

エネルギーを起点とした産業の GX（グリーントランスフォーメーション） の検討状況について

産業技術環境局・資源エネルギー庁

2022年3月23日

(1) 各産業のGX戦略検討の視点

－ 新たな産業を創出し、産業構造を転換していくための視点 －

- 第1回グリーンエネルギー戦略検討合同会合において、GX時代に成長が期待される分野について、以下の3つの視点で産業分析を行うこととされた。
- また、この産業分析をベースに、ビジネス環境の分析や海外の政策動向も踏まえ、次頁の技術レイヤー、ビジネスレイヤー、マーケットレイヤーについて、課題や政策要素を検討していくこととされた。
- 本日は、これまでの議論を顧みるとともに、今後必要となる政策要素についてご議論いただきたい。

● 現状のビジネス環境

(例) 現在のビジネスモデル、我が国の国際的な立ち位置、各分野の競争力の源泉、サプライチェーンにおける高付加価値をもたらす分野、デジタル化など構造的変化の現状、新規プレイヤーの存在 等

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

(例) 商品・サービス面での変化 (新商品、新規需要など)
製造プロセスにおける変化、サプライチェーンにおける要請
これらが競争力や企業戦略にどのような影響を与えるのか 等

● 海外プレイヤーの動向

(例) 海外における既存プレイヤーや新規プレイヤーの状況
－ 各プレイヤーの立ち位置や戦略
－ グローバルなビジネス環境を踏まえた、各プレイヤーの動向 等

第1回グリーンエネルギー戦略検討合同会合
(2021年12月16日) 資料2より抜粋

今後必要とされる政策要素の検討の視点

ビジネス環境の分析や海外の政策動向も踏まえ、例えば、以下のような視点で、どのような政策を行っていくか検討していくべきではないか。

- 各分野における「勝ち」の定義が必要（技術開発、社会実装スピード、市場ルールメイキングなど）
- 技術レイヤー、ビジネスレイヤー、マーケットレイヤーそれぞれについて、課題や政策要素を整理。

技術レイヤー	<ul style="list-style-type: none"> • 付加価値の高い分野への支援徹底 • 海外技術の囲い込み/連携 等
ビジネスレイヤー	<ul style="list-style-type: none"> • 先行需要創出、国際サプライチェーンへの参画、海外勢との連携 • オープン&クローズ戦略、ライセンス活用、 • 炭素価値、経済的メカニズム • 新技術・ビジネスへのリスクマネー供給 等
マーケットレイヤー	<ul style="list-style-type: none"> • 国際市場 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 国際ルール整備（条約、国際標準・規格） ➢ アジア各国への働きかけ ➢ 技術移転リスクへの対処 ➢ トランジションファイナンスのアジア等への普及・海外展開における資金需要と官民協調のファイナンス 等 • 国内市場 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 国内市場の規律（重要インフラや戦略物資確保の観点） ➢ 技術・データの流出防止 等

(参考) グリーン市場獲得に向けた国内外の動向・情勢例

各国の脱炭素技術への研究開発：

EU：Horizon Europe
日：グリーンイノベーション基金
英国：10point plan

欧州バッテリー規則案：

製造・廃棄時の温室効果ガス排出量による規制、責任ある材料調達（デュー・デイルジェンス）、リサイクルに関する規制案。

イノベーションファイナンス：

米Breakthrough Energy Catalystは、「商用化」を念頭に、初期需要創出のためのオフテイク確保にも力点。

EUタクソノミー：

環境的にサステナブルな経済活動を分類・定義。

米国政府のイニシアティブ：

Industrial・Decarbonization・Agenda：産業の脱炭素化にむけて、「市場の規制」「標準の策定」「投資/公共調達の戦略」「共同研究」等において協力。

First Movers Coalition：

ネットゼロ技術の早期市場創出に向け、主要企業が購入をコミットするためプラットフォーム。

技術

マーケット

ビジネス

炭素国境調整措置：

輸入品に対し炭素排出量に応じて水際で負担を求める

TCFD：

企業活動が気候変動に及ぼす影響について開示する任意枠組み。

海外の関連動向

念頭におくべき課題

技術×ビジネス：

我が国は、太陽電池のコストを1/250に下げるイノベーションを実現。他方で、太陽電池の日本のシェアは徐々に低下。また、半導体も水平分業化が急速に進展した結果、競争力が低迷。

デジタル×グリーン：

CNに伴いCO₂排出量の見える化のニーズが高まる中、デジタル技術を用いたCFPデータの共有等に関する取組が活発化。

サプライチェーン：

CNに伴い必要性の高まるレアメタル等の一部は、特定国に埋蔵・生産が偏在することによる供給リスクあり。

第1回～4回会合において頂いたご意見踏まえ、議論いただきたいポイント

- 産業のグリーントランスフォーメーションに向けて、企業からの個別分野でのご意見に加え、委員から、産業構造転換の方向性、技術の普及・社会実装の加速、ファイナンス、スタートアップ、リスクマネー供給、インフラ整備、投資拡大、人材育成・雇用移行、中小企業対策、国際連携・ルール形成、競争環境変化・競争政策、DX（デジタルトランスフォーメーション）のインパクトといった横断的な課題も含めてご意見を多数頂いた。
- 本日は、こうしたご意見を踏まえて、政策要素に関する追加的なご示唆や、俯瞰図分析の方向性等について、ご意見をいただきたい。

1. 産業構造転換の方向性、政策要素についての追加的な御示唆

2. 俯瞰図分析を行うに当たって留意すべき点について

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

産業構造転換の方向性

（1. バリューチェーンが変化中、いかに稼いでいくか）

- 日本の産業を守るという発想は重要。脱炭素を進める中で、いかにモノを作りつつ稼ぐか。そうすると、少なく作ってたくさん使ってもらうことで沢山稼ぐ、という発想が大事。
- 脱炭素は製造側にコスト負担が寄り、販売側が有利になる、スマイルカーブの片方がつりあがるような構造。ものを作れることを強みにしつつ、マネタイズポイントを変えて、貿易収支からサービス収支にいかにか転換していくかが大事。ものを売るという視点ではない、オペレーションという視点が大事。
- 導入側のコスト議論をしても買って貰えないと競争力とならない。最終製品としてどう評価されるかが競争力の源泉。戦略策定に当たっては、最終製品でいかに訴求するか、競争力を持たせるかという観点が重要。
- デジタル化によって産業構造が変わり、共通領域と競争領域が大きく変化。そういった変化に留意して戦略を検討していくべき。

（2. 不確実性・トレードオフがある中、全体を俯瞰しつつ、いかに勝ち筋を描いていくか）

- グリーン成長に関する国内外のトレードオフの関係について検討が必要。例えば、グリーン成長を追求する際に必要なグリーン・ブルー水素を国内外どちらで製造しどちらを支援するのかなどを検討しなければならない。俯瞰図について、全体最適およびトレードオフが見える化され非常に良い。時間軸と数字が見えると更に良い。
- 時間軸、環境コストの観点で、補完関係や共存・順番などがある。効率的な産業育成やサプライチェーン構築の観点で、技術の成熟度や市場ポテンシャルなどを整理していくことで、優先順位をつけていくべきではないか。
- 機能が上がると、コストアップが生じるため、スペック向上のみに取り組むべきか見ていかないといけない。スピードが求められるし、全体システムとして取り組むことが大事。海外企業を使いつつ、柔軟な体制構築が重要。

（3. 環境価値をどのように評価するか）

- EUタクソミーのような個別技術評価では適切な評価が出来ないと考える。幅広い技術が競争できる環境を用意するべき。技術を諦めすぎないことも大事。
- 社会全体のエネルギー・CO2収支を正しく監視していく必要がある。使用時のCO2回収が困難な技術は、排出量を補足する制度が社会全体で確立されているかが大事。

（4. 経済安全保障の観点からどのように評価するか）

- 国際的にも安全保障の観点で製造業回帰の動きがある。どの産業を残すかだが、経済安全保障の観点で戦略的に残す部分と、国際競争力を維持すべき部分で理由が異なる。

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

技術の普及・社会実装の加速（技術・ビジネスレイヤー）

- 最初に技術を開発して市場に投入していく事業者に対しては政府が大規模な支援を行い、その先には支援を絞るなどが重要。
- FSと、実際にビジネスとしてローンチできるかは別の議論。FSで終わらない仕組みを作るべき。
- 確立された技術の有効活用も検討する必要。イノベーションへの投資と同時に、既存技術の普及課題を解き明かしていくべき。また、これまでの技術でも、ニーズに合わず実用化していないものもたくさんあると考える。
- 国内では未実装でも海外では商用化に向けて取組が進んでいるものがあるが、これらに係る検討も重要。
- 需要がなければ供給がないため、ビジネスファーストで既存ルールの見直しが重要。
- 我が国の成長を消費者目線で見ると、古い価値観で市場を変える価値の提供が、わかりやすく整理される必要がある。グリーンエネルギーを目指した企業が消費者の選択肢に入ることが重要。また、購買行動につながるような、需要サイドへの働きかけといった観点も含めて、議論が必要。
- 公正な雇用の移行などが重要。日本においても、自動車関連産業の雇用の話題が最近増えているが、自動車以外の産業である火力発電技術などの雇用もシフトの議論が大事。

（参考）企業等からの意見

- アンモニア発電の導入・普及に向け、再エネ電源と同様の政策支援をお願いしたい。
- リチウムイオン電池について、2030年までの継続した設備投資支援、使いやすい導入補助施策の創設、低圧リソースのDER活用基盤の市場整備をお願いしたい。
- セルロースナノファイバーについて、垂直・水平連携体制を支援いただきたい。
- オレフィン生産のための水素価格低減のため、グリーン電力の確保と増強をお願いしたい。
- 国内グリーン水素の供給拡大のため、化石燃料需要家から賦課金を徴収し、グリーン水素の需要家支援に充てる共助制度を検討いただきたい。
- 廃棄物の有効利用（石炭使用量削減）について、地域のGHG削減への貢献としての評価方法を確立いただきたい。また、設備投資の補助をいただきたい。
- CCSについて、社会受容性についても国からサポートいただきたい。
- 環境負荷を鑑みた購買行動の促進のための教育を早急に展開してほしい。

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

ファイナンス・スタートアップ関係（ビジネスレイヤー）

- CO2コストを踏まえた投資を考える必要性が高まる。企業の脱炭素への取組に有利になる投資を金融機関が行うよう、インセンティブを設計することが大事ではないか。
- 民間資金をいかに取り入れるかが重要、日本において何がサステナブルかの深掘りも大事。
- 脱炭素化で事業評価が上昇し資金調達力が高まる点が大事。グローバルには巨大なグリーンマネーがあり、いかにそれを引き込み、負担を負わせるか、国内だけで負担する話ではない。
- GX全般として、民間金融は脱炭素の分野で新たなリスクテイクに実施し、投資意欲が相当程度あると認識。民間企業の資金を投入すべく、省庁横断で体制構築して欲しい。事業創出のルールづくり、投資や信用補完など資金の出し方は様々ある。

（参考）企業等からの意見

- 大企業とスタートアップ共同での実証事業のサポート、プロジェクトファイナンスのみならずエクイティファイナンスの活用へのサポートなどスタートアップへの支援をお願いしたい。

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

リスクマネーの供給・インフラ整備、民間企業の投資拡大（マーケットレイヤー）

- 民間がリスクを取りづらい研究開発の支援、および市場原理では進まないインフラの整備も政府に対して期待。
- インフラは中長期の観点、競争させる上で短期的なものに引っ張られる傾向がある。固定費と変動費の関係で政策が決まるが、固定費が大きいものは技術的に難しい部分が出てくる、リバランスをはかるべき。
- GXは官民含めて投資を増やさないといけない。政策の中長期的な予見可能性が重要。この点、欧米は複数年で予算にコミットしている。
- 行政がいつまでに何をどう取り組むか、が示されないと、民間企業の方向性も決まらない。
- 大きな方向性がぶれてしまうと対応が出来ない。需給両サイドについて予見可能性が無いと自社投資が難しい。民間投資を引き出すことが重要であるため、予見可能性を確保する戦略が重要。
- 産業の脱炭素化に向けて、全てを俯瞰した脱炭素化が重要であり、脱炭素化によって生まれた付加価値を次の投資に回せる仕組みが重要。そのためにカーボンプライシングなど、投資の呼び込みにおける政府の役割について考える必要。
- カーボンプライシングについて、他の場で議論がなされているが、引き続き成長に資するカーボンプライシングを検討すべき。代替技術のない産業は、研究開発を阻害しない形であるべき。

(参考) 企業等からの意見

- 次世代熱エネルギー産業については、技術開発のための継続的な支援、合成メタン製造コスト回収の予見可能性向上、需要家がCO2削減価値を享受できるルール整備、市場拡大のための足下の天然ガスへの燃料転換支援を検討いただきたい。
- 石油や天然ガスの増産を伴わないCCSに関しては、事業のための法制度が存在しておらず、事業者の責任範囲が明確でない。また、経済的なインセンティブがないため取組が困難。諸外国を参考にして、制度整備をお願いしたい。
- バイオものづくり産業について、国家プロジェクトとして大胆な投資を行うべき。官民による研究開発支援や生産投資を拡大すべき。バイオファウンドリ企業の育成及び発酵生産技術への支援が重要。

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

中小企業関係

- 費用対効果を考えると大企業へリソースをあてるのが合理的だが、サプライチェーン全体で見て、部品一つずつがCN対応を迫られてくるため、中小企業対応が大事になると考える。脱炭素投資が、生産性向上などの便益ももたらしうる。技術とスキルノウハウを持っている事業者は存在するため、そういった事業者を支援する形もあるのでないか。
- 半数以上の中小企業がCNに向けて何をすればよいかわからないという状況。地域社会をどう巻き込んでいくのか、それを支えている地域の中小企業をどう巻き込んでいくのか、考えていただきたい。
- 中小企業の行動変容をいかに促すか。産業構造転換の道筋の見える化、そのコスト負担の見える化、自社の排出量の見える化の3つの見える化が必要。中小企業は資金調達機会が限られており、見える化などの強いインセンティブが必要と感じる。ボランタリーカーボンクレジットなど他の価値への転換も、非常に強いインセンティブとなりうるので検討すべき。

（参考）企業等からの意見

- 経済的な負担感が大きい中小企業の電化機器導入について、政府補助金等助成の拡充を検討いただきたい。
- 中小企業のエネルギー使用量の把握、電化システム導入に必要な技術力・知識力の不足への支援をお願いしたい。

第1回～4回会合における委員等意見（まとめ）

国際協力・ルール形成（マーケットレイヤー）

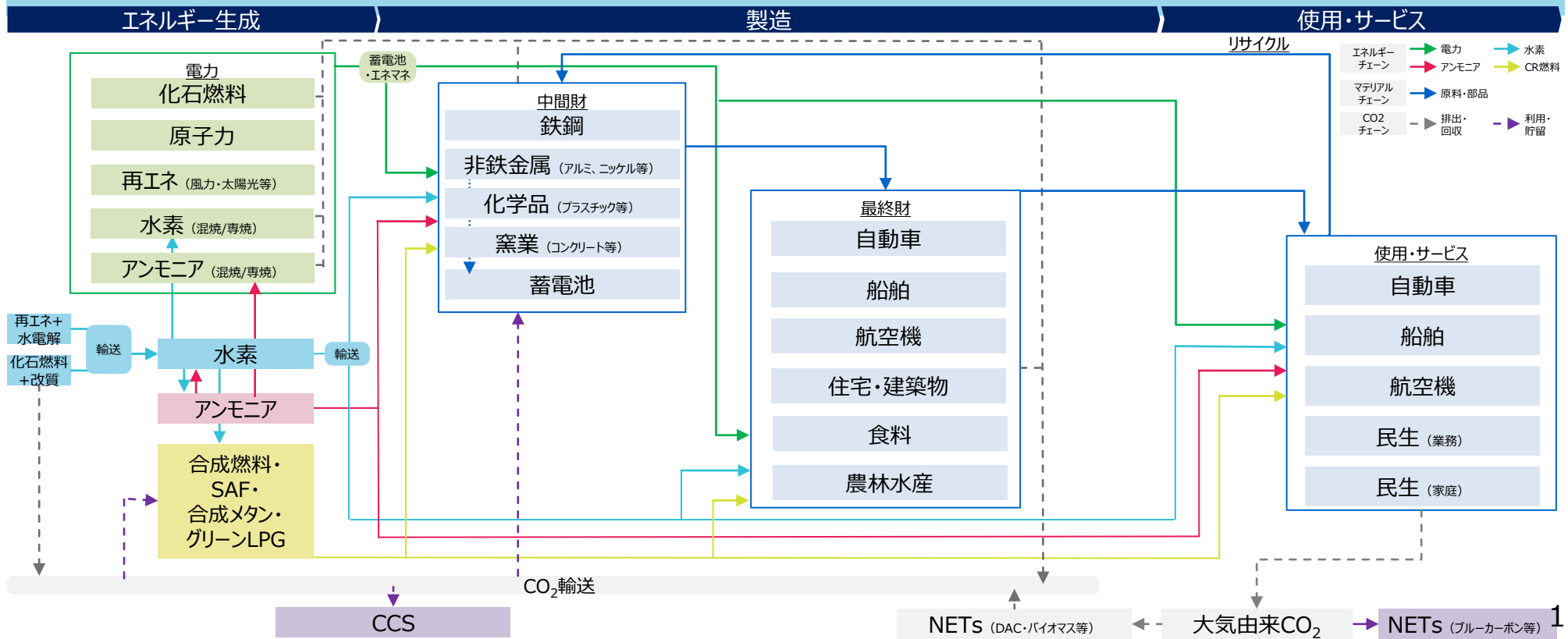
- カーボンニュートラルはグローバルな課題であり、市場レベル・政府レベルの国際連携と、その上に立ったグローバルなルールづくりが重要。
- 国際戦略、ファイナンスは欧州と考え方が異なるが、しっかり対応して欲しい。民間でも取り組みが進む、政府連携を行っていくべき。アジアゼロエミッション共同体の取り組み具体化はぜひ進めて欲しい。
- 中長期に効果のある要素は何かという視点が重要、海外の人材育成を行う中で、短期の視点ではなく中長期の視点で学位を取得するところまで面倒を見る、というようなネットワークを作ることに効果がある。
- 政策・ビジネス両面を進め、スピードとしたたかさが重要。あらゆる官民が連携し、脱炭素の協力構築を行うべき。
- 中国もアジアとの協調を強めている。またアジア各国もしたたかに戦略を立てている、各国の動向と、技術の商用化を見据えた課題分析をすべきではないか。
- 国際戦略を考える上では、中国とインドを含め、地政学的視点を入れて考えるべき。
- NDCの深堀は先進国のみで、途上国との乖離が増加している。競争条件をいかに公正にしていくかはキーポイント。イコールフットINGの考えは常に意識すべき。
- ルール作りへの参加は重要だが、EUは必ずしも国ごとに意見はまとまっていない、その基本として、どういった製造業を大事と考えるかなどの考え方が大きく影響する。しっかり見つつ、色々なプレイヤーと組むことが大事。
- ルール作りに絡むことが、アジアでの取組への資金調達に関係する。海外金融と意見交換すると、トランジションにはお金をつけないという意見もあった。

（参考）企業等からの意見

- 普及したい技術の基準を作るデジュール、デファクトの両方が重要。ルール形成に際しては、GtoGの支援を期待。
- リチウムイオン電池について、政府主導による上流資源確保をお願いしたい。
- 日本発技術によるアンモニア製造の発展に向けて、各国のエネルギー関連企業との連携を後押しいただきたい。

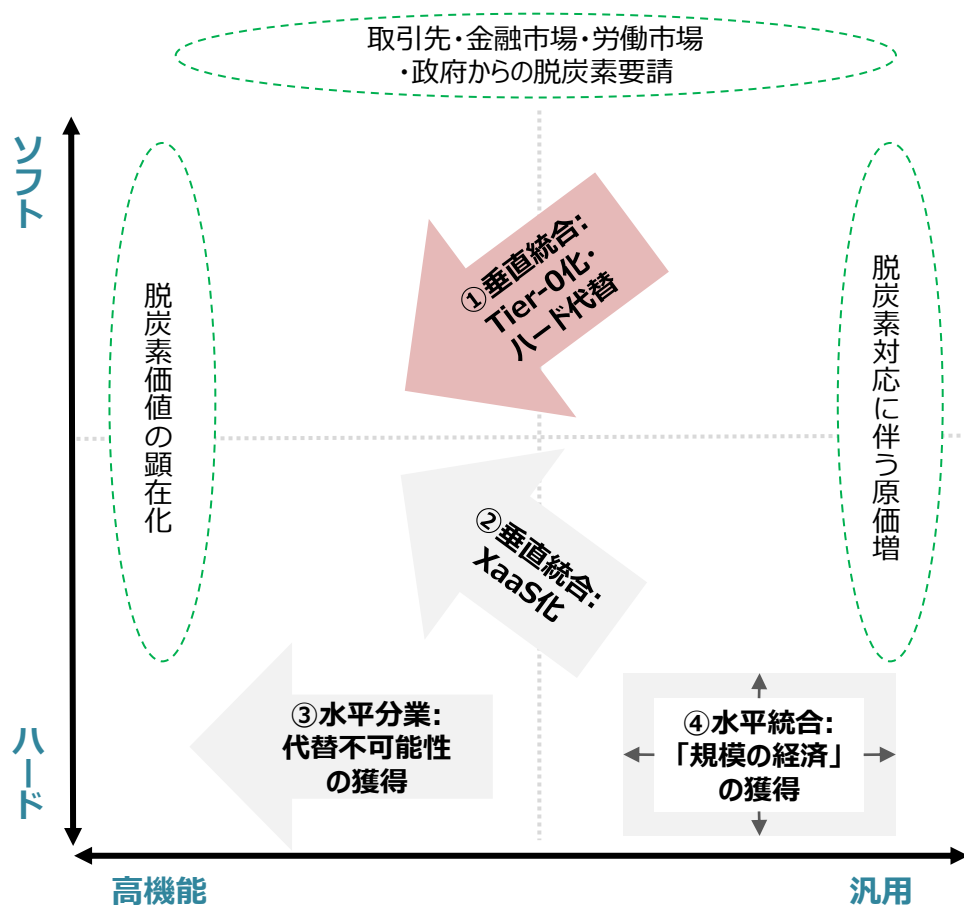
2050年カーボンニュートラルに向けた産業俯瞰図の具体化

- 2050年CNに向けた時間軸を念頭に産業俯瞰図を具体化することで、CN達成への道筋を示し、企業の投資を促すことが重要。
- その際、以下のような検討を通じて、十分な実現可能性・予見可能性を伴う道筋を特定することが重要。
 - マテリアルチェーンについて、各産業における国内外の生産バランス（国内生産規模・海外生産規模）、各産業における熱需要の脱炭素手段（水素・アンモニア等）の種類・選択割合について、国内外のビジネス環境（国内のインフラ制約、設備投資動向、国内外の規制動向等）を踏まえた推移シナリオを検討すること。
 - エネルギー・CO2チェーンについて、上記マテリアルチェーンの推移シナリオをベースに、脱炭素手段の需給バランスを分析し、必要な技術開発や設備投資の時期・内容・規模について検討すること。



(参考) バリューチェーンの変化を踏まえた産業構造の高付加価値化

- DXや脱炭素化の波により、国内外であらゆるバリューチェーンが大きく変化。これに伴い、我が国産業の競争優位性の前提が崩れつつある。これまでの議論・ヒアリングを踏まえると、次のような類型化が可能か。
- GXを経済成長につなげるためには、これらを踏まえた上で、脱炭素化を契機とした高付加価値な産業構造の実現が重要。そのためには、各チェーンの需給両サイドにおいて、どのような政策的支援が求められるか。



主体	類型	変化の例
①ソフト系企業	①垂直統合	<ul style="list-style-type: none"> ITプラットフォームがバリューチェーン上の顧客接点・データを確保。これにより、我が国産業は「下請け」化・低収益化するおそれ。「Tier-0」化が加速 Over-The-Air技術（部品の改修・買替えではなく、無線通信を通じたソフトウェア更新によって製品価値を高めること）などのソフト技術が進展し、我が国産業が強みとしてきたハード技術を代替し得る脅威に
②ハード系企業	②垂直統合	<ul style="list-style-type: none"> ITプラットフォームの「Tier-0」化に対抗し、ハード系企業のサービス化（MaaS、EaaS等の「XaaS」化）が進展 ソフト技術によるハード技術の代替リスクに鑑み、ソフト技術供給の内製化やアライアンス等が進展
③ハード系企業（機能品）	③水平分業	<ul style="list-style-type: none"> バリューチェーンのなかで自社が優位性を獲得し得る部分に大規模な設備投資・研究開発を集中させ、代替不可能性の獲得・高収益化を図る取組が進展
④ハード系企業（汎用品）	④水平統合	<ul style="list-style-type: none"> 業界再編・協調領域における共同行為等により、「規模の経済」の獲得を図る取組が進展

(参考) GX分析 (アンモニア)

● 現状のビジネス環境

- 現状、原料用アンモニアの年間製造量は2億トン、貿易量は2000万トン。
- 既存製造設備の余剰生産能力は少ない (設備メンテもあり、現在市場価格は800ドル/トンに高騰)。
また、現在は製造過程におけるCO2を処理していないグレーアンモニアのみ。
- 国内は工業及び肥料用に約108万トン。国内生産約8割、輸入約2割。
- なお、現時点では燃料アンモニア市場は存在しない。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 今後、石炭火力への混焼 (20%) の場合、1基 (100万kW) で年間50万トンの燃料アンモニアが必要。
- 国内では、アンモニア混焼・専焼技術や、ハーバーボッシュ法に代わる低温低圧での新合成技術といった CO2を抑制した製造技術の開発途上。
- 発電用の燃料アンモニアの 国内需要は、2030年で年間300万トン、2050年で年間3000万トンを想定。また、2050年の 世界のサプライチェーン全体としては7.6億トン規模と推計。他方で、発電での利用に向けては、2030年に10円台後半/H2-m3 (310ドル程度/トン) の供給価格が目標。したがって、低廉かつ十分な量の燃料アンモニアサプライチェーン市場を構築していく必要。

● 海外プレイヤーの動向

- 既存製造技術のハーバーボッシュ法は 海外ライセンサーによる寡占状態。
- 日本以外では発電における燃料アンモニアの利用は具体化していない (韓国にて具体化の動きがあるものの、混焼・専焼技術はなし)。
- アンモニア製造についても、アンモニア需要の用途が現段階では確立していない状況であり、大規模な生産量拡大は困難な状況。他方で、将来的には船舶燃料としてのアンモニア利用への関心は高まっており、各国が生産拡大に乗り出してくる可能性大。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- サプライチェーンの中で新たに付加価値を見いだせるのは新たなアンモニア製造手法のライセンス。既存手法は欧米ライセンサーが寡占している状況も踏まえ、今後、革新的なアンモニア製造技術の開発・ライセンスビジネス化に向けてどのような対策が必要か。

→グリーンイノベーション基金を活用し、ハーバーボッシュ法に代わるアンモニア新合成技術や再エネから一気通貫でアンモニアを合成するグリーンアンモニア電解合成の技術開発を支援。我が国大企業とベンチャー企業との社会実装に向けた有機的な連携を進める。

- JERAが海外からの調達、輸送、国内外での実装に向けた投資意欲を表明。今後、将来需要に対応した低廉で安定的なサプライチェーンの実現に向け、実際に企業が投資を実行するためには、どのような対策が必要か。

→政府が積極的に産ガス国や再生エネルギー適地国と製造・供給に向けた国際連携を進めるとともに、ファイナンス支援や非化石価値の顕在化（アンモニア利用拡大の観点から、当面はその由来（非化石由来や化石燃料由来）を問わず活用することが重要。高度化法においても非化石価値を評価する仕組みを検討。）など上流から下流（利用）に至るまで政策的に支援することで供給価格の見通しを引き下げ、企業の予見可能性を高める。

【マーケットレイヤー】

- 大きな需要が見込まれるアジアへの展開を念頭に、技術的に先行している企業の優位性を確保するためにはどのような対策が必要か。

→政府が積極的に燃料アンモニアの国際的な理解向上を図り、アジアを中心とした石炭火力利用国とアンモニア利用による脱炭素の連携を進める。また、アンモニア利用に係る国際的な標準・基準の策定を我が国主導で進めていく。

● 現状のビジネス環境

- 輸送・発電・産業分野等、幅広い分野での活用が期待されるカーボンニュートラルのキーテクノロジー。
- 現状、水素の供給量は世界で約9,000万トン／年。大宗が石炭の脱硫用途で自家消費され、ほぼ全量がケミカルプラントや都市ガスで作られたグレー水素。
- 水素の製造、輸送・貯蔵など様々なレイヤーで異なる技術が要求されるため裾野が広く、国内外の様々なプレイヤーがレガシーアセットをバックに参画。(例：オイルメジャー、LNG関連インフラメーカー、塩電解メーカー 等)
- 各国でも水素の国家戦略が策定されるなど取組が本格化。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 世界全体で2050年に5億トン／年の利用量が見込まれる。(IEAのNZSシナリオ)
- ライフサイクルでのCO2排出量の削減が求められ、化石燃料+CCUS、再エネ等、ゼロエミ電源由来の水素が両立。再エネコストの低減により、2030年頃からは、一部地域で再エネ由来水素が価格競争力を有する見込み。(IEA)
- 多様な用途・地点で活用すべく、様々な水素サプライチェーンが構築。国際市場形成が見込まれる。
- 自国での十分な量のグリーン水素の製造が難しい国々は、水素を海外から輸入し、利用することを想定。
- 燃料としての水素は、電化等、他の脱炭素技術との競合が見込まれ、サプライチェーンの大型化や大量生産によるコスト削減が求められる。

● 海外プレイヤーの動向

- 海上輸送技術や水素発電の分野については、日本企業の技術が先行。
- 製造技術については、安価な再エネポテンシャルを最大限活用すべく、欧州等は水電解装置の技術開発・実証に注力している。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 再エネコストが安価な欧州等から水電解装置の社会実装が進むことを想定した上で、水電解装置コストの低減等を進めるために、どのような対策が必要か。

→ グリーンイノベーション基金を活用し、水電解装置の大型化・モジュール化を進めるだけでなく、膜や触媒等の日本の優れた要素技術の装置への実装等を支援し、コストの削減や耐久性向上を通じた国際競争力の強化を目指す。また、海外市場への進出も見越した水電解装置の統一的な評価基盤の整備により、日本企業の開発力の底上げ及び新規参入の促進を目指す。

- 我が国企業が優位性を有する海上輸送技術と水素発電技術について、グリーンイノベーション基金でも一体的に大規模な実証を進め、技術開発を行っているところ。こうした技術を活用し、将来需要に対応した低廉で安定的なサプライチェーンの実現に向け、実際に企業が投資を実行するためには、どのような対策が必要か。

→ 政府が積極的に産ガス国や再生エネルギー適地国と製造・供給に向けた国際連携を進めるとともに、ファイナンス支援や非化石価値の顕在化（水素利用拡大の観点から、当面はその由来（非化石由来や化石燃料由来）を問わず活用することが重要。高度化法においても非化石価値を評価する仕組みを検討。）など上流から下流（利用）に至るまで政策的に支援することで供給価格の見通しを引き下げ、企業の予見可能性を高める。

(参考) 課題と打ち手の例 (水素)

【マーケットレイヤー】

- 調整力等の不足や出力抑制といった再エネ大量導入に際しての課題が顕在化しつつある北海道や九州などの一部地域において、余剰再エネ電力を吸収する手段として水電解装置を導入を促すために、どのような支援が必要か。

→ 水電解装置の導入を補助金等で支援するだけでなく、上げ DR (ディマンド・レスポンス) を適切に評価し、安価な電力の積極的な活用促進策も併せて検討することで、水素製造コストを引き下げることを目指す。

- 将来拡大が見込まれる海外需要地 (アジア等) への水素供給に向けて、どのような取組が必要か。

→ IEAとも連携している水素閣僚会議などのマルチの枠組を最大限活用しつつ、世界に先だって国際水素サプライチェーンの構築を行うことで、安定・柔軟・透明な国際水素市場の確立を主導する。

(参考) GX分析 (洋上風力)

● 現状のビジネス環境

- 大量導入、コスト低減、経済波及効果が期待される再エネの主力電源化にむけた切り札。
- 欧州で先行して導入が進んだが、近年は中国市場が急成長し、2020年度は世界の導入量の半分以上を占めた。
- 国内でも、2019年に再エネ海域利用法を施行して海域の長期占用ルールや利害調整の枠組みを整備し、2020年から事業者の公募が始まるなど事業環境が整いつつある。
- 洋上風力産業は、①発電事業、②風車・基礎等の設計・製造、③建設、④メンテナンスに大別。②の風車については、欧米風車メーカーがトップシェアだが、潜在力を有する国内の部素材メーカーも存在。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 洋上風力市場は、2040年には全世界で562GWとなり、120兆円超の投資が見込まれる (IEA)。
- 今後、アジア市場の急拡大が見込まれ、2030年には世界シェアのうち41%がアジアとなるとの予測もある (GWEC)。
- 遠浅な海の少ないアジアにおいては、浮体式洋上風力の成長が見込まれるが、国際的にも風車と浮体の一体設計や量産化等の課題が残り、商用化に至っていない。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧州では、自然条件・社会条件が整っており、着床式洋上風力産業の育成が先行している。
- 風車製造では、シーメンスガメサ、ヴェスタス、GEが欧州域内中心にサプライチェーンを構築。風車大型化による発電効率の向上や建設工事の効率化により、発電コスト低減が加速している。
- アジア市場の拡大が見込まれる中、欧州企業はアジア拠点設置を進めている。アジア各国はアジア市場のサプライチェーンのハブとなるべく誘致競争が激化している。

(参考) 課題と打ち手の例 (洋上風力)

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 日本が強みを持つ部材系メーカーが、欧州メーカーのサプライヤーとして採用されるためには、どのような対策が必要か。

→官民協議会において「洋上風力産業ビジョン」を策定し、市場の予見可能性を向上。魅力的な国内市場の創出で国内外の投資を呼び込み、設備投資や欧州メーカーとのマッチングを支援。

- 世界的に技術が開発途上である浮体式洋上風力において優位性を持つためには、どのような対策が必要か。

→グリーンイノベーション基金を活用し、浮体式等の技術開発を支援。

【マーケットレイヤー】

- 今後の需要増加が見込まれるアジアにおいて、我が国が、魅力的な生産拠点となり、国内外の投資を呼び込むためには、どのような対策が必要か。

→国内洋上風力発電プロジェクトの案件形成を加速化し、安定的な需要を生み出す。

- 風車設計の中心が欧州である中、今後大きな需要が見込まれるアジア市場への日本企業参入のためには、どのような対策が必要か。

→日本と共通のアジアの自然条件（台風・低風速等）を念頭に、造船業を含む新たなプレーヤーの参入余地も期待される浮体と風車の一体設計等をグリーンイノベーション基金を活用して支援。

● 現状のビジネス環境

- 市場規模については、車載用、定置用、小型民生用、いずれの分野も成長。特に車載用は、EV等の拡大に伴い、2035年には容量ベースで14倍(2,070GWh)まで成長する見込み。
- 競争状況については、日本がかつてリチウムイオン電池の圧倒的なシェアを有していたが、中韓メーカーが追い上げ(車載用:2015年40%→2020年21%、定置用:2015年27%→2020年5%)。ただし、火災事故の少なさなど安全性では日本メーカーが強みを有する。
- サプライチェーンについては、リチウム、コバルト、ニッケル、黒鉛などの原材料について、特定国に大きく依存している状況。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 市場規模については、自動車の電動化や再エネの主力電源化など、カーボンニュートラル対応が進むほど市場成長が見込まれる。
- 競争状況については、カーボンニュートラルの流れの中で民間資金供給や政府支援が増加。新興企業の参入や自動車OEMによる内製化の動きも進展。
- 欧州バッテリー規制・米国サプライチェーン大統領令等のサプライチェーン強化施策により、地産地消・域内循環が加速する見込み。

● 海外プレイヤーの動向

- 原材料費及び固定費が大半を占めるコスト構造のため、トップティアの中韓勢は、スケールメリットの確保を念頭に中国・欧米で生産能力を大幅増強。中国CATLは、独ザールラント州・上海・インドネシア等で大規模工場を建設予定であり、2050年までに現在の10倍(600GWh)まで生産能力を増強。また、韓国LGは、米欧にて250GWhまで増強予定。
- 新興企業も参入。2016年創業のNorthVoltは、2030年までに、カーボンフットプリントの80%削減を掲げつつ、150GWhまで生産能力を強化。本年1月生産を開始しており、既にBMW等から270億ドル相当の契約を締結済。

【技術・ビジネスレイヤー】

- 全固体電池、次世代蓄電池等の新たな技術領域で、如何に技術リーダーの地位を確保するか。また、安全性等の日本の優位性を如何に維持・強化していくか。
→グリーンイノベーション基金等を活用し、**全固体電池含めた高性能蓄電池・材料**の研究開発を加速するとともに、**リサイクル関連技術**の開発を進める。また、人材育成の強化等に遅滞なく取り組む。
- 既存プレイヤーの大規模投資、新規プレイヤーの参画が進むなかで、日本企業は車載用蓄電池市場の急激な成長を如何にして取り込むか。
→**上流資源確保**や**サプライチェーン含めた製造基盤を強化**することで、日本企業が競争力のある蓄電池を供給する。さらに、国内の電気自動車等の普及に向けた環境整備（インフラ整備、導入補助金）を進める。併せて、規制改革、安価なグリーンエネルギーの安定供給の推進など国内ビジネス環境を改善する。
- 再生可能エネルギーの安定供給に不可欠となる定置用蓄電システムの導入拡大に加え、持続可能なエコシステムを如何にして確立するか。
→**定置用蓄電システムの普及に向けた環境整備**（導入補助金、法的整備、システム価格の低減に向けた取組等）、グリーンイノベーション基金等を活用した国内リサイクル・リユース促進等を進める。

【マーケットレイヤー】

- カーボンニュートラル、人権、安全性など近年顕在化する課題に対し、国内外で、如何にして持続可能な電池供給網の確立を図るか。競合との差別化要因を、マーケットルールとして、如何にビルトインするか。
→**ライフサイクルでのCO₂排出の見える化**、**材料の倫理的調達**の担保等の制度的枠組みの検討など、国内外におけるルール整備・標準化などに取り組む。

(参考) GX分析 (CO₂分離回収)

● 現状のビジネス環境

- 市場規模については、2030年に約6兆円、2050年に約10兆円まで拡大し、国内のみでも約4,000億円に達する見込み。
- 競争状況については、天然ガス随伴ガスやリフォーマーなど高濃度排ガス用市場では海外メーカーが先行するが、比較的低濃度の石炭火力排ガス用市場では、日系メーカーが世界トップシェアを獲得。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- カーボンニュートラルの流れの中で、CO₂のバリューチェーン（CO₂排出～固定）上流では、石炭・石油火力排ガス用需要が減る一方、「EUタクソミー」ドラフトにおいて実質的に何らかの排出削減措置が取られる場合に限り天然ガス火力発電所を「持続可能な投資」として分類されたことやアジアでの天然ガス火力発電の需要増見込みなどにより、各国がより低濃度な排ガス用の分離回収に向け技術開発を加速。
- 下流では、地下貯留処理やEORに加え、合成燃料やコンクリート・セメント等用途の多様化に向けた開発競争が激化。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧州、米国、中国等では、天然ガス精製、火力発電所、セメント、鉄鋼などの産業分野の排ガスを対象として、CO₂分離回収の大規模実証計画が進展。
- 各国政府による政策競争も加速。米国は2008年より税額控除措置により社会実装を進めてきたほか、DOEが天然ガス火力・工場向けを含むCCUSの研究開発に対し毎年2億ドル前後を支出。英国は最大1,500億円程度を投資しCCUSを支援。中国も第14次5カ年計画等でCCUSを重要技術として掲げ、その大規模実証を実施する旨を提言。
- 投資家・需要家の動きも加速。米Breakthrough Energyは、産業・運輸部門等の事業会社を巻き込み、上流では天然ガス火力排ガスの約100分の1のCO₂濃度である大気中からのCO₂回収技術(DAC)・下流ではSAF等の研究開発やスタートアップなどに対し、初期需要コミットを含む投資を拡大。

【技術レイヤー】

- 今後急拡大が見込まれる低濃度排ガスや大気からのCO₂回収需要について、回収に要するエネルギーや設備コストの低減・排出源の多様化を如何に達成するか。
→グリーンイノベーション基金を活用し、天然ガス火力発電や工場等多様な排出源について、低コストな分離回収技術を開発。
※目標：2030年に2,000円台/t-CO₂。なお、現状は米Petra Nova石炭火力発電所で6,000円台。

【ビジネスレイヤー】

- 今後急拡大が見込まれる市場において日本企業がシェアを維持・拡大するために、どのような対応が必要か。また、技術開発の進展によって将来的にはCO₂分離回収ビジネスが価格競争に陥る可能性に鑑み、どのような対応が必要か。
→自前完結型のみならずライセンス型も視野にビジネスモデルの変革を促し、国内外での機動的な事業拡大を図る。
また、新たな分離回収技術の早期商用化に向けて、初期需要の創出を図る。
→デジタル技術の普及やサプライチェーン全体でのCO₂排出削減圧力拡大等を踏まえ、回収設備だけを売るのではなく、コンビナート等の地域レベルで多数のCO₂排出者とCO₂利用者の間の需給バランスをデジタル管理するシステムとセットで最適な回収設備を売るビジネスモデル(サービス化)へのシフト等を促し、CO₂分離回収ビジネスの高付加価値化、産業横断的なレイヤー化を図る。

【マーケットレイヤー】

- バリューチェーンの上流(素材メーカー)と下流(プラントメーカー)で共通の性能評価が行えず、手戻りが発生する可能性があるが、どのような取組が必要か。また、今後急拡大が見込まれるアジア新興国等海外市場の獲得に向けて、どのような取組が必要か。
→グリーンイノベーション基金を活用し、分離回収素材の実ガスを用いたCO₂回収量や耐久性の性能評価手法を開発し、国際標準化を図る。また、AETI等の枠組みを活用し、LNG火力とともに回収技術の売り出しを行うほか、CO₂排出削減寄与度の帰属やカーボンプライシングなど社会実装に不可欠なルール形成に取り組む。カーボンリサイクルの原材料として炭素の必要性が高まる中、排ガス由来のCO₂の分離回収技術がCNに向けて不可欠であり、大気由来のCO₂と同様に重要との位置づけを明確化する。

(参考) GX分析 (コンクリート・セメント)

● 現状のビジネス環境

- 2020年のコンクリートの市場規模は、日本は24億ドル、アジア (中・印・尼) は132億ドル、北米は98億ドル。セメントの世界需要は2018年度で約40億トン、うち中国が22億トン、日本は0.4億トン。
- 生産量は、2050年に向けて日本では漸減する一方、世界ではアジアを中心に12~23%増加する見込み (2014年比) 。
- コンクリート市場は、従来のコスト重視・地産地消の要素に加え、「CO₂排出削減・有効利用」も付加価値となりつつあり、各国企業の開発・実証が加速。セメント市場は世界的にもCO₂削減技術の開発とともに、アジアを中心とする成長市場の取り込みを進めている。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 「CO₂排出削減・有効利用」(カーボンネガティブ技術含む)を新たな付加価値とした製品の社会実装、及びライセンスビジネス等による国際的な事業展開を支援する必要。
- 社会実装に向けては、①長期間の使用を想定した安全性、耐久性、維持管理性の確保を前提として、②コスト、③安定供給や工程への影響等について競争力を有することが主な課題。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧米スタートアップを中心とした海外企業が、「CO₂排出削減・有効利用」を付加価値としたライセンスビジネスを展開。同分野の市場規模は、2030年時点で約15~40兆円に達すると予測。
- 特に、米国ではDOEがCCU分野で毎年1000万ドル規模を投資。さらに、DOE/ARPA-Eはスタートアップにも積極的に支援するとともに、技術開発後の民間資金活用、事業連携も支援。(※DOE:エネルギー省、ARPA-E:エネルギー高等研究計画局)
- また中国でも、2021年にCCUSの基準体系の構築に向けたCCUS標準化作業部会が発足。その上で、第14次5か年計画及び2035年長期ビジョンにおいて、CCUS等のモデル事業を実施し、グリーン発展に関する法的、政策的補償を強化する方針を発表。
- 海外セメントメーカーでは、セメント産業のネットゼロ達成にCCUSを位置付けしている。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 国内企業が実用化したCO₂吸収型コンクリートについて、CO₂の吸収・固定量はトップクラス (100kg-CO₂/m³) である一方、海外勢がCO₂削減に加え、追加メリット (硬化時間短縮等) で低コスト化し需要者に訴求している状況も踏まえ、今後、①コストの低減、②販路拡大に向けてどのような対策が必要か。

→グリーンイノベーション基金を活用し、現行技術で実装できる製品群で使用実績を積み、技術を改良して追加メリット (硬化時間の短縮、水使用量の削減等) を獲得することで、コスト低減を進める。また、防錆性能に係る技術開発を実施することで用途拡大を進める。

- セメントでは、石灰石から生じるプロセス由来CO₂対策として、間接加熱方式 (LEILAC) 等といった海外での検討も進められているが、大型化を伴う全面的な改造や、多大なエネルギーコストが課題。また、国内セメント産業では原料に廃棄物を多く使用 (セメント1トン中約500kg程度が廃棄物) しており、廃棄物利用技術の活用といった国内産業の特長や、回収CO₂の利用を考慮した対策が必要。

→グリーンイノベーション基金を活用し、既存のNSPキルンのレトロフィットを念頭におきつつ、CO₂が排出されるプレヒーターの改造を図る。NSPキルンが有するエネルギー効率性の維持、設備設置コストを最小限にすることで、低コストによるCN対策技術を確立する。廃棄物と回収CO₂を用いて炭酸塩化し、カーボンリサイクルセメントを開発することで、石灰石の使用量削減、CO₂の利用拡大を図る。

【マーケットレイヤー】

- 市場規模・価格水準を踏まえ、価格競争力が課題となるアジアではなく、当面は国内及び北米を有力市場と想定した場合、当該市場で国内企業が優位性を確保するためにはどのような対策が必要か。
 - 知財取得を進めるとともに、「CO₂排出削減効果」と「追加メリット（工程短縮等）」を付加価値としてライセンス事業を通じた国内外への販路拡大を推進。
 - 海外については、LCA検証を通じた国際標準化に加え、主要メーカー等との提携による市場シェア獲得を追求。国内については、CO₂固定量等のデータ取得による標準化を進め、需要家による調達を促すとともに、将来的な公共調達に向けて、国交省・地方自治体・関係学会等と連携。また、それら国内/国際標準を通じて、製品特性を踏まえた付加価値を明確化し、関連学会のガイドラインや指針類への反映を追求。
 - 需要側の導入インセンティブを高めるため、温室効果ガス排出インベントリへの登録や、カーボンクレジット制度での活用を検討。
- 国内セメント需要は漸減傾向だが、アジアを中心にマーケットは増加する見込み。アジアを中心とする海外需要を獲得するためにはどのような対策が必要か。
 - グリーンイノベーション基金事業による国内での運用データの蓄積を図り、レトロフィットの容易性など技術優位性を確認しつつ、国内外プラントメーカーと連携し、環境規制が厳しい欧州や既に資本提携が進むアジア等にライセンスビジネスを展開。また、廃コンクリート等を原料としたカーボンリサイクルセメントは社会課題の解決に貢献する技術であり、国際／国内標準化や運用ガイドラインの作成等を通じて付加価値の向上を図り、アジア等といった海外市場への普及を促す。

● 現状のビジネス環境

- 航空分野のCO₂排出量削減に向けて、ICAO^{※1}において、国際航空輸送分野における2021年以降のCO₂排出量を、2019年のCO₂排出量に抑えるとの目標が示されている。この目標の達成のため、**将来的に最もCO₂削減効果が高いとされているのが持続可能な航空燃料 (SAF) の活用。**
- 今後のSAFの需要は、国内で2030年に約250万kL～約560万kL^{※2}、2050年に約2,300万kL^{※3}。世界で2050年に約2.94億kL～4.25億kL^{※4}が見込まれている。
- 一方で、**世界のSAF供給量は、2020年時点で約6.3万kL^{※5}** (世界のジェット燃料供給量の0.03%)程度。また、**現状の製造コストは、200～1,600円/Lと割高** (従来のジェット燃料：100円/L)。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 海外を含めたSAFの原料に係る研究開発・生産、現地企業への出資等を通じて、**新たな資源のサプライチェーンの確立**に取り組むとともに、こうした原料から、**既存設備を活用して国内でSAFを製造**することで、**エネルギーの国産化**に取り組むことが重要となる。
- 現状、アジア圏におけるSAFの技術開発は発展途上の段階。今後、**航空需要が拡大するアジア圏へ、国産SAFの供給や、SAF製造設備・ノウハウ等を波及させていく**ことが出来れば、**2050年には約22兆円^{※6}**といわれる巨大なSAF市場の獲得が可能。

● 海外プレイヤーの動向

- **欧米石油メジャーは、SAF製造事業者に対して投資をするなど、積極的に関与**。海外では、SAFの製造・供給に向けた具体的な取組が進展してきている。
- ただし、NESTE (フィンランド) が、廃食油からSAFを製造し、供給を開始しているが、**生産量は少ない**。**国内石油産業の更なる成長の機会**と捉え、SAFの大規模生産に向けた取組を加速化する必要がある。

※1 ICAO : International Civil Aviation Organization 航空業界の国際機関

※2 CORSIAへの対応の対象となる、国内空港尾から発つ本邦及び外航工区会社の利用分における試算 (2021年5月28日国土交通省「航空機運航分野におけるCO₂削減に関する検討会 (第2回) 」事務局資料)。

※3 日本の航空会社の国内線・国際線利用分における試算 (2021年10月8日全日本空輸 (株)、②日本航空 (株) 共同リリース「SAF (持続可能な航空燃料) に関する共同レポート」)。

※4、※5 ATAG Waypoint 2050 : 世界の航空機メーカーや業界団体等が参加するATAG (Air Transport Action Group) による世界の航空業界の気候変動アクションプラン。

※6 2021年10月8日全日本空輸 (株)、②日本航空 (株) 共同リリース「SAF (持続可能な航空燃料) に関する共同レポート」

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- SAFの需要増加を見据え、低廉かつ安定的なSAFを国内に供給するため、SAFを製造するための革新的な製造技術の確立及び社会実装を実現するためには、どのような対策が必要か。
 - グリーンイノベーション基金を活用し、2030年時点で大規模な生産量が見込め、将来的に他の原料からの燃料製造にも応用の可能性がある製造技術(ATJ^{※1}技術)の開発を支援。また、NEDOを通じて、バイオマスや廃食油等からSAFを製造する技術の開発・実証の支援を更に加速。その際、技術の新しい担い手としてスタートアップの参画を促す。
- 今後のSAFの社会実装にあたっては、将来的なサプライチェーンの構築に向けて、燃料供給事業者と利用側の航空会社との連携が必要ではないか。
 - 新たに国土交通省と資源エネルギー庁の共同で「官民協議会」を設置し、SAFの導入の課題(国産SAF開発・製造、サプライチェーン構築、国際標準化等)や、導入支援策のあり方等の具体策を検討予定。

【マーケットレイヤー】

- ICAOの枠組みにおいて、CO₂削減効果のあるSAFとして使用するためには、①CORSIA^{※2}適格燃料の認証を取得する必要がある。さらに、SAFをジェット燃料(ケロシン)の代替燃料として利用するためには、燃料の品質が②ASTM^{※3}の規格を満たす必要がある。これら手続きが円滑に進むよう、どのような対策を打つべきか。
 - ①CORSIA適格燃料として、国産SAFのライフサイクルGHG削減量が適切に評価され、認証に係る手続きがスムーズに進むよう支援。
 - ②これまでのNEDO事業を通じて蓄積されたノウハウ・知見等に基づき、ASTM規格に係る品質検査等の手続を支援。また、SAF利用によるCO₂の削減効果を最大化するため、米国当局等と連携をして、現状のASTM規格で定められている混合率上限の引き上げに向けた働きかけを行う。

※1 ATJ: Alcohol to Jet さとうきび、古紙等を原料としたエタノールからSAFを製造する技術。

※2 CORSIA: ICAOの目標達成のため、オフセットの仕組み(SAFやクレジットの利用)等を規定する制度。2016年のICAO総会において採択。

※3 ASTM: 世界最大規模の標準化団体であるASTM Internationalが策定・発行する規格。エネルギーや環境等、130分野の規格を策定。

(参考) GX分析 (合成燃料)

● 現状のビジネス環境

- 電化が困難なモビリティ・製品の脱炭素化には、燃焼しても大気中にCO₂が増加せず、化石燃料の代替となる合成燃料の社会実装が鍵。
- 合成燃料の社会実装は、海外の化石燃料に依存する我が国のエネルギー需給構造に変革をもたらす可能性があり、エネルギー安全保障の観点からも重要。
- しかしながら、合成燃料は、一貫製造プロセスが未確立で製造コストが高く、現状、国内外において、商用規模のプラントを稼働した例はない。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 合成燃料は、既存の燃料インフラが活用可能であることから、水素等、他の新燃料に比べて導入コストを抑えることが可能となり導入のポテンシャルが高い。
- 石油精製業は、これまでの事業を継続しながらカーボンニュートラルに貢献することができる新たな燃料供給へのチャレンジが可能。
- 商用規模での製造技術を世界に先駆けて我が国企業が確立し、インフラ整備等に時間を要する地域も含めた海外各国へ技術や設備、それらの利用に係るノウハウ・知見等を展開することができれば、世界における合成燃料に係る市場の獲得及びCO₂の削減に貢献することに繋がる。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧州を中心に、合成燃料に関する数多くの研究開発や実証プロジェクトが立ち上がっており、その主体は、石油会社や自動車会社に加え、水電解やCO₂回収の技術を有するスタートアップやそれらのコンソーシアムが多い。
- 米国では、農業政策と一体となったバイオ燃料の方が政策的優先度が高く、合成燃料の商業化に向けた取組は進んでいない。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 合成燃料をガソリン価格以下のコストにすることを目標とし、早期に社会実装を実現するためには、どのような対策が必要か。
→グリーンイノベーション基金を活用し、既存技術を最大限活用しつつ、製造プロセス全体のさらなる高効率化のための技術開発や、大規模かつ長期連続、安定した製造を実現するための製造設備の設計開発や製造実証への支援を行う。さらに、直接合成 (Direct-FT) 等の革新的な製造プロセス開発についても、NEDOを通じて産学官連携による取組を支援。こうした支援により、電動化のハードルが高い商用車等の脱炭素化を実現する選択肢の一つとなる必要。
→原料となる水素、CO₂の安定的かつ安価な確保のため、水素製造・輸送やCO₂分離・回収などのコスト低減を図る取組との連携を図る必要。

【マーケットレイヤー】

- 合成燃料は、燃烧時にCO₂を排出するが、カーボンニュートラルに貢献する燃料としての国際的評価を確立した上で、需要を創出するためには、どのような対策が必要か。
→合成燃料の導入拡大のためには、発電所・工場等から排出されるCO₂を資源として再利用する場合は、カーボンリサイクル技術により大気中にCO₂を増加させない環境価値があるという評価を確立することや、CO₂削減分のカウントを発電所・工場等の回収側と製油所等の製造側とでどのように割り振るべきかといったルールメイキングが重要であり、今後、こういった国際的議論に積極的に参画していく必要。
- 合成燃料が国内のみならずグローバルなサプライチェーンの中で製造される可能性が高いことを踏まえ、原料となるCO₂削減分が我が国のCO₂削減に貢献するためには、どのような対策が必要か。
→海外で回収されたCO₂を原料として製造した合成燃料を国内で利用した場合、国内のCO₂が増加したこととなるため、合成燃料製造時に回収されるCO₂のオフセットの枠組みを構築していく必要。

● 現状のビジネス環境

- 世界の天然ガス供給量は4兆m³/年 (2019年時点)。
- 日本は天然ガスをLNGの形で輸入しており、世界のLNG輸入量の1/3を占める。LNG輸入量の1/3は都市ガス用、2/3は発電用。国内の都市ガス供給量は400億m³/年。
- 国内、海外において、CO₂排出が相対的に小さい天然ガスへの燃料転換を推進。一方で、2050年に向けて、カーボンニュートラル化が必要であり、ガス体エネルギーとしては、水素、バイオガス、合成メタン、LNG+CCS等が選択肢。なお、合成メタンは、水素 (電気) を用いて製造するため、水素利用の一形態、Power to Gasの文脈で理解されるべきもの。
- 現時点で、国内での合成メタンの商業生産・利用は行われていない。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 合成メタンは天然ガスの代替が容易であり、①既存のインフラ・設備・機器を活用可能、かつ②LNG・都市ガスとの混合が容易で、都市ガスを切れ目なく柔軟に合成メタンに置き換えられる。このため、コストの最小化と脱炭素化の両立が可能。
- 国内の都市ガス供給量のうち、合成メタンを2030年1%、2050年90%注入する目標を設定 (グリーン成長戦略、エネルギー基本計画)。国内都市ガス供給の1%に相当する合成メタン量は、2019年度供給量実績で、約4億m³ (約28万トン)、90%に相当する量は約360億m³ (約2500万トン)。
- IEA「Net Zero by2050」では、世界の導管で供給されるガス需要のうち35%がLow-carbon gasにより供給され、このうち約3割を合成メタンが占める予想。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧州では2050年におけるガス体エネルギーの選択肢 (低炭素ガス) の一つとして合成メタンを想定。いくつかの欧州企業において技術開発中。315Nm³ /hのプラント建設事例があり、技術水準は日本と同程度。小規模な商業利用の例有り。
- 再エネ由来の電力・水素や工場の副生水素が大規模に利用可能な国・地域での実証・実用化が先行する可能性あり。
- 一部のLNG輸出国企業と我が国ガス会社・商社は、合成メタンの海外生産・対日輸出についてFSを開始。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- メタネーション技術は世界的に基盤的技術開発の段階だが、今後大規模で効率的なメタネーション技術の実用化に向けた競争を勝ち抜くために、どのような対策が必要か。

<技術レイヤー>

→技術開発により、大規模生産と生産コスト低減の実現を目指す。水素と二酸化炭素を触媒を用いて反応（サバティエ反応）させるメタネーションについてNEDO事業で技術開発を支援。合成能力のスケールアップに取り組んでおり、現在、世界最大級となる400Nm³/h級の開発を推進中。2030年までに数千～1万Nm³の合成能力の実現を目指す。また、グリーンイノベーション基金事業により、サバティエ反応よりも高効率な革新的メタネーション技術開発を推進。

<ビジネスレイヤー>

→新たな需要創出が不要（都市ガスへの混合が容易）という利点を活かし、いち早く合成メタンの社会実装を実現することが重要。

社会実装の加速化には、①国内・海外における合成メタンサプライチェーン構築、②国内工場等における実用化が重要。いずれについても、合成メタン製造に必要な安価な再生可能エネルギーや水素の確保が重要。

海外からの合成メタン輸入サプライチェーンの構築については、アンモニア・水素と同様、政府・企業が積極的に再生可能エネルギー適地国・LNG輸出国・企業と、合成メタンの製造・供給に向けた国際連携を進める。我が国のLNG調達先多様化が安定供給や調達リスク低減に寄与している点に鑑み、オープン戦略の下で、国際的に多様供給主体の登場を促し、安定的なグローバルサプライチェーンの実現を図る。

国内の合成メタンサプライチェーン構築・国内工場等における実用化については、海外の取組に遅れをとることがないように、国内の実施適地を具体的に選定し、支援策を講じる必要あり。

(参考) 課題と打ち手の例 (合成メタン)

【マーケットレイヤー】

- 今後、将来需要に対応した低廉で安定的な合成メタン供給の実現に向け、実際に企業が投資を実行するためには、どのような対策が必要か。

→合成メタンを含むカーボンリサイクル燃料の利用については、燃焼時のCO₂排出をどのように扱うかの国際・国内ルールの整理・整備 (JCM、J-クレジット制度での整理や、検討中のGXリーグでの活用の可否を含む) が必要。

(参考) GX分析 (グリーンLPG)

● 現状のビジネス環境

- 日本におけるLPガスは、1,400万トン/年の需要で推移。
全世界の約4割の家庭に供給されるほか、工業用、化学原料用等、多岐に亘る分野で活用。
- ボンベによる分散型供給であり、災害時においても「最後の砦」として利用できるメリット。
- 世界のLPガス需給は中国・インドの消費量が急増、世界のLPガス消費量をけん引していくと予想。
- 近年、アジア市場には日本LPガス企業の進出が増加、アジアでの販路開拓が進んでいる。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- LPガス利用で排出されるCO₂の量は、2050年時点で2,400万トン/年と想定。
- 化石燃料によらないLPガス（グリーンLPG）の商用化によって、輸入・流通のみならず、製造も含むバリューチェーンに変化する。
- 2050年には国内のLPガス需要をグリーンLPガスに代替し、さらに、アジア市場でのグリーンLPガス需要を取り込むことで、合計2,150万トンの需要となり、6,450万トン/年のアジア・日本のCO₂削減を見込むことができる。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧米では、バイオディーゼルを主製品とした生産の過程で副生されるバイオLPガスを生産。
生産量は限られており、大量生産は困難。
- 効率的に生産するための触媒開発が重要だが、グリーンLPG生成を主目的とした技術開発は世界的に見ても取組みがなされていない状況であり、日本がリードできる可能性がある。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- グリーンLPGの生成には、水素と一酸化炭素からLPガスを合成する製法が考えられるが、商業化するには、**現在の触媒では生成率が30%程度と低い**ため、どのような支援が必要か。
→ グリーンイノベーション基金等を活用し、**コア技術となる合成効率が高い触媒開発・合成方法を支援**。
- **グリーンLPGの原価は、現在のLPG輸入価格(約7万円/トン)の3倍程度になると見込まれており**、社会実装にあたって、どのような対策が必要か。
→ 製造原価を押し上げている、水素については、**その調達が安価な豪州等の水素生産国でグリーンLPGを生産することで、大量かつ安価に生産できる可能性がある**。また、日本における水素製造の技術進展によって安価な水素の調達が可能となれば、その水素を活用する可能性もある。
→ LPガスの現在のサプライチェーン※¹を見直し、**グリーンLPG製造会社が小売もするようになることで、流通コストを削減できる可能性**がある。LP業界団体と連携して、原価が高いグリーンLPGが事業化できるビジネスモデルを検討する。
→ 非化石燃料から生成された**グリーンLPガスのための品質基準**※²を確立する。

【マーケットレイヤー】

- 大きな需要が見込まれるアジアへの展開を念頭に、グリーンLPGの強みを生かし、マーケットを獲得していくためにはどのような対策が必要か。
→ 保安制度や品質基準等の**日本のLPガスの制度的基盤を、技術協力を通じてアジアでの浸透を図る**。
→ 海外のLPG関係者が参加する**LPG国際セミナーやアジアLPGフォーラムの場**を通じ、グリーンLPGの生成に向けた日本取り組みを紹介することにより、アジアでのグリーンLPG利用を促すとともに、アジア市場に進出している日本のLPガス企業の販路づくりを支援し、新たな海外市場を創出を目指す。

※ 1 : LPガスは、輸入会社(元売)→卸売会社→小売会社→消費者というサプライチェーンになっており、都市ガスのように輸入・製造会社が消費者への小売まで一体で事業を担っていないため、サプライチェーンの各段階で流通コストが発生しており、輸入価格7万円/トンのLPガスは小売価格40万円～50万円となっている。

※ 2 : 現行のLPG品質基準(JIS K 2240)は、LPGが石油から生成されることを前提に策定されている。合成の際に発生する不純物は、石油生成のときに発生する不純物とは異なり、品質に影響のない物質も含まれる。グリーンLPGのための品質基準が必要であり、無理に現行の品質基準に合致させようとすると、不純物を取り除くための過剰な精製コストが発生する可能性がある。

● 現状のビジネス環境

- 米中を中心に、基礎化学品（エチレンなどの）供給能力を増加させていく方向（2017年から2023年で170百万tから219百万t（+4.3%）の供給量に）。
- 日本国内においては年間約600万tのエチレンを生産。内需約6割、輸出約4割（内需縮小傾向）。
- 個々の市場規模は小さいものの蓄電池、半導体材料などにおける機能性化学品において日本は、世界シェア60%以上の材料が70種類以上存在。
- 付加価値の高い化学品生産へシフトするも、その機能性化学品のSC強靱化、ケミカルリサイクルの戻し先の確保などの観点から、国内分解炉による汎用化学品の一定量の生産は不可欠。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 世界全体では、今後、中国を中心に年率+3%程度のエチレン需要増が続く見通し。
- プラスチック原料となる石油の需要も2050年はほぼ横ばいの見込み。(IEA Net Zero by 2050)
- CNに向けては、化石燃料由来の原料使用が世界的に当面見込まれるため、既存プロセスの脱炭素化が重要となる。さらに、地表にある炭素をいかに循環させるかも重要。
- しかし、現時点ではCNとコスト競争力を両立する手段がない。かかる手段の確立に向けて各国で競争が進む中、対応を誤れば①我が国の化学産業が競争力を大きく損ない、②国内での事業継続が困難となり、③我が国製造業等に対する安定供給を損なうおそれがある。
- CN社会の実現に向けて化学産業では、CO₂排出源であるナフサ分解炉のエネルギー転換、CO₂を資源として捉えた原料の転換、高度なケミカルリサイクル技術の確立、石炭等火力自家発電所の燃料転換を進め、世界に先駆けて炭素循環産業として確立することが必要。

● 海外プレイヤーの動向

- 欧州では、安価な再エネ電力をナフサ分解炉の熱源として用いる電熱化によるCO₂削減を検討。また、廃プラスチック・廃ゴムのケミカルリサイクルについても検討が行われており、一部実証が開始。
- 触媒利用、再エネ利用促進、CCUSなどによる排出削減にかかる戦略は各国様々。

(参考) 課題と打ち手の例 (化学産業)

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- ナフサ分解炉のCN化、機能性化学品のシェア維持拡大、ケミカルリサイクル実現に向けた環境整備など課題は山積。国内製造業の基盤を支える日本の化学産業にフィットしたCNのための最適な技術的方法論をどのように確立するか。また、そのビジネス環境をどのように整備するか。
 - グリーンイノベーション基金により①ナフサ分解炉の熱源CN化、②ケミカルリサイクルの社会実装による原料循環・サステナビリティ獲得を進めつつ、③カーボンニュートラル時代の競争環境に向けたCO₂を原料とする化学品製造を支援。なお、その安定化には、安定的かつ産業のニーズに即した新燃料（水素、アンモニア等）の供給も必須。加えて、マスバランス方式によるCN材料供給やCO₂算定方法にかかるルール整備などを進め、CN貢献度の可視化・普及を図る。
- 2050年CNに向けて技術開発を進めるが、足下2030年46%削減達成に向けたトランジションの道筋はどのようなものか。
 - トランジションとしては、省エネ技術の最大限の導入や石炭火力等自家発電所の燃料転換を進めていく。燃料転換については、R3補正予算により実現可能性調査を支援。

【マーケットレイヤー】

- 化石燃料割合の高いアジアへの展開を念頭に、企業の優位性を確保するためにはどのような対策が必要か。
 - レトロフィットな分解炉のCO₂削減技術やナフサ以外からの樹脂製造技術（触媒技術など）を早急に確立・実装化し、ライセンスビジネス等による海外展開で、海外における新規需要を日本が積極的に獲得する。
- CRプラスチックは、バージン由来プラスチックと比較して、コスト競争力や原料確保の点から劣位。CRプラスチックを市場投入するためにはどのような対策が必要か。
 - CRプラスチックの普及拡大のためには、リサイクル技術の開発だけではなく、リサイクルしやすい原料や製品設計、リサイクル資源の回収スキームの確立が極めて重要。プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律において、環境配慮設計指針や廃掃法の特例など、資源循環を確立するための社会基盤を構築する。

● 現状のビジネス環境

- 素材、繊維、燃料、食品等幅広い分野での活用が期待されるカーボンリサイクル技術の一つ。
- 市場は、従来バイオプラスチック製造など活用分野は限られていたが、ゲノム改変・構築技術とデジタル技術の融合により、今後対象分野が拡大し、市場が急拡大する見込み。
- CO₂を直接原料とする新しいバイオものづくりにも関心が集まっている。
(従来は糖や油脂などのバイオマス資源を原料とするものが主流)
- 諸外国でもグリーン成長の一翼を担う存在としてバイオものづくりを位置づけて施策を強化しており、グローバルな技術開発・産業化競争が急激に激化していく見込み。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- 世界のバイオ市場は、OECDをはじめとする複数の機関により、今後10~20年のうちに200~400兆円程度に拡大すると見込まれている。
- バイオものづくりの拡大により、発電部門のグリーン化だけでは対応が難しい製造プロセスのカーボンニュートラル化を進められる可能性がある。
- CO₂を直接原料とする新しいバイオものづくりでは、国内の発電所やプラント由来のCO₂の活用により、原料の国産化・調達安定化にも寄与出来る可能性がある。

● 海外プレイヤーの動向

- 米国では、2020年には前年度比でバイオ市場への投資が倍増。特にデジタル技術を活用した微生物開発段階を中心に産業化が進行。一方、物質生産段階の産業化は未だ途上段階。
- 日本は、微生物開発段階では、プラットフォーム技術を有する有望なプレイヤーが複数登場するなど、産業発展の萌芽が見られる。物質生産段階では、日本古来の発酵・醸造の技術を有しており、国際競争力の面で高いポテンシャルがある。

【技術レイヤー・ビジネスレイヤー】

- 上流部分の有用微生物の開発をどのように発展させるか。
→ゲノム改変・構築を効率的に行うプラットフォーム技術の高度化、目的物質に応じた多様な有用微生物開発の促進等により、機能性、経済性、環境性能を両立できるバイオ製品の種類を拡充するとともに、国内におけるプラットフォーム事業者の育成を図る。競争力の源泉となる基盤技術の開発や微生物・ゲノム関連ライブラリの構築では国際連携も視野に入れて対応する。
- 下流部分の有用微生物を利用した物質生産をどのように発展させるか。
→発酵生産分野での日本の強みを活かし、有用微生物のスケールアップ生産実証や目的物質に応じた有用物質の分離・精製技術の高度化を支援することで受託製造の事業者育成にもつなげる。大学・ベンチャーが直面する生産段階での資金面・人材面での課題を解決するため、共用的に利用可能な生産実証拠点を整備・運用する。
- 既存製品との価格差を乗り越え、新たな市場を形成していくためにはどのような対策が必要か。
→バイオ製品に関する導入目標の提示、バイオ製品の認知度向上、グリーン購入法の活用等による政府需要の拡大、環境価値の価格への反映方法の検討など、複数の政策手法の組み合わせにより市場形成を促進する。

【マーケットレイヤー】

- バイオ製品の市場拡大を世界的規模で進めていくために、どのような取り組みをすべきか。
→欧米諸国等とも連携して、グリーン成長に寄与するサステナブルな製品としてのバイオ製品の位置づけを確立するほか、原材料、品質、環境性能に関する品質評価・表示などの国際標準化を進める。

● 現状のビジネス環境

- 自動車産業は、製造業出荷額の約2割、関連産業を含め約550万人の雇用を支える基幹産業であるが、CASE (※) と呼ばれるグローバルな潮流により、100年に一度と呼ばれる大きな転換期に。
- カーボンニュートラル実現の鍵となるE (電動化)に関する取組については、「2050年の自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラル化」、「2035年までに、乗用車新車販売で電動車100%」という目標を掲げ、EVやFCV、燃料の脱炭素化など多様な技術の選択肢を追求していくこととしているが、自動車産業のビジネス環境分析に際しては、電動化だけでなく、CASE全体を俯瞰する必要。
- GX・DXの流れが加速化し、以下のように自動車の使い方・作り方が大きく変革していく中で、いかにこうした動きに迅速に対応し、新たな事業構造構築や付加価値創出を図れるかが、競争を勝ち抜く鍵となっている。※Connected (つながる)、Autonomous (自動化)、Shared & Service (利活用)、Electrified (電動化)

(車の使い方の変化)

- 環境に優しい車/安全な車といったユーザーニーズの拡大
 - ユーザーサービス・コミュニケーションの高度化 (単なる移動から移動時間の有効活用)
 - 所有から利用に (シェアリング・サブスクの普及など)
 - 地域モビリティ (ユーザーの高齢化、過疎地・都市部特有の課題など)
 - VC (バリューチェーン) の付加価値の変化 (販売・整備・充電・充てんなど包括的なサービスに)
 - 物流サービス (積載効率、共同配送など)
 - エネルギー・デジタルインフラとの協調 (デマンドレスポンス、水素ネットワーク、交換式バッテリーなど)
- 新しいMobility価値の提供

(車の作り方の変化)

- グリーンな生産技術 (省エネの促進、再エネの活用、リサイクルなど)
 - データ利活用 (MBD (モデルベース開発)、データシェアリング、モジュール化など)
 - 他業種からの参入、水平分業を目指す動き
 - ソフトウェア、半導体、電池・モーター、新素材 (技術、人材、投資、パートナーなど)
 - サプライチェーンマネジメント (レジリエンス、カーボンフットプリント、人権デューデリジェンスなど)
 - オープンイノベーション、協調領域の拡張
- 新しいSupply Chainの構築

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- GXを含めたCASE全体の動きの中で、ソフトウェア化、モジュール化など既存の産業構造を変革する動き。また、川上の部品・素材や川下のサービスの付加価値が高まることが予測されるなど、付加価値構造も変化。
- 車の使い方・作り方が変化する中で、単にパワトレを電動化するだけではなく、CASE技術全体を活用し、開発段階のデジタル化や、データの利活用を通じたモビリティの最適な運行など新たな付加価値を提供する動き。その中で、これまでとは異なるビジネスモデルを志向する異業種からの新規プレイヤーも登場。
- 電動化そのものについては、国によってエネルギーやインフラの整備状況等が様々であることから、各国によって異なる戦略。新車販売に占めるEVの割合が拡大する中で、ZEV (ゼロエミッション車) 化を急速に進める国もあれば、多様な選択肢を模索する国も。いずれにせよ、現時点では完全な技術は存在しておらず、蓄電池、水素、燃料の脱炭素化など各分野においてイノベーション競争が活発化。次世代に技術をいかに確保するかが競争力の源泉に。
- 電動化社会の実現の鍵であり、今後需要の拡大が見込まれる蓄電池については立地競争が激化。また、車両の普及と充電・充てんインフラ整備を一体で進める中で、関連ビジネスの拡大が見込まれる。
- 部品サプライヤーや販売・整備業等の関連産業においては、GX・DXへの対応や新たな領域への挑戦「攻めの業態転換」など“産業構造の変化”が始まりつつある。

● 海外プレイヤーの動向

- 世界的なCASEの流れの中で、海外プレイヤーにおいても、電動化・ソフトウェア化などの動き。各社の戦略に応じて、多様な選択肢を追及していく企業もあれば、EV生産に特化することによりリソースを集中する動きも。また、水平分業を通じた価値構造の転換を目指す動きと、垂直統合により付加価値の集中を図る動きなど、大変革期において多様な動きが生じている。
- また、ICT等の他業種からの参入や、中国の一部企業による低価格EVの投入など、これまでの産業構造を揺らがす動きが生じ始めている。
- その中で、米国、欧州、中国などにおいては、電池・素材工場の立地支援、バッテリー規則といった産業政策・環境規制、大規模なEV等の次世代車導入支援、充電・充てんインフラ整備、データ流通基盤整備など、大胆な産業政策を講じている。

【技術レイヤー】

- CASE全体の動きが加速化する中で、製造工程のGX・DX、コネクテッド・自動運転機能を通じた交通流の最適化、エネルギー管理・運行管理の高度化などの自動車の作り方・使い方の変革を通じて、カーボンニュートラルに必要なイノベーションをどのように進めるか。
 - 電動化・ソフトウェア化により車の設計・製造手法が変革する中で、MBD等のデジタル技術を活用した新たな開発・製造手法の開発・普及策を進めるとともに、SC・VCを含めてカーボンフットプリントや車の使い方に関するデータを連携できる仕組みの構築に向けた検討を行う。
 - 電動車の航続性能を確保しつつ自動運転等を実現していくために必要となる、省エネ型の先端車載コンピューティング(ソフトウェア・センサー等)技術の開発に加え、車単体での自動運転だけでなく、交通システム全体として連携する際の基盤技術となる、半導体・データセンターについての研究開発や投資促進を図る。
 - エネルギーコスト・CO₂排出最小化と運輸効率最大化に向けて、バス・タクシー・トラック等の運行管理とエネルギー管理を一体的に行うシステムの構築・検証等を行う。
- 自動車分野のカーボンニュートラルに向けては、電気自動車や燃料電池自動車、燃料の脱炭素化など多様な技術の選択肢を追求する必要があるが、その実現のカギとなる主要技術のイノベーションをどのように加速すべきか。
 - グリーンイノベーション基金等も活用し、電動化の鍵を握る次世代電池・モーターの開発、水素供給コストの低減に向けた水素サプライチェーンの構築、合成燃料の製造・利用技術などの技術開発を推進する。
 - 蓄電池・モーターについては、高性能化、省資源化、リサイクル/製造時GHG排出削減のための研究開発を行う。
 - 水素については、海外輸送を含めた大規模サプライチェーンの構築、水電解装置による水素製造の技術開発等を行う。
 - 合成燃料については、製造収率、利用技術向上に向け、CO₂と水素を高効率・大規模に合成燃料に転換するプロセスの開発等を行う。

【ビジネスレイヤー】

- CASEの潮流により、付加価値の源泉も変化していくが、政府及び自動車産業として、新たなモビリティサービスの事業化や産業競争力強化のため、どのような取組が必要か。
 - CASEの潮流が加速化し、今後、単なる売り切り型の製造業から、アフターサービスを含む包括的なモビリティサービスへと転換されつつある中で、政策的対応や民間投資を加速化していくため、SC/VCの変化も見据えた今後のモビリティの在り方やその実現に向けた官民の課題・取組等について整理・発信する。
 - 「車の使い方の変化」を踏まえて特に実現ニーズの高い、地域の自動運転サービス、高度幹線物流システム、高度運転支援機能搭載車等について、ビジネス化を含む社会実装への道筋を具体化すべく、技術開発や実証、標準化、社会基盤構築の検討などについて、関係省庁とも連携し、包括的に取り組む。
- 自動車のライフサイクル全体でのカーボンニュートラルへの対応に向けて、川上から川下まで、素材産業を含め自動車サプライチェーン全体での脱炭素化を進めるには政府としてどのような対策が必要か。
 - 製造工程におけるカーボンニュートラルを推進していくために、再エネ電源をはじめとした脱炭素エネルギーについて国際競争力を確保しうる形で調達できるよう、引き続き取組を進める。
 - サプライチェーン全体での脱炭素化を進めるには、関連産業を含め大きな脱炭素投資が必要となる。製造工程等のCN化に向けて必要となる技術開発やそれを活用した生産設備投資を、国際競争力を損なうことなく、継続的に行えるような政策的措置を引き続き実施・検討していく。
- 電動化・CASEの変化への対応に当たっては、地域の自動車産業を支える部品サプライヤーを含めて、業態転換やソフトウェア化へ積極的に対応してもらうにはどのような対策が必要か。
 - 事業再構築補助金に新たに「グリーン成長枠」を設け、グリーン分野で事業再構築に挑戦する事業者に対して、売上減少要件を撤廃し、補助上限額を引上げる。さらに、地域支援拠点等における相談窓口の設置や、事業転換をサポートする専門家派遣も実施し、支援を強化する。

【マーケットレイヤー】

- グローバルな商品である自動車について、世界大でのマーケットを視野に入れて、世界のCNや社会課題に貢献しつつ、グローバルマーケットにおける我が国企業の競争力を強化する観点から、政府及び関係業界としてどのような対応が必要か。
→ 今後保有台数が増加し、また、渋滞等の社会課題も存在する新興国を中心に、各国のニーズも踏まえながら、最適なモビリティ社会づくりに、官民連携し、積極的に貢献していく。
- 温暖化対策としては、2035年や2050年といった各時点でのCO₂削減ではなく、累積でのCO₂排出量抑制が重要な中、どのようにその削減を進めていくか。
→ 新車販売だけでなく、保有車全体(ストック)にも着目し、自動車部門全体でのCO₂削減を促進する取組の検討を進める。
- 国内において、電動車の普及とその前提となる充電インフラの整備を車の両輪としてどのように進めていくか。
→ EVやFCV等については、世界各国の支援水準も踏まえ、令和3年度補正予算と令和4年度当初予算案において補助額を引き上げた。例えばEVについては最大80万円に大幅引き上げ。
→ 充電インフラについては、2030年15万基という目標を据えつつ、特にニーズの大きい、高速SA、空白地域、集合住宅等について重点的に支援するなどメリハリをつけて導入を支援。水素ステーションについては、2030年1000基程度という目標を立て、小型の水素ステーションも導入しながら需要に応じた整備を行う。充電インフラ・水素STの整備に向けては、引き続き関係省庁と連携しながら進めていく。
- EV等の普及のカギを握る蓄電池について、実際に企業が投資を実行し、国際競争力を高めるために、どのような対策が必要か。
→ 競争力の源泉となる先端的な電池製造拠点の確保を図るため、国内への大規模製造拠点の立地支援と製造技術の磨き上げを一体的に、切れ目なく継続的に推進していく。
→ GI基金を活用し、高性能蓄電池・材料、省資源化、生産技術、リサイクル等について研究開発を支援するとともに、蓄電池が急増する中でのサステナビリティの確保策(カーボンフットプリント、倫理的な調達、リユース・リサイクルの促進等)についての制度的枠組みを含めた検討を進める。

● 現状のビジネス環境

- 各国の温暖化対策の拡充に伴い、原子力産業の市場規模は、2050年には最大で年間約40兆円程度まで拡大する見通し。米英仏は、小型モジュール炉や高温ガス炉等の革新炉の研究開発に注力し、中長期を見越した技術の主導権獲得を志向。
- 一方で、米英では、20～30年の間、国内での新規建設がなかったため、サプライチェーン・人材・技術が弱体化。現行炉型（大型軽水炉）による新設事業の主体は、中露に集中。米英仏は、近年まで建設を継続し、技術・人材基盤を維持してきた日韓の技術・サプライヤに期待。
- 日本国内では、震災前に原子力発電所における国産化率は90%を超え、サプライチェーンに高レベルの技術が集積。しかし、震災後は中核サプライヤー等の撤退が相次ぐ等、サプライチェーン劣化の懸念。製造現場の空白期間が続いており、革新原子力の研究開発に注力するためにも、技術・人材の維持は喫緊の課題。

● カーボンニュートラルが産業や社会に与える影響

- カーボンニュートラルに向けて、2050年までに400GW以上の原子力発電所が建設されるとの見通しも。石炭からのリプレイス等のアジアの旺盛な需要に応える伸びが太宗を占める。2050年のグローバルマーケットにおけるグリーン成長戦略に掲げられた革新炉のシェアは1/4規模との予測も。
- カーボンニュートラル社会において、原子力は、デジタル化や熱からの転換に伴う安定低廉な電力需要増大への対応、系統安定性への寄与といった再エネ大量導入との調和、産業用途を念頭においた大規模な水素供給など新たな価値を提供できる可能性。

● 海外プレイヤーの動向

- 米英は、①安全性を高めた大型軽水炉への支援、②SMR等の革新炉の研究開発支援の二本立てで原子力への大規模な支援策を発表。
- 仏韓は、国営企業が、新規建設で産業基盤を維持しつつ、将来に向けた革新炉開発も推進。
- 中露は新興国等に対し、戦略的に輸出を働きかけ。近年、中国は英国・南米等で7件、ロシアは東欧や中東等で10件のプラント輸出プロジェクトを獲得、推進中。革新炉実証も進展。

【技術・ビジネスレイヤー】

- 将来にわたって原子力を安全・安定的に活用していけるよう、現下の状況において、如何にして原子力サプライチェーンを維持・強化していくか。
→サプライチェーンの現状を把握・分析し、供給途絶の危機にある技術・サービスの継承やデジタル技術の活用等によるサプライチェーン・技術・人材維持の取組を支援していく。
- カーボンニュートラル社会に向けて、原子力に求められる「安定低廉な電力需要増大への対応」「再エネ大量導入との調和」「大規模な水素供給」といった新たな価値をどのように実現していくか。
→国際連携を活用した高速炉開発の着実な推進、小型モジュール炉技術の国際連携による実証、高温ガス炉における水素製造に係る要素技術確立等の技術開発・実証や人材育成を進める。

【マーケットレイヤー】

- 欧米諸国が小型モジュール炉や高温ガス炉等の革新炉の技術主導権の獲得を志向する中、日本として、如何にして将来のグローバル市場動向を見極め、技術蓄積を進めるか。
→米・英等の開発プロジェクトに技術蓄積の豊富なJAEAや高い製造能力を持つ日本企業が連携して参画、日本として、積極的に支援していくことを通じ、小型モジュール炉や高温ガス炉等の革新炉の世界標準の獲得を追求していく。
- 国内市場が限定的な中で、中枢部品・部材等の国内サプライヤが如何にして、革新炉の潮流に対応し、事業継続の将来展望を描いていくか。
→革新炉の国際プロジェクトにサプライヤが効果的に参入できるよう戦略的にチーム編成を進めるとともに、海外規格の認証取得や海外勢との案件マッチングを通じ、サプライヤのビジネス機会創出を支援していく。