

企業との対話にみるカーボンニュートラルに向けた課題

産業・地域調査本部
2050成長戦略本部

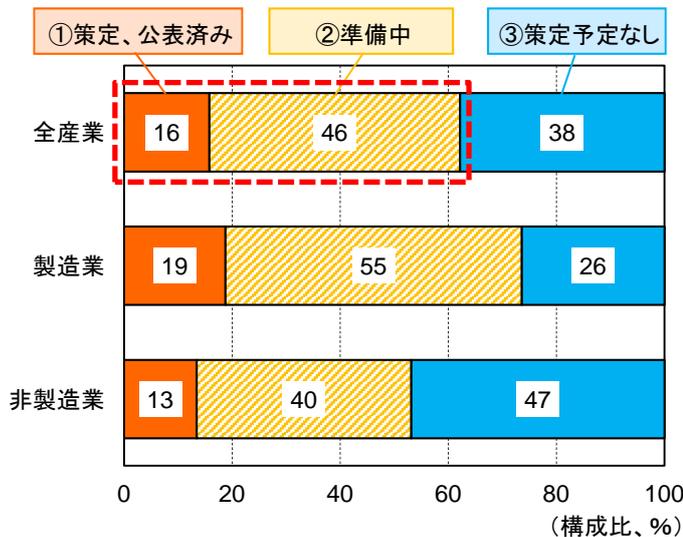
要旨

- 脱炭素社会への移行に向けた要素技術の開発は世界に先駆けるが、サプライチェーン構築を含めたスケールアップに課題があり、道筋が明確な業界は現状存在しない。
- 移行期においては、技術や素材によって実装時期にズレが生じることが見込まれ、カーボンニュートラルへの道筋がさらに複雑となっている。また、大きな構造転換を迫られる鉄鋼や石油、自動車の部品メーカーなどの事業再編の動きも予想される。
- こうした中、バーゲニングパワーの向上やサプライチェーンの構築のための「仲間作り」と、再編対応のため、地域を広域でつなぐ面的対応が必要なほか、技術開発や設備投資には、税優遇や補助金に加えて相応の資金支援も求められる。

わが国では、2020年10月に2050年カーボンニュートラル宣言、2021年4月には2030年における温室効果ガスの2013年対比46%削減目標が表明され、急速に各企業のカーボンニュートラルに向けた取り組みが進んでいる。2021年6月に実施した当行の2021年度設備投資計画調査においても、中長期的なビジョン策定を実施、または準備中とした企業が6割を超えた。

カーボンニュートラルに関しては、企業のウェブサイトや、業界紙などで様々な取り組みが紹介され、書籍も多数刊行されている。企業は外部環境の把握のためこうした情報源にアクセスしているとみられるが、本稿では、この一助となるべく、業界を代表する企業トップとの対話から示唆される、日本のカーボンニュートラル実現に向けた課題について、現段階で認識されている論点を示すこととしたい。

カーボンニュートラル実現に向けた
中長期ビジョンの策定状況



(備考) 1.日本政策投資銀行「2021年度設備投資計画調査」
2.2021年6月時点 3.大企業 4.回答社数:1,102社

対談の概要

対談先:合計31社(時期:2021年9月~2022年1月)

製造業:15社

鉄鋼3社、化学・石油・セメント5社、一般機械3社、
電気機械1社、自動車3社

非製造業:12社

電力・ガス2社、運輸7社、小売1社、不動産1社、
リース1社

ベンチャー:4社

➤ 設備投資計画調査の結果を踏まえ、カーボンニュートラルに向けた課題の実情に迫るべく、わが国の代表的な企業トップに対して、当行役員が対談を実施した

1.要素技術でリードもスケールアップに課題

当行の設備投資計画調査によれば、カーボンニュートラルに向けた課題は、技術的な問題、開発コストの問題との回答が大半を占めた(図表1-1)。

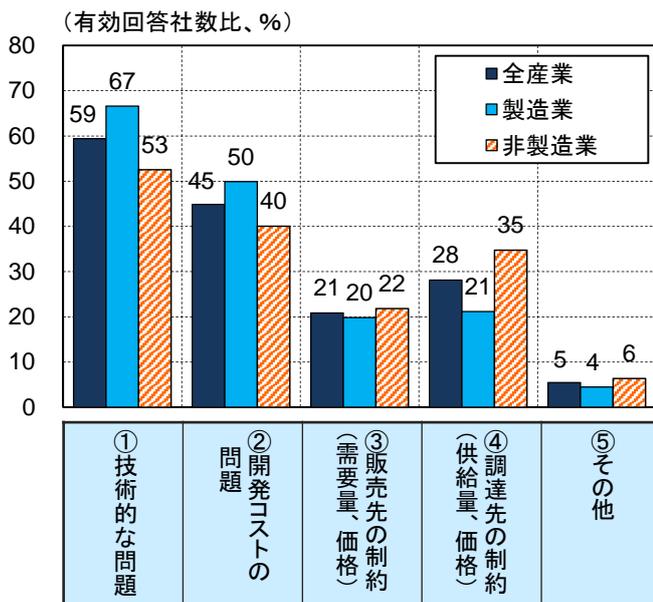
具体的な課題について企業のトップに聞いたところ、おおむね、カーボンニュートラルに向けた要素技術は世界に先駆けていると自負する企業が多くみられた一方で、スケールアップに課題がある、との声が多かった。

以下では、主要な要素技術毎に要点を整理したい。

(1)水素

まずは、カーボンニュートラルに資するエネルギー源として、鉄鋼、化学、自動車、電力など多くの分野で必要性が認識されている水素に関連する技術である。例えば、水素還元製鉄の技術は世界に先駆けるとの意見があったほか、発電用の水素混焼用ガスタービンも実証は進んでいる。ただし、大型のガスタービンには必要な水素が不足しているとの指摘があった。

図表1-1 カーボンニュートラルに向けた取り組みを進める上での課題



(備考)1.日本政策投資銀行「2021年度設備投資計画調査」
2.2つまでの複数回答 3.大企業 4.回答社数:921社

また、コストについて、一般的には15~20円/Nm³が採算ラインとされるが、それ以下でないと採算がとれないとする業種もあった。

水素の調達から利用までに必要なサプライチェーンの構築については、各地域で自治体も含めてすでに検討が始まっている。ただし、水素の運搬には超低温を維持する難しさがあり、地産地消費の供給体制が望ましいとの意見もあった。

このように、水素については、課題を指摘する意見が多く、実装に向けてハードルが高い技術といえる(図表1-2)。

(2)アンモニア

活用のハードルが高い水素に比べて、アンモニアは、火力発電所の脱硝装置で使用されていること、肥料原料としての用途もあること、運搬が容易なこともあり、すでにサプライチェーンが確立していることなどから、主に発電用途において注目度が高い。ただし、インフラ整備を担う業種からは、タンクやガスタービンの大型化に様々な技術開発が必要との声があったほか、水素同様、導入推進のための輸入規模の拡大が課題として挙げられた。小型

図表1-2 水素関連技術に関する意見

素材型製造業	<ul style="list-style-type: none"> 日本の技術は世界に先駆けている 製鉄にも必要な水素の確保が課題 水素は絶対必要。全てを国外に依頼すべきでない コスト採算ラインの大幅低下が必要
加工型製造業	<ul style="list-style-type: none"> 運搬船大型化に向け他社と連携し実証中 水素の運搬には超低温の維持が必要であり困難。日本では、LNGを運搬し、改質により水素を製造する地産地消費型がよいのではないか 大手電力向けなどの大型の水素ガスタービンの研究開発には、時間がかかる。大量の水素がないと、動かせない 水素エンジン車は、さほど遠くない未来に商用化は可能だが、燃費の改善が課題
運輸	<ul style="list-style-type: none"> 水素は温度管理が難しい

(備考)日本政策投資銀行

発電でもよいので、多数実装することにより、コストの低下につなげるべき、との指摘もあった(図表1-3)。

(3)CCUS

CCUS(二酸化炭素回収・有効利用・貯留: Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage)については、幅広い業種で様々な技術開発が進められているが、課題も多く聞かれた。例えば、太陽光発電で水素を生成し、工場などから回収したCO₂と合成する技術については、太陽光発電のための大規模な土地の確保が課題である。また、そのほか素材メーカーもNEDO(国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構)の補助を受けCCUSの実証に取り組むが、CO₂の吸収能力が不足しており、化学吸収法については、必要なCO₂削減目標に対して単純計算で数百倍のスケールアップが必要な状況にある(図表1-4)。

2.技術や素材の実装時期にズレが生じる

このように、カーボンニュートラル実現に必要な技術の実装にはスケールアップなどの課題がある。

これに加えて、技術毎に実装時期が異なることが、カーボンニュートラルへの道筋をさらに複雑にしている。企業の見通しも踏まえながら、主要なオプションである再エネ、EV、CCUS、アンモニア、水素について、実装に向けた時間軸を考えたい。

(1)再エネ

再エネは、すでに技術は確立され、事業所毎に自家発電設備を導入するなど、設備投資の動きがみられる。CO₂の多排出産業だけでなく、不動産や小売などにおいても、再エネを導入しており、当行の2021年度設備投資計画調査においても、幅広い業種で設備投資の増加要因となっている。

(2)EV

また、EVについても、すでに街中を走行しており、社会実装されているが、充電設備を含めたインフラ整備とともに、電池性能の向上が課題であり、技術開発が進行中である。2030年を見据えて、欧州企業を中心に意欲的なEV化目標を掲げるが、今の日本の電源構成と電池性能では、ライフサイクルで考えるとEVの方がCO₂排出量が多いとの議論もあ

図表1-3 アンモニア関連技術に関する意見

加工型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアは他の用途があり、裾野が広い 石炭火力の脱硝装置での活用実績など、すでに様々な業界で使われており、ハンドリングしやすい LNG同様、貯蔵タンクが大きなインフラになるが、大型化には様々な技術開発が必要 現在の主な製法であるハーバーボッシュ法は、熱を利用し、CO₂を排出する点で矛盾。コスト面では海外産が主体 アンモニア価格の低下については、どう需要を拡大するか、という点が重要 アンモニアのリスクは安全性。安全確保のための規格作りも重要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 輸送コストが低く済むので、明らかに水素より活用しやすい 導入推進にあたって重要なのは、規模の確保

(備考)日本政策投資銀行

図表1-4 CCUS関連技術に関する意見

素材型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> 太陽光が必要であり土地が必要 日本は技術確立に努め、将来的に技術を海外にライセンスするのが成功モデルだろう CO₂回収の一つは化学吸収法。実証は進んでいるが、工場の排出量に対して、吸収能力が不足している。数百倍の吸収量増加が必要 化学吸収法のほか、様々なR&Dに取り組むが、スケールアップや輸送コストが大きな課題
加工型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> CO₂を閉じ込める場所として、古い岩盤など、安定性が確保できる場所で検討
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 最大のボトルネックは使用する水素のコスト。水素製造装置自体の低コスト化も必要

(備考)日本政策投資銀行

り、国内のパワートレイン構成は、HVが一定のウェートを占めつつ、欧米より緩やかにシフトすることが想定される。

(3)CCUS

CCUSについては、先述の通りスケールアップに課題があり、人工光合成、化学吸収法をはじめとして、様々な技術が実証段階にあるが、おおむね、2030年代の実装が目指されている。ただし、CCUSに必要な水素がどれだけ確保できるか、といった問題などにより、時間軸の読みが困難となっている。

(4)アンモニア

水素、アンモニアの実装は遠いとみられているが、扱いやすいアンモニアの方が先行すると見込まれる。とはいえ、アンモニアの専焼による発電技術が実装されるのは、2040年代との見通しである。加えて、アンモニアについてはルールメイキングを主導する欧州などから国際的な認証を得られるか不確実な点がリスクである。

(5)水素

発電、還元鉄、燃料電池車、CCUSなど用途が広い水素は、カーボンニュートラル実現に向けて必要性は高いが、先述の通り輸送コストや製造などの

問題があり、実装に向けて明確な時間軸を提示する企業は少なかった(図表2-1)。

以上を踏まえると、各要素技術の実装時期は図表2-2のように図示できる。それぞれの産業のトランジションのあり方や必要な支援にもたらず影響については第5章で後述する。

3.産業・地域に対する面的対応が求められる

これまで主に技術開発について触れたが、一方で、カーボンニュートラル社会に移行するに従って、事業再編に迫られる分野もある。

例えば、石油精製においては、石油需要が大幅に減少するストレスケースを前提として、既存の製油所のタンクをアンモニア・水素の提供に流用するほか、地域の給油所(SS)を活用した多角化経営を打ち出す例がある。ただし、自動車のパワートレイン構成の変化やカーボンニュートラル関連技術の実装を含めて、2050年に向けての具体的な道筋が明確でない中で、需要の減少を見込んで製油所を閉鎖する経営判断もみられ、地域の雇用への影響が論点となっている。

自動車については、EV、HV、FCVなどのウェートが変化することとなり、顧客合理性などを踏まえて段階的に移行する見込みだが、この変化はそれぞれの部品メーカーに大きく影響を与えるため、適切

図表2-1 時間軸に関する意見

素材型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> CCUSの一部技術は2035年頃に社会実装する
加工型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアは液化水素より早いタイミングで活用される。水素は相当時間がかかるだろう ガソリン車と利便性が変わらない電池は、2030年でも困難か
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> アンモニア専焼技術確立は2030年、商用導入は2040年代か 2030年頃までに二酸化炭素の回収、カーボンニュートラルLNGの導入促進、水素のコストダウンなどに取り組み、2040～2050年にかけてメタネーションを進めていく
運輸	<ul style="list-style-type: none"> 2040年頃までLNGとアンモニアが混在し、2050年には相応の割合の燃料がアンモニアに切り替わる可能性

(備考) 日本政策投資銀行

図表2-2 各要素技術の実装時期のイメージ



(備考) 日本政策投資銀行

な移行の支援も必要になるとみられる。さらに、日本の電源構成や炭素税の仕組み次第では、国内での製造コストが高まり、完成車メーカーの海外移転が進む懸念もある。ただし、企業からは地域経済への影響も踏まえ、国内での製造のあり方を模索したいとの考えもみられた。海運業界においては、地域経済を考えると造船業もエッセンシャル産業だとの認識もあった。

こうした、需要が減少する分野への対応が必要な一方、新技術や新産業の育成という観点で、サプライチェーン構築に向けた面的対応の必要性に関する意見も多かった。例えば、自動車メーカーは、水素社会において、使用する水素量は電力や化学に比べて少ないものの、地域での発言力や求心力を背景に、業界を超えたサプライチェーン作りを進めている。こうしたサプライチェーン構築は、一社・一業界だけでは完結しない取り組みだ、との認識が強い。一部では、ライバル企業同士が別の方式で技術開発を進め、相互に連携しながら、優位性のある方を活用するといった動きもみられる。現

在各地域で必要なサプライチェーン構築に向け、民間ベースでの実証、CNP(カーボンニュートラルポート)形成も含めた地域協議会での検討作業などが始まっているが、社会実装に向けては、バーゲニングパワーの向上という側面も踏まえて、各産業、地方自治体など、関連するより多くの関係者をつなぎ、広域での面的な対応のための「仲間作り」が必要である(図表3)。

4. 仲間作りと相応の資金支援が求められる

以上のような課題がある中で、金融機関や政策には何が求められるか。先述の「仲間作り」の支援が大きな役割と考えられるほか、スピード感のある大型投資のためには、税優遇や補助金に加えて、相応の資金支援が求められる。

例えば鉄鋼では、カーボンニュートラル実現に向けて、既存設備に省エネ・高効率技術を導入するほか、電炉の大型化も図る。ただし、電炉も不純物の問題で日本が競争力を有する高級鋼の製造に課題があるとされるほか、脱炭素電源の確保も必

図表3 産業・地域への影響に関する意見

素材型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> 石油需要が大幅に減少するストレスケースを考える 製油所のタンクをアンモニア・水素提供に活用したい。各地域のSSも活用して多角化経営を実施 中国エリアのコンビナートはモデルケース。立地企業や地方自治体と色々検討中
加工型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> パワーライン構成が変化していくことになり、顧客合理性などを踏まえてバランスある対応をしていく 水素導入に向けてサプライチェーン作りを進めている 異業種と協力し、サプライチェーン全体での詳細な分析を実施し、具体的な課題抽出中 自社が持つ要素技術にライバルはいないが、1社ではできないので、仲間作りをしたい 徳山、小名浜、新潟といったカーボンニュートラルポートでは、土地によって水素が良かったり、アンモニアが良かったり、といった特性がある中、地場有力企業と一緒に、色々なアイデア提供を実施している
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> アンモニアの輸入規模確保のための仲間作りが必要 技術開発は同業他社と別の方式で技術開発を行っているが、相互に連携しており、どちらか優位性が出たものを活用していく方向
運輸	<ul style="list-style-type: none"> 経済安全保障、地域の雇用の観点からも造船業はエッセンシャル産業

(備考)日本政策投資銀行

要であり、完全な解とはならない。目標達成のためには水素還元製鉄が必要だが、実装までに一社で数兆円が必要とされる。エネルギー産業においても新しい発電技術の導入に向けて多額の研究開発と設備投資資金が求められており、NEDOの2兆円基金の拡大を要望する声が多く聞かれた。また、新技術関連のインフラを、実装に50年かけたLNGより短期間で整備するためには、資金支援が不可欠、との意見もあった(図表4)。

5.産業×技術コメントマッピング

以上を踏まえて、産業×技術の軸で各企業の意見の要旨をマッピングし、カーボンニュートラルに向けた課題の全体像の把握に努めたものが、図表5である。

縦軸は、商流毎にCO₂の排出量順(円が大きいほど排出量が多い)に産業を並べ、横軸はカーボンニュートラルに向けた技術を実装の難易度順に並べており、右にあるほど時間とコストがかかると見込まれる。

素材業種の中でもCO₂排出量の多い石油や鉄鋼については、現状想定するカーボンニュートラルへの解に向けて、相応の資金支援はもちろん、事業再編の支援も必要とされ、必要な支援が大きいセクターと整理できる。

自動車については、自社よりも、最終消費者も含めたスコープ3の排出量が多いセクターだが、EV比率の拡大などパワートレイン構成の変化が解と

なる。ただし、先述の通り、この変化に従って部品メーカーに再編の必要性が生じるため、これに対する支援が必要である。

また、電力・ガスは全業種のカーボンニュートラルに向けて影響力の大きい共通産業だが、再エネ比率の拡大、アンモニア・水素活用による発電など解が存在するセクターである。ただし、最多排出産業として多額のコストが見込まれる中、国際的な認証次第では投資回収リスクも生じ、負担に関する国民的な議論が必要である。

一方で、このエネルギーセクターに必要な船舶やガスタービンなどのインフラ整備が、機械メーカーにとってはビジネスチャンスとなる。インフラ整備のスムーズな構築のための十分な資金支援や、ビジネスマッチングを促進し、新技術商用化の早期達成を支援することが肝要であろう。

このほか、不動産や小売など、カーボンニュートラルに向けて主要プレーヤーでない業種についても、再エネやEVの導入など、可能な限り取り組みを進めていく方針である。こうした取り組みを進めていかなければ、顧客に選ばれなくなるため、競争力維持という観点でも必要だと認識を持つ企業が多かった。

以上が図表5の概要だが、あくまで今回の対談で得られたコメントのマッピングに留まっている点には留意が必要である。

6.ベンチャー企業の技術がゲームチェンジを起こす可能性も

これまでは、大企業が開発を進める要素技術を中心に述べたが、ベンチャー企業が手掛ける技術がカーボンニュートラルに向けてゲームチェンジをもたらす可能性がある。

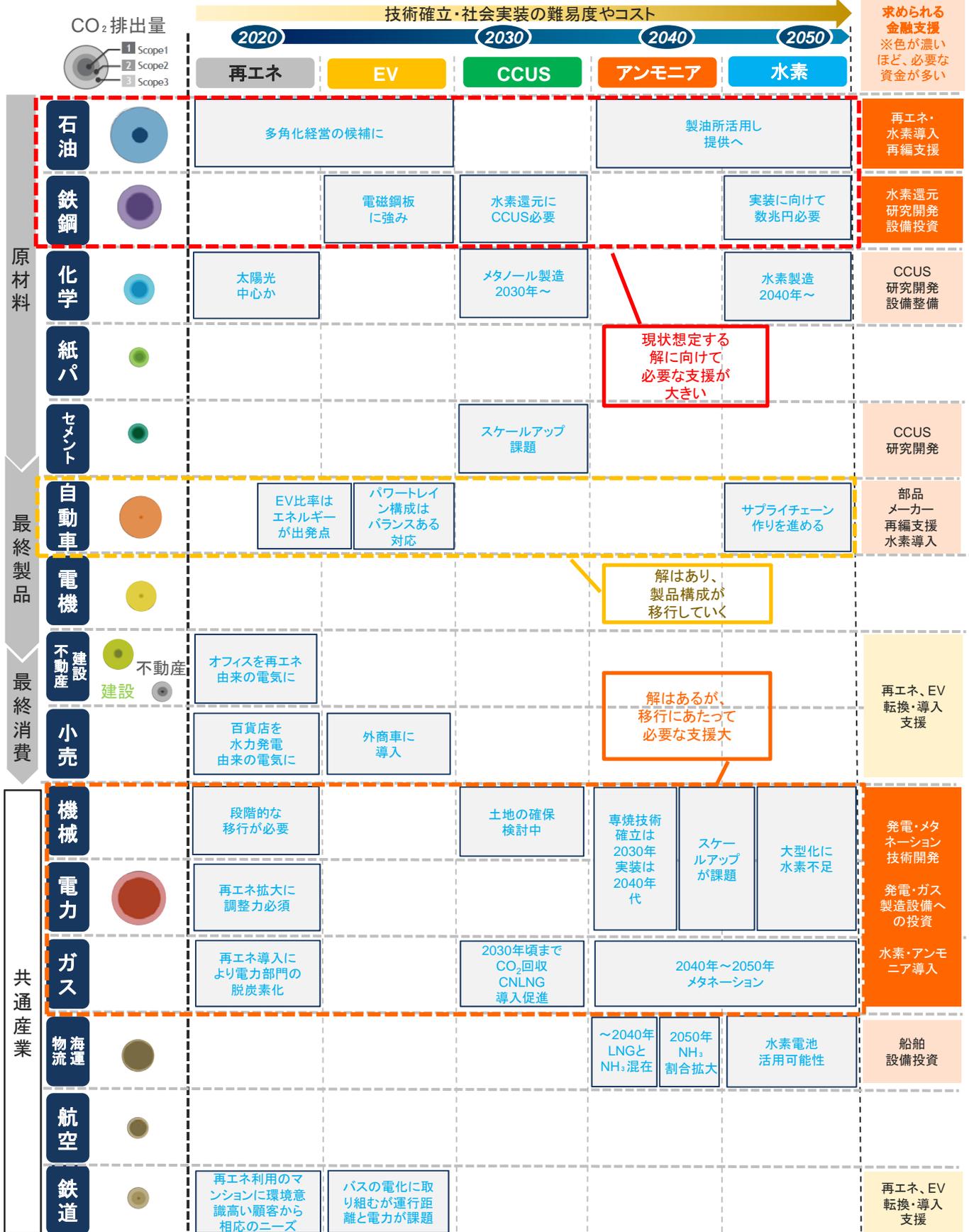
一例が、政府のグリーン成長戦略で掲げられる核融合である。核融合とは、太陽と同じ原理でエネルギーを生み出し、CO₂を排出しない大規模発電を可能にする技術として注目度が高まっている。また、原子力の中でも、核分裂反応と比較すると、連鎖反応が生じないために暴走の危険がなく、安全な反応方式とされる。2025年には、ITER(国際熱

図表4 金融機関や政策への要望

素材型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> 2兆円基金は10年にわたって補助される。年間2,000億だが、拡大が必要 カーボンニュートラルの取り組みはパートナーと組んで進める必要があり、金融機関のサポートに期待している
加工型 製造業	<ul style="list-style-type: none"> 2050年に向けたインフラ整備を、50年かけたLNGより短期間で実施するためには金融機関の力が絶対必要
エネルギー	<ul style="list-style-type: none"> 国や金融機関への要望は、仲間作り、アンモニア・水素輸入税優遇、2兆円基金拡大など

(備考)日本政策投資銀行

図表5 【産業×技術】企業トップのコメントマッピング



(備考) 1.日本政策投資銀行 2.CO₂排出量は国立環境研究所などによる 3.掲載の投資額は1社の想定

核融合実験炉)において、反応試験が開始する計画である。実際の核融合炉の反応については英米のベンチャー企業が担っているが、日本の企業が、炉に必要な製品を製造している。実装に向けては、日本のものづくり技術が必須だが、スケールアップに向けて、事業化の可能性が見えない段階では、米国のITプラットフォーマーのような大規模な資金の出し手が現れないことが大きな課題となっている。

また、あらゆるプラントの熱源として、効率向上につながるマイクロ波加熱についても、注目度が高まっている。大企業が本格的に導入することとなれば、事業化が軌道に乗ると思われるが、メーカーの大規模なプラントにはレガシーシステムが実装されており、欧州の企業が多額の投資を決める一方で、日本においては大規模な導入の意思決定には至っていないとされる。

パワー型蓄電池についても、再エネ比率が高まった際に、短時間の調整力として将来的なニーズがあるとみられる。ただし、マーケットが十分でない現状では、大手の賛同や導入に至りづらいため、

海外の島国などニッチな市場から事業化される見込みである。

こうしたクライメートテックについては、IT分野とは違い、実装までに時間がかかり、インフラの側面を持つため、VC側からみても時間軸を読むことが大変困難であり、収益性が見込みづらい。従って、新産業の育成を目指し、約10年の期間にわたる資金に加えて、20年程度の長期的な資金も組み合わせることが必要と考えられている(図表6)。

7.今後の課題

本稿では、企業の意見から示唆される、カーボンニュートラル実現に向けた日本の課題を整理したが、2050年までの道筋を考える上で、技術開発や設備投資額、水素やアンモニアの量・プライシング、時間軸など、今後明らかにすべき点が多いことが改めて示された。今後も、2022年度設備投資計画調査をはじめとする各種調査を通じて企業の問題意識の把握・共有を行い、カーボンニュートラル社会へのスムーズな移行支援につなげていきたい。

図表6 カーボンニュートラル関連ベンチャー企業の意見

核融合	<ul style="list-style-type: none"> 世界的に日本の技術は欠かせないが、トランジション後の「産業」として成立させていくため、スケールアップと仲間作り、産官学の連携＝「つなぐ」機能が重要 研究開発に一番資金を出しているのはITプラットフォーマー。IT産業のリスクは電力コストの上昇だという認識がある 現在、先端技術を高齢の技術者が担っている。長期的な視点から、若手技術者の育成も必要
マイクロ波	<ul style="list-style-type: none"> ここ1年の問い合わせを見ていると、脱炭素に向けて、プロセス全体を変えようという動き。「ゲームのルールが変わった」 欧州大手は、2兆円を投じて再エネを調達し、ナフサクラッカー自体にマイクロ波を採用する投資に乗り出している 製造業を横断して全体に関わることでサプライチェーンも含めた産業の裾野を広げるような政策対応が必要
パワー型蓄電池	<ul style="list-style-type: none"> 2年前と比べて環境が違ふと感じる。注目を浴びて政府審議会にも呼ばれたほか、事業も前倒し 電力系統弱く再エネ導入を進める島国がターゲット。まず再エネ比率高いアイルランド・英国で展開し、日本に回帰していく。台湾が先になる可能性も。まずは、大手が参画しないニッチなマーケットから実装を進める
VC	<ul style="list-style-type: none"> ベンチャーは、IT分野に強いが、エネルギーとは相性が悪い。ITであれば、エラーが見つかってソフトウェアをアップデートすれば解決する。クライメートテックは、インフラに近く信頼性の確保に時間がかかり、実装に向けて課題が多い。収益性が見込みづらいので、社会的な使命感が必要 時間軸を読むのが難しく、これがボトルネック。独自の仮説構築の下、複数の資金源を確保し継続できることが成功の要件 インフラファンドとテックファンドの資金の出し方は違うが、クライメートテックは両面を持ち合わせており、政府や財団等の長期的資金(20年)とテックファンドの中期的資金(10年)の組み合わせが必要

(備考)日本政策投資銀行

©Development Bank of Japan Inc.2022

本資料は情報提供のみを目的として作成されたものであり、取引等を勧誘するものではありません。
本資料は当行が信頼に足ると判断した情報に基づいて作成されていますが、当行はその正確性・確実性を保証するものではありません。本資料のご利用に際しましては、ご自身のご判断でなされますようお願い致します。本資料は著作物であり、著作権法に基づき保護されています。本資料の全文または一部を転載・複製する際は、著作権者の許諾が必要ですので、当行までご連絡下さい。著作権法の定めに従い引用・転載・複製する際には、必ず、『出所：日本政策投資銀行』と明記して下さい。

お問い合わせ先 株式会社日本政策投資銀行 産業調査部
Tel: 03-3244-1840
e-mail(産業調査部): report@dbj.jp