

情報・通信機器のリサイクルによるベースメタル 及びレアアースの国内循環推進

2019/06/04

(株)日立産機中条エンジニアリング
東京エコリサイクル(株)

Contents

1. 日立グループ環境ビジョン(資源循環の取組み)
2. 日立産機中条エンジニアリングの取組み
3. 東京エコリサイクルの取組み
4. まとめ

1.日立グループ環境ビジョン（資源循環の取組み）

環境ビジョン

日立は、ステークホルダーとの協創による社会イノベーション事業を通じて、環境課題を解決し、生活の質の向上と持続可能な社会の両立を実現します。

日立環境イノベーション2050

低炭素社会

バリューチェーンを通して、CO₂排出量を
2050年度までに**80%削減**、
2030年度までに**50%削減**
(2010年度比)

高度循環社会

水・資源循環型社会を構築
水・資源利用効率を2050年度までに
50%改善 (日立グループ内 2010年度比)

自然共生社会

自然資本へのインパクトの**最小化**



資源循環型社会の構築に向けた取組み

資源循環型社会の構築のためには、資源利用効率の改善と、廃棄物の削減、再生利用を推進していきます。限りある天然資源の有効利用に取り組み、省資源・長寿命のモノづくりを進めていきます。

事業においても、リファビッシュやリマニュファクチャリングなど、さらなる資源循環に向けた技術開発を進めていきます。

1-1 日立グループの製品回収ネットワーク

～Hitachi Sustainability Report 2017 より抜粋～

製品回収リサイクルの推進

日立は、2001年に施行された家電リサイクル法への対応として、同業5社で連携をとりながら、全国19ヵ所のリサイクルプラントで家電4製品（エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機）のリサイクルを行っています。2016年度は、約6万6,000トンの使用済み家電製品を回収し、約5万9,000トンを再資源化しました。

スーパーコンピューターやメインフレームなどの電子計算機、ネットワーク装置や電話交換機などの通信機器、ATMなどの情報機器は、日本国内11ヵ所に日立独自のリサイクル拠点ネットワークを構築し、お客様に近い場所で使用済み製品を回収リサイクルするサービスを提供しています。

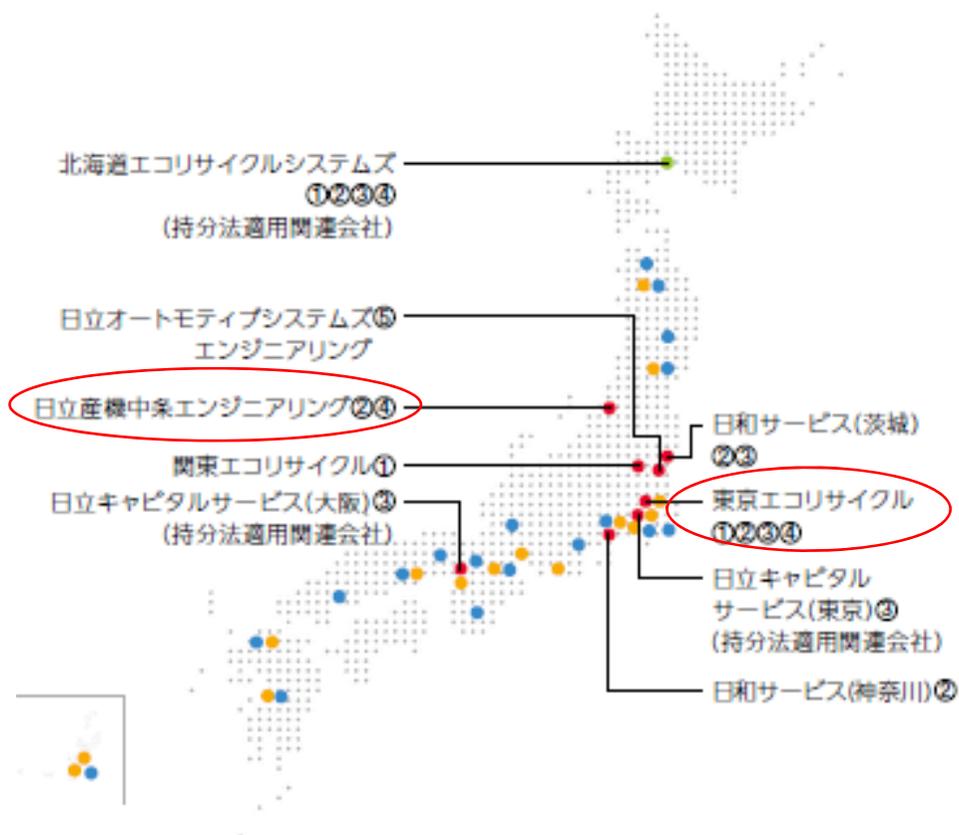
また米国では、大容量ストレージシステムを新規機種と交換した時の使用済み機器の一部を、清掃・再検査の後、当社保証の製品としてリユースしています。

自動車用電装品はディーラーや整備工場から回収し、解体、点検、清掃、再生、再組立、検査を行い、新規品と同等の性能を有する製品としてリユースしています。

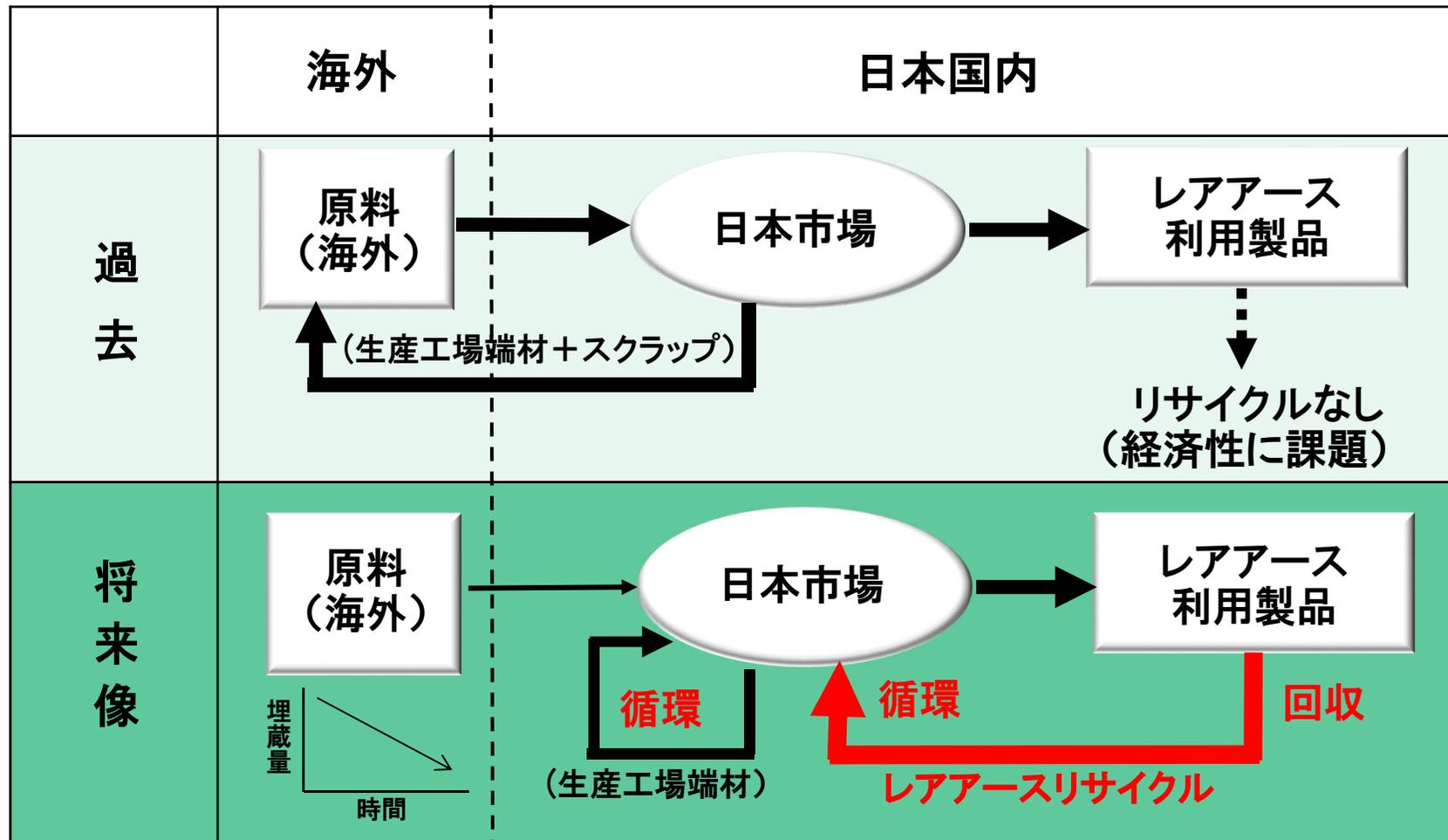
その他の産業機器（ポンプ、モータ、配電盤、変圧器、冷凍機器、空調機等）、医療機器などにおいても、リサイクルネットワークを構築し、使用済み製品の回収リサイクルを推進しています。

製品回収リサイクルネットワーク

- 日立グループ会社
- 日立グループ(持分法適用関連会社)
- ① 家電リサイクル
- ② 情報機器リサイクル
- ③ 産業機器リサイクル
- ④ 医療機器リサイクル
- ⑤ 自動車用電装品リユース・リサイクル
- 家電リサイクルプラント
- 地域協力会社の拠点



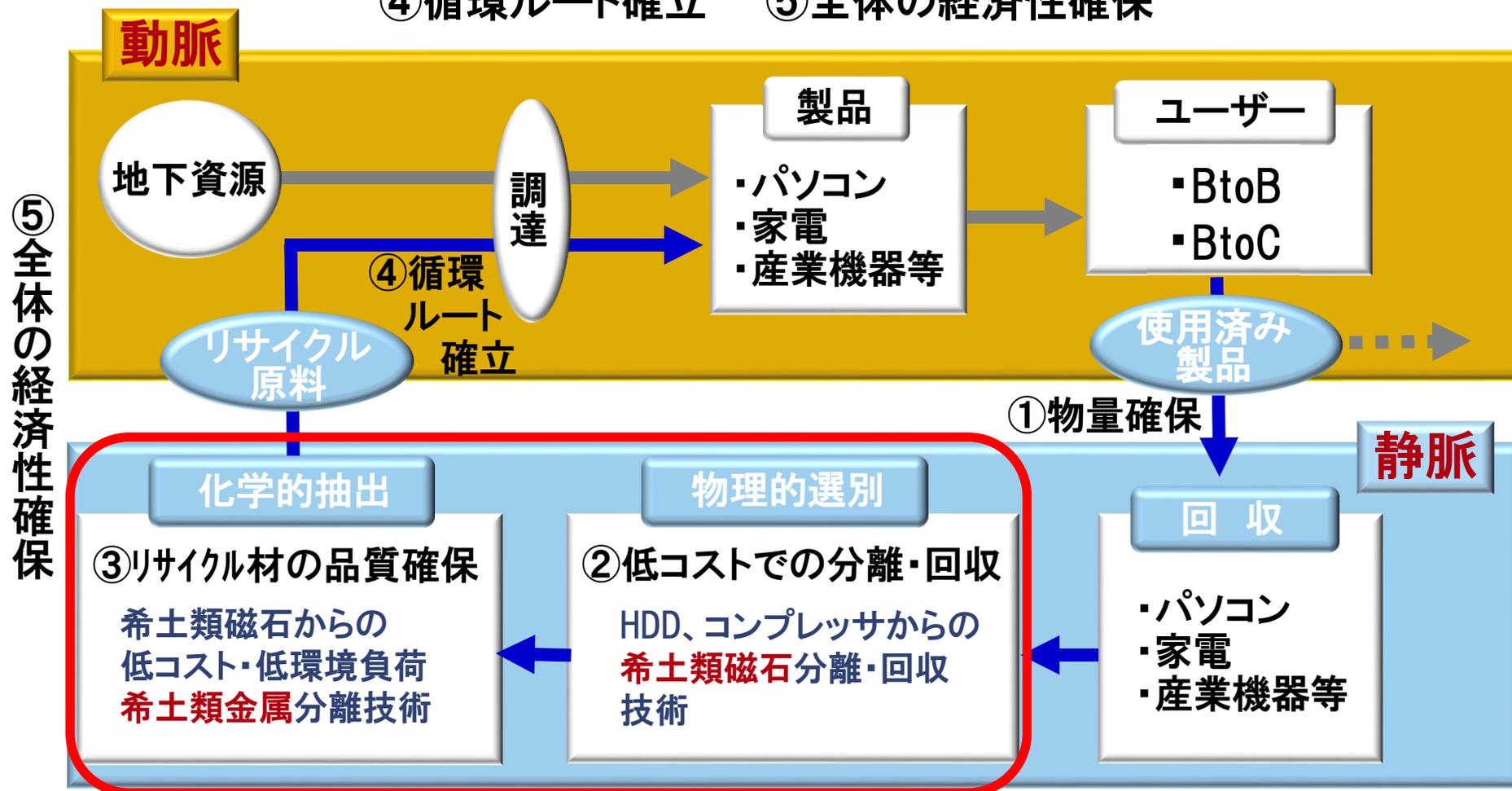
1 - 2 資源利用効率の改善に向けた将来像



低コスト・低環境負荷での持続的な国内資源循環をめざす

＜持続可能な資源循環のために解決すべき課題＞

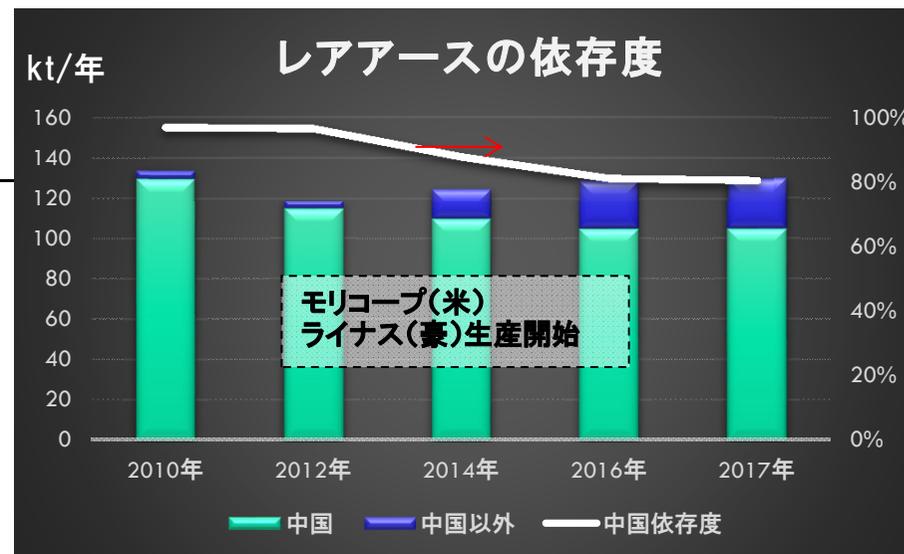
- ①回収物量の確保 ②低コストでの分離・回収 ③リサイクル材料の品質確保
- ④循環ルート確立 ⑤全体の経済性確保



日立Gr(日立中条、東京エコ、日立金属など)で連携

(1) レアアースリサイクルの目的

レアアースは今後のモビリティ社会、省エネルギー・省資源製品には欠かせない重要鉱種。しかし世界的な経済発展に伴う資源消費増や資源ナショナリズムの影響は多大。資源の乏しい日本の製造業にとって資源循環は有効な手段。



出典: Mineral commodity summaries 2018から日立が作成

(2) レア金属パニックの歴史

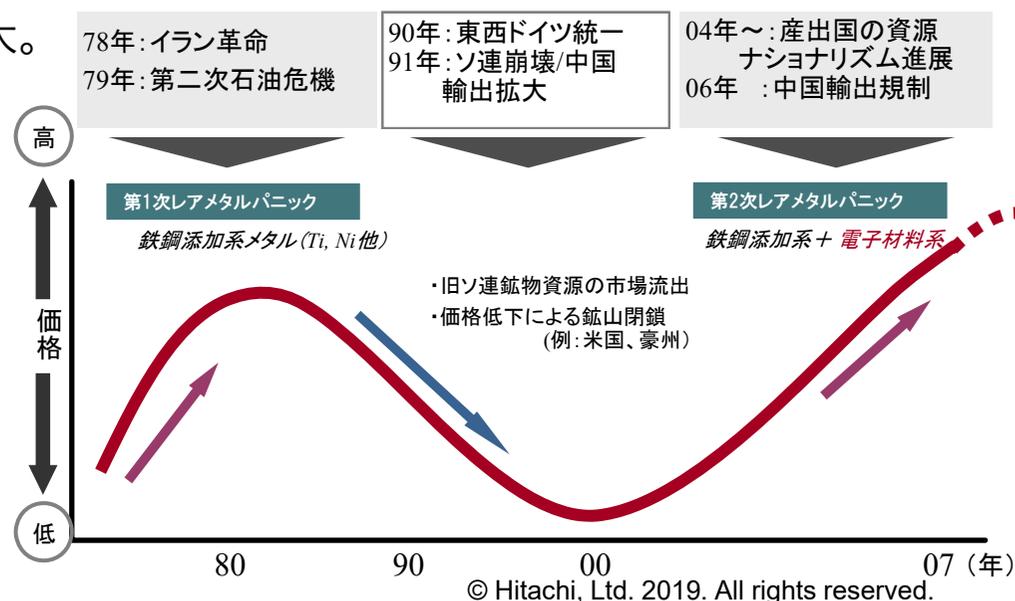
2004年から第2次レア金属パニックが拡大。

・ 第二次の特徴：

BRICSの急速な発展により電子材料系の用途拡大。

・ 第三次（予想）：

周期は読めないが、EVの需要拡大や再生可能エネルギーの普及などによる需要増。



1 - 5 レアアース磁石の主な用途

- 希土類磁石(Nd-Fe-B系磁石、耐熱用途でDy添加)
永久磁石の中でも最高の磁気特性を有する。



- 適用製品

- (1)自動車分野

- HEV用駆動モータ、電動パワーステアリングモータ、オルタネータ、イグニッションコイル etc.



- (2)IT・家電分野

- エアコン、冷蔵庫、洗濯機等の高効率モータ
ATM、OA機器(HDD)



- (3)産業分野

- サーボモータ、エレベータ用モータ、リニアモータ etc.

- (4)医療・環境・エネルギー分野

- MRI、風力発電機、マイクロタービン発電機 etc.



- 環境性能

省エネルギー、小型・軽量、クリーンエネルギー、高効率

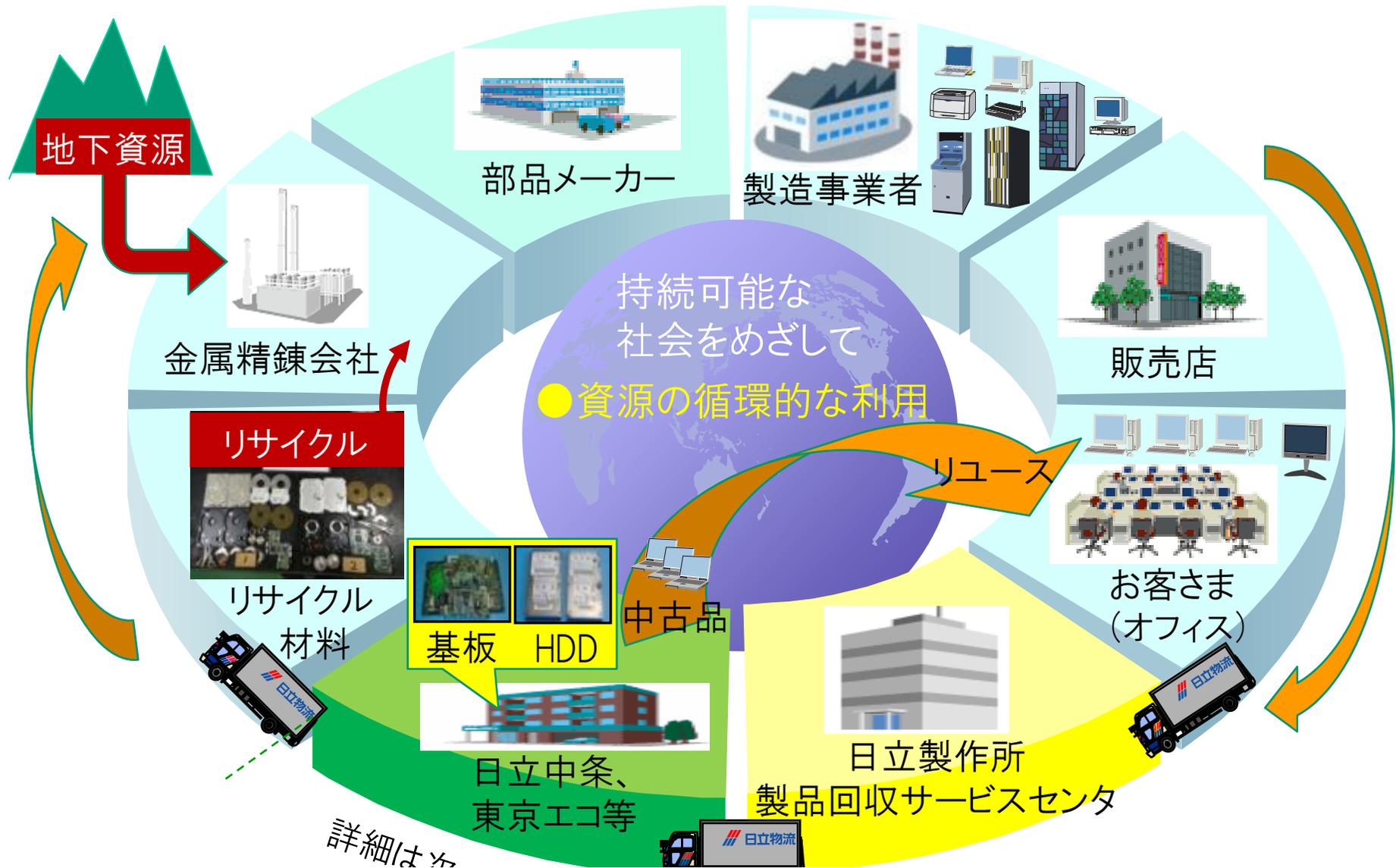
	対策
短期	<ul style="list-style-type: none"> ■ 備蓄拡大 ■ <u>使用量削減</u>
中期	<ul style="list-style-type: none"> ■ 資源外交の強化 ■ <u>リサイクル</u>
長期	<ul style="list-style-type: none"> ■ <u>代替材料の開発</u> ■ 鉱山開発

リサイクルの位置づけ

- 地上資源の循環であり、地下資源に依存しないため 効率的な利用が可能。
- 企業の 自主努力で行える。
(効率的な手法の確立により循環量を増やすことも可能)
- SDGs17ゴールのうち、12番目の「つくる責任、つかう責任」は資源循環に直結。
(長寿命・省資源化等)

下線項目: 日立の取り組み

1 - 7 IT製品の資源循環スキーム（概要）

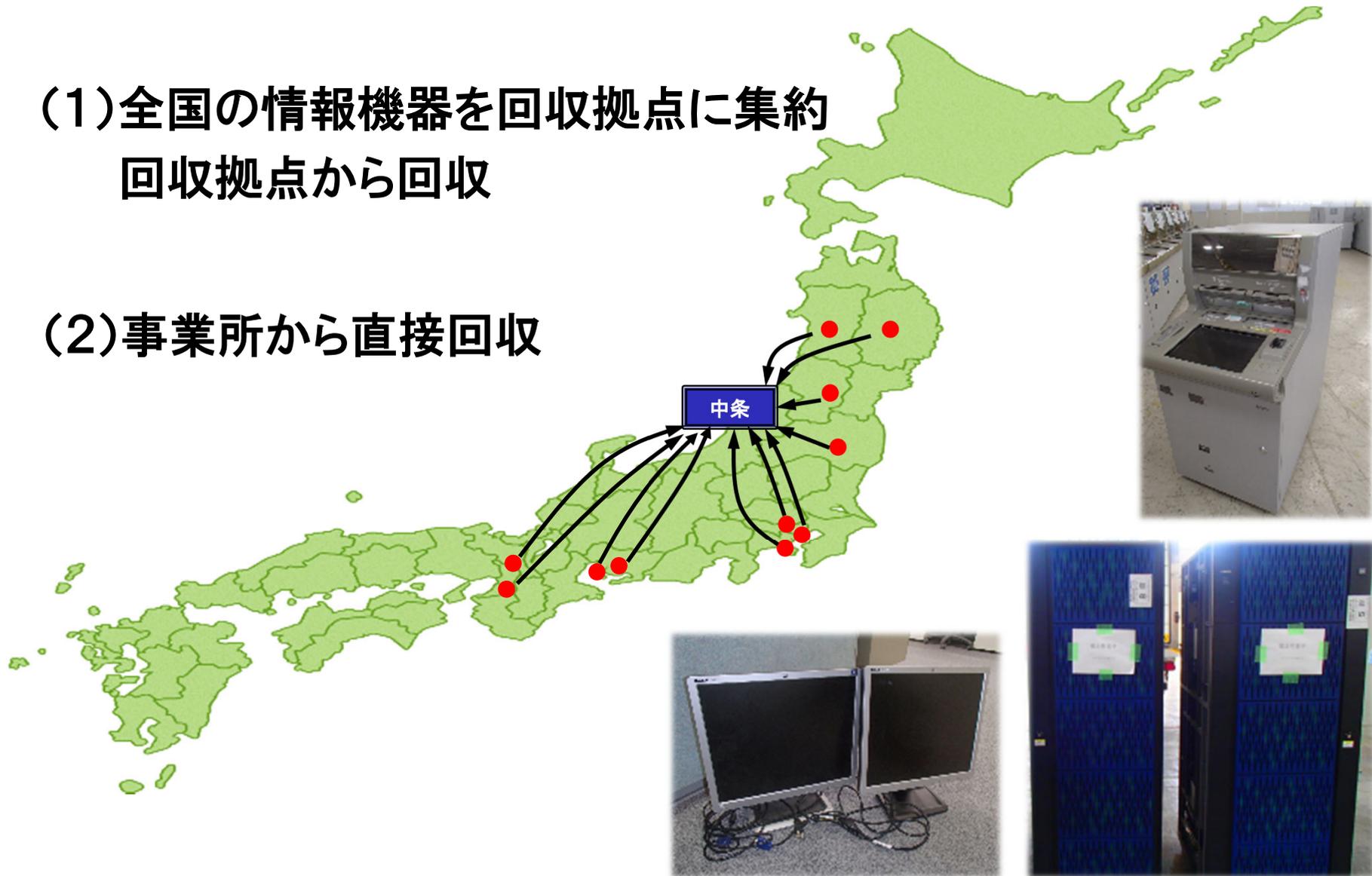


← 自主努力で回収網/回収技術を整備 →

2. 日立産機中条エンジニアリングの取組み

(1) 全国の情報機器を回収拠点に集約
回収拠点から回収

(2) 事業所から直接回収



使用者・メーカー・リース会社等から使用済み製品の引取依頼



受入計量



保管

管理項目

(1)放射能測定

(2)リスト照合・記録

(3)本体機番・製番記録

(4)鍵有無、数量確認記録

(5)HDD取出機番・製番記録

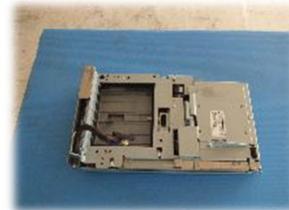
(6)鑑別装置機番・製番記録

リユース



抜取

メーカーより部品抜取指示



保管



梱包・発送

リユース部品実績(2009年～2018年)

リユース部品種類:20点以上

リユース部品総数:6,933台

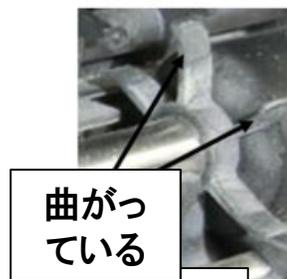
動脈メーカー(日立グループ)との連携

・必要リユース品の情報共有 …… 何が必要か？

↑ ↓ マッチング

・機器引取り案件の情報共有 …… どの機器が入荷しているか？

情報を元に対象部品の
製造年月・レビジョン・
損耗具合を判定し抜き取り



曲がっ
ている

NG



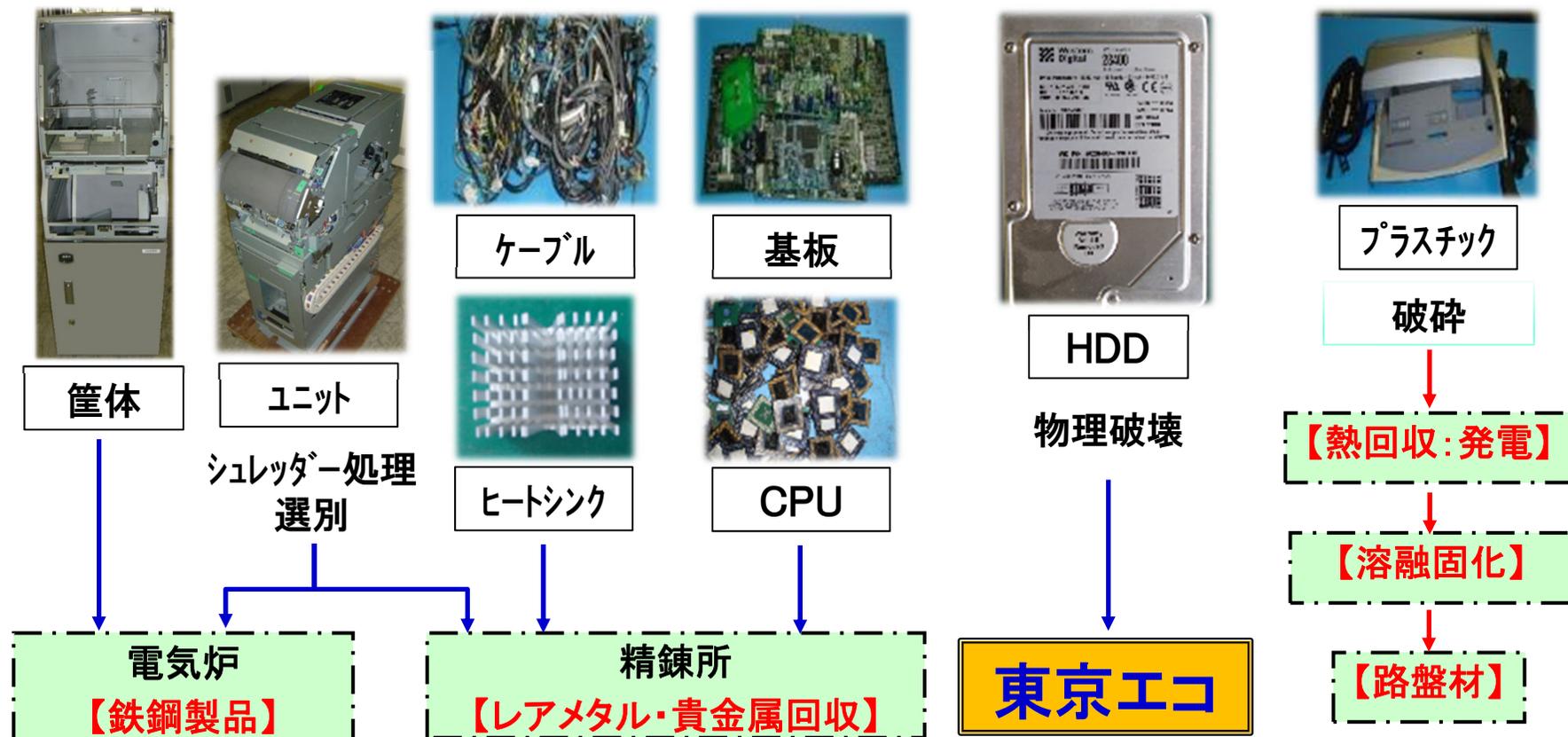
OK

動脈メーカーからの
インプット情報
(判定基準)

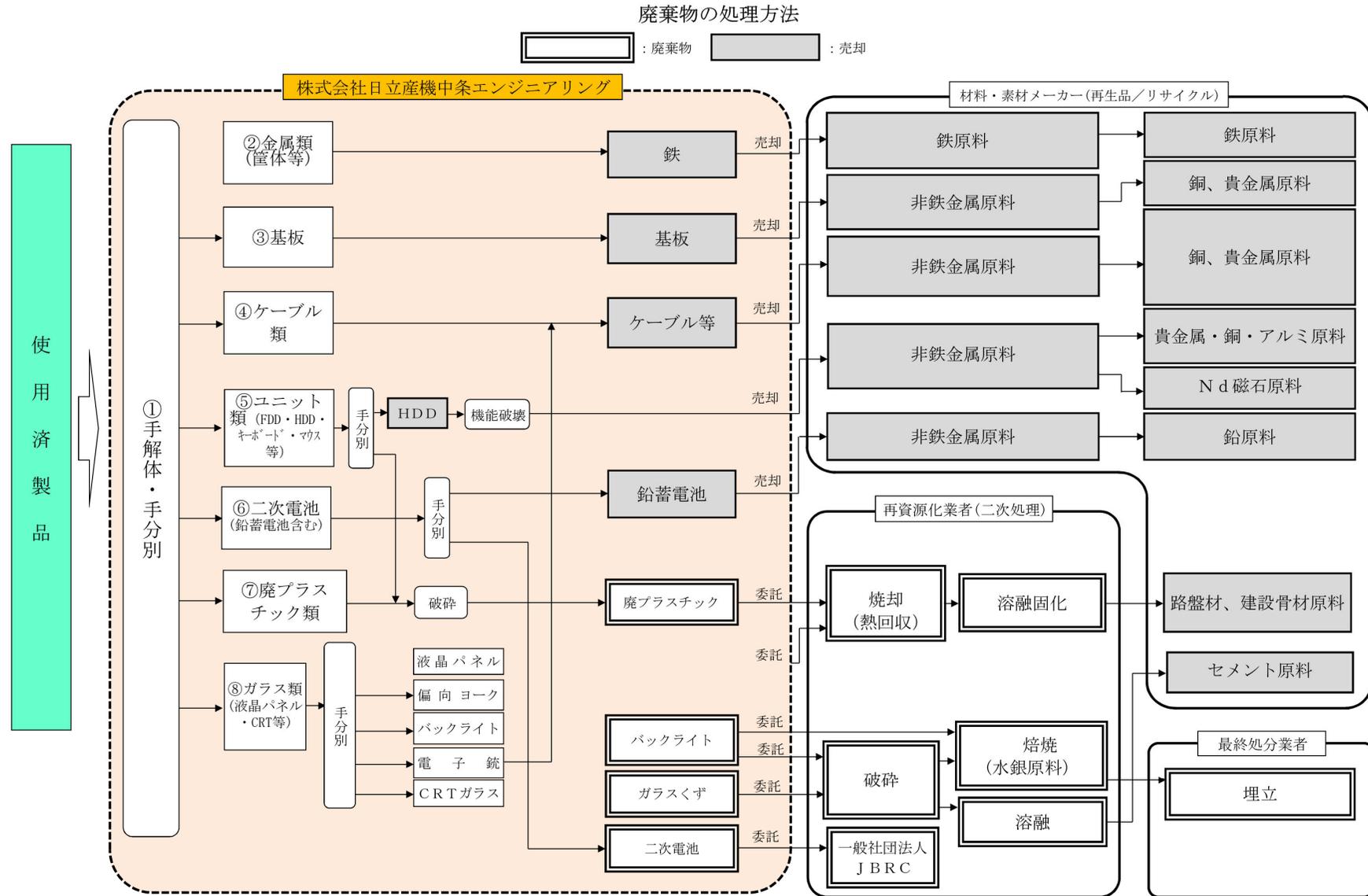
動脈・静脈企業のリアルタイムで密な連携により実現
企業グループの強み

リサイクル

分別解体

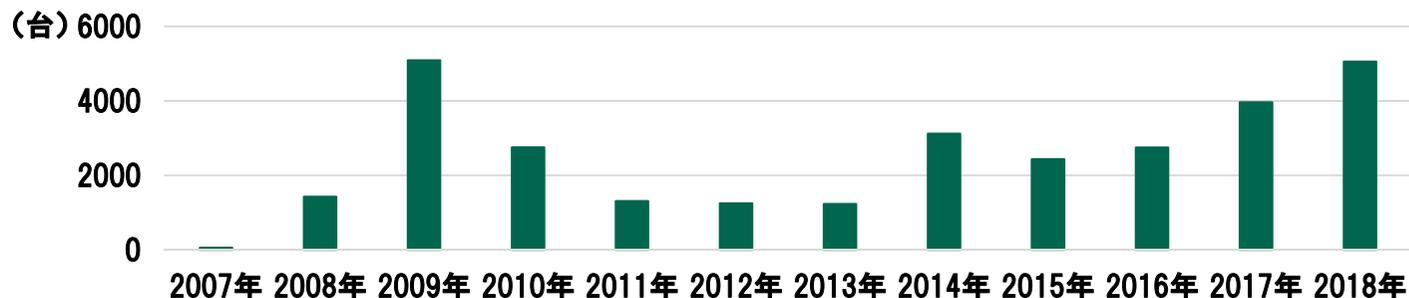


2-7 情報機器リサイクル処理フロー



(1)ATM(台)

2007年	59	2013年	1, 235
2008年	1, 428	2014年	3, 123
2009年	5, 094	2015年	2, 436
2010年	2, 756	2016年	2, 752
2011年	1, 315	2017年	3, 965
2012年	1, 252	2018年	5, 058

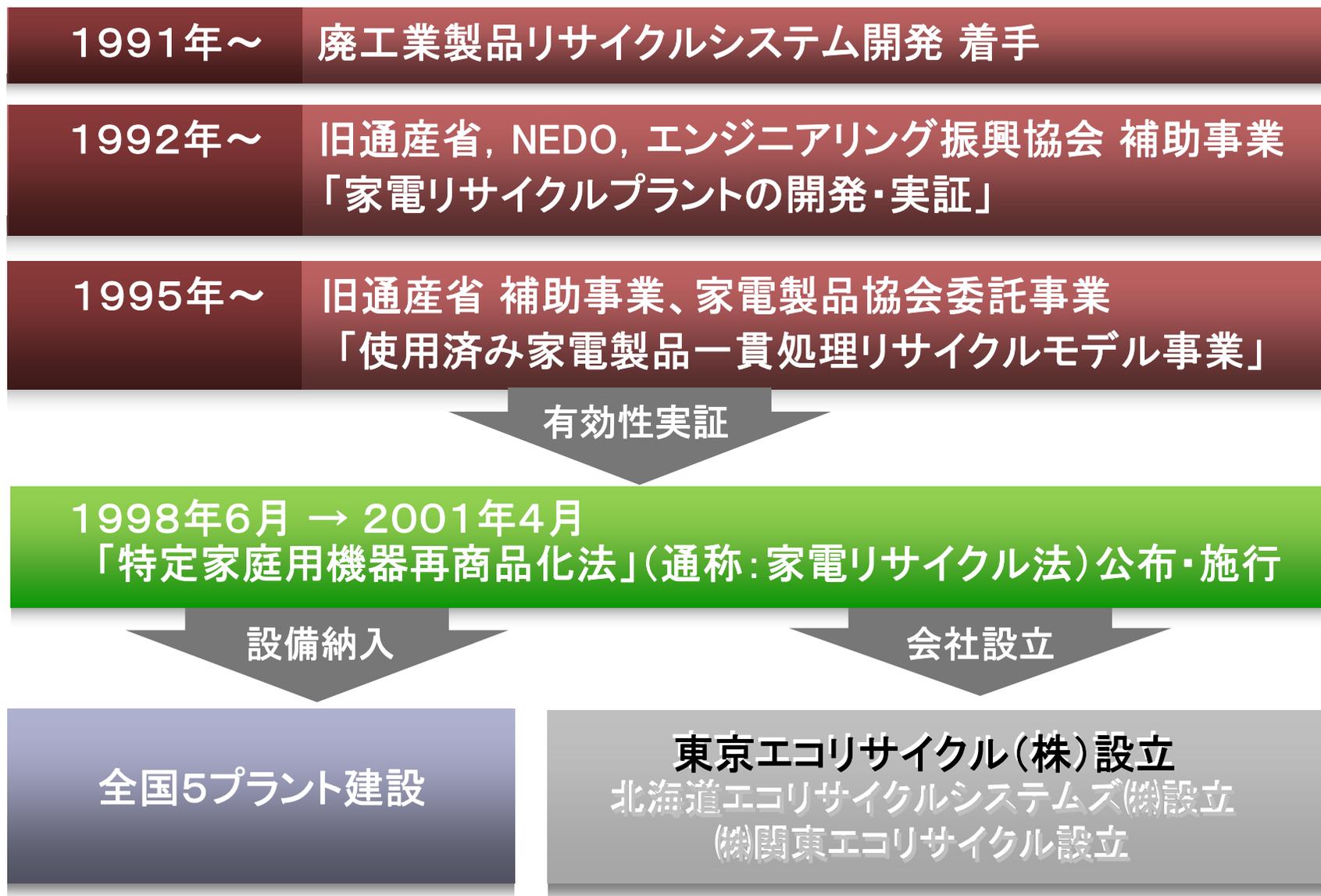


(2)その他機器(t)

2015年	4. 6	2017年	15. 2
2016年	8. 3	2018年	11. 0

3. 東京エコリサイクルの取組み

3-1 日立のリサイクル事業（東京エコ他2社を設立）

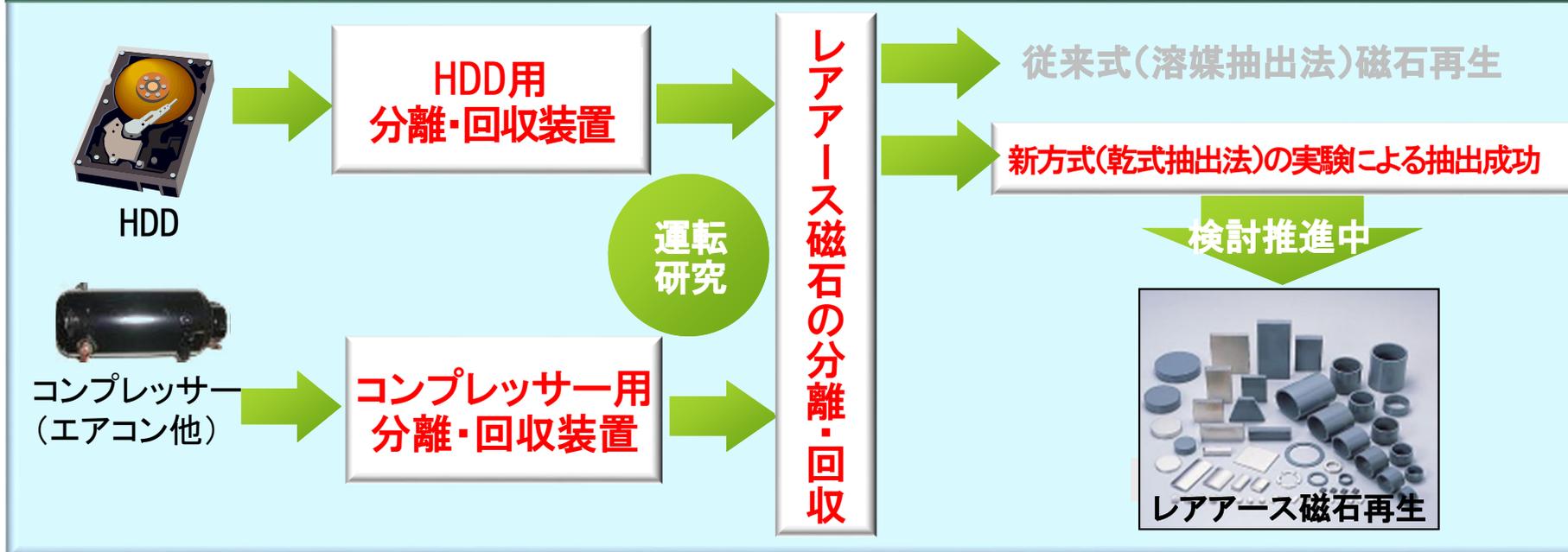


3-2 レアアースリサイクルの開発経過

2008年～ 日立で独自開発

2009年10月～ 経済産業省・新資源循環推進事業
「高性能磁石モータ等からのレアアースリサイクル技術開発」

2010年～ NEDO 希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業
「レアアース磁石利用製品からの磁石分離およびレアアース回収技術の開発」



現在

2013年～ 東京エコリサイクルが事業継承し、本格操業

3 - 3 HDD (Hard Disk Drive) 自動分解装置



HDD



HDD自動解体装置外観



投入コンベア

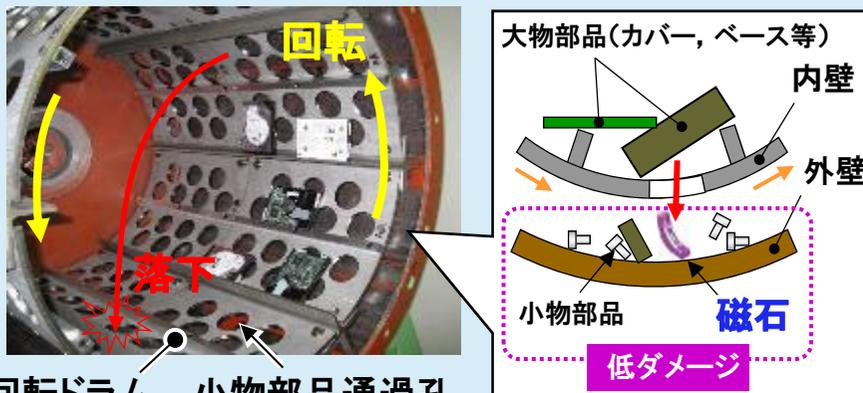


選別コンベア

-  希土類磁石部品
-  ベース
-  カバー
-  ディスク
-  ヘッド
-  回路基板

原理説明

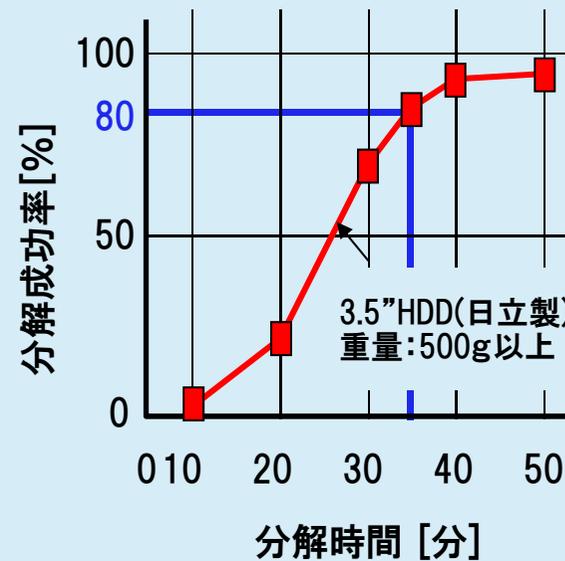
- ・落下衝撃による振動でネジを緩め、HDD構成部品を原型に近い状態で分解
- ・回転ドラム落下方式による高効率分解
- ・内壁に設けた小物部品通過孔により、分解完了小物部品(特に磁石)のダメージ低減



回転ドラム 小物部品通過孔
自動分解装置内部構造

処理性能

■ 分解時間と分解成功率



● 処理能力
140台/h
(3.5" HDD)
1,120台/日
280,000台/年

● 運転条件
・投入数: 140台
・投入: 2分
・分解: 35分
・排出: 5分

3 - 5 HDD自動分解装置の回収物の詳細



ボイスコイル
モーター
(希土類磁石含む)



本体



ピック
アップ



ディスク



モーター

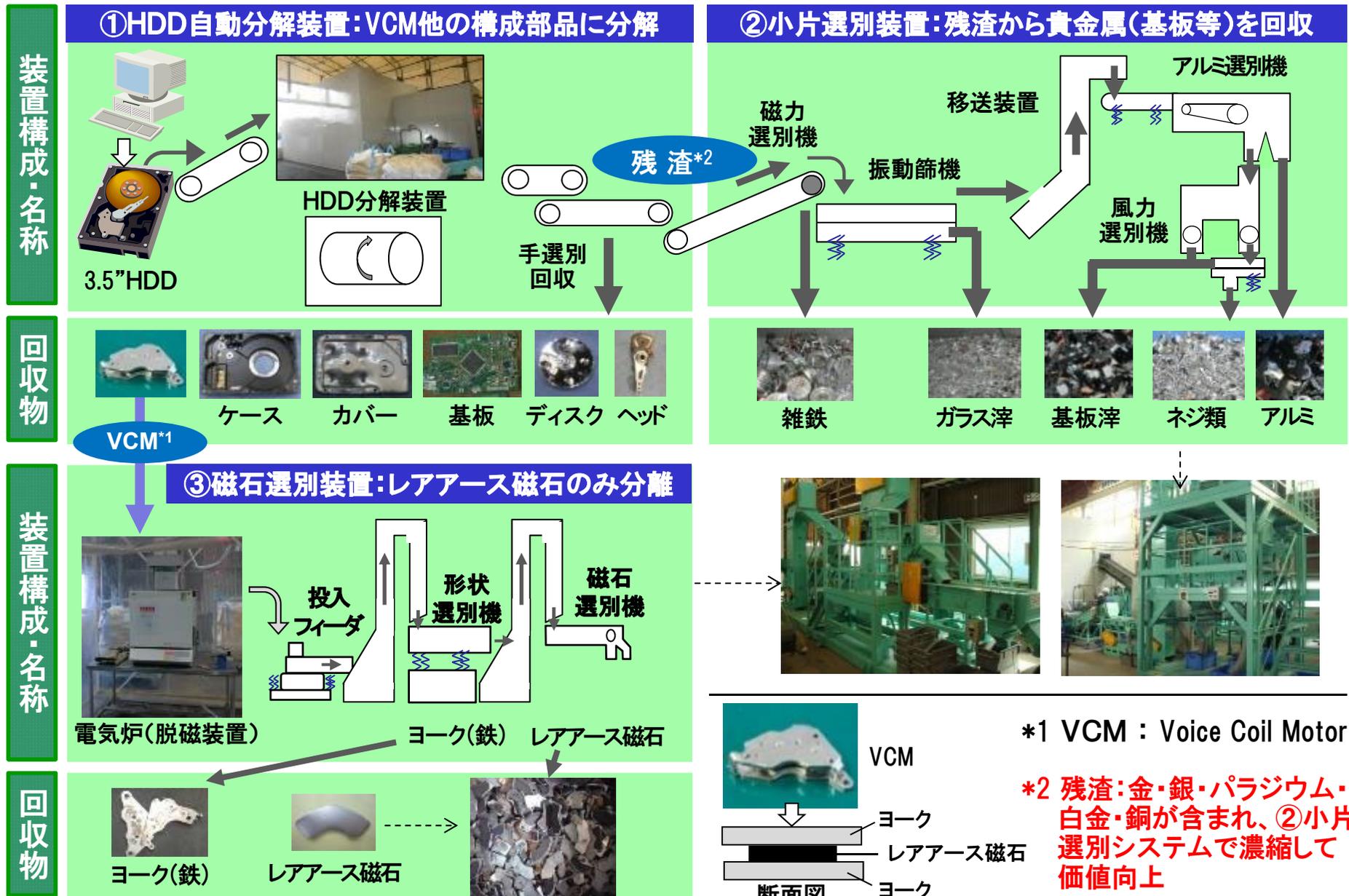


回路基板



上蓋

3-6 HDD自動分解システム全体フロー

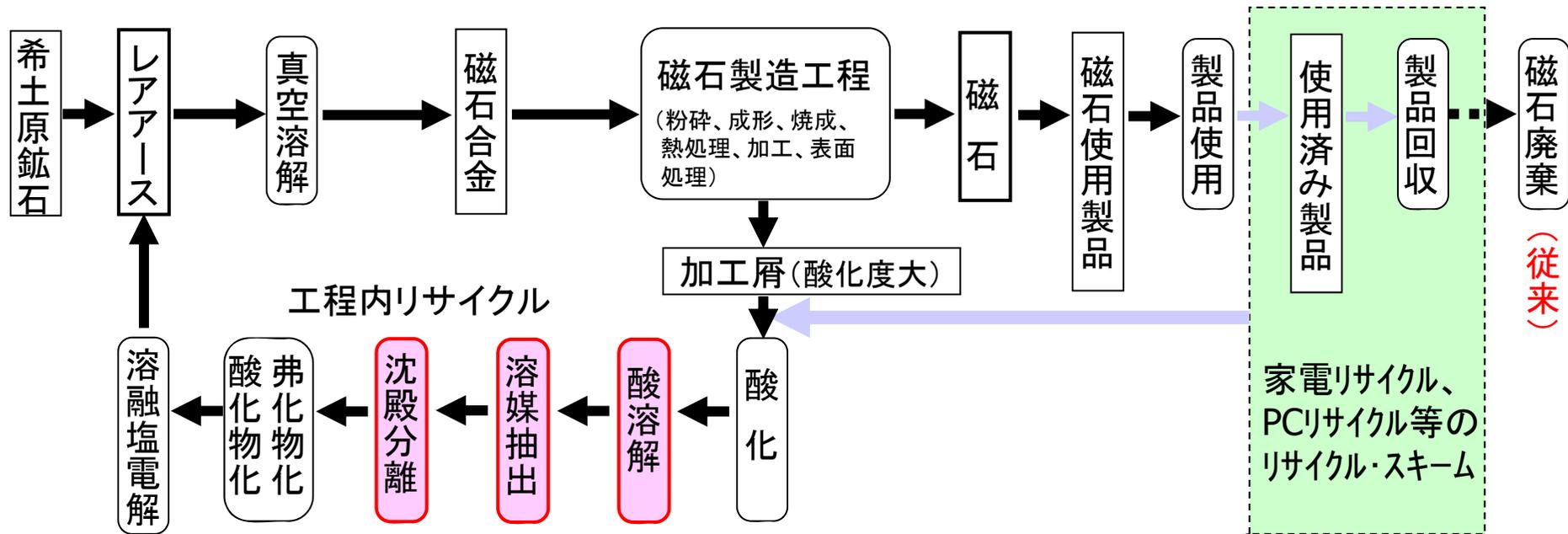


*1 VCM : Voice Coil Motor

*2 残渣:金・銀・パラジウム・白金・銅が含まれ、②小片選別システムで濃縮して価値向上

3-7 回収した磁石の還流方法及び実績

(1) 磁石製造工程中の工程内リサイクルフローに合流



(2) 磁石の資源循環実績

	14年度	15年度	16年度	17年度
HDD由来磁石	2.2t	2.5t	1.6t	1.3t

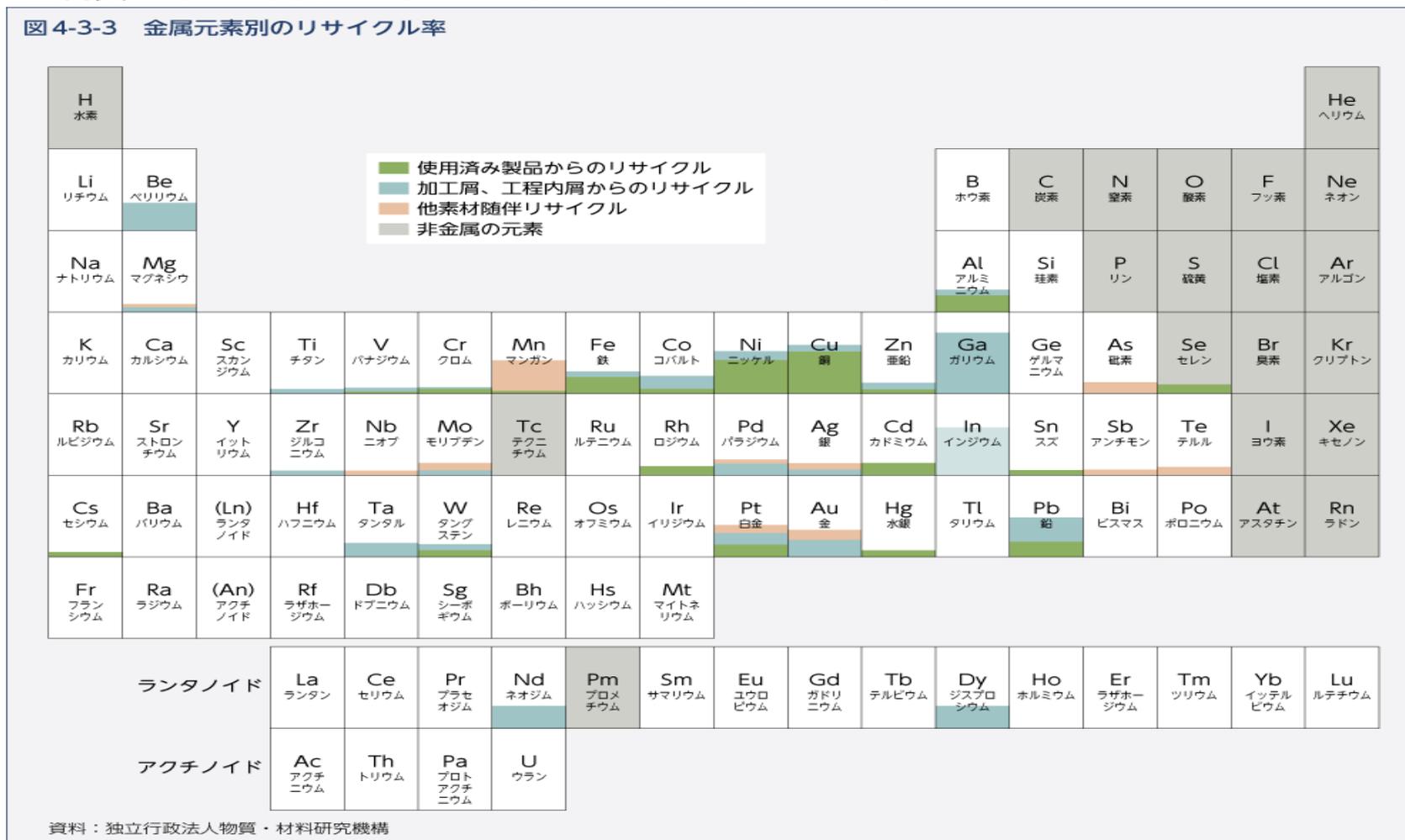
＜資料集＞環境省の環境白書 (URL: <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/html/hj12010403.html>)

1.日本の推定リサイクル率

スチール缶のリサイクル率は89.4%(スチール缶リサイクル協会)、アルミ缶のリサイクル率は92.6%(アルミ缶リサイクル協会)と、いずれも高い値となっています。

金属資源別に見ると、鉄(Fe)、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、鉛(Pb)のように、量が多く単一素材に区分しやすい金属資源は、比較的リサイクルが進んでいます(図4-3-3)。

図4-3-3 金属元素別のリサイクル率



＜資料集＞環境省の環境白書 (URL: <http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h24/html/hj12010403.html>)

2. 鉱石と都市鉱山の比較

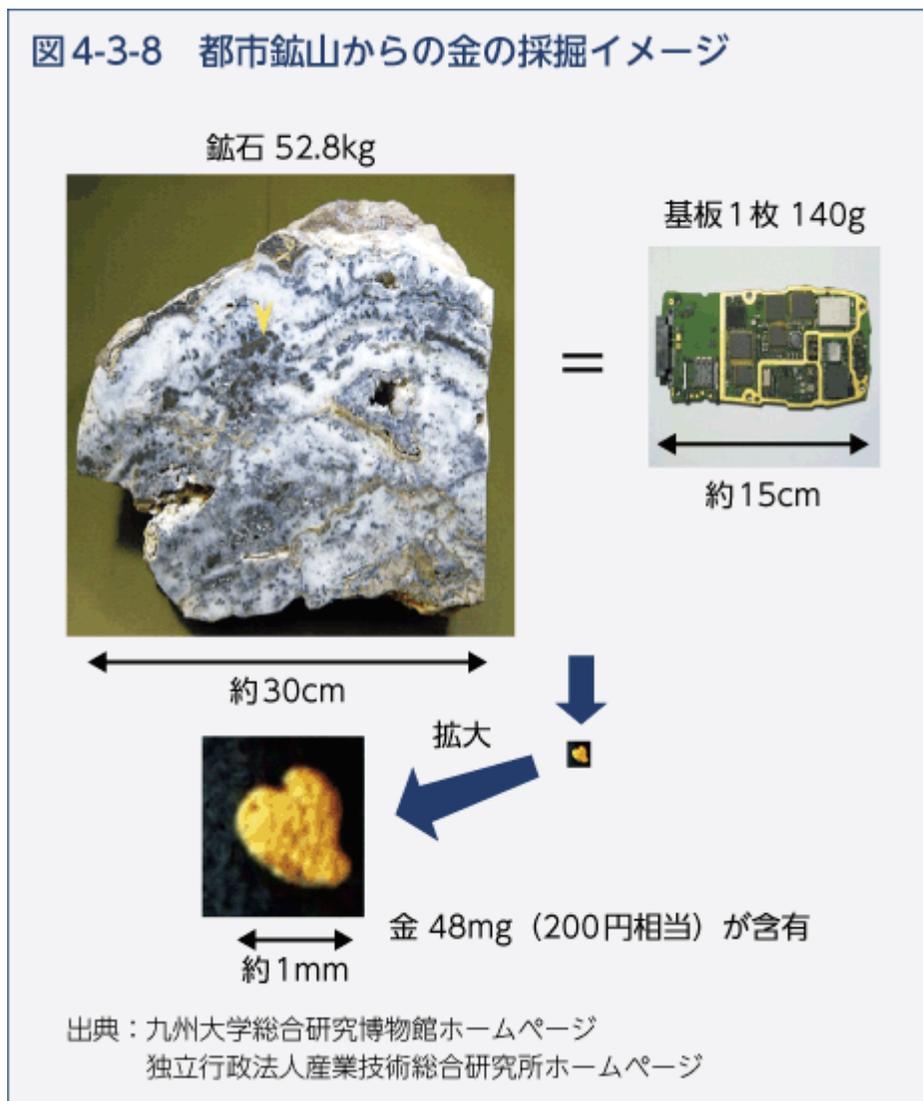
一般的に、携帯電話の本体(140g)には金が48mg(200円相当)程度含まれていますが、これは鉱山で鉱石52.8kgを採掘して得られる資源の量に匹敵します(図4-3-8)。

現段階では基板からの資源回収については様々な技術上の課題がありますが、仮に平成23年に我国で排出された使用済携帯電話約4,000万台のすべてから金の回収ができたと仮定すると、重量にして約2トン、金額換算にして約80億円分の金を資源として再利用することができることになります。

○ 鉱石から金を回収する場合：
鉱石52.8kgに0.000048kg=0.00009% (0.9ppm)

◎ 携帯から金を回収する場合：
携帯140gに0.048g=0.03% (鉱石の約300倍)

図4-3-8 都市鉱山からの金の採掘イメージ



■ 総括

- 1) 使用済み電気・電子機器（ATM）を手作業で分解し、ベースメタルを域内で全てリサイクルしている。また一部の部品については丁寧に取り出し、動作確認等の検査を経てリユース部品として活用した。
- 2) 使用済み電気・電子機器（ATM）から回収したHDDは、自動分解装置で内部のレアアース磁石を選択的に回収する技術を実用化した。
- 3) 上記の方法でATMから分離回収したレアアース磁石は、NdとDyが合計で約30%含有しており、この含有率は地下鉱石の10,000倍以上に相当する。分離回収した磁石は磁石製造工程の原料として循環している。

これらの活動は環境負荷大及び資源多消費時代からSociety5.0に向けた持続可能性と自然共生社会にも対応できる方法と考えている。

なお、本活動は新潟県環境部廃棄物対策課のご指導、ご支援をいただき、新潟県環境会議廃棄物減量化・リサイクル部会において評価され平成29年度「新潟県優良リサイクル事業社表彰」を受賞した。

また技術開発については以下の通りである。

経済産業省の平成21年度補助金で実施された「高性能磁石モータ等からのレアアースリサイクル開発技術」、

独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の平成22年度助成金で実施された「レアアース磁石利用製品からの磁石分離およびレアアース回収技術の開発」、

同平成24年度助成金で実施された「使用済製品からの高性能磁石リサイクルシステム構築のためのレアアース分離技術の開発」の成果の一部である。

■ 論文・発表

- 1) 馬場研二, 弘重雄三, 根本武, 日立評論, Vol. 95, No. 03, pp. 37-39 (2013).
- 2) T. Saeki, T. Akahori, Y. Miyamoto, M. Kyoui, M. Okamoto, T. Okabe, Y. Hiroshige and T. Nemoto, *Rare Metal Technology 2014 (The Minerals, Metals & Materials Society)*, pp. 103-106 (2014).
- 3) T. Akahori, Y. Miyamoto, T. Saeki, M. Okamoto and T. Okabe, *Rare Metal Technology 2014 (The Minerals, Metals & Materials Society)*, pp. 35-38 (2014).
- 4) T. Okabe, O. Takeda, K. Fukuda and Y. Umetsu, *Mater. Trans.*, 44, pp. 798-801 (2003).
他7報

■ 特許

- 1) 特許第4793693号(2011-08-05)、コンプレッサーケーシング解体装置および解体方法
- 2) 特許第5525253号(2014-04-18)、自動解体性評価装置、評価方法及び評価プログラム
- 3) 特許第5476285号(2014-02-14)、W02012073690A、圧縮機のリサイクル方法及び電動機のリサイクル方法
- 4) 特開2012-188695号(2012-10-04)、EP2684971A、W012121353A、希土類磁石からの希土類金属回収装置および希土類金属回収方法
他20報

END

情報・通信機器のリサイクルによるベースメタル及びレアアースの国内循環推進

2019/06/04

(株)日立産機中条エンジニアリング¹・東京エコリサイクル(株)²

松本伸生¹, 川上信彦²