

2022 年 9 月 22 日

産業構造審議会 グリーンイノベーションプロジェクト部会
産業構造転換分野ワーキンググループ 御中

コベルコビジネスパートナーズ(株) アドバイザー
黒坂 俊雄

「バイオものづくり技術による CO₂を直接原料としたカーボンリサイクルの推進」
プロジェクトに関する研究開発・社会実装計画(案)に対するコメント

本プロジェクトは、国の産業力の基盤となる化学材料、エネルギーに関するものであり、気候変動やプラスチック問題に関連し、国際競争が激しく市場が急拡大するバイオテクノロジーおよび DX と関連します。国の産業構造全般に係る重要な分野と言ってしまうのではないかと思います。また、示されている方向性については、前提条件となる現状の世界競争の中での位置づけや、技術の特徴についても良く整理されており、目標設定や支援制度の方向についても概ね共感できる内容と考えます。私は、バイオテクノロジーでもプラントエンジニアリングでも専門家ではありませんが、私自身の企業経験から、少し注意していただいた方が良いと思われる点についてコメント致します。

1. プラットフォームと競争力について

バイオテクノロジーの分野において細菌のゲノム編集などのプラットフォームに情報が集中し、大きな産業になると同時に、国際競争力の鍵を握ることになる。日本でもバイオのプラットフォーム部分を強化すべくベンチャーを含めたプラットフォームの育成が重要であるとの指摘は、その通りであると思います。しかし、国際競争力を現実的に見れば、米国、中国の開発資金投資に比較して日本は対抗できません。DX を通して世界中から情報が集まるプラットフォームは、一般的に一番強い企業が圧倒的に優位になります。この構造の中では、日本の戦略を良く考える必要があります。

日本の強みを発揮できるための視点としては、一つはバイオプラットフォームの中でニッチな一つの領域を形成できるかです。もう一つの視点は、バイオプラットフォームの下位に位置する、バイオ情報からプラント情報につながる部分を新たなプラットフォーム領域として設定できるかです。発酵技術が得意な日本には、バイオ情報とプラント情報の間の部分で強みが形成できる可能性があるのではないかと指摘されましたが、その可能性は追求すべきと共感します。一般に、バイオプラットフォームは、下位にあるプラント情報も取得しますので、バイオ情報とプラント情報の間の部分が別個のプラットフォームとして形成できるのかどうかは、私にも分かりませんが、検討する価値があるように思います。例えば、上位のバイオプラットフォームは DX の力でゲノム編集と細菌の構成を短期間で実現しても、実プラントに落とし込むときには、ある程度の規模でプラント実証を必要とするのであれば、このプラント実証期間を圧倒的に短縮できるようなサービスは、世界中から引合のあるゾーンになるか

もしれません。或いは、従来と全く異なる製造技術(例えばの思い付きで恐縮ですが、大きなタンクで作るのではなく、物質フローと温度が細密に制御された多数のマクロリアクターの集積など)があるかもしれません。この新製造技術と従来の醸造技術を統合して新たな技術体系ができれば、その新技術を利用する周りに新たなプラットフォームのゾーンが形成できる可能性があるかもしれません。

示されている方向性として、オープン・クローズ戦略が重要なことは指摘されていますが、どちらかというと、オープンイノベーションと個々の企業が持つ情報の集約という視点が強く出ているような印象を受けています。オープンなプラットフォームでないと情報は集まらず、また、従来の日本企業の特徴は個々の企業がクローズで持つ情報を重視する傾向がありますので、それを改善することの重要性は共感するのですが、クローズな部分のノウハウを失った企業は競争力を無くしますので、企業が競争力を維持できるように、クローズな情報が守られるようにしなければ、企業の情報は集約できません。オープンな部分の情報を統合してプラットフォームとして、そこに企業固有のクローズ情報が載せられるようにすることが必要かと思いますが、オープン・クローズの領域が具体的に何なのか、企業や学の間で共通認識がほとんど形成されていないと思います。開発や製造に必要な情報を体系的に再整理して、オープン部分とクローズ部分のあるべき姿を議論することが重要ではないかと考えます。

2. 技術的特徴と開発目標について

バイオものづくりは CO₂ 排出が少なく、複雑な物質生産ほど競争力は高い、という技術的な特徴は指摘のとおりと考えます。しかし、バイオものづくりには大きな欠点もあって、私は反応速度や生産速度が遅い点の克服がバイオものづくりには重要であると考えます。多くの場合で、バイオ関連のプラントは常圧・低温であるが大きくなり、設置面積も必要になります。例えば、藻類の炭素固定は重要な技術で小規模な炭素循環には有用と思いますが、大きな発電所の炭素循環に利用するためには、太陽光の制約もあり広大な面積が必要となり現実的ではありません。今回の水素菌は、太陽光に制約されないため、可能性が広がりますが、それでも速度が遅ければ大きな体積が必要となると思われます。

開発目標について、生産速度に関する目標値を設定していただければと思います。高効率であっても生産速度が遅ければ実用化になりません。私が誤解しているかもしれませんが、炭素固定能力や効率の向上が目指されていますが、目標指標の定義があいまいに感じます。開発目標の指標を明確に持つことが重要だと思います。利用エネルギーあたりの生産効率、平衡状態での体積的な効率、など様々な指標が開発指標として重要になると思いますが、重要な指標の一つとしてプラントの生産速度の指標があると考えます。社会実装の際に、どの CO₂ 排出源にはどのプラントが適しているかを選定する上で、重要な指標の一つになると想定します。

バイオものづくりは、非常に出口の広い、さまざまな可能性をもった新技術になると思いますが、万能ではないと想定します。CO₂ 排出源の規模ごとに、規模を求めるのか製品の付加価値を求めるのか、開発すべき細菌の特性やプラントの形態が異なる可能性があると思います。プロジェクトの初期

段階で、細菌やプラントに求める目標仕様について、大きなイメージを共有することが大切ではないかと考えます。

3. その他の項目

私の過去の経験を踏まえて、細かな点になりますが、コメントしたいと思います。本分野については経験が無く、他分野での過去の経験からのコメントになりますので、誤っている可能性も高く、参考意見として扱っていただければと思います。

① 水素菌のプロセスの安全性については、水素と酸素がガス状態で存在しますが、液中においては仮に局所で爆発的な化学反応があっても、周囲の液により冷却されますので、化学反応が連鎖的に爆発につながる危険性はないと思います。ただし、上部空間には可燃性ガスと酸素が存在しますので、上部空間のガス組成の制御は必要になると思います。これらは、従来のプラント技術で十分に対応可能な範囲と考えます。

② 残渣や汚泥の処理や有効利用の観点も大切だと思います。下水処理の汚泥の処理が、汚泥を乾燥して燃料化することもコストがかかり、ある程度まで脱水して焼却処理している状況があります。炭素固定して有用物を多く作り出すように細菌をゲノム編集したとしても、有用物抽出後の残渣の量は相当量に上ると想定します。残渣が別な有用物に利用できるか、或いは脱水して処分する必要があるのかで、経済性の水準は大きく変わると思いますし、CO₂の原単位にも影響するように思います。

③ 残渣以外にも、副生産物が細菌から生成されることを想定すると、精製の技術と精製工程でのエネルギー消費の検討が重要になってくる可能性があると思います。現段階では精製エネルギーをあまり意識する必要はないと思いますが、従来プロセスでは精製工程に多くのエネルギーを使っているプロセスが多いと認識しています。

④ 水素菌の利用は大量の炭素固定を狙っての開発だと思います。大量の炭素固定には、方向性でも示されているように、現時点で具体的に描ける姿は、大型の培養槽のイメージが良いと思います。しかし、方向性で示されている大型の培養槽から分離、精製、加工に至るまでは、従来のプロセスどおりであり、差別化ができるのかどうか不明確です。世界的な競争に耐えて、新たなプラットフォームのゾーンを製造プロセス周りで構成するためには、従来と全く異なる新規の培養、分離、精製、加工の絵の検討も、プロジェクトのメインストリームの裏で実施してはどうでしょうか。素人発想になりますが、細菌が高速で有用物や副生成物を作り出すとすれば、細菌の活力を維持するには、細菌が生成した物質を高速でどんどん局所的に取り除いていくようなプロセスが有効かもしれません。従来と全く違った絵、例えば、マイクロリアクターの集積のような、新規プロセスがあるかもしれません。

参考資料(私の簡単な経歴と、コメントの背景)

私は、バイオテクノロジー関係の専門家でも、プラントエンジニアリング関係の専門家でもありません。また、今回のコメントを出すに際して、関連文献を精査した訳でもありません。過去の経験のアナロジーからコメントを作文しています。間違ったコメントにしたくないので、私のコメントのバックグラウンドにある部分を参考情報として添付する方が良いと考えましたので、少し追加で参考情報とさせていただきます。

① 簡単な経歴

- ・ (株)神戸製鋼所にて、伝熱・流体・燃焼関係の研究室長。化学プラントやヒートポンプの熱交換器、高炉内の熱反応流動、ごみ焼却炉、酸素水素燃焼超高エンタルピー風洞などに関係しました。
- ・ (株)神戸製鋼所にて、環境・エネルギー分野の技術企画に関係しました。製鉄プロセスの省エネ技術や省エネに貢献する機械装置の企画などに関係しました。
- ・ 神鋼リサーチ(株)(現コベルコビジネスパートナーズ)で、技術競争戦略立案に関係した技術調査などを推進しました。調査部門のトップをしていましたので、マテリアルズインフォマティクスが企業戦略に及ぼす影響などをウォッチしていました。

② バイオプラットフォームに対して、バイオ技術のプラットフォーム部分だけでなく、培養、発酵、などの有用物製造プロセスの部分を差別化して新たなプラットフォームのゾーンにする検討も重要ではないかとコメントする背景には、金属材料ビジネスの差別化で発生している事象があります。鉄鋼やアルミ等の大きな金属関係産業は、マテリアルズインフォマティクスでも情報が集約化される訳ではなく、個別企業のクローズな部分での競争がメインであると考えています。一方、金属材料関係でも、特定企業がプラットフォームを形成して強くなっている事象があると考えています。金属材料の積層造形については、積層造形の機械ハードを提供している企業が、どの金属材料ならどのようなパラメータで操作すれば欠陥なく造形できるかの情報集積があり、強いハードウェア企業がオペレーションのソフト部分を統合して、強い企業がどんどん強くなっている印象を持っています。このアナロジーで言えば、従来と同じ培養槽の考え方で日本の強みの発酵技術などを集約してプラットフォームとして差別化することは難しいかもしれません。新しい、製造プロセスのハードが提供できる企業に情報が集まるのではないかと推測します。

③ バイオプロセスで生産速度が重要であると指摘する背景には、高炉のCO₂排出削減に、下水汚泥を燃料化したものを適用できないか検討した経験が関係しています。日本全国の下水処理場の汚泥を燃料化しても、一つの製鉄所の石炭使用量に到底届かないのです。日本全国合わせると広大な生物処理池がありますが、そこで生産される炭素の量は、高温での高炉などの反応炉に比べて圧倒的に速度が遅いと痛感しました。一方、金属製造や大規模な化学品工場でなければ、バイオプロセスは規模的にも十分工場とセットで成立する可能性があると思います。CO₂排出源の規模に応じて、適切な技術が違ってくると考えています。

以上