事後評価書

作成年月；平成１５年3月
決裁者：産業技術環境局環境ユニット長　市川　祐三
作成者；リサイクル推進課長　　貞森　恵祐

１．政策評価の対象とした政策

３R技術実用化補助金＜循環型社会構築促進技術実用化助成事業＞
（平成１２年度補正予算事業）

２．政策評価を担当した部局又は機関及びこれを実施した時期

(1) 担当
・経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課
(2) 時期
平成１４年4月～平成１５年3月

３．政策評価の観点

・必要性、有効性、効率性の観点

４．政策効果の把握の手法及びその結果

(1) 手法
・学識経験を有する者の知見を活用した評価の実施
(2) 効果の把握結果
・別紙「3．本事業の効果の把握結果」に記述

５．学識経験を有する者の知見の活用に関する事項

評価を広い視点から可能な限り、客観的に行うため、省外の高い識見や知識を有する有識者の知見を活用することとした。本評価の取りまとめに当たっては、３R技術関係有識者及び関係事業者から助言等を得た。

外部有識者及び関係事業者
委員会名：平成１２年度補正／平成１３年度 循環型社会構築促進技術実用化助成事業最終報告会
・委員名
五十嵐伸吾　財団法人三和ベンチャー育成基金総務部　部長
伊藤　公久　早稲田大学理工学部　教授
稲葉　　敦　独立行政法人産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センター　センター長
梅津　良昭　東北大学多元物質科学研究所　教授
遠藤　茂寿　独立行政法人産業技術総合研究所環境調和技術研究部門　グループ長
大和田秀二　早稲田大学理工学部　教授
岡村　政明　岐阜大学工学部　教授
斎藤　文良　東北大学多元物質科学研究所　教授
斎藤　義夫　東京工業大学工学部　機械知能システム学科　教授
坂本　　宏　秋田県立大学システム科学技術学部　経営システム工学科　教授
高橋　　淳　東京大学大学院工学系研究科　環境海洋工学　助教授

竹内　裕明　志太起業研究所　主任研究員
竹下　一彦　クリーン・ジャパン・センター国際部　参与　部長
田中　　勝　岡山大学環境理工学部　教授
丹野　光明　日本政策投資銀行新規事業部　新規事業部長
中村　　崇　東北大学多元物質科学研究所　教授
中村慎一郎　早稲田大学政治経済学部　教授
松下　和正　長岡技術科学大学環境・建設系　教授
門前　兼廣　日本鉱業協会技術部　部長
矢井田　修　京都女子大学家政学部　生活造形学科　教授
矢澤　哲夫　独立行政法人産業技術総合研究所関西センター　生活環境系特別研究体
　　環境ガラス研究グループ　研究グループ長
安井　　至　東京大学生産技術研究所　教授
山本　和夫　東京大学環境安全センター　教授

・開催日
平成１４年3月１３日～１５日

６．政策評価を行う過程において使用した資料その他の情報に関する事項

⑴平成１２年度「循環型社会構築促進技術者実用化助成事業（３R技術実用化助成事業）」に係る助成事業者の募集について
⑵循環型社会の形成の推進のための法体系

７．政策評価の結果

・別紙のとおり

別　紙

「３Ｒ技術実用化補助金」に関する施策評価（事後評価）結果

平成１５年3月

経済産業省産業技術環境局リサイクル推進課

＜ 目 次 ＞

1．本事業の目的

2．本事業の概要、目標達成状況
2－1．本事業のスキーム
2－2．開発内容
2－3．予算額等
2－4．目標
ⅰ）目標
ⅱ）目標達成状況

3．本事業の効果の把握結果

4．本事業の必要性

5．有効性、効率性等の評価
5－1．有効性
5－2．効率性

6．本事業における課題と提言

１．本事業の目的

２１世紀において我が国が持続的に発展していくためには、従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型経済社会システムを改め、一刻も早く循環型経済社会を構築する必要がある。

本事業は、特に緊急性の高い家電製品分野、自動車分野及び繊維製品分野における民間事業者の有する３Ｒ（廃棄物の発生抑制（Reduce)、製品・部品の再使用（Reuse)、原材料としての再利用（Recycle)）技術の実用化開発を図ることにより、市場ベースでの資源の有効利用を促進するとともに、天然資源から製品を製造する動脈側の産業だけではなく、再生資源をつくりだす静脈側の産業が結びつくことにより、３R産業の創出や育成を通じた我が国の産業の多角的発展を推進し、循環型経済社会の構築を促進することを目的としている。

２．本事業の概要、目標達成状況

２－１．本事業のスキーム

本事業の目的は、民間事業者の有する効率的な３Ｒ（廃棄物の発生抑制（Reduce)、製品・部品の再使用（Reuse)、原料としての再利用（Recycle)）技術の実用化を図ることより、①民間事業者による市場ベースの循環型社会の構築、②３R産業を創出・育成することである。

そのため、３R等の技術の実用化に関する多くの知見を持つＮＥＤＯに本事業に係る研究開発の費用について補助金を交付した。

２－２．開発内容

国は、民間事業者が行う３R関連技術開発に関する助成を行うＮＥＤＯに対して、必要な財源を補助した。NEDO は公募による助成金の交付先として、次の２０件を採択した。

(1) 家電分野

① 廃家電プラスチックの高度分別技術の開発（株式会社松下エコテクノロジーセンター）

廃プラスチックのリサイクル率向上のため、これまで開発が手がけられていない赤外線分別方式等複数の分別技術を複合的に用いる高度分別技術を開発し、素材毎の分別精度を向上させるとともに、製品製造に適したペレットを製造する技術を開発する。

② 廃家電製品から解体された破砕前の成形プラスチックのマテリアルリサイクルシステム技術の開発（株式会社日立製作所、日立多賀テクノロジー株式会社）

家電リサイクルプラントの選別工程で廃家電製品から解体される破砕前の成形プラスチックを、付加価値が高いマテリアルリサイクル材とするため、成形プラスチックの材質を高速・高精度で識別し、製品化するまでの技術を開発する。

③ 廃家電プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発（三菱電機株式会社、テクノポリマー株式会社）

樹脂種、色調、難燃剤種毎に分別し金属部品やシール粘着剤等を除去した後の回収樹脂の品質を調査するとともに、混入する微量成分の許容度やその影響を低減する高度品質調整技術等を開発し、ＡＢＳ樹脂等から再生した樹脂を用いた成形部品の量産技術を開発する。

④ 廃家電プラスチックのサーマルリサイクル技術の開発（株式会社日立製作所）

廃家電プラスチックのリサイクル率を向上させるため、シュレッダーダスト中のプラスチックを、石炭需要の大きい地域における代替燃料として活用する技術を開発する。

⑤ 廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン技術の開発（日本鋼管株式会社）

廃家電シュレッダーダストを、その構成物である鉄、非鉄、プラスチック等に分離・回収し原料化するとともに、この分離過程で断熱材ウレタンからフロンを回収し分解する技術を開発する。

⑥ 電気炉による廃家電プラスチック及びシュレッダーダストのリサイクル技術の開発（愛知製鋼株式会社）

廃家電等から発生する廃棄物のリサイクルを推進するに当たり、地域の中核都市に立地し我が国の鉄鋼生産の約３０％を占める電気炉を活用し、廃家電プラスチック及びシュレッダーダストを製鋼電気炉におけるコークス代替の還元剤及び熱源として利用する技術を開発する。

⑦ 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発（住友金属工業株式会社、住金モリコープ株式会社）

廃家電中のモータに使用されている希土類磁石の再資源化のため、乾式溶解法による磁石スクラップからの磁石金属成分回収分離技術を基として、磁石スクラップリサイクル処理工程を連続化させた高品質な再生した磁石のインゴット（鋳塊）を量産するための技術を開発する。

⑧ 家電リサイクルプラントにおける新切断工法による効率的なリサイクル処理技術の開発（松下電器産業株式会社）

家電リサイクル率の向上、リサイクル処理の低コスト化に向け、従来のシュレッダーマシンによる混合破砕に代わる、高速切断方法による新切断工法と、特殊な加圧ローラを用いたフロン回収方法を開発する。

⑨ 冷媒フロンのケミカルリサクル技術の開発（三菱電機株式会社、旭硝子株式会社）

使用済みエアコンから回収した冷媒フロンを、滑性や非着性に優れるフッ素樹脂原料としてリサイクルする技術を開発する。

⑩ 断熱材ウレタンのマテリアルリサイクル技術の開発（アキレス株式会社）

冷蔵庫断熱材に使用されているウレタンについて、ウレタンに含まれているフロンを効率的に回収するとともに、廃ウレタンを圧縮成形し、断熱材ボードとして再利用するリサイクル技術を開発する。

⑪ 断熱材ウレタンのケミカルサイクル技術の開発（三菱電機株式会社）

冷蔵庫の断熱材に使用されるウレタンを、ウレタンの原料であるポリオールに分解するとともに、ウレタンに含まれるフロンを効率的に回収し、再生ウレタンを製造する技術を開発する。

⑫ 断熱材ウレタンに含まれるシクロペンタンの処理技術の実証（三菱電機株式会社）

家電リサイクルプラントにおける安全性を確保するため、冷蔵庫断熱材ウレタンの発泡剤として急速に利用され始めている爆発性の高いシクロペンタンを検知し、安全かつ効率

的に分別回収する技術を実証する。

⑬ 廃家電の非鉄金属等複合部材及びプラスチックのマテリアルリサイクル技術、断熱材ウレタンのサーマルリサイクル技術の開発（三菱マテリアル株式会社）

家電リサイクルにおいて、回収されるモーターやコンプレッサーから銅やアルミなどの非鉄金属と鉄を効率的に高品位の状態で回収する技術、多品種のプラスチックを単一材料として効率的に回収する技術、断熱材ウレタンをガス化し、発電燃料として利用する技術を開発する。

⑭ 廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴う燃焼排ガス中のハロゲン最適処理技術の開発（同和鉱業株式会社）

製錬工程において廃家電、廃自動車の基板等に含有する非鉄金属を回収する際に問題となるハロゲンを、エネルギーコスト、環境負荷、回収可能性等の観点から最適に処理する技術を開発する。

⑮ 廃家電の非鉄金属回収に伴う高温・低温燃焼技術、燃焼排ガスの湿式処理技術の開発（三井金属鉱業株式会社）

廃家電の基盤板等から効率的に非鉄金属を回収するため、プラスチックの種類に応じた効率的な燃焼処理技術を開発するとともに、湿式プロセスによる環境負荷の低い燃焼排ガス処理技術を開発する。

⑯ 廃家電（廃プリント配線基板主体）の非鉄金属回収技術及び高効率前処理技術の開発（日鉱金属株式会社）

廃家電プリント配線基板等の非鉄金属・プラスチックの混合廃棄物から、非鉄金属を再生するための有効処理方法及び廃プリント配線基板の可燃性をサーマルリサイクル燃料として利用するため、可燃物と低品位の非鉄金属を含むプリント配線基板等の混合廃棄物を効率的に予備処理し、可燃物と銅等非鉄金属を濃縮分離するための技術を開発する。

⑰ 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証（三菱電機株式会社、株式会社日立製作所）

家電リサイクルプラントにおける安全性を確保するため、火災や爆発の原因となる粉塵やオイルミスト等を検知するセンサの開発、安全限界濃度の推定、プラント停止機能の開発等を行い、家電リサイクルプラントの安全運転を実証する。

⑱ ３R促進のための家電製品使用履歴等保持技術の開発（株式会社東芝）

家電製品の製造段階においてＩＣチップを組み込む等、３Rに必要となる部材の素材、使用環境、使用時間等の情報を製品毎に保持し、利用する技術を開発するとともに、標準的な全体システムを構築する。

(2) 自動車分野

⑲ 廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発（旭硝子株式会社）

年間１３万トン排出され埋立て処分されている廃自動車ガラスについて、８割以上のガラスカレットを再利用できるリサイクル技術を開発する。

⑶ 繊維分野

⑳ 中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用技術の開発（倉敷紡績株式会社）

繊維長がもともと短いことからリサイクルの用途開発が他の繊維素材と比較して特に難しかった綿及び綿混紡の中古衣料品などの繊維製品について、これを繊維長の短小化や繊維の損傷を抑制することが可能となる、新たな反毛化（綿状にほぐす工程）技術を開発するとともに、この反毛綿を用いて、再度、衣料品等の繊維製品にリサイクルするための紡績糸生産技術を開発する。

２－３．予算額等

・補正予算額　　３，０００，０００，０００ [円]
・１２年度内執行額　　０ [円]
・１３年度執行額　　２，５３８，８２３，２４０ [円]
・執行残額　　４６１，１７６，７６０ [円]
・執行期間　　１６ヶ月　（平成１２年１２月～平成１４年3月）

２－４．目標

ｉ）目標

各事業の目標は以下のとおり。

⑴ 家電分野

① 廃家電プラスチックの高度分別技術の開発（株式会社松下エコテクノロジーセンター）

現状ではその大半が焼却あるいは埋め立て処分されている廃家電からプラスチックに対して、独自開発の比重選別、識別、分離技術の融合により、樹脂別の高精度選別・回収技術を開発する。製品製造に適したペレットを製造する。

具体的な目標は、次のとおり。

・混合プラスチックからＰＰ群の高効率（１００%）選別技術の開発
・プラスチック塊からのＰＰ群、ＨＩＰＳ群、難燃剤含有物の簡易識別技術の開発
・難燃剤含有物から難燃剤を除去する技術の開発
・異物が少なく成型品製造に適した造粒技術の開発

② 廃家電製品から解体された破砕前の成形プラスチックのマテリアルリサイクルシステム技術の開発（株式会社日立製作所、日立多賀テクノロジー株式会社）

循環型経済社会を構築するため、回収したプラスチックに付加価値を付与して再生することにより廃プラスチックの再利用率の向上を図り、同等製品に使用するリサイクル（ホリゾンタルリサイクル）を開発する。具体的な目標は次のとおり。

・手選別回収率の目標値は、廃家電プラスチックの３０%以上。
・再利用率の目標値は、手選別工程で得られたプラスチックの８０%以上。
・最適な解析評価による実用化システムの構築

③ 廃家電プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発（三菱電機株式会社、テクノポリマー株式会社）

低コストで高品位なプラスチックのマテリアルリサイクル技術を開発するため、次の目標を定めた。

・ＡＢＳ樹脂を代表とし、使用済み機器から回収された樹脂を原料としたリサイクル樹脂

を製造し、これを使用した樹脂成形部品を製造する。
・リサイクル樹脂の品質、樹脂成型品量産における性能を確認する。
・ばらつきの要因を分析して改善を実施する。
・リサイクル樹脂を利用した成型部品を実際の製品に導入し、製品としての品質評価を行い、量産できるまで改善する。

④ 廃家電プラスチックのサーマルリサイクル技術の開発（株式会社日立製作所）

・家電リサイクル工場から排出された廃プラスチックを用い、新設設備の最適選別条件を設定することにより、被覆銅線濃度を１%程度まで乾式によって選別することを可能とする。
・上記で得られたプラスチックを用いて、製紙会社の流動床ボイラーにて燃焼させ、石炭代替のボイラ燃料としての利用可能性について評価する。

⑤ 廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン技術の開発（日本鋼管株式会社）

・廃家電シュレッダーダストを、その構成物であるプラスチックと鉄・非鉄等に分離・回収し、高炉原料化する技術を開発する。
・廃家電の断熱材ウレタンからフロンを分離・回収すると同時に減容化・高炉原料化する技術を開発する。

⑥ 電気炉による廃家電プラスチック及びシュレッダーダストのリサイクル技術の開発（愛知製鋼株式会社）

廃家電等からの廃プラスチック、シュレッダーダストを電気炉で還元材及び熱源として利用する技術の実用化を図るため、廃プラスチック、シュレッダーダストの炉内への装入方法を検討し、粗鋼トン当たり３．５kg のリサイクル及びエネルギー変換効率（着熱効率）３０%以上を目標とする。

また、電気炉内でのフロンの分解・無害化処理技術を確立する。

⑦ 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発（住友金属工業株式会社、住金モノコープ株式会社）

現行の酸溶解・電解法は環境保全やコストの面で課題を有しているため、乾式溶解法による希土類磁石類の再生技術について、テストプラントにより高品質磁石材再生の事業性（再生コスト）を検討する。

⑧ 家電リサクルプラントにおける新切断工法による効率的なリサイクル処理技術の開発（松下電器産業株式会社）

家電リサイクル率の向上、リサイクル処理の低コスト化を図るため、従来のシュレッダーマシンによる混合破砕に変わる新切断工法による設備を開発する。また、上記工法と組み合わせ、家電製品の断熱ウレタンから高濃度フロンを高効率（フロンガスの拡散を押さえて高濃度で回収する）、かつ低コスト（コンパクトな設備）で回収するために、特殊加圧ローラを用いた工法によるフロン回収システムを開発する。

⑨ 冷媒フロンのケミカルリサクル技術の開発（三菱電機株式会社、旭硝子株式会社）

エアコンからの冷媒の回収・移充てん設備の設置による純度の確保と、これに伴う高い精製効率（９９．９５%）により、フッ素樹脂原料として再利用するための回収冷媒精製設備の設置、さらに破壊処理よりも低コストで回収冷媒の処理が可能となる技術を開発する（現状の冷媒取引価格５００円／kg）。

⑩ 断熱材ウレタンのマテリアルリサイクル技術の開発（アキレス株式会社）

家電リサイクル工場の廃冷蔵庫から排出するウレタン断熱材からフロンを回収した後のウレタン粉末と木チップを一定比率で混合し、熱成形してウレタンリサイクルボードを開発する。

このウレタンをマテリアルリサイクルする技術を開発することにより、冷蔵庫のリサイクル率を約１０％（断熱材ウレタンは冷蔵庫重量の約１割を占める）向上させる。

⑪ 断熱材ウレタンのケミカルサイクル技術の開発（三菱電機株式会社）

ウレタンについて、多価アルコール系溶剤を加え、２００℃で加熱分解する方法において、分解反応時間及び溶剤の使用率を半減させることにより、バッチ作業を通常実用的な８時間ロットに収める。

廃ウレタンの処理能力を倍化させ、必要とする設備規模を２／３程度に縮小させる。再生ポリオールの再生利用可能率を増やす（３０%にする）。

結果として、再生ポリオール単価を冷蔵庫用に通常使用されているポリオール単価と同等程度まで改善する技術を開発する。

⑫ 断熱材ウレタンに含まれるシクロペンタンの処理技術の実証（三菱電機株式会社）

冷蔵庫断熱材を成形する「発泡工程」に過度の管理を付加せずに品質低下のリスクを回避する上で、断熱材への添加部数を変えずに発泡剤としての再利用が可能な純度として管理裕度を考慮して９５wt%を目標値として設定し、開発を行う。

⑬ 廃家電の非鉄金属等複合部材及びプラスチックのマテリアルリサイクル技術、断熱材ウレタンのサーマルリサイクル技術の開発（三菱マテリアル株式会社）

・エアコン、洗濯機等から回収されるモーターやコンプレッサーを対象に、処理対象物を対向する２枚の刃の間で擦りおろす構造の開放型破砕システムを開発する。本システムによる再資源化率は６５%を目標とする。
・断熱材ウレタンを発生場所オンサイトで処理が可能な分散型ガス化発電技術を開発する。
・プラスチックの解体において、多品種のプラスチックを単一材料の形で効率的に回収するマテリアル・リサイクルシステムを開発する。

⑭ 廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴う燃焼排ガス中のハロゲン最適処理技術の開発（同和鉱業株式会社）

廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴うハロゲンを含有する燃焼排ガスを乾式処理する際に、未反応消石灰や微重量金属を含み最終処分されている飛灰の処理に着目し、これらを有効に利用（再利用や再資源化）するための技術開発を行う。

⑮ 廃家電の非鉄金属回収に伴う高温・低温燃焼技術、燃焼排ガスの湿式処理技術の開発（三井金属鉱業株式会社）

非鉄金属製錬炉において操業上の問題を起こさないこと及び製品品質への影響がないことという観点から、次の目標を設定した。

a. 高温燃焼処理法　　廃基板の含有トータル炭素の分解率　９０%以上
b. 低温燃焼処理法　　廃基板の含有揮発性炭素の分解率　　９０%以上

⑯ 廃家電（廃プリント配線基板主体）の非鉄金属回収技術及び高効率前処理技術の開発（日鉱金属株式会社）

プリント配線基板を銅製錬プロセスの転炉での処理を行うために必要な、基板中の金属類と可燃物との分離・選別技術（金属の含有量９０%以上）を開発する。
分離した金属類を転炉処理するための成型技術を開発する。

⑰ 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証（三菱電機株式会社）

家電リサイクルプラントの施行により、リサイクルプラントが一斉に操業を開始したが、その歴史も浅く、同種の使用済製品が集中して破砕されることが少なかったことから、火災や爆発に対する知見が整理されておらず、他の類似例からの推定条件にてプラント運転が行われている。
このため、これらの知見の整理と実質的な破砕機、粉砕機などの火災爆発事故を起こさない安全条件の設定と確認、及び考えられる対策方法の検討等を行う。

⑱ ３R促進のための家電製品使用履歴等保持技術の開発（株式会社東芝）

家電製品において製造からリサイクルまでの履歴を記録する無線ＩＣチップを取付け、使用履歴を記録し、蓄積された記録で早く安い修理をし、残存価値を正当に評価することでリユースをし易く、設計検討されたリサイクル情報を読むことで円滑なリサイクルが行えることを目標とする。
このため、個々の製品の「生産」、「流通」及び「使用／修理」の情報を保持し、容易に利用できるように、情報や履歴保持のためのデバイス２種（内蔵ＩＣ及びＲＦＩＤ）を開発するとともに、支援用の情報システムを開発する。

⑵ 自動車分野

⑲ 廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発（旭硝子株式会社）

廃自動車ガラスをリサイクルする基礎技術を基に、事業化に向けての実用化技術の確立を目指し、合わせガラスリサクル実用化技術開発やセラミックプリント等付きガラスカレット分別回収技術開発を行い、廃自動車から回収されたガラスの９７．７%をリサイクル可能とする。

⑶ 繊維分野

⑳ 中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用技術の開発（倉敷紡績株式会社）

中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用のために、平均繊維長の向上や繊維損傷の抑制を目指した新反毛化技術の開発、リサイクル綿を５０%以上用いた中番手紡績糸の製造技術の開発、及び反毛綿を使用した建材向けパネル等の製造技術の開発を行う。

ii）目標達成状況

本事業の結果、上記の目標は採択された２０件において、以下のとおりおおむね達成された。各事業の目標達成状況は以下のとおり。

(1) 家電分野

① 廃家電プラスチックの高度分別技術の開発（株式会社松下エコテクノロジーセンター）

廃家電プラスチックの高度分別技術の開発あるいは導入設備について実用化実証試験を行い、

・水比重選別等の高効率選別技術により、分別ＰＰの純度９９．８%以上、処理能力１．２トン／時を実現した。
・打音式、点接触ＡＴＲ式簡易識別技術を開発し、いずれも識別精度１００%を確立した。
・難燃剤の除去能力５０kg／時、除去率９８%の処理システムを開発した。
・ペレット生成能力５０kg／時以上の異物除去の技術を確立し、成形品製造に適した造粒技術を開発した。

② 廃家電製品から解体された破砕前の成形プラスチックのマテリアルリサイクルシステム技術の開発（株式会社日立製作所、日立多賀テクノロジー株式会社）

本開発によって、以下のとおり目標を達成した。

・手選別回収率目標：廃家電に含まれるプラスチックの３０%以上を達成した。
・再利用率目標：手選別工程で得られたプラスチックの８０%以上を達成した。
・マテリアイルリサイクルの各工程の要因組み合わせが、経済性、環境負荷にどのように影響するかを定量的に評価する技術を開発、適用し、回収から製品までの最適な実用システムを構築した。

③ 廃家電プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発（三菱電機株式会社、テクノポリマー株式会社）

・ＡＢＳ樹脂を代表とし、使用済み機器から回収された樹脂を原料としてリサイクル樹脂を製造、並びにリサイクル樹脂を使用した樹脂成形部品を製造した。
・リサイクル樹脂の品質、樹脂成型品量産における性能を確認し、それらのばらつきを把握するとともに、その要因を分析し、改善した。
・リサイクル樹脂を利用した成型部品を実際の製品に導入し、製品としての品質評価を行い、量産できるまでの改善、及びリサイクル樹脂利用によるコスト評価を実施した。

④ 廃家電プラスチックのサーマルリサイクル技術の開発（株式会社日立製作所）

家電リサイクル工場から排出された廃プラスチックを用い、新設設備の最適選別条件を設定することにより、被覆銅線濃度を１%程度まで選別が可能となった。さらに、得られたプラスチックについて、製紙会社の流動床ボイラにて燃焼試験を実施した。

その結果、不純物濃度、ハンドリング性能、燃焼性等において特に問題はなく、当該プラスチックは石炭代替のボイラ燃料として技術的には利用可能であるとの結果を得た。

⑤ 廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン技術の開発（日本鋼管株式会社）

実証プラントで、廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン及びフロン無害化を可能とするシステムを検証した。

本システムにより、廃家電リサイクル率９０%以上の達成が可能であり、また断熱ウレタンに含有するフロンをほぼ１００%無害化できることが判明した。

⑥ 電気炉による廃家電プラスチック及びシュレッダーダストのリサイクル技術の開発（愛知製鋼株式会社）

電気炉への廃プラスチック、シュレッダーダストの装入装置を開発し、粗鋼トン当たり３．５kgの廃プラスチックを装入できる技術を開発した。

その結果、還元材代替率、エネルギー効率ともに高効率を達成できた。また、フロンについては、検出限界以下とすることができた。

⑦ 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発（住友金属工業株式会社、住金モリコープ株式会社）

乾式溶解法によるテストプラントを用いて希土類磁石類の再生の際の問題点等を検証し、再生コストを試算して高品質磁石材再生の工業的可能性を検討した。

なお、溶解試験によるリサイクル材品質の適否判定のためには追加試験が必要であり、また実用化のためには、添加カルシウムの費用削減などプロセスの改良・開発が必要。

⑧ 家電リサクルプラントにおける新切断工法による効率的なリサイクル処理技術の開発（松下電気株式会社）

家電リサイクル率の向上、リサイクル処理の低コスト化に向け、従来のシュレッダーマシンによる混合破砕に代わる同じ形状、同じ材質の切断ツールによる新切断工法を開発し、実証した。

さらに、上記工法と組み合わせ、家電製品の断熱ウレタンから高濃度フロンを高効率に、かつ低コストで回収するために、特殊加圧ローラを用いた工法によるフロン回収システムを開発し、実証した。

⑨ 冷媒フロンのケミカルリサクル技術の開発（三菱電機株式会社、旭硝子株式会社）

回収冷媒の効率的な移充てん設備の設置により、受入れを可能とする１００kg 回収ボンベの数が大幅に増加したことを確認した。また、他の回収地点の回収冷媒を分析した結果、共沸物質であるＲ１２混入量が多く、精製冷媒を樹脂化が可能な濃度（２００ppm）以下を維持する上で、回収率の低下抑制に大きく影響することが判明した。

再生Ｒ２２のフッ素樹脂化に際し、既設プラントを用いて再生Ｒ２２と混合して４フッ化エチレンを製造・精製を実施した結果、既存の製品同様、純度１００％の４フッ化エチレンが得られた。

⑩ 断熱材ウレタンのマテリアルリサイクル技術の開発（アキレス株式会社）

既存のパーティックボード設備に、錠剤化されたウレタンをほぐす粉砕設備、ウレタンを貯蔵する貯槽設備、ウレタンと木チップを定量で混合する設備を導入することにより、ウレタンボードの量産化試験を行い、実用化が可能となった。

⑪ 断熱材ウレタンのケミカルサイクル技術の開発（三菱電機株式会社）

ウレタンについて、多価アルコール系溶剤を加え、２００℃で加熱分解する方法において、分解反応時間及び溶剤の使用率を半減させることにより、バッチ作業を通常実用的な８時間ロットに収めるとともに、廃ウレタンの処理能力を倍加させ、必要とする設備規模を２／３程度に縮小させた。

さらに再生ポリオールの再生利用可能率を増やした結果として、再生ポリオール単価を冷蔵庫用に通常使用されているポリオール単価と同等（２２０円から２３０円／kg）程度まで改善する目標を、基本的には達成した。

⑫ 断熱材ウレタンに含まれるシクロペンタンの処理技術の実証（三菱電機株式会社）

投入模擬回収発泡剤中に含まれるシクロペンタンの純度、５８wt%に対し、９８wt%の高純度シクロペンタンを回収し、約６０wt%の回収率を達成した。

ここで得たシクロペンタンを用いた断熱材料は、現行品と比較して、ほとんど同じ性能を示し、冷蔵庫の断熱層と接着した内箱のクラック等の発生に対する影響は、社内基準に照らして全く問題ないことが判明した。

⑬ 廃家電の非鉄金属等複合部材及びプラスチックのマテリアルサイクル技術、断熱材ウレタンのサーマルリサイクル技術の開発（三菱マテリアル株式会社）

・開放型破砕システムの再資源化率は７０．６%となり、目標を達成した。また、処理能力は１．２ｔ／ｈｒ以上を実証した。
・分散型ガス化発電については、断熱材ウレタンガス化発電設備がほぼ操業条件で運転できることを確認した。
・プラスチック解体技術については、洗濯機の構造等によりプラスチックの単体分離度が多少変化するものの、いずれも形状をとどめており、選別が容易であることを確認した。

⑭ 廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴う燃焼排ガス中のハロゲン最適処理技術の開発（同和鉱業株式会社）

ハロゲン処理の方法として選定した、飛灰を水洗してハロゲンを無害化された形態で還元するとともに、飛灰中に含まれる未反応薬剤を回収・活用するプロセスを開発した結果、以下を確認した。

・飛灰の減容化：　プロセスからの排出物は無害化された排水のみで、飛灰の減容化を実現できた。また排水中に含まれるハロゲンの影響についても環境への影響がないことが確認された。
・飛灰中の未反応薬剤再利用：　水洗により分離回収した飛灰中の未反応薬剤が製錬工程の中和剤として再利用できることが確認された。
・飛灰中の重金属再資源化：　廃水処理で発生する中和残さは製錬原料として再資源化の可能性が大きいことが確認された。また、処理工程で発生する回収消石灰、中和残さ、放流水に含まれるダイオキシン類の濃度は、基準値を大幅に下回った。

⑮ 廃家電の非鉄金属回収に伴う高温・低温燃焼技術、燃焼排ガスの湿式処理技術の開発（三井金属鉱業株式会社）

本技術開発により、以下の事項が確認された。

・高温燃焼処理法に関しては、廃基板の含有トータル炭素の分解率が９９．６%となり、目標を達成した。また、キルン出口への予備バーナ設置、回転数制御方式による共用量コントロール、及び排ガス温度のフィードバックの組み合わせにより、技術開発課題（①高温燃焼処理技術、②反応容器内での温度分布の均一制御技術の開発、③均一装入技術の開発）をクリアした。
・低温燃焼処理法に関しては、廃基板の含有揮発性炭素の分解率が９２．３%となり、目標を達成した。また、送風ノズルの分散、初期着火方法の確立、炉内温度モニタリングと空気供用量へのフィードバックにより、技術開発課題（①低酸素濃度焼却揮発法の開発、②均一燃焼技術の開発、③炉内温度分布の制御法の開発）をクリアした。
・湿式プロセス燃焼排ガス処理技術に関して、廃アルカリ中のＣＯＤ成分の分解状態管理法確立により、排ガス中和剤として廃アルカリの利用が可能となった。

⑯ 廃家電（廃プリント配線基板主体）の非鉄金属回収技術及び高効率前処理技術の開発（日鉱金属株式会社）

金属類と可燃物は目標（金属の含有量９０%以上）どおり分離することができた。分離した金属類は、既存の銅製錬プロセスである転炉での処理を行うのに十分な強度を有した形状に成型することができた。

また、これらの技術は、ＴＶ基板に限らず、他製品中の樹脂類を含む基板類にも応用できることが分かった。

⑰ 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証（三菱電機株式会社、株式会社日立製作所）

稼動中の家電リサイクルプラントから発生する樹脂系粉塵、金属系粉塵、オイルミスト、油煙、引火性物質などのサンプルを、投入物の種別情報とともに採取し、使用済電気製品に使用されるこれらの関連物質の発火点、引火点、爆発限界などの基礎的性質を把握した。

油や引火性物質については、より効率的な除去方式の検討を含めて実施した上で、投入される不可避な量を推定し、これらの物質の家電リサイクルプラントにおける破砕、粉砕時の挙動を予測し、火災や爆発に対する安全限界を推定した。

これらの結果から、実証運転を通じて、各条件における鉄片温度の把握、粉塵濃度の変動測定を実施し、各パラメータの裕度を確認した。

⑱ ３Ｒ促進のための家電製品使用履歴等保持技術の開発（株式会社東芝）

記憶デバイスを使いライフサイクル管理を行う情報システムを開発した。

また、製品個々のデータを残すことでリサイクルを円滑に行うため、製品に内蔵のＩＣを開発し、さらに、データ容量５１２バイトで金属対応のＲＦＩＤ（無線周波数利用によるデータ送受信を行うことが可能なタグ又はカード状の製品）を開発し、流通及びリサイクルにおける実証実験を行った。

(2) 自動車分野

⑲ 廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発（旭硝子株式会社）

ガラスをフロート板ガラスの原料としてリサイクルするためには、ガラス熔解に影響を与えない粒度の確保や不純物の除去が、またフィルムを燃料としてリサイクルするには、ガラスが完全に除去されることが必要不可欠である。この点について、本技術開発によりこれらの課題を解決し、かつ現実的なコストでリサイクル処理できる実用化技術が確立できた。

また、今回開発したセラミックプリント等付きガラスカレット分別回収の設備を導入することにより、廃自動車から回収した強化ガラスのカレットから黒セラミック及び銀プリント付きカレットを選択的に除去し、混入率を規定値以下に下げることを可能とした。

(3) 繊維分野

⑳ 中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用技術の開発（倉敷紡績株式会社）

新反毛機の最適条件を設定し、種々の素材（薄地～厚地、織物、編物等）で反毛試験をした。いずれも従来の反毛機で反毛した場合より改良され、中番手程度の再紡績が可能となった。また、樹脂等の接着剤を使用せず、綿のみを高温高圧蒸気下でプレス成形加工を行った結果、加工条件を選択することによって成形が可能であることを確認した。デンプン等の第２成分を添加すると、曲げ強度が飛躍的に向上した。

３．本事業の効果の把握結果

本事業の助成先において、実用化開発を進めている段階であり、以下の効果が期待できる。

(1) 家電分野

① 廃家電プラスチックの高度分別技術の開発（株式会社松下エコテクノロジーセンター）

廃家電プラスチックの高効率選別や簡易識別に係る処理コストは大幅なコスト増にならず、事業化が可能なレベルであり、提案会社の洗濯機、テレビ、冷蔵庫解体処理ラインに導入した場合、リサイクル率が５～１１％（廃家電中のプラスチックの割合に基づく）の向上が期待できることがわかった。

また、さらなるプラスチックリサイクル率向上のための難燃剤除去技術としてのシステムの構築を終え、実用化の見通しを得た。

② 廃家電製品から解体された破砕前の成形プラスチックのマテリアルリサイクルシステム技術の開発（株式会社日立製作所、日立多賀テクノロジー株式会社）

本開発システムは、、埋立てや焼却処分、あるいはプラスチックのバージン材生産などに比較して十分に環境負荷が小さいシステムであることが明らかになった。また、経済的にもバージン材価格に対して競争力のあるものである。

排出元である家電リサイクルプラントにとっても、最終処分費用の削減や再商品化率の向上につながるため、廃プラスチックの安定確保等が図られれば本成果の実用化の可能性はある。

③ 廃家電プラスチックのマテリアルリサイクル技術の開発（三菱電機株式会社、テクノポリマー株式会社）

再生樹脂ペレットを適用する量産部品として電気品回りの難燃ＡＢＳ部材を選定した例では全ての評価項目について基準に適合しており、量産部品への使用が可能であることを確認した。

今後は、対象部品の拡大や家電リサイクル工場への普及を図ることにより、実用化を進めていく。

④ 廃家電プラスチックのサーマルリサイクル技術の開発（株式会社日立製作所）

本開発システムにより、家電リサイクル工場から排出されるプラスチック（年間３０万台処理のプラントで３，０００トン／年、全国で約１２万トン／年）について、排出条件等を整えることにより、被覆銅線を１%程度まで低減することが可能となり、製紙会社等の流動床ボイラにて石炭代替燃料として利用可能なものができた。

今後、開発成果を実用化するためには、実証試験により実績を積み重ねる必要がある。

⑤ 廃家電シュレッダーダストの原料化、脱フロン技術の開発（日本鋼管株式会社）

今後、フロン分解用触媒の耐久性等を解決することで本技術が実用化すれば、

・廃家電リサイクル率９０%以上

・断熱ウレタンに含有するフロンをほぼ１００%無害化

を達成することができる。

⑥ 電気炉による廃家電プラスチック及びシュレッダーダストのリサイクル技術の開発（愛知製鋼株式会社）

今後、設備技術を普及させることにより、全国の電気炉に適用されると仮定すると、年

間１５万トンの廃家電プラスチックをリサイクルすることができる。

⑦ 廃家電からの希土類磁石のリサイクル技術の開発（住友金属工業株式会社、住金モリコープ株式会社）

今後、回収技術やコスト削減等を解決することで本技術が実用化すれば、磁石スクラップをリサイクルでき、エレクトロニクス産業の重要部品である希土類磁石を安価かつ安定に製造可能となるだけでなく、産廃発生量の低減に資する。

⑧ 家電リサクルプラントにおける新切断工法による効率的なリサイクル処理技術の開発（松下電器産業株式会社）

・金属、樹脂成型品、ガラス、フェライト等で構成された単一材料、あるいは複合材料を同一の切断装置で連続して切断できる工法を確立できた。
・切断対象物を、３次元の自動測定機で自動測定し、高速切断工法を取り入れた多関節ロボットと組み合わせて高速で、かつ精度の高い分別ができる自動解体システムを構築できた。
・発泡ウレタン圧延機と高濃度フロンを吸引するフロン回収機により、設備の大幅な小型化、簡素化、及び設備運転費の大幅な低減を図ることができた。
・今後は、量産設備のための検討・改善等をおこなった上で、事業化を図っていく。

⑨ 冷媒フロンのケミカルリサクル技術の開発（三菱電機株式会社、旭硝子株式会社）

回収冷媒の回収・充てんシステムは既に試験運用を開始しており、回収冷媒の精製設備は暫定的に定めた受入規格に適合する回収Ｒ２２の早期事業化運転を目指す。

⑩ 断熱材ウレタンのマテリアルリサイクル技術の開発（アキレス株式会社）

ウレタンボードの用途としては、型枠材、住宅用床材、壁材などの他、耐水性を活かしたシステムキッチン用途などがあり、現在実用試験中である。今後の実用化計画としては、顧客要求による改良・検討、小規模の生産等を経て２０，０００～５０，０００m^2／月の生産を予定している。

⑪ 断熱材ウレタンのケミカルサイクル技術の開発（三菱電機株式会社）

開発設備の実用化改善及び反応メカニズムの改善と品質確保をほぼ完了し、当該設備による廃ウレタン再生利用の事業化運転の目途と、次の段階へ進める実用化基盤を確立できた。

今後、再生利用可能率のアップを進め、経済性等を鑑みながら、事業化規模を見極める予定である。

⑫ 断熱材ウレタンに含まれるシクロペンタンの処理技術の実証（三菱電機株式会社）

本開発において設置した設備は、従来の発泡剤回数方法に比較して事業採算の改善効果が顕著であることから、今後は最適運転条件の模索等をしながら実用化への組み入れを進める。

⑬ 廃家電の非鉄金属等複合部材及びプラスチックのマテリアルサイクル技術、断熱材ウレタンのサーマルリサイクル技術の開発（三菱マテリアル株式会社）

本技術開発により、コスト競争力を有する廃家電のリサイクル技術に目途がたち、循環型社会のインフラ基盤の整備に資することが期待できる。

⑭ 廃家電、廃自動車の非鉄金属回収に伴う燃焼排ガス中のハロゲン最適処理技術の開発（同和鉱業株式会社）

本技術開発により、今後発生量の増加が見込まれる廃家電、廃自動車のシュレッダーダスト焼却飛灰の最適処理、最終処分場の延命、重金属・未反応薬剤（消石灰）の回収が図れることが確認された。

今後は、シュレッダーダストの専焼炉から発生する飛灰の処理試験を経て実用化を図っていく。

⑮ 廃家電の非鉄金属回収に伴う高温・低温燃焼技術、燃焼排ガスの湿式処理技術の開発（三井金属鉱業株式会社）

本技術開発により、廃基板に使用されている多種多様なプラスチックを効率的に処理し、含有品位を上昇させ、現有の非鉄製錬炉に供用することにより技術の確立に目途が立った。

今後は、製錬所のネットワークの利用により、東北地区及び九州地区を中心に基板の集荷を強化することで、事業化を図っていく。

⑯ 廃家電（廃プリント配線基板主体）の非鉄金属回収技術及び高効率前処理技術の開発（日鉱金属株式会社）

本技術開発により、従来から実施している可燃物を焼却除去し有価金属を分離濃縮するプロセスに比し、低コストでの処理が可能となった。

今後、一定量以上の有価金属含有量を有する廃プリント配線基板等の集荷量が確保できれば、十分事業化は可能である。

⑰ 家電リサイクルプラントにおける安全条件の設定及び安全運転の実証（三菱電機株式会社、株式会社日立製作所）

当初予定のプラント運転における安全条件設定が確認されたことに加え、破砕工程への混入を回避することが難しいガスボンベ等の異物、当初予想レベルを大きく超える危険性が明らかになったウレタン粉塵などの存在により、破砕片の温度制御技術、温度モニタリング技術等、当初予定しなかった技術成果が得られた。

また、対策設備としての冷凍機油抜き取り設備、粉塵センサーを実用レベルに仕上げることに成功した。

今後、これらの開発成果をプラントエンジニアリングビジネスの展開を通じて販売することを目指す。

⑱ ３R促進のための家電製品使用履歴等保持技術の開発（株式会社東芝）

本事業により、ＩＣチップを活用することで、部材に関する情報を保持することによりリサイクルにつなげることが可能と判断できた。また、これらの情報は、物流分野にも引き継ぐことができ、一層の効果を期待できる。

現在、本事業の具体化に向け、（財）家電製品協会において検討を行っている。

(2) 自動車分野

⑲ 廃自動車ガラスのリサイクル技術の開発（旭硝子株式会社）

本実用化技術の開発により、年間１３万トン程度埋め立て処分場等に排出される廃自動車ガラスのうち、一定の品質等を確保された廃ガラスであれば、約１０万トン（年間）程度は、自動車ガラスに再利用が可能となる技術成果が得られた。

また、設備の処理能力についても、当初の目標（２．０ｔｏｎ／ｈｒ）通りの結果が得られている。

リサイクルを推進していく上で、廃自動車ガラスの回収システムの構築等の課題が残されているが、本実用化開発の成果を踏まえ、引き続き実用化に向けた取組を推進する。

⑶ 繊維分野

⑳ 中古実用衣料のリサイクル衣料・建材への再生利用技術の開発（倉敷紡績株式会社）

反毛技術の開発については、反毛機・開繊機の開発により従来の反毛品と比較し繊維長が長く、また糸屑などの混入の少ない繊維が得られているが、中番手紡糸に必要な２８mm以上の繊維長は得られていない。投入原料（回収衣料）の問題もあると考えられ、現在比較的繊維の損傷の少ない織布・加工工程で発生するC反で反毛機の性能を再評価中である。

また、反毛綿５０%使用による中番手紡績糸製造技術については、ジーンズ原糸など太番手については開発を完了し製品化への目途が立った。最終目標である中番手紡糸に向けて、投入原料の検討と併せて試験を実施中である。

反毛綿の建材向けパネルなどの製造技術については、サンプル作成は完了し実用化に向けて試験を実施している。強度バラツキなどの主因はプレス前の繊維層の均一化にあると判断し、繊維層の均一化に取り組んでいる。また、収益性を考え、エネルギーコストの削減を含め装置のあり方、熱溶融繊維の使用などについて、事業化に向けて再度検討している。

４．本事業の必要性

２１世紀において我が国が持続的に発展する上で、環境・資源制約の克服は大きな課題となっている。このため、平成１２年の通常国会においては、廃棄物・リサイクル関連法が５法案成立しており、既制定の法律と併せ、廃棄物・リサイクル法体系が構築された。

従来の大量生産・大量消費・大量廃棄型の経済社会から、環境と経済が統合された循環型社会の構築への転換を進めるためには、事業者による市場ベースでの資源の有効利用に向けた取組が効果的であり、その促進を図ることが喫緊の課題である。このような背景のもと、

①廃棄物の発生抑制等３R関連技術開発に寄与する知的資産

②緊急性の高い家電・自動車、繊維における３R技術の実用化開発

が、必要である。

しかしながら、このような実用化開発については、技術の実用化に係る初期コストが多額であり、事業化のリスクが高いため、短期的には費用・便益がバランスしないおそれがあることから、市場原理に基づく事業者の自主的な取組が期待できないという問題が生じている。

このため、社会的なニーズが高く早期に実用化すべき循環型社会の構築の促進に資する技術の研究開発を、国が支援することにより、開発コストと事業化リスクを低減し、民間事業者等が取り組む実用化開発を促進することが必要である。

５．有効性、効率性等の評価

５－１．有効性

基盤的な研究開発段階を終了し応用研究開発段階に移行した技術開発においては、競争原理を導入し民間企業の自己責任の下で、その活力を活かす補助事業の方が委託事業に比べて効率的な技術開発を進めることが可能である。

したがって、本事業においては補助事業として実施することが望ましいと考えられる。

５－２．効率性

（効果）

循環型社会の構築に資する技術の実用化開発を支援することにより、循環型社会の構築が民間事業者による市場ベースで促進される効果のみならず、天然資源から製品を製造する動脈側の産業だけではなく、再生資源をつくりだす静脈側の産業が結びつくことにより、３R産業の創出や育成を通じた我が国の産業・経済の多角的な発展が推進されるという効果も期待される。

また、本実用化開発で得られた技術がリサイクル施設で事業化されつつある。

（コスト）

２０１０年時点において、リサイクル関連産業全体の創出規模と思われる雇用規模約１１１万人及び市場規模約３０兆円の達成に寄与する。なお、本補助事業は、総額で２５億４千万円である。

６．本事業における課題と提言

(1)家電製品

本実用化開発により概ね目標とした技術的成果が得られたが、今後、廃家電リサイクルを推進（再商品化率の向上等）するためには、実際の家電リサイクル工場等において事業化することが課題である。

このため、事業化のための運転等による本開発成果を用いた事業化モデルによる実績の蓄積が必要である。

(2)自動車分野

本実用化開発により技術的成果が得られたが、今後廃自動車ガラスのリサイクルを推進するためには、廃自動車ガラスの回収システムを構築する課題が残されている。

本実用化開発の成果を踏まえ、引き続き実用化に向けた取組を推進する。

(3)繊維分野

繊維製品は、リサイクルの用途が極めて限定されているのが現状であるが、本実用化開発の品質のさらなる向上と量産化への検討を行い民間事業者に普及すれば、繊維製品のリサイクルシステムの構築が図られることとなる。

このため、引き続き事業化に向けての検討を進めていく必要があるといえる。