなぜ海外に行かなければいけないのか、というところの2つ目の理由が隠されております

諸外国で活躍しているGX企業を分析していくと、やはりインフラに属するような領域や規模の経済が色濃く効いてくる領域が多々存在します。そうすると、これまでのスタートアップ支援と比べてかなり多くの資金、具体的には10倍から100倍ぐらいの投資余力資金が必要になってくるというのがこの市場の特性です。さらに、新素材系であったりAI系であったり、そうした日本国が強みを持っている事業領域においても、ただただそのサービスを海外に持って行って外販するというだけでは諸外国での事業化にはつながらないケースが多くあります。そこで大型の製造投資をしたり、インフラごと進出させることが求められる中で、多量の資金が必要になってしまうケースが多々あります。我々もその一社であるからこそ、1,500億円以上の資金を運用して事業活動をしている背景があります。政府としては、そうした大量の投資が必要な市場への資金供給を後押ししていくことが必要になっているのではないかと。というのがこの5ページのところでの示唆になっております。

6 ページに行きまして、これは当社の海外での実績というところなんですけれども、おそらく皆様から今までは認識できていなかった国々というのもGX企業のビジネスチャンスになりうりますよというのがこちらで伝えたいところです。例えば、サウジアラビアというと石油がかなり充実している国でございますので、電源安定化とかそういうところには問題がないのではないかと。一見するとそのような御理解をいただくと思うんですけれども、実際に見ていくと、再生可能エネルギーの発電を強化しようということが始まったのが、石油が充実し過ぎているがゆえに、一昨年とかからなんです。なので、太陽光発電のサウジアラビア国内の導入量というのは数年前まで0ワットだったという、そんな状態がありました。こういうところから、海外一か国一か国の生産消費地としての特性であったり、インフラ面での課題であったり、そういうようなところを確実に分析していくこ

とによって、素材系であったり、A Iであったり、エネルギーであったり、我が国が持つ先端技術というものを定着させていくことができる可能性があるのではないかというのがこの6 ページで表しているところでございます。

これら全ての見解をサマリーとして示しましたのが8 ページとなります。国内の課題解決だけではなく市場獲得という視点に立つと、即時の海外展開がG X企業には必要なのではないかというのがこの8 ページにまとめさせていただいているところです。

まず、市場性についてなんですけれども、海外市場のほうが市場規模やニーズがそもそも日本国内より大きかったりだとか、一方で、先行して制度が整っているのでG X関連企業の商材の売込みが簡単であるということも存在したりしております。例えばボランタリーカーボンクレジットといいますと、今は日本のG Xリーグの中でもどのように活用していくかというのは討議中の状態ではありますが、例えばカリフォルニア州の著名企業であったりだとかその他の欧州地域によっては、既にオフセットのために活躍されている市場が存在します。我が国の中ではカーボンクレジットに関する特許の数というのは毎年毎年増加しているという傾向にあるんですけれども、こうした知財をしっかりと事業化して活用していくためには、そもそもそれが流通している市場に行かなければ実現できないというのがこの①のところではあります。

②番については、課題の地域特性が存在しますよというところを示唆しております。例えば、E V市場というところを見たときに、テスラという会社は有名ですが、最初に狙ったところというのはアメリカ市場だけではなくノルウェー市場もターゲットに含めていたというのは有名な話でございます。ノルウェーの電源構成上、水力発電による安定した再生可能エネルギーというのがベースになっておりますので、そこからE Vの普及率、シェアナンバーワンの国、国内で使われている自動車の中で率としてE Vが一番多いのは例えばノルウェーになると。このような形で、かなり地域特性に即した形で分析していくことが今後のG X関連企業の海外進出において重要であるというふうに考えております。やはり消費地と生産地が変わるとか、製造の外部委託が進んでいくとか、そういう背景になっていく領域においては国内の企業であってもそうした国々での事業展開が必要になりますし、一方で、データセンターなんかはやはり世界でもかなりまれに見る大量設置予定国というのが日本国となっております、そうした産業領域においては国内における展開の普及というところのサポートというのが重要になると考えております。

3 番については、特にG Xスタートアップにとっては、進出待ったなしというところに

なるんですが、こうしたGX市場における海外企業の資金調達・実装のスピードというのはかなり速いです。一般的にこれまでのソフトウェア産業で言うと、3億円、5億円の資金調達というのをシリーズAと呼ばれる最初のステージで資金調達するということ、それなりの規模だというのが日本国内での認識ですが、例えばここに書いてあるAurora Solar社という会社は、米国のスタートアップでまだ10年程度ですと。再生可能エネルギーの中でも、太陽光発電所の設置をAIで分析するというような領域をやっておりますが、未上場段階でも数百億円後半規模のエクイティの投資というのを受けて普及を進めてきた企業です。それ以外のStem社、Ambient Fuels社といったところも、先にオフテイカーとなる買い手を見つけてその後に製造を進めるんですが、その製造のサイドでは大量の資金で数千億レベルのお金が動いていくと。これはスタートアップだけに限った話ではなく、例えば窒化ガリウム等に関する技術はGXという領域に含まれていて、強みを持つ日本企業も存在していますが、大量の投資がなければ世界的な普及には持っていきません。やはりGXという領域はソフトウェアだけの産業ではなくて、それ以外のインフラであつたりだとかIoT、製造に関する投資も必要となってくるので、この辺りの御支援が非常に重要なのではないかとというのが3つ目の示唆でございます。

4つ目、5つ目といたしましては、ではそれを国内で大量の資金調達が完結できるかというと、やはり日本の大手企業であっても苦戦している領域は存在すると考えております。

④番のところになりますが、そうすると、海外市場であつたり、海外ベンチャーキャピタルであつたり、海外のプライベートエクイティファンドからの投資を受けるというところが調達手段として重要なところになります。しかしこうした海外調達という点で考えると、日本国内だけでの事業化・収益化のみだと、そうした海外投資家さんがもう見向きをしないという状況になってしまっております。なので、海外での収益という柱がありつつ国内事業の展開ができていくところに、世界各国のエクイティ資金、特にGX周りのエクイティ資金が寄っていつているというところが④番の示唆でございます。

最後です。⑤番になりますが、例えばエネルギー領域でもそうですし、その他のところでもDXとGXの関係性というのは非常に近いというふうに認識しております。AIを通じて効率化されたものを、生産効率を高めることによってGHGの排出量を下げるという前提に立つと、世界各国のAI企業というのが今データの獲得といったところに躍起になっておりまして、例えば私どもの領域でも世界各国の電源関連発電データを取るというのは容易なことではございません。その実現のためには世界各国への進出というところを先

行して実施して、その中で得たデータをきちんと国内にもお返ししていくという形が必要になります。そのためのWinner takes Allになる可能性の高い市場で、海外資金の充実した、特に米国、中国といったところかなりの本気度で市場を席卷しようとしている状況にあります。我々も、そうした強い競合と戦いながら、日本のGX関連企業として進出してゆくということをしております。こうした背景から、この辺りの企業を支援することで海外市場獲得といったところを促進することができるのではないかというのが私のところからの示唆でございました。

以上となります。

○ ありがとうございます。大変コンパクトにまとめていただいて、大変有益だったと思います。後ほど意見交換させていただければと思いますので、次の発表に移らせていただきます。

御準備がよろしければお願いできますでしょうか。

○ ありがとうございます。では、早速お話しさせていただきます。資料4番です。

WWFジャパンとして、もう20年になりますが、COPにずっと出席しまして、海外から日本、国際交渉の中から日本を見るという仕事をやっております。大学で研究者としても動いておりまして、そしてここ2年は地域の銀行において、まさに地域の脱炭素の伴走支援を通じて、いかに地域で進めていくかという実地もやっております。

さて、本日は、私は、まず海外から見た場合の日本ということで、事実上のグローバルスタンダードというものを今日は御説明させていただければと思います。そして、私たちもエネルギーシナリオを2011年からシステム技術研究所と一緒に共同研究して出しておりますので、一番最新のアップデートしたものを御紹介させていただければと思っております。

4ページをおめくりいただいて、もうここは簡単に確認なんですけど、昨年のCOP28で、初めて化石燃料からの転換——これは翻訳によっては「脱却」「移転」、いろいろな言い方はありますけれども、少なくとも化石燃料から少しずつ離れていこうということの世界が合意したという画期的な合意がありました。そのほか、今足りない2030年目標を事実上強化するために、世界の再エネ3倍とか、エネルギー効率を2倍、そして2035年、次の目標、2019年比で60%——これはIPCCのものをリファアーする形で合意されています。ここでなぜ私がこれをわざわざ言うかといいますと、いわばこれが一つの北極星のようになっていて、これを実現する道筋を見せられるかどうかというのが

世界の中での一つの評価の基準になっているからという理由でございます。

その次のページで、もちろんこのG7の中でも、例えば石炭火力を2035年まで、あるいはパリ協定のタイムラインに沿ってという形で出ていますけれども、こういったことが今グローバルの中で非常に大きく取り沙汰されているというのは皆さんも御存じだと思います。

6ページ目、COPの構造なんですけど、本当はCOPというのはパリ協定のルールづくりをする政府間交渉の場でした。以前は。しかし、パリ協定が入った今、最初は1万人参加すれば多かったんですけども、今年のCOP28は8万人が参加しています。これはすなわち、パリ協定というのはどうしても政府間交渉で合意されていくので、最も共通した一番低いところに合意しがちになります。ただ、それを補完する意味において、非国家アクターと呼ばれる政府以外の主体——一番影響があるのは多分都市ですね。ニューヨークとか、東京とか、ロサンゼルスとか、ジャカルタとかも含めてですけども、都市のほうが政府よりもより野心的な政策を取り得る体制にあるので、都市の国際イニシアチブ。そして機関投資家——GFANZと言われる主要なネット・ゼロ団体を結集する連合ですけども、そういった機関投資家の連合。そして企業さんの連合ですね。SBTiとか、そういった非国家アクターが国を超えるような野心的な政策をやっていくということを宣言して、宣言した内容を実際にできているかどうかというものを報告して、それを検証しながら次をやっていくといった、そういった非国家アクターのいわば見本市のような存在になっている。そのためにCOPが大きく膨れ上がっています。

その次のページで御覧いただきますと、まさにこの非国家アクターの国際連盟というのが今非常に大きく動いているのが、今日も御参加されていますけれどもグローバルな機関投資家、企業の脱炭素化を評価する基準というものが、事実上こういう民間団体が出している認証に委ねられているという実態があるからです。今はもうネット・ゼロを標榜するのは、ほぼどの国も、そしてどのグローバル企業さんも当たり前になっているので、今はその取組が実際に脱炭素につながるものなのか、それとも停滞させるものなのかという、そういったことの見極め、グリーンウォッシュと言われますけれども、見せかけの取組なのか否かといったことが今一番大きく話題になっています。

次のページで御覧いただきますと、もう皆さんよく御存じだと思いますが、一番有名なのはCDP。要は、全て開示されるということが非常に重要ですので、各企業の開示データ。そして、SBTi、事実上これがパリ協定に沿った行動を企業さんがやっているかど

うかということを認証する制度になっていますけれども、このSBTiを取っているかどうか、CDPの例えばレベル分けてA+を取っているかどうかといったことで、機関投資家さんがこの企業の脱炭素化の尺度として使われるといった時代になっております。もちろんRE100で、今も本当にTSMCとかいろいろ取り沙汰されていますけれども、再エネ100%の事業活動というものを標榜する大きなグローバル企業さんのもとに、サプライチェーンにもそれを求めるといった動きが非常に大きくなっています。あとまたカーボンクレジット、今お話にあったように日本ではまだあまり市場がないんですけれども、そのカーボンクレジットによるオフセットがグリーンウォッシュとして叩かれる例も非常に多くありまして、では何をもって高品質と言うか、何をもって企業さんはクレジットを使ってもいいのかといった基準を定めるようなVCM IとかICVCMといった、こういった国際的なイニシアチブ、これは全て国際的な民間発のものですが、こういったものがたくさん出ております。事実上これらがグローバルスタンダードになってきています。

その次のページ、ここは一応SBTiの御紹介をしていますけれども、今、日経平均構成銘柄の50%の企業が日本でも既にこのSBTiを取得してしまっていて、日本企業さんにとってもやはりこれが実際に選ばれる企業となるための一つの基準なんだということが浸透してきている感じになっております。例えばこのSBTiはそれぞれ産業別にガイドラインを出してしまっていて、鉄鋼部門ですとか、アルミ、電力など、それぞれのガイド部門にそれぞれの企業さんのアドバイザリーボードも入った形で基準をつくっております。その業界ごとの、どういうものが脱炭素につながって、どういう行動がいつまでにどういうタイムラインでやっていくということがパリ協定に沿っていると言われるものなのかといったガイドラインを次々と今発表しております。ですので、やはり世界から見た場合にこういった基準があって、それを日本に当てはめた場合はどう評価されるかということは、政策づくりの場でも大きく意識するということが重要なこと。日本企業の評価を高めるためにこそ重要なことと思っております。

ということで、次のページ、日本が脱炭素社会で輝くための留意点としては、今お話ししたような国際イニシアチブが事実上のグローバルスタンダードになっていることを認識して、そして今、特にグリーンウォッシュを取り締まる法規制が強化されています。ですので、例えば日本の国内法だけに準拠していれば安心というわけではなく、やっぱり再エネ100%を掲げるグローバル企業さんとか、そしてグリーンウォッシュを取り締まる法規制——その次を御覧いただきますと、今ここに大体まとめておきましたけれども、欧州

ではこの3月、ちょうど「グリーンウォッシュ広告規制の指令」が発効しております。そして、この6月、7月に次のグリーンウォッシュの指令も今まさに採択されようとしているところですが、例えばどういうものがグリーンウォッシュなのかといったことをここで定められる。欧州は本当にルールづくりで先行する傾向があるので。といったものが次々出ている中で、では日本も、これから炭素国境調整措置（CBAM）とかがある中で、どういう形で事実上の国際標準となっているものに合っていくかということを意識していくというのは非常に重要かと思っております。

国連も今それに本当に乗っかっておりまして、次のページで、国連ハイレベル専門家グループから「ネットゼロ宣言」の提言書が出されています。ここにも明確に、化学に沿った削減目標ということで、有用なガイドラインとしてSBTiなどが例示されている状態になっています。ということで、これが非常に大きな潮流となっております。

続いて、もう時間があれですので、すごく簡単に、私たちが、では日本がこの2030年まで再エネ3倍、2035年にIPCCの言う60%以上ができるかどうかというものをこのエネルギーシナリオに沿ってアップデートしてチェックしました。

その次のページで、まずは省エネルギーの最大限の推進ですが、そこでいくと、2035年までに約30%最終エネルギー需要を削減することが可能。

そして、続いて石炭火力。2030年までに全廃止しても何とかいけそうということも分かっております。

これは1時間ごと、365日全て、気象データを入れたダイナミックシミュレーションを行っておりまして、次のページで御覧いただきますと、まさにこれは需給を合わせたもののなんですけれども、石炭火力がゼロになっても今日本には十分ガス火力がありますので、今その稼働率が低く抑えられていますけれども、これを通常の稼働率に上げますと十分穴埋めが可能だということが分かっております。ということで、石炭火力ゼロにすることは、机上の空論ですが不可能ではない。そして、ガス火力も増やす必要がないということがここで分かっております。もちろん太陽光の余剰発電をどうするかといったものもここで計算しております。今日は時間がないので省かせていただきます。

続いてのページ、自然エネルギーですが、2030年に、太陽光はさすがに3倍は無理だったんですね。だけれども、2.9倍ぐらいまでにはできるのではないかと。161ギガワット。風力は今、官民挙げて推進ですので、実は10倍以上になるということで、日本でも合わせると3倍以上が可能ということが分かっております。

では、どこに建てるのか。次のページ、これは太陽光発電協会さんですけども、今問題になっているメガソーラーの地上型ではなく、今後のポテンシャルは農業系、そして建物系にあるということが——これはもちろん環境省さんのものでも十分出ているんですけども、ここで分かっております。やっぱり今、ソーラーシェアリングとかが非常に大きなポテンシャル、特にペロブスカイトとかそういうのが出てくると、双方合わせて非常に大きなポテンシャルが今後期待されるということです。

そして、最後のほうで次の電化の推進、これは先ほどから先生方おっしゃっていますけれども、電化の推進が非常に重要で、再エネが増えてくると余剰電力というのは事実上ネガティブプライシング、あるいはもう本当にプライスレスになりますので、そういったものでグリーン電力をつくっていくということで、熱燃料需要を水素で置き換えていくといったことで日本全体の脱炭素化が図られていく。これはコスト計算もしております。そして、コストもそんなに大したものではないということも分かっております。

電源構成が続いてのページに書いてありまして、最後は日本の分析をしているんですが、これはもう皆さんよく御存じだと思うので飛ばさせていただきます。

25ページ、実現のためには、やっぱりたった今からの政策強化が非常に重要で、特にカーボンプライシング、これからまさにGXのものが始まっていきますけれども、その強化、義務化とか、あるいはこの国際レベルのプライシングのレベルとか、予見可能性を持ってやっていくということが非常に重要だと思っております。

以上です。ありがとうございました。

○ ありがとうございました。後ほど議論させていただきます。

最後になりますが、御準備よろしければお願いいたします。

○ このような機会をいただき、ありがとうございます。私、一アカデミアとしてもですけども、化学工学会という学会の中で地域連携カーボンニュートラル推進委員会というのを立ち上げて、それで各地域の中の特徴を生かしながら実際にカーボンニュートラル達成に向かって産業がどう動いていけばいいのかということをやっております。

次をお願いします。そもそもカーボンニュートラル社会実現のためと言ったときに、本当に持続可能な社会ということ考えたときには単なる循環型社会なだけでは駄目で、ちゃんと人と社会のWell-beingまで考えなくてはいけないという意味では、雇用の問題ということはとても大事ですし、それから人口が減ってくということは問題だというのがまずあります。

それから、これは大前提として、カーボンニュートラル社会を実現するということを経験したときには、社会構造も産業構造も大きく変化することを経験したことを大前提に未来社会をデザインする必要があるとあって、そこからのバックキャストによって、今のリアルな世界とのギャップ解析をすることによって足りないものをちゃんとつくっていく。それは技術でも、制度でも、パブリックアクセプトランスも含めて必要だということになります。

次をお願いします。そういった意味ではとにかく地域の特徴に鑑みたものづくりということを経験することが必要ですし、それから、特にものづくりの中ではコンビナート改革というのがとても大事であるということが言えます。

次をお願いします。皆さんのお話の中でもありましたけれども、ニュートラルということを経験したならばエネルギーは脱炭素をするしかなくて、エネルギーキャリアを炭素が入っていないものにする、あるいは再エネ、原発というものを組み合わせ、再エネの時間差分というのを何らかの形でストレージするということを経験しないわけではいけないわけですが、一方で、物質側の炭素ということを経験した場合には、これは人工物のほうは、つまりこの都市にたくさん人工物が蓄積しているの、その廃棄人工物からの生産速度というのが上がっていきばバージンの地下資源からの生産速度というのは減らすことができるので、そういった中でとにかく循環社会へ移行するということを経験しないわけではいけない。その炭素というのは、森林が吸収した炭素も含めてということになります。

次をお願いします。そもそもこれはエネルギー白書の中に書いてあるエネルギーで、皆さんは電力、電力ってよくおっしゃいますけれども、一体その電力は何に使われているのか、一次エネルギーは何に使われているのかということを見ると、電力事業と、モビリティと、それから製造はほぼ1対1対1で、そういった中でものづくりというところのエネルギーと、それから物質側というのをちゃんと考えないといけないということが分かりますが、次をお願いします。

これは産業別のGHGの比較をしていて、横軸というのはそれぞれの産業の電気や熱を使う際のGHG排出量を取って、縦軸に事業電力由来のGHG比率というのを取りまして、それでバブルの大きさというのがどれだけGHGを排出しているかということをお示ししている、そういった図をつくったんですけども、これは鉄鋼とか化学というのはたくさんGHGを出しているわけですが、しかしながら事業電力由来では全然なくて、1割とかそれぐらいなんですね。それ以外のところというのによるGHGの排出が大きいということになりますし、半導体とかそういったもの、製薬もそうですけど、そういうのはク

リーナールームとかそういったことで事業電力というものの比率が高いと、そういうことを示しております。

次をお願いします。炭素ということを考えなくてはいけないわけですから、炭素に関する産業とは一体何があるかということ、最後に絶対炭素が残ってしまうものという意味では、鉄鋼産業は還元剤としてコークスを使い続ける以上は、これはエネルギーが脱炭素しようが何しようが必ず CO_2 が出てくるということになりますし、それからセメント、これも原料が CaCO_3 ですので、必ず1モルつくったら1モル CO_2 が出てくる産業ということになります。化学産業に関しても、現在は原油を分解して出来上がったナフサからものづくりをしているわけですから、必ずそれを何か燃やすとかということをしたらば CO_2 が出てくるということになりますし、それから紙に関しては、これは炭素源が森林ですので、そういう意味では化石資源ではありませんけれども、そういった炭素を使って紙をつくっていく。最後にそれを燃やせば CO_2 が出てくるという、そういった産業になるので、様々なものが炭素でつながっているということになります。

次をお願いします。その中でも化学産業というのはとにかくプロダクトがカーボンを含むものなわけですから、これは脱炭素ではないわけですよ。現状はこういった形で原油を石油精製して、そこから出来上がったナフサ、日本でつくるものもあれば海外で石油精製して出来上がったナフサを直接輸入してきたもので基礎化学品をつくって、誘導品をつくって、そこから様々な私たちの身の回りのデバイスというのになっていくという流れになるわけですが、次をお願いします。

エネルギーの脱炭素ということを考えますと、この青の部分ですね。天然ガスも含めてですが、化石資源から脱却ということをする、ここをなくさなくてはならないわけですよ。そうすると石油精製をする必要がなくなりますので、そもそも化学原料のナフサがなくなってしまうということになって、この代わりをどうするかということを考えなくてはならないということになります。

次をお願いします。これは日本の現状の化学産業を炭素の量ということで出したものですけれども、現状の原油からつくったナフサ的なものが、年間2,600万トンという原料から1,500万トンカーボンのプロダクトをつくる、そのうちの内訳は800万トンがプラスチックですけど、それ以外はほかの化学品で、お薬とかそういったもの、あるいは繊維とかそういったものになります。そんな中で、今廃プラがこっちの化学品に戻ってきている量というのは、もともと廃プラのポテンシャルは730万トンあるわけですけど、

その中のごくごく微々たるものが化学品に戻ってきているという、これが現状になるわけです。

次をお願いします。ところが、今申し上げましたように人工物の飽和という意味でプラスチックは飽和してしまっていて、この紫の点々のグラフというのが国内の生産量なんですね。今、輸出と輸入は、輸出した分だけ輸入しているという、炭素量にするとそんな感じなのでそこは無視していただいてよくて、それでこの棒グラフというのが実際に日本に出てきている廃プラスチックの量ということになりますので、昔に比べればこれも飽和してきているということが言えるわけで、つまり物質循環がやろうと思えばできる。ただし、今はそれを熱回収しているだけなので、エネルギーは取っていますけど炭素という意味では CO_2 として大気中に出しているということになるので、それを何とかしなくてはいけないということになります。

次をお願いします。そうやって考えると、カーボンニュートラル化学産業というのは、エネルギーが脱炭素なので再エネとか水素とかアンモニアというものになるわけですが、物質側の炭素源というのは3つしかなくて、 CO_2 か、バイオマスか、それか廃プラか、この3つを何とか組み合わせるしかないわけですね。その廃プラというのはプロダクトの部分がぐるっと緑の線で回ってくるわけですが、先ほど申し上げましたように製薬とかそういったものは——洗剤もそうですけど、回収不能な製品なわけですね。その分は必ずバージンを入れなければいけないという、こういう構図になっています。

そんな中で、次をお願いします。では、そもそもバイオマスって、木質バイオマスって言いますが、日本の中でどのくらいポテンシャルがあるのということを考えたときに、日本は森林国ということで、その中の人工林だけを対象として炭素の量としてどれぐらいあるかということで、もし日本の人工林を30年周期で伐採してまた同じものを植林するということをする、2,700万トンカーボンがあるんですね。でも、木は木として使うほうがいいので、真ん中のいいところを柱で使うとして、それ以外のところというのを化学に回すとかそういうことをすると、1,900万トンぐらいのものが日本にポテンシャルがあるということになります。中国・四国地区というのもかなりポテンシャルがあるところなんですけれども、北海道は人工林の比率が低いので意外とそんなにたくさんあるというわけではないですけど、こんな状況になります。

次に、もう一つ炭素源ということで CO_2 ということ考えたときに、これはどうにもこうにも回収できない CO_2 というのが、例えば家庭用の暖房とかガスコンロとかそうい

ったものが残ってしまうとそれも絶対回収できないですし、それから牛とかの糞とか、あ
あいったものも絶対無理なわけですね。牛のげっぶのメタンもそうですし。だけど、一
方で、右側書いてある青い部分は炭素循環に取り組むべき、あるいは取り込み得るCO₂
ということになります。これがセメントの今の生産量から考えたときにとっても多くて、
これが炭素量で1, 300万トンあって、鉄鋼が4, 700万トンカーボンもあるという
ことで、これを全部化学が受け入れるということは不可能ということが、そういった量的
なものになるので、トータルのカーボンニュートラルを考えたときというのは、その炭素
の循環をどうするのかということをしかり議論しなくてはいけないですし、それから、
どの原料からどうつくっていくのかということによって、もともと製造で使っている1対1
対1のあの1の部分のエネルギーの量というのは全然変わってくるので、ここはかなり大
事なことになります。

次をお願いします。そもそも価格品をつくるといったときに、CO₂からつくるときと
バイオマスでつくるときで、最終的にはCH₂をつくりたいわけですがけれども、必要な水
素の量が全然違ってくるといった中で、もしCO₂からものをつくろうということと考え
ると、それに必要な物質としての水素、エネルギーは関係なく物質としての水素という
ことでも、今日本にある全部の産業で使っている電力というものの1割ぐらいを全部この水
素をつくるということに回さなければいけないということになります。バイオマスはCH₂
OからCH₂をつくるので、3分の1の量で済むということになるので、そういった意
味では大分楽になるということになります。

次をお願いします。カーボンニュートラルな社会をこうやって考えていったときに、炭
素源、廃プラとかバイオマスとかそういったもの、そういった廃棄物回りから500万ト
ンのカーボンが来れば、残りバイオマス系から例えば1, 000万トンといったときに1,
500万トンができて、これだけであればよくて、実は2, 600万トンと1, 500万
トンの差分というのは副生でエネルギーに使っている分なので、それをつくらなくていい
ので、こんな感じになりますと。

一方で、次に行ってください。本当に日本の人口が減るということを考えたら必要な炭
素量は1, 200万トンです。もし人口減だったら、つくる量が減る、少なくてもいいわけ
で。でも、その代わり廃棄物の量も人口減に合わせて減ってしまうということで、こっち
の廃棄物から400万トン、それからバイオマスから800万トンで、トータル1, 20
0万トンをつくるという、そんな流れになると思います。

次をお願いします。そうやって考えたときの、これは炭素の循環型の産業ということで、インプットをバイオマス、ただしバイオマス発電とかそういったものは海外のバイオマスが入ってくるということになりますので、下に海外バイオマスというのを書いて、それでそれぞれの産業に入っていく。そんな中で、出てくるCO₂に対して、CCSなり、あるいはコンクリートに吸わせるといったのは固定になるわけですけど、それ以外の排出CO₂で木が吸わない分というのは回収して分離してCCUに回すということをしないと、ニュートラルな社会は達成できないということになります。

次をお願いします。ですけれども、供給ポテンシャルは、これは今オールジャパンの話をしたわけですけど、地域によって特徴があるわけで、そういった需要と供給の時間的・空間的な辺を考慮しなくてはいけないといった中で、次をお願いします。

これが再エネがどこにあるかといった地図になりますけれども、次をお願いします。

次が、炭素源がどこにあるかということで、廃プラは都市圏にあるわけですね。バイオマスというのは中国・四国地方、九州、それから北海道といったところにポテンシャルがあると。

次をお願いします。一方、高炉・鉄鋼からのCO₂というのは濃い青で書いてあるところで、あそこにポテンシャルがあるわけですね。瀬戸内海とかにも結構多いわけですね。それから、セメント由来のCO₂、セメントと鉄鋼は比較的西側に多いと。こういったマップを全部上からダーンと重ねて俯瞰したときに、どこで何をすべきかということが決まってくるわけで、次をお願いします。

これは化学産業の現状で、製油所やエチレンの生産能力がどこにあるかということで、これはもし既存のインフラを活用するならこういったところを活用することになりますけれども、やっぱりエネルギーと炭素源があるところに新しい産業誘致をするということが必要だというふうに考えています。

そんな中で、次をお願いします。次、次、次と3個回していただいて、具体的にやっている周南のコンビナートというのを最初のケーススタディとしてやって、ここで工学的なモデルをつくらうというふうに、それでTo the Worldまで展開していくということを考えています。

次をお願いします。これは北海道のポテンシャルということで、とにかく北海道は再エネが上のほうにあって、ものづくりは極端に南のほうにあるといった中で、これは日本の中での北海道の位置付け、北海道の中でのそれぞれの地域の位置付けということを考えて

グランドデザインして、それでアクトするのが何かということを考えています。

最後、1枚だけよろしいですか。これは実際にいろいろな施策をする上で、それがリスクをもたらすこともあるわけで、これはその施策を達成する上で最初からリスクを洗い出しておいて、それを回避するということを同時並行で考える必要があるということで、最後はまとめになります。

私たちはこれがラストチャンスだと思っていて、日本がガラパゴス化しないためにも、ACT Nowだというふうに考えています。産業間の連携、産学官民の連携といったことで、地域の特徴を生かして実装するということを今進めるべきだというふうに考えています。

以上です。

○ ありがとうございます。

それでは、残された時間でぜひ意見交換させていただければと思います。毎回この会合自由にぎくばらんにお話しただいて、本当に忌憚のない御意見をいただければということでもあります。

構成員の方からまず御意見とかあるいは御質問があればいただければと思うんですけど、1人まず5分以内ということでちょっと御意見いただいて、時間が余れば2週目もぜひさせていただきますので、よろしく願いできればと思います。

○ 御説明いただいた皆様方、本当にありがとうございました。皆様の英知をすごくギュッとまとめていただいて、とても理解が深まりましたというところです。

私自身として今日思ったことといたしましては、どんな企業でも産業でも、今は安く安定的にたくさんちゃんとして作り出せていかないと、持続性がなくて潰れるだけだというふうに思っております。その「安く」の意味は何かといえ、取りあえず何か安かろう悪かろうみたいな「安い」ということではなくて、払ってもらえる付加価値対比という意味で、一番いい値段でつくれるということだというふうに思っております。今日もデータセンター自体は国内にもたくさんつくられるのではないかというお話もありましたけれども、やはりデータセンターであったり、あとは最近九州にいっぱい来ている人たちも含めて、ある意味政治的な安定というか、そういうものを求めている人はきっと自分たちでグローバルスタンダードもつくっていきますし、付加価値もつくっていくという意味で、そういう人にとってはきっと日本にはそもそも場としての魅力があるんだろうなと思いました。そ

れはまず選ばれる、やっぱり選ばれないといけないということだと思っております、もちろんエネルギーの値段がもっと安ければ選ばれるかもしれないということもあると思いますが、選ばれる理由をつくっていくということが大事なんだなというふうに思ったんですけれども、今後いろいろな産業が融合していくとか、どこかに国として支援してお金をつけていくというのに当たって、やはり個人的には、さっきで言う「安く」という部分が結構ポイントなのではないかなと思っております。繰り返しますけれども、絶対額として安いという意味ではなくて、最終需要者からちゃんと認めてもらうということも含めてちゃんと安くというか、付加価値をつくれるということだと思っております。大体、値段は高いけど安定的にたくさんつくれますってそんな人は多分なくて、ちゃんとつくれる人というのはやっぱり最後は稼げる価格も見据えてできるのではないかなというふうに思っております。これからいろいろ国として支援をしていくに当たっては、安くこういうふうにつくっていくんだというビジョンがあって、GXやら脱炭素やら色々な要素も踏まえて選ばれるということも含めた総合的な意味でのもちろん価格設定だとは思いますが、そうした目標を実現するためにこれをやっていきたいというところにやっぱりお金を出していくべきだなと思っております。何か炭素を減らせるかもしれませんとか、取りあえずやりますというアクションだけして、安くできないから何とか支援してくれというだけのところにお金を出していくという流れだと、いくらやっても国産お化けみたいなものが多分いっぱいできちゃうのではないかなという気がしますので、最後は幾らでどうやってつくっていくのかという値段設定をちゃんとしていけるというところに支援をしていくということが必要なのではないかなと思います。その中で、もちろんエネルギー価格がやっぱり課題なんだということになれば、それは何とかしていかなければいけないでしょうし、そういう意味での総合的な連関というものを大事にしていかなければいけないのではないかなというふうに今日は改めて思いましたというところです。

あとは、価格という意味で言うと、安くたくさんつくりますというものがあまり日本として得意な感じは——まあ、皆さんも御想像のとおりないかなと思っておりますけれども、やっぱりすり合わせを含めて複雑なものをつくっていくというところが得意だと思いますので、そういう要素を国内でどう残していくかということも大事なと思いましたし、あと、エネルギー多消費産業というのは果たしてどうあるべきなんだろうということは前回のワーキンググループでも議題になったかなというふうに思うんですけれども、これも最後にその人たちが選ばれるようになっていないと意味がないなというふうに思っており

ます。これは私のただの偏見なのかもしれないんですけども、エネルギー多消費産業の経営は時代に求められているほど進化していないなと思うところがあって、意思決定も遅かったりとかということがあるのではないかなと思います。もしかしたら投資家の方がどうプッシュをしていってくれるかということとも関わるのかと思うんですけども、エネルギー多消費産業が選ばれるようになるためにはどうしたらいいんだろうかということ、日本のエネルギー多消費産業が日本という国を選ぶ・選ばないという話もあると思うんですけど、選ばれるをキーワードにいろいろ絵を描いていかなければいけないのではないかなというふうに思いました。

すみません、ちょっといろいろなことを発散してお話ししましたが、以上になります。

○ ありがとうございます。

○ 本当に多様なお話だったので、まとめるのは難しいのですが、まず一番最初の2つのお話は、日本経済のGDPの成長を上げていくためには安いエネルギーが必要だということに集約されるのかなというふうに思ったんですが、そうすると、最後のお話の中で、Cというか炭素の排出産業というのを日本からなくしていいのかということになると、経済の安全保障などの観点で、鉄鋼や化学をなくすということは多分ないだろうという中で、どういうふうに考えていっていいのか改めて問われているように思いました。その中で、小西さんがおっしゃるような再生可能エネルギーを使うとか、あるいは原子力や再エネをいかに効率的に使うのかということを考えなければいけないということを改めて学ばせていただきました。

その中で1つ質問ですが、サステックの方のお話を聞きながら、海外に展開していくべきだというお話があって、鉄や化学が海外に行ったらどうなのかなというのと思うんですけども、日本の経済の成長性とかGDPが下がるといったときに、海外にいろいろ展開していったら、海外で稼いだお金を日本に還流したときに、それは日本のGDPなり成長とカウントできるのかどうか、今回どういうふうな計算になっていたのかなというところがちょっと分からなくて、日本のエネルギーの価格が上がってしまうという中で海外に出ていく事業会社も当然あり、それは必ずしも中国で炭素のリーケージをやるだけではなくて、日本の企業が海外に行くということもあったときに、そこで経済的に成長したら、それは日本経済にとってどういうふうに考えたらいいいんだろうかというところがもう少しお話を伺えればいいなというふうに思いました。人口が減っていく中で、海外で効率的に稼いで、

そのお金を日本に還流するという考え方もあってもいいのかなというふうに思いましたので、その辺りを、今日の将来を見通したときにどういうふうに日本の産業を考えていくかという中で、もう少し分析を教えていただけるといいなというふうには思いました。

あと、最後のお話で、C N & 炭素循環社会ということについては本当にそのとおりだとに思っているのですが、海外もさることながら、日本の中でもっと炭素を活用したビジネスというのが、循環をさせるビジネスというのがあるというのも大変参考になりました。以上です。

○ ありがとうございます。

○ 3点ございます。

まず最初の御指摘からでございますが、非常に興味深いなと思ったのは12ページでございます。石油産業、電力産業、ガス産業は、女性も非常に高収入で活躍できていて、平均的に皆さんお給料が高いということを言っているのかなと。逆に、アパレルとか介護とか、こういうところは女性の方が非常に低賃金で、あくせくしておられるのではないだろうか。そういう意味では、この産業が空洞化する中で、電力、ガス、石油、こういったセクターが空洞化すると、イコール日本全体としての国富の中で20兆円分ぐらい、数字で言うとその前の6ページになりますが、この最終エネルギー消費額が50兆円ぐらいで、日本が買っているエネルギーが今30兆円弱ぐらいだと思いますので、そういう意味ではエネルギーセクター内部の利潤というのが大体20兆弱ぐらい、ざっくり言うところではないかと思うんですけど、これがその分の今の所得につながってくる部分なのかなと。興味を持ったのは、そういう意味では、こういうセクター、石油産業とかガス産業とかがもし空洞化していった場合に、こういうのりしろ部分がなくなって、日本全体の1億総中流からジニ係数が大きく開いていくというような形での貧富の差みたいところが広がっていくことに、何となく将来的な部分、ちょっと気になったなと思った次第です。日本の国家の構成として、その産業構造として、そういうのが果たして本当にどうだろうかというのは心配になった点です。ただのコメントなので、ちょっともし何かお答えがあれば教えていただければと思います。

それから、GDPが中位国においては非常に相関が強いというお話で、これで興味を持ったのは、先進国がカーボンリーケージで楽をしてエネルギー消費を増やさずに付加価値を上げられている。まあ、Appleなんかを見ればそうだと思うんですけども、中位国にそれがリーケージしていったときに、中位国は逆に青い線が上がっていかないのは何

でだろうなと。一緒に歩いているのは何でだろうなというところも、これも何かお知恵があったら教えていただければと思いました。何か、こっちが勝つのならこっちが負けるで、今度はこっちがひっくり返ってもいいのかなと思った次第です。

それから、最後の御指摘は非常に面白く伺って、気になるのはやはり、例えば森林とか農業とかの一次産業、非常に低賃金の方が多いというセクターで、一方でカーボンソースを握っていて、食料もあると。決してなくせない産業。しかしながら、低生産性かつカーボンニュートラルへの工業的な貢献というのが非常に小さいということで、工業と農業の連携というのはもっと日本が進めていくべきではないか。この辺りは非常に気になりました。

以上です。

○ ありがとうございます。後ほどまたスピーカーの方にコメントいただきたいと思いますので、まずまとめて御意見等をいただきます。

○ では、私のほうからのコメントをさせてください。まず、本日は大変勉強になる御講演をいただき、ありがとうございます。

まず1つ目ですが、最初のプレゼンテーションで私自身が凄く感じたのは、ドイツも非常に苦しんでいるなという点です。拙速な脱炭素化というのは国の富を奪ってしまう可能性もあるという不都合な真実を、御指摘いただいたのかなと思っています。特にミドルクラスに対する影響は非常に大きいと感じています。一方で、不都合な真実として、日本のインフラが老朽化してきているということがあると思います。アメリカが1970年代に日本との競争に苦しんだときというのは、彼らは1930年代から40年代に建てられた古い設備に依存していて、日本が1960年代に建てた新しい設備を用い、効率的に生産した製品で市場を凌駕した一面もあります。鉄鋼でも比較的新しい大型高炉が日本では建てられて、アメリカはなかなか太刀打ちできなかったという面もあるかと思っています。その結果として、例えばアメリカも1970年代は生産量の8割ぐらいが高炉だったのですが、スクラップ・ビルドがなされ電炉化していったことで、高炉での生産量は全体の2割程度になり、炭素集約度が下がりました。その過程で失業率が大きく増加した地域もありました。スクラップ・ビルドは必要なんだと思うのですが、どう移行してゆくかという戦略が大事なのかもしれません。

いろいろな企業さんとお仕事をさせて頂く中で、移行期の投資がすごく難しいと感じています。60年代からある施設も多く、ほぼ投資が終わっている状態で、減価償却負担

が低く企業にとっては既存施設を長く使うことがメリットになっているケースも多々あるかと思います。そうした状況の中でトランジション的な「つなぎ」のファイナンスみたいなものは難しくなっているなと思います。日本は「現実解」に対して理解があるという風に思っていますので、アメリカ、イギリス、カナダ、オーストラリアといった化石燃料の資産を持っているような国と連携して、トランジションへのアプローチに方法論を持ちつつ、国の富を守りながらの緩やかな既存設備の閉じ方を考えるということのも大事かもしれません。特に2040年というのはすごく大事なフェーズにあるなと思っていて、1960年代の設備は80歳ぐらいになっていますし、その先10年はもたないものも多くなっていると思います。守るところと壊すところというところをある程度明確にしていかないと、国の富は守れないのかなという風に感じました。

次のプレゼンでは、逆に言うとこれはまた若干不都合な真実で、日本のトランジションコストが高いというところを御指摘いただいたのかなと思っています。また、国際連携が重要な枠組みの中で、やっぱり脱炭素からは逃げられないというところの重要性を御指摘いただいたのかなというふうに思っています。

一方で、エネルギー自給率が低い日本の現状というのは今から始まったわけでもなくて、ずっとハンディキャップの中でやってきた国なので、そこはポジティブに見るべき、かつ、やっぱり外で稼いでいくということがすごく大事なんだろうなということを改めて感じさせていただいたというところがございます。そういう中で、スタートアップを育てるという面で、海外からスケールアップするお金を引き出すのも大事なんだと感じています。私自身もアメリカでスタートアップをしたときがありますけど、シードでもらえるお金が1桁違うなという感覚がもともとありました。10年でもの凄く日本はスタートアップ境界が変わったと思っています。凄くこれは前向きな進歩だと思っていて、これをいかにスケール化できるかというところがすごく大事ななと思っています。別の文脈で科学技術の研究開発を見ていたことがあるんですが、2010年の断面でみると研究開発費の総額がアメリカは30兆円ぐらい、日本は10兆円ぐらいでした。足元は、2020年で見るとアメリカは60兆円ぐらい実は研究開発を民間で投資して、日本が横ばいでほぼ10兆円という形になっています。アメリカで30兆円から60兆円に2倍ぐらいなった大きな要素は、やっぱり新興企業であり、GAFAMと言われるようなIT企業であり、こういうところがお金を使っているということになります。先ほどの「緩やかに移行する」ところは大企業の役割と思いますが、スクラップ・ビルドになるところの「ビルド」の面では、グ

ローバルでスケールのあるメガベンチャーをつくっていくというところが大事です。このチャレンジに、ここ10年ぐらい日本は真剣に向き合ってみるというのが大事ではないかなと思っています。そのためには、外のキャピタルを生かしていくというところがすごく大事なのかなというふうに思っています。海外の資本・市場を活用すること、それからスケールアップの重要性というところを御指摘させて頂きたいと思っております。

最後のところは私も非常に面白いなと思っていまして、炭素循環型産業は国際的にもサポートを得られるのではないかと思います。日本はリサイクルになると急に皆さん前向きになるように感じています。脱炭素と言うと「うーん」みたいになるんですが、リサイクルと言った瞬間、前向きになって非常に支持を得やすいというように感じています。炭素循環型の産業みたいなことを一つのハブ的にやっていくというのは良案と思います。先ほど申し上げたように一部はやっぱスクラップ・ビルドしなければいけないところがあると思っていて、一部は緩やかにトランジションだと思うんですけど、そのスクラップ・ビルドをするときにこの炭素循環型産業創出を一つの核としてやっていく、そこを打ち出していくというのは国際的にも非常に面白いと思います。その辺りを施策化してゆくのを考えても良いかなと思いました。このあたりが所感でございます。ありがとうございます。

○ ありがとうございます。

○ 私からは手短に。 まず、エネルギー多消費産業の話なんですけど、ちょっと記憶が定かではないんですけど、たしか第1回のこのワーキングのときに、化学産業だったと思うんですけど、化学産業の設備の稼働率がそんなに高くないところも結構ありますねみたいな話があったと思うんですね。それも考えると、やっぱりこの成長実現シナリオになるべく近づけるために、エネルギー多消費産業の脱炭素化に向けた投資をどういうふうにコントロールしていくとか、何かそういうところは政府の皆さんもある意味主導して誘導していく必要があるのかなというふうに思ったのが1つです。

あと、スタートアップの話も非常に興味深く聞いていたんですけども、こういった海外展開を積極的にやっていくべきですねという話は私も非常に同感でして、ぜひこのGXという文脈とか政策の中に海外展開を積極的に目指していくスタートアップをいかに支援していくかですとか、例えばNEDOの資金、それ以外の資金も含めて、どういうふうにきちんとそういったところに投下していくかですとか、そのために何か、法制度が例えば足かせになっているのであればそこをいかに見直していくかですとか、その辺りも併せて御検討いただけるといいのかなというふうには思いました。

以上です。

○ ありがとうございます。

ちょっと私からも質問させていただければと思うんですけど、まず、最初の御発表は大変インプレッシブというか、相当ショッキングな図表を見せていただいたのかなと思っています。価格の要素と非価格の要素が2つ込みになってリーケージが起きているというところだと思っていて、特にアメリカのリーケージを見ると、そもそも電力コスト的には多分100で一番低いんだけど、リーケージが起きているということだと非価格の要素が相当大きいのかなということになるんだと思いますけど、ここの辺り、非価格とおっしゃっているとき、価格以外で特段特定されるものというのは何かお考えとしてあるのかどうかということと、その非価格と価格のバランスとはどんな感じなのか、国によって違いかもしれませんが、ちょっとその感覚だけ教えていただけると勉強になるなと思いました。

2点目は、最後の御発表も趣旨は大変よく理解できたところです。カーボンリサイクルの重要性って相当大切だなというふうに私は認識を新たにしたところなんですけど、特に化学産業で言うと、立地のお話もしていただきましたけど、立地というのは相当計画的にやっていかないと難しい側面というのがある一方で、カーボンリサイクルにかかる技術というのは、相当いろいろな技術革新も今後起き得るという不確実性も大きくて、ある程度フレキシビリティも担保しなければいけない。そうすると、この2つのバランスをどう取りながら進めていくのかというのは化学産業で特に重要な論点ではないかと思うんですけど、ここの辺りはいろいろ実務でも関わられた中で、何か御経験とか御知見を御披露いただけることがあればいただければというふうに思いました。

ということで、今一通り実施者の方々からいただきましたので、直接御質問とかではないところもあったかもしれませんが、やり取りの中で何か感じたことがあれば、その点も併せて発表者の方々からいただければなというふうに思います。

発表者の発言順で御指名させていただければと思います。

○ では、米国が一番解釈が難しところですが、スライドで13ページ目になりますけれども、足元で少し下がっている部分は、私自身はIRA（インフレ抑制法）等によるバイデン政権の下で、民主党政権の下で、若干エネルギー多消費産業に対する締め付けみたいなもの、非価格要因みたいなものも何かあるのかと疑ってはあったんですけども、それをいろいろ探し調べてみましてもなかなか見当たらないということでございました。恐ら

く米国の場合はドル高がございますので、価格要因で、比較的素直に価格の要因によって今のところ下がっているのではないかと見ております。ECMでは細かい産業も見えますので、産業内も見えていますがまだ不確かなところ です。現在、一方では生産と対応するような輸入データをしっかりとつくろうということで取り組んでいます。生産と輸入をぴったり合わせていくことが測定上はなかなか難しいところがありますが、そういうものの対比ができれば、内需（国内生産＋輸入）の認識とともに理解できます。アメリカは比較的マクロ経済では調子がよく、これからの生産性改善も歴史上稀有な時代に入るのではという見通しを持つ米国経済学者もいます。我々もアメリカのE I T E生産はもっとフラットかと想像していたのですが、現状としての下落があり、それは価格要因ではないかということであろうと思います。

また一方で、この非価格・価格という意味では、ドイツも価格要因によってかなり移動した、シフトしたというふうに認識しております。しかし、日本の場合はむしろ非価格要因が大きそうということを強調しておきたいと思います。これは、海外に出ていくことも企業レベルではもちろん合理的な部分もございますけれども、エネルギー多消費産業は経営者が分かっていないのではなく、最も脱炭素・低炭素の経験値を過去30年ぐらい、既にもうよく熟知しています。彼らはエネルギー消費の価格弾性が非常に小さいこと（プラント産業で省エネはほとんどできないこと）を感覚としてはもちろん熟知しております。その中で、ただ一方で、それを正面から説明しても、色に染まった日本国内のマスコミなどが理解することは難しいことです。自主行動的なものが、現状も経団連の行動計画に入っておりますけれども、その中である意味では計画的に生産縮小をせざるをえなかったのが現状であろうと思います。

電力消費などでは一部の補助金がありますけれども、補助金を含めれば、比較的日本の価格上昇は抑制されたわけですがそれでも非価格要因による空洞化・脱工業化が進行しているということです。これが世界のGHGの排出量を減らすのであれば、まだ価値はあるかもしれませんが、むしろ相対的に見ればどちらかといえば増えるんだらうということがオーソドックスなカーボンリーケージでございますし、典型的な低炭素政策におけるフリーライダー問題です。この難問は、触れられないようにされていますが、この30年間に全く解消されていないんだらうということを強調させていただきたいと思います。

また、海外で稼ぐということも企業レベルでは十分あるわけですが、GXを評価する上で重要なことは、マクロ経済という、「国内経済」と「企業」のパフォーマンスは

だいぶ乖離してきていることです。かつては日本企業によかれと思うのが日本国内経済にとってもよいという部分もありましたが、現状はその部分が非常に大きく乖離しているということを強調しておきたいと思います。もし日本企業が海外で稼いだとしても、生産はどこか東欧などで行われ、収益は日本の中に還流されないということでございます。先ほど林委員のほうからもございましたけれども、海外からの所得は国内生産量を把握するGDPの中には定義的に入らないわけです。GDPは国内の中で発生した付加価値ですので、日本国内でいずれ外貨を稼いでそれが日本の国内に投資をされればいいわけですが、その投資がなかなか還流しません。企業の内部留保は高まっておりますけれども、それは海外で稼いだお金であって、国内で内部留保、国内の生産を源泉とした内部留保が高まっているわけでは、この20年間はまるでない。残念ながらそういう形の還流も魅力的でなく、国内投資が非常に低迷しており、それが日本国内産業の競争力を下げていると言えます。これは多消費産業だけではなく、全ての産業においていえます。

もう一つは、海外生産のリスクというのは非常に大きいということです。大規模な装置産業は国外に出ていっているわけですが、実際には海外生産のリスクというのは日本国内で考えているよりもはるかに大きいことを一部の企業はよく知っています。良質な仕事である限り、日本国内の雇用のほうが非常に良質で安価です。それでも海外へと追いやってしまうような状態をエネルギー環境政策が導くものであってはなりません。彼らが合理的な事由に基づいて海外進出していくのであればそれは尊重すべき面もありますが、そうではなくて政策によって導いてしまっただけとはいけないということをお強調させていただきたいと思います。

もう1点、ちょっと長くなって恐縮ですが、先ほど地域の貧富の格差の問題もございました。貧富の格差も非常に拡大し得るということ、逆進的な性格があると思いますので、これはちょっと強調させていただきます。特に地方でそういうものが存在しています。私は函館出身ですが、広島県呉市を歩いておりまして街として似てはいますが、函館に比べて3割ぐらいは豊かであると感じます。それは産業力の違いだということをひしひしと感じるところであります。函館におりますと、お金を持っているのは医者の子か銀行員くらいです。私はそこそこよかったのはなぜかというと、半導体製造業が80年代に日立が工場を造り、父親がそこに東京から引っ越したという。おかげで私は小学校時代からそこで暮らさなければいけなくなってしまうということですが、それでもまあ良さもあるわけですが、地方でもそこそこの給料を稼げるのは製造業での良質な雇用機会あつてのもの

です。

○ ありがとうございます。

○ まず、御質問は直接ではなかったと思うんですけども、私が改めて強調したいのは、やっぱりカーボンニュートラルをやろうと思うと安価なエネルギーというのはなかなか難しく、コストが上がるのは受け入れざるを得ないだろうというふうに思っていて。ただ、やはり国際的に遜色ない価格を追求していくことが重要で、相対的なエネルギー価格をあまり上げないということが基本として重要だろうと思いますので、アフォータブルなエネルギー価格と言ったほうがいいのかもしれませんが、そういうところをしっかりと見ていく必要があるかなというふうに思っております。

私の資料でいきますと44ページ目で、一応海外の市場獲得効果のところは、国内だけで生産するのか、海外に行ってそこで現地で生産して獲得するのか、両方のケースがあると思いますので、GDPだけではなくてGNIと書いて、Gross National

Incomeという形も書いていて、ちょっとここは明確にどちらなのかということをやっと今回の分析では特定できなかったのでもうこういう書き方をしていますけれども、ただ、当然ながらそれが国内にまた還流してくるのかどうかというところはございますけれども、ただ、いずれにしろ、必ずしも国内だけで稼ぐわけではなくて、海外も含めて稼ぐということについては追求はしていてもいいのかなというふうに思っているところでございます。

あと、御質問で、中位国のところはGDPとエネルギー消費量で非常に相関があって、先進国が下がっているというのは、これは世界的に見ても基本的にはサービス産業化が進んでくるので、基本的にはエネルギー多消費の「モノ」から「サービス」に変わってくるので、全体としては寝てくるということだと思いますので、そういう面では、ただ、どこかでモノはつくっているということで、中位国のほうに流れているということかと思っています。

○ ありがとうございます。

○ 質問があった一次産業との連携って、これはまさにおっしゃるとおりで、産業間連携というのは二次産業だけの連携ではなくて輸送も含めてなので、1・2・3全部含めた連携というのを考えなくてはいけないというふうには考えています。

立地とか技術とかとの関係という話がありましたけれども、これも連携の話ととても関連がありまして、例えばなんですけど、私たちが一回検討したのは、バイオマス to ケミ

カルに対して、森林、それから化学産業、その間の原料を運んだり、あるいは出来上がった化学品を運んだりとかということまで考えたときに、そもそもどこまでつくるのかといったことで、集約型なのか分散型なのかといったことで、それに必要なCAPEX・OPEX、あとは土地問題というのが最も深刻でして、日本の中で地面がないんですね。かつ、稼働率が低いというのもとても関係があって、例えば石油精製をやめたようなところとかでも、それが更地になっていない。事情があってできないところもあれば、コストがかかるからやっていない部分もありますけれども、そういう意味では、日本のこの狭い土地の中でいかにその土地を有効利用して、新しい技術でなるべく——だからコストもそうなんですけど、土地面積がかからない、そういったためにはどうしたらいいかという視点がかなり日本の中では大事になってくるなというふうに今思っています。

あとは、エネルギー多消費産業が選ばれるにはという御指摘があったと思うんですけど、これは化学に関してはサプライチェーンを明確にするといったことが大事だと思います。鉄は比較的その中でもサプライチェーンが分かりやすいんですけど、化学はもうとにかく長い。最後、プロダクトは自動車だったりそういうところになっていくわけですけど、そこを明確にしていくということが、実は化学品のコストが上がったとて自動車の値段がそんなに上がるわけでもないというのは計算上分かっているわけで、なので、そういったサプライチェーンを明らかにするということも大事な事かなと思います。以上です。

○ ありがとうございます。

○ 私から2点ですね。

まずは、ポジションとして、「何でもかんでも海外進出すればいいわけではない」というところを前提においた上でのお話でした、というところを強調したいです。GNIとしての国益還元というのを意識しつつも、やっぱりディープレック周りのGX技術でないと、海外に行ってもあまり意味はないなと思っています。例えばGHG排出量が見える化しますとか、算定しますという技術だけだと、これって海外市場の競合企業がやればいいはなしであり、特に優位性も作りづらい領域にあります一方で、電力の利用効率を上げる電源関連技術とか、効率的運行を実現する高炉の運用の技術とか、あとは半導体系でも窒化ガリウムとかですかね。世界のGX企業に使われるような、発電や運用といったエネルギー周りの技術であったり、そもそものエネルギーの省エネにもつながるシリコンカーバイドとか窒化ガリウムの技術とか、こうしたところがGX、海外に対して与える影響というのは非常に大きいと思っているので、そういうところにむしろ資金集中させて、成長市場に

乗り出す機会をつくるべきではないかというのが見解でした。

もう一つは、こうした話をする中で、やっぱりGDP上の計上は起こるんだけど、実は国富にならないものへの資金投下をどう防ぐかというのはやっぱり重要だよなと思って見ております。例えばデータセンターの誘致においても、国のお金が実際に使われて、ではその受益者は誰なのかというところでいくと、海外のCPU・GPUやASICの会社であったりだとか、海外のデータセンター事業者であったり、ファンドや外資系企業であるというケースも多々存在すると思います。また、その誘致によって需要が急増して電源が不安定になるリスクを軽減することも重要で、エネルギーコストを安定化をさせたいので誘致が実現できるのか、というところも大きな論点になると思います。そういうことを防いで、そうしたところと戦えるGXベンチャーだったりGX事業を応援していくというところがあるといいのではないかと思います。以上でございます。

○ ありがとうございます。

○ エネルギーコストが安くあるべきというのは、本当にそのとおりだと思います。エネルギー自給率を上げるというのもすごく重要。だからこそ日本国産のエネルギーを増やしていくということが重要で、そうすると、今化石燃料に26兆円とか払っていますけれども、その輸入費用が要らなくなっていくので、私たちの計算では2040年の前にもうネットでプラスになってきます。ですので、エネルギー価格を低く抑えるがゆえに、やっぱり再エネというものを見直す必要があるのかなと思っております。

あと1つ、トランジションはすごく重要なんですけども、今は既に日本の重厚長大産業さん、インターナル・カーボンプライシングをお持ちです。2030年に、結構2万円ぐらいつけていらっしゃる方もいるかなと。それで投資を判断されているので、やっぱりすごく日本としてきちんとカーボンプライシングに入っていくということはすごく重要だと思っております。そのためにGX債とかで償還財源となっていくということで動いておられると思いますので、まさに政策が重要で、ぜひ後押しとなる政策をお願いしたいと思います。

以上です。

○ ありがとうございます。

本日の御議論をぜひGX実行会議との建設的な議論につなげていただければと思います。

最後となりますけれども、事務局より一言いただければと思います。よろしくお願

ます。

○ 本日も本当にありがとうございました。

充実した御議論をいただきまして、本当にありがとうございます。

幾つかちょっとコメントさせていただきますと、やはり我々もすごく悩んでいるところでもあるんですけれども、このエネルギー価格、これはやはり特に相対価格が大事で、今の化石燃料の価格より上がるのはそれはそうなんだけれども、ではそのカーボンニュートラル、お互いにカーボンニュートラルになったときの相対価格で勝てるものなのかどうかと。化石燃料に依存しているというのが我々の弱点でもあったわけですけど、ようやく差を相当埋めてきたところ、カーボンニュートラルのエネルギーの世界に移行したら、それが拡大するということになるとまた弱点を増やしてしまうということになるので、そういう中で何を選んでいくのか、かつ、その過程で、プロセスの途中でどういうふうにしていくのか、ここを練っていく必要があるんだろうなというふうに思います。

それから、多消費産業の話がありました。これは、外に逃げると単に経済的に国内がマイナスになるというだけではなくて、CO₂的にグローバルにマイナスになるので、その点をよく踏まえて、やはり政策協働あるいはそのスピード感覚というのも考えていかなければいけないかなと、こんなふうに思っています。

それから、支援の在り方として、やはり将来的に勝てる産業分野、勝てるセクターに支援をしたいというふうに思っていて、もちろんそれが想像したとおりになるかどうかというのは、それはやってみなければ分からないという要素ももちろんあるんですけれども、そういうのも途中柔軟に見直しながらやっていく必要があるというふうに思っています。その「勝てる産業」「勝てるセクター」といったときに、これはやはり海外展開なしにはなかなか考えにくいのも事実でございまして、そういうことも併せて検討をさらに重ねていきたいと、このように思っているところであります。

本当に、年末、我々はこのGX2040ビジョンという国家戦略にまとめていきますし、その表裏をなしますエネルギー基本計画、この議論も年末に議論の大宗をまとめて、それで年明け決定していくということにしたいと思しますので、引き続きお知恵も拝借したいと思ひますし、ぜひ議論にもお付き合いをいただければと思います。

今日は本当にありがとうございました。

○ ありがとうございました。

それでは、本日はこれにて終了とします。引き続き御知見をいただければと思います。

ありがとうございました。

——了——