

◆特集◆ CN 技術, 省エネ・省資源技術の最前線

Zero Waste Design の未来 —減量化・再資源化率 100 %のサーキュラーエコノミー実現を目指して—

友國 裕弘^{*)}

1. はじめに

「廃棄物」や「ごみ」という言葉に良い印象を持つ人はほとんどいないだろう。

高度経済成長期。東京オリンピック 1964 が終わり、都心に高層ビルが建ち並び始めた時代。小さな住宅が取り壊され、産業廃棄物として「夢の島」に運ばれた。「夢の島」には、海洋埋め立てをするために、早朝から 100 台以上のダンプが並んでいた。

埼玉県の農家に四男として生まれ、15 歳で東京に出て、さまざまな仕事に就いたのち、自分で事業を起こそうとダンプを買った石坂好男は、その列に並びながら、なぜ資源がないこの国で平然と使えるものが捨てられるのか。「ゴミをゴミにしない社会」をつくりたい。そう考えて 1967 年、27 歳の時に石坂産業を創業した。

それから 57 年、MDGs という言葉も、SDGs という言葉もない時代から、石坂産業は実直にリサイクルに取り組んで来た。「サーキュラーエコノミー」という概念は 2015 年に EU の政策パッケージとして世界に広まったが、「ゴミをゴミにしない社会をつくる」という石坂産業の創業者の思いは、今となってはサーキュラーエコノミーの概念そのものに思える。先見の明があったのだろう（写真 1）。

2. 廃棄物処理技術の新潮流

日本では、廃棄物は、一般廃棄物と産業廃棄物に区分されている。極めて大雑把に言えば、一般廃棄物の発生量は年間約 4 千万トン、産業廃棄物はその

10 倍の年間約 4 億トンである。

私たちは、一人 1 日当たり 1kg のごみを出すと言われるが、主に家庭から出る一般廃棄物のことであり、私たちの暮らしは、実は、その 10 倍、毎日 10kg 近い産業廃棄物を生み出す経済活動に支えられている。その処理の大変さは想像に難くない。特にその中でも、建設系混合廃棄物は、もっとも処理が難しいとされており、減量化・再資源化率は国内平均で 63%¹⁾ に留まる。

建設系混合廃棄物は、世界ではほとんどが埋め立て処理されており、大きな社会問題になっている。一方で、国内においても、最も不適正に処理されやすい廃棄物といわれている。住宅やビルは長期にわたって使用されるものであり、その間に持ち主が変わることもある。また、年数が経って製造者や材料がわからなくなることで、不適正な処理につながりやすいという面がある。

私たちは、あえて困難と言われる廃棄物に挑戦することにビジネスチャンスを見いだした。分別分級を徹底するため、エンジニアリング会社の技術に頼るのではなく、様々な機械を自ら試行錯誤して組み合わせた結果、減量化・再資源化率が 98% に到達した。夢はもちろん 100% だ。

工場の中は、百数十本のベルトコンベアが複雑に



写真 1 里山に囲まれた工場

^{*)} TOMOKUNI Yasuhiro : 石坂産業（株） 執行役員

〒 354-0045

埼玉県入間郡三芳町上富 1589-2

TEL : 049-259-5800

FAX : 049-259-7636

E-mail : info@ishizaka-group.co.jp

配置されている。もし最初から最適なプロセスがわかつていたら、これほど複雑な工場には、ならなかつただろう。

処理の基本は、ふるいにかける、破碎する、金属は磁力で吸い上げ、軽い物は風力で飛ばす、そして、手選別等の繰り返しだ。

3K（きつい、汚い、危険）と見られることが多い過酷な職場である。人手不足は深刻だ。振動や騒音を外に出さない全天候型独立総合プラントを業界に先駆けて建設したが、工場内は、天井の高い大きな空間で、粉じんもあるため、空調の完備も難しい。振動や騒音もある。

その職場環境を良好なものとし、業界のイメージを変え、人手不足にも対応する。そのための技術開発を進めている。

廃棄物処理の現場に行くと、先程も述べたが、手選別と呼ばれる手作業にかなり依存していることに、皆驚くはずだ。状況は、欧米においても同じだ。

手選別は根気のいる過酷な作業で、ベルトコンベア上の廃棄物は、想像以上に早く流れしていく。その作業を、人ではなくロボットに任せるために、東急建設と共同研究を行った。その成果として、3年前から独自のAI選別ロボットが稼働している²⁾（写真2）。



写真2 廃棄物選別ロボット



写真3 遠隔運転

昨年から、選別のさらなる高度化のために、米シリコンバレーのスタートアップ企業のAI技術も検証中だ。さらに、省力化や作業精度を高め、より安全安心な職場環境にするために、大手IT企業のNECやインテルの協力を得て、重機の遠隔操作、作業時の安全や作業量の見える化、廃棄物の量や処理費用を査定する作業の自動化にも取り組んだ³⁾（写真3）。

DXの観点では、事業を支える基幹システムは、既にフルクラウド化済みで、すべてブラウザ上で動くWebアプリケーションに更新した。ネットワーク基盤についても、Local 5G, LoRaWAN, RADWIN, Wi-Fiなどのさまざまな無線技術を比較し、IoTや重機の遠隔操作を実現するために、工場内での電波の特性や実用化に向けた課題を洗い出している（写真4）。

EUでは、2022年エコデザイン規則案が発表され、デジタル製品パスポート（DPP）が義務化された。2023年12月に、EU理事会と欧州議会は規則案に對して暫定的な政治合意に達したと発表した⁴⁾。日本は廃棄物のトレーサビリティを担保する電子マニフェストの浸透にさえも時間を要しているが、昨年12月に、産官学のパートナーシップ（サーキュラーパートナーズ）も立ち上がり、サーキュラーエコノミーを推進する情報流通プラットフォームの議論も始まった。Web 3.0（ブロックチェーン技術やNFT）も利用した最新のITやAIによる基盤構築が進み始めている。

3. 今後大量に発生する新たな産業廃棄物

今後大量に発生する新たな産業廃棄物の代表が、太陽光パネルや電気自動車等のリチウムイオンバッ



写真4 Local5G アンテナ

テリーである。日本では、2011年の東日本大震災を機に、再生可能エネルギーの導入促進のための固定価格買い取り制度（FIT）により設置が急増した。太陽光パネルは、寿命が20年～25年とされ、2035年頃に廃棄のピークを迎えると推測されている⁵⁾。一方で、太陽光パネルには有害物質が含まれており、重量ベースで約60%を占めるガラスについても、製造会社によって組成がまちまちで、ガラスからガラスへのマテリアルリサイクルは容易ではない。

さらに、リサイクル体制をより困難にしているのが、固定価格買い取り制度（FIT）による設置の急増があったため、リサイクル需要にも急増と急減が予測されていることだ。廃棄物処理業は装置産業だ。需要が急増急減するものへの投資に躊躇する企業も少なくない。

新技术として今後設置が急増すると予測されるペロブスカイト系太陽電池パネルもリサイクルの研究が始まったばかりだ。どのようにリサイクルができるのか、まだ見通せてはいない。

リチウムイオンバッテリーは、BM（ブラックマス：正極材に含まれるコバルト、ニッケルなどのレアメタルの他、リチウム、マンガン、アルミニウム、鉄などと、負極材の炭素などが含まれる⁶⁾。）生成と湿式製錬工程に要する初期投資が非常に大きい⁷⁾。リチウムイオンバッテリーと言っても、正極側の活性物質によって様々な種類がある。それに加えて、二次電池の開発競争は熾烈であり、次々と異なる素材の電池が開発され、その再生のプロセスも電池の素材ごとに異なるため、こちらもリサイクル技術の確立が必要だ。リサイクルには手間もコストもかかる。収集運搬やリサイクルが困難になる種類の違うバッテリーの混入問題もある。

3Rと言われるが、リデュース、リユース、リサイクルの順番で、あくまでもリサイクルは最後の手段だ。そのリサイクルでさえもまだまだ技術開発が必要だ。

4. プラネタリーバウンダリー（地球の限界）

2009年、デンマークのコペンハーゲンでの第15回気候変動枠組条約締約国会議（COP15）の開催に先立って、スウェーデンの科学者であるヨハン・ロックストロームと28名の著名な科学者が、科学誌ネイチャーに、「人類にとっての安全な機能空間（A Safe Operating Space for Humanity）」という論文を発表した。同論文で、全地球的な「気候変動」

「新規化学物質」「成層圏オゾンの破壊」「大気エアロゾルの負荷」「海洋の酸性化」「生物地球化学的循環（リン・窒素）」「淡水の消費」「土地利用の変化」「生物多様性」という9項目の重要な自然システムに関する「プラネタリー・バウンダリー」を提唱し、その継続的な監視を提案している⁸⁾。

この論文は、SDGsの制定にも大きな影響を与えている。

5. 2015年

2015年が、どのような年だったか覚えている人は少ないかもしれない。

地球環境問題を考える上で、直近で様々なアクションの起点になった年だった。

前述の「プラネタリーバウンダリー（地球の限界）」が「小さな地球の大きな世界（BIG WORLD SMALL PLANET）」という書籍にまとめられて、1月にダボスの世界経済フォーラムで参加者に手渡された。9月にニューヨークで行われた「国連持続可能な開発サミット」で、17のゴールと、169のターゲットで構成されている「SDGs」が採択され、12月2日に、EUの政策パッケージとして「サーキュラーエコノミー」の概念が示された。同月12日には、パリで行われた第21回気候変動枠組条約締約国会議（COP21）で、2020年以降の温室効果ガス削減に関する世界的な取り決めが示され、「世界の平均気温上昇を産業革命以前と比べて2度より十分低く保ち、1.5度以内に抑える努力をする」という世界共通の長期目標を掲げる「パリ協定」が採択された。

石坂産業にとっても2015年は節目の年だった。会社周辺の里山は、保全を始めてから10年の時を経て、2012年に、生物多様性JHEP認証で国内最高ランクのAAA（トリプルエー）を国内で2例目として取得、翌年には埼玉県で唯一の環境教育等促進法に基づく環境省の「体験の機会の場」にも認定された。このことをきっかけとして、地域の求めに応じて、保全する里山を一般開放することに決め、その拠点施設となる「くぬぎの森交流プラザ」を2015年に建設した。

インドネシアのバリ島に持続可能な世界を創造するグリーンリーダーを育成する「グリーン・スクール」の存在を知った。世界中から子供が集まり学んでいるという。その取り組みを学ぶため、2015年12月、ちょうどCOP21でパリ協定がディスカッショ

ンされていた時に、私はパリ島に創設者のジョン・ハーディー氏を訪ねていた。COP21の閉会を待たずに帰国したジョン・ハーディー氏は、パリからのフライトで到着した直後で、時差の残る中だったが、快く面談に応じてくれた。私たちの取り組みを説明すると、ぜひ見たいと工場見学に来日してくれただけでなく、1万人の読者がいるブログで世界に拡散してくれた⁹⁾。

翌2016年に、石坂産業は、里山の一般開放と「くぬぎの森交流プラザ」のグランドオープニングのイベントとして、2日間で1万人が集う、「SATOYAMAと共に生きる EXPO」を開催した際も、ジョン・ハーディー氏は、基調講演に駆けつけてくれている（写真5）。

2015年から、間もなく10年の節目になる。日本では2025年に大阪・関西万博が開催されるが、その会場の建物や資材のリサイクルは、未だ議論の途上だ。米国のパリ協定からの一時脱退もあった。多くの人が少なからず感じている気候変動は深刻さを増し、予断を許さない状況は変わらない。

6. 資源の枯渇

世界自然保護基金（WWF）は、2030年までには地球が2個分相当の資源が必要になると報告書を2010年にまとめ、このままでは資源が枯渇するのは間違いないと訴える¹⁰⁾。

枯渇性の資源を掘り尽くすのではなく、地表にある資源を活用することが大切だ。プラスチックの資源循環も、現在、国内外で大きな議論となっている。

2019年に、プラスチック資源循環戦略が策定されて、日本プラスチック工業連盟のバイオプラスチック利用推進ワーキンググループの議論の一端に加えていただいた。一般に混同されがちな、バイオ



写真5 SATOYAMAと共に生きる EXPO

プラスチックと生分解性プラスチックの違い。多くの生分解性プラスチックが、海洋では温度の問題で分解されないことなど、化学が専門の方には当たり前かもしれないが、不勉強で見過ごしていたことばかりだった。海洋への流出だけでなく、プラスチック循環の課題の大きさも再認識することになった。

地球の砂漠化が叫ばれる中、無限にあるように感じられる砂についても、砂戦争と呼ばれる状況が起きている¹¹⁾。

全世界で高層ビルが次々に建てられて、コンクリートの原料となる砂が世界的に不足し、争奪戦が起きている。

砂漠の砂は、実は、コンクリートの原料としては使えない。セメントに混ぜるには細かすぎると、角がないために砂同士がからみあうことができない。そのため、セメントに混ぜても、コンクリートの強度が得られない。塩分含有量も多い。海砂と同じように、アルカリ骨材反応を起こして建造物の強度や安全性が脅かされる。砂漠に植物が育ちにくいのは、水の不足だけでなく、塩分が多いためだ。

ドバイなど中東の都市で、建設ラッシュが続いているが、ビル建築用の砂は、すべてオーストラリアから輸入されているという。

「高層ビル・都市居住協議会（CTBUH）」によれば2023年の300メートル以上の超高層ビルは世界で216本あるが、そのうち中国が100本を越えるという¹²⁾。その中国は年に25億トンものコンクリートを消費している。アメリカが20世紀の100年間に使ったコンクリートの総量は45億トンなので、中国の2年分でしかない。

世界中で巨大ビルの建設ラッシュが続くなかで、砂の需要は増え続けている。

シンガポールは、世界最大の砂輸入国。そして周辺のインドネシア、カンボジア、マレーシア、ベトナムはシンガポールへの砂の輸出を禁止した。

7. 都市鉱山と鉱物資源安全保障

スマホなどの電子機器に含まれるレアアース・レアメタルなどの鉱物資源は、都市鉱山と呼ばれる。希少な鉱物資源は、特定の国に偏在しており、その鉱物資源を回収、再利用することは、国の安全保障上の観点からも重要だ。スマホのようにリユース市場が国内にとどまらず海外にも広がっていることが、問題をより複雑にしている。国内での携帯電話の回収はわずか17%に留まるという。家庭に眠る

ものも多い。リユースは資源循環の観点で、重要なが、グローバルに広がるリユースと鉱物資源安全保障をどう両立させるかは、悩ましい課題だ。スマホのリサイクル工場を見学した。希少な資源は、ここでもやはり極めて細かい手作業で回収されていた。希少なものがあらかた回収された後は、破碎される。都市鉱山のリサイクル率はどこまで高められるのだろうか。

超小型人工衛星スタートアップのCEOと話す機会があった。不勉強で人工衛星は数百ぐらいと漠然と考えていたが、改めて調べてみると、宇宙開発は想像を超えて進んでおり、低軌道衛星を中心に、すでに1万7000個を超えていた¹³⁾。その内5000個以上が、イーロン・マスクが進めるStarlinkの衛星だ。今は毎年1000個以上の人工衛星が打ち上げられている。これらの衛星も早ければ数年で寿命を迎える。スペースデブリとして、大気圏に突入させて、実質的な焼却処分だ。希少資源は失われている。宇宙での、回収やリサイクルの技術は端緒についたばかりだ。

8. エネルギー問題と脱炭素

資源循環に限らない。エネルギー問題と脱炭素も深刻だ。17世紀の産業革命以降に急増したCO₂の排出により、平均気温は上昇し続けている。地球温暖化や資源の採掘、エネルギーの使用量は、17世紀のイギリスの産業革命以降、急増した。同時に地球の人口も爆発的に増加した。イスでは経済成長とCO₂排出を切り離す「デカップリング」がうまく進んでいるという¹⁴⁾。人口増とCO₂排出の切り分けの舵取りも求められている。日本では、1973年と1978年の二度のオイルショックを経験して省エネルギー法が制定された。1997年に第3回気候変動枠組条約締約国会議（COP3）で京都議定書が採択されたことを受けて、1998年に地球温暖化対策法も制定された。

だが、2023年のSDGs達成度ランキングで、日本は気候変動対策などが最低評価となるなど、世界21位に後退。以下の5つの目標で「深刻な課題がある」（Major challenges）とされた¹⁵⁾。

- ・目標5「ジェンダー平等を実現しよう」
- ・目標12「つくる責任、つかう責任」
- ・目標13「気候変動に具体的な対策を」
- ・目標14「海の豊かさを守ろう」
- ・目標15「陸の豊かさも守ろう」

昨年、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第6次統合報告書が公表された。温暖化を1.5℃又は2℃に抑えるには、この10年間に全ての部門において急速かつ大幅で、ほとんどの場合即時の温室効果ガスの排出削減が必要と予測されている。地球温暖化対策は待ったなしの状況だ。

産業革命以降の歴史はエネルギーの歴史、今や再資源化プロセスでも脱炭素は必須だ。

再生可能エネルギーも一昨年のRE100の技術要件改定や、来年にはGHGプロトコルScope2の基準改定で、同時同量性や追加性、マーケット基準に対する見直しが行われている。「グリーンウォッシュ」という言葉が使われることも増えてきたが、どう本質的に改善するのか、人類の英知の結集が求められている。

世界のCO₂排出量は330億トンと言われる。DAC、CCS、CCUSなしに、ネットゼロカーボンが実現できるのか。脱炭素のコストを負担すべきのはだれなのか。容易には答えの出ない課題ばかりだ。

9. ピンチをチャンスに変える

石坂産業の歴史を少し振り返りたい。1999年に、「所沢ダイオキシン問題」と呼ばれることになったニュース報道があり、後に誤った報道として訂正されたにもかかわらず、風評被害だけが残った。ダイオキシンを出している産廃屋がいるからだとして、反対運動が起き、2年前に15億円をかけて、最新鋭のダイオキシン対策炉を建設したばかりだったが、その事実は理解されず、地域から大バッシングがあった。

廃業を覚悟しなければいけないほどの危機に追いこまれる中で、それでも創業者は「この仕事を続けたい」と言った。代表は「仕事を続けるためには、地域に愛され、社会に必要とされる企業でなければならない」と思った。

生き残るために、建てたばかりの焼却炉を廃炉にする決断をし、埃も音も外に出さない分別分級を徹底する完全屋内型のリサイクル工場に40億円をかけて、建て替えた。Regeneration（再生）の始まりだった。

だがそれだけでは、地域の理解は得られなかった。建物の中で、隠れて何かこそこそやっていると、かつて大きな社会問題になった宗教法人の施設になぞらえて揶揄されたりもした。

それならば思い切ってガラス張りで工場を見てもら

おうと、2008年に2億円をかけて、後付けで見学者通路を作った。

見学に来る人は、ほとんどいなかった。最初にやってきたのは、環境保護団体で活動しているような方々で、何か怪しいと思って来られ、厳しい質問も投げかけられた。

俺たちは見世物じゃないと言って反発する社員も少なくなかった。

全天候型プラントにした目的はもう一つあった。働く人たちの労働環境改善だ。それまで産業廃棄物処理と言えば露天が普通だった。1日300台ものトラックが運び入れる廃棄物を、雨の日も、冬の寒い日も、夏の暑い日も、露天で、手作業で仕分けするのは本当に過酷な仕事だ。しかも、顧客からの電話は「値段を下げてほしい」というものばかり。不要なものだから、安く、できればタダで処理したいと。地域の人々から「きつい汚い危険な仕事だ」と思われていた。創業者は「ゴミをゴミにしない社会をつくりたい」と夢見ていたが、その思いは地域社会には届いていなかった。

10. 地域貢献の模索

地域に愛される会社になるため、地域貢献も模索し始めた。最初は、ありきたりだが、道路清掃のボランティアや周辺のうっそうとした里山に不法投棄されたものを手弁当で片付けるところから、ささやかな活動を始めた。そのうちに、片付けても、片付けても翌日には不法投棄が繰り返されることに気づき、この里山は昔からこの姿だったのだろうかと疑問に思い、地域の歴史を学んだ。

歴史を学ぶと、会社周辺は、江戸時代に開拓され330年続く三富新田という集落であり、循環農業が行われていたことがわかった。そして、この地域の里山は、下草まで日が差し込む美しい場所だったは

ずなのに、昭和の頃から集落内の里山（雑木林）が放置され、生物多様性の崩壊が起き、不法投棄が増えていった。私たちの周辺はそうした荒廃した里山であると改めて気づかされた。本来の姿に戻そうと、少しずつ手入れを始めると絶滅危惧種の植物など、1300種類以上の動植物の生物多様性が復活し、美しい里山が再生された（写真6）。

11. 三富今昔村の誕生

教育から始めなければ社会は変わらないとの思いから、再生された里山を環境教育フィールドと位置づけ、私たちの取り組みを「三富今昔村」と名付けた。

地域の子どもたちだけでも年間5000人以上が学校の授業の一環として訪れる。子どもたちが来てくれることで、働く社員の意識も変わった。改めて自分の働き方、働く意味、会社の目指すものに意識が向き、それがやりがいにもつながっている。

「誰かがやらなくてはいけない仕事が世の中にある」ことを知ってほしいと続けてきた工場見学も実を結んだ。減量化・再資源化率98%以上という業界最高水準の高度で徹底した処理に加えて、工場周辺の里山を再生し、三富今昔村として環境教育を行っているユニークな事業モデルが注目されるようになり、年間1万人以上が工場を見学し、保全する里山には年間5万人以上が訪れるようになった。国内47都道府県はもとより海外50か国以上から視察に来ている。時代も、TCFD（気候関連財務情報開示タスクフォース）から、昨年9月にTNFD（自然関連財務情報開示タスクフォース）の最終提言が発表され、ネイチャーポジティブな行動も求められるようになった。Forbes Japan 2023年11月号で、日本発「ネイチャーポジティブ」に資する50社の1社と評価されたことを誇りに思っている¹⁶⁾（写真7）。

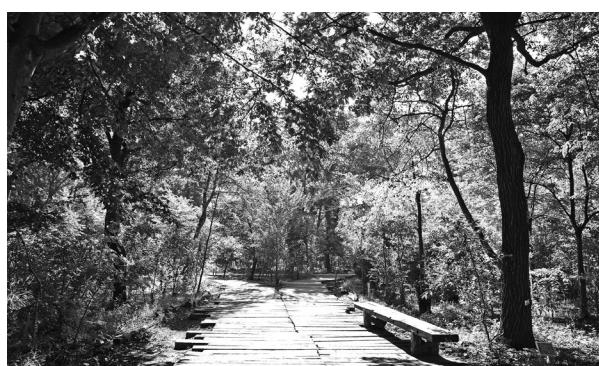


写真6 再生された里山



写真7 海外からの視察団

12. 業界のイメージを変えたい

産業廃棄物処理の仕事は、ネガティブな印象が強い。私たちは創業以来、循環型経済に貢献するべく、「どこかの企業の廃棄物をどこかの企業の資源にする」活動を続けてきた。

なくてはならない仕事、誰かがやらなければいけない仕事だからこそ、NIMBY (Not in my backyard) ではなく、YIMBY (Yes in my backyard) にしたい。業界のイメージを変えたいと思い続けてきた。今はこれまでのパブリシティ効果で、引き受け切れないほどの取材の依頼をいただいているが、まだ業界全体のイメージが変わるまでには至っていないだろう。

メディアに取り上げられることも手放しでは喜べない。既に述べたように1999年には、マスコミによる報道の力の恐ろしい面も経験した。

地域のためにできることをコツコツと少しづつ積み重ねてきた結果をメディアにお伝えしている中で、2013年頃から注目が増え始め、様々な取材や講演の依頼を受けることが増えていった。NHKを始めとする、国内外のテレビ番組の取材や雑誌の取材が多数あり、直近では、Webメディアの取材も増加している。採用においても、この会社で働くことに魅力を感じて応募してくる新卒が年々増えている。

良い循環の中で、今となっては世界的なラグジュアリープランドグループからも注目されて、処理を任されるまでになっているが、その一方で、「信頼」は一瞬にして失われることも強く認識している。

13. 土との関わり

1cmの土壌ができるまでに武藏野地域では100年かかると言われている。世界では1cmの土壌ができるまでに1000年かかる地域もあるそうだ。私たちは、建設系混合廃棄物を主力とする産業廃棄物中間処理業だが、土に関わり、豊かな土を再生する仕事だと自負している。

あらゆる生物を育む土、大地について考え、その大切さを伝え、地域の伝統の「落ち葉堆肥農法」と固有種野菜も次世代につなぎたいという思いで、有機JASとGlobalG.A.P.の認証を受けて「石坂オーガニックファーム」として農業も始めた。

食べ物の95%が土に由来していると言われるほど、土壌は人間にとて必要不可欠な存在だが、廃棄物の中には、化学物質を含む複合的な材料で作ら

れたもの、リサイクルできないものや有害なものあり、埋め立てるに200年以上分解されずに土の中に残る。しかし、それがどういう影響を与えるかということは教えてくれない。結果として土壌への負荷が大きくなり、生態系のバランスが崩れ、循環の妨げになっている。

私たちが土から享受しているものは何か、生活循環を活かした土の回復こそ、人の健康へつながることを多くの方に知ってほしい。そんな思いで、子供だけでなく、大人も土の奥深さを感じられる内容にして、初めてのオリジナル絵本「つちのなかに」(英訳付き)も作成した。

農業体験を通じて、「未来に残していきたいと思えるもの」を感じてもらう取り組みもしている。高級ブランドのLVMH (モエヘネシー・ルイ・ヴィトン) グループで、モエ・エ・シャンドン、ドンペリニヨン、クリュッグと言った高級シャンパンなどを扱うMHDモエヘネシーディアジオ社も、Living Soils, Living Together(生きた土壌、共に生きる)をテーマとしたサステナビリティ/CSR活動の一環として、畑を持たない日本の社員のために、石坂オーガニックファームで農業体験を行っている。

14. Sustainability (持続可能) から Regeneration (再生) へ

2030年が目標のSDGsだけで未来に残す地球は守れないのではないかと危惧し、その先も見ている。世界も、Sustainability (持続可能) を越えて、Regeneration (再生) を目指し、変わろうとしている。

ウェルビーイング、すなわち、私たちの健康と安全は、健全な地球環境があつてこそ成り立つ。健全な地球環境を取り戻すために何ができるのか。

中小企業の私たちにできることは、ささやかだが、本業の産業廃棄物中間処理業に、まさにCSV (Creating Share Value、共通価値の創造) として取り組むことに加えて、会社周辺の里山を再生させて保全し、環境教育の場として新しい価値を創造したことは、Regeneration (再生) の一つだろう。

重機はディーゼルエンジンが普通だが、脱炭素に向けて、工場内で使用する重機を、いち早く電動化し始めてから、既に16年が経つ。

再生可能エネルギー利用の取り組みを加速させるために、「RE100」国際イニシアチブは、大企業対象で参加できなかったが、2021年6月、国内のイニシアチブである「再エネ100宣言RE Action」に

参加し、同年12月には再エネ由来の電力を100%導入した。

脱炭素についてもパリ協定の2050年では、間に合わないかもしれない。そんな思いから、パリ協定を10年前倒し、2040年の脱炭素を目指す最もアグレッシブな国際イニシアチブ「気候変動対策に関する誓約 (The Climate Pledge)」に、2021年8月、日本企業として最初に署名した¹⁷⁾。

既にほとんどが電化されている工場に再エネを導入したため、温室効果ガスの排出量を算定・報告する際の国際的な基準であるGHGプロトコルのScope1, Scope2の達成には、目処は立っている。

一方で、ネットゼロカーボンを目指す世界中のどの企業も同じ思いだろうが、今後はバリューチェーンの上流側、下流側のScope3の脱炭素化が最大の課題である。まだ先は見通せない。

「気候変動対策に関する誓約 (The Climate Pledge)」に署名したもう一つの理由は、世界中のメーカー・パートナー企業との連携のチャンスが生まれるためだ。

スマートプラントも、ネットゼロカーボンも、次に述べる「Zero Waste Design」も、共創・協働なしでは実現不可能だ。

品質ISO9001、環境ISO14001、エネルギーISO50001、労働安全衛生ISO45001、情報セキュリティISO27001、事業継続ISO22301、学習サービスISO29993を、7統合で取得している。

エネルギー面や環境配慮面でも、太陽光発電だけでなく、電力需要を平準化し、いざという時にはVPP (Virtual Power Plant) としても使える大型鉛蓄電池を設置、地中熱、風力、雨水のタイヤ洗浄への活用など、できることは全部やるという気持ちだ。

15. 「Zero Waste Design」の未来

2020年から、「Zero Waste Design」をビジョンに掲げ、改めて、ゴミがゴミでなくなる社会、枯渇性資源を採掘し続けるのではなく、地表資源がすべて循環する社会を提案している。

世界人口の増加とともに廃棄物は加速度的に増え、2050年には現在の2倍の廃棄物が地球を覆うと予測されているからだ。環境省によれば、現状で日本の循環利用率（再利用・再生利用率）はわずか16%。のまま埋め立てを続ければ、日本も世界も埋め立て地がなくなる。廃棄物を残さないように循環させて、地表にあるものを何度も活用するということを誰かがやらなければならない。

ごみ処分場に運ばれてきたごみを、そのまま投棄する「オープンダンプ」と呼ばれる開放投棄も、途上国では、いまも普通だ。世界には廃棄物の墓場と呼ばれる場所もある。ガーナのアグボグブロシーという町は、世界最大の電子廃棄物の墓場だ¹⁸⁾。チリのアタカマ砂漠には、衣類の墓場がある¹⁹⁾。太平洋には太平洋ごみベルトと呼ばれる面積が日本の国土の4倍以上の約160万平方キロメートルの大量の海洋プラスチックが漂っている²⁰⁾。

国連環境計画（UNEP）「世界資源アウトロック2019」によれば、世界の天然資源採掘量は920億トン（2017年）にのぼるという²¹⁾。廃棄物を廃棄物として終わらせずに再利用や再生を行い、廃棄物由来の資源を否定せず、技術開発や社会の認知が進むことを願ってやまない。

单一素材の廃棄物では、機械による選別も進み、再資源化率100%も可能だ。一方で、混合した廃棄物の再資源化は容易ではない。再資源化するためのエネルギーの消費も大きい。ケミカルリサイクルも必要なエネルギーが大きく、コストが課題のようだ。現代のものづくりは、単一素材だった時代から、便利さ、強度、耐久性を求めて、複雑な素材や構造に加え、様々な化学薬品も使用されている。

製造業の原料調達で重要なのは、成分や性状の安定した高品質の素材を、必要な時に必要な量を入手することだが、産業廃棄物処理は、製造業とは真逆のプロセスだ。それだけでなく、混合廃棄物では、まったく同じ物が原料として運び込まれることはほとんどない。つまり、成分も性状も毎回変わり、毎日どれだけの量がいつ持ち込まれるかもわからない原料から、高品質の素材に戻し、必要とする企業に引き渡すプロセスだ。高品質にするために大きなコストをかけても、製品価格に容易には反映されない。

SDGsのゴール12は、「つくる責任、つかう責任」とされているが、そこに独自に「する責任」という言葉を付け加えた。役目を終えて廃棄される時のことまで考えたものづくりがあってこそSDGsではないだろうか。

近年、今までの直線型をやめて、循環型経済にしていくという流れも加速度的に進んでいる。Zero Waste Designは、まず「ゴミにならない素材開発・構造設計」から始まる。モノは消費され、いつか不要になる。私たちは20年後、30年後に向けてどんなモノを作り、どんなモノを残していくのか。廃棄されることを想定して設計デザインすることをやつていかなければならない。

アップサイクルもグリーンウォッシュにならない工夫が必要だ。そもそも良い物を大切に長くつかう、一人一人の消費行動が未来の選択になる。再資源化には、技術だけでなく、エネルギーもコストもかかる。再資源化されたものこそが高い付加価値（ブランド）を持つことが重要で、需要の存在や喚起がなければなりたたない。

昨年、日本を代表する企業の経営者が続々と工場と保全する里山の見学に訪れ、「その製品は廃棄される時のことを考えて設計されているのか」と問い合わせる私たちの声に耳を傾けてくれた。時代の追い風を感じる。

建設系廃棄物は、コンクリートやがれき類は、異物を取り除き碎かれて、ほとんどが碎石や砂になる。路盤材として道路工事に使われることが多いが、地方までかなり道路整備が進んだ今、需要は右肩下がりで限界が見えている。東京オリンピック 1964 からちょうど 60 年の月日が流れた。コンクリートの寿命は 50 年から 60 年と言われ、高度成長期に建築されたビルや構造物が、更新期を迎え、ますます廃棄物が増える事が予測される。コンクリートは、世界の CO₂ 排出量の 8 % を占めるという。再生砂や再生骨材を利用し、カーボンネガティブのコンクリートやバイオコンクリートも活用するビルディング to ビルディングの水平リサイクルを実現することは夢で終わるのか。あらゆる分野で、サプライチェーン全体を考えたクローズドループのものづくりが必要だ。

設計や計画の段階から、Zero Waste を考慮したものづくりや社会基盤が実装される、そんな「Zero Waste Design」の未来を夢見ている（写真 8）。



＜参考文献＞

- 1)国土交通省 平成 30 年度建設副産物実態調査結果 (確定値)
<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001334705.pdf>
- 2)東急建設、石坂産業が建設廃棄物を自動で選別するロボットの試験的導入を開始
<https://www.tokyucnst.co.jp/topics/assets/20210107newsletter.pdf>
- 3)NEC と石坂産業、廃棄物の再資源化プラントにおいて

ローカル 5G と AI を活用した実証実験を実施

https://jpn.nec.com/press/202301/20230117_01.html

- 4) JETRO EU、エコデザイン規則案で政治合意、未使用繊維製品の廃棄禁止へ
<https://www.jetro.go.jp/biznews/2023/12/ed09003e4ac32460.html>
- 5) 環境省 太陽光発電設備等のリユース・リサイクル・適正処分に関する報告書 太陽光パネル排出見込量
<https://www.env.go.jp/content/900523828.pdf#page=32>
- 6) DOWA エコジャーナル エコペディア ブラックマス
https://www.dowa-ecoj.jp/ecopedia/06_ha/blackmass.html
- 7) ブライトイノベーション 湿式製錬初期投資リチウムイオン電池リサイクルの理想と現実のギャップ
<https://brightinnovation.jp/carbon/1895/>
- 8) J.ロックストローム M. クルム著「小さな地球の大きな世界」丸善出版 2018 年 7 月
- 9) The best thing in Japan: Ishizaka Recycling Factory
<https://greenbyjohn.com/the-best-thing-in-japan-ishizaka-recycling-factory/>
- 10) WWF Living Planet Report 2010
https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lpr_living_planet_report_2010.pdf
- 11) 石 弘之 著 砂戦争 角川新書 2020 年 11 月
- 12) 日経電子版 世界の超高層ビル、どこにある トップ 50 の半分は中国に
<https://www.nikkei.com/article/DGKKZO76252090Z11C23A1TL9000/>
- 13) UNOOSA Online Index of Objects Launched into Outer Space
https://www.unoosa.org/osoa/osoindex/search-ng.jspx?lf_id=1
- 14) SWI 人口が増えても CO₂ 排出量は削減できる
<https://www.swissinfo.ch/eng/sci-tech/why-a-larger-world-population-won-t-necessarily-mean-more-emissions/48190634>
- 15) 朝日新聞デジタル SDGs 達成度ランキング
<https://www.asahi.com/sdgs/article/14937675>
- 16) Forbes Japan 微生物から AI、宇宙まで 日本発「ネイチャーポジティブ」に賛する 50 社
<https://forbesjapan.com/articles/detail/67296>
- 17) Zero-waste design: Ishizaka on the future we must create
<https://www.theclimatepledge.com/us/en/Stories/ishizaka-on-the-future-we-must-create>
- 18) JICA 電子廃棄物の墓場から、僕らは未来を描き出す【ガーナ】
https://jicamagazine.jica.go.jp/article/?id=202204_8s
- 19) NHK 衣服の墓場
<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20220218/k10013486591000.html>
- 20) 朝日新聞デジタル 北太平洋に「プラスミベルト」面積、日本の 4 倍超
<https://www.asahi.com/articles/ASM21000XM10ULBJ022.html>
- 21) 国連環境計画 (UNEP) 「世界資源アウトロック 2019」
<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27517>