

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 7 回）

議事要旨

1. 日時：令和 4 年 2 月 7 日（月）8:00～10:00

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）、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）

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）

5. 議事内容：

議事（1）開会

● 環境経済室 梶川室長

- 昨年 8 月からロードマップの策定を開始し、今回の分野が最後となる。事前に頂いた課題を踏まえ、ロードマップの使い方の部分も含めご意見頂きたい。

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た。

- 全体としてよくまとまっている。セメント業界は様々な産業の下流を一手に担っており、単に CO2 多排出産業であるからといって操業を停止すると産業全体がうまく回らなくなる可能性があるため、丁

寧に取り組むべきである。

- 燃料転換は燃料供給セクターと連携し、早期から進めて欲しい。一方、原料転換は、構造物の安定性確保するためにも、ある程度長期にわたり、試験など実施する必要がある。特に寒冷地など気候環境が厳しい地域における土木構造物等への影響も含め、安定性を担保したうえで、原料転換は進めていくべきである。
- この分野においては廃棄物の受け入れと自然への影響が重要だ。後者について、セメントは原料の石灰石を採る際に山を切り崩す必要があり、数百年単位で続けられるわけではない。地球の国土を守りカーボンニュートラルを実現するためには、水平リサイクルに切り替える必要がある。
- 水平リサイクルでは、加熱すりもみにより骨材とセメント微粉を分離し、セメント微粉を再利用できる。セメント大手にとってコストがかかるため魅力のあるものではなかったが、トランジションを進め循環型社会の騎手となるためには、水平リサイクルで資源を循環することを軸に進めていくべきである。
- また産業横断的な観点では、石灰石の焼成で排出される濃度の高い CO₂ の利用が重要となる。学生の簡易的な試算ではあるが、E-fuel は将来的に 70 円/L を実現できる可能性もある。これにはいかに安価に質の高い CO₂ を入手できるかが重要であり、セメントや鉄鋼業界は供給元の一つとして期待できる。ガス・石油等の業界と協力し、いかに安価に CO₂ を提供していくかという点を、戦略的に考えて欲しい。
- 焼成工程の熱エネルギーとプロセスについて多層的な取組が必要である点を理解できた。燃料転換や省エネの推進といった足元の取組から、CCUS 等のイノベーションに繋げていくという構造もよく理解できた。
- 建設業界も含めた水平リサイクルとの接続が非常に重要と考えている。特に高度成長期のストックに加熱すりもみをすれば、現在入手できないような良質な骨材を得ることもできるだろう。2030 年、2040 年のトランジション段階のうちに、水平リサイクルを可能にする社会システムを構築することがイノベーションを活かすためにも重要であり、その旨を明記すべきではないか。
- セメント業界は（1 トン当たり）500kg の廃棄物を受け入れており、サーキュラーエコノミーの観点から大きな意義がある他、原料代替により、自然資本の圧迫も回避できる。セメント産業における廃棄物の利用で、セメント以外でサマルリカバリーした場合に生じる排出が削減される、avoided emission のようなことを含め、サーキュラーエコノミーの観点も含めた価値を見せられるとよい。技術ロードマップの範囲でないかもしれないが、検討してほしい。
- パリ協定との整合について、2040 年以降、どのような技術により C N への貢献が加速していくのかの説明があった方がよい。
- これまでのロードマップの議論を踏まえた良い構成となっている。他委員からもご指摘のある通り、サーキュラーエコノミーへの寄与の期待感もある。また、CO₂ 削減に関してプロセス由来・エネルギー由来で整理されておりわかりやすい。

- 需要サイドについて、生産量は長期的な減少傾向になっているが、足元では横ばいとなっている。老朽インフラの整備等により中長期的に一定量の生産が必要であることを示してほしい。水平リサイクルなど、個別の要素をボトムアップ的に示すような形も考えられる。
- 日本固有の事情の説明について、地震が多いことを示す説明や、貯留ポテンシャルが低く C C U が重要であることを示す資料を追加できるとよい。
- コストについて、投資家視点で懸念がある。鉄鋼は 1 トンあたり 8 万円であるのに対しセメントは 1 トンあたり 1 万円と安価なため、カーボンニュートラル化に伴うコストを価格転嫁できるか疑問である。技術に関するロードマップである点は理解しているが、例えば GI 基金による研究開発支援で商業ベースを実現するなど、投資の回収可能性を高める示唆・説明があるとよい。
- 詳細に記載されている。また、原料転換と燃料転換に分類されておりわかりやすい。
- 原料における CO2 削減は、クリンカ比率の低減と廃棄物による代替が 2020 年から 2050 年まで実施される形の記載となっているが、どの時点でどの程度の CO2 排出削減が可能か。また、クリンカ比率は安全性の観点もあり、日本では個々の企業が具体的な目標を出すことはまだ難しいのではないか。その場合、強度の問題がある中で現時点から取組を開始するというロードマップを示すと、企業にクリンカ比率低減の圧力が過度にかかることが懸念される。国際比較について、日本企業は強度を優先する必要がある、原料転換よりも燃料転換に先に取り組むべきということを記載できると良い。
- 天然ガスについて、生産拠点が山間部に立地しており基地局へのアクセスが困難であることから利用が難しいということであれば、技術オプションとして並列に記載するよりも、実現性の高いバイオマスの混焼を優先して記載するなど、濃淡が必要なのではないか。また、石炭灰の原料利用などの難しさとの関係、天然ガスなどにどこまで代替することがコストとの見合いも考慮したうえで可能であるか、補足説明があると良い。
- エネルギー由来とプロセス由来排出のどちらの削減も必要であることが適切に整理されている。
- 他の委員からもご指摘があった通り、紙・パルプ分野にもかかわるところであるが、廃棄物の熱利用は重要である一方、廃プラ等のケミカル・マテリアルリサイクル拡大と整合をとることが必要ではないか。
- 廃棄物の受け入れ量に関する説明について、使用する廃棄物の副産物が増加傾向という記載があるものの、セメント 1t あたりの利用量は 2013 年以降横ばいとなっている。利用可能な廃棄物量が既存の状態では上限に達しているのではないか。廃棄物の熱利用を増やすのであれば、どのような廃棄物について、どのような量的な想定をするか、記載すべきではないか。
- ガス転換の位置づけについて。立地について難しいことはありうるが、既にガス供給が可能な地域もあり、化学ロードマップでも地域の周辺産業とともにガス転換を図るという戦略の例があった。石炭に大きく依存している工場をガスに転換することは当面の施策としてやはり有効である。
- というのも、2030 年以降のメタネーションを考えると、ガス対応を実施したうえでメタネーションに進む道筋もあるからだ。それぞれの技術が持つ課題と削減ポテンシャルを丁寧に記載することが重要だと

思う。

- 科学的根拠の整理について、記載内容、特に国際的なベンチマークとの整合性について今後に向けて説明を充実させてほしい。2040 年後半で急速に減少する部分の要因を説明する必要がある。低炭素型素材の具体例も記載してほしい。
- クリンカ比率を下げても性能が現状流通している製品と同等になる技術開発が必要である。これは組成変更を含め検討しているため、現状の組成のまま混ぜ物をふやすということにはならないだろう。
- リサイクルも含め、セメントは生コンとして利用されるため、コストがシビアな問題であるという議論を入れた方がよい。生産すればすぐに流通するということには中々ならないだろう。また、リサイクル品の利用については、購入者の抵抗も高いように思われる。例えばリサイクル骨材を自分のマンションに使わないでほしいという意見も出てくる。
- いずれにせよ、セメントはコンクリートとしての利用が中心であり、クリンカ比率を下げるには JIS の見直しなど規格化も必要になると考えている。
- セメント協会としての取組は、P 22 に記載の長期ビジョンに示した通り、ロードマップと方向性を同じくしている。
- カーボンニュートラルの実現は国内で事業を継続して行くために必要な事項と認識。セメント焼成設備である NSP キルンは、50 年前に日本のセメント・機械メーカーが共同で開発し世界標準になっている。カーボンニュートラルの取り組みも、他国に先駆けた革新的技術の開発があれば、国際競争力を高める成長戦略と位置付けられる。
- 経済的負担など技術以外に検討すべきものもあり、GI 基金をはじめとした革新的な技術の開発などに取組みつつ、足元では省エネやエネルギー代替廃棄物の活用、クリンカ比率の低減に取り組まないといけないと考えている。
- 秋元座長
 - セメント産業では、鉄や化学以上に、価格が安価であるため価格転嫁が難しい。価格面に關する注記があるとよいのではないか。
 - クリンカ以外の素材を混合する上で、需要家のアクセプタビリティも大きく影響するだろう。ロードマップに記載する必要があるものでないかもしれないが、需要側なども含め、一体的に解決しないといけないと考えている。
- 吉村課長
 - セメント産業は最後の担い手であり継続が重要。そのためにも燃料転換は早急に進めつつ、安全性が問われる原料転換は需要家と連動しながら慎重に進める。水平リサイクルは重要と考えており、廃棄物回収などのあり方を国交省・ゼネコンと連携して枠組みを作りながらイノベーションを進めていきたい。
 - サーキュラーエコノミーにおいて、資源循環の観点で効果があることを示す点は対応していきたい。

- 廃棄物の熱利用と廃プラリサイクルの整合性について、廃プラ以外の廃棄物も燃料として利用しているが、コストとのバランスをみて進めていく必要がある。原料における廃棄物の利用量は変わらないがセメントの生産量が変わっているため比率が変わっているなど、必要な補足を入れたい。
- 低炭素新素材はクリンカに代わるもので、質を維持できるもの。イメージがわきやすくなるよう、記載を検討する。その他、頂戴したご意見について、事務局にて資料への反映を検討したい。

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た。
- 紙・パルプ産業は大気中の CO₂ を吸収・固定化した素材を原料に利用するため、循環型社会の模範となりうる分野である。今後、廃棄物・バイオマスなどエネルギーの奪い合いが想定されるが、紙パルプ業界は木質バイオマスを原料・燃料として利用しており、また回収ボイラー・キルンから蒸解液を作る取組もあるなど、優れたプロセスと認識している。
- 紙・パルプ産業の振興は森林産業の活性化にもつながる。古紙の回収率と利用率にギャップがあるが、利用できない古紙がエネルギー利用されているとすれば、古紙利用率を上げるのではなく、紙の用途拡大を目指し、植林による CO₂ 固定化とのバランスを図るという道もある。
- 未利用の間伐材がたくさんあるため、活用できれば CO₂ 排出量が減少するのではないか。他に、エリートツリーは、樹木研究所で実施しているとニュースに上がっていた。製紙産業のテリトリーに入っており、林野庁とも関わるはず。
- 抄紙プロセスの省エネ取組は長らく実施されてきている。
- 石油由来の製品を紙の包装材料に転換することで、化石資源への依存度を減らすことも考えられる。
- 植林など CO₂ の固定化に関与している産業であり、重要かつ模範になると考えている。
- 各技術について、利用可能性などを含め、適用可能な条件や有用性がより見える形で記載されていると良い。
- 紙パルプ産業では、省エネ化は既に取り組んでいる。今後どの程度追加的な削減余地があるか。費用対効果も考える必要がある。
- エリートツリーは、企業単位では CO₂ 吸収の促進を進めることになると思うが、紙・パルプ産業のロードマップにおける植林の位置づけを整理いただけるとよい。
- 紙・パルプ分野は、他産業のように非連続的なイノベーションへの接続を前提とせず、2050 年までトランジション段階の取り組みが続いていくような形と理解。
- 古紙利用率の上昇により、従来抄紙工程の一部までカバーしていた黒液に依存するのは難しくなっていく。サーキュラーエコノミーへの貢献、バイオリファイナリ拡大、国産材の利用、水資源の管理によ

る自然資本への負担軽減など、インパクトをより付加的に評価することで、ゴールに向けて現状の取組が息長く続くよう、支援していくことが重要ではないか。

- わが国の特徴である古紙の利用では、黒液が利用できないうえに、脱墨工程等でのエネルギー消費が大きいことから、LCA 的な観点でその意義を強調することも重要ではないか。
- 森林の育成利用から黒液を取り出して利用していくことは、適切に実施すればサステナビリティをまさに体現した垂直統合された産業と考えることができる。
- 緻密にトレーサビリティを発揮して、ライフサイクルで評価を実施することが重要。古紙を無理にパルプとして再利用するよりも、熱利用の方が効果的という可能性もある。カーボンネガティブの可能性も出てくるかもしれない。サステナビリティを体現できる産業として、省エネ・高効率化も重要であるが、本質的にこうした取組を進めていくことが必要になる。
- ヨーロッパと比べてバイオマス利用が進まないことに関しては、欧州先進国と比べても高価な面がある。日本は山が多く斜面で育てるという地理的な問題もあるが、林野庁との連携も含め取り組みを検討してほしい。
- 紙・パルプ分野について非常によく整理されている。
- 森林を含めた CO₂ の固定化について、エリートツリーは 1.5 倍の成長速度であり、必要な面積が 1/1.5 になるという利点がある。エリートツリー含め、紙パルプ産業は事業の一分野として植林事業に取り組んでいる。
- カーボンニュートラルである黒液のエネルギー利用は当分野特化の優れた技術。紙需要の低下でパルプの利用が減少すると、回収ボイラー等の黒液利用設備の効率が悪くなる。パルプの自製を維持し、木質資源を活用できるバイオリファイナリーへの転換は、トランジションにおいても黒液の利用効率を落とすことなく、カーボンニュートラルなエネルギー利用の継続促進につながるため、ロードマップの対象として位置付けてほしい。化石燃料からの転換はコストに大きく影響するため、経済性に関わる非常に重要な点である。
- ライフサイクルアセスメントについて、パルプの製造工程の違いによりどの程度 CO₂ 排出量が異なるか、ライフサイクル全体でバージンパルプの生産に利点があるか、示せるとよい。
- 森林管理について、生物多様性や人権の観点も配慮して進めていることを示せるとよい。森林資源の需要が拡大すると乱開発などの懸念も出てくるが、日本の製紙会社は生物多様性だけでなく人権問題も含め非常に前向きに対応しているので、こうした持続的な森林経営についても記載するとよいのではないか。
- 利益率が低いとのことだが、今後プラ代替などで付加価値がつき、燃料転換に繋げるということも考えられるのではないか。
- 古紙回収についてサーキュラーエコノミーへの期待を感じられた。ライフサイクルアセスメントの観点で、

回収古紙のエネルギー利用・古紙パルプ原料利用の最適解がどこにあり、日本は最適解に近いのであれば、その旨を説明できるとよい。

- 国内の植林か海外の植林に依存するのか、国内の植林の制約など、日本固有の状況を説明する必要がある。古紙の回収率をあげてアジア展開するなど、成長産業としての一面も入れていただきたい。
- パリ協定の整合において、2050 年にかけて急激に原単位が減少する部分あれば説明が必要。
- 資料について、紙産業の現状をよく捉えている。
- 紙パルプの製造工程について、熱の回収・利用や古紙の再利用、省エネ等の取組は既に相当程度行っている。技術リストに装置のイノベーションが記載されており、技術自体は特に異存ないが、更なる高効率化は容易ではない。2030 年まで研究・実証という現状の線表は妥当なものと思うが、かなりのイノベーションが必要であると認識している。
- エネルギーをどう使うかが問題である。記載されていない部分を含めて情報収集しつつ導入を検討していくべきである。一例として、トンネルコンポストがある。自治体と協力しつつ廃棄物をうまく利用し、エネルギーを固定化していくような新しいジャンルを探していかなければいけない。
- 森林の植林、造林、育林、木質材料の有効利用について、様々な組織と協力体制を組んで進めていく必要がある。林野庁など、他の省庁との連携が必要。
- 化学パルプ製造工程の回収ボイラー、黒液利用設備は、エネルギーや蒸解薬液の回収に有効なシステムである。蒸解釜で作ったパルプを CNF やバイオブラに利用する方法もある。木材パルプの紙以外への利用が重要になると思う。
- エリートツリーについては、平地での機械林業を進めるべきである。林野庁・農水省を含め、省庁間で連携して取り組む必要がある。
- 木材のソースについて、南方系の紙が衛生用紙等、北方系の原料がコピー用紙等に利用されているケースが多いと考えているが、これらに加え、草本もうまく取り入れながら原料転換・多様化を考えていく必要がある。
- プラスチックから紙管の利用等への転換・需要拡大について、紙パ業界が取り組む必要がある。80 年代などは紙管を家具等に利用する動きがあり、無印良品などが規格化を行ったが、00 年代に入り大きく縮小し、サランラップの芯やトイレトペーパーに利用される程度となっている。建築の利用も少なくなった。規格化を図り、紙管をうまく利用することで、例えば衣装ケースなど、プラからの転換ができるのではないかと。こうした需要拡大の取組も重要である。
- 吉村課長
 - バイオブラはプラスチックの一部として、化学分野の技術ロードマップの対象と整理しており、紙・パルプ分野の技術ロードマップの対象とはしていないが、紙パ業界が取り組まない、実施すべきでないという意味合いはないし、紙パ業界の脱炭素に向けた方向性としても記載をさせていた

だいた。

- 植林の扱いについて多くのご意見を頂いた。紙・パルプ分野としてのバウンダリを明確にしたい。
- また、植林の内容について、平地での機械林業などご意見をいただいた。ロードマップの中だけでなく、政策的な議論を含め検討していきたい。その他、いただいたご意見についても検討し、必要な補足を入れたい。

以上

産業技術環境局 環境経済室

電話：03-3501-1770

FAX：03-3501-7697