

「電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発」
事後評価報告書（案）概要

目 次

	（頁）
分科会委員名簿・・・・・・・・・・・・・・・・	1
プロジェクト概要・・・・・・・・・・・・・・・・	2
評価概要(案)・・・・・・・・・・・・・・・・	8
評点結果・・・・・・・・・・・・・・・・	16

独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 研究評価委員会
「電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発」(事後評価)
分科会委員名簿

(平成18年8月現在)

	氏名	所属、役職
分科 会長	堀尾 正勲	東京農工大学大学院 共生科学技術研究院 教授
分科会長 代理	伊藤 公久	早稲田大学 理工学部 物質開発工学科 教授
委員	秋山 友宏	北海道大学 エネルギー変換マテリアル研究センター 教授
	武田 英	共英製鋼株式会社 生産企画部 部長
	本田 大作	株式会社リサイクルワン 取締役

敬称略、五十音順

事務局：独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
研究評価部

概 要

		作成日	平成 18 年 7 月 28 日
プログラム名	3 R プログラム		
プロジェクト名	電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発	プロジェクト番号	P 0 2 0 0 6
担当推進部/担当者	環境技術開発部/石森正樹		
0 . 事業の概要	<p>自動車シュレッダーダストに代表される産業廃棄物を電炉で処理し、廃プラスチック等の有機系廃棄物を鉄スクラップの熱源および還元剤として利用すると同時に、電炉後工程で電炉ダストより金属鉄を効率的に回収する技術を開発する。</p> <p>本技術の特徴は、シュレッダーダスト等を分離分別することなくマテリアルリサイクルするもので、本技術が確立すれば、全国約 70 箇所に分散立地している電炉工場における利用が期待されるとともに、特にリサイクルが困難とされ、埋立処分されている自動車シュレッダーダスト、廃プラスチックに代表される産業廃棄物のリサイクルが可能になり、最終処分場の余命延長等に貢献する。</p>		
. 事業の位置付け・必要性について	<p>本事業は 3 R プログラム基本計画に基づき実施されるものであり、廃棄物の最終処分場の逼迫や鉱物エネルギー資源の将来的な枯渇の可能性など持続的発展の課題に対応する 3 R 技術の確立・実用化を図るものである。</p> <p>製鋼用電炉及び電炉ダスト処理設備（ウェルツキルン）を核とした循環型リサイクルシステムを構築することにより、現在埋立処分されているシュレッダーダスト、廃プラスチック及びウェルツキルンクリンカがリサイクル可能となり、最終処分場の余命延長等に貢献することが期待される。年間で最終処分量を 60 万 t 削減（ASR24 万 t、廃プラ 36 万 t、クリンカ 10 万 t）でき、最終処分費用を 210 億円削減が期待できる。</p> <p>この様にリサイクル性の飛躍的な向上が可能となれば、社会に与えるインパクトは極めて大きい。また、本事業は、単一メーカーで実現できるものではなく、企業連合で実施されるものであり、高度のマネジメントの必要性である。さらには、リサイクルシステムの実用化には技術の確立だけでなく法制度からの支援も不可欠であり、国との緊密な連携が必要であるなど、NEDO の関与する研究開発として早急に進めるべき課題である。</p>		

・研究開発マネジメントについて

事業の目標

電気炉内において、有機系産業廃棄物を熱源等として利用するとともに、廃棄物中の金属屑を再資源化する技術を確立する。また、発生するダストの量及び性状に適した効率的な対策技術を開発する。

電炉関連技術

1)シュレッダーダスト等の減容固化技術

シュレッダーダスト等を、破碎・加熱溶融・プレス形成等により装入及び燃焼に最適な組成・密度・形状に減容固化する前処理技術を開発する。

2)減容固化物の電炉へのハンドリング・装入技術

3)電炉利用技術

炉内雰囲気と燃焼の関係について調査し、炉内雰囲気を制御する等の炉内燃焼制御技術を開発する。

電炉ダスト処理技術

4)電炉ダスト処理・副生成リサイクル技術

電炉から排出されるダストを適正に処理するとともに、残渣中の鉄分を回収する技術を開発する。

排ガス処理技術

5)電炉および電炉ダスト処理設備の排ガス中のダイオキシン類低減技術

電炉排ガス中の DXN 濃度、および、電炉ダストを処理する亜鉛回収設備の排ガス中の DXN 濃度を規制値以下とする技術を開発する。

分類	項目	目標値
電炉関連技術の開発	固化物燃焼熱の鉄スクラップへの着熱効率	30%
	固化物リサイクル量（装入量 kg/粗鋼 t）	40kg
	固化物中のシュレッダーダスト混装率	20%
電炉ダスト処理技術	クリンカ中の塩素濃度	1.0%
	クリンカ中の鉄分再酸化率	10%
	濃縮クリンカの金属鉄含有率	70%
排ガス処理技術	電炉：排ガス中 DXN 類濃度	現状非悪化
	電炉ダスト処理：排ガス中 DXN 類濃度	1ng-TEQ/m ³ N

事業の計画内容

主な実施事項	H14fy	H15fy	H16fy	H17fy
シュレッダーダスト等の減容固化技術			→	
電炉利用技術開発		→		
電炉ダスト処理での DXN 類抑制	→			
クリンカの品質改善	→			
クリンカ中の鉄分分離回収技術	→			

開発予算 (単位：百万円)	会計・勘定	H14fy	H15fy	H16fy	H17fy	総額
	一般会計	233	158	166	100	657
	補助率	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3
	総予算額	350	237	249	150	985
開発体制	経産省担当原課	製造産業局鉄鋼課				
	委託先	財団法人金属系材料研究開発センター 大同特殊鋼株式会社(共同実施：豊橋技術科学大学) 曹鉄メタル株式会社(共同実施：埼玉工業大学) 住友金属鉱山株式会社				
情勢変化への対応	<p>当初の計画では研究開発期間を3年間とし、初年度にシュレッダーダスト等を電炉で燃焼させるための固形化物製造技術の開発、次年度は電炉での燃焼技術の開発、最終年度は燃焼に伴い発生する排ガス処理技術の開発を計画した。</p> <p>この排ガス対策の要素技術として当初は、バグフィルタによるダイオキシン類の捕捉率の向上等、「排出量の抑制」技術を主体に計画した。しかしながら、昨今の環境問題を取り巻く状況の変化に対応として、ダイオキシン類の分解技術等の「発生量の抑制」技術開発も必須となった。(例えば、廃掃法に関する施行令の改正により、平成15年4月から、電炉で発生するダストのダイオキシン類濃度が3ng/g以上の場合、特別管理廃棄物としての管理・処分が定められた)。</p> <p>このため研究期間を1年延長し、「排出量の抑制」技術を開発すると共に、「発生量の抑制」を図るため、電炉の排ガス処理工程に高温処理や触媒処理を採用するなど、ダストに移行するダイオキシン類を効率的・効果的に分解・低減できる工程を検討・検証することとした。</p>					

電気炉内において、有機系産業廃棄物を熱源等として利用するとともに、廃棄物中の金属屑を再資源化する技術を開発した。また、これらの処理に伴って発生するダストの量及び性状に適した効率的な対策技術を開発した。

電炉関連技術

1)シュレッダーダスト等の減容固化技術

廃プラと廃棄鉄粉を加熱溶融、プレス加工して、一辺が 200mm の固形化物を製造する技術を開発した。また、シュレッダーダストを RDF 化して加熱溶融後の廃プラに混装することで、固形化物中のシュレッダーダストの混装率を高める技術を開発した。

2)減容固化物の電炉へのハンドリング・装入技術

電炉のリフティングマグネットを利用して固形化物を吸着・搬送するために、磁場シミュレーション等で検討を行い、最適なハンドリング・装入方法を開発した。

3)電炉利用技術

固形化物中の有機物の燃焼熱を効率よく鉄スクラップに着熱させ、鉄スクラップの溶解熱に利用する技術を開発した。

電炉ダスト処理技術

4)電炉ダスト処理・副生物リサイクル技術

電炉から排出されるダストを適正に処理し、ウェルツキルンから副生するクリンカおよびクリンカに含まれる微粒な金属鉄を電炉原料としてリサイクルする技術を開発した。

排ガス処理技術

5)電炉および電炉ダスト処理設備の排ガス中のダイオキシン類低減技術

電炉内でシュレッダーダスト等の固形化物の場合も、電炉排ガス中のダイオキシン類濃度を規制値未満にする技術を開発した。

また、電炉ダストを処理するウェルツキルンの排ガス中への活性炭吹込みによりダイオキシン類濃度を規制値以下にする技術を開発した。

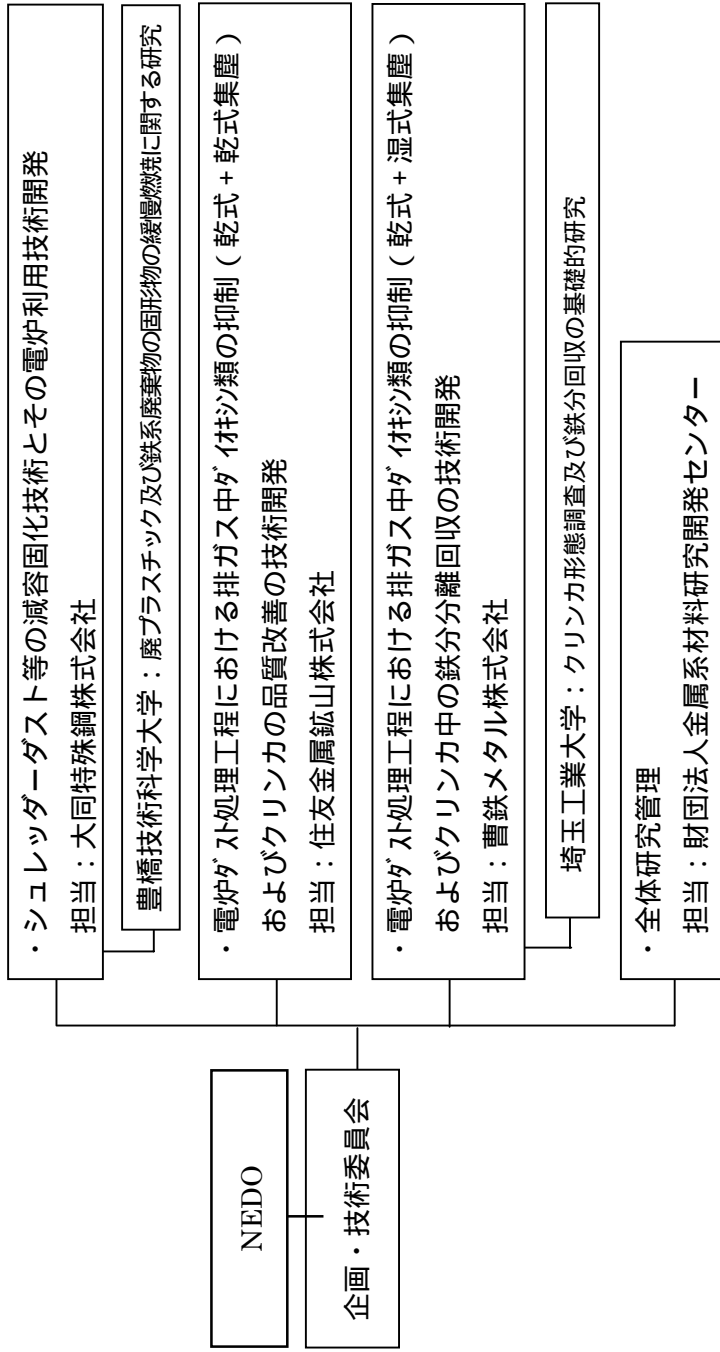
・ 研究開発成果について

分類	項目	目標値	達成度
電炉関連技術の開発	固形化物燃焼熱の鉄スクラップへの着熱効率	30%	
	固形化物リサイクル量(装入量)	40kg	
	固形化物中のシュレッダーダスト混装率	20%	
電炉ダスト処理技術	クリンカ中の塩素濃度	1.0%	
	クリンカ中の鉄分再酸化率	10%	
	濃縮クリンカの金属鉄含有率	70%	
排ガス処理技術	電炉:排ガス中 DXN 類濃度	現状非悪化	
	ダスト処理:排ガス中 DXN 類濃度	1ng-TEQ/m ³ N	

投稿論文	「査読付き」1件、「その他」3件
特許	「出願済」9件、「登録」0件、「実施」0件(うち国際出願0件)

・ 評価に関する事項	事前評価	平成 1 4 年度は経済産業省直轄事業
	中間評価以降	平成 1 8 年度 事後評価実施
・ 基本計画・技術開発課題に関する事項	作成時期	平成 1 4 年 3 月 経済産業省において基本計画を策定
	変更履歴	<p>平成 1 5 年 3 月 平成 1 5 年度以降は NEDO にて実施。上記基本計画を基に当該技術開発課題を策定。</p> <p>平成 1 6 年 3 月 N E D O の独立行政法人化、組織変更及び様式変更に伴い、当該記載部分の改訂。</p> <p>平成 1 6 年 7 月 技術開発項目に「電炉および電炉ダスト処理設備の排ガス中のダイオキシン類低減技術」を加え、技術開発の実施期間を平成 1 4 年度から平成 1 6 年度までの 3 年間から平成 1 4 年度から平成 1 7 年度までの 4 年間に変更。事後評価実施時期を平成 1 7 年度から平成 1 8 年度に変更。</p>

研究開発の実施体制



「電炉技術を用いた鉄及びプラスチックの複合リサイクル技術開発」 (事後評価) 評価概要(案)

1. 総論

1) 総合評価

シュレッダーダストや廃プラスチックを、電炉の燃料・還元剤として利用するとともに、発生するダイオキシンを極限まで除去し、クリンカの再生までを対象としており、埋立処分場延命に効果がある。3Rプログラムの趣旨にも沿っており、当初目標に対しておおむね満足のいく成果が得られた。また、設備数で高炉を上回る電炉を用いたリサイクルは、廃プラスチック集荷コストや全体コスト削減にもつながる可能性がある。環境面では、電炉でのコークス使用量の50%を廃プラスチックに置き換えた場合、約11%のCO₂排出削減効果が期待出来る点は魅力的である。

ただし、固形化物予備処理工程のコストダウンも含め減容化技術には多くの課題がある。すなわち、プラスチック廃棄物やASR(使用済み自動車由来のシュレッダーダスト、Automobile Shredder Residueの略)においては多様なプラスチックが入ってくることを踏まえると、本期間内の折角の試験が単一組成に限定されたことは残念である。また、廃プラスチック導入により塩素が混入し、結果として過剰なダイオキシン処理設備を要しており、塩素除去を目的とした予備処理の可能性を調査・検討すべきである。

一方、自動車リサイクル量の低減に対応し、リサイクルのビジネスモデルを見直す必要があり、廃プラスチックの受け入れ単価については市場調査を行い、収益性の向上策を検討する必要がある。

2) 今後に対する提言

生産設備を活用した3R効果のある循環社会形成に係わる研究は今後も進めるべきである。本プロジェクト開始後のリサイクル業界の状況変化(発生量、処理技術、処理施設)を見極め、今後の研究提案については十分な検討をする必要がある。ASRだけでなく、金属含有廃プラスチックのリサイクル技術開発として実用化の補助金などをつけて、実用化に向けて進めることで、電炉の特徴と今回の技術開発が無駄にならずに事業性を高められると期待している。将来は、より現実的である混合廃プラスチックの活用や、RDF化したシュレッダーダストの処理量をさらに増大させるための技術開発が望まれる。また、押出成型技術は、混合種廃プラスチックが使用でき魅力的技術となる可能性がある。

ただし、新規の設備導入は採算性難しく、従来の生産設備を活用して採算が合うよう工夫が必要である。また、廃プラスチック逆有償価格(排出側が処理費用負担)の市場調査が重要で、信頼性のあるデータに基づき継続か否かを判断する必要がある。

2. 各 論

1) 事業の位置付け・必要性について

従来活用不可能だった廃棄物を電炉のエネルギー源として活用しようとするものであり、電炉メーカーだけでなくダスト処理メーカーと連携し、循環システムを構築する点で、公共性が高く、NEDOの関与は必要であった。3Rプログラムは、最終処分量の低減と再生利用率向上を目標としていることを踏まえると、従来埋め立て処分されていたシュレッダーダストを再資源化し、最終処分量を低減させる研究としては、有意義なテーマである。電炉という既存インフラを活用したリサイクル技術であるため、新たなプラント設備投資がなく、最低限の予算で最大の効果を得た点で評価できる。また、地球温暖化の防止の観点から、コークス粉代替となる廃プラを積極的に利用することはエネルギー需給動向や市場動向から事業の目的は妥当である。

ただし、本研究の実施後に、自動車リサイクル法が施行されたため、自動車メーカーがASRのリサイクルシステムを構築してしまった。このような時代の流れについては、初年度に市場調査や施策の動向調査などを経て、開発目標（処理単価、脱塩素技術など）を明確にし、研究事業を実施するとさらにいい結果が出たのではないか。

また、採算を検討する際、廃棄物処理費は市況により変化するので、申請時と開発完了時とでは状況が変化し、採算が合わない場合も出てくる。そのため申請時点でNEDOとして安全率をどのように見て、妥当性、新規技術開発ニーズを判断するかが重要である。

2) 研究開発マネジメントについて

NEDOが3Rプログラムについての総合的な視野から検討のイニシアチブを取り、数値目標も明確に設置され妥当であった。電炉業界では大手で技術開発力のあるメーカーを選定して、既存インフラを活用した補助事業になっているため、予算の有効活用に大きく貢献し、技術開発体制は万全であると考えられる。開発要素技術は必要に応じ、大学の研究機関を利用しており、実施体制も問題ない。また、メンバーの特性を生かし、電炉装入用固形化物の製造、電炉内燃焼技術、排ガス適正処理技術といった電炉関連の研究に加え、クリンカの再生利用や、ダスト処理におけるダイオキシン除去など、多様な研究を展開しており、ダイオキシンに関する社会情勢の変化にも柔軟に対応している。

ただし、法制度の変更などがある場合は、期中であっても入念な市場調査を研究開発プロセスに盛り込み、軌道修正を図るシステムにすることが、トータルな研究開発コストを抑え、研究の成果を最大化できると考えられる。例えば、メーカー内リサイクル率の上昇に伴う自動車リサイクル量の低減に対応し、リサイクルのビジネスモデルを見直す必要がある。また、シュレッダーダストを含んだ固形化物を用いて、実際に本プロジェクトで提案した技術をすべて一貫して操業を行うといったトータルプロセスの検証が不足した点、および固形化技術において混合種廃プラスチックに対応できる技術開発が期間内に着手できなかったのは残念である。

3) 研究開発成果について

当初の目標設定に対して、それぞれの技術においては、目標達成度は高いものと思われ、特にダスト処理技術、ダイオキシン対策等については新たな技術領域、およびリサイクル市場の創造につながるもので、これまで鉄スクラップ以外は受け入れていなかった電炉で廃プラスチック・リサイクルが適応できたことは大きな成果である。研究成果は、他の電炉メーカーでも活用可能なものであり、汎用性は十分であると判断できる。9件の特許所得があり知財化も行われており、論文発表は多いとは言えないが成果の普及の努力は行われている。

ただし、研究開発プロセスの大半が既存技術の組み合わせであることから、先進性の視点では高く評価しにくい。

4) 実用化、事業化の見通しについて

本成果は、ASRだけでなくその他の各種プラスチックにも適用でき、研究開発促進効果はあったと考えられる。個々の技術的成果は、それぞれ目標を十分に達成しており、試験研究で設定された条件の下であれば、ガス適正処理、クリンカ再生、ダイオキシン除去等は、十分に実用化の可能性があると考えられる。

ただし、プロジェクトの全体を1つのトータルプロセスと考えた場合、十分実証性のある結果が得られているとは言えない。普及の見通しは、多種プラスチックを対象とした、安価な減容化と塊成化技術にかかっているが、これは本来、本プロジェクトの中で達成してほしかった。また、研究開発期中に法制度の変化や資源の高騰など外的な要因があったため、市場調査を行うなどし、研究開発目標の軌道修正を行い、事業採算性向上策を検討すべきだった。そのため事業化までの具体的な許認可スケジュール、事業投資規模、事業主体、詳細な収益予想がないため、事業性を正確に判断するのは難しい。

また、減容固化設備は原料を逆有償で扱うので（排出側が処理費用負担）、産廃を扱う中間処理施設でなければならず、地域によっては施設許可の取得が条件になる可能性がある。

個別テーマにおける評価

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
<p>シュレツダダスト等の減容固化技術</p>	<p>材料選定、鉄粉混装率、サイズ、製造技術、混装技術および装入・ハンドリング技術の開発に対して体系的に取りこんでおり、目標とした着熱効率、装入量、ASR混装率、ダイオキシン類濃度は全て目標を達成している。リフティングマグネットを利用したハンドリング技術は電炉ならではのものであり、新規性があり、今後重要性が増すかもしれない。廃プラスチック、廃鉄粉、シュレツダダストを複合化した固形物形成を実現し、電炉装入原料に足るレベルにまで達成した点は評価できる。</p> <p>ただし、プラスチック廃棄物やASRにおいては多様なプラスチックが入ってくるのが前提であり、本期間内に単一組成の試験しかできなかつたことは残念である。多様な廃プラスチック、特に混合廃プラスチックの有効利用を可能とする技術開発が実用化のためには望ましい。また、シュレツダダストのRDF化に関する技術開発についてもさらなる検討が必要である。</p>	<p>シュレツダダストのRDF化が十分経済的に行え、実際に大量に存在する混合廃プラスチックの利用技術が確立されれば、実用化の可能性はあるものと思われる。ロータリーキルンの操業条件（温度、回転数など）が固形化物性状に及ぼす影響、およびリフティングマグネット搬入できる条件を明らかにしたのは、今後電炉に導入するためには必須の情報であり価値がある。</p> <p>しかし、装置のメンテナンスを含めた長期のコスト競争力の検討や、廃鉄粉の市場調査が不足しており、その供給可能性に関する調査も必要である。また、バインダーを単一樹脂としている点で、事業採算性はかなり悪化すると想定され、例え、一部の企業が処理費をつけて委託したとしても、量を確保することが困難であると考えられ、事業採算性を確保することが難しいと判断される。</p>	<p>シュレツダダストのRDF化と混合廃プラスチックの利用技術の確立が重要である。通常のプラスチックRDF技術も組み合わせつつ塊成化すれば比較的容易に大きな塊状物ができるのではないか。バインダーを単体オレフィン系樹脂ではなく、粗悪な廃プラスチックに加えて、他の廃棄物系バインダーを検討する研究開発をすることで、大きく事業採算性が向上するものと考ええる。混合廃プラスチックの減容固化技術の確立が困難であるとのことだが、混合廃プラスチックの利用推進のための更なる研究開発が求められる。</p> <p>今後は、固形物サイズと燃焼時間の関係を明確に示し、その理論を展開する必要がある。また廃鉄粉以外の廃金属鉄の利用も視野に入れると良いと思われる。また、リフティングマグネットを使わずに低コストで投入できる技術開発をする方が、トータルコストが下がる可能性もあるのではないかと考えられる。</p>

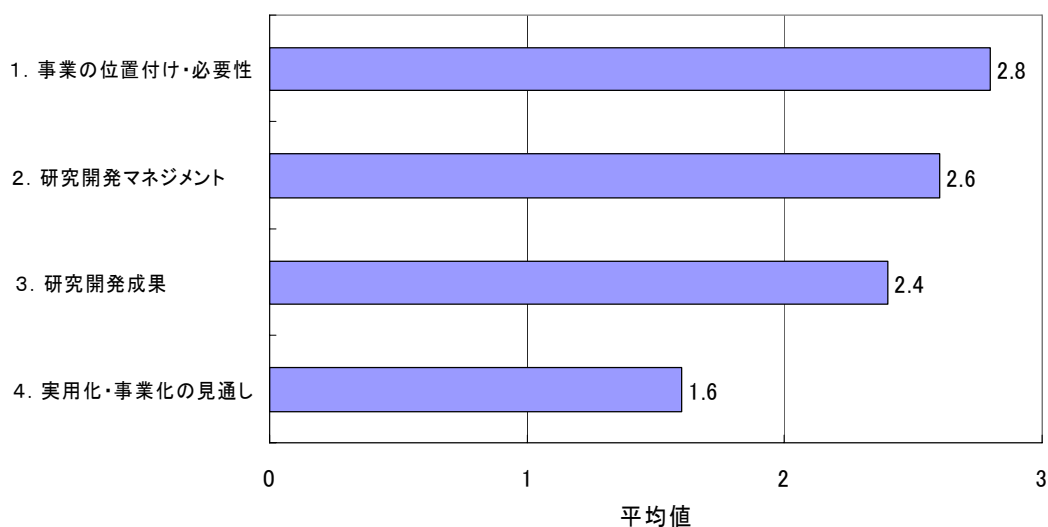
	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
電炉利用技術（炉内燃焼制御技術開発）	<p>電炉における廃プラスチックのコークス粉の代替効果、加炭、還元効果が確認できたことの意味は大きい。スクラップだけでなく難処理性プラスチックも入れたことにより、フレキシブルなリサイクルネットワーク市場を創造する能力は大きい。また塊状物について着熱特性まで体系的に調べた点で世界初めての技術的チャレンジといえる。また、入出熱を測定することで効果が確認できる研究手法がわかりやすかった。</p> <p>ただし、リサイクル技術の研究開発であるため、廃プラスチックの樹脂の種類や混合率の違いによる加炭効果、鉄の還元効果の考察が必要だと考える。また、シュレツダーダストを混入した成型物での試験は実施されていないため、シュレツダーダスト混入時の評価が今後は必要である。</p> <p>着熱効率においては従来と同等の結果が得られたが、着熱効率は高い程、熱が有効に使用されたことを意味する重要な指標である。炭材投入量が増加すると低下する傾向があることからその原因を明らかにし、引きつづき高い着熱効率を維持できる方策を検討することが望ましい。</p> <p>なお、固形化物使用時は、排ガス温度がいずれも 1000 を越える高温排ガス顕熱で損失し着熱効率低下の主因であるため装入方法などで検討の余地がある。</p>	<p>投入電力低減の観点から、今後副原料需要は増加することが予想される。電炉にコークス代替として廃プラスチック類を有効に利用できることが確認された意義は大きく、実用化も十分期待できる。リフティングマグネットでも採入れば他工場でも採用可能であるが、ダイオキシン類対策が由来している必要がある。</p> <p>RDF化されたシュレツダーダストが内部に入った固形化物で同等の結果が得られるかは、今後の検討事項である。また、炭材投入量が増加すると排ガス温度が上昇する傾向にあり、この熱を利用した原料の予熱、排ガス潜熱の回収のための技術開発が重要であろう。</p> <p>一方、廃プラの受け入れ許容量（塩素濃度、必要燃焼力ロリー、異物の混入状況等）が明確でないため、リサイクル事業としての事業性を正確に判断することが難しい。また、固形化物使用時に排ガス温度が燃焼塔で 100 近く上昇することだが、安定して使用する場合、作業上の改善すべき課題（修繕費等）は出てこないか懸念は残る。</p>	<p>リサイクル事業としては、鉄が付着した計器類の製品廃棄物、鉄が付着した廃プラスチック、塩素濃度が 1 % 程度の廃プラスチックなど処理困難な廃プラスチックを電炉利用できる技術開発ができれば事業性は高く、電気炉を使った廃プラスチック原料によるリデュース、還元代替は進めるべきである。その際、塩素および銅の混入によりダイオキシン発生量は著しく異なるので、ダイオキシンおよび、受け入れ廃棄物中の銅と塩素の含有量の監視体制が重要である。また、より現実的な原料と考えられる混合廃プラスチックを利用した固形化物の製造が可能になった場合を想定した試験や、シュレツダーダスト混入率を変化させた場合に、本報告と同等の結果が得られるかという検証は、今後の課題である。</p> <p>なお、本 P J とは別に開発中の真空密閉炉や、コークス充填層型電炉の技術など電炉に対して実施されている他のプロジェクトとの複合化した技術の検討も必要ではないか。</p> <p>また、一般に電炉排ガスは二次燃焼され一切熱利用されていないことは大きな問題点であり、本プロジェクトとは無関係であるが「電炉排ガス顕熱回収」は次世代型電炉炉においては検討されるべき重要課題であろう。</p>

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
電炉排ガス適正処理技術開発	<p>開発目標に対する成果としては、既存技術の組み合わせで達成できることが確認できた。既存の電炉における排ガス施設を最大限利用した場合のダイオキシン対策技術について検討されており、イニシャルコストを削減する効果はある。電炉業界は、焼却施設等に比べるよりも低いダイオキシン規制であるが、設定された目標値を十分にクリアしている。特に複合技術(二次燃焼・急冷+触媒システム)を採用することによって、ダイオキシン0.1ng-TEQ/m³以下という世界最高水準のダイオキシン除去レベルを達成した点は評価できる。固形化物使用により、排ガス温度が上昇し、条件が悪くなる中での削減なので、意味があり、技術的に効果が証明された。</p> <p>ただし、基本的に新しい技術概念の開発ではなく、組み合わせ的である。複合技術(二次燃焼・急冷+触媒システム)については、経済合理性がなく、個別技術を採用したとしても新たなリサイクルビジネスをするにあたっての投資対効果が低いと判断する。低コストな活性炭吹き込みなど、脱塩素技術の追加による所要触媒量の低減などの工夫が望まれる。なお、300の加熱で有機塩素は容易に分解しHClとなることから、予備加熱処理により塩素分を除去するプロセスについても検討の余地がある。</p>	<p>複合技術(二次燃焼・急冷+触媒システム)を採用することによって、ダイオキシン0.1ng-TEQ/m³以下を達成することができたため、電炉排ガスの低ダイオキシン化に十分寄与するものと思われる。実用性はかなり高い。触媒装置システムは、触媒フィルターだけでも効果があれば、ランニングコスト増だけで済み実用化が進むかも知れない。(現状の対策と組み合わせ可能である。)</p> <p>ただし、ASR以外のプラスチックにも道を開くのであれば、ダイオキシン対策コストの削減などに工夫が必要である。最善の触媒システムでも130万円のコストが必要となることから、さらなる方法の検討は必要で、設備費を削減する工夫が必要である。また、追加すべき排ガス処理のイニシャルコストとランニングコストがリサイクル事業の収入に比すると大きいという点、事業化には、何らかの設備投資の補助金などを活用する必要があると判断される。</p>	<p>電炉を利用して廃プラを利用して原料化、リサイクル、還元代替を進める場合、更なる排ガス対策技術の向上、進歩は必須技術である。複合技術(二次燃焼・急冷+触媒システム)は、電気炉発生ダイオキシンに対する今後の規制強化に十分対応できる技術と判断される。電炉業界は、ダイオキシン規制が廃棄物の焼却施設と比べて低いため、今後の規制強化なども考慮して高い除去率の自主的な基準を設けて事業化を検討することが望まれる。そのため活性炭吹き込みなど他の排ガス抑制技術などをコスト面から再検討する必要がある。</p> <p>シュレツダーダスト処理に関しては、シュレツダーダストを混入した固形化物を用いた試験が実施されていないこともあり、今後さらなるデータの蓄積が必要であると思われる。</p>

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
クリンカの再生利用技術門	<p>きわめて単純な方法で脱塩素できることを確認しており実用性はあり、また現場での実験なので、安定効果が期待できる。クリンカの脱塩素、金属鉄の酸化防止とともに、当初設定した目標を達成している。現実的な課題である再酸化防止、加工クリンカの電炉使用などについてのデータは今後のプロセス計画・設計に十分使用できる。クリンカの鉄源としてのリサイクル技術の確立は、塩素濃度 1%程度で確立できたことの意味は大きい。また、クリンカにおける脱塩素技術を複数評価し、経済的にも成立可能な方策を得たことも意義がある。</p> <p>ただし、脱塩素は洗浄によって達成するという一方で、金属鉄の酸化防止には水分の遮断が最も効果的であるという結果を得ている。2つの目標を同時に達成する技術開発が望ましい。また、クリンカの屋内保管による倉庫保管費用などは経済性の検討に含めるべきである。クリンカの金属鉄の高濃度化の研究においては、粗粉を磁力選別した後の有効利用用途の経済性や市場性が明確でない。また、現場作業がポイントであるので、作業手順書等作成して確実に作業し、定期的な品質確認作業が必要である。</p>	<p>従来埋め立て処分されていたクリンカを再度電炉に戻すことは、社会的に意義が大きく先進的であると評価できる。クリンカの有効利用技術としては、脱塩素、金属鉄酸化防止とともに、極めて簡便な手法が開発されており、経済性、技術面においても当初の研究目標が達成できている。すぐさま実用化可能である。現実的な課題である再酸化防止、加工クリンカの電炉使用などについてのデータは今後のプロセス計画・設計に十分使用できる。金属鉄濃度を高め、粗粉回収×磁選分離は、比較的エネルギー消費が少ないプロセスで汎用性があり魅力的である。</p> <p>一方、クリンカ洗浄によって発生する排水については、環境に対する影響を調査し、必要であれば廃水処理に関する検討が必要である。また、クリンカ中の塩素濃度の前提が1~2%とあったが、どの程度の塩素濃度まで許容できるかについての検証があると、廃プラスチックの受け入れ基準を判断できる材料となる。</p>	<p>実際に電気炉で中長期に使用し、出荷の形状によるハンドリングを含め、操業諸元への影響を確認する段階にあると思われるが、洗浄によるクリンカの脱塩素と、金属鉄の酸化防止という相矛盾する命題を同時に解決するような、新技術の開発が待たれる。クリンカ中にある塩素濃度の許容範囲を経済的にどの程度まで可能かについて検討することであり、サイクル事業における廃プラスチックの許容量を判断できる。さらに 3%の塩素許容が可能となれば、リサイクル事業の市場性はさらに高くなると考えられるため、さらなる技術開発が期待される。</p> <p>また、クリンカ洗浄によって発生する排水の環境に対する影響を調査し、必要であれば廃水処理に関する検討が必要である。さらに、今後クリンカ以外の鉄含有廃物まで対象を拡大して調査することは有意義である。</p>

	成果に関する評価	実用化の見通しに関する評価	今後に対する提言
電炉ダスト処理工程における排ガスダイオキシン類の除去技術開発	<p>2つの方法、乾式・湿式排煙系および乾式排煙系ともにダイオキシン濃度 1ng TEQ/m³以下を満たしており目標値をクリアし、プロセスに使用済み活性炭を用いる点は評価できる。既存設備に対するダイオキシン規制値の1/10を目標に研究開発を行ったことは、時代背景をうまく反映していると評価できる。湿式系、乾式系ともにバフ集塵機を増設し、活性炭吹きこみで対応でき、実機での試験であり作業上の課題等は個々に解決され成果を得ている。活性炭を再利用する工夫も見られる。</p> <p>ただし、基本的に新しい技術概念の開発ではなく、既存の技術の再検討であるため、先進性、独創性などはあまりないと判断される。ガス洗浄塔における最適条件の設定には、より詳細な検討を加えることにより、改善の余地があるものと思われる。</p>	<p>既存技術の組み合わせであるため、技術的には実用化が可能であると判断でき、種々の既存プラントに対応できることは利点である。個別テーマとしては、ガス適正処理、クリンカ再生、ダイオキシン除去等の技術については、実用化の可能性は十分にあるものと思われる。</p> <p>ただし、原料処理、電炉操業を含む、塩素のフロー全体の見直しが必要である。また、現場の操業は作業手順書等(集塵機管理作業等)で確実なものにする必要がある。また、排ガス処理設備に3.5億円を投資する効果が、現在想定されているリサイクルビジネスのモデルでは投資対効果が低いと判断される。</p>	<p>ダイオキシン対策では、塩素の事前回収で大幅に減らせる可能性がある。(トヨタ自動車の循環流動層炉データでは、明確な線形関係が原料中塩素濃度とダイオキシン濃度に見出されている) 今後、さらに、ダイオキシン対策コストを削減できる可能性がある。</p> <p>ガス適正処理、クリンカ再生、ダイオキシン除去等の技術は、現行プロセスに十分適用可能な技術開発であり、速やかな実用化が望まれる。安価な設備投資、ランニングコストとなるように、廃棄物由来の活性炭など安価なものを積極的に利用する研究開発が求められる。</p>

評点結果



評価項目	平均値	素点 (注1)				
		A	A	A	B	A
1. 事業の位置付け・必要性	2.8	A	A	A	B	A
2. 研究開発マネジメント	2.6	B	A	A	B	A
3. 研究開発成果	2.4	B	B	A	A	B
4. 実用化・事業化の見通し	1.6	B	B	B	C	C

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

< 判定基準 >

(1)事業の位置付け・必要性について

- ・非常に重要 A
- ・重要 B
- ・概ね妥当 C
- ・妥当性がない、又は失われた D

(2)研究開発マネジメントについて

- ・非常によい A
- ・よい B
- ・概ね適切 C
- ・適切とはいえない D

(3)研究開発成果について

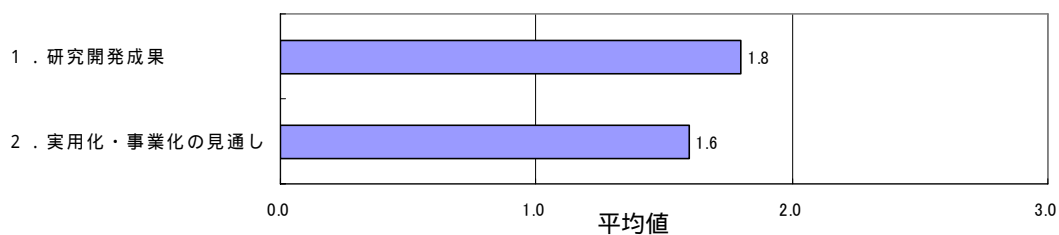
- ・非常によい A
- ・よい B
- ・概ね妥当 C
- ・妥当とはいえない D

(4)実用化・事業化の見通しについて

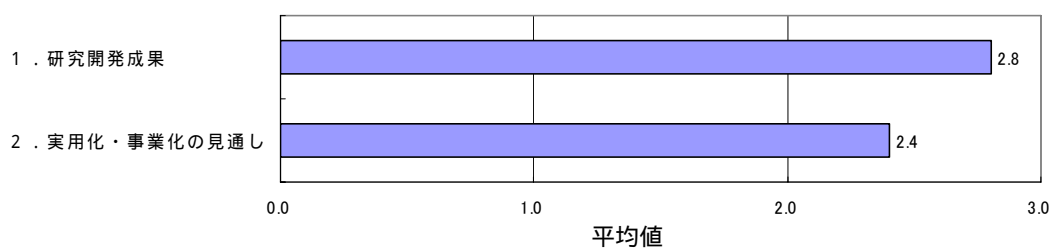
- ・明確に実現可能なプランあり A
- ・実現可能なプランあり B
- ・概ね実現可能なプランあり C
- ・見通しが不明 D

(2) 個別テーマに対する評価

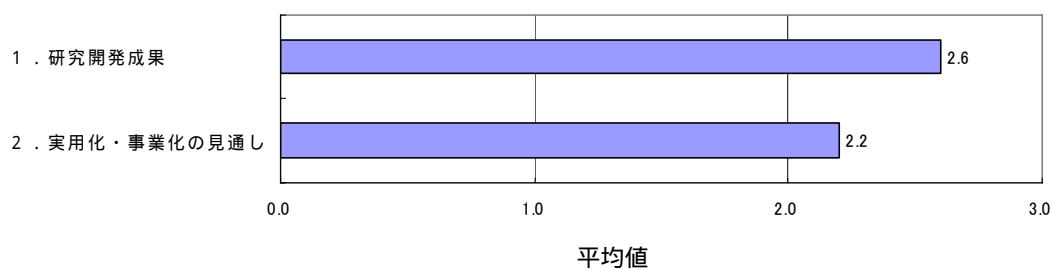
1. シュレッダーダスト等の減容固化技術



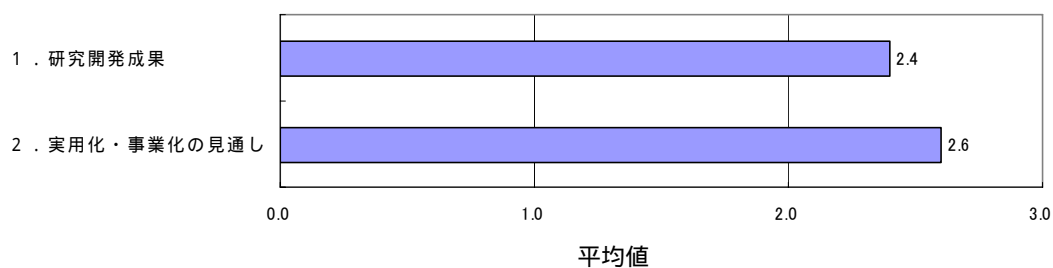
2. 電炉利用技術（炉内燃焼制御技術開発）



3. 電炉排ガス適正処理技術開発



4. クリンカの再生利用技術



5. 電炉ダスト処理工程における排ガスダイオキシン類の除去技術開発



個別テーマ	評価項目	平均値	素点(注)				
			C	B	A	C	B
1. シュレッダーダスト等の減容固化技術	研究開発成果	1.8	C	B	A	C	B
	実用化の見通し	1.6	B	B	B	C	C
2. 電炉利用技術(炉内燃焼制御技術開発)	研究開発成果	2.8	B	A	A	A	A
	実用化の見通し	2.4	A	B	B	A	B
3. 電炉排ガス適正処理技術開発	研究開発成果	2.6	B	A	A	B	A
	実用化の見通し	2.2	A	A	B	C	B
4. クリンカの再生利用技術	研究開発成果	2.4	B	B	A	B	A
	実用化の見通し	2.6	A	B	B	A	A
5. 電炉ダスト処理工程における排ガスダイオキシン類の除去技術開発	研究開発成果	2.4	B	B	A	B	A
	実用化の見通し	2.6	A	A	A	A	C

(注) A=3, B=2, C=1, D=0 として事務局が数値に換算し、平均値を算出。

< 判定基準 >

(1) 研究開発成果について

- ・ 非常によい A
- ・ よい B
- ・ 概ね適切 C
- ・ 適切とはいえない D

(2) 実用化・事業化の見通しについて

- ・ 明確に実現可能なプランあり A
- ・ 実現可能なプランあり B
- ・ 概ね実現可能なプランあり C
- ・ 見通しが不明 D