

Title	NEDOにおけるリサイクル分野の技術開発助成制度の成果に関する考察
Author(s)	吉田, 准一; 沼田, 光紗; 相樂, 希美
Citation	年次学術大会講演要旨集, 28: 1023-1026
Issue Date	2013-11-02
Type	Conference Paper
Text version	publisher
URL	http://hdl.handle.net/10119/11880
Rights	本著作物は研究・技術計画学会の許可のもとに掲載するものです。This material is posted here with permission of the Japan Society for Science Policy and Research Management.
Description	一般講演要旨

2 H 2 1

NEDOにおけるリサイクル分野の技術開発助成制度の成果に関する考察

○吉田准一，沼田光紗，相樂希美（独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構）

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）は、企業や大学および公的研究機関との協力の下、エネルギー・地球環境問題の解決と産業競争力の強化という二つのミッションを掲げ、多くの事業を推進している。これらの事業は技術分野が多様なだけでなく、制度的にも、中長期的な研究開発から短期での実用化を目指した技術開発、さらに技術の実証まで、多段階の事業を展開している。

NEDOは、これらの事業の終了後の進捗状況について、追跡調査等により把握している。しかし、その結果の評価においては、個別企業毎の状況把握にとどまるか、もしくは全分野横断的に集計・分析が行われるかのいずれかであり、個々の技術分野の特徴に着目した分析は体系的には行われていない。

そこで、本報告では、リサイクル分野に焦点を当てて、数年以内の実用化を指向した短期の助成事業を対象に、終了後の進捗状況を整理すると共に、その進捗度に影響を与える要因を考察し、今後 NEDO が類似事業のマネジメントを行うに当たっての教訓を抽出することを目指す。

1. 対象事業

NEDO は、レアメタルⁱの供給リスク対策として、平成 22 年度から 23 年度にかけて「希少金属代替・削減実用化開発助成事業」を実施した。

同事業の対象分野は、1) レアメタルを代替する材料の技術開発、2) レアメタルの使用量を削減する技術開発、3) レアメタルをリサイクルする技術開発、4) その他、レアメタルの消費効率化に資する技術開発、の 4 分野である。また、「事業終了後数年以内に実用化が期待できる」技術開発テーマに対して助成を行う旨が公募前に明示されており^[NEDO, 2010]、比較的短期での実用化を目指す事業と言える。この方針に基づいて、公募を平成 22 年度下期に行い、外部有識者委員及び NEDO による採択審査の結果、合計 59 件の技術開発テーマを採択した。このうち、上記 3)

のリサイクル技術開発を対象としたテーマは 18 件である。本報告では、この 18 テーマを対象として分析を行った。以後の「対象事業」とは、同 18 テーマを指す。

2. レアメタルのリサイクルに関する状況

レアメタルは、高機能製品の製造に必須の素材であり、その安定供給は我が国製造業の国際競争力の維持・強化の観点から極めて重要である一方、一般に希少性や偏在性が高く、供給に不安定な要素が多い。そこで、経済産業省は、レアメタル安定供給確保の方策として、探鉱開発、代替材料開発、備蓄と並んで、リサイクルの推進を掲げている^[経済産業省, 2009]。

南條道夫は、地上に蓄積された工業製品を再生可能な資源とみなし、それが蓄積された場所を「都市鉱山」と呼んで、その概念を整理した^[南條道夫, 1988]。その後、我が国は「循環型社会形成推進基本法」(2000 年) 及びその下における各種個別リサイクル法制度を整備し、また「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（廃掃法）」の度重なる改正を行ってきた。これらの法制度や CSR（企業の社会的責任）の考え方の普及等に支えられて、現在の我が国のリサイクルは、市場メカニズムの下で行われている^[細田衛士, 2007]。

一方で、製品全体としてはリサイクルのプロセスに投入されていても、そこに含有されるレアメタルは、現時点で多くの場合は回収されていない。これは、製品中の含有濃度が低く経済的なリサイクル技術が開発途上である事、レアメタルを多く含有する使用済製品の排出が本格化していない事等の課題が存在するためとされる^[経済産業省、環境省, 2012]。

このような状況を踏まえ、本報告の対象事業は、これまで整備されてきたリサイクル技術を基盤としつつ、レアメタルを経済的に回収・再利用するための技術開発を行い、早期にレアメタルのリサイクルを実現することを目指して実施された。

3. 事業化に向けた進捗度の可視化

対象事業は平成 23 年度末に終了したが、複数の助成先企業において事業化に向けた実証運転が行われている等、順調に成果が活用されている。このよう

ⁱ「地球上の存在量が稀であるか、技術的・経済的な理由で抽出困難な金属のうち、現在工業用需要があり今後も需要があるものと、今後の技術革新に伴い新たな工業用需要が予測されるもの」（経済産業省「レアメタル確保戦略」より）。現在 31 鉱種 47 元素を指定（レアアース 17 元素は 1 鉱種と数える）。

な、助成事業終了後の事業化の進捗度を可視化する手段として、今回は NEDO が中長期・ハイリスクプロジェクト（中長期プロジェクト）を対象に実施している追跡調査の「技術開発段階」の考え方を適用した。これは、NEDO 事業の終了後、事業参画企業の現状や最終的な目標を、「中止」から「上市」に至る 5 段階（表 1）に分類するものである^[矢野貴久, 2008]。

表 1 NEDO 追跡調査における 5 つの技術開発段階
※表の上に行くほど進捗度が大きい。

段階	定義	活動主体(例)	活動の内容(例)	アウトプットイメージ
段 上市	市場での取引	事業部門 (販売部門)	(市場での取引がすぐに可能な状況)	製品ラインアップ化(カタログ掲載)、継続的な売上発生等
段 製品化	製品化、量産化技術の確立	事業部門	製品化への社内承認、試作機の製造、所管省庁/監督団体による販売承認/検査、製品を市場に投入するための設備投資の実施等	有償サンプル、量産試作の実施、製造ライン設置、原価計算等
段 技術開発	製品化/上市を視野に入れた研究	研究開発部門	無償サンプル作成やユーザーへのマーケティング調査により、技術やコストの優位性、量産化技術の課題等についての把握	製品化/上市の判断材料となる研究結果等
段 研究	基礎的/要素的な研究	研究開発部門	現象の新規性や性能の進歩性等について把握	社内レポート、特許、論文等
中止	継続的取り組みの中止	—	プロジェクト成果を活用し、プロジェクトの目的を果たす為の継続的活動を中止	研究テーマ中止の決定

なお、追跡調査においては、プロジェクト参加企業に対してアンケートを行い、企業自身が上記 5 段階での自己評価を行う。一方、本報告の対象事業では、終了後 5 年間の事業化状況について、助成先企業から NEDO に対して毎年報告を行う事となっている。そこで、今回は、事業終了翌年度である平成 24 年度末の同報告に基づき、表 1 の定義に照らして、筆者が進捗度を 5 段階に分類した。ただし、助成先企業の会計年度の開始月によってはまだ同報告が提出されていないため、未報告 3 テーマについては、平成 24 年度末の状況をヒアリング等で確認したうえで、他と同様に筆者が分類した。その結果を図 1 に示す。

なお、比較のため、中長期プロジェクトの終了翌年度末の進捗度に関する追跡調査の結果についても、図 1 に併載した。具体的には、平成 21 年度終了プロジェクトへの参加企業 133 社に対して、平成 22 年度の状況をアンケートで調査した結果である^[NEDO, 2012 (1)]。

追跡調査が対象とする中長期プロジェクトは、名前の通り中長期的な観点で、民間単独ではリスクの高い技術課題を対象としている。一方、本報告の対象事業は、より短期的視点で実用化に近い技術開発テーマを対象としている。このコンセプトの違いが、

両者の終了翌年度における進捗度の違いに現れていると考えられる。また、中長期プロジェクトの参加企業の中には、そもそも自社での実用化を想定していない企業（分析等、他の参加機関の支援をプロジェクト参加の主な目的とする者）も含まれている。

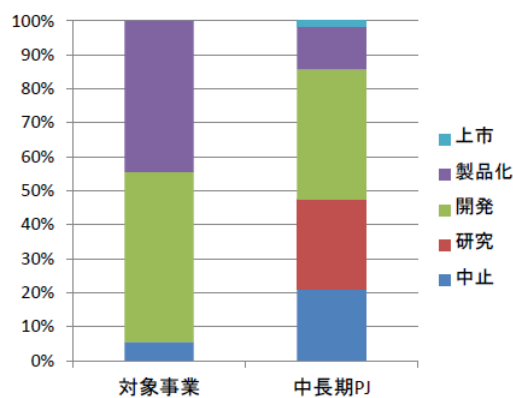


図 1 終了翌年度の成果状況

※中長期プロジェクトは文献 [NEDO, 2012] より引用

4. 進捗度に影響を与える要因の検討

図 1 より、対象事業 18 テーマは同じ希少金属のリサイクルに取り組んでいながら、終了後 1 年間で既に「製品化段階」に進んでいるテーマと「開発段階」に留まるテーマとがあり、進捗度に差が生じている事が判明した。そこで、その要因について検討を行った。

具体的には、リサイクル分野の特色を踏まえ、リサイクルの対象となる物品、技術が実用化された際の利用者、サプライチェーンの 3 面から検討した。

4.1. リサイクル対象物

リサイクルの対象となる物品としては、一般消費者や事業者が排出する使用済のレアメタル含有工業製品や、それらの製品の製造工程から排出される未使用部材（工程スクラップ）等がある。これらの本報告での呼称と特徴を表 2 に整理する。

表 2 リサイクル対象物の分類

対象物	一般消費者系排出物	事業系排出物	工程スクラップ
概要	一般消費者から排出される使用済製品	工場等から排出される使用済製品	レアメタル含有製品の製造工程で排出される不要部材等
レアメタル含有物品の例	家電品、自動車等	超硬工具、研磨剤等	研磨屑、切削屑、金属含有廃液等
排出者	一般消費者	企業	企業
性状	多様	一定	一定
総量	多	中	少
発生場所	分散	やや分散	特定の工場のみ

そこで、対象事業の18テーマを、どの対象物を扱うかで分類し、成果状況の比較を行った(図2)。その結果、今回の対象事業においては、事業系排出物や工程スクラップよりも、一般消費者系排出物を扱うテーマの方が「製品化段階」に進捗した割合が高かった。

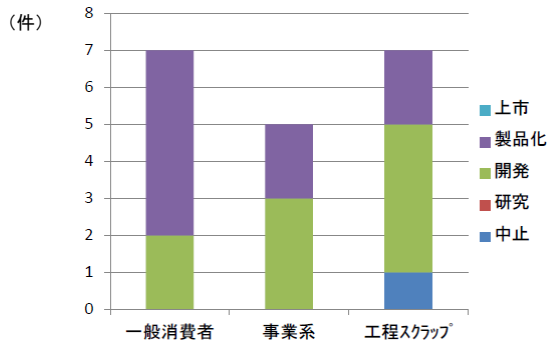


図2 対象物と終了翌年度の成果状況

※一般消費者：一般消費者系排出物、事業系：事業系排出物
 ※一部テーマで複数の対象物を扱っているため、合計は18件にならない。

4.2. 技術の想定利用者の違い

助成事業の成果である技術が実用化された際の利用者として、助成先企業が自らその技術を使用してリサイクル事業を営む場合と、他社に技術を提供(装置としての販売等)する場合があります。そこで、助成事業開始時点にテーマ毎に作成されている事業化計画において、助成先企業自身(子会社等の関係企業含む)がリサイクル事業の主体となる事を想定しているテーマと、他企業に技術を提供する事を想定しているテーマで分類し、進捗度を比較した(図3)。

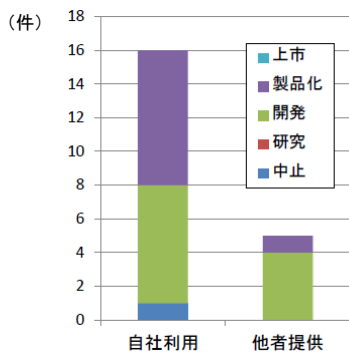


図3 技術の想定利用者と終了翌年度の成果状況

※一部テーマで自社利用と他社提供の両方を想定しているため、合計は18件にならない。

自社利用と比較して、他社提供の場合は「製品化段階」に進捗している割合が低い。この理由としては、装置等を販売する場合は顧客のニーズに合致させる必要があり、自社利用と比較して事業化に当たっての不確実性が高いため、技術開発をより慎重に進めている可能性が考えられる。

4.3. サプライチェーンの具体的想定の有無

動脈産業が、資源投入から販売に至る一連のサプライチェーンによって構成されるのと同様に、リサイクルを担う静脈産業については、対象物を収集し、中間処理、製錬を行い資源として動脈産業に供給するまでのサプライチェーンで構成される。これら動脈、静脈双方のサプライチェーンがループ状につながる事で、レアメタルの循環利用が実現する(図4)。

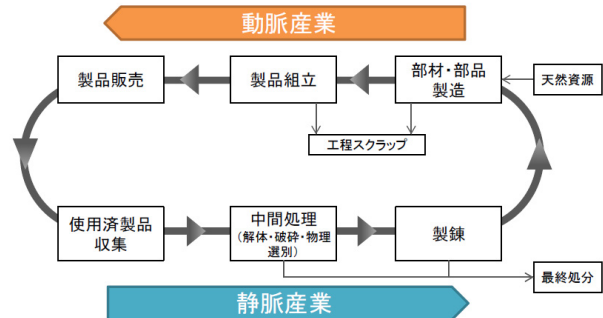


図4 レアメタルリサイクルにおけるループのイメージ

そこで、自社でリサイクル事業を営む事を想定している16テーマ(図3の左側のグループ)を対象に、事業化に至った場合のサプライチェーンまで具体的に想定していたかという視点で分析を行った。

対象物の集荷元企業や生産物の販売先企業等、サプライチェーンの上流・下流に当たる企業と連携する場合、その連携先を「パートナー企業」とする。助成開始時点の各テーマの事業化計画において、具体的なパートナー企業を選定していると判断できる情報(社名やパートナー企業の所在地、数等)の有無を確認し(表3)、その上で、対象物及び進捗度とのクロス集計を行った(図5)。

表3 助成開始時にパートナー企業を選定していた割合

全体	一般消費者系	事業者系	工程スクラップ
65%	83%	40%	67%

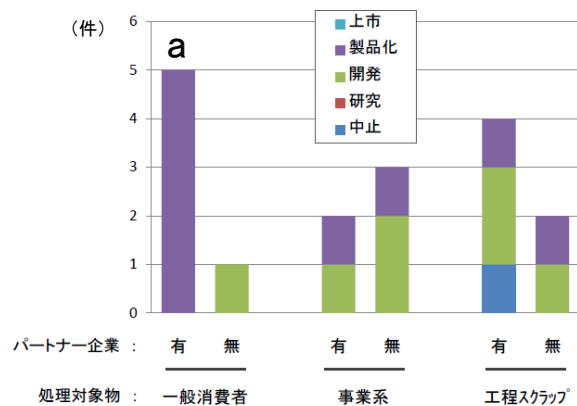


図5 パートナー企業の選定有無と成果状況

※一部テーマで複数の対象物を扱っているため、合計は16件にならない。

その結果、一般消費者系排出物を対象としたテーマの 83%が助成開始時点で既にパートナー企業を選定(図 5、a 群)しており、さらにこの a 群のテーマは全て「製品化段階」に進んでいた。

5. 考察

表 3 及び図 5 から、一般消費者系排出物を対象としてリサイクル業を営む想定テーマについては、サプライチェーン上のパートナー企業を早期に選定する事が、技術的成果を実用化につなげる上で重要である可能性が示唆された。

切削屑(工程スクラップ)や使用済超硬工具(事業系排出物)等はほぼ単一素材から構成されており、図 4 における中間処理は比較的簡易である事が多い。これに対し、一般消費者系排出物は家電を始め、多数の部品から構成された高付加価値製品が多く、レアメタル等の特定金属をリサイクルするに当たっては、中間処理における解体・選別プロセスの重要性が高い^[大木達也, 2011 他]。さらに、一般消費者系排出物は市中に広く拡散しており、それを収集する専門の業者が多数存在する。よって、一般消費者系排出物の場合、収集業者・中間処理業者・製錬業者という役割分担が、他の対象物と比較して明確であると考えられる。

このような状況においては、技術開発の時点から上流・下流のパートナー企業を具体的に選定しておく事は、対象物の発生量や品目等の上流側の情報や、生成物の性状等に対する下流側のニーズを早期に把握し、さらにそれらを技術開発に反映する事ができるため、事業化に向けて進捗する上で有利に働くと推測される。また、特に従来回収されていないレアメタルをリサイクルし新たに流通させる場合には、その受け手となる下流側企業との連携が非常に重要と考えられる。

なお、NEDO の中長期プロジェクトにおいても、ある程度技術が確立されたフェーズでは、「川上・川下のプロジェクトフォーメーション」によるニーズの顕在化・絞り込みが、「製品化段階」以上に進捗するに当たっての重要な条件である可能性が報告されている^[吉田朋央, 2011]。前段落の推測はこの報告とも整合する。

6. 他事業のマネジメントへの反映

以上の結果より、一般消費者系排出物を対象とするリサイクル技術の開発において、技術成果の事業化を促進するためには、早期にサプライチェーン上の上流・下流の企業と連携させるようなマネジメントが有効と考えられる。

NEDO は、レアメタルの中でも特に資源リスクが高

い特定のレアアースの供給リスク低減を目的として、平成 24 年度より新規プロジェクト「使用済モーターからの高性能レアアース磁石リサイクル技術開発」を開始した。同プロジェクトは、一般消費者系及び事業者系排出物からのレアアース磁石のリサイクルを目指し、リサイクルシステム全体を見据えた技術の開発を目標としている。そして、助成開始時点で関係企業との連携体制構築を促すため、「最終的に構築を目指すリサイクルシステム全体を想定し、(中略)本助成事業の時点で関連企業等との協力関係を構築していることが望まれる」旨を明示した上で公募を行っている^[NEDO, 2012 (2)]。ここでのリサイクルシステムとは、図 4 で示したサプライチェーンのループに相当し、関連企業とは、本報告におけるパートナー企業に当たる。したがって、本報告の結果は、この新規プロジェクトの制度設計が、事業化を促進する上で有効である可能性を支持している。

一方で、NEDO 事業への応募時点ではサプライチェーンの想定が不十分であっても、技術的には優れたシステムやプロセスの開発が期待できるケースもあり得る。その場合、応募者のネットワーク能力に依存するだけでなく、サプライチェーン上の上流・下流企業との連携を NEDO が能動的にアレンジする事によって、優れた技術の事業化可能性を向上させる事ができると考えられる。今後は、このようなより積極的なマネジメントも推進していきたい。

【文献】

- 南條道夫. (1988). 東北大学選鑛製錬研究所彙報. 43 (2).
- 細田衛士. (2007). 廃棄物の処理と素材リサイクルの経済学的基礎. *Journal of MMIJ* vol.123, 582-590.
- 矢野貴久、北川勉、幸本和明、吉田准一. (2008). 公的資金による研究開発の追跡調査結果に関する考察. 研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 722-726.
- 経済産業省. (2009). レアメタル確保戦略.
- NEDO. (2010). 「希少金属代替・削減技術実用化開発助成事業」平成 22 年度実施方針.
- 大木達也、古屋仲茂樹、西須佳宏、林直人. (2011). 希少金属リサイクルのための物理選別技術開発. *環境資源工学* 58, 95-100.
- 吉田朋央、山下勝、竹下満. (2011). 追跡調査による NEDO プロジェクトの成功要因の考察. 研究・技術計画学会年次学術大会講演要旨集, 798-801.
- NEDO. (2012). NEDO 研究開発プロジェクトに係る追跡調査・評価.
- NEDO. (2012). 「使用済モーターからの高性能レアアース磁石リサイクル技術開発」公募要領.
- 経済産業省、環境省. (2012). レアメタルのリサイクルに係る中間取りまとめ.