

新・素材産業ビジョン（中間整理）

～グローバル市場で勝ち続ける素材産業に向けて～

令和4年4月

製造産業局

(目次)

趣旨	P1
<u>I. 素材産業</u> —我が国産業競争力の源泉	P2
<u>II. 新・素材産業への変革の方向性</u>	P3
<u>III. 政策の方向性</u>	P7
1. ビジネスイノベーションの促進	
2. グリーンマテリアル産業への転換	
3. サプライチェーンにおける業界間連携	

趣旨

日本の鉄鋼、化学、非鉄金属、セメント、紙パルプ等の素材産業は、高い国際競争力を有する生産体制を構築しつつ、自動車をはじめ様々な産業に高機能な部素材を提供するとともに、国内雇用や地域経済を支えてきた重要な存在である。

しかし、中国の伸長などグローバル競争の激化や足下で生じているサプライチェーンにおけるリスクの高まり、内需の減少と外需の拡大、産業用電気料金の高止まりなど資源エネルギー価格の高騰といった変化に直面しているほか、2050年カーボンニュートラルという極めて野心的な温暖化目標を受けて、事業構造の変革に取り組み、生産プロセスの革新など大胆な投資を進めていく必要がある。

こうした中で、産業構造審議会製造産業分科会においては、素材産業がカーボンニュートラルを目指しつつも、多様な変革の要請に的確に対応し、今後も国際競争力を維持・強化していくためにどのような取組が必要か、今後の素材産業の方向性について議論してきたところ。

今般、これまでの製造産業分科会における議論を踏まえ、グローバル市場で勝ち続ける新たな素材産業への変革に向けて官民が共有すべきビジョンについて、整理を行うものである。

I. 素材産業 ー我が国産業競争力の源泉

我が国において鉄鋼や化学をはじめとする素材産業は、以下のとおり、経済社会を支える基盤をなすとともに高い競争力を有しており、我が国産業全体の競争力の源泉として極めて重要な位置を占める基幹産業である。

(1) 日本経済・地域経済の基幹産業

我が国において、素材産業は、GDPの2割、事業所数（約3万8千）、従業員数（約170万人）、製品出荷額（約87兆円）、付加価値額（約28兆円）でみても製造業全体の約3割を占め、経済や安定した雇用の重要性を語る上でも欠くことのできない基幹産業である。

(2) 高い競争力を誇る我が国素材産業

我が国の素材産業は、我が国はもちろん、世界のユーザー産業からの厳しい品質要求・価格要求に応える中で、高い競争力を実現してきた。中国等の海外勢との競争が激化しつつあることは確かだが、その上でもなお、多くの製品において、品質、価格、省エネルギー・環境対応等の点において高い競争力を有しており、世界でみても高いシェアを誇る素材が数多く存在する。

(3) 川下産業・国民全般への質の高い素材供給

強い素材産業の存在は、自動車をはじめ我が国産業の高い競争力の基盤となっている。今後、市場拡大が期待される脱炭素関連の製品についても、高品質な素材の存在が最終製品の性能の鍵を握っている。また、国民生活に不可欠な物資の供給を通じて、広く国民全体が素材産業の恩恵を享受している。

(4) サプライチェーン関連産業の共生

素材産業は、サプライチェーンにおける川上・川下双方の産業と相互に依存する形で存在している。

例えば、化学産業であればナフサ製造を行う川上の石油精製産業との関係のほか、下流の誘導體や成形加工等の分野であらゆる産業に素材を提供する裾野の広いサプライチェーンを構築している。鉄鋼産業についても同様に、鋼材の加工産業をはじめ、自動車等の幅広い分野にサプライチェーンを構成している。

また、製鉄所で酸素・窒素を供給する空気分離装置から副生ガスとして得られ、半導体製造に不可欠な希ガスの製造やセメント工場における下水汚泥や一般廃棄物の焼却灰、火力発電所の石炭灰等の産業廃棄物の原料利用のように、その生産工程の存在そのものが、他の産業や地域の経済社会に大きく貢献している事実も見逃してはならない。

Ⅱ. 新・素材産業への変革の方向性

このように我が国産業において重要な位置を占める素材産業であるが、今後もグローバル市場で持続的な成長を実現していくためには、直面する様々な課題を的確に捉え、イノベーションと構造改革に向けた積極的な投資を通じて素材産業自身が新たな素材産業へと大胆に変革を遂げていくことが求められる。変革を遂げていくにあたっては、事業を取り巻く状況を俯瞰した上で、部分最適ではなくサプライチェーン全体で全体最適を追求していく姿勢、諸外国に先駆けるスピード感が必要である。

(1) 素材産業が直面する課題

①中国の存在感の拡大とグローバル競争激化

- ・価格競争が中心となる基礎・汎用品の供給能力が中国を中心に拡張されると同時に、高付加価値品である高級鋼や機能性化学品へのキャッチアップの動きもある中で、産業用電気料金の高止まりなど国内事業環境における競争条件も相俟って、グローバルな競争は近年一層厳しさを増しており、今後もいかに高い国際競争力を維持し続けるかという危機感を持ちつつ、何が真に競争優位にあるかを見極め、事業領域・生産体制等の再編やルール形成を通じた市場確保が求められている。

②内需の減少と外需の拡大

- ・人口減少に加え、ユーザーの海外展開の拡大等を背景に、素材産業にとって、内需は減少している。他方で、グローバル需要は拡大していくことが見込まれている。こうした中で国内外の生産体制を再構築することは必然である。これに加えて、伸びゆくグローバル需要を積極的に取り込んでいく必要がある。

③サプライチェーンの強靱化

- ・近年発生した新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大に伴う操業停止、米国における大寒波による石油・石化プラントの操業停止、中国における電力不足問題、さらには足下のロシア・ウクライナ情勢等に伴い原材料の調達や操業の混乱が頻繁に生じる等、地政学的リスクも踏まえたサプライチェーンの強靱化が一層求められる。
- ・また、資源高・原料高が生じる中で、円滑な価格転嫁を進め、川上から川下まで含めたサプライチェーン全体で増加コストを吸収していく必要性も高まっている。

④2050年カーボンニュートラルに向けた生産プロセス転換

- ・日本のCO₂排出量のうちの約4分の1、製造業のうちの約8割を占める素材産業の脱炭素化に向けては、原料由来・エネルギー由来の二つの排出削減対策が求められる。
- ・原料由来のCO₂対策として、例えば、水素還元製鉄、電炉の活用、アンモニア燃焼型ナフサクラッカー、ケミカルリサイクル、CO₂やバイオマスを原料として利用した炭素循環型の生産プロセスへの転換を図るとともに、エネルギー由来のCO₂対策として、省エネ技術の最大限の導入に加えて、石炭等火力自家発電設備等の燃料転換や、溶解・加熱・圧延等の生産プロセスにおける脱炭素化等をさらに進める必要がある。
- ・こうした脱炭素化・炭素循環化に向けては多額の投資が必要である。研究開発、社会実装に向けた設備導入、自家発電設備の燃料転換、省エネの推進を実行するに

は、主な対応だけでも、例えば、鉄鋼業界では高炉メーカーのみで10兆円規模、化学業界では7.4兆円規模、セメント業界では4.2兆円規模、製紙業界では2.4兆円規模の脱炭素投資が必要となることが見込まれている。さらにこれらに加えて、脱炭素型・炭素循環型の生産プロセスを操業する際のオペレーションやCCUS、水素やアンモニアの供給インフラ整備等にかかる費用が生じることになるが、積極的な投資と確実な回収の確保、これを支えるファイナンス面のサポートが重要な課題である。

⑤ デジタル化の進展と人材確保の困難化

- ・ 生産現場の効率化のみならず、新たな価値創造も含めたビジネスイノベーションに向けデジタル技術をいかに活用できるか、特にプロセス制御などのものづくりとDXが親和性を発揮する分野でいかに活用できるかが今後の競争力を左右する鍵となる。AIやビッグデータを利用した研究開発により、材料開発を加速させるとともに、化学等の産業分野の専門性に加えて、情報科学も活用した情報とのインターフェースを担う人材を確保することが求められている。
- ・ 素材産業にとって、新しい価値を創造するイノベーション人材とともにこれまで世界トップレベルの生産技術を実現してきたノウハウを有する現場人材を将来も確保し続け、有為な人材を国内につなぎとめていくことと、採用した人材の企業による有効な活用を進めていくことが必要であるが、一方で、人口減少に加え、働き方の変化や人材の流動化が進みつつあり、素材産業にとって有為な人材を獲得することが困難になりつつある。このような中で、熟練技能者や先端の研究開発人材など人材の最適なポートフォリオを見直すとともに、我が国素材産業の発展に貢献するような能力を有する外国人材の更なる活用も一つの選択肢となる。

(2) 安定供給の確保

- ・ 競争力強化の観点から量から質への大胆なシフトを図りつつも、足下で生じている安定供給を脅かすサプライチェーン途絶のリスクの高まりを踏まえれば、国民生活や経済社会の運営に不可欠な素材については、収益性に課題があるとしても、サプライチェーン全体を円滑に機能させるために、必要な部素材や製品の安定供給の役割を果たすことや、資源循環を確実にする取組を並行して推進することも必要である。
- ・ その際には、全量を国内生産で追求することは合理的ではなく、国民生活への影響や経済社会における不可欠性を見極め、内外最適立地を原則としつつ、代替供給の確保、備蓄、代替物質開発等の対策を検討するなど、影響の程度や状況に応じた対策を講じることが必要となる。
- ・ また、供給ルートの複線化の観点からは、一定量を国内生産することも視野に入れて具体策を検討していくことが必要とされる。なお、こうした取組を行うにあたっては、単に当該素材を生産する素材産業だけではなく、ユーザー産業も含め川上から川下までサプライチェーン全体で連携して対応していくことが求められる。

(3) 経済安全保障への対処

- ・ 経済安全保障（自律性の向上・優位性ひいては不可欠性の確保）の観点から、国内への安定的な供給を確保すべきと判断される素材・製品については、現時点におけ

る成長性だけをもって単純に判断することなく、国内生産や調達先の複線化、リサイクル、備蓄等の取組を進めていく必要がある。

- ・また、我が国が国際的に技術優位性を保持している素材・製品については、優位性の維持・更なる強化については不可欠性の確保を図ることが必要となる。また、海外における生産拠点の構築や海外への事業の売却は、技術が流出すれば、それが最先端か基盤的な技術であるかに関わらず、競争相手を利し、将来の競争力を失わせる方向に作用しうることには注意が必要である。
- ・そのため、特に、「先端分野」については国内を軸にしたビジネスを基本とし、知的財産戦略のさらなる強化を図り、海外に展開する場合にも、徹底した技術漏洩対策を講じることが求められる。安易な海外進出で技術漏洩をもたらし、結果、競争力を失う事例も多数生じており、これを防ぐためにも、自社の先端素材・製品について、その技術の水準や特質を踏まえた位置付けを明確化し、長期的な視点からその取り扱いに関する戦略を明確化しておくことが重要である。

(4) 生産体制の変革

以下のとおり、前述の経済安全保障への対処で述べた点を踏まえつつ、成熟分野における事業の適正化を進め、新成長分野の創出や市場の獲得を図ることが必要である。

－内外最適立地の徹底追求－

内需が減少する中において、国内生産は内需に応じて規模の適正化を図り、拡大する外需の取り込みを現地生産も含めて積極的に追求することが必要である。また、将来、脱炭素型・炭素循環型の生産プロセスに転換する場合には、投資負担を最小化し、競争力を確保するため、生産プロセスの転換前に徹底した効率化を進めることが必要になるとともに、例えば、水素やゼロエミ電源等の事業条件を踏まえ立地選択がなされることになるため、国内立地のためには水素等が安価で安定的に供給される環境が不可欠である。

－高付加価値品シフト－

中国等海外勢のキャッチアップが進み、汎用品を中心に競争が激化しつつあることや内需の減少等に直面する中で、事業の重点を高付加価値品にシフトしていくことによって、事業全体の収益性を向上させていくことが一層重要となっている。重点を高付加価値品にシフトし、産業競争力を高めていくためにも、先端的な研究開発を促進するとともに、産学連携による人材基盤の強化が求められる。

－事業の新陳代謝サイクル－

高付加価値な製品を持続的に生み出し、高い収益を確保していくためには、イノベーションにより継続的に「先端分野」を創出していくことが必要である。また、市場が拡大していく「成長分野」における優位性を確保するためには、知財戦略の活用、国際的なルールづくり等に積極的に取り組むことも求められる。さらに、他企業の参入が進んだ「成熟・競争分野」においては、大胆な事業再構築を通じて収益性を確保しつつ、その上で市場が縮小・喪失する「自然衰退分野」においては、思い切った撤退戦略も含め事業の新陳代謝を推進するというサイクルを、スピード感を持って継続的に回すことが必要となる。その際、規模の経済やサプライチェーン全体の競争力などを十分考慮し、全体最適を図ることが重要である。

－マザー機能の国内保持－

素材産業の品質水準は、成分組成や結晶構造の作り込みに多くを依存するものであることから、知的財産の重要性のみならず、生産設備等に化体されにくい生産工程における「ノウハウ」こそが素材産業の競争力の源泉である。このため、高付加価値品を持続的に生み出し続けるためには、国内にノウハウが凝縮されたマザー機能（最新情報を収集・解析し、課題への解決策を見だし、新たな付加価値を生み出す機能）を維持し続けることが不可欠である。拠点となる工場に優れた技術・ノウハウを提供する研究開発機能も同様である。

他方で、拡大する外需の取り込みに向けては、我が国からの直接の輸出のみならず、市場の動向に応じて、技術流出の防止を慎重に図りつつ、現地資本と協働した現地生産も含め、積極的に展開していくことが必要である。

(5) 両面作戦のアプローチ

脱炭素化或いは炭素循環化を進めるには、まずは既存の技術等をベースに現在の市場で着実に収益を確保し、将来投資に向けた原資を確保しつつ、並行してカーボンニュートラルを実現する新技術の研究開発、実証、さらに社会実装のための大胆な投資を進め、将来市場を獲得するという両面作戦のアプローチが必要である。

Ⅲ. 政策の方向性

新・素材産業への変革に向けた挑戦を力強く後押しするため、ビジネスイノベーションの促進、2050年カーボンニュートラルに向けたグリーンマテリアル産業への転換、そしてサプライチェーンにおける業界間の連携といった取組を、他国に劣後しないよう国家戦略として総合的な政策支援を実施しつつ、官民で連携しながら推進していくことが必要である。こうした取組を進めるにあたっては、例えばスタートアップ企業の創出・活用など、既存の関係者以外のプレイヤーとの積極的な連携を進めていくことも重要である。今後、以下に示す政策の方向性を、早期に具体化し、PDCAサイクルを回しながら変革を推進していく必要がある。

1. ビジネスイノベーションの促進

(1) 新素材・新需要の創出

①革新素材開発の推進（開発手法刷新・重要素材開発）

- ・製品のニーズ多様化と国際競争の激しさが増す中で、さらなる製造プロセスの高度化と開発期間の短縮化が求められており、従来の技術者の経験やノウハウだけではなく、データ科学を融合させた新素材開発の速度・精度を飛躍的に加速させ、製品や素材の提案力を高めるため、MI（マテリアルズ・インフォマティクス）やPI（プロセス・インフォマティクス）などの手法の確立と社会実装を加速する。併せて、化学品製造の環境負荷低減（省エネ・省廃棄物）と高速・高効率なオンデマンド生産を可能とする、フロー合成技術等の革新的製造プロセスの技術開発や普及も進めていく。
- ・こうした計算科学や革新的な製造プロセスも活用しつつ、例えば、機能性化学品や6G向け電子機器や高性能半導体に必要となる超高性能セラミックス等の性能向上に資する基盤技術開発を進める。さらに、セルロースナノファイバー（CNF）などのCO₂の削減と高機能性を併せ持つ革新素材を活用する技術等の開発を進める。
- ・加えて、従来は活躍が難しかった素材分野においてデジタル化等の進展によりベンチャー企業の活躍の場が広がりつつある中で、それらのベンチャー企業への後押しを通じて、新材料・新技術の社会実装や素材・化学分野での新産業の創出を進める。
- ・また、例えば、EVのキーパーツである電池や高効率モーター等競争力の中核となる部材の性能は、それに用いられる素材の品質水準によって大きく左右されるものである。このため、新たな素材開発をユーザーと一体となり強力に進めていくことは極めて重要であり、予算措置を含む政策支援を検討する。
- ・さらに、アンモニア・水素の利用、電化等による炉の高度化、石油原料を代替するバイオプラスチック製造技術の開発・実証、人工光合成やケミカルリサイクル等における新たな技術方式の開発など、脱炭素化・炭素循環化に資する技術については、グリーンイノベーション基金の活用など政策支援を検討する。

②バイオものづくりの推進

- ・ゲノム合成・編集など合成生物学の発展により、バイオものづくり技術の活用によって、プラスチックやゴムなどの素材をはじめ、あらゆる分野の製品が生み出される時代が現実になりつつある。バイオものづくりは、CO₂を吸収して機能性素材等を生み出す水素細菌をはじめ、地球温暖化、海洋汚染、資源不足など、社会課題の解決と経済成長とを両立できるイノベーションである。国際的な投資競争が激しさを増す

中、バイオものづくりの中核を担うプラットフォーム事業者の育成や生産技術の高度化等に向けた予算措置を含む政策支援の拡充を検討する。

③革新素材創出に向けたサプライチェーン全体での取組

- ・新素材開発に向けて、研究開発から実用化に至るまで、ユーザー産業を巻き込んだ体制を構築するとともに、開発コストについては適正なシェアリングをサプライチェーン全体で進めることが必要である。

④素材産業全体のデジタルトランスフォーメーションの推進

- ・素材産業の競争力強化のためには、デジタルをベースに産業全体を変革していくことが必要である。例えば、前述のMI等も含め、サイバー空間上の仮想世界において物理的な現象や化学反応の予測にも応用することが可能なデジタルツインや第一原理計算等の高度なシミュレーション技術の活用を進めるとともに、AI向けスーパーコンピュータや量子コンピュータといった次世代計算基盤を積極的に活用していくことが必要である。

(2) 事業革新に向けた事業再編・企業間連携の促進

①企業間連携を促進する事業環境の整備

- ・新素材や新プロセスの開発に成功したとしても、これとタイムリーに事業化し、「ビジネスで勝つ」ための体制を構築していくことが重要である。
- ・脱炭素技術等の研究開発、高経年化設備の廃棄、脱炭素型生産プロセスの導入、カーボンニュートラル燃料をはじめとした原燃料の調達など、今後、大規模な投資が求められる中で、追加負担を最小化し、最大限の事業効率を追求した上で、選択と集中による事業の再編・再構築に取り組むことが必要となる。また、カーボンニュートラルへの対応は、一企業での対応では限界もあり、一層効率的に推進するためにも、サプライチェーンを構成する複数企業や企業群で連携した取組が必要である。このため、カーボンニュートラルを見据えた事業革新に取り組む企業間の連携が円滑になされるよう事業環境の整備を図ることは重要な課題である。
- ・欧州では、カーボンニュートラルなどサステナビリティの実現に向けた企業の取組を競争政策上どのように考慮すべきかについて、複数の企業が共同で行う取組がサステナビリティに貢献するケースがあることを念頭に、欧州委員会のみならず域内各国の政府でも検討が行われている。例えば、オランダでは、過去に、複数の企業が複数の石炭火力発電所の閉鎖に関する合意を締結しようとした際、電力価格の上昇に繋がるおそれをもって競争法に抵触するとの判断に至ったことがある。しかしながら、こうした事例が契機となり、オランダ政府は、サステナビリティに関する企業間の合意について競争法の考え方を示したガイドラインの策定に取り組んでいる。
- ・こうした国際的な動きに加えて、日本においても、カーボンニュートラルの実現に向けた生産設備の集約やサプライチェーンのカーボンニュートラルに向けた企業間の大規模な合意など、複数の企業が共同で行う自律的な取組であって、炭素中立の産業構造への転換に資するものについては強く後押しすることが考えられるところ、このような観点から競争政策上の方策など、適切な事業環境整備の在り方について検討する。

②コンビナート・地域間での競争・協調の促進

- ・カーボンニュートラルに向けて関連企業がコンビナート・地域単位で従来以上に取組を進めるためには、企業や自治体間の連携を加速化させ面的一体性を持たせるとともに、コンビナート・地域間での競争・協調を促して取組を加速させることが必要である。
- ・このため、官民で、需要動向など各業界の将来的な見通しも含め、中長期的な視点から意識あわせを行いつつ、各地域のベストプラクティスを創出・共有する官民協議会などの設置を検討する。

(3) サービス事業領域の拡張

- ・我が国素材産業の強みの一つは、製品そのものの品質水準の高さのみならず、例えば、エネルギーマネジメントなど、生産プロセスのエンジニアリング能力の高さにある。今後、グローバルな競争の中で素材産業は、従来のようにものづくりにとどまるだけではなく、これまでに得た知見を活かして脱炭素技術などエンジニアリング技術を提供するプラットフォーマーのような役割を担い、遠隔での操業支援やオペレーション管理など高度技術サービス業へと展開していくことも期待される。このため、我が国の高度な技術を活用したソリューションサービスへの展開についても積極的な支援が求められる。

(4) 現場人材と研究人材の育成強化

- ・事業構想・生産管理・エンジニアリング・研究をはじめとする各領域において、デジタル・グリーンによる大胆な転換を進めていくための担い手の育成強化に向け必要な対応を検討する。また、素材産業において、現場人材・研究人材のそれぞれの育成において進みつつある先進的な取組を業界大で広げていくことも必要である。

<現場人材育成の例>

- 水島コンビナート地域の企業や自治体、大学、商工団体などが参画した協議会を中核として、各社の石油化学プラントのオペレーターやマネージャーなどを対象に、製造現場での実践教育を取り入れた化学工学の基礎・設備の運転・管理、トラブル対応、現場リーダーとしての心得など、企業の自助努力でオペレーター人材を育成するプラットフォームを構築。

<研究人材育成の例>

- 企業が資金を拠出し九州大学内にカーボンニュートラル研究センターを設置。企業が設定したカーボンニュートラルに関する研究テーマについて、10年間、産学のリソースを一体化してイノベーションに取り組む体制を構築。
- 化学産業の業界団体である JACI において、業界内で AI 分析を駆使して MI を実践するための自主的な研修プログラムを設置。各社参加の上、企業横断でのネットワークを構築しつつ、MI 実践人材を育成するプラットフォームとして人材育成を担っている。

- ・脱炭素やデジタルの進展により、雇用創出・喪失の両面の影響が今後見込まれる。選択と集中により企業が新陳代謝を高め、生産性を高めていくためには、企業に求められる知識・スキルを持った者が、必要な分野へ円滑に人材移動していくことが不可欠となる。その際、スタートアップを含めた外部人材の活用、各企業における人材の創出・育成・処遇のあり方の見直し、人材の流動化という視点にも留意が必要である。素材産業における人材は、企業にとっての財産であり、事業環境の変化に対応できる人材の確保に企業がより力をいれるとともに、支援を検討する。

2. グリーンマテリアル産業への転換

(1) 革新的な脱炭素・炭素循環技術の開発

① 研究開発から社会実装までの切れ目ない支援

- ・ 製造プロセスの脱炭素化・炭素循環化に向けて、水素還元製鉄やアンモニア燃焼型ナフサクラッカー、CO₂やバイオマスからの樹脂生産やケミカルリサイクルの促進、人工光合成、さらにはCO₂の分離・回収・利用といった革新的技術の研究開発が不可欠である。また、溶解・加熱・圧延等の生産プロセスにおける脱炭素化にも取り組んでいく必要がある。なお、研究開発を進める際には、生産技術と制御技術の双方の側面からデータを活用して取組を進めていくという視点を持つことも必要である。
- ・ 例えば、EUが研究開発から社会実装まで幅広くかつ大規模に支援する中で、我が国においても、素材産業の国際競争力を維持・強化し、世界をリードしていくためには、こうした民間の積極的な取組を、政府として社会実装に至るまで切れ目無く継続的に、かつ、海外諸国の支援策に劣後しない水準で支援していくことが不可欠である。このため、対象技術の拡大を含め、グリーンイノベーション基金等を通じた研究開発・実証への支援強化を検討する。加えて、社会実装に向けた企業等の取組を後押ししていくための対応を検討する。

② 国際標準化等のルール形成推進

- ・ 脱炭素化・炭素循環化等に向けた新技術の社会実装を着実にいき、国際市場を獲得するためには、それぞれの製品・技術における、標準化をはじめとするルール形成を、経営戦略に位置づけることが不可欠である。よって、水素還元製鉄や人工光合成技術などの将来性のある革新的技術に係る市場の獲得に向け、標準化の取組の強化を進めるべきである。
- ・ その際、国際的なルールづくりに初期段階から関与していくためにも、技術が確立してから標準の獲得に動くのではなく、エンドユーザーなどとも連携する形で早期に検討に着手し、標準化を手がけること、そのための人材・体制を整備することが重要である。そのため、まずは、どのような領域において標準化に取り組むことが有益であるかを特定した上で、官民が連携して、ルール形成の取組を進めていくことが必要である。
- ・ また、CO₂排出量の表示や排出量算定ルールの利用などについて、我が国で認証できる制度の充実も必要である。
- ・ EUにおける炭素国境調整措置（CBAM）や炭素強度に関する議論など、脱炭素への対応が通商ルールの側面から議論される中で、これらの議論に積極的に関与することでグローバルに公平な競争条件を確保していくことが必要である。

(2) 設備投資の促進

① 低炭素化・エネルギー安全保障強化に向けた設備投資促進

- ・ 2030年度にCO₂排出量の46%削減目標の達成に向けた低炭素化及びロシアのウクライナ侵攻に伴い生じるエネルギー制約への対応を含むエネルギー安全保障の強化のため、既存技術をベースとした生産プロセスについて、省エネルギーはもとより、電化やガス転換といったエネルギー転換・燃料転換を進めることが重要である。

- ・また、一足飛びに炭素中立に向かうことができない分野については、着実な低炭素化への取組などの脱炭素への移行（トランジション）を促すことが重要であり、移行段階に必要な技術に対して資金供給するトランジション・ファイナンスの更なる促進のための環境整備を進めていくべきである。
- ・エネルギー設備の転換には、長期間を要するため継続的な支援ができる仕組みが必要となるが、例えば、欧州では、脱炭素に向けた商用化段階の設備投資に対する最大50%の公的支援の実施を表明するといった動きもにらみつつ、我が国においても、こうした取組に対して、予算措置を含む政策支援を検討する。

②生産プロセスの革新・転換に向けた実装促進

- ・同様に、脱炭素化・炭素循環化に向けた革新技術の研究開発の成果を社会実装するため、高経年化設備を廃棄し、大規模かつ長期的な設備投資を計画的に実行することを促進するため、予算措置を含む政策支援を検討する。

(3) オペレーションコストへの対応

① 産業用電気料金の抑制

- ・我が国の電気料金は、東日本大震災後、原発停止に伴う火力の焚き増しと再エネ賦課金の拡大等を背景に上昇。再エネ賦課金は2030年代前半にピークアウトすることが見込まれるものの、足下では、特に産業用電気料金は震災前に比べて3割増の水準で高止まっている。他方で、例えば、ドイツの家庭用電気料金や全体的な産業用電気料金は日本よりも高い水準にあるが、一部の電力多消費産業においては減免措置が講じられている。我が国の産業用電気料金は国際的に見ても高い水準となっており、産業の国際競争力上の課題である。
- ・また、再生可能エネルギーの導入拡大に関して、再エネ賦課金が産業界の負担となっているとの声もあることから、今後、国際競争力維持と持続的な再エネ拡大を両立するため、産業競争力に資する再エネ調達のあるり方について、多様な手法の検討が必要ではないか。例えば、需要家主導の再エネ調達の取組を支援していくことや自家消費型の導入推進など多様化のあるり方も含めて検討していくことが必要ではないか。
- ・こうしたことを踏まえ、再エネ・原子力・火力（天然ガス、石炭、石油）を3E+Sの観点からバランスよく組み合わせた2030年エネルギーミックスを実現し、エネルギーコストを抑制するとともに将来に渡る電力安定供給体制を整備すること等により、我が国産業の置かれる事業環境が、国際的にイコールフットイングとなる競争環境を確保することが産業の競争力の維持・発展に向けて重要な政策課題である。日本の電気料金を抑制していく方策等を含めて検討を進めていく必要がある。

②十分な量のゼロエミッション電気・水素・アンモニアの安価で安定した供給体制の構築

- ・生産プロセスの脱炭素化・炭素循環化を実現するためには、革新技術の研究開発や設備投資を行うだけでなく、脱炭素型の生産プロセスの操業に必要な水素、アンモニア、ゼロエミッション電源等を十分にかつ低コストで供給していくことが必要である。例えば、水素還元製鉄プロセスにおいて石炭を用いた従来製法と等価となる水素価格の水準が一定の前提の下では8円/m³となるとの試算もある中で、水素製造設

備や供給インフラの整備など官民で水素供給システムの構築に取り組むとともに、水素利用の在り方を関係業界が連携して具体的に検討することが必要である。

③CCUSの実現に向けた官民の取組

- ・ 素材産業において、今後、脱炭素・炭素循環型の生産技術の開発が進められていくが、一方で、炭素排出を完全にゼロとするのは短期的には現実的ではなく、CCUとCCS（CCUS）の実現は不可欠である。
- ・ CCUSについては、技術開発、利用や貯留する拠点の開発、オペレーションコストの低コスト化、事業環境整備など、実現に向けた課題は多い中で、産業界サイドの主体的な取組を前提としつつも、CCU及びCCSそれぞれの事業の性質に応じて、官民が連携し、事業環境整備や支援措置を含めた政府としての関与のあり方などを含めたロードマップを具体化し実行していくことが必要である。

（４）グリーンマテリアル市場の創出と脱炭素投資回収メカニズムの構築

①環境価値の評価

- ・ グリーンマテリアル（従来の製品よりCO₂排出量などが実質的に大幅に削減されたもの）の普及のためには、革新的技術の開発と社会実装が前提であるが、同時に、サプライチェーン全体でのCO₂削減や、市場創出に向けた環境整備も進めておくことが求められている。
- ・ グリーンマテリアルの市場創出のためには、グリーンマテリアルが持つ環境価値が適切に評価されることが必要である。そのためには、CO₂排出量などの環境指標を計測する手法について、国際標準化も含めて共通化を進めていくとともに、デジタル技術も活用しながら、その環境価値を需要家に共有するための仕組みも必要である。例えば、経済産業省が2022年2月に公表した「GXリーグ基本構想」においては、GXリーグ参画企業によるサプライチェーン全体での削減に向けた取組に加えて、カーボンニュートラル時代の市場創出に向けたルールメイキングを進めるとされており、このGXリーグにおける取組も、環境価値を需要家に共有するための仕組みを議論する場として活用すべきではないか。
- ・ 加えて、グリーンマテリアルの市場を早期に創出していくためには、需要を確保することが重要である。例えば、「GXリーグ基本構想」において、参画企業に対してグリーン製品の積極・優先購入等により市場のグリーン化を牽引することが求められているほか、政府による公共調達も重要な役割を果たすことが期待されている。グリーンマテリアルの製品が市場に投入されるタイミングにおいて、グリーンマテリアルの市場創出に官民が連携して取り組んでいくことが必要である。
- ・ また、グリーンマテリアルの市場は、国内のみならず世界的なものであることから、産業の脱炭素化・炭素循環化に関連する国際的な議論に主体的に参画するとともに、アジアにおける脱炭素・炭素循環のトランジションを支援し、実質的な排出削減に貢献していくべきである。

②排出削減の取組の積極的評価と活用メカニズム

- ・ グリーンマテリアルの生産プロセスの開発・実装には、中長期的な期間を要する一方で、一部の先進的な需要家からはグリーンマテリアルのニーズが既に出始めている。
- ・ 素材メーカーにおいては、こうした需要家のニーズに応えるべく、省エネ・低炭素技術の最大導入を進めるとともに、カーボン・クレジットを活用して排出量をオフセット（相殺）することで、早期にグリーンマテリアルを市場に供給することも期待され

る。その際、需要家に対する透明性確保の観点から、「カーボン・クレジット・レポート（案）」（2022年3月経済産業省公表）を踏まえた情報開示を進めることが重要である。

- ・また、カーボン・クレジットについては、市場で流通しているものに加えて、一部の海外企業においては、自社における排出削減の取組によって生じた削減分を用いている事例も存在しており、今後、我が国企業においても、同様の取組が進むことが想定される。
- ・こうした取組は、実際の排出削減に基づくという特徴を有しているが、世間的に十分認知されてはいないことから、その活用にあたっては、特に十分な情報開示を進めるとともに、排出量が確実にオフセットされていることを第三者により認証を受けることも必要である。

③脱炭素等のカーボンニュートラル化投資の回収と需要家に求められる対応

- ・グリーン材料は、製品品質や機能面においては従来の製品と変わらない一方で、素材メーカーは、排出削減のための投資を行うほか、オペレーション費用も今後増加していく見込みであることから、これらの費用を製品価格に上乗せして回収する必要がある。素材メーカーが回収した費用を活用し、更なる低炭素投資に取り組むことで、素材メーカーと需要家が連携して脱炭素に向けた好循環を生み出していくことが可能となる。需要家においては、このような趣旨を十分に理解した上で、グリーン材料の調達に積極的に取り組むことが求められる。
- ・また、研究開発費や設備投資費、オペレーションコストの増加などにより、今後、グリーン材料に関するコストが、従来品に比べて増加することが見込まれる。こうした中で、グリーン材料の価格交渉においては、増加コストの回収、環境価値の適切な評価・反映等の観点から、「私的独占の禁止及び公正取引の確保に関する法律」（独占禁止法）の優越的地位の濫用や「下請代金支払遅延等防止法」（下請法）も踏まえて、適切に対応していくことが求められる。
- ・これらを含め脱炭素に向けた研究開発や設備投資等の費用が適切な形で回収されていく脱炭素投資の回収メカニズムが、素材産業及びグリーン材料の価値を認めそれを享受する受益者全体で構築されることが必要である。

3. サプライチェーンにおける業界間連携

（1）安定供給体制の強化

- ・新型コロナウイルス感染症の世界的な感染拡大、中国における電力不足問題、ロシア・ウクライナ情勢など国内外の情勢を受けて、原燃料の高騰・調達不安定化、内外での生産・流通の停滞といった事態が頻繁に生じている。このような中で、川上企業が供給責任を果たすのは当然ながら、それだけでは供給を維持できないほどの急激な外的要因による変化が生じる事例が多発しており、このような状況にあっては、安定供給の確保に向けて、ユーザー企業も含め、川上から川下に至るサプライチェーン全体で、対策を検討しておくことが必要である。
- ・特に、素材産業はデジタル化、グリーン化という2つの重要な政策の柱を支える要石であり、経済安全保障への対処を踏まえつつ、業種を超えたサプライチェーンの強化を図っていくことが必要である。
- ・具体的には、調達先の多様化、備蓄の推進、省資源・代替技術開発、リサイクルの拡大やリサイクルを念頭においた製品設計の容易化、さらには一定量の国内生産能力の

確保等について、川上から川下までサプライチェーンにおける関連企業全体で連携し、コストシェアリングも含めて対応することが一層重要となっていることを踏まえ、民間企業における取組と併せて政策支援の検討を行う。

(2) 資源循環経済（サーキュラーエコノミー）への転換

- ・ 環境負荷の低減に加え、カーボンニュートラルや資源リスクの顕在化といった近年の国際的な動きを踏まえれば、以前の大量生産／大量消費／大量廃棄というモデル、現在の部分的なリサイクルモデルから一歩踏み込んで、リユース・リデュースなどの取組も含め使用済みの製品や部素材を貴重な資源と評価し、バリューチェーン全体で循環的に活用して廃棄物を極小化するなどあらゆる段階で資源の効率的・循環的な利用を図りつつ、付加価値の最大化を図る経済、すなわち「資源循環経済」（サーキュラーエコノミー）へ転換していくことが一層求められている。
- ・ 生産、流通、消費、回収・廃棄、再生利用といったプロセスごとのステークホルダー全体が、システムとして有機的に結合し、モノ・サービスに留まらず価値を循環させていくためには、各々のステークホルダーをつなぐリサイクルプロセスの設計・構築や、生産段階において、再生材・バイオ由来資源等の活用拡大、歩留まり率の向上、環境配慮型設計・デザイン（軽量化、易解体設計、モジュール化等）の採用などを促進するとともに、流通、消費、回収・廃棄といった各段階においても、国内での資源循環が促進されるよう、流通、消費、回収・廃棄といった各段階のプロセスの設計・構築を含め、全体最適な資源循環システムを強靱化する必要がある。
- ・ こうした中で、例えば、①化学産業においては、廃棄物を化学原料として再生利用するケミカルリサイクルの技術確立・実用化のほか、個々の企業の取組や、例えば、多様なプレイヤーから成るCLOMAなどの、サプライチェーン全体で資源循環を促す社会システムの構築に向けた取組を、②鉄鋼産業においては、鉄スクラップの国内有効活用の促進、不純物除去等の技術開発・実用化等の取組に加え、従来スラグとして処理されていたレアメタル等の希少資源の有効活用拡大に向けた取組を、③アルミ産業においては、アルミススクラップを自動車の車体等にも使用可能な素材へとアップグレードする技術開発・実用化等の取組を、④さらには、今後の需要拡大が見込まれている電池材料（ニッケル、コバルト、リチウム等）やアルミニウム等の軽量材料の再生利用拡大等の取組を加速化させるための具体的な方策を検討する。

(3) 業界・企業の枠を超えたデジタルトランスフォーメーション（DX）

- ・ 川上から川下までの連携した取組をより効率的かつ高度に進めるためには、サプライチェーン全体でのデータ共有やデジタル技術を活用した付加価値向上の取組を進めることが必要である。その際、単にDXというツールにとらわれるのではなく、既存の生産プロセスやサプライチェーンの徹底した見直し・効率化に加えて、新たな付加価値創造、サービスの創出といった視点が重要である。
- ・ このため、素材産業においては、例えば、①ユーザーと一体となったマテリアルズ・インフォマティクスによる新材料の研究開発、②受注・生産・流通・回収といったプロセス一体型のマテリアルフローマネジメント、③スコープ1、2、3トータルでのCO₂排出マネジメント、④廃棄物のマテリアルフローを踏まえたリサイクルの実践の仕組みの構築 等のデジタル活用のあり方について、先進的な取組を参考としつつ、業界や企業の枠を超えた取組を進めていく必要がある。

以上