

経済産業分野におけるトランジション・ファイナンス推進のための
ロードマップ策定検討会（第2回）
議事要旨

1. 日時：令和3年8月24日（金）12:00～14:00
2. 場所：Web会議
3. 出席委員

○委員

秋元座長（RITE システム研究グループ）、押田委員（マニユライフ・インベストメント・マネジメント株式会社）、梶原委員（株式会社日本格付研究所）、関根委員（早稲田大学 理工学術院）、高村委員（東京大学 未来ビジョン研究センター）、竹ヶ原委員（株式会社日本政策投資銀行）、松橋委員（東京大学大学院 工学系研究科）、亀山委員（東京農工大学）、手塚委員（日本鉄鋼連盟） ※林委員はご欠席・コメントを事務局より代読

4. 議題：

- （1）開会
- （2）「トランジション・ファイナンス」に関する鉄鋼分野におけるロードマップ（案）について
- （3）閉会

5. 議事内容：

議事（1）開会

経済産業省産業技術環境局 梶川環境経済室長

- 前回、ロードマップの基本的な考え方をご議論頂いた。国際的に発信していく上での科学的根拠の重要性に加え、地域性や産業特性によってトランジションの経路は異なるという点について、今回は、鉄鋼分野のロードマップ案を基にご議論頂きたい。
- ロードマップの策定と合わせてモデル事例の審査も進めており、海運分野でボンドとローンの2事例を選定済み。ボンドは市場でも評価が高く、ロードマップへの期待も高い。
- 産業界の実情を踏まえつつ、国際的にも理解頂けるようなロードマップを作っていく。
- 鉄鋼分野については、簡単には排出削減が難しい分野。化学も含めた素材産業、さらにエネルギー業界について、国際動向を踏まえながら、日本の産業競争力に資するロードマップを作っていく。
- これから議論する中身は各分野の雛型になっていくと考えている。あらゆる論点を出していただき、日本の脱炭素に向けた姿勢が伝わるようなロードマップになることが重要。本日は忌憚のないご意見を頂きたい。

経済産業省製造産業局 松野金属課長

- 鉄鋼分野のCO₂排出量は大きい、自動車・建築等様々な産業を支える基礎的素材であり、重要な産業。成長に資する形で温暖化を乗り越えていかなければならない。

議事（２）「トランジション・ファイナンス」に関する鉄鋼分野におけるロードマップ（案）

- 事務局（経済産業省 製造産業局金属課、産業技術環境局環境経済室）より資料４の説明が行われた後、以下の討議がなされた。
- 高品質な鉄鉱石から少量生産しており、天然ガスによる直接還元鉄（DRI）も既に導入している欧州と比べ、必ずしも高品質ではない鉄鉱石から大量生産している東アジアでは状況が大きく異なる点を考慮頂きたい。
- 日本の高炉のエネルギー効率は非常に高いため、削減幅については他国との単純比較はできない点は留意頂きたい。
- パリ協定の整合に関しては、日本では 2030 年までは省エネ技術によりゆるやかな削減、2040 年までは COURSE50 等によるゆるやかな削減、2050 年にかけては水素還元製鉄等により大幅な削減が進むことをしっかり説明頂きたい。
- 電炉における不純物除去は、直接還元炉の後にスラグ除去のために設ける電気炉のことか、スクラップ総量の増加に伴い不純物が混ざったスクラップを高品位鋼材に利用するため不純物を除去するということか。
- ThyssenKrupp が 2024 年に新しい直接還元炉を入れるとのことだが、日本は国内で鉄鋼生産量が増えない中で、既存の高炉を活用しなければ、経営上苦しいのではないか。
- COURSE50 での所内水素利用は本質的な CO2 削減にはならず、グリーン水素に転換していく必要がある。所内水素を利用している限りカーボンニュートラルを目指すことが伝わりにくいのではないか。また、経済性が課題である点は認識している。鉄鋼業では水素が 8～10 円/Nm3 でないと経済性が成立しないと聞いているが、このような話を鉄鋼業ではどう考えているのか。
- 過渡的には CCUS も考える必要があるが、どのように使うことを想定しているか。海外に輸送して貯蔵することも考えているか。ガス事業のカーボンニュートラルメタンで過渡的に鉄鋼由来の CO2 を使うなど、他産業との複合的なトランジションも考えているのか、構想を伺いたい。

事務局

- 電炉については、直接還元後の電炉活用とスクラップからの鉄鋼製品製造の両方を念頭に置いて議論している。
- 国内での直接還元の大規模投資について、具体的な投資計画はないが、企業と話をする中で、水素直接還元のアプローチが有用と聞いており、各企業において研究開発も進められている。
- COURSE50 については、資料 4 p.21 に記載の通り 2030 年手前から所内水素を活用するが、2040 年過ぎから外部水素も活用していくことを想定している。水素のコストは課題であり、水素インフラ全体とも連携していく必要がある。
- 電炉で高級鋼を作る際には、スクラップと還元鉄をブレンドしていくアプローチもある。いずれにしても不純物除去が電炉プロセスで高機能鋼材を作る際の大きな課題となる。現在検討している除去

方法は、炉内で除去する方法と、炉外精錬で除去する方法があり、二段構えで技術開発を進めて行く。

- 国内での直接還元の可能性についてのご質問だが、天然ガスを使った DRI による製鉄が世界で 1 億トンくらいあるが、北米または中南米の天然ガス産出地域が中心。日本は LNG を輸入しており天然ガスのコストが産出地域と比較して倍以上となるため、天然ガス還元炉を日本で作るというオプションは経済的に成立しない。ドイツでは、ロシアからパイプライン天然ガスを比較的安価かつ潤沢に調達できるため、天然ガス還元炉をまず作り、段階的に水素割合を増やしていくアプローチに合理性がある。経済的かつ潤沢に天然ガスを調達できない中で水素直接還元を進めることは難しく、部分的に天然ガスを利用しつつ、水素還元技術を開発していくアプローチを取らざるを得ない。
- 水素活用については、鉄鋼業で使える規模の水素供給インフラが国内に存在しないことが最大の課題である。まずはコークス炉のオフガスに含まれる水素を分離して COURSE50 高炉に活用し 1 割削減を実現し、国の水素戦略に従い水素供給インフラが整ってきた後、外部水素を入れて部分水素還元製鉄を行い、削減率を 2～3 割に高めていくというストーリーである。
- CCUS については、分離回収した CO₂ をメタンにして高炉の還元剤として利用する、カーボンリサイクル高炉の概念を JFE スチールが提唱している。また、CO₂ を CCU プロセスでエタノール等の化学品原料として、他業界におけるカーボンリサイクル原料として使ってもらおうという形も検討している。
- 本ロードマップは鉄鋼産業の内部で起こる CO₂ 削減が対象になっているが、他産業での取り組みについて注記いただいても良いかもしれない。
- 本質的な削減に繋がる技術が当面は難しいという状況は理解した。
- COURSE50 とフェロコークスの技術開発は計画通りに進捗している。フェロコークスは 2022 年から実際の炉の投入を始める予定。COURSE50 は高炉での 10%削減を実験炉で確認済みであり、水素投入量を増加しようとしている。GI 基金でも予算が付く予定。フェロコークスで 10%の削減、COURSE50 では CO₂ 回収も含めて 30%削減が見えている。
- ただし、これらの計画は 2050 年 80%削減を目標にしていた頃のものであり、2050 年カーボンニュートラルを目指すうえでは見直しの検討も必要になる。
- CO₂ 回収技術は 2000 円/トンと安いと安いため、製鉄業は最も多くの炭素を供給できる産業と捉えることもできる。CCU 技術と組み合わせることで、他産業との連携により、低コストでの CO₂ 削減を実現できる可能性もある。本日は鉄鋼の議論と理解しているが、他産業との連携も分かった方が、製鉄業の投資に加え、他産業への投資も進むのではないか。
- 日本では現在再エネ水素と CO₂ からメタンを製造する技術が開発中であり、化石燃料のメタンに頼らない直接還元製鉄の姿を示せるのではないか。関連する技術についても記載することで、投資家が興味を持つのではないか。
- 国内で鉄鋼生産が増えない中で、アジアにおける鉄鋼需要が増えるため、日本で開発した CO₂ フリー製鉄技術をアジアで普及させることも念頭におきつつ、ロードマップを作成できると良いのではないか。

- トランジション・ファイナンスへの関心が強まっているという話があったが、あえてトランジションラベルを付けたい金融機関が増えていることは、金融機関が産業界のネットゼロへの移行を支えたいということの現れだと思う。
- 2050年ネットゼロを目指すうえで2030年に対して意欲的な目標・戦略を示し、それを金融機関が評価してファイナンスに繋げていくために、金融機関が企業の戦略を正しく評価していくことが必要。その際、複線的で幅のある技術に科学的根拠を交えて説明していくことが重要。
- 科学的根拠の裏付けについて、本ロードマップはIPCC、IEA、SBTiと比較した日本独自のパスを示すというものではないと理解。日本の多排出産業が持っている固有のポテンシャルを示し、既存の権威あるシナリオの補正材料として技術に立脚しジャパンストーリーを作ることが、本ロードマップの意義ではないか。
- このロードマップで想定する技術が実装されていけば、SBTi等とは異なるパスとなるが、最後にはカーボンニュートラルに到達するということをエッセンスだけでも書いておくと、ロードマップの位置づけがクリアになる。金融機関として活用できると考えている。金融が2050年に向けてイノベーションを後押しする観点でトランジション・ファイナンスに取り組むのであれば、上記のような位置づけを明確化することによりロードマップを活用できるようになる。
- 様々な技術を国際的なイニシアチブと比較してまとめて頂いたことは、投資家としてもエンカレッジされる。自分たちの投資がどのような影響を与えるか理解できる。非常に有意義なロードマップ。
- 海外投資家の視点として、日本と海外の状況が異なっている点として、日本の高効率な高炉の良さが理解しにくく、電炉が良いのではと思われてしまう可能性がある。アジアで日本の鉄鋼メーカーが展開する際に、その技術を使ってみたいと思われるような情報を補足できると良いのではないか。
- トランジションの観点からは、資料4 p.5に記載の個別製品も重要だが、資料4 p.7にあるような年間5億トンのグリーンSteel市場が将来想定される中で、そうした製品をどのように面で展開していくかが重要ではないか。その際、鉄鋼連盟のこれまでの取組が、製品の貢献という観点で世界に先行するものであると示せるとよいのではないか。特に、リサイクル性やScope 3等の観点（削減貢献）を表現できるとよいのではないか。
- 海外投資家は個社を見るが、鉄連のような業界での取り組みを理解しにくいので、補足されると良いのではないか。日本では業界全体で技術開発に取り組んでおり、個人的には素晴らしいと思うが、外国人には理解されにくい可能性がある。
- 競争力の維持について、投資家としてはトランジション・ファイナンスを実行するにあたり、個社の野心性と実現可能性・信頼性を評価した上で、投資として儲かるかどうかを見ている。儲かるかどうかは、特に野心性と実現可能性が直接関わる。誰もできないことを誰よりも早く安くやるといったことが理解できるような取組が伝わるかが重要。
- 投資家にとっては各技術にどのくらいのコストがかかり、リターンをどのくらい得られるかが最終的な決め手になるので、今後ロードマップの見直しを行う中で、コストの試算なども出していただけるとさらに使

い勝手が良くなるのではないか。

- 本ロードマップの位置づけとして、投資家が参照して資金を付けることが一番の目的だと思う。脱炭素に向けたファイナンスを付けるために必要な情報が盛り込まれていることが重要。
- 技術見通しに幅がある場合、その幅をしっかりと書いた方が良いのではないか。例えば、水素還元製鉄について、GI基金とIEAでは導入タイミングに差があるのであれば、両方の導入年を示した上で、なぜ違いが生じるのか、その理由を示すことが有用ではないか。日本で水素還元製鉄の導入時期が40年代となっている理由は、商業ベースでの水素供給インフラの構築も考慮しているからだと理解している。水素の大規模供給が早まれば水素還元製鉄の導入時期も早まるということであり、こうした補足を示すことは政策的な意味がある他、投資家が鉄鋼分野のトランジションを見る上で有用な情報になるのではないか。日本の地域性・特殊性として抽象化するよりも、なぜ技術見通しに違いが生じるかなどは丁寧に説明することが重要だと思う。
- 各技術について、想定される技術開発コストの概算値や経済性に関する情報を付記した方が良いのではないか。地域によって技術の経済性が異なるという話があったが、それにつながるものである。確定的でなくても、オーダー感が分かると良い。
- 日本企業であっても海外で操業するケースもあり、本ロードマップをアジアの国々に展開することもあり得る。中国等では国が支援して技術開発をしている。中国等が技術の汎用化を進めていくと、日本企業は国内事情だけでなく、競合相手のスピード感に合わせた取り組みが、資金調達の観点だけでなく産業にとって必要である。国際競争にさらされている部門について、諸外国の脱炭素化技術との競争性あるいは対応する速度感をロードマップにどう織り込むかという視点も必要ではないか。
- 鉄鋼業の背景について、他産業貢献と自らの排出量削減の二本立てであるということが重要。ロードマップは自社生産プロセスにおける削減取組に焦点が当たると思うが、前段として脱炭素に貢献する鉄鋼製品が最終製品のCO₂削減にどの程度貢献しているかを定量的に示すことで、他産業の脱炭素化を助ける鉄鋼の位置づけが明確化できるのではないか。
- EUでは自産業の排出量を削減させるアプローチだが、日本はScope 3での削減貢献を促していくことでポジティブな面を示すことができるのではないか。これは経済性の議論にも繋がる。新技術導入に対するファイナンスを民間資金で行う場合、リターンがマストになる。長期的に商業ベースに載せられる技術でも、2030年までに商業化できるものが無いとすると、個別技術の経済性を論じることは難しく、鉄鋼業は全体としてリターンを上げながら技術開発に取り組んでいくこととなる。鉄鋼業全体としてのリターンを表現してもらえると、ファイナンスする側としてもリターンをとらえやすくなるのではないか。
- 鉄鋼業では2040年以降に低炭素技術の実装化の多くが予定されていることを勘案すると、2030年の目標が国の目標を下回ることもやむを得ないと思われる。
- トランジション・ファイナンスは資金用途が大きな事業転換やイノベーションを含まないといけないようにマーケットで受け止められている感がある。2050年のカーボンニュートラルまでの道筋に事業転換・イ

ノバージョンが当然含まれている必要があるものの、2030 年までのある期間を区切って資金調達する場合、そこにおいては地道な削減取組だけでもトランジション・ファイナンスとして支援され得るということ、ロードマップの考え方の中で市場に発信できるといいと思う。

- トランジションのロードマップとして、この技術が全てで良いのか。特に、フェロコークスは長らく研究されてきており、鉄鉱石とコークスがタイトに接触することで還元効率が良くなるものだが、本質的にコークスに依存していくシナリオがベースになっている。2050 年カーボンニュートラルを考える際には、化石資源からの脱却を想定しなければ、オフセットや CCUS だけでは厳しい。原料炭に依存し続ける限り、ESG 投資は呼び込めない。先に中国がグリーンスチールを作ってしまうと、マーケットを取られてしまうのでは。ご意見頂きたい。
- 化石資源からの脱却というご意見について、現時点においてはもっともだが、次の選択の可能性もあることを示すことが本ロードマップの意義でもあると思う。石炭を使う産業を一律に否定する議論に対し、日本の技術を使えば低品位な石炭から高品位な鉄鋼を作ることができ、かつ CO₂ を出さない製鉄に移行していくこともできる可能性がある、という選択肢を示すのもこのロードマップの役割ではないか。
- 資料 4 P.21 にスクラップ活用という記載があり、高炉転炉法でもスクラップを活用して高級鋼を作り続ける技術はあるが、p.19 の表に記載されていないので、入れて欲しい。
- P.24 の下から 2 ポツ目について、先ほど Scope 3 の貢献量の話もあったが、その通りだと思っている。炭素を使わずに鉄を作る技術で高級鋼を作れるようになるのは、2030 年や 2040 年よりも後になるとみている。それまでの間をどうつないでいけるかが大きなテーマであり、トランジションの世界。そこで貢献できるのは EV 向けの電磁鋼板や高張力鋼板、風力発電用モノパイル鋼材などのエコプロダクツであり、これらは高炉を使って製造する必要のある高機能鋼材である。これらの鋼材を増産するための設備投資が、向こう 10 年では重要になってくる。この分野で諸外国とも差別化していける。エコプロダクツを作り続けるためのファイナンスが手に入ることが、我々としてのトランジション・ファイナンスへの大きな期待。それが可能になるような記述を資料の中に記載頂きたい。
- パリ協定との整合性について、最初の 20 年間は大規模な技術開発を行いながらフェロコークスを含めた着実なトランジションを進めることになるが、こうした足元の着実な取組みをしないと 2040 年までグラフが横ばいになってしまう。また、脱炭素技術が完成した後、大規模な導入を進めるための自己資金を積み上げる必要もあり、最初の 20 年間はそのため期間でもある。こうした各期間の持つ意味も明示的に記載した方が良いのではないか。
- 日本政府が作るロードマップは鉄鋼業界の取り組みに国際的な整合性を与えてもらえるものだと思っており、国際的な場で金融機関に対してしっかり打ち出して頂きたい。官民一体でこのプロセスを進める体制にしていいただければと思う。
- 製品における削減貢献の話があったが、基本方針の中でもサプライチェーンにおける貢献に言及され

ていたので、取り上げて欲しい。

経済産業省産業技術環境局 梶川環境経済室長

- 他産業との連携について、まず 7 分野それぞれのロードマップを策定することが最初のステップと考えている。今後作業を進めて行く中で、他分野連携が共通のトピックとして挙がってくる可能性もあるため、まずは鉄鋼分野に集中しつつ、他分野の議論も踏まえて検討していきたい。
- アジアを想定し、日本の優位性を発信すべきという趣旨のご意見があったが、エネルギー分野のトランジションをアジアで進めていく際に本検討会で策定するトランジションロードマップを提供していくということも考えている。
- 技術に対する投資規模や経済性を参考値で出せないか、というご意見については、この段階で投資規模を明確に書けるかは課題があり、期待に応えられるかは分からないが、そのような論点があったことは認識しておきたい。

経済産業省製造産業局 松野金属課長

- 本日のご指摘を踏まえて引き続き検討したい。
- 中国等との競争の中でどう考えるかという点について、研究開発や技術導入、既存技術の除却・廃棄等の様々な取組が必要なので、幅広く様々な取組を促していければと考えている。

秋元座長

- 日本はこれまで世界最高効率の製鉄技術を確立してきたため、残りの削減幅が小さい中で、カーボンニュートラル技術の確立に向けた繋ぎの期間に着実に CO2 を削減していくことを国際的にどう説明していくかがロードマップ策定において重要だと認識した。
- 他方、民間投資である以上はリターン観点の重要というご指摘を頂いた。今後他分野のロードマップ策定を進めていく上でも参考にしたい。
- 本日の議論を踏まえ、次回完成版の議論を頂きたい。

議事（3）閉会

以上

産業技術環境局 環境経済室

電話：03-3501-1770

FAX：03-3501-7697