平成 26 年度エコタウン等高度化モデル事業
（北部九州を中心とする「地域循環型古着リサイクル事業」）
報告書

平成 27 年 3 月

株式会社エヌ・シー・エス

目次

1. 本事業の概要 3

2. 本事業の背景と目的・事業性 4

2.1 北九州市における古着処理の現状並びに事業性評価について 4

3. 事業概要 9

3.1 現状と事業実施時の処理フロー 9
3.2 実施体制 11
3.3 事業概要 12
3.4 スケジュール 13

4. 事業内容 14

4.1 古着回収量確保のための具体的施策 14
4.2 新反毛化技術開発 23
4.3 新規設備／金属除去装置自動化 24
4.4 新規設備／難燃噴霧自動化 27
4.5 成果及び課題 29

5. 環境性評価 32

5.1 GHG 削減効果の評価 32

6. 実証事業における実績値評価 44

6.1 コスト評価 45
6.2 原料の調達量、再資源化物の供給量及び需要量の推計 47
6.3 事業性評価 48

7. 事業のまとめ 50

7.1 事業モデル及びフロー 50
7.2 事業の成果 51
7.3 事業の課題 52

1. 本事業の概要

（独）中小企業基盤整備機構が実施した平成 21 年度の「繊維製品 3R 関連調査事業」によると、繊維製品全体の排出量は、198 万トンであり、その内訳は衣料品が 94.2 万トン、カーテン 29.6 万トン、カーペット 32.9 万トン、タオル 15.2 万トン、ふとん 26.1 万トンとなっている。繊維製品全体のリサイクル率は 9.5%、リユース率は 10.0%、リペア率は 2.6%となっており、仮にこれらを 3R して捉えると、繊維製品の 3R 率は 22.1%となる。うち、衣料品については、リサイクル率は 11.3%、リユース率は 13.4%、リペア率は 1.6%の合計により、3R 率は 26.3%となっている。「回収・処理・再利用用途」等の課題が繊維製品のリサイクルが進まない大きな要因となっている。

また、廃棄物のリサイクルに係る特例制度である「広域認定制度」（環境大臣認定）においては、制服等が産業廃棄物として認定対象品となり、拡大生産者責任（EPR）により全国的にリサイクルが推進されているが、一般衣料品等については未だ取組みが進んでいない状況である。

平成 9 年 7 月、北九州市では「あらゆる廃棄物を他の産業分野の原料として活用し、可能な限り廃棄物をゼロに近づけるゼロ・エミッション」を目指し、資源循環型社会の構築を図るためのエコタウン事業の承認を国から受け、環境保全政策と産業振興政策を統合した独自の地域政策として、若松区響灘地区で具体的な事業に着手。また、平成 14 年 8 月には「エコタウン事業第 2 期計画」を策定し、新たな戦略の下に事業を進めているが、「繊維製品等」のリサイクルについては、当該廃棄物から資源として使えるものを効率的に回収し、再び資源として使い廻すインフラが確立されておらず、且つそのようなリサイクルに取組む事業者等が存在していなかったため、市内古着廃棄物の約 17,000 トンは全て焼却廃棄されていた状況であった。

本事業は、自動車生産拠点の至近である北九州市において、各種自動車用内外装材等の原料と成り得る古着を回収・リサイクルし、そのリサイクル原材料を再利用した製品を北部九州自動車メーカー等へ安定供給する「環境と経済成長の両立」を図る事業であり、従来の反毛化工程を約半分に短縮可能な特殊刃を開発使用することにより、殆ど全ての古着がリサイクル可能な新反毛化技術を導入した事業である。

本事業に関しては、「北九州市環境未来技術開発助成（H22～H24 年度）」において実証研究を進めた結果、「再繊維化原料の販路」が確立でき、また、「新反毛化技術の開発」については本事業における一部設備導入を実施する事により事業化への推進が可能となる事を鑑み、２R の推進を図ることも視野に入れ、本事業化の最終課題であるリサイクルを推進するための入口である「資源（古着）の確保」等を中心とした実証事業を推進するものである。まさに、「北九州市循環型社会形成推進基本計画」の目標達成、地域循環圏構築の具現化、北九州市新成長戦略に掲げたリーディングプロジェクトの推進等、北九州市の環境政策・産業政策の両面に合致する事業との位置付けとし、我が国初の官民一体となった「古着リサイクル事業」の構築と新たな循環型社会システム及び地域循環圏の実現を目指す実証事業である。

2. 本事業の背景と目的・事業性

2.1 北九州市における古着処理の現状並びに事業性評価について

循環型社会づくり、低炭素社会づくりの取組みは、いずれも社会経済システムやライフスタイルの見直しをするものであり、地域レベル、全国レベルで循環型社会づくりと低炭素社会づくりの取組みを統合的に推進していくことが重要である。

本事業における、地域の活性化にもつながる地域循環圏づくりについては、地域の特性や住む人と人とのつながりに着目し、循環資源の種類に応じた適正な規模で循環させることができる仕組みづくりを進める。具体的には、①区役所や出張所等に設置するボックス回収の実施、②市内周辺クリーニング店頭回収の実施、③北九州市と一般廃棄物処理協力関係にある周辺自治体における回収の実施、④古着リユース業界（リサイクルショップ）との連携、⑤イオン等大規模チェーンストア及び量販店等店頭回収実施等との取組みを図り、大量生産・大量消費型かつワンウェイ型のライフスタイルから、循環を基調とした生活の豊かさと環境の保全を両立させた 3R 型ライフスタイルに転換し、持続可能な社会の形成を目指し、地域の絆と、物質循環の連携を図り、地域で循環可能な資源はなるべく地域で循環させ、地域での循環が困難なものについては循環の環を広域化させていくという考え方に基づく**「地域循環圏」**の形成・高度化を目指すものである。

（1）北九州市における古着焼却処理の現状

排出		収集		焼却処理施設
一般消費者 可燃ごみ	⇒	一般廃棄物収集運搬	⇒	焼却処理
事業者等 廃プラ類	⇒	産業拝遺物収集運搬	⇒	焼却処理

	所在地 （竣工）	焼却炉 形式・能力	焼却量 （H25 年度実績）	年間発電量 （H25 年度実績）
新門司工場	北九州市門司区 （H19 年 3 月）	シャフト式ガス化溶融炉 720 トン/日（240 トン×3 炉）	165,029 トン	9,022 万ｋｗｈ
日明工場	北九州市小倉北区 （H3 年 3 月）	ストーカ炉　600 トン/日 （200 トン×3 炉）	127,106 トン	3,418 万ｋｗｈ
皇后崎工場	北九州市八幡西区 （H10 年 6 月）	ストーカ炉 810 トン/日 （270 トン×3 炉）	179,783 トン	7,675 万ｋｗｈ

表 2.1　北九州市焼却処理施設概要

・北九州市内で家庭ごみとして廃棄されている「古着」は、**年間約 17,000 トン（組成率は 8.6%）**と推計する。

・北九州市では、周辺自治体（直方市、行橋市、中間市、みやこ町、水巻市、遠賀町、岡垣町、芦屋町）で廃棄されている一般廃棄物を、前述の施設において焼却処理を行っている。

・北九州市では現状、古着は資源ごみ（リサイクル）対象としておらず、平成 27 年 4 月 1 日より新たに資源ごみ対象とし、古着のリサイクル化を積極的に推進する予定である。

（3）広報による普及啓蒙（北九州市）

図 2.1　ていたんプレス（№46）掲載

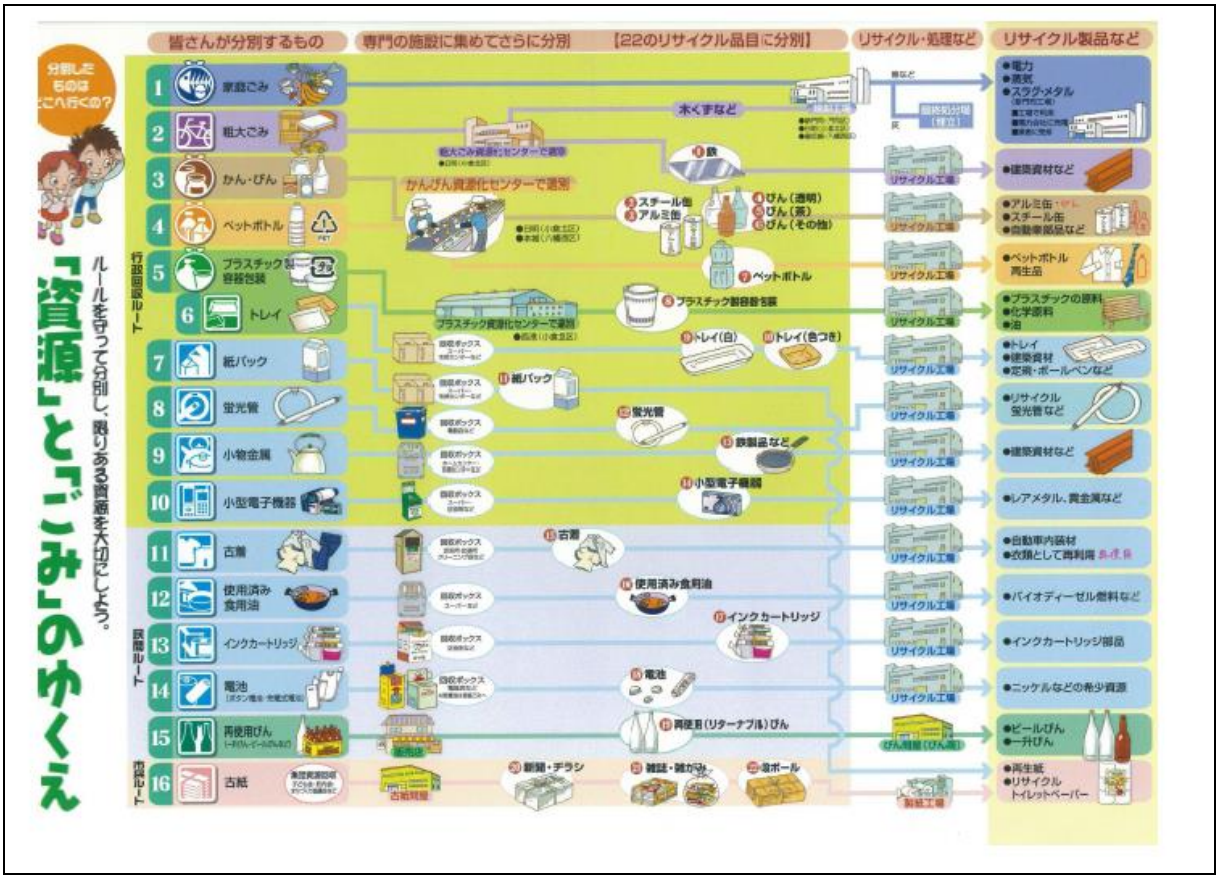


図 2.2　分別大辞典（平成 27 年 4 月）掲載

（４）事業性評価と環境負荷低減効果の評価

本事業では、次の項目についてそれぞれデータの収集を行い、整理した上で、それらを踏まえ、本事業における事業性を評価する。

①古着回収量評価

古着回収量確保のための具体的施策ごとの回収量を計量する。また、本事業期間中に回収した古着について、リユース／リサイクル比率を管理し、事業性評価の参考とする。

②リサイクル繊維生産量目標

本事業期間中において、リサイクル繊維の生産量を管理し、事業性評価の参考とする。

③コスト評価

古着回収量目標のための具体的施策に係る収集運搬費用、リサイクル費用等、それぞれのコストを検証する。

④GHG（＝greenhouse gas＝温室効果ガス）削減効果測定

バウンダリ（評価範囲）、ベースライン（オリジナルの比較評価）、機能単位（単位あたり処理量の CO_2 削減量）を用いて、GHG 削減効果を測定するものとする。

（５）繊維リサイクル阻害要因

1. 素材の複合化：製品に求められる機能を満たすため、綿、毛、ポリエステル、ナイロン等の複数の素材を混紡・交織して製品化されているケースが多く、付加価値の高い再生製品を得るのが困難
2. 製品の多様化：繊維製品は、色、素材、形状等の多様化が要求される製品であるため、効率的な再商品化が困難
3. 高いファッション性：製品のライフサイクルが流行等に左右されるため、一律に高い耐久性を付与しても、必ずしも繊維製品の排出量の減少に繋がらない
4. 複雑な生産・流通構造：繊維産業は、川上（糸）、川中（織物）、川下（アパレル）、卸、小売に至るまでの長いサプライチェーンを有している事に加え、その大部分が中小事業者である。また、衣料品の大部分は海外で生産された製品で有るため、関係者間での役割分担を設定するのは難しい
5. 少ない再生用途：中古衣料、ウエス、反毛という伝統的な用途以外の新たな用途が見つかっていない事に加え、ファストファッション（fast fashion）等最新の流行を採り入れながら低価格に抑えた衣料品を、短いサイクルで世界的に大量生産・販売するファッションブランドやその業態の影響等により、再生品の需要減少や市況の変動等により事業の継続が困難となり古繊維業者数も半数以下に減少

このようなリサイクル阻害要因の影響、且つ、繊維製品事業者等のリサイクル取組みが一部の事業者（制服等）に限られている事から、図 2.3 繊維製品排出量及びリサイクル率のとおり、繊維製品全体のリサイクル率は 9.5%、うち、衣料品についてのリサイクル率は 11.3%となっており、「回収・処理・再利用用途」等の課題が繊維製品のリサイクルが進まない大きな要因となっている。

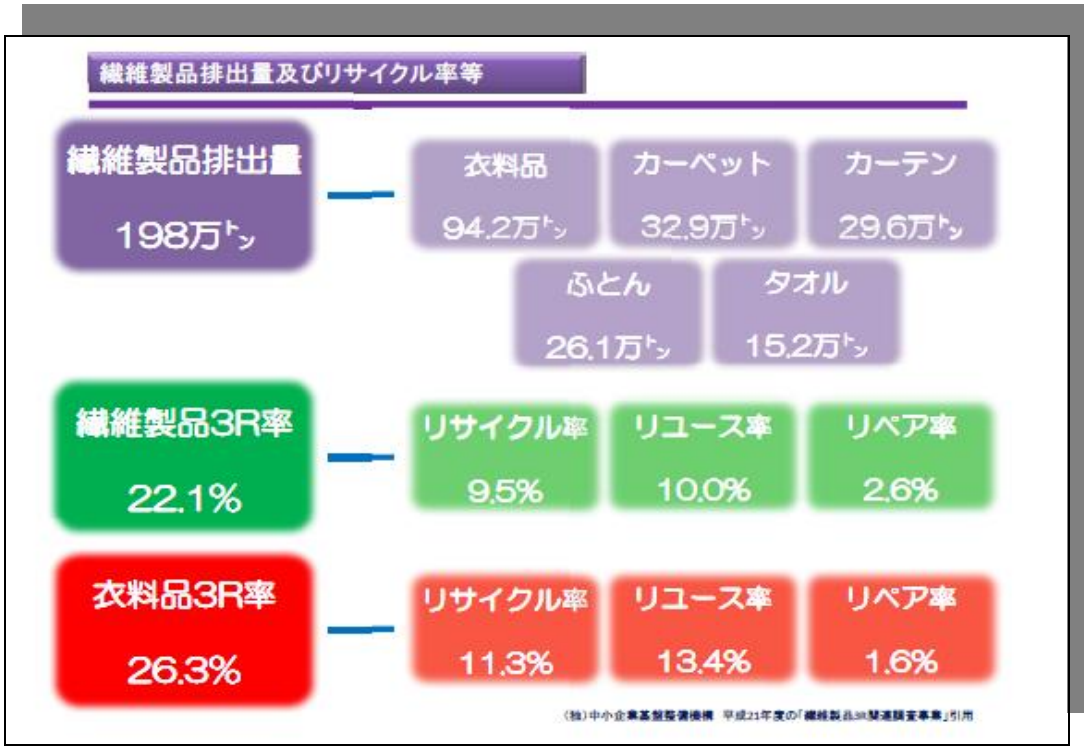


図 2.3　繊維製品排出量及びリサイクル率

全国的に古着の回収リサイクルが進まない昨今、本事業を成功させるには、古着の再利用用途での出口確保とともに、入口である古着回収量確保のための施策と事業の採算性検証が必要である。そのため、本事業では、特に、

- 効率的な古着回収（収集）システムの方法
- 古着の回収・リサイクルによる事業採算性の検証

の２点に注目し、回収インフラの構築の方策と事業性を検証する。

3. 事業概要

3.1 現状と事業実施時の処理フロー

3.1.1 現状の処理フロー

北九州市内における現状の古着の処理フローの大まかな流れを図 3.1 に示す。

古着は家庭ごみとして、週 2 回（月・木又は火・金)）指定袋に入れられたものを、収集日の朝午前 8:30 に家庭ごみステーションにて回収され、市内 3 ヶ所（新門司工場、日明工場、皇后崎工場）の焼却移設で処理される。

北九州市内で家庭ごみとして廃棄されている「古着」は、**年間約 17,000 トン（組成率は 8.6%）**である。

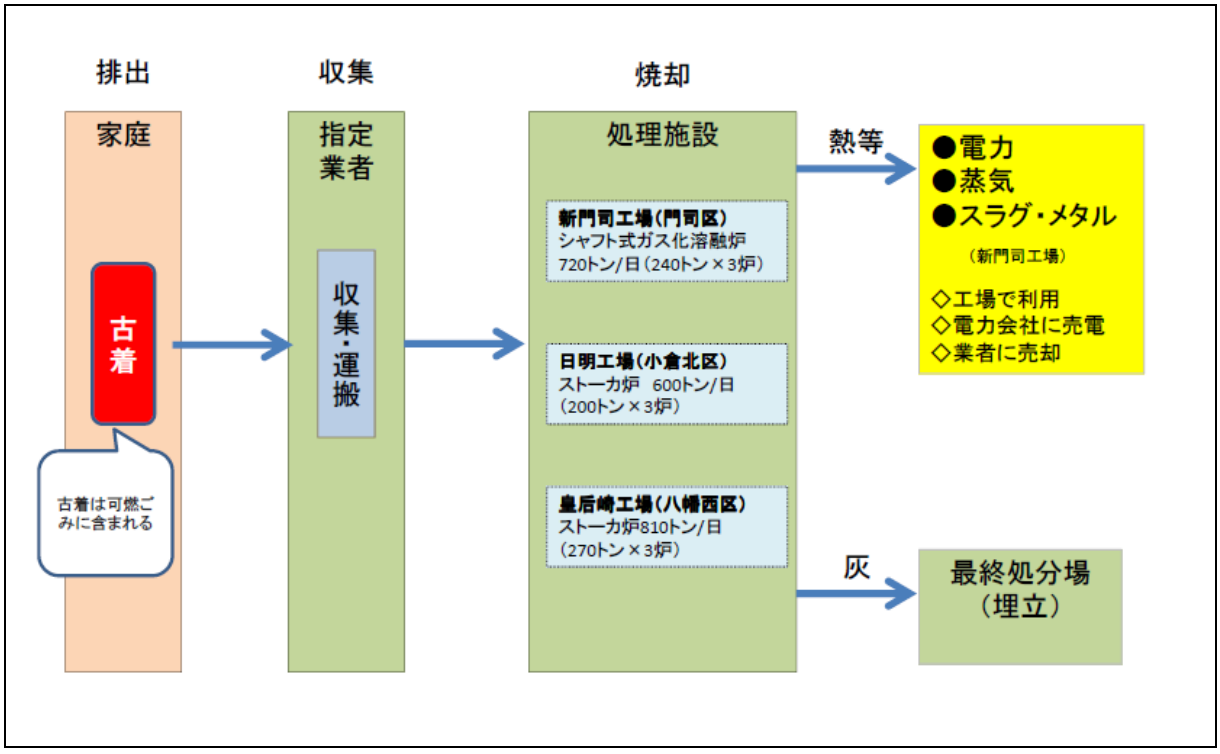


図 3.1　北九州市焼却処理施設による現在の古着（可燃ごみ）の処理フロー

現状、北九州市におけるごみ処理費用額は、人件費や設備費等も含め総額約 124 億円（収集運搬費用等／58 億円（約 27,000 円/t）焼却処理費／66 億円（約 14,000 円/t）である。

北九州市循環型社会形成推進基本計画では、H32 年度に市民 1 人あたり家庭ごみ量 470g 以下、リサイクル率 35%以上を掲げている。

3.1.2　古着回収事業のイメージ

実際に古着回収が事業化された場合の処理フローの大まかな流れを図 3.2 に示す。

本事業では、年間約 17,000 ﾄﾝと推計されている古着焼却量の約 10%程度の回収を目指すとともに、循環資源種類に応じ適正な規模で循環させることができる仕組みづくりを進める。

具体的には、

①区役所や出張所等に設置するボックス回収の実施

②市内周辺クリーニング店頭回収の実施

③北九州市と一般廃棄物処理協力関係にある周辺自治体における回収の実施

④古着リユース業界（リサイクルショップ）との連携

⑤イオン等大規模チェーンストア及び量販店等店頭回収

等の取組み連携を図り、大量生産・大量消費型かつワンウェイ型のライフスタイルから、循環を基調とした生活の豊かさと環境の保全を両立させた 3R 型ライフスタイルに転換し、持続可能な社会の形成を目指し、地域の絆と、物質循環の連携を図り、地域で循環可能な資源はなるべく地域で循環させ、地域での循環が困難なものについては循環の環を広域化させていくという考え方に基づく**「地域循環圏」**の形成・高度化を目指すものである。

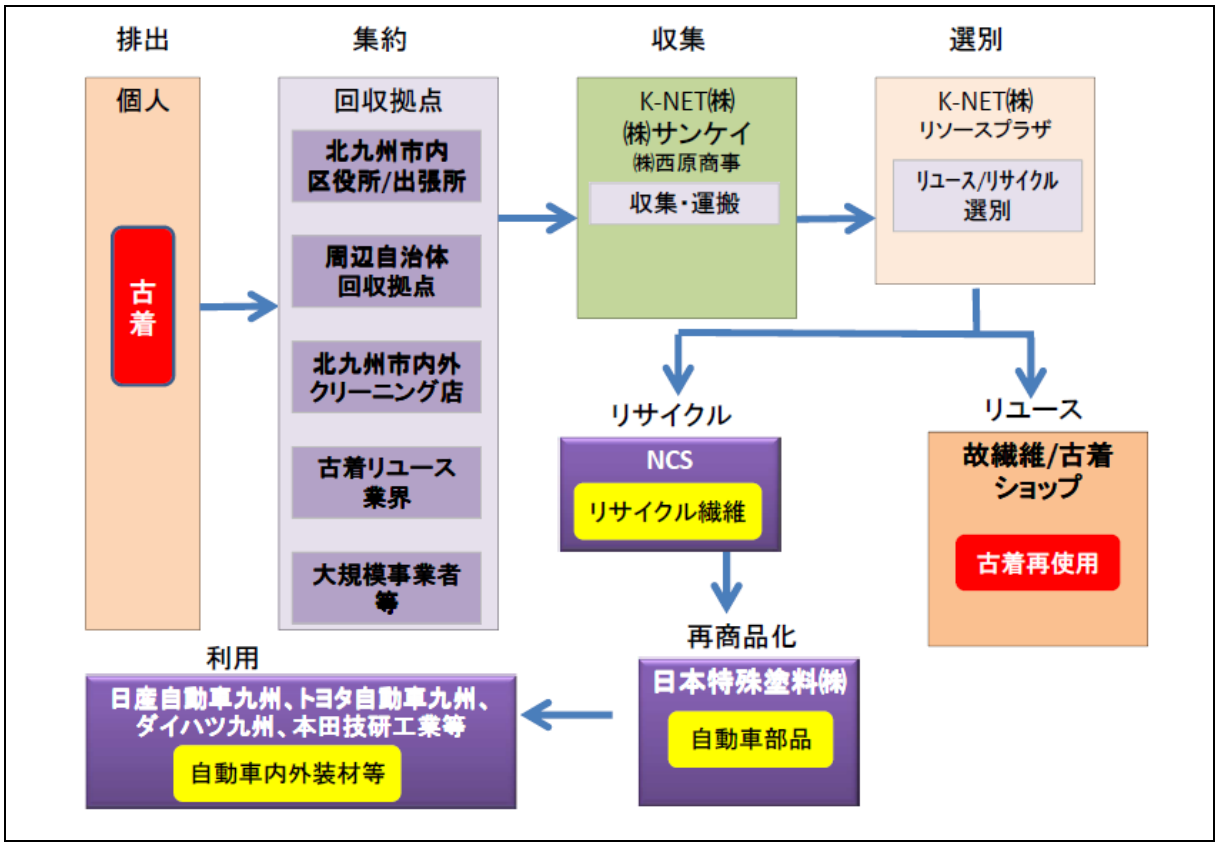


図 3.2　NCS による古着回収・リサイクル事業処理フロー

3.2 実施体制

- 事業委託元：環境省
- 事業受託者：株式会社エヌ・シー・エス（NCS）

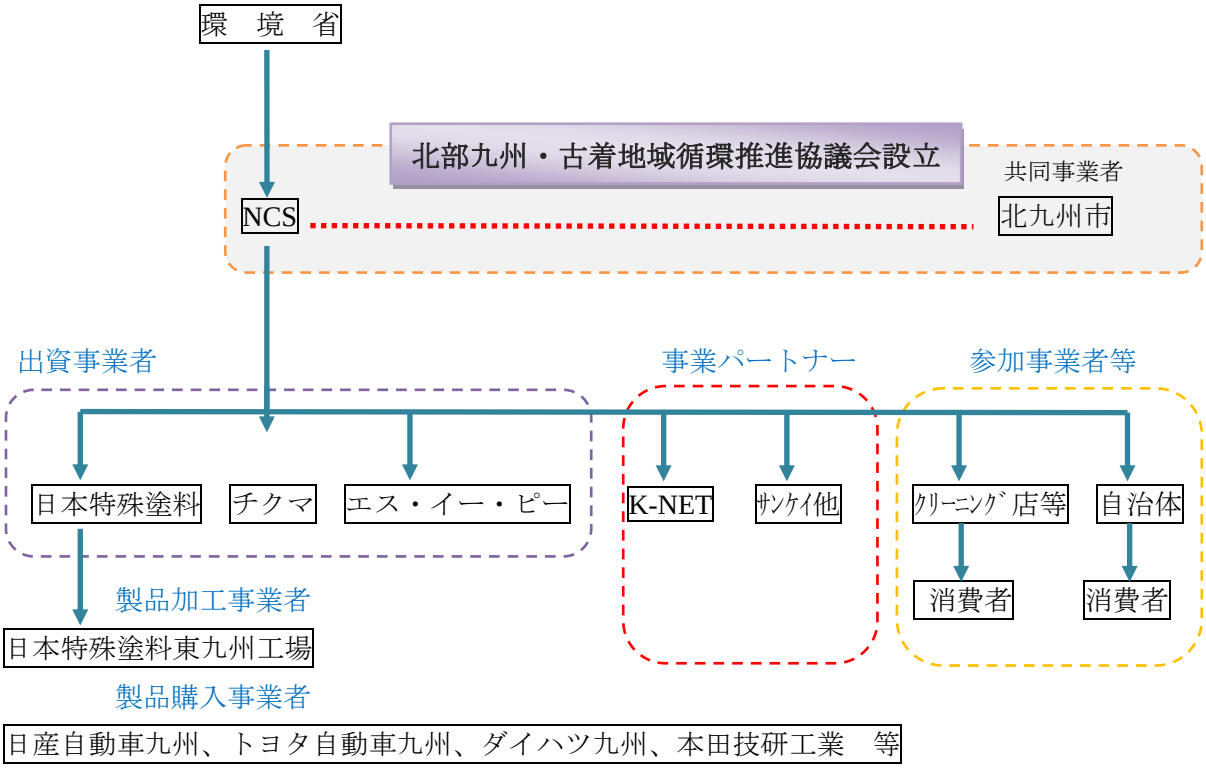


図 3.3　実施体制図

図 3.4　地域循環圏マップ

北九州市を中心とし、至近地域内におけるリサイクルシステムを構築し「地域循環圏」を実施している。

3.3 事業概要

本事業の役割分担及び関係性を下記表 3.1 に示す。

NO	区分	実施項目	実施者
1	**事業主体/ リサイクル事業者**	**古着の回収・リサイクル事業の主体となる事業者**	**株式会社エヌ・シー・エス （NCS）**
2	出資事業者	㈱NCS の出資事業者	日本特殊塗料株式会社 株式会社チクマ 有限会社エス・イー・ピー
3	共同事業者	古着の回収・リサイクル事業における共同事業者	北九州市環境局
4	事業参画者	古着の回収･リサイクルに賛同し、事業参加する事業者等	北九州市及び周辺自治体 クリーニング店 他
5	収集・運搬等	拠点等に集められた古着の回収（収集運搬）事業者	K-NET 株式会社 株式会社サンケイ 他
6	選別事業者	回収された古着を選別（ﾘﾕｰｽ/ﾘｻｲｸﾙ）する事業者	K-NET 株式会社 リソースプラザ　等
7	自動車用内外装材 加工事業者	リサイクルされた繊維を購入し、各自動車メーカー用の内外装材等に加工する事業者	日本特殊塗料株式会社 東九州工場
8	自動車用内外装材 使用事業者	各種自動車用内外装材を使用する北部九州を中心とする自動車メーカー	日産自動車九州 トヨタ自動車九州 ダイハツ九州 本田技研工業　等

表 3.1　本事業の役割分担

3.4　スケジュール

事業全体のスケジュール及び進捗状況の概況

- (2)古着の回収・リサイクル事業は、平成 27 年 2 月下旬までの回収量をもって本事業検証を行う。
- (3)本事業における)古着回収量評価は、平成 27 年 2 月下旬までの回収量データをもって評価する。
- (4)本事業におけるリサイクル繊維生産量評価については、平成 27 年 2 月下旬までの生産量データをもって評価する。
- (5)古着回収量目標のための具体的施策に係る収集運搬費用やリサイクル費用など、それぞれのコスト検証については、過去のデータを踏まえ試算を実施。
- (6)本事業における GHG（＝greenhouse　gas＝温室効果ガス）削減効果測定については、過去のデータを踏まえ試算を実施。

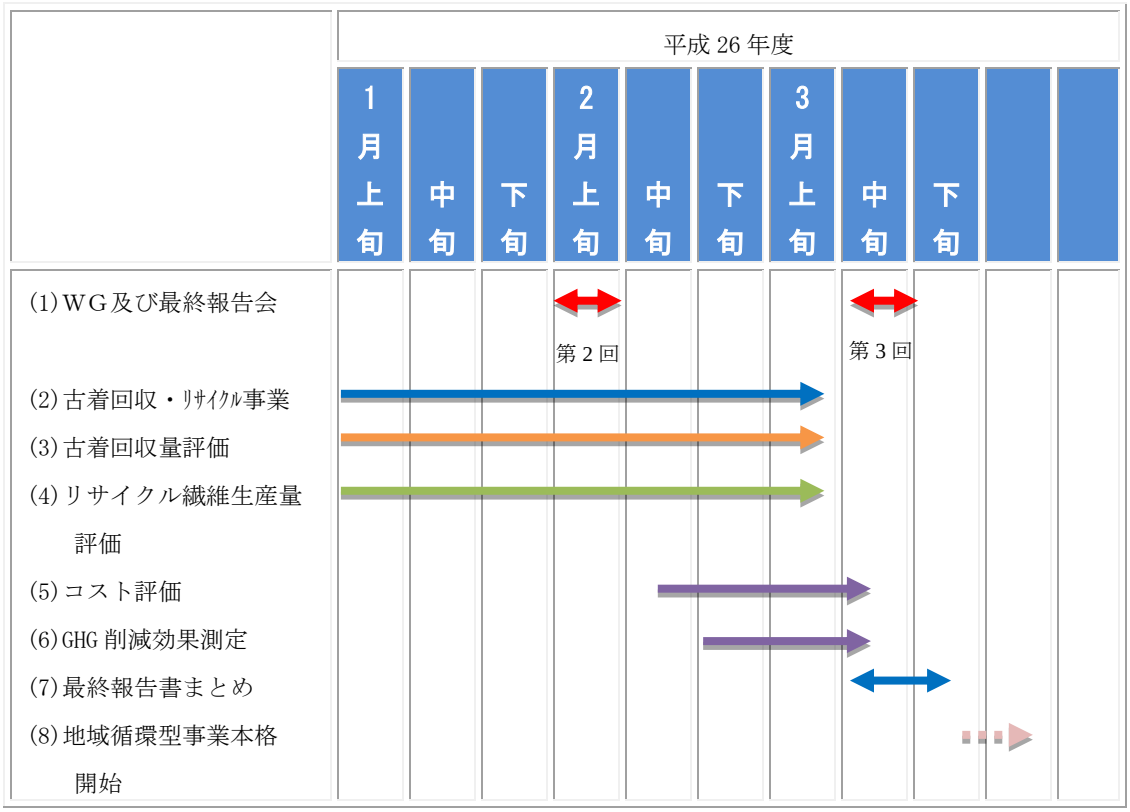


図 3.5　本事業のスケジュール

本事業に係る第 2 回（2/2）及び第 3 回（3/16）のワーキンググループへの参加を経て、最終報告書のまとめを行うこととした。

4. 事業内容

4.1 古着回収量確保のための具体的施策

（1）事業目的

循環資源の活用を推進し、環境改善を達成しつつ景気変動に影響されにくい競争力のある循環産業を育成していくことにより、環境負荷と経済成長のデカップリングを進めることが重要である。具体的には、再生品等の品質や信頼性を向上させながら、動脈産業と廃棄物・リサイクル産業が一体となって 3R に取組む必要がある。①製品の排出者等、②廃棄物収集運搬事業者・リサイクル事業者、③回収品を活用する事業者（リサイクルショップ等）等の間で、回収品の品質や組成などに関する情報共有など一層の事業者間の連携を進め、回収量拡大に努める。

（2）実施概要

北九州市及び一般廃棄物処理協力自治体等の指定回収拠点に回収ボックスを設置.
市民の方々からの古着持ち込みを実施。

門司区役所

小倉北区

小倉南区

戸畑区役所

八幡東区

八幡西区

若松区役所

大里出張所

島郷出張所

折尾出張所

上津役出張所

八幡南出張所

環境ミュージアム

エコタウンセンター

中間市役所

中間中央公民館

遠賀町役場

水巻町役場

水巻図書館

・古着回収作業

収取運搬事業者が現場へ → 古着回収作業 → 詰換え作業

古着の回収量が多い場合は、ほぼ毎日のように拠点回収を実施している。

・古着回収拠点マップ公開による市民啓蒙を実施

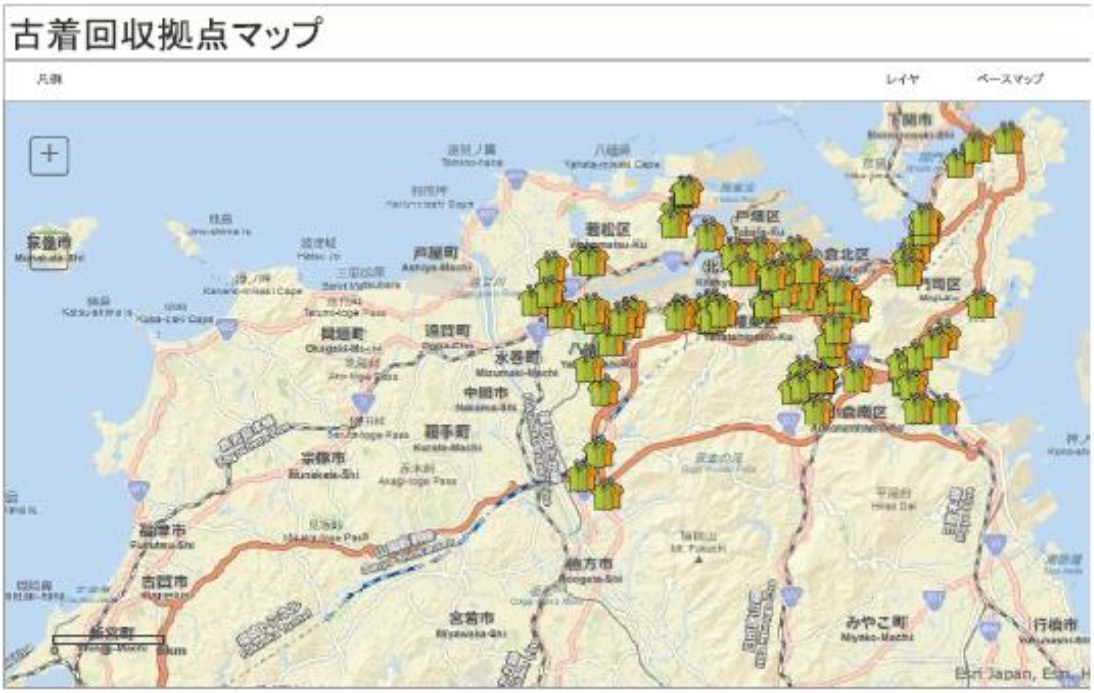


図 4.1 古着回収拠点マップ

http://www2.g-motty.com/js/furugi/

北九州市内における回収 BOX 設置箇所等の位置情報を Web 公開し、市民への普及啓蒙を図っている。

・北九州内における区役所/出張所等回収ルートマップ

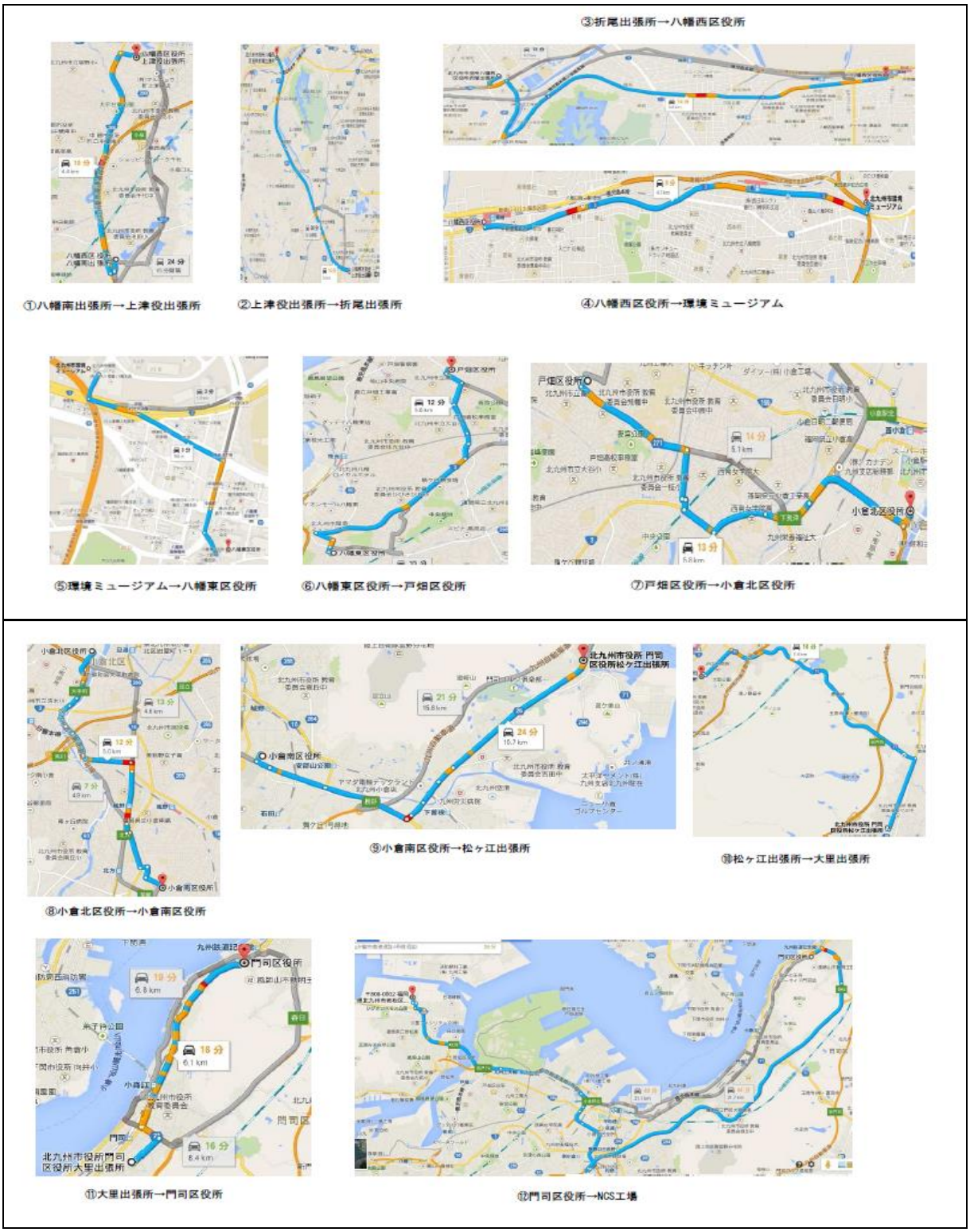


図 4.2 古着回収拠点マップ

上記回収マップは、北九州市内区役所及び出張所へ回収に赴く順番とそのルートである。回収拠点先の増加に併せて、効率的な収集運搬業務の遂行を実施している。

今後は、本マップの Web 公開並びに有効的な手法について検討する。

（3）調査項目

- 古着回収量測定；「自治体回収ボックス／月別回収量推移」
  「クリーニング店／月別回収量推移」

- 回収品分析　：「アイテム分析」
  「月別比率分析」

（4）調査結果

① 回収量調査

月別/拠点別回収量推移を、図 4.3 に示す。

北九州市長記者発表（H26.5/14）以降、平成 27 年 2 月の 10 ヶ月間における北九州市及び周辺自治体関係合計で 131,659kg を回収。

月別でみると、衣替え時期前後の 10 月並びに 11 月の回収量が最も多い結果となった。

当初の回収予測量 120t/月を大幅に下回る実績となった要因としては、

①回収拠店数の不足

②市民への普及啓蒙不足（認知されていない）

③休日時の回収場所不足

等々があげられる。

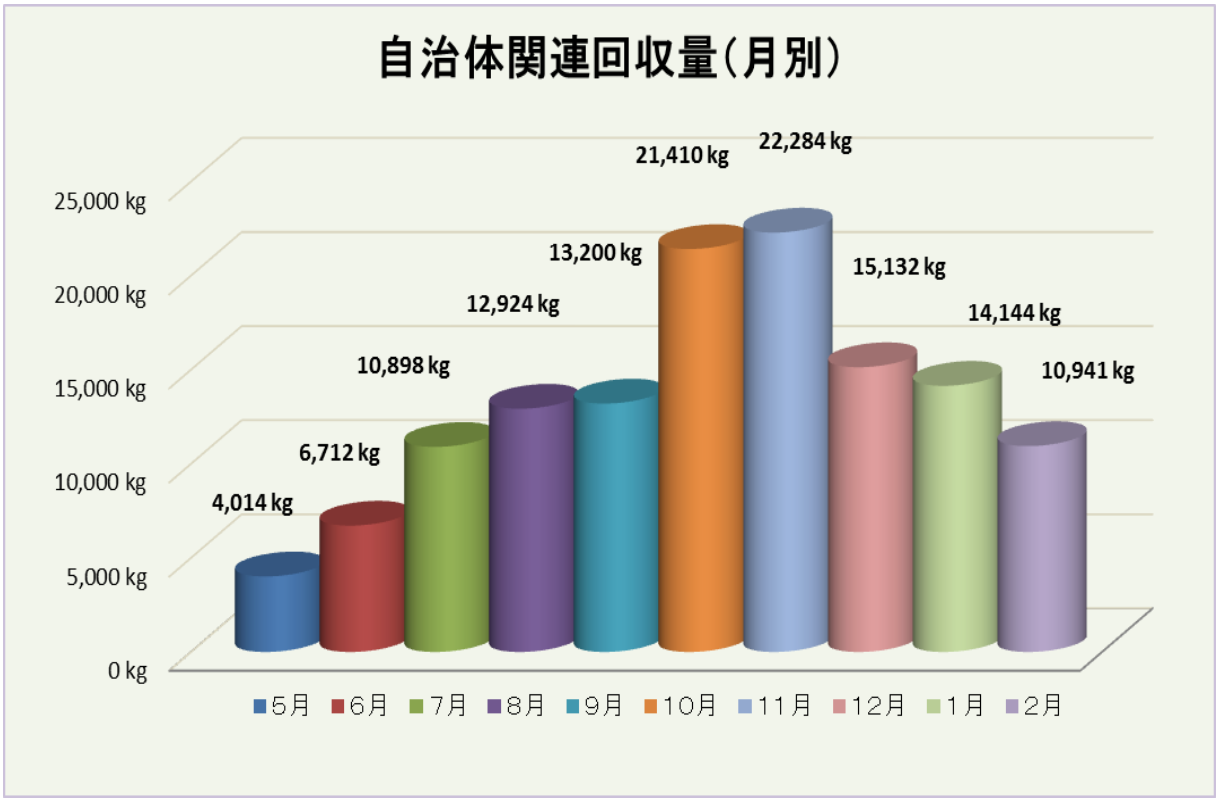


図 4.3　月別／拠店別回収量（自治体関連）

拠点	人口	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	合計
大里出張所		596 kg	89 kg	490 kg	1,001 kg	823 kg	1,213 kg	953 kg	741 kg	438 kg	633 kg	6,977 kg
松ヶ江出張所	100,284人		107 kg	184 kg	554 kg	501 kg	714 kg	428 kg	359 kg	434 kg	290 kg	3,571 kg
門司区役所		195 kg	463 kg	710 kg	886 kg	979 kg	869 kg	1,279 kg	923 kg	703 kg	548 kg	7,555 kg
小倉南区役所	213,558人	280 kg	452 kg	1,336 kg	1,271 kg	1,687 kg	1,969 kg	1,999 kg	202 kg	1,694 kg	1,014 kg	11,904 kg
小倉北区役所	182,049人	153 kg	511 kg	629 kg	783 kg	797 kg	785 kg	881 kg	601 kg	480 kg	390 kg	6,010 kg
戸畑区役所	58,604人	223 kg	404 kg	710 kg	1,144 kg	684 kg	1,363 kg	896 kg	990 kg	863 kg	468 kg	7,745 kg
環境ミュージアム	69,225人	385 kg	372 kg	555 kg	374 kg	510 kg	487 kg	321 kg	333 kg	403 kg	119 kg	3,859 kg
八幡東区役所		190 kg	397 kg	682 kg	661 kg	826 kg	1,386 kg	698 kg	602 kg	509 kg	760 kg	6,711 kg
八幡西区役所		177 kg	389 kg	695 kg	676 kg	795 kg	1,119 kg	785 kg	1,003 kg	749 kg	616 kg	7,004 kg
八幡南出張所			237 kg	388 kg	413 kg	464 kg	1,106 kg	784 kg	693 kg	672 kg	717 kg	5,474 kg
折尾出張所	255,866人		895 kg	1,115 kg	1,376 kg	1,800 kg	2,464 kg	1,767 kg	1,327 kg	1,623 kg	1,367 kg	13,734 kg
上津役出張所			152 kg	957 kg	1,217 kg	1,157 kg	1,915 kg	1,402 kg	1,403 kg	1,161 kg	1,103 kg	10,467 kg
若松区役所	83,018人	1,569 kg	1,544 kg	1,712 kg	1,758 kg	1,629 kg	2,583 kg	1,683 kg	1,458 kg	1,339 kg	900 kg	16,175 kg
島郷出張所		246 kg	313 kg	735 kg	723 kg	504 kg	881 kg	864 kg	589 kg	639 kg	442 kg	5,936 kg
直方	58,061人						1,100 kg	890 kg	1,490 kg	700 kg	460 kg	4,640 kg
中間市役所	43,675人						991 kg	1,660 kg	1,133 kg	807 kg	700 kg	5,291 kg
ふれあいの里							109 kg	953 kg	148 kg	115 kg	135 kg	1,460 kg
遠賀町役場	19,568人						152 kg	428 kg	405 kg	492 kg	172 kg	1,649 kg
リレーセンター								1,279 kg	600 kg			1,879 kg
岡垣東部	32,439人							953 kg	95 kg	138 kg	92 kg	1,278 kg
岡垣公民館								953 kg	30 kg	16 kg		999 kg
古着王国								428 kg	7 kg	42 kg	15 kg	492 kg
エコタウンセンター										24 kg		24 kg
持込			387 kg		87 kg	44 kg	204 kg			103 kg		825 kg
合計		4,014 kg	6,712 kg	10,898 kg	12,924 kg	13,200 kg	21,410 kg	22,284 kg	15,132 kg	14,144 kg	10,941 kg	131,659 kg

表 4.1　月別／拠店別回収量推移（自治体関連）

表 4.1 拠点別でみると北九州市環境未来技術開発助成（H22 より実施）事業時より回収ボックスを設置し、区民の方々に認知されている若松区役所が最も多い結果となった。

図 4.4 は、市内外クリーニング店頭回収の月別回収量推移を表すグラフである。
H26.7 月より H27.2 月までの 8 ヶ月間合計で 28,350kg の回収量となった。
徐々に店舗数は増加するものの、1 店舗回収量は一気には増加しない傾向である。
要因としては、

①新規顧客開拓不足

②回収拠点となるクリーニング店舗数の不足

が要因である。

更なる回収量拡大に向けて、回収拠店舗数拡大を図ることが必要である。

（北九州市 70 店舗、福岡県内 59 店舗（北九州地区：30、筑豊地区：24、福岡地区 5）福岡県外 23 店舗（大分県：5、山口県：18））

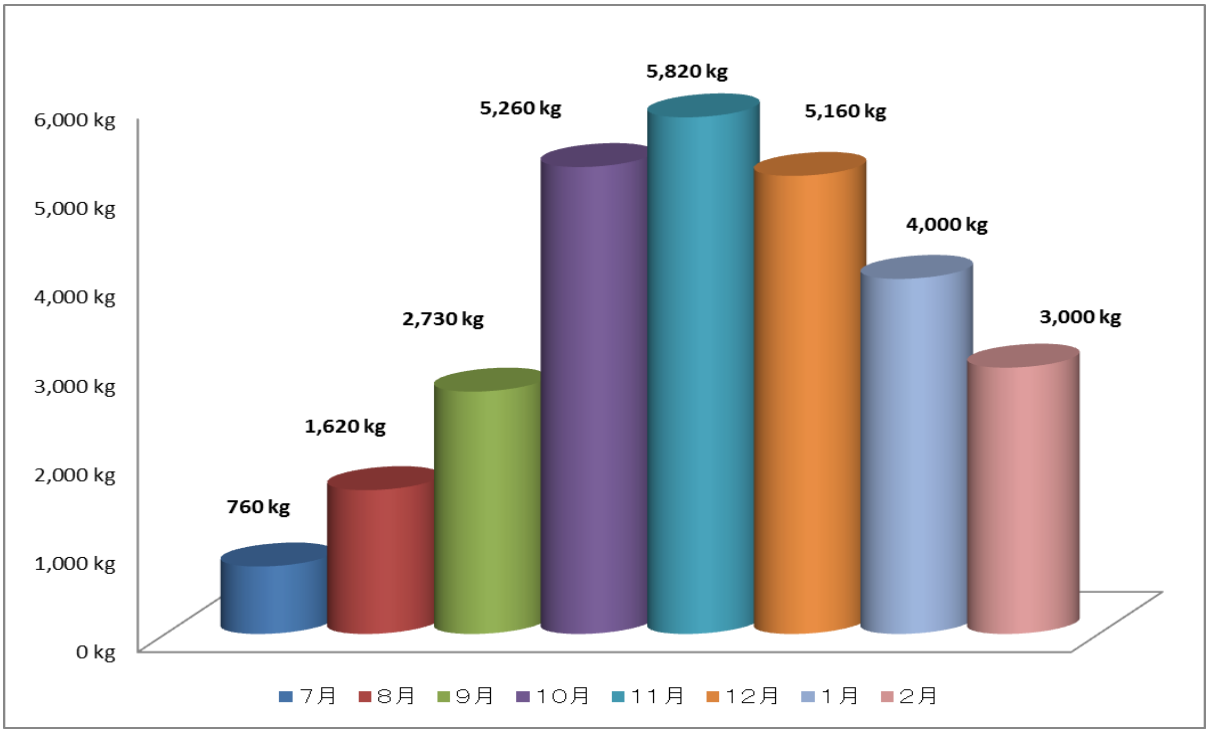


図 4.4　月別／回収量推移（クリ―ニング店）

② アイテム分析

1） 対象製品：アイテム分析は下記のとおり。10 月～2 月まで選別した古着を対象　　単位；kg

	品種	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	合計
1	セーター	2,185	3,489	3,343	909	654	10,580
2	背広上下	202	380	202	0	0	784
3	子供服	1,118	2,158	2,281	767	478	6,802
4	ズボン	1,088	1,471	1,233	0	0	3,792
5	婦人服	450	899	1,079	638	315	3,381
6	シャツ	400	677	651	119	303	2,150
7	トレーニング	278	558	525	282	336	1,979
8	小物	368	1,027	730	446	143	2,714
9	ジャンパー	709	1,633	1,754	897	842	5,835
10	インテリア	185	386	463	108	0	1,142
11	着物	378	851	687	380	0	2,296
12	ウエス	3,714	6,580	6,380	1,609	795	19,078
13	2014.5～9 月						18,420
		11,075	20,109	19,328	6,155	3,866	78,953

表 4.2　選別品アイテム分析

2）月別/回収アイテム比率

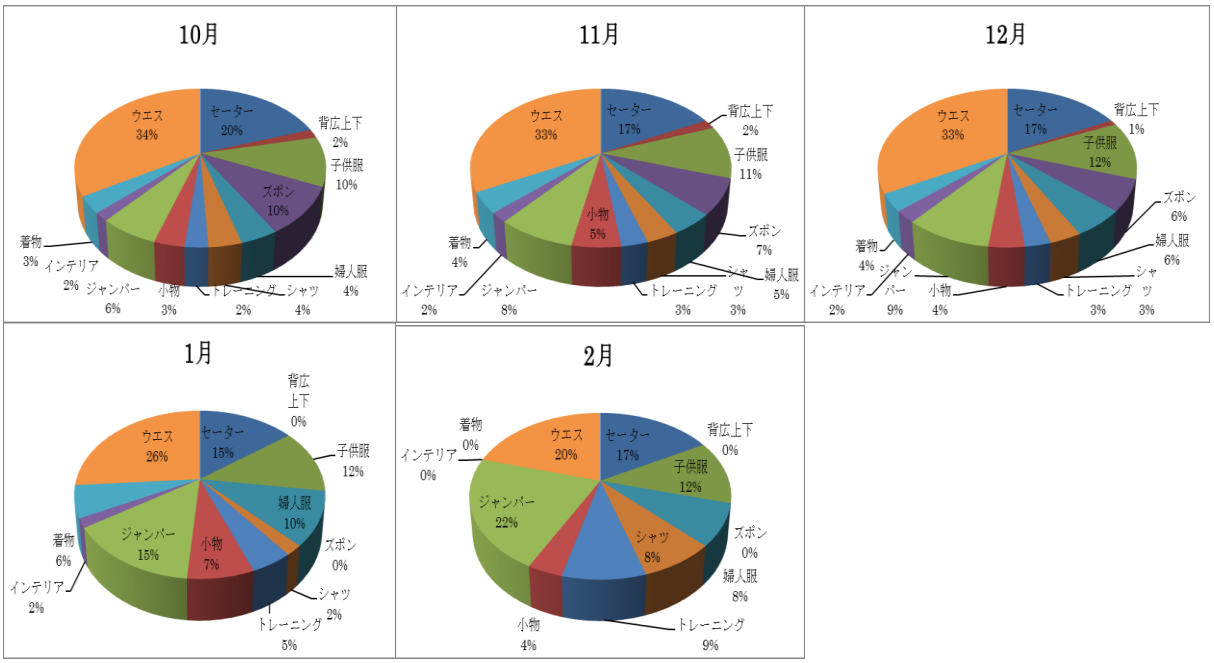


図 4.5　月別／選別品アイテム比率

いずれの月もウエス原料が多くみられ、その他アイテムは若干の変動が有るものの、大きな増減はみられない結果となった。

4.2　新反毛化技術開発

（1）処理設備概要及び新規設備等実証結果

・処理施設の概要

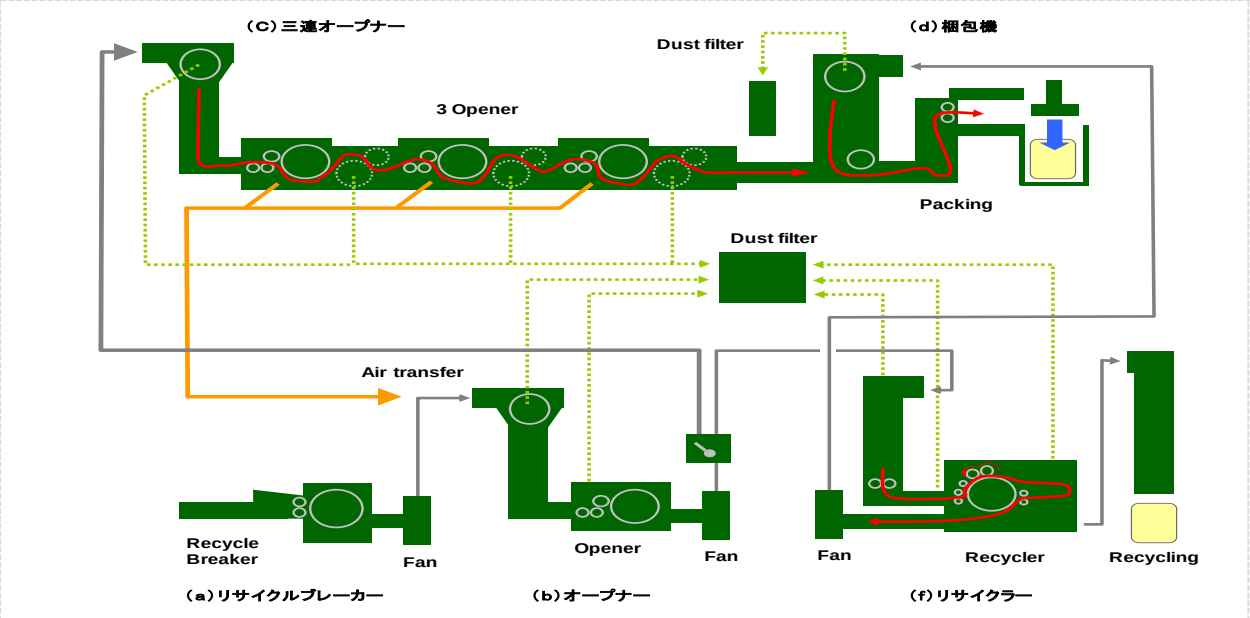


図 4.6　処理設備概要

【処理工程】

ⅰ）ブレーカー　（解破）

回収した古着を解破する工程

ⅱ）金属除去

解破後、金属やプラスチック等の附属を除去（金属探知器含む）

ⅲ）ストックヤード（難燃剤噴霧）

金属等附属が除去された布片に難燃剤を噴霧し養生するヤード

ⅳ）オープナー（一次反毛）

養生後、一次反毛工程に投入

ｖ）連続反毛

連続反毛工程によりリサイクル繊維に再資源化する

Ⅵ）圧縮梱包

リサイクル繊維を圧縮梱包

4.3 新規設備／金属除去装置自動化

図 4.6　処理設備概要

「北九州市環境未来技術開発助成」期間内（H22～24 年度）では、リサイクル工程前段階において、手作業による異物除去は行ったが完全とは言えず、又、除去工程において、多数の時間と工員を投入しなければならなかった。本実証事業では、金属除去自動化装置により、リサイクル繊維原料への異物混入を避け、且つ、生産量の増量を図るとともに、反毛設備への金属ダメージの低減、設備の長寿命化、人員削減を図ることを目指す。

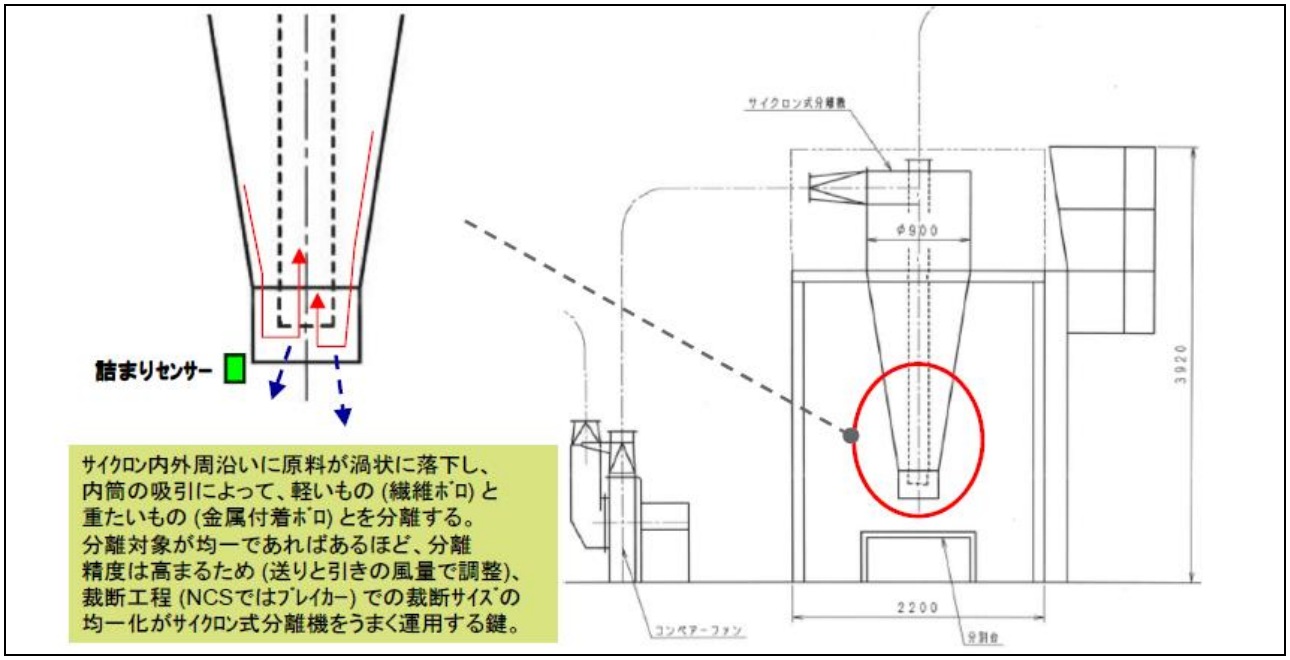


図 4.7　サイクロン式分離機概要

【検証】

図 4.8　サイクロン式分離機検証

(b) 分離ｻｲｸﾛﾝ

(a) ﾌﾞﾚｲｶｰ

調整項目	影響	現設定値
ｺﾝﾍﾞｱｰﾌｧﾝの回転数	Hz数ｱｯﾌﾟにより送り量大 (強過ぎると、金属混入し易くなる)	43Hz (ﾌﾞﾚｲｶｰ40Hz)
外筒の長さ	短くする(上に上げる)ことで重量物が 落ち易くなる	80mm (基本固定)
内筒の長さ	↑	ﾛﾝｸﾞ管使用 (基本固定)

基本的にはｺﾝﾍﾞｱｰﾌｧﾝの回転数変更により、制御する。分離ｻｲｸﾛﾝによる重量物の除去の場合、100%の金属除去は困難であり、
反毛機内の金属ﾄﾗｯﾌﾟを強化することが安定生産のために重要と考える。

図 4.9　サイクロン式分離検証

4.4 新規設備／難燃噴霧自動化

図 4.10　リサイクル繊維使用フェルト

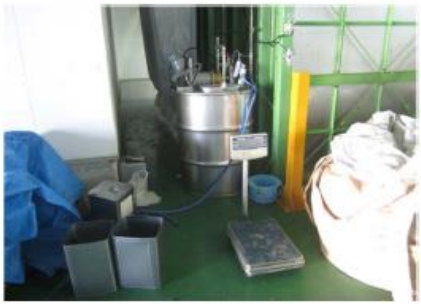
フェルト材には、図 4.10 のとおり大きく分けてフェノール樹脂を使用して繊維を固める熱硬化フェルトと熱で溶ける繊維を使用して固める熱可塑フェルトの二種類がある。熱硬化フェルトは使用環境が厳しいエンジンルーム内等に適用される部品に、熱可塑フェルトは主に内装材として用いられる部品に活用。いずれも、古着を出発原料とした再生繊維材料（雑反毛）を主体原料として用いており、自動車内装材の製造に際しては、再生繊維材料（雑反毛）等の原料段階において、難燃剤の噴霧が基準化されている。

「北九州市環境未来技術開発助成」期間内（H22～24 年度）では、リサイクル工程前段階において、本工程も手作業にて行っていたため、難燃剤の一定%量噴霧と乾燥ストックヤードの確保ができていなかった。

本実証事業において、難燃剤噴霧自動化装置を設置することにより、品質基準を保つべく一次破砕後の繊維片への一定%量の噴霧自動化を図るとともに、乾燥ストックヤード区分けによる効率的な反毛化工程への流れを確立することを目指す。

【難燃剤噴霧装置】

図 4.11　難燃噴霧装置



難燃剤の希釈調整は、1日1回行なう。

塗布量は、現在、0.5L/min に合わせてある。
※ 今後、流量計を取り付け、流量と塗布量の関係から塗布量を決めるようにする

● 希釈品を調整する際、投入口にはｽﾄｯｷﾝｸﾞを装着し、外部からのﾎｺﾘ、異物混入を防ぐこと。

＜今後の改造ﾎﾟｲﾝﾄ＞

1） 吐出口及び排出口にｱﾗｰﾑ付きﾃﾞｼﾞﾀﾙ流量計の設置
(吐出量の数値管理とともに、ﾉｽﾞﾙ詰まりなどを感知)

2） 電源のON、OFFをﾌﾞﾚｲｶｰのON、OFFと連動させる
(難燃剤の塗布忘れ、塗布し過ぎを防ぐ)
※ 難燃ﾀﾝｸのみの設定を見極めるために、ﾌﾞﾚｲｶｰとの連動を解くことも設定上できるようにしておく必要有り

3） 給水に際し、現状、水は必要量を計量してからﾀﾝｸへ投入している。
給水口に給水ﾒｰﾀｰを設置し、給水工数を簡略化する。

4） 1日塗布した量が適切かどうかのﾁｪｯｸには、ﾀﾝｸ内の減った量とﾌﾞﾚｲｶｰからの原料送り量の相関が成り立たねばならない。
現在、投入口を開き、塗布開始前と生産終了時にﾒｼﾞｬｰで液面の高さの差を逐一確認する必要有り。ﾀﾝｸへの異物混入を避けるために、ﾀﾝｸ外側から液面が見れるような透明管を設置。

図 4.12　難燃噴霧装置検証

【難燃希釈液の調整】

難燃希釈液は自動散布であるため、ｽﾄｯｸ室への原料供給量によって難燃希釈倍率もしくはﾉｽﾞﾙ散布量を変化させねばならない。

	解砕原料	ﾉﾝｲｵﾝNT-50	ﾃﾞﾉﾝ-1895	水	ﾀﾝｸ内高さ
希釈液 A	2,000 kg	100 kg (5缶)	800 g	91 kg	44 cm
希釈液 B	2,000 kg	100 kg (5缶)	800 g	121 kg	51 cm

今、ﾉｽﾞﾙ散布能力は、0.5L/minに設定してある (0.5L/min以下にすると、霧状散布にならない為、均一散布のﾐﾆﾏﾑ値である)

ｽﾄｯｸ室供給量 ※	希釈液	ﾉｽﾞﾙ散布	備考
250 kg/H 以下の場合	B	0.5 L/min	
251 ~ 300 kg/H	A	0.5 L/min	現行条件
301 ~ 350 kg/H	A	0.56 L/min	

※ ｽﾄｯｸ室供給量 ： 原料投入処理量 － 廃棄ｺﾞﾐ (ﾌﾛｱへのｻｲｸﾛﾝ分離 及び ﾛｰﾀﾘｰｶｯﾀｰ落ち)
現状、繊維原料のｽﾄｯｸ室供給量は 270kg/H 前後である。この数量は、ｻｲｸﾛﾝの金属除去条件にも依存するため、難燃剤散布条件の最適化には、日々のﾃﾞｰﾀ蓄積が重要となる。

図 4.13　難燃希釈液調整検証

4.5 成果及び課題

本事業における成果を図 4.14 から図 4.18 に示す。

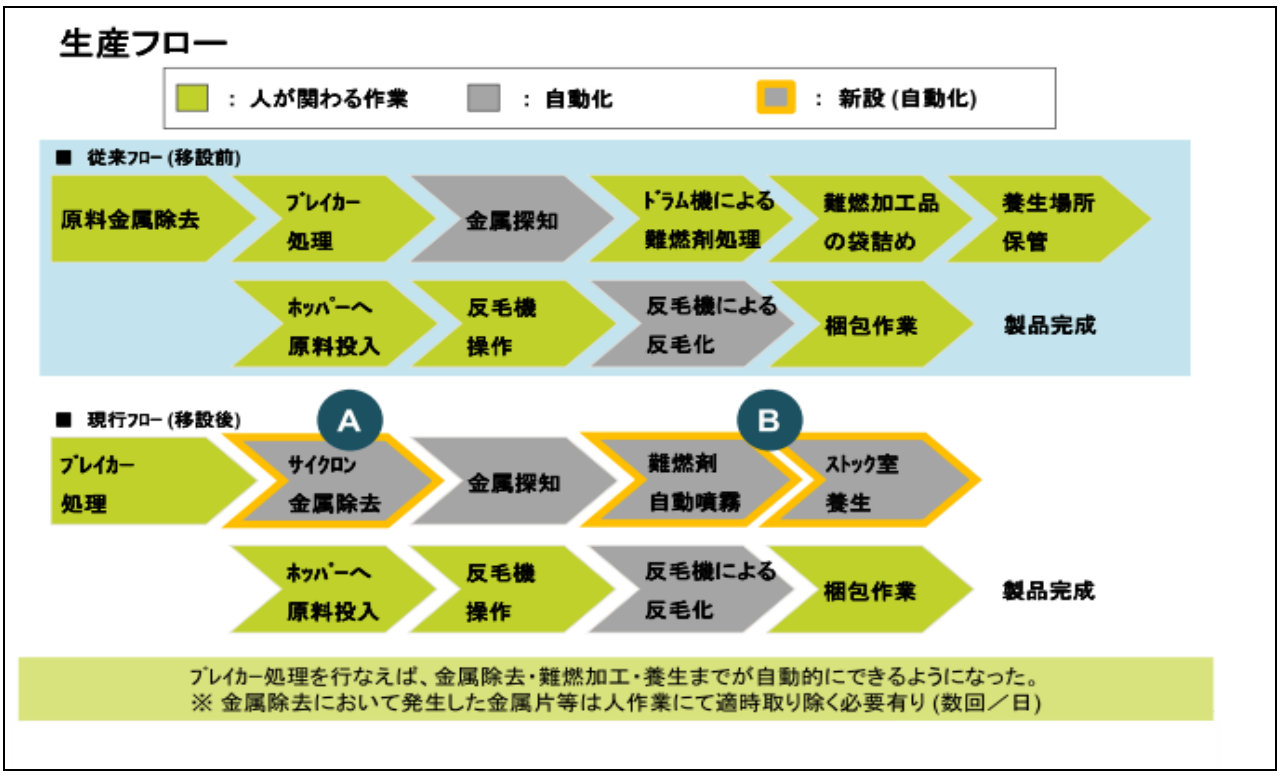


図 4.14　新規設備導入前後の生産フロー

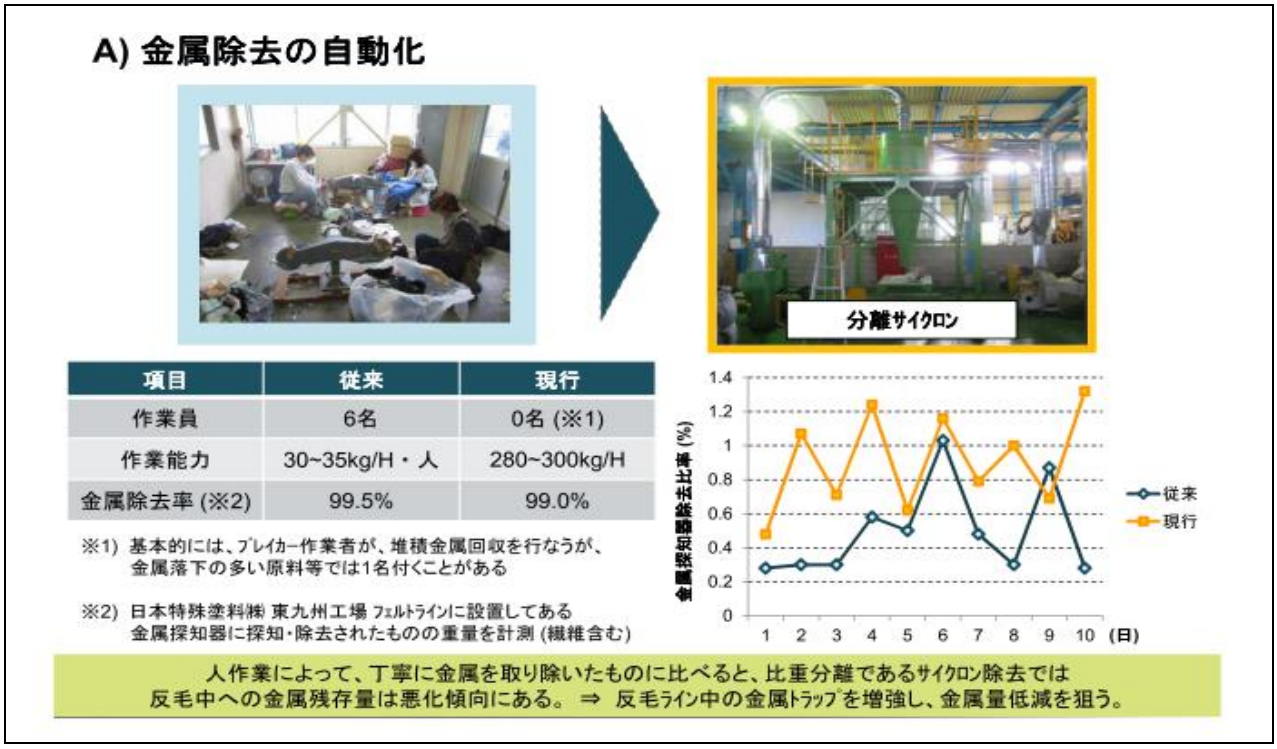


図 4.15　金属除去の自動化

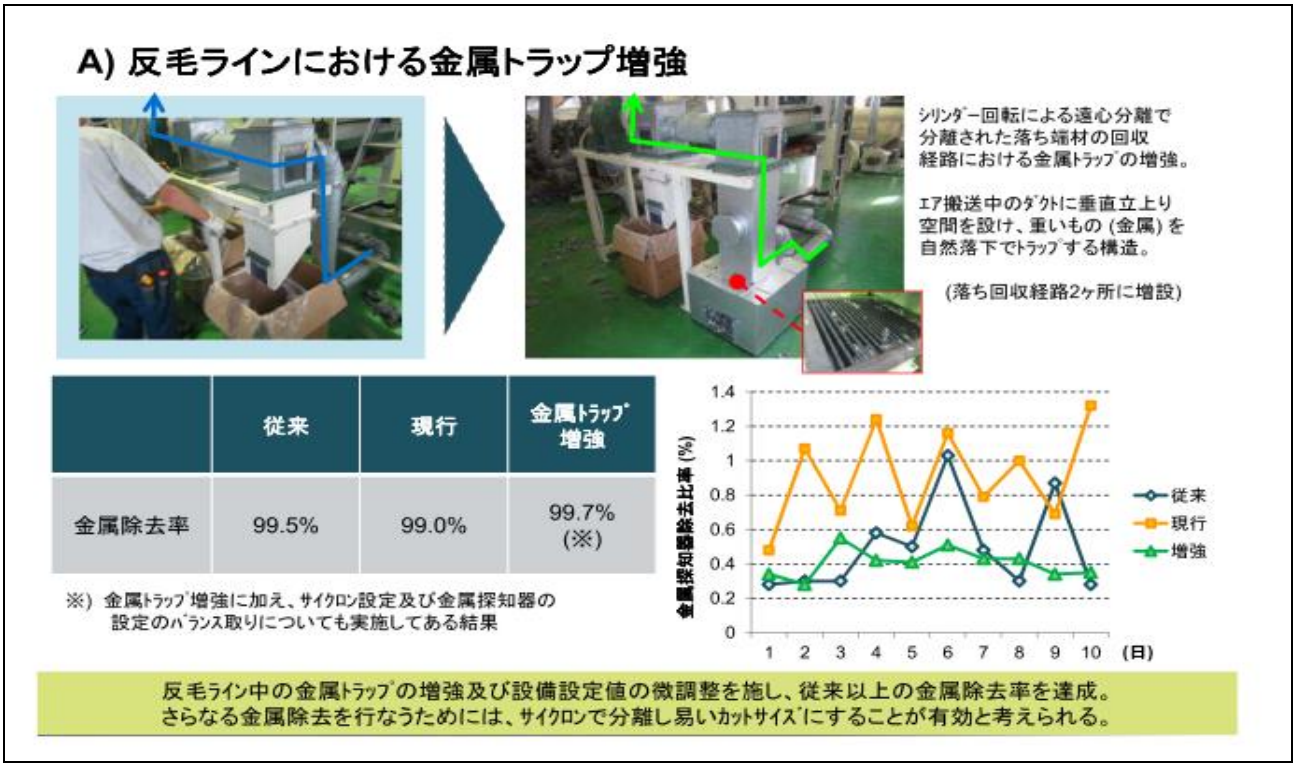


図 4.16　反毛ラインにおける金属トラップ増強

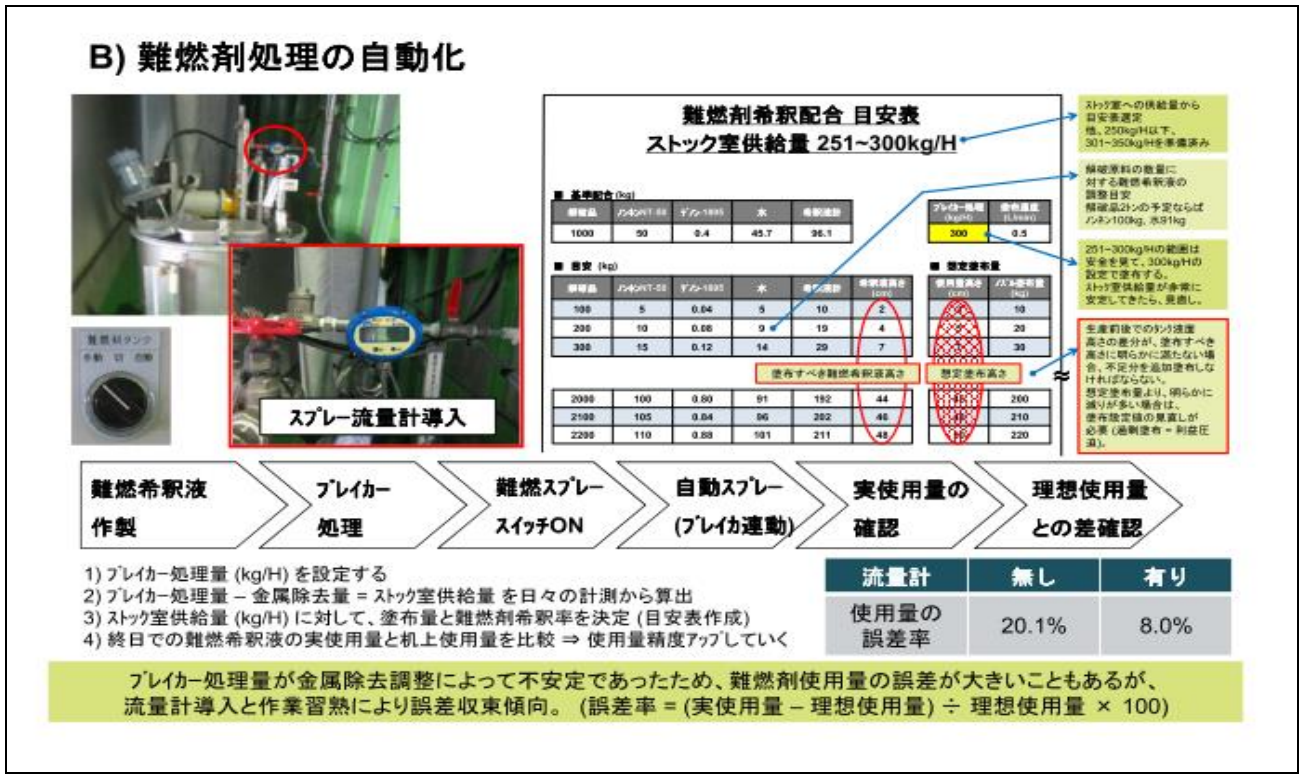


図 4.17　難燃剤処理の自動化

図 4.18　難燃剤処理原料の養生と搬送

新規設備導入の結果、課題は幾つか残るものの新規設備投入前の生産量 **120kg/h** が、**200kg/h 前後**まで引き上げられつつあり、設備導入が良い成果に結びついている。

課題としては、加工工程段階内においての長尺片が残ってしまう現象が起こる。今後は、図 4.19 ににあるように、事前にロータリカッター等の事前裁断工程を組込む事を検証し、更なる生産量向上と、設備過負荷低減と金属除去率アップ、最終的には生産量を **240kg/h～300kg/h（平均 270kg/h）** を目指す。

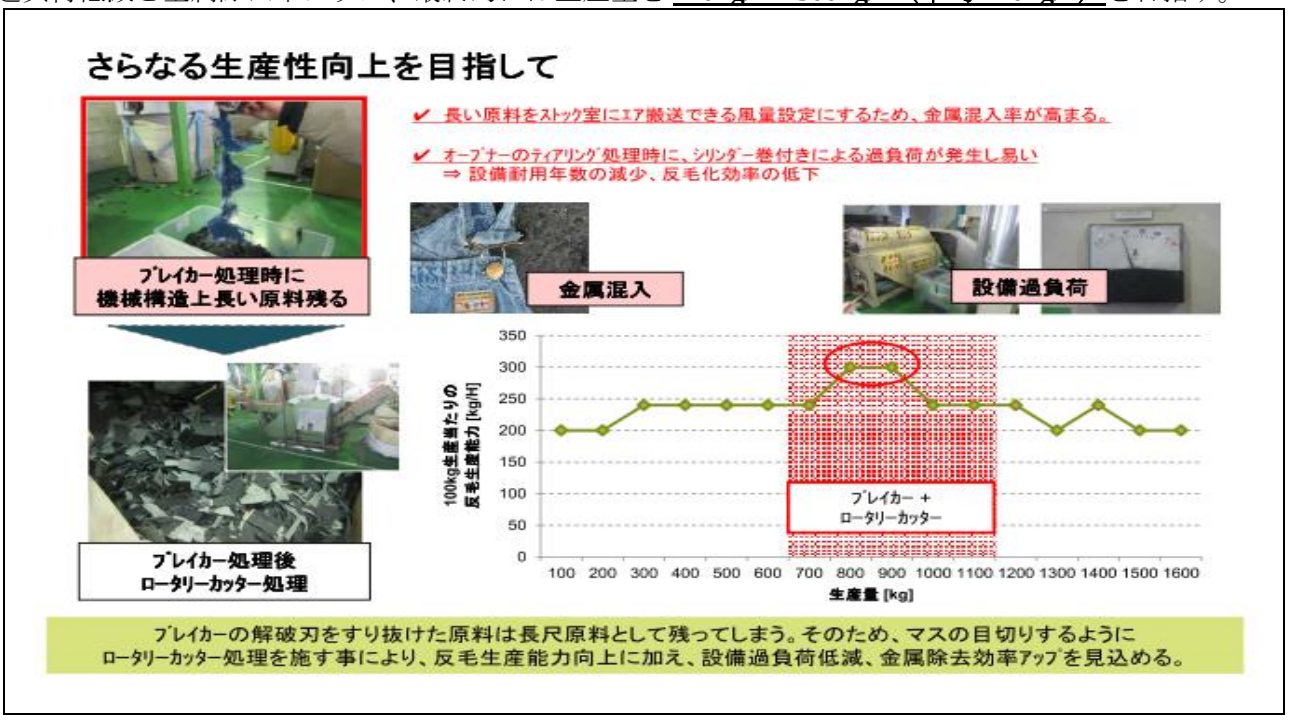


図 4.19　さらなる生産量向上を目指して

5. 環境性評価

5.1 GHG 削減効果の評価

5.1.1 ベースライン（オリジナルシステム）

図 5.3A1 にある 254,725kg の単純焼却、及びB2にあるリサイクルと同機能の新規材 221,500kg の製造から排出される CO2e [注1] 量と C1 にある 254,725kg のリサイクル実施（成果物 221,500kg）から排出される CO2 量を比較することにより GHG（主として CO2）の削減効果を算出する。

算出条件

＊リサイクルは反毛リサイクル(反毛綿⇒フェルト化　開ループリサイクル)

＊リサイクル反毛綿と同機能を有する新規材はポリエステル綿

＊輸送による CO2 の排出は域内輸送であり、輸送距離、手段等に幾分かの相違があるとしてもその影響は軽微であると判断し算出対象外とする。

輸送による CO2 排出例:トラック輸送:4 トン車積載率 50％で 0.308kg-CO2e/tkm

出所:LCA soft MILCA 搭載データ

別途、参考として図 5.3B2の新規衣料品(78,953kg)とC2のリユースとの GHG 排出比較をおこなう。

（注 1　使用データに CO2 と CO2e が混在しているため、又 CH 4、N 2O 等の排出が微量であることから、以下すべて CO2 とする。）

5.1.2 機能単位

北九州域内で回収された使用済衣料品、及び原料として購入した使用済衣料品(計 254,725kg)

化合繊比率を 62.5%、ポリエステル繊維の炭素含有量を 63％とする。

（ポリエステルを化合成繊維の代表値とする。衣料用途ではポリエステルが化合成繊維の 80%以上を占めているため。）

5.1.3 使用データ

使用済衣料品回収量及びリサイクル量　電力量使用量　難燃剤投入量

NCS（回収事業者含む）実測値（2014 年 5 月~2015 年 2 月）

ポリエステル炭素含有量　反毛リサイクルと同機能の新規材製造による炭素量　新規ポリエステル綿製造

繊維製品（衣料品）の LCA 調査報告書　2009 年 5 月 経済産業省製造産業局　繊維課

（以下 LCA 調査報告書とする。）

化合成繊維比率

日本化学繊維協会　http://www.jcfa.gr.jp/about/environment/recycle.html

難燃剤（三酸化アンチモンの製造）

LCAsoft MILCA 搭載データ

電力 1kwhCO2 排出係数

九州電力 2013 年度 CO2 排出係数（環境省）

5.1.4 バウンダリー(システム境界)

図 5.3 に記載

5.1.5 評価結果

リサイクル効果

表 5.1 の“①2014 年 5 月～2015 年 2 月のリサイクル処理による削減量”と図 5.1 で示したように使用済衣料品 255t をリサイクル（C 事業実施時の排出量）することにより 125t-CO2 の排出となったが、単純焼却（A ベースラインの排出量）により 368t-CO2 と反毛リサイクルと同機能の新素材の製造（B 事業実施の代替分）から 743t-CO2 が排出されるので、削減効果（CO2 削減効果（A+B）-C）は 985t-CO2 となった。

単純焼却を除くリサイクルによる反毛材と代替新規材（ポリエステル綿）のみの比較でも 617t の削減効果が見られた。

1t 当りについても表 5.1“②1t 当りの削減量”及び、CO2 排出削減効果を図 5.1 で示しているが、実施前と比較して約 3,867kg-CO2/t の削減、焼却による排出を除いても 2,423kg-CO2/t の削減効果があった。

（1）CO2削減効果算出結果

①2014年5月～2015年2月のリサイクル処理による削減量

	項目	処理量(t)
	2014年5月～2015年2月 リサイクル処理量	255

カテゴリ	項目	排出量 (t-CO2/処理
A	ベースラインの排出量	368
B	事業実施時の代替分	743
C	事業実施時の排出量	125
削減量	**CO2削減効果（A+B）-C**	**985**
	CO2削減効果+B-C	**617**

②1t当りの削減量

カテゴリ	項目	排出量 kg-CO2/t
A	ベースラインの排出量	1,444
B	事業実施時の代替分	2,915
C	事業実施時の排出量	492
削減量	**CO2削減効果（A+B）-C**	**3,867**
	CO2削減効果+B-C	**2,423**

表 5.1　リサイクル効果

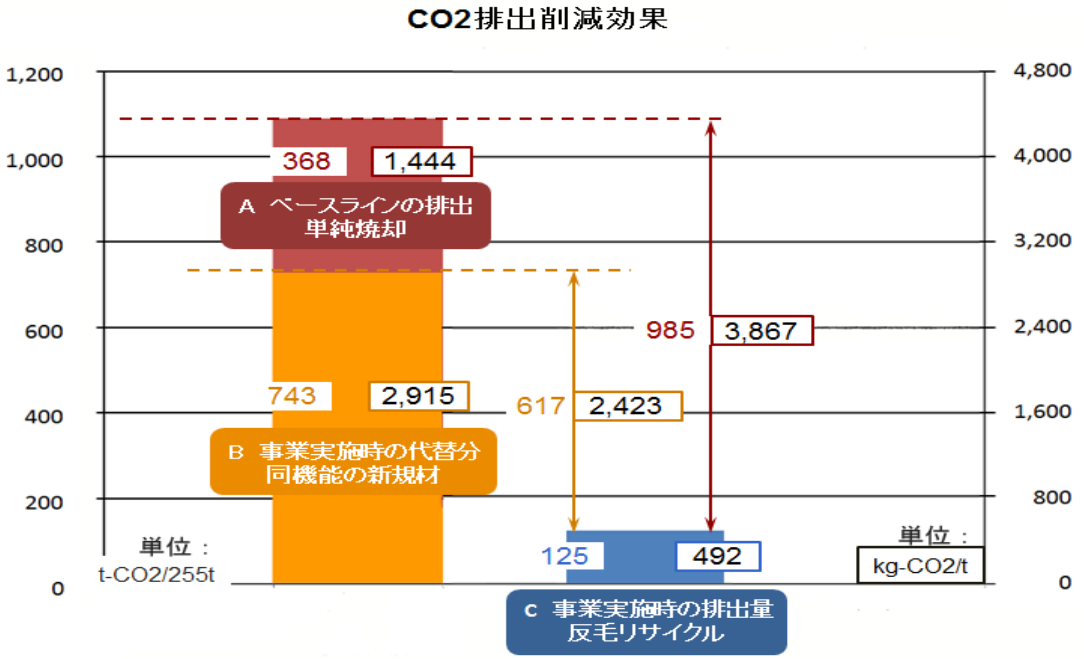


図 5.1　CO2 排出削減効果

算出結果の詳細と根拠

表 5.2 と表 5.3 で算出結果の詳細とその根拠（データの出典、計算手法等）を示したが、

① ベースライン

A 使用済衣料品の単純焼却

使用済衣料品 254,725kg(A01)のポリエステル(合成繊維代表値)炭素含有率を 63% (A02)、合成繊維率を 62.5%(A03)とした。そこから使用済衣料品の炭素比率が 39.4%と推計されるので、CO2 排出原単位を 1.444kg-CO2/kg(A04)とした。

＊使用済衣料品の繊維比率が不明のため消費量で代替した。

＊繊維の衣料用途ではポリエステルが化合成繊繊の 80%以上を占めるためポリエステルを、合成繊維の代表値とした。

又、算出は使用済衣料品（合成繊維）由来のみとし、焼却処理由来の排出は対象外とした。

その結果、254,725kg の単純焼却により 367,759kg-CO2 の排出があり 1kg当りでは 3,352kg の排出となった。

B 反毛リサイクル材と同機能の新規材の製造

254,725kg の反毛リサイクルにより成果物として 211,500kg の反毛綿が産出されるが、それと同量、同機能の新規材をポリエステル綿とした。（自動車内装材の製造では新規材料を使用する場合は、難燃ポリエステルが用いられている。）

新規ポリエステル綿製造による排出原単位は LCA 調査報告書 P20 リサイクルと新規製造のフェルト（二酸化炭素、単位：C-kg）から CO2 換算で 0.914kg-CO2/kg(B02)とした。

これより新規製造による CO2 の排出量は 742,552kg、1t 当り 3,352kg となった。

但し、新規材には反毛で使用している難燃剤は含んでいない。

② 事業実施後

C 反毛リサイクル

254,725kg の反毛リサイクルから 211,500kg の反毛綿を産出するために 121,759kwh の電力(C01)と 11,075kg の難燃剤(C03)を使用する。又 33,225kg のロス(C05)は焼却廃棄をおこなっている。各々の CO2 排出原単位が電力 0.613kg-C/kwh(C02)、難燃剤 0.239kg-C/kg(C03)、単純焼却 1.444kg-C/kg(A03)なので、CO2 の排出は 125,262kg-CO2、1t 当りでは 492kg-CO2 となった。

（2）算出結果の詳細

①ベースライン

使用済み衣料品254,725kgの単純焼却によるのCO2排出量

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				総排出量 kg-CO2/処理量	1t当り排出量 kg-CO2/t
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位		
A	1	単純焼却処理廃衣料品由来		ポリエステル繊維	1.0	kg	A02	ポリエステル繊維1kg当りの炭素含有量	0.630	kg-C/kg		
				使用済衣料品	1.0	kg	A03	使用済衣料品1Kg当りの合成繊維含有量	0.625	kg-C/kg		
			A01	使用済衣料品単純焼却	254,725	kg	A04	使用済衣料品単純焼却1kg当りのCO2排出量	1.444	kg-CO2/kg	367,759	1,444
		単純焼却処理焼却処理由来		対象外とした。								
	合計										**367,759**	**1,444**

反毛リサイクル材と同機能を持った新規材のCO2排出量（新規材製造は221,500kg　使用済衣料品1t当りの反毛リサイクル同量の新規材は870kg）

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				総排出量 kg-CO2/処理量	1t当り排出量 kg-CO2/t
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位		
B	1	新規材の製造	B01	新規製造ポリエステル綿（自動車内装材）	221,500	kg	B02	新規ポリエステル綿1kg製造当りのC排出量	0.914	kg-C/kg		
							B03	新規ポリエステル綿1kg製造当りのCO2排出量	3.352	kg-CO2/kg	742,552	3,352
	合計										**742,552**	**3,352**

②事業実施後

反毛リサイクル綿製造によるCO2排出量（254,725kgの投入に対して反毛量は221.500kg）

カテゴリ	NO	プロセス	活動量				排出原単位				総排出量 kg-CO2/処理量	1t当り排出量 kg-CO2/t
			参照番号	項目名	数値	単位	参照番号	原単位名	数値	単位		
C	1	反毛リサイクル	A01	処理量（焼却・リサイクル共通）	254,725	kg						
			B01	リサイクル量（成果物）（自動車内装材）	221,500	kg						
			C01	電力使用量	121,759	kwh	C02	九州電力2013年度実排出係数	0.613	kg-CO2/kwh	74,638	293
			C03	難燃剤投入量	11,075	kg	C04	LCAsoft　MILCA搭載データ	0.239	kg-CO2e/kg	2,647	10
			C05	焼却廃棄量(ロス)	33,225	kg	A03	使用済衣料品1kgあたりのCO2排出量	1.444	kg-CO2/kg	47,977	188
				フレコン（梱包材）は再利用するため対象外とした。								
	合計										**125,262**	**492**

表 5.2 算出結果の詳細

データの根拠：活動量及び原単位のデータの計算式、出典等

<table>
<tr><th>カテゴリ</th><th>NO</th><th>プロセス</th><th>活動量/原単位</th><th>参照番号</th><th>データ項目</th><th>数値</th><th>単位</th><th>計算式、説明</th><th>出典</th></tr>
<tr><td rowspan="6">A</td><td rowspan="6">1</td><td rowspan="6">単純焼却処理
廃衣料品由来</td><td>活動量</td><td>A01</td><td>処理量
（焼却・リサイクル共通）</td><td>254,725</td><td>kg</td><td>リサイクル原料購入分＋一般家庭回収分（別紙1　A1 C1）</td><td>2014年5月～2015年2月
NCS実績値</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>A02
(非公開)</td><td colspan="4">ポリエステルの炭素含有率 63%

資料36　繊維製品および廃プラスチックの燃焼に関する参考データ
注：焼却時の二酸化炭素は、廃棄物が完全燃焼したものとみなした計算値。

表1　繊維製品の燃焼熱および燃焼に伴うCO_2、NOx、SOxの算出
<table>
<tr><th>区分</th><th>燃焼熱（kcal/g）</th><th>C含有率</th><th>N含有率</th><th>S含有率</th></tr>
<tr><td>綿</td><td>3.9</td><td>44%</td><td>－</td><td>－</td></tr>
<tr><td>羊毛</td><td>4.9</td><td>35%</td><td>13%</td><td>7%</td></tr>
<tr><td>ポリエステル</td><td>5.7</td><td>63%</td><td>－</td><td>－</td></tr>
</table>
注1：燃焼熱はNIKKEホームページから引用。（http://www.nikke.co.jp/wool/wool02-3.html）
注2：「被服材料学」，さんえい出版(1986) に記載の羊毛ケラチンの組成を引用。
注3：綿は$(C_6H_{12}O_5)n$、ポリエステルは$(-O(CH_2)_2OOC-C_6H_4-CO-)n$の分子式からC含有率を計算。

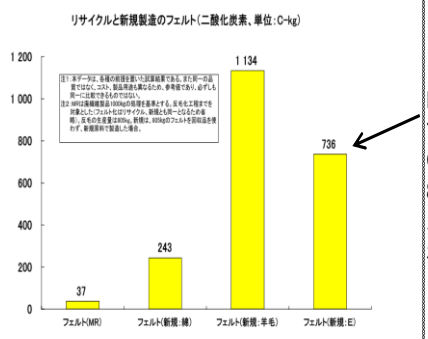
炭素量比率をCO2に換算44/12</td><td>LCA調査報告書
－資料編－</td></tr>
<tr><td></td><td>ポリエステル繊維1kg当りの炭素量</td><td>0.630</td><td>kg</td><td>ポリエステル繊維炭素含有率から</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>A03</td><td colspan="3">国内消費量の化合繊比率 62.5%
2008年度国内繊維消費量240万トン。 化合繊、国内最終消費量は150万トン･･･。
用途別に見ると、国内最終消費量の大半は衣料用･･･。</td><td rowspan="2">日本化学繊維協会
http://www.jcfa.gr.jp/about/environment/recycle.html</td></tr>
<tr><td></td><td>使用済衣料品1Kg当りの合成繊維量</td><td>0.625</td><td>kg</td><td>化合繊繊維構成比率から</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>A04</td><td>使用済衣料品1kg当りの単純焼却によるCO2排出量</td><td>1.444</td><td>kg</td><td>A02(0.630)＊
A03(0.625)*44/12</td><td>A02及びA03</td></tr>
<tr><td rowspan="4">B</td><td rowspan="4">1</td><td rowspan="4">新規材の製造</td><td>活動量</td><td>B01</td><td>新規製造ポリエステル綿
（自動車内装材）
反毛リサイクル（成果物）共通</td><td>221,500</td><td>kg</td><td>別紙1（ B1）</td><td>2014年5月～2015年2月
NCS実績値</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>B02</td><td> 
</td><td>P20　リサイクルと新規製造のフェルト（二酸化炭素、単位：C-kg）
805kgのポリエステル新規フェルト製造で736kg-Cが排出される。</td><td rowspan="3">LCA調査報告書</td></tr>
<tr><td></td><td>新規ポリエステル綿1kg製造当りの炭素排出量</td><td>0.914</td><td>kg-C/kg</td><td>=0.736kg-C/0.805kg</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>B03</td><td>新規ポリエステル綿1kg製造当りのCO2排出量</td><td>3.352</td><td>kg-CO2/kg</td><td>=0.914kg-C＊44/12</td></tr>
<tr><td rowspan="5">C</td><td rowspan="5">1</td><td rowspan="5">反毛リサイクル</td><td>活動量</td><td>C01</td><td>電力使用量</td><td>121,759</td><td>kwh</td><td></td><td>2014年5月～2015年2月
NCS実績値</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>C02</td><td>電力1kwhのCO2排出量</td><td>0.613</td><td>kg-CO2/kwh</td><td>九州電力2013年度実排出係数</td><td>九州電力公開情報
（環境省）</td></tr>
<tr><td>活動量</td><td>C03</td><td>難燃剤投入量</td><td>11,075</td><td>kg</td><td></td><td>2014年5月～2015年2月
NCS実績値</td></tr>
<tr><td>原単位</td><td>C04</td><td>難燃剤1kg当りの製造のCO2排出量</td><td>0.239</td><td>kg-CO2/kg</td><td>難燃剤：三酸化アンチモンの製造</td><td>（LCAsoft　MILCA搭載データ）</td></tr>
<tr><td>活動量</td><td>C05</td><td>焼却廃棄量(ロス)</td><td>33,252</td><td>kg</td><td>別紙1（C3）</td><td>2014年5月～2015年2月
NCS実績値</td></tr>
</table>

表 5.3　データの根拠

—参考—　リサイクル感度分析

感度分析（熱源回収）

反毛リサイクル 254,725kg を熱回収として廃棄物発電をした場合の削減効果を参考として算出する。算出条件として表 5.4 にあるその他は絹・麻等と推測されるため綿とし、化合成繊維の代表値をポリエステルとすると、表 5.5 の繊維別別発熱量と繊維別重量(254,725kg)から総発熱量が 1.293.e+09kcal となる。

この熱量(kcal)を表 5.6 通り電力に換算(kwh)し、発電効率（10%、20%、30%）を掛けすると発電力量となる。廃棄物発電での発電効率 30%は最高位のものと考える。表 5.6 の通りこの電力量を九州電力で発電すれば排出係数 0.613 から九州電力の CO2 排出量を求めることができる。発電効率 30%ならば約 450 千 kwh の発電量があり、同量の電力を九州電力で発電すると 276t-CO2 の排出となるのでこれが削減効果といえる。

図 5.2 で反毛リサイクルの比較をしているが。熱回収よりも反毛リサイクルの方が圧倒的に削減効果が高いことが判明した。

表 5.4　衣料品の繊維比率

衣料品の繊維比率

	A	⇒ B
綿	30.0%	32.5%
羊毛	5.0%	5.0%
化合成繊維 ポリエステルで代表	62.5%	62.5%
その他	2.5%	綿にする
	100%	100%

日本化学繊維協会　HP繊維リサイクルへの対応から

表 5.5　使用済衣料品 254,725kg の発熱量

使用済衣料品254,725kgの発熱量

	繊維1kg当りの発熱量		使用済衣料品繊維別重量		使用済衣料品繊維別発熱量	
綿	3,900	Kcal/kg	82,786	kg	3.229.E+08	kcal
羊毛	4,900	Kcal/kg	12,736	kg	6.241.E+07	kcal
ポリエステル	5,700	Kcal/kg	159,203	kg	9.075.E+08	kcal
合計			**254,725**	**kg**	**1.293.E+09**	**kcal**

LCA調査報告書 －資料編－資料36　繊維製品および廃プラスチックの燃焼に関する参考データから

発電効率別の電力量を九州電力で発電した場合のCO2排出量

熱量		電力換算	電力量		発電効率	発電力量		CO2排出係数	CO2排出量			
1.293.E+09	kcal	1.162.E-03	1.50.E+06	kwh	10%	150,215	kwh	0.613	92,082	kg-CO2	92	t-CO2
					20%	300,430	kwh		184,164	kg-CO2	184	t-CO2
					30%	450,645	kwh		276,246	kg-CO2	276	t-CO2

1 kcal⇒1.162.E-03 kwh　　排出係数九州電力2013年

表 5.6　発電効率別の電力量を九州電力で発電した場合の CO2 排出量

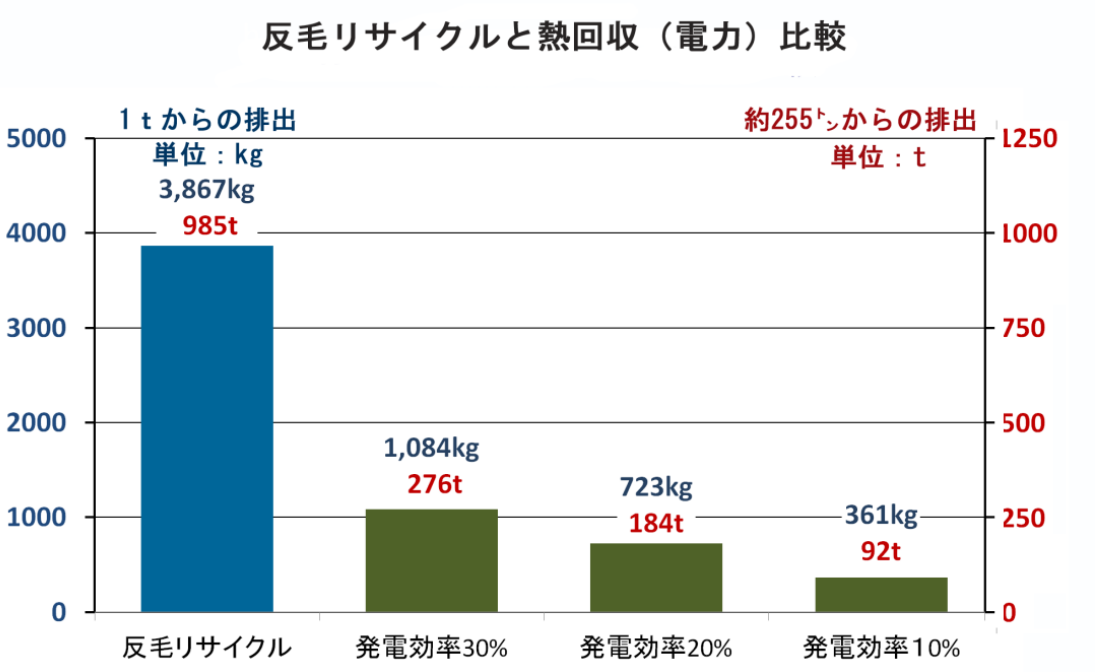


図 5.2　反毛リサイクルと熱回収（電力）比較

―参考―　リユース効果

衣服のライフサイクルからの CO2 排出は原材料段階（生地）で概ね 60～70％を占めているが、図 5.3C2のリユース 78,953kg は服種は判明しているが使用生地が不明なので服種からの推定となる。

新規衣料品からリユースまでのライフサイクルを考えると以下のフローとなる。

1 原材料製造⇒2 衣服製造⇒ 3 販売⇒4 着用(洗濯)⇒ 5 リユースをおこない

リユース品は　1　製造不要⇒2 **製造**不要⇒ 3 販売⇒4 着用(洗濯)⇒ **5 廃棄焼却・リサイクル**となる。

そこでリユースによる CO2 の排出削減効果を算出するために以下の条件で考える。

① 新規製造衣料品の耐用年数を 6 年とし、A が 3 年間の着用後にリユースをおこない新規衣料品を購入する。B がそのリユース品を 3 年間着用し廃棄焼却をする。

② リユースのために必要な処理(洗濯等：1 回のみ)は着用時の頻度から考え影響小さいため算定外とする。

③ リユースによる CO_2 は3と 4 においても排出されるが、新規製造衣料品と同量と見なす。

そこから 3 年間での着用後廃棄と比較すると商品の寿命が 2 倍となるのでリユースによる削減は製造段階までの環境負荷の半分になると考える。

④ 5廃棄段階での削減もあるが、製造段階での削減効果のみを考える。

⑤ 服種ごとの排出原単位は

LCA 調査報告書　表 5.9 衣料品１ｔの製造における累積エネルギー・環境負荷とカーボンフットプリントコミュニケーションプログラム（チクマ分）から CO2 の排出量が近しいと思える服種をリユース対象服種の代替とした。

以上から、表 5.7 で示したように約 79ｔの衣服製造による CO2 排出量は約 1,196ｔとなったが着用期間を考慮すれば 1/2 の 598t(重量比 7.6 倍)の削減効果があるといえる。

それ以外にリユースによる焼却回避、あるいはリユース後の処理をリサイクルする可能性があることを考えればより一層の CO2 削減効果がある。

リユース代替品アイテム別CO2排出量

リユース実施衣料品	代替衣料品	重量		代替衣料品主材料混率	CO2排出原単位		CO2排出量		参照番号
A. 2014年5月～9月（排出量はBから按分		18,420	kg				279	t -CO2	
B. 2014年10月～　2015年12月									
背広上下	スーツ	784	kg	毛100	39.8	kg-CO2/kg	31	t -CO2	C2-1
子供服	ブルゾン	6,802	kg	P/C	19.6	kg-CO2/kg	133	t -CO2	C2-2
トレーニング	ブラウス	1,979	kg	P100	20.2	kg-CO2/kg	40	t -CO2	C2-3
小物	ブラウス	2,714	kg	P100	20.2	kg-CO2/kg	55	t -CO2	C2-4
ジャンパー	ブルゾン	5,835	kg	P/C	19.6	kg-CO2/kg	114	t -CO2	C2-5
ウエス	ワンピース染色前	19,078	kg	綿	5.4	kg-CO2/kg	103	t -CO2	C2-6
インテリア	ワンピース染色後	1,142	kg	綿	10.7	kg-CO2/kg	12	t -CO2	C2-7
着物	スーツ生地まで	2,296	kg	毛100	18.9	kg-CO2/kg	43	t -CO2	C2-8
ズボン	特定企業用男性パンツ	3,792	kg	P100	22.1	kg-CO2/kg	84	t -CO2	C2-9
婦人服	女性事務服 ジャケット	3,381	kg	P100	17.2	kg-CO2/kg	58	t -CO2	C2-10
シャツ	女性事務服長袖ブラウス	2,150	kg	P92綿8	23.7	kg-CO2/kg	51	t -CO2	C2-11
合繊セーター	学生用ニットセーター	5,360	kg	毛30AC70	18.1	kg-CO2/kg	97	t -CO2	C2-12
毛糸(セーター)	学生用ニットセーター	1,869	kg	毛30AC70	18.1	kg-CO2/kg	34	t -CO2	C2-13
ハイウール（毛100%)	学生用ニットセーター	3,351	kg	毛30AC70	18.1	kg-CO2/kg	61	t -CO2	C2-14
B小計		60,533	kg				917	t -CO2	
合計		78,953	kg				1,196	t -CO2	

表 5.7　リユース代替品アイテム別 CO2 排出量

表 5.8　リユース服種別原単位

リユース服種別原単位

参照番号	リユース実施服種	出典、算出手法等	代替服種	主材料混率	原料～製造累計値		重量kg/着	CO2排出原単位	
C2-1	背広上下	① 繊維製品（衣料品）のLCA調査報告書　2009 年 5 月 表7　衣料品1tの製造における累積エネルギー・環境負荷	スーツ	毛100	10,842	kg-C/t		39.8	kg-CO2/kg
C2-2	子供服		ブルゾン	P/C	5,350	kg-C/t		19.6	kg-CO2/kg
C2-3	トレーニング		ブラウス	P100	5,507	kg-C/t		20.2	kg-CO2/kg
C2-4	小物		ブラウス	P100	5,507	kg-C/t		20.2	kg-CO2/kg
C2-5	ジャンパー		ブルゾン	P/C	5,350	kg-C/t		19.6	kg-CO2/kg
C2-6	インテリア	①ー資料編：資料15　ワンピース製造の工程別原単位データ④綿反物の縫製（ワンピース）	ワンピース生地まで	綿	1,473	kg-C/t		5.4	kg-CO2/kg
C2-7	ウエス		ワンピース生地まで	綿	5,155	kg-C/t		18.9	kg-CO2/kg
C2-8	着物	①ー資料編：資料16　スーツ製造の工程別原単	スーツ生地まで	毛100	9,177	kg-C/t		33.7	kg-CO2/kg
C2-9	ズボン	登録番号　CR-AO03-12005　MS639	特定企業用男性パンツ	P100	8.35	kg-CO2/着	0.378	22.1	kg-CO2/kg
C2-10	婦人服	登録番号　CR-AO03-13001　NF4524	女性事務服ジャケット	P100	10.43	kg-CO2/着	0.608	17.2	kg-CO2/kg
C2-11	シャツ	登録番号　CR-AO04-15001　AR1440	女性事務服長袖ブラウス	P92綿8	5.87	kg-CO2/着	0.248	23.7	kg-CO2/kg
C2-12	合繊セーター	登録番号　CR-AO03-12009　CK400	学生用ニットセーター	毛30AC70	6.79	kg-CO2/着	0.375	18.1	kg-CO2/kg
C2-13	毛糸(セーター)	登録番号　CR-AO03-12009　CK400	学生用ニットセーター	毛30AC70	6.79	kg-CO2/着	0.375	18.1	kg-CO2/kg
C2-14	ハイウール（毛100%）	登録番号　CR-AO03-12009　CK400	学生用ニットセーター	毛30AC70	6.79	kg-CO2/着	0.375	18.1	kg-CO2/kg
		カーボンフットプリントコミュニケーションプログラム　チクマ分 http://www.cfp-japan.jp/calculate/verify/permission.php?q=%E3%83%81%E3%82%AF%E3%83%9E&row=10							

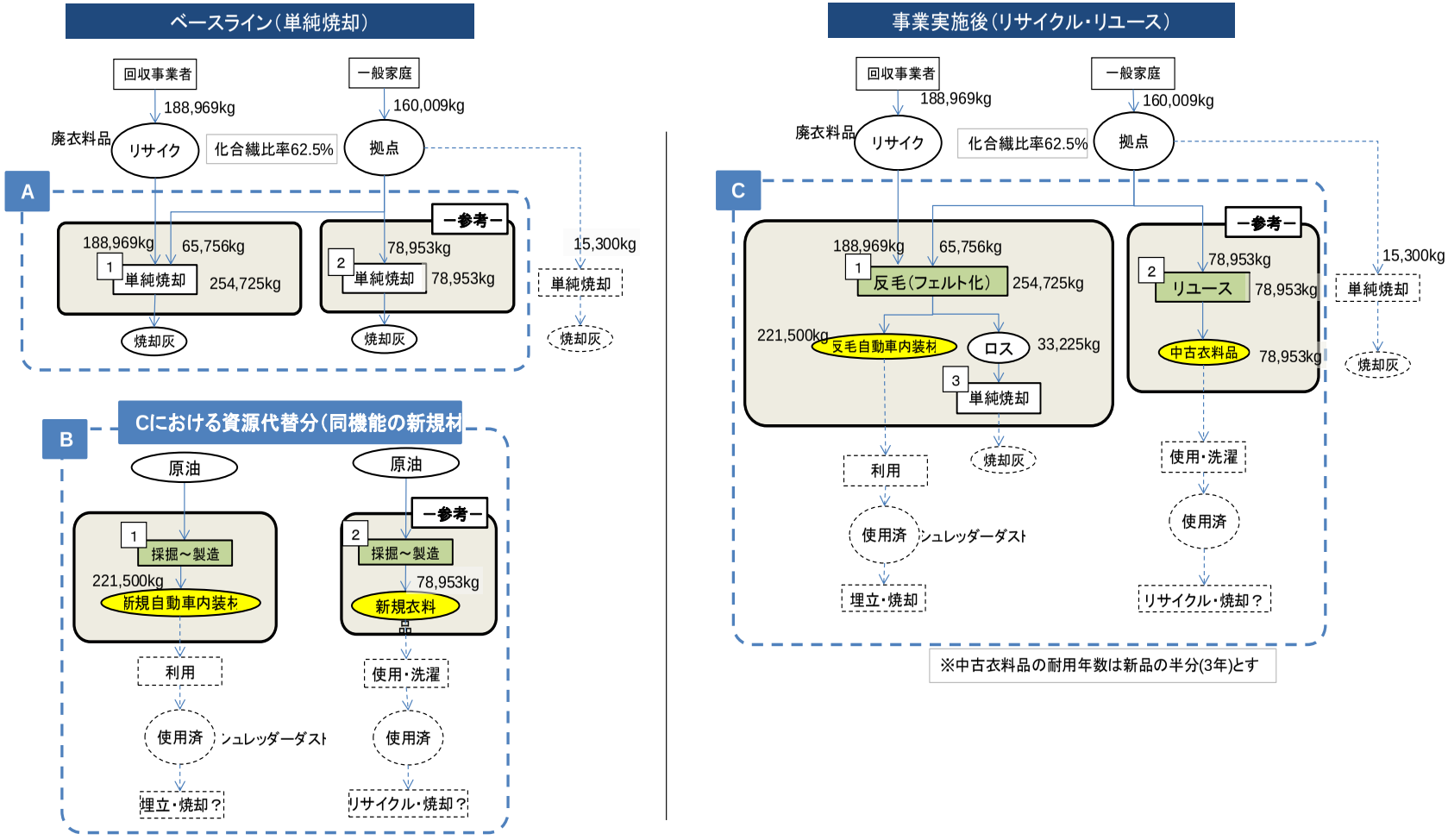
繊維製品（衣料品）のLCA調査報告書　2009 年 5 月

衣料品１トンの製造における累積エネルギー・環境負荷

項目	単位	ジャケット	ブラウス	ブルゾン	ワンピース	スーツ
消費エネルギー	MJ	797 296	403 146	401 847	334 659	762 893
資源エネルギー（参考）	MJ	39 229	56 737	33 483	0	13 952
CO_2	kg-C	11 198	5 507	5 350	4 544	10 842
SO_X	kg	26	17	13	8	22
NO_X	kg	34	19	14	10	31
固形廃棄物	kg	550	322	805	852	574
※製造着数／トン	着	1 917	8 240	2 637	2 026	1 245
仕様・前提		W50／E50の混紡、織り：ギャバ、染色：反染	E100、織り：ビエラ、染色：反染	C35／E65の混紡、織り：ツイル、染色：反染	C100、織り：ツイル、染色：反染	W100、織り：サキソニー、染色：糸染

表 5.9　衣料品 1t の製造における累積エネルギー・環境負荷

※ ○がモノ、□がプロセスとする。プロセスの番号は、算出結果のプロセスNOと合わせた。
※ 本来は「輸送」のプロセスがあるが、全体のCO2排出量に対して影響が小さいと考えられるため、省略
※ ▭ を評価（評価領域）。



反毛リサイクルと同機能の新規材（車内装材）をポリエステル100%のフィラメント綿とする。

図 5.3　ベースライン

6. 実証事業における実績値評価

本事業実施期間での北九州市内及びクリーニング店回収量では、当初予測回収量より大幅に減少。

リサイクル繊維を製造する際には、他原料（綿）を投入し各自動車メーカースペックに適したフェルト用原料を製造しなければならない。

本事業期間では、図 6.1 のとおり主となる回収量の大幅減少により、他原料投入量が増加した。

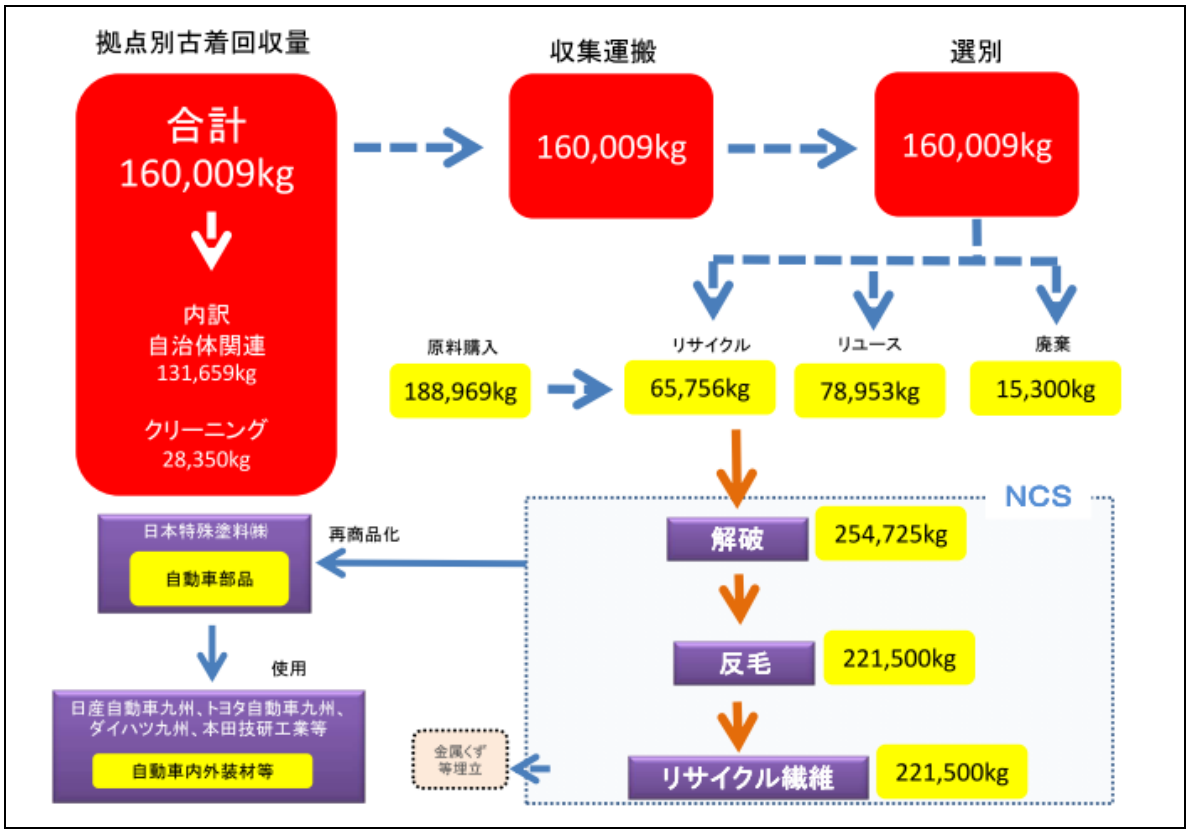


図 6.1　事業期間内における実績値

6.1 コスト評価

評価単位

評価単位として古着 1t あたりのコストを評価する。

（1）評価対象項目

コスト評価項目は下表の通りとする。

分類	費目	収集データ			負担者	古着収集によるコスト変化	
		人件費	材料費	その他			
備品	回収 BOX 購入費			○	K-NET㈱	古着回収により新たに発生	↑
収集	収集・運搬	○		○	K-NET㈱	古着回収専用車導入により増加	↑
選別	手選別	○		○	K-NET㈱	分別によりコスト増加	↑
再資源化処理	原料購入		○		㈱NCS	市中回収量増加に伴いコスト減少	↓
	一次破砕及び難燃加工	○	○	○	㈱NCS	処理量増加によりコスト減少（固定費負担）	↓
	反毛製造	○		○	㈱NCS	処理量増加によりコスト減少（固定費負担）	↓
廃棄	廃棄処理			○	㈱NCS	処理量増加によりコスト増加	↑
再資源化物売却	運搬			○	㈱NCS	生産量増加によりコスト増加	↑
	リサイクル繊維売却益				㈱NCS	生産量増加にり利益増加	↓

表 6.1 コスト評価項目

*1 再資源化処理に係る評価対象は、製造に係る材料費、労務費及び経費とする。

（2）コストデーター一覧（評価対象とした費目は、現在に至るまでの実績をもとに推計）

① 備品購入（負担者 K-NET㈱）

- 回収 BOX　20,000 円/個
  - BOX の大きさにより単価は変動。

② 収集運搬費（負担者 K-NET㈱）

- 収集運搬費　10,000 円/古着 t
  - 収集運搬については、10 円/kg で㈱サンケイに委託。

③ 選別（負担者 K-NET㈱）

- 手選別　8,837 円/古着 t

④ 原材料

- 古着　6,724 円/古着 t

⑤ 一次破砕及び難燃加工～反毛製造

- 人件費　17,694 円/古着 t
- 難燃剤　25,000 円/古着 t
- その他　32,751 円/古着 t

（3）推計結果

上記①②③の K-NET㈱負担分については、独自でリユースによる事業化を図っており再資源化に係る古着 1t あたりの製造コストには含めず推計した。

よって、古着 1t あたりの製造コストは**「82,169 円」**となり、㈱NCS が負担している。

6.2 原料の調達量、再資源化物の供給量及び需要量の推計

（1）古着の回収量

現状、北九州市における焼却量（約 17,000t/年）の 10%に値する 1,700t/年程度の古着回収が十分見込まれるとして原料の調達量及び再資源化物の供給量を年間ベースで推計した。

- 表 4-1　月別／拠点別回収量推移合計（10 ヶ月）　131t（実績値）
- 表 4-1　月別／拠点別回収量推移合計（年間）　157t（推定値）
- 見込み回収量（現状焼却量の 10%）　1,700t（目標値）

古着回収量については、回収量調査の結果より、以下のように、推計した。

◎計算条件

- 回収 BOX　50 ヶ所（1,200t/年）
- クリーニング店　150 ヶ所（500t/年）

合計　200 ヶ所（1,700t/年）

（2）再資源化物の供給量

回収された古着は選別業者を介して、リユース品と反毛原料となるリサイクル品に選別される。

選別業者とのヒアリングにより 53%が反毛原料として供給される。

- 反毛原料　901t/年（年間回収量 1,700t×53%）

（3）需要量の推計

日本特殊塗料㈱東九州工場での反毛製品を原料とした自動車用内外装材の製造は 1,200t/年の実績があることから、反毛原料として 850t/年受入れが可能と見込まれる。

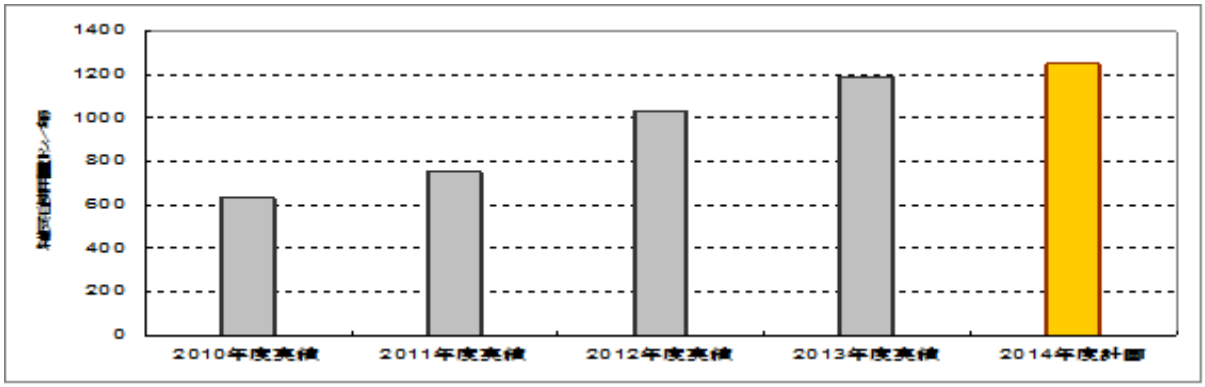


図 6.2　日本特殊塗料株式会社東九州工場における雑反毛使用実績と計画

図 6.2 に示したように、部品の受注数量の増加に合わせてその雑反毛の使用量も右肩上がりの増加傾向にある。2013 年度の実績は 1,190 トン／年と、約 100 ﾄﾝ／月使用するに至っており、2014 年以降もその使用量は堅調に推移すると見込んでいる。

6.3 事業性評価

（1）事業性評価の考え方

評価にあたり、モデルケースとして以下のケースを設定した。

モデルケース１（リユース／リサイクル併用モデル）

- 古着回収を本格的事業とし回収量の 47%をリユース、残り 53%をリサイクルにした場合のモデルにおける事業展開ケース
  - K-NET㈱による市中回収を想定する。
  - 回収した古着を選別し、リユース可能品はリユースへ。それ以外はリサイクル工程へと分け、それぞれに事業を想定する。

✧ 回収量は北九州市の古着焼却廃棄推計量（約 17,000t/年）の 10%を目標とする。事業性評価の設定条件としては以下の条件を想定する。

負担先		現状（実証事業期間）		モデルケース	
回収拠点		北九州市をを中心とした回収	回収拠点か限られており、効率的回収方法になっていない	北九州市のみならず、九州全地域による回収	回収ルートマップ等を活用し、効率的な回収運用を図ることができる
制服（ユニフォーム）		殆どなし	スポット対応	増加	定期便回収
K-NET㈱	収集運搬費	コストアップ	×	コスト削減	○
	リュース量	事業採算性ダウン	×	事業採算性アップ	○
	収支関係	支出増	×	収益増	○
㈱NCS	リサイクル量	投入量減	×	投入量増	○
	収支関係	支出増	×	収益増	○

表 6.2　事業評価のイメージ

（2）他地域への適用可能性

北九州市内における**「地域循環圏システム」**構築に際しては、以下の各事項が合致した事が大きな要因であった。

1）北九州市基本方針合致事項

・北九州市循環型社会形成推進基本計画の目標達成に向けた取組み
（H32 年度に 1 人あたり家庭ごみ量 470g 以下、リサイクル率 35%以上）

・地域循環圏の構築の具現化
（高い輸送効率による経済性確保、CO2 排出抑制に資する最適規模の循環圏形成）

・新成長戦略に掲げたリーディングプロジェクトの推進
（環境産業拠点形成、北部九州自動車 150 万台構想）

2）日本特殊塗料㈱工場立地地域：自動車用内外装材加工工場

3）再生品供給事業者立地：自動車用内外装材購入自動車メーカー等

4）行政からの事業立上げ時の助成金：初期機械設備導入費等

5）行政と一体となった事業体制つくり：官民共同事業体制

衣料品の回収リサイクルを実施している本事業は、他地域、特に都市圏において今後推進すべきシステムであり、「衣料品リサイクル文化の創出」は大きな役目を果す事業であると確信している。

平成 22 年度以降、北関東の茨城県が地域循環圏システム構築に向けた検討会並びに視察等を実施済みである。

- 平成 23 年 10 月 5 日（水）　茨城県議会環境商工委員会による㈱NCS 及び日本特殊塗料㈱工場視察
- 平成 24 年 10 月 9 日（火）　茨城県生活環境部「廃衣料品類リサイクル施策に係る訪問調査」による㈱NCS 工場視察

上記のとおり、県並びに県議ともに北九州市へ赴き古着リサイクルシステムに係る工場視察を実施するも、下記 4）事項の助成金等対象制度が無いため未だ検討段階に留まっている状況である。

1）茨城県環境基本方針・・・ごみ減量化とリサイクル率向上と合致

2）日本特殊塗料㈱工場立地地域・・・茨城県八千代町（県西）に立地済み

3）再生品供給事業者・・・近隣県に各自動車用内外装材購入自動車メーカー立地済み

4）行政からの事業立上げ時の助成金・・・**茨城県には対象制度が無い**

5）行政と一体となった事業体制つくり・・・茨城県としては前向きに検討

近隣県である埼玉県も事業賛同をしていることから、本事業を必ずや成功させ、首都圏においての可能性を追求したい。

7. 事業のまとめ

7.1 事業モデル及びフロー

（１）本事業の継続可能経営モデル

・古着回収量目標の 1,700t/年の範囲内で、採算ベースとして 1,440t/年を設定。

・古着回収量の内、選別を行い 47%をリユース、53%を反毛原料（リサイクル）とする。

- リユース　677t/年（K-NET㈱が経営可能となる量）
- 反毛原料（リサイクル）　763t/年

・本事業期間実績データを基に反毛原料製造採算ラインは、739t/年となる。

- 製造に必要な反毛原料・・・850t/年（歩留まりを考慮）
- 古着回収からの反毛原料不足 87t/年（850t－763t）は綿原料を中心に別途購入。

※ 自治体等を含めた古着回収で全量（850t/年）を賄えた場合であってもフェルト製品のスペック（一定量の綿混率確保）の関係から、別途原料（綿）購入が必要と考える。

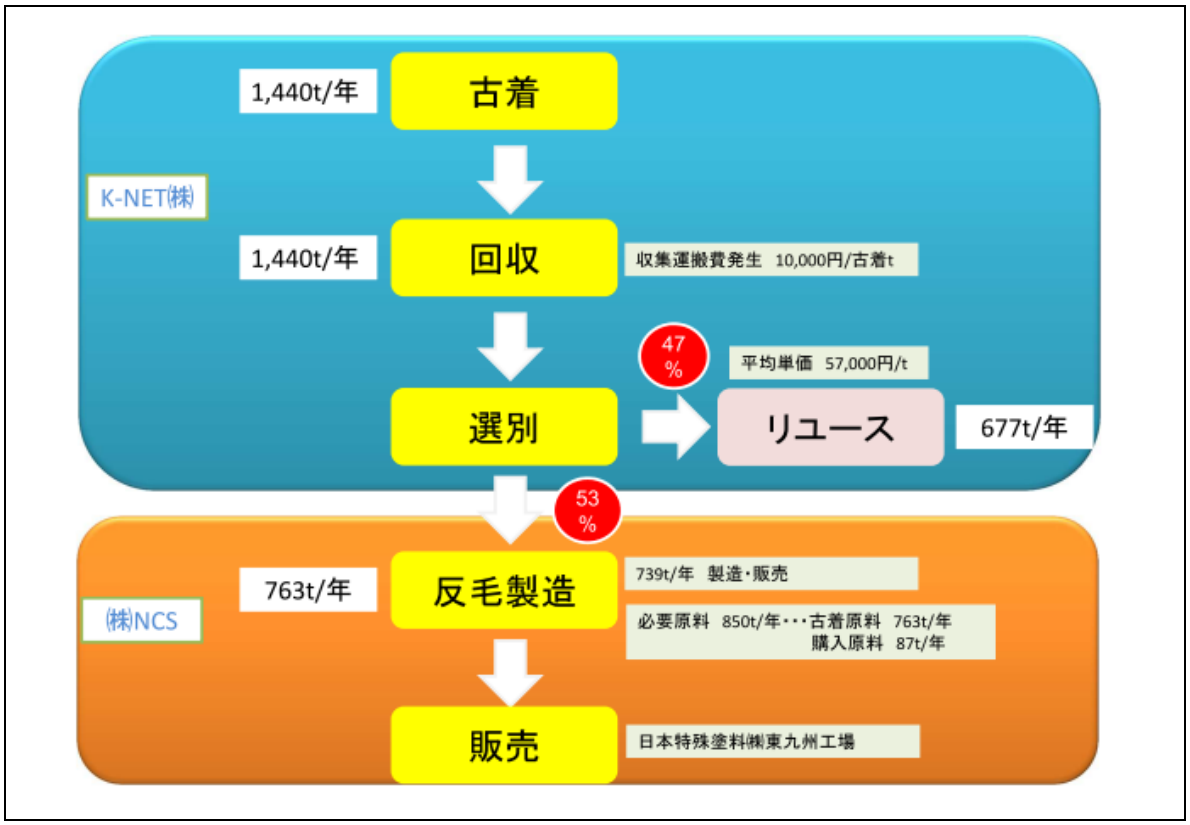


図 7.1　事業モデルフロー

7.2　事業の成果

本年度事業において成果を判断した場合、新規設備導入後では大きく生産量の増加が見込まれつつあり、また、課題等を解決する事により更なる生産量増加を見込むことが出来得る状況となった。

反面、一番の重要課題であった古着回収量が、企業経営を継続させるために必要な回収想定量120t/月（年間 1,440t）に対し様々な手法を検討するも、予定数の 10%～20%程度の回収量となっている。これら回収量の不足が、その原料不足を補うための高価な原料購入を余儀なくされ、売上に対し製造原価が上回る状況となった。

前述 7.1 事業モデル及びフロー並びに図 7.1 に示したとおり、2R （リユース&リサイクル）併用の「古着回収リサイクル事業」の事業採算を試算した場合、表 7.1 のとおり㈱NCS では売上 63,600 千円/年、それら製造に係る製造原価費用が 60,690 千円/年（内訳；材料費 23,400 千円/年、労務費 13,080 千円/年、その他経費 24,210 千円/年）と想定され、結果として、2,580 千円経常利益を得ることとなる。

また、回収選別事業者である K-NET㈱についても㈱NCS 同様、事業として採算がとれる可能性があることが判明した。

㈱NCS	単位：千円/年	回収選別事業 K-NET㈱	単位：千円/年
売上高	63,600	売上高	38,589
期首在庫	500	収集運搬費	14,400
製造原価	60,690	人件費	19,570
期末在庫	590	その他	4,458
売上総利益	3,000		
販管費及び一般管理費計	2,400		
営業利益	600		
営業外収益	2,400		
営業外費用	420		
経常利益	2,580	経常利益	161

表 7.1　事業計画書

7.3 事業の課題

①原料になる「古着」の回収量確保

北九州市との共同事業を開始する際、120t/月が最低回収量ラインとしていた。
しかしながら、予想を大きく下回る現状であることを踏まえ、**北九州市と連携して進めていく必要**がある。
勿論、NCS としても北九州のみならず周辺地域への営業活動を実施するほか、事業者が使用し、その殆どが焼却処理されているであろう**「制服（ユニフォーム）等」の回収リサイクル化も検討**することが望ましい。

②市民への普及活動と回収協力

別添「参考資料」のとおり北九州市市民の衣服リサイクルに対する意識は高い。
しかしながら、現状、回収 BOX 設置やクリーニング店頭回収を実施していることが市民の方々へ広く普及啓蒙されず、多くの方々が認知していない状況である。
広く本事業を認知願うため、今後「のぼり、ポスター、ちらし等」の**販促物等を作成することが必要**である。

③広域的事業パートナー（収集運搬）との連携

北九州市並びに周辺自治体での回収・リサイクル事業で実証事業を開始しているものの、今後、福岡市や九州全域への事業拡大を図っていく際に一番大きな課題となるのが「回収ネットワークシステムの構築」である。
地域拡大に伴う、**収集運搬事業者とのタイアップ**等を検討し、効率的且つコスト減となるよう宅配業者並びに地元収集運搬事業者等との協議を進めていくことが望ましい。

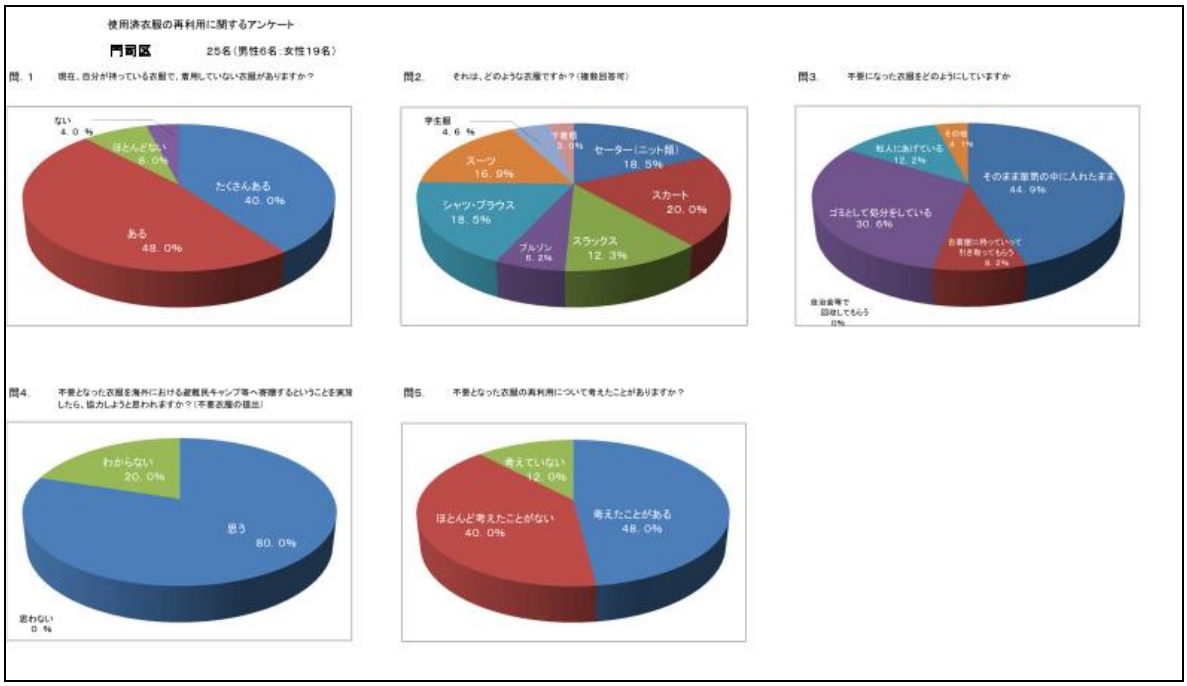
④管轄行政での「資源」扱いの実施

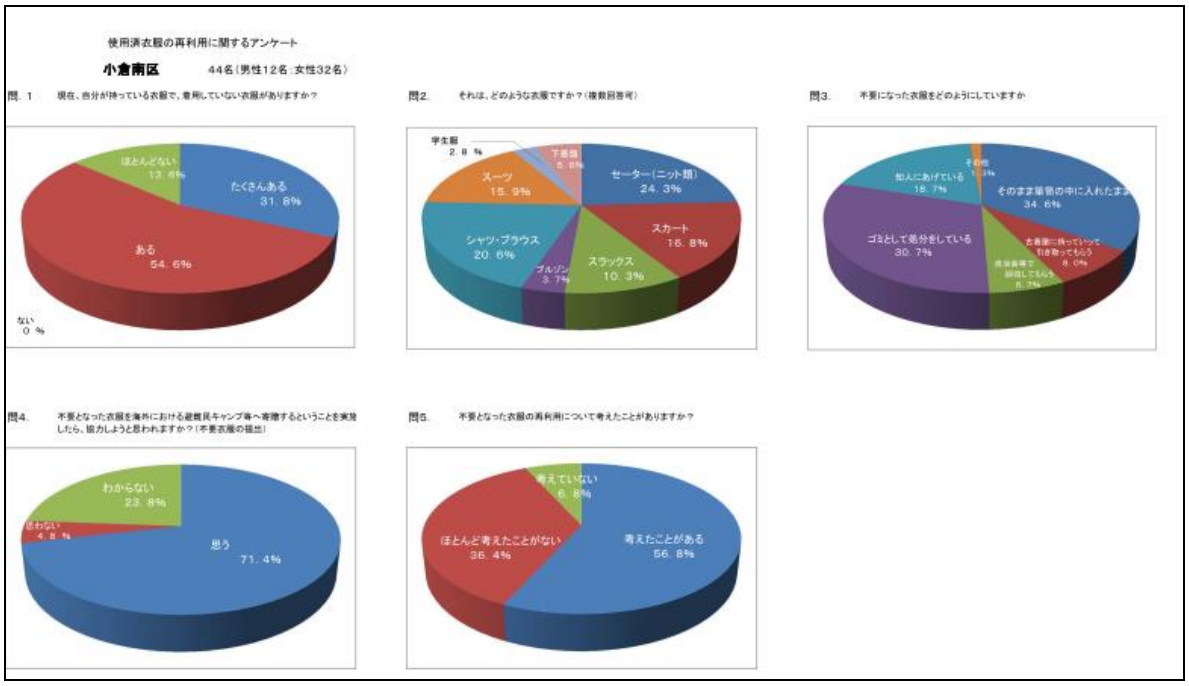
北九州市同様、本事業に賛同願える自治体において「資源」としての位置付け推進して頂くことが、大量に古着回収を行う一つの要因であると認識している。よって、**古着回収量拡大を図る上での「資源」項目追加等や回収支援並びに連携等**を強化することが望ましい。

以上

参考資料

平成 22 年 9 月より平成 23 年 3 月期間内において、北九州市内（地区別）687 名の市民の方々を対象に衣料品リサイクルについての意識アンケートを実施。

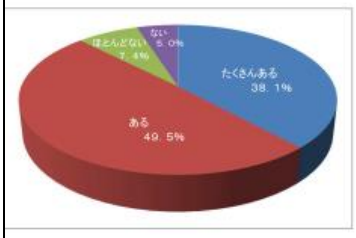




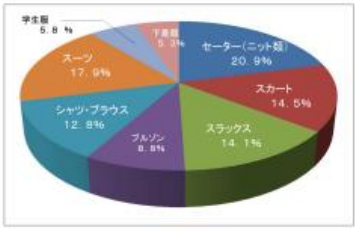
使用済衣服の再利用に関するアンケート

小倉北区　202名（男性90名：女性112名）

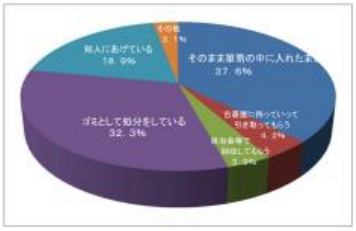
問. 1　現在、自分が持っている衣服で、着用していない衣服がありますか？



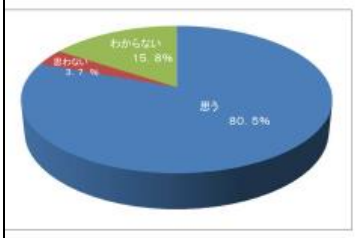
問2.　それは、どのような衣服ですか？（複数回答可）



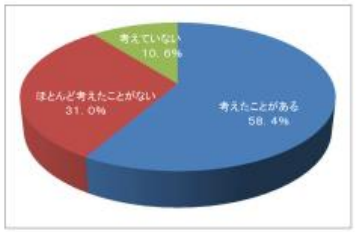
問3.　不要になった衣服をどのようにしていますか



問4.　不要となった衣服を海外における避難民キャンプ等へ寄贈するということを実現したら、協力しようと思われますか？（不要衣服の提出）



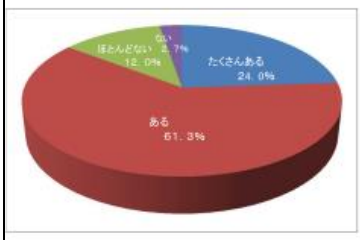
問5.　不要となった衣服の再利用について考えたことがありますか？



使用済衣服の再利用に関するアンケート

八幡東区　75名（男性18名：女性57名）

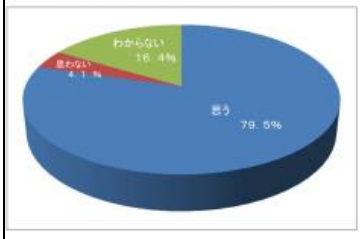
問. 1　現在、自分が持っている衣服で、着用していない衣服がありますか？



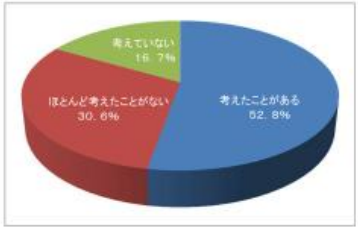
問2.　それは、どのような衣服ですか？（複数回答可）

問3.　不要になった衣服をどのようにしていますか

問4.　不要となった衣服を海外における避難民キャンプ等へ寄贈するということを実現したら、協力しようと思われますか？（不要衣服の提出）



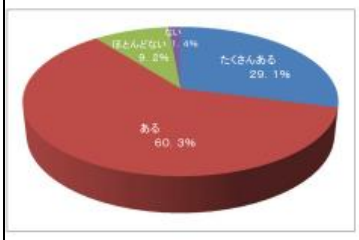
問5.　不要となった衣服の再利用について考えたことがありますか？



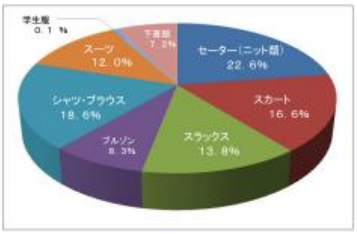
使用済衣服の再利用に関するアンケート

八幡西区　143名（男性35名：女性108名）

問. 1　現在、自分が持っている衣服で、着用していない衣服がありますか？

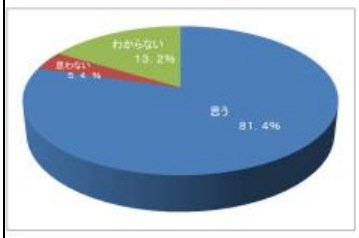


問2.　それは、どのような衣服ですか？（複数回答可）

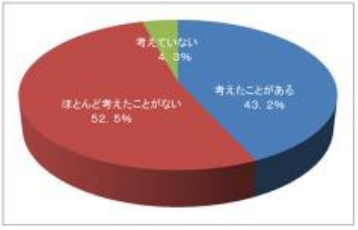


問3.　不要になった衣服をどのようにしていますか

問4.　不要となった衣服を海外における避難民キャンプ等へ寄贈するということを実施したら、協力しようと思われますか？（不要衣服の提出）



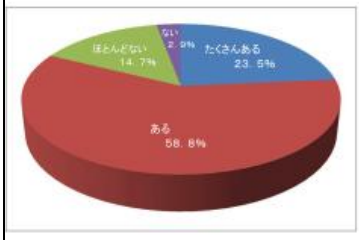
問5.　不要となった衣服の再利用について考えたことがありますか？



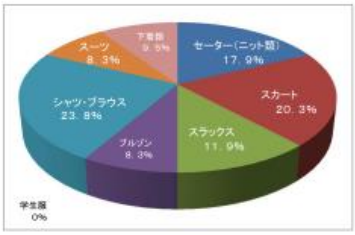
使用済衣服の再利用に関するアンケート

戸畑区　34名（男性7名：女性27名）

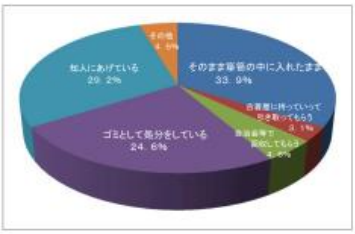
問. 1　現在、自分が持っている衣服で、着用していない衣服がありますか？



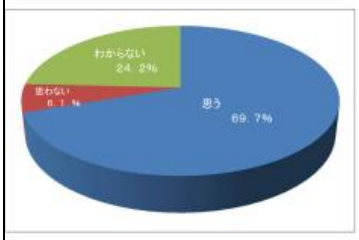
問2.　それは、どのような衣服ですか？（複数回答可）



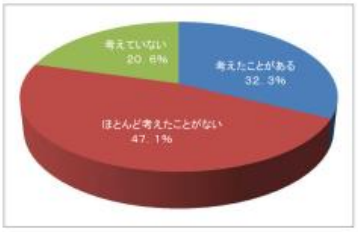
問3.　不要になった衣服をどのようにしていますか

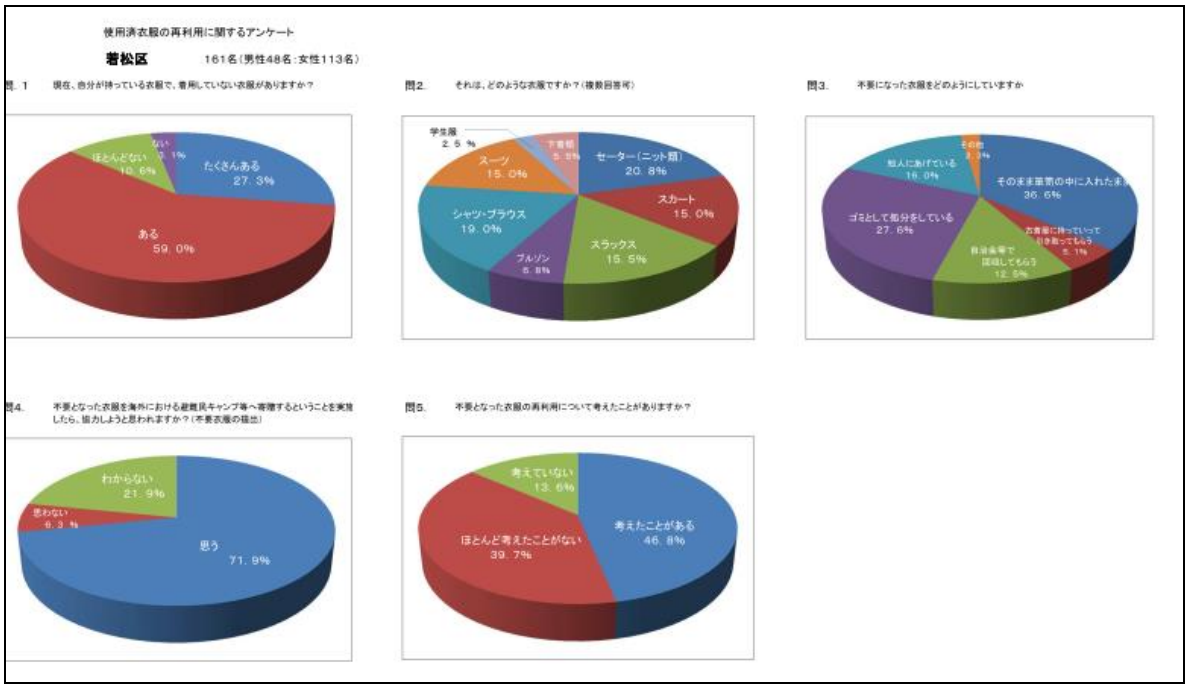


問4.　不要となった衣服を海外における避難民キャンプ等へ寄贈するということを実施したら、協力しようと思われますか？（不要衣服の提出）



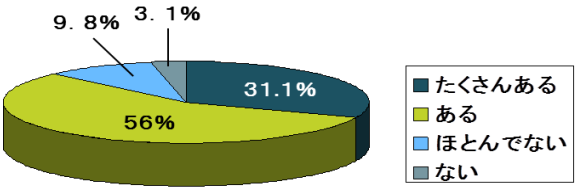
問5.　不要となった衣服の再利用について考えたことがありますか？



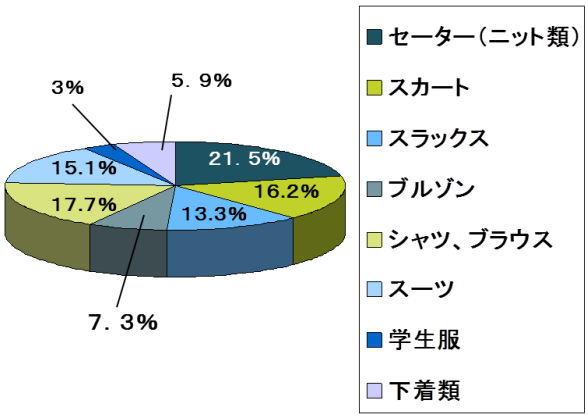


アンケート集計結果

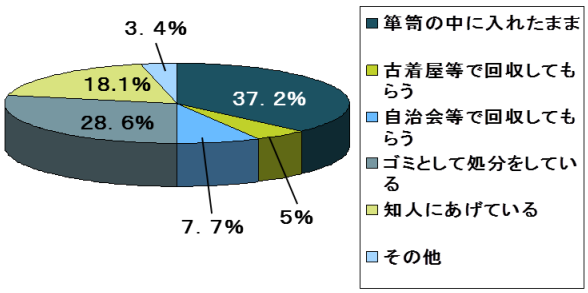
問１　現在自分が持っている衣服で着用していない服はありますか？



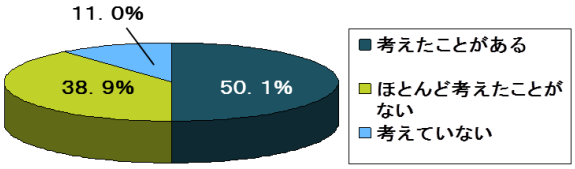
問２　それはどんな服ですか？



問３　不要になった服をどのようにしていますか？



問３　不要になった服の再利用について考えたことがありますか？



その他ご意見

・最近は衣類の回収もなく困っています。ゴミとして捨てるのも憚れます。
・捨てるのに困っています。回収システムがあれば出したい。
・何という団体が何処を拠点にどんな活動をしているのか、はっきりしていたら協力したい。
・何処に持ち込んで良いのか解らない、教えてください。
・寄贈したいけど送料がかかるので躊躇します。送料がかからなければ協力します。
・衣服回収、広報活動を積極的にして欲しい。
・リサイクル施設等の見学が役に立つ。（子供たちに勉強する機会を）

研究成果

使用済み衣服の再利用についてアンケートを実施したことで、市民の方々が不要衣類の再利用に意識を持ってもらうことができたと思われる。また、市民の方々の意見を聞くことで、衣類の再利用に大きな関心をもっていることが解り、大いなる可能性を感じた。