

資源循環経済の実現に向けた SaaS プラットフォームの企画開発

Planning and Development of a SaaS Platform for the Realization of a Resource-Recycling Economy

柿澤 至 倫

要 約 近年、カーボンニュートラル (CN) や資源循環経済への移行促進の議論が活発となつてきており実現の施策として資源生産性の高い社会への転換があげられている。2020年12月に資源循環経済の実現を目指して資源循環システムズ株式会社 (以下、RCS社) が設立された。国内では資源循環経済へ移行する際の課題が複数存在するが、RCS社による業界標準のSaaSの提供により、調達した資源を利用し製品を供給する動脈産業と不要物を処理・リサイクルして資源に戻す静脈産業の情報連携が促進されることで再資源化促進に資する事を目指している。提供するサービスはコンプライアンス、業務効率化といった「守りのDX」の領域と、リサイクル促進やデータ活用といった新しい領域のサービスを提供する「攻めのDX」に区分している。RCS社の強みが活かせる分野のサービスは自社で開発し、それ以外の分野は社外のサービスプロバイダと協調戦略をとることにより、企画からサービスインまでの時間を極力短縮し、低コストでサービスを提供する事を目指している。

Abstract In recent years, there has been active discussion on the promotion of the transition to a carbon neutral (CN) or a resource-recycling economy, and a shift to a society with high resource productivity has been cited as a measure to realize this transition. In December 2020, Resource Recycling Systems, Inc. (RCS) was established with the aim of realizing a resource-recycling economy. In Japan, there are several issues that need to be addressed in order to shift to a resource-recycling economy. RCS aims to contribute to the promotion of resource recycling by providing an industry-standard SaaS that facilitates information linkage between the arterial industry, which uses procured resources to supply products, and the venous industry, which processes and recycles unnecessary materials and returns them to resources. The services offered are divided into “defensive DX” areas such as compliance and business efficiency, and “offensive DX” that provide services in new areas such as recycling promotion and data utilization. RCS develops its own services in areas where it can take advantage of its strengths, while pursuing a collaborative strategy with external service providers in other areas, aiming to provide services at low cost and in the shortest possible time from planning to service launch.

1. はじめに

大栄環境株式会社 (以下、大栄環境)、一般社団法人資源循環ネットワーク (以下、資源循環ネットワーク) およびユニアデックス株式会社 (以下、ユニアデックス) は、廃棄物処理・リサイクル業界のデジタル・トランスフォーメーション (DX) 促進を目的として、2020年12月に資源循環システムズ株式会社 (以下、RCS社) を設立した^[1]。筆者はRCS社設立に参画しており、システム構想フェーズからRCS社のメンバと議論を重ねてきた。廃棄物処理業界に関しては2017年度に三井業際研究所*1の静脈産業技術調査研究委員会に参加しており、廃

棄物処理業界においてITの導入やDX化が遅れている現状や業界再編機運の盛り上がりから、世界的に資源循環の時代を迎えつつあるタイミングと捉え、業界標準のSaaS^{*2}をRCS社と共に企画・開発するに至った。

本稿は2章で資源循環経済に向けた課題とあるべき姿について述べ、3章では解決策として業界全体を対象にした協創志向型SaaSの企画・開発について述べている。4章ではまとめと今後の展望について記述した。

2. 資源循環経済実現に向けた課題

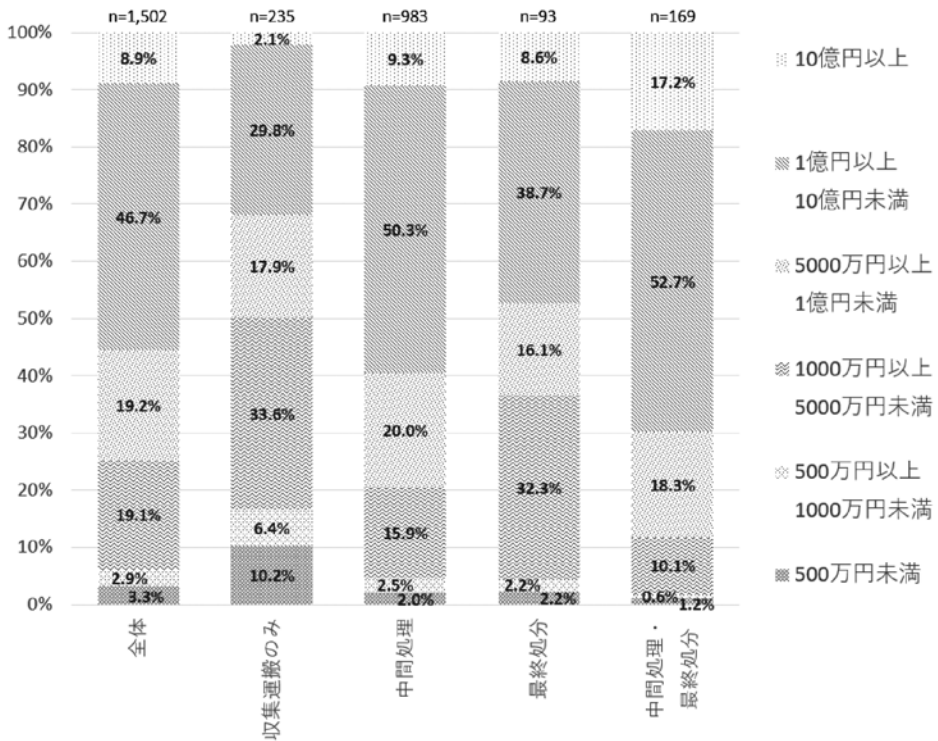
近年、欧米を中心にカーボンニュートラル（CN）や資源循環経済への移行促進の議論や行動が活発になってきている。日本政府も2030年度に温室効果ガスを2013年度から46%削減する目標を表明している^[2]。実現に向けた施策の一つとして資源循環性の高いビジネスモデルへの転換があげられているが、残念ながら欧米に比べて制度設計の議論、整備や実行が遅れているのが現状である。

2.1 動脈産業と静脈産業の格差

原料調達、生産、販売のプロセスを担う産業は動脈産業、消費者が利用した後の廃棄物（不要物）の収集・運搬および処分・再資源化を担う産業は静脈産業と呼ばれている^{*3}。環境省の「循環経済ビジョン2020」^[3]では循環性の高いビジネスモデルへの転換の必要性が提起されており、動脈産業と静脈産業が互いに連携を強化することにより、動脈産業のビジネスモデルの転換を促している。しかし現状を鑑みると「循環経済ビジョン2020」にあげられているようなビジネスモデルの転換には程遠い。その理由の一つ目として、動脈側と静脈側の企業規模が著しく異なる事があげられる。動脈側は建設業や製造業（工場）が産業廃棄物の主要な排出者となり、売上規模では数千億円から数兆円に達する規模の企業が多い。対する静脈側は事業者数としては10万社と多いものの、売上10億円未満の中小・零細企業が大半を占めており、企業体力や効率性等において大きく劣っているのが現状である。図1に業態別の売り上げ規模を示した。処理業の業態としては廃棄物を収集し、中間処理場施設や最終処分場に運搬する「収集・運搬」、廃棄物を計量、分別し再資源化や焼却処理を行う「中間処理」、廃棄物を埋め立て管理する「最終処分」に分類できる。

理由の二つ目としては従来、廃棄物処理は適正処理を実施することに主眼が置かれ、排出側（動脈）も処理側（静脈）もコンプライアンスの遵守が第一であり、法律を守るためのマニフェストによる接点以外では、動静脈連携の機運が乏しかったことがあげられる。

一方、海外に目を向けるとISOのTC323ではサーキュラーエコノミーの標準化議論が始まっており、世界標準のルールが数年後に決まりそうな状況である。また海外の廃棄物処理ベンダには仏ヴェオリアや米Waste Managementに代表されるように数兆円規模の企業が複数あり、外国への積極的な進出や買収による規模の拡大を行っており、日本国内の静脈産業も安泰とは言えない状況になりつつある。



「産業廃棄物処理業の振興方策に関する提言（概要版）」（環境省）P17のグラフを加工して作成^[4]

図1 主業者における産業廃棄物処理業の売上高

2.2 今後のあるべき姿

日本が資源循環経済に移行するためには「循環経済ビジョン2020」で述べられているように動脈産業と静脈産業の連携が必須である。2022年10月には経済産業省が「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」^[5]を立ち上げ、産学官による議論がスタートし、目指すべき方向性として「環境活動としての3Rから経済活動としての循環経済への転換」が掲げられている。3RとはReduce（廃棄物の発生抑制）、Reuse（再利用）、Recycle（再生利用）であり、この順序で取り組むことが求められている。

またESG投資やTCFD^{*4}が社会や企業に浸透するにつれて企業活動に付随する環境への取り組みにも目が向けられるようになり、再資源化率の公表やカーボンニュートラルへの取り組みといった非財務情報の公開圧力が高まり、内容の充実が求められる状況になってきている。

図2は「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」において示されたライフサイクル全体での動脈静脈産業連携の理想像である。「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」は、今後我が国では「資源制約・リスク」と「環境制約・リスク」に適応し、設計－製造－販売－利用－回収－リサイクルというすべての工程で、従来とは異なる手法やさまざまな情報の可視化が求められる、としている。これらが実現することにより消費者の行動変容を促し、投資家から資金が流入し、動脈側のものづくりが高度に進化して資源循環市場に移行する事が想定されている。



出典：成長志向型の資源自律経済デザイン研究会（経済産業省）^[6]

図2 ライフサイクル全体での動静脈産業の連携の理想像（イメージ）

表1に廃棄物処理業界に関連する状況の変化についてまとめた。現状では廃棄物に纏わる情報は電子マニフェストを介して連携されているが、再生材料として品質の担保や安定した量を考慮した再資源化を行うための情報が不足している。

表1 廃棄物処理を取り巻く状況の変化について

比較項目	従 来	今 後
廃棄物処理の主眼	<ul style="list-style-type: none"> コンプライアンスの遵守が主眼の廃棄物処理 動脈と静脈はマニフェスト中心のつながり 	<ul style="list-style-type: none"> 再資源化率の向上 CN への対応を考慮した廃棄物処理と GHG の可視化
廃棄物処理に纏わる情報	<ul style="list-style-type: none"> マニフェストに必要な項目 	<ul style="list-style-type: none"> 資源循環処理に必要な情報（廃棄物の性状情報、発生するタイミング、場所、発生量等） ※マニフェストの情報のみでは不足している事に注意
動脈産業と静脈産業の関係	<ul style="list-style-type: none"> 動脈から静脈への一方通行（廃棄物の処理委託） 	<ul style="list-style-type: none"> 動脈と静脈の高度な連携 性状に応じたリサイクル技術の選択と情報の可視化
再生材の利用	<ul style="list-style-type: none"> 出所が明らかな一部に留まる 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼できる情報を付加することによる利用率の向上

このように今後は「規制から成長へ」の転換が求められ、動脈産業、静脈産業ともに意識と行動の変革が求められる時代に突入したと言っても過言ではない。

3. 課題をどのように解決するか

前章では動脈産業と静脈産業の企業規模に大きな差があることによる業務効率の格差や法律

遵守（マニフェスト）を中心とした動脈－静脈連携という課題について述べた。動脈産業、静脈産業の変革は双方とも大きな方針転換になり、簡単には実現できない。本章では解決策として、業界全体を対象に RCS 社にて企画・開発している共創志向型 SaaS について述べる。

まず、RCS 社のバックグラウンドについて紹介する。大栄環境は産業廃棄物処理業における最大手であり、業務範囲も収集・運搬－中間処理－最終処分のフルサービスを提供している国内では数少ない企業である。現場の知見や深いノウハウを持ち、さまざまな業種の顧客を多数かかえている。資源循環ネットワークは環境コンサルティングサービスを提供しており、監督官庁である環境省や経済産業省の政策を理解し、資源循環関連の学会をはじめとする静脈産業関連の人脈も多彩である。メンバの中には自治体出身者も在籍し、廃棄物行政の実務にも精通している。ユニアデックスは 1997 年に旧日本ユニシス株式会社（現 BIPROGY 株式会社、以下 BIPROGY）から分社し、ミッションクリティカルな IT インフラに纏わる各種サービスを提供してきた。近年では IoT や DX 分野に特化した組織を立ち上げ、ビジネス開発分野にも進出している。このような三者が組むことにより誕生した RCS 社は、業界の知見を持ち、政策および行政の実務を理解し、IT サービスを提供することができる稀有な会社である（図 3）。

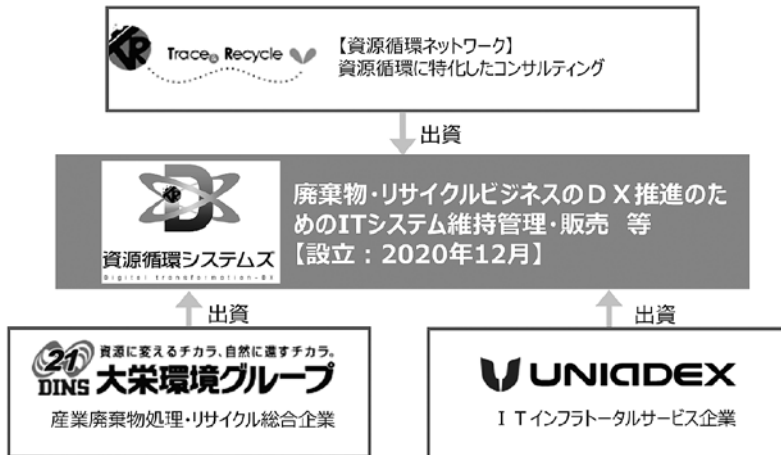


図 3 資源循環システムズ社 (RCS 社) について

3.1 業界標準の SaaS

RCS 社は個社のためにサービスを提供するのではなく、廃棄物処理・リサイクル業界全体に資するサービスを提供する事を目標としている。提供するサービスは大きく「守りの DX」と「攻めの DX」に分類している。「守りの DX」はコンプライアンス遵守や業務効率化を狙ったサービスである。一方「攻めの DX」は新たな付加価値創出を狙ったサービス群を意識している。サービス群は iCEP (intelligence Circular Economy Platform) というブランド名にて提供する予定である。iCEP の詳細に関しては 3.4 節にて記述している。

3.2 協調領域と競争領域における iCEP の位置づけ

iCEP が業界内で広く利用されるよう、iCEP の基本機能に関しては協調領域として位置づけ、出来るだけ安価に提供する予定である。個社のシステムや競合他社の ASP^{*5} は競争領域に位置付けるが、iCEP とも接続できるようにして乗り換えのハードルを下げてユーザを拡大する

戦略の採用を検討している。また廃棄物の処理は行政のシステムと連携して行わなければならない。排出事業者が廃棄物の処理を委託する際に、処理業者が品目に応じた適切な許可証を保持しているかを確認するため、公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団が運営している「さんばいくん^{*6}」等を参照する。また処理が適正に行われたかをトレースするために使う電子マニフェストは、公益財団法人日本産業廃棄物処理振興センターが運営するJWNET^{*7}に接続して情報を入手する。図4はこれらの説明を整理したものである。

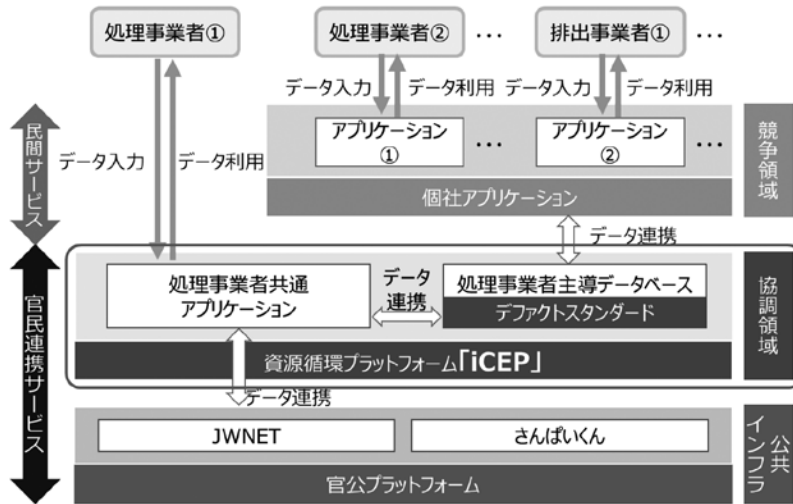


図4 競争領域と協調領域および公共インフラの関係

3.3 クラウドの選定について

サービスの提供にあたり、調達コストや調達期間、機能の充実度、ベンダの継続的な投資等からパブリッククラウドを利用する方針とした。検討対象としたパブリッククラウドはMicrosoft AzureとAmazon Web Services (AWS)である。二つのクラウドを比較する際には以下の項目を念頭に置いた。

- ・社内エンジニアの対応状況：習熟しているエンジニアの数
- ・ランニングコスト：クラウド利用料および運用コスト
- ・運用管理ツール：機能の充実度と社内エンジニアの習熟度
- ・ベンダとの関係：BIPROGYグループとしてのベンダとのリレーションの深さ
- ・ベンダのサポート体制やサポートサービス
- ・外部システム接続の容易さ

検討の結果、どちらのクラウドサービスを採用しても各項目に大きな差は無い事が分かった。今回は外部システム(JWNET)とのEDI^{*8}接続があり、この部分を担当するアプリケーション開発ベンダで接続実績があることから、AWSを選択した。

3.4 iCEPの機能

iCEPが提供を予定しているサービス群を図5に示す。なお、今後実施されるパイロットテス

トや利用見込みユーザへのヒアリング等によって、サービスの内容は変更される可能性がある。

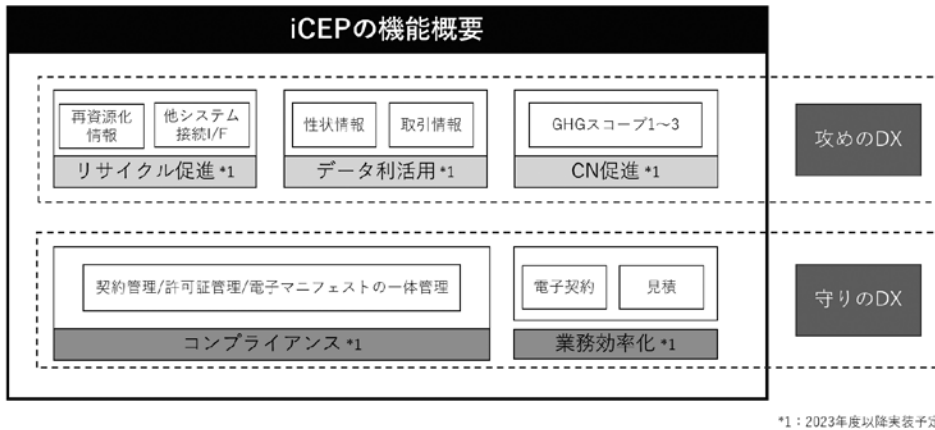


図5 iCEPのサービス群

iCEP を構成しているサービス群「コンプライアンス」、「業務効率化」、「リサイクル促進」、「データ利活用」、「カーボンニュートラル (CN) 促進」について、以下(1)～(5)で具体的に説明する。コンプライアンスと業務効率化は従来からの業務領域の強化であり「守りのDX」に分類している。リサイクル促進、データ利活用、カーボンニュートラル促進は事業成長のための新しいサービス分野であり「攻めのDX」に分類している。

(1) コンプライアンス

産業廃棄物処理では排出事業者が自ら排出した廃棄物の処理を処理業者に委託するのが通常である。不法投棄等の不正が発生しないように廃棄から最終処分までマニフェストによる管理が廃棄物処理法で義務付けられている。また排出事業者は処理を委託しようとする処理業者が対象の品目に対して適切な許可を取得しているかを許可証で確認してから契約を締結することが求められるが、マニフェストと許可証、契約書は排出事業者が個別に手動で管理していることが多く、意図せず違反する恐れがある。「契約管理/許可証管理/電子マニフェストの一体管理」ではマニフェストと許可証の確認、契約書が揃わないと処理が進められないシステムを提供することによりコンプライアンスの遵守と効率化を促進する。

(2) 業務効率化

排出事業者の属する業界毎に取引慣習が異なるため（例：廃棄物の体積が基準の立米取引と重量が基準の重量取引）、見積機能ではテンプレートを用意して利用者の負荷を削減できるようにする。入力デバイスもPCとスマートフォンに対応する予定である。電子契約機能では外部の複数の電子契約サービスから、顧客の求めるサービレベルに応じたものを選択できるようにする。

(3) リサイクル促進

動脈側では廃棄物の適正処理はあたりまえのように遵守すべき事として従来実施されてきた。近年はESG投資等の文脈からこれに加えて資源の有効利用率が注目されてきている。

産業廃棄物を多量に排出する建設業界や製造業では自社の廃棄物がどの程度の割合で再資源化されるかを目標に掲げる企業も増加してきている。「リサイクル促進」のサービスでは企業が排出した品目毎に再資源化率を簡単に可視化できる機能を提供する。

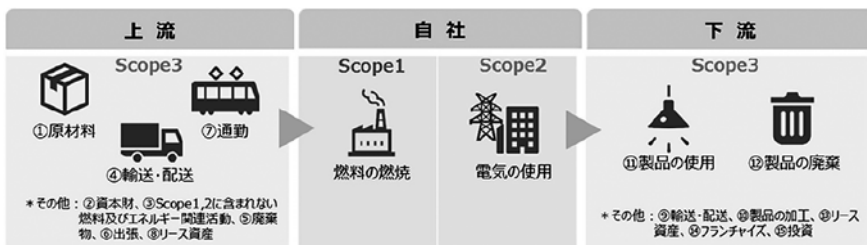
回収した廃棄物を再資源化して製品の材料として使用するためには動静脈の関係者が情報連携を行い、原料としてのトレーサビリティを確保する事が重要である。電子マニフェストも廃棄物の分類が定義されているが、資源として利用するためにはより細かな分類が求められる。また電子マニフェストには廃棄物の状態（汚れ、臭気等）の情報も含まれない。本サービスでは動脈側との情報連携を容易にするために API 連携ができる他システム接続 I/F 機能を提供する。本機能により再資源化が促進されることを期待している。

(4) データ利活用

廃棄物処理に関連するデータは 3.2 節で述べた JWNET のシステムに電子マニフェストデータの形で記録しているが、基本的には自社が処理を実施した取引を確認する事ができるのみであり、また廃棄物の分類情報も十分ではない。「データ利活用」サービスは iCEP の会員企業向けに匿名処理を施した上で廃棄物取引のより詳しい情報（性状情報、発生タイミング、量、地域等）を有償で提供するものである。データを活用する事で再生材を利用した製品の企画・検討や動脈産業と静脈産業のマッチングに結び付く事を期待している。

(5) カーボンニュートラル (CN) 促進

GHG (Greenhouse Gas) プロトコルは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^[7]。排出される温室効果ガスは「スコープ 1 (直接排出量)」「スコープ 2 (間接排出量)」「スコープ 3 (そのほかの排出量)」の 3 区分に分けられ、これらの合計を「サプライチェーン排出量」と定義している (図 6)。スコープ 3 は 15 のカテゴリに分かれており、カテゴリ 5 (事業から出る廃棄物) およびカテゴリ 12 (販売した製品の廃棄) は廃棄物処理に係る排出量となる。算定を希望する顧客には顧客の廃棄物処理に発生する排出量をレポートするサービスを提供する。



Scope1：事業者自らによる温室効果ガスの直接排出(燃料の燃焼、工業プロセス)

Scope2：他社から供給された電気、熱・蒸気の使用に伴う間接排出

Scope3：Scope1、Scope2以外の間接排出(事業者の活動に関連する他社の排出)

出典：「サプライチェーン排出量算定をはじめの方へ」(環境省)^[7]

図 6 サプライチェーン排出量とは

RCS 社は、2.2 節の表 1 であげた今後のあるべき姿の実現を推進するために、これらのサービスを開発している。マニフェストの情報に加えて iCEP 上に蓄積されたりサイクル促進に資

するデータを利用する事で、動脈産業と静脈産業の連携がより多い頻度でスムーズに進むようになり、動脈産業側は安心して再生材料を利用できるようになる。また動脈産業側は、排出する廃棄物の性状に応じて最適な処理業者を選択できるようになり、CN の促進や GHG の可視化が容易になる。

3.5 協調戦略

iCEP のコンセプトとして提供するすべてのサービスを RCS 社自らが開発するのではなく、自社の強みや専門性が活かせる領域以外は他社と積極的にシステム連携する事を想定している。これによりサービス企画からサービスインまでの時間を大幅に短縮し、また開発コストを抑制する事ができる。

例として GHG に纏わる情報を取り上げる。事業者が自らの活動により排出したスコープ 1 や使用した電力量由来によるスコープ 2 をリアルデータとして算出するには、顧客の生産プロセスを正確に理解し、事業所の電力量等を計測するため、センシングの仕組みを導入することになる。この領域に関しては RCS 社の専門性が必ずしも活かせる分野ではなく、また既に大手 IT ベンダやベンチャーが数多く参入している状況である。そこで iCEP は専門領域であるスコープ 3 のカテゴリ 5 およびカテゴリ 12 の企画・開発に専念し、スコープ 1 と 2 に関しては他社のサービスとシステム連携して単一サービスに組み立て、顧客に提供することを考えている。

4. おわりに

本稿は廃棄物処理の業界標準を目指す SaaS の企画と開発の一部分について論述したものである。論文執筆の際に振り返りながらまとめる作業は、2020 年 12 月に RCS 社を設立してから行ってきたさまざまな議論の整理にも大変役立ったと感じる。2022 年 10 月時点ではシステムの設計と一部の開発を実施しており 2023 年 4 月からのパイロットテストに向けて準備中である。またビジネス面では価格戦略や共創活動に参加いただけるパートナー企業向けのパートナープログラムの検討を行っている。再度執筆する機会があれば共創活動に焦点を当てて書いてみたい。

最後に、RCS 社には廃棄物処理法や廃棄物処理の実務等に関して多大なアドバイスをいただいております。この場を借りてお礼申し上げますとともに iCEP が業界標準のサービスとなるように今後とも良い協力関係を続けて行きたいと考えています。

-
- * 1 三井業際研究所：三井グループ各社の参加により異種業種間の業際分野を調査・研究する機関。 <https://www.mitsui-gyoosai.com/index.html>
 - * 2 SaaS: Software as a Service.
 - * 3 動脈産業、静脈産業：製品の製造・配送等を行う産業が動脈産業と呼ばれるのに対して、静脈産業とは製品が廃棄物等となった後にそのリサイクルや適正処分等を行う産業を指す。 <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/junkan/h17/html/jh0504000000.html>
 - * 4 気候関連財務情報開示タスクフォース (Task Force on Climate-related Financial Disclosures)。企業等に対し気候変動関連リスク及び機会に関する指標等について開示することを推奨している。
 - * 5 アプリケーション・サービス・プロバイダ (Application Service Provider) の略。インターネット上でアプリケーションを提供するサービスの提供者 (事業者)。
 - * 6 :さんばいくんのデータは各自自治体の情報が基になっているが、現状リアルタイムに更新さ

れない課題がある。これも関係者に働きかけ、将来的に解決したい課題の一つである。
 公益財団法人産業廃棄物処理事業振興財団, <https://www2.sanpainet.or.jp/index.php>

- * 7 : JWNET とは、不法投棄防止のために公益財団法人日本産業廃棄物処理振興センターが運営する電子マニフェスト管理システムである。 <https://www.jwnet.or.jp/jwnet/index.html>
- * 8 : Electronic Data Interchange の略称。日本語では「電子データ交換」。

- 参考文献**
- [1] 資源循環ネットワーク、大栄環境、ユニアデックス 廃棄物処理・リサイクル分野のDX 推進を担う新会社を設立, ユニアデックス, 2020 年 12 月, https://www.uniadex.co.jp/news/2020/20201208_shigen-jouhou-systems.html
 - [2] バリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略, 環境省, 2021 年 10 月, <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/chokisenryaku.html>
 - [3] 「循環経済ビジョン 2020」を取りまとめました, 経済産業省, 2020 年 5 月, <https://www.meti.go.jp/press/2020/05/20200522004/20200522004.html>
 - [4] 産業廃棄物処理業の振興方策に関する提言 (概要版), P17, 環境省, 2017 年 5 月, <https://www.env.go.jp/content/900509285.pdf>
 - [5] 第 1 回 成長志向型の資源自律経済デザイン研究会, P26, 経済産業省, 2022 年 10 月, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/shigen_jiritsu/001.html
 - [6] 第 1 回 成長志向型の資源自律経済デザイン研究会, 資料 4 「成長志向型の資源自律経済デザイン研究会」のスコップ, P26, 経済産業省, 2022 年 10 月, https://www.meti.go.jp/shingikai/energy_environment/shigen_jiritsu/pdf/001_04_00.pdf
 - [7] サプライチェーン排出量算定をはじめの方へ, 環境省, https://www.env.go.jp/earth/ondanka/supply_chain/gvc/supply_chain.html

※ 上記注釈および参考文献に含まれる URL のリンク先は、2023 年 1 月 6 日時点での存在を確認。

執筆者紹介 柿澤 至 倫 (Yoshitomo Kakizawa)

1987 年日本ユニバック(株)入社。メインフレームの客先常駐カスタマーサービスとして証券会社を担当。1993 年より金融系ユーザの Windows NT, Solaris 等の開発プロジェクトに参画。ユニアデックス(株)に転籍後は主にストレージやミドルウェアのプロジェクトエンジニアおよびマネジメント。2016 年よりビジネス開発部門にて IoT や DX をテーマとして活動中。

