

令和元年度
希少金属等リサイクルシステム
構築大学連携事業
報告書

令和2年3月
宮城県環境生活部

目次

1	はじめに.....	2
2	本年度事業実施内容.....	5
2.1	会議.....	5
2.1.1	関係者会議.....	5
	実証試験実施に伴う指導・助言.....	6
2.2	6
2.2.1	県内一般廃棄物分別ルール統一化に向けた課題抽出.....	6
2.3	プラスチックを含む不用物の再生利用方法の検討.....	6
2.3.1	プラスチック等の分析.....	6
2.3.2	技術等最新動向把握調査.....	6
2.4	普及啓発.....	7
2.4.1	金属リサイクルセミナー.....	7
2.4.2	連絡協議会.....	7
3	調査分析の結果と考察.....	8
3.1	本年度実施した調査・分析の背景.....	8
3.2	実証試験実施に伴う指導・助言.....	12
3.2.1	県内一般廃棄物分別ルール統一化に向けた課題抽出.....	12
3.3	プラスチックを含む不用物の再生利用方法の検討.....	32
3.3.1	プラスチック等の分析.....	32
3.3.2	技術等最新動向把握調査.....	39
3.4	普及啓発.....	40
3.4.1	金属リサイクルセミナー.....	40
3.4.2	連絡協議会.....	53
4	おわりに.....	59

1 はじめに

- ・ 本事業の全体像と本年度実施内容の位置づけ

「希少金属等リサイクルシステム構築業務委託研究」（以下「本事業」という）は、宮城県（以下「県」という）が平成 28（2016）年 3 月に策定した「宮城県循環型社会形成推進計画（第 2 期）」（以下「循環計画」という）の中で示されている 6 つの優先的重点課題のうち、「ごみの分別などの環境配慮行動の推進」および「小型電子機器等リサイクル制度の推進」に寄与すべく、県が平成 29 年度から開始した事業である。国立大学法人東北大学との大学連携事業として実施されており、本年度が最終年度の 3 年目となる。3 年間の本事業実施内容を以下に示す（図 1-1）。

希少金属等リサイクルシステム構築大学連携事業の概要

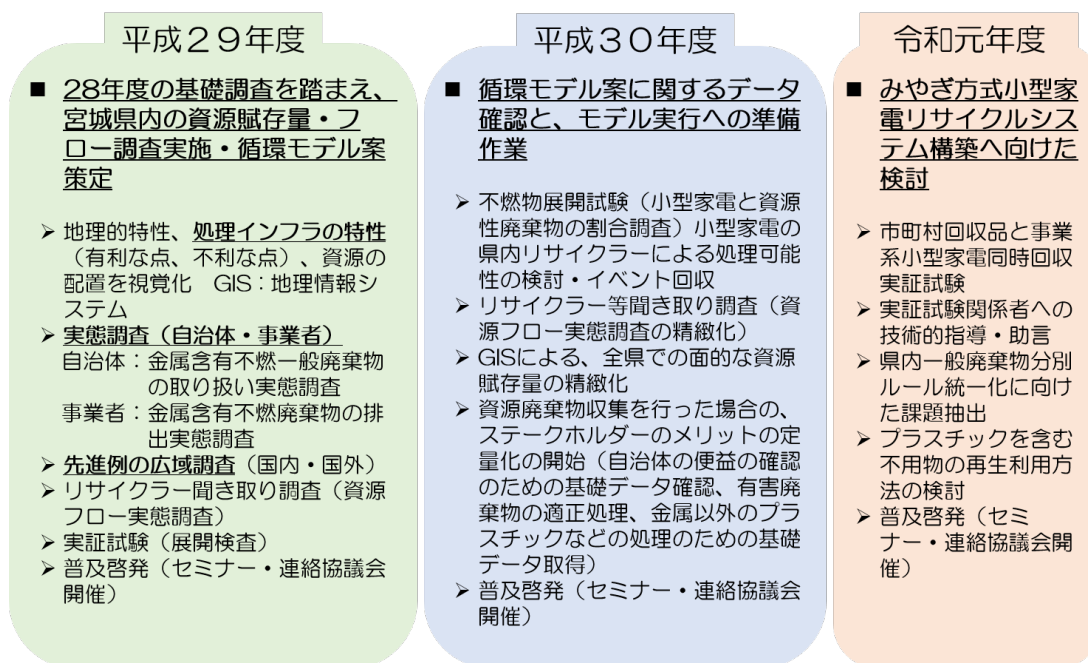


図 1-1 本事業実施内容の概要

初年度となる平成 29 年度は、循環計画にある、「リスタート！みやぎの 3R-リデュース・リユース・リサイクル」、「もう一度！持続可能な社会の形成に向けたみやぎのチャレンジ」というキャッチフレーズにもある通り、それまでのやり方を根本的に見直し、かつ、2011 年の東日本大震災を経験した被災地としての経験も考慮に入れた計画とすべく、国内外を問わずに先進事例調査や、県内の二次資源としての金属資源等が県外のエリアにどのようなフローで流れているかという概略を把握した。これらを踏まえ、宮城県全体において、より広域で収集や運搬を効

率的に行う「宮城循環モデル」の基本形を提案した。

2年目となる平成30年度は、この「宮城循環モデル」の実施が可能かどうかを検証するため、県内の収集対象物の賦存量調査や、実際に一般廃棄物として排出された不燃物の性状に関する実証試験を実施した（ピックアップ回収とイベント回収を県内2箇所ずつ）。

この間、「宮城循環モデル」を具象化するために、県は県内のリサイクラーや自治体との調整等に重点をおいて、モデルの現実的なネットワークづくりを模索してきた。その結果、小型家電に関して一定の協力関係が出来つつある。

一方、東北大学では、地理情報システム（GIS:Geographic Information System）を用いて「宮城循環モデル」の全体感を把握し資源賦存量を可視化した。また、プラスチックなどの素材分析や、国が小型家電を収集する際のインセンティブとしている、最終処分容量の削減予測、焼却灰の性状改善による薬剤費の削減可能性などについての検討を行った。さらに、事業を開始してから循環計画に影響するような社会変化が生じたため、その周辺状況についての情報収集も行った。

昨年度の成果としては、以下が挙げられる。

- ・ 実証試験を実施することで、県内の一般廃棄物の不燃物中に占める小型家電割合が把握でき、その値から宮城県内の小型家電（一般廃棄物）の賦存量が決定できた。合わせて、事業系の小型家電相当品に関しても、実際の事業者の経理データの解析から、事業種別ごとの賦存量を推定し、それらを地理情報システム（GIS）上で表現した。
- ・ 一般廃棄物から小型家電を分別して別処理することで、最終処分や焼却灰の処理に与える影響について、環境省が示していた便益の算定方法を参考に検討した。その結果、最終処分容量の削減には非常に効果的だが、与えられた条件下では焼却灰の処理に関する薬剤費の削減はあまり効果がないことが示唆された。
- ・ 分別試験などを通じて住民の分別行動に関し多くの知見が得られた。各市町村のゴミ出しの周知のやり方やチラシなどの表記方法などにより実際の排出物が異なってくること、そのため小型家電や電池・有害物・危険物は自治体ごとでいろいろなカテゴリーに分散することなどがわかった。これは自治体個々では大きな問題になってはいないが、全県を視野に入れて収集の効率化や処理を考えると大きな阻害要因になることが想定された。
- ・ その他、収集品から小型家電の種類ごとにプラスチックサンプルを取得して定性的な分析を実施し、機器に主に使われているプラスチック種類のスクリーニング調査を実施した。ここではプラスチックの循環に対して忌避物質とされる臭素系難燃剤の使用が疑われるものも多くあった。後述するが、廃絶を目指している「残留性有機汚染物質（POPs:Persistent Organic Pollutants）」とされる臭素化合物が含有されているかどうかを明らかにする化学分析が今後必要となると判断された。
- ・ 検討開始後1-2年目で起こってきた周辺状況の変化として、中国のナショナルソード（国門利剣）によるプラスチックの輸入規制、バーゼル法の改正（プラスチックの輸出輸入の手続

きの改正)、EU のプラスチック戦略策定を受けた日本のプラスチック戦略、POPs 条約の改正による臭素系難燃剤の追加、小型家電法の見直しの合同委員会の開始、環境省による一般廃棄物広域化推進に関する通達などが生じた。

最終年度となる本年度、本事業における大学側の目的は、前年度までの調査・検討により明らかにした県内の小型家電リサイクルシステム像を踏まえ、自治体の収集方法にも着目・解析し、一定の方向性を示すことであった。本年度の実施内容を以下に示す。

- ・ 実証試験実施に伴う指導・助言に関する事項

まず、本年度実証試験を実施する上で、実務担当者等との意見交換・技術指導・助言を行った。また、県内市町村における一般廃棄物分別ルールについてデータの整理と解析を行った。これにより実態を把握した上で、将来的に分別ルールを統一化していく場合の課題を抽出した。

- ・ プラスチックを含む不用物の再生利用方法の検討

プラスチックの種別を判断するためには n 数が足りないと思われる小型家電品目について補足的に追加し、臭素系難燃剤に関して一定の知見を明らかにした。これにより小型家電を処理した場合に発生する処理困難物に関する情報を整備した。

- ・ 普及啓発

金属リサイクルセミナーと連絡協議会

本報告書は、3 年間の本事業成果を踏まえた上で、「宮城循環モデル」構築へ向けた方向性を再度提案するものである。

2 本年度事業実施内容

本事業実施内容のうち、東北大学との大学連携事業として大学が関わって実施した内容を以下に記す。

2.1 会議

2.1.1 関係者会議

- 第1回関係者会議
 - 開催日：2019年8月1日
 - 場 所：県庁
 - 内 容：令和元年度事業実施内容について、セミナー実施案について

- 第2回関係者会議
 - 開催日：2019年9月27日
 - 場 所：県庁
 - 内 容：令和元年事業実施内容の中間報告、セミナー・連絡協議会実施案について

- 第3回関係者会議
 - 開催日：2020年3月23日
 - 場 所：県庁
 - 内 容：事業実施報告書内容の確認・完了検査、次年度以降活動計画について
(連絡協議会等)

2.2 実証試験実施に伴う指導・助言

2.2.1 県内一般廃棄物分別ルール統一化に向けた課題抽出

- ・ 県内市町村および一部事務組合のごみ分別ルールを整理し、資源物および有害物等の観点から課題を導出した。

2.3 プラスチックを含む不用物の再生利用方法の検討

2.3.1 プラスチック等の分析

- ・ サンプル採取

実証試験で回収された使用済み小型家電のサンプルを採取（2019年9月3日：40サンプル（市町村回収の一般廃棄物）、2019年9月17日：25サンプル（事業所から排出された産業廃棄物））

- ・ プラスチックスクリーニング調査および化学分析

上記のとおり採取したサンプルについてプラスチック種類のスクリーニング調査を実施した。さらに、調査の結果、難燃剤含有可能性を示したものの元素分析を実施し、さらに臭素含有が認められたものの化学分析を実施した。

2.3.2 技術等最新動向把握調査

- ・ プラスチックリサイクル最新動向調査

本事業では昨年度までの実証試験実施結果等よりプラスチックリサイクルにおける課題が指摘されてきたことから、本年度はプラスチックリサイクル事業者のヒアリング調査を実施した。調査実施先は以下の通りである。

- ・ ヒアリング調査①

➤ 調査日：2019年12月4日

- ・ ヒアリング調査②

➤ 調査日：2019年12月13日

- ・ ヒアリング調査③

➤ 調査日：2020年1月24日

2.4 普及啓発

2.4.1 金属リサイクルセミナー

- 開催日：2019年10月24日
- 場 所：TKP ガーデンシティ仙台（仙台市青葉区中央 1-3-1 AER13 階 13AB）
- 参加者：73名
- プログラム：
 - 第1部 宮城県における小型家電リサイクル制度の取組
【講演者】宮城県環境生活部循環型社会推進課
 - 第2部 小型家電リサイクル制度の現状と課題
【講演者】金城産業株式会社 代表取締役 金城正信 氏
 - 第3部 廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望
【講演者】国立研究開発法人国立環境研究所 主任研究員 稲葉陸太 氏
 - 第4部 国際的な廃プラスチック問題の現状と課題
【講演者】公益財団法人地球環境戦略研究機関 副センター長 林志浩 氏

2.4.2 連絡協議会

- 開催日：2020年2月6日
- 場 所：東北大学大学院環境科学研究科本館
（仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 3 階大会議室）
- 参加者：39名
- 次 第：
 - 1 開会
 - 2 あいさつ
 - 3 議題
 - （1）宮城県における小型家電リサイクルの取組について
 - （2）令和元年度小型家電リサイクルシステム実証試験結果について
 - ・県指定 11 品目の試験結果
 - ・県指定 11 品目以外の小型家電処理における生産性について
 - （3）話題提供「金属・プラスチックのリサイクルに関連した最近の動き」
 - （4）意見交換
 - （5）講評（東北大学大学院環境科学研究科 特任教授 中村 崇）
 - 4 閉会

3 調査分析の結果と考察

3.1 本年度実施した調査・分析の背景

< 資源循環を取り巻く社会的事情の変化 >

本事業を開始してから、資源の循環に関わり多くの変化が見られた。これらは、地球規模・日本国規模で発生したもので、必然的に宮城県内の二次資源フローや事業者の考え方に大きく影響を与えるものであることから、簡単に要約した。なお、詳細については、資料の引用先も掲載するので、適宜参照していただきたい。

本事業が開始された 2017 年は、国としても循環型社会に向けての方向性をより強く打ち出す必要があった時期で、多くの自治体や私企業でも具象化を検討しはじめた。この背景には、2015 年 12 月に EU が提示した CE パッケージ (Circular Economy Package) が大きく影響している。これは、それまで数年間 EU が発していた資源効率 (RE: Resource Efficiency) の考えを発展させ、経済指標を入れたものとして示したものである。この考え方は、ともすれば我慢・忍耐・奉仕的なイメージにもなりがちな 3R の考え方に経済 (雇用の創出や EU 企業としての競争力など) というインセンティブを明確にしたものであり、このことにより政策サイドからは受け入れやすくなった。一方で国やエリア競争力に言及されることで、EU の理念でありながら我が国も注視することになり、同様の理念が検討された。

一方で、2017 年の夏に政策サイドを大きく揺るがす事象が始まった。いわゆる 中国のナショナルソード (国門利剣) であり、この年の 7 月に中国は世界貿易機関 (WTO) に対し、年内に資源性の廃棄物の輸入をストップすると表明した。元々中国は全世界から電気電子廃棄物や関連品、廃プラスチック、古紙などの固形の資源性廃棄物を収集し、当時は安価な人件費で分別し再資源化していたが、これらの環境配慮が不十分な企業から放出されてきた大気汚染や地下水汚染に直結する有害物質管理の問題の改善 (無数に存在する小さな工場を大きく設備の整った工場に変更していく) など諸課題を解決するために行われたものと言われる。この結果、2018 年からはいわゆる電気電子廃棄物が含まれるミックスメタルは完全にストップし、2019 年の年初からは廃プラスチックもストップし、世界中のリサイクルの流れに大きな変化を与えることとなった。世界の各国は、現在でこそ自国の処理を想定した対処を行い始めてはいるが、当初は短時間で対応できなかった事から、一時は行き場を失った膨大な廃棄物が主にアジア諸国に流れ、各国の水際で大きな問題を起こし、これらの国でもシップバックや輸入禁止措置がとられることとなった。

これらの地球規模の事象を受けて、2019 年の バーゼル条約 第 14 回締約国会議 (COP14) において、「汚れたプラスチックごみ」の輸出規制が強化されることとなった。これによって、単一プラスチックでは無いなど、原料レベルにならない廃棄物と見なされるプラスチックの輸出は困難になる。バーゼル条約の対象となる廃棄物の判断基準や範囲は附属書に示されるが、今後、国内で委員会が開始され、詳細が公開されて行くこととなる。

同様の時期に世界的に大きな関心事に浮上してきたのが海洋プラスチックの問題である。この問題は既に 2017 年の G20（20 カ国・地域首脳会議）の際に国際的な問題であることから議題となり、その後の G7（先進国首脳会議）や世界環境フォーラムなどでも継続的に話し合われてきたが、マイクロプラスチック問題として環境団体やマスコミで大きく取り上げられたことから社会の注目を集め、多くの企業で主にワンウェイプラスチックの使用可否を検討するなどのアクションが起きている。海洋プラスチック問題は船舶航行や廃棄物処理システムの未熟な国々のものが多いといわれているが、日本の 1 人当たりの容器包装プラスチックの廃棄量は世界で 2 番目に多い。また上述のアジア各国での輸入規制等についても考慮し、国は 2019 年 5 月にプラスチック資源循環戦略を策定した。戦略には具体的な目標値が示されており、2030 年までにワンウェイプラスチックを累積 25%排出抑制するなど、リデュースの施策を行った上で 2035 年までに使用済プラスチックを 100%リユース・リサイクル等により有効利用するといった野心的なものとなっている。当然、政策として具体化されることで、自治体・住民・企業はそれに協力する責務が生じる。

このような流れとは別に、環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性、長距離移動性が懸念される物質の廃絶や移動制限を規定する POPs 条約（POPs：Persistent Organic Pollutants）でプラスチックに関連する物質が追加された。条約では随時開かれる締約国会議において新たに POPs に指定される物質が追加されたが、2017 年の COP8（ストックホルム条約（POPs 条約）の第 8 回締約国会議）で、デカブロモジフェニルエーテル（decaBDE）が同条約の附属書 A（廃絶）に記載されることが決定された。臭素系難燃剤は、既に RoHS 規制で EU において電化製品への使用は抑制されてきたものだが、その他の地域や用途では難燃剤として繊維やプラスチックに添加され電化製品や自動車にも使われてきた。しかし、今回の決定では廃絶を目指すことから、今後リサイクルした二次原料プラスチックには含まれてはいけない物質となった。

POPs 条約 COP8 は、バーゼル条約 COP13 との同時開催でもあり、バーゼル側では、E-waste（Electronic waste）及び使用済み電気電子機器の越境移動に関する技術ガイドラインが話し合われた。2015 年に開催された前回会合（COP12）において、今後の見直しを前提に採択された「電気電子機器廃棄物及び使用済み電気電子機器の越境移動（特に廃棄物と非廃棄物の識別）に関するガイドライン」（電気電子廃棄物ガイドライン）について、さらなる検討を行うための専門家作業グループの設置が決定された。これもミックススクラップの安易な輸出を防止する一連の動きである。

以上のように世界的な大きな動きがあったが、国内でも、本事業に関わり活発に動いたものがあった。一つは小型家電法の見直し（使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律）作業である。法律は、制定当時の資源の高価格を反映し、一定以上の量を収集して効率化することで、逆有償化しないで循環が行える可能性があるという想定で、それを 14 万トンとし、昨年度は 10 万トンまで達成している。しかしながら資源価値の低下が著しく、現在多くの自治体では収集物が有価で売却できなければ継続しない、ボックスを置いて参加をしているという既成事実で留めるところも出てくるなど、今後の制度の継続性に不安を残している。また自治体の収集

過程や認定事業者でリチウムイオンバッテリーの発火事例が相次ぎ、この対策にコストがかかってきていることなどが議論されており、本年度で一定の方向性が示される。

一方で、今後の人口減などの社会情勢を考慮した廃棄物行政のあり方が第四次循環型社会形成推進基本計画（2018）において議論され、「持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」が示された。この骨子は一般廃棄物の広域化・集約化の必要性を各自治体が認識し、計画化することで進めることを求めたものである。今後、県内自治体でもこの国の通知に対応していく必要があるが、実は、このコンセプトは現在行っている「宮城循環モデル」の検討内容とも非常に親和性が高いものであり、検討の結果は利用に値するものとする。

・ 引用資料

- CE パッケージ（Circular Economy Package）：
<https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>
- 中国ナショナルソード「国門利剣」：
<https://www.plasticsnews.com/article/20170718/NEWS/170719892/china-to-wto-scrap-plastic-imports-banned-by-year-end>
https://www.wto.org/english/news_e/news17_e/impl_03oct17_e.htm
- バーゼル条約第 14 回締約国会議（COP14）：
<https://www.meti.go.jp/press/2019/05/20190514006/20190514006.html>
- 海洋プラスチック問題・マイクロプラスチック問題：
<https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/3776.html>
- プラスチック資源循環戦略：
<https://www.env.go.jp/press/106866.html>
- POPs 条約（COP8）・バーゼル条約（COP13）
<http://www.env.go.jp/press/104014.html>
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/108224.pdf>
- 産業構造審議会産業技術環境分科会廃棄物・リサイクル小委員会小型家電リサイクルワーキンググループ（第 7 回）中央環境審議会循環型社会部会小型電気電子機器リサイクル制度及び使用済製品中の有用金属の再生利用に関する小委員会（第 20 回）
<https://www.env.go.jp/council/03recycle/yoshi03-08.html>
https://www.env.go.jp/council/03recycle/20_1.html
- 持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）
<https://www.env.go.jp/recycle/040109.pdf>

以上の社会情勢を踏まえ、「宮城循環モデル」構築に向け、本年度の実施事項について、以下

の通り検討した。

- 今まで、十分に分別されない資源性廃棄物（金属・プラスチックなど）を比較的安易に処理するルートが閉ざされ、これらをより細かく分離・分別していく事が、二次資源を循環させていくために重要なポイントの一つとなった。
- これを達成するためには、まず廃棄をする段階での分別収集が後の工程の品質を左右することになる。また、二次原料としての一定量の収集を行う必要があり、そのための工夫が必要である。
- 今後、国内での処理が優先されるため、国全体で二次原料を使っていくような用途開発や制度的なインセンティブの付与が進むと考えられる。さらに、多少品質が低下しても、量的側面から製品への転換を可能とする二次原料の産出が望まれることになる。この際最も重要なことは、循環を阻害する忌避物質をどのようにフローから除いていくかであり、そのための知見やノウハウの蓄積も重要である。
- 循環を阻害する忌避物質としては、今まで考えられていた RoHS 物質や環境基準に記載される物質、新たに追加される臭素系難燃剤含有物の他、リチウムイオンバッテリーに代表される危険物が含まれてくることになる。また、我が国ではあまりケアされていないが、水俣条約があることを踏まえると、蛍光管等に対して注意が払われるべきと考える。
- 日本のプラスチック資源循環戦略を具象化して行くにあたって、今後重要となるのは、あまり手がついていない小型家電や、不燃物として埋め立て・可燃物として焼却されている、いわゆる硬質のプラスチックであろう。

3.2 実証試験実施に伴う指導・助言

3.2.1 県内一般廃棄物分別ルール統一化に向けた課題抽出

A) 県内市町村一般廃棄物分別ルールの現状と課題

一年目に実施した国内外の先進モデルを参考にすると、不燃物、特に今回の主たるターゲットである小型家電や資源性廃棄物に対してより効率の良い収集を行うためにはステーション方式が有効であることがわかった。欧米でのステーション方式は廃棄物に関する制度の歴史上の違いもあり、電気電子廃棄物に関する指令（WEEE 指令）の以前からあったステーション方式へと変わっていった経緯がある。多くの国では2万人の人口に対して一つ、大きなリサイクルパークを持っている。

我が国の場合は、不燃物自体が小規模な回収で行われる形式で進化してきており、ステーション方式を行うところは少なかったが、昨今、国内の自治体でも、いわゆる「専ら物」に関してはステーション方式を実施するところが出てきた。小型家電の収集もこのような収集システムがあれば、小さなボックスで集めることや、イベントで集めることの他の選択肢が増えメリットがある。

また、二年目は、県の北部と南部の1カ所ずつで実際に排出された不燃廃棄物に関して展開試験を行った。この展開試験は小型家電の量を確認するために行ったものであるが、実際は2カ所で集まる小型家電や不燃物の種類が異なった。また、不燃物には電池類・ガス缶・ライター、蛍光管、薬剤、刃物なども含まれていた。その後の考察によれば、各所の差は自治体のゴミに関する周知の方法に起因していた。現実として、住民はチラシのイラストや文字を直感的に理解して廃棄行動を起こすため、ここでの統一感がなければ収集物は大きく変わってしまう。小型家電類の回収時に有害物や忌避物などが混入すると、金属やプラスチックの再資源化にも支障をきたすことになる。

さらに、前項で述べたように、環境省が「持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」を昨年度示したが、この通知はまさに、今まで多くの場合に小規模で行われてきた一般廃棄物の処理をまとめていこうという姿勢を示したもので、我々の検討の方向性と一致している。言い換えれば、宮城県としての検討は他県に先んじて始められたことになる。

実際の検討としては各市町村での周知方法から考えた小型家電の流れと、小型家電を含む関連排出場所（小型家電ボックス設置箇所、電池等の受け入れ箇所）の位置について考察を行った。

B) 各市町村での周知方法から考えた小型家電の流れ

小型家電リサイクル法は、促進型の法律であるため、各市町村が自らのやり方で収集を行うこととされている。本来、より多くの収集量を求める場合はステーションやピックアップの強化などが考えられるが、ステーションでは用地の問題、ピックアップでは現在のような混合不燃物からのピックアップでは人件費コストがかかりすぎるという問題などから、多くの自治体ではまだ始まっていない。この形式に変更していくためには、ある程度時間をかけて計画し、収集の方

法自体を大きく変える必要がある。最初にできる方法は、各所にボックスなどを置いて小型のものを収集することで法への参加を開始することであり、多くの地方自治体で主な収集方法になっている。

このボックス回収のデメリットとして、集められる機器の大きさが限られる、量があまり期待できないといった問題がある他、法の検討段階から、廃棄行動との意識の乖離も指摘されてきた。例えば、町内会の集会で公民館に行く時、役所に書類を取りに行く時と小型家電を廃棄しようとする時は多くの場合一致せず、結局、意識はあっても家から持ち出すのを忘れて、最後は不燃物等の廃棄物に出してしまうといったことである。2年目の試験で行った展開試験の結果を見ても、住民からすれば、ボックスは場所的にも心理的にも遠いと認識されているということがわかった。

そこで、今回の調査内容として、県内の全市町村のゴミの捨て方を調査した。これは、小冊子やチラシのイラストなどを参考に、各市町村で、可燃物、不燃物、粗大ごみ、資源ごみ、有害ごみ、市町村で回収しないもの、小型家電の取り扱いなどについてどのようなものが記載されているかまとめたものである（ただし、すべてを同レベルで評価することは困難で、市町村によって若干呼称が異なる、該当するカテゴリーが存在しない場合もあった）。こうした廃棄物に関する指示は自治体によって違いが大きく、一部事務組合内でも差があることがわかった。特に前年度の展開試験では、チラシ等に記載されたイラストは非常に影響が大きいということがわかったが、実際には、おそらく過去を踏襲しており、小型家電の排出をどちらに誘導しようということを意図した表記にはなっていないと考えられた。

次に、小型家電がボックス収集等のリサイクル法に従って指示された場所に入らなければ、その市町村の指示に従うことになり、その際はどこに廃棄しようと住民が考えるかという視点で整理した。（表 3-1）

粗大ゴミと不燃ゴミの大きさなどの定義もまちまちであるため、同じ電化製品でも市町村によって排出先は異なるが、やはり大型の電化製品のほとんどは、粗大ゴミに行き着くものと想定された。

それよりも小さな電化製品（小型・中型）については、市町村のルールを示したチラシ・冊子・WEB から考えると、塩釜市、栗原市、登米市、石巻市、女川町、気仙沼市、南三陸町、仙南地域広域行政事務組合、宮城東部衛生処理組合、黒川地域行政事務組合、美里町に関しては、不燃ゴミとして排出されることになると考えられる。これを GIS 上にマッピングしたものが（図 3-1）である。

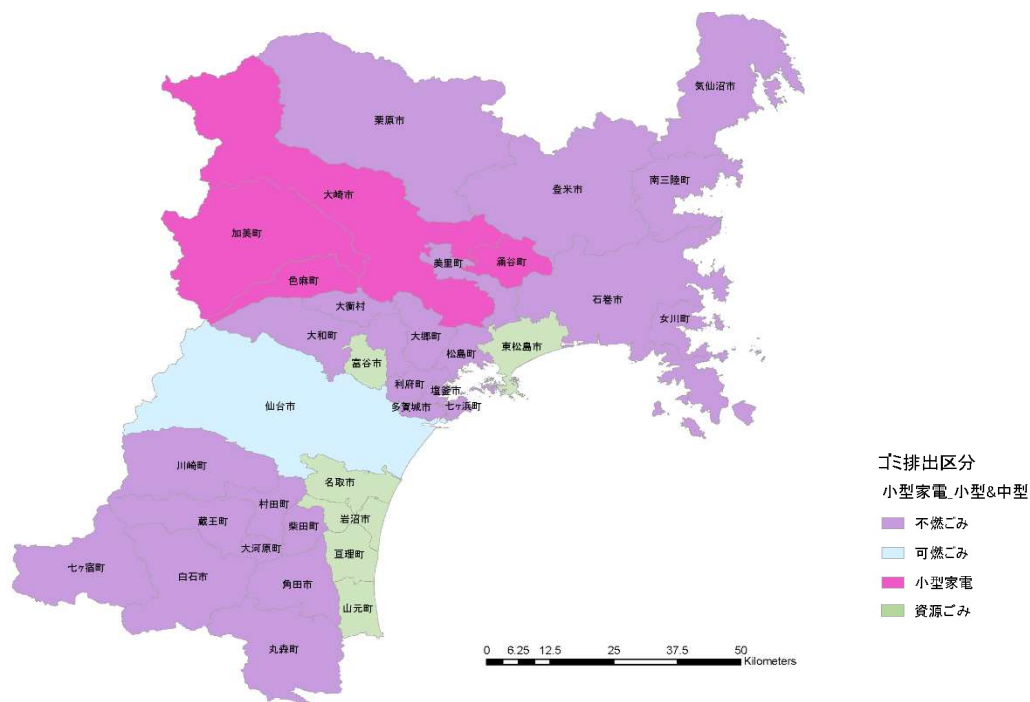


図 3-1 県内小型家電回収カテゴリー（回収ボックスに入れるケース以外）

東松島市、富谷市、亶理名取共立衛生処理組合、大崎地域広域行政事務組合（ただし美里町を除く）においては、小型家電品を明らかに二次資源原料として回収を行っており、収集ボックスなどに持って行けなかったものも、受け止めることになっているという点で大きく異なる。仙台市は小型家電ボックスでの回収と並行して、可燃物でも収集する。焼却炉で一部の回収を行っているとは考えられるが、人口の多さと設置されているボックスの設置密度や容量から考えると、焼却されてしまう割合は非常に高いと考えられる。他の不燃物で回収している自治体でも、収集袋に入ってしまうえば小型家電は可燃物に混入したとしてもわからない場合も多い。

また、この表では電化製品に関連する器具・機器も併せて整理を試みている。前項で述べたように、実際の不燃ゴミの展開試験を実施した結果、小型家電に関連する電池類、蛍光管、電灯などが同時に混入していた。それらの混入が多い市町村ではゴミのカレンダーの表示に電池のイラストがある場合もあった。もちろん電池のイラスト自体は「乾電池」の表示であるが、実際には乾電池に限定される訳ではなく、二次電池やボタン電池が多く混入していた。住民の視点から見れば、一次電池・二次電池・ボタン電池などの区別が難しい人が多いと考えられ、電池は電池ひと括りとして認識されていると思われる。市町村別に振り分けた結果からは小型家電と同様に多くの自治体で排出場所が分散していくことが想定され、このばらつきは、他の不燃物と比べても、有害物から不回収まであり、違いが相当大きいことがわかった。（注：小型家電はボックスが存在する前提でその他がどこに分配されるかを整理したものであるが、電池類などは一番先にどこに排出するかを指示されたかを整理したことに注意されたい。）

表 3-1 県内市町村ゴミ回収区分一覧

		A	B	C	D	E
		仙台市	塩竈市	富谷市	栗原市	登米市
小型家電	小型	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	中型	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	大型	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ
	その他金属(単独)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	資源ごみ
プラスチック	容器包装以外 単独	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ
	複合製品 (金属+プラ)	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	発泡スチロール	プラ製容器包装	プラ製容器包装	資源ごみ	資源ごみ	持込
有害物・危険物	電池(乾電池)	資源ごみ	有害ごみ	資源ごみ	乾電池	-(表記なし)
	ボタン電池	不回収	不回収	不回収	乾電池	-(表記なし)
	鉛蓄電池	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収
	充電電池 (二次電池)	不回収	-(表記なし)	不回収	小型家電	不回収
	蛍光管	資源ごみ	有害ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)
	刃物	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)
	スプレー缶	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	資源ごみ
	ガス(ライター)	可燃ごみ	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)
	溶剤・農薬	不回収	不回収	不回収	不回収	-(表記なし)

		F	G	H	I	J
		石巻市	東松島市	女川町	気仙沼市	南三陸町
小型家電	小型	不燃ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	中型	不燃ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	大型	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ
	その他金属(単独)	資源ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
プラスチック	容器包装以外 単独	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ
	複合製品 (金属+プラ)	不燃ごみ	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	発泡スチロール	-(表記なし)	資源ごみ(中の容器包装 プラ)	資源ごみ	資源ごみ	可燃ごみ
有害物・危険物	電池(乾電池)	有害ごみ	資源ごみ(中の有害ごみ)	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	ボタン電池	-(表記なし)	不回収	-(表記なし)	不回収	不回収
	鉛蓄電池	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収
	充電電池 (二次電池)	-(表記なし)	不回収	-(表記なし)	不回収	不回収
	蛍光管	有害ごみ	資源ごみ(中の有害ごみ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	刃物	資源ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	スプレー缶	資源ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	資源ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	ガス(ライター)	有害ごみ	資源ごみ(中の不燃ごみ)	-(表記なし)	不燃ごみ	-(表記なし)
	溶剤・農薬	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収

		K				
		仙南地域広域行政事務組合				
		白石市	角田市	蔵王町	七ヶ宿町	大河原町
小型家電	小型	不燃ごみ				
	中型	不燃ごみ				
	大型	粗大ごみ				
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ				
	その他金属(単独)	資源ごみ・不燃ごみ				
プラスチック	容器包装以外 単独	資源ごみ				
	複合製品 (金属+プラ)	不燃ごみ				
	発泡スチロール	プラ製容器包装				
有害物・危険物	電池(乾電池)	乾電池	回収ボックス	-(表記なし)	-(表記なし)	-(表記なし)
	ボタン電池	不回収				
	鉛蓄電池	不回収				
	充電電池 (二次電池)	不回収				
	蛍光管	不燃ごみ				
	刃物	不燃ごみ				
	スプレー缶	資源ごみ				
	ガス(ライター)	不燃ごみ				
	溶剤・農薬	不回収				

		K			
		仙南地域広域行政事務組合			
		村田町	柴田町	川崎町	丸森町
小型家電	小型	不燃ごみ			
	中型	不燃ごみ			
	大型	粗大ごみ			
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ			
	その他金属(単独)	資源ごみ・不燃ごみ			
プラスチック	容器包装以外 単独	資源ごみ			
	複合製品 (金属+プラ)	不燃ごみ			
	発泡スチロール	プラ製容器包装			
有害物・危険物	電池(乾電池)	乾電池	乾電池	-(表記なし)	-(表記なし)
	ボタン電池	不回収			
	鉛蓄電池	不回収			
	充電池 (二次電池)	不回収			
	蛍光管	不燃ごみ			
	刃物	不燃ごみ			
	スプレー缶	資源ごみ			
	ガス(ライター)	不燃ごみ			
	溶剤・農薬	不回収			

		L			
		巨理名取共立衛生処理組合			
		名取市	岩沼市	巨理町	山元町
小型家電	小型	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類
	中型	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類
	大型	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	缶類	缶類	缶類	缶類
	その他金属(単独)	金属製品類	金属製品類	金属製品類	金属製品類
プラスチック	容器包装以外 単独	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ
	複合製品 (金属+プラ)	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類	複合素材製品類
	発泡スチロール	プラ製容器包装	プラ製容器包装	プラ製容器包装	プラ製容器包装
有害物・危険物	電池(乾電池)	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	ボタン電池	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	鉛蓄電池	不回収	不回収	不回収	不回収
	充電電池 (二次電池)	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	蛍光管	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	刃物	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	スプレー缶	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	ガス(ライター)	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ
	溶剤・農薬	不回収	不回収	不回収	不回収

		M				N		
		宮城東部衛生処理組合				黒川地域行政事務組合		
		多賀城市	松島町	七ヶ浜町	利府町	大和町	大郷町	大衡村
小型家電	小型	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ		
	中型	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ		
	大型	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ		
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	缶		
	その他金属(単独)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	不燃ごみ		
プラスチック	容器包装以外 単独	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ		
	複合製品 (金属+プラ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ		
	発泡スチロール	プラ製容器 包装	プラ製容 器包装	プラ製容器 包装	-(表記なし)	可燃ごみ		
有害物・ 危険物	電池(乾電池)	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ		
	ボタン電池	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	-(表記なし)	有害ごみ		
	鉛蓄電池	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収		
	充電電池 (二次電池)	有害ごみ	有害ごみ	-(表記なし)	-(表記なし)	-(表記なし)		
	蛍光管	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ	有害ごみ		
	刃物	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ		
	スプレー缶	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	有害ごみ		
	ガス(ライター)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)	有害ごみ		
	溶剤・農薬	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収		

		○				
		大崎地域広域行政事務組合				
		大崎市	色麻町	加美町	涌谷町	美里町
小型家電	小型	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電	不燃ごみ
	中型	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電	不燃ごみ
	大型	燃やせない粗大ごみ	粗大ごみ	粗大ごみ	燃やせない粗大ごみ	粗大ごみ
金属類	缶類(アルミ缶・スチール缶類)	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ	資源ごみ
	その他金属(単独)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
プラスチック	容器包装以外単独	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ	可燃ごみ
	複合製品(金属+プラ)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)	不燃ごみ
	発泡スチロール	プラ製容器包装	プラ製容器包装	プラ製容器包装	プラ製容器包装	プラ製容器包装
有害物・危険物	電池(乾電池)	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	不燃ごみ	不燃ごみ
	ボタン電池	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	小型家電・乾電池	不燃ごみ	不燃ごみ
	鉛蓄電池	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収
	充電電池(二次電池)	-(表記なし)	-(表記なし)	-(表記なし)	不燃ごみ	-(表記なし)
	蛍光管	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	刃物	不燃ごみ	-(表記なし)	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	スプレー缶	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ	不燃ごみ
	ガス(ライター)	不燃ごみ	-(表記なし)	不燃ごみ	不燃ごみ	-(表記なし)
溶剤・農薬	不回収	不回収	不回収	不回収	不回収	

乾電池は後述するように、自治体で集められるべきものであるが、小型家電と一緒に集めるところ、乾電池として集めるところ、資源ゴミとして回収するところ、有害物として集めるところも多い。結果、不燃ゴミとして明確に記載されているところは、気仙沼市、南三陸町、涌谷町、美里町の4市しかない。ただし、記載が明確でないところが5市あり、この場合もほとんど不燃

物に流れていると考えられる。これを GIS 上にマッピングしたものが（図 3-2）に示される。乾電池の収集での特徴の一つに同じ事務組合（処理組合）の中でも、表記は統一されていないことが目立つことであった。（おそらく意図的ではなく、合併前の歴史的な積み上げの中で、行われていた記載が十分な統一性をもって変更されていない場合が多いと考えられる）。

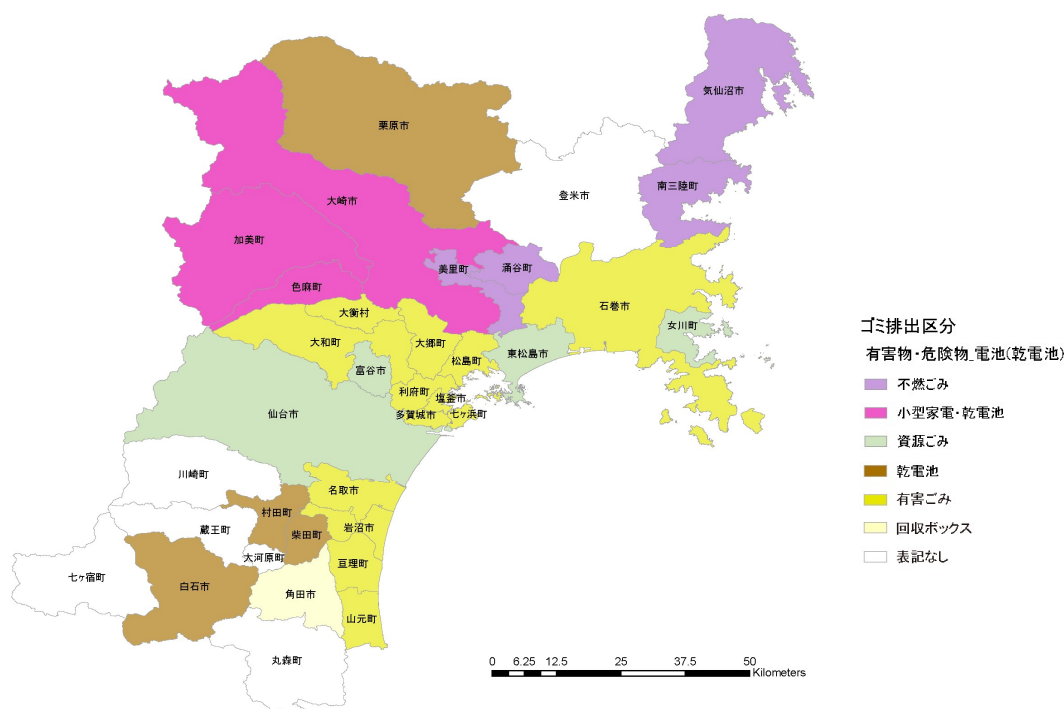


図 3-2 県内における乾電池の排出区分

次に同じ電池でも二次電池を見てみると、地方自治体が必ずしも責任を負うことなく、後述する JBRC などの別収集システムが存在するため、乾電池とは様相が異なる。ただし、小型家電と併せてであれば集める自治体や、不燃ゴミに指定する自治体、有害物として回収する自治体が点在するが、多くの場合は記載がされないか不回収としている。GIS 上のマッピングは（図 3-3）に示される。

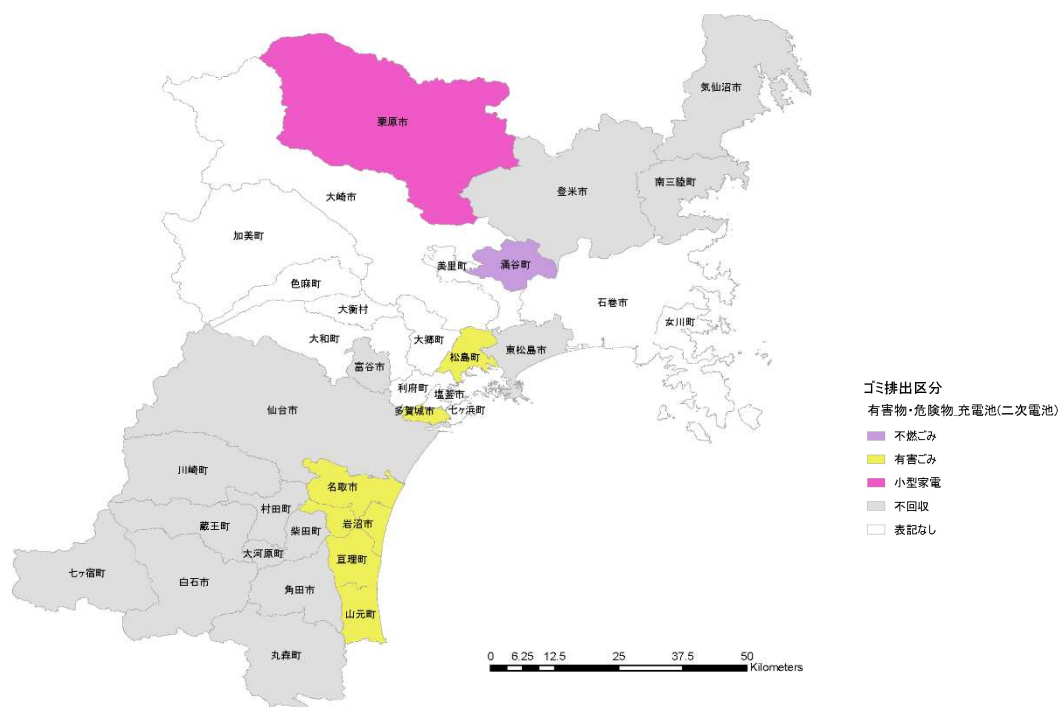


図 3-3 県内における二次電池の排出区分

電化製品の一部品である蛍光管についても検討を行った。蛍光管の場合には、照明器具などに付随して排出される場合と、破損品や交換品が排出される場合が考えられる。傾向として有害物として回収される自治体が他の品目と比較して多いことなどが図 3-4 を見ると明らかである。蛍光管は水銀を含むものであり、特に水俣条約（平成 25 年、水銀に関する水俣条約：Minamata Convention on Mercury）が成立して以降、大量に排出される産業廃棄物などでは、より厳格な管理が求められている。一般廃棄物においても「家庭から排出される水銀使用廃製品の分別回収ガイドライン」（平成 27 年、環境省）が示されるに至っている。今までは、市町村の責任で様々な方法にて回収・処理されてきたが、今後はこのガイドラインに従い、家庭から排出時に破損しないように留意し、他の廃棄物とは分別排出することがより強く求められるようになる。ガイドラインには、実際の分別方法として、ステーション回収、拠点回収、依頼拠点回収、移動拠点回収などの方法が示されるが、これらの方法は小型家電の回収でも言われている方法であることから、検討時には一品目ずつで考えることなく全体を見渡して考え、変更していくことが重要である。

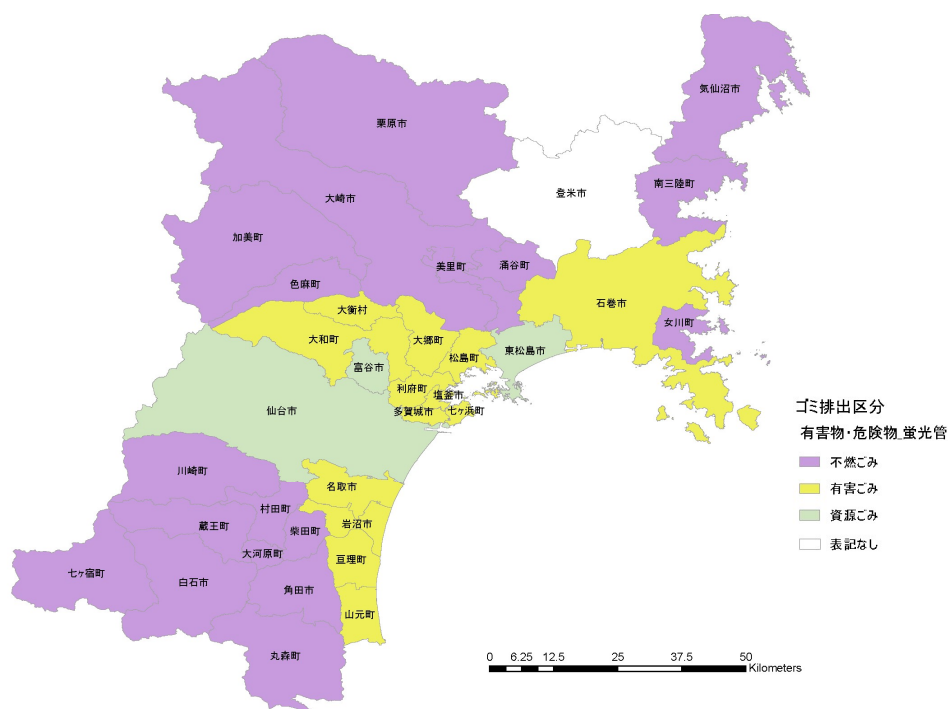


図 3-4 県内における蛍光管の排出区分

上記に示した以外の全品目で見てみても宮城県には一つの特徴がある。宮城県を自治体の行政区域として考えた場合、地理的に仙台市で中央が分断され、県南は2つの事務組合（仙南地域広域と亘理名取共立）で構成されている。この2つの行政組合の内部では収集品目は非常に統一されているが、組合同士の品目は隣接しながらかなり異なっていたことがわかる。一方で、県北に関していえば多くの単自治体と3つの事務組合から構成される。一見すると、大崎地区広域行政事務組合では組合の中でも収集方式の一致の度合いは低く、また隣接する自治体あるいは組合でも一致していないことがわかる。一方、仙台市では一貫して独自路線で行われている。

一般的に、ゴミの収集の方式に関しては、各自治体に任されていることから、地域性が強く反映されて当然である。地域に特異的なゴミの存在や、地形、住民の分布、処理インフラの有無やその種類などが異なるからである。ただし、より環境を考えて効率のよい処理を行うためには量を集め、かつ、ゴミ質も平均化して行うべきことや、今まではあるエリア（自治体）で処理施設がなく処理困難で埋め立て処理が行われてきたものであっても、現在は広域処理を行うことで最終処分を回避していくことも可能である。そのような意図で、「持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」が出されており、この実行に向けて各セクターが努力する必要があるが、自治体ごとで考えた場合には一般に他所の状況を考慮して対応していける例は稀であると考えられる。そのため、今回の例を見ても、広域化の検討は県レベルで方針を示し、データを年度ごとに把握し、必要に応じて実際の収集物をチェックするというような作業を数年にわたり行う必要があるだろう。また、仙台市が南北を分断するという特異性を考慮し、仙台市との話し合いも重要と考えられる。

C) 収集のインフラに関する考察

各自治体において、多くの小型家電や関連品（電池など）が不燃物などに分配していく可能性が示されたが、それでは、それらがどこに集約されるのが最も妥当であるかを考える上で、収集できるポイントの位置や人口に対する密度は非常に重要である。

小型家電品に関しては、一昨年のイベント回収の際に行ったアンケートでも、住民は制度に従って協力はしたいがどこに持って行けばいいかわからないという意見が非常に多かった。また、小規模事業者にとっても廃棄が発生した際に、その都度、たとえ一台の小型家電廃棄のためでも産業廃棄物の手続きを行う煩雑さは悩みの種であると考えられる。本年度の連絡協議会の県からの報告で、固定収集箇所があれば利用するかというアンケートを行った際に、90%以上の事業者がそのような場所があれば利用したいとの回答であった旨報告があった。このように固定収集箇所は、小型家電の収集量の改善や、不燃物の均一化のためにも重要であるが、平成29年度に報告した通り、海外と比較すると、全国的に見ても実例はまだ少なく、設置している場合であってもその密度・規模ともに大きく遅れをとっている。

小型家電に関して、県内市町村ではボックス回収と焼却炉のあるセンターなどで持ち込みを受け入れる例が多い。ボックスは市町村が設置したものと店舗が協力して設置しているものがあるが、本事業で示してきたようにエリア人口や対象物の賦存量を考慮して設置されたものではないと考えられる。そこで、少なくとも現状を把握するために、現在示されている箇所を平面的にGIS表示してみることを試みた。結果を図3-5に示す。各市町村で、ボックスでの回収を行っているところで、自治体の設備（市役所・公民館・図書館など）を利用している市町村は、平面上でもうまく分散しているように見える（仙台市・白石市・気仙沼市など）。しかし、ホームセンターなどを利用してボックスを置いている自治体においては、自治体内の商業地区に集中している。また、この場所は後述する二次電池やボタン電池の回収箇所ともかなりの割合で一致する傾向がある。商用地区に設置されたものは他自治体の住民も購入者となる場合も多く、そのような住民にとっても一つの排出場所であり、状況把握の際は、より広く全県でものをみていくことが重要であろう。

次に自治体とは別に、廃棄物処理法や資源有効利用促進法で製造者責任の下で回収を実施することになっている電池についての考察を行った。各電池は、仮にこのシステムでの収集箇所に入らなかった場合には、一般廃棄物で、不燃物や可燃物、小型家電に分配されていくことになる。昨年度の報告書にも記載したが、電池が可燃物に混入することによって飛灰の性状などは大きく影響を受けることが予想される。

まず、充電電池などの電池の収集は、「資源有効利用促進法」のもとに一般社団法人JBRC (<https://www.jbrc.com/>) が実施している。この団体はあくまで小型二次電池を対象としており、具体的にはニカド電池、ニッケル水素電池、リチウム電池が対象となる。一方で、電池工業会 (<http://www.bai.or.jp/>) においてはボタン電池の回収が「廃棄物処理法」のもとで行われている。この対象となる電池は、酸化銀電池（型式記号SR）、空気電池（型式番号PR）、アルカリボタン電池（型式番号LR）である。さらに鉛蓄電池（車や自動二輪の始動用など）は鉛蓄電池再資源化協会 (<http://www.sbra.or.jp/index.html>) が行い、その他のいわゆる乾電池は各自治体が回収

することになっている。

業界団体が行っている回収については団体に加入している製造メーカー等製造者責任などに費用依存しているため、集める電池の種類や製造者に関して多くの制限がある。一般市民にとっては、収集スキームの違いや電池の種類の見分け等がわかりにくいこと、あるいは小型家電品中に含まれる電池は不可視のため、多種の電池が一般廃棄物の不燃物に混入してくる。実際に昨年行った不燃物展開試験では、鉛蓄電池・ニッカド電池（ハンディー掃除機中など）やリチウム電池、ボタン電池や乾電池（乾電池型の充電電池も含む）が混入していることが実際に確認できた。

電池に関しては、有害性を有する成分を含有している場合があることのほか、昨今ではエネルギー密度が非常に高いリチウムイオン電池が小型家電の認定事業者や一般廃棄物の処理工場、あるいは金属スクラップやプラスチックの処理工場などで火災事故を起こすことが大きな社会問題となっている。

現在の考え方では、「小型の電気機器中で交換した電池と、廃棄の際に機器に入っている電池のうちで取り外せるものは、各々の電池の収集箇所に持って行ってください」というのが基本であるが、現実には取り外した電池の持って行き場所がわからないという話もよく聞かれる。そこで、このような電池類あるいはそれを含む機器の収集場所として、JBRC と BAJ が公開している収集場所について、GIS 上にプロットしたものを（図 3-6、図 3-7）に示した。比較的商業地区や道路沿いに配置されていることがわかる。

この図をみると、二次電池とボタン電池の収集場所は、どちらも量販店・スーパー・ホームセンターなどが多く利用されているため、共通しているところも多く、一致率は 56.4%であった。すなわち、住民には一般的に電池という括りで認識されているものを、違う制度の下で同じ場所で集めているということが言える。確かにその後の費用負担が異なるためではあるが、住民の意識の問題や運搬の効率性を考えると、多くの意味で効率的・効果的とは言えない。仮に県などが全県で一定の設置箇所や集約の仕方などを示して、なるべく同じ場所で収集あるいは集約することができれば、住民の利便性は非常に向上すると考えられる。また、現状で各収集箇所では個別に少量の、場合によっては異種の電池が混合されたものを JBRC や BAJ に送ることになる。これも非常に非効率的であり、拠点を作って収集後に集約して分けることなどは今後の検討に値する。

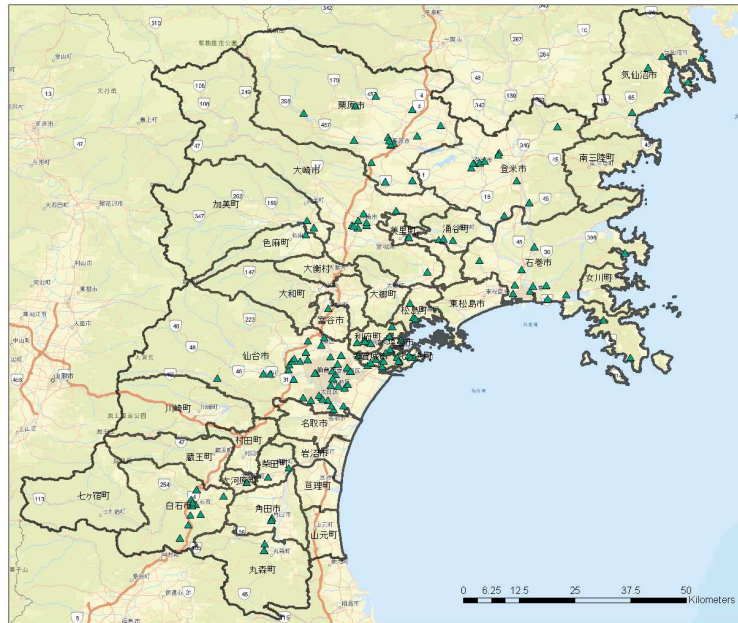


図 3-5 県内における使用済み小型家電回収ボックス拠点

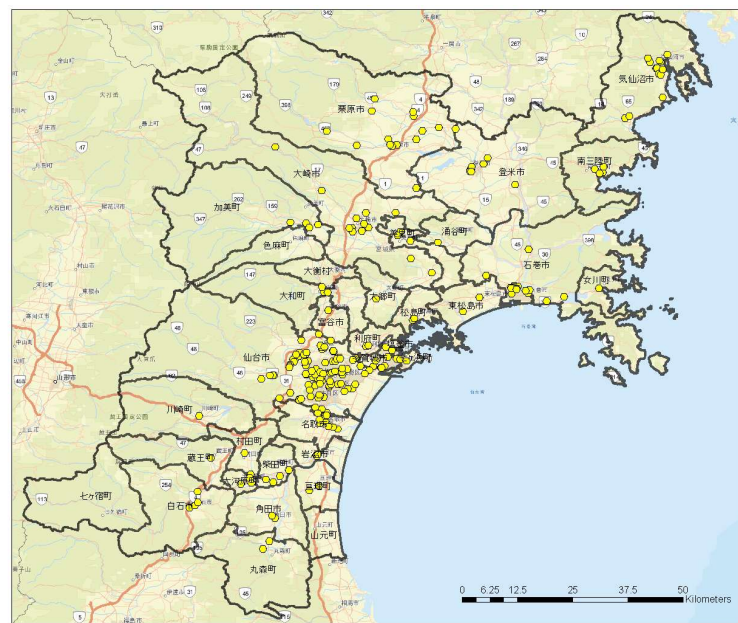


図 3-6 県内におけるボタン電池回収拠点

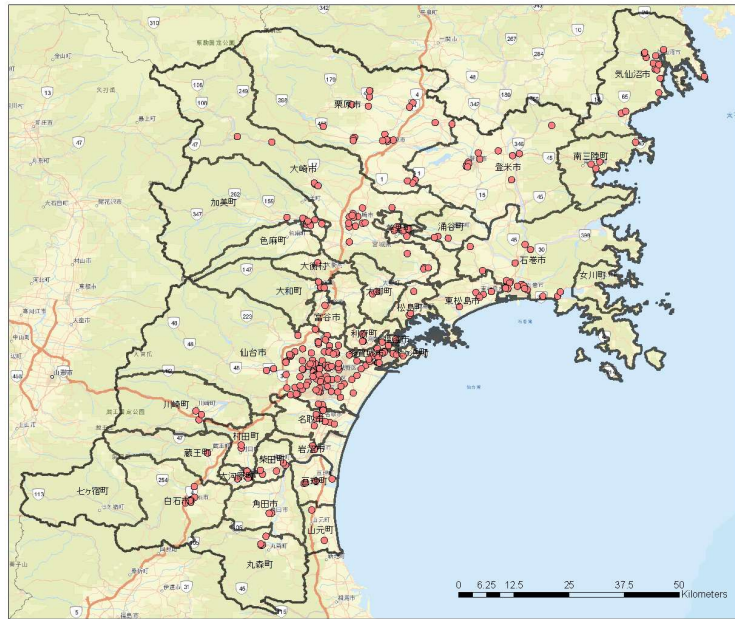


図 3-7 県内における充電式二次電池回収拠点

次に、これを住民側からみた排出機会という点から解析を試みた。具体的には、回収場所の密度という観点から、小型家電の回収と小型二次電池の回収ポイントに関して、各市町村において一つの収集箇所がどれだけの人口をカバーしているか、加えて、アクセスのしやすさという見地から市街地面積での密度を計算し GIS 上に図化した。ここで市街地面積とは、全面積から森林・湖沼・河川等を除外した面積で、宮城県全体では 720.78 km²であった。住民のほとんどは、そこに居住しているものとした。(図 3-8、図 3-9、図 3-10、図 3-11)

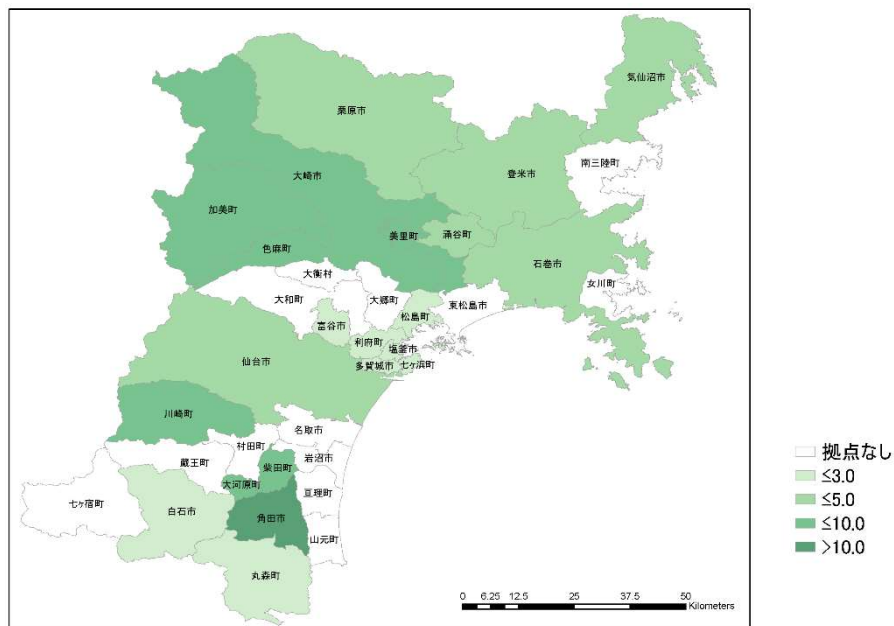


図 3-8 県内における小型家電回収ボックス 1 ヶ所あたりのカバー面積 (km²)

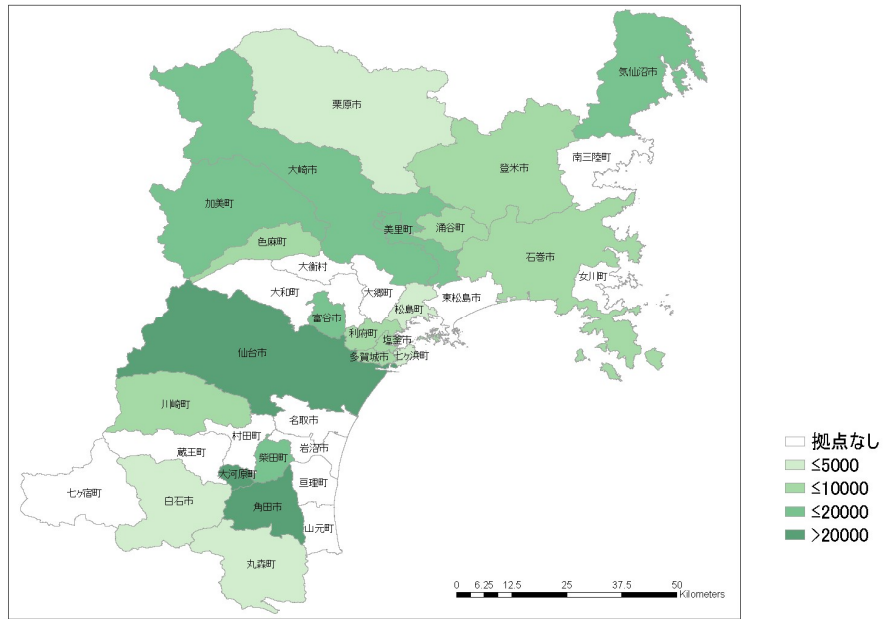


図 3-9 県内における小型家電回収ボックス 1 ヶ所あたりのカバー人口 (人)

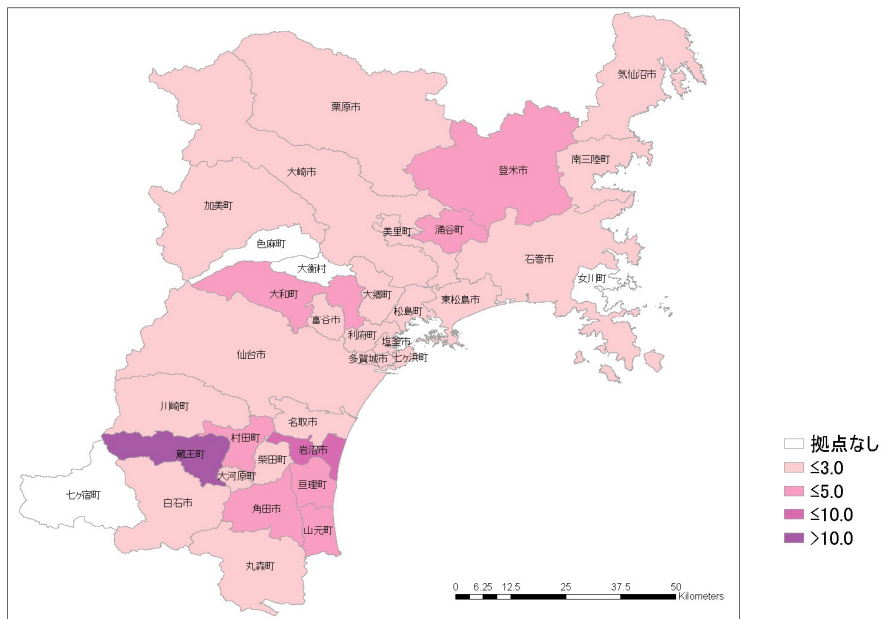


図 3-10 県内における充電式二次電池回収拠点 1 ヶ所あたりのカバー面積 (km²)

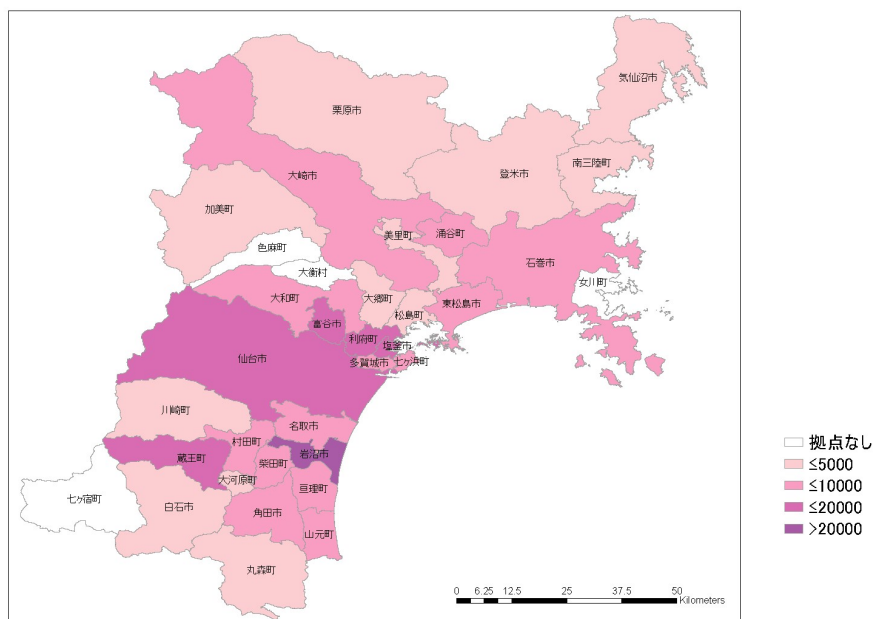


図 3-11 県内における充電式二次電池回収拠点 1ヶ所あたりのカバー人口（人）

人口のカバーという点からは、100 万人以上を抱える仙台市において、小型家電に関して、一カ所の収集箇所が人口 28,000 人程度に一カ所の収集場所しかないが、人口が 7 万人を割る栗原市では人口 3,400 人に対して一カ所の収集場所があり、8 倍以上の密度がある。品目等の違いがあり一律の比較はできないが、小型家電の実際の収集量は人口に直接比例せず、平成 29 年のデータでは栗原市は仙台市の 1/4 程度を収集している。人口は仙台市の 1/16 であることを考えると、効率は 4 倍高いと言える。

本事業の初年度の海外事例調査で報告している大型の定置型の収集ステーションに関して EU では一カ所あたり 1.5 万人から 5 万人をカバーしていると言われている。たとえばスウェーデンでは人口が 990 万人に対して、大きなリサイクルセンター（平成 29 年度に報告したもの）が 600 カ所あり、それに加えて小さなポイントが 1,500,000 カ所（いわゆる BOX に近いもの）も存在する。このローカルな収集箇所をボックスと見立てた場合、7 人に 1 カ所のボックスが存在する計算で、実に 4,000 倍の密度になる。そもそもボックスなので、それを受け入れる能力は低く、頻繁に満杯となることも懸念としてあげられ、EU でのハブ&スポークは重要な考え方である。また、スウェーデンは電池について約 5,000 カ所の回収拠点ポイントも並行して有している。

市街地面積で検討を加えた場合にはまた異なった結果となった。例えば多賀城市を例にとると、一つの収集箇所は 1 km²に一つとなり、栗原市に比べると 3 倍以上の密度となる。多賀城市の人口は約 6 万人で収集箇所としては栗原市の半分程度であるが平成 29 年度は同等の小型家電を集めていた。カバー面積は、どれだけ自分の近くにあるかという指標でもあり、人口密度が高いエリアと低いエリアでは、アクセスの容易さという指標で結果が違ってきているとも考えられる。

小型家電の回収量に関しては、品目や回収方式の違いもさることながら、今後、回収量を増加させるためには、戦略的に収集インフラを設置することは重要であろう。その際、社会的なサービスの一環として行う限りは、多くの人に対して対等な機会（排出に関して指定される場所に行き着く機会）を与えるために、人口（確率）や市街地面積（アクセスしやすさ）の概念は重要である。さらに、昨年の報告書で示した収集のポテンシャル（GISによる県内の小型家電資源賦存量）を把握することができれば、戦略的な収集インフラの場所や大きさの設定が可能となる。

電池の回収箇所をみると、一部の例外はあるものの小型家電の収集箇所よりも数は多く、その分人口のカバー率は上がっているように見える。先述のスウェーデンの例などと比較するとその数は少ない。分散性という点では疑問もあり、一つの地区に複数の収集箇所が重複していることも特徴である。市街地面積からも同じようなことが言える。

小型家電にせよ電池類にせよ、それではどのレベルであれば住民にとって利便性が良いかという点からは、他のインフラの例が参考になる。たとえば、宮城県においては426の郵便局と、その7倍以上、3,000カ所を超えるポストがある。単純計算で650人に1カ所の郵便局、0.2km²に1カ所のポストである。この密度は住民が大きなストレスを感じることなくものを運べる一つの目安であると考えられる。

戦略的に考えた場合、今後は県内の自治体と一般の事業者が連携して戦略的な配置を行うことでより良い状態が作り出せるだろう。すなわち、商業地区は事業者任せ、自治体はそこにアクセスしにくい住民のために一定の排出場所を提供することである。また、この動きについては県が主体となって、近隣の自治体と併せて戦略を考え、みやぎ方式にあるような集約ポイント（ハブとなり得る大きなリサイクルポイント）を設置すれば小型家電の回収は大きく進展すると考えられる。

3.3 プラスチックを含む不用物の再生利用方法の検討

3.3.1 プラスチック等の分析

本事業では、昨年度（平成 30 年度）よりプラスチック分析を開始している。これは、本事業に関わる関係者から小型家電リサイクルの効率性・経済性を考慮した際、プラスチックの資源性が課題に挙げられたためである。

昨年度は実証試験で排出された使用済み小型家電のプラスチック種類の解析、資源性評価等をトライアル的に行った。昨年度は政令指定品目（28 品目）を網羅的に約 150 製品についてスクリーニング調査を行った。その結果、いくつかの品目では難燃剤含有プラスチックのライブラリとの合致率が比較的高い結果を示すものが見られた。そこで本年度は、昨年度の基礎情報をもとに、難燃剤含有の可能性が考えられる品目を中心に本年度実証試験で回収された使用済み小型家電のサンプリング、プラスチック分析を行った。

小型家電に用いられる硬質のプラスチックリサイクルにおいては、塩素・臭素等ハロゲンが忌避物質となる。塩素はポリ塩化ビニル樹脂（PVC）製品等に含まれる。塩ビ樹脂製品は使用期間中やリサイクル過程での劣化が小さい、無機物をはじめ幅広い物質と相溶性が高く、異物混入による加工への影響が小さい、添加剤の調整で幅広い再生品に使用できる、といった特長があるため、管・継手等のパイプ、床材、壁紙等一部製品ではマテリアルリサイクルがなされている（塩ビ工業・環境協会、塩化ビニル環境対策協議会「リサイクルビジョン」）。PVC の用途別では、小型家電製品に関しては、電線被覆材として PVC が用いられているが、本年度の本事業実証試験のリサイクル工程では、「要二次加工品」として事前選別されていたため、施設・装置の腐食を生じさせるルートに混入するリスクは小さいと考えられる。また、本年度本事業実証試験ルートには含まれていないが、ケミカルリサイクルやサーマルリサイクルを考慮する場合、現状これらのリサイクル工程においては装置の腐食を防ぐために脱塩素工程が含まれるのが一般的である。一方で、臭素が小型家電にどの程度含有し、リサイクル工程にどのような影響を与えるのかについては未解明な部分が多い。

臭素は難燃機構を発することから、幅広い樹脂製品に臭素系難燃剤として添加されている。難燃剤の主な種類としては、ハロゲン系難燃剤（臭素系・塩素系）、リン系難燃剤、無機系難燃剤がある（化学工業日報社「2018 年版 16918 の化学商品」、2018）。臭素系難燃剤は最も古くから使用されている難燃剤の一つであり、三酸化アンチモン、ホウ酸亜鉛、錫酸亜鉛等の金属化合物と併用すると特に高い難燃効果を発揮する（西澤仁「臭素系難燃剤」、日本ゴム協会誌、第 92 巻第 6 号、2019）。

臭素が難燃性の機能性を付与する一方で、臭素系難燃剤の一種であるポリ臭素化ジフェニルエーテル（Polybrominated diphenyl ethers; PBDEs）は POPs 条約（残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約）の規制対象物質となっている（2009 年：ペンタブロモジフェニルエーテル（pentaBDE）およびオクタブロモジフェニルエーテル（octaBDE）、2017 年：デカブロモジフェニルエーテル（decaBDE））。

POPs 条約（残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約）は、環境中での残留性、生物蓄積性、人や生物への毒性が高く、長距離移動性が懸念される残留性有機汚染物質（POPs : Persistent Organic Pollutants）の、製造及び使用の廃絶・制限、排出の削減、これらの物質を含む廃棄物等の適正処理等を規定している条約である（経済産業省ホームページ、https://www.meti.go.jp/policy/chemical_management/int/pops.html、2020年2月10日閲覧）。

POPs 条約は2004年2月に発効に必要な50か国目が締結したことを受け、2004年5月に発効した。我が国では、2002年8月にPOPs条約を締結しており、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約に基づく国内実施計画」を策定している（環境省ホームページ、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約に基づく国内実施計画、<http://www.env.go.jp/chemi/pops/plan/all.pdf>、2020年2月10日閲覧）。

まず本年度本事業では、採取したサンプルにおいて難燃剤がどの程度含有されているのか、スクリーニング調査を実施した。本年度のプラスチック種類判別測定については、昨年同様 TSI 社製 Polymax Plastics Analyzer を用いた。本装置はプラスチックにレーザー光を照射し、所有するライブラリへの合致率を測定するものである。サンプリングは2回実施し65サンプルを採取した（①令和元年9月3日に県内の一部事務組合であるA組合管内にて一般廃棄物として回収された県指定11品目以外の使用済み小型家電の中から40サンプルを採取。②令和元年9月17日に県内事業所から回収された産業廃棄物である県指定11品目使用済み小型家電の中から25サンプルを採取）。

表3-2に採取したサンプル一覧およびPlastics Analyzerを用いたスクリーニング結果を示す。表に示す通り、難燃剤（Flame Retardants : FRs）を含有するプラスチックのライブラリとの合致を示したものは20にのぼった（「FRsの有無」欄に○印のあるもの）。

表 3-2 採取したサンプル一覧およびプラスチック種類のスクリーニング調査結果

サンプル No.	政令指定品目分類	品目	FRsの有無	最もライブラリ合致率が高かったプラスチック	ライブラリ合致率 (%)	難燃剤含有プラ表記有	ライブラリ合致率 (%)	サンプル採取日
1	17	コーヒーメーカー	○	Polypropylene (3-53)	96	PP FLAME RETARDANT	93	20190903
2	17	コーヒーメーカー		PC (5-10)	84			20190903
3	17	電気ケトル	○	Polypropylene (3-54)		PP FLAME RETARDANT	94	20190903
4	17	電気ケトル	○	Polypropylene (3-54)		PP FLAME RETARDANT	88	20190903
5	17	電気ケトル	○	PP (2-26)	97	PP FLAME RETARDANT	95	20190903
6	17	電気ポット	○	Polypropylene (3-54)	93	PP FLAME RETARDANT	91	20190903
7	17	電気ポット	○	Polypropylene (3-54)	97	PP FLAME RETARDANT	94	20190903
8	17	コーヒーメーカー	○	ABS-NYLON (2-50)	34	ABS FLAME RETARDANT	33	20190903
9	19	アイロン	○	Low S/N		ABS FLAME RETARDANT	9	20190903
10	21	ドライヤー		ABS (3-41)_PS	85			20190903
11	21	ドライヤー	○	Polypropylene (3-54)	95	PP FLAME RETARDANT	92	20190903
12	21	ヘアアイロン		Low S/N				20190903
13	21	ドライヤー		ACETAL (3-37)	98			20190903
14	20	こたつ		Low S/N				20190903
15	17	電子炊飯器	○	PP (2-26)	88	PP FLAME RETARDANT	87	20190903
16	25	蛍光灯照明器具	○	PP FLAME RETARDANT (2-38)	83			20190903
17	23	ランニングマシン		ABS (3-41)_PS	87			20190903
18	17	トースター		Low S/N				20190903
19	25	デスクライト	○	<PID>- ABS FLAME RETARDANT (2-40)_PS	38			20190903
20	8	プリンター		ABS (3-41)_PS	93			20190903
21	2	WiFiルーター		PC/ABS 50/50	89			20190903
22	20	電気アンカ	○	Polypropylene (3-53)	97	PP FLAME RETARDANT	95	20190903
23	8	プリンター		ABS (4-15)_PS	62			20190903
24	8	プリンター		Rexolite (3-40)_PS	95			20190903
25	20	トイレ暖房・消臭器具		ABS (3-41)_PS	96			20190903
26	25	蛍光灯	○	STYRENIC TERPOLYMER (2-42)	93	ABS FLAME RETARDANT	90	20190903
27	17	餅つき機	○	PP FLAME RETARDANT (2-38)	93			20190903
28	17	ワッフルメーカー		Low S/N				20190903
29	22	マッサージ機		ABS (4-5)_PS	85			20190903
30	14	体重計		ABS (3-41)_PS	97			20190903
31	5	ラジカセ		Rexolite (3-40)_PS	91			20190903
32	17	レンジ		<UND>				20190903
33	20	ヒーター		ABS (3-41)_PS	97			20190903
34	13	シュレッダー	○	Polystyrene HI (3-42)_PS	70	ABS FLAME RETARDANT	62	20190903
35	5	オーディオスピーカー		<PID>- ABS (4-2)_PS	44			20190903
36	4	DVDプレイヤー		Low S/N				20190903
37	20	電気ヒーター	○	PP BaSO4 (2-28)	73	PP FLAME RETARDANT	72	20190903
38	19	布団乾燥機		PC (3-55)	93			20190903
39	17	炊飯器		<PID>- PP FLAME RETARDANT (2-38)	47			20190903
40	15	血圧測定器	○	PS - ABS_PS	95	ABS FLAME RETARDANT	93	20190903
41	2	ケータイ 1		ABS.PC/GLASS 75/25 (7-11C)	76			20190917
42	2	ケータイ 2		<PID>- PS 20G (6-4)	48			20190917
43	2	ケータイ 3		PC (3-55)	86			20190917
44	10	アマゾンキンドル		Low S/N				20190917
45	6	ノートPC 裏カバー		Low S/N				20190917
46	4	TOSHIBA レグザ DVDプレーヤー		Low S/N				20190917
47	4	OLYMPUS デジカメ		PC/GLASS 75/25 (7-13C)	78			20190917
48	4	OLYMPUS デジカメ 2		<UND>				20190917
49	4	DVD writer model TS-L633		<PID>- PVC (4-26)	45			20190917
50	6	デスクトップPC DELL		<PID>- PS 20G (6-4)	47			20190917
51	29	eneloop充電器		ABS (5-2)_PS	85			20190917
52	29	プレイステーション充電アダプタ		<UND>				20190917
53	6	デスクトップPC DELL		PS - ABS_PS	92			20190917
54	6	ノートPC NEC		<PID>- ABS (4-2)_PS	35			20190917
55	6	ノートPC ASUS		PC/ABS 75/25	87			20190917
56	6	ノートPC DELL		<PID>- PC (4-6)	45			20190917
57	6	ノートPC TOSHIBA dynabook		<UND>				20190917
58	6	ノートPC HP		Low S/N				20190917
59	6	ノートPC TOSHIBA dynabook		<PID>- PC/ABS 75/25	42			20190917
60	3	BSチューナー MITSUBISHI utg		PS HI (4-20)_PS	94			20190917
61	2	NTT ADSL ルーター	○	ABS FLAME RETARDANT (2-40)_PS	94			20190917
62	16	Canon EOS650 フィルムカメラ		Low S/N				20190917
63	4	MITSUBISHI VHS&DVD		PS HI (4-20)_PS	96			20190917
64	4	AVOX DVD/CD Player ADS-350V		ABS (4-15)_PS	68			20190917
65	29	ケータイ単上ホルダー docomo FUJITSU	○	ABS (4-5)_PS	86	ABS FLAME RETARDANT	78	20190917

上記の結果のうち、難燃剤含有プラスチックのライブラリとの合致率が高く、かつ分析のためのサンプル量が十分にあるもの 12 サンプルについて、元素分析を行った(緑色マーカーのもの)。元素分析 (CHN 分析、ハロゲン分析) 結果を以下の表 3-3 に示す。元素分析結果として、今回採取したサンプル中で臭素含有を示したものは 1 サンプル (血圧測定器) のみ (表 3-3 中緑部分)、含有量は 200ppm であった。欧州連合 (EU) RoHS 指令 (Restriction of the use of certain Hazardous Substances in electrical and electronic equipment : 電気・電子機器の特定有害物質使用禁止指令) においては、臭素系難燃剤の一種であるポリ臭素化ジフェニルエーテル PBB (ポリ臭化ビフェニル) PBDE (ポリ臭化ジフェニルエーテル) の最大許容範囲を 1,000ppm と定めていることを考慮すると、全臭素としての含有量が 200ppm という値は十分許容範囲内であると言える。

表 3-3 元素分析結果

No.	小型家電品目	C(%)	H(%)	N(%)	Br(%)	F(%)	I(%)	Cl(%)	S(%)	SUM(%)	サンプル採取日	サンプルNo.
1	コーヒーメーカー	85.31	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.71	20190903	1
2	電気ケトル	83.94	14.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	98.20	20190903	3
3	電気ケトル	84.45	14.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	98.70	20190903	5
4	電気ポット	84.76	14.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	99.07	20190903	6
5	電気ポット	84.82	14.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.14	20190903	7
6	ヘアドライヤー	84.04	14.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	98.15	20190903	11
7	電子炊飯器	85.26	14.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	99.70	20190903	15
8	電気アンカ	84.00	14.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.15	20190903	22
9	蛍光灯	79.94	7.74	5.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	92.80	20190903	26
10	餅つき機	68.18	11.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.17	81.03	20190903	27
11	血圧測定器	83.15	7.98	5.43	0.02	0.00	0.00	0.00	0.06	96.63	20190903	40
12	ゲータイ卓上ホルダー	84.92	7.76	5.99	0.00	0.00	0.00	0.02	0.06	98.75	20190917	65

上記の結果から、小型家電に用いられるプラスチックに添加されている難燃剤としては、臭素系難燃剤以外の難燃剤が添加されている可能性が示唆された。臭素系難燃剤以外の難燃剤として、リン系難燃剤や無機系難燃剤等が考えられる(化学工業日報社「16918 の化学商品」、2018)。上述の通り、POPs 条約では、デカブロモジフェニルエーテル (DecaPBD) は製造・使用等の禁止リストとなる附属書 A への追加が 2017 年のストックホルム条約第 8 回締約国会議 (COP8) にて決定された。本決定時には、自動車部品、難燃性を有する繊維製品、家電製品に用いられるプラスチックケース及び部品の添加剤への用途を除外する規定が定められているが、この適用除外規定は発効から 5 年を経過した時点で効力が失われる。また、2009 年の第 4 回締約国会議 (COP4) で規制物質に追加されたブロモジフェニルエーテル (BDE) は条約上でリサイクル用途は 2030 年まで適用除外が認められているが、2021 年の第 10 回締約国会議 (COP10) で改めて議論されることとなっている(経済産業省・環境省プレスリリース、<https://www.meti.go.jp/press/2017/05/20170509002/20170509002.html>、2020 年 2 月 10 日閲覧)。上記のような国際的議論、国内対応に関する議論が進められている中で、小型家電に用いられるプラスチックにおける実態把握は非常に重要である。従って、本事業では、元素分析にて臭素の反応が見られたサンプルについて、ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) 同位体含

有有無を確認するための化学分析を実施した。

分析にあたっては、まず図 3-12 の通り前処理を行った。

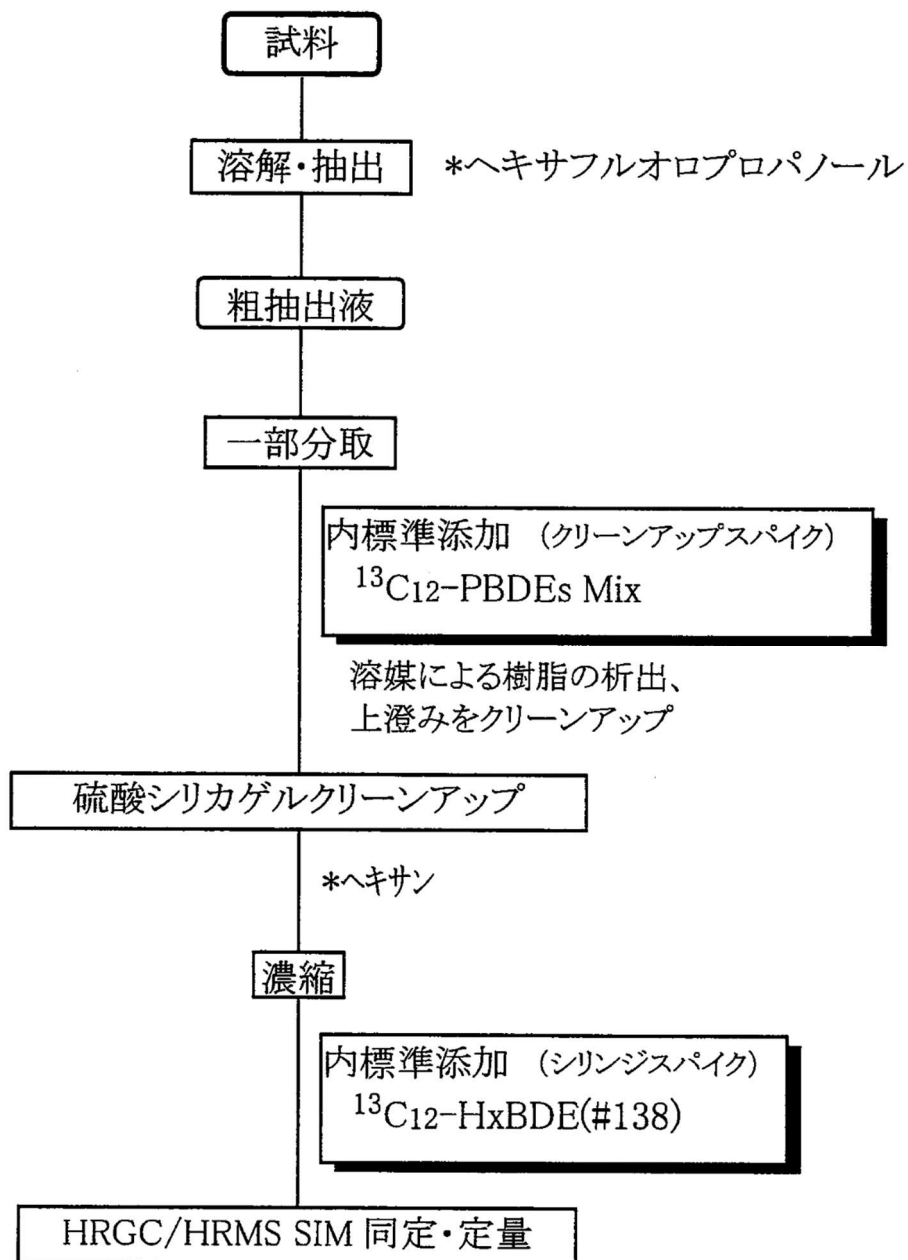


図 3-12 前処理方法

次に、以下の条件にて分析を行った。

分析方法：GC-HRMS 法

- 分析機器：MICROMASS 社製ガスクロマトグラフー質量分析計
AUTOSPEC ULTIMA GC 部 HEWLETT PACKARD HP-6890
- GC 部操作条件：
 - 分離カラム：DB-5MS fused silica capillary column 15m×0.25mm(id), 0.1 μm
 - カラム温度：120°C (1min hold, 10°C/min) →300°C (25min hold)
 - 注入方法：オンカラム注入法
- MS 部条件：
 - イオン化方法：EI
 - イオン化電圧：30~40eV
 - イオン化電流：500 μA
 - 加速電圧：8kV
 - インターフェース温度：300°C
 - イオン源温度：300°C
 - 分解能：10,000 以上

MoBDE から PeBDE については、イオン強度の強い M^+ 、 $(M+2)^+$ 、 $(M+4)^+$ 、 $(M+6)^+$ 、 $(M+8)^+$ のイオンのうち、2 つをモニターし、HxBDEs から DeBDE については、臭素が 2 つとれたフラグメントイオン ($M-2Br$) のうち、イオン強度の強い 2 あるいは 3 を PBDEs として同定し、内標準法によりピーク面積で定量した。同定、定量に用いた標準品は Wellington Laboratories 製である。

表 3-4 臭素系難燃剤 (PBDEs) 含有量分析結果 (電子血圧計)

		実測濃度 ^{注1)} ($\mu\text{g/g(ppm)}$)	定量下限 ($\mu\text{g/g(ppm)}$)
ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs)	MoBDEs	<0.5	0.5
	DiBDEs	<0.5	0.5
	TrBDEs	<0.5	0.5
	TeBDEs	<0.5	0.5
	PeBDEs	<0.5	0.5
	HxBDEs	<0.5	0.5
	HpBDEs	<0.5	0.5
	OBDEs	<0.5	0.5
	NBDEs	<0.5	0.5
	DeBDE	<0.5	0.5
	#3-MoBDE	<0.5	0.5
	#7-DiBDE	<0.5	0.5
	#15-DiBDE	<0.5	0.5
	#17-TrBDE	<0.5	0.5
	#28-TrBDE	<0.5	0.5
	#49-TeBDE	<0.5	0.5
	#71-TeBDE	<0.5	0.5
	#47-TeBDE	<0.5	0.5
	#66-TeBDE	<0.5	0.5
	#77-TeBDE	<0.5	0.5
	#100-PeBDE	<0.5	0.5
	#119-PeBDE	<0.5	0.5
	#99-PeBDE	<0.5	0.5
	#85-PeBDE	<0.5	0.5
	#126-PeBDE	<0.5	0.5
	#154-HxBDE	<0.5	0.5
	#153-HxBDE	<0.5	0.5
	#138-HxBDE	<0.5	0.5
	#156-HxBDE	<0.5	0.5
	#183-HpBDE	<0.5	0.5
	#184-HpBDE	<0.5	0.5
	#191-HpBDE	<0.5	0.5
	#197-OBDE	<0.5	0.5
#196-OBDE	<0.5	0.5	
#207-NBDE	<0.5	0.5	
#206-NBDE	<0.5	0.5	
#209-DeBDE	<0.5	0.5	

注1) <は定量下限未満を表す。

表 3-4 通り、結果は全ての PBDEs で<0.5ppm であった。以上の結果より、今回採取した 65 のサンプルについては、POPs 条約規制対象となる臭素系難燃剤の規制対象基準量を超える含有は

認められなかった。従って、今回の分析結果においては、POPs 条約規制対象となる臭素系難燃剤含有リスクは低いことが示唆された。小型家電由来プラスチックの効率的リサイクルのためには、むしろプラスチック種類別の分類を行い、同一種類のプラを一定量集めることが意義を持つと考えられる。

なお、今回の分析では、全臭素含有が最も高いもので 0.02%と低い値であったため、比較のために全臭素含有が 9%程度あったテレビバックカバーを入手し、ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) 同位体含有有無を確認するための化学分析 (同定および定量分析) を行った。その結果、表 3-4 と同様、すべての PBDEs 同位体において <0.5ppm の結果となった。

3.3.2 技術等最新動向把握調査

本事業では昨年度まで、小型家電リサイクル構築のために、ハードプラスチックの材料リサイクルを主眼においてヒアリング調査を実施した。本年度は、前述したように、中国の廃プラスチック輸入規制をはじめとして、プラスチックリサイクルを取り巻く環境の変化があったことを考慮し、容器包装プラスチック、エネルギー、輸出入の視点を含めてヒアリング調査を実施した。

容器包装プラスチックのリサイクルにおいては、開梱機、手選別、風力選別機、光学選別機、比重差遠心分離選別機等を経て、再商品化製造 (硬質 PS フレーク、PS インゴット、PET フレーク、硬質 PE フレーク、硬質 PP フレーク) を行っていた。脱水、造粒機により、パレットの原料となる PE・PP を製造し、パレット製品化がなされていた。また、残渣物を熱源として有効利用するために RPF 製造を行っていた。

容器包装リサイクルで不適合物となる生ごみ、金属、容器包装リサイクル法以外の製品プラ (おもちゃ、バケツなど) 等の他に、ライター、電池、電子タバコ等が異物として混入するケースがあり、特にリチウムイオンバッテリーの混入による発煙・発火トラブルは近年問題となっているとのことであった (※容器包装リサイクル協会ホームページによると、リチウム電池等が原因による再生処理事業者における発煙・発火トラブルは平成 30 年度 130 件、令和元年度 11 月時点で 206 件。容器包装リサイクル協会ホームページ :

<https://www.jcpra.or.jp/municipality/dangerous/tabid/757/index.php#Tab757>、2019 年 12 月 25 日閲覧)。

次にプラスチックをサーマルリサイクルや発電等に利用するためには、原料となる廃プラスチックの一定品質・一定量確保が重要なポイントとなる。これは材料リサイクルを国内外で実施する際も同様のことが言える。中国のナショナルソードのような海外の輸入規制が発動された後も、廃プラスチックを選別・ペレット化等の工程により原料まで戻すことにより、海外への輸出を可能にしている事例が見られた。

3.4 普及啓発

3.4.1 金属リサイクルセミナー

本事業の啓発事業として、令和元年10月に「令和元年度 宮城県金属リサイクルセミナー：小型家電リサイクルシステムの構築に向けて」と題し、セミナーを開催した。

開催告知のチラシを図3-13に示す。

令和元年度 宮城県金属リサイクルセミナー

～小型家電リサイクルシステムの構築に向けて～

宮城県では、**金属(レアメタル、貴金属、その他有用金属(※))**のリサイクルルートを確立するため、リサイクル事業者、排出事業者及び県内市町村等を対象に、宮城県内における**小型家電リサイクルの制度の現状と課題**、近年話題となっている**廃プラスチック問題**など、**国内外における資源循環を考える**セミナーを開催します。皆様ふるってのご参加をお待ちしております。
※本セミナーでは、産業廃棄物、一般廃棄物の両方を対象としています。

- 日時
- 会場
- 参加費

令和元年10月24日(木)
午後1時30分～午後4時30分 ※受付開始 午後1時

TKPガーデンシティ仙台
仙台市青葉区中央1-3-1 AER 13階 13AB

無料



13:30～13:40	開会挨拶 宮城県環境生活部 次長 小松直子
第1部 13:40～14:10	宮城県における小型家電リサイクル制度の取組 【講演者】宮城県環境生活部循環型社会推進課 技術主幹 遠藤 美砂子
第2部 14:10～14:45	小型家電リサイクル制度の現状と課題 【講演者】金城産業株式会社 代表取締役 金城 正信 氏
14:45～14:55	休憩
第3部 14:55～15:35	廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望 【講演者】国立研究開発法人 国立環境研究所 主任研究員 稲葉 陸太 氏
第4部 15:35～16:15	国際的な廃プラスチック問題の現状と課題 【講演者】公益財団法人 地球環境戦略研究機関 副センター長 林 志浩 氏
16:15～16:25	総合討論 東北大学大学院 環境科学研究科 教授 白鳥 寿一
16:25～16:30	閉会挨拶 東北大学大学院 環境科学研究科 教授 吉岡 敏明

主催:  宮城県・国立大学法人東北大学

問合せ先 宮城県環境生活部循環型社会推進課リサイクル推進班
TEL:022-211-2649 E-mail:junkanr@pref.miyagi.lg.jp

申込み先 国立大学法人東北大学 産学連携機構
TEL:022-795-5276 FAX:022-795-5286 E-mail:liaison@rpip.tohoku.ac.jp

図3-13 セミナー開催チラシ

セミナーの概要は下記の通りである。

- 会場：TKP ガーデンシティ仙台（仙台市青葉区中央 1-3-1 AER 13 階 13AB 会場）
- 日時：令和元年 10 月 24 日（木曜日） 13:30 ～16:40（13:00 開場）
- 参加人数 73 名

第 1 部 宮城県における小型家電リサイクル制度の取組

【講演者】宮城県環境生活部循環型社会推進課

はじめに、宮城県から、「宮城県における小型家電リサイクル制度の取組」と題した講演を行った。講演では、本事業による宮城県の小型家電リサイクルシステム構築に向けた取り組み概要の説明をした後、平成 30 年度に実施した実証事業（不燃ごみ等からのピックアップ回収県内 2 ヶ所、イベント回収県内 2 ヶ所）の結果の説明を行った。また、本年度実施した実証事業（県内 24 市町村から回収した約 1 か月分の使用済み小型家電および県内 4 ヶ所に設置した事業系小型家電の持込拠点からの回収）の中間報告を行った。さらに、令和 2 年度の事業目標と令和 2 年度以降の課題の解決方法を下記の通り示した。

- ・事業の目標（令和 2 年度）
 - （1）「第 2 期循環計画目標」全市町村が継続的に小型家電リサイクル制度に取り組んでいく（ステーション回収・ピックアップ回収・ボックス回収等）
 - （2）県民 1 人当たりの小型家電リサイクル制度による小型家電回収量（市町村回収分）が全国レベル（400g/人・年）まで向上
- ・課題の解決方法（令和 2 年度以降）
 - （1）市町村の焼却施設等一般廃棄物処理施設での残渣処理の検討
 - （2）県内認定処分施設の設置・利用促進を支援
 - （3）みやぎ方式小型家電リサイクルシステムが継続的に運用できるよう市町村や連携事業者の連携を維持

講演の後、以下の質疑応答がなされた。

- ・回収量についてデータを個数と重量と 2 通りだされていたと思うが、どちらが重要か、「こういう切り口なら個数が集まる方がいい」、「こういう切り口なら重量が集まる方が良い」ということがあると思うが、そのあたり教えて欲しい。
- 品目ごとに重量が異なるということと、品目によって有価性の高いものが入っている、基板が多いなどということがあると思う。多かったのが電子炊飯器、電子ポット。こちらについては有価性の高いものはあまり入っていないが、そのまま市町村では、不燃ごみ、粗大ごみというのは、そのまま破碎され、ある程度金属は回収されるが、最終処分場に行ってしまうので、やはり有価性の少ないものであっても、量を沢山回収していくことによって、逼迫する最終処分場に行くものが少なくなると思う。ただ、やはり廃プラスチックは多く、その有効活用は重要になる。県としては重量で考えている。

・有価物の入っている割合等、評価指標を県の方で考えているか。

→それについては平成 28 年度に実施しており、その結果も踏まえ、今回の実証試験の結果も踏まえて考えていきたい。

第 2 部 小型家電リサイクル制度の現状と課題

【講演者】 金城産業株式会社 代表取締役 金城 正信 氏

続いて、金城氏より、「小型家電リサイクル制度の現状と課題」と題し講演があった。金城氏は現在小型家電リサイクル認定事業者協議会会長を務めており、まず講演の導入部分で小型家電リサイクル法の概要と現状について経済産業省資料に基づいた説明があった。それによれば、平成 30 年 6 月現在で、全国で 1,620 市町村（93%）、居住人口ベースでは約 97%が小型家電の回収処理の取組を実施もしくは実施に向けて調整中である（「実施中」1,591 市町村、「実施に向けて調整中」29 市町村）。回収方法はボックス回収（50.4%）が最も多く、次いでピックアップ回収（38.4%）、清掃工場への持込み（26.5%）となっており、平成 29 年度の一人あたりの年間小型家電回収量の全国平均は 446g である。小型家電リサイクル法の認知度については、「取組みの意義も含めて知っていた」のは 19.1%にとどまり、「聞いたことはあった」が 39.2%、「知らなかった」は 41.7%に上った。

次に、金城産業株式会社で実施している拠点回収「エコニコ」や、東京オリンピックに向けて実施された「みんなのメダルプロジェクト」の事例紹介があった。

さらに、以下のような今後の取組への説明があった。

- ・金属・プラスチックの市況が低下し小型家電リサイクルの収益は厳しい状況だが、より低コスト、高リサイクル率を追求し、収益の改善を図りたい。
- ・小型家電リサイクルの全工程を見直し、マテリアルリサイクルの向上を目指す。
- ・小型家電リサイクルの全品目でゼロエミッション化への取り組みを推進する。
- ・関係各位と連携し、小型家電リサイクルの認知度を向上させる。
- ・回収量アップのために直接回収や自治体の参加の増加を目指す。

第 3 部 廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望

【講演者】 国立研究開発法人 国立環境研究所 主任研究員 稲葉 陸太 氏

稲葉氏からは「廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望」と題した講演があった。まず、平成期の社会情勢の変化からもたらされた廃棄物管理への影響、廃棄物管理に関わる政策、廃棄物管理・計画の動向を読み解いた。平成初期は廃棄物の多様化から、個別リサイクル法の整備が進められた一方で不法投棄問題も浮上した。平成中期は循環基本法・計画の整備が進められた。平成末期には東日本大震災が発生する等災害廃棄物対策も必要となった。

令和の展望としては「人口オーナス」が課題となり、人口減、高齢化、財政難が顕在化する可

能性を指摘した。今後は「成熟期の廃棄物計画」として、国と自治体の計画が適切に接合し効果を発揮していくことが必要であるとの説明があった。また、廃棄物処理を各自治体で完結させず、近隣地域で補完しあうことで、無駄なく必要な体制が整備できるとし、各地の取組と国の交付金制度の方向性を整合させることや、災害廃棄物処理計画と施設整備計画を連携させることの必要性に言及した。そして、国と自治体を接合した一般廃棄物モデルの開発状況について説明があった。

第4部 国際的な廃プラスチック問題の現状と課題

【講演者】公益財団法人 地球環境戦略研究機関 副センター長 林 志浩 氏

講演の最後として、林氏より「国際的な廃プラスチック問題の現状と課題」と題した講演が行われた。講演では、世界の廃プラスチック発生量の推移、プラスチック容器包装材のフロー、国内外の廃プラスチックリサイクル・処理状況、政策動向等プラスチックを取り巻く状況の説明がなされた。

また、廃プラスチックを無くす国際アライアンスとして、民間事業者、NPO等の取組みの紹介がなされた。さらに、環境インフラ輸出における国・都市・民間の有機的連携の重要性を指摘した。

すべての講演終了後に、総合討論が行われた。以下の意見等が出された。

- ・ここに居られる業者のみなさんが、恐らくプラスチックは結構困っておられると思うが、今日国際的立場からお話いただいた中で、プラスチックのルートで中国は十分あり、復活しつつあるところもあるということをお伺いした。おそらく皆さんの疑問としても、では廃プラスチックのリサイクルルートは、今後どうなって、いつ頃戻ってくるのか大きな疑問かと思う。

→今後の廃プラスチックのことを議論する上で、やっぱりこういう段階を経て、どういう方向へいつ頃行くのかといったところが、重要になってくるとは思う。我々の感覚では、規制効果の波及効果は不可逆的という感覚を受けており、バーゼルの条約改定もあったが、今後ますます国際的に難しくなっていくであろうというような先行きが見えている。では日本としてルート2へ進んでいくのか、ルート3に進んでいくのかといったところの大きな視点だとは思う。

- ・プラスチック問題は非常に大きく、今後行く方向として、従来のリサイクルであるとかそういうルートではない、別な道を多分考えないといけないのだろうと思う。今回出てきたプラスチック戦略というのが大きな位置づけとしてあるのだろうと思う。それはまず、従来の中国が止まったからと言って、中国を復活させる、そのルートを復活させるにはどうするのかと、いつまでもゴミをゴミとして扱っていくというのは、どこまでやるのかという話になってくると思う。次の新しいステップに行くためにどういう戦略を今、我々が考えなくてはならないのか

という、そのディレクションを（プラスチック）戦略は示していると思っている。少し従来の枠から飛び越えて考えなくてはならないということが大きいと思う。

- ・一般廃棄物モデルで何もしないとき、それから、こういう施策をとった時という前提の中に、小型家電がなかった気がするが、例えば小型家電を8割集めたらどうなるというようなモデルはここには反映されていたのか。

→本日の講演のモデルの中で、小型家電という分類でどう処理するというのは、この段階では入っていない。ただ、プラスチックについては、主に容器包装になるが、そういう家庭から出てくるものについてモデルを組もうと考えてはいる。小型家電も入れるかどうかは今後の検討課題になる。

- ・一般廃棄物のモデルシナリオ分析のところで、自然減といういわゆる人口減に伴うところがとても大きく、最終処分のところなどは特段対策を練らなくても大丈夫というようなモデルがあるとすると、では本当に自然減だけに頼ってしまってもいいのではないかという、逆の意味のメッセージにもなるのではないかと思う。そうすると当初出している目標の設定値は、かなり甘いところの数値になっていないか、少し疑問としてあるが、その辺について何かコメントがあれば、是非お聞かせいただきたい。

→最終処分場についてはそのような結果が出ている。端的に見てそういう結果なのだが、一方で、循環利用量についてはまだまだで、人口減の効果はあまり効かず、いろいろな対策を入れても、全然目標値に届かないという状況である。そこに関しては、もっと市町村ごとのきめ細かい対応や、プラ戦略で言われている抜本的な社会の在り方やライフスタイルを変えるような対策が必要になっていることが、今回の講演で示した分析結果でわかると思う。最終処分量について（人口減による自然減で）目標値を達成してしまうという推定結果については、そもそも最終処分量の目標は妥当なものであったか、今後もこの目標で良いのか、ということについてさらに議論が必要ではないかと考えている。

- ・県と認定事業者の話を聞いていると、やはり認定事業者はおそらくどこでも結構苦しい。小型家電だけだと、とても成り立っていない。認定事業者であるということ、取った限り継続性はすごく重大で、はい、辞めたというわけにはいかないと思うが、そこをつなぎギャップを埋めることは県が調整していると。広域でやるということは国の考え方にも則ってやっているということなのだが、今、ルートで作っている他に今後県としてもう一つ何かと考えているところはあるか。認定事業者というのは、県で現れてくると、どこまで継続的に調整していくかというので、今ルートができたところまではあるとして、その次の施策はどういう形で考えていくのか。

→まず一つは市町村の方が認定事業者を選ぶ際、あくまで入札という形を取らざるを得ない。ただ現状やはり、競争力が低いというか、要するに県内を処分施設にしている認定事業者さんが少ないということで、その部分を、支援していきたいと思う。また、事業系については、ある

程度県が介入してもいいのではないかと考えており、事業系の持ち込み拠点を複数設置し、集めていく。その際にある程度、県が音頭を取って、こういうものを集めます、ここと、ここと、ここで同じ品目で集めることができますというように利便性を向上させたいと思う。同じように市町村さんも、今、独自に認定事業者と契約していることもあり、回収の方法も違う、回収品目も違うということで、引っ越しするたびに何を回収しているかわからないという状態になっているので、まずこの小型家電の品目をなるべく全県で統一するところから始めて、徐々に、施設で何を集めるか、何が処理できるか、あくまで施設の構造にかかってきてしまうものなので、広域化を図りながら、統合していく中で、徐々に統一できるような形で、持っていくということが非常に必要なこととってはいるが、それも10年などのスパンでみなければいけないこととされている。そういうことで協力いただければと考えているところである。

- ・四国では品目は統一されているか？四国4県では金城産業さんで集めている小型家電の品目は、各市町村で同じものが来るのか？

→各県で特に取り決めはない。私どもの戦略で全品目以外はしないという方針でやっており、特定品目だけを抜くのであれば撤退すると宣言をしている。

当日のセミナーの様子を図3-14から図3-17に示す。



図3-14 セミナーの様子①



図3-15 セミナーの様子②（金城氏）



図3-16 セミナーの様子③（稲葉氏）



図3-17 セミナーの様子④（林氏）

- ・ アンケートの目的及びセミナー実施内容

本調査（アンケート）は、2019年10月24日に開催された令和元年度金属リサイクルセミナー～小型家電リサイクルシステムの構築に向けて～（以下、セミナー）について参加者がどのような意見を持っているか、また今後のセミナーにおいてどのような講演内容が求められているかを明らかにし、今後の参考とすることを目的としている。

セミナーの講演内容は以下の内容である。

- 第1部 宮城県における小型家電リサイクル制度の取組
- 第2部 小型家電リサイクル制度の現状と課題
- 第3部 廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望
- 第4部 国際的な廃プラスチック問題の現状と課題

- ・ 調査対象数・アンケート回収状況

事前申込み人数：87名

欠席人数：17名

当日参加：3名

出席人数：73名

アンケート回収枚数：39名

備考：2019年10月12日の台風19号により宮城県内広範囲において甚大な被害があり、災害対応のため欠席が多かった。

- ・ アンケート内容

アンケートの設問内容については以下の通りである。

設問1 セミナー参加のきっかけ（選択式・複数回答可）

設問2 講演について（選択式・五者択一）

テーマ・内容、

ボリューム、

理解度

一番興味を持ったテーマ

設問3 今後、宮城県主催のセミナーで聴きたいテーマ（自由記述）

設問4 その他（自由記述）

・ アンケート集計結果

設問 1: セミナー参加のきっかけ (選択式・複数回答可)

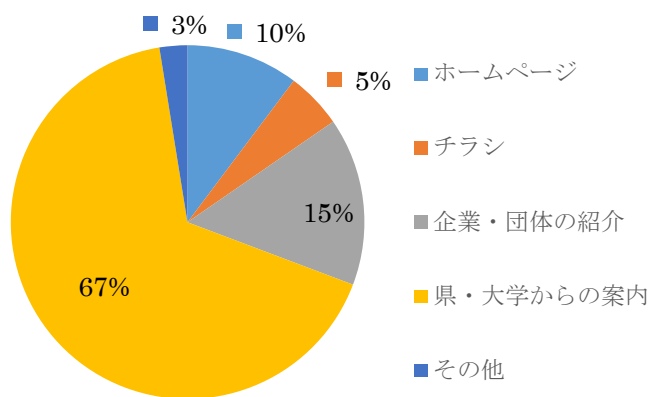


図 3-18 セミナー参加のきっかけ

ホームページ：10% (4 回答)

チラシ：5% (2 回答)

企業・団体の紹介：15% (6 回答)

県・大学からの案内：67% (26 回答)

その他：3% (1 回答)

(未回答：3 件)

※注) 複数回答可のため、合計とアンケート回収枚数は一致しない。

図 3-18 の通り、半数以上が県・大学からの案内でセミナーに参加している。企業・団体からの紹介も含めると、82%と大半を占め、チラシやホームページなどの広告媒体を介して参加に至ったと回答した割合は低かった。

設問 2: 講演について (選択式・五者択一)

テーマ・内容

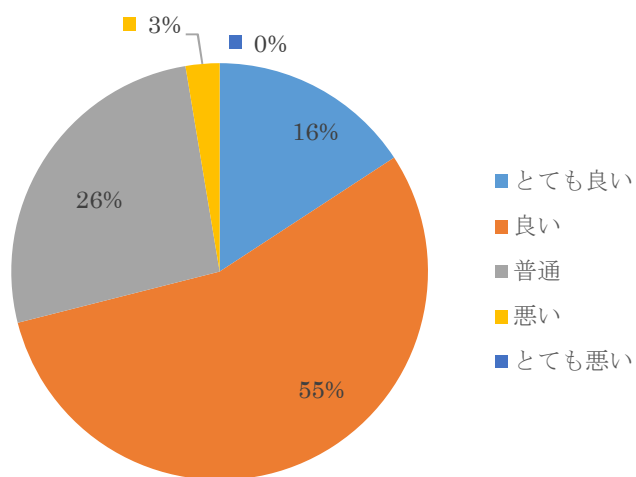


図 3-19 テーマ・内容

とても良い～良い : 71% (27 回答)

普通 : 26% (10 回答)

悪い : 3% (1 回答)

とても悪い : 0% (0 回答)

無回答 : 0% (0 回答)

図 3-19 の通りとても良い、良いが 71%を占め、概ね好評であった。普通という回答も 26%あった。「悪い」と「とても悪い」のいずれかの回答は 1 件にとどまり、ほとんど該当がなかった。

ボリューム（選択式・五者択一）

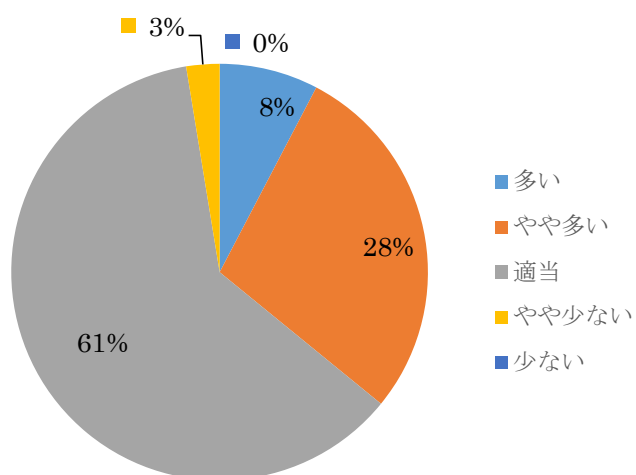


図 3-20 ボリューム

多い：8%（3 回答）

やや多い：28%（11 回答）

適当：61%（24 回答）

やや少ない：3%（1 回答）

少ない：0%（0 回答）

図 3-20 の通り、ボリュームは適当という評価が 61%で、やや多いとの回答が 28%、多いとの回答は 8%で、時間・内容量について、多少検討の必要があると思われる。やや少ないと評価した回答は 1 件であった。

理解度（選択式・五者択一）

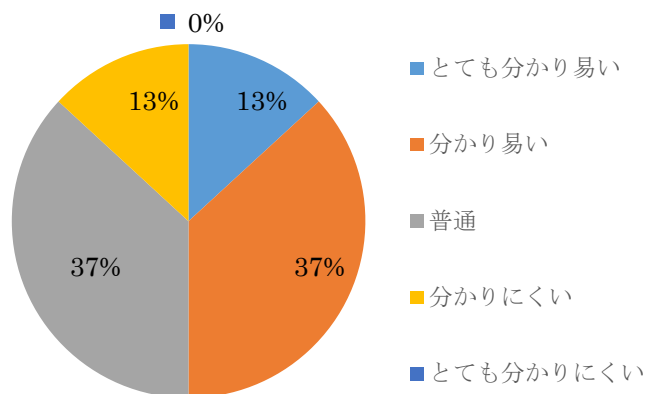


図 3-21 理解度

- とても分かり易い：13%（5 回答）
- 分かり易い：37%（14 回答）
- 普通：37%（14 回答）
- 分かりにくい：13%（5 回答）
- とても分かりにくい：0%（0 回答）

図 3-21 の通り、とても分かり易い～分かり易いという評価が 50%。普通を含めると 87%であり、セミナー全体としては概ね理解されたと考えられる。分かりにくいという意見は 5 件であった。

一番興味を持ったテーマ（選択式・複数回答可）

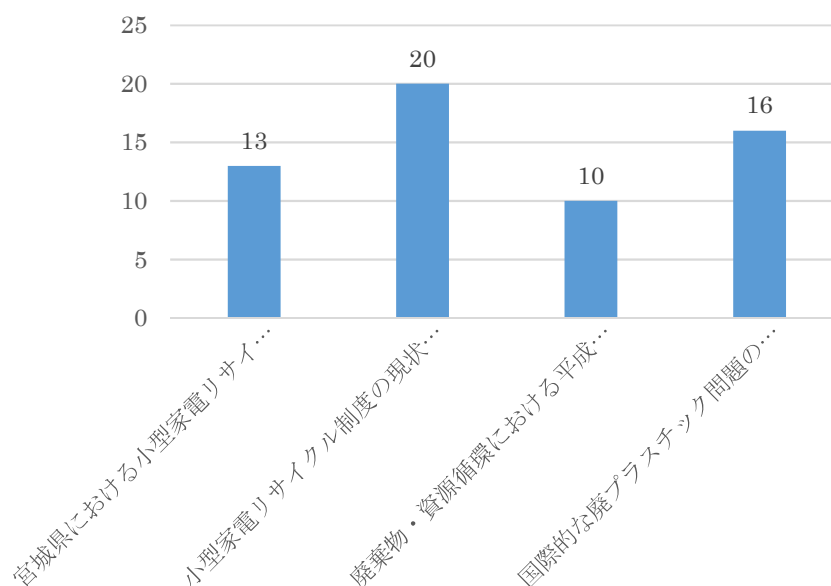


図 3-22 一番興味を持ったテーマ

第一部：宮城県における小型家電リサイクル制度の取組（13 回答）

第二部：小型家電リサイクル制度の現状と課題（20 回答）

第三部：廃棄物・資源循環における平成の総括と令和の展望（10 回答）

第四部：国際的な廃プラスチック問題の現状と課題（16 回答）

興味を持ったテーマは、図 3-22 の通りであった。小型家電リサイクルシステム構築が事業のメインテーマであり「小型家電リサイクル制度の現状と課題」への興味関心が高いのは予測されるが、次いで「国際的な廃プラスチック問題の現状と課題」の得票が多いことから、中国や東南アジアにおける廃プラ輸入禁止政策・バーゼル法改正の背景もありプラスチックの処理方法への興味が高いことが示唆された。

・ 考察

本セミナーでは概ね高い理解度・満足度が得られた。ボリュームについてはやや多いとの回答が見られた。今後セミナーで取り上げて欲しいテーマとして、レアメタル・プラスチック等小型家電リサイクルに関わる実態・方向性の他、地域連携や企業間連携等異なるステークホルダー連携の事例や実際に実施されている具体的事例を挙げる回答があった。また、合わせ産廃処理の可能性や方向性に関する事、といった要望も挙げられた。

さらに、「資源循環のために何を変えて行くべきか」、「環境問題に対してより関心を持った」といった回答があったことから、本セミナーは「小型家電リサイクル」というテーマから、より

包括的テーマを考えるきっかけともなり得たと考える。

3.4.2 連絡協議会

令和元年度希少金属等リサイクルシステム構築連絡協議会を以下の通り実施した。

- 会場：東北大学大学院環境科学研究科本館
(仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 3階大会議室)
- 日時：令和2年2月6日(木) 14:00～16:00
- 参加人数 39名

次第は下記の通りである。

- 1 開会
- 2 あいさつ
- 3 議題
 - (1) 宮城県における小型家電リサイクルの取組について
 - (2) 令和元年度小型家電リサイクルシステム実証試験結果について
 - ・県指定11品目の試験結果
 - ・県指定11品目以外の小型家電処理における生産性について
 - (3) 話題提供「金属・プラスチックのリサイクルに関連した最近の動き」
 - (4) 意見交換
 - (5) 講評(東北大学大学院環境科学研究科 特任教授 中村 崇)
- 4 閉会

連絡協議会では開会挨拶に続き、以下の議題について説明および質疑応答がなされた。

- (1) 宮城県における小型家電リサイクルの取組について

【説明者】宮城県環境生活部循環型社会推進課

はじめに宮城県より、「宮城県における小型家電リサイクルの取組について」と題し説明を行った。平成29年度に開始した本事業で取り組まれてきた調査・実証試験の内容および結果の概要、セミナー・連絡協議会等の啓発事業の内容について説明をした後、課題の整理と解決方法の提案を行った。課題としては、県内認定事業者不在で認定処分施設も少ないことから運送費高となり有価買取され難いこと、委託契約書やマニフェスト交付手続きについて事業系小型家電の小口排出事業者にとっては負担が大きいこと、小型家電処理残渣(廃プラ等)処分コストの問題等が挙げられた。これに対する解決策として、再生利用業の一般指定(県内の小型家電認定処分施設)導入の検討すること、県内の認定処分施設で処理する事業系小型家電を持込拠点回収する場合はマニフェスト交付不要とすること、県内の認定処分施設で処理した小型家電の処理残渣を市町村等の一般廃棄物処理施設で処理する(併せ産廃処理)の可能性を検討するといった

提案を行った。

(2) 令和元年度小型家電リサイクルシステム実証試験結果について

：県指定 11 品目の試験結果

【説明者】 東日本リサイクルシステムズ株式会社 工場長 中戸 毅之 氏

続いて、東日本リサイクルシステムズ株式会社より、本年度実施された実証試験（県指定 11 品目）の処理結果について報告がなされた。今回の実証試験では回収物を「区分 1（携帯電話類）」、「区分 2（ノートパソコン類）」、「区分 3（その他県指定 11 品目）」に分類し、区分 1 は手分解、区分 2、3 は手分解処理および破壊・物理分別処理を行った。その結果、処理の生産性実績として、破壊機を使用した場合、手分解処理と比較して、区分 2 で約 1.1 倍、区分 3 では約 1.9 倍の生産性向上に留まった。実運用における効率化を想定した場合は区分 2 で約 1.8 倍、区分 3 で約 3.3 倍となるが、望ましい生産性向上となる 5 倍以上には届かない結果となった。本年度の実証試験に関する課題としては、回収品目以外の混入、処理困難物の受入れ先、一般廃棄物と産業廃棄物の区分に関する課題が挙げられた。

説明の後、実証試験に用いた破壊機のタイプ・処理能力等に関する質疑応答がなされた。選定した機器は、実際に小型家電の破壊に導入されている事例のある破壊機と同様のテスト機で横型の回転式で、衝撃を与えるタイプのものである旨の回答がなされた。

(3) 令和元年度小型家電リサイクルシステム実証試験結果について

：県指定 11 品目以外の小型家電処理における生産性について

【説明者】 株式会社国本 代表取締役 引地 豊 氏

次に、株式会社国本より、本年度実施された実証試験（県指定 11 品目以外）の処理結果について報告がなされた。県指定 11 品目以外の小型家電リサイクル率は昨年度と概ね同様であった（再資源化済品：29.8%、要二次加工品：32%、熱回収可能物：32.2%、処理困難物：5.9%）。熱回収可能物を全量サーマルリサイクルした場合、再資源化率は有価物と合わせて 94.1%となる。なお、熱回収可能物の 90%程度を廃プラスチックが占める。作業環境改善によりある程度の生産性向上が見込めるとしたものの、採算性には課題が残るとの説明がなされた。

説明の後、以下の質疑応答がなされた。

・トナー、インクカートリッジについては、廃棄物の中では「処理困難物のその他のゴミ」という位置づけか？

→その通りである。

・県指定 11 品目以外のリサイクル率に関するところで、令和元年と平成 30 年度はほぼ変わらないということであったが、11 品目に関しても同じような傾向であるという認識でよろしいか？

→昨年は 11 品目については扱っていなかったため、データはあくまで 11 品目以外に関するも

のである。

(4) 話題提供「金属・プラスチックのリサイクルに関連した最近の動き」

【説明者】 東北大学大学院環境科学研究科 教授 白鳥 寿一

続いて、話題提供として、東北大学より「金属・プラスチックのリサイクルに関連した最近の動き」と題した説明がなされた。説明では、本事業の目的と調査研究の実施内容や EU と日本の小型家電リサイクルに対する考え方の相違点について整理した後、資源循環を取り巻く社会事情の昨今の動向と金属・プラスチックリサイクル技術事例について説明があった。

その後「意見交換」の時間が設けられ、出席者から以下の意見が出された。

- ・今後の課題の認識として、弊社は手解体をメインとしてやっているが、やはりプラスチックの問題はのしかかってくると思う。また、今回は事業系のものに関しては有価性の高い品目に絞っているため、事業物で採算は確保できているが、継続的に回収物が確保できるかどうかは疑問である。さらに、物量確保のためには認知度の拡大と、エリアごとの特性に応じた取り組みが必要と認識している。今後の本実施にあたっては、集約保管エリアを設置するのであればそこに係るコストは事業者負担がかかることになるため、運賃に関するところ等を詰めていければと思っている。小型家電の課題については、先ほどから話題になっているようにプラスチックの再資源化と処理の問題と、廃棄物の処理料金の増加の問題、金属価格の変動、等がある。有価物の価格が上がれば問題ないが、下がった場合どのように対応ができるか。加えて、弊社は手解体メインで行っているため、解体を行う従業員の確保と教育が課題になると思っている。
- ・当社は小型家電については本業ではないものの、回収拠点を設置する際に協力させて頂いた。新聞等の広報に掲載されていたことから、社内ではかなりの量の廃棄物が搬入されるのではないかと考えていたが、思ったより少なかったという印象である。私共は産業廃棄物の処理の方で、焼却炉をやっていることから、焼却炉でパソコンを処理してほしいという要望が多いが、お断りしている状況である。そのような要望に関しては、当社から今回の会議に参加しているような会社を紹介させてもらっている。この原因として、産業廃棄物の処理についての周知が足りないため、排出者としてはどこに持って行けばよいかわからないという事実があるようだ。加えて、パソコンの処分に関しては、去年は各地で個人情報に関する問題があったことも原因であると考えられる。
- ・弊社は主に金属と古紙のリサイクルを行っている。今回は回収拠点として携わった。まず、多くの廃棄物が集まったという印象である。やはり、排出者側では処理困難な物の回収場所がわからないということ、無償処分であったことが理由であると思っている。本協議会の説明にあった通り、手解体・分別した場合、処理困難物が出るという状態と、処分

先の確保が今後の課題であると感じた。

- ・弊社のメインは鉄・非鉄のリサイクル業である。小型家電の事業者認定を取得した。課題としては、廃プラスチックの処理先に関するところが一番に挙げられる。現在、私の事業部で体制をうまくつけれないか検討しているところである。加えて、金額の問題がある。処理料をきちんと頂かないと事業として回っていかないのではないかと感じている。

- ・認定事業者として採算性があるか、というのが一番の問題であると認識している。また、白鳥先生もおっしゃるとおり、資源としてリサイクルするにはきれいなものを作らなければならないため、よりコストがかかるという状況がある。他社の説明でもあったように、弊社においてもある程度危険物を取り除くために最初に手選別を行い、その後に破碎処理を行っている。今回宮城県で取り組んだ 11 品目以外に関しても、弊社の実績から鑑みるとは 70~80 円の資産価値はあると考えられる。ただし、それらを処理するためにはその資産価値と同等程度の分別作業・破碎の費用がかかるため、ほぼ 0 円という評価になる。そのため、どうしても市町村との取引の中で、0 または逆有償ということになってしまう。これ以下のものをさらにやろうとすると、輸送費が増える。つまり、多くの量の廃棄物を集めようとする、市町村と認定事業者の負担がかなり増えなければ難しいのではないかと考えている。

→多くの量を集めると自治体や認定事業者の負担が増えてしまう、ということがあることを指摘して頂いた。一方、白鳥先生の説明の中ではある程度の量を確保すると相当のメリットが生まれるという話であったが、それとは別の視点による意見といえる。そのあたりはどう考えるか？

→集める物の種類次第である。先ほど申し上げたとおり、今回宮城県で取り組んだものはある程度資源価値がある物のみを集めていた。それが多く集まればそれなりのメリットがあるかと思うが、それ以外の物も増えてくると逆有償も増えると認識している。

- ・私共は小型家電リサイクル法の認定事業者である。(パソコン等の) データ処理の問題に関しては先程から指摘されているが、当社ではデータの消去は自社で行い、その後処理を業者へ依頼するという方法をとっている。

宮城県からの説明資料 p. 14 にあったが、当社では東京都の再生利用指定のモデル事業を行った実績がある。その経験を踏まえ、宮城県の実証実験の結果については、資料 p. 10 「今後も事業系小型家電の持ち込み業態が設置された場合、利用したいか」という問いに関して 93% が「利用したい」と答えていることが印象的である。東京都で弊社が行ったモデル事業でも、やはり排出者からは「マニフェストが面倒である」という意見が多く、このように便利な方法があるなら利用したい、という意見が 9 割以上ということが共通しているという感想を持った。この機会に、宮城県への質問もさせて頂きたい。まず、資料 p. 7 に関して「チラシを配布した」という記載があるが、何部くらい配布したか。また、p. 9 に関して、廃棄物の持ち込みがあった事業者の業種別回収量の内訳、事業者の業種や規模について教えて頂きたい。

→まず、チラシに関しては13万3,000枚作成した。そのうち、新聞折り込みが13万1,500枚である。それ以外の残りについては、各行政機関、宮城県内の保健所、市町村に配布し窓口等に配架して頂いた。持ち込み事業者の業種に関しては、グラフに示した通りのデータしか無いため、事業所の規模等までは集計していない。今後、そのような分析もしていこうと考えているところである。

- ・当社は県内において金属のリサイクルを行っている。私自身は財務・経理の専門性を持つため、その観点からの感想を述べたい。これだけ多くの専門の方々が集まっているなか、皆から「採算が合わない」という意見が出るということは、おそらくフローの中で採算を出すのが困難なのではないか、と感じた。そうであれば、白鳥先生がおっしゃったとおり、採算が出る量まで貯め、採算が出る量に達してから入札をかけるなど、採算を出すための全体としての仕組みづくりを別の観点から行った方がよいのではないかと感じた。

但し、そのためには多くの量の廃棄物を貯めることができる場所の確保が必要となり、単一の自治体の負担が大きくなる等の問題が想定される。それに関しては、単一の自治体ではなく他の自治体と連携してそのような場を用意するという事も考えられるのではないか。そのような観点で進めていくことで、社会的に、コストの小さい方法で実現可能な落としどころがあるのではないかと感じた。

- ・私共は県内において古紙のリサイクルを主に行っている。その中で金属事業部では小型家電等も扱っているところであるが、小型家電に関する一連の業務の流れの中で最も感じるのは、一般の方々には小型家電をどのように処理してよいかわからないということである。さらに、事業者が廃棄する小型家電に関する問い合わせが非常に多いということも挙げたい。事業者に関しては小型家電も産廃処理になると伝えると、費用をかけたくないという声が多く、理解が得られないという現状である。このような現状を変えるには、やはり周知が重要ではないか。まずは小型家電リサイクル法に則って処理しなければならないということを周知するということが最も重要と感じている。

- ・今日は災害廃棄物の話題の中で金属の廃棄物の処理が大変だったという話が出ていた。また、平時からどのように連動するか、ということが大事という発表もあった。

- ・昨年の台風に関して、自治体の方々も慣れない対応のため少し遅れてしまったのではないかと思っている。国、県、市町村、業界が協力しながら対応していくことが重要だと感じている。

- ・災害被災家電については、リサイクルに送る仕組みができあがってからの時期に当たる11月の中旬くらいから大量に搬入されてきた。その後、12月が入荷のピーク、1月も微減だが引き続き入ってきている状況である。現在までに9,000台ほどの災害被災家電を処理した。通常の家電と違って、変形している・泥が詰まっているなどの事情があり、解体には通常の2~3倍

要している。また、家電が自立せず、ゆがんでいたり崩れてきたりする、というところを注意しながら進めている。様々な地域から送られて来ており、その状態は千差万別である。持ち込まれたものは全量処理するという原則で行っているため、なんとか少しでも協力できれば、という思いで行っている。

→災害被災家電に関しては手間・コストともにかかるが、平時できちんとした設備が整っていれば受け入れられる、という認識でよろしいか。

→コストに関してはメーカーと話をしている状況である。

- ・自治体の中で小型家電リサイクルに関しては市民センター等の公共施設、一部スーパー等の店舗にも回収ボックスを置き回収している。粗大ごみに関しては一般家庭からのピックアップ回収も実施している。このように進めてはいるが、一般の方々はどうのように処理してよいかわからないという指摘があった通り、まだ周知が足りないのかなと感じたところである。これまでも、イベント等を通じて啓発・周知を図っている状況であるが、今後も引き続き行っていきたい。廃プラスチックの処理に関する課題についても今日の参加者の方々からお話があったが、そこに関しては課題が多いという認識を持っている。今後は各自治体と情報共有しながらどのような対応が必要かということを含めて、更に情報共有を進めていければと思っているところである。

最後に、連絡協議会会長である東北大学大学院環境科学研究科中村先生より講評があった。会議の様子を以下に示す。(図 3-23、図 3-24)



図 3-23 連絡協議会の様子①



図 3-24 連絡協議会の様子②

4 おわりに

- ・ 本年度事業内容の総括と今後県が目指すべき方向性

「県内市町村の一般廃棄物の分別ルール現状について、データの整理と解析を行って実態を把握した上で、将来的に分別ルールを統一化していくにあたっての課題を抽出する。」という目的で、全市町村のゴミ分別ルールを精査した。

昨年度行った展開試験の結果とその収集対象自治体のゴミ分別ルールから予測されたが、分別ルールは自治体毎に異なり、自治体の境界を越えると異なるルールの下に分別されることになっていた。一般的に市町村合併や共同組合で行った場合、各自治体で実施されてきたことを統一して行くには時間がかかることは致し方ないが、同じ区域内でも依然として不一致の場合が見られた。不一致の度合いはレベルがあり、そもそもルールが違っている場合と、ルール上ではあまり大きな違いはないものの、個々の表記（イラストなど）の差による分別回収物の住民への浸透が異なる事例が存在した。

小型家電に関しては、各自治体がボランティア的に参加して行っており、一概に自治体間の比較は難しいものの、容量や頻度が少なく収集箇所に持って行けなかったものは、通常の一般廃棄物システムに落とし込まれることから、不燃物の表記など住民への回収物の品目を周知させることや、理解を得ることに大きく関係すると考えられた。

昨年の展開試験の結果からは、住民周知・理解の手法の僅かな違いが実際は収集物の大きな違いに繋がってしまうことがわかっている。前述した「持続可能な適正処理の確保に向けたごみ処理の広域化及びごみ処理施設の集約化について（通知）」に従って広域化を検討する場合、通知先の各都道府県廃棄物行政主管部（局）としては、このような細やかなチェックと観察を行い、検討を続けていくことが非常に有効であると考えられる。

もう一つの課題として、使用済み小型家電をより多くリサイクルするためには、より効率よく集めることはもとより、小型家電のリサイクルループから有害物・忌避物を除外する必要がある。その観点で昨年までの結果から、特に小型家電類と類似する物として、多種の電池を取り上げて、小型家電類とともに電池類の回収インフラについても、その位置や密度などについて、人口分布や収集箇所へのアクセスしやすさの観点から検討を行った。電池類（特にLiB）については、最近の火災事故の多さから一般廃棄物の処理現場（自治体）・産業廃棄物処理現場・小型家電の認定事業者の各分散箇所において問題となり、国レベルでも調査が開始されている。例えば、収集箇所を設置する際には、各セクターや自治体が必ずしも住民の利便性や収集の効率を考慮して作ったものではない。したがって、今回の調査により宮城県内で示したように、各自治体でのポイントで差があることは当然の結果である。

本大学連携事業においては、当初より宮城モデルの実効的な現実化を考慮し、宮城県で考えた二次資源の賦存量の可視化などを併せて行ってきた。本年の収集インフラの検討と過去の検討データは、県レベルでの戦略的な配置などを考える上での基礎的なデータであり、これが今後有効に使われることを期待したい。

初年度より続けているリサイクルのルート調査も継続した。本年は事業期間中に大きな社会問題となっているプラスチックの行方について、実際にしっかりと事業化している処理事業者から聞き取りを行った。容器包装リサイクル法によるものを対象としている事業者、発泡スチロールの圧縮原料化を行っている事業者、廃プラスチックからのエネルギー回収を主とする事業である。各々、プラスチックの資源循環の取り組みは異なるものの、それを事業化するに当たっての進め方に関しての示唆があった。容器リサイクル法ではそもそも処理費が保証されているので種々問題はあがるが循環する。発泡スチロールは単一プラスチックで発生場所は市場などが多いことからここでの熱圧縮装置を供給して濃縮物を集約し輸出することで循環している。エネルギー回収は有価で原料として大量に買い取れるルートを構築して地域の発電事業を実施している例であった。おのおのの示唆は、費用の問題、同一素材の収集、運送効率化、大量の収集といったことである。これらの例は既に宮城県での発生物もルートに入っているものも多かった。

前述してきたように、ここ3年間の中で二次資源をめぐる世の中の動きは激しく、特にプラスチックについては大きな転換期を迎え、国内での循環を考えざるを得ない状況になるとともに、汚れたプラスチックの海外の輸出はできないようになった。それを受けて、大学側の検討としては集めた小型家電のプラスチックをどのように扱うかを考慮する基礎データとして、プラスチックインベントリの整備を昨年度から行ってきた。本年度はn数が足りないと思われる小型家電品目について補足的に追加し、種類に関する知見を増やした。また、小型家電で最も問題となる硬質プラスチックの循環に関しては、一部の臭素化難燃剤がPOPs条約の廃絶品目に追加指定されたことから、これらの排除を検討する必要がある、その知見を明らかにした。結果的に、既にRoHS指令などにより電化製品への使用は抑制されてきたことから、実際の収集品で全臭素として検出される例はあるが、今回の詳細分析結果からは、問題となる臭素化難燃剤は現在の民生品の小型家電排出品には存在していないと考えても良いと推定された。

普及啓発として、金属リサイクルセミナーと連絡協議会を実施した。金属リサイクルセミナーでは、プラスチックの専門家を招き、現況について講演を行っていただいた。連絡協議会では、一連のリサイクラーのネットワーク作りと、集約ポイントの試験的設置、収集物の分別（比較的価値が高いものとそうでないもの）が行われ、それを得意とするリサイクラーでの処理試験が行われたことが報告されている。制度面では、産業廃棄物と一般廃棄物の扱いをスムーズに行えるように「あわせ産廃」や「みなし産廃」などの扱いも検討されたようであるが、こちらはペンディングとなっている報告があった。

3年間の総括は以下である。

初年度においては、国内外の先進事例を参考とし、「宮城循環モデル」の青写真を最初に想定した。その中で小型家電の扱いとして、全県での量を確保できるようなインフラや制度（市町村の物と事業者の物を同一に考える）を整え、県に認定事業者を作り、それに通常のリサイクラーをネットワーク化して効率の良い循環を行っていくことであった。

2年目には、実際の展開試験等を行って県内賦存量の設定や、収集場所の問題点の抽出等を行

った。ただし、初年度から「宮城循環モデル」として、念頭に置いてきた実際の収集方法や産業廃棄物と一般廃棄物を超えた集約方法（量の確保や運送効率化）についての検討に関しては、大学連携事業とは少し離れて行われてきた。

3年前は、目標に対し揃えておくべきデータを継続的に取得したことと、当初の設定からの環境の変化も考慮して、特にプラスチック処理等に関して調査を実施した。

「宮城循環モデル」の実際を考えると、当初理想と考えたスケジュール感から考えれば、認定業者の出現の遅れ、実際の（住民からの）ステーション回収トライアルの未実施、市町村全体の向かうべき方向性をまだ十分に示していない等の点に遅れがあると評価したい。折しもこの3年間で変わってきた一般廃棄物の広域化の問題やプラスチックの処理の問題を考えると、立案してきた青写真の方向性は間違いなく正しく、宮城県全体での検討として県はいち早く着手し、一歩抜きん出た状態にある。

今後県が目指す方向性について、収集の効率化と将来の広域処理化を念頭に置いて、ごみの排出区分についてひとつの宮城県の方針を明確にし、各市町村がそれに向けて徐々に方向性を変えて行けるように誘導していく必要がある。

小型家電を中心とし、ステーション（収集の場合と集中分別拠点の場合がある）の検討を県が誘導する必要があるだろう。ステーションを各自治体が気持ちよく推進できるような後押しと先導の施策を行う必要がある。災害が発生した際の置き場所の確保、分別拠点として防災の面からもステーションのあり方を検討することが望ましい。

また、全県を見渡したGISでの解析からは仙台市の存在は大きい。ごみは生活に密着していることから、本事業の検討事項に対し短い期間で結果を出すことは難しいが、長期の戦略を今からでも各自治体に示し、従来とは異なる新しい循環モデルを宮城県全体で造り変えていくという努力は県がしていかないといけない。その際に仙台市との連携も非常に重要と考える。