巻頭特集 リコーの環境経営

「再利用」から

── 新ビジネスの創出を目指すリコーの環境戦略

写真：リアル・コメットサークル――持続可能な社会実現のためのコンセプト「コメットサークル」を現実化したもの

「再生」へ

株式会社リコーは2016年4月、環境関連事業を創出する拠点として静岡県御殿場市に「リコー環境事業開発センター」を開所した。同センターは従来のリユース・リサイクル製品など環境配慮製品の提供にとどまらない、さらに広い分野における「環境事業の創出」を目指すもので、「リユース・リサイクル機能」、「新規環境事業の実証実験の場」、「環境活動に関する情報発信基地」の三つの機能を併せ持つ。同社はグループ全体の環境事業において、2020年度に1,000億円規模の売上を目指している。

今回、本センターを取材するとともに、同社が長年培ってきたOA機器の再生・再資源化技術の開発とこれからの環境経営のビジョンについて、当センターの出口 裕一所長、リコーインダストリー株式会社リユース・リサイクル事業部RR技術室の伊藤 明室長に聞いた。

取材・文：大岡 健三／写真：リコー、本誌編集部

巻頭特集 リコーの環境経営

「環境保全」はビジネスチャンス
――利益の創出を実現する環境事業

「リコーの目指す『環境経営』は、一般的な意味での環境経営と少し異なっています」―― 出口 裕一所長は語る。

「当社は『環境保全』と『利益の創出』を同時に実現することを目標としています。環境保全のためだからといって利益を犠牲にすると事業は長続きしない。環境保全活動は必ず利益に結びつくという信念が我々にはあります」

「リコー環境事業開発センター」では、総勢800人のスタッフによって環境事業が進められている。年間2万台の複合機や回収部品を再生する「リユース・リサイクル事業」、産学連携で環境技術のオープンイノベーションを目指す「実証実験の場」、さらにそれらの活動を一般にアピールしていく「情報発信基地」の3事業である。

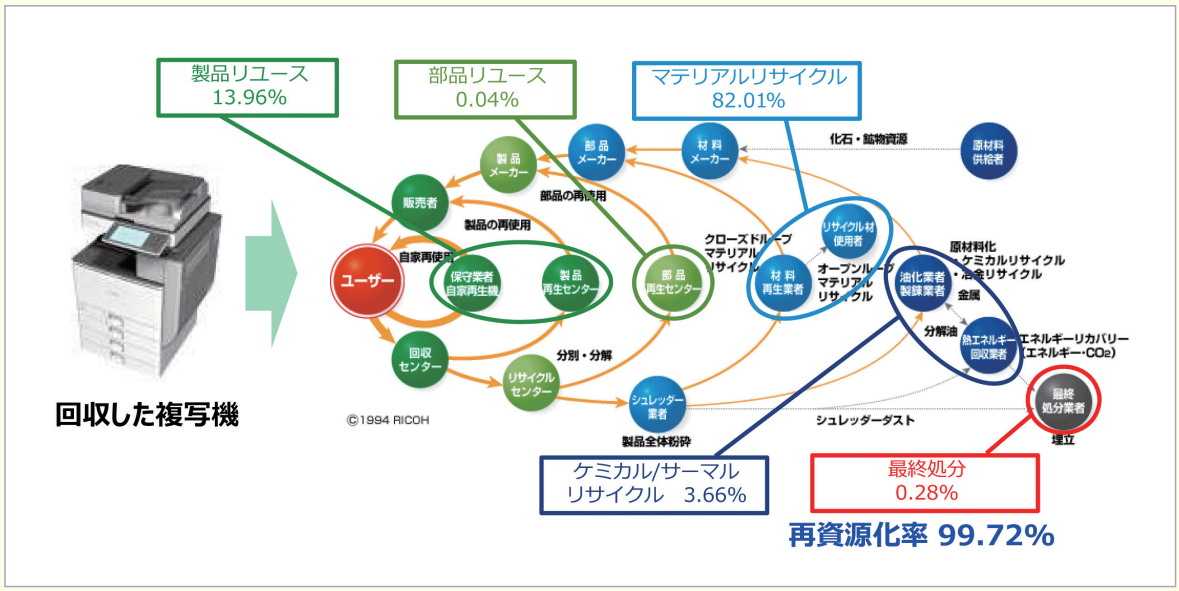
これらの事業の舞台となるのが、生産体制の見直しのため2013年3月より閉鎖されていた御殿場工場（複写機のマザー工場）である。創立80周年記念事業の一環として丸2年間眠っていた旧工場を約30億円を投資して再生し、「リコー環境事業開発センター」として蘇らせたのである。全国12か所に立地していたOA機器のリ

写真1／リコー環境事業開発センター外観

リコーの開発テーマ	
資源	廃プラスチック油化
	未利用資源からの水素製造
	静脈物流の最適化
エネルギー	木質バイオマス利活用
	マイクロ水力発電
	色素増感太陽電池
省エネ	急速充電可能な二次電池
	電気自動車の自動運転支援
	マシンビジョン（ドローン）
	次世代型栽培システム

写真2／センターの概要説明

図1／コメット・サークル™と回収機の再資源化



ユース・リサイクル機能を3拠点に統合し、本センターがその基幹拠点となる。分散していた再生技術や物流ノウハウを統合し、より効率化させて最適化を図っている。「新たな環境事業の創出に向けて各地に分散していた機能、技術を統合するとともに、各研究所、事業所で行っていた環境に関連する研究をすべて棚卸してセンターに持ってきました。どれも実験室レベルだったものを、当面10テーマについて自治体、企業、大学と共同で研究・開発して新事業の創出を目指し、2020年度に環境事業の年間売上1,000億円を目標に掲げています。環境活動はあくまで『コスト』ではなくビジネスチャンスなのです（表1）」（出口所長）。

こうしてリコーの環境経営は新しいステージに入ったのである。

リコーが成功させた新たな製造モデル「リマニュファクチャリング」

リコーのビジネスモデルの背景には「日本の加工貿易の変貌」がある。日本の輸入品目のトップは原油やLNGなどのエネルギーだが、過去30年で着実に増加しているのが、電子部品を含む電気機器や衣類など完成品である。輸入電気・電子機器は2015年には輸出額とほぼ拮抗している。製品ブランドは日本でも、家電製品やその部品の大半は海外製である。これらの輸入品は使用後に大量の廃棄物となって日本国内で排出される。しかし製造プラントは海外所在なので、同種製品へのリサイクルは一般的に難しい。輸入製品の増加は大きな国内問題といえる。

写真3／工場の内観

こういった課題を打開する一つの画期的ソリューションがリコーの持つ再生技術である。中国やタイなどリコー海外工場から日本に輸入された製品で使用済み製品となった機器や部品を、本センターでは再使用している。これは単なる廃棄物のリユース・リサイクルではなく、欧米で進んでいるいわば「リマニュファクチャリング」*1という新たな製造モデルであり、産業界でも大きく注目されている。

その製造モデルの基本となるのが、リコーが1994年に提唱した「コメットサークル™」である（図1）。持続可能な社会実現のコンセプトとして制定されたもので、製品メーカー・販売者としての領域だけでなく、その上流

と下流を含めた製品のライフサイクル全体で環境負荷を減らしていく考え方である。

図のそれぞれのループ（球体）は製品のライフサイクルにかかわる各業者であり、右上の「原材料供給者」によって自然環境から取り出された「新規資源」が上のルートを右から左に流れるあいだに「製品」となってユーザーに届けられる。そして使用済みの製品は下のルートをたどって左から右へと流れる。

ライフサイクル全体で環境負荷を減らすには、

①全ステージで環境負荷を把握し総量を削減すること

②使用済み製品を経済価値の高い状態に戻すため、内側のループ（製品・部品のリユース）を優先させること、

③リサイクルを可能な限り繰り返し「重層的」に行うことにより、新たな資源の投入や廃棄物の発生を抑制すること

④リサイクル対応設計を高度化させ、繰り返し部品を使えるようにし、通常の生産・販売と同様に「お金が物と逆方向」に流れるようにし、経済合理性を確保すること

が重要となる。

そしてそれを支えるのが、

⑤すべてのステージとのパートナーシップと情報の共有

である。

このループにより、回収した複写機等は「製品リユース」、「部品リユース」、「マテリアルリサイクル」、「ケミカル／サーマルリサイクル」等、徹底的な再利用により、2014年には単純焼却、埋立による最終処分量が0.28%、複写機本体で99.72%の再資源化率を達成した（図1）。

写真4／伊藤 明室長の説明を受ける

図2／リユース・リサイクル技術のフロー

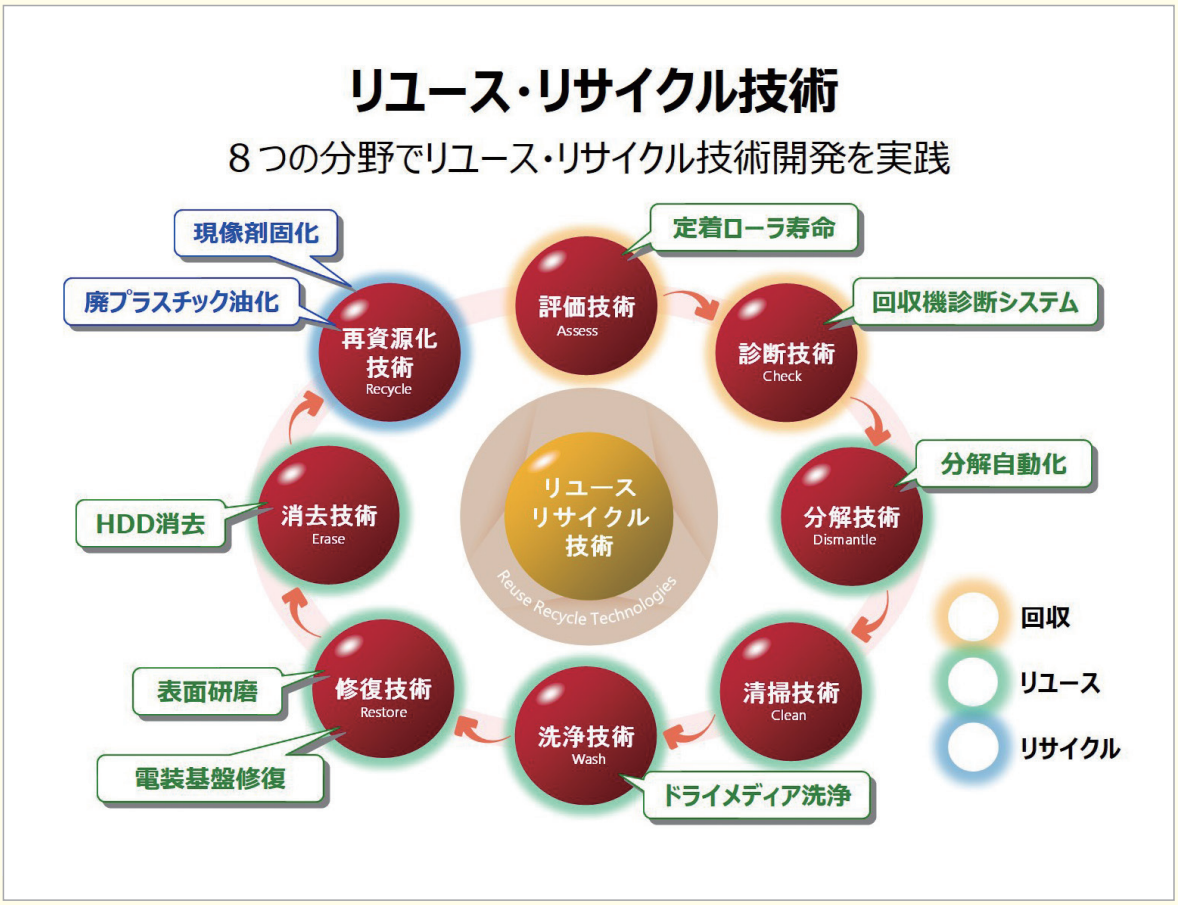


写真5／複写機の記憶データをまとめて初期化

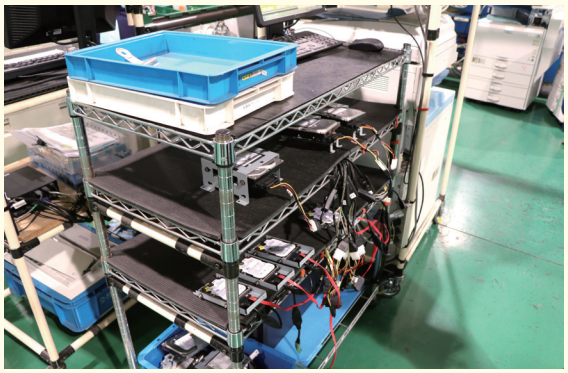
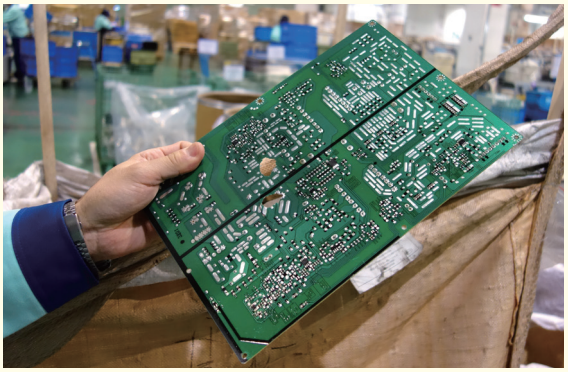


写真6／分解の様子

写真7／プリント基盤



重要な回収機の初期選別には IoT 情報をフル活用

本センターにおける具体的な作業過程を眺めてみる。

リコーの持つリユース・リサイクル技術は、使用済み製品の回収段階の「評価技術」「診断技術」、リユース段階の「分離技術」「清掃技術」「洗浄技術」「修復技術」「消去技術」、リサイクル段階の「再資源化技術」の 8 つに分けられる。

経年劣化や摩耗等が潜在する使用済み製品の分解・再生は、製造とは作業工程が真逆になり、製品回収や選別、洗浄、再生、再検査のための作業などが新たに加わる。回収製品には型式や品質・使用頻度等のばらつきがあるため、「製品再生用」、「部品再生用」、「再資源化用」など回収段階において選別基準を徹底して、環境・品質・コストのバランスを最適化する必要がある。

そこでリコーが重視するのは、回収機の「初期選別」である。市場に流通していた個別製品の情報は、状態監視のモニタリング、検針システム、ファームウェアの更新、消耗品の配送など保守記録等を含む、いわゆる IoT 情報を通じて把握できる。そういった情報をフル活用して、回収時に使用頻度や消耗度を正確に判断する。全国 18 か所の回収センターで 1 次診断がなされ、区分ごとに選別され、製品の上部にそれらの情報を書き込んだバーコードがラベリングされる。

選別とは、再生可能な回収機なのかどうか、また、回収機の個別評価によってどんな交換部品が必要なのか、または部品リユースやリサイクル工程に回すのかを判断する作業である。回収した複写機で良質なものは、記憶データの削除を完了してから、清掃し、消耗した部品、ユニットの入れ替え、厳格な調整、検査をして再梱包の上、「再生機（リコンデショニング機）」として販売する。年間約 2 万台を再生している。

また、製品からはリユース可能部品を抜き取って、洗浄・調整・検査をした上で、市場での修理や交換などに利用する。古い使用済み製品でも耐用年数がある部品は利用することができる。古い製品などの修理に活用できる基盤などが重要部品として回収される。

一方で、製造原価が安価なパーツ回収や細部の解体など手間がかかり過ぎて採算にあわない作業は一切しない。つまりコスト的に無駄な分解を極力なくして、収益性のある部品だけの分解、洗浄、再生に集中させているのである。その結果、作業工数を低減させ、最適化を図ることができた。部品のみを利用する回収機は一日平均約 420 台になる。

カラーコードによる選別情報で 製品と部品の在庫を把握

回収機が搬入される倉庫には、全国から集まった使用済み複写機が整然と並んでいた。だがそれは機種

写真8／整然と並ぶ回収機

写真9／回収機の選別情報が入ったカラーコード

毎や経過年数順に分類されているわけでなく、搬入順に並んでいるだけである（写真8）。

回収機は、各地の回収センターで自社開発の回収機診断システムにより再生可否の判断や再生利用度合いのランク付けが行われる。その結果を自社オリジナルのカラーコードに出力したものが製品上部に貼り付けられてリコー環境事業開発センターに配送されてくる（写真9）。センター入庫時に、このカラーコードを読み込み、倉庫内の保管位置情報と紐づけて倉庫に搬入される。倉庫の天井に10ｍ間隔で設置されたWebカメラで位置情報、機種情報がいつでもモニターできる仕組みだ。手作業で分別することなく全機種をそのまま搬入できるので保管スペースが少なくなった。

それまでは全国に散らばるリサイクル拠点ごとの回収効率や分別作業にバラつきがあり、回収機や再使用部品全体の把握が困難だったが、拠点を１か所に集めてリアルタイムに在庫・物流管理をすることにより、どこに何があるか即座に把握できるためリユース・リサイクルの効率が飛躍的に高まったという。保管場所で必要機種を選び作業場まで無人搬送する計画も本年2017年には完成する予定である。

他にも、小型カメラとパソコンを活用した運用管理は、リコーが得意とする画像識別・処理のノウハウとリモート管理システムをフルに活かしている。次にみるリユース・リサイクル工程の中でもそれらが多用されている。

画像識別により飛躍的に進んだ回収トナーボトルの処理

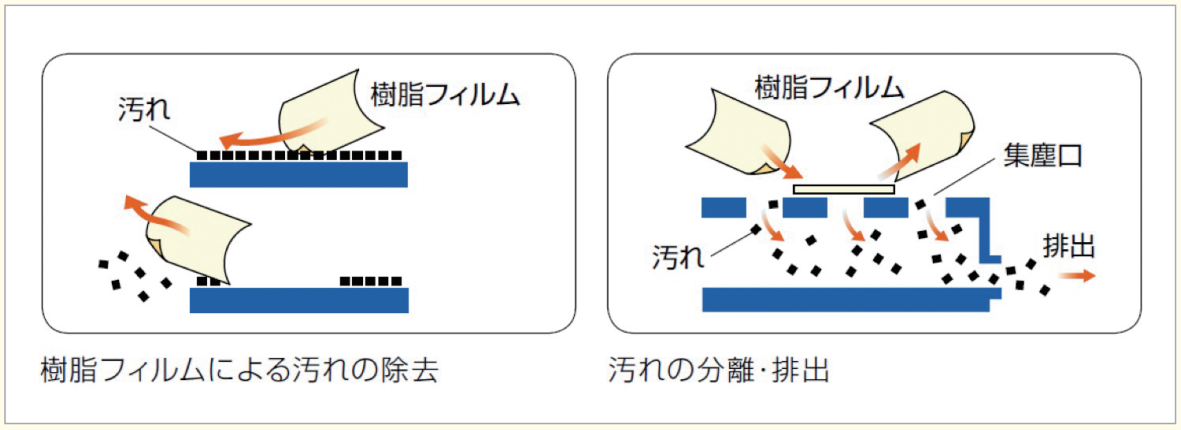
不要になったトナーボトルは廃棄物処理法では「廃プラスチック類」に該当する（東京都の場合）。トナーは、帯電性を持ったプラスチック粒子に黒鉛、顔料等の色粒子を付着させたミクロサイズの微粒子で、容器に付着・残留した廃トナー粉は静電気や火花が発生する破砕機で処理しない。従って回収したトナーボトルをプラスチック原料として再利用するには、ボトル容器に付着したトナーの分離がポイントになる。

トナーボトルは、毎日約１万本が回収されている。こ

写真10／回収されたトナーボトル

写真11／トナーボトルの切断とトナーの回収

図3／ドライ洗浄技術の原理



れまで人手で処理していたが、トナーボトル自動清掃装置を開発し自動化を進めている。色、大きさ、形など画像識別はリコーの得意分野であるが、装置に入れられた様々な種類のトナーボトルは、複数の小型カメラにより識別される。大きさや形状の違いを認識し、それぞれについて適切な位置で自動切断作業を行う。さらに容器内部に付着したトナーは切り口から圧搾空気で除去され回収される。トナーボトルから不純物がなくなることで容器部分はプラスチックとして再資源化ができる。資源回収のための画期的ノウハウである（写真11）。

現在1号機が稼動しており、さらに年内に2号機導入とロボット化により、従来12人で行っていた作業が一人でできるように計画している。

洗浄工程の環境負荷を解決するドライ洗浄技術

また、部品のリサイクルに重要なのは洗浄（乾燥）工程である。だが、せっかくリサイクルを行っても、その工程で発生する環境負荷が大きければ効果的なリサイクルとはいえない。

工場の立地場所は富士山の麓なので、地下水使用や工場廃水については行政の規制が特段に厳しく、洗浄廃水を極力出さない工夫が求められていた。止むを得ず水を利用する超音波洗浄でも行政の許可を得て極微量の家庭用洗剤（易分解性）を使用しているだけである。

そこで採用されているのが、水を使わない「ドライ洗浄技術」[*2]である。これはリコーが開発したもので、原理としては、数ミリ角の樹脂フィルムを気流で飛ばして洗浄対象に吹き付け、その衝突・接触により汚れを除去するもので、薄くて軽いフィルムは洗浄対象に傷をつけることがなく、そのエッジ部で汚れを効果的にかき取るので、空気を吹き付けるだけでは取れなかった汚れも除去可能となる。この方式により、リユース部品のトナー除去の際の脱水・乾燥工程が不要になり、廃液の削減が実現された（図3）。洗浄に使用するメディアは、用途に合せて研究開発している。素材のやわらかいものはカニガラを粉砕したもので洗浄している例もある。

出口 裕一 *Deguchi Yuichi*

株式会社 リコー
リコー環境事業開発センター 所長

伊藤 明 *ITO Akira*

リコーインダストリー株式会社
リユース・リサイクル事業部 RR技術室 室長

様々な創意工夫と熟練技能が技術の革新を進める

部品などパーツからトナーを除去する工夫として、微細なスクリュー状ノズルの噴出口から圧搾エアーを部品内側の細かな溝にまで吹き付ける方法もある。A3用やA4用など異なる部品の外側は上下のエアーシャワーで異物を除去するが、解体部品が流れるベルトコンベアのベルトは面状でなく空隙の多い網状になっておりエアーシャワーの空気が上下に通過できる仕組みになっている。これらの機械設備に関して複写機部品からリメイクしたものや、3Dプリンターでリコーが独自に製造した部品も多数利用しているという（写真12）。

回収されたパーツや新品部品には米粒よりも小さな部品も多い。これら交換部品を基盤など製品に組み入れる細部のハンダ付け作業には熟練技能が必要である。従事者には検定をパスした認定者のみが従事している。こういった地道な修理技術が信頼性を高めている。

写真12／エア洗浄プロセス

コスト面はどうなのか ―― 利益を創出するビジネスモデルとは

ここまでリコーのリユース・リサイクルに関する技術やノウハウをいくつか紹介してきたが、では、「環境保全」から「利益を創出する」ためにはどのようなビジネスプランを具体的に考えているのだろうか。最初にコスト削減効果はどうなのか聞いた。

「機種によって多少のバラツキはありますが、製造原価の高いパーツほどリユースやリサイクル効果が大きくなります」（出口所長）

つまり、回収や選別・解体、パーツ取り出し手間などの固定費と新品パーツを比較してマイナスとなる作業はビジネスとして成立しないのだ。そこで環境配慮設計[*3]をベースに様々な工夫を重ねたうえ、トータル評価をした結果、再生機のコストを抑えることを実現した。

「タイや中国で製造した新品パーツと、国内で回収した再使用パーツを比較して安くなければ意味がありません。それが基本的な考えです」（伊藤室長）

「トータルのコスト計算をすると、回収パーツが新品より高くなるケースもあります。その場合はリユース・リサイクルをしません。センターで扱うパーツは新品より高いということはなく、かつ環境にも優しい」（出口所長）

ところで、再生品を市場に提供することで本来売るべき新製品の売れ筋に悪影響はないのだろうか。販売戦略についても聞いてみた。

「基本的にグリーン購入や官公庁の入札など必ずしも新造品市場でないお客様を対象に提供しています」（出口所長）

需要と供給のバランスを常に維持管理するのが収益の要

過去の事例を調べると、商業ベースの廃棄物リサイクルは「入りと出」の変動により数年で挫折するケースが非常に多い。製造拠点の海外移転を含め、ゼロエミッション運動等で廃棄物の大幅な減量化に伴って使える廃棄物自体の発生量が少なくなる、広域化など手のかかる収集・選別や物流コストなどが想定外に増加、リサイクル製品の品質問題もありリユース品含め再生品がマーケットで思うようにさばけない……。そして為替変動など様々な要因によりバージン原材料や品質のよい部品が安く入手でき、他社の競合製品に価格で勝てないなど、様々な課題が潜んでいる。

リコーでは複写機とプリンター含め年間13万台を回収し2万台を再生する。当初2015年の事業計画でも2万台とあった。その後、実操業2年間で当初計画より右肩上がりのリユース・リサイクル率になっているのかどうか。

「再生率は横ばいです。むしろ再生台数を抑えて健全な製品流通を維持しています。回収や再生を急増させると次の再生機用のストックが枯渇してしまいます」（出口所長）

再生機の需要と供給には一定の限界があるので、供給量もキャップを設けてコントロールしているという答え

だった。再生数を急増させると良好な使用済み製品の供給が追いつかなくなる。

現在の再生機２万台という台数は常に完売できており、リコーグループの中で収益性はかなり高い位置付けになっているという。リコーグループのリース会社や運送会社も物流などサプライチェーンで効率化に貢献している。実際にリコンデショニング機の販売シェアは国内ではリコーが大半を占めるといわれる。

成功の背景には、入口でしっかり製品情報を把握することで不要物混入が防止でき、需要と供給（出と入り）の微妙なバランスを計画に基づいて維持管理し、収益性を着実に確保していることにある。回収した製品の再資源化率は全体で99%を超え、複写機に関しては前述の通り99.72%を達成。驚異的ともいえる。

写真13／回収機と再生機

写真14／黄色の箱にある再生部品を増加させる努力を継続（緑は新品パーツ）

再生部品の活用が新しい市場をつくる

では、再生台数が横ばいなら事業の発展はないのではないだろうか？

「さらなる技術開発によって今まで再使用できなかった部品の再使用を可能にし、再生部品の品種拡大や、活用できる対象機種の拡大に努めます」（伊藤室長）

再生部品は顧客先での部品交換でも活用されている。品質管理や検査がしっかりしているので耐用年数の大きな再生部品は実務上も理論上も価格競争力がある。

マーケティングの4Pでいえば、「リース契約満了など

写真15／COP 21では再生機53台が活躍

十分使える製品を再生した製品」「品質は十分な吟味がなされ新品同様の機能を発揮できる」「何年も使用した実績があり製品の信頼性は抜群」といった商品(Product)の強み、「新品同様の品質保証」「アフターサービスも提供する価格」「機能に若干の型落ちがあり、全体的に新製品より安価」といった価格戦略(Price)の強み、「公官庁やNGOなどグリーン購入先。中国など低価格を好む市場」「自社新製品のマーケットとなるべく競合しないところを狙う」という流通(Place)の強みを兼ね備えているといえる。

再生機の有望マーケットとして中国もある。中国では中古製品の輸入は原則禁止であるが、リコーの再生機におけるリユース部品の使用率(質量比)が95%以上と信頼性が非常に高いため日本等で回収した製品の輸入と中国での再生製造についてダブル認可を得ることができた。

再使用できる部品の種類は着実に増加している。1997年には質量比で60%以上の部品をリユースしていたが、2016年末には前身機の80%の部品を装着した機種(imagio MP C4001RC)など9モデルを販売している。この取り組みは世界でも高い評価を得て、パリで開催された国際会議COP21でリコーはオフィシャルパートナーとなり、再生機53台がフル稼働した。

再生機ビジネスの成功には、リコーの情報管理技術および画像処理技術や洗浄技術など再生技術、AIを含むシステム技術、そして長年培った環境経営戦略の地道な積み重ねにある。新しいステージに入ったリコーの環境経営は、その経営理念の通り「世の中に役立つ新しい価値」を創り続けている。

*1 リマニュファクチャリングとは、使用済み製品を新品同様に再生(manufacture into a new product)するプロセスで、元製品のパフォーマンス仕様を完全に満たす製品再生・再使用またはパーツ交換等により製品を再組立して機能と品質を元の製品並み、もしくは、それ以上に戻すことである。再生された製品やパーツは厳格な検査を受け独自のメーカー保証とアフターサービスも提供される。型式こそ旧モデルながら新製品と基本的に同じレベルの製品が市場へ再供給される。

*2 「ドライ洗浄技術とその応用装置」は、財団法人 クリーン・ジャパン・センター(現、産業環境管理協会 資源・リサイクル促進センター)「平成23年度 資源循環技術・システム表彰」の「経済産業省 産業技術環境局長賞」を受賞している。

*3 環境境適合設計(DfE)に関してリコーは「リサイクル対応設計方針(1993)」を導入し、解体で邪魔になるネジの削減、分別が容易になるプラスチック材料の統一などを進めている。そして繰り返し部品を使えるよう様々な工夫(リサイクル対応設計)をしている。これらは環境負荷を下げると同時にコスト削減にも貢献する。環境適合設計で配慮すべきポイントとしては、小型軽量化、標準化、耐久性と信頼性アップ、材料統一とその表示、分解の容易さなど極めて多岐に及ぶ。

内閣総理大臣賞を受賞

リコー環境事業開発センターを中心としたリユース・リサイクル活動が、リデュース・リユース・リサイクル推進協議会(事務局：産業環境管理協会)が主催する「平成28年度リデュース・リユース・リサイクル推進功労者等表彰」において、最高賞にあたる内閣総理大臣賞を受賞した。また同時に「トナーボトルの環境負荷低減活動」がリデュース・リユース・リサイクル推進協議会会長賞を受賞している。