

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8回）
議事要旨

1. 日時：令和4年3月11日（金）10:00～12:00
2. 場所：Web 会議
3. 出席委員

常任委員：

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）、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）、関根委員（早稲田大学 理工学術院）※ご欠席のため代読

専門委員：

<紙パルプ分野>

磯貝委員（東京大学）、内村委員（愛媛大学）、松原委員（日本製紙連合会）

<セメント分野>

赤松委員（大阪大学大学院工学研究科）、北村委員（セメント協会）、坂井委員（東京工業大学）

4. 議題：

- （1） 開会
- （2） 「トランジション・ファイナンス」に関するセメント分野におけるロードマップ（案）
- （3） 「トランジション・ファイナンス」に関する紙パルプ分野におけるロードマップ（案）
- （4） 閉会

5. 議事内容：

議事（1）開会

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

- 素材産業課 吉村課長より資料4の説明が行われた後、以下の討議がなされ、修正事項については座長預かりとして、本ロードマップは承認された。
- ロードマップについて、前回検討会からの意見を修正しており問題ない。
- 昨今の状況を踏まえると、国際的に天然ガスへの転換が遅れる可能性も考えておく必要がある。
- 前回からの質問に丁寧に対応している。

- 海外の文献も確認したが、本ロードマップと同じ方向性であった。ドイツ環境省も 2050 年カーボンニュートラルに向けた経路を描いているが、本ロードマップと同様、短期的にはゆるやかな経路であり、技術革新の後急激に排出削減が進むと示されている。非常に納得感がある。
- P27 に排出原単位の推移が記載されているが、日本のものと考えてよい。海外ではセメント 1 トンあたりの CO₂ 排出について、日本は 760 kg 程度、EU でも 600-70 kg という数字がある。日本の排出係数は海外と比べ高いと認識しているが、P 27 に記載の係数は小さい。この点について説明してほしい。
- 海外ではセメント 1t あたりの排出係数として、0.45t 程度を指標とするものもあり、比較が難しい部分がある。
- 吉村課長
 - 日本ではクリンカ比率が高く、1t あたりのセメントに使用する石灰石の量が多いため、条件をそろえて比較した場合、日本の CO₂ 排出係数は海外よりも高くなる。日本で利用されるセメントのクリンカ比率について、規格自体は平均から少し高い程度であるが、実態としてゼネコンは規格以上の水準を求めており、結果として強度と耐久性があるセメントが使われている。また、P 27 における排出係数はエネルギー由来のもので、前述のプロセス由来の排出を含めておらず、全体の 4 割程度である。
- 秋元座長
 - RITE でもエネルギー効率の国際比較を行っている。
 - 日本はクリンカ比率が高い一方、クリンカベースの省エネ効率は世界的に最高水準。クリンカベースかセメントベースか、省エネ等のエネルギー効率か CO₂ 排出量かなど、比較の方法で見え方が大きく異なる。
- 全体的によくまとめられており、特に P24,32 の記載がわかりやすくなったと感じた。
- 論点が多岐にわたっているため、視点が分散してしまいストーリーが伝わりにくくなる点が懸念される。地震が多いためクリンカ比率が高いこと、廃棄物の引き受けという役割を果たしていること、BAT に加えトランジションフェーズでも必要な取り組みが多いことなどのファクトを示しつつ、トランジション段階から建設資材のリサイクル等に接続するなど、セクターを超えた取組で大きな役割を果たすことができ、プロセス由来の排出を削減によるカーボンニュートラルの取組と循環経済の構築というインパクトを同時追求できるポテンシャルがあることなどメッセージ性をもって訴えられれば良いと考える。
- 丁寧にまとめられているが、P24・25 に記載されているような本質論が重要である。石灰石を利用する以上は CO₂ が排出される。コンクリートからセメントをクリンカとして再生する取組がうまく進めば、パラダイム転換でカーボンニュートラルに向かう道筋となるだろう。一方、コストの増加は問題となるため、排出削減によるクレジットの利用なども含め、対応を検討してほしい。

- 昨今の状況を踏まえれば、天然ガスへの燃料転換は、エネルギーセキュリティー上難しいのではない
か。
- キルンからの CO2 回収について、既存の回収技術では、廃棄物燃焼時の塩素等が問題になると
考えている。どのような技術を想定しているか。
- 脱炭素に向けた技術的な課題をまとめて頂き、初見の投資家でもわかりやすい。また、市場のポテ
ンシャルや経済的・社会的な意義も記載されており、セメント産業のサステナブルな成長を期待でき
る資料となっている。
- 今後の課題として二点指摘したい。まず一点、海外投資家の目線として BAT 利用を強く求める傾
向があり、地政学的な要因は国固有の事情として考慮されうるが、コストはその限りでない。価格転
嫁や補助金を含めビジネスの経済性を示すとともに、地震が多く安全性の観点でクリンカ比率が高
いことなど、日本固有の事情について、より定量的に示せるとよい。
- セメント業界の長期ビジョンは目標年が設定されておらず、投資家として野心性の評価が難しい。
国と協会で連携し何かしらのベンチマーク等を出して欲しい。
- 的確に丁寧にとめられている。セメントは廃棄物利用により化石燃料利用を削減していることが特
徴と認識している。例えば都市ごみ焼却炉の発電では、廃棄物のうちバイオマス由来のものは FIT
価格で高価に買い取られているなどインセンティブが与えられているが、セメント分野でも CO2 排出
量の削減に対する廃棄物利用の貢献等を定量的に示すことはできないか。
- これまでに SIP でアンモニア混焼プロジェクトを実施し、2019 年で終了したが、様々な技術革新を
起こせる分野と考えている。燃料転換は容易でなく、アンモニア混焼などの技術との連携した取組が
必要と考えている。
- 前回の意見を丁寧に反映頂いた。
- 別の委員から指摘のあった、全体としての効果を示してほしいという点、業界のカーボンニュートラル
に向けたスケジュールを示してほしいという点について、賛同する。
- 国際的に承認されたシナリオとの関係を分かりやすく説明する必要がある。他分野にも言えることだ
が、今後、国際情勢も踏まえた説明の充実も含めアップデート頂きたい。
- 本ロードマップはセメント協会で公開しているビジョンの方向性に整合し、また意見反映されている。
- 2020 年 3 月に設定したセメント協会の長期ビジョンは、現在改訂作業中である。
- クリンカ比率を海外と比較する議論があった。世界の規格では 32.5,42.5,52.5 の 3 種類の強度
が存在する。欧州などで用いられる 32.5 の強度ではクリンカ比率を大きく下げられるが、コンクリート
を作る際は結果として、配合設計上セメント量が増えることもある。
- 地震が多いためセメントの強度を強くする必要があるという議論について、厳密には鉄筋コンクリート

により耐震性を確保しているので、鋼材を保護するために水セメント比の低い、強度の高いセメントが必要であるということであるため、少し説明を補足できるとよい。

- 吉村課長
 - P27 の原単位について、理解が曖昧にならないようエネルギー原単位であることを示すなど説明を補足したい。
 - 施策全体の効果をわかりやすく示すという部分について、記載ぶりの修正を検討する。
 - 国際的には G7 等においても“near zero emission cement”などの議論がある。日本から地震国ならではの特性や廃棄物を受け入れ等の地域特性があり、特性を踏まえたトランジションが必要であるとの説明を行っている。引き続き、国際的な動きもフォローアップしていきたい。
 - コンクリート分野での国際規格づくりについては GI 基金などでも現在議論しているところ。また、鉄筋を守るためにセメントの強度・耐久性が必要であるという点が明確になるよう記載を検討したい。
- 仮焼炉の排ガスに塩素が混ざると、アミン吸収液の劣化等の問題が発生すると懸念している。
- セメントの製造工程においては、塩素はプロセス上で濃縮・除去するため、排ガスから全量が出るわけではない。また G I 基金事業では、アミン法でない、高濃縮のまま CO₂ を回収する仕組みを検討しているところである。
- 吉村課長
 - 塩素の問題など GI 基金で今後対応すべき課題として認識している。
- 秋元座長
 - 全体的に賛同頂いたと認識。対応可能な部分について事務局で修正いただきたい。修正点の確認は、座長預かりとさせていただき、本ロードマップを確定としたい。

議事（3）「トランジション・ファイナンス」に関する紙パルプ分野におけるロードマップ（案）

- 素材産業課 吉村課長より資料 5 の説明が行われた後、以下の討議がなされ、修正事項については座長預かりとして、本ロードマップは承認された。
- ロードマップについて、前回検討会の意見を反映しており問題ない。
- 燃料転換について、愛媛県四国中央市の紙パルプ工場の一帯で石炭・重油からガスへの転換が進むなど、インフラが整えば進む例もある。地域や面で連携して取り組む観点でも推進して欲しい。
- また、紙の用途拡大について、特に紙管は、家具や建材などに利用されれば長期的に CO₂ を固定でき、技術的にも規格さえ作れば中小企業も対応可能なため、検討して欲しい。

- 非木材原料の利用を主張する人もおり、議論となる可能性がある。過去に製紙連合会より、LCAの観点で木材を利用する方が環境にやさしいと説明されているが、その点を認識せず批判する人が出てくる可能性があるため、非木材原料の利用も検討する価値があるなど、反感を得ない形で記載すると良いのではないか。また、非木材原料による新しいシステムを作るより、既存のシステムを利用する方が、環境適合性があるとも考えている。
- P26 の技術リストについて、1980 年代、特に板紙などで高濃度抄紙という技術があった。用水原単位や乾燥時のエネルギー排出削減に寄与する技術であり、報告書等で技術としての有用性が確認できるのであれば、記載を検討しても良いのではないか。
- ストーリーがより明快になった。P19,28 の整理を並べると、紙パルプ産業の特徴がよく理解できる。現在化石燃料への依存度が高い点について説明を追加いただき、トランジションとイノベーションが連続的につながっていることが伝わった。また、情報用紙から板紙へのシフトにより黒液への依存度が下がってしまうという制約要因も理解でき、良い資料と考えている。
- エネルギー構成の国内外比較について、日本の石炭が目立つのは古紙利用の比率が高いことが一因と認識している。この資料で説明される場合、古紙利用によるサーキュラーエコノミーの観点での効果、p11 に追記されたりサイクル利用の合理性と合わせ、日本の紙・パルプ産業が効率的であることを示せるとよい。
- セメントと同様、紙・パルプ産業 CO2 排出にかかる課題をわかりやすくまとめられている。
- 古紙利用の観点についてサーキュラーエコノミーの観点で記載いただき、社会的価値と経済的価値の両立が示されており良い。
- p22 は全体感が示されており、非常にわかりやすい資料と感じた。
- 森林経営について、前回は委員から多くのご意見があった。今後アップデートされる際は深掘できると良い。例えば、LCA 評価について、一定程度状況を説明した方が理解が深まるだろう。外国人投資家からは、開示していないことは取組をしていないこととみられる可能性があり、開示できるものがあれば開示した方がよいだろう。
- 紙産業の現状がよく捉えられている。
- 技術の実証について、前回検討会では簡単でない旨を申し上げたが、p26 の※3 に Impulse drying や Condebelt 法が追記され、具体的な道筋が見えるようになった。できるところから取組を進めていくという趣旨と理解し、異存はない。
- Condebelt 技術は紙製品に表裏差が生じるものの、エネルギー削減（回収）効果が高い。フィンランドで撤退の発表があったとも聞いているが、国内でも類似技術を開発している業者がいる。
- 全体像として、P22 がわかりやすい。
- エリートツリーや森林を吸収策に位置付けているが、p32 の削減イメージでは森林の吸収量をオフセ

ットする形で排出量を下げる技術と整理されているのか。

- 粛々と作られてきた省エネ技術を導入することは重要だが、積み上げだけではカーボンニュートラルの本質は見えない。産業としてのサステナビリティを考える必要があり、紙の生産量が減っていく中で新天地を作らないといけない。
- 林野庁と森林について協力し、CO₂ 吸収を増やすような方策に加え、LCA やトレーサビリティについても検討して頂きたい。単に紙を作るだけでなく、産業としての付加価値に希望があると思う。
- P19 の技術のポテンシャルを丁寧に追加頂いている点は良い。
- 森林経営が対象となる場合について、条件を明示してほしい。技術オプションを削除してほしいという訳ではなく、前提条件を追記してほしい。
- まずスマート林業について、自社で森林を持ち、木材の燃料利用やその安定供給をしていく場合は、化石燃料代替となり CO₂ 削減に寄与するといえる。
- エリートツリーについて、持続可能な森林経営を行う中で CO₂ を蓄積する貢献は大きく、取組の重要性自体は認識している。一方、製紙企業のネットゼロにどう反映されるか、対象となる場合について一定の条件を示す必要がある。
- 今回のロードマップに意見はない。
- 現状化石燃料への依存度が高い。CO₂ の排出目標は 38%に見直しの予定であり、併せて将来的にはロードマップのブラッシュアップが必要と考えている。
- 吉村課長
 - バイオマスや高濃度抄紙について、記載を検討する。
 - エリートツリーについて、早く木を育てる技術として、直接紙の業界が開発をして CO₂ を吸収しており、自社の排出をオフセットする形で整理している。大気中から直接 CO₂ を回収してくるという点で DAC と同じ考え方ができると理解しているが、全体の整理も踏まえ記載を確認する。
 - 林野庁とは、政策面において、特にバイオリファイナリーや森林のスマート経営について連携が必要だと考えている。
- エリートツリーのトランジションへの影響を記載する必要がある。CO₂ を固定するという役割として、パーマネンシーがなく伐採すると排出となるため、トランジションにおける技術と位置付けることに懸念がある。DAC とは違うと考える。
- エリートツリーは伐採後再度植林を行い、結果的に従来よりも多くの CO₂ を固定できると認識している。

- 製紙業界や建築業界は、ストック変化の研究をしており、環境への影響も含め植林と伐採のサイクルを踏まえどれだけ固定量が増えるのか検討されていたかと思う。エリートツリーの参考情報としていただき、整理頂きたい。
- 吉村課長
 - ご指摘の点がわかるよう修正したい。
- 梶川室長
 - 紙パ業界における森林経営について、ロードマップの中でしっかりと位置づけたいと思っている。ご議論いただいた内容で進めていただきたい。
- 秋元座長
 - 全体的に賛同頂いたと認識。対応可能な部分について事務局で修正いただきたい。修正点の確認は、座長預かりとさせていただき、本ロードマップを確定としたい。
 - 7 分野のロードマップの議論を行ってきた。トランジションの上で有益な議論であった。実質的な削減を求められており、重要な 10 年間を進める上でトランジションファイナンスの枠を超えて各業界の具体的な方向性を示すことができたという点で有意義であった。活発な意見を頂いたことを感謝申し上げる。国際的な発信が重要だと考えており、ロードマップの更新が重要だと考えられる。

議事（４）閉会

■ 事務局

- 改訂について今後も検討したい。
- 経産省でも G7 を始めとして海外への発信を行っている。ロードマップは英訳の予定であり、皆様にもご利用いただき、国際的な場で発信頂きたい。

■ 梶川室長

- いかにトランジションの道筋をわかりやすく作るかが重要だと考えており、金融機関の理解を助け、2030 年、50 年に向けた共通言語を作成できたのではないかと考えている。
- 本年度は第一段ということで、定期的な見直しが重要だと考えている。まず、事業会社の戦略構築や金融機関による理解等でロードマップを活用いただき、使い手の観点から課題や改善点を明らかにして反映していきたい。また、技術や政策の変化を踏まえた改訂も重要である。最後に、国際的なイニシアチブの変化、その他の国際事情の変化を踏まえ、考え方をロードマップに反映することも重要。
- ロードマップの使い方、特に金融機関のエンゲージメントについてガイドがあると良いと考えており、金融庁とも連携しながら検討していきたい。

以上

産業技術環境局 環境経済室

電話：03-3501-1770

FAX：03-3501-7697