

平成 21 年度循環型社会形成推進科学研究費補助金

研究報告書

有害物質管理・災害防止・資源回収の観点からの
金属スクラップの発生・輸出状況の把握と適正管理方策
(K2179)

平成 22 年 3 月

国立環境研究所

寺園 淳

中島 謙一

吉田 綾

東京大学大学院

村上 進亮

消防研究センター

古積 博

佐宗 祐子

海上保安試験研究センター

山崎ゆきみ

産業技術総合研究所

若倉 正英

和田 有司

海上保安庁大学校

鶴田 順

循環型社会形成推進科学研究費補助金 研究報告書

- ・ 研究課題名・研究番号＝有害物質管理・災害防止・資源回収の観点からの金属スクラップの発生・輸出状況の把握と適正管理方策（K 2 1 7 9）
- ・ 国庫補助金精算所要額（円）＝22,947,740
- ・ 研究期間（西暦）＝2008-2010
- ・ 研究年度（西暦）＝2009
- ・ 代表研究者名＝寺園淳（国立環境研究所）
- ・ 共同研究者名＝中島謙一、吉田綾（以上、国立環境研究所）、村上進亮（東京大学大学院）、古積博、佐宗祐子（以上、消防研究センター）、山崎ゆきみ（海上保安試験研究センター）、若倉正英、和田有司（以上、産業技術総合研究所）、鶴田順（海上保安大学校）
- ・ 研究協力者名＝高畑恒志、滝上英孝、小口正弘（以上、国立環境研究所）
- ・ 委託業者名＝(株)鉄リサイクリング・リサーチ、(株)住化分析センター、北京中色再生金属研究有限公司、日本カーリット株式会社

<目次> (主な執筆者、敬称略)

| | |
|---|----|
| 第1章 研究課題の概要 (寺園) | 1 |
| 第2章 金属スクラップの発生、輸出と品目・組成等 (寺園、林* ¹ 、吉田、中島、村上) | |
| 2.1 雑品の発生と輸出 | 7 |
| 2.1.1 鉄スクラップ輸出全体の傾向 | 7 |
| 2.1.2 雑品の発生 | 8 |
| 2.1.3 雑品輸出の動向 | 11 |
| 2.2 国内における品目調査、組成調査 | 14 |
| 2.2.1 品目調査結果 | 14 |
| 2.2.2 組成調査結果 | 19 |
| 2.2.3 有害物質 | 20 |
| 2.2.4 フロン類 | 24 |
| 2.2.5 その他 | 24 |
| 2.3 ダイオキシン類 | 25 |
| 2.4 中国における金属スクラップの輸入と利用動向 | 26 |
| 2.4.1 2009年度の金属スクラップの輸入政策 | 26 |
| 2.4.2 寧波鎮海再生金属資源加工団地における金属スクラップの利用 | 27 |
| 2.4.3 団地内A社の金属スクラップの利用状況 | 28 |
| 2.4.4 代表的な廃金属の利用方法 | 29 |
| 第3章 金属スクラップの火災 (古積、山崎、佐宗、若倉、和田) | |
| 3.1 火災発生状況 | 31 |
| 3.1.1 火災発生事例 | 31 |
| 3.1.2 事例解析 | 33 |
| 3.1.3 試料の調査 | 35 |
| 3.2 原因調査と推定原因 | 38 |
| 3.2.1 火災の特徴、燃焼物 | 38 |
| 3.2.2 出火原因の推定 | 38 |
| 3.2.3 リチウムイオン電池等の危険性 | 38 |
| 3.2.4 金属間の衝突時の衝撃 | 40 |
| 3.2.5 トナーカートリッジ粉の火災爆発危険性 | 41 |
| 3.3 消火実験 | 46 |
| 3.4 火災防止のための対応策 | 47 |
| 3.5 安全管理情報提供システムの構築に向けて | 49 |
| 3.5.1 安全管理情報提供システムの概要 | 49 |
| 3.5.2 事件事例解析データベースの構築 | 49 |
| 3.5.3 安全管理情報システムのあり方 | 56 |

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第4章 金属スクラップの管理方策（鶴田、寺園、吉田） | |
| 4.1 輸出検査段階で取りうる方策----- | 59 |
| 4.1.1 関税法の輸出手続き----- | 59 |
| 4.1.2 関税法における輸出罪、輸出の未遂罪と輸出の予備罪----- | 59 |
| 4.1.3 シップ・バックされた貨物への対応----- | 60 |
| 4.1.4 「本船扱い」の貨物への対応----- | 61 |
| 4.1.5 関税法における他法令手続きと虚偽申告罪の成立の関係----- | 62 |
| 4.1.6 廃棄物処理法による司法的対応の可能性----- | 62 |
| 4.2 輸出品目に対する管理方策----- | 65 |
| 4.2.1 有害物質による輸出管理----- | 65 |
| 4.2.2 鉛蓄電池とブラウン管----- | 65 |
| 4.2.3 その他----- | 65 |
| 4.3 関係業者に対する管理方策----- | 66 |
| 4.4 その他の管理方策----- | 67 |
| 研究発表一覧----- | 69 |
| 知的所有権の取得状況----- | 70 |

参考資料1：品目調査で確認された各品目

参考資料2：組成調査で確認された各材料

参考資料3：有害物質分析を行った試料

*1 (株)鉄リサイクリング・リサーチ

第1章 結果の概要

・研究目的＝

近年大量に中国などへ輸出されてきた金属スクラップのうち、「雑品」と称される一部のスクラップについて、有害物質や使用済み家電などの混入により相手国から貨物が返送された事例が発生している。貨物船や船積み現場で火災事故も生じているが、最近では経済情勢の変化によって輸出が滞り国内で行き場を失う状況も生まれるなど、環境と災害上の問題が懸念されている。このような金属スクラップについて、有害物質および混合物の内容や、火災の発生・拡大の原因などの知見が不足し、適切な安全管理、行政指導を行えていない。このため、発生源・品目・組成調査や火災実験などを通じて、有害物質管理・防災・資源回収の観点から、金属スクラップの発生・輸出実態の実態を解明し、適正管理方策を提示することを目的とする。あわせて、輸出入両国での法的規制の課題や、輸出の現状と国内リサイクル制度との関連性を検証し、改善策を提案する。

・研究方法＝

1 金属スクラップの組成調査・物質フロー分析

金属スクラップとして主に「その他の鉄スクラップ」に着目し、文献調査とヒアリング調査によって、業界用語（ミックスメタル、雑品など）と貿易統計品目との対応関係に留意しつつ、発生源と品目を分類する。次に、分類された金属スクラップのうち、有害物質や火災と関係の深そうな品目についてサンプリングを行い、組成調査を実施する。これによって、電池類、バーゼル法対象有害物質、廃電気電子機器類などの割合を求めるとともに、それらが混入したフローと原因を調査する。また、中国での取り扱われ方についても基礎的情報を収集する。

2 火災発生原因の解明と対策

金属スクラップに混入されている物質のうち、低温での発熱危険性がある金属類や油分、プラスチック、放電や異常反応の可能性のある電池類等、火災発生の原因が疑われているスクラップについて、その火災危険性、出火のプロセスを種々の熱量計を用いて分析する。さらに、大規模な火災・消火実験を行い、燃焼拡大メカニズムの解明、水をできるだけ使わない消火手法の開発・提案を試みる。同時に類似事例を含めた事故事例を収集・分析し、火災危険性物質の抽出に加えて、安全化のための人的、組織的要因を明らかにする。

3 管理制度と施行状況に関する法的検討

循環資源の輸出入規制や国内のリサイクル制度などの観点から、金属スクラップに有害物質などが混入したり、国内リサイクルに回りにくい現状を分析する。まず、輸出入規制として、国内における廃棄物処理法、バーゼル法、税関検査や船積み前検査、また中国における輸入規制、輸入業者許可制度などを整理するとともに、これらが金属スクラップに対する有害物質混入防止などについてどの程度実効性を有しているか検証する。また、国内のリサイクル制度が、金属スクラップの輸出、さらに有害物質や使用済み家電などの混入などに与えている影響を考察する。

・結果と考察＝

1. 金属スクラップの発生、輸出と品目・組成等

本研究課題の対象である金属スクラップは、「雑品」「ミックスメタル」などと称されているものであり、「雑品」とは、鉄を主重量としつつも非鉄が付着した「未解体」鉄スクラップを意味する。2009年の鉄スクラップ輸出は、総量としては2009年の年間輸出量は約940万トンで過去最大である。輸出量増加の背景としては、2008年秋以降の国内での老廃くず（特に解体くず）などの急激な需要減少による過剰供給分の増加がスクラップ輸出の増加へとつながったと考えられる。品種別には「ヘビーくず（HS:7204.49100）」と「その他の鉄スクラップ（HS:720449900）」の伸びが、輸出相手国としては中国の伸びが著しい。

鉄スクラップに注目して、国内鉄鋼業がどのような用途で鋼材を受注したかを表す「鉄鋼用途別受注統計」と各機器別耐用年数を元にした、発生原資の簡易推計を行った。その結果、間接輸出を除く1,160万tが2008年度の国内発生原資と推計された。

金属スクラップの発生から輸出に至るフローに関しては、解体くずと家電・OA機器を事例として考察した。前者は、比較的大手の雑品取扱業者の手を経て輸出され、新規参入は容易でない。一方、後者は市中回収業者、いわゆる「寄せや」を経るが、転廃業は容易に行われている。雑品と称される金属スクラップの輸出量については、推定は困難であるが、2008年までは年間200万t弱程度であったと考えられる。

また、昨年度に続いて、金属スクラップ約10tに対する品目調査を実施した。産業系を主とするAスクラップ6.5tと、家庭系を主とするBスクラップ4.1tに分けて、それぞれ30～50種類の品目に分別した。その結果、Aスクラップでは、ガス事業所排出物と考えられる業務用ガス器具などが多かった。Bスクラップは、「寄せや」から調達したために、家電などの家庭系スクラップが多くなっていた。特に、AV機器・ラジカセ、電気ストーブ、扇風機、掃除機などの家電リサイクル法の対象外の使用済み家電が多く、回収・リサイクルのシステムが整っていない使用済み家電が手数料を取られることの多い粗大ごみとしての排出を敬遠されて、無料回収業者などによって回収されたものとみられた。

さらに、ガス調理器具、ガス湯沸かし器、ガスヒータ、石油ストーブ、プラスチック系家電（炊飯器、電気ポット、掃除機）、AV機器・ラジカセの6種類に対して組成調査を行った結果、鉄の比率によって、4つに分類された。ガス調理器具、ガスヒータ、石油ストーブは鉄と非鉄の合計で9割以上であり、機械破碎・選別によってもほとんどが回収可能とみられた。一方、プラスチック系家電はダストが約半数を占めており、機械破碎・選別では資源回収が十分にできない可能性があることが示唆され、プラスチックの利用が課題であった。

有害物質管理の観点からは、湯沸かし器の熱交換器の鉛メッキなどが確認された。また、有害物質が検出される恐れのある部材として、基板類、電線被覆、ハンダ・コネクタ廻り、液晶モニター関係（バックライト、ガラス）の分析を行った結果、ほとんどの部材でバーゼル法基準を超過した。さらに、エアコンから未回収の冷媒としてCFC12を検出した。

加えて、国内で発生した火災事故現場の金属スクラップに対してダイオキシン類を分析した結果、バーゼル法基準はほぼ満たすものの、土壤環境基準を超過するダイオキシン類が確認された。

中国における金属スクラップの輸入と利用動向については、寧波鎮海再生金属資源加工団地の状況を中心に調査した。金属スクラップの解体後の組成は大半が鉄であることなどを明らかにし

た。

2. 金属スクラップの火災

2009年は金属スクラップ積載船舶に関して陸上・船上で各1件の火災が確認された。2005年から2008年までの4年間の発生件数より減少したが、2010年は3月末現在ですでに2件の船舶火災が発生しており、火災発生が終息したとは言い難い。

2009年及び2010年(3月まで)に発生した船舶及び陸上火災4件の事例では、金属スクラップ中に灯油タンク、プラスチック類、家電類、電線など多数の可燃物の混在を確認した。2006年から2010年(3月まで)の作業状況が判明した22件のうち17件は荷役中であり、重機による荷役等の作業と火災発生に何らかの関係がある可能性がある。消火手法が判明した21件については、放水、泡消火剤、ならびに船体冷却を、単独またはいくつか組み合わせて行っていた。金属スクラップは焼損後も商品価値が変わらず、火災による人的被害も現在まで深刻な事例がないことから、金属スクラップ火災は救助効果に比して消火活動にかかる経費や労力が多大なものとなっている。

金属スクラップの出火原因の推定のために、以下の危険性評価試験等を行った。リチウムイオン電池の電解液に対して、CHETAHによる危険性評価試験や落つい感度試験を行った結果、リチウム電池に比べて、危険性はやや低いことが明らかとなった。また、荷役作業中の落下を想定して、落下試験によって金属間の衝突時の衝撃を調べた結果、エアコン・ラジエーターのアルミニウムと鉄の衝突で火花が出る可能性が高いことがわかった。さらに、プリンタのトナー粉に対して様々な試験を行った結果、トナー粉は容易に粉じん爆発を起こし、かつ、その爆発威力も大きいことを確認した。

次に、多大な泡消火剤の費用負担等を伴うことなく、効率的に消火できる技術の開発を目的として、①水、②泡水溶液、③CAFSによる気水比20倍の泡(以下Dry泡)を用いて、金属スクラップ堆積物模型火災の消火実験を行った。その結果、消火剤として水または泡水溶液を用いた場合、堆積物内部の火災を完全に消火することができなかった。一方Dry泡は、堆積物全体を泡が覆うことにより空気の供給を遮断し、短時間で消火に至った。散水障害のため放水による表面冷却効率が低い火災形態にあっては、消火剤が火源に到達しなくても効果を発揮する泡の封鎖効果による消火手法が有効であることが示唆された。

以上の火災原因等の調査結果からは、電池類やトナー粉等の回収、保管段階での安全基準の作成の提案、連絡体制、消火活動の改善、事後対応などの対応策が挙げられた。

また、安全管理情報提供システムの構築に向けて、事故事例解析データベース構築のために化学事故データベース(RISCAD)の事故分析手法を活用した。今後のあり方としては、金属スクラップ火災のように多様な物品を含有する品目の再発防止に役立つ情報、ならびに、一般市民を含めた幅広い利用者に金属スクラップ火災に関する情報を提供するためには、安全管理関連情報、事故情報などが必要であることがわかった。

3. 金属スクラップの管理方策

金属スクラップの管理方策に関して、まず輸出検査段階で取りうる方策を法的観点から検討した。関税法の輸出手続きについては、関税法や(バーゼル法を含む)他法令手続きによる輸出許可を受けていなければ、外国仕向船への貨物の積み込みをもって、無許可輸出の未遂罪を問うこ

とが可能である。また、バーゼル法には輸出の未遂罪と予備罪はないものの、仕向先の相手国から日本にシップ・バックされた場合には輸出の既遂と判断され、現状は嚴重注意等の行政指導をとるにとどまっているが、司法的対応をとることも法的には可能である。いわゆる「本船扱い」の貨物については、外国仕向船への貨物の積載をもって既遂時期と解されるため、輸出許可を受けずに外国仕向船に貨物が積載されたのであれば、当該船舶の出航前であっても、司法的対応を取ることが可能である。関税法では、輸出申告を行う前にバーゼル法や廃棄物処理法の規制対象物か否かの該否判断がなされるため、関税法の虚偽申告罪の容疑で対応することは事実上困難である。廃棄物処理法による無確認輸出の未遂罪と予備罪は 2005 年に新設されており、2010 年 3 月に同法違反の容疑で初めて告発がなされ、今後の関連の事案に対する抑止的効果が期待される。

次に、輸出品目に対する管理方策として、有害物質、鉛蓄電池とブラウン管、フロンなどに対する規制の可能性を論じた。現時点では、鉛蓄電池とブラウン管以外には、サンプリングの方法を検討したとしても、別表第三の基準を超過する明確な品目を見分けるのは困難であることが考えられるが、基準超過の恐れのある部位に関する情報が蓄積されれば、金属スクラップへの混入に関して注意を与える品目の追加は、なお検討の余地があると思われる。また、電池類やトナーカートリッジの自主回収の促進も望まれる。

さらに、関係業者に対する管理方策や輸出統計品目分類の修正の可能性なども検討した。輸出される金属スクラップに含まれる各種の品目については、有害物質混入や火災などの問題を潜在的に有しながらも、その発生・回収・(中間処理)・保管・輸出の各段階では既存の法令による規制が明確には適用しにくいという特徴があるといえる。国内の発生段階からバーゼル法、廃棄物処理法、関税法を含む各種規制を総合的に適用することによって、輸出品目や関係業者の適正化を図る必要性があると考えられる。

・ 結論 =

各種統計や現地調査に基づき、金属スクラップの発生・輸出動向を把握した。金属スクラップ約 10t に対する品目調査を実施し、産業系では業務用ガス器具など、家庭系では家電類が多いことを確認した。有害物質管理の観点から湯沸かし器の熱交換器の鉛メッキなどが確認されたほか、エアコンから未回収の冷媒として CFC12 を検出した。

2009 年は金属スクラップ積載船舶に関して陸上・船上で各 1 件の火災が確認された。出火原因の特定は困難であるが、リチウム電池の危険性や金属どうしの衝突が着火源になる可能性を指摘した。模擬スクラップへの消火実験によって、Dry 泡消火の有効性を示した。火災現場で収集した廃家電製品等からは、一定のダイオキシン類を確認した。

安全管理情報提供システムの構築とともに、国内の発生段階からバーゼル法、廃棄物処理法、関税法を含む各種規制を総合的に適用することによって、輸出品目や関係業者の適正化を図る必要性を議論した。

英語概要

- ・ 研究課題名 =

“Development of appropriate management measures for scrap metal export from the perspective of hazardous materials control, fire prevention and material recovery”

- ・ 研究代表者名及び所属 =

Atsushi Terazono (National Institute for Environmental Studies)

- ・ 共同研究者名及び所属 =

Aya Yoshida, Kenichi Nakajima (National Institute for Environmental Studies), Shinsuke Murakami (University of Tokyo), Hiroshi Koseki (National Research Institute of Fire and Disaster), Yukimi Yamazaki (Coast Guard Research Center), Masahide Wakakura, Yuji Wada (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology), Jun Tsuruta (Coast Guard Academy)

- ・ 要旨 (200 語以内) =

Based on statistics and field study, we surveyed the material flow of mixed scrap metal. We sampled 10 tons of scrap metal in order to examine contained items and hazardous materials in the metal scrap. Many industrial gas appliances and other home electric appliances were identified. From the perspectives of hazardous materials control, lead-coated heat exchanger was observed. Also, CFC12 as coolant, that was not extracted properly in advance, was detected from the conventional air conditioner.

In 2009, the fire accident around the vessel for mixed scrap metal happened on the ground and vessel (once for each). Although the reason causing fires is hard to identify, we understood the risk of Lithium battery from our experiment and also indicated the ignition potential of clashing between metal scrap. Through the fire extinguishing experiment for scrap sample, we showed the effectiveness of Dry foam fire extinguishing. PCDD/DFs was analyzed from actual burned scrap.

We try to establish the safety management system including accident database. From the legal perspectives, we discussed the need for proper control of mixed scrap metal, applying and enforcing comprehensively various laws and regulations such as Waste Management Law, Basel Law, and Customs Act from the upper stream stage.

- ・ キーワード (5 語以内) =

Scrap metal, hazardous materials, fire, battery, Basel Convention

第2章 金属スクラップの発生、輸出と品目・組成等

2.1 雑品の発生と輸出

2.1.1 鉄スクラップ輸出全体の動向

本研究課題の対象である金属スクラップは、「雑品」「ミックスメタル」などと称されているものであり、「雑品」とは、鉄を主重量としつつも非鉄が付着した「未解体」鉄スクラップを意味する。

雑品固有の状況を見る前に2009年の鉄スクラップ輸出についてみると、総量としては2009年の年間輸出量は約940万トンで過去最大であり、これまでの過去最高を記録していた2006年の765万トンと比較しても200万トン近い増加、また、前年比で言えば400万トン強の増加である。これに対する輸入量は20万トン程度であり、減少の一途をたどっている。

このスクラップ全体の輸出量の増加について背景を整理しておく。二次資源は発生しなければ使用できないという点に欲しい量を採掘しようとする天然資源の場合と大きな違いがあるが、鉄スクラップに関しては、量的に見た大きな発生源が老廃くず、それも解体くずであるため、2008年秋以降の景気低迷を受け発生量は大幅に減少したことは予想に難くない。そのため、内需に変化がなければ輸出量は減少するわけだが、その内需が発生量以上に減少したために、結果として差分が輸出へ回ったと考えることが自然であるが、内需を押さえてまで外需へ回ったと考えることもできる。ただし、鉄スクラップの国内主要ユーザーである電炉鋼の生産は、2009年1～3四半期で、前年比4割減となり、結果的には内需は減ったことになる。また、図2.1.1に示すように、国内の粗鋼生産高とスクラップの国内購入量の変化は相関が高いことがわかる一方、スクラップはこれとは無関係に動いている。こうしたことから国内での過剰供給分の増加がスクラップ輸出の増加へとつながったと考えられよう。

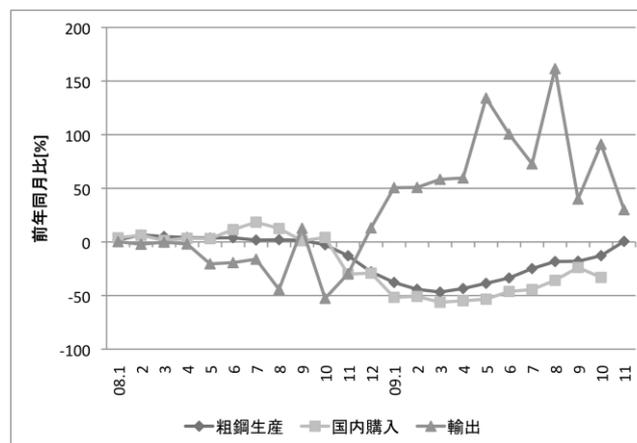


図 2.1.1 粗鋼生産とスクラップ需給の推移

その他にも、鉄源に対する需要が、高炉メーカーの生産容量を超えた場合に国内市中くずを購入し、転炉へ投入する動きが起こった事例がある。我々の調査によれば、これは2006年頃に顕在化したようであり、先にも述べた、2006年の過去最大の鉄スクラップ輸出量から、2008年に至るまで輸出量が減少してきた背景には、こうした高炉メーカーによるスクラップ消費が影響を与えたことは事実である。そして、その必要がなくなったことがスクラップの国内需要の減少に一役買ったことも事実であろう。さらに、高炉メーカーでは自社発生したリターンくずすら消費でき

ずに輸出している事実がある。リターンくずはその品位が高いことから輸出は容易である。

HSコード別に代表的な鉄スクラップの輸出量の推移を図2.1.2に示した。2009年の輸出量の増加の中でも4～5月にピークがあったことがわかる。なかでも、ヘビーくずは前年比2.4倍と非常に大きな値になっているが、これは先に述べたリターンくず輸出の結果である。

また主要輸出相手国の推移を見ると、中国の伸びが著しいが、これは2008年末以降、鉄スクラップ市況が下がった際に他に先駆けて輸入を開始したことの結果のようである。

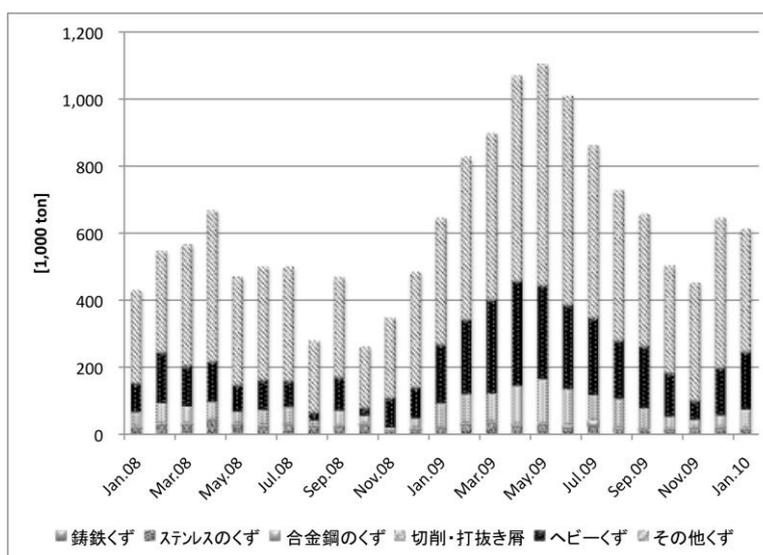


図 2.1.2 品種別鉄スクラップ輸出量の推移

2.1.2 雑品の発生

国内で発生しているスクラップは、過去に社会に投入された製品がくず化したものであり、雑品も例外ではない。当然輸入製品のくず化もありうるが、昨年度の本研究課題による品目調査では、そのほとんどが国産製品であった。そこで発生源を調査するにあたり、国内鉄鋼業がどのような用途で鋼材を受注したかを表す「鉄鋼用途別受注統計」を利用し考察を行う。歩留まりを考慮する必要があるが、ここでの受注量はすなわち社会への投入量とみなすことができる。ただし、製品として輸出される間接輸出分を差し引く必要がある。

鉄鋼用途別受注統計は、鉄鋼の最終使途調査を目的に、鉄鋼の市場調査や需要予測に使用する基礎データとして昭和33年より日本鉄鋼連盟の自主統計として行われている。鋼材品種別に用途をまず内需と輸出に分け、内需は大分類13、中分類95に分けられる。大分類建設用については中分類内で建築用、土木用、その他建設用の3つの括りがあり、建築用は8、土木用は19、その他建設用は5の区分がある。概略を以下の表2.1.1に示す。

このうち「雑品」として輸出されている分野を昨年度の品目調査より類推すると、建設用のうち土木用の一部およびその他建設用、産業用機械・器具用、電気機械器具用、家庭用および業務用機械・器具用、容器用の一部、その他諸製品、次工程用の8分野があげられる。調査した10tでもそうであったように、建築用(=建築解体くず)は鉄スクラップとして流通されている。自動車用(=使用済み自動車)はシュレッダーかプレスされて流通するので「雑品」には混入してこない。また、鉄道車両、自転車などのその他輸送用機械等も同様である。船舶はバングラデ

イシュなど海外で解体されくず化されるので対象外となる。

用途別受注統計のうち8分野がデータ上の主な発生源としてあげられることから、分野内細目の耐用年数に遡った時点の社会への投入量を有力な根拠とした。そこで耐用年数に遡ったデータを整備した。実際にはより詳細な使用期間のモデル化を伴うMSA（マテリアルストック分析）を行うべきであるが、今回は簡易推計として、総務省自治税務局による各機器別耐用年数を基に、耐用年数が過ぎた時点でスクラップとして一度に発生するものと考え簡易推計を行った。より正確には、発生原資の簡易推計であり、この中で埋め殺しされるもの、退蔵されるものなどが存在する。

表 2.1.1 用途分類の概略（内需）

| | | |
|-----------|---------------------|---|
| 建設 | 建築用 土木用 その他建設 | 基礎杭を含む住宅、鉱工業、商業、公務文教建築 橋梁、タンク、鉄塔、その他土木 建築金物、仮設材など |
| 産業用機械・器具用 | | 一般機械、ボイラ、農業用機械、食料品加工機械など |
| 電気機械・器具用 | | 回転電機、静止電機、家庭用電機など |
| 家庭用業務用 | | 精密機械、家具、厨房器具、ガス・石油器具など |
| 船舶用 | | 貨物船、タンカー、バルクなど |
| 自動車用 | | トラック、乗用車、自動二輪車など。部品含む |
| 鉄道車両 | | 貨車、車両、部品など。レールは土木用に区分 |
| その他輸送機械 | | 自転車、リアカー、航空機など |
| 容器用 | | 食缶、18リットル缶、ドラム缶など |
| その他諸製品 | | 武器、装飾品、玩具、運動用具、楽器など |
| 次工程用 | | ボルトナット、鍛工品、切削工具など |

備考；「雑品」関連を緑色パターン。出所；日本鉄鋼連盟

社会への投入量は用途別受注統計における各部門の受注量とした。間接輸出量については日本鉄鋼連盟が鉄鋼統計要覧で公表している「普通鋼鋼材最終需要別消費推計」のうち普通鋼全体の各年次間接輸出比率を使用した。詳細な部門別間接輸出量の推計は今後の課題だが、概略推計として表 2.1.2 に示す。

関連分野合計受注量は 1,353 万 t となり、うち推定間接輸出を除いた国内発生原資は 1,160 万 t となった。この場合、間接輸出推計では、土木、その他建設、その他輸送、容器類については内需主体とみて対象外とした。この 1,160 万 t を原資にして 2008 年では次節に述べるように推定 170 万 t ～ 200 万 t の「雑品」が輸出されたと推察される。残りは回収後、鉄スクラップ事業者にてギロチン、シュレッダー、プレスなどの加工処理が行われ鉄スクラップとして流通されたと思われる。

1,160 万 t の主な品種構成をみると自動車部品類、線材二次製品、建築付属品、他公益、家電、一般機械、食缶、一般缶、その他電気、建築金物などがあげられるが、うち自動車部品類は殆ど自動車リサイクル法によって対処されるため「雑品」には入ってこない。他公益は形鋼、棒鋼、鋼管などの土木廃品なので、大勢はギロチンシャーにて鉄スクラップとなっていると見られる。

なお、あくまで鉄の側からみた量に関する推計であり、実際の製品は非鉄や卑金属あるいは塗装が行われ、かつ配線や電池が付帯される。ひとつの目処として示した。

表 2.1.2 「雑品」発生原資概略推計（2008年度）

| 2008年時点基準 単位1000t、% | | | | | | | | | |
|---------------------|-----------|--------------------|------|--------|-------|-------|--------|---------|------|
| 大分類 | 中分類 | 製品例 | 総務省 | 遡り時点 | 受注量 | 間接 | 推定 | 推定 | 原資 |
| | | | 耐用年数 | 年次 | | 輸出比率 | 間接輸出 | 国内くず化原資 | |
| 土木用 | タンク | | 17 | 1991 | 294 | 0 | 0 | 294 | 2.5 |
| | 電力・通信 | | 17 | 1991 | 218 | 0 | 0 | 218 | 1.9 |
| | ガス業 | | 17 | 1991 | 118 | 0 | 0 | 118 | 1.0 |
| | 水道業 | | 18 | 1990 | 90 | 0 | 0 | 90 | 0.8 |
| | 他公益 | 塵芥焼却設備、土地造成 | 12 | 1996 | 829 | 0 | 0 | 829 | 7.1 |
| その他建設 | 建築建物 | ドアロック、引手 | 10 | 1998 | 344 | 0 | 0 | 344 | 3.0 |
| | 建築付属資材 | サッシ、ブラインド、シャッター、ドア | 10 | 1998 | 1,105 | 0 | 0 | 1,105 | 9.5 |
| 産業用機械・器具 | 一般機械 | コンベア、ポンプ、油圧機器 | 12 | 1996 | 778 | 19 | 145 | 633 | 5.4 |
| | ホィラ・原動機 | | 12 | 1996 | 164 | 19 | 31 | 133 | 1.1 |
| | 金属加工機械 | 旋盤、プレス、ロール、 | 9 | 1999 | 51 | 21 | 11 | 40 | 0.3 |
| | 農業用機械 | ハンドトラクター、刈り取り機 | 12 | 1996 | 60 | 19 | 11 | 49 | 0.4 |
| | 化学機械 | ろ過機、熱交換機、乾燥機 | 8 | 2000 | 15 | 0 | 0 | 15 | 0.1 |
| | 繊維機械 | 織機、紡機、染色機 | 7 | 2001 | 1 | 22 | 0 | 1 | 0.0 |
| | パルプ製紙機 | 製紙機械 | 12 | 1996 | 2 | 19 | 0 | 2 | 0.0 |
| | 食料品加工機械 | 牛乳加工機械、肉類加工機械 | 10 | 1998 | 4 | 22 | 1 | 3 | 0.0 |
| | その他産業機械 | 包装機械、印刷機械 | 10 | 1998 | 46 | 22 | 10 | 36 | 0.3 |
| 電気機械・器具 | 回転電機 | 発電機 | 15 | 1993 | 277 | 19 | 53 | 224 | 1.9 |
| | 静止電機 | 配電盤、抵抗器 | 7 | 2001 | 162 | 22 | 35 | 127 | 1.1 |
| | 家庭用電気機器 | 電気釜、テレビ等の家電 | 7 | 2001 | 903 | 22 | 198 | 705 | 6.1 |
| | 通信機 | 電話、ファクシミリ | 8 | 2000 | 18 | 21 | 4 | 14 | 0.1 |
| | その他電気 | 蛍光灯、計算機、投光機、 | 7 | 2001 | 480 | 22 | 105 | 375 | 3.2 |
| 家庭用業務用機械・器具 | 精密機械 | 測定器、測量機器 | 7 | 2001 | 17 | 22 | 4 | 13 | 0.1 |
| | 家具 | キャビネット、ロッカー、棚、ベット | 10 | 1998 | 152 | 22 | 33 | 119 | 1.0 |
| | 厨房器具(業務) | 流し台、洗浄機、炊飯釜 | 8 | 2000 | 9 | 21 | 2 | 7 | 0.1 |
| | 厨房器具(家庭) | 流し台、ガス台、調理台 | 8 | 2000 | 38 | 21 | 8 | 30 | 0.3 |
| | 台所、食卓用品 | 皿、ナイフ、ホーク、コーヒーポット | 10 | 1998 | 6 | 22 | 1 | 5 | 0.0 |
| | ガス器具、石油器具 | ガスコンロ、石油コンロ、湯沸かし器 | 10 | 1998 | 99 | 22 | 22 | 77 | 0.7 |
| | 刃物 | はさみ、包丁、鎌 | 10 | 1998 | 5 | 22 | 1 | 4 | 0.0 |
| | その他 | 計算機、複写機、自動販売機 | 7 | 2001 | 189 | 22 | 41 | 148 | 1.3 |
| 自動車 | 部品ほか | エンジン、ラジエーター、タンク | 9 | 1999 | 3,239 | 21 | 690 | 2,549 | 22.0 |
| その他輸送 | | 自転車、リヤカー | 9 | 1999 | 29 | 0 | 0 | 29 | 0.2 |
| 容器 | 食缶 | ビール、ジュース缶 | 1 | 2007 | 513 | 0 | 0 | 513 | 4.4 |
| | 18リットル缶 | | 10 | 1998 | 238 | 0 | 0 | 238 | 2.1 |
| | 一般缶 | 菓子缶、塗料缶、スプレー | 10 | 1998 | 370 | 0 | 0 | 370 | 3.2 |
| | ドラム缶 | | 10 | 1998 | 208 | 0 | 0 | 208 | 1.8 |
| | 高压容器 | プロパン容器、酸素ボンベ | 10 | 1998 | 56 | 0 | 0 | 56 | 0.5 |
| | その他容器 | コンテナ、魚函、酒ダル | 10 | 1998 | 17 | 0 | 0 | 17 | 0.1 |
| その他諸成品 | | 玩具、装飾品、運動用具 | 9 | 1999 | 159 | 21 | 34 | 125 | 1.1 |
| 次工程用 | 線材二次製品 | 金網、針金、ワイヤ | 10 | 1998 | 1,918 | 22 | 420 | 1,498 | 12.9 |
| | ホルト、ナット、 | | 10 | 1998 | 282 | 22 | 62 | 220 | 1.9 |
| | ばね用 | | 10 | 1998 | 2 | 22 | 0 | 2 | 0.0 |
| | 歯車用 | | 10 | 1998 | 0 | 22 | 0 | 0 | 0.0 |
| | 鍛工品 | | 10 | 1998 | 18 | 22 | 4 | 14 | 0.1 |
| | 切削工具 | | 12 | 1996 | 0 | 19 | 0 | 0 | 0.0 |
| | 金型 | | 12 | 1996 | 12 | 19 | 2 | 10 | 0.1 |
| 合計 | | | | 13,535 | | 1,929 | 11,606 | 100.0 | |

データ：日本鉄鋼連盟「普通鋼用途別受注統計」各年版、同「鉄鋼統計要覧」各年版

2.1.3 雑品輸出の動向

ここで、「雑品」の定義を改めてみると、鉄を主重量としつつも非鉄が付着した「未解体」鉄スクラップであり、その特徴の最たるは加工処理された鉄スクラップとは全く異なる流通体系を持つ点にある。また、日本から輸出される際には「鉄スクラップ（その他のもの）」（輸出統計品目コードでは 7204.49-900）として通関されることが多いにもかかわらず、中国で輸入される際に 7404 の銅スクラップとして通関されることが多く、統計量の不整合が問題であるとされてきた。

鉄スクラップの輸出に占める雑品の量に関しては適切な統計がなく、その推定は困難である。ここでは、一例として、日本と中国の貿易統計の不整合分を持って雑品の取扱量とする簡易的な手法で雑品の輸出量の推計を試みると、図に示すように 2009 年に大きな変化が起こっていることがわかる。2009 年 1 月までは月間 20 万トン前後で、年間 200 万トン弱程度の推移を見せていたが、これ以降両者の差はほぼ 0、時にはマイナスの値を示すことも多くなった。現地当局の指導によって輸入時に鉄スクラップとしての通関が指導されたなど、様々な情報はあがるが、確定的なものはない。ただし、ヒアリング情報によれば、中国の質検総局は通関統計とは異なる体系で廃五金の輸入量を捕捉しているとの情報があり、同年 140 万トン程度の輸入を捕捉したという。我々の業者に対するヒアリング調査からも前年比 3~4 割減という声は良く聞かれるために、整合性はある。こうして考えると、少なくとも 2008 年度まではある程度の妥当性を持って見ることができた、日中の貿易統計の際による雑品貿易量の推計手法は、2009 年については用いるべきではないことがわかる。

ここで雑品の市況について業界紙調査の値を図 2.1.4 に示した。図に鉄付き非鉄スクラップとあるものがその市況である。図からわかるようにリーマンショック後、雑品についても他の商品市場と変わらず急激に価格は下落しているが、2008 年 12 月前後には回復し始めていることがわかる。これに対して図に H2 炉前価格とある、典型的な鉄スクラップの市況にくらべ、急速に市況が回復していることがわかる。その後鉄スクラップ市況、銅相場など、すべての商品市場が上昇しつつあり、結果として雑品に対する買い意欲も高まっていると考えられ、相場は上昇しているようである。いずれにせよこの価格の変化の幅は非常に大きなものであり、安定的な資源循環の姿を考えるので

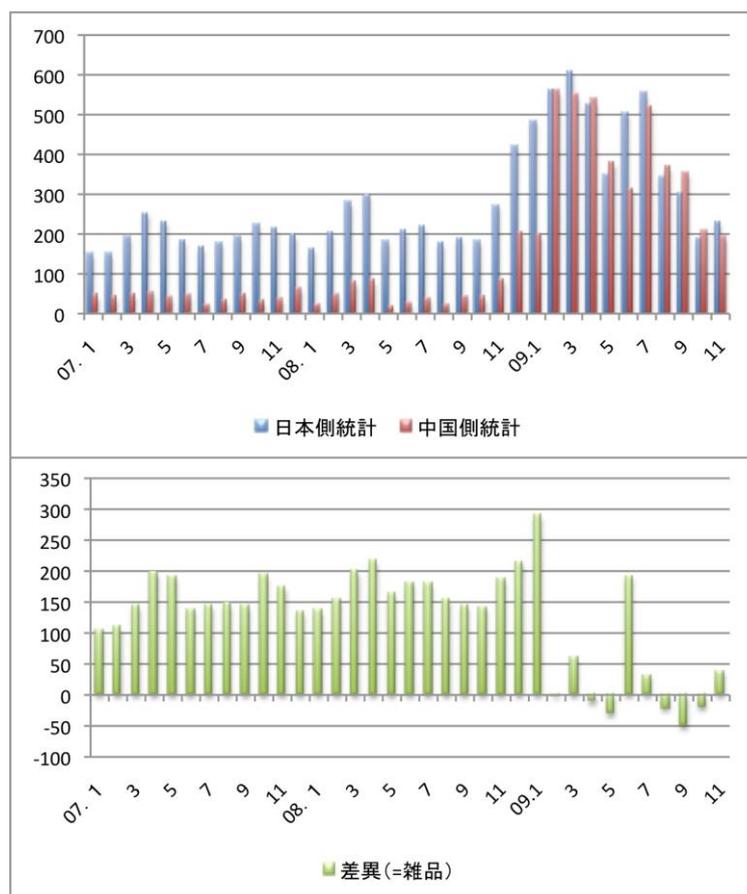


図 2.1.3 鉄スクラップ（その他のもの、7204.49-900）の輸出の動向

あれば、注視しておく必要がある。

ここで、発生から輸出に至るフローを考察する。雑品のかなりの部分を占めると考えられる産業系の解体時に発生するくずについては、図 2.1.5 のようなフローをたどると考えられる。(ここで述べる解体発生くずには、解体時に処理されることの多い、例えば工場や店舗に設置されていた機器などを含む) 我々の調査によれば、この種の雑品については比較的大手で経歴のある雑品取扱業者の手を経て輸出されるようであり、新規参入は容易ではない。

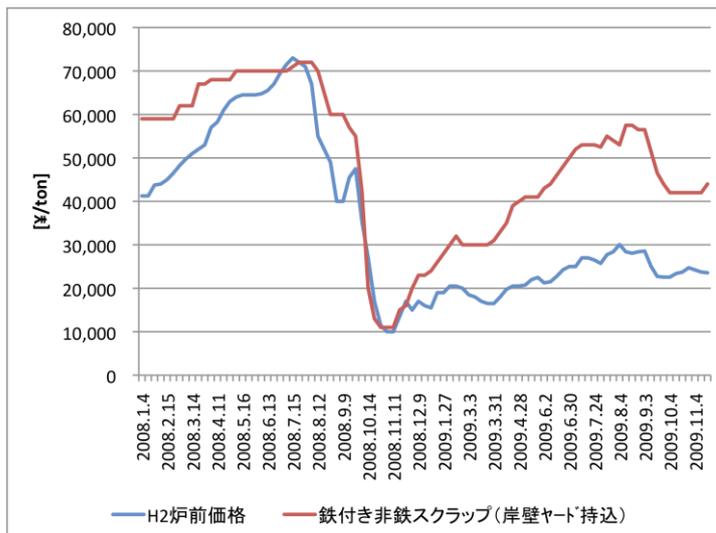


図 2.1.4 雑品市況

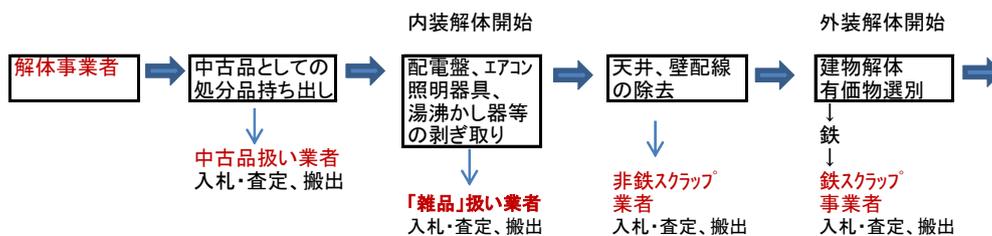


図 2.1.5 建物解体に関するフロー

また、家電や OA 機器の雑品への混入については、市中回収業者、いわゆる「寄せや」からのフローと考えられる。そのフローの一例を図 2.1.6 に示す。これらは家電・OA機器を専門に扱う業者ヤードに集積され、その後、岸壁ヤードに移動して産業系雑品と合流し、船積み単位になるまで堆積されたあと輸出される。この時、輸出認証登録のない業者であれば、認証業者へ販売することになる。この際、中国側の輸入規制が厳しくなっているため、クリアーするために原形を分からないように破壊する「クラッシャー」化が関西地区主体に行われており、専門に扱う事業者が出現している。

この「寄せや」については、先ほどの雑品取扱業者の場合と異なり、転廃業は容易に行われるようである。よってこれらの量の増減も大きいと考えられるが、残念ながら定量的な情報は得られなかった。この種の雑品類の中には、フロン回収・破壊法によって処理が義務づけられるはずの業務用エアコン、業務用冷凍・冷蔵機器などが見られる場合があることに注意が必要である。また、業者への調査の際には使用済み電池等の混入（例えば無停電電源など）なども見られた。しかしヒアリング調査では、極力排除するように試みているとの声が多く、またこれらの混入（特に後者について）がメリットをもたらすとは考えにくいと、意図的な混入が多いとは考えがたいが、他方で、輸出スクラップ量の確保のために混入していても出してしまうのでは、との声も聞かれた。また、前者の解体を主たる発生源とする雑品についても、発生量の減少を背景に、質の低下を懸念する声が多く聞かれた。

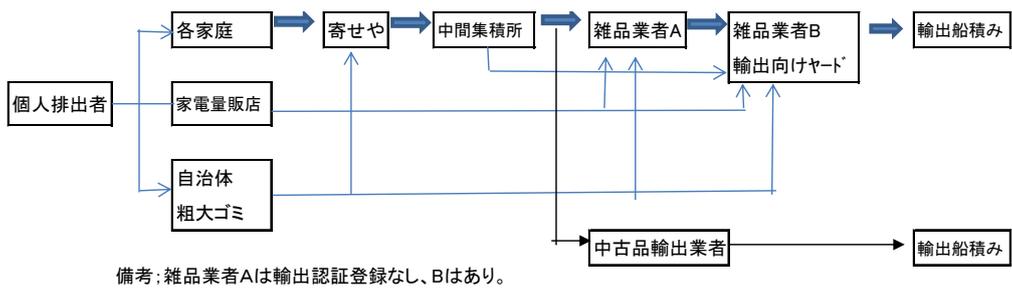


図 2.1.6 家電・OA 機器に関するフロー

2.2 国内における品目調査、組成調査

金属スクラップに含まれる品目や有害物質などの混入状況をより明らかにするために、昨年度に続き、品目調査ならびに一部の品目に対する組成調査を実施した。日本から中国への輸出が予定されていた金属スクラップについて、実際に2010年1月に約10tのサンプリングを行い、2月に重機や手作業によって品目別に選別した。今年度は、入荷元の違いから産業系を主とするAスクラップ6.5tと家庭系を主とするBスクラップ4.1tの2種類に分けた。

まず、①産業系スクラップ、②家庭系スクラップ、③パソコン・OA機器系、④その他に分類し、さらに細かく数十種類の品目別に分類し、個数と重量を測定した。一部の品目については、機械による破碎・選別を実施してその組成を把握した。

2.2.1 品目調査結果

(1) 大分類

品目調査（選別）前のAスクラップ、Bスクラップの写真を図2.2.1に示す。また、品目調査によって得られた大分類の結果を図2.2.2に示す。

Aスクラップについては、6.5tのうち85.4%を産業系が占め、パソコン・OA機器が0.8%、家庭系が2.7%、その他が10.3%であった。これは、ガス事業所排出物が多かったためと考えられ、見かけ上も業務用ガス器具が多くなっていた。

一方、Bスクラップについては、家庭系56.7%、パソコン・OA機器1.3%、産業系29.5%、その他9.6%であった。「寄せや」と呼ばれる回収事業者の集積所から調達したものであるが、家庭から多く回収されたものであることを表している。

なお、ロスとは、搬入時のトラックにおける検量と各品目の合計値との差を意味し、今回の調査では参考のために記載している。Bスクラップの3%は、搬入時に雨であったことと、選別・計量が困難な雑物が多かったために、Aスクラップより多く生じたものと考えられる。



A スクラップ



B スクラップ

図 2.2.1 品目調査前の金属スクラップ

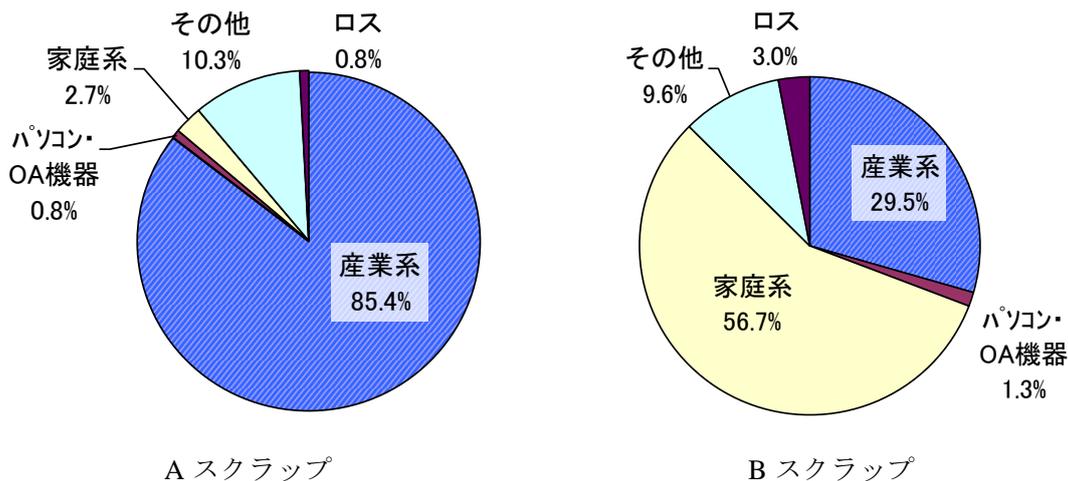


図 2.2.2 品目調査結果（大分類）

(2) 中・小分類

A スクラップの内訳（中分類）を図 2.2.3 に示す。また、表 2.2.1 に詳細結果を示すように、A スクラップの品目（小分類）は合計 33 種類まで選別した。

A スクラップの 85.4% を占める産業系スクラップでは、業務用ガス器具が A スクラップ全体の 73.3%（産業系の 62.6%）となっており、主としてガス調理器具及び部材（ガスレンジ、卓上型ガスコンロなど）、ガス湯沸かし器が含まれる。このほか、医療機器（レントゲン検査をベッドで行う移動式 X 線検査設備）、各種産業機械、照明機器、配電盤、基板類がみられた。その他としては、名称不特定の鉄スクラップや配線類が観察された。

また、A スクラップの 10.3% を占める「その他」（大分類）については、搬入や品目調査の段階で乖離したとみられる多くの部材等から構成されており、さらなる品目の特定は困難であった。具体的には、鉄スクラップや配線類などからなる「その他」（中分類）や、無価物が占められる電池類は、主にガス調理器具から点火用として内蔵されていた乾電池が 73 個確認されたが、確認できなかった分を含めればもっと多くなると推察される。

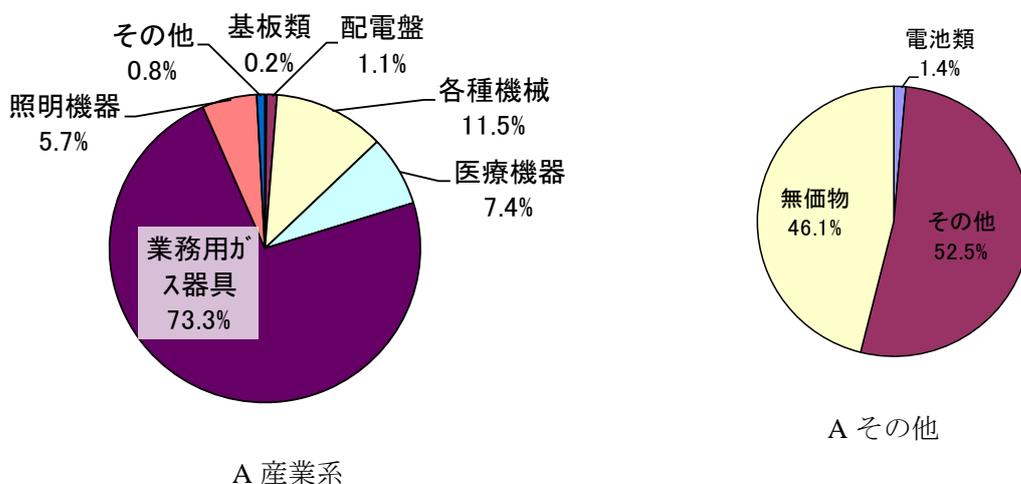


図 2.2.3 A スクラップの品目調査結果（中分類）

表 2.2.1 A スクラップの品目調査の詳細結果

| 大分類 | 中分類 | NO | 小分類 | 個数 | 数量 (kg) | 割合 |
|----------------------|---------|----|---------------|-----|---------|-------|
| | 基板類 | 1 | 基板類 | | 9.5 | 0.1 |
| | | | 小計 | | 9.5 | 0.1 |
| | 配電盤 | 2 | 配電盤 | 2 | 60.0 | 0.9 |
| | | | 小計 | | 60.0 | 0.9 |
| | 各種機械類 | 3 | エンジン類 | 8 | 185.4 | 2.8 |
| | | 4 | モータ及びモータ付産業機械 | | 159.5 | 2.4 |
| | | 5 | 計測器 | 5 | 35.0 | 0.5 |
| | | 6 | コンプレッサー | 1 | 53.0 | 0.8 |
| | | 7 | トランス | 1 | 10.0 | 0.2 |
| | | 8 | 非鉄付産業機械 | | 92.0 | 1.4 |
| | | 9 | 農業機械 | 12 | 49.0 | 0.7 |
| 産業系 (I) | | 10 | 工作機械 | 3 | 29.0 | 0.4 |
| | | 11 | モータなし産業機械 | | 32.1 | 0.5 |
| | | | 小計 | | 645.0 | 9.9 |
| | 医療機器 | 12 | 医療機器 | | 414.0 | 6.3 |
| | | | 小計 | | 414.0 | 6.3 |
| | 業務用ガス器具 | 13 | ガス調理器具及び部材 | 426 | 3043.0 | 46.5 |
| | | 14 | ガス湯沸かし器 | 74 | 727.0 | 11.1 |
| | | 15 | 業務用ガスオーブン | 1 | 4.9 | 0.1 |
| | | 16 | ガスヒーター | 55 | 320.0 | 4.9 |
| | | | 小計 | | 4094.9 | 62.6 |
| | 照明機器 | 17 | 照明機器 | | 195.0 | 3.0 |
| | | 18 | 安定器 | 14 | 122.0 | 1.9 |
| | | | 小計 | | 317.0 | 4.8 |
| | その他 | 19 | 消火器の部材 | | 8.7 | 0.1 |
| | | 20 | 丹入 | | 38.0 | 0.6 |
| | | | 小計 | | 46.7 | 0.7 |
| | 合計 | | | | 5587.1 | 85.4 |
| パソコン・ OA機器 (P) | | 1 | コピー機 | 3 | 44.0 | 0.7 |
| | | 2 | プリンター | 2 | 7.5 | 0.1 |
| | | | 小計 | | 51.5 | 0.8 |
| | 合計 | | | | 51.5 | 0.8 |
| 家庭系 (H) | 家電類 | 1 | 炊飯器 | 23 | 91.0 | 1.4 |
| | | 2 | 扇風機 | | 36.0 | 0.6 |
| | | | 小計 | | 127.0 | 1.9 |
| | バイク | 3 | バイク | 1 | 48.0 | 0.7 |
| | | | 小計 | | 48.0 | 0.7 |
| | 合計 | | | | 175.0 | 2.7 |
| | 電池類 | 1 | 乾電池 | 73 | 8.5 | 0.1 |
| | | 2 | ニカド電池 | 2 | 1.0 | 0.0 |
| | | | 小計 | | 9.5 | 0.1 |
| | その他 | 3 | アルミスクラップ | | 6.0 | 0.1 |
| | | 4 | 配線類 | | 46.3 | 0.7 |
| その他 (O) | | 5 | 鉄スクラップ | | 300.0 | 4.6 |
| | | | 小計 | | 352.3 | 5.4 |
| | 無価物 | 6 | プラスチック片 | | 19.0 | 0.3 |
| | | 7 | ウレタン片 | | 0.2 | 0.0 |
| | | 8 | 分類できないその他 | | 290.0 | 4.4 |
| | | | 小計 | | 309.2 | 4.7 |
| | 合計 | | | | 671.0 | 10.3 |
| | | | 合計 | | 6484.6 | 99.2 |
| | | | ロス | | 55.4 | 0.8 |
| | | | 入荷量 | | 6540.0 | 100.0 |

次に、Bスクラップの内訳（中分類）を図2.2.4に示す。また、表2.2.2に詳細結果を示すように、Bスクラップの品目（小分類）は合計51種類まで選別した。

Bスクラップの56.7%を占める家庭系スクラップについては、家電類がBスクラップ全体の26.9%（家庭系の47.5%）で最も多かった。家電類の中では、AV機器・ラジカセ、電気ストーブ、扇風機、掃除機などが多数含まれていた。これらは家電リサイクル法の対象外の使用済み家電であり、回収・リサイクルのシステムが整っていない使用済み家電が手数料を取られることの多い粗大ごみとしての排出を敬遠されて、無料回収業者などによって回収されたものとみられる。一方、家電リサイクル法の対象であるCRTテレビ、洗濯機・乾燥機、エアコンも少量であるが、確認された。これらは通常自治体では回収されないが、家電リサイクル法に基づくリサイクル料金の支払いが敬遠されて、同様に結果として「寄せや」に集まったものとみられる。このほか、家電類以外には、バイク（タイヤは外されていた）、石油ストーブなどが目立った。

Bスクラップの29.5%を占める産業系スクラップについては、照明器具、各種機械類、基板類、換気扇などで構成されていた。また、Bスクラップの9.6%を占める「その他」（大分類）の中では、さらなる分類が困難な無価値物が74.5%となった。電池類として、46個の乾電池をはじめとして、充電電池（Ni-MH、Ni-Cd）も計5個発見された。

Aスクラップ、Bスクラップともに、今回の調査ではパソコン・OA機器はわずかしか確認されなかった。この中では、コピー機、プリンタ、ワープロなど比較的旧式の機種が若干数見つかった。

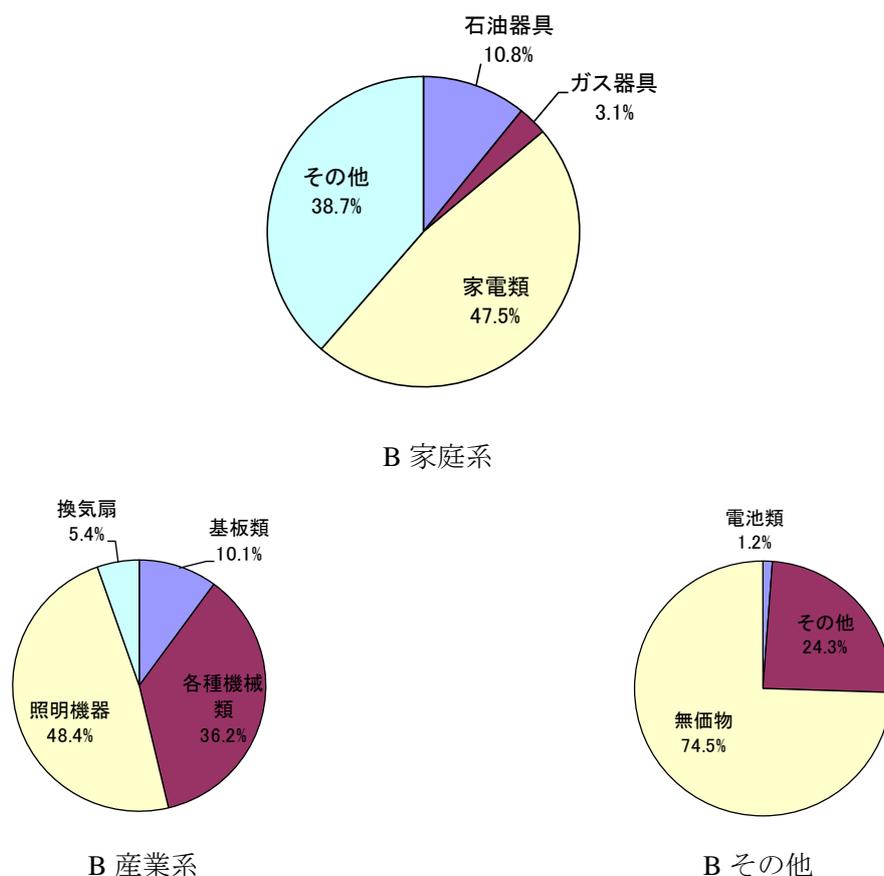


図2.2.4 Bスクラップの品目調査結果（中分類）

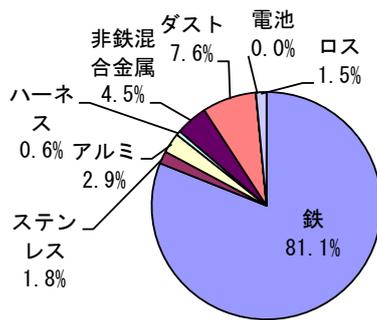
表 2.2.2 B スクラップの品目調査の詳細結果

| 大分類 | 中分類 | NO | 小分類 | 個数 | 数量(kg) | 割合 | | |
|----------------------|------|-------|---------------|------------|--------|-------|--------|------|
| | 石油器具 | 1 | 石油ストーブ | 23 | 226.0 | 5.6 | | |
| | | 2 | 石油ストーブ(タンク) | 17 | 21.0 | 0.5 | | |
| | | | 小計 | | 247.0 | 6.1 | | |
| | ガス器具 | 3 | ガス調理器具 | 16 | 70.0 | 1.7 | | |
| | | | 小計 | | 70.0 | 1.7 | | |
| 家庭系 (H) | 家電類 | 4 | *CRTTV | 2 | 6.9 | 0.2 | | |
| | | 5 | *家庭用洗濯機・乾燥機 | 2 | 25.8 | 0.6 | | |
| | | 6 | *冷房器具(エアコン) | 1 | 18.2 | 0.4 | | |
| | | 7 | AV機器・ラジカセ | | 255.3 | 6.3 | | |
| | | 8 | 電気ストーブ | 24 | 103.3 | 2.5 | | |
| | | 9 | オーブントースター | | 44.5 | 1.1 | | |
| | | 10 | 電子レンジ | 5 | 75.0 | 1.9 | | |
| | | 11 | ポット | 16 | 31.0 | 0.8 | | |
| | | 12 | 炊飯器 | 64 | 208.1 | 5.1 | | |
| | | 13 | もちつき機 | 2 | 20.0 | 0.5 | | |
| | | 14 | 掃除機 | | 89.0 | 2.2 | | |
| | | 15 | 扇風機 | | 103.1 | 2.5 | | |
| | | 16 | アイロン | 5 | 5.4 | 0.1 | | |
| | | 17 | 調理器具 | | 30.2 | 0.7 | | |
| | | 18 | 温水器 | | 20.0 | 0.5 | | |
| | | 19 | 空気清浄機 | 2 | 8.0 | 0.2 | | |
| | | 20 | 電話・FAX | 10 | 23.9 | 0.6 | | |
| | | 21 | 携帯電話 | 5 | 0.4 | 0.0 | | |
| | | 22 | リモコン | 19 | 2.0 | 0.1 | | |
| | | 23 | ゲーム機(コントローラー) | 3 | 2.2 | 0.1 | | |
| | | 24 | 電気シェーバー | 1 | 0.2 | 0.0 | | |
| | | 25 | ドライヤー | 4 | 1.2 | 0.0 | | |
| | | 26 | アダプタ | 41 | 16.2 | 0.4 | | |
| | | | | | 小計 | | 1090.0 | 26.9 |
| | | | その他 | 27 | バイク | 14 | 876.0 | 21.6 |
| | | | | 28 | 自転車車輪 | 7 | 12.0 | 0.3 |
| | 小計 | | | | 888.0 | 21.9 | | |
| | 合計 | | | | 2295.0 | 56.7 | | |
| パソコン・ OA機器 (P) | | 1 | OA機器 | 11 | 38.9 | 1.0 | | |
| | | 2 | ワープロ | 3 | 15.6 | 0.4 | | |
| | | | 小計 | | 54.5 | 1.3 | | |
| | 合計 | | | | 54.5 | 1.3 | | |
| 産業系 (I) | 基板類 | 1 | 基板類 | | 119.9 | 3.0 | | |
| | | | 小計 | | 119.9 | 3.0 | | |
| | | 各種機械類 | 2 | 産業用洗濯機・乾燥機 | | 48.3 | 1.2 | |
| | 3 | | 農機具類 | 2 | 252.0 | 6.2 | | |
| | 4 | | 電動工具 | 11 | 36.0 | 0.9 | | |
| | | | 5 | その他電気器具 | | 74.9 | 1.8 | |
| | | | 6 | 医療器具 | | 21.0 | 0.5 | |
| | | | | 小計 | | 432.2 | 10.7 | |
| | 照明機器 | | 7 | 照明機器 | | 481.0 | 11.9 | |
| | | | 8 | 安定器 | 1 | 2.8 | 0.1 | |
| | | | 9 | ターンテーブル | 39 | 93.0 | 2.3 | |
| | | | | 小計 | | 576.8 | 14.2 | |
| | 換気扇 | | 10 | 換気扇 | 17 | 64.0 | 1.6 | |
| | | | 小計 | | 64.0 | 1.6 | | |
| | 合計 | | | | 1192.9 | 29.5 | | |
| 電池類 | | 1 | 乾電池 | 46 | 1.8 | 0.0 | | |
| | | 2 | 他電池類 | 9 | 1.0 | 0.0 | | |
| | | 3 | 充電電池(Ni-MH) | 1 | 0.5 | 0.0 | | |
| | | 4 | 充電電池(Ni-cd) | 4 | 1.3 | 0.0 | | |
| | | | 小計 | | 4.6 | 0.1 | | |
| その他 | | 5 | ドア部品 | | 58.0 | 1.4 | | |
| | | 6 | 配線類 | | 3.2 | 0.1 | | |
| その他 (O) | 無価物 | 7 | 鉄スクラップ | | 33.0 | 0.8 | | |
| | | | 小計 | | 94.2 | 2.3 | | |
| | | 8 | 農薬 | 5 | 0.8 | 0.0 | | |
| | | | 9 | モーターオイル | 1 | 0.6 | 0.0 | |
| | | | 10 | プラスチック片 | | 83.7 | 2.1 | |
| | | | 11 | 分類できないその他 | | 203.5 | 5.0 | |
| | | | 小計 | | 288.6 | 7.1 | | |
| | 合計 | | | | 387.5 | 9.6 | | |
| | | | 合計 | | 3929.9 | 97.0 | | |
| | | | ロス | | 120.1 | 3.0 | | |
| | | | 入荷量 | | 4050.0 | 100.0 | | |

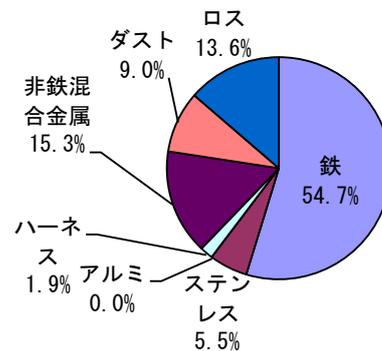
2.2.2 組成調査結果

機械破碎・選別による金属等の回収可能性を知るために、A スクラップからガス調理器具（部材を含む）、ガス湯沸かし器、ガスヒータ、B スクラップから石油ストーブ、プラスチック系家電（炊飯器、電気ポット、掃除機）、AV 機器・ラジカセの組成を調べた。機械破碎・選別とは、破碎機（シュレッダー）による破碎と磁力選別のみでなく、渦電流やステンレス選別も含めた機械式の選別装置を多段で通すことによって、鉄や各種非鉄金属の回収量の最大化と、最終処分されるダストの量の最小化を目指したものである。

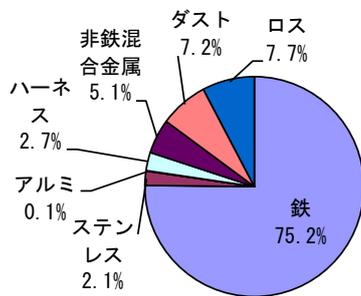
選別された組成は、1) 鉄、2) ステンレス (SUS)、3) アルミニウム、4) ハーネス（電線類）、5) 非鉄混合金属、6) ダスト、7) その他、とした。組成調査の結果を図 2.2.5 に示す。



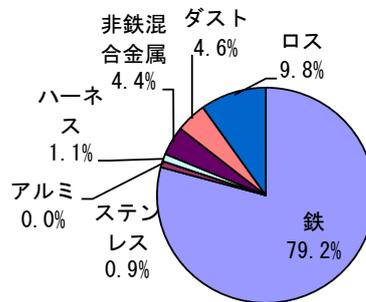
ガス調理器具及び部材(A)



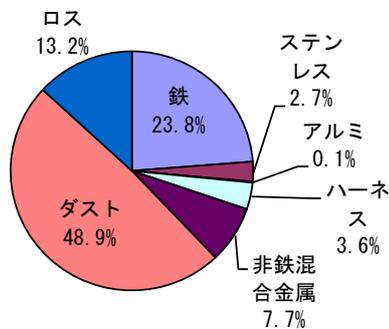
ガス湯沸かし器(A)



ガスヒータ(A)

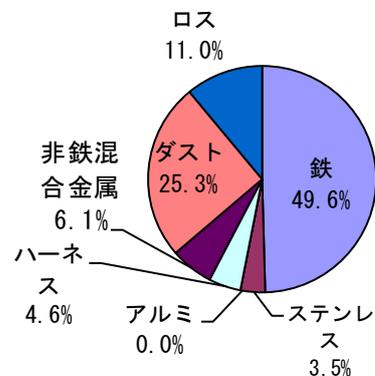


石油ストーブ(B)



プラスチック系家電

(炊飯器、電気ポット、掃除機) (B)



AV 機器・ラジカセ(B)

図 2.2.5 組成調査結果

これより鉄の比率に注目して大別すると、ガス調理器具、ガスヒータ、石油ストーブのように鉄を主とするグループと、鉄が半数近くであり残りに非鉄混合金属が多いガス湯沸かし器、同じく鉄が半数近くであり残りにダストの多い AV 機器・ラジカセ、そしてダストが半数近くを占めるプラスチック系家電、に分かれる。

ガス調理器具などの鉄を主とするグループは、投入重量に対して鉄が 80%程度を占め、非鉄・ハネスなどを合わせると 9 割以上であり、ダストは 10%以下程度となっていることがわかった。このため、これらの品目からは機械破碎・選別によってもほとんどが鉄または非鉄として回収可能され、最終処分されるダストの量も抑えられると考えられた。

一方、プラスチック系家電は鉄が 23.8%に過ぎない上、ダストが約半数の 48.9%を占めていた。選別装置に残されたと考えられるロス分も考慮して、プラスチック分が多い家電については機械破碎・選別では資源回収が十分にできない可能性が示唆され、プラスチックの利用が課題となっている。

これらの中間的なガス湯沸かし器については、熱交換器の部分が非鉄混合金属として選別されているとみられた。この鉛メッキについては、後述する。また、AV 機器・ラジカセについては、実際に調査するときのサンプルによる差異が大きいものの、今回の調査では 25%がダストとして発生している。ラジカセなどが多い場合は、さらにプラスチック系家電と同様にダストの比率が増加することが考えられる。

2.2.3 有害物質

(1) 分析対象と分析方法

今回の品目調査で見つかった各品目に対して、ポータブル X 線分析装置を用いて鉛などの重金属濃度の高い部材を探した。その結果、基板以外にほとんど重金属は確認されなかったが、湯沸かし器の熱交換器の表面から高濃度の鉛が検出され、旧式の湯沸かし器には鉛メッキが使用されていることが判明した。

次に、湯沸かし器の熱交換器（表 2.2.3 では湯沸器部品と表記）を含めて、バーゼル法告示別表に示されている溶出・含有量に関する基準も参考にしながら、有害物質の分析を試みた。有害物質が検出される恐れのある部材として、基板類、電線被覆、ハンダ・コネクタ廻り、液晶モニター関係（バックライト、ガラス）のサンプリングを行い、有害物質の分析を行った。さらに、2.2.2 で述べた組成調査で発生したダストについても、一次選別の段階で発生した一次ダストと、最終的に発生した二次ダストの二つに分けて、分析対象とした。分析対象品目と分析対象元素を表 2.2.3 にまとめて示す。また、試料が含まれる品目の情報は表 2.2.4 に示す。

試料が含まれる品目は、部材別に重量を測定した上で、分析対象となる部品・部材を破碎した。そして、下記にしたがって、溶出試験用及び含有量試験用の試料を調製した。

1) 溶出試験

各種試料を振動ミル、ハサミ等を用いて、環境庁告示 13 号に準拠して、5mm 以下程度にまで粉碎し、目開き 4.76mm の篩処理を行った。ついで、種類ごとの重量比に応じて混合し、更に目開き 0.5mm 篩処理を行い、0.5～5mm に調製された溶出試験用の混合試料を調製した。検液の調製は、試料量 1 に対して 10 倍量の純水で 6 時間の振とうを行い、ろ過したものを溶出試験検液とした。

2) 含有量試験

溶出試験用に調製した試料をさらに凍結粉碎して微粉にしたものを含有量試験用の試料とした。なお、ワープロ液晶モニター内のバックライト中の水銀分析は、粉末状にした後に硝酸及び過マンガン酸カリウムによる酸分解を行い、還元気化原子吸光法により測定を行った。

表 2.2.3 分析対象品目及び分析対象元素

| 試料 No. | 対象 | 関連品目 | サンプル数 | 対象元素 | |
|--------|--------------------------|--------------------|-------|----------------------------------|---|
| | | | | 溶出 | 含有 |
| A | 基板類 | 1 PC | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 2 ビデオデッキ | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 3 ストープ | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 4 電話機 | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| B | 電線被覆 | 1 湯沸器 | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 2 オーディオ機器(シンセサイザー) | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 3 照明器具(蛍光灯) | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 4 電飾 | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| C | ハンダ・コネクター廻り | 1 湯沸器部品(鉛メッキ部品) | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 2 照明器具コネクター | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| D | 液晶モニター関係 | 1 ワープロバックライト | 1 | - | Hg |
| | | 2 同上液晶ガラス | 1 | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| E | 一次ダスト (マルチシュレツダーのダスト) | 1 ガスコンロ | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 2 プラスチック系家電 | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 3 オーディオ機器 | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| F | 二次ダスト (エコテックセンターのダスト) | 1 ガスコンロ | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 2 プラスチック系家電 | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |
| | | 3 オーディオ機器 | 1 | - | Hg,Cd,Pb,Cr ⁶⁺ ,As,Se,Sb,Cu,Zn |

表 2.2.4 分析対象の品目に関する情報

| 試料 | 対象 | 関連品目 | メーカー | 型式 | 本体重量 |
|----|-------------|--------------------|------|-----------------------|----------|
| A | 基板類 | 1 PC基板 | - | - | PC本体重量なし |
| | | 2 ビデオデッキ | サンヨー | V2H25型 | 3.50kg |
| | | 3 ストープ | コロナ | GT-2560C | 8.92kg |
| | | 4 電話機 | シャープ | DA-C1 | 827g |
| B | 電線被覆 | 1 湯沸器 | リンナイ | ユッコJUF20 RUF-W2001SAW | 16kg |
| | | 2 オーディオ機器(シンセサイザー) | ヤマハ | - | 8kg |
| | | 3 照明器具(蛍光灯) | - | - | 2.64kg |
| | | 4 電飾 | - | - | 697g |
| C | ハンダ・コネクター廻り | 1 湯沸器部品(鉛メッキ部品) | パロマ | PH-5TB | 4.98kg |
| | | 2 照明器具コネクター | - | - | 2.64kg |
| D | 液晶モニター関係 | 1 ワープロバックライト | シャープ | 書院WD-C700 | 5.70kg |
| | | 2 同上液晶ガラス | - | - | 160g |

(2) 分析結果

重量測定結果や素材別組成比結果等を表 2.2.5～2.2.8 に示す。

また、溶出試験結果と含有量試験結果を表 2.2.9、2.2.10 にそれぞれ示す。なお、基板、電線被覆等の対象部位における測定結果として示している。この結果と溶出基準 (Hg:0.005, Cd:0.01, Pb:0.01, Cr⁶⁺:0.05, As:0.01, Se:0.01、単位: mg/L) や含有量基準 (Hg, Cd, Pb, Cr⁶⁺, As, Se いずれも 0.1%すなわち 1,000mg/kg) を比較すると、ほとんどの分析対象において、Pb のみが基準を超過していた。Pb 以外としては、液晶モニター関係のバックライトから Hg が 250mg/kg 検出された。

以上のように、金属スクラップに含まれる電気電子機器の部品から、ハンダ・メッキや電子部品に含有されている Pb が検出され、バーゼル法に定められている基準を超過する可能性があるこ

とがわかった。しかしながら、本分析でサンプリングした部位の試料量はわずかであり、金属スクラップの輸出前における事前相談でこれらが分析・報告されることはほとんどないと考えられる。

表 2.2.5 基板類の重量測定結果

| 試料名 | | | |
|----------|---------|-----------|--------|
| A1基板類PC | | | |
| | 組成 | 各試料重量 (g) | 比率 (%) |
| ① | 基盤 | 216.45 | 46.6 |
| ② | プラスチック類 | 112.58 | 24.2 |
| ③ | 金属類 | 38.19 | 8.2 |
| ④ | 銅 | 4.67 | 1.0 |
| ⑤ | 端子類 | 41.18 | 8.9 |
| ⑥ | ICチップ類 | 11.63 | 2.5 |
| ⑦ | 小型電子部品類 | 4.96 | 1.1 |
| ⑧ | トロイダルコア | 7.41 | 1.6 |
| ⑨ | 水晶振動子 | 1.02 | 0.2 |
| ⑩ | 電解コンデンサ | 22.51 | 4.8 |
| ⑪ | 電池 | 3.02 | 0.7 |
| ⑫ | ダイオード類 | 0.73 | 0.2 |
| 試料総重量(g) | | 464.35 | 100 |

| 試料名 | | | |
|-------------|---------|-----------|--------|
| A2基板類ビデオデッキ | | | |
| | 組成 | 各試料重量 (g) | 比率 (%) |
| ① | 基盤 | 182.89 | 41.1 |
| ② | プラスチック類 | 29.32 | 6.6 |
| ③ | 金属類 | 56.46 | 12.7 |
| ④ | 銅 | 12.14 | 2.7 |
| ⑤ | 端子類 | 21.50 | 4.8 |
| ⑥ | ICチップ類 | 17.55 | 3.9 |
| ⑦ | 水晶振動子 | 3.46 | 0.8 |
| ⑧ | 電解コンデンサ | 47.63 | 10.7 |
| ⑨ | コンデンサ | 15.93 | 3.6 |
| ⑩ | ダイオード類 | 4.77 | 1.1 |
| ⑪ | 抵抗 | 16.41 | 3.7 |
| ⑫ | ヒューズ | 1.01 | 0.2 |
| ⑬ | セラミック | 33.12 | 7.4 |
| ⑭ | その他 | 2.56 | 0.6 |
| 試料総重量(g) | | 444.75 | 100 |

| 試料名 | | | |
|-----------|---------|-----------|--------|
| A3基板類ストーブ | | | |
| | 組成 | 各試料重量 (g) | 比率 (%) |
| ① | 基盤 | 68.25 | 23.9 |
| ② | プラスチック類 | 22.80 | 8.0 |
| ③ | 金属類 | 119.97 | 42.1 |
| ④ | 銅 | 38.98 | 13.7 |
| ⑤ | 端子類 | 8.14 | 2.9 |
| ⑥ | ICチップ類 | 15.14 | 5.3 |
| ⑦ | 電解コンデンサ | 3.81 | 1.3 |
| ⑧ | コンデンサ | 3.29 | 1.2 |
| ⑨ | ダイオード類 | 0.36 | 0.1 |
| ⑩ | 抵抗 | 2.86 | 1.0 |
| ⑪ | ヒューズ | 1.49 | 0.5 |
| 試料総重量(g) | | 285.09 | 100 |

| 試料名 | | | |
|----------|------------|-----------|--------|
| A4基板類電話機 | | | |
| | 組成 | 各試料重量 (g) | 比率 (%) |
| ① | 基盤 | 68.32 | 52.2 |
| ② | プラスチック類 | 13.02 | 9.9 |
| ③ | 金属類 | 5.25 | 4.0 |
| ④ | 銅 | 2.97 | 2.3 |
| ⑤ | 端子類 | 3.61 | 2.8 |
| ⑥ | ICチップ類 | 10.58 | 8.1 |
| ⑦ | 小型電子部品類 | 3.28 | 2.5 |
| ⑧ | 水晶振動子 | 1.45 | 1.1 |
| ⑨ | 電解コンデンサ | 16.72 | 12.8 |
| ⑩ | コンデンサ | 2.42 | 1.8 |
| ⑪ | キャパシタコンデンサ | 2.50 | 1.9 |
| ⑫ | ダイオード類 | 0.79 | 0.6 |
| 試料総重量(g) | | 130.91 | 100 |

表 2.2.6 電線被覆の重量測定結果

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|-----------|--------|--------|
| B1 | 電線被覆 | 湯沸器 | |
| | 被覆部 (g) | 112.82 | 44.7 |
| | 銅線 (g) | 139.54 | 55.3 |
| | 全体の重量 (g) | 252.36 | 100 |

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|-----------|---------|--------|
| B2 | 電線被覆 | シンセサイザー | |
| | 被覆部 (g) | 651.28 | 47.7 |
| | 銅線 (g) | 623.07 | 45.7 |
| | その他 (g) | 90.44 | 6.6 |
| | 全体の重量 (g) | 1364.79 | 100.0 |

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|-----------|--------|--------|
| B3 | 電線被覆 | 照明器具 | |
| | 被覆部 (g) | 83.22 | 59.0 |
| | 銅線 (g) | 57.77 | 41.0 |
| | 全体の重量 (g) | 140.99 | 100 |

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|-----------|--------|--------|
| B4 | 電線被覆 | 電飾 | |
| | 被覆部 (g) | 301.77 | 43.3 |
| | 銅線 (g) | 198.22 | 28.4 |
| | 電球部 (g) | 197.38 | 28.3 |
| | 全体の重量 (g) | 697.37 | 100 |

表 2.2.7 ハンダ・コネクタ廻りの重量測定結果

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|------------|---------------|--------|
| C1 | ハンダ・コネクタ廻り | 湯沸器部品(鉛メッキ部品) | |
| | 鉄板部 (g) | 355.63 | 27.2 |
| | 冷却部 (g) | 569.67 | 43.6 |
| | パイプ部 (g) | 381.39 | 29.2 |
| | 全体の重量 (g) | 1306.69 | 100 |

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 |
|-------|------------|-------|
| C2 | ハンダ・コネクタ廻り | 照明器具 |
| | 全体の重量 (g) | 36.03 |

※全量破碎試料(溶出試験用)

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 |
|-------|------------|---------------|
| C2 | ハンダ・コネクタ廻り | 照明器具 ハンダ採取用試料 |
| | ハンダ部 (g) | 1.92 |
| | 全体の重量 (g) | 34.89 |

※ハンダ採取用試料(含有量試験用)

表 2.2.8 液晶モニタ関係の重量測定結果

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 |
|-------|-----------|-------------------|
| D1 | 液晶モニタ関係 | ワープロ液晶モニタ(バックライト) |
| | 全体の重量 (g) | 1.55 |

| 試料No. | 試料品目 | 関連品目 | 比率 (%) |
|-------|------------|---------|--------|
| D2 | 液晶モニタ関係 | 同上液晶ガラス | |
| | バックライト部(g) | 1.55 | 0.6 |
| | 液晶ガラス部(g) | 160.18 | 59.4 |
| | 基盤部 (g) | 13.78 | 5.1 |
| | プラスチック部(g) | 93.95 | 34.9 |
| | 全体の重量 (g) | 269.46 | 100 |

※全体の重量は、D1のバックライト重量を含む。

表 2.2.9 溶出試験結果

単位 : mg/L

| 対象 | 関連品目 | Hg | Cd | Pb | Cr ⁶⁺ | As | Se |
|------------|---------------|----------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| プリント基板 | PC | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.56 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | ビデオデッキ | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.36 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | ストーブ | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.01未満 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| 電線被覆 | 電話機 | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.05 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | 湯沸器 | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.04 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | シンセサイザー | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.13 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | 照明器具(蛍光灯) | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.25 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | 電飾 | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.09 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| ハンダ・コネクタ廻り | 湯沸器部品(鉛メッキ部品) | 0.0005未満 | 0.01未満 | 37 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| | 照明器具コネクタ | 0.0005未満 | 0.01未満 | 4.4 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| 液晶モニタ関係 | ワープロバックライト | - | - | - | - | - | - |
| | 同上液晶ガラス | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.02 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |
| 溶出基準値 | | 0.0005未満 | 0.01未満 | 0.01未満 | 0.05未満 | 0.01未満 | 0.01未満 |

表 2.2.10 含有量試験結果

単位 : mg/kg (乾物換算値)

| 対象 | 関連品目 | Hg | Cd | Pb | Cr ⁶⁺ | As | Se | Sb | Cu | Zn |
|-----------------------------|---------------|--------|---------|---------|------------------|---------|---------|----------|---------|--------|
| プリント基板 | PC | 0.03 | 0.1未満 | 7.600 | 1未満 | 16 | 0.5未満 | 4.100 | 220.000 | 39.000 |
| | ビデオデッキ | 0.01未満 | 0.1未満 | 10.000 | 1未満 | 13 | 0.5未満 | 1.800 | 140.000 | 16.000 |
| | ストーブ | 0.01未満 | 0.1未満 | 8.500 | 1未満 | 9.8 | 0.5未満 | 880 | 170.000 | 7.900 |
| 電線被覆 | 電話機 | 0.01未満 | 0.1未満 | 12.000 | 1未満 | 7.7 | 0.5未満 | 2.800 | 130.000 | 3.800 |
| | 湯沸器 | 0.01 | 150 | 9.000 | 1未満 | 3.9 | 1.0 | 390 | 1.100 | 650 |
| | シンセサイザー | 0.02 | 38 | 10.000 | 1未満 | 0.5未満 | 0.5未満 | 170 | 260 | 27 |
| | 照明器具(蛍光灯) | 0.07 | 0.6 | 18.000 | 1未満 | 1.8 | 0.5未満 | 38 | 110 | 19 |
| | 電飾 | 0.03 | 0.5 | 10.000 | 1未満 | 1.5 | 0.5未満 | 86 | 140 | 10 |
| ハンダ・コネクタ廻り | 湯沸器部品(鉛メッキ部品) | 0.03 | 0.1未満 | 160.000 | 1未満 | 4.8 | 0.5未満 | 620 | 780.000 | 8.400 |
| | 照明器具コネクタ | 0.09 | 2.0 | 440.000 | 1未満 | 16 | 0.5未満 | 190 | 130.000 | 22.000 |
| 液晶モニタ関係 | ワープロバックライト | 250 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | 同上液晶ガラス | 0.01未満 | 0.1未満 | 7 | 1未満 | 0.5未満 | 0.5未満 | 19 | 39 | 2 |
| 一次ダスト (マルチシュレッダーダスト) | ガスコンロ | 5.0 | 19 | 3.100 | 8 | 11 | 0.5未満 | 1.500 | 17.000 | 34.000 |
| | プラスチック系家電 | 1.3 | 13 | 1.500 | 1未満 | 3.5 | 0.5未満 | 1.200 | 14.000 | 4.500 |
| | オーディオ機器 | 0.60 | 13 | 730 | 1未満 | 0.9 | 0.5未満 | 82 | 1.900 | 2.200 |
| 二次ダスト (上記一次ダストを再処理したダスト) | ガスコンロ | 0.14 | 240 | 1.900 | 1未満 | 6.3 | 0.5未満 | 3.300 | 64.000 | 11.000 |
| | プラスチック系家電 | 0.18 | 2.0 | 1.800 | 1未満 | 3.0 | 0.5未満 | 950 | 20.000 | 610 |
| | オーディオ機器 | 0.12 | 1.3 | 1.300 | 1未満 | 1.9 | 0.5未満 | 430 | 13.000 | 1.400 |
| 含有量基準値 (パーゼル法告示) | | mg/kg | 1.000未満 | 1.000未満 | 1.000未満 | 1.000未満 | 1.000未満 | 10.000未満 | - | - |
| | | % | 0.1未満 | 0.1未満 | 0.1未満 | 0.1未満 | 0.1未満 | 1未満 | - | - |

2.2.4 フロン類

今年度の品目調査結果ではエアコンの量が少なかったが、旧式の据え置き型の冷房器具（B スクラップから採取したエアコン室内機具、図 2.2.6）について、コンプレッサー内に冷媒が完全に充てんされたままであった。これをキャニスターでサンプリングし、25ml を 6000 倍希釈した上で GC/MS を用いて成分を分析した。その結果、CFC12（フロン）が約 3.3% 検出された。サンプリング時には外気を同時に多量に吸引しているため、事実上、コンプレッサー内には CFC12 が充てんされていたとみられる。

排出者は有価物または廃棄物として、結果的に「寄せや」に引き渡され、そのまま輸出された場合には船積み中や海外においてフロンが放出されていた可能性が高い。

業務用か家庭用かの判断はできなかったが、業務用エアコンであればフロン回収・破壊法によって適切な回収と処理が義務付けられており、家庭用の場合も家電リサイクル法に基づくリサイクルなど、フロンの放出をしない廃棄が求められよう。



図 2.2.6 フロン類を検出した冷房器具

2.2.5 その他

以上のほか、電池類、農薬、モーターオイルが発見された。電池類は、乾電池（アルカリ電池、マンガン電池）が散らばった状態が多く確認され、リチウムボタン電池やニッカド電池などが単独あるいは製品に埋め込まれた状態で確認された。バーゼル法の規制対象でもあるニッカド電池を含めて、二次電池については資源有効利用促進法によって自主回収が求められており、回収の一層の徹底が求められる。

また、爆発の危険性も有するリチウム電池については、長期的には取り外しが容易な設計と回収が促進されるのが望ましいと思われる。農薬とモーターオイルについては、それぞれ農機具、バイクとともに廃棄されたものとみられるが、毒性・可燃性の物質の分別回収と適正処理が求められる。

2.3 ダイオキシン類

2.2.3 で論じたような元々金属スクラップに含有されていた有害物質ではないが、火災によるダイオキシン類発生に関しても関心が持たれる。具体的には、2009年9月に国内の港湾で貨物積載作業中に発生した金属スクラップの火災事故現場において、燃焼したスクラップについて、バーゼル法に基づく含有基準を超過していないかどうかを確認するために、ダイオキシン類分析を実施する機会を得た。

すなわち、塩素濃度の高いケーブル類や、臭素濃度の高い基板類を中心として、14試料（燃焼物10、非燃焼物4）の塩素化ダイオキシン類の分析を行った。その結果、コプラナPCBを含まない塩素化ダイオキシン濃度（2,3,7,8-TCDD換算の毒性等価量、以下、TEQ）で燃焼物0.83～14ng-TEQ/g、非燃焼物0.42～2.0ng-TEQ/gであった。コプラナPCBを含む塩素化ダイオキシン類の濃度は燃焼物0.87～18ng-TEQ/g、非燃焼物0.50～2.1ng-TEQ/gであった。ダイオキシン濃度に比べてフラン濃度が高かったことも考慮すると、現時点の限られた分析結果ではあるが、燃焼によってダイオキシン類が生成した可能性が示唆される。

バーゼル法の含有基準（コプラナPCBを含まないダイオキシン濃度で10ng-TEQ/g）に照らすと、一点の試料のみが14ng-TEQ/gと超過していた。しかしながら、他の試料では含有基準以下である上、多量のスクラップからダイオキシン類の発生が疑われる部分を採取したことを鑑みると、燃焼した金属スクラップ全体についてバーゼル法の規制対象に該当するとみなすことは困難と考えられる。

ただし、特別管理一般廃棄物のばいじん（3ng-TEQ/g）と土壤環境基準（1ng-TEQ/g）と比較すると、半数以上の試料については土壤環境基準を超過している。また、バーゼル法の含有基準がコプラナPCBを含まない濃度としていることや、現在の含有基準が妥当であるかどうかなどについて、今後検討が必要と考えられる。

表 2.3.1 金属スクラップの燃焼部分に関するダイオキシン類の分析結果（単位：ng-TEQ/g）

| 試料 | 品目等 | 燃焼 | PCDF | PCDD | PCDD/DF | DL-PCB | Total |
|---------------|------------------|----|------|-------|-----------|--------|----------|
| 1 | 洗濯機・ケーブル | ○ | 5.2 | 0.45 | 5.6 | 0.13 | 5.7 |
| 2 | 同上 | × | 1.9 | 0.14 | 2.0 | 0.11 | 2.1 |
| 6 | 不明・ケーブル | ○ | 1.5 | 0.24 | 1.8 | 0.14 | 1.9 |
| 8 | 同上 | × | 1.5 | 0.12 | 1.6 | 0.099 | 1.7 |
| 9 | 不明・ケーブル | ○ | 0.74 | 0.16 | 0.90 | 0.10 | 1.0 |
| 10 | 同上 | × | 1.2 | 0.28 | 1.5 | 0.21 | 1.7 |
| 15 | エアコン室外機?・ホース | ○ | 12.3 | 1.7 | 13.9 | 3.9 | 18 |
| 16 | マウス | ○ | 0.93 | 0.11 | 1.0 | 0.039 | 1.1 |
| 18 | (未確認) | △ | 4.6 | 0.82 | 5.5 | 0.15 | 5.6 |
| 21 | エアコン・ケーブル(基板に接続) | ○ | 0.67 | 0.15 | 0.83 | 0.041 | 0.87 |
| 27 | 不明・断熱材 | × | 0.33 | 0.092 | 0.42 | 0.078 | 0.50 |
| 30 | 自転車・タイヤ | ○ | 0.69 | 0.088 | 0.78 | 0.014 | 0.79 |
| 32 | 不明・ゴム | ○ | 0.92 | 0.16 | 1.1 | 0.047 | 1.1 |
| 35 | ビデオデッキ・ケーブル | ○ | 1.1 | 0.14 | 1.3 | 0.038 | 1.3 |
| バーゼル法 | | | | | 10 | | |
| 特管一廃 | | | | | | | 3 |
| 土壤環境基準 | | | | | | | 1 |

2.4 中国における金属スクラップの輸入と利用動向

日本からの金属スクラップを多く輸入しているのは中国であるが、なかでもともに浙江省の寧波市と台州市が輸入量が多いことが知られている。そこで、今年度は中国における金属スクラップ等の輸入状況を調べるとともに、寧波市の寧波鎮海再生金属資源加工団地（リサイクル団地）を訪問し、金属スクラップの利用動向を調査した。

2.4.1 2009年度の金属スクラップの輸入政策

中国環境保護部、商務部、国家發展改革委員会、税関総署、国家質量監督檢驗檢疫総局は2009年第36号公告を発表し、輸入廃棄物管理目録について調整した。この公告の主な内容として、「中華人民共和国固体廃棄物汚染環境防治法」、「危険廃棄物越境転移及びその処置のバーゼル条約」と関連法律法規に基づき、中国環境保護部、商務部、国家發展改革委員会、税関総署、国家質量監督檢驗檢疫総局は2008年発表した「輸入禁止固体廃棄物目録」、「原料として利用可能な輸入制限固体廃棄物目録」と「原料として利用可能な自動許可輸入固体廃棄物目録」の増補訂正を行った。この第36号公告は2009年8月1日より実施することになり、同時にそれまでの国家環境保護総局、商務部、国家發展改革委員会、海関総署、税関総署、国家質量監督檢驗檢疫総局により発表されていた2008年第11号公告の付属目録は実施を中止することになった。

第36号公告の中に、輸入廃金属にあたるもとの第七類スクラップに関する変更は表2.4.1のとおりである。

表 2.4.1 第36号公告で変更された金属スクラップ

| 税関商品番号 | スクラップ名称 (税関商品名称) | 輸入許可書名称 | 適用した環境 保護規制基準 | その他の 要求または注釈 |
|------------|---|---------------------------|---|-----------------|
| 7204490010 | 廃自動車プレス | 廃自動車プレス | GB 16483.13 | |
| 7204490020 | 鋼鉄回収を主として いる廃金属、電器 | 鋼鉄回収を主として いる廃金属、電 器 | GB 16487.10 | |
| 7404000010 | 銅回収を主としてい る廃モーターなど（廃 電線、ケーブル、雑品 電器も含め） | 銅回収を主として いる廃モーターな ど | GB 16487.8 GB 16487.9 GB 16487.10 | |
| 7602000010 | アルミ回収を主とし ている廃電線など（廃 電線、ケーブル、雑品 電器も含め） | アルミ回収を主と している廃電線な ど | GB 16487.9 GB 16487.10 | |
| 8908000000 | 分解用の船舶及びそ の他の浮動構造物 | 廃船、ただし空母 を含まない | GB 16487.11 | 空母を含 まない |

2.4.2 寧波鎮海再生金属資源加工団地における金属スクラップの利用

(1) 団地の概要

鎮海金属加工団地は寧波市鎮海区人民政府により作られた湾岸型輸入廃金属団地である。団地の管理委員会は地方政府、税関、商品検査局、環境保護局、港の管理部門、公安局、税務局、工商局などによりできたものである。団地の全体の計画では、総面積は 200ha であり、その中に緑化した面積は 66 ha で、33%を占めている。境界河川及び道路は 32 ha を使っているため、実際に使っている土地面積は 102 ha である。2008 年 8 月末まで、団地として総額 15.6 億人民元を投資し、開発した土地面積は 130 ha である。

現在 87 社が鎮海金属加工団地に入居し、その中、国家より直接輸入許可を受けた企業は 73 社であり、年間輸入、分解加工能力は 200 万トンだろうと推察されるが、現在（2010 年初頭）までの輸入、加工実績は 80～130 万トンである。なお、さらに 10 社あまりの購入企業も団地に入居し、主に団地内で分解・分別した廃金属を購入し、団地の外の自社へ運び、原料として利用している。例えば、上海宝山鋼鉄公司是団地の中で支店を作って、もっぱら、廃鋼鉄を購入している。

(2) 団地内の輸入金属スクラップの概況

団地に輸入される廃金属（金属スクラップ）は主に金属の雑品類と称されるものであり、これには、主にアルミを回収する廃電線等（廃電線、ケーブル、雑品電器を含む）と主に銅を回収する廃モーター等（廃モーター、廃電線、ケーブル、雑品電器を含む）の 2 つに大きく分類される。雑品の主な成分は廃鋼鉄であり、約 70%以上を占めている。そのあとは銅スクラップ、アルミスクリップ、ステンレススクラップであるが、少量ですが、廃電器や電子基板も混合されている。

鎮海金属加工団地は、2008 年度廃金属 107 万トン、2009 年度 100 万トンを輸入した。輸入した廃金属は 40%コンテナ積みで、60%はばら積み船であったが、日本から輸入した廃金属は全てばら積み船である。

輸入した廃金属のうち、日本から輸入した廃金属は約 60%、欧米から輸入したのは約 40%を占めている。その他に中近東や韓国からもばら積み船で輸入しているが、量は非常に少ないために、統計上では省略されている。

日本から輸入した廃金属は雑品を主としているが、その大部分は廃鋼鉄であり、アルミスクリップ、銅スクラップ、ステンレススクラップ、また廃モーター、廃電線・ケーブルなども混合されている。欧米から輸入した廃金属の多くはモーター、電線・ケーブルである。

(3) 団地内の金属スクラップの管理

団地は、輸入廃金属について、クローズド型管理の方法を取っている。スクラップは輸入後、まず団地敷地内にある税関が検査を行い、要求に適合しないスクラップについては輸入を許可しない。団地での廃金属交易は自由貿易であるが、団地外へ販売される廃金属は、運び出す際、検査を受けなければならない。（団地側の要求として）単一種類の金属まで解体・分別した廃金属でなければならない、つまり完全な機器部品、機器本体や設備の状態で団地から運び出してはならない。また、廃電子基板も勝手に販売してはならないこととなっている。寧波市環境局より許可（資格）をもらった下記企業に処理してもらうことになっている

- ・杭州大洲物資再生有限公司
- ・台州新源物資利用有限公司

・寧波紳立宏電子發展有限公司

また、団地では消防活動を重視し、関連規定制度を作成するだけでなく、専門的な消防チームを設立し、24時間団地の中を巡回している。企業のオフィスビルや生産作業場も団地が統一的に設計、建設したものであり、いずれの建物も消防設備を備えており、各作業場にも消火栓が設置されている。団地管理委員会の調査によると、2004年の団地開設以来、火災は一度も発生したことはなく、寧波港でも火災が発生した記録は一度もないということである。

雑品の解体・分別過程において、少量のごみが発生する。一般的に、総量の1%以下であり、有機物と無機物に分けられる。そのうち有機可燃物は、団地でまとめて近くのごみ発電所に運び、処理している。トンあたり有機物の処理費用は約100円である。無機物のごみは団地により、統一的に近くのごみ埋立処分場で処理している。団地の管理委員会の説明では、毎年発生する有機可燃ごみの発生量は2000～3000トンである。

団地の中の企業は主に輸入廃金属を解体・分別しているが、二次加工は行っていない。つまり、最終製品は分別された状態の廃鋼鉄、廃銅、廃アルミ、廃プラなどで団地の外の企業に売却される。一部の企業はナゲット設備で廃電線を処理している。団地内には、電子基板を二次加工する方法がなく、廃プラも同様に二次加工する手段がない。

2.4.3 団地内 A 社の金属スクラップの利用状況

団地内では大規模の企業のうちの一つであり、輸入量で見ると上位三位に入る A 社の協力を得て、A 社の金属スクラップの利用状況を記す。A 社の作業場はすべてコンクリートで舗装され、かつ倉庫は天井（屋根）でカバーされている。廃金属は入荷後、すべて倉庫に一時保存され、解体・分別、加工が行われる。A 社の1年間の解体加工能力は約5万トンであるが、2009年度の解体加工実績は約3万トンであり、すべて雑品であった。

A 社の輸入廃金属の供給先は30社ほどあり、そのうち日本の供給先は8社あり、その供給量は総輸入量の70%以上を占めている。供給先は主に東京、大阪、広島、九州、新潟および仙台などである。また、A 社が日本から輸入した廃金属は全部ばら積みであり、一隻の積載量は1,000～1,200トンである。

A 社が輸入した廃金属の大部分は日本からであり、設備名称で分類すると、廃五金、廃モーター、廃ラジエーター、廃電線・ケーブル、混合している廃電子基板、家電の部品などがある。これらのうち、例えば乾電池が非常に少ないために無視でき、携帯電話はないとされている。成分で分類すると、廃鋼鉄が主であるが、銅は3～5%、アルミは3～4%、ステンレスは3～4%、廃プラ約3%で、残りは廃鋼鉄です。解体前後の比率について調査した結果を、それぞれ表 2.4.2、2.4.3 に示す。

表 2.4.2 A 社のばら積み船一隻分 (1,000t) 輸入における
 廃金属・設備の解体前の比率

| | 比率 (%) |
|-----------------|--------|
| 廃産業機械 | 5 |
| 廃配電盤 | 4 |
| 廃デスクトップ PC | 0.2 |
| 廃 OA 機器 | 3 |
| 廃エアコン (またはラジエタ) | 5 |
| 廃金属の中の電池 | 微小 |
| 廃プリント基板 | 0.2 |
| 廃電線・ケーブル | 6 |
| 廃鋼鉄 | 73.6 |
| その他 | 3 |
| 合計 | 100 |

注: 「その他」には、亜鉛合金スクラップ、メーター類、
 廃プラなど有機物、泥土及び計算上の誤差などを含む

表 2.4.3 A 社のばら積み船一隻分 (1,000t) 輸入における
 廃金属の解体後の比率

| | 比率 (%) |
|----------------|--------|
| 廃鋼鉄 | 81 |
| 廃銅 | 3 |
| 廃アルミ | 4 |
| 廃ステンレス | 3 |
| 廃プリント基板 | 0.2 |
| 廃プラ | 5 |
| 中古部品として利用できるもの | 0.02 |
| その他 | 3.78 |
| 合計 | 100 |

注: 「廃銅」には、廃配電盤、廃電線などから分解した銅
 を含むが、電子基板に含有している銅は含まない。
 「その他」には、亜鉛合金スクラップ、メーター類、
 廃プラなど有機物、泥土及び計算上の誤差などを含む

2.4.4 代表的な廃金属の利用方法

ここでは、A 社に限らない代表的な廃金属の利用方法を示す。

産業機械類の廃棄物輸入量はとても少ないとされている。A 社の調査によると輸入総量の 5% のみであり。団地管理委員会の調査結果もそれとほぼ同じであった。産業機械類の処理方法は手解体であり、機械を部品まで分解する。その成分の 97% 以上は廃鋼鉄であり、鋼の原料として製

鉄会社に売却される。

配電盤の輸入量は輸入総量の 4%を占めている。配電盤中に含まれる廃鋼鉄は約 50%、廃銅約 30%、廃絶縁材料は約 20%である。加工方法は手解体・分別であり、廃鋼鉄と廃銅はそれぞれ原料として、製鉄会社と製銅会社に売却される。

デスクトップパソコンや OA 機器も手解体であり、廃鋼鉄、廃銅、廃プラに分別し、それぞれ原料として販売する。分解により、出てきた電子基板は寧波市環境保護局から資格を得た会社において処理される。

廃エアコンは約輸入総量の約 5%を占めており、全部手解体で廃プラ、廃鋼鉄、廃銅、廃アルミなどに分別した後、それぞれ原料として販売する。

輸入した廃金属中の廃電池は極めて少ないため無視できる。廃電池は主にパソコンやリモコンなどから発生するが、分解後、危険廃棄物として、団地管理委員会指定した寧波市環境保護局より資格を得た企業において処理される。

電子基板は主にバラ積みで輸入したスクラップに混合されており、また、一部は廃パソコンなどを分解し、発生したものもある。団地に入った企業は電子基板に関し、二次加工処理を行わずに倉庫に保存し、一定の量に達したら、団地管理委員会の指定した寧波市環境保護局より資格を得た回収処理企業に売却し、処理される。中国国内電子基板の処理に関しては、主に粉碎選別と精錬処理の 2 種類で処理されているとされている。

本節 2.4 は、北京中色再生金属研究有限公司の協力を得て、寧波市を中心とした金属スクラップの利用動向などについてまとめたものである。2.4.3 など得た金属スクラップと 2.2 で実施した国内における品目・組成調査結果との比較は容易でないが、解体前の品目比率は必ずしも一致しない。これは、特に国内データについて昨年度調査ともあわせてサンプリングによる差が大きいことや、日本・中国の双方で品目等の名称の定義に差があることも理由と考えられる。ただし、解体後の組成調査については、当然ながら、鉄分が多いことではほぼ一致している。今後、両国の作業方法の違いを分析しながら、金属等の回収・利用の効率、環境配慮や経済性などもさらに検討する余地があると思われる。

第3章 金属スクラップの火災

3.1 火災発生状況

3.1.1 火災発生事例

2009年に発生した金属スクラップの火災件数は、金属スクラップ積載船舶の火災発生が1件（海上保安庁調べ）、陸上施設における金属スクラップ火災発生を確認した件数が1件であった。この数は、2005年から2008年までの4年間に発生した金属スクラップ積載船舶の火災件数18件、陸上で確認された火災・爆発の件数7件と比較すれば、いずれも大幅な減少となった。しかしながら、2010年は3月末現在ですでに2件の船舶火災が発生しており、火災発生が終息したとは言い難い。

2009年及び2010年（3月末現在）に発生を確認した船舶及び陸上火災4件の事例（表3.1.2）では、出火時の状態は荷役中（クレーンなどの重機を使用してスクラップを船倉に積み込み、または移動）が3件、船内での保管中（荷役中断中の夜間）が1件であった。出火時の天候は、晴、曇がそれぞれ2件であった。いずれの事例においても、金属スクラップ中に灯油タンク、プラスチック類、家電類、電線など多数の可燃物の混在を確認した。また、船舶火災事例3例における金属スクラップの輸出先はすべて中国であった。

表3.1.1 2009年及び2010年（3月末現在）に発生した金属スクラップ火災

| | 年月 | 場所 | 仕向地 | 天候 | 状態 | 確認された主な混在物 |
|------|--------|-------------------------------|--------|----|-----|---------------------|
| 船舶火災 | 2009.6 | 阪南港内 (図3.1.1) ¹ | 中国(寧波) | 曇 | 保管中 | 灯油タンク、プラスチック類、電線、電池 |
| | 2010.2 | 千葉港内 | 中国(海門) | 曇 | 荷役中 | プラスチック類、電線 |
| | 2010.2 | 福岡港内 | 中国(海門) | 晴 | 荷役中 | 家電製品 |
| 陸上火災 | 2009.9 | 泉大津市 (図3.1.2) ² | | 晴 | 荷役中 | 家電製品、エアコン、コンピュータ、電線 |



図3.1.1 阪南港内火災（2009.6）



図3.1.2 泉大津市港湾施設火災（2009.9）

著者らが現地調査等を実施した2件の事例は以下のとおりである。

¹ 写真提供：海上保安庁（第3章の中で脚注番号は共通）

² 写真提供：泉大津市

① 2009.6発生事例（阪南港内）

カンボジア船籍の貨物船S.Y号（1,483トン）が、阪南港内の岸壁に着岸中に出火した事例である。S.Y号は、火災発生の前日に金属スクラップ約800トンを積み込み、翌日積み込みを再開する予定として一旦荷役を中断し、ハッチを開放したままにしていたところ、深夜になって船倉内から出火したもので、クレーンにより一部スクラップを岸壁上に陸揚げしながら消防、海保により消火した。

消火後に、焼損した船倉内の金属スクラップを調査したが、発火源と思われる物件は確認できなかった。積荷の金属スクラップには、プラスチック類、エアコン室外機（アルミラジエータ）、灯油タンク、電池が含まれていた（図3.1.3～3.1.8）。



図3.1.3 調査状況



図3.1.4 プラスチック類



図3.1.5 アルミラジエータ



図3.1.6 基板類



図3.1.7 灯油タンク



図3.1.8 電池、リモコン類

② 2010.2.発生事例（千葉港内）

カンボジア船籍の貨物船T.X号（1,496トン）が、千葉港内の岸壁に着岸中に出火した事例である。T.X号は、金属スクラップ約700トンを積み込んだ時点で、船倉中央部に山積みにしたスクラップを重機で均した部分から発煙を認めたことから、発煙部を岸壁上に陸揚げして消火した。

この火災は、乗組員の消火作業により短時間で鎮火された（消防、海保職員の現場到着時にはすでに鎮火済みであった）ことから、ほとんど延焼がなく、発煙は廃ゴルフカート（屋根、シート、エンジン、燃料タンクを取り外した車体下部）からであったことがほぼ特定された。（図3.1.9、3.1.10）¹

消火後、荷主のヤードに保管されていたゴルフカートを調査したところ、バッテリー架台付近のケーブル類の焼損が最も強く、それ以外の場所はほとんど燃えていなかった。このため、火災の原因はバッテリー架台付近のケーブルに何らかの要因で瞬間的に着火したことによると考えられる。また、バッテリー架台の近くにはオイルタンクがあり、蓋が開いて油が漏出していたことから、ケーブルには漏出した油が付着していた可能性もある（図3.1.11～3.1.13）。

なお、この油を採取して分析したところ潤滑油であった。



図3.1.9 T.X号
(鎮火直後)



図3.1.10 廃ゴルフカート
(鎮火直後)



図3.1.11 荷主保管の
廃ゴルフカート



図3.1.12 バッテリー架台
付近 (焼けが強い)



図3.1.13 オイルタンク

この事例について、火源としては次の可能性が考えられた。

① 金属どうしの接触による火花

発煙の直前に廃ゴルフカートを重機で移動する作業をしており、この衝撃で火花が発生した可能性が考えられる。潤滑油の引火点は一般的に高く、ケーブルは難燃性であることから、火花では容易に引火しないが、可能性は否定できない。

② バッテリーの短絡

現場調査時には、廃ゴルフカートのバッテリー架台にバッテリーはなかったが、架台の状態や各端子の残存状況から出火時にはバッテリーがあったことが推測され、消火作業などに伴って重機で移動した際に脱落した可能性が考えられた。廃ゴルフカートにバッテリーが設置された状態だったと仮定すると、発煙直前の重機作業でバッテリー電極端子付近に金属が接触して短絡がおり、スパークが連続的に発生し、ケーブルに着火するだけのエネルギーを発生した可能性が考えられる。

3.1.2 事例解析

2006年から2010年(3月現在)までの船舶及び陸上施設における金属スクラップ火災事例24件について、出火時の作業状況及び消火活動の状況に着目してとりまとめた結果を解析した(表3.1.2)。

(1) 出火時の作業状況

火災が発生した時点における作業の状況が判明したのは22件であり、そのうちの17件は荷役中であり、金属スクラップを重機で移動中又は移動直後に出火していた。また、荷役中以外の5件についても出火前36時間以内に何らかの作業が行われていた。このことから、荷役等の作業と火災発生に何らかの関係がある可能性がある。

表 3.1.2 出火時の作業状況及び消火活動の状況³

| 事例 | 出火時の作業状況 | | 消火活動の状況 | | | | |
|------|----------|-----------|-------------|--------|---|------|---|
| | | | 鎮火までに要した時間 | 消火手法 | | | |
| | | | | 放水 | 泡 | 船体冷却 | |
| 船舶火災 | 1 | 着岸中(荷役中) | 8:30 | ○ | | | |
| | 2 | 着岸中(荷役中) | 1:50 | ○ | | | |
| | 3 | 着岸中(荷役中) | 1:40 | ○ | | | |
| | 4 | 着岸中(荷役中) | 1:10 | ○ | | | |
| | 5 | 着岸中(荷役中) | - | ○ | | | |
| | 6 | 着岸中(荷役中) | 0:55 | ○ | | | |
| | 7 | 航行中 | 約5時間前に出港 | 85:30 | ○ | | ○ |
| | 8 | 航行中 | 約20時間前に出港 | 192:00 | | | ○ |
| | 9 | 着岸中(荷役中) | | 12:30 | ○ | ○ | ○ |
| | 10 | 着岸中(荷役中) | | 5:40 | ○ | ○ | |
| | 11 | 着岸中(荷役中) | | 1:50 | - | | |
| | 12 | 着岸中(荷役中) | | 1:00 | ○ | | |
| | 13 | 航行中 | 約31時間前に出港 | 40:00 | ○ | | ○ |
| | 14 | 着岸中(荷役中) | | 1:10 | - | | |
| | 15 | 着岸中(荷役中) | | 0:50 | | ○ | |
| | 16 | 着岸中(作業なし) | 約12時間前に作業あり | 12:10 | ○ | ○ | ○ |
| | 17 | 着岸中(荷役中) | | 鎮火済み | ○ | | |
| | 18 | 着岸中(荷役中) | | 3:00 | ○ | ○ | |
| 陸上火災 | 19 | 荷役中 | 鎮火済み | ○ | | | |
| | 20 | 作業なし | 前日作業あり | 27:00 | ○ | ○ | |
| | 21 | - | | - | - | | |
| | 22 | 荷役中 | | 11:50 | ○ | | |
| | 23 | - | | 3:30 | ○ | | |
| | 24 | 荷役中 | | 7:20 | ○ | ○ | |

(2)消火活動の状況

消火活動の状況が判明したのは22件であり、このうち、火災覚知から鎮火までの時間は、最短では消防機関到着前に自力消火された事例(No.17、19)であり、最長は鎮火までに8日間を要した航行中の船舶火災事例(No.8)であった。半数以上の事例で鎮火までに3時間以上を要していた。

また、消火手法が判明した事例は21件であり、消火の手段として、

- ① 放水
- ② 泡消火剤
- ③ 船体冷却

があり、単独またはいくつかの手法を組み合わせで消火している。手法が判明している事例のうち、泡消火剤を使用(併用)した事例は7件であった。その他は放水(一部で粉末消火器併用)または船体冷却により消火していた。なお、表3.1.2中「船体冷却」に○を付した事例は、冷却目的で船体に放水したことが記録に明記されていた事例であり、これ以外でも放水消火に併せて船体の外側に放水が行われていた事例は多いと推測する。いくつかの事例では燃焼しているスク

³ 状況が不明であった事項は「-」で示した。

消防機関到着前に自力消火された場合、鎮火までに要した時間として「鎮火済み」と記載した。

ラップを重機で移動しながら消火したり、延焼を防ぐために燃えていないスクラップを重機で移動しながら消火を行っていた。

泡消火剤を使用した7件の事例のうち、6件で鎮火までに3時間以上を要していた。鎮火までに約12時間を要した着岸中の船舶火災（No.16）では約3万リットル、約27時間を要した港湾施設火災（No.20）では約1万リットルの泡消火剤を使用していたが、これらの事例では、発生した多量の煙による住民の健康被害や環境への影響を考慮して早期の鎮火が求められたために放水消火から泡消火剤に切り替えていた。

航行中の船舶火災では自然鎮火を待った事例が2件あった（No.7、8）。これらの事例では、船倉内に放水すると沈没のおそれがあることから船体を外側から放水冷却しながら自然鎮火まで監視を行ったものであり、鎮火確認までに要した時間はそれぞれ85時間（約3日間）、192時間（約8日間）であった。これらの事例では鎮火までの間、持続的な船体冷却を行うとともに、船体が陸岸に近づくことのないように監視を怠ることができないために多数の巡視船艇、人員を要した。

一方で、金属スクラップは焼損後も商品価値が変わらず、火災による人的被害も現在まで深刻な事例がないことから、当事者の被害意識はそれほど大きくない。このため、金属スクラップ火災は救助効果に比して消火活動にかかる経費や労力が多大なものとなっている状況が見受けられた。

3.1.3 試料の調査

(1) 金属スクラップに混在する電池の残電圧測定

2.2の品目調査において、金属スクラップ中に多数混在していた電池類について、残っている電圧を測定した（表3.1.3）。

表 3.1.3 主な混在電池類の種類と最大電圧

| 電池の種類 | | 最大電圧 |
|-----------|-------------|------|
| 乾電池 | マンガン(単一～単四) | 1.5 |
| | アルカリ(単一～単四) | 1.5 |
| | アルカリ9V | 9 |
| ニカド電池 | | 12 |
| リチウムイオン電池 | | 2.9 |
| リチウムボタン電池 | | 3 |

電池類のほぼ9割に電圧が残っており、12Vの電圧を残していたニカド電池もあった。

この結果から、金属スクラップ中に混在する電池類には高い確率で電圧が残されており、荷役作業などで金属スクラップが圧縮、破碎された場合には金属の接触による外部短絡や金属の貫通による内部短絡によるスパーク発生や発熱の危険性がある。

(2) 金属スクラップ荷役時に発生する粉塵の分析

2.2の品目調査において、金属スクラップ中に混在していた古いFAXにはトナーと思われる黒い粉が付着していた。また、プリンタ用のトナーカートリッジも混在していたことから、これらの粉を採取し、電子顕微鏡により外観観察を行った（図3.1.14～3.1.18）。

また、次節で行った落下実験において、エアコン用ラジエータを落下させた時に生じた塵（2回分）を採取し、電子顕微鏡観察を行った（図3.1.19～3.1.23）。



図3.1.14 古いFAX



図3.1.15 トナーカートリッジ

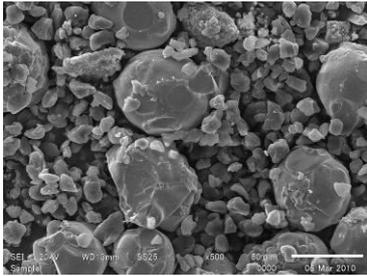


図3.1.16 電子顕微鏡写真
(古いFAXに付着のトナー)
(倍率：500倍)

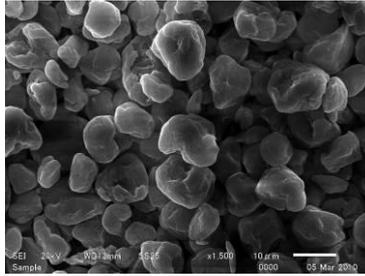


図3.1.17 電子顕微鏡写真
(エプソン製のトナー)
(倍率：1500倍)

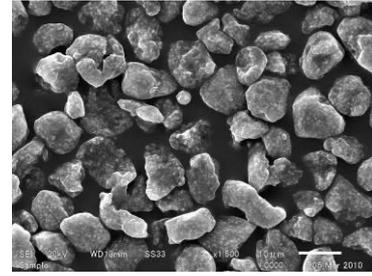


図3.1.18 電子顕微鏡写真
(中国製のトナー)
(倍率：1500倍)



図3.1.19 ラジエータ落下
による塵の発生状況



図3.1.20 塵の拡大写真1
(倍率：20倍)

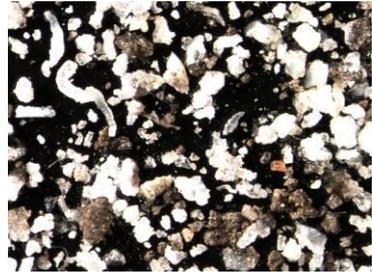


図3.1.21 塵の拡大写真2
(倍率：20倍)

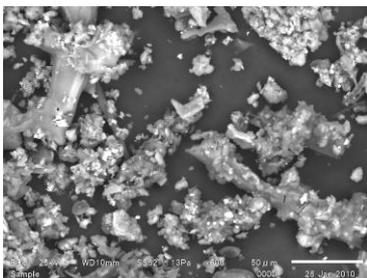


図3.1.22 電子顕微鏡写真
(塵1、倍率：500倍)

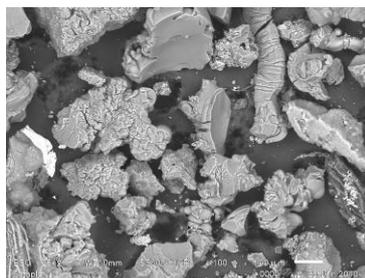


図3.1.23 電子顕微鏡写真
(塵2、倍率：100倍)

さらに、ラジエータ落下時に発生した塵について元素分析を行った。
使用した装置及び元素分析の測定条件は以下のとおりである。

測定機器 日本電子社製分析走査顕微鏡 JSM-6610LA 型

測定条件 加速電圧：25kV

測定時間：15 秒

図 3.1.24、3.1.25 に塵 1、塵 2 の一部から得られた特性 X 線スペクトルを例示する。

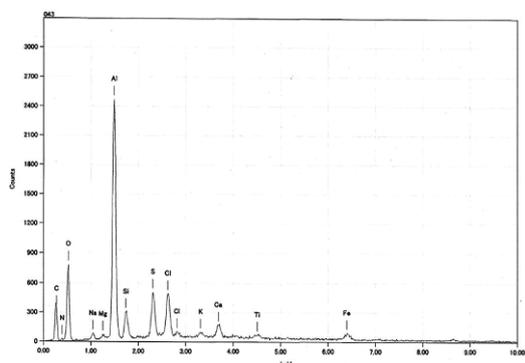


図3.1.24 塵1の特性X線スペクトル

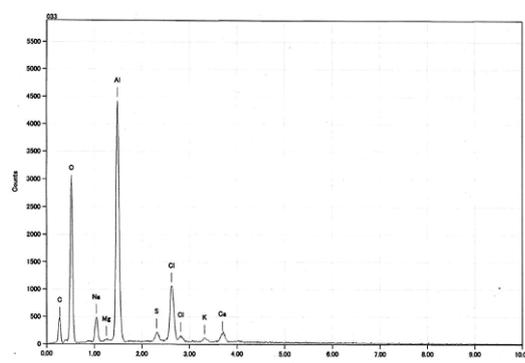


図3.1.25 塵2の特性X線スペクトル

塵 1、塵 2 の特性 X 線スペクトルでは、いずれも酸素(O)とアルミニウム(Al)の検出強度が高いことから、ラジエータの素材であるアルミニウムが主に酸化アルミニウムの形となってラジエータ表面に付着していたことが推測される。また、これ以外にも多種の元素が検出されており、拡大写真からも雑多な塵状のものが観察されたことから、金属スクラップの荷役現場では様々な成分の粉塵が発生していると考えられる。

3.2 原因調査と推定原因

3.2.1 火災の特徴、燃焼物

調査した多くの火災事例で、金属スクラップ中にはプラスチック、紙、ゴム、油（ガソリン、灯油、潤滑油等）などの可燃物が多量に混在していた。このため、金属スクラップの火災は、金属そのものが燃えているのではなく、混在する可燃物の燃焼が主体となって拡大する火災であることがわかった。そのため、大量の煙が生じる場合が多い。生じた煙による被害の苦情が市民から寄せられる場合もあり、第一線の消防、海上保安庁は対応に苦慮している場合もある。

3.2.2 出火原因の推定

出火原因を特定することは、消火の際に燃えているスクラップを移動させることが多く、出火点の特定が困難であることと、焼けたスクラップも依然商品として価値があるために、直ちに積み込むことを求められるため難しい。

しかしながら、鉛蓄電池、リチウム電池、リチウムイオン電池等の電池類及びこれらの電池類を内蔵する電子機器が出火場所付近及び別に行った金属スクラップ組成調査で見つかった例があること、また、これらの電池類が高い危険性を有しており、いくつかの廃棄物処理施設での火災の原因に関係していることがわかっている（橋本ら, 2008）。特にリチウム電池は、電解液構成（強酸化剤＋有機物質）や電極に金属リチウムが使用されていることから高い危険性を有し、また、落つい感度試験では、リチウム電池が爆発を起こす場合があった。また、金属どうしの衝突、摩擦によって生じる火花が着火源になる可能性もある。

そのため、昨年度に引き続き、リチウムイオン電池構成物を含めて、CHETAHによる危険性評価、落つい感度試験による危険性評価試験を行い、原因になり得るかどうか検討した。また、金属どうしの衝撃、摩擦による火花発生と爆発の可能性について落下試験を行った。これらの結果、リチウムイオン電池は、リチウム電池に比べて相対的に安全ではあるが、衝撃等で内部短絡した場合、内部温度が上昇し、場合によっては、火災に至る可能性は残っている。また、金属間の衝突で火花が生じるが、着火源になることもあり得る。このほか、プリンター等で使われるトナーカートリッジ粉（以下、「トナー粉」という。）の粉じん爆発事故が、再生処理施設で起こっていることから、その危険性についても調べた。

3.2.3 リチウムイオン電池等の危険性

(1) CHETAHによる危険性評価

昨年度、リチウム電池電解液に対して行った CHETAH7.2による危険性評価手法を、リチウムイオン電池電解液に対しても適用した。表 3.2.1 に結果を示す。ここで、Electrolyte(電解液) 1, 2 はリチウム電池、Electrolyte 3 は、リチウムイオン電池である。電解液構成は、インターネット情報を基に典型的な例(LiPF_6 13%+ $\text{C}_3\text{H}_4\text{O}_3$)を選択した。計算結果は、リチウムイオン電池の電解液はリチウム電池の電解液に比べて、危険性はやや低いことが明らかになった。

CHETAH (Chemical Thermodynamic and Energy Release Evaluation Program)は、米国 ASTM (American Society for Testing and Materials) で開発された化学物質の混合危険性を評価するプログラムで、その化学組成を基に、その最大分解熱、燃焼熱と最大分解熱との差、酸素バランス及び y 限界($y=10 \times (\text{分解熱})^2 \times (\text{物質の分子量})$)から危険性を判定することができ出来る。

表 3.2.1 CHETAH7.2 によるリチウム電池、リチウムイオン電池の危険性評価結果

| Electrolyte | Maximum heat of decomposition (kcal/g) | Fuel value - Heat of decomposition (kcal/g) | Oxygen balance (%) | Y |
|-------------|--|---|--------------------|--------------|
| 1 | -0.438 (Medium) | -3.199 (Medium) | -106.81 (High) | 15.949 (Low) |
| 2 | -0.467 (Medium) | -4.319 (Medium) | -144.51 (Medium) | 16.624 (Low) |
| 3 | -0.412 (Medium) | -0.267 (Medium) | -90.841 (High) | 14.984 (Low) |

(2) 熱分析の結果

電解液に対して、走査示差熱分析 DSC を適用した。消防法危険物判定方法に基づき、その危険性を評価した。リチウムイオン電池は、消防法・第 5 類危険物の判定線及びリチウム電池の結果より下にあり、危険性は低いことがわかる (図 3.2.1)。

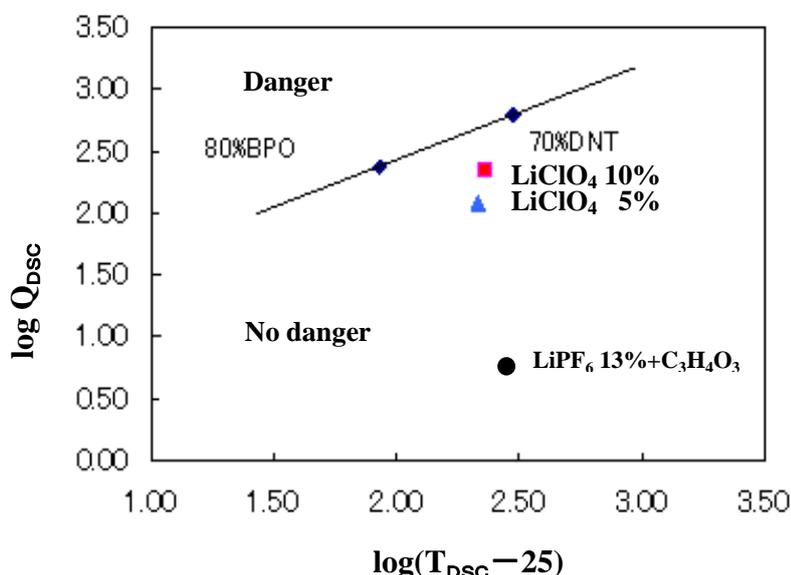


図 3.2.1 リチウム電池、リチウムイオン電池電解液の危険性評価
(T_{DSC} -Onset temperature, Q_{DSC} - heat of reaction)

(3) 落つい感度試験

市販のリチウムイオン電池に対して、昨年度同様の方法で、落つい感度試験 (落つい高さ ; 1m、(財) 総合安全工学研究所・川越実験室) を行った。リチウム電池とは異なり、爆発的な状態にはならなかったが、電池自体が高温になった。そこで、電池表面に示熱テープを貼って温度上昇の様子を調べた (図 3.2.2)。カシオ NP-20 (3.7V, 中国製) を試料とした。試験後数分して最高 90°C 程度にまで達した。このことから、条件によっては火災に至るような温度になる場合もあり得ることがわかった。



図 3.2.2 示熱テープを貼ったリチウムイオン電池の落つい感度試験結果

(4) リチウムイオン電池の危険性

上記結果から、リチウムイオン電池はリチウム電池に比べて危険性はやや小さいと言える。しかしながら、一般にリチウムイオン電池は大容量のものが多く、また、新しく開発されつつ電池は高性能のものも多く、危険性が増している場合もある。

(5) その他の電池類

マンガン電池、アルカリ電池、鉛蓄電池等の電池類も高いエネルギーを内蔵しており、リチウム電池ほどではないが、一定の火災危険性を有しており、必要に応じて対応を取る必要がある。

3.2.4 金属間の衝突時の衝撃

金属スクラップの船舶への出荷火作業中に時々火災が発生していることから、着火源として、高さ 10~20 m から落下する金属スクラップどうしの衝撃火花が考えられる。高さ 16m から試料を鉄板の床に落下させた場合、時速約 64km での衝突に相当する (表 3.2.2)。そこで、火災現場において金属スクラップに多く入っている物品を落下させてその時の様子をみた。実験は消防研究センター・大規模火災実験場 (24m×24m×20m) において、火災に関係ありそうな物品を地上に敷いた鉄板上 (厚さ:3mm) に落下させて火花を形成するか否か等、落下時の様子を調べた。

(1) 落下実験に供した主な試料

- エアコン・ラジエーター (重さ : 7.0 kg~10.0 kg)
- アルミ塊 (10×10×2 cm)、鉄管
- パソコン、携帯電話 (リチウムイオン電池内蔵)
- 電池類 (アルカリ電池、リチウムイオン電池 (パソコン用、携帯電話用))

表 3.2.2 落下高さと推定衝突速度

| 落下場所 | 高さ | 推定速度* |
|-------|--------|-----------|
| 2F 回廊 | 4.05m | 32.1 km/h |
| 3F 回廊 | 7.05m | 43.8 km/h |
| 4F 回廊 | 11.03m | 52.9 km/h |
| 5F 回廊 | 16.04m | 63.8 km/h |

* : 空気抵抗は無いものとして計算した。

(2) 落下試験の結果

表 3.2.3 に落下試験の結果を示す。火花の形成の有無はビデオ撮影して確認した。エアコン・ラジエーターを約 11m の高さから落下させたところ、火花を生じた (図 3.2.3)。エアコン・ラジエーターは、アルミニウムが多く使われていることから、アルミニウムと鉄 (又は、鉄さび) の衝突で火花が出る可能性が高いことがわかった。この火花は、可燃性ガスや粉じんが存在した場合には、着火源になる可能性を有する。

表 3.2.3 落下試験結果

| 物品 | 高さ | 結果 |
|-------------------------|---------|---------|
| 鉄塊 | 16.04 m | 火花確認できず |
| アルミニウム塊 | 16.04 m | 火花確認できず |
| 電池類 | 16.04 m | 火花確認できず |
| エアコン・ラジエーター (重量:7.0 kg) | 11.03m | 火花確認 |



図 3.2.3 落下時に生じた火花 (中央左に火花が見える)

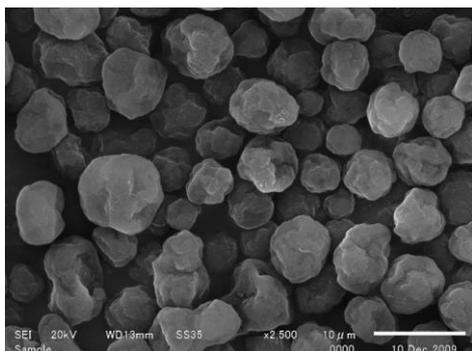
3.2.5 トナーカートリッジ粉の火災爆発危険性

最近、廃棄物処理施設でプリンター等のトナー粉の粉じん爆発事故が起きていること (Koseki, et al., 2010; (財)総合安全工学研究所, 2008)、組成調査でもトナーカートリッジが見つかったことから、トナー粉の粉じん爆発の可能性と金属スクラップの火災の関係について調べた。トナー粉は、印刷技術の向上と共に最近、その大きさがより細くなり、特に、再生品は粒度分布が広く、微小粉も多く存在し、粉じん爆発性は大きい。トナー粉のメーカーが作成した MSDS によれば、消防法・指定可燃物 (合成樹脂) に該当するものもある。

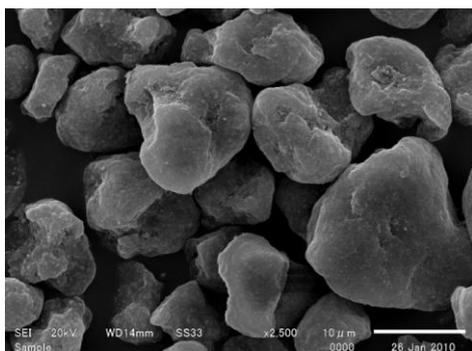
実験の結果は、トナー粉は容易に粉じん爆発を起こし、かつ、その爆発威力も大きいことを確認した。従って、可燃性ガス、ガソリン等の危険物が存在した場合、爆発によって火災を引き起こされる可能性もある。

(1) トナーカートリッジ粉の形状

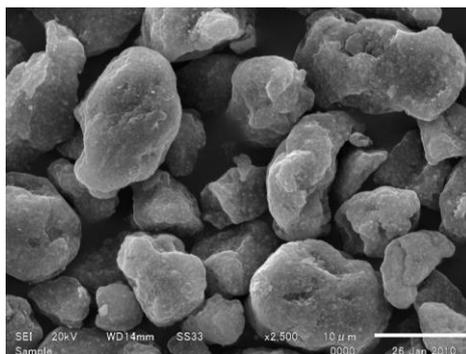
トナー粉を購入して実験に供した。純正品 1 種類 (トナーR とする)、再生品 2 種類 (トナーE 及びトナーC と呼ぶ) 電子顕微鏡でトナー粉の形状を調べた (図 3.2.4)。また、粒径分布等を求めた (表 3.2.4)。純正品に比べて、再生品は粒度のばらつきが大きく、また、形状も様々であることがわかる。



(a) 純正品 (トナーR)



(b) 再生品 (トナーE)



(c) 再生品 (トナーC)

図 3.2.4 トナー粉の電子顕微鏡写真 (撮影；海上保安庁海上保安試験研究センター)

表 3.2.4 トナー粉の粒度分布

| | 粒径分布 (μm) | L/W (平均値) | 平均粒径* (μm) |
|------|---------------------------|--------------|----------------------------|
| トナーC | 9.57 \pm 4.00 | 1.31 | 10.35 \pm 3.41 |
| トナーE | 10.34 \pm 2.70 | 1.43 | 10.49 \pm 3.72 |
| トナーR | 7.13 \pm 1.63 | 1.10 | — |

* ; レーザー回折・散乱法

(2) トナー粉の爆発危険性

トナーC、E に対して、以下の粉じん爆発に関係ある試験を行った結果、一定の粉じん爆発危険性を有していることがわかった。

1) 爆発下限界濃度

爆発下限界濃度 (g/m^3) は爆発に関する最も基本的な特性で、爆発の起こりやすさを示す。粉じん爆発危険性の評価を行う場合、先ず、最初に測定が行われる。

結果は、トナーC,E は、それぞれ、 $65 \text{ g}/\text{m}^3$ 、 $75 \text{ g}/\text{m}^3$ となった。これらの値は、粉じん爆発性が高いとされる石炭、一般のプラスチックと同程度の危険性を有していると考えられる。

2) 爆発圧力特性

30L 球状容器を用いて粉じん爆発圧力と圧力上昇速度を測定し、最大爆発圧力 P_{max} 、及び K_{st} を求めた。 K_{st} とは、測定した圧力上昇速度 (dp/dt) を 1 m^3 円筒容器の値に相当するよう次式で修正した値で、爆発の威力を表すパラメーターである。

$$K_{st} = (dp/dt) \cdot V^{1/3}$$

ここで、Vは容器の容積である。結果は、表 3.2.5 に示す（粉じん濃度は、最大で 1500 g/m³まで測定）。

表 3.2.5 爆発圧力特性の測定結果

| | トナーC | トナーE |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| Pmax, kPa | 7.8×10 ² | 7.8×10 ² |
| (dp/dt)max, kPa | 546×10 ² | 615×10 ² |
| Kst, kPa・m/s | 170×10 ² | 191×10 ² |

表 3.2.5 の結果から、トナーEの方が爆発の威力はやや大きい、いずれも、爆発の激しさは「弱」（爆発クラス St=1、爆発クラスとは、0～3 の段階に分かれている（（財）総合安全工学研究所、2008））に相当する。この値は、石炭、大部分の食品類、木粉、プラスチック等の有機物系粉末に比べるとやや大きく、爆発威力は激しいと言える。他方、アルミニウム粉等の金属粉よりは危険性は小さい。

3) 最小着火エネルギー

トナーC、Eの最小着火エネルギーは、それぞれ、1.9 mJ及び1.4 mJであった。この値は、非常に小さな値で微小なエネルギーで着火することを示し、また、多くの有機物系粉じんよりも小さな値である。従って、石炭、有機物系粉じんよりも容易に粉じん爆発が起こる可能性が高いことがわかる。

4) 爆発限界酸素濃度

トナーC、E、それぞれ 11.2%(粉じん濃度は 520g/m³、爆発圧力は 180 kPa)、11.7%(粉じん濃度は 520g/m³、爆発圧力は 180 kPa)となった（表 3.2.6）。多くの物質で 13～16%であることから、トナー粉は粉じん爆発を起こしやすい物質と考えられる。

表 3.2.6 爆発限界酸素濃度の測定結果

| | トナーC | トナーE |
|-------------------------|------|------|
| 爆発限界酸素濃度, % | 11.2 | 11.7 |
| 粉じん濃度, g/m ³ | 520 | 520 |
| 爆発圧力, kPa | 180 | 180 |

(3) トナー粉の火災危険性

火災危険性に関する可能性のある以下の項目の測定を行ったが、トナー粉の火災危険性は相対的には低いものと判断される。

1) 浮遊粉塵の発火温度

トナーC、E、それぞれ、500℃（トナーCの測定値は 520℃、発火遅れ時間は 1.67 秒）、510℃

(トナーE は、530°C、発火遅れ時間は 2.26 秒) を得た。一般の可燃性物質 (固体、液体) と比べて発火温度は高く、通常の手配の範囲では自然発火する可能性は小さいと言える。

2) 小ガス炎着火試験 (消防法に基づく危険物第 2 類の試験)

消防法に基づく危険物第 2 類の小ガス炎着火試験トナーC、E それぞれ 10 回行ったが、いずれも 10 秒間の接炎で着火せず (トナー粉の表面のみが熔融)、消防法第 2 類危険物 (可燃性固体) としての性状は有していない。

3) 燃焼熱量

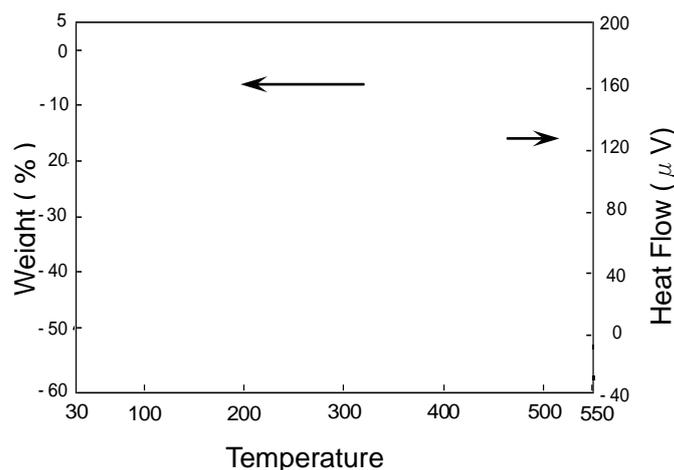
ボンベ熱量計を使って、トナー粉の燃焼熱量の測定を行った。結果を表 3.2.7 に示す。一般の可燃性液体、固体に比べて小さく、火災危険性は大きくはない。

表 3.2.7 トナー粉の燃焼熱量の測定結果

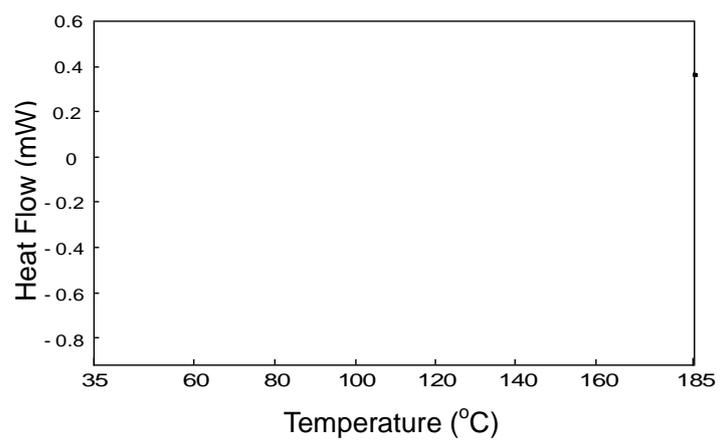
| | トナーC | トナーE |
|------|-------|-------|
| 燃焼熱量 | 22.23 | 22.15 |
| | kJ/g | kJ/g |

4) 熱分析

図 3.2.5 (a), (b) にトナーC の TG-DTA, DSC の結果の一例を示す。使用したのは、(株)リガク製 DSC 8230 及び TG-DTA 8120 である。昇温速度は、10 K/min とした。69°C 付近にトナー粉表面に塗布されたワックスの融解に伴う、吸熱が見られ、また、185°C まででほとんど発熱は見られない。この間、酸化による重量増加は見られない。350°C 付近から発火に伴う急激な発熱と重量減少が見られた。また、発火後も約 40% の重量が残っており、トナー粉には、金属分、無機物質が多く含まれていることがわかる。従って、室温で一般的な貯蔵を行っている場合には、蓄熱発火は起こりにくいとされる。また、ワックスで表面が覆われており、水が存在した場合でも発熱発火の可能性は小さいと考えられる。



(a) TG-DTA の一例 (トナーC)



(b) DSC の一例 (トナーC)

図 3.2.5 トナーの熱分析結果

3.3 消火実験

消火に長時間を要している火災事例の多くは、可燃物表面への直接放水に必要な、堆積物を掘り起こすためのバックホウの利用が、何らかの要因により困難な状況にあった。このような状況下にある火災を、多大な泡消火剤の費用負担や環境負荷、長時間の煙害等を伴うことなく、効率的に消火できる技術の開発を目的として、①水、②泡水溶液、③CAFS（圧縮空気泡消火システム）による気水比 20 倍の泡（以下 Dry 泡）を用いて、金属スクラップ堆積物模型火災（図 3.3.1）の消火実験を行った（図 3.3.2）。

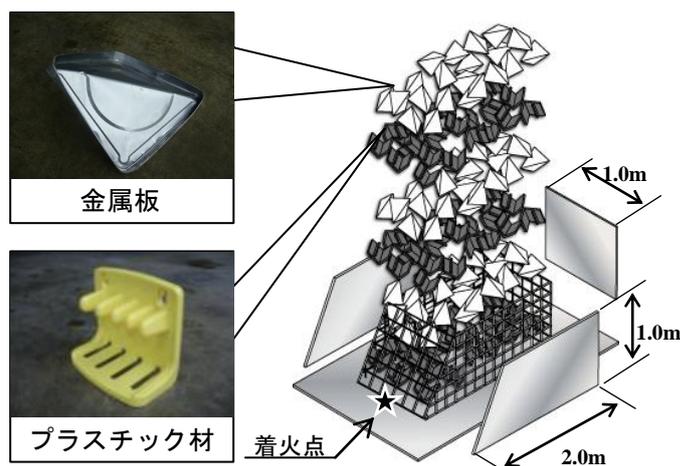


図 3.3.1 火災模型

表 3.3.1 消火実験結果

| 消火剤 | 消火結果 | 放射時間 | 使用水量 | 水流量 |
|------|------|--------|------|----------|
| 水 | × | 300sec | 562L | 112L/min |
| 泡水溶液 | × | 300sec | 505L | 101L/min |
| Dry泡 | ○ | 71sec | 130L | 110L/min |

表 3.3.1 に、実験結果の概要を示す。また、図 3.3.3 と図 3.3.4 に、火災模型内部の温度計測位置と各実験における温度変化を示す。消火剤として水または泡水溶液を用いた場合、堆積物内部の火災を完全に消火することができず、放水の勢いで空気が供給され燃焼が促進される様子も確認された。一方 Dry 泡は、堆積物全体を泡が覆うことにより空気の供給を遮断し、短時間で消火に至った。散水障害のため放水による表面冷却効率が低い火災形態にあつては、消火剤が火源に到達しなくても効果を発揮する泡の封鎖効果による消火手法が有効であることが示唆された。気水比の大きい泡を生成できる合成界面活性剤泡はコンビナート火災用の泡消火剤に比べ安価であることも、利点の一つと考えられる。

ただし、金属スクラップが大規模に堆積されているような現場では、堆積物全体を泡が覆うことが困難な場合もある。Dry 泡を用いた消火技術の実用化にあたっては、今後さらに、大規模堆積物への有効な泡供給法の検討が必要である。



図 3.3.2 水放射による消火

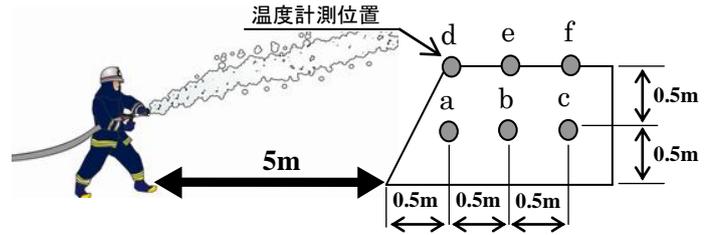


図 3.3.3 模型内部温度計測位置と放射距離

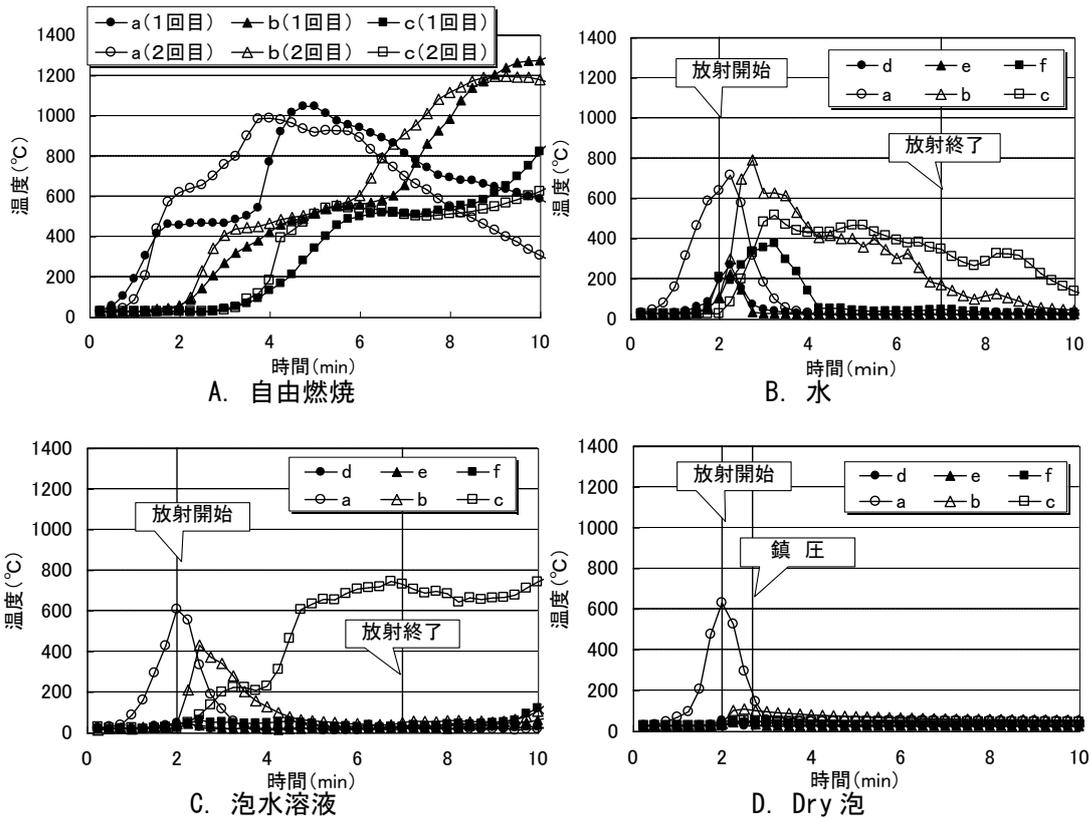


図 3.3.4 火災模型内部の温度変化

3.4 火災防止のための対応策

火災の原因調査等の結果を基に、今後、検討する必要がある対応策を挙げてみる。

(1) 電池類、トナー粉等の回収

電池類は、高いエネルギー密度を有し、火災爆発危険性を有している。このうち、収集段階では、鉛蓄電池の回収は概ね可能であるが、リチウム電池等使い捨て電池はなかなか難しいと考えられる。また、機器に内蔵されている電池類の除去も行うべきであるが、使用者、排出者が機器を分解することは元々、難しい。トナー粉も製造、使用、再生処理中に時々粉じん爆発を起こしており、金属スクラップに紛れ込まない方が望ましい。その他、ガソリン、灯油等のタンク、塗料等の缶も排出に当たっては油分を十分取り除いた上で排出することが望まれる。

(2) 保管段階での安全基準の作成の提案

金属スクラップ、大部分の電池類は、消防法では、ほとんど規制が掛からない。しかしながら、消防法・指定可燃物の貯蔵、取り扱いに関する基準等を参考に火災防止のための対応策を事業者
に指導することも検討する必要がある。例えば、保管に当たっては、高さを一定程度以下に抑える、3方向以上にスペースを確保するなど、火災予防と消火対策を考慮する必要がある。また、一定の消防設備（例えば、消火器、消火栓）を備える必要がある。

(3) 消防、海上保安当局への通報、連絡体制を整える

船舶火災では、日本語の話せない外国人船員からの通報体制をどうするのか検討が必要である。

(4) 消火活動について

堆積物を掘り起こすためのバックホウの利用が可能な状況にある火災では、堆積物を掘り起こしながら可燃物表面へ直接放水するのが、最も確実な消火方法である。船倉等のように、泡による封鎖効率が比較的高い状況下では、気水比の大きい泡による封鎖が、火勢の抑制に有効である。泡による封鎖が困難な大規模堆積物の火災で、バックホウが利用できない場合、現時点では大量放水を優先する。将来的には、泡供給方法の改善も踏まえた上で、泡消火の本格適用も検討する。

(5) 事後対応

事後対応として、出火した運搬船を直ちに
出港させることなく、消防及び海上保安当局の火災原因の調査に協力させる。

3.5 安全管理情報提供システムの構築に向けて

3.5.1 安全管理情報提供システムの概要

安全管理情報提供システムでは、事故事例解析データベースが中核となる。金属スクラップの火災やその他の廃棄物火災、あるいは、関連する設備や工程、物質による事故事例を収集し、これらの事故事例を分析することにより、事故の起因となった事象の直接的な原因や人的、組織的な間接的な要因、事故が進展した要因の抽出を試みる。また、大きな事故に至らなかった場合にはその要因（拡大阻止要因）の抽出も試みる。さらに、安全工学（物質安全、化学プロセス安全）や廃棄物安全の専門家の知見に基づく教訓や再発防止策を加味して事故事例を知識化することにより、安全管理に資することを目指すものである。

また、本事業において構築された安全管理情報提供システムが、金属スクラップなどを取り扱う事業者に加えて、行政や一般市民などにも広く利用されるために、安全に関する法規制や基準類、物質や化学プロセスの危険性情報やその評価方法、消火方法を含む安全管理手法など、事故事例に関連して収録した方がよいと考えられる情報の内容や、それらの情報を提供する仕組みの検討も行った。

3.5.2 事故事例解析データベースの構築

データベースの構築にあたっては、(独)産業技術総合研究所が運用する「リレーショナル化学災害データベース：RISCAD」を基礎として、そのカスタマイズによる「安全管理情報提供システム」の構築を検討した。また、RISCAD 構築の中で事故事例の分析、活用のために開発された「事故進展フロー図を用いた事故分析手法（Progress Flow Analysis; PFA）」を金属スクラップや廃棄物関連の事故事例に適用して、分析と教訓や再発防止策の抽出を行った。

RISCAD は、全ての事故事例が「最終事象（火災、爆発など）」、「被害事象（環境汚染、物損など）」、「装置」、「工程」、「推定原因」に関して、階層化されたキーワードで分類されていることまた、データベース項目の一つに「物質」を有しており、物質名からの検索が可能であることを特長とする。したがって、「安全管理情報提供システム」としてカスタマイズして用いるためには、これらの階層化されたキーワードを金属スクラップや廃棄物関連の事故事例の分類に適するように再構築する必要があり、また、単一の物質名では表現できない「物質」としての登録方法を検討する必要がある。

そこで昨年度（「K2015 研究報告書」、pp.29-30）および今年度（3.1.1 項）収集された金属スクラップによる船舶などの火災に関する事例を分析し、関連物質および物品、「最終事象」、「被害事象」、「装置」、「工程」、「推定原因」のキーワードの抽出を行い、現状の RISCAD のキーワードとの比較検討を行った。

関連物質および物品名の抽出結果を表 3.5.1 に示す。物質名が 22 種、物品名が 37 種抽出された。基となる情報が一定のルールで物質、物品の情報を持っているわけではないので、例えば、「家電等の金属類」のように「家電（＝物品）」にするか、「金属類（＝物質）」にするか、実物を見なければ判断が困難な場合があり、物質、物品の明確な区別は困難であるが、物品に近いものでも RISCAD ですでに登録されているものは物質に含めた。RISCAD のシステム上、これらの全ての物質名、物品名を個別に登録することは容易であるが、利用者の立場で考えた場合、それらの個別の物質（物品）名だけで検索した結果は、件数が少なくなり、また、例えば、「携帯電話」だけの火災というのは考えにくいので、このような検索方法が有用であるとは思えないので、「廃棄物」、

「金属スクラップ」、「雑品スクラップ」といったある程度の括りを持ったいわば「物品分類名」の登録が適切と考えられる。しかし、残念ながら RISCAD では火薬類を除く物質名に関しては、階層化されておらず、例えば「廃棄物」>「金属スクラップ」>「家電等の金属類」、といった登録はできないため、「廃棄物」を選択したときに自動的に下の階層の「金属スクラップ」やさらにその下の階層の「家電等の金属類」を検索対象とすることはできない。一方、RISCAD は複数の物質名の登録には対応しているので、「廃棄物」、「金属スクラップ」、「家電等の金属類」の各階層の物質（物品）名を登録することにより擬似的には対応可能と考えられる。

表 3.5.1 金属スクラップ火災事例から抽出された物質名および物品名一覧

| 事件事例に出てくる品名など | 物質 | 物品 | 事件事例に出てくる品名など | 物質 | 物品 |
|---------------|----|----|---------------|----|----|
| アルミニウム | ○ | | 石油ストーブ | | ○ |
| アルミニウムインゴット | ○ | | 切削屑 | ○ | |
| ウレタン | ○ | | タイヤ | | ○ |
| エアコン | | ○ | 鉄くず | ○ | |
| エアコン室外機 | | ○ | 鉄付非鉄スクラップ | ○ | |
| ガストーチ | | ○ | 電線 | ○ | |
| カセットボンベ | | ○ | 銅＝テープ | ○ | |
| 家電製品 | | ○ | 灯油缶 | ○ | |
| 家電等の金属類 | ○ | | 布 | ○ | |
| 紙 | ○ | | 布きれ | ○ | |
| 給湯器 | | ○ | 燃料タンク | | ○ |
| 金属廃材 | | ○ | ノートパソコン | | ○ |
| 金属片 | | ○ | 廃車 | | ○ |
| 携帯電話 | | ○ | 配電盤 | | ○ |
| 原付 | | ○ | 廃物 | | ○ |
| 高压容器 | | ○ | 廃プラスチック | ○ | |
| 耕耘機 | | ○ | パソコン | | ○ |
| 小型発電機 | | ○ | バッテリー | | ○ |
| コンプレッサ | | ○ | 発電機 | | ○ |
| 雑品 | | ○ | 非鉄 | ○ | |
| 雑品スクラップ | | ○ | ビニルテープ | ○ | |
| 自動車用バッテリー | | ○ | プラスチック | ○ | |
| 自動販売機 | | ○ | フレキシブルコンテナ | | |
| シュレッダ片 | | ○ | ポリ容器 | | ○ |
| 真鍮屑＝ドラム缶 | ○ | | メタルスクラップ | ○ | |
| スクラップ | | ○ | モータ | | ○ |
| ステンレス | ○ | | 木製内装 | ○ | |
| スプレー缶 | | ○ | 冷凍空調機 | | ○ |
| スポンジ | | ○ | 鉄、アルミニウム箔 | | |
| スポンジ状のもの | | ○ | | | |

RISCAD の「最終事象」、「被害事象」のキーワード階層を表 3.5.2 および表 3.5.3 に示す。一般の産業災害で考えられる火災や爆発の種類への分類が可能である。しかしながら、利用者の利便性を考えた場合、最終事象に関しては、金属スクラップまたは廃棄物の火災、金属スクラップまたは廃棄物の爆発、といった分類による検索が有用と考えられる。表中に示したように、火災や爆発の大分類の下に例えば「廃棄物火災」、「廃棄物爆発」のような小分類を作るか、「廃棄物災害」のような大分類を作るという方法がある。どちらがよいかは、事例の件数や利用状況を勘案して検討する。被害事象に関しては、金属スクラップ火災が港湾での船上もしくは陸上で発生してお

り、限定的な港湾の汚染や港湾施設、船舶への被害が起きていることを踏まえて、キーワードの追加を検討する。

表 3.5.2 階層化キーワード（最終事象）の検討結果

| 第1階層 | | 第2階層 | | | | |
|------|---------------|------|------------|---|-------|-------|
| 1 | 爆発 | 11 | 蒸気雲爆発 | | | |
| | | 12 | BLEVE | | | |
| | | 13 | 粉塵爆発 | | | |
| | | 14 | ミスト爆発 | | | |
| | | 15 | 水蒸気爆発 | | | |
| | | 16 | 分解爆発 | | | |
| | | 17 | 破裂 | | | |
| | | 18 | 発破 | | | |
| | | 19 | その他の爆発 | ← | 廃棄物爆発 | |
| 2 | 火災 | 21 | プール火災 | | | |
| | | 22 | ジェット火災 | | | |
| | | 23 | フラッシュ火災 | | | |
| | | 24 | ファイアーボール | | | |
| | | 25 | その他の火災 | ← | 廃棄物火災 | |
| 3 | 非着火放出 (漏洩) | 31 | 漏洩 (海洋・河川) | | | |
| | | 32 | 漏洩 (土壌・地面) | | | |
| | | 33 | 漏洩 (大気) | | | |
| | | 34 | 漏洩 (地下水) | | | |
| | | 35 | 漏洩 (その他) | | | |
| | | | | ← | 廃棄物災害 | 廃棄物爆発 |
| | | | | | | 廃棄物火災 |
| 4 | その他 | | | | | |

表 3.5.3 階層化キーワード（被害事象）の検討結果

| 第1階層 | 第2階層 | 第3階層 | | | | |
|------|------|------|---------|--------|------|------|
| 1 | 環境 | 11 | 海洋・河川汚染 | | | |
| | | 12 | 土壌汚染 | | | |
| | | 13 | 大気汚染 | | | |
| | | 14 | 地下水汚染 | | | |
| | | | | ← | 港湾汚染 | |
| 2 | 生活 | 21 | ライフライン | 211 | ガス | |
| | | | 212 | 上水道 | | |
| | | | 213 | 下水道 | | |
| | | | 214 | 電力 | | |
| | | 215 | 電話 | | | |
| | 22 | 交通 | 221 | 道路 | | |
| | | 222 | 鉄道 | | | |
| | | 223 | 水上輸送 | | | |
| | 224 | 飛行機 | | | | |
| 23 | 避難 | | | | | |
| 3 | 物損 | 31 | 建造物 | 311 | 事故施設 | |
| | | | 312 | 近隣工業施設 | | |
| | | | 313 | 住宅 | | |
| | | | 314 | 公共施設 | | |
| | | | 315 | 文化財 | | |
| | 32 | 機器 | 321 | 事故機器 | | |
| | | 322 | 車輛 | | | |
| | 33 | 交通施設 | 331 | 道路 | | |
| | | 332 | 鉄道線路 | | | |
| | | 34 | 農業・牧畜 | 341 | 田畑 | |
| 342 | 家畜 | | | | | |
| 4 | その他 | 41 | | | | |
| | | | | | ← | 港湾施設 |
| | | | | | | 船舶 |

RISCAD の「工程」のうち金属スクラップや廃棄物の事故事例に関連した部分のキーワード階層を表 3.5.4 に示す。金属スクラップなどの堆積状態を表現するために「野積み」というキーワードがある。これは法規制の面でも問題になることであるが、RISCAD では、原料や製品の貯蔵に相当する「野積み」と廃棄物処理施設において廃棄物を保管するための「野積み」を区別しており、金属スクラップのように資源回収を目的とした原料である有価物をどう扱うか、は検討が必要である。廃棄物の保管とみなす可能性も含めて、利用者がキーワードを選択する際に、戸惑うことのないように説明を加えるなどの工夫が必要となる。同じく法規制の観点からは、金属スクラップが陸上にあったか、水上（船上）にあったか、は、行政関係者が利用する場合に必要な情報となることがあるので、それらを区別する小分類が必要となる。また、実際には単に堆積されている状態よりも、船積み作業中の事故事例が多い。したがって、「荷役中」の工程分類が必要と考えられる。「荷役中」は、本来、「操作」の分類の下にあるべきかもしれないが、RISCAD では通常の化学産業を対象としているため「操作」は「製造」の大分類の下にある。「製造」の下に「荷役中」があるのは、利用者からみるとわかりにくいので、「輸送」>「船舶輸送」の下が妥当と考えられる。

表 3.5.4 階層化キーワード（工程）の検討結果

| | | | | | | |
|----|----------|------------|-------------------|--------------------|------------|----------|
| 3 | 貯蔵 | 31 | 液体貯蔵 | 311 | タンク | |
| | | | | | 312 | 小分け品 |
| | | 32 | 気体貯蔵 | 321 | タンク | |
| | | | | | 322 | ボンベ |
| | | 33 | 固体、梱包品 | 331 | 倉庫 | |
| | | | | 332 | 野積み | → 廃棄の野積み |
| 4 | 輸送 | 41 | 航空機輸送 | | | |
| | | 42 | 船舶輸送 | 421 船舶 422 港湾施設 | ← 荷役中 | |
| | | 43 | 道路輸送 | | | |
| | | 44 | 鉄道輸送 | | | |
| | | | | | | |
| 7 | 廃棄・リサイクル | 71 | 焼却 | | | |
| | | 72 | 中間処理 | | | |
| | | 73 | 最終処分 | | | |
| | | 74 | リサイクル | 741 | サーマルリサイクル | |
| | | | | 742 | マテリアルリサイクル | |
| | | 75 | 収集・運搬 | | | |
| 76 | 保管 | 野積み タンク | → 野積みの状態 陸上、船上 | | | |

RISCAD の「装置」のうち廃棄物事故事例に関連した部分のキーワード階層を表 3.5.5 に示す。今回、分析の対象となった事故事例は開放状態での堆積と思われるが、将来的には、廃棄物倉庫での火災、船倉での火災なども想定される。「固体貯蔵」の下に「倉庫」というキーワードがあるが、やはり利用者の利便性を考慮した場合、「廃棄物倉庫」の分類を作った方がよいと考えられる。また、表 3.5.1 に出てくる発電機、モーター、エンジンなどは RISCAD のキーワードに含まれているが、これらは、稼働中であって事故の原因となった装置、という位置づけであり、分類、登録する場合に注意が必要である。同時に、RISCAD のキーワードをマスクして表示させなくすることは困難なので、廃棄物の場合は物質（物品）名から検索するように利用者に対する注意書きが必要である。一方、廃棄物の運搬、荷役に必要なスクラップ運搬船や固体移送装置（クレーンやバケットなど）が RISCAD のキーワードに含まれていない。「輸送装置」、「移送機器」の下に

分類を作る必要がある。

表 3.5.5 階層化キーワード（装置）の検討結果

| | | | | | | | | | | |
|-----|---------|-----|---------|------|---------|---|-----------|--|--|--|
| 2 | 貯槽・ポンベ | 23 | 固体貯槽 | 231 | サイロ | ← | 廃棄物倉庫 | | | |
| | | | | 232 | 倉庫 | | | | | |
| 5 | 固体処理装置 | 51 | 破砕機、粉碎機 | 511 | ミル | ← | ← | | | |
| | | | | 512 | カッター | | | | | |
| | | 52 | 集塵器 | 521 | バクフィルタ | | | | | |
| | | | | 522 | 電気集塵器 | | | | | |
| 523 | サイクロン | | | | | | | | | |
| 7 | 加熱・冷却装置 | 72 | 炉 | 721 | 加熱炉 | ← | ← | | | |
| | | | | 722 | 焼却炉 | | | | | |
| | | 73 | 乾燥機 | 731 | 真空乾燥機 | | | | | |
| | | | | 732 | 常圧乾燥機 | | | | | |
| 8 | 原動機 | 81 | 発電機 | | | → | 稼働中の装置として | | | |
| | | 82 | モータ | | | → | 稼働中の装置として | | | |
| | | 83 | エンジン | | | → | 稼働中の装置として | | | |
| | | 84 | タービン | 841 | 蒸気タービン | | | | | |
| 842 | ガスタービン | | | | | | | | | |
| 9 | 移送機器 | 91 | 気体移送装置 | | | ← | ← | | | |
| | | 92 | 液体移送装置 | | | | | | | |
| | | 93 | 粉体移送装置 | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| 20 | 輸送装置 | 201 | 航空機 | 2011 | 旅客機 | ← | ← | | | |
| | | | | 2012 | 輸送機 | | | | | |
| | | | | 2013 | ヘリコプタ | | | | | |
| | | 202 | 船舶 | 2021 | 客船 | | | | | |
| | | | | 2022 | コンテナ船 | | | | | |
| | | 203 | 自動車 | 2023 | タンカー | | | | | |
| | | | | 2031 | ローリー | | | | | |
| | | | | 2032 | トラック | | | | | |
| | | | | 2033 | フォークリフト | | | | | |
| | | 204 | 貨物列車 | 2041 | タンカー | | | | | |
| | | | | 2042 | コンテナ | | | | | |
| | | 205 | その他 | | | | | | | |

RISCAD の「推定原因」のキーワード階層を表 3.5.6 に示す。金属スクラップや廃棄物の事故事例で問題となる外部からの「機械力」による着火、「自己反応」の「蓄熱」による「発火」、「可燃性混合気の形成」などのキーワードはすでに含まれている。「推定原因」については、RISCAD 構築時に十分に議論されたキーワードであり、金属スクラップや廃棄物特有のキーワードの追加の必要性はあまりないが、近年のヒューマンファクタや安全文化に着目した事故事例分析結果に対応するための改良が RISCAD 運用グループ内で検討されており、今後、事故事例の分析の結果抽出される推定原因を取り込むように改良を進めていく。

「安全管理情報提供システム」では、上記の検討結果を踏まえた RISCAD のカスタマイズにより、金属スクラップや廃棄物の安全管理に関する情報を知りたい利用者に RISCAD に収録された 5,000 件を超える事故事例情報から適切な情報を選び出して提供することを可能とする。

必要な情報を選び出すシステムができた次に重要となるのは、その内容である。現在の RISCAD には、金属スクラップや廃棄物関連事故事例に関して十分な情報が収録されているとは言い難い。

そこで、昨年度ならびに今年度収集された金属スクラップによる船舶などの火災に関する事例に加えて、類似性のある事例を幅広く収集し、有用な情報を新たに追加する作業を行った。

表 3.5.6 階層化キーワード（推定原因）

| 第1階層 | 第2階層 | 第3階層 |
|-----------|----------------|--|
| 1 人的要因 | 11 不適切な行動、操作 | 111 情報伝達・受取りミス 112 操作・作業ミス 113 判断・決定のミス 114 操作能力の喪失・欠落 119 その他の不適切な行動・操作 |
| | 19 その他の人的要因 | |
| 2 組織要因 | 21 安全管理不備 | 211 訓練・教育不足 212 管理手法ミス 213 組織体制の欠陥 |
| | 22 設計ミス | 221 事前評価不足 222 設備設計ミス 223 条件設定ミス |
| | 29 その他の組織要因 | |
| 3 物質・反応要因 | 31 混合系反応 | 311 誤混合 312 不純物との接触 |
| | 32 自己反応 | 321 分解 322 重縮合 323 発火 |
| | 33 可燃性混合気の形成 | |
| 4 設備・装置要因 | 41 制御系不良 | 411 コンピュータ誤作動・不具合 412 制御不十分・不良 |
| | 42 機器不良 | 421 電氣的故障 422 機能不良・喪失 423 部品劣化・損傷 |
| | 43 材料損傷 | 431 疲労 432 腐食 433 変質 439 その他の材料損傷 |
| | 49 その他の設備・装置要因 | |
| 5 外部原因 | 51 自然災害 | 511 異常気象 512 地震 519 その他の自然災害 |
| | 52 交通事故 | |
| | 53 意図的原因 | 531 テロ 532 放火 |
| | 54 ドミノ効果 | |
| | 55 ユーティリティ停止 | |
| | 59 その他の外部要因 | |
| 6 刺激要因 | 61 機械力 | 611 打撃 612 摩擦 613 衝撃 |
| | 62 点火源 | 621 火炎 622 火花 623 高温物体 624 静電気 |
| | 63 光 | |
| | 64 蓄熱 | |
| | 69 その他の刺激要因 | |
| | | |
| 7 原因不明 | 71 特定困難 | |
| | 72 不明 | |
| 9 その他 | | |

対象としたのは、特定非営利活動法人災害情報センター（ADIC）、英国環境省（Environment Agency; EA）、米国化学事故調査委員会（US. Chemical Safety and Hazard Investigation Board; CSB）が収集した廃棄物関連事故事例である。ADICからは、「廃棄物」および「硫酸」、「硝酸」に関連する事故事例（廃棄物：58件、硫酸、硝酸：136件）の各種情報（廃棄物：1307件、硫酸、硝酸：289件）を入手し、これらの情報を精査して、事故事例分析に耐える詳細な情報のある事故事例（廃棄物：7件、硫酸、硝酸：2件）を選択してPFA（事故進展フロー図を用いた事故分析）を行った。硫酸は鉛蓄電池の電解液であり、廃棄物中の金属と硫酸との反応による水素の発生、着火、火災の類似事故事例を、硝酸はさらに範囲を広げて、金属と酸との反応による水素の発生が関連する事故事例を想定した。EA、CSBからは、廃棄物処理施設の事故事例（EA：1件、CSB：4件）を選択した。分析対象とした事例の一覧を表3.5.7に示す。

表 3.5.7 分析対象事例一覧

| 番号 | 年 | 月 | 日 | 時刻 | 事例要約 | |
|---------|------|----|----|--------|--|------|
| 廃棄物事例 | | | | | | |
| 1 | 1987 | 7 | 10 | | 滋賀 産業廃棄物処理場でピット内火災. 操作室焼損 | ADIC |
| 2 | 1995 | 7 | 6 | 09:59 | 神奈川. 伊勢原 ごみ焼却炉で下部に詰った残灰にホースで水を注いだところ点検口から灰噴出. 作業員やけど | ADIC |
| 3 | 1996 | 6 | 11 | 14:58 | 神奈川. 川崎 廃アルカリ液を焼却施設の受入槽に投入中, 槽底に堆積のアルミニウム屑と反応し水素ガス発生. 簡易焼却炉の火引火 | ADIC |
| 4 | 1999 | 1 | 2 | 18:30頃 | 栃木. 佐野 山林内に野積みされた古タイヤから出火. 5日後鎮圧, 完全鎮火まで8カ月半 | ADIC |
| 5 | 2000 | 8 | 30 | 13:55 | 神奈川. 横須賀 鉄くず問屋の工場で油圧式の鉄くず裁断機稼働中, 爆発炎上 | ADIC |
| 6 | 2002 | 5 | 7 | 16:15 | 東京. 大田. 京浜島 廃棄物処理場火災. 3・4階部分など焼損. 消防士死傷 | ADIC |
| 7 | 2003 | 11 | 5 | 05:10 | 神奈川. 大和 スーパー1階の生ごみ処理施設で爆発 | ADIC |
| 8 | 2004 | 3 | 3 | | UK. 乾電池の製造にて廃棄されたリチウム・銅のフィルムを貯めたドラム缶の移送・保管地区で火災, 約2時間後, 爆発して, 多くの場所で二次火災 | EA |
| 9 | 2003 | 1 | 13 | 16:30 | USA. 油ガス廃棄物処理施設で2台のトラックから廃棄物を荷下ろし中爆燃, 火災 | CSB |
| 10 | 2006 | 10 | 5 | 21:00 | USA. 有害廃棄物分別, 処理場で火災, 爆発 | CSB |
| 硫酸・硝酸事例 | | | | | | |
| 1 | 1989 | 9 | 12 | 03:56 | 東京. 墨田 化粧品容器製造工場でアルマイト処理工程で発生する硫酸とアルミニウム粉の廃液から水素発生. スパークで爆発 | ADIC |
| 2 | 1998 | 11 | 9 | 21:59 | 福岡 製薬工場でMEKPOの製造過程で生じる廃酸を貯蔵していたタンク爆発. | ADIC |
| 3 | 2002 | 1 | 25 | 09:30 | USA. 金属スクラップ工場でタンタルを酸洗浄槽で洗浄中爆発 | CSB |
| 4 | 2003 | 2 | 7 | 09:30 | USA. 化学薬品製造工場爆発, 火災 | CSB |

EAの廃棄物事例（Review of Incidents at Hazardous Waste Management Facilities, EA/BR/E/STD/V1, pp.29-32, EA(UK, 2009)）について、PFAを実施した例を図3.5.1に示す。原因や恒久的対応策の抽出に関しては、さらに他の事例を含めて詳細に検討した上で、原因のフレーズの統一や他の事例との共通的な対応策の検討などが必要であり、本例は事故進展と分析手法を理解するための

例であって、完成品ではないことに注意いただきたい。同様の理由で教訓についてはさらに検討が必要であるため本事故進展フロー図からは除外している。

3.5.3 安全管理情報提供システムのあり方

今年度の作業を通じて、安全管理情報提供システムの今後のあり方について、必要事項を検討した結果、金属スクラップ火災の再発防止に役立つ情報、ならびに、一般市民を含めた幅広い利用者に金属スクラップ火災に関する情報を提供するためには、以下の情報が必要であることが明らかになった。

○安全管理関連情報

- ・法規制関連情報：廃棄物処理法，バーゼル条約・バーゼル法，消防法など
- ・金属スクラップや廃棄物の危険性に関する情報：物質，物品

○事故情報

- ・事故事例，事故事例分析結果(事故進展フロー図)
 - ・含有される物質の種類：事故の起因となる可能性のある物質、被害拡大に影響する物質
 - ・事故発生、拡大の可能性のある外的要因：天候（気温、水分）、保管の状況、堆積物の形状・量、火災発生時の対応（初期消火、2次火災対応）
 - ・人的、組織的要因：危険性の認識、検知方法、管理指針・事故時対応指針の有無、事故防止に対するインセンティブ
 - ・事故防止対応策，教訓

○プロジェクト関連情報

- ・プロジェクトの概要，報告書
- ・一般利用者向け解説：廃棄物火災の現状，原因分類など
- ・今後の課題
- ・関連情報へのリンク集

上記を踏まえて、次年度は「安全管理情報提供システム」の構築を行う。

第3章文献

橋本治，山寺昭夫，阿部薫，古積博：廃棄物処理施設の安全管理と防災計画、一廃棄リチウム電池とエアゾール缶の安全対策一，都市清掃 61 巻 283 号，pp.227-234，2008

Hiroshi Koseki, Yusaku Iwata, Kojiro Nishimura, Recent toner cartridge incidents at recycling facilities in Japan and its hazard of dust explosion, Loss Prevention Bulletin, June 2010 (印刷中)

(財) 総合安全工学研究所，事故原因調査報告書，平成 20 年 5 月，2008

| 事故概要 | 発生日時(曜日) 発生場所 |
|--|--|
| 2004年3月3日(水) イギリス クリーブランド 廃棄物処理場 火災は、乾電池の製造にて廃棄されたリチウム・銅のフィルムを貯めたドラム缶の移送・保管地区で起き、同廃棄物がそれぞれ4本の160Lおよび205Lドラム缶で保管されていた場所で火災が発生した。最初は、一本のドラム缶が開口し、コンクリートの上に放出された一つのリチウム・銅製品(直径約30cmのフィルム状巻物)が水分(湿気)との反応により金属火花が発生し、火災となった。目撃者によると、火花を発するものが踊るように見え、古典的な金属火花の様相を呈していた。約2時間後、ドラム缶保管地区にて次の大きな爆発が起こり、燃えているリチウム・銅製品が当該処理場の全区域に飛散し、多くの場所で二次火災をもたらした。貯蔵タンク地区にあった非可燃物保管用の樹脂製のタンクがすぐに燃え、酸性の毒性ガスが放散された。また、可燃性廃棄物保管地区に保管してあった多くの可燃物(溶剤)入りドラム缶が爆発・延焼した。12台の消防車と60人の消防士が消火作業にあたった。そのうち5人が吸煙により病院に搬送された。 | |
| 背景 | ・当該処理場は、加圧濾過および油水分離による物理化学的処理の二つのプロセスを操業し有害(危険)な廃棄物を処理していた。廃棄物処理場として地域当局の許可を得ており、廃棄物は、前駆体、無機や可燃性有機物などを取り扱っていたが、特にアルカリ土類金属や水との反応性が高い物質の取り扱いには認可項目から除外されていた。 ・リチウムと銅製のフィルム製品は、最近の腕時計用乾電池の陽極用部材として使われている。製品の外観は、35mmカメラフィルムのように直径約30cmのリールに巻かれているシネマフィルムのようである。製品の梱包は、湿気のない部屋でアルミ箔にて密閉包装され、さらに160Lの国連規格認可容器に格納され国連包装規格II該当品として出荷される。 ・火災を起こした廃フィルム部材は、製造所ではそれらを密封せず、あるものは巻き戻されていたり、単に他と丸められたりして兼用ドラム(160Lおよび205L)缶に入れられていた。 ・当該処理場の取り扱い物質名とその保管量や場所のリストが整備されておらず、火災拡大阻止に向けた選択的な消防活動を図ることができなかった。やむをえず消火水で区域を浸すことにより消火させることとなり消防活動に支障をきたした。 ・もしこの火災が、季節が冬ではなく夏に発生し、風向きが今回と同様に変わらなかったら、吸引した煙による被害は、もっと数多くなり、重傷者も増えたに違いない。 |

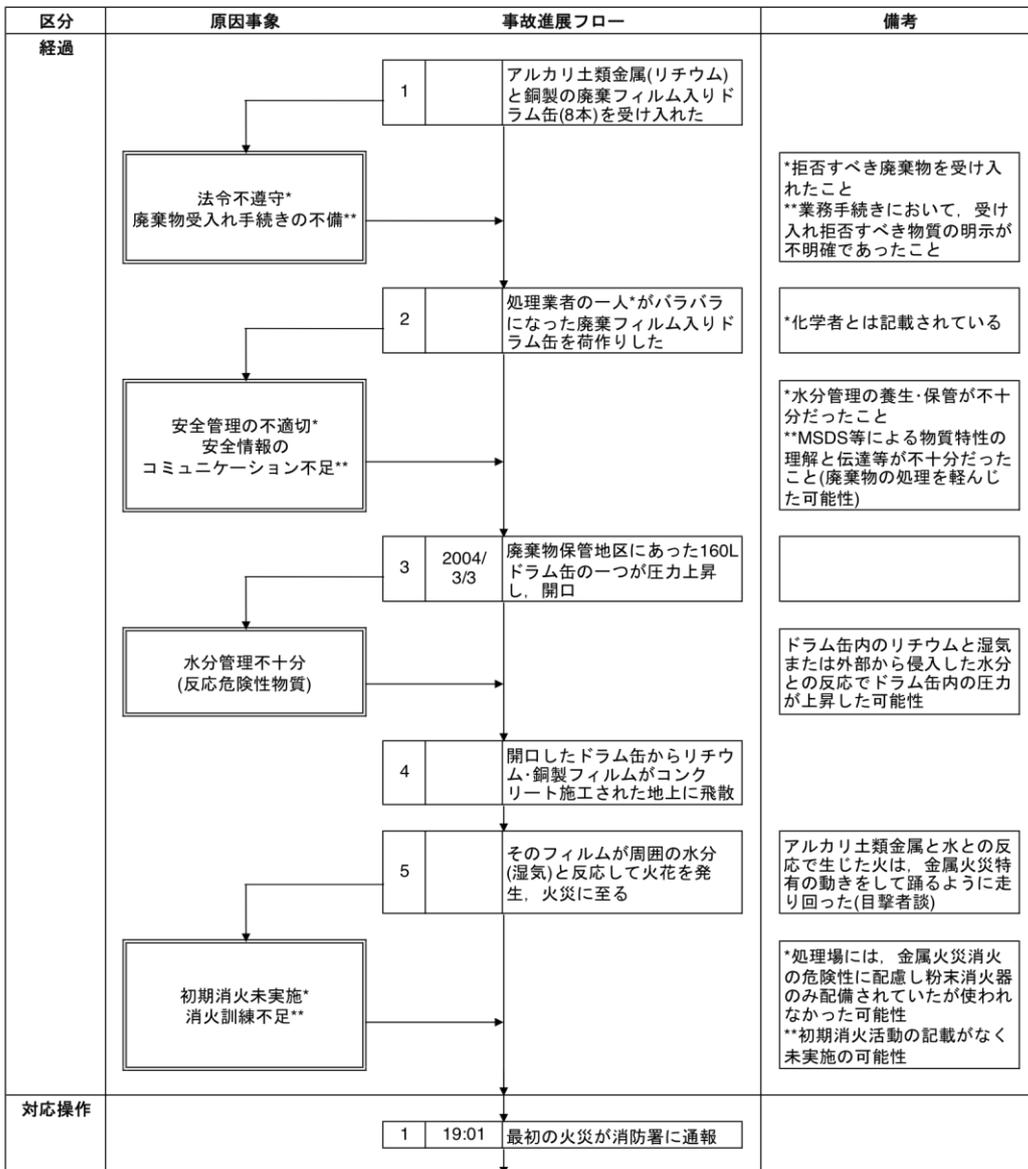


図 3.5.1-1 事故進展フロー図 (例)

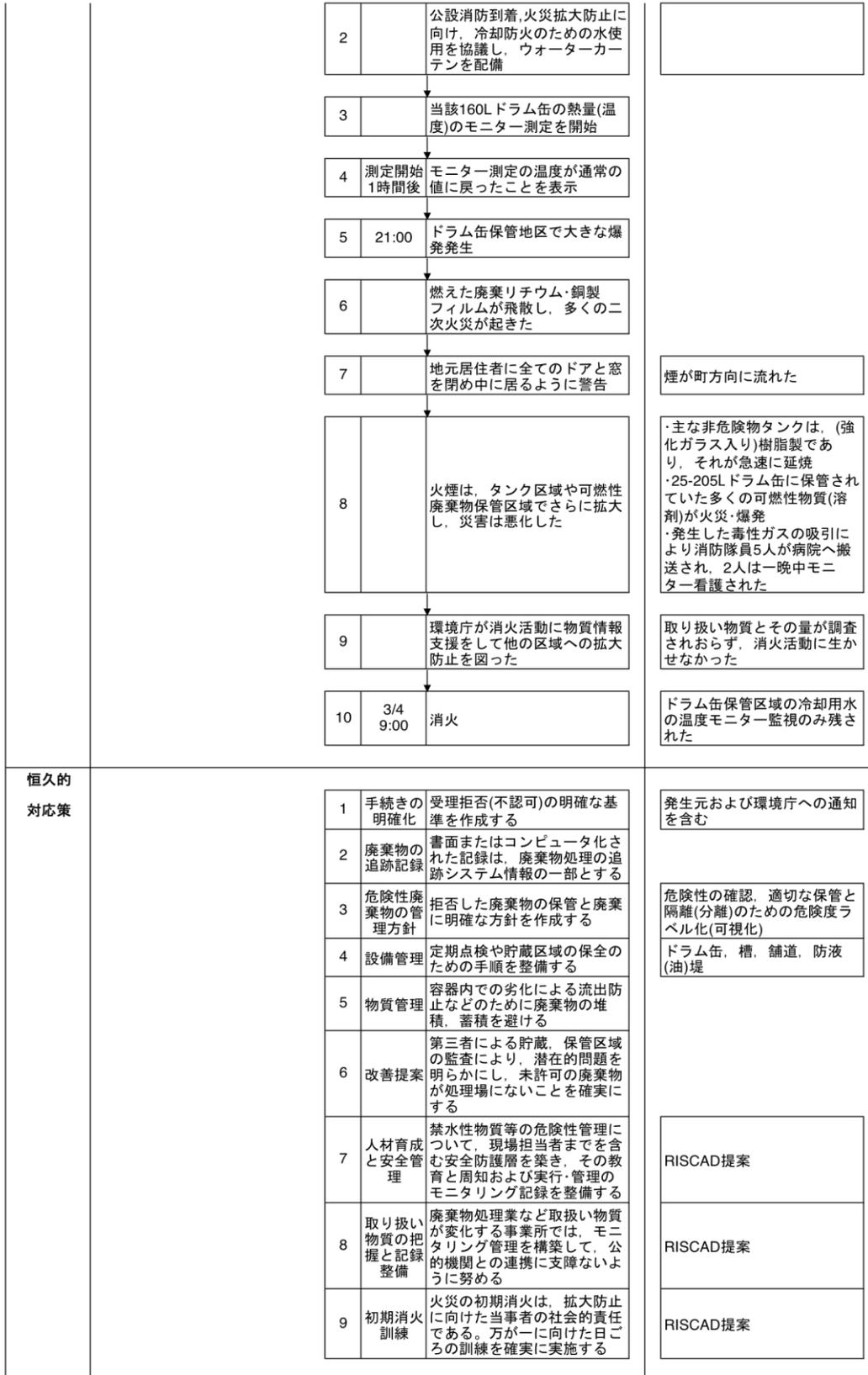


図 3.5.1-2 事故進展フロー図 (例:続き)

第4章 金属スクラップの管理方策

輸出される金属スクラップに含まれる各種の品目については、有害物質混入や火災などの問題を潜在的に有しながらも、その発生・回収・(中間処理)・保管・輸出の各段階では既存の法令による規制が明確には適用しにくいという特徴があるといえる。まず、輸出の水際で取りうる方策を検討した後、さらに上流の発生段階から適用しうる管理方策を検討する。

4.1 輸出検査段階で取りうる方策

バーゼル法には輸出罪はあるものの、輸出の予備罪や未遂罪はないため、現状では、税関の貨物検査でバーゼル法の規制対象物の混入が発覚したとしても、バーゼル法の観点からは、その罪を問うことはできず、輸出申請を撤回させることや、輸出しようとした業者を厳重に注意し、当該貨物の適正な処分と再発防止策の策定を求め、貨物の処分方法を記載した顛末書と策定された再発防止策の報告を求める等の行政的対応をとることができるにとどまっている。本節では、税関の貨物検査でバーゼル法の規制対象物の混入が発覚した場合等における、バーゼル法以外の国内法による司法的対応の可能性について検討する。

4.1.1 関税法の輸出手続き

日本から外国に(内国)貨物⁴を輸出しようとする者は、「関税法」(昭和29年(1954年)4月2日法律第61号)に基づき、当該貨物を搬入した保税地域等を管轄する税関の長に輸出申告を行い、税関の検査が必要とされる貨物については検査を受けた後に、輸出の許可を受ける必要がある(関税法第67条、第67条の2)。輸出申告は、輸出しようとする貨物の品名、数量および価格その他の必要な事項を記載した輸出申告書に、仕入書(インボイス)、その他必要な書類(下記の「他法令」による輸出許可書や輸出承認書等)を添付して、税関の長に対して行う(関税法第67条、第68条、第70条)。

ただし、バーゼル法による有害廃棄物等の輸出規制のように、貨物が関税法以外の国内法令(税関では「他法令」とよばれている)により輸出の許可、承認、確認や検査済み等を必要とする貨物である場合には⁵、輸出申告の審査等の際に、輸出の許可や確認等を受けている旨を税関に証明しなければならない。輸出申告の審査等の際に、他法令により輸出の許可や承認等を受けていることが証明されない限り、関税法による輸出許可がなされることはない(関税法第70条のいわゆる「他法令手続き」)。

4.1.2 関税法における輸出罪、輸出の未遂罪と輸出の予備罪

関税法は、「輸出」について、「内国貨物を外国に向けて送り出すことをいう。」(関税法第2条第1項第二号)と定義している。この定義は、あらゆる形態の輸出にあてはまるように最大公約数的な表現がとられている⁶。関税法における「輸出」の既遂時期の解釈については、外国仕向船

⁴ 関税法において、「内国貨物」とは、「本邦にある貨物で外国貨物でないもの及び本邦の船舶により公海で採捕された水産物をいう。」(関税法第2条第1項第4号)である。

⁵ バーゼル法第4条では、有害廃棄物等を輸出しようとする者は、経産大臣より輸出の「承認」を受ける義務が課され、また、環境大臣より「環境の汚染を防止するために必要な措置が講じられている」ことの「確認」を受けることとなっている。

⁶ Cf. 植村立朗, 1996, 「関税法」『注解特別刑法 補巻(3)』(青林書院), p. 49.

出港説、領海時説、目的地到着時説、目的地陸揚説等も主張されているが、一般的には、関税法は通関によって貨物の輸出入を管理するものであることから、輸出の既遂時期も、通関線を突破して税関の輸出規制から離脱する段階、すなわち、貨物を保税地域等に搬入し、税関の検査を受け、税関より輸出の許可を受け、外国に仕向けられた船舶に外国に向けられた貨物を積み込むことをもって既遂時期と解されている（最判昭35年（1960年）12月22日刑集第14巻第14号2183頁）。

したがって、当該船舶が日本の領海外に出るか否かにかかわらず、関税法に基づく輸出許可を受けることなく外国仕向船に貨物を積み込みことによって無許可輸出の罪の既遂となる（福岡高裁判昭25年（1950年）12月25日高刑特第15号185頁）⁷。

また、前述のシップ・バックの事例のように、たとえその貨物を外国に陸揚げしないでそのまま日本へ持ち帰ったとしても、無許可輸出の罪の既遂に影響を及ぼすものではないと解されている（東京高裁判昭26年（1951年）6月9日高刑集第4巻第6号657頁）⁸。

「輸出」とは、外国に向けて貨物を送り出す行為が実行行為であるから、その行為に着手したときが実行の着手時期となり、未遂罪を問うことが可能となる時期である。具体的には、外国仕向船に貨物を積載しようとした行為は輸出の実行行為への着手に該当し、当該貨物が関税法に基づく輸出許可を受けていなければ、無許可輸出の未遂罪を問うことが可能となる（大判昭8年（1930年）4月25日刑集12巻6号488頁、福岡高判昭29年（1954年）2月12日高刑集7巻2号116頁）。

予備は未遂に至らないものであるが、その成立する時期について、判例はほとんどない。予備は未遂と比べると危険の程度は未遂ほど具体的に切迫したものでなくても足りるため、その成立の範囲は相当広範であるが、輸出しようとする貨物を積載するという実行行為には達しなくても、輸出のための単なる準備行為の範囲を超えて、貨物の積載行為に接着近接する行為に入ったときに、当該貨物が関税法に基づく輸出許可を受けていなければ、無許可輸出の予備罪を問うことが可能となると解される。

4.1.3 シップ・バックされた貨物への対応

バーゼル法には輸出罪はあるものの、輸出の未遂罪と予備罪はないため、現状では、外国仕向船に輸出しようとする貨物を積載する前の税関における貨物検査でバーゼル法の規制対象物の混入が発覚したとしても、バーゼル法の観点からは、その罪を問うことはできない。しかしながら、日本から「再生可能資源」や「中古品」と称して輸出された貨物の中に、バーゼル条約の規制対象物である使用済み鉛バッテリー等の混入が発覚し、輸出先国の税関で通関できず、日本にシップ・バックされ、日本政府としてもバーゼル条約およびバーゼル法の規制対象物の混入を認定できたという場合には、バーゼル法および関税法における「輸出」の既遂にあたることから、上述のような嚴重注意等の行政的対応をとるのみならず、バーゼル法の観点からは同法第4条の「輸出の承認を受ける義務」を履行していないことから外為法の不承認輸出罪（外為法第69条の7第1項第四号）の容疑で、また、関税法の観点からは虚偽申告罪（関税法第111条第1項第二号）

⁷ 関税法の無許可輸出入罪の成立のために必要となる犯意は、輸出入しようとする貨物について、税関の輸出入の許可が得られていないことを認識しながら、これを不正に輸出入しようとする意思が必要であると解される。Cf. 土本武司, 2000, 『2訂版 最新関税犯則論』(東京法令出版株式会社), p. 127.

⁸ Cf. 伊藤寧, 1981, 『関税処罰法』(中央法規出版), pp. 170-172.

や無許可輸出罪（関税法第 111 条第 1 項第一号）等の容疑で⁹、輸出業者等の捜査、逮捕および処罰等の司法的対応をとることも可能であると解される。

4.1.4 「本船扱い」の貨物への対応

関税法において、輸出申告は、原則として、輸出される貨物を保税地域等に搬入した後に行うこととなっているが、例外的に、関税法第 67 条の 2 第 1 項第一号および「関税法施行令」（昭和 29 年（1954 年）6 月 19 日政令第 150 号）第 59 条の 4 に基づき、貨物を保税地域等に入れずに、貨物を外国貿易船に積み込んだままの状態で行い、当該船上で貨物の検査を受け、輸出の許可を受けるといった方法がとられることがある。いわゆる「本船扱い」とよばれる方法であり、日本から諸外国への鉄スクラップの輸出の通関においてもこのような方法が採られることがある。本船扱いによる検査がなされる時点の状況は、未だ関税法に基づく輸出許可は発出されていないものの、貨物の積み込みは既になされているという状況であり、このような状況は輸出の既遂に達していると解して良いのかという解釈上の問題がある。関税法における「輸入」は「外国から本邦に到着した貨物（外国の船舶により公海で採捕された水産物を含む。）又は輸出の許可を受けた貨物を本邦に（保税地域を経由するものについては、保税地域を経て本邦に）引き取ること」（関税法第 2 条第 1 項第一号）であり、保税地域等を経由する場合と経由しない場合を分けて捉えることが明定されているのに対し、「輸出」にはそのような区別がない。この点を強く解すれば、あらゆる輸出について、前述の通り、外国仕向船への外国に向けられた貨物の積載をもって既遂時期と解することが妥当ということになり、本船扱いで検査を受ける貨物の輸出については、既に輸出の既遂に達していると解することができることから、上記のような司法的対応をとることが可能であると解される。また、仮に輸出が既遂に達しているとの解釈が困難であるとしても、外国に向けて貨物を送り出すという行為が輸出の実行行為であり、少なくとも、外国仕向船への貨物の積載は輸出という実行行為への着手は肯定できることから¹⁰、関税法の観点から無許可輸出の未遂罪（関税法第 111 条第 3 項）の容疑で司法的対応をとることが可能であると解される。

⁹ 関税法における虚偽申告罪と無許可輸出罪の関係については、前者は輸出等の申告の際に虚偽の申告等をすれば成立するのに対して、後者は許可を受けることなく貨物を輸出することで成立するのであるから、両罪は別個の行為を対象としており、形式的には併合罪の関係にあると解される。

そして、無許可輸出罪の成立には「輸出許可を受けていない」ことが必要であるが、税関での貨物検査等の結果として発出される輸出許可の効力範囲については、最高裁昭和 45 年（1970 年）10 月 21 日大法廷判決（刑集第 24 卷第 11 号 1480 頁）は、輸出申告書に記載された貨物名と現実に輸出された貨物が全く異なったという事案について、「輸出許可の効力は、輸出申告書に記載された貨物と同一か、少なくともこれと同一性の認められる貨物に及ぶだけであって、それ以外の貨物には及ばないものと解するのが相当である」と判示しており、輸出申告書と現実に輸出される貨物の同一性の有無で判断するとしている。

この輸出申告書と現実に輸出される貨物の「同一性」の有無の判断方法について、植村立朗は次のように整理している。「許可の及ぶ貨物の範囲を同一の貨物だけに限定せず、同一性の認められる貨物にまで広げているのは、非代替物であれば他の貨物では許可の効力が及ぶとはいえないとしても、代替物の場合は必ずしも同一物でなくても許可の効力が及ぶことを否定する必要がない場合もあること、換言すれば、許可の範囲を硬直的に解釈するのではなく、具体的に妥当な範囲に画そうとすることが考慮されよう。そうすると、貨物の同一又は同一性の判断は、輸出入許可制度の目的に照らし、取引の実情を考慮しつつ、相当と認められるような形で行えばよいといえる。」（植村, p. 50.）

¹⁰ Cf. 植村 1996, p. 56.

4.1.5 関税法における他法令手続きと虚偽申告罪の成立の関係

関税法の輸出手続きでは、いわゆる「他法令」により輸出の許可や承認等を必要されている貨物である場合には、輸出しようとする者は、関税法に基づく輸出申告を行う際に、他法令により輸出の許可や承認等を受けている旨を税関に証明しなければならず、税関は、他法令による輸出の許可や承認等を受けていることが証明されない限り、輸出許可を行うことはない（関税法第70条第3項）。通常は、輸出しようとする者が、税関に関税法に基づく輸出申告を行う前に、輸出しようとする貨物がバーゼル法や廃棄物処理法の規制対象物であるか否かの該非判断がなされ、規制対象物であるとの判断がなされれば、他法令による許可や承認等を受けることとなっている。そのため、税関の貨物検査でバーゼル法や廃棄物処理法の規制対象物である可能性のあるものの混入等が発覚したが、他法令による許可や承認等を受けていないという場合には、当該貨物を輸出しようとする業者に対してバーゼル法や廃棄物処理法を所管する役所にそれらの規制対象物に係る該非判断を照会し、規制対象物に該当するとなればバーゼル法や廃棄物処理法における輸出手続きをとるように指導することとなり、バーゼル法や廃棄物処理法における輸出手続きを故意¹¹に迂回しようとしたことが明らかな事案でない限り、税関が関税法の虚偽申告罪（関税法第111条第1項第2号）の容疑で対応することは困難であると解される。また、税関が関税法の虚偽申告罪で対応するとしても¹²、税関長による行政処分である「通告処分」¹³にとどまり、罰金が支払われれば、税関長等による検察官への関税法に基づく告発を通じての司法的対応に移行することはない。

4.1.6 廃棄物処理法による司法的対応の可能性

バーゼル法の規制対象物が税関の検査段階で発覚した場合の司法的対応について、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和45年（1970年）12月25日法律第135号）（以下「廃棄物処理法」とする）による対応としては、①廃棄物処理法における輸出の予備罪や未遂罪による対応、②廃棄物処理法に基づく報告徴収に係る権限行使による対応の2つが考えられる。

①については、2004年の日本から中華人民共和国の山東省青島への廃プラスチックの不適正な輸出事例¹⁴の発生等をうけて、廃棄物処理法の平成17年（2005年）の改正では、環境大臣の無確

¹¹ 関税法の虚偽申告罪の成立のために必要となる犯意は、「申告等をする際に、その申告等をする事項が虚偽であることの認識があれば足りる」（植村1996, pp. 73-74.）と解されている。

¹² 関税法の虚偽申告罪の既遂時期は、虚偽申告については当該申告を行った時期であり、また、虚偽書類提出については当該書類を提出した時期であると解される。虚偽申告罪の成立には、虚偽申告や虚偽書類の提出等の結果として、税関職員が欺罔され、誤った決定をすることを必要としない。Cf. 伊藤寧, 1981, 『関税処罰法』（中央法規出版）, p. 222, 植村1996, p. 74.

¹³ 通告処分とは、関税法の犯則事件の調査によって税務行政庁が犯則の心証を得た場合に、その理由を明示したうえで、罰金または科料に相当する金額、没収に該当する物品等を指定の場所に納付すべきことを税務行政庁が通告し、反則者が原則二十日日以内に履行したときは、当該犯則について告発を行わないとする行政処分である（関税法第138条、第139条）。Cf. 財務省関税局監修, 2007, 『関税制度の新たな展開』（日本関税協会）, p. 6.

なお、関税法に基づく無許可輸出入事犯の告発処分と通告処分のそれぞれ件数については表4.1.1を、また、虚偽申告事犯の告発処分と通告処分のそれぞれ件数については表4.1.2を参照。

¹⁴ 2004年4月、山東省青島の税関と出入検験検疫局は、日本から輸出された貨物に家庭系廃棄物が多数混入していることを発見し、同年5月8日、国家質量監督検験検疫総局（以下「国家質検総局」とする）は、日本から輸出される廃プラスチックに係る船積み前検査の申請の受け付けを一時停止した。日本から中国に再生可能資源を輸出する場合には、輸出貨物が世界各地に設立されている船積み

を受けずに廃棄物を輸出した者は「五年以下の懲役若しくは千万円以下の罰金」（同第 25 条第 1 項第 12 号）に処せられることとなり、罰則の引き上げがなされ、また、廃棄物の無確認輸出の「未遂罪」（同第 25 条第 2 項、罰則は同第 25 条第 1 項と同じく「五年以下の懲役若しくは千万円以下の罰金」である）と「予備罪」（同第 27 条、罰則は「二年以下の懲役若しくは二百万円以下の罰金」である）が新設された¹⁵。廃棄物処理法では、「無確認輸出罪」の成立を「実際に船舶等に廃棄物を積み込み終え」た時点で、「無確認輸出の未遂罪」の成立を「通関手続のための輸出申告の時点（通関手続を経ない場合には船積みの開始等の時点）」で、また、「無確認輸出の予備罪」の成立を「無確認輸出をする目的で搬入予定地域に廃棄物を搬入する」等した時点で捉えるとの解釈がなされている¹⁶。

廃棄物処理法に無確認輸出の予備罪と未遂罪が新設される以前においては、船舶への積み込み以前の税関による積荷検査等の輸出通関手続きの段階で同法における廃棄物を発見したとしても、その段階で輸出申告を撤回すれば罪を問われず、無確認輸出行為に対する十分な抑止的効果が働いていないという問題があった¹⁷。廃棄物処理法における未遂罪と予備罪の新設はこのような問題の克服を企図したものである。

2010 年 3 月 2 日、環境省は、大阪府八尾警察署に対して、2009 年 10 月にミャンマーに中古利用名目で冷蔵庫 45 台を輸出しようとして関税法に基づき輸出申告を行った法人とその代表者について、当該冷蔵庫は「物の性状、排出の状況、通常の見取り形態、取引価値の有無及び占有者の意思等を総合的に勘案した結果、廃棄物と判断される」ことから、廃棄物処理法の無確認輸出の未遂の罪（第 10 条第 1 項、第 15 条の 4 の 7 第 1 項、第 25 条第 2 項及び第 32 条第 1 号）で告発を行った¹⁸。本件は 2005 年の改正で廃棄物処理法に輸出の未遂罪が新設されて以降、初めての適用事例である。

また、②に関連しては、2004 年 1 月に、東京の商事会社の社長が、「木炭粉末」であると偽って、軽油精製の過程で出る産業廃棄物である「硫酸スラッジ」約 154 トンを、名古屋港から中華人民共和国に不正に輸出しようとした事件がある。本件では、2004 年 8 月には環境省大臣官房廃棄物リサイクル対策部が廃棄物処理法違反（環境大臣による報告徴収における虚偽報告の罪）で愛知県警察に告発し、また、2005 年 8 月には名古屋税関が関税法違反（無許可輸出および虚偽申

前検査機関による検査に合格し、その旨の記載のある証明書を検査機関から取得することが義務付けられているため、検査の申請の受け付けの一時停止は、事実上、中国政府による日本からの廃プラスチックの輸入禁止措置にあたった。中国政府は、本件貨物をバーゼル条約と中国の環境保護規制基準に違反するものとして、日本政府に厳正な対処を求め、輸入再開の条件として、懸案の貨物の日本への返送、廃プラスチック購入者への懸案の貨物の輸出業者からの補償、日本政府による再発防止措置の三点を求め、これらの条件が一部充たされて、2005 年 9 月 20 日より、日本からの廃プラスチックの輸入が再開された。本件についての詳細は、cf. 鶴田 2007, pp. 9-12.

¹⁵ 廃棄物処理法の平成 17 年（2005 年）の改正については、cf. 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部, 2005, 「廃棄物の処理及び清掃に関する法律等の一部を改正する法律」『ジュリスト』第 1299 号, p. 99., 嘉屋朋信, 2005, 「大規模不法投棄、無確認輸出等廃棄物の不適正処理に対する対応を強化」『時の法令』第 1746 号, pp. 34-35., 瀧口博明, 2006, 「3R イニシアティブの進展」『廃棄物学会誌』第 17 号第 2 号, p. 67.

¹⁶ Cf. 嘉屋 2005, pp. 34-35.

¹⁷ Cf. 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部 2005, p. 99., 嘉屋 2005, pp. 34-35.

¹⁸ Cf. 本件に関する環境省のホームページ上の報道発表資料「祝氏貿易株式会社の廃棄物処理法違反容疑に係る告発について（お知らせ）」(Available at <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=12213> (18 March, 2010))

告の罪)で愛知県警察に告発した。

ただし、これらの対応については、取引価値を有する特定有害廃棄物等については、そもそも廃棄物処理法における「廃棄物」には該当しないと解される可能性が高い。

表 4.1.1 関税法に基づく無許可輸出入事犯の告発処分と通告処分の件数

| | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 告発処分 | 15 | 9 | 19 | 11 | 22 |
| 通告処分 | 91 | 174 | 176 | 127 | 167 |

財務省のホームページ上の報道発表「平成 21 年の全国の税関における関税法違反事件の取締り状況」

(Available at <http://www.mof.go.jp/jouhou/kanzei/ka220201.pdf> (15 March, 2010))より作成

表 4.1.2 関税法に基づく虚偽申告事犯の告発処分と通告処分の件数

| | 2005年 | 2006年 | 2007年 | 2008年 | 2009年 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 告発処分 | 2 | 3 | 14 | 3 | 8 |
| 通告処分 | 13 | 32 | 42 | 16 | 9 |

財務省のホームページ上の報道発表「平成 21 年の全国の税関における関税法違反事件の取締り状況」

(Available at <http://www.mof.go.jp/jouhou/kanzei/ka220201.pdf> (15 March, 2010))より作成)

4.2 輸出品目に対する管理方策

4.2.1 有害物質による輸出管理

輸出品目がバーゼル法の対象に該当するか否かについては、同法告示によって対象リスト（別表第二、鉛蓄電池とブラウン管を含む）と対象外リスト（別表第一）が示されているほか、鉛・砒素・ダイオキシン類等も一定以上含むものを別表第三として規制対象とすることが示されている。環境省・経産省の行政サービスとして実施されている事前相談でも、必要に応じて有害物質の成分分析表の提出が求められているが、事実上は鉛等一部の有害物質の含有量と溶出量が参考にされている。

金属スクラップに含まれる有害物質については、2.2.3 で実施したように、基板類、電線被覆、コネクタ廻り、液晶モニタ関係部品などを中心として、有害物質の含有の恐れのある部分を分析すれば、バーゼル法で定めた基準を超過する可能性がある。しかしながら、輸出業者が自らそのような部位を選定して分析することはないと考えられる上、事前相談で提出される成分分析表においてバーゼル法の基準を超過する例をないとみられる（超過していれば、バーゼル法に定める特定有害廃棄物とみなされる）。

現時点では、鉛蓄電池とブラウン管以外には、サンプリングの方法を検討したとしても、別表第三の基準を超過する明確な品目を見分けるのは困難であることが考えられる。ただし、2.2.3 で実施したような基準超過の恐れのある部位に関する情報が蓄積されれば、金属スクラップへの混入に関して注意を与える品目の追加は、なお検討の余地があると思われる。

4.2.2 鉛蓄電池とブラウン管

なお、鉛蓄電池とブラウン管（テレビ・モニタ）に関しては、一般の金属スクラップ取扱業者においてもその混入防止のために一定程度の努力がなされていることが今年度の調査でわかった。使用済みの鉛蓄電池については、リサイクルまたは最終処分目的の輸出を行う場合はバーゼル法に基づく輸出の承認が必要であり、中古利用目的の場合も事前相談を受けることが2006年4月に経産省・環境省から事実上推奨されている。使用済みのブラウン管についても同様にリサイクルまたは最終処分目的の場合の輸出承認が必要であるが、加えてブラウン管テレビを中古品として輸出する場合の判断基準も2009年9月から経産省・環境省によって策定された。

さらに、家電リサイクル法の対象ではない炊飯器、掃除機、ビデオデッキ、扇風機などの家電製品の混入は多い。これらも粗大ごみの手数料徴収が多く自治体で導入されていることを考えれば、排出者にとって費用負担の少ない回収システムの整備が中長期的には必要と考えられる。加えて、明らかに家庭由来の廃棄物であって、適切な中間処理を経していないものについては、バーゼル法第2条第1項第1号ロ（バーゼル条約附属書II Y46「家庭から収集される廃棄物」）の適用を検討すべきと考えられる。

4.2.3 その他

バーゼル法で規定された有害物質ではないが、地球環境保護の観点からフロン回収・破壊法で対象としているフロン類（CFC, HCFC, HFC）の排出についても検討を行った。業務用のエアコン、冷蔵庫などは同法の対象であり、廃棄等を行う場合には登録されている第一種フロン類回収業者にフロン類を引き渡し、フロン類は再利用または破壊をされるとともに、引渡しの委託等が書面で管理されていなければならない。しかしながら、業務用のエアコンや冷蔵ショーケースなどが

無造作に金属スクラップに含まれていて、フロン類の適正な回収・破壊が疑わしい場合があり、排出者や解体業者においてフロン回収・破壊法の徹底を行う必要がある。あわせて、同法の趣旨からは、法対象ではない家庭用エアコンや冷蔵庫に対して、家庭の排出段階から適切なフロン回収・破壊がなされる業者への引渡しを促進する必要がある。

これらのほか、昨年度に検討した電池類については、資源有効利用促進法で規定されている二次電池のみでなく、一次電池も含めて、回収の促進が求められる。中長期的には、製品からの取り外し設計の徹底が望ましいであろう。また、トナーカートリッジについては爆発の危険性も指摘されている。これらの自主回収の促進や、製品としてのプリンタの回収も推奨される。

4.3 関係業者に対する管理方策

4.1 で述べた輸出段階の水際対策が重要であることは言うまでもないが、これに限界があることも踏まえて、4.2 で述べた各品目の特性を考慮した、上流側の対応が求められている。

まず、発生段階から廃棄物とみなされる場合には、廃棄物処理法上の一般廃棄物または産業廃棄物の処理業（収集・運搬、または処分）の許可が必要になる。許可を有しない回収業者が処理手数料を徴収して回収しないよう、排出者への周知も含めて、十分に指導を行う必要がある。また、手数料を徴収して回収された廃棄物が輸出される場合には環境大臣の確認が必要になる。

中間処理について、従来は何もなされず、金属スクラップを構成する家電等の各品目は原形のまま保管・輸出されることがほとんどであった。しかしながら、原形での輸入を認めず、材料別に選別されることを必要とする中国での輸入規制に適合させるために、破碎などの処理を行う業者が現れていることが、今年度の調査によって判明している。このとき、一般廃棄物または産業廃棄物の処理業の許可や、処理基準を満たしていることが必要であるが、実際にはそれらが不十分である場合が多いと思われる。

次に、専ら物として回収される場合を検討する。「くず鉄（古銅等を含む）」は古紙、空き瓶類、古繊維とともに「専ら再生利用の目的となる廃棄物」として、既存の回収業者等は廃棄物処理業の許可が不要であることが、旧厚生省通知（1971年10月16日、環整43号）で示されている。しかしながら、専ら物であることをもって、収集運搬業の許可が不要であることを主張し、金属スクラップの輸出につながる回収を行っている業者がどの程度いるかについては、現時点で不明である。

むしろ、廃棄物でなく有価物であることをもって、古物商免許（および、都道府県によっては金属くず商の営業許可）を有して有価物の回収を行っている回収業者が多いように思われる。このような回収業者に対しては、廃棄物の収集運搬を行わないこと、有価物としての適正な売買が行われることなどの十分な指導ができるよう、古物商を担当している公安委員会と廃棄物処理業の担当をしている部署が、各地域で連携して指導や情報共有を行うことが望ましい。

以上のような廃棄物であれ有価物であれ、家庭や事業所などの国内の発生段階では、適切な回収業者への引渡しを徹底する必要がある。前述のフロン類を含むエアコンなどの製品に対しては、事業者の場合はフロン回収・破壊法に基づき都道府県知事に登録されたフロン回収業者へ引渡ししなければならない。家庭の場合は、家電リサイクル法に基づいて小売業者が引き取る際には、ポンプダウンによって冷媒フロンの漏出防止が求められている一方、家電リサイクル法に基づかず無料回収業者などによって回収される際にフロン類が適切に回収されるか注意が必要である。

4.4 その他の管理方策

以上のような輸出品目や関係業者に対する直接的な管理強化とあわせて、現在の輸出統計品目分類の見直しも有効である可能性がある。すなわち、金属スクラップの多くが「鉄スクラップ（7204）」の輸出統計品目分類のうち、「その他のもの（7204.49-900）」に含まれていると考えられるが、この中で、例えば「加工処理したもの」を新設・分離させることで、税関における輸出検査にあたっては、疑わしい輸出品目の対象を限定することで作業の軽減に寄与させるというものである。

金属スクラップに関しては、廃棄物あるいは有価物として適用可能な法規制の限界も多いことが理解できる。これに対して、国内の発生段階から廃棄物処理法、バーゼル法、フロン回収・破壊法、関税法を含む各種規制を総合的に適用・執行することによって、輸出品目や関係業者の適正化を図る必要があると考えられる。

研究発表一覧

- A. Terazono, A. Yoshida: Mixed metal scrap in Japan and export control from the perspective of hazardous substances control, material recovery and fire prevention, The Proceeding of the 4th International Conference on Waste Management and Technology, November 18-20th, 2009 Tsinghua University, Beijing, China, 101-105
- A. Terazono: Prevention of Illegal Trade of Waste - Issues and Challenges, Inaugural Meeting of the Regional 3R (Reduce, Reuse, Recycle) Forum in Asia, 11-12 November 2009, Tokyo (Meguro Gajoen)
- A. Terazono, A. Yoshida: Possible collaborative research for traded recyclable wastes --example of scrap metal, 2nd China-Japan Inter-ministerial Working Group, 4 November 2009, Beijing, China
- A. Terazono: E-waste management system, Asian Electrical and Electronic Green Society -International Conference-, 8 Oct 2009, Bangkok
- A. Terazono: International e-waste inventory and material flow, Cleanup09, 28 Sep 2009, Adelaide
- A. Terazono, A. Yoshida: Transboundary Movement of End-of-Life Electrical and Electronic Equipment for Reuse and Recycling, 2009 ISIE Conference (Book of Abstracts), 2009 (21-24 June), Lisboa, p486
- H. Koseki, Y. Iwata, K. Nishimura: Recent toner cartridge incidents at recycling facilities in Japan and its hazard of dust explosion, Loss Prevention Bulletin, June 2010 (印刷中)
- H. Koseki, Y. Yamazaki, M. Wakakura, A. Terazono: Cause investigation of scrap metal fires during transport and storage, 2009 IASPEP pp.576-579, Kunming, China 2009.9
- Xin-Rui Li, H. Koseki: Thermal Analysis on Lithium Primary Batteries, International Review of Chemical Engineering 1(1), pp.117-120, 2009
- Li X-R, Lim W-S, Y. Iwata, H. Koseki, Thermal characteristics and their relevance to spontaneous ignition of RPF, J. Loss Prevention in the Process Industries, 22(1) pp.1-6, 2009
- TSURUTA Jun, 2009, Japanese Measures against Marine Pollution under UNCLOS and the IMO Treaties, Journal of East Asia and International Law, Vol. 2(2), pp. 381-389.
- 寺園 淳: 第 4 章 廃棄物 -ごみの行方を追う, In: モノの越境がもたらす環境問題, 地球研叢書, 昭和堂, 95-143, 2009
- 寺園 淳, 林 誠一, 吉田 綾, 中島謙一: 輸出予定の金属スクラップの品目調査結果と適正管理の課題, 第 20 回廃棄物学会研究発表会講演論文集 (2009 年 9 月 17-19 日, 名古屋), pp.137-138 (2009)
- 寺園 淳: 循環資源の越境移動の実態とバーゼル法や各種リサイクル法からみた課題, 北海道大学グローバル COE プログラム「多元分散型統御を目指す新世代法政策学」北海道大学シンポジウム「有害廃棄物の越境移動およびその処分に関するバーゼル条約の国内実施」, 2009 (2009 年 12 月 4 日, 札幌)
- 寺園 淳: 廃電気電子機器と金属スクラップの越境移動の現状と課題, (独)日本学術振興会 素材プロセス第 69 委員会第 3 分科会 (環境関連技術) 第 6 回研究会同資料, 19-23, 2009 (2009 年 12 月 11 日, 東京)
- 吉田 綾, 寺園 淳, 鶴田順: 金属スクラップ火災の発生状況と輸出に関わる法的課題の検討, 環境経済政策学会 2009 年大会 (2009 年 9 月 26-27 日, 千葉), pp.144-145, 2009
- 吉田 綾, 鶴田 順, 寺園 淳: 金属スクラップの混入物に対する規制状況と課題, 第 20 回廃棄物資

源循環学会研究発表会講演論文集（2009年9月17-19日、名古屋）, pp.549-550, 2009

古積 博, 岩田雄策, 西村浩次郎: トナーカートリッジ粉の火災爆発危険性について, 消防研究所報告 108, pp.23-28 2010.3

若倉正英: 事故事例に見る爆発、火災の原因と対策(金属による爆発、火災), 安全と健康, No.16108, pp.31-35, 2009

鶴田 順: バーゼル条約の国内実施に関する現状と課題, 北海道大学グローバル COE プログラム「多元分散型統御を目指す新世代法政策学」シンポジウム「有害廃棄物の越境移動およびその処分に関するバーゼル条約の国内実施」(2009年12月4日、札幌)

鶴田 順: バーゼル条約の国内実施に関する現状と課題, 国公立大コンソーシアム福岡「共同研究プロジェクト グローバル化する環境・エネルギー問題の解決を目指した国際レジーム論の構築」に関する研究会(2010年3月10日、東京)

知的所有権の取得状況

なし

参考資料

参考資料 1 : 品目調査で確認された各品目

参考資料 2 : 組成調査で確認された各材料

参考資料 3 : 有害物質分析を行った試料

参考資料1：品目調査で確認された各品目

(1) A スクラップ



A I - 1 基板類



A I - 2 配電盤



A I - 3 エンジン類



A I - 4 モータ及びモータ付産業機械



A I - 5 計測器



A I - 6 コンプレッサー



A I - 7 トランス



A I - 8 非鉄付産業機械



A I - 9 農業機械



A I - 10 工作機械



A I - 11 モータなし産業機械



A I - 12 医療機器



A I - 13 ガス調理器具及び部材



A I - 14 ガス湯沸かし器



A I - 15 業務用ガスオーブン



A I - 16 ガスヒーター



A I - 17 照明機器



A I - 18 安定器



A I - 19 消火器の部材



A I - 20 丹入



AP-1 コピー機



AP-2 プリンター



AH-1 炊飯器



AH-2 扇風機



AH-3 バイク



AO-1 乾電池



AO-2 ニカド電池



AO-3 アルミスクラップ



AO-4 配線類



AO-5 鉄スクラップ



AO-6 プラスチック片



AO-7 ウレタン片



AO-8 分類できないその他

(2) B スクラップ



BH-1 石油ストーブ



BH-2 石油ストーブ (タンク)



BH-3 ガス調理器具



BH-4 *CRT TV



BH-5 *家庭用洗濯機・乾燥機



BH-6 *冷房機器 (エアコン)



BH-7 AV機器・ラジカセ



BH-8 電気ストーブ



BH-9 オープントースター



BH-10 電子レンジ



BH-11 電気ポット



BH-12 炊飯器



BH-13 もちつき機



BH-14 掃除機



BH-15 扇風機



BH-16 アイロン



BH-17 調理器具



BH-18 温水器



BH-19 空気清浄機



BH-20 電話・FAX



BH-21 携帯電話



BH-22 リモコン類



BH-23 ゲーム機 (コントローラ)



BH-24 電気シェーバー



BH-25 ドライヤー



BH-26 アダプタ



BH-27 バイク



BH-28 自転車車輪



BP-1 OA機器



BP-2 ワープロ



BI-1 基板類



BI-2 産業用洗濯機・乾燥機



BI-3 農機具類



BI-4 電動工具



B I - 5 その他電気器具



B I - 6 医療器具



B I - 7 照明器具



B I - 8 安定器



B I - 9 ターンテーブル



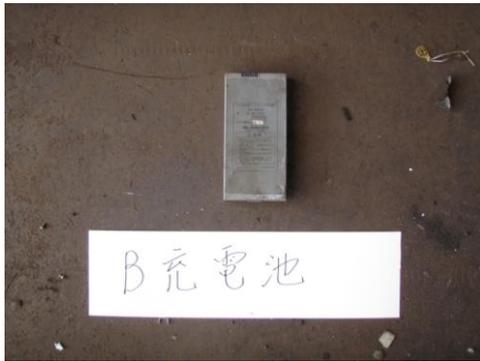
B I - 10 換気扇



BO-1 乾電池



BO-2 他電池類



BO-3 充電電池 (Ni-MH)



BO-4 充電電池 (Ni-Cd)



BO-5 ドア部品



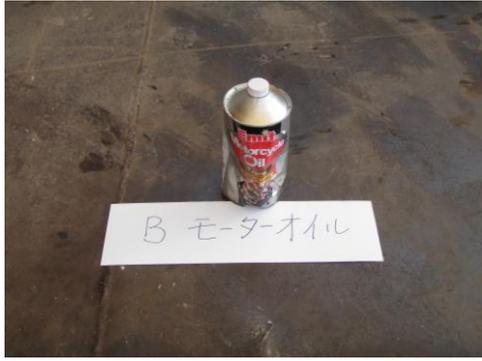
BO-6 配線類



BO-7 鉄スクラップ



BO-8 農薬



BO-9 モーターオイル



BO-10 プラスチック片

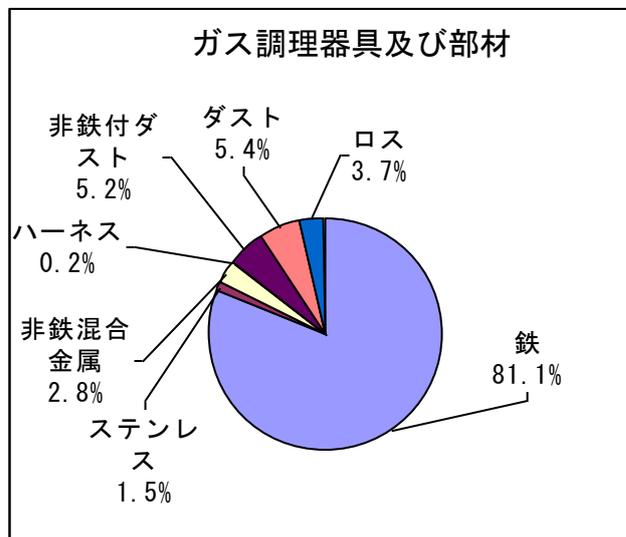


BO-11 分類できないその他

参考資料 2：組成調査で確認された各材料

品目：S-1 ガス調理器具及び部材(A)

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 1440.0 | 100.0% |
| 鉄 | 1167.5 | 81.1% |
| ステンレス | 22.0 | 1.5% |
| 非鉄混合金属 | 41.0 | 2.8% |
| ハーネス | 2.6 | 0.2% |
| 非鉄付ダスト | 75.0 | 5.2% |
| ダスト | 78.4 | 5.4% |
| 合計 | 1386.5 | 96.3% |
| ロス | 53.5 | 3.7% |



鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト

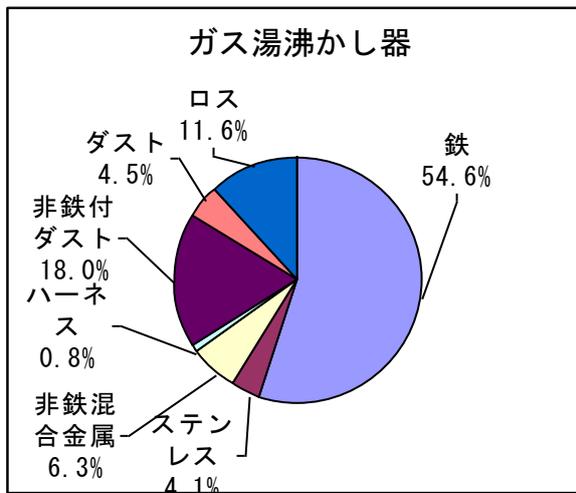


ダスト



品目：S-2 ガス湯沸かし器（A）

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 727.0 | 100.0% |
| 鉄 | 397.0 | 54.6% |
| ステンレス | 30.0 | 4.1% |
| 非鉄混合金属 | 46.0 | 6.3% |
| ハーネス | 6.0 | 0.8% |
| 非鉄付ダスト | 131.0 | 18.0% |
| ダスト | 32.9 | 4.5% |
| 合計 | 642.9 | 88.4% |
| ロス | 84.1 | 11.6% |



シュレッダー投入前



鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト

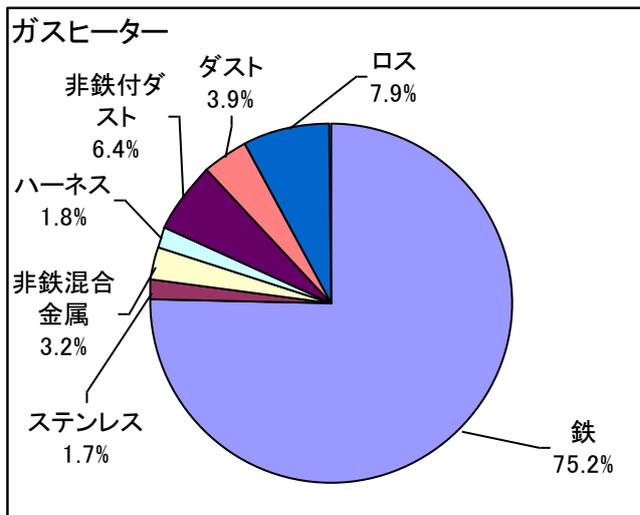


ダスト



品目：S-3 ガスヒーター (A)

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 320.0 | 100.0% |
| 鉄 | 240.5 | 75.2% |
| ステンレス | 5.3 | 1.7% |
| 非鉄混合金属 | 10.3 | 3.2% |
| ハーネス | 5.6 | 1.8% |
| 非鉄付ダスト | 20.5 | 6.4% |
| ダスト | 12.5 | 3.9% |
| 合計 | 294.7 | 92.1% |
| ロス | 25.3 | 7.9% |



鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト

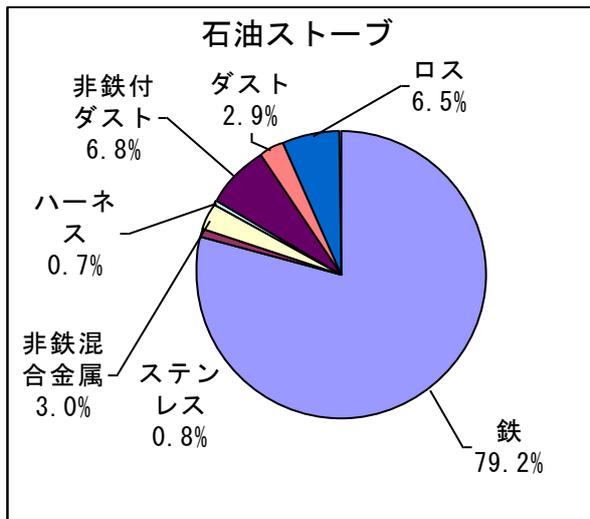


ダスト



品目：S-4 石油ストーブ（B）

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 226.0 | 100.0% |
| 鉄 | 179.0 | 79.2% |
| ステンレス | 1.9 | 0.8% |
| 非鉄混合金属 | 6.8 | 3.0% |
| ハーネス | 1.5 | 0.7% |
| 非鉄付ダスト | 15.4 | 6.8% |
| ダスト | 6.6 | 2.9% |
| 合計 | 211.2 | 93.5% |
| ロス | 14.8 | 6.5% |



シュレッダー投入前



鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト

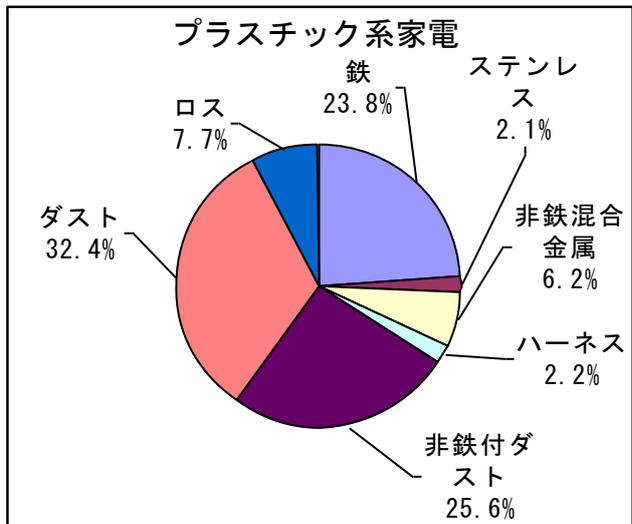


ダスト



品目：S-5 プラスチック系家電（炊飯器、電気掃除機、電気ポットの計）（B）

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 324.0 | 100.0% |
| 鉄 | 77.0 | 23.8% |
| ステンレス | 6.9 | 2.1% |
| 非鉄混合金属 | 20.0 | 6.2% |
| ハーネス | 7.0 | 2.2% |
| 非鉄付ダスト | 83.0 | 25.6% |
| ダスト | 105.0 | 32.4% |
| 合計 | 298.9 | 92.3% |
| ロス | 25.1 | 7.7% |



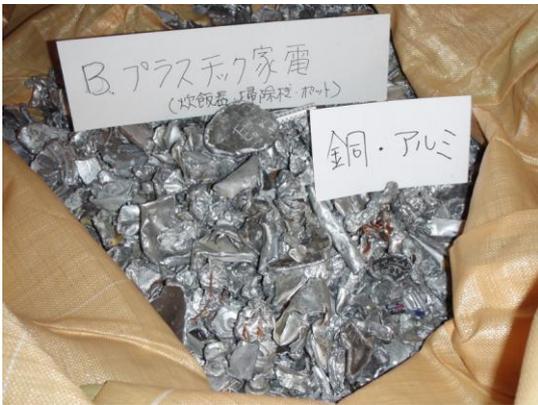
鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト

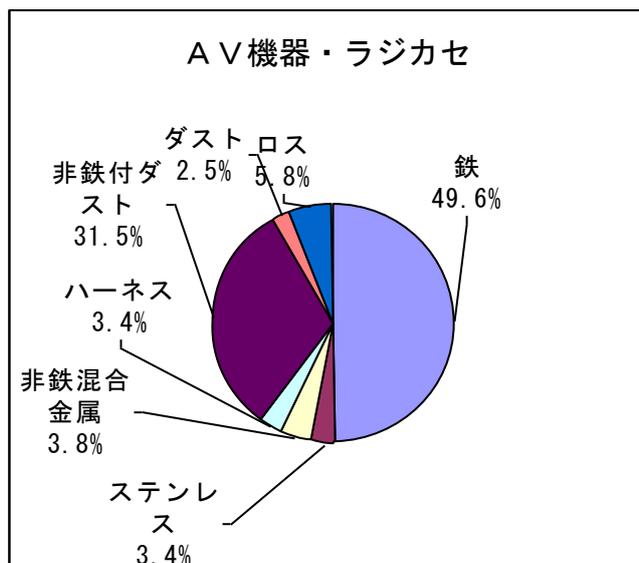


ダスト



品目：S-6 AV機器・ラジカセ（B）

| 項目 | 重量 (kg) | 構成比 (%) |
|--------|---------|---------|
| 投入量 | 116.0 | 100.0% |
| 鉄 | 57.5 | 49.6% |
| ステンレス | 4.0 | 3.4% |
| 非鉄混合金属 | 4.4 | 3.8% |
| ハーネス | 4.0 | 3.4% |
| 非鉄付ダスト | 36.5 | 31.5% |
| ダスト | 2.9 | 2.5% |
| 合計 | 109.3 | 94.2% |
| ロス | 6.7 | 5.8% |



鉄



ステンレス



非鉄混合金属



ハーネス



非鉄付ダスト



ダスト



参考資料 3 : 有害物質分析を行った試料



PC (プリント基板)



ビデオデッキ (プリント基板)



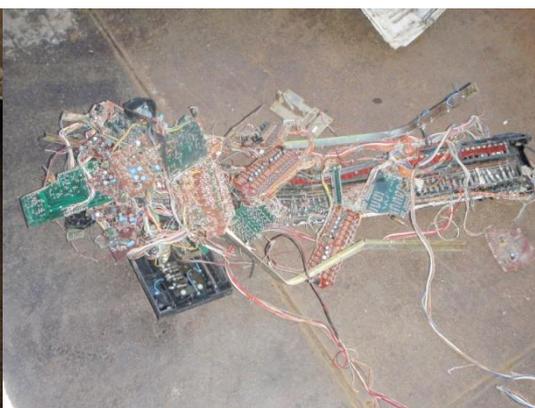
ストーブ (プリント基板)



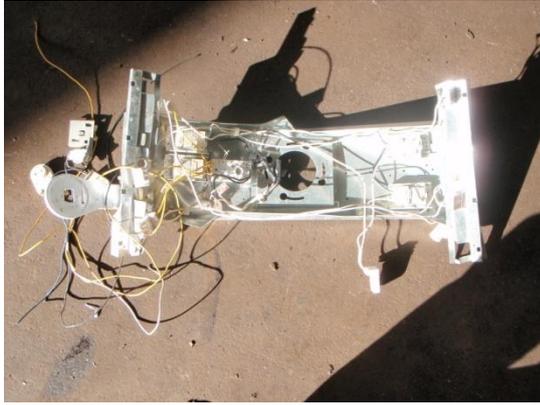
電話機 (プリント基板)



湯沸器 (電線被覆)



シンセサイザー (電線被覆)



照明器具（電線被覆）



照明器具コネクター（ハンダ・コネクタ廻り）



電飾（電線被覆）



ワープロ（液晶モニタ関係）