

大いに語る座談会

第3回 持続可能社会を実現するための粉体技術

収録日：2025年6月13日（金）

出席者



〈電池〉
森下 隆広
東洋炭素㈱
近藤照久記念総合開発センター長
化学的にデザイン可能な細孔空間を持つ多孔質炭素「クノーベル®」の工業製品化



〈SDGs ビジネス〉
西田 純
(同)オフィス西田
カーボンニュートラル、SDGs、サステナビリティ、サーキュラーエコノミー、社会的インパクト評価などへの対応を通じた現状打破と成長のための対案の構築と実践を指導



〈リサイクル〉
所 千晴
早稲田大学
創造理工学部 教授
兼 東京大学大学院工学系研究科 教授
資源循環・環境浄化のための粉体プロセッシング



〈会計学〉
木村 眞実
長崎大学
経済学部 教授
使用済み品の再資源化フロー



〈ナノテク〉
黒川 卓
中部大学
人間力創成教育院 特任教授
ナノテクノロジー関連国際イベント実行委員および科学技術教育



〈食品・医薬品〉
笠原 善太郎
㈱キミカ
取締役 執行役員
営業本部 本部長
漂着海藻からアルギン酸抽出、SDGs のフロントランナーとしても注目

司会進行



伊藤 雅章
(ノリタケ㈱)



佐藤根 大士
(兵庫県立大学)

(所属は収録時)

1. はじめに

持続可能な社会の実現には、個人、企業、大学といった個別の組織だけではなく、社会共通の目的や課題を念頭に置いた活動が必要である。私たちの生活環境をより良くし、次世代のための持続可能な未来を築くため、私たちは今、何を考えどのような行動をとるべきか、そこに粉体技術がどのように貢献できるのか議論することを目的として本座談会を企画した。第3回となる今回は、環境問題だけでなく、人権問題など社会問題への取り組みも含め、幅広い分野の方々に参加していただ

き、普段触れることのない話も聞け、楽しい座談会となった。

2. 自己紹介

伊 藤 今回司会進行をさせていただきますノリタケの伊藤です。会社に入社以来20年ぐらいいンスプレイドバイスの材料開発を行ってきましたが、現在は社内の依頼分析を引き受ける部門に所属しています。仕事は名古屋にありますファインセラミックスセンター（JFCC）というところで主に透過型電子顕微鏡（TEM）を観ています。近年、ナ

ノ材料というのはバルクとは異なる性質が得られると注目されてきていますが、さらに小さく1 nm ぐらいの物体は結晶ではなく原子の集合体いわゆるクラスター構造を取り、また結晶とは違った性質が現れるのではないかとそういった材料が持続可能社会に役立てばと思っているところです。

佐藤根 兵庫県立大の佐藤根と申します。伊藤さんと一緒に司会と言いますか、私は多分、にぎやかし要員として(笑)、ちゃちゃを入れる仕事かなと思っています。私は学部、修士まではエアロゾルの研究をしていました。博士課程から現在までは、セラミックスの前のスラリー評価をしたり、固液分離、ろ過をやっています。そういう意味では、環境関連や持続可能社会に貢献する研究もしています。

森 下 東洋炭素の森下と申します。3年前まで技術開発本部、いわゆる R&D の部隊を見ていましたが、そろそろフィールドで動きたいんですって言ったら、エグゼクティブフェローという会社にな役職を作ってもらい、基礎研究センター長を兼務し、カーボンの基礎研究について粉体技術や界面制御を行いながら、新事業開拓にも携わっています。

当社は1974年に等方性黒鉛と呼ばれる人造黒鉛の大型ブロック材を世界で初めて工業製品化した企業で、いろいろな黒鉛製品を扱っています。一番多く使われているのは、半導体の素子を作る、いわゆる Si や SiC の単結晶を作るときに使うつぼ

やヒーターです。さらに、電車のパンタグラフと電線との間についてるスライダーと呼ばれるものが、カーボンでできています。昔は電車の近くを通るとラジオにノイズが乗ったり、電線もパチパチ光ってたと思うのですが、最近はありません。カーボンに代わったため滑りが良くなって、電気を電車で給電しながら、はがれ落ちたものは電線についていくため、電線そのものも保護され、架線が切れなくなったり、電流効率が良くなっているからです。

人造黒鉛はカーボン粉とバインダーとを混ぜて、2000~3000℃というかなり高い温度で焼成してブロック材を作っていきます。粉体技術という部分に関しては、粉の粉碎と粒子径分布、粒子形状、さらに造粒の部分、ふるい分けといったことが、人造黒鉛の高密度材を作るには非常に重要になってきます(図-1)。日本粉体工業技術協会はメーカーさんが多いですが、カーボン粉体のユーザーとして、また粉碎機器や造粒機器を使う側として協会の中で、いろいろなコミュニケーションを取らせていただいています。

所 早稲田大学の所と申します。私、「粉体技術」誌での座談会、3回目の参加なんですね(笑)。ダイバーシティとかSDGsとか、そういったところだと、非常に使い勝手のいい専門家なのかもしれないです(笑)。もともとミネラルプロセッシングが専門で、金属、鉱石から銅や金、レアアースなどを精練に持っていくまでの前処理を粉体プロ

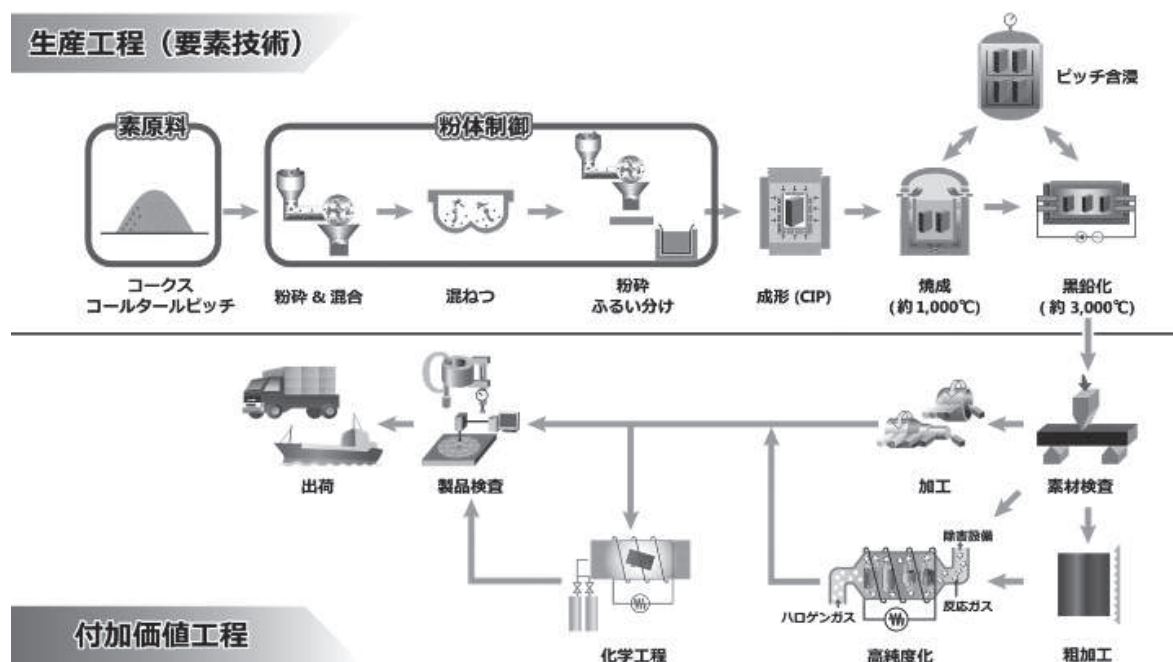


図-1 黒鉛製品の製造方法
(森下さん提供)

セッシングでやっていました。最近、対象がリサイクルに随分シフトしてきて、もっぱら電池や太陽光パネルやCFRPでできている風力発電のブレードを壊したり、車を丸ごとばらばらにしたりという破碎、粉碎、物理選別や、固液界面のいろいろな吸着、膜処理など、そして最近の変った分離方法としては、電気パルスやマイクロウェーブ、IHに至るまで、選択的な分離にこだわって研究をしています。そのため、サーキュラーエコノミーという局面では、資源循環をサポートする分離技術という観点からよく講演をさせてもらっています。化学的に全部溶かして、原子、分子レベルで分けていくっていうのは、論文も書きやすいし、新しい技術だとも言いやすいです（笑）。しかし、これを粉体というレベルで分けたり、分離したり、再利用したりしようとする、急に個性がたふさんになって、制御が効かなくなると、分離できなくなります。さらに、学術的にもめちゃめちゃ泥臭いので、なかなか論文にもならないし（笑）、研究者も不足しています。けれど、サステナブルなプロセッシングをするためには、その辺が大事だということをいつも一所懸命主張させていただいている次第です。例えば、電池ではリサイクルだけでなく、製造工程でも最近粉体工学を駆使したドライプロセスにすることで、かかるエネルギーやプロセスも減らせています。基本的に、ものづくりであろうが処理であろうが、サステナブルにするというのがSDGsなんだと私は認識してます。

黒川 半分以上の方、はじめまして。実は、粉体と仕事の関係がほとんどないので、どれだけお役に立てるか不安です（笑）。私は大学の修士まで金属と資源を専攻し、当時の石川島播磨重工業（現IHI）で原子炉压力容器の応力腐食割れ、腐食しない材料の研究開発を3年ほどやっていました。その後、出版社の日経マグロウヒル社（現日経BP社）に転職し、創刊して間もない新素材情報誌『日経ニューマテリアル』、続いて『日経超電導』の記者になり、『日経ナノテクノロジー』編集長を経て日本経済新聞社で還暦になるまで科学技術全般の取材をやっていました。超電導の取材を通じて知り合った中部大学の理事長から教授にお声がけいただき、現在は全学共通科目の科学技術全般について教え、全学の研究成果の広報活動も担当しています。粉体との関りとしては、記者の時に、カーボンナノチューブやフラーレンなどのナノ粒

子、インクジェット用インク、3D印刷の材料などの取材と報道を行っていました。今も発光材料にも量子情報通信、量子コンピューターなどにも応用される量子ドットなどを取り上げる国際イベントの nano tech の実行委員もやっています。

西田 粉体技術から一番遠いのは僕だなと思っていて、純度の高い事務屋です（笑）。日本粉体工業技術協会さんとは、2021年の粉体工業展でSDGsについて講演したご縁で今回またお声がけを頂戴したのかなと思っています。仕事のスタートは、当時の新日鉄で、その後縁があって、国連工業開発機関（UNIDO）という国際機関に16年ほど勤めました。その時から中小企業育成みたいな切り口で仕事をするのが多くあり、それがきっかけで、独立して、今コンサルタントをしています。クライアントさんには、いわゆる循環経済に括られるような会社さんが圧倒的に多く、それらの会社さんとの付き合いが積み重なって、結果、今、私の名刺の肩書には再資源化ビジネスコンサルタントとなっています（笑）。この分野で働いた経験がないので、相当面の皮の厚い肩書だなと思っています（笑）。

国際機関にいた経験が、プラスに働いていると思います。SDGsについては、MDGs（ミレニアム開発目標：2000年に国連ミレニアム・サミットで採択された国際的な開発目標）という一つ前の取り決めがうまくいかず、その様子や、それを踏まえてSDGsにつながっていった様子を横目で見えたところがあり、なるほど、一回失敗したものは、こういうふうにするとうまくいくのかみたいなものを目撃しました。これは他にはない経験値なのかなと勝手に思い込んでいます。

粉体技術と言われて、何が僕の中から出てくるかはわかりませんが、例えば粉体業界にかかわる会社さんがサステナビリティにどういうふうに関与するかといったようなことに関して、何かヒントめいたものを提供できる場面もあるのかもしれないと思っています。

木村 長崎大学、木村でございます。会計学者で、原価計算、管理会計が専門になります。専門領域はそうなるのですが、熊本大学の外川先生のもとで、自動車リサイクル研究をしており、今回呼んでいただいたのかなと思っています。今は、主に自動車解体業者さんの生産工程の改善ということと一緒にしています。生産工程を物量情報と金額情報で示して、どこに無駄があるのか、じゃあ、

ここに無駄があるから、これは改善するとか、これを処分していたものをお金にどう換えようかみたいなところを、研究者というよりもコンサルティングのような感じでしております。

プラス二つ柱がありまして、一つ目が、事業継続計画（BCP）です。2016年、熊本地震があった時、熊本学園大学に勤めていました。熊本地震を機に同僚と、会計学者として何か地域の復旧、復興にできることはないのかということで、地域継続計画（CCP）と言いますが、それにどう適用できるか事例を使って研究しています。

二つ目は、使用済み品の再資源化フローという言い方をしますが、他の大学の先生たちと一緒に、使用済みになったものがどのように流通しているかを、貿易統計と現地でのフィールドワークで調べています。直近は、使用済みになったバイクを追うことをしており、主に東南アジアのベトナム、タイ、カンボジアにおける貿易統計、プラス、現地での状況をフィールドワークで見えています（図-2）。



図-2 バイク解体業者（2024年2月ベトナム）の様子
（木村先生提供）

笠原 キミカの笠原善太郎と申します。キミカという会社を知っている方は少ないと思いますので、自己紹介よりは会社紹介をさせてください。キミカは、1941年に設立され、海藻からアルギン酸という増粘剤、天然の海藻の食物繊維ですが、これを抽出して供給する仕事を創業から80年間一筋にやっています。海藻からアルギン酸を抽出するメーカーは国内では当社だけで、世界50か国以上に顧客を持ち、アルギン酸の中では世界トップメーカーです。製品（アルギン酸）の性状が粉体であること、当社のものでづくりがサステナビリティに優れると評価いただいていることから、今回お声がけいただいたものと認識しています。日本、チ

リ、中国に工場があり、ニューヨーク、シカゴ、ロッテルダム、デュッセルドルフにも拠点がある、そんな会社です。売上の7割は海外市場に向けた輸出で、日本のアルギン酸市場では、当社がオンリーワンです。アルギン酸は、食品、医薬品、化粧品、工業、農業などに使われています。一番わかりやすいものだと、コンビニのサンドイッチの食品表示には必ずアルギン酸と書かれています。即席麺や歯磨きにもアルギン酸が入っています。

3. 持続可能社会に向けて

3-1 気候変動

伊藤 近年、毎年どこかで100年に一度の豪雨災害が起こっています。2024年、9月の能登半島豪雨は記憶の新しいところではないかと思います。また、今年の夏は異常に暑かったと毎年のように言っています。2024年は日本各地で年間の猛暑日日数が過去最多になるなど、気候変動対策は待ったなしの状況ではないかと思っています。しかしながら、アメリカ、トランプ大統領のパリ協定離脱は世界の分断を加速していくのではないかと危惧をしているところです。日本はというと、CO₂排出削減を2030年に2013年比46%減、2050年にネットゼロにするために、排出削減と経済成長を同時に実現する技術革新が必要です。

森下 当然、エネルギーを消費して製品を作る企業としての責任は非常に重く感じています。黒鉛は3,000℃という一般作業では使われないような高温を使用しますので、さぞ製造過程でCO₂を直接排出しているのではないかとわれがちですが、他の化学製造産業にくらべて実は直接排出量は少なく、実質はその温度を作るための電気由来の間接的なCO₂がほとんどを占めます。黒鉛メーカー各社は長年、製造技術の改良を進め、省エネ化を以前より進めてきました。それは生産性を向上させ本来はコスト削減という目的でありましたが、現在では環境目標達成という新たな視点に切り替えて進めています。特に当社が製造販売している特殊黒鉛製品においては日本メーカーが非常に強い領域でもあり、その用途は半導体製造関連から電気自動車、次世代原子炉である高温ガス炉などクリーンエネルギーや省エネ化に欠かせない材料でもあります。そのため、引き続き高い技術力と製品品質を維持提供していくことが使命だと捉え技術革新に取り組んでいます。また、業

界全体では、排熱利用技術の検討も取り組んでおり、出てくる熱も利用しながら経済性と製品の品質の両立をしていくことが重要だと考えています。

笠原 今、多くの企業が海藻養殖に取り組んでいます。CO₂ネットゼロを目指すには、排出量の削減だけでは限界があるので、出した分を吸えばよいというわけです。最初は、サラダで食べるような海藻を育てて売するようなコンセプトで始められるのですが、それでは規模が伴いづらいのが実際です。そこで、もっと大きなスケールで育つ海藻を養殖しようということになります。こうした海藻は固くて食べられないので使い道がない。せっかくCO₂を吸収させて炭素を固定してみたところで使い道がなく、腐ってCO₂に戻ってしまえば意味がありません。硬くて食べられない海藻を何万tという規模で活用している会社はないかということで、当社にはさまざまな話が舞い込んできます。しかし、養殖には大きなコストが掛かっており、当社が原料として使ってるチリの海藻とは桁違いの価格になってしまいます。CO₂を固定して環境対策しようという取り組みと、固定したCO₂をどう使うのか、ここにギャップがあると感じています。

西田 一升瓶を洗ってる会社がありまして、カセイソーダ（水酸化ナトリウム）で洗うのです。洗った後のカセイソーダは、硫酸で中和して下水に流しています。大変もったいない、これを何とかありませんかと産学連携に託しました。まさにここで粉体技術が必要になるのですが、石膏ボードを粉にしたものと洗浄に使用したカセイソーダを混ぜると、石膏の中の硫黄がアルカリに吸着されて消石灰が残ります。このプロセスでできる消石灰は、石灰石を焼成するのに比べると、基本、CO₂が出ない。さらに言うと、化学反応を放置すると、空気中のCO₂をある程度吸着をして炭酸カルシウムになるので、むしろカーボンネガティブになります。これを何とか実装できないかと技術開発に取り掛かっています（図-3）。

廃石膏ボードは、酸性雨に当たると亜硫酸ガスが実は出てしまう危険性があり、全国の再処理処分場では所番地を切って、他のゴミから除けて、管理型最終処分という形で埋められています。これはどういうことかということ、他の混じり物のない石膏ボードだけが埋まってるところが全国各地にあり、石膏鉱山（？）になるかもしれない。そうすると、石灰石の焼成で発生するCO₂をある程度

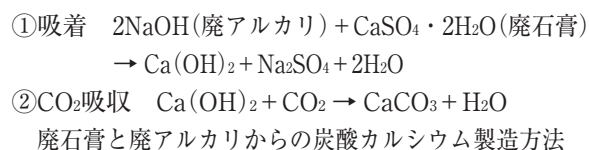
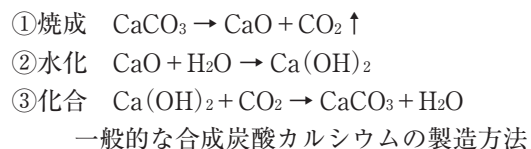


図-3 一般的な合成炭酸カルシウムと廃石膏と廃アルカリからの炭酸カルシウム製造方法

緩和できることに加え、炭酸カルシウムによるカーボンネガティブ要素というのでも発現するという期待があります。炭酸カルシウムは、充填剤としてさまざまな使われ方をされていて、古い本が黄ばまなくなったり、ゴムタイヤの寿命が飛躍的に伸びたり、ペンキなどの塗料やガラスの品質改善にも使われています。

伊藤 コンクリートにも使われますね。

西田 はい。

黒川 過去にCO₂の固定なども取材しました。面白いのは、カーボンネガティブ（排出量よりも削減量が多い）とカーボンポジティブ（排出を上回る吸収によって環境にプラスの影響を与える）が同じ意味ということです。

一同（笑）。

黒川 「このようにしてCO₂を固定します」それだけ聞くとすごいのですが、その前後関係を見ると、前のところで余計にエネルギーを消費している、あるいは、できた製品が高すぎて買えないからビジネスにならないといった課題があります。個々の技術は非常に興味深く、関係する方々の努力は大変素晴らしいと思うし、応援したいです。しかしトータルとして本当にCO₂が減る技術は何なのか記者時代に理解しなかったのですが、あまりにもややこしすぎて無理でした。トータルに見られる人がいないのかなと今もジレンマを感じていました。

伊藤 2025年に開催された大阪万博をやってる会場で、まさにDAC（Direct Air Capture）の実証試験をしています。大気中のCO₂を直接回収するものですが、大気中のCO₂濃度は何%でしたっけ？

佐藤根 420ppm くらい。

伊藤 たったそれだけの濃度のCO₂を効率的に回収するようなことをされてますけど、製鉄所や

発電所では、より高濃度のCO₂を分離回収しようとされています。私もその辺、詳しくないので(笑)。

所 鉄とか非鉄の精錬のほうでは、そちらから出てくるCO₂は吸収して、CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)、CCUS (Carbon dioxide Capture, Utilization and Storage) のシステムを作って、現在導入段階にあると思います。

SDGs は、基礎に戻って考えると、環境と社会と経済のバランスなのです。技術は個々にいろいろあるのですが、このバランスを取るというのが非常に難しいので、技術はあってもなかなか導入されていなかったり、うまくいってないというのが今の状況だと思います。特に経済です。結論としては、絶対にトータルでお金はかかるので、価値を上げて、そこに誰がどうお金を払えるようになるかを真剣に考えなきゃいけないのだと思います。CO₂削減は、わかりやすいみんなの共通項があるので進めやすいのですが、それが循環になってくると、目的もたくさんありますし、地域によっても変わってくるので、目標値をわかりやすく設定することが非常に難しいのだと思います。

木村 例えば今、解体業者さんの中で、プラスチックの破碎機を導入するかどうかで、低コストでいい破碎機ができたから、導入しようかという動きはあるのですが、いかんせん、中小零細が多くて、技術革新で安いと言われている設備も導入できない業者さんが大半です。

所 まだ日本の資源循環は、一般に見ると技術開発、研究力が弱いです。装置を導入しても使いこなせないことが大変問題である思います。とにかく、この装置さえ購入すれば何とかできるので

はないかみたいになっていて、その技術力、使いこなしをしっかりとっていく必要があると思います。

木村 解体業者にも、手で匠の技のようなはずし方を工夫しているところもあるのですが、ほんの一部なのです。

3-2 資源循環

伊藤 日本でも2020年に循環経済ビジョン2020が策定されて、環境活動の3R から、経済活動としての循環経済、サーキュラーエコノミーへの転換を図っているところで、廃棄物がどれだけ発生したかのアウトプットだけでなく、原材料の再生材比率といったインプットが着目されるようになってきており、設計段階からそういったことが求められるようになってきています。所先生から、サーキュラーエコノミーについて詳しく紹介いただくと助かります(笑)。

所 サーキュラーエコノミーは、2015年に EU が出してきた政策パッケージで、資源循環に価値を持たせて、循環に経済性を持たせるという経済政策です。恐らく今の流れで環境のことを考えていったら、経済は停滞していく可能性もあるので、物やサービスそのものではなく、物が回るサービスであるとか循環をするためのさまざまなループを回して経済性を持たせるイメージです(図-4)。日本の場合は、一番外側のリサイクルが強すぎて、資源循環はリサイクルのイメージになってしまっていますが、内側のループであるシェアリングやメンテ、リユース、リペアなどにももう少し寄せていかないといけないと考えています。しかし、日

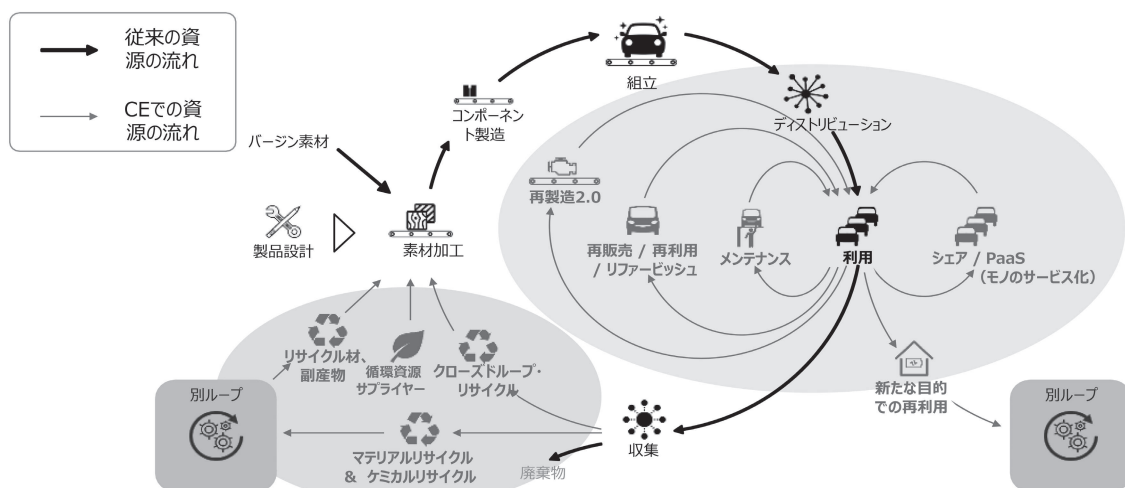


図-4 サークュラーエコノミーの概略
(経済産業省「成長志向型の資源自律経済戦略」から)

本ではそういう価値観が醸成されていないし、保険や保証やいろいろな文化的なことも含めて、なかなかうまくいっていないというのが現状だと思います。

佐藤根 そうですね。

所 日本の車は、中古で海外へという流れができていますが、樹脂の25%は再生材由来のものを使わないといけなくなると、その調達も大変です。どうやって再生材を集めるのか、中古で海外へ流れるということが実は大変なことだということによろしく気づいて、今、どうしようかってなっているところです。一つは、高純度の再生材を作るという技術から攻める部分と、もう一つは入り口側から、再生することを前提にした設計をして、そのまま循環力を作って囲い込むという両方のせめぎ合いが必要な状況だと思います。

木村 中古車として輸出されてる車が大半なので、資源循環を考えた場合には、国内でマテリアルリサイクルしようってなるのですが、今、一部の昔から日本の中古車を輸出してる業者さんが、批判を受けています。研究者が、自動車の輸出台数が年々増加していて、特にLIBなどが入ってるEVも輸出されているという発表をすると、業者さんが、何でそんなに批判するんだ？となります。うちは昔から日本の中古車のリサイクルに従事してきたのに、新車の生産に25%再生材が必要で、国内のマテリアルが不足してしまうからと言って、自分たちをないがしろにするような政策を取っていいのかみたいな話になってしまうのです。

西田 基本はコミュニケーションなのではないかなという気がしています。日本の自動車産業として、車メーカーが最初に二次流通のところまで手をつけなかったのが問題ではあるのですが、資源回収に最低限必要なところを満足するために、どういう絵が描けるのかといったような協議が必要だと考えています。サーキュラーエコノミーシンポジウムという会で司会をさせていただいたことがあります。車メーカーさんも、経済そのものが循環型に変質していこうとする中で、経済全体の絵が変わるのだったら、自分たちのビジネスの絵も変わらなきゃいけないよねっていう議論には、応じていただける可能性はあると感じました。

所 最近、車メーカーさんが破碎、粉碎、粉体プロセッシングのリサイクルについて話されるようになってきています。

木村 この間の展示会でも、自動車の部品の一

部は古着から作ってますというブースを見かけました。

伊藤 キミカさんでは、「海藻資源を無駄なく有効に利用する」という精神を今なお継続されているとお聞きしました。まさに資源循環ですが、そのあたりを詳しくお聞かせください。

笠原 海外のアルギン酸メーカーは、海藻を刈り取ったり養殖したりして原料を入手していますが、当社は南米のチリに漂着してきた海藻を原料に使っています。海藻は、大きく育つと波の力に負けて自然と根からはがれ、海を漂い、海岸に漂着します(図-5)。濡れた海藻はすぐに腐ってしまいますが、商業生産には通年安定的に原料を確保することが必須です。海藻をいかに「保存できる状態」にするかを考えなくてはなりません。他社は化石燃料を焚いて乾燥したり、ホルマリンなどの薬品を使ったりしていますが、当社では漂着海藻を砂漠に引きずって行って、天日乾燥することで、CO₂を出さずに、かつ化学薬品を消費せずに海藻を保存できる状態にしています。



図-5 漂着海藻採取様子
(笠原さん提供)

また、アルギン酸は海藻の中で3割ぐらいの成分です。アルギン酸を取り出したあと残り7割は海藻の残渣、いわば海藻繊維のかすになるわけですが、これもしっかり肥料として、もしくは動物の餌、飼料として活用して、天恵の資源である海藻を余すことなく有効活用しています。

佐藤根 学生さんから廃棄物の話が出たときに結局、埋めときゃCO₂も出ないいいんじゃないのですか？と質問があつて。

笠原 創業当時は、排水規制が緩く、アルギン酸を抽出した後にできる排水は最低限の処理だけで海に流すことができました。しかし、東京湾の排水規制が強化され、排水処理場を建設しなくてはならなくなりました。そしたら、地元の漁師から「魚が減った」と文句がきたんです。

所 きれいになりすぎなっちゃった。

笠原 「排水」と言っても、もともと海に生えていた海藻に由来するものなので、そこに含まれる有機質が魚を育む栄養源になっていたのです。排水処理でそれらをきれいに取り除いたことで魚が減ってしまったというわけです。法規制の遵守は最優先事項ですから、今でも排水処理場は動いているわけですが、電気や薬剤を多く消費しますので、果たして地球のためになっているのか…複雑な想いです。

所 私たちはこれだけ発達して、知恵もあって、いろんなことがわかったつもりでいるけれども、実は生態系については全くまだわかってない。ネーチャーポジティブという言葉は、微生物も生態系も私たちにどんな良い、悪いことも含めて、どういう影響を及ぼしてるかというのがわからないから、今ある生態系の種類を減らすことは絶対良くないっていう考え方からできています。ネーチャーポジティブに反したことをした時にどんな負の影響があるのか実はちゃんとわかってない。だから、怖いからやってはダメとしか言えないのです。

黒川 放射性廃棄物は元のウラン鉱山に戻せばいいという意見もありますが、ウランは濃縮されて鉱山にあった時の状態とは違います。ウランまでは地球上にもともと存在して、ウランを超えた超ウラン元素は人間の生活でできてしまった元素です。人間が勝手に作っておいて、都合が悪くなると元の場所に戻すというのは自分勝手ですね。

所 だから、埋めちゃいけないって話になる。それは正義がどうかかわからないけど、でも、ネーチャーポジティブって言われると、わかった気になる（笑）。

佐藤根 次から使います。

木村 私也使います。

一同 （笑）。

3-3 作る責任 使う責任

伊藤 アルギン酸の粘度やゲル強度などを、顧客ニーズに合わせてコントロールすることがキミカさんのノウハウ的なところだと思うのですが、多様な顧客ごとに製品管理するのって、すごく難しいのではないですか？

笠原 そうですね。それができるのが当社の強みです。単純に海藻からアルギン酸を抽出してくる、それだけだと勝てません。アルギン酸の物性は原料の海藻に茎が多かったか、葉っぱが多かったか、もしくは海藻を収穫した季節はいつだった

かによって変わります。そのため、海外メーカーのアルギン酸は、買ってくるたびに物性がばらつきます。一方当社は、抽出してきたものはあくまで中間製品で、これをブレンドして、必ず一年中どんなタイミングで買っても、前回買ったときと全く同じ規格のものを出せるというのを付加価値にしています。ありがたいことに当社には、長く働いてくれている社員が多くいてノウハウが蓄積されているので、第1倉庫にあるあれと、第2倉庫にあるあれと、第3倉庫にあるあれを混ぜれば、こういう物性になるなみたいな粉体ブレンドをすぐできます。

一同 （笑）。

木村 ウィスキーのブレンドみたいですね。

笠原 これをするには、在庫を大量に持ってないといけません。欧米流の持たざる経営ではできません。

非効率を受け入れることが逆に、当社の強みになっています。

佐藤根 粉体技術的には、粒子径を変えたら同じことになる的なことにはならないんですか？

笠原 アルギン酸には、粒子径だけでなく、粉の色、水に溶かしたときのネバネバの強さ、できるゼリーの硬さなど、いろいろなパラメーターがあります。当社の倉庫には大量の在庫がありますが、一つひとつについて、すべての物性値を測定してプロファイルをデータベース化しています。今はAIでこれとこれをこの比率で混ぜればいいって提案できるのですが、やっぱり長くいる社員の感覚のほうが当たりますね。

所 どこの業界でも、ブレンディングって、学術的にはあまりちゃんと評価されてないけど、一番重要なノウハウですね。

黒川 ここ数十年で、日本の産業がだめになったような気がしています。半導体もそうですけど、海外に依存しすぎて、今頃になって焦ってるんじゃないですか（図-6）。

日本はもともと土壌や水質がよく、農業に適したところなのに、国内生産を減らし、輸入量を増やして産業をだめにしてしまいました。今頃になって焦っているような感じがあります。農業も、AIなどの先端技術を使えば復活できるのではと思います。ただ、最先端の装置というのは高いし、農家の人は使いこなせないかもしれません。そのあたりも考えながら最先端技術を導入し、使い方まで指導して農林業に若者がいけるようになればいい

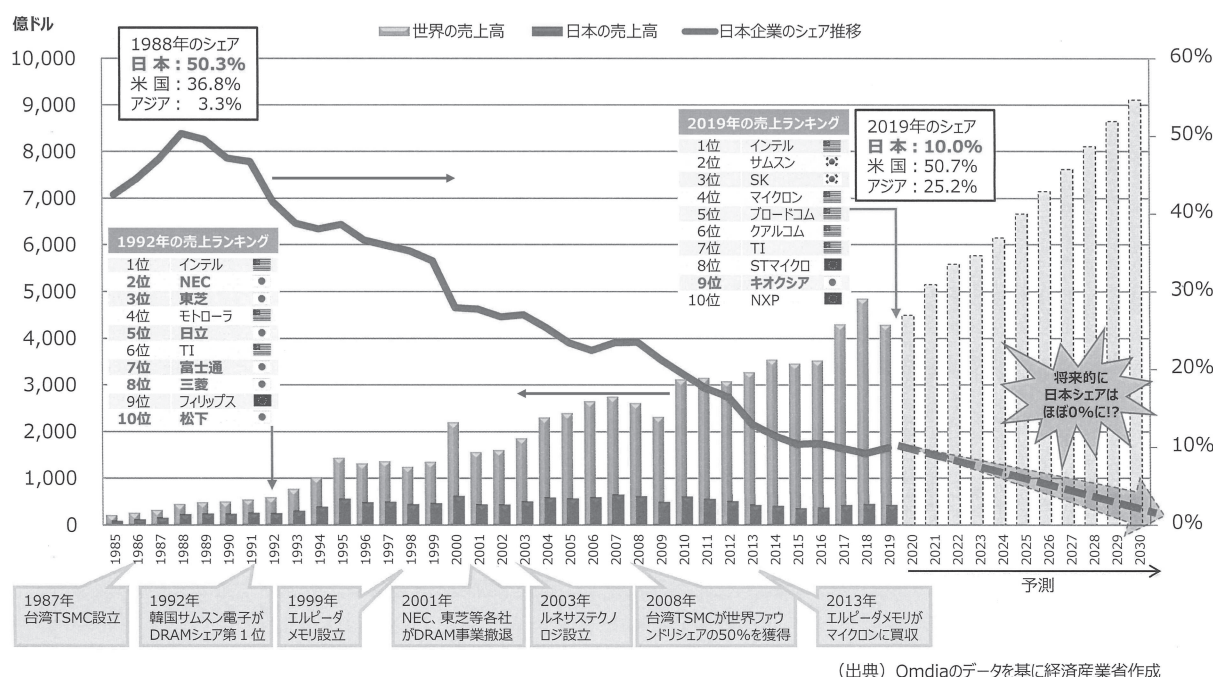


図-6 日本の半導体シェアの推移
内閣府 経済財政諮問会議 専門調査会 資料（経済産業省作成）を元に作成

いと思います。

森 下 半導体技術の先駆けのような日本のものづくりが得意だった時代は、成果だけにこだわらずその取り組みのプロセスもしっかりと社会が評価していた期間があったのではないかと考えます。欧米的な成果のみこだわるというところが入ってきて、儲けが少ないものは切っていくという効率が最優先され、中長期的な技術やプロセスが重要視されない、基礎がおろそかになるという時代が20年以上続きました。結果時間がかかるような基礎的な産業は衰退し、今の学生や若い世代も短絡的にすぐ結果が出るものしか手を付けられないみたいなそんな状況が今に至っているのではないかと思います。

黒 川 若者がやりたい雰囲気にしてあげるっていうのが大事じゃないかなと思います。

木 村 大村湾に隣接する地域で、温州ミカンとかシャインマスカットとか作ってる果樹園があり、今そこにゼミ活動で入ってます。長崎は、第1次産業は農業が実は強く、ジャガイモに関して言うと、北海道に次いで2位の出荷量ですが、それを知らない県内人が多いということで、大学教育においても農業経営みたいなことをしてほしいという依頼がありました。昨今のコメ騒動で、JAさんを批判する声がありますが、地方に行くと、JAがなくなったら地方の農家はなくなるというような生のお聞きしました。例えば、曲がったキュウリ

でも、小さくても大きくても、とにかくJAに持っていけば1円で買ってくれるそうです。これを自分で販売するとなると、選別もしなきゃいけないし、袋詰めもしなきゃいけないし、伝票の発送もしなきゃいけないし、そういうことをJAがしてくれていることを全然知りませんでした。ゼミ活動を通じて、学生のような若者が就労意識というか農業経営に感心を持ってくれたらなと思っています。

3-4 ジェンダー平等

伊 藤 日本の高度成長期では、ある一定の大学を卒業した男性が、ほぼすべての組織のリーダーシップを発揮して、同じ価値観を持って、あうんの呼吸で互いを理解するみたいなネットワークの力が源になってたというのは間違いではないと思っています。しかし、今は、今までと同じ価値観、同じでは経営が守れない、成長につながらない、そういった危機感から、日本でもダイバーシティという概念が重要視されるようになってきました。言い方を変えれば、違ったものの見方をできる人が集まる組織が健全であり、強いってことだと思います。当社は、歴史のある会社ですので、どうしても組織風土として、男性らしく、女性はあるべき、あるいは、特定の対象者に対して過度に配慮をしすぎる、そういったバイアスがあるように私は感じてます。

森 下 日本国内では、地域での差を感じる場面

はしばしばあります。都市部で働く方は比較的男性、女性の差という意識はあまりない状況になってきていますが、地方の工場などでは、どうしても女性が家事を、男性は仕事を重視という傾向が強いと思います。能力がある女性を昇格させて活躍の場を広げようとした際に拒絶を示された経験もあり、長年の社会文化が根付いているのだという印象を感じたことがあります。我々メーカーにおいても女性が働きやすい環境をとということで、重量物を運搬する作業を自動化するなど作業環境を改善することで女性も男性も結果的にメリットを享受できる社内環境作りを進めており、男女差だけではなく年齢差をも克服できるようなところも目指していく必要があるのではないかと考えています。

黒川 長い歴史から、男は働く外の場所が家の一部になり、家よりそっちを大事にしたりして、そこで男の社会を作ってしまったかもしれません。男性、女性といった性別に関わらず、誰もが能力を発揮できる社会が望ましいわけです。でも歴史的な背景もありますから、意識改革が必要なのではないでしょうか。

所 結局、男性も女性も随分価値観が多様になってきていて、価値観が多様になることに関しては、悪い方向じゃないと思っています。画一的な価値観のもとに進んでいくと、良くない方向へ行ったりということはあると思うので、みんなの価値観がまず多様になるってことは悪くない。そして多様な人が働くことも悪くない。そこにどう持っていくかっていうときに、あんまり無理やりはいけないなって思います。男性も育休を取らねばならぬとか、これもはっきり言って、多様性を阻害してるわけです。男性だって、ものすごく働きたい人もいれば、ライフワークバランスを考えてる人もいて、それは実は女性も同じで、あんまり女性だからといって、こうでしょって言われたくもないのです。そこは、ちゃんと尊重できるようになっていく必要があるかなって、すごく思います。

佐藤根 大学内で、理系女子を増やしていかなければという議論があって。

所 理系女子が少ないという危機感はずっとあって、初等教育が悪いのではないかという話もあるし、女性が働きやすいイメージしやすいところに理系が少ないのではという話もあって、いろいろな議論があります。突き詰めていくと、今の

文理の分け方の境界がおかしくて、その古典的な枠の中で理系女子を増やせて、何か違うのではと思っています。たくさんの人に論理的思考をちゃんと養っていただいて、理系チックに活躍していただくというのはありじゃないかなって、ずっと感じています。商学部なんかは理系じゃないかと思ってます（笑）。

木村 その通りですね（笑）。

4. 今後の粉体技術について

所 粉体プロセッシングって、大学で教えてても、完全化学、完全物理と違って、両方あって、すごく複雑なものを取り扱うので、技術の宝庫だと思っています。まさに、多様な技術がすごく集約されてると思うのです。この技術を使いこなすと、今日いろいろ話してきたようなところは全部網羅できるのではないかと考えています。

森下 原料が粉体からなる工業製品というのは非常に多い中、結構皆さん無意識に粉体に触れていて、あえて技術という観点で見ている方は意外と少ないなと思っています。感覚的に何となく使ってしまったような感じでしょうか。特に資源循環技術や脱化石原料化の検討を昨今手掛けていて痛感しています。このあたりは技術体系をより系統的に進めていくと、産業界にとって実学としては非常に有用であり、日本の得意な素材製品の伸びしろをまだまだ増やせるポテンシャルを非常に強く感じています。

笠原 日本のメーカーは、いろいろなパラメーターのものを混ぜて細やかに調整するのが得意だと思います。しかもそれを液体ではなく、固体（粉体）のままで行えることにはビジネス的にもすごく価値があるのですが、適正に評価されてないのではというのは思います。

所 粉体プロセスは絶対、水やイオンに比べれば省エネですよ。

西田 気候変動に対する回答を人類はずっと、物理的アプローチから出し続けてきました。省エネや再エネもそうかもしれないです。今後は、化学的アプローチが増えていく気がします。そうすると、今まで以上に粉体技術が活躍できる場面が増えてくる気がします。ここまで突っ込んで、細かいことに美意識すら持っているような技術って、そんなにない気がします。粉体技術は、今後、グローバルな課題解決のための下支えみたいなところ

ろを担えるかもしれない一つの可能性が見えてくるような気がするので、大変期待したいなと思っています。

伊 藤 日本粉体工業技術協会は、粉体機器・装置などを製作販売する企業、材料・化学・食品・薬品・鉱業などの粉体を取り扱う企業、建設・エンジニアリング事業などの粉体技術に関係する企業と大学などの学識者とが有機的に結合する団体で、会員企業は約350社に上ります。これだけ裾野が広い団体はなかなかないのではないかと思います。より環境配慮されたプロセスや再生可能エネルギーを利用した省エネ型の粉体処理技術、粉体プロセスのモニタリングや制御を行うためのIoT技術やAI、シミュレーションを活用した製造プロセスの最適化、新しい機能性材料や従来材料への機能付与など持続可能社会の実現に向け、粉体技術は今後ますます注目される分野になるのではないかと考えています。

本日はありがとうございました。

一 同 (拍手)。

5. おわりに

はじめましての方がほとんどであったので、座談会が始まるまではヒヤヒヤでしたが、いざ始まると話も盛り上がり、誌面に掲載する内容を約1/6に縮小しなければならないのが大変でした。そのため、やむを得ず割愛した部分については、どうかご容赦いただきたい。

今回で3回目となる座談会であるが、参加いただける方のスケジュール調整など、難しいところもたくさんあり、今回で一旦ペンディングすることになった。読者の皆様から、こんな企画を『粉体技術』誌で取り上げてもらいたいなどあれば、是非ご意見いただきたいと思う。

(座談会の雰囲気を損なわないため、言葉遣いや会社・組織などの名称は一部略称としました)

(編集担当 伊藤雅章)



座談会の様子