

## 第3回グリーンイノベーション戦略推進会議

## 議事概要

日時：令和2年11月11日（水）8：30～10：30

場所：経済産業省本館17階 第1特別会議室・Skype 会議

## 1. 挨拶

（梶山経済産業大臣）朝一番の会議ということで、ご多忙の中ご出席いただき感謝申し上げます。

先月、菅総理が所信表明演説において、2050年、カーボンニュートラルの実現を目指す旨の表明をされた。2050年カーボンニュートラルの挑戦は日本のあらたな成長戦略であると考えている。世界に目を向ければ欧州をはじめ、グリーン分野への投資を官民挙げて強化するなど、国際的な競争が始まっている。我が国としてもあらゆるリソースを投入して、産学官が連携し、経済と環境の好循環を生み出していく。2050年にカーボンニュートラルの実現の鍵となるのは、革新的なイノベーション。日本においては、累積のCO2の量を減少させるビヨンド・ゼロを実現する技術の確立に向けた課題を丁寧にこれまで整理いただいた。今後は成長戦略として、2050年のカーボンニュートラルの実現を目指すという新たな目標を踏まえて、革新的なイノベーションの加速と社会実装を見据えた対応策についてさらに検討を深めていただきたい。2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、温室効果ガスの8割以上を占めるエネルギー分野の取り組みが特に重要だ。また鉄鋼や化学などの産業分野も革新的なイノベーションを推進し、製造プロセスを大きく転換をさせていく必要がある。経済産業省としては、エネルギー・産業全体を俯瞰しながら検討を進めていきたい。エネルギー産業分野の中でカーボンニュートラルを目指す上で不可欠な水素、蓄電池、カーボンリサイクル、洋上風力などの重要分野については、具体的な目標とターゲット、規制、標準化などの制度整備、社会実装を進めるための支援策、これらをまとめて成長戦略会議に報告したいと考えている。関係省庁の皆様もぜひ、積極的なご協力をお願いしたい。本会議における議論も踏まえて、高い目標に向かって大胆な投資を行い、果敢に挑戦をしていく企業等に対して長期間にわたって支援することも検討しているところである。日本の新たな成長戦略に向けて忌憚のないご意見、ご議論を期待し、私の挨拶とさせていただきます。

（小泉環境大臣）今日このグリーンイノベーション戦略推進会議は、環境省、関係省庁と一緒に、その事務局の一翼を担っているところなので、一言ご挨拶を申し上げたい。先日の地球温暖化対策推進本部で、菅総理は、今、梶山大臣がおっしゃった通り、2050年

カーボンニュートラルへの挑戦は、日本の新たな成長戦略であるという発言をされて、私に対しては、新たな地域の創造や国民のライフスタイルの転換などカーボンニュートラルへの需要を創出する経済社会の変革や、国際的な発信に取り組むように指示があったところだ。2050年カーボンニュートラルの実現に向けては、省エネ、そして再生可能エネルギーなどの既存の技術を最大限に活用して普及することが重要であるとともに、水素やCCUSなどの新しい技術についても社会実装を図っていくことが必要不可欠だ。今日、私の方から申し上げたい視点は大きく三つある。一つ目が、技術の開発と社会実装である。水素については、地域資源を活用した低炭素な水素サプライチェーンの普及、蓄電池については、再エネと同時に動く蓄電池としてEV、FCVなどの電動車を導入する取り組み、また廃棄物処理施設のCO<sub>2</sub>を活用したメタネーションなどのCCUの取り組み、そして、浮体式洋上風力の地域への実装などに取り組んでいく予定だ。二つ目は、ライフスタイルイノベーション。国民のライフスタイルやワークスタイルの転換など、カーボンニュートラルへの需要を創出する経済社会の変革があって初めて、技術の普及や社会実装が促される。温室効果ガスの排出の約6割は国民のライフスタイルに起因していて、中でも住宅や移動、食、レジャーサービス、こういった割合が高いと分析をされている。脱炭素型のライフスタイルへの転換を促すネットゼロエネルギーハウス（ZEH）、ネットゼロエネルギービル（ZEB）、そして動く蓄電池としてのEV、FCVなどの電動車の普及を加速することが必要不可欠である。また、関係省庁の所管をする分野でも、ライフスタイル、ワークスタイルに大きく影響するものがあることから、ここにつきましても、ぜひ経産省を初め関係省庁の英知を広く結集しながら、ライフスタイルイノベーションを進めていきたいと思うので、改めて私からもご協力のほどをお願いしたい。2050年までのCO<sub>2</sub>排出実質ゼロ、これを目指すゼロカーボンシティ、自治体の数が170、人口規模では8000万人を超えた。自治体は、国民のライフスタイルの転換や循環イノベーションの社会実装の現場となるところであるから、ゼロカーボンシティ実現の観点からも、ライフスタイルの転換を促す技術の普及を進めていくことが重要。三つ目は、資源循環分野のイノベーション。サーキュラーエコノミー（循環経済）、これは世界の潮流になっていて、カーボンニュートラル実現に向けて、カーボンリサイクルに加えて、バイオなどの素材選択、製品やビジネスモデルの設計、リサイクル技術といった資源循環分野のイノベーションおよび社会実装は不可欠だ。国際競争上、産業界の関心も非常に高いこともあって、昨日、環境省は経団連と意見交換したが、今回は、このサーキュラーエコノミーについて、経団連と環境省で意見交換をすることで合意をした。これも経産省含めて、産業界、関係省庁とともに取り組んでいきたい。このグリーンイノベーション戦略推進会議が国と地方で検討を行う場で、こういった場において議論を深めて、地球温暖化対策計画、長期戦略などの見直し

を進めている。我が国の目標や取り組みを積極的に世界に発信をして、環境先進国日本としての確固たる地位を築き、世界全体でのカーボンニュートラル達成に貢献していきたいと思うので、本会議での有意義な情報交換、そして有識者の先生がたを交えた活発の議論に、大いに期待をしている。最後になるが、今日久々に経産省にまいりましてエレベーターを上がってきたところ、隣りのエレベーターでぴったり同時に17階に梶山大臣と着いた。エレベーターも息がぴったりなので、経産省・環境省息を合わせていきたいと思う。

(三谷文部科学大臣政務官) 2050年の脱炭素社会の実現という目標の達成に向けて、革新的技術の確立や科学的知見の充実が重要であると考えている。文科省としては、革新的環境イノベーション戦略等を踏まえ、次世代蓄電池やパワーエレクトロニクスなど、現状の課題解決、従来の延長線上にない革新的な技術の創出につながる基礎・基盤的研究を推進している。今後の議論を踏まえ、文部科学省としても関係省庁と連携し、2050年の脱炭素社会の実現に向けて貢献をしていく。

(熊野農林水産大臣政務官) 農林水産分野においては、昨年4月に食料・農業・農村政策審議会の環境小委員会で取りまとめた「脱炭素化社会に向けた農林水産分野の基本的考え方」において、2050年のビジョンとして、「農林水産業における化石燃料起源のCO2ゼロエミッション」が明記され、現在、施設園芸へのヒートポンプ等の省エネ機器の導入等の排出削減対策や、適切な森林整備等の吸収源対策を推進している。今後、新たなイノベーションを創出しつつ、スマート農林水産業を活用した燃料や資材の削減、農業機械の電化、漁船の電化、燃料電池化、またブルーカーボン等のCO2吸収源対策といった新たな取り組みを進めていく。また、世界の温室効果ガス排出量のうち農林業等による排出が全体の4分の1を占めており、わが国の技術により世界に貢献したいと考えている。将来にわたり、食料の安定供給と農林水産業の発展を図るためには、温暖化にも強い、持続的な食料供給システムの構築が急務だ。このため、食料、農林水産業の生産力の向上と、持続性の両立をイノベーションで実現するため、「みどりの食料システム戦略」の策定に向けた検討を行っている。関係府省の協力をお願いしたい。

## 2. グリーンイノベーションを巡る動向

### ①グリーンイノベーションに係る政府の動向

(事務局) 資料3-1をもとに、グリーンイノベーションに係る政府の動向について報告。

### ②英国・EUにおけるカーボンニュートラルシナリオについて

(事務局) 資料3-2をもとに、英国・EUにおけるカーボンニュートラルシナリオについて報告。

③ IPCC 1.5度特別報告書におけるネットゼロ排出シナリオ

(電中研) 資料3-3をもとに、IPCC 1.5度特別報告書におけるネットゼロ排出シナリオについて報告。

④ 脱炭素社会に向けた対策の考え方

(RITE) 資料3-4をもとに、脱炭素社会に向けた対策の考え方について報告。

### 3. 2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性

(事務局) 資料4をもとに2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンイノベーションの方向性について報告。

## 4. 御議論

(小泉環境大臣) 経産省の皆さんも関係省庁の皆様方、今後特に環境省のライフスタイルや地域といった面で我々の役割は大きくなっていくので、皆さんの総力を結集して、ご協力をお願いしたい。先ほどお二人からプレゼンがあって、堀尾さんと秋元さんから。一言で言うと堀尾さんはカーボンニュートラルへの道のりは一つじゃないと。そして秋元さんは、100%排出ゼロ、カーボンニュートラルは実行解がよく見えないと。そういうところのポイントに集約されると思うが、私はむしろすごく楽観的に今日の説明を聞いていた。日本の技術とか一つの方向性が決まったらみんなも総力を挙げて頑張っていくんだと。その方向に頭が完全に切り替わったなど。もともと未来というのは誰もわからないし、ましてや30年後に何が起るのかは誰もわからない。今から30年前のこと、1990年のことを考えたって、今の暮らしのこと、今の我々の生活のあり方だって、全く1990年の人は、想像しなかった。私が当選したのは11年前だけれど、11年前ですらスマホがなかった。それがもう11年後に、こんなに当たり前にスマホと5Gとあるわけなので、私は今日のお二人のプレゼンの中にあっただよように、一つの道のりではない中で2050年にゼロは描けないのが当たり前の中で、目がけていくことを決めたわけだから、楽観的に、この方向性で、進めていきたい。私は日本が将来的にグローバルなマーケットでカーボンニュートラルな方向でより広がっていくという力を改めて今日の会議で得た。ぜひその思いを忘れずに、いろんな課題はもちろんあると思うが、決めた以上必ずできる。それが日本の力だと思う。梶山大臣とも力を合わせてやっていきたい。

## ○委員からのコメント

(石田委員) 筑波大学におり、専門は社会資本政策とか交通なので、その辺が今日お話をさせていただく内容になる。冒頭の両大臣のご挨拶にもあったが、成長戦略としてきっちり位置づけるということが非常に大きなことだと思う。そういう目でみると少し悪のりかもしれないが、成長戦略の中で地方創世とか強靱化といったことが非常に大事で、今日の発表の中でもあった大きな科学、大きなシステムというところに、ともすれば目が行きがちだがSDGsのノーワンレフトビハインドという精神、また再び問い直されるんだろうと思っている。そういう観点からすると、地方、大都市を含めた都市、社会システムのイノベーションをどう考えていくかということが極めて大事であると思う。都市や地域のリデザインの中で、ライフスタイルの変革をどう国民の皆さんにお願いしていくことが大事で、そういうことを考えると私が専門としている、交通とかモビリティの役割が非常に重要だと思う。排出源としても大きく、自動車技術あるいは、新しいイノベティブなモビリティの技術においても日本はトップランナーを走っているの、比較的近い位置にいるんだろうと思う。ただ問題は、色々な法制度・商慣習の改革が進んでいて、この点につきましても梶山大臣のご発言にあったように、大胆に長期にわたって進めていくといくことが、大事だというふうに思う。そのためにも、行動変容ということが大事であるが、小さな例を2つ紹介させていただきたい。モビリティマネージメントということを一生涯懸命しており、コミュニケーションによって人々に自主的に行動変容していただくということで20年来やっており、確実に成果が出ている。2つ目が、モビリティの分野から離れるが、建設リサイクルの分野。リサイクル率が急激に上がり、20年くらい前に制度設計したけれど、そのときは平均で建設、副産物のリサイクル率が10%くらいだったが、ほぼ場合によって、100%のリサイクル率になっている。そのときのキーポイントは、モニタリングをちゃんとして成果・効果を関係者の皆さん、国民の皆さんに、あるいは建設業者の皆さんに皮膚感覚でわかっていただいで、達成感を味わっていただくという、そういう意味での地域社会のリデザイン、イノベーションが必要かなと思う。

(石塚委員) 菅総理の2050カーボンニュートラル、脱炭素社会を目指すという所信表明演説は、地球温暖化対策のイノベーションに取り組むNEDOにとって心強いメッセージであったと認識している。具体的には、水素、カーボンリサイクルなど、政府が重要とするカーボンニュートラルに資するイノベーションの推進はNEDOが重要な役割を担っており、先だって梶山経済産業大臣にご視察賜った液化水素運搬船、人工光合成、大崎上島のカーボンリサイクル実証研究、製鉄プロセスにおける水素還元等があるが、このよう

な個々のプロジェクトを着実に実施するに加え、イノベーションの社会実装を前倒しするための課題はなにかを考えることが重要と捉え、NEDO 内でも検討を加速させている。また、我が国のカーボンニュートラルの実現におきましては、国内だけではなく、我が国の技術で世界全体の CO2 を削減していく、2 国間クレジット制度 (JCM) などを活用した国際貢献の視点も重要であると考えている。NEDO におきましてもタイにおける IoT を活用した発電効率向上など国際実証事業を実施しているが、日本の技術を利用して世界の CO2 を削減することの重要性が増しているのではないかと考えている。また、社会実装の加速であるが、社会実装を効果的に進めるに当たっては、社会実装を担う産業界の参画が必須であり、産業界の資金・資本をグリーン成長に活用する視点ということも必要ではないかと考えている。また事務局作業の留意点についてだが、NEDO では革新的環境イノベーション戦略に呼応し、今年 2 月に持続可能な社会の実現に向けた技術開発総合指針「NEDO 総合指針 2020」を発表し、サーキュラーエコノミー、バイオエコノミー、持続可能なエネルギーの三つの社会システムを継続的に発展させることが重要であると、提唱させていただいている。グリーンイノベーション戦略推進会議の議論にもワーキンググループを含め NEDO は参画している。現在ワーキンググループの中でも、社会実装に向けた具体的な道筋、CO2 削減の定量的な評価、新しいイノベーションにより創出されるマーケットの大きさ、またそれは産業界にとって魅力的かどうかなどの議論に協力しているが、様々な重要な分野に関する事務局の作業に対しても協力していきたい。

(柏木委員) 原点にもどって考えると気候変動問題は世界全体の問題であるから、先進国はこれまで文化資産を築いてきたので、衡平性っていう観点から、発展途上国に対してその余分を与えなきゃいけないということだ。先進国がこぞって政策的スローガン、極めてアンビシャスなスローガンを掲げて、それに追いつくような形で、発展途上国に CO2 排出余地を残していると私は考えている。いろいろと今日勉強させていただいて非常にプラスなった。世の中は電化の方向に走っていると。これはまともにそういう方向だと思う。実際のデータを見ても、1990 年、世界で 10 兆キロワットアワー使っていたのが、2019 年度で 27 兆キロワットアワー、2.7 倍に伸びて、アジア圏だけでほしい 4.7 倍のびている。なかでも発展途上国で伸びている。それが主に石炭火力によるものが多い。ということはやっぱり、技術立国日本でいくとすると、カーボンゼロ 2050 年を掲げながら、あらゆる電源オプションをあらゆるエネルギーオプションを準備して、発展途上国が選択しうるものを日本がきちっと技術オプションを国内で実証しながら、それを輸出していく考え方が正解だと思う。資料 4 の 6 ページ、クォーター理論があり、不確実性が多い中で、企業も含めたイノベーション、これを促すには、高い

数値目標を掲げてその長期間の移行期間を確保して、予測可能で安定的な政策を確保する。これも同じように、今回の首相が言われたことは同じような考え方だと思う。これには賛成をするが、日本の場合には、まず省エネをベースにすることが即効性があり、それから再生可能エネルギー由来の水素の燃料移送、蓄電池、原子力、小型の原子力等々供給サイドに入っていくという方向にやっていくことが良いと思う。

(久間委員) 本日、英国や EU のシナリオでも紹介されたが、長期の不確実性が大きい、予測が困難、様々なオプションがあることは、その通りである。重要なことは、大きな目標を共有して、柔軟に対応しながら、計画を実行することである。水素、蓄電池、カーボンリサイクルなど、現在考えられる重点課題は出そろっている。いかに明確な目標を決め研究開発を進めるか、いかに効率を上げてスピーディに実用化するかこの2点が重要である。そこで、2つコメントする。1点目は、国家プロジェクトの研究成果を確実に実用化すること。これまでの国家プロジェクトでは、シナリオは一流、開発された技術成果も一流だが、実用化には至らなかった課題が少なからずあった。実用化せずに、新たな別のプロジェクトを始めることが多かったように思う。研究開発成果を確実に実用化する一方で、新たな破壊的イノベーションを目指したプロジェクトを始めるというように、パイプライン的に研究開発成果を実用化するシナリオを作ることが重要である。例えば、重要課題に対して、5年後には政府の支援付き実用化、10年後には大幅なコストダウン、30年後には世界の隅々にまで普及させるというシナリオを作るべきである。研究だけで終わらず、実用化まで一貫通貫で行うためには、事務局がまとめたプロジェクトアウトルックの活用が考えられる。各省庁のプロジェクトが詳細に整理されているので、これらを連携させて、基礎から実用化までを繋ぐプロジェクトにすることを提案する。また、開発した技術を共有する仕組みを作ることも重要である。2点目は、研究開発を加速させるためには、技術のプラットフォーム化が重要である。農業分野を例に説明する。農業分野からの GHG 排出量は、日本では総排出量の4%に過ぎないが、世界で見ると24%もある。従って、農業分野は、2050年カーボンニュートラルの実現に向けて極めて重要な分野である。しかも、日本がこの分野で先行しているので、開発途上国中心に外交戦略にも使える。しかし、運輸や産業などの他の分野から見ると、農業分野は非常に複雑である。農地など土地から発生する N<sub>2</sub>O や CH<sub>4</sub>、牛のゲップや排泄物から発生する CH<sub>4</sub> や N<sub>2</sub>O、農機や施設から発生する CO<sub>2</sub> など多種多様である。これらをバラバラに開発したのでは非効率的である。そこで、農研機構では、発生源や吸収源をいくつかの技術カテゴリーに分類した取り組みを考えている。例えば、植物の光合成による CO<sub>2</sub> 吸収やバイオ炭による炭素貯留を炭素循環というカテゴリーでまとめる。そうすれば、CCS、CCUS、CDR と同じ取り扱いができる。一方、水田や

土壌、牛のゲップや排泄物に由来する CH<sub>4</sub> や N<sub>2</sub>O は農業特有の課題で、これらは微生物制御で解決するカテゴリーでまとめる。このように炭素循環や微生物制御というカテゴリーに分けて研究開発することで、他の研究分野との接点ができ、技術共有も期待できる。さらに、異分野の研究者が融合して新たなイノベーションの種が生まれることも期待できる。最後に、熊野政務官から話があったように、農林水産省では「みどりの食料システム戦略」の策定に向けて検討している。食料の生産性向上と地球環境の両立を目指す戦略である。これに加えて、食料安全保障、輸出拡大、地方創生も一体的にとらえた戦略策定が必要である。農研機構では、来年度からの第5期中期計画で、農林水産省と一体となって、グリーンイノベーションを創出したいと考えている。

(佐伯委員) 私共、科学技術振興機構は、基礎的な研究を支援する観点から3点説明したい。まず社会実装については、コアとなる技術に限らず、実装を支えるような基盤となる関連技術も重要だ。例えば、LEDの実用化でいうと、青色ダイオードの研究において、日本が結晶成長に関する幅広い知識をもっていたことから実現した。もちろんすべてを自前主義というわけではないが、重要な技術を確保・育てていくという観点も重要だ。2点目は長期目標、30年後を考えた柔軟性である。小泉大臣がおっしゃったように実際の姿は想定できないので、それは技術についても同じことが言える。大きく異なるなものが新たに出てくることも考え、またそれを進めていくことも必要だ。私共も政府の方針を踏まえ、破壊的なイノベーションにつながるような若手研究者の独自の発想に基づく挑戦的な研究を支援する新しい事業を本年度から開始している。こういった取り組みからもし有望なシーズが出てきた場合には、関係府省と協力して育てていくという考え  
方、破壊的な研究につながるような研究を並行して育てていくことが重要だ。3点目は人材育成である。例えば、2040年にこの対策の中心を担う40代、50代の研究者は今の若手研究者、これからドクターをとる人たち。実はこの層が理工系離れ、博士課程離れが懸念されているので、国として人材を育てること。具体的にはハブとなる拠点の整備が有効である。分野は異なるが、コロナの研究においては多くの論文が世界に出ているが、私共が分析した7月の時点で日本は世界で16位だった。日本で症例が少ない、感染者が少ないことも要因だが、研究者層の薄さも懸念されている。たまたま去年の今頃、我共の理事長が昔ウイルスの研究をしていた研究者でもあったので、ウイルス学会で講演した際、かつてと比べて熱気がない、人数が少ないとのことであった。その中でコロナ禍が発生した。日本でもしっかり活躍されている研究者の方はいるが、一助となったのか15年くらい前、文部科学省が、厚労省、農水省の協力を得て、新興再興感染症研究拠点の形成プログラムをつくり、大学、国際医療センターなどが拠点的な役

割を担った。そういった拠点の中で若手を育てていけば知見も集積し、継続的な取り組みもできるということもある。人材育成の観点も含めて研究をみていきたい。

(関根委員) 最初にテクニカルなことでコメントさせていただく。今日の議論の中で水素還元製鉄と、ミドレックスの話が両方ごっちゃになっていた。水素還元製鉄は、高炉での COURSE 50 を含め吸熱反応。ミドレックスの方は水素に加え CO が入ってくるので発熱反応となる。これらは別のもので、こういう審議会等で混同されないようにされたほうがいい。カーボンリサイクルとしてはミドレックスが親和性が高いということも併せて申し上げる。全体のコメント、大きく分けて三つ申し上げたい。まず1つ目の点は、経産省、資源エネルギー庁が中心となってやっておられる中で、やはり日本のエネルギーで重要なことはカントリーリスクのヘッジとエネルギーセキュリティだ。そういった意味でエネルギーのベストミックスということを経験としてやってきた。これは再エネの時代も間違いなく変わらない。水素一本足、電力一本足というわけにはいかない。そういう点でいうと、多様なエネルギーリソースを海外から買ってくるということを前提とした再エネの社会というのを日本独自で考えなければならない。その際のエネルギーモデルというのが、やはり今日、ご指摘があったように、非常に重要になってくる。日本ならではの、日本独自の、EU でいうコンボのような形で日本のエネルギーベストミックス、セキュリティの担保を踏まえたモデルを示していくことが肝要。その中で、エネルギーモデルによって痒いところというのを指差ししていただいて、産業界、あるいは研究開発、産学官の連携の研究中でこういうことをしなさい、という指差しが肝要だ。2点目に産業においてはこれまでは高炉、トッパー、ナフサクラッカーというものに端を発した産業の連関性が脈々と続いてきたわけなので、こういう新しい世界になると、中には痛みを伴うというところも出てくる。それを税制やインセンティブでうまくクリアしながら、従来の産業を守りつつ、新しい世界に移行するというのをきちんとオールジャパンで考える必要がある。3点目最後になるが、佐伯理事からのお話にもあったワクチンの話。日本は1980年代までは世界のワクチンの先進国と言われていた。これはいろいろな施策の中で、日本はどんどん遅れをとっていったが、他にも、液晶や半導体、かつては日本はトップをいていた。スマートフォンはこれらを組み合わせただけ。現状ワクチンもスマホもほぼ輸入。そういう意味では技術をしっかり日本が作ってきて、これからのカーボンリサイクルあるいは、CCU を含めた、CO<sub>2</sub> の時代、CO<sub>2</sub> をうまく使う時代においても基礎研究にもしっかりと投資しながら産業と両輪で回していくことが肝要と思う。

(竹内委員) 今日のポイントはシナリオは決め打ちできずに幅広く考えていく必要があるということだと思う。必要になるのが、2050年までにPDCAを繰り返すということで、EUも英国もコスト見直し次第でシナリオの強度が変わるのであって、戦略の見直しの体制、クライテリア、これには先ほど関根委員のおっしゃった安全保障についても含めて、議論しておく必要がある。戦略についてまとめていただいた資料4について申し上げたい。イノベーションという言葉では、インベンションよりのことを考えがちだが、エネルギーインフラに携わる立場から見ると、2050年はすぐ。今ある技術のコストを5%、7%下げることが、ビジネスモデルを大きく変える立派なイノベーション。日本はインベンションの技術力には長けているのに、徹底したコストダウンでビジネスモデルに仕上げるのが弱かった。これまでのあまり経験が意識されていないように感じた。資料4のスライド15にCO2ゼロは政策の総動員とあるが、コアとなる戦略技術でCO2削減7、8割を確保して、残りを埋めていくというメリハリが必要に思える。そうなったとき基本戦略というのは徹底した電化と電源の低炭素化の同時進行であるというところは今日も共有された。水素エネルギーも再エネ電気からつくるとなると間接的な電化ということになる。需要側の電化も掛け算の右側として必要なので、大幅な脱炭素化は社会変革といえる。社会変革を持続可能にするためには、痛みや負担も率直に国民に共有していただきたい。各自治体のネットゼロ宣言について、冒頭も大臣が触れていたが、30年以内にその地域では都市ガスもプロパンもガソリンも使えないと。選択肢は決め打ちできませんが化石燃料がそのままでは使えないというのは明らかになっていく。広く言えば、ネットゼロにかかるコスト負担。創出雇用もあるが、失われる雇用もある。原子力の活用等、国民的な議論が必要な課題はたくさんある。政府・政治の責任としてこういった痛みの提示にも取り組んでいただきたい。ここから資料のコメントとなるが、基本戦略として電源の低炭素化と需要の電化を示して、阻害要因を取り除くことが必要であるが、電化の推進が記載されていない。まず電化の推進を書いていたとき、電源の低炭素化に向けて必要な再生可能エネルギーを徹底して安くするということが必要だ。我が国のインフラ輸出の戦略会議が金曜日にも開かれるが、インフラ輸出のKPIを受注額だけではなく、削減できるCO2も含めて考えるべきではないかと思う。JCMよりもっとラフな仕組みでよいので、国内の削減も重要だが、世界の低炭素化に日本の技術力で貢献するというのを戦略的に検討いただければと思う。細かいところは後日提出する。

(竹森委員) 技術実証をいかに実行に移すかという視点から整理したい。CO2削減と合理性のある経済活動を両立させる長期的なシナリオ作りが必要だと感じた。各種事業や活動をつなげていき、経済的にも技術的にも自立可能なエコシステムを回す視点が重要。様々な

技術、事業、関係者をまとめていかなければならないので、コーディネータやプロジェクトマネジメントが必要になる。金融機関の人間だが、あらためてダッシュボードを見返してみると、宝の山であるように感じる。39技術、技術ごとに5、6件ある。トータル200件、300件ある。非常に宝の山だなと思う。これを眺めるだけでは何も意味がなくて、シナリオに入ってくるが、まずは事業のシナリオ。ダッシュボードの例えば19番の人工光合成、化学業界におけるCO2削減、水素を安く製造する技術。このプラットフォーム技術によって水素を作るとか、CO2、H2、オルフェンの合成による基幹化学品を製造するとか、アンモニアの合成、さらには材料として販売や燃料として使うとか、あらゆる連立方程式が解けるような事業が必要だと感じる。いろんなシナリオを策定して、非常にハイレベルな技術だと思う。中短期として、例えば安い太陽光発電の活用によって電気分解や、触媒的可視光水分解プロセスなど複合的に、まずは短期的に実用化させていくと。またはメタノール分離膜等の技術は高度化を図る。そこから得られる、基幹化学品、アンモニアの活用など、インセンティブや規制を付けるなど、いろんな段階、いろんなものを総動員しながら実現していく。関連すると、当然輸送とか貯蔵も必要になるので、ダッシュボード8番に水素製造、貯蔵技術があるし、12番のCCSで地中に貯蔵するCO2、いろんな事業をつなげながらエコシステムを構築するというイメージを持ちながら、金融投資家も魅力を感じて資金も循環していくというような事業のシナリオがほしいと感じている。大きな視点で産業政策、RITEの説明にあるような再エネ率を高める、電化率を上げるなどマクロなシナリオ。一定程度これらも強制力をもたせることも必要だ。マクロミクロのシナリオづくりが重要だと思う。

(森口委員) いうまでもないがネットゼロ達成を目指す2050年までには社会の大きな変化が想定される。技術、社会実装も重要だが、技術の側から一方的に社会を見るのではなく、社会自身も変わっていく、変えていくということを前提に、それに合った技術を開発、実装していくそうした双方向の発想が重要だと考える。小泉大臣が冒頭に発言されたように商品やサービスの消費だけでなく、住まい方も含めたライフスタイルに目を向けること、SDGsで言えば、ゴール12にもあるように消費と生産両面から捉えること、そしてエネルギー需給について言えば、発電、水素などの二次エネルギーへの転換も含む供給側だけではなく、需要側も重視することが重要だ。技術のマーケットは海外にもあるわけで、海外の需要、その背景にある社会がどう変わっていくか、これも注視する必要がある。国際的な観点で再三触れられているキーワードだが、サーキュラーエコノミー、いわば循環のイノベーションになるが、この重要性にも触れたい。サーキュラーエコノミーは今年のS20のテーマの一つでもあり、サーキュラーエコノミーの担当としてコミュニケ案の作成に携わっていた。10項目にまとめられたコミュニケの5

番目として、promote circular design of materials and energy systems through advancing the 3Rs plus renewables aimed at net zero carbon emissions という表現で、モノとエネルギーの両面での循環性、再生可能性を強調していたところである。このコミュニケは CCUS にも言及しており、その可能性に非常に期待しているところであるが、LCA など技術のアセスメントにも触れている。本日、国内外のシナリオの検討事例を紹介いただき、ありうる将来、あるいは実現したい将来像というものを複数描いて、そこへの道筋を描いていくシナリオアプローチは極めて重要だ。日本はともすれば一つの合意できる姿を調整して描くアプローチをとりがちだが、不確実な未来に向けて複数のシナリオを描いた上で、それぞれの特失を見ていく。そうしたプロセスからより良いシナリオをさらに導き出していくアプローチが非常に重要だと思う。このグリーンイノベーション推進戦略推進会議は技術イノベーションに軸足を置いているが、ネットゼロのために必要な検討は多岐にわたる。資料4の14ページの3つの会議体をはじめ、ネットゼロについて府省横断的に検討の場を持つことが重要だと考えるし、政府だけでなく、産業界はもとより、また消費者など、より幅広いステークホルダーとともに、竹内委員も触れられた技術の社会的な受容性の観点も踏まえて、ネットゼロ社会をとともにデザインしていくという機運が必要だと思う。前回発言したが、技術に限っても、個々の技術だけではなく、それをどうシステム化していくか、それを誰が担うかを明確にすることの重要性、これを再度指摘しておきたいと思う。技術、社会、そしてこうした審議の場の在り方を含めたシステムイノベーションが必要だと思う。事務局から求められた議論すべき事項の範囲を超えたかなり幅広い観点になったが、コメントは以上。

(森本委員) 18ページの2点についてコメントしたい。その前に、菅総理が積極的に温暖化対策を行うことが産業構造や経済社会の変革をもたらす大きな成長につながるという発想の転換という発言は、ちょうど50年前に「公害国会」を開催して、水質汚濁防止法の制定など、公害立法を進められた佐藤栄作さんの決断と近いものだと感じる。あれによって日本が公害対策先進国に転換した。産業界に相当な痛みは伴ったが、雇用創出や技術革新、国際競争力の強化につながったという意味で過去に学ぶことも重要だ。かつその時の施策はエッジの効いたもの。規制もあったが、同時に税制の優遇措置であるとか政策金融であるとかあらゆる政策を導入したので参考になるもの。そういった観点でコメントしたい。まず第一に盛り込むべき事項であるが、既に小泉大臣の方からライフスタイルであるとか資源循環であるとか、産業政策を超えていわば社会、経済社会の在り方に係るものなので、社会的必要性も含めた検討だろうと考えている。例えば DAC、CCUS の話もそうだが、森林の吸収源やブルーカーボンなど自然資本を活用した吸収源についても技術的な導入、普及を改めて考える必要があると思う。もう1点は、社会実

装に効果的な手段については3つあり、規制的措置も選択の一つとして考えるべきだ。規制的措置は抵抗感もあるが、いわばグラデーション、目的を達成する手法として目標の強度に必要なものだ。GPIFが調査したものと、各国の環境規制に日本の企業がいかにかに強いかを示すものなので、それを念頭に進めれば良いと思う。その時はもちろん総合政策であるので、パッケージの一つとして規制的措置が必要。あと2点ございまして、やはり財源の議論というのは必要。国と民間の役割分担をしっかりと示した上で、そして国として技術開発への初期投資や大規模な資金投資は重要である。EUでもやはり財源の議論はされているので、避けて通れないのではないかと思う。民間資金の誘導についても、ESG投資は増えているが、長期投資、リスクが多いものではないが、ESG投資もイノベーションのような投資に進めるように誘導することが必要だ。

(吉野委員) ゼロエミッションに向けた具体的なツールの開発を進めていくのがミッションだと思っている。この戦略推進会議で、2050年に向けたシナリオも現在進めているかと思う。その次のステップとして当然、各論の議論に入っていくかと思う。具体的にどういう形でイノベーションを起こして社会実装にもっていくかという段階だと思う。センターではそれに備え、連日いろんな議論をしている。一つはこれまで産総研で、ゼロエミッションに対応する新型の太陽電池、水素エネルギー、人工光合成などの研究を推進してきた。そういった技術をさらに技術革新を行い、どう社会実装にもっていくかの方法論を議論している。それから議論のもう一つのポイントとしては、やはりネガティブエミッションが将来重要なアイテムになる。地球誕生以来、当時のCO<sub>2</sub>濃度は数10%あり、これが現在の400PPMに下がっていく。そこまで下げてきた要因が二つある。一つはシアノバクテリアに始まるいわゆる光合成生物の登場。彼らがCO<sub>2</sub>を食べて、廃棄物として酸素を出して、現在の大气組成に至っている。これがいわばここで議論されているBECCS。もともとそういう自然現象として、BECCSという形でCO<sub>2</sub>を減らしてきた。二つ目が、地球誕生当時、地球表面にはアルカリ性の物質が多数あった。当然、炭酸ガスは酸性なのでアルカリの土壌で吸収されて、それによってCO<sub>2</sub>が減った。これ、まさに現在我々が議論しているDACCSのこと。ネガティブエミッションの2というのはこの2つ。これをこれまで自然現象として地球がやってきてくれたことを今度は人間の手でやらないといけない。BECCS、DACCSの概念に関してインダストリーにもっていく。それには大きな技術革新が必要。それを踏まえて当センターではいろんな観点から議論をしている。しかるべき時期に提言できればと思う。

(小林委員：欠席メモを事務局が代読) 日本が2050年カーボンニュートラルを実現するためには、再エネ、原子力を主力とするエネルギー政策だけでは足りない。未だに実現でき

ていない非連続的なイノベーションを社会実装することが必要。このことの重大さと困難さは政府が国民に対して率直に啓発することが求められるものである。必要なイノベーションというものは、イノベ戦略というもので既にまとめられていて、本会議のワーキンググループの作業をもって GHG の削減効果であるとか、実現の時間軸、社会実装のコスト、日本の技術的優勢など、定量的に明確に明示していくべき。そのためのコストの算定、LCA の評価基準というものは、必要なメトリックを科学的に客観的に整備していくことが必要。それらの結果、技術テーマを組み合わせることによって効果・時間軸・コスト、優勢パラメータとするような複数の具体的なシナリオを描けるように、企業を中心として国民の行動変容を喚起するとともに、必要な政策を特定できるようになると考えている。なかでも日本は CO2 の分離・回収と還元と燃料電池といった一定の技術優勢を持つということを踏まえて、これらのテーマを戦略的に強化、全面化していくことが合理的。国際社会における日本の発言力・交渉力を確保するという点にもつながると考えられる。CO2 の還元、燃料電池のフイージビリティというところでは、水素のコストから供給能力が決まってくる。鉄鋼とか日本の主要産業のカーボンニュートラル化、自立分散型のエネルギーシステムの実現という点においても水素は重要な鍵である。今世紀の資源戦略というのは、すなわち水素戦略ということである。水素を軸としたイノベーションの戦略を描くことが日本にとって特に有効ではないかと。その際、LCA の観点から最適な水素キャリアを選択することも重要だと考えている。地域において再生可能エネルギーを中心とした自立分散型のエネルギーシステムを構築するために有休耕作地、放置森林などの活用も有効ではないかと。別のアプローチとしては、中東・豪州などのサンベルト地帯のソーラー水素、ソーラー燃料の活用も急務である。最後に、新しい技術の社会実装のためには、経済社会システムそのものの高度化が鍵。やはり欧米との関係性から炭素税や排出量取引の議論も必要であると考え。また、企業による設備投資を促進する会計制度の検討も有効。技術に関する議論とこれらの議論を連携させることが必要ではないか。

## 5. 座長とりまとめ、閉会

(山地座長) 本日の議論をまとめたい。まず一つは事務局資料にあったポーター理論。高い目標を掲げることがイノベーションを支えていく。その脈略で 2050 年カーボンニュートラルはその役割を果たすだろうと思う。英国や EU、IPCC の SR15 にもあったけれど、いろんなシナリオがあり、複数のシナリオを迫りかけることが重要だと思う。もう一つは技術の内容に入れば、いろんなシナリオがあるけれども共通してあるのは電化と電気の脱炭素化だ。そこには CCUS も含まれる。そしてやはり、技術だけでなく、社会のイ

ノベーション、サーキュラーエコノミーを作る、行動変容を促す。そしてもう一つは、社会実装を加速していかなければならない。産業戦略として進めましょうという話もでてきたが、成長戦略のなかに組み込んでいくことが重要。当然、産業界の参加も求めていく。あとは国際的な連携が重要。秋元さんのお話にもあったが技術だって水素だとか国際連携がありえる。それから JCM を使う、インフラの輸出など。我が国内に閉じこもるのではなく、国際的な視点も必要だ。

(梶山経済産業大臣) 今日とは多様な観点からのご意見に感謝したい。これは技術的な革新だけではなくて、地方もそうであるしまた強靱化、いろんな意味でのレジリエンスということが必要になってくることだろうと思うし、持続可能な社会を目指しての行動変容という取り組みで皆さんとまた議論をさせていただければと思っている。ただ技術を進展させる中で国際的な貢献ということがあったけれども、トランジション、よくその移行過程というものを見ながら、それで貢献できる技術が日本にはあるし、0か100かの議論ではなくて、しっかりとしたその辺の議論の組み立てもみなさんと共にさせていただければと思っている。今日は早朝からみなさんにご出席いただき感謝申し上げます。