

平成 20 年度廃棄物処理等科学研究費補助金

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
(K2015)

平成 21 年 3 月

国立環境研究所

東京大学大学院
消防研究センター

海上保安試験研究センター
海上保安大学校

寺園 淳

中島謙一

吉田 綾

村上進亮

古積 博

佐宗祐子

山崎ゆきみ

鶴田 順

廃棄物処理等科学研究費補助金 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（K2015）
- ・ 国庫補助金精算所要額（円）＝18,623,000
- ・ 研究期間（西暦）＝2008-2010
- ・ 研究年度（西暦）＝2008
- ・ 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）、鶴田 順（海上保安大学校）
- ・ 調査請負業者＝(株)鉄リサイクリング・リサーチ、(株)リーテム、金城産業株式会社、特定非営利活動法人 災害情報センター、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と輸出 (寺園、林* ¹ 、吉田、中島、村上)	
2.1 金属スクラップの発生と輸出	5
2.1.1 金属スクラップの発生	5
2.1.2 金属スクラップの輸出	8
2.1.3 雑品	10
2.1.4 近年の価格動向	11
2.2 品目・組成調査結果	12
2.2.1 火災現場の調査	12
2.2.2 品目調査 (一回目)	12
2.2.3 品目調査 (二回目)	16
2.2.4 品目調査のまとめ	20
2.2.5 組成調査	25
2.3 まとめ	28
第3章 金属スクラップの火災 (古積、山崎、若倉* ²)	
3.1 火災発生状況と推定原因	29
3.1.1 火災発生状況	29
3.1.2 事例調査	29
3.1.3 試料の分析	34
3.1.4 火災原因の推定	38
3.2 原因調査に関連した実験等	40
3.2.1 CHETAHによる危険性評価	40
3.2.2 熱分析、熱量測定	41
3.2.3 火薬類に対する危険性評価試験の適用	43
3.2.4 実験結果のまとめ	45
3.3 過去の事故事例調査	45
3.3.1 電池の事故事例	46
3.3.2 プラスチックの事故事例	47
3.3.3 金属の事故事例	47
3.4 災害防止のための必要な対応策	48
3.5 まとめ	50
第4章 法的検討 (鶴田、吉田)	
4.1 有害物質・家電等の混入原因	52
4.1.1 国内リサイクル法との関係	52
4.1.2 バーゼル条約およびバーゼル法の輸出規制の対象	52

4.2	バーゼル条約およびバーゼル法の諸問題-----	59
4.2.1	事前相談制度-----	61
4.2.2	問題ケースの分類-----	62
4.2.3	バーゼル法の輸出規制とその実効性-----	62
4.3	まとめ-----	64
	研究発表一覧-----	66
	知的所有権の取得状況-----	66

参考資料

- 1 (株)鉄リサイクリング・リサーチ
- 2 特定非営利活動法人 災害情報センター

第1章 研究課題の概要

・研究目的＝

近年輸出が増加している循環資源（廃棄物等）の中で、2006年には770万tもの鉄スクラップが中国などへ輸出されている。これらは大量であるのみならず、鉛などの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もあるほか、近年は貨物船での火災事故も生じるなど、環境と災害上の問題が懸念されている。このような鉄スクラップについて、どのような有害物質や混合物が混入しているか、火災の発生・拡大の原因は何であるかなどの知見が不足し、適切な安全管理・行政指導が十分に行えていない状況にあると考えられる。このため、発生源・分類・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、輸出の現状からみた法制度面の課題や、特に輸出の現状と国内のリサイクル制度との関連性を検証する。

・研究方法＝

1 金属スクラップの品目・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、発生源と内容を分類する。次に、輸出量が多く、有害物質や火災と関係が深いと考えられる金属スクラップについてサンプリングを行い、品目調査と一部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、中国における当該品目の取り扱い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や使用済み家電製品などが混入したり、国内のリサイクル制度のルートから外れている現状の要因を分析する。まず、国内の輸出規制として、バーゼル法及びその他関連法の規制、事前相談制度、税関検査の実施状況を把握するとともに、その実効性や課題を整理する。また中国の輸入規制として行われている船積み前検査などの運用状況を把握する。これら輸出入両国の法規制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機能しているかについて検討する。

・結果と考察＝

1 金属スクラップの品目・組成調査、物質フロー分析

2007年に輸出された鉄スクラップ645万tのうち、「その他(鉄)スクラップ」(HS 7204.49900)が412万tあり、この中には「雑品」と呼ばれる、鉄と銅・アルミなどの非鉄、プラスチックなどが混合されたスクラップが多くを占めていると考えられた。

品目については、火災現場の調査から、電池類、基板、廃家電製品などを確認した。

関東において金属スクラップ10tずつに対して実施した品目調査(一回目)からは、産業系スクラップが96.6%と大半を占めていた。有害物質の観点から、鉛バッテリー、電池類、基板が含まれていた。また、火災事故を引き起こす可能性のある物品として鉛バッテリー、電池類や、家電製品など国内の回収・リサイクル制度のルートから外れて輸出対象となっているものがあることが確認された。

四国において同じく実施した品目調査(二回目)からは、産業系74.8%、パソコン・OA機器類3.9%、家庭系17.1%という結果を得た。産業系の中では各種機械類が、パソコン・OA機器類は一回目よりも比率が高く、パソコンなどが多く確認された。

二回の品目調査で確認された各品目に対して、バーゼル法などによる規制対象に該当するかなどといった解釈を試行した。明らかに規制対象といえるのは鉛バッテリーのように少数であり、パソコンやOA機器類については有害物質の含有量基準などで判断されると思われた。一方、雑品中に含まれる各種機械類や家電製品などの多様な品目については、有害物質含有の判断は容易ではなく、分析方法の標準化などが求められる。

また、一部の品目については機械破砕と手解体による組成調査を実施し、機械破砕による場合はダスト比率が高いことや、ダストに基板が含まれることがわかった。

2 火災発生原因の解明と対策

金属スクラップによる過去の火災・事件事例、火災の現地調査を行い火災の原因物質を調べた。火災の原因には、様々な可能性が考えられるが、リチウム電池や鉛蓄電池等の電池類が火災現場で見つかったケースもあり、火災を引き起こす可能性があることがわかった。そこで、CHETAHによる計算及び実験から電池類の危険性を明らかにした。電池類が混入しないよう、そのリサイクルが重要である。また、電池類以外にも多くの危険性物質が混入しており、できるだけこれらの除去をする必要がある。

金属スクラップ火災に対する有効な消火戦術は、火災環境の開放度により異なる。特に消火が困難な開放空間における堆積物火災に対する有効な消火方法の確立を目的として、泡の延焼阻止効果を実験的に調べ、有効性を確認した。

引き続き、上記実験を続けて火災原因物質の特定を進める。また、火災が起きた場合の対策についても引き続き検討を進める予定である。

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、金属スクラップに電池や使用済み家電などが混入したり、国内リサイクルに回りにくい現状およびその影響を考察した。

輸出入規制として、国内におけるバーゼル法、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機能しているかを検証した。

日本政府は、いくつかの不適正事例の発生をふまえ、輸出業者からの「事前相談」を通じて得た情報の関係省庁間での共有やバーゼル法の該否判断基準の明確化等を通じて、日本におけるバーゼル条約の実効的な実施を模索してきたといえる。しかしながら、不適正事例に係る関係省庁間の情報共有については必ずしも十分とはいえず、また、虚偽の輸出申請がなされた場合に、「税関で見抜く」ということがない限り、バーゼル法上の手続きが完全に迂回されたまま輸出されてしまうという問題は、これらの措置によって必ずしも克服されるものではない。

・結論＝

各種統計や現地調査に基づき、「雑品」「ミックスメタル」などと称される金属スクラップの発生源やフローの概略を把握した。火災現場の調査から、電池類、基板、廃家電製品などを確認した。関東と四国において金属スクラップ 10t ずつに対する品目調査から、各種機械類などの産業系スクラップ、電気電子機器類が多いこと、及び電池類などが含まれることを確認した。一部の品目は機械破碎と手解体による組成調査を実施し、機械破碎による場合はダスト比率が高いことや、ダストに基板が含まれることがわかった。

過去の火災・事件事例の解析などにより、リチウム電池、鉛蓄電池が火災発生原因になる可能性が高いことが明らかになった。これらの物質について高感度熱量計等によって、火災発生・拡大に関する基礎的知見を明らかにした。

電池類等について、バーゼル条約・法の解釈を整理し、関連の輸出規制の運用および実効性の分析をした。火災や違反事例などの情報について、関係者で共有しにくいなどの運用上の課題を把握した。

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), Jun Tsuruta (Coast Guard Academy)

- ・ 要旨 (200 語以内) =

Based on statistics and field study, we surveyed the material flow of scrap metal, so-called “Mixed metal scrap” or “Zappin”(in Japanese), that was mainly exported to China. From the field study of fire accidents of scrap metal for export, various batteries and print circuit boards and other dubious hazardous materials were observed. We sampled 10 tons of scrap metal twice in order to examine contained items and hazardous materials in the scrap metal. As a result, many industrial scrap machines and E-waste with some batteries were identified. Further composition analysis was implemented for certain items such as desktop personal computers, using manual dismantling and shredder/separation machines. Shredder generated many fraction of dust compared to manual dismantling.

According to the analysis of the past fires, lithium batteries and lead acid batteries were considered to have the high possibility of causing fire. We also clarified basic characteristics of fire occurrence and spread, using high sensitivity calorimeters.

From the legal perspective of export control, the interpretation, application and effectiveness of Basel Convention and its related domestic regulations was examined, especially with reference to export of waste batteries. Some operational tasks were identified including communication of information on the fire accidents or illegal cases.

- ・ キーワード (5 語以内) =

Scrap metal, export, hazardous materials, fire, battery

第2章 金属スクラップの発生と輸出

2.1 金属スクラップの発生と輸出

2.1.1 金属スクラップの発生

主に鉄スクラップに着目して、発生量を把握した。鉄スクラップは発生源別に、自家発生スクラップ、加工スクラップ、老廃スクラップに分類される。自家発生スクラップは、回収後ほとんどは自社内で再利用される。このため、加工スクラップと老廃スクラップが市中スクラップと呼ばれている。

(1) 自家発生スクラップ

自家発生スクラップは鉄鋼生産過程時に発生する。例えばホットコイルの先端(舌と呼ばれる)と両端(耳と呼ばれる)、鉄筋棒鋼の先端など最終製品になれない部位である。そのほかミスロールや半製品などがある。生産メーカーが毎月経済産業省に報告している生産動態統計のなかの「原材料・生産又は発生」が該当し、集計結果は同省「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」で公表される。

業態別に分けると、表 2.1.1 に示すように高炉メーカーは 970 万 t (全体の 61%)、電炉メーカーは 316 万 t (同 20%)、鋳物メーカー 294 万 t (同 19%) であり、高炉材が 6 割以上を占める。回収後多くは自社内の溶解炉に製鋼原料として戻される。このためリターンスクラップとも呼ばれる。その他、路盤材や補修などの使用もある。

表 2.1.1 2007 年度の自家発生くず発生量

(出典：鉄源年報)

EMBED Excel.Sheet.8

(2) 加工スクラップ

加工スクラップは、製造業で自動車や家電等製品を製造する時に発生するスクラップを言い、工場発生くずとも言われる。切り板くず、打ち抜きくず、切削くず、切り粉などであり、流通時は、新断(=切板くず、打ち抜きくず)、銑屑(=鋳物生産時のスクラップ)、鋼ダライ(=ねじ生産時の切削くず、切り粉)と名称がつく。

行政統計では報告義務がないため把握されていないので、発生推計は、(社)日本鉄源協会が 5 年に 1 度、各製造業に対して実施している「加工屑発生実態調査」によって得られる部門別発生率及び出荷率を用いている。日本鉄鋼連盟が推定する部門別鋼材消費量に乗じて求めており、データの制

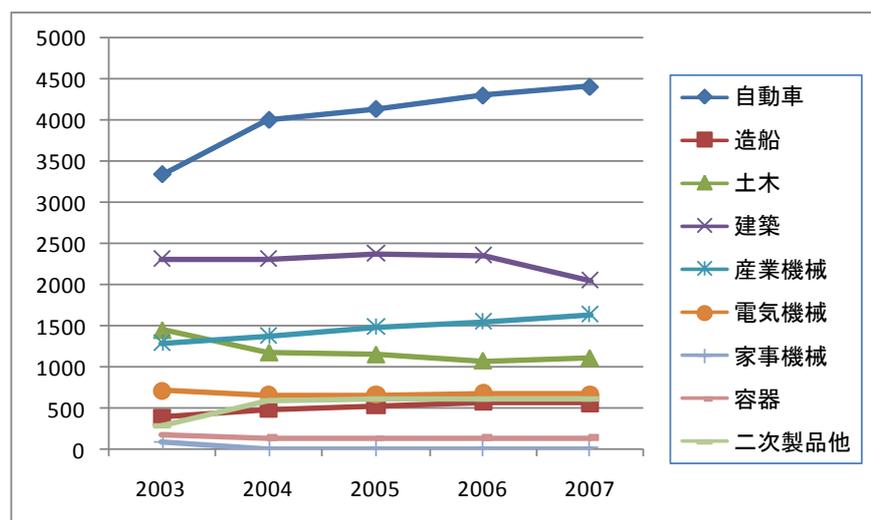


図 2.1.1 部門別加工スクラップ出荷量の推移(1000 t)

(出典：鉄源年報)

約から年次のみである。また、同協会が毎四半期に実施している「鉄源流通量調査」では、流通品目別に購入ベースのデータが把握できる。

2003 年実態調査による部門別出荷率を用いた 2007 年度の推定加工スクラップ出荷量は 1,124 万 t である。部門別では自動車部門が 440 万 t (全体の 39%) で一番多く、次いで建築 205 万 t、産業機械 164 万 t、土木 111 万 t、電気機械 68 万 t 等となっている (図 2.1.1)。

素性の判明しているスクラップであることから、主体を占める「新断」は自家発生くずに次いで使い勝手のよいスクラップに位置し、高品位くずに類する。鋼材の品質管理が厳しい特殊鋼電炉メーカーや鋳物メーカーの主原料となっており、通常発生工場とこれら使用メーカーとは量や価格についてひも付き関係 (固定的な契約関係) にある。高炉メーカーの市中スクラップ購入の主体は、この加工スクラップ (= 新断) となっている。輸出量は未だ少ない (「切削くず・打抜きくず」として 2007 年 61 万 t) が、韓国を主とする海外の引き合いも「新断」が主となっていることから、鉄スクラップ価格上昇の震源となっている。

(3) 老廃スクラップ

老廃スクラップはさまざまな鋼構造物や製品が老朽化してくず化したものである。多様な形状や多種の非鉄が付着したまま老朽化したものが多いため、製鋼原料として使用するには、選別や加工が必要となっている。加工後は、形状によりヘビースクラップ、シュレッタースクラップ、プレススクラップの名称で流通され、今や市中スクラップの 70% を占める。

発生量を表す統計的データは存在しないため、日本鉄源協会などでは現在行政統計で把握されている国内市中スクラップ購入量から前述の加工スクラップを差し引いた残りを老廃スクラップとみなしている。

2007 年度の国内市中スクラップ購入量は 3,824 万 t であった。これには高炉メーカーから系列電炉メーカーに分譲されたリターンくずを含む (電炉メーカーは有償購入のため、国内購入量の範疇に入ってしまう) ため、需給差分 61 万 t を差し引いている。修正購入量 3,763 万 t から前述の加工スクラップ 1,124 万 t を差し引いた残り 2,640 万 t が老廃スクラップ購入量となる。すなわち国内メーカーの老廃スクラップ使用量は 70.2% である。

しかし、国内購入量は国内鉄鋼メーカーの購入量であり輸出分は含まないため、この値に輸出される老廃スクラップを加えたものがマクロ的に求めた老廃スクラップ全量となる。輸出老廃スクラップは、HS コード「その他のスクラップ」 (HS7204-49-900) 内に

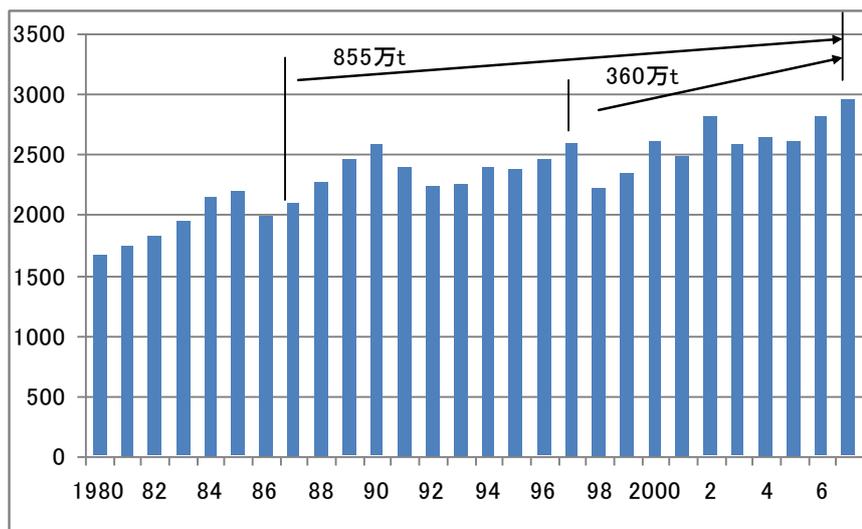


図 2.1.2 推定老廃スクラップ推移 (1000 t)

(出典：鉄源年報)

含まれているとみられるが、現在の HS コードからスクラップ品種は判別できない。概ねその他スクラップ輸出量の 1/2 とみて 320 万 t を加え 2,960 万 t と推察される。

マクロ的に推定した老廃スクラップ総量の推移をみると、図 2.1.2 のように、景気変動の影響を受けて山谷を描きながらも、過去 10 年で 360 万 t、20 年前とは 855 万 t と着実に増加してきている。しかし、2003 年以降顕著となってきている「雑品」(2.1.3 で後述) がこの数量把握を不透明とさせているのが実態である (HS7204-49-900 は汎用品名コードとなっており、加工処理された老廃スクラップ以外のものが混在していて区別できない状態となっている)。

さらに、老廃スクラップの発生源別推計について、土木・容器・産業機械・電気機械・家庭用事務用機械・二次製品に対しては耐用年数方式を、建築・自動車に対してはストック方式を用いた推計によって、把握する試みがなされている。その結果、建設部門 41% (建築 24.7%、土木 16.2%)、産業機械 13.1%、自動車 12.6%、二次製品 11.1%、電気機械 7.9%、家庭用事務用機械 6.6%、容器 5.3% 等であり、建設部門からくず化されたスクラップが 40% を占める (図 2.1.3)。

老廃スクラップは市中くずの 70% を占め、鉄スクラップの主体となっている。しかしさまざまな製品がくず化したものであり、素材構成は複合的であることから、使用にあたっては選別、切断、破砕などの加工処理が必要なスクラップとなっている。

(4) 鉄スクラップの加工処理・流通

発生から消費までの流れをみると、中間に位置する加工処理の役割が重要であることが明白である。主な加工処理設備には、長いものをサイジングするギロチンシャー、鋼板製品を破砕するシュレッダー、缶などの減容化を行うプレス機、そして大型構造物を切断するガス切断があり、全国に分布している。

鉄スクラップの流通フローは図 2.1.4 のように示される。

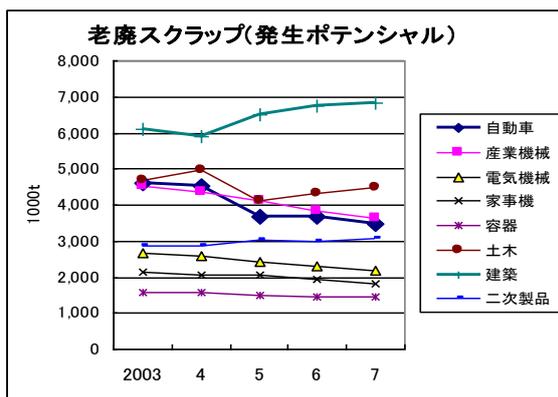


図 2.1.3 部門別の老廃スクラップ推定発生量 (出典：鉄源年報)

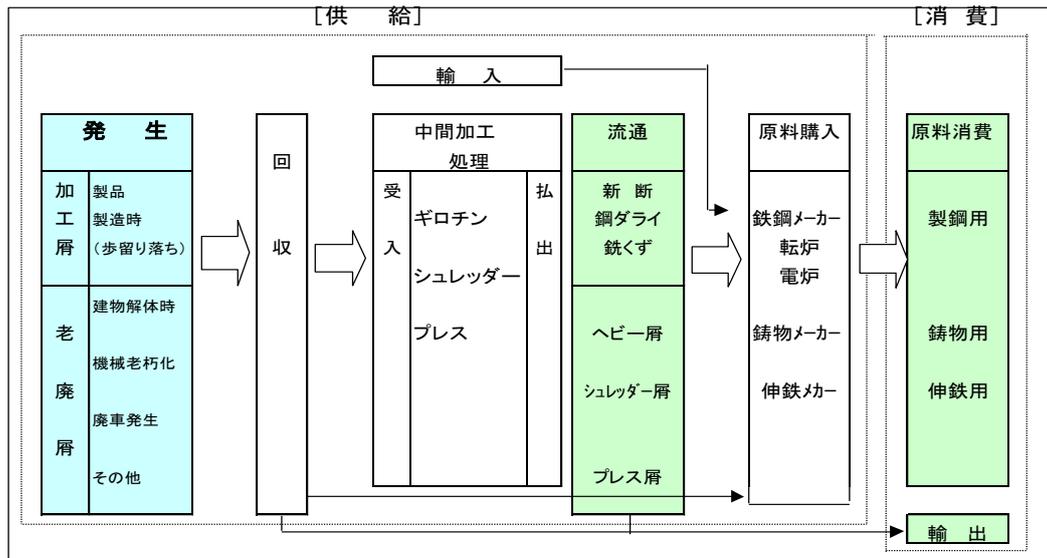


図 2.1.4 鉄スクラップの流通フロー

2.1.2 金属スクラップの輸出

(1) 金属スクラップの輸出

ここでも、主に鉄スクラップについて議論する。2.1.1 で示したように国内で購入（消費）されるもの以外に、輸出される鉄スクラップは2007年において645万t存在することが貿易統計からわかる。この内訳は、表 2.1.2、図 2.1.5 に示すように切削・打抜スクラップ 61.4 万t、ヘビースクラップ 143.0 万t、その他スクラップ 412.1 万tなどとなっている。

切削・打抜スクラップは鋼材の加工工程で発生するスクラップで、輸出される鉄スクラップの中でほぼ唯一の加工スクラップと考えられる。輸出される鉄スクラップ全体について、2.1.3(3)で記したように、日本鉄源協会では半分程度を老廃スクラップとしている。残りは、切削・打抜スクラップなどの加工スクラップを除いて、雑品とみられている。

表 2.1.2 2007年の鉄スクラップ輸出量

(出典：財務省貿易統計)

単位 1000t、%

		2007年	構成比
7204.10-000	鑄鉄のくず	10.3	0.2
7204.21-000	ステンレス鋼スクラップ	219.8	3.4
7204.29-000	その他合金鋼くず	31.7	0.5
7204.30-000	錫メッキスクラップ	3.1	-
7204.41-000	切削・打抜スクラップ	614	9.5
7204.49-100	ヘビースクラップ	1430.3	22.2
7204.49-900	その他スクラップ	4121.3	63.9
7204.50-000	再溶解用インゴット	16.8	0.3
計		6447.3	100.0

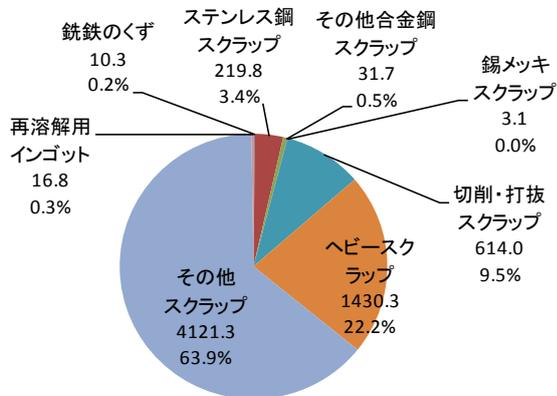


図 2.1.5 2007年の鉄スクラップ輸出量（単位：1,000t）

(2) 輸出先

鉄スクラップの輸出先は東アジア3カ国（韓国、中国、台湾）に96%を依存している。この要因に①3カ国のスクラップ需要が旺盛であること、②日本の積み出し港にハード面の事情があげられる。

2000年以降の動きを見ると、2001年から2005年まで中国が第1マーケットであった。2006年、2007年は韓国と中国が入れ替わり、韓国が1位、中国2位、台湾3位となった。しかし2008年は再び中国が1位となっている（図2.1.6）。

輸出向け先推移

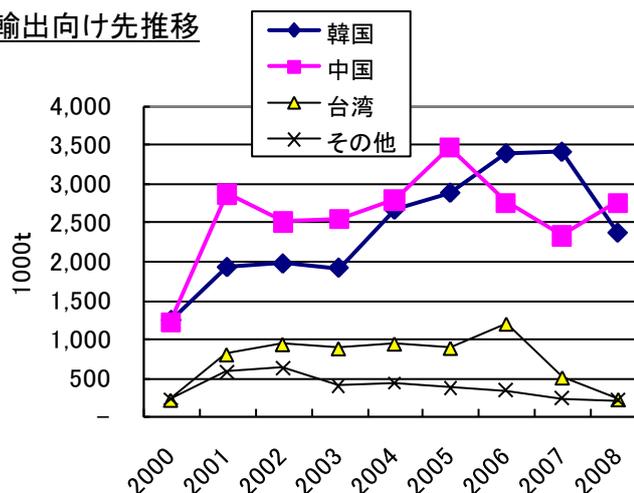


図 2.1.6 鉄スクラップの輸出先の推移

2008年は、鉄スクラップ価格乱高下があり、特に前半の高騰期、韓国は高い日本屑の購入から撤退。加えて10月以降の世界同時不況下では、需要減退による減産実施からスクラップ輸入減少を余儀なくしている。一方、中国は、急落した価格を目当てに11月、12月ともに日本くずの購入が復活した。中国の増加は実需によるものでなくコスト面での対応によると考察されている。

(3) 船積みに至るまでの検収の流れ

鉄スクラップ事業所で加工処理された後、船積みまでの検収の流れを図2.1.7に示す。商社が重要な役割を担っており、扱ひ商社は鋼材の輸出や鉄鉱石などの鉄鋼原料輸入を扱う総合商社がメインである。

- ・スクラップ事業者が複数の場合；
商社のヤード②へ保管。商社で受入れ検収 a。検収 a は日本鉄源協会統一検収規格。
その後、配船が決まった段階で日本海事検定協会の検収 b を受けるため岸壁へ搬送。
- ・スクラップ事業者単独で1船立てられる場合；
直接海事検定協会の検収を受ける。（現状は複数のケースが多い。）
- ・日本海事協会の検定；
検収 b は関東地区の場合、H9年2月関東鉄源協議会との協議に基づく。
- ・仕向け先が中国以外の場合；海事検定終了後船積み。
- ・中国向けの場合；
日中商品検査が船積み前検査を実施（多くは海事検定が代行）。
- ・「雑品」の場合；
専門商社が集荷、輸出手続きを行い、岸壁へ搬送。④の海事検定、⑥の日中商品検査を経て船積み。
- ・船積みと通関
荷役業者（ｽﾌﾞ）、通関業者（乙仲）が行い終了後、税関により検査され、この時点で HS 通関コードが付与される(検収 C)。税関による検査は場所のない東京湾では積み込み後の「本船通関」、場所のある名古屋では積み込み前に岸壁でおこなう「土場通関」であり地区によって

異なる（概ね「本船通関」）。

従って HS コードの付与は通関時であって、それまでは国内の流通品目名（日本鉄源協会統一検収規格）で行われている。

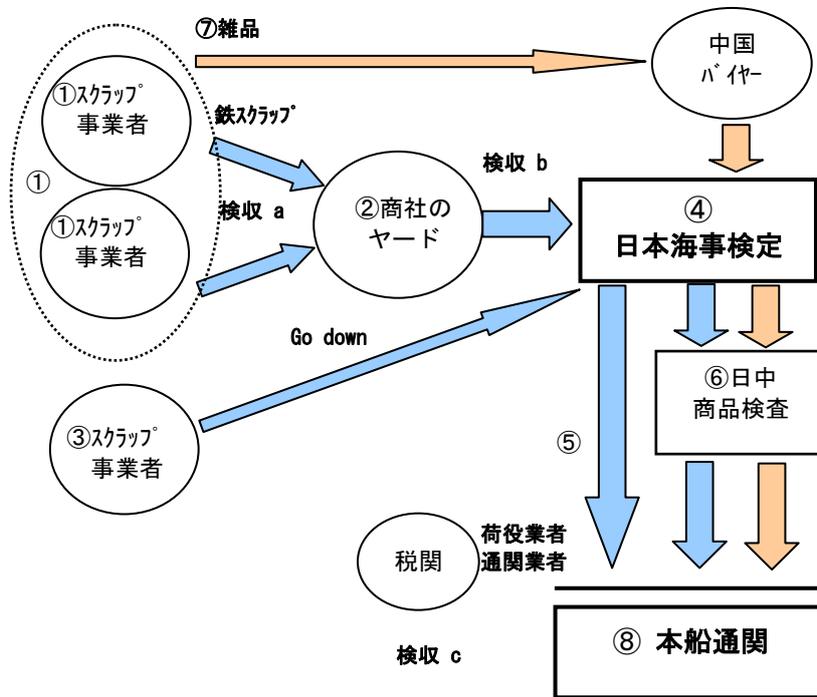


図 2.1.7 船積みまでの検収の流れ

2.1.3 雑品

「雑品」という言葉の正確な定義はないが、スクラップ業界では、鉄と銅・アルミなどの非鉄、プラスチックなどが混合されたスクラップを指しており、「銅付き未解体鉄スクラップ」「鉄付き非鉄スクラップ」とも呼ばれている。2.2 で独自の調査結果を示すが、モーター、配電盤、湯沸かし器、コンプレッサー、家電類、OA 機器など主として銅が付着した未解体の使用済み鉄鋼製品をいい、処理難物である大型機械などの未解体鉄スクラップも含む。これらはかつて国内の鉄スクラップ事業所でガス溶断後、ギロチンやシュレッダーなどで加工処理され、鉄は製鋼メーカーに、非鉄は非鉄精錬に引き取られリサイクルされていた。しかし中国の銅需要急増と安価な労働力を求め、また大型機械は解体に広い場所が必要なこともあり、未解体（未処理）のまま輸出されることが 2003 年頃より顕著となった。

他に類似語として「ミックスメタル (Mixed Metal Scrap)」があり、輸出業者においてはインボイスなどの業者間の取引書類のみならず、バーゼル法にかかる事前相談書などにおいても、雑品とともに同義語として使用されていることがわかった。

しかしながら、鉄スクラップ業界では「(シュレッダー) ミックスメタル」については、シュレッダーで破碎処理された後、磁力選別される鉄とは別に選別回収された非鉄金属を指しており、「雑品」とは区別されている。これらの用語については、関連する業者の間でも理解や解釈が異なる場合があるため注意が必要である。なお、本研究の対象は、雑品と称される金属スクラップである。

スクラップ業者に対するヒアリング情報によれば、雑品の回収ルートは概ね図 2.1.8 に示すような4ルートが考えられる。このうち①②が全体の80%程度を占めており、③、④は各10%とみられる。

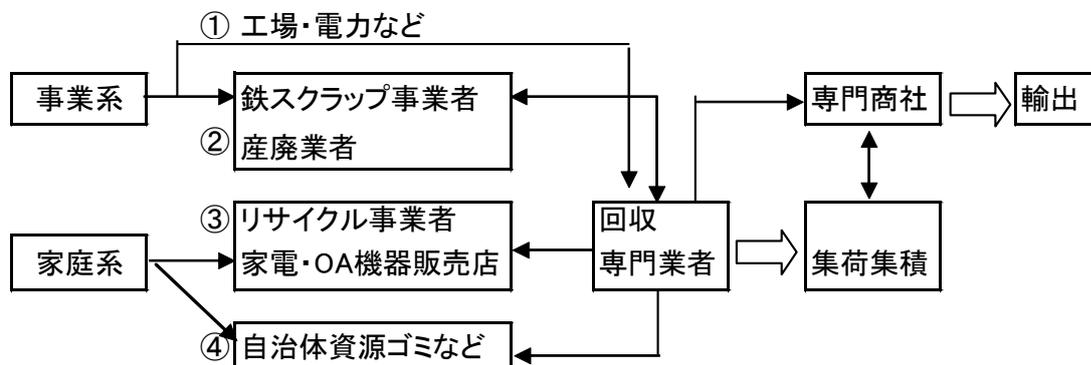


図 2.1.8 一般的な雑品の回収ルート

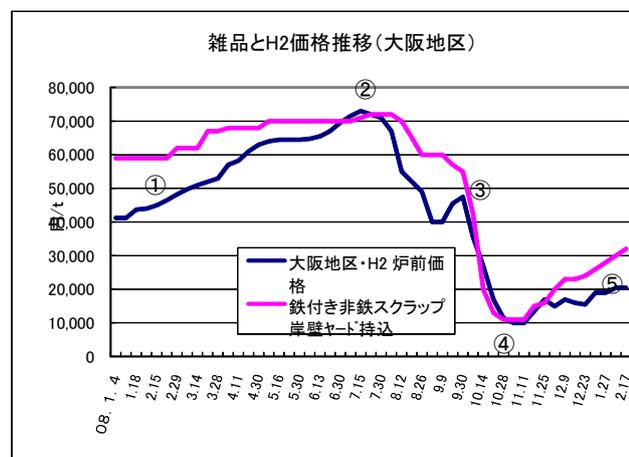
ここで、「廃棄物」「スクラップ」という用語についても特記する。自家発生スクラップと加工スクラップというまでもなく、老廃スクラップや雑品を含めて、特殊な場合を除いて通常は有償で取引されている。(2.1.4で雑品の価格動向を示す。)その意味では、廃棄物処理法上の廃棄物とは言えない。

ただし、様々な鋼構造物や製品が老朽化して屑化したものである老廃スクラップは、一般には使用済みの廃棄物とみなされよう。さらに、雑品は雑多な製品が混合されているスクラップであり、見かけ上は廃棄物と認識されることが多いであろう。

それでも、「廃棄物の輸出」と称した場合、逆有償のスクラップの輸出と誤解されてしまう恐れもある。実際には、雑品であっても輸出される場合は有償であるため、廃棄物処理法(の国内処理原則)に基づいて環境大臣の確認を得て輸出されているものではない。したがって、本研究では誤解を避けるために「廃棄物」の用語は控え、できるだけ金属「スクラップ」などの用語を用いている。

2.1.4 近年の価格動向

図 2.1.9 は鉄スクラップ価格(H2 電炉前価格で代表)と雑品(鉄付き非鉄スクラップ)価格の推移である。2008年初頭に約20,000円/tの値差があった(①)が、その後鉄スクラップ価格が上伸して差が縮まるとともに7月には鉄スクラップ価格が雑品価格を上回る状態となった(同②)。高くなりすぎた鉄スクラップ価格は調整局面となるが9月上旬に底を打ち、需要の回復とともに9月末まで上昇する(同③)。しかし10月に入り再び下降局面をたどり、10月の下落47,000円/t台か



データ: 日刊市況通信社調べ

図 2.1.9 雑品と鉄スクラップの価格推移

ら11月初めに1万円/tを切る大暴落であった(同④)。現状(2009年2月上旬)は31,000円/tとなり値差も12,000円/tまで回復してきた(同⑤)。

雑品価格は、日本の鉄スクラップ価格変動に中国における銅資源需給による銅相場変動が加わっており、双方のズレや輸出時のタイムラグがあっても必ずしも一致していない点もあるが、主素材であるFe(=鉄スクラップ)価格とほぼ連動している。

2.2 品目・組成調査結果

火災現場などで金属スクラップの概略を把握するとともに、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実際に10tずつのサンプリングを行い、品目調査と一部組成調査を実施した。

2.2.1 火災現場の調査

2008年は4箇所の金属スクラップ火災現場を訪問し、火災後の内容物や関係書類の確認に加えて、現地消防関係者との意見交換などを実施した。一例として、大阪における金属スクラップでは、商品説明書によれば、高炉・電力会社・リサイクル業者由来の金属スクラップ(輸出許可通知書では銅スクラップ)となっていたが、実際には配電盤・産業機械を含む産業系スクラップに、エアコン・洗濯機・ビデオデッキなどの家電を含む家庭系スクラップや、家庭ごみも混入されていた。書類上の内容と実物との相違が確認されたことから、輸出物の検査体制の再確認が必要と考えられた。

2.2.2 品目調査(一回目)

(1) 調査の概要

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を関東において2008年10月に10t(実量10.59t)サンプリングし、翌11月に重機や手作業によって品目別に選別を実施した。まず大きく①産業系スクラップ、②家庭系スクラップ、③その他に分類し、さらに有害性、危険性等の観点から細かく42種類に分類し、品目別に個数と重量を測定した。選別前の状態を図2.2.1に示す。



図 2.2.1 品目調査(一回目)を行った
金属スクラップ

(2) 発生源など

サンプリングした金属スクラップは、通常であれば雑品輸出業者によって、危険性・有害性などの観点から、モーター、ポンプ、コンプレッサー、鉛バッテリー、タイヤ、基板、木くず、その他一般廃棄物を事前除去した後に中国へ輸出されるものであった。今回は事前除去や検査が不十分な状態で輸出状況を想定した調査のために、あえてこれらの事前除去無しに金属スクラップの提供を受けて調査をすることとした。

提供を受けた雑品輸出業者へのヒアリングによれば、発生元としては、鉄スクラップ業者と建設（解体）現場が多くを占めていた。

鉄スクラップ業者に搬入されたもののうち、サイズが大きいものや強固（鋳物等）なものは破碎機や切断機にかけられないため、輸出業者に回ってくるケースが多い。またスクラップで発生する鉄、アルミ、銅、ステンレスは素材ごとに全く違う処理ルートに流す必要があるため、解体・選別の手間がかけられない複合品が多く搬入されてくるとのことである。

建設（解体）現場では、スペースや作業上の問題から排出物の選別に手間がかけられないことから、そのまま業者に出されるケースが多い。解体業者と建設業者のそれぞれから持ち込まれるケースがあり、品目的には以下のものが多くみられる。

工場系 → 機械設備、受電設備、配電盤、給湯機、業務用エアコン、
厨房機器、鉄骨、トタン等

民家系 → 家電品、アルミサッシ（窓枠）、ボイラー、厨房機器、
鍋、釜、やかん等

比率的には鉄スクラップ業者から入ってくる方が多い。建設現場からの搬入は頻度としては少ないが、1回あたりの搬入量は比較的多い。内容物の質の面では建設現場から搬入されるものは粗悪品の傾向が見られる。

その他スポット的に製造工場発生のもものが搬入されるケースもある。

なお、図 2.9 に示した雑品の価格変動からは、今回サンプリングした 2008 年 10 月は価格下降局面であり、品質が良いものが主体となる傾向があると考えられた。

(3) 調査結果

品目別の個数・重量の調査結果を表 2.2.1 に示す。重量構成比としては、産業系スクラップが 96.6%と大半を占めており、家庭系スクラップが 2.1%、その他（コンプレッサー、基板）が 0.4%、その他（無価物）が 0.9%であった。産業系スクラップのうち、モーターが 3,332kg で、全体の 31.5%を占め一番多かった。次いで、鉄系大型産業機械が 2,120kg で 20%を占めており。厨房機器、鉄非鉄混合大型産業機械、密閉物（タンク等）といった産業系の大型金属スクラップが続いている。ただし、調査対象品の供給業者によれば、このモーターの割合は通常取り扱われる金属スクラップに比べ高い構成となっており、これらは工場由来のものであると指摘されている。

また、選別後の各部品・素材の一部を図 2.2.2 に示す。

表 2.2.1 品目調査（一回目）の結果

	NO.	品 目	個 数	重量 (kg)	重量構成比(%)
産業系 スクラップ	1	自動車用鉛バッテリー	4	33.5	0.3%
	2	小型鉛バッテリー	2	0.6	0.0%
	3	その他電池類	2	1.1	0.0%
	4	配電盤	3	192.0	1.8%
	5	モーター	71	3,332.0	31.5%
	6	密閉物(タンク等)	5	580.0	5.5%
	7	ラジエーター	7	210.0	2.0%
	8	ガソリンスタンド機器	1	31.9	0.3%
	9	エンジン類	2	124.0	1.2%
	10	厨房機器	3	1,190.0	11.2%
	11	冷蔵ショーケース	5	210.0	2.0%
	12	計測機器	4	12.4	0.1%
	13	鉄系大型産業機械	5	2,120.0	20.0%
	14	鉄系産業スクラップ	—	316.0	3.0%
	15	トタン系鉄くず	—	384.0	3.6%
	16	鉄パイプ	3	14.8	0.1%
	17	型鋼くず	2	196.0	1.9%
	18	鉄非鉄混合大型産業機械	9	1,030.0	9.7%
	19	鉄非鉄混合産業スクラップ	—	220.0	2.1%
	20	銅管	—	6.7	0.1%
	21	アルミくず	—	3.9	0.0%
	22	電線類	—	19.4	0.2%
	小 計			10,228.3	96.6%
家庭系 スクラップ	23	パソコン(デスクトップ)	3	28.6	0.3%
	24	パソコン(ブラウン管モニタ)	1	13.5	0.1%
	25	パソコン部品	—	10.7	0.1%
	26	タイヤ	1	12.5	0.1%
	27	テレビ(家電リ法対象)	1	4.8	0.0%
	28	エアコン・室内機(家電リ法対象)	1	10.0	0.1%
	29	エアコン・室外機(家電リ法対象)	1	38.0	0.4%
	30	洗濯機関連部材(家電リ法対象)	1	31.0	0.3%
	31	ビデオデッキ	3	16.5	0.2%
	32	オーディオ機器	3	23.7	0.2%
	33	電気ポット	1	2.2	0.0%
	34	電子レンジ	1	13.7	0.1%
	35	電話機/ファックス機	2	4.0	0.0%
	36	プリンター	2	11.5	0.1%
	37	玩具	2	1.9	0.0%
	38	その他民生品	3	2.6	0.0%
	小 計			225.2	2.1%
その他	39	基板(基板中心部品)	—	7.0	0.1%
	40	コンプレッサー	2	32.0	0.3%
	41	無価値物(樹脂)	—	54.0	0.5%
	42	無価値物(残渣)	—	43.5	0.4%
	小 計			136.5	1.3%
合 計				10,590	100%



自動車用鉛バッテリー



その他電池類



配电箱



ガソリンスタンド機器

図 2.2.2 品目調査（一回目）によって確認された産業系スクラップの一例

(4) 考察

今回調査対象の金属スクラップの中に、鉛バッテリー、電池類、基板といった有害物質が含まれていた。また、火災事故を引き起こす可能性のある物品として鉛バッテリー、電池類が混在しており、やはり発火の可能性のあるオイル含有器具としてガソリンスタンド機器、コンプレッサー、モーター、エンジン類が混入していた。

また、テレビ、エアコン、洗濯機（以上、家電リサイクル法対象品目）やパソコン類（資源有効利用促進法対象品目）が混入しており、国内の回収・リサイクル制度のルートから外れ、輸出対象となっているものがあることが確認された。

業者のヤードには危険性、有害性のあるものや廃棄物が搬入されてしまっており、事前除去のレベルについては、業者の管理体制によって差があるため、そのまま中国等に全量輸出している業者がいることも懸念される。

2.2.3 品目調査（二回目）

(1) 調査の概要

二回目の品目調査は、雑品として流通し通常は輸出されているものを2009年1月に四国においてサンプリングした。総重量は10t（実量 10.68t）であり、一回目と同様に重機と手選別によって2月に品目を分類した。図 2.2.3 に対象とした金属スクラップの写真を示す。



図 2.2.3 品目調査（二回目）を行った金属スクラップ

(2) 発生源

今回サンプリングした 10t について、発生源の詳細は把握できていないが、図 2.1.8 に示した一般的な回収フローとほぼ相違ないと推定される。また、2008 年夏以降の価格暴落により「寄せ屋」と呼ばれる回収専門業者は激減のままであり、集荷難が継続する状況であったが、建物解体業、スクラップ回収業、産業廃棄物収集運搬、電気店、製造業から発生したものが搬入されているとみられる。

加えて、図 2.1.9 に示した雑品の価格変動からは、今回サンプリングした 2009 年 1 月は深刻化した需給状況からやや回復のめどが見えた時期であり、需給好転の期待感から様々な内容の雑品となる時期と考察された。

(3) 調査結果

調査結果を表 2.2.2 に示す。

大分類として、産業系スクラップ、パソコン・OA 機器類、家庭系スクラップ、その他の 4 グループに分類して取りまとめた。重量構成をみると、産業系が 74.8%、パソコン・OA 機器類 3.9%、家庭系 17.1%、その他 4.2%であった（図 2.2.4）。品目点数では、産業系 52（一回目調査 22）、パソコン・OA 機器類 6（同 3）、家庭系 37（同 13）、その他 7（同 4）、合計 102 点（同 42）であり、いずれも一回目調査を大きく上回った。

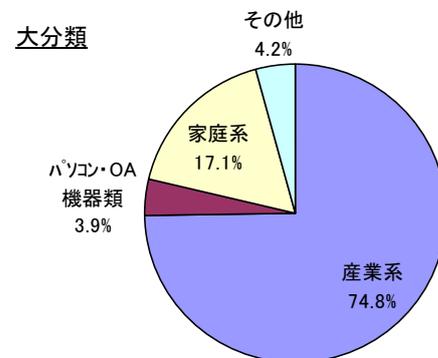


図 2.2.4 大分類の内訳

表 2.2.2 品目調査（二回目）の結果(1)

大分類	中分類	小分類						
		No.	品 目	個 数	重量(kg)	総重量に対する 構成比(%)	大分類重量構成比 (%)	
産業系 スクラップ (1)	電池類	1	警備棒用電池	2	0.6	0.0	0.0	
			小 計		0.6	0.0	0.0	
	配電盤	2	配電盤	11	770.0	7.2	9.6	
			小 計		770.0	7.2	9.6	
	各種機械類	3	モーター(大)	3	580.0	5.4	7.3	
		4	モーター(小)	7	60.5	0.6	0.8	
		5	モーター付き産業機械	18	630.0	5.9	7.9	
		6	ラジエーター	22	86.0	0.8	1.1	
		7	ラジエーター(切れ端)	95	239.1	2.2	3.0	
		8	厨房機器	1	50.0	0.5	0.6	
		9	冷蔵ショーケース	7	510.0	4.8	6.4	
		10	計測機器	11	11.0	0.1	0.1	
		11	コンプレッサー	2	13.0	0.1	0.2	
		12	給湯器	19	470.0	4.4	5.9	
		13	換気扇(大)	17	361.1	3.4	4.5	
		14	換気扇(小)	8	20.0	0.2	0.3	
		15	換気扇(モーター)	6	25.0	0.2	0.3	
		16	送風機	1	17.0	0.2	0.2	
		17	炊飯器(業務用)	1	3.0	0.0	0.0	
		18	業務用釜	1	46.0	0.4	0.6	
		19	殺虫機	13	303.0	2.8	3.8	
		20	農業機械	3	250.0	2.3	3.1	
		21	発電機	7	216.0	2.0	2.7	
		22	発電機部品	1	1.5	0.0	0.0	
		23	自動販売機	1	110.0	1.0	1.4	
		24	溶接機	1	49.0	0.5	0.6	
		25	水中ポンプ	1	19.0	0.2	0.2	
		26	動力機械	1	72.0	0.7	0.9	
		27	転圧機	1	40.0	0.4	0.5	
		28	主軸用ローラー	2	10.0	0.1	0.1	
		29	噴霧器	1	3.0	0.0	0.0	
		30	業務用冷蔵庫部品	-	100.0	0.9	1.3	
		31	照明機器	-	190.0	1.8	2.4	
		32	照明機器部品・安定器	-	52.0	0.5	0.7	
		33	鉄系産業機械	8	88.0	0.8	1.1	
		34	エンジン類	4	71.0	0.7	0.9	
					小 計	4696.2	44.0	58.8
		鉄系スクラップ	35	ステンレス製網	-	69.0	0.6	0.9
	36		ステンレススクラップ	-	130.0	1.2	1.6	
	37		鉄スクラップ	-	815.0	7.6	10.2	
				小 計	1014.0	9.5	12.7	
	非鉄系産業スクラップ	38	鉄非鉄混合産業スクラップ	-	120.0	1.1	1.5	
		39	アルミくず	-	148.0	1.4	1.9	
		40	電線類	-	53.5	0.5	0.7	
		41	コードリール	1	3.8	0.0	0.0	
		42	アルミ製ブラインド	-	50.0	0.5	0.6	
		43	丹入	4	4.0	0.0	0.1	
		44	鉄付きアルミ	7	15.0	0.1	0.2	
				小 計	394.3	3.7	4.9	
	その他	45	密閉物(タンク等)	16	690.0	6.5	8.6	
		46	浴槽	4	100.0	0.9	1.3	
47		アンテナ	-	34.0	0.3	0.4		
48		金属製ドア	3	70.0	0.7	0.9		
49		ドラム缶	11	190.0	1.8	2.4		
50		配管器具	1	20.0	0.2	0.3		
51	ガス配管	2	5.0	0.0	0.1			
			小 計	1109.0	10.4	13.9		
			合 計	7884.1	74.8	100.0		

注：紫トーンは重量上位10品目

表 2.2.2 品目調査（二回目）の結果(2)

	No.	品 目	個 数	重量(kg)	総重量に対する 構成比(%)	大分類重量構成 比(%)	
パソコン・ OA機器 類(P)	1	デスクトップパソコン	20	182.0	1.7	43.4	
	2	ノートパソコン	12	32.0	0.3	7.6	
	3	フロッピーディスク装置	1	11.6	0.1	2.8	
	4	OA機器部品	-	80.0	0.7	19.1	
	5	液晶モニター	4	17.0	0.2	4.1	
	6	プリンタ・複合機	5	39.0	0.4	9.3	
	7	コピー機	1	58.0	0.5	13.8	
	合 計				419.6	3.9	100.0
家庭系 スクラップ (H)	電池類	1	リチウム電池	1	0.3	0.0	0.0
		2	ニッカド電池	1	0.6	0.0	0.0
		3	乾電池	15	0.5	0.0	0.0
	小 計				1.4	0.0	0.1
	家電類	4	液晶テレビ	1	13.0	0.1	0.7
		5	エアコン・室内機	22	660.0	6.2	36.2
		6	エアコン・室外機	25	764.0	7.2	41.9
		7	エアコン配管	-	13.0	0.1	0.7
		8	ビデオデッキ	21	87.1	0.8	4.8
		9	オーディオ機器・ラジカセ	5	13.5	0.1	0.7
		10	電気ポット	8	12.9	0.1	0.7
		11	電子レンジ	3	36.1	0.3	2.0
		12	電話機/ファックス機	5	1.2	0.0	0.1
		13	ホットプレート	1	2.0	0.0	0.1
		14	炊飯器	9	25.6	0.2	1.4
		15	餅つき機	1	7.8	0.1	0.4
		16	ガスレンジ	-	25.0	0.2	1.4
		17	ガス点火器およびライター	2	0.1	0.0	0.0
		18	携帯ポット	1	0.7	0.0	0.0
		19	冷蔵庫の部品等	-	8.0	0.1	0.4
		20	扇風機	6	18.0	0.2	1.0
		21	ヒーター	1	2.0	0.0	0.1
		22	掃除機	2	4.2	0.0	0.2
		23	デジタルチューナー	1	2.3	0.0	0.1
		24	蛍光灯のかさ	1	4.3	0.0	0.2
		25	ミシン	2	15.9	0.1	0.9
		26	リモコン	15	2.2	0.0	0.1
		小 計				1718.9	16.1
	携帯電話	27	携帯電話	1	0.1	0.0	0.0
	小 計				0.1	0.0	0.0
家電以外の家 庭系スクラップ	28	コンセント	14	3.1	0.0	0.2	
	29	空き缶	-	0.7	0.0	0.0	
	30	スプレー缶	16	0.9	0.0	0.0	
	31	蛇口類	-	40.0	0.4	2.2	
	32	ドアノブ	-	26.0	0.2	1.4	
	33	アルミサッシ	10	17.0	0.2	0.9	
	34	やかん	1	0.7	0.0	0.0	
	35	シャワーホース	4	4.0	0.0	0.2	
小 計				92.4	0.9	5.1	
自転車	36	自転車車輪	2	2.0	0.0	0.1	
小 計				2.0	0.0	0.1	
その他	37	解体後の消火器	-	9.0	0.1	0.5	
小 計				9.0	0.1	0.5	
合 計				1823.8	17.1	100.0	
その他 (O)	基板類	1	基板類	-	27.0	0.3	6.0
		小 計				27.0	0.3
	その他	2	プラスチック	-	74.5	0.7	16.5
		3	断熱材1	-	12.0	0.1	2.7
		4	断熱材2(黄色)	-	28.0	0.3	6.2
		5	木くず	-	8.0	0.1	1.8
		6	コンクリート塊	-	20.0	0.2	4.4
	7	難分類雑物	-	283.0	2.6	62.5	
小 計				425.5	4.0	94.0	
合 計				452.5	4.2	100.0	
合 計				10680.0	100.0		

注：紫トーンは重量上位 10 品目

産業系スクラップについては、図 2.2.5 に示すようにモーター、ラジエーター類、給湯器、換気扇など機械類に加えて、殺虫機、農業用機械、発電機、エンジン類など多種多様な各種機械類が全体の 44.0%（産業系の 58.8%）を占めた。配電盤は基板が内蔵され有害物質含有を指摘されるが、7.2%（同 9.6%）を占める。一方、鉄そのものである鉄スクラップやステンレススクラップなどの混入もみられた。「その他」には密閉物（タンク類）もあった。

パソコン・OA 機器類の内訳をみると、図 2.2.6 のようにデスクトップ型パソコン（図 2.2.7）が 182kg（全体の 1.7%、20 個）認められ、パソコン・OA 機器類の最大であった。次いで、OA 機器部品、プリンター、ノート型パソコン（12 個）も混在していた。



図 2.2.7 デスクトップパソコン

家庭系スクラップにおいては、図 2.2.8 に示すように家電類が全体の 16.1%（家庭系スクラップの 94.2%）を占める。家電中ではエアコンが室外機、室内機計 47 個、424kg で最多である（ただし産業系も考えられ、その区分けは不明）。他は通常の家で使われていたとみられる電子レンジ、ビデオデッキ、電話機/ファックス機、炊飯器、扇風機、掃除機、リモコン類など多様である。液晶テレビは 32 型の大型であり、エアコン類は家庭系であれば家電リサイクル法対象品種である。また、危険物であるガス点火器やライターも混在した。

産業系内訳

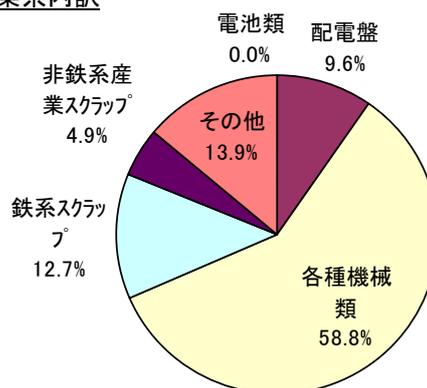


図 2.2.5 産業系の内訳

パソコン・OA機器類

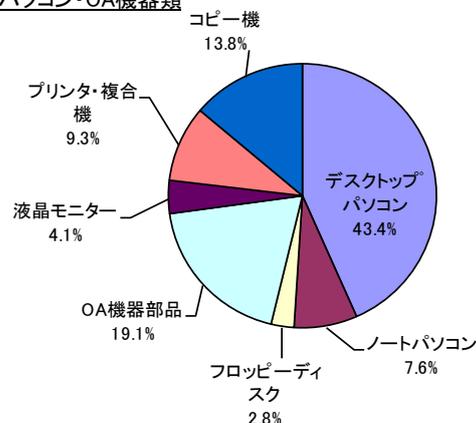


図 2.2.6 パソコン・OA 機器類の内訳

家庭系

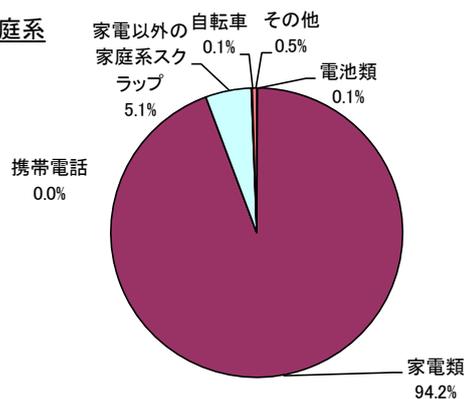


図 2.2.8 家庭系の内訳

(4) 考察

二回目の調査ではバッテリーはなかったものの、電池類（リチウム電池 1 個、ニッカド電池 1 個、乾電池 15 個）が多く見られた。また、密閉したスプレー缶 16 本、タンクなどの密閉物 16 個、ガス点火器およびライター各 1 本の危険物が挙げられる。エンジン 4 個は未解体であり、オイル内蔵は十分考えられる。

また、大分類の「その他」の中には、基板類の切れ端 27kg や、断熱材 12kg などが検量された。基板類は配電盤、パソコン・OA 機器、家電類などに広く内在しており、鉛などが含有されているため適正管理が必要になる。断熱材は冷蔵ショーケースなどの断熱材などが破碎して生じたものと考えられる。

2.2.4 品目調査のまとめ

一回目と二回目の品目調査で確認された各々の品目に対して、有害性を有するか、あるいはバーゼル法・廃棄物処理法、フロン回収・破壊法、さらには中国での輸入規制の規制対象となるか否か、解釈を試みたものが表 2.2.3 である。表中で、○は該当する可能性が高いものを、△は場合によって該当すると考えられるものをそれぞれ指す。ただし、解釈が困難なものも多いので、あくまで参考程度に参照されたい。

(1) バーゼル法の該非判断

表では、(タイヤや家庭ごみなどのような廃棄物処理法対象を除き) バーゼル法の対象、すなわち特定有害廃棄物等に該当するか否かに注目している。このとき、第 4 章でも記すような、バーゼル法対象の該否判断にしばしば用いられるバーゼル法告示別表第三(規制対象リスト)の金属含有量基準に照らして、有害性を有するか否かを参照するようにしている。加えて、本研究にとって重要な課題でもある火災防止の観点から危険性を有するか否かも、品目ごとに明示している。

まず、鉛バッテリーについては、中古利用目的でない限り、別表第二(規制対象リスト)の鉛蓄電池に該当し、規制対象となる。殺虫機についても、蛍光灯に水銀を含有していることから、バーゼル法対象となる可能性が高いと考えられる。

また、ブラウン管のモニターやテレビについても、別表第二の電気部品(ブラウン管を含むもの)に該当し、規制対象となる。ブラウン管を含まないパソコンなどの電気電子機器については、基板や電線類を含む場合に鉛の含有量分析が必要になるが、規制対象となる可能性がある。液晶のテレビやモニターの場合は、バックライトに含まれる水銀などのために、規制対象となる可能性があるであろう。

次に、コンプレッサーや発電機などについては、含有されるオイルなどによって発火性が認められる場合がある。このとき、厳密には別表第三と第四によって、発火性などの試験が必要となり、バーゼル法対象となることも考えられる。

さらに、計測機器や溶接機などの各種機械類については、判断が非常に困難である。これらは基板・ハンダ・被覆電線の被覆材などがあれば鉛などの分析と含有・溶出基準に基づく判断が必要ともみられるが、全体重量から見た基板やハンダなどの比率を考えれば、実際に分析が要求されることは少ないと思われる。類似のことは、ビデオデッキなどの家電製品についてもいえるが、鉛などの含有量に基づく判断は、分析方法とともに容易ではない。

日本のバーゼル法該非判断にあたっては、有害物質の含有・溶出基準として鉛が注目されるこ

とが多いとみられる。パソコンやOA機器類については、前述のように鉛や水銀などが重要な判断材料と考えられるであろう。一方、雑品中には、基板・ハンダ・被覆電線の被覆材などを少量含む各種機械類や家電製品などの多様な品目も含まれている。表 2.2.3 にも△が多いように、これらの判断は容易ではなく、サンプリング・分析方法を含めた判断の標準化が望まれる。また、コンプレッサーや発電機などにおけるオイル含有については、分析の標準化などは困難であろうが、火災防止の観点からオイル除去の適切な確認は必要と考えられる。

なお、今回の調査では PCB 含有が疑われるトランス・コンデンサは確認されなかった。また、鉛バッテリー以外の電池類に関する議論は第 4 章で詳しく行う。

(2) フロン回収・破壊法

フロン回収・破壊法では、フロン類（CFC、HCFC、HFC）を含む業務用の冷蔵冷凍機器やエアコンなどを整備・廃棄等するときは、フロン類の回収等を行わなければならない。品目調査で確認された冷蔵ショーケースや業務用冷蔵庫などはそれに該当し、有償引取でリサイクルする場合であってもフロン類の回収が義務付けられているが、雑品として回収されている状況を鑑みればフロン回収がなされているとは考えにくい。また、多数確認されているラジエターの由来は不明であるが、業務用エアコンなどに由来するのであれば、フロン類の漏出が疑われる場合もあるかもしれない。

(3) 中国の輸入規制

表 2.2.3 における中国の輸入規制は、2008 年時点の輸入禁止貨物リストや各種公告などによって規制対象と考えられたものである。日本からの輸出時には、このような中国の輸入規制に基づく船積み前検査が実施される。

日本のバーゼル法とは対象の範囲がやや異なり、密閉物なども輸入禁止となっていることに加え、鉄系産業機械でも中古機械とみなされたものについては禁止対象となっている場合がある。また、パソコンなどの電気電子機器については、広く対象に挙げられている。

表 2.2.3 品目調査で確認された各品目に対する規制対象等の解釈例

大分類	品目	確認された調査回	有害性	危険性 (発火性)	バーゼル法、 廃掃法対象	バーゼル法に基づく 分析の必要性	フロン回収 ・破壊法対象	国内法による回収・リ サイクル制度の有無	中国での 輸入規制
産業系	鉛バッテリー	1	○	○	○				○
	その他の電池類	1,2	△	△	△	△			○
	殺虫機	2	○		○	○			
	冷蔵シヨウケース	1,2	△	△	△	△	○		
	自動販売機 業務用冷蔵庫部品	2	△	△	△	△	○		
	配電盤 電線類	1,2	△		△	△			
	給湯器 照明機器(部品含む) 安定器	2	△		△	△			
	コンプレッサー	2	△	△	△	△	△		○(CFCやオイル 含有の場合)
	農業機械 発電機(部品含む) エンジン類	2	△	△	△	△			○
	モーター(モーター付き産業機 械含む)	1,2	△	△	△	△			
	密閉物(タンク等)	1,2		△	△	△			○
	ガソリンスタンド機器	1			○	△			
	ラジエター	2	△	△	△	△	△		
	計測機器 鉄非鉄混合金属スクラップ	1,2	△	△		△			
	炊飯器(業務用) 溶接機 水中ポンプ 動力機械 転圧機 噴霧器	2	△	△		△			
	コードリール	2	△	△		△			
	鉄系産業機械	1,2							△(中古機械とみ なされれば対象)

その他	基板類	1,2	○						○
	断熱材	2					△		△
	プラスチック	1,2						△	○
	難分類雑物								

注：○は該当する可能性が高いもの、△は場合によっては該当すると考えられるものを指す。

(国内法による回収・リサイクル制度については、存在している場合に○を付している。)

品目名とその大分類は、一回目・二回目の調査結果から微修正や再区分などをしており、必ずしも一致しない場合がある。

2.2.5 組成調査

(1) 組成調査の概要

二回目の品目調査で分類した一部の品目について、機械破碎・選別機（シュレッダー）と手解体による組成調査を実施した。機械破碎は、2基の破碎・選別機の能力に応じて組成選別が可能である品目を選定し、破碎・選別を行った。一方、破碎・選別が困難であり含有されることの多い品目については手解体によった。破碎・選別計は11品目4.6t、手解体は5品目0.3t、合計16品目4.9t（全体重量の46%）である。

(2) 機械破碎・選別機による組成調査結果

選別される材料の種類はシュレッダー設備により異なり、マルチリサイクルセンターシュレッダー（以下、マルチ）では鉄、非鉄金属混合物、ステンレス、被覆線、ダストの5種類である。被覆線は手選別で行っている。松山港リサイクルセンター（以下、松山港）は鉄、非鉄金属混合物、ダスト付き鉄、ダストの4種類である。「ダスト付き鉄」とは磁力選別機通過時、金属にダストがついてきたものを別ラインで採取し、再破碎物として確保したもので、通常作業ではマルチリサイクルセンターに運ばれて再破碎される。

選別した合計材料構成は、採取項目が異なるためトータルできる部分が限られるが、共通項目でみると鉄63.0%（2.9t）、非鉄金属混合物10.8%（0.5t）、ダスト24.4%（1.1t）である（表2.2.4）。その他にマルチで選別採取されたステンレス15.3kg、被覆線19.9kgがある。非鉄金属混合物はアルミ、ステンレス、銅、真鍮など磁性のない非鉄金属であり、有価で販売され、多くは中国へ輸出されている。

表 2.2.4 機械破碎・選別による組成調査結果

		単位KG、(%)										
		重量(kg)	鉄		非鉄金属混合物		ステンレス		被覆線		ダスト	
マルチ	S-1 デスクトップパソコン	176.6	109.1	(61.8)	5.6	(3.2)	0.5	(0.3)	3.5	(2.0)	57.9	(32.8)
	S-2 OA機器類(注1)	250.0	123.5	(49.4)	11.5	(4.6)	2.1	(0.8)	4.0	(1.6)	108.9	(43.6)
	S-3 家電類(注2)	180.0	109.3	(60.7)	1.3	(0.7)	5.7	(3.2)	4.4	(2.4)	59.3	(32.9)
	S-4 冷蔵ショーケース	130.0	57.0	(43.8)	6.3	(4.8)	0.5	(0.4)	0.9	(0.7)	65.3	(50.2)
	S-5鉄非鉄混合産業スクラップ	120.0	85.0	(70.8)	18.5	(15.4)	0.3	(0.3)	4.0	(3.3)	12.2	(10.2)
	S-6 難分類雑物	163.0	26.0	(16.0)	23.0	(14.1)	3.2	(2.0)	1.0	(0.6)	110.0	(67.5)
	小計	1019.6	509.9	(50.0)	66.2	(6.5)	12.3	(1.2)	17.8	(1.7)	413.6	(40.6)
松山港		重量(kg)	鉄		非鉄金属混合物				ダスト付き鉄		ダスト	
	S-7 配電盤	620.0	395.0	(63.7)	76.0	(12.3)			6.0	(1.0)	143.0	(23.1)
	S-8 エアコン(室内機)	660.0	422.0	(63.9)	97.0	(14.7)			6.0	(0.9)	135.0	(20.5)
	S-9 エアコン(室外機)	764.0	513.0	(67.1)	106.0	(13.9)			10.0	(1.3)	135.0	(17.7)
	S-10 給湯器	470.0	229.0	(48.7)	66.0	(14.0)			15.0	(3.2)	160.0	(34.0)
	S-11 その他機械類(注3)	1040.0	812.0	(78.1)	85.0	(8.2)			12.0	(1.2)	131.0	(12.6)
小計	3554.0	2371.0	(66.7)	430.0	(12.1)			49.0	(1.4)	704.0	(19.8)	
合計	4573.6	2880.9	(63.0)	496.2	(10.8)					1117.6	(24.4)	

注1:ノートパソコン、フロッピーディスク装置、OA機器部品、液晶モニター、プリンタ・複合機、コピー機、液晶テレビ

注2:ビデオデッキ、電気ポット、電子レンジ、電話機/ファクス機、ホットプレート、炊飯器、デジタルチューナー、掃除機、餅つき機、リモコン

注3:農業機械、殺虫機、換気扇(大小)、溶接機、発電機の1部(30kg程度)

ダストはマルチが 40.6%、松山港は 19.8%であり、マルチが高い。家電・OA 機器等の複合材をマルチに、鉄系を松山港に仕分けた結果であって、双方とも通常のシュレッダー作業結果を表しているとみられる。特にマルチの「冷蔵ショーケース」は断熱材が大半を占め、「難分類雑物」は品種選別作業時、品名が不明で分けきれない小物類でありダストが多くなっている。11 品目それぞれに対する機械破碎の結果を表 2.6 に示す。

(3) 手解体による組成調査結果

手解体を実施した品目は5点323kgである。それぞれにつき主な素材判明に至る分解を行った。手解体の様子を図 2.2.9 に、品目別の手解体の結果を表 2.2.5 に示す。



図 2.2.9 手解体の様子

主な点では、デスクトップパソコンは鉄、非鉄、プラスチックなど多種多様な素材構成であり、基板付着部材（基板・鉄・アルミ）は固体 5.3kg のうち 0.5kg (9.4%) を占めた。配電盤ではケーブル・被覆線、銅などの銅系が 148kg の固体のうち 27kg (18%) が選別された。なお、今回手解体を行った配電盤のサンプルでは、基板は存在しなかった。モーターは鉄 90%に対してケーブル・被覆線、銅は約 9%であり、鉄と銅を採取するには価値の高い輸出対象物といえる。

表 2.2.5 手解体による組成調査結果

	重量(kg)	単位kg、(%)									
		鉄		鉄・基板		鉄・ケーブル・基板		鉄・プラスチック		基板	
M-1 デスクトップパソコン	5.3	2.2	(41.0)	0.8	(14.7)	0.9	(17.7)			0.7	(12.4)
M-2 配電盤	147.6	102.0	(69.1)					4.9	(3.3)		
M-3 計測機器(ガスメーター)	1.9	1.5	(82.8)								
M-4 モーター	28.2	25.4	(89.8)					0.4	(1.4)		
M-5 密閉物(タンク)	140.0	140.0	(100.0)								
計	323.0	271.1	(83.9)	0.8	(0.2)	0.9	(0.3)	5.3	(1.7)	0.7	(0.2)

	鉄・アルミ・ステンス		ケーブル・被覆線		銅		プラスチック		ゴム	
	重量(kg)	(%)	重量(kg)	(%)	重量(kg)	(%)	重量(kg)	(%)	重量(kg)	(%)
M-1 デスクトップパソコン	0.5	(9.4)	0.1	(2.3)			0.1	(2.6)		
M-2 配電盤			24.9	(16.8)	1.8	(1.2)	14.1	(9.5)		
M-3 計測機器(ガスメーター)	0.2	(11.8)					0.1	(4.3)	0.02	(1.1)
M-4 モーター			0.04	(0.14)	2.4	(8.6)				
M-5 密閉物(タンク)										
計	0.7	(0.2)	25.0	(7.7)	4.2	(1.3)	14.3	(4.4)	0.0	(0.0)

※()は構成比(%)

(4) 機械破碎と手解体の比較

機械破碎と手解体が比較可能なデスクトップと配電盤の組成調査結果を、図 2.2.9、図 2.2.10 にそれぞれ示す。当然ながら、手解体によれば部品・材料のきめ細かな選別が行われる。一方、機械破碎による場合はダスト比率が高いことや、ダストに基板の破碎物が含まれることがわかり、配電盤以外の品目についても同様の傾向が把握できた。必ずしも機械破碎によるダストがすべて焼却・埋立の対象となるものでもないが、機械破碎を避けるべき品目がありえることや、ダストから有価物を再選別する技術開発の余地があることが示唆された。

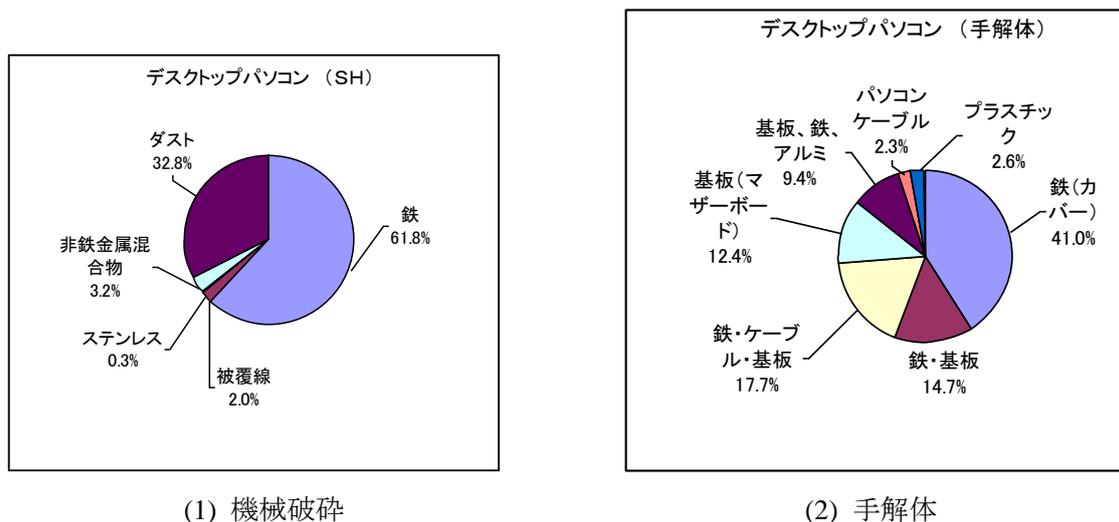


図 2.2.10 デスクトップパソコンの組成調査結果

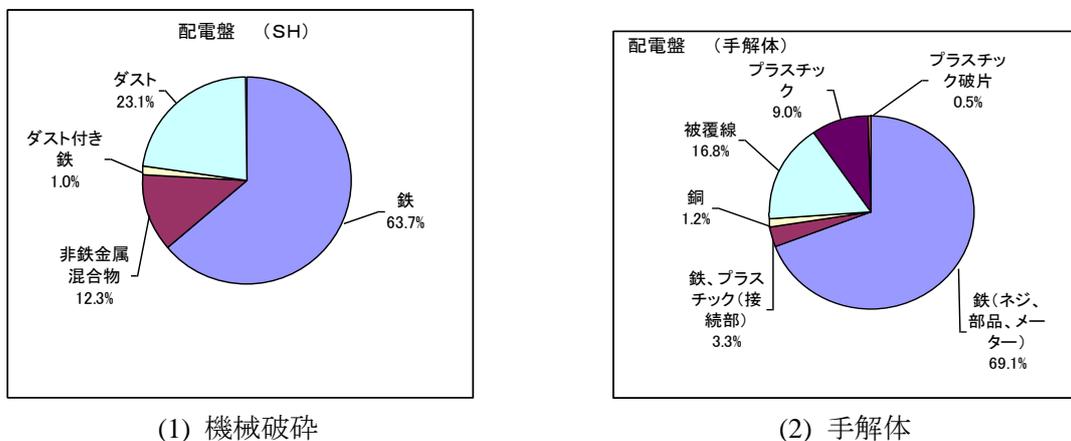


図 2.2.11 配電盤の組成調査結果

2.3 まとめ

2007年に輸出された鉄スクラップ645万tのうち、「その他(鉄)スクラップ」(HS 7204.49900)が412万tあり、この中には「雑品」と呼ばれる、鉄と銅・アルミなどの非鉄、プラスチックなどが混合されたスクラップが多くを占めていると考えられた。

品目については、火災現場の調査から、電池類、基板、廃家電製品などを確認した。

関東において金属スクラップ10tずつに対して実施した品目調査(一回目)からは、各種機械類などの産業系スクラップが96.6%と大半を占めていた。有害物質の観点から、鉛バッテリー、電池類、基板が含まれていた。また、火災事故を引き起こす可能性のある物品として鉛バッテリー、電池類が混在していた。このほか、家電リサイクル法対象のテレビ、エアコンなども確認され、国内の回収・リサイクル制度のルートから外れて輸出対象となっているものがあることが確認された。

四国において同じく実施した品目調査(二回目)からは、産業系74.8%、パソコン・OA機器類3.9%、家庭系17.1%という結果を得た。産業系の中では各種機械類が、パソコン・OA機器類は一回目よりも比率が高く、パソコンなどが多く確認された。

二回の品目調査で確認された各々の品目に対して、バーゼル法などによる規制対象に該当するかなどといった解釈を試行した。明らかに規制対象といえるのは鉛バッテリーのように少数であり、パソコンやOA機器類については有害物質の含有量基準などで判断されると思われた。一方、雑品中に含まれる各種機械類や家電製品などの多様な品目については、有害物質含有の判断は容易ではなく、分析方法の標準化などが求められる。

また、一部の品目については機械破砕と手解体による組成調査を実施し、機械破砕による場合はダスト比率が高いことや、ダストに基板が含まれることがわかった。

第2章 参考文献

経済産業省：鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報

日本鉄源協会：鉄源年報

同：加工屑発生実態調査

同：鉄源流通量調査

財務省：貿易統計

第3章 金属スクラップの火災

3.1 火災発生状況と推定原因

3.1.1 火災発生状況

海上保安庁によると、船舶の火災発生件数は近年ほぼ横ばいの状況にあるが、金属スクラップ積載船舶火災の発生件数は2004年から急増している（表3.1.1）。

表 3.1.1 船舶火災発生件数及びスクラップ積載船舶火災発生件数

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
船舶火災発生件数 (海上保安庁、2009)	110	102	122	118	138	88	97	86
スクラップ積載船舶 火災件数 (海上保安庁調べ)	1	1	1	5	3	7	5	3

また、本研究の調査により、陸上施設、コンテナ内の金属スクラップについて、過去4年間に少なくとも7件の火災・爆発が発生していることを確認した。

3.1.2 事例調査

過去4年間（2005年以降）に発生した金属スクラップ火災25件（船舶火災18件、陸上火災7件）の状況を調査した結果（表3.1.2）¹、金属スクラップ火災は全国的に発生しており、出火時の状態は、荷役中（クレーンやユンボを使用してスクラップを船倉に積込み、または積込みのための移動）が最も多く（15件）、船舶の航行中（5件）や集積場での保管中（5件）の事例も見受けられた。出火時の天候は、晴れが9件、曇が11件、雨が4件（不明1件）であった。複数の事例で、金属スクラップ中にモーター、発電機、石油ストーブ（灯油タンク）、プラスチック類、家電類、バッテリー、電線、布、紙、スポンジ等が確認された。船舶の火災事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 3.1.2 過去4年間に発生した金属スクラップ火災の状況（*は爆発）¹

	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	2005.1	横浜港内	海門（中国）		荷役中	
	2005.3	福岡沖	海門（中国）	晴	航行中	
	2005.8	唐津沖	寧波（中国）	晴	航行中	
	2006.1	横浜港内	海門（中国）	晴	荷役中	
	2006.4	三河港内	海門（中国）	晴	荷役中	モーター、家電製品
	2006.6	尼崎港内	海門（中国）	曇	荷役中	スポンジ、ビニールテープ
	2006.6	横浜港内	寧波（中国）	小雨	荷役中	バッテリー
	2006.7	東京港内	海門（中国）	曇	荷役中	
	2006.11	大阪港内	海門（中国）	晴	荷役中	モーター、バッテリー、 エアコン、スポンジ、布、 紙

¹ 調査により確認できなかった事項は空欄とした。

	2006.12	伊豆大島沖	海門（中国）	曇	航行中	（図3.1.1） ²
	2007.1	伊良湖沖	海門（中国）	晴	航行中	
	2007.3	木更津港内	上海（中国）	曇	荷役中	バッテリー、灯油缶、布、紙、タイヤ、プラスチック
	2007.4	塩釜港内	海門（中国）	雨	荷役中	家電、モーター、電線、バッテリー（図3.1.2） ²
	2007.11	若松港内	海門（中国）	晴	荷役中	石油ストーブ、燃料タンク、ノートパソコン
	2007.12	姫路港内	海門（中国）	曇	荷役中	モーター、発電機、電線、プラスチック、バッテリー
	2008.3	門司沖	海門（中国）	曇	航行中	バッテリー、エアコン、パソコン、灯油タンク、家電、プラスチック
	2008.10	大阪港内	寧波（中国）	晴	荷役中	バッテリー、コード、樹脂
	2008.11	東京港内	海門（中国）	晴	荷役中	
陸上 火災	2005.10*	横浜市	中国	曇	保管中 （コンテナ）	
	2006.4	船橋市		曇	荷役中	バッテリー
	2006.5*	横浜市	中国	曇	保管中 （コンテナ）	高濃度の亜鉛が存在（図3.1.3～3.1.6） ³
	2006.6	松山市		雨	保管中	バッテリー （図3.1.7、3.1.8） ⁴
	2006.12	川崎市		曇	保管中	バッテリー、灯油タンク、発電機、ポリ容器、タイヤ
	2008.4	貝塚市	中国	曇	荷役中	モーター、家電、プラスチック、バッテリー
	2008.6	泉大津市		雨	保管中	

² 写真提供：海上保安庁（第3章の中で脚注番号は共通）

³ 写真提供：横浜市

⁴ 写真提供：松山市



図3.1.1 伊豆大島沖火災 (2006.12)



図3.1.2 塩釜港内火災 (2007.4)



図3.1.3 爆発を起こしたコンテナ
(横浜市 2006.5)



図3.1.4 コンテナ内部



図3.1.5 コンテナ内部

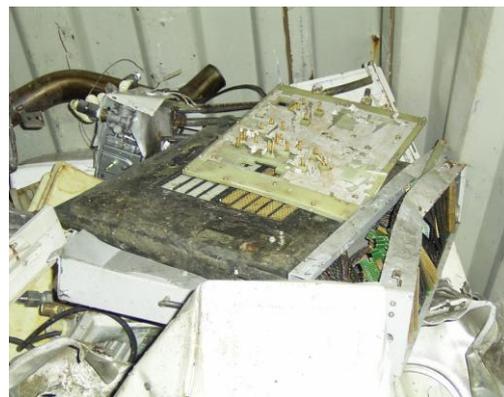


図3.1.6 コンテナ内部



図 3.1.7 松山市での火災（2006.6）



図 3.1.8 火災が発生した集積場

著者らは2008年に発生した2件の火災について現地調査を実施し、その結果は以下のとおりである。

① 2008.3.発生事例（門司沖）（図3.1.9、3.1.10）²

カンボジア船籍の貨物船S号(1,195トン)が、尼崎港にて金属スクラップ753トンを積載、出港後約30時間経過した時点（門司沖航行中）で、船倉内前方から白煙を生じ出火したもので、船倉への海水注入及び船体冷却により消火した事例である。

消火後、船倉内前方に積載された金属スクラップをクレーン車等により除去したところ、船倉前面に変色が認められ（図3.1.11）²、比較的深い位置からの出火と推測されたが、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中には、バッテリー、パソコン類、家電類、電線類、灯油タンク、プラスチック類が含まれていた（図3.1.12～3.1.14）。



図3.1.9 S号火災の状況
（赤外線写真）



図3.1.10 消火作業



図3.1.11 船倉の変色状況



図3.1.12 灯油タンク



図3.1.13 バッテリー



図3.1.14 パソコン類

船倉前面変色部に付着した樹脂のようなもの（試料1）、焼損の激しい物件（試料2）及び積荷に混在していた樹脂製ホース（試料3）を参考試料として採取した（図3.1.15～3.1.17）。

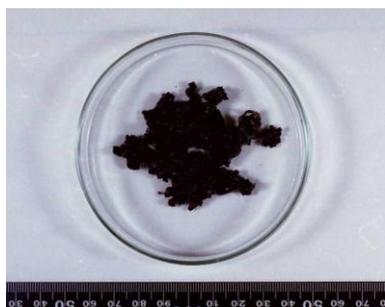


図3.1.15 樹脂様のもの
（試料1）



図3.1.16 焼損物件
（試料2）



図3.1.17 ホース
（試料3）

② 2008.10.発生事例（大阪港内）（図3.1.18、3.1.19）²

カンボジア船籍の貨物船S.X号（1,215トン）が、大阪港内の岸壁に着岸し、金属スクラップ約100トンを積み込んだ時点で出火したもので、クレーンによりスクラップを岸壁上に陸揚げして消火した事例である。

消火後にヤードに保管されていた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、バッテリー、コード類、樹脂類が含まれていた（図3.1.20）。



図3.1.18 S.X号



図3.1.19 消火後の状況



図3.1.20 バッテリー

焼損の激しかったコンデンサー様のもの（試料4）、樹脂様のもの（試料5）、電線被覆（試料6）を参考試料として採取した（図3.1.21～3.1.23）。



図3.1.21 コンデンサー様のもの
（試料4）



図3.1.22 樹脂様のもの
（試料5）



図3.1.23 電線被覆
（試料6）

さらに、過去に金属スクラップ火災が起きた船橋市、松山市の各消防本部を訪問し、火災の概要、消防活動のあり方等について意見交換を行った。主な内容は以下のとおりであった。

① 火災原因の究明が難しいこと

大量の金属スクラップを調べて、原因物質を発見することは難しい。また、荷主が、出港を遅らせることは、経済的にも負担が掛るため望まないため、調査のための時間が取りにくい上、関係者が外国人の場合が多く、言葉が通じないこと、死傷者がほとんどいないこと、被害額が小さいことから原因調査に人員を割けることができず、不明あるいは、正確な原因究明に至らない場合が多い。

② 消火が難しいこと

金属の火災には適当な消火薬剤がないため、なかなか消火が難しく、消火に長時間を要する。金属スクラップ中には、可燃性物質も含まれている。港湾地域では、泡消火薬剤による海域の汚染が問題となるため使用が難しい（船橋消防）。適切な消火薬剤の開発が望まれる。

③ 規制、火災予防の指導が難しいこと

金属スクラップは、消防法では危険物、指定可燃物に該当しないため、規制することが難しい。同様なことは、IGUS-EOS 会議（2007.6、ストックホルムで開催）で、英国代表、Dr. Alan Brown(英国・HSL, Health and safety laboratory, Buxton, UK)も述べていた。

3.1.3 試料の分析

(1) 焼損物件付着物の分析

前項の現地調査で採取した参考試料 6 点について、各試料の適量に硝酸を加えて加熱し、付着物を溶出後、濃縮、ろ過、さらに過塩素酸、硝酸を加えて加熱し有機物を分解後、ろ過した。これを硝酸で 50 ml 定量としたものを分析試料として、誘導結合プラズマ（ICP）発光分析を行い、試料表面に付着している金属成分の存在量を測定した（表 3.1.3）⁵。

表 3.1.3 各試料の表面に付着した主な元素の存在量 (mg)

No.	事例	試料	試料の 大きさ	Na	Al	Cu	Fe	Pb	Li
1		樹脂様のもの	約 3g	50	850	26	5.5	0.4	0.1
2	①	焼損物件	約 5cm 角	16	435	18	4.4	1.5	0.1
3		ホース	約 10cm 長	35	135	20	5	0.3	0.1
4		コンデンサー	約 10cm 角	8.5	26.5	1.9	0.4	0.6	0.02
5	②	樹脂様のもの	約 5cm 角	4.8	3.25	0.2	0.5	0.01	0.01
6		電線被覆	約 3cm 長	7	75	10	3.9	0.4	0.04
参考：海水 50ml 中の存在量				525	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01

測定条件等は以下のとおりであり、定量には装置内蔵の検量線による簡易定量法を使用した。

使用機器：島津製作所社製シーケンシャル形プラズマ発光分析装置 ICPS-7500 型

測定条件：測定波長 160～458 nm

⁵ 比較的多量に検出した元素 4 種、及び参考として鉛、リチウムについて、試料表面の存在量を記載した。海水中の元素存在量は、化学大辞典による。

この結果、試料5を除き、アルミニウムが顕著に検出されたが、火災発生との関連性は不明である。また、鉛、リチウムはほとんど検出されなかったが、鉛蓄電池、リチウム電池と火災の関連性を否定するものではないと考える。

(2) スクラップに混在する物件の分析

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物件のうち、外観から可燃物と推測される物件9点(試料A~I)(図3.1.24~3.1.32)を採取し、それぞれの成分を分析した(表3.1.4)。



図3.1.24 褐色布状のもの
(試料A)



図3.1.25 白色布状のもの
(試料B)



図3.1.26 黄色樹脂様
のもの(試料C)



図3.1.27 黄色樹脂様
のもの(試料D)



図3.1.28 黒色樹脂様
のもの(試料E)



図3.1.29 灰色樹脂様
のもの(試料F)



図3.1.30 電線被覆
(試料G)



図3.1.31 発電機給油口
フィルター(試料H)



図3.1.32 発電機オイル
フィルター(試料I)

表 3.1.4 確認された各物件の成分

No.	物件の状態	推定される成分
A	褐色布状のもの	ポリプロピレン系合成樹脂
B	白色布状のもの	ポリエチレン系合成樹脂
C	黄色樹脂様のもの	ポリウレタン系合成樹脂
D	黄色樹脂様のもの	ロックウール
E	黒色樹脂様のもの	ポリアクリルアミド系合成樹脂
F	灰色樹脂様のもの	塩化ビニル系合成樹脂
G	電線被覆（緑色のもの）	塩化ビニル系合成樹脂
H	発電機給油口フィルター付着物	ガソリン
I	発電機オイルフィルター付着物	軽油

試料 A～G については、樹脂様の外観であることから、赤外分光分析（IR）及び熱分解ガスクロマトグラフィー（Py-GC）により物件の成分を確認し、試料 H、I は油分と思われることから、n-ヘキサン可溶分を抽出し、IR 及びガスクロマトグラフィー（GC）を行い、その油種を確認した。使用した装置、測定条件は以下のとおりである。

- IR** 装置：SENSIR Technology 社製フーリエ変換赤外分光光度計 TravelIR 型
 条件：測定方法：全反射法
 測定範囲：4000～640cm⁻¹
- Py-GC** 装置：島津製作所製ガスクロマトグラフ GC2010 型
 フロンティア・ラボ社製熱分解装置 PY-2020D 型
 条件：ガスクロマトグラフ
 検出器：FID
 カラム：DB5-ms（長さ 30m、内径 0.25mm、膜厚 0.25 μm）
 カラム槽温度：40℃（10min.） - （10℃/min） - 300℃（20min.）
 キャリアガス：He 1ml/min（スプリット比 50:1）
 熱分解装置
 加熱炉温度：600℃
 インターフェース温度：300℃
- GC** 装置：島津製作所社製ガスクロマトグラフ GC-17A 型
 条件：検出器：FID
 カラム：CBP1-W25-100（長さ 25m、内径 0.53mm、膜厚 0.25 μm）
 カラム槽温度：80℃（2min.） - （6℃/min） - 310℃（20min.）
 キャリアガス：He 9ml/min（スプリットレス）

この結果、試料 D（ロックウール）を除き、いずれも高分子有機化合物であり、金属スクラップ中には多種にわたる可燃性物質が混在していることが確認された。

図 3.1.33、3.1.34 に試料 A の赤外吸収スペクトル、パイログラム、図 3.1.35、3.1.36 に試料 I の赤外吸収スペクトル、ガスクロマトグラフを例示する。

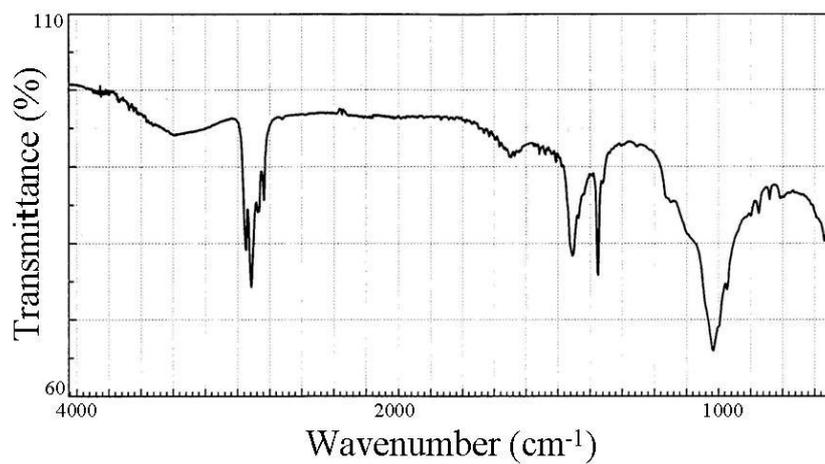


図 3.1.33 試料 A の赤外吸収スペクトル

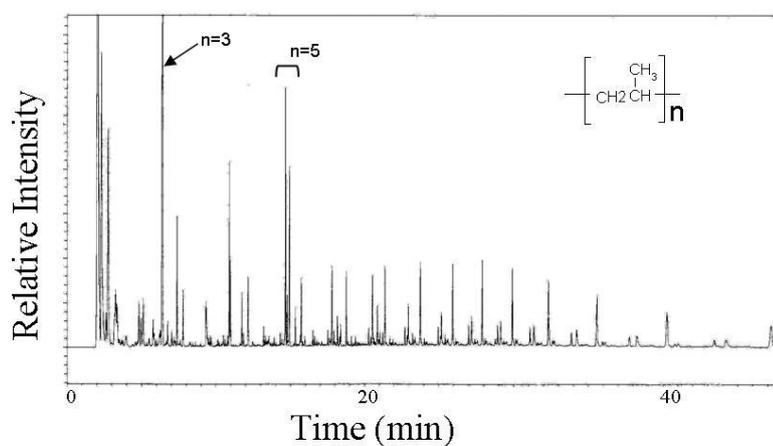


図 3.1.34 試料 A のパイログラム

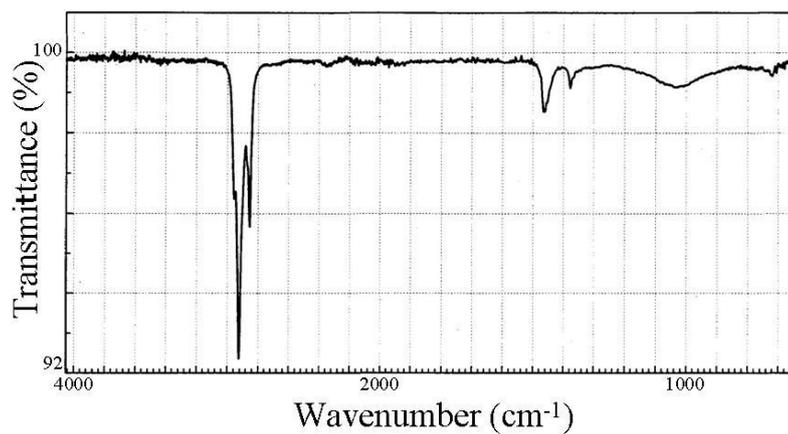


図 3.1.35 試料 I の赤外吸収スペクトル

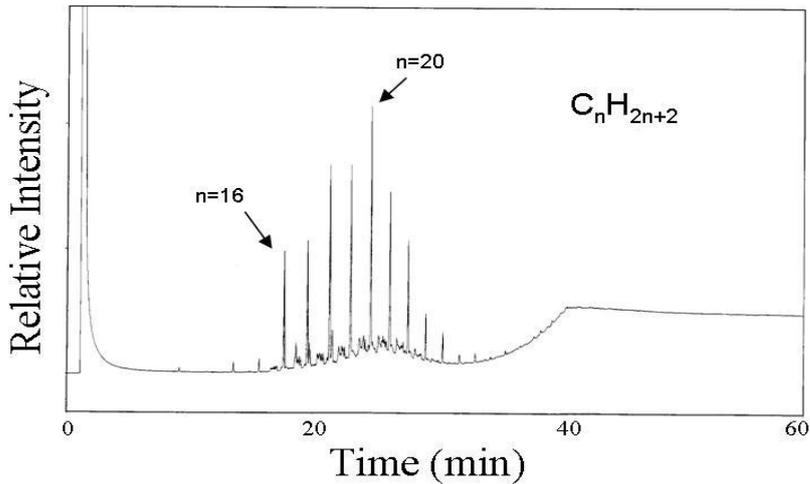


図3.1.36 試料Iのガスクロマトグラム

3.1.4 火災原因の推定

過去3年間に発生した火災の状況及び2008年に行った現地調査の結果から、いずれの火災事案も黒煙と異臭を発生しながらの燃焼であること、また、消火後の残渣には有機物が熔融したような状況や油のような付着物を認めたことから、金属スクラップ火災は、金属自体が燃焼しているのではなく、金属スクラップに混在している可燃物の燃焼が主体の火災であると考えられた。

これを踏まえ、火災原因について以下の考察を行った。

(1) 出火の態様

出火の態様としては、以下の3点が考えられる。

- ①何らかの要因で火源が生じ、可燃物に着火、直ちに延焼。
- ②何らかの要因で火源が生じ、これが可燃物に着火後、周囲の状況等により無炎燃焼状態となり、時間経過後に有炎燃焼に移行。
- ③何らかの要因で発熱箇所が生じ、時間経過とともに蓄熱により発火又は可燃物に着火。

過去の事例において最も多い「荷役中」の出火は、②、③の態様によるとは考えがたく、①の態様であると推測され、「集積場に保管中」の火災事例については、②または③の態様である可能性が高いと考えられる。「船舶の航行中」については、集積場の保管と類似した状況ではあるが、船体の揺れや振動によって積荷が移動する可能性がある点が異なっており、これを考慮すると、①、②、③のいずれの態様も可能性があると思われる。

(2) 火源について

金属スクラップの積み込み作業の状況、確認された混在物から考察すると、火源としては以下の可能性が考えられる。なお、放火の可能性については考慮する必要はないと考える。

①金属どうしの接触

金属スクラップの船倉への積み込みや保管場所の移動時には、金属製品のスクラップをクレーン等で掴み、高所から落下させたり、積み重なったスクラップをパワーショベルで圧したりする。このため、落下や圧縮時に金属どうしが強く接触して、その衝撃で火花が発生する可能性があり、現地調査においても、荷役等作業時には日常的に火花が発生しているという言を関係者から得て

いる。

ただし、通常の金属接触による火花では常温の高分子物質に引火するほどの着火エネルギーを有していないと推測されるので、周囲に可燃性ガスが存在する等の一定の要件を満たした場合には火源となり得ると考える。

②バッテリー、電池類による電氣的要因

複数の事例で、金属スクラップ中にバッテリーや電池類が確認されており、現地調査時にこれらの残電圧を測定したところ、電圧が残っているものが見受けられた。このことから、バッテリー類の電極端子への金属の接触や塩水等の付着によって、短絡やトラッキングがおり、スパークの発生や発熱の可能性が考えられる。また、コンデンサーについても、電圧を保った状態で混在していれば、接触等で同様の作用を起こす可能性が考えられる。

なお、スパークについては、金属どうしの接触による火花と同様に、一定の要件を満たした場合には火源となり得ると考える。

③金属と酸の反応

現地調査で確認したバッテリー類の中には、破損した鉛蓄電池も見受けられた。鉛蓄電池には電解液として希硫酸が入れられており、破損によって希硫酸が外部に漏出する可能性が考えられる。この際に、金属スクラップ中の金属類と接触することで、反応熱が発生し、これが蓄熱されて火源となる可能性が考えられる。また、金属スクラップの保管場所は屋外（無蓋）の場合がほとんどであることから、雨水と金属類との反応も可能性として否定できない。

④その他

スクラップ中に不飽和油が混在していた場合、酸化熱が発生し、これが蓄熱されて高温となり、火源となる可能性も考えられる。

(3) 燃焼物について

組成調査において、多種類の可燃性物質の混在が確認された。火源が一定のエネルギーを有した時に着火の可能性がある物、及び延焼の過程で引火する可能性のある物として、以下のものが考えられる。

①可燃性液体

スクラップ中には、灯油ストーブや小型発電機が認められたことから、これらに残留していたガソリン等の可燃性液体が蒸発して狭い範囲に充満すれば、着火の可能性が考えられる。また、延焼時には引火する可能性が考えられる。

②可燃性ガス

スクラップ中には圧縮済みの可燃性ガスのボンベが認められたが、仮にガスが入ったままのボンベが存在し、荷役作業等の衝撃によってガスが噴出すれば、着火、引火の可能性が考えられる。

また、鉛蓄電池から漏出した希硫酸と金属類が接触した場合、水素ガスが発生する可能性があり、これが狭い範囲に充満すれば着火の可能性が考えられる。この反応は、水と金属類との接触でも同様の可能性があると考えられ、過去の事例のうち、コンテナの爆発事案（2006.5）では、コンテナ内で金属屑と結露した水分が反応して水素を発生した可能性が指摘されている。

③プラスチック片、紙片、布片、タイヤ、電線

スクラップ中に混在するプラスチック片や紙片、布片、タイヤ、電線の被覆等の高分子物質は、火災が発生すれば、引火して延焼の要因となる可能性が考えられる。

(4) まとめ

以上のことから、金属スクラップ火災は様々な要因が複合して発生しており、すべての火災事例がひとつの原因によるものではないことが推測される。しかしながら、火災が発生するためには燃焼物の存在が不可欠であり、金属スクラップ中に多種の可燃性物質が混在することが火災発生に共通する要因であるのは明らかである。また、鉛蓄電池は電氣的要因として火源となる可能性があるとともに、化学的要因として着火物となり得る水素ガスの発生に関与する可能性もあることから、鉛蓄電池の混在と火災発生との関連をさらに検討すべきものと考ええる。

3.2 原因調査に関連した実験等

過去の廃棄物施設等での事故事例やミックスメタル事故調査の結果、火災・事故原因としてリチウム電池や鉛蓄電池が原因となる可能性が高いことが判った。リチウム電池に限らず、電池類は、短絡等や内部破壊があった場合には、火災発生の危険性を有している (Lim et al., 2007)。

電池類には多くの種類があるが、その組成等(表 3.2.1)から判断して、リチウム電池が、最も危険性が高いことが予想される。そこで、特に、リチウム電池に注目してその発火火災危険性を検討した。

表 3.2.1 主な電池の構成 (一例、インターネット情報から)

電池	陽極	負極	電解液	エネルギー密度	電圧
リチウム電池	二酸化マンガン	リチウム	過塩素酸リチウム+プロピレンカーボネート	280Wh/kg	3V
酸化銀電池	酸化銀	亜鉛	水酸化カリウム	130Wh/kg	1.8V
アルカリ電池	二酸化マンガン+黒鉛	亜鉛	塩化亜鉛	NA	1.5V
リチウムイオン電池	コバルト酸リチウム	グラファイト	6 フッ化リン酸リチウム+炭酸エチレン	160Wh/kg	3.6V
鉛蓄電池	二酸化鉛	鉛	希硫酸	30-40Wh/kg	2.1V

3.2.1 CHETAH による危険性評価

様々な電池類のうち、リチウム電池について検討した。リチウム電池は電解液に酸化剤+可燃性液体の構成をしており、元々、高い危険性を有しており、CHETAH による計算でも一定の混合危険性を有していることが示された (表 3.2.2)。また、電極にもリチウム金属が使われている (リチウム自体、消防法・危険物として高い危険性を有している)。

CHETAH (Chemical Thermodynamic and Energy Release Evaluation Program, Ver. 7.2) とは 米国

ASTM が開発した混合危険性評価プログラムで、以下の 4 つの危険性パラメーターから推定することができる。

- 1) 最大分解熱の大きさ
- 2) 燃焼熱と最大分解熱の差
- 3) 酸素バランス
- 4) Y 値

表 3.2.2 CHETAH7.2 による危険性評価の結果

電解液	最大分解熱 (kcal/g)	燃焼熱-分解熱 (kcal/g)	酸素バランス (%)	Y 値 (kcal ² /molg)
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)

3.2.2 熱分析、熱量測定

電池類の爆発危険性評価のため、MCPVT（小型圧力容器試験）を使って評価試験を行った。同装置は、消防法で採用されている圧力容器試験を改良したもので試料の温度を上げてその時の圧力を測定することで評価を行うものである（Knorr et al., 2007, 図 3.2.1）。実験の結果、他の電池に比べて著しく危険性が高いこと、特に、水が存在した場合や破損している場合に危険性が増加した（図 3.2.2, 3.2.3）。

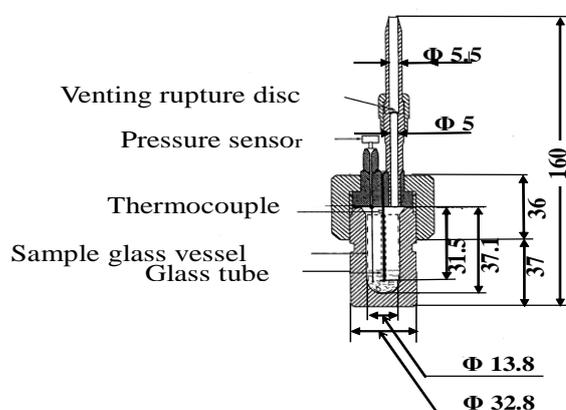


図 3.2.1 MCPVT (小型圧力容器試験装置, Unit:mm) の概要

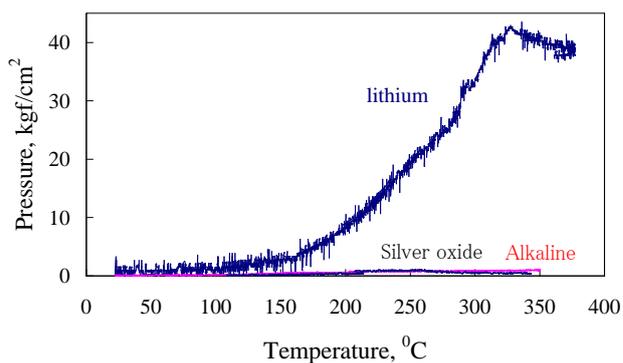


図 3.2.2 リチウム電池、酸化銀電池及びアルカリ電池(いずれも新品)の MCPVT 結果

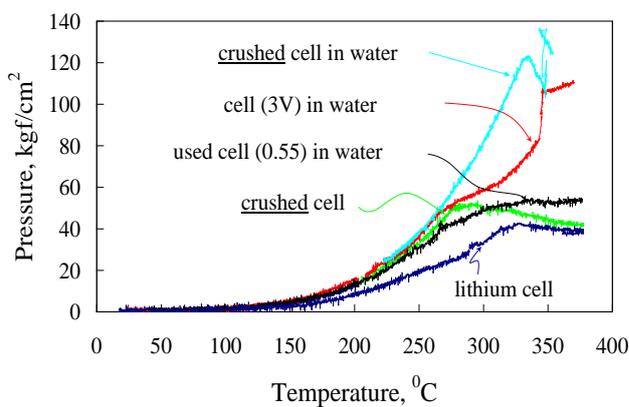


図 3.2.3 リチウム電池の MCPVT 結果(水等の存在の影響、電池破損時の危険性の確認)

金属スクラップと水及び電池の電解液との反応危険性を調べるために、Super CRC を使って実験を行った。Super CRC は米国 Omnicell 社製の反応熱量計であり、図 3.2.4 に示すとおり、試験管サイズの反応容器を用いて攪拌、混合及び反応中の試料添加などで発生する熱流束を測定することができる。

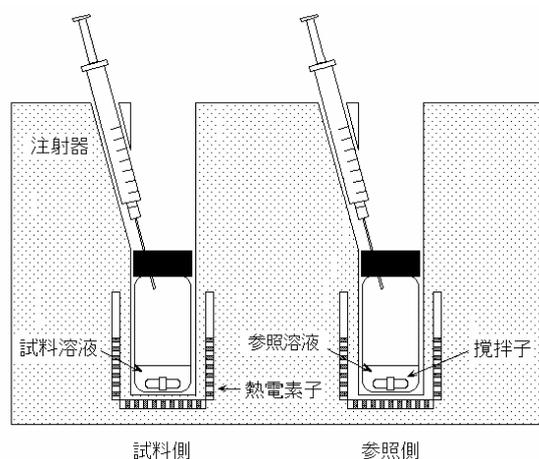


図 3.2.4 Super CRC の概要

この装置では加熱槽中に静置した反応容器中に他の化学物質や反応開始剤などを測定途中で注

入することができ、内蔵された磁気攪拌器で攪拌が可能であるから、実際の装置と同様な手順で反応による熱発生挙動を計測することができる。RC-1 と同様な目的で開発された装置であるが、試料量が最大 16ml と少ないことから、より簡易に試験を行うことができ、その分、危険性も少ないことが利点である。標準のガラス製容器の他に、高圧用容器を用いることも可能である。この場合、発熱速度、発熱量、温度の他に圧力のデータが得られる。反応に伴って発生する熱流束はヒートシンク中に試料容器を囲むように埋められているセンサーによって検出される。また、校正用ヒーターによって試料容器の伝熱速度による測定遅れを補正することができる。

Super CRC (高感度熱量計、混合試験用) を使って、横浜市から提供された試料を実験したところ、高い発熱特性を確認した(図 3.2.5)。同試料中には高濃度の亜鉛の存在が確認されている。従って、コンテナ内の金属スクラップ中の亜鉛が水と反応して発熱、また、実験的にも水素を発生することを確認した。従って、横浜市での爆発事故は、発生した水素の爆発によって起こった可能性が高いことを確認した(消防研究所回答、2006)。

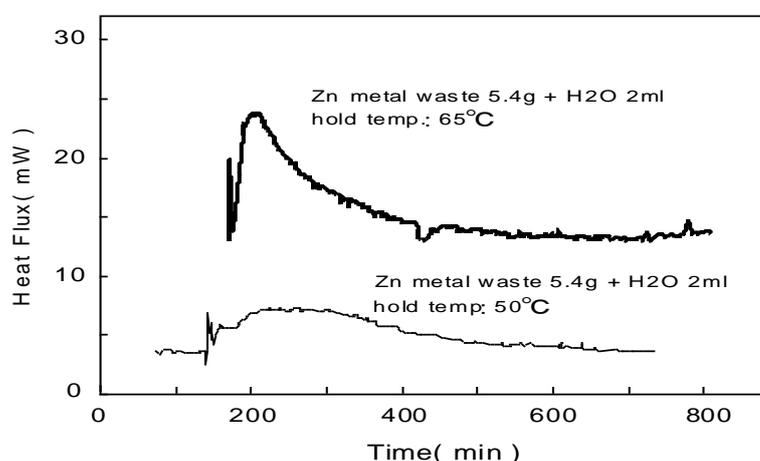


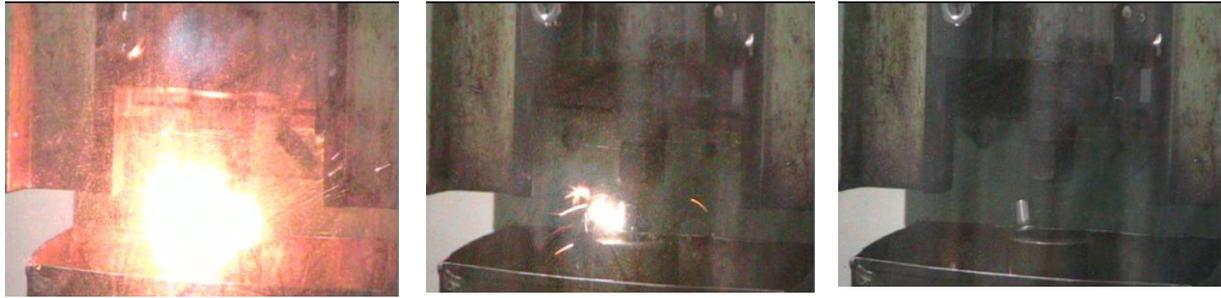
図 3.2.5 Super CRC による結果 (スクラップ金属+水)

3.2.3 火薬類に対する危険性評価試験の適用

リチウム電池が船舶等への積載時の爆発危険性を調べるため、落つい感度試験及び弾動臼砲試験を行った。これらの試験は火薬類の爆発危険性を評価するためのものである。詳細は JIS (JIS K4810-1979, 火薬類性能試験方法) 等に記載されている。

(1) 落つい感度試験

図 3.2.6 は落つい感度試験の様子である。リチウム電池 (使用済みも含めて) では、高さ 60~80cm で爆発的な状況になることが判った。同様の試験を酸化銀電池、アルカリ電池でも行ったが、このような爆発は見られなかった (表 3.2.3)。



(a) リチウム電池（新品） (b) リチウム電池（使用済み） (c) アルカリ電池、酸化銀電池
（いずれも新品）

図 3.2.6 リチウム電池の落つい感度試験の様子（高さ＝80cm）

表 3.2.3 落つい感度試験の結果

	高さ (cm)	結果	備考
リチウム電池（新品） CR 1220 (new)	100	Yes	激しい爆発
	60-80	Yes	比較的穏やかな爆発
	50-55	1/4 *	比較的穏やかな爆発 (1/4)
リチウム電池 （使用済み）、CR 1220	100	Yes	比較的穏やかな爆発
	70-80	Yes	比較的穏やかな爆発
	60	1/3 *	比較的穏やかな爆発 (1/3)
アルカリ電池 LR 1130 (new)	100	No	不爆
	60	No	不爆
酸化銀電池 SR 1120 (new)	100	No	不爆
	60	No	不爆

*： m/n は、同一条件で n 回試験を行って、m 回爆発が起こったもの

(2)弾動臼砲試験

弾動臼砲試験とは、試験物品約 5g に大きな爆発衝撃を与え、臼砲（重量：110kg）による爆発性と激しさをトリニトロトルエン（TNT）の爆発力と相対比較するものである(図 3.2.7)。弾動臼砲値 B'でもって評価する。d は、臼砲の揺れ幅である。

$$B' = 100 \times (d_1 - d_0) / (d_2 - d_0)$$

d₀ : ホウ酸 5g の揺れ幅

d₁ : 試験物品 5g の揺れ幅

d₂ : TNT5g の揺れ幅

試験結果（弾動臼砲値：試料の臼砲の揺れ幅と TNT のそれとの比から得られる）を表 3.2.4 に示す。これより、リチウム電池（CR2025、CR1216）の爆発威力は中と判断された。一方、CR1220、アルカリ電池(LR44)、模擬電解液の爆発威力は小と判断された。この結果から、リチウム電池は、自己反応性物質と比較して同程度以上の危険性を有していると判断される。



図 3.2.7 弾動臼砲試験の様子

表 3.2.4 弾動臼砲試験結果

		試料量	振れ幅	B'
リチウム電池	CR 1216 (new)	2.6 g, 5.1 g	26 mm, 26 mm	7.8 %
	CR 1220 (new)	3.5 g	21 mm	3.9 %
	CR 2025 (new)	4.6 g	37.5 mm	16.7 %
アルカリ電池 LR 1130 (new)		3.9 g	21 mm	3.9 %
リチウム電池模擬電解液1		5.0 g	19 mm	2.3 %
リチウム電池模擬電解液2		5.0 g	18 mm	1.6 %

3.2.4 実験結果のまとめ

リチウム電池は、その構成から判断して高い発火危険性を有している。また、高温、衝撃等で容易に爆発することが確認できた。従って、電池が破壊されていたりした場合や周囲に水があった場合、高い発火危険性船舶への積み込み時等の落下衝撃の際等には容易に発火し火災に至る可能性がある。

3.3 過去の事故事例調査

雑品またはミックスメタルと称される金属スクラップには様々な金属、樹脂類、油分、そして乾電池などの複合化学物質が含有されている。

本年度の調査では電池、プラスチック、金属について以下の情報源を中心に事故事例を収集した。

- ・ 災害情報センター事故事例
- ・ 消防法危険物に関する事故事例
- ・ (独) 製品評価技術基盤機構事故情報収集制度における事故事例
- ・ その他国外事例

3.3.1 電池の事故事例

大きな事例以外は1996年以降のものを収集した。電池事故の総件数は493件であったが、約半数は液漏れで、火災や発熱の事例は211件であった。発熱、発火はリチウム電池、リチウムイオン電池、ニッケル水素電池、アルカリ乾電池、鉛蓄電池などで発生していた。電池別の事故の発生比率を図3.3.1に示す。また、事故の発生した機器は電池を使用する様々な製品であった。

なお、図3.3.1で電池と記載されているものは電池の種類が不明な事例が大部分であったが、2件の鉛蓄電池による火災も含まれる。この2件の火災は劣化による液漏れ、が引き金となっていた。

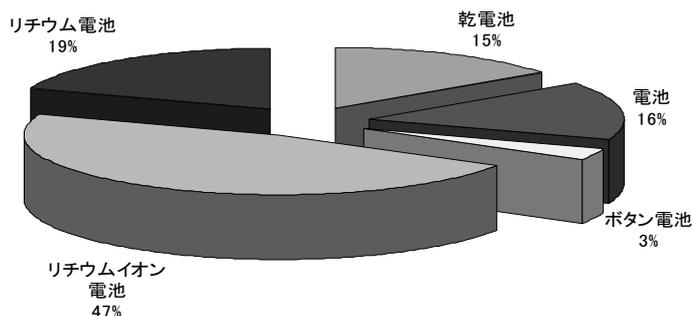


図 3.3.1 電池による発火、発熱事故：166 件（1997－2008 年 1 月）

事故原因の比率を図 3.3.2 に示すが、事故は充電中の過充電が最も多く、電池の設置ミス（短路）による過電流、破碎工程での中での発熱・発火、液漏れにともなう発火も発生していた。

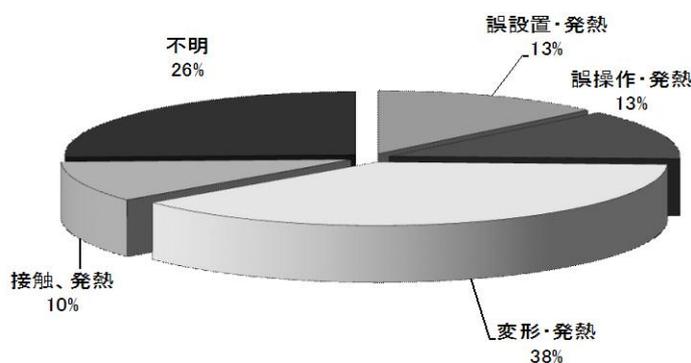


図 3.3.2 電池事故の発生原因

典型的な電池の発火事故事例を以下に紹介する。

[事例 1 電池の誤設置による発熱]

当該製品のリモコン部に付属の乾電池を入れ5分間程遊んでいたところ、リモコンがかなり熱くなり、乾電池は熱くて持てないほどになっていた。逆装てんした1個の乾電池が充電状態になり発熱したものであった。

[事例 2 電池の変形による発熱]

携帯電話機の電池パックが外れ、放置していたらじゅうたんが焦げた。犬がバッテリーを噛

む等により、リチウムイオン電池に外部応力が加えられたため、バッテリーが内部短絡を生じて熱暴走となり、異常発熱し破裂したものと推定される。他の応力による変形でも同様の発熱事例が報告されている。

[事例3 電池の誤接触による発熱]

製造工程で発生した正極体の切断屑等が正極板に付着し、充電後の膨潤で切断屑等がセパレーターを突き破り内部短絡し、発熱した。

3.3.2 プラスチックの事故事例

廃プラスチック・ゴム類による火災事例は多数報告されている(Wakakura et al. 2004)。廃棄物は多様な物質の混合物として取り扱われることが多く、事故の起因となった物質が特定される例は多くない。そのため、廃プラスチックが事故原因と特定された事例は24件にとどまったが、廃棄物火災の多くはプラスチックや廃タイヤなどのゴム、廃木材によるものと推定されている。今回収集した事故の90%以上は産業廃棄物で発生していた。火災は破碎工程、溶融工程、保管中に発生していた。

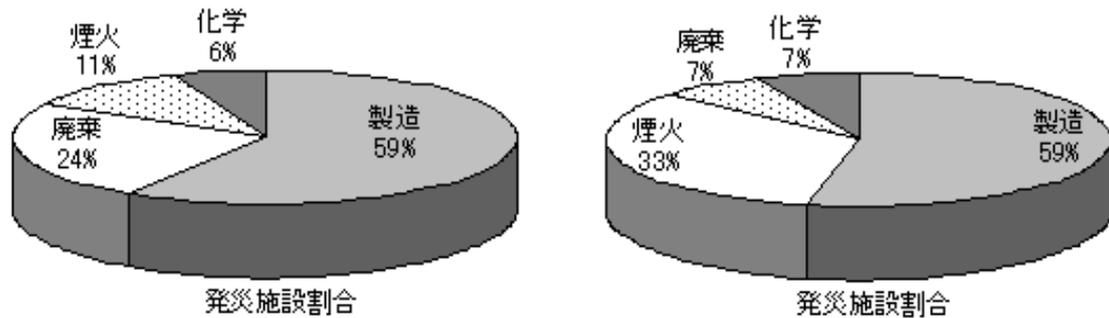
廃プラスチックはリサイクルが増加しつつあるが、依然として焼却の比率が高い。リサイクルならびに焼却においては前工程で破碎される。破碎工程では金属の火花や摩擦熱によりプラスチックが加熱されたり、火種が発生する可能性がある。廃プラスチックを含む可燃性の廃棄物を移送するベルトコンベアでは火災の発生が数多く報告されている。プラスチックを主成分とする破碎物をコンベア移送する場合、破碎時の金属の衝撃火花または破碎による剪断熱などに由来する高温部分が存在し、火災が発生するとみられる例も少なくない。

また、プラスチックの減容化は輸送、リサイクルで必要な工程であり、加熱を伴うため火災が起きやすい。廃タイヤなどのゴム製品は屋外で長時間堆積保管すると、紫外線によって架橋が切断され、酸化劣化が進行しやすくなる。そのため、屋外保管では酸化熱が蓄積して自然発火する危険性が增大する。発熱量が大きいプラスチックやゴムは火災時の消火が困難な例が多い。大量の廃プラスチック・ゴム類の保管・取扱いには火気管理および温度管理が重要である。

3.3.3 金属の事故事例

金属による爆発・火災事故は増加傾向にあり、その発災した金属の種類も多様化の傾向にある。事故事例については別に示すが、アルミニウムやマグネシウムによる火災が増加している。廃棄物として排出されたものでは、破碎により粉化したこれらの金属が水と接触して発災する例が多い。アルミニウムや鉄の破碎粉を含有するシュレッターダストでは、飛散防止の散水や降雨のあと蓄熱する事例が多いことが知られている(図 3.3.3)。

最も事故の多い金属であるアルミニウムの発災工程を比較すると、廃棄工程での火災、爆発が増加傾向であることが明らかになった。



1990～2002年

1970～1979年

図 3.3.3 アルミニウムの発生工程の変化

3.4 災害防止のための必要な対応策

火災・事故例、現地調査の結果から金属スクラップの火災・事故はリチウム電池等の電池に起因するケースが多いことが明らかになった。そこで、実験的にも危険性が高いことを示した。今後、資源の回収という面からもリサイクルが重要である。特に、使用済み鉛電池はバーゼル条約で輸出が規制されており、事前に取り除く必要がある。また、電池以外の危険性物質や可燃性物質もスクラップ金属中に多量に存在しており、火災危険を増す可能性がある。従って、これらの物質もできるだけ取り除くことが重要である。

機械油やプラスチック、ゴム類など、発熱量が大きい可燃物を多く含む金属スクラップの堆積物から火災が発生すると、消火が困難となる場合が少なくない。消火活動に長時間を要すると、出港の遅れによる港湾施設関係者や荷主の損害の増大、消防機関の負担増大による管轄内他所火災への対応の制約、燃焼排出物の環境中への拡散等の問題が深刻化する。このため、火災時に速やかに消火できる方法の確立が望まれる。

消火方法の検討にあたっては、アルカリ金属、マグネシウム、アルミニウム、亜鉛等のように水と激しく反応する金属を多く含む金属スクラップの火災と、金属スクラップに混在している一般可燃物の燃焼が主である火災を、区別して考える必要がある。水と激しく反応する金属の火災に注水すると、水素を発生して爆発することがあるため、大変危険である。金属火災用の粉末消火剤か、乾燥砂などを用いる。一方、一般可燃物の燃焼が主である金属スクラップ火災に対する消火戦術は、全国各地で発生している堆積廃棄物火災等（尾川、2003）と同様の、堆積可燃物火災に対する消火戦術として検討するのが適当である。

堆積可燃物火災の消火困難性は、堆積物層の深部にある火源を有効に冷却する手段がないことによる。消火剤は一般に、水や泡などの水系消火剤と、不活性ガスやハロゲン化物などのガス系消火剤に大別される。水系の消火剤は、主に、可燃物表面を冷却したり覆うことにより、可燃物表面における可燃性ガスや可燃性蒸気の発生を抑え、火災を消火する。したがって、消火剤が可燃物の表面に直接届かないと有効に消火できない。また、サイロやコンテナ等の閉鎖空間内の火災に注水すると、冷却により内部の圧力が一時的に低下し外部から新鮮な空気が流入し、内部の可燃性気体と混合して爆発することがあるので大変危険である。一方、ガス系の消火剤は、主に、気相の燃焼反応速度を低下させることにより火災を消火する。ガスは堆積物層内への浸透性に優れているため、サイロやコンテナ等の閉鎖空間内では、有効に有炎燃焼を停止させることができる。たとえ完全消火させるのに十分な量のガス系消火剤を確保できない場合であっても、内部の

可燃性ガスや蒸気を希釈し爆発危険を軽減する働きを有する。しかし、野積みされた廃棄物のような開放空間における火災の場合、ガスは散逸しやすいため消火効果を発揮するのが難しい。但し開放空間であっても、ごみピットのように上面だけが開放された区画内であれば、空気より重いガスを利用することにより、堆積物層内にガス系消火剤を浸透させることが可能である(佐宗、2008)。本研究においては、金属スクラップ積載船の船倉にこの技術を適用できる可能性がある。このように、堆積可燃物火災に対する有効な消火戦術の選択は、火災環境の開放度に依存する。

ガス系消火剤による有炎燃焼停止後に注意しなければならない点として、無炎燃焼の継続が挙げられる。無炎燃焼が継続すると、閉鎖空間内に可燃性ガスが蓄積し、開放時に新鮮な空気が流入し再出火する可能性があるため、別途手段により可燃物を十分に冷却する必要がある。有炎燃焼停止後の可燃物の冷却に莫大な時間と費用を費やした事例があることに、留意すべきである。

以上をまとめると、火災環境の開放度により、閉鎖性を高めることが可能であればガス系消火剤を適用し有炎燃焼を抑制しながら水系消火剤により可燃物の冷却を図ること、閉鎖性を高めることが難しい場合はクレーンやバックホウにより未燃の堆積物を除去し防火線を形成するとともに、燃焼中の堆積物をバックホウ等で掘り起こしながら放水し可燃物表面の隅々まで水系消火剤を到達させることが、消火戦術の基本となる。

特に消火が困難な開放空間における堆積物火災の効率的な消火方法の確立を目的として、泡の延焼阻止効果を実験的に調べた(廖ら、2008)。図 3.4.1 に示すように、中央の火源クリブ(木材を井桁状に組んだ火災模型)の両側にあらかじめ水または泡をかけた延焼試験用クリブを設置し、延焼試験用クリブ内の火炎面位置の時間変化を観測した。結果を図 3.4.2 に示す。延焼速度は、何もかけないクリブ、水、泡水溶液、wet 泡、dry 泡の順に低下した。特に dry 泡をかけたクリブは、火源クリブの火勢の衰えとともに自然に鎮火し、側面の一部が焼けるのみに留まった。木材表面における泡の滞留量測定を含む一連の実験から、泡の延焼阻止効果の有効性を確認した。

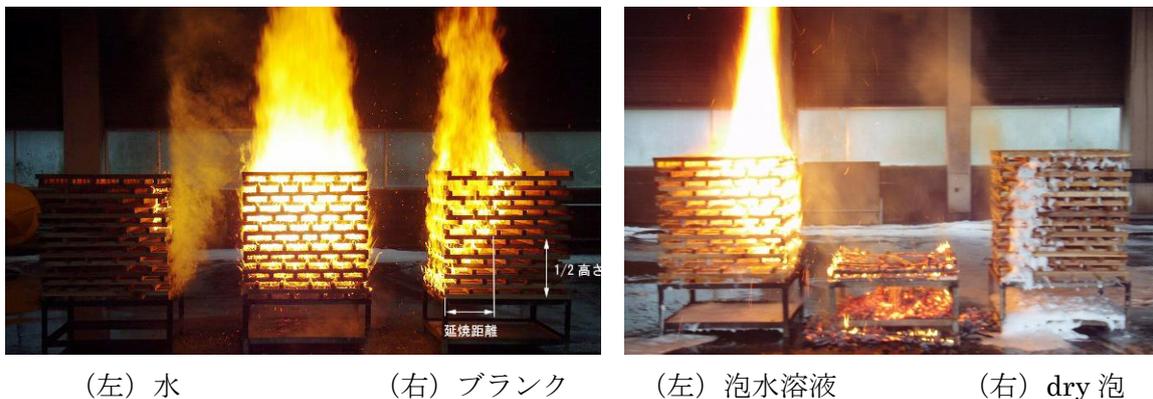


図 3.4.1 延焼阻止実験の様子

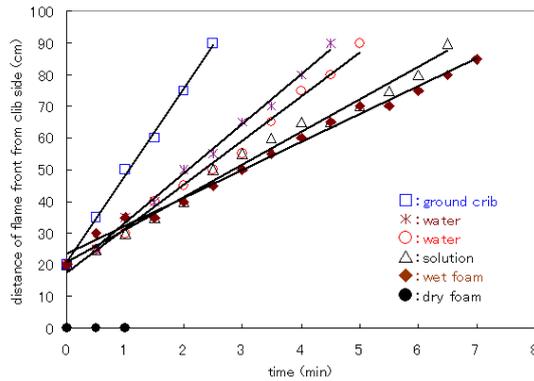


図 3.4.2 クリブ 1/2 高さにおける火炎面の進行速度（延焼速度）

港湾地域では海水の汚染が懸念されるため、泡消火剤の使用が難しいという声が、消防機関から聞かれる。環境に配慮した泡消火剤を効率良く利用することにより、火災を速やかに鎮圧し有害な燃焼排出物の拡散を最小限に抑える技術の開発が望まれる。

3.5 まとめ

金属スクラップによる過去の火災・事件事例、火災の現地調査を行い火災の原因物質を調べた。火災の原因には、様々な可能性が考えられるが、リチウム電池や鉛蓄電池等の電池類が火災現場で見つかったケースもあり、火災を引き起こす可能性があることが判った。そこで、CHETAH による計算及び実験から電池類の危険性を明らかにした。電池類が混入しないよう、そのリサイクルが重要である。また、電池類以外にも多くの危険性物質が混入しており、出来るだけこれらの除去をする必要がある。金属スクラップ火災に対する有効な消火戦術は、火災環境の開放度により異なる。特に消火が困難な開放空間における堆積物火災に対する有効な消火方法の確立を目的として、泡の延焼阻止効果を実験的に調べ、有効性を確認した。

引き続き、上記実験を続けて火災原因物質の特定を進める。また、火災が起きた場合の対策についても引き続き検討を進める予定である。

第3章 参考文献

- 尾川義雄:廃棄物処理施設等における火災に関する文献紹介、消防研究所報告 第96号、pp.109-113 (2003)
- 海上保安庁:「平成20年海難の現況と対策について」 (2009)
- 化学大辞典(1977)
- 佐宗祐子:廃棄物施設の防火・消火技術の開発、環境技術会誌 第132号、pp.62-66 (2008)
- 消防研究所長、横浜市安全管理局長あて回答 (2006)
- Alan Brown, Transport of scrap metal, IGUS-EOS meeting, Stockholm, Sweden (May 2008)
- M. Wakakura,, T. Uchida, Y. Shimizu, H. Koseki, Hazard evaluation of fires and explosions occurred at waste treatment area in Japan, 3rd NRIFD Symposium, pp.291-299 (March 2004)
- Woo-sub Lim, Xin-Rui Li, Xin-Long Wang, Hiroshi Koseki, Osamu Hashimoto, Thermal reactivity of primary lithium coin-cell batteries, J. of Science Technology Energetic Materials, 68 pp.120-123 (2007)
- JIS K 4810-1979, 火薬類性能試験方法
- http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/data/research/h18fy/180901-3_src/180901-3_4.pdf
- A. Knorr, H. Koseki, X.R. Li, M. Tamura, K. D. Wehrstedt, M. W. Whitmore, A closed pressure vessel test (CPVT) screen for explosive properties of energetic compounds, J. of Loss Prevention in the Process Industries 20 pp.1-6 (2007)

第4章 法的検討

4.1 有害物質・家電等の混入原因

4.1.1 国内リサイクル法との関係

リサイクル法の対象品目であっても、産業廃棄物は排出者責任で処理されるため、他の物品と一緒に廃棄・回収される可能性が高い。また有価売却の場合は、特に引渡先に制限がないため、これらのフローを追うことは難しい。

炊飯器、電子レンジ、液晶テレビやプラズマテレビなどの薄型テレビなどは、国内リサイクル法の対象外のため、現状では粗大ごみや不燃ごみとして自治体廃棄・回収されるケースが考えられる。一部は、無料回収者によって買取または無料回収されるなどの経路で、産業廃棄物中間処理業者や金属スクラップ業者などに渡っている可能性が考えられる。

4.1.2 バーゼル条約およびバーゼル法の輸出規制の対象

鉄以外の金属やプラスチック等の異物が含まれていない場合は、「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律」（平成4年12月16日法律第108号）（以下、「バーゼル法」とする）の規制対象をリスト化した告示（「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律第2条第1項第1号イに規定する物」（平成10年11月6日・環境庁・厚生省・通商産業省告示第1号））（以下、「バーゼル法告示」とする）の別表第一1項1号ロ（B1010）に該当し、非鉄金属の混合物である場合には別表第一1項5号（B1050）に該当すると考えられる。

鉄や非鉄金属（バーゼル法告示別表第三の17～41号までに掲げる物のいずれにも該当しないものに限る。）以外の異物が含まれている場合、バーゼル法告示別表第三の17～41号に掲げているものに該当するかどうかを分析で確認する必要がある。

表 4.1.1 鉄くず、非鉄くずの規制状況

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象外	別表第一1項1号ロ 【B1010】 鉄(合金であるものを含む)のくず 別表第一1項5号 【B1050】 非鉄金属の混合物から成る重量片のくず (別表第三の17～41号までに掲げる物の いずれにも該当しないものに限る。)	附属書Ⅲ 【B1010】 金属及び合金の廃棄物で、金属状の及び飛散性を有しない形状のもの 貴金属、鉄鋼のくず、銅のくず… 【B1020】 次の清純な及び汚染されていない金属(合金を含む)のくずで、最終形状が塊状のもの(薄板、板、梁材、棒等) 【B1030】 残滓を含む耐火性の金属 【B1040】 発電用の部品のくずで、有害な物とされる程度に潤滑油、PCB 又は PCT で汚染されていないもの 【B1050】 非鉄金属混合物の重量片のくず (附属書Ⅲの特性を示すのに十分な濃度で附属書Ⅰの物を含む物を除く。)

金属スクラップには、電池、廃家電・PC、基板、モーター、配電盤、給湯器、燃料タンク、石油ストーブ類、コンプレッサー、トランス、電線・ケーブルなどが混入しており、金属スクラップ運搬船の火災の原因物質であるとの疑いがもたれている。そのため、混入物ごとのバーゼル国

内法およびバーゼル条約の規制状況を整理する。

(1) 電池の規制状況

バーゼル法では、電池の種類ごとに規制状況は異なる。

まず、バーゼル法別表第一 1 項 9 号に掲げる電池のくず (B1090) に該当するものは、原則規制対象外となる。ただし、別表第三の 24 号、27 号と 29 号に掲げる物、すなわちカドミウム、水銀、鉛を含む電池、また、不良品など規格 (例えば JIS 規格など) に適合しない電池はこれに該当しない。つまり、ニッケルカドミウム電池、鉛蓄電池などは非規制対象物の電池のくず (B1090) には含まれない。リチウムイオン電池、リチウム電池、ニッケル水素電池は、規格外の製品でない限り、規制対象外であると考えられる。

つぎに、電池のくず (B1090) では判断できない電池については、別表第二 1 項 16 号および 17 号に掲げる電池に該当するか否かで判断する。別表第二 1 項 16 号である鉛蓄電池 (A1160) は、破碎されているか否かを問わず、原則として規制対象となる。別表第二 1 項 17 号に掲げる分別されていない電池 (A1170) は、別表第三 17~41 号に掲げる物のいずれかに該当するものであり、電池のくず (B1090) のみの混合物はこれに該当しない。

バーゼル法において、リチウム電池・リチウムイオン電池は、不良品でない限り一般的には規制対象外である。一方、廃鉛蓄電池はどのような状態であれ規制対象となると考えられる (例え 1 個でも含まれていれば)。カドミウム、水銀、鉛およびそれらの化合物を含む電池が混入している場合はバーゼル法の規制対象物となり、非規制対象のリチウムイオン電池、リチウム電池、ニッケル水素電池のみが混入している場合は規制対象外となると考えられる。

経済産業省・環境省や税関では、廃鉛蓄電池は混入しないよう指導しており、混入が見つかった場合は取り除くよう指示している。しかし、全体量が 800~1500 トン規模になる金属スクラップについてバーゼル法の該非を判断するためには、スクラップの全てを確認することが必要であるが、実際にはそのような確認は不可能である。

表 4.1.2 電池の規制状況

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象外	<p>別表第一 1 項 9 号 [B1090] 電池 (不良品であるものを除く。) のくず (別表第三 24 号、27 号または 29 号に掲げる物のいずれにも該当しないものに限る。)</p> <p>別表第三 24 号 カドミウム又はカドミウム化合物を含む物であって次に掲げるもの 27 号 水銀又は水銀化合物を含む物であって次に掲げるもの 29 号 鉛又は鉛化合物を含む物であって次に掲げるもの</p>	<p>附属書IX [B1090] 規格に適合する電池 (鉛、カドミウム又は水銀を用いて作られたものを除く) の廃棄物</p>
規制対象	<p>別表第二 1 項 16 号 [A1160] 鉛蓄電池 (破碎されているか否かを問わない。)</p> <p>別表第二 1 項 17 号</p>	<p>附属書VIII [A1160] 鉛蓄電池の廃棄物</p> <p>[A1170]</p>

	<p>[A1170] 分別されていない電池※(別表第一 1 項 9 号に掲げる電池のみの混合物を除く。)又は同号に掲げられていない電池であって別表第三 17 号から 41 号までに掲げる物のいずれかに該当するもの。 ※不良品でない=規格に適合するもの(例:JIS製品)。</p>	分別されていない電池の廃棄物(B表に掲げる電池のみの混合物を除く)及びB表に掲げられていない電池の廃棄物で有害なものとされる程度に附属書 I の成分を含むもの
--	--	---

表 4.1.3 電池の種類別規制状況

	一次電池 ※使いきりの電池(充電できない電池)	二次電池 ※充電して何度でも使える電池(専用の充電器が必要)	その他の電池
規制対象外	マンガン乾電池 アルカリ(マンガン)乾電池 ニッケル系一次電池 リチウム電池 アルカリボタン電池空気(亜鉛)電池 酸化銀電池	ニッケル水素電池 リチウムイオン電池 アルカリ蓄電池 ・焼結式アルカリ蓄電池 ・ポケット式アルカリ蓄電池	燃料電池 太陽電池
規制対象	—	鉛蓄電池 ・自動車用鉛蓄電池 ・据置蓄電池 ・電気自動車用蓄電池 ・小形制御弁式鉛蓄電池 ニカド電池	—

出典：電池工業会「電池の種類」(<http://www.baj.or.jp/knowledge/type.html>)

注：規制対象外のものであっても、有害性物質を含む場合があり、基準値を超える有害物質を含んでいれば規制対象となる。

(2) 電気電子機器、部品の規制状況

廃家電や PC に含まれる基板に使用されるハンダやモーターの電線接合部分のハンダや被覆電線の被覆材等に、配電盤、給湯器は電線接合部分のハンダ及び被覆電線の被覆材等に「鉛」を含有する可能性があるため、鉛の含有試験、溶出試験の分析結果を確認する必要がある。

電線・ケーブルの被覆材には安定材として鉛が含まれることが多いため、鉛の含有試験、溶出試験の分析結果を確認する。

表 4.1.4 電気電子機器、部品の規制状況

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象外	別表第一 11 号 [B1110] 電気部品又は電子部品であって、A1180 に掲げる物に該当しないもの。直接再利用するもの。	附属書Ⅹ [B1110] 電気部品及び電子部品であって、A1180 に掲げる物に該当しないもの。直接再利用を目的として、再生利用又は最終処分を目的としない電気部品及び電子部品。
規制対	別表第二 1 項 18 号	附属書Ⅶ

象	<p>[A1180] 電気部品又は電子部品のくずであって次に掲げる物(別表第一1項4号に掲げるものを除く。)</p> <p>イ 16号もしくは17号に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、ブラウン管その他これに類するガラス又はコンデンサー(PCBを含むものに限る。)を構成部品として含む物</p> <p>ロ 別表第三17号から41号までに掲げる物のいずれかに該当する物</p> <p>別表第三29号 鉛又は鉛化合物を含む物</p> <p>※鉛以外にも有害物質が含まれる可能性がある場合には、分析試験等を行い別表三の基準値を超えるかどうか確認する。</p>	<p>[A1180] 電気電子部品及び電子部品の廃棄物又はそのくず</p> <p>A表に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、CRTその他の活性化ガラス及びPCBコンデンサーを構成物として含む物又は附属書Ⅲに掲げる特性のいずれかを有する程度に附属書I(例えば、カドミウム、水銀、鉛、PCB)により汚染されているもの。</p>
---	--	--

表 4.1.5 電線・ケーブルに対する規制

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象外	<p>(2009年3月末日現在、条約の項目B1115の追加を受けたバーゼル法告示の改正はなされていない。)</p> <p>別表第一1項11号 [B1110] 電気部品又は電子部品であって、A1180に掲げる物に該当しないもの。直接再使用するもの。</p>	<p>附属書Ⅹ [B1110] 電気部品及び電子部品であって、A1180に掲げる物に該当しないもの。直接再利用を目的として、再生利用又は最終処分を目的としない電気部品及び電子部品。</p> <p>[B1115] プラスチックで被覆され又は絶縁された金属ケーブル廃棄物(A表1190に含まれる物、附属書ⅣAの作業(リサイクル)の作業が予定されているもの及びいずれかの段階において野焼き等規制されていない熱処理を伴う処分作業を除く。)</p>
規制対象	<p>別表第二1項18号 [A1180] 電気部品又は電子部品のくずであって次に掲げる物(別表第一1項4号に掲げるものを除く。)</p> <p>イ 16号もしくは17号に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、ブラウン管その他これに類するガラス又はコンデンサー(PCBを含むものに限る。)を構成部品として含む物</p> <p>ロ 別表第三17号から41号までに掲げる物のいずれかに該当する物</p>	<p>附属書Ⅶ [A1180] 電気電子部品及び電子部品の廃棄物又はそのくず</p> <p>A表に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、CRTその他の活性化ガラス及びPCBコンデンサーを構成物として含む物又は附属書Ⅲに掲げる特性のいずれかを有する程度に附属書I(例えば、カドミウム、水銀、鉛、PCB)により汚染されているもの。</p> <p>[A1190] 附属書Ⅲの特性を示す程度に、コールドタル、PCB、鉛、カドミウムその他の有機ハロゲン化合物又は附属書Iのその他の成分</p>

		を含み又はこれらにより汚染されたプラスチックで被覆され又は絶縁された金属ケーブル廃棄物
--	--	---

注：2004年にインド政府から提案され、2005年のバーゼル条約第7回締約国会議における決議により、附属書ⅧにA1190が、附属書ⅨにB1115が追加された。

(3) トランス（高圧変圧器及び高圧コンデンサー）に対する規制

トランスは一般に乾式と湿式があり、乾式は一般的に非規制対象物となる。

湿式については1972年のPCB使用機器生産中止までは絶縁油にPCBを使用しているものがあり、当該機器の製造者、製造年月日及び型式番号を「PCB使用電気機器の取扱について（平成12年7月・通商産業省機械情報産業局電気機器課）」で確認し、PCB使用機器であればバーゼル規制対象となる。なお、「PCBを含んだ絶縁油」を抜き取った場合であっても、当該機器の内部にPCBの取り残しがあれば廃棄物処理法の特別管理産業廃棄物「PCB汚染物」に該当する。PCBを含む廃棄物は廃棄物処理法の特別管理産業廃棄物に該当するため、これを輸出しようとする場合は同法により環境大臣の確認も受けなくてはならない。

表 4.1.6 トランスの規制状況

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象	<p>別表第二1項 18号 [A1180] 電気部品又は電子部品のくずであって次に掲げる物(別表第一1項4号に掲げるものを除く。) イ 16号もしくは17号に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、ブラウン管その他これに類するガラス又はコンデンサー(PCBを含むものに限る。)を構成部品として含む物 ロ 別表第三17号から41号までに掲げる物のいずれかに該当する物</p> <p>別表第二3項 18号 [A3180] PCBを50ppm以上含むもの</p> <p>別表第三41号 ハ PCT, PCB 又は PBB を50ppm以上含む物</p>	<p>附属書Ⅷ [A1180] 電気電子部品及び電子部品の廃棄物又はそのくず</p> <p>A表に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、CRT、その他の活性化ガラス及びPCBコンデンサーを構成物として含む物又は附属書Ⅲに掲げる特性のいずれかを有する程度に附属書I(例えば、カドミウム、水銀、鉛、PCB)により汚染されているもの。</p> <p>[A3180] PCB, PCT, PCN, PBB もしくはこれらの混合物に類似のポリ臭化化合物を含み、これらから成り又はこれらにより汚染された廃棄物質及び廃棄物品で、濃度が1kgにつき50mg以上のもの。</p>

(4) 燃料タンク、石油ストーブ類、コンプレッサーに対する規制

油を抜けば、「金属スクラップ」と同じ。コンプレッサーに油（多分、絶縁油ではない）が残る場合には、その油が「廃油（A3020）」に該当すればバーゼル規制対象となる。

表 4.1.7 燃料タンク、石油ストーブ類、コンプレッサーの規制状況

	バーゼル法告示別表	条約附属書
規制対象外	<p>別表第一項 11 号 [B1110] 電気部品又は電子部品であって、A1180 に掲げる物に該当しないもの。直接再使用するもの。</p>	<p>附属書Ⅸ [B1110] 電気部品及び電子部品であって、A1180 に掲げる物に該当しないもの。直接再利用を目的として、再生利用又は最終処分を目的としない電気部品及び電子部品。</p>
規制対象	<p>別表第二項 18 号 [A1180] 電気部品又は電子部品のくずであって次に掲げる物(別表第一項 4 号に掲げるものを除く。) イ 16 号もしくは 17 号に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、ブラウン管その他これに類するガラス又はコンデンサー(PCB を含むものに限る。)を構成部品として含む物 ロ 別表第三 17 から 41 号までに掲げる物のいずれかに該当する物</p> <p>別表第三項 2 号 [A3020] 当初に意図した使用に適さない鉱油</p>	<p>附属書Ⅷ [A1180] 電気電子部品及び電子部品の廃棄物又はそのくず</p> <p>A 表に掲げる蓄電池その他の電池、水銀スイッチ、CRT その他の活性化ガラス及び PCB コンデンサーを構成物として含む物又は附属書Ⅲに掲げる特性のいずれかを有する程度に附属書 I (例えば、カドミウム、水銀、鉛、PCB)により汚染されているもの。</p> <p>[A3020] 当初に意図した使用に適さない鉱油</p>

(5) 分析

バーゼル法の規制対象である「特定有害廃棄物等」は、「特定有害廃棄物」(バーゼル法 2 条 1 項イの「条約附属書 I に掲げる物であって、条約附属書Ⅲに掲げる有害な特性のいずれかを有するもの」と「家庭系廃棄物」(2 条 1 項ロの「条約附属書Ⅱに掲げるもの」)等であり、日本政府がバーゼル条約の規制対象と解した物と直接に重なるという特徴を有する。日本政府は、バーゼル法の規制対象について、「規制の対象となる特定有害廃棄物等を条約附属書を引用することにより定義していることから、条約附属書 I ……が改正された場合には、それに対応して本法に基づいて規制の対象となる特定有害廃棄物等の内容も自動的に変更されることになる」(環境庁水質保全局廃棄物問題研究会 1993, 126. なお、傍点は筆者による挿入)と述べて、バーゼル条約とバーゼル法の規制対象の連続性を強調している。しかしながら、国際レベルの条約関係規範の動態(条約の締約国会議等における規制対象の具体化・詳細化)を国内レベルのバーゼル法が受け止めきれていないという問題(問題点①)や、条約では規制対象リスト(附属書Ⅷ)と規制対象外リスト(附属書Ⅸ)を並置しているのに対して、バーゼル法の規制対象をリスト化した告示(「特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律第 2 条第 1 項第 1 号イに規定する物」(平成 10 年 11 月 6 日・環境庁・厚生省・通商産業省告示第 1 号))では、規制対象外リスト(別表第一)を規制対象リスト(別表第二)よりも優先しているために(図 4.1.1 を参照)、現状ではバーゼル条約の規制対象とバーゼル法の規制対象に齟齬が生じる可能性があるという問題(問題点②)がある。

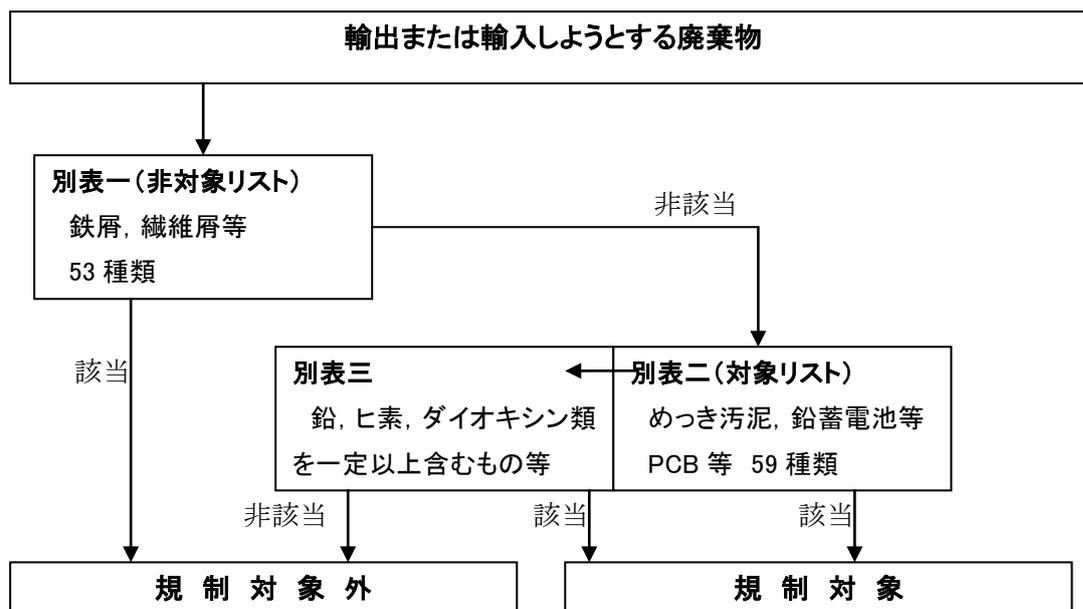


図 4.1.1 バーゼル法告示における別表一と別表二および三の関係

(環境省ホームページ上の資料「バーゼル条約、バーゼル法及び廃棄物処理法による廃棄物等の輸出入規制について」(Available at <http://www.env.go.jp/recycle/yugai/gaiyo.pdf> (May 12, 2009))) を参照し作成)

これら二つの問題は相互に関連しているが、以下、具体的に、電線の輸出入の規制に即して指摘しておきたい。

電線については、バーゼル条約上は、インド政府の提案を受けた 2005 年のバーゼル条約第 7 回締約国会議における附属書改正に関する決議 (VII/19) により、規制対象外のリストである附属書 IX の B1115 に「プラスチックで被覆され又は絶縁された金属ケーブル廃棄物」が追加されているが、その但し書きには、「A 表 A1190 に含まれるもの……を除く。」とある。この A 表とは規制対象リストである附属書 VIII であり、その A1190 も同じ附属書改正決議により追加され、「附属書 III の特性を示す程度に、コールタール、PCB、鉛、カドミウムその他の有機ハロゲン化合物又は附属書 I のその他の成分を含み又はこれらにより汚染されたプラスチックで被覆され又は絶縁された金属ケーブル廃棄物」とある。2009 年 3 月末日現在、バーゼル法の告示は、条約附属書 VIII の A1190 追加および条約附属書 IX の B1115 追加に対応した改正はなされていない (上記①の問題点)。

そのため、電線の輸出入の規制は、現行のバーゼル法告示の範囲内でなされることとなるが、結論を先取りすれば、バーゼル条約が要求するよりも限定的な規制にとどまるものと解される。電線に関する現行のバーゼル法告示の規制は、規制対象外リストである別表第一 1 項 11 号ハに「……電線その他の電気部品又は電子部品のくずであって、直接再使用することが予定されたもの」とあり、これに該当するとの判断がなされれば、規制対象リストである別表第二および別表第三に該当するか否かを確認する必要はなく、規制対象外であるとして処理されることとなる。

しかしながら、このような規制対象の同定方法は、条約附属書の考え方とも、また、バーゼル法告示の上位規範であるバーゼル法の考え方とも異なる。たしかに、バーゼル法告示別表第一 1 項 11 号ハに対応する条約附属書 IX の B1110 には、「直接再利用を目的として再生利用又は最終処

分を目的としない電気部品及び電子部品（……電線を含む。）」とあるが、他方でこれに関連する規制対象リストもあり、附属書Ⅷの A1180 は「電気部品及び電子部品の廃棄物又はそのくずで、……附属書Ⅲに掲げる特性のいずれかを有する程度に附属書Ⅰの成分（例えば、カドミウム、水銀、鉛、ポリ塩化ビフェニル）により汚染されているもの」とあり、さらに、附属書Ⅷの改正後の電線の規制に適用される附属書Ⅷの A1190 は「附属書Ⅲの特性を示す程度に、コールドタール、PCB、鉛、カドミウムその他の成分を含む又はこれらにより汚染されたプラスチックで被覆され又は絶縁された金属ケーブル廃棄物」とある。附属書Ⅷの A1180 と A1190 の関係は、前者が電気部品等一般の廃棄物を対象にする一般法であるのに対し、後者が電線廃棄物に特化した特別法であることから、両者の間に抵触がみられる場合は、「特別法は一般法を破る」という法格言に従い、後者が適用される。

バーゼル法の規制対象は同法第 2 条第 1 項に規定された「特定有害廃棄物等」であり、上述のように、バーゼル条約の規制対象と直接に重なるものである。バーゼル法の規制対象が、その下位規範であるバーゼル法告示により広狭するというわけではない。そのため、電線の輸出入の規制については、規制対象リストであるバーゼル条約附属書Ⅷの A1190（含有率基準）、規制対象外リストである附属書Ⅸの B1110（成分が金属のみであるか否かという基準、鉛等の含有率基準と直接再利用の有無という基準）および B1115（含有率基準および処理方法基準）の三者（A1190、B1110 と B1115）により同定されることとなる。現在のバーゼル法告示は、電線の輸出入規制の規制について、本来適用されるべき B1115 が適用されず、また、附属書Ⅸの B1110 を受け止めたバーゼル法告示別表第一 1 項 11 号は 3 つの基準を掲げ（成分が金属のみであるか否かという基準（同号イ）、鉛等の含有率基準（同号ロ）と直接再利用の有無という基準（同号ハ））、それらを並置しているため、これらのいずれかの基準を充足すれば、規制対象外となる。例えば、輸出入される電線が「直接再使用することが……予定されたもの」（バーゼル法告示別表第一 1 項 11 号ハ）であれば、同号の他の基準（バーゼル法告示別表第一 1 項 11 号イおよびロ）の充足を確認することなく、直接再使用されることのみをもって規制対象外となる可能性がある。しかしながら、バーゼル条約の附属書Ⅷと附属書Ⅸはいずれかを優先させるという関係にないため、仮に輸出入される電線が附属書Ⅸの B1110 が掲げた基準を充足したからといって、附属書Ⅷの A1180 および A1190 に該否するか否かの確認は別途必要である。

以上をまとめると、電線の輸出入の規制については、バーゼル条約では附属書Ⅷと附属書Ⅸの双方に掲げられた諸基準（成分が金属のみであるか否かという基準、鉛等の含有率基準、直接再利用の有無という基準、処理方法基準）が並行的に適用されることで、規制対象の該否判断がなされるのに対して、バーゼル法では告示別表第一に掲げられた諸基準（成分が金属のみであるか否かという基準、鉛等の含有率基準、直接再利用の有無という基準）のうち一つでも充足すれば規制対象外となり、バーゼル条約とバーゼル法では規制対象の同定に適用される基準が異なることから、結果として、両者の規制対象に齟齬が生じる可能性がある（上記②の問題点）。

4.2 バーゼル条約およびバーゼル法の諸問題

有害廃棄物の適正な国際移動を確保するために、1989 年 3 月に、「有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約」（以下、「バーゼル条約」とする）が採択された。バーゼル条約は 1992 年 5 月に発効し、日本は 1993 年 9 月に加入した。有害廃棄物の輸出入について、バーゼル条約が定める一般的義務は、輸入禁止を宣言した締約国への輸出禁止（4 条

1(a)(b)、非締約国との輸出入の禁止（4条5）、輸出に伴う輸入国への事前通報と輸入国の同意の無い廃棄物の輸出禁止（4条1(c)及び6条1, 2, 3）の3つである。

日本政府はバーゼル条約の早期加入に向けて、1991年秋以降、関係省庁間で条約の国内実施法の検討に着手し、第125回臨時国会においてバーゼル法が成立した。

バーゼル法における「特定有害廃棄物等」の輸出手続は、次の通りである。①「特定有害廃棄物等」を輸出しようとする者は、経済産業省（以下、「経産省」とする）大臣に「外国為替及び外国貿易法」（昭和24年12月1日法律第228号）（以下、「外為法」とする）の第48条第3項に基づく輸出承認の申請を行う（バーゼル法第4条第1項）。②経産大臣は環境汚染を防止するため特に必要のある一定の地域が輸出先である申請については、その申請の写しを環境省大臣に送付する（第4条第2項）。③環境大臣は当該申請を輸入国に通告し、申請書に記載する特定有害廃棄物等の処分につき、汚染防止に必要な措置がとられているか否かを確認し、④その結果を経産大臣に通知する（第4条第3項）。さらに、⑤輸入国からの同意が環境大臣から経産省大臣に送付され、⑥経産大臣は外為法第48条第3項に基づく輸出を承認する（第4条第4項）。

日本はバーゼル法の制定によってバーゼル条約を国内で実施する一応の体制を整えたといえるが、1999年12月に、日本からフィリピンに輸出された貨物のなかに、特定有害廃棄物等の一つである「医療系廃棄物」が混入していることが発覚し、日本とフィリピンの間で外交問題となった事件（いわゆる「ニッソー事件」）が発生した⁶。この事件では、実際には医療系廃棄物が混入している貨物を、輸出業者が、「有価物 古紙（雑多な紙） 混入物（プラスチック）」と偽って申請したため、環境庁（当時）が関与する手続（上記②から⑤）が完全に抜け落ちるかたちで輸出されてしまった。バーゼル法は、輸出手続について外為法の手続を準用しているため（上記①と⑥）、本件のような虚偽の輸出申請がなされた場合に、経産大臣が疑いをもたなければ、外為法に基づく通常の輸出手続がなされるのみで、それと並行して、環境省が独自にバーゼル法に基づく手続を開始するという事は無い。本件を通じて、バーゼル法の輸出手続は、バーゼル条約が設定した上記第三の義務の実施という点で、極めて脆弱であることが明らかとなったといえる。

1999年の事件後、バーゼル法を共同主管する経産省と環境省、さらにバーゼル法を水際で執行する税関の三者は、輸出入業者からの「事前相談制度」（4.2.1 参照）を通じて得た情報の共有を進める等の措置を講じてきたが、その後も、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が、輸出先国の税関で通関できず、日本にシップバックされる事例がいくつも発生している（4.2.2 参照）⁷。具体的には、バーゼル条約及びバーゼル法の規制対象物に該当する使用済み鉛バッテリー、異物混入などで品質が悪くてリサイクルできないと判断された廃プラスチックや、輸出先国の税関での検査で通電しなかったため中古品とは認められなかったテレビやモニター等が、日本に戻されている。

以下では、輸出入規制として、バーゼル法、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（昭和45年

⁶ この事件では、日本政府はフィリピン政府によるバーゼル条約違反との指摘を容れて、バーゼル法を共同主管する環境庁（事件当時）、厚生省（事件当時）と通商産業省（事件当時）の三者は輸出した業者に対してバーゼル法に基づく回収と適正処理に係る措置命令を発出したが、これらの命令が履行されなかったため、日本政府が「行政代執行法」（昭和23年5月15日法律43号）に基づき懸案の貨物を日本に戻して処理した。本件についての詳細は、cf. 鶴田 2005, pp.215-219.

⁷ Cf. 環境省のホームページ上の情報「我が国から輸出した貨物の返送に関する情報」（Available at <http://www.env.go.jp/recycle/yugai/shipback/index.html>（7 May, 2009).), 鶴田 2005, 鶴田 2007 and 小島・村上・吉田・佐々木・鄭 2007.

12月25日法律137号)」(以下「廃棄物処理法」とする)と「関税法」(昭和29年4月2日法律第61号)といった関係の国内法令の適用・執行、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機能しているかについて検討する。

4.2.1 事前相談制度

バーゼル法に規定する特定有害廃棄物等に該当する貨物を輸出入する場合には、外為法に基づく承認申請が必要となる。また、廃棄物処理法に規定する廃棄物に該当する貨物を輸出入する場合には、廃棄物処理法に基づく環境大臣の確認又は許可および外為法に基づく承認申請が必要となる。

バーゼル法は、経済産業省及び環境省の所管であるため、両省において輸出入しようと考えている貨物が①バーゼル法に規定する特定有害廃棄物等に該当するか否かについて判断する。また、環境省は、②廃棄物処理法に規定する廃棄物に該当するか否かについて、判断する必要がある。この判断をインフォーマルに行っているのが「事前相談」である。

この事前相談では、特定有害廃棄物等に該当する可能性のある貨物を輸出入しようとする業者に①インボイス、②輸出入契約書、③国内取引伝票(請求書、領収書等)、④貨物全体の写真などの書類を提出させ、送付された書類に記載されている内容について、バーゼル法の規制対象に該当するか否か、廃棄物処理法の規制対象に該当するか否かについて、口頭で回答するものである(文書では回答されない)。さらに、事前相談が非該当と回答されたとしても、輸出入を行う際の関連法規遵守の義務を緩和するものではなく、現実に輸出入される貨物そのものについて、廃棄物処理法やバーゼル法等お関係法令の適合を証明するものでもない。

成分分析表、分析サンプルの写真、企業概要などの情報も提供を求める場合があるが、現状では必須とされていない。また、分析試料のサンプリング方法や分析試料の量などについても規定がないため、業者の裁量に任せられている。そのため、十分に客観的な判断材料とはいえないという課題がある。

事前相談の件数は、2000年以降、日本からの循環資源の輸出量増加とともに年々増加している。事前相談件数の急増に伴う人員不足から、2006年8月からは、経済産業省の事前相談業務の一部が財団法人日本環境衛生センター(以下「日環センター」とする)に委託された。一方、環境省の事前相談件数は2005年以降、1000件程度と横ばいとなっており、むしろ2007年と2008年では、2006年に比べて若干減少している。

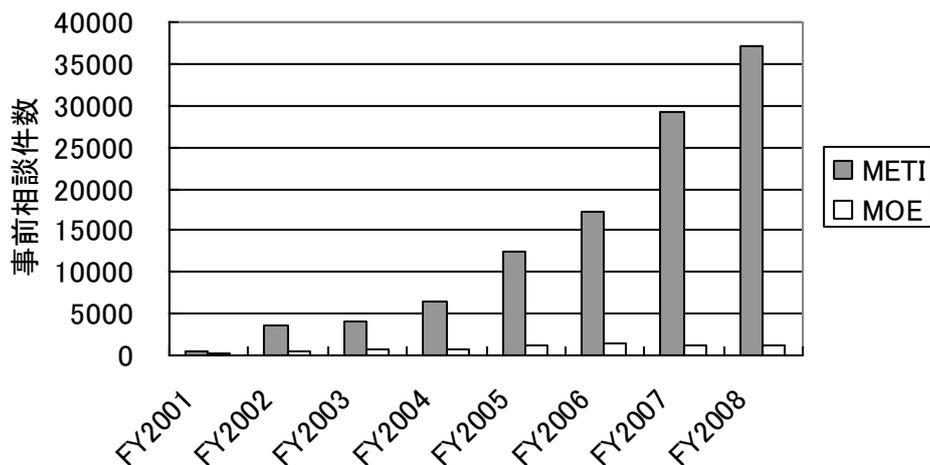


図 4.2.1 事前相談の件数

4.2.2 問題ケースの分類

表 4.2.1 は、2005 年から 2007 年 3 月までに発覚した不適正輸出入案件である。

問題ケースは、大きく分けて特定有害廃棄物等の無許可で輸出入されるケース、中古品か廃棄物の判断が問題となるケース、相手国の法令違反が問題となるケースの 3 つがあると考えられる。1 つ目は、事前通知・承認の元で輸出入されるべき特定有害廃棄物が手続きを経ずに越境移動するケースである。2 つ目は、例えば中古テレビ、中古バッテリー等が、相手国において中古品ではなく廃棄物と判断されて問題となるケースである。3 つ目は、例えば廃プラスチックやミックスメタルに、異物や相手国政府（特に中国）が輸入禁止している品目、廃バッテリー（バーゼル物）が混入しているケースなどがある。このうち 1 のケースは 2005 年～2007 年 3 月までに 2 件と少なく、ほとんどは 2 と 3 のケースである。

不法輸出入が発生すると、①立入検査、②輸出業者、通関業者へのヒアリング、③関係者へのヒアリング、④排出元への現場確認、⑤報告徴収の実施などのプロセスを得て、行政指導または告発を行うこととなるが、表 4.2.1 のいずれのケースも行政指導（口頭注意、注意文書、嚴重注意）に止まっており、刑事告発には至っていない。

表 4.2.1 不適正輸出入案件

	輸出			輸入	計
	シップバック	既遂	未遂	既遂	
2005	7	1	2	-	10
2006	6	3	8	-	17
2007 (1-3 月)	6	3	8	1	18

出典：環境省大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 適正処理・不法投棄対策室

注：これらの案件の一部は事前相談を受けている。

4.2.3 バーゼル法の輸出規制とその実効性

現状では、バーゼル法の輸出規制を積極的にかけているのは税関であり、税関における貨物検査で規制対象物の混入が発覚している事例もあるため、税関における貨物検査の実態の把握につ

とめた。また、その際に、輸出者がバーゼル法の規制対象であるか否かを判断する際に利用できる「事前相談制度」という、バーゼル法に規定された手続きではない、あくまでもインフォーマルな制度（バーゼル法上は関連する規定は無く、同制度の利用はあくまでも任意である）もあるが、この制度で得られた情報が税関における貨物検査（フォーマルな法執行）においてもつ意味についても留意した。

さらに、税関における貨物検査で規制対象物の混入が発覚した場合に、いかなる対応が可能であるかについて、関係する国内法令の解釈を整理した。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、税関の貨物検査の段階でバーゼル法の規制対象物の混入が発覚したとしても、バーゼル法によって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（申請）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る。日本の国内法令において、「輸出」の既遂時期は、一般的には、「貨物の積み込み」の時点であり、保税区域等における検査段階では輸出前の段階であるため、輸出の予備罪や未遂罪を問えるにとどまる。税関は、関税法の適用・執行として、バーゼル法等の関税法以外の国内法令（税関では「他法令」とよばれている）の承認がなければ、関税法に基づく輸出許可を行わないため（関税法第70条）、そのような場合には、輸出申告の撤回を認めざるを得ないのが現状である。

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。」（第2条第二号）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という。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、日本領土外に仕向けられた船舶や航空機への積み込みをもって既遂時期と解されている（最判昭25年9月28日刑集第4巻第9号1820頁、最判昭35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、貨物の積み込みによって密輸出の既遂罪となり（福岡高裁判昭25年12月25日高判特第15号185頁、福岡高裁判昭26年12月22日高判特第19号52頁）、また、本研究に関連しては、たとえその貨物を外国に陸揚げしないでそのまま持ち帰ったとしても、犯罪の成否に影響を及ぼすことはないと解されている（東京高裁判昭26年6月9日高判集第4巻第6号657頁）点が重要である。

「輸出」とは、外国に向けて内国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に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となる。具体的には、外国仕向船に内国貨物を積載しようとした行為は、輸出の実行の着手に該当する（大判昭8年4月25日刑集12巻6号488頁、福岡高判昭29年2月12日高判集7巻2号116頁）。予備罪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は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、目的の物品を積載する行為の実行には達しなくても、輸出のための単なる準備行為の範囲を超えて、その積載行為に近接する行為に入ったときに、予備罪の成立を認めることができると解される。

上述の通り、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、税関の貨物検査の段階でバーゼル法の規制対象物の混入が発覚したとしても、バーゼル法によって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に該当す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及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、バーゼル法及び関税法における「輸出」の既遂にあたりと解されることから、上述のような行政的対応をとるのみならず、司法的対応をとることも可能であると解される。今後、このようなシップバック事例における司法的対応に向けて、考え方を整理していく必要がある。

他方で、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、バーゼル法以外の国内法による対応の可能性についてはどうであろうか。バーゼル法以外の国内法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（両罪はこれまでの輸出罪に加えて 2005 年に新設された）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や、③関税法における無許可輸出罪や虚偽申告罪による対応の 3 つが考えられる。

①については、不適正な輸出事例の発生をうけて、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」（昭和 45 年 12 月 25 日法律第 135 号）（以下「廃棄物処理法」とする）の平成 17 年（2005 年）の改正では、環境大臣の無確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に係る「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）が新設されたことにより、船舶への積み込み以前の段階（例えば、税関による積荷検査の段階）で同法上の「廃棄物」を発見した場合、同法違反として対応することが可能となった。廃棄物処理法における未遂罪と予備罪は行政が司法的対応をとる根拠としては有用であるが、金属スクラップは取引価値を有するため、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という難点がある。②に関連しては、2004 年 1 月に、東京の商事会社の社長（中華人民共和国籍）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通称「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、2005 年 8 月には名古屋税関が関税法違反（無許可輸出及び虚偽申告の罪）で愛知県警察に告発した。また、③については、本来は、税関への輸出申告前にバーゼル法や廃棄物処理法の規制対象であるかの該非判断をすることとなっているため、故意性や悪質性がきわめて高いと認められる場合でない限り、無許可輸出罪や虚偽申告罪で対応することは、実際には難しいと考えられる。

4.3 まとめ

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、金属スクラップに電池や使用済み家電などが混入したり、国内リサイクルに回りにくい現状およびその影響を考察した。

輸出入規制として、国内におけるバーゼル法、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機能しているかを検証した。

日本政府は、いくつかの不適正事例の発生をふまえ、輸出業者からの「事前相談」を通じて得た情報の関係省庁間での共有やバーゼル法の該否判断基準の明確化等を通じて、日本におけるバーゼル条約の実効的な実施を模索してきたといえる。しかしながら、不適正事例に係る関係省庁

間の情報共有については必ずしも十分とはいえず、また、虚偽の輸出申請がなされた場合に、「税関で見抜く」ということがない限り、バーゼル法上の手続きが完全に迂回されたまま輸出されてしまうという問題は、これらの措置によって必ずしも克服されるものではない。

第4章 参考文献

環境庁水質保全局廃棄物問題研究会, 1993, 『バーゼル新法Q&A』, 第一法規.

小島道一・村上理映・吉田綾・佐々木創・鄭城尤, 2007, 「有害廃棄物の越境移動： 摘発事例の検討」『平成18年度廃棄物処理等科学研究 研究報告書 アジア地域におけるリサイクルの実態と国際資源循環の管理・3R政策』, pp.144-161.

関根孝道, 2004, 「有害廃棄物の越境移動と国際環境正義—いわゆるニッソー事件とバーゼル条約をめぐる法的諸問題について—」『総合政策研究（関西学院大学）』第18号, pp. 99-129.

鶴田順, 2005, 「国際環境枠組条約における条約実践の動態過程 —1999年産業廃棄物輸出事件を素材にして」 in 城山英明・山本隆司編『融ける境 超える法 第5巻 環境と生命』, 東京大学出版会, pp.207-232.

鶴田順, 2007, 「国際資源循環の現状と課題 —日本から中国への廃プラスチックの輸出に焦点をあてて—」『法学教室』2007年11月号, pp.6-12.

A. Yoshida, M. Kojima (2008) Transboundary Movement of Recyclable Resources: Current Management System and Practices in Japan, “Promoting 3Rs in developing countries —Lessons from the Japanese Experience—” (IDE spot survey No. 30), Institute of Developing Economies, pp.146-171, <http://www.ide.go.jp/English/Publish/Download/Spot/30.html>

研究発表一覧

誌上発表

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 (印刷中)

A. Yoshida, M. Kojima (2008) Transboundary Movement of Recyclable Resources: Current Management System and Practices in Japan, “Promoting 3Rs in developing countries —Lessons from the Japanese Experience—” (IDE spot survey No. 30), Institute of Developing Economies, pp.146-171, <http://www.ide.go.jp/English/Publish/Download/Spot/30.html>

X-R Li and H. Koseki, Thermal Analysis on Lithium Primary Batteries, International Review of Chemical Engineering, 1(1) pp.117-120 (2009.1)

H. Koseki, Y. Yamazaki, M. Wakakura, A. Terazono, Lessons learned from scrap metal fires and accidents during transportation, Loss Prevention Bulletin, No. 205, pp.15-18 (2009.2)

口頭発表・講演

寺園淳: E-waste と金属スクラップの越境移動と最近の状況, 平成 20 年度廃棄物資源循環学会シンポジウム「資源確保競争下での国際資源循環のあり方を考える」, 2009

廖赤虹, 平岡理弘, 松下修, 坂本直久, 佐宗祐子, 内藤浩由: 泡による火災の延焼阻止効果に関する検討, 平成 20 年度日本火災学会研究発表会概要集, pp.150-151 (2008.5)

H. Koseki, Y. Yamazaki, M. Wakakura, A. Terazono, Lessons learned from scrap metal fires and accidents during transportation, IGUS-EOS, Sweden (2008.5)

H. Koseki, Y. Yamazaki, M. Wakakura, A. Terazono, Lessons learned from scrap metal fires and accidents during transportation, Progress in Safety Science and Technology, Proceedings of the 2008 International Symposium on Safety Science and Technology, pp.1964-1967, Beijing China (2008.9)

古積博, 水田亮, 李新蕊, 鈴木康弘, 山崎ゆきみ, 橋本治: コイン型リチウム電池の爆発危険性, 火災学会秋季研究発表会, pp.75-76 (2008.10)

古積博: スクラップ金属火災について, 海上災害防止センター・専門家意見交換会 (2008.10)

知的所有権の取得状況

特記なし

参考資料

参考資料1 品目調査（一回目）の各品目の写真

参考資料2 品目調査（二回目）の各品目の写真

参考資料1 品目調査（一回目）の各品目の写真

実施場所：(株)リーテム水戸工場

実施日：2008年11月10日

(1) 産業系スクラップ



(1) 自動車用鉛バッテリー



(2) 小型鉛バッテリー



(3) その他電池類



(4) 配電盤



(5) モーター



(6) 密閉物[タンク等]



(7) ラジエター



(8) ガソリンスタンド機器



(9) エンジン類



(10) 厨房機器



(11) 冷蔵ショーケース



(12) 計測機器



(13) 鉄系大型産業機械



(14) 鉄系産業スクラップ



(15) トタン系鉄くず



(16) 鉄パイプ



(17) 型鋼くず



(18) 鉄非鉄混合大型産業機械



(19) 鉄非鉄混合スクラップ



(20) 銅管



(21) アルミくず



(22) 電線類

(2) 家庭系スクラップ



(23) パソコン[デスクトップ]



(24) パソコン[ブラウン管モニター]



(25) パソコン部品



(26) タイヤ



(27) テレビ



(28) エアコン[室内機]



(29) エアコン[室外機]



(30) 洗濯機関連部材



(31) ビデオデッキ



(32) オーディオ機器



(33) 電気ポット



(34) 電子レンジ



(35) 電話機/ファックス機



(36) プリンター



(37) 玩具



(38) その他民生品

(3) その他



(39) 基板[基板中心部品]



(40) コンプレッサー



(41) 無価物[樹脂]



(42) 無価物[残渣]

参考資料2 品目調査（二回目）の各品目の写真

実施場所：金城産業㈱ マルチリサイクルセンター

実施日：2009年2月3,4日

(1) 産業系スクラップ (I)



I-1 警備棒用電池



I-2 配電盤



I-3 モーター(大)



I-4 モーター(小)



I-5 モーター付き産業機械



I-6 ラジエター



I-7 ラジエター(切れ端)



I-8 厨房機器



I-9 冷蔵ショーケース



I-10 計測機器



I-11 コンプレッサー



I-12 給湯器



I-13 換気扇 (大)



I-14 換気扇(小)



I-15 換気扇(モーター)



I-16 送風機



I-17 炊飯器(業務用)



I-18 業務用釜



I-19 殺虫機



I-20 農業機械



I-21 発電機



I-22 発電機部品



I-23 自動販売機



I-24 溶接機



I-25 水中ポンプ



I-26 動力機械



I-27 転圧機



I-28 主軸用ローラー



I-29 噴霧器



I-30 業務用冷蔵庫部品



I-31 照明機器



I-32 照明機器部品・安定器



I-33 鉄系大型産業機械



I-34 エンジン類



I-35 ステンレス製網



I-36 ステンレススクラップ



I-37 鉄スクラップ



I-38 鉄非鉄混合産業スクラップ



I-39 アルミくず



I-40 電線類



I-41 コードリール



I-42 アルミ製ブラインド



I-43 丹入



I-44 鉄付きアルミ



I-45 密閉物 (タンク等)



I-46 浴槽



I-47 アンテナ



I-48 金属製ドア



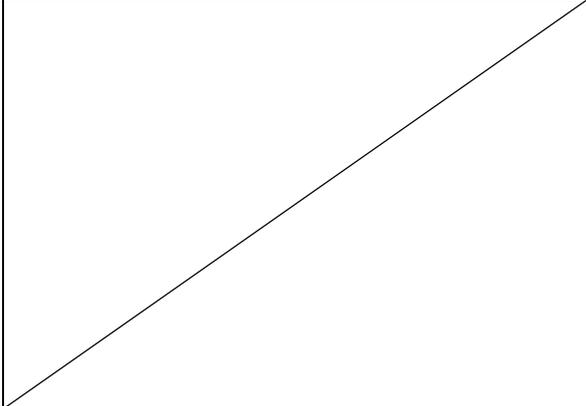
I-49 ドラム缶



I-50 配管器具



I-51 ガス配管



(2) パソコン・OA 機器類 (P)



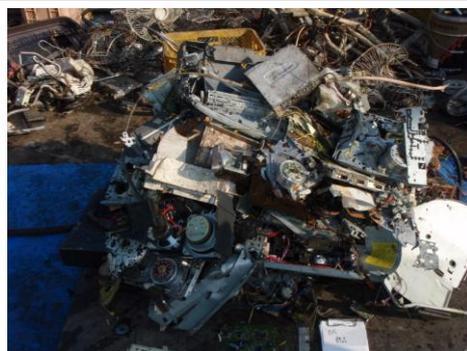
P-1 デスクトップパソコン



P-2 ノートパソコン



P-3 フロッピーディスク装置



P-4 OA 機器部品



P-5 液晶モニター



P-6 プリンタ・複合機



P-7 コピー機

(3) 家庭系スクラップ (H)



H-1 リチウム電池



H-2 ニッケド電池



H-3 乾電池



H-4 液晶テレビ



H-5 エアコン・室内機



H-6 エアコン・室外機



H-7 エアコン配管



H-8 ビデオデッキ



H-9 オーディオ機器・ラジカセ



H-10 電気ポット



H-11 電子レンジ



H-12 電話機/ファックス機



H-13 ホットプレート



H-14 炊飯器



H-15 餅つき機



H-16 ガスレンジ



H-17 ガス点火器およびライター



H-18 携帯ポット



H-19 冷蔵庫の部品等



H-20 扇風機



H-21 ヒーター



H-22 掃除機



H-23 デジタルチューナー



H-24 蛍光灯のかさ



H-25 ミシン



H-26 リモコン



H-27 携帯電話



H-28 コンセント



H-29 空き缶



H-30 スプレー缶



H-31 蛇口類



H-32 ドアノブ



H-33 アルミサッシ



H-34 やかん



H-35 シャワーホース



H-36 自転車車輪



H-37 解体後の消火器

(4) その他 (O)



O-1 基板類



O-2 プラスチック



O-3 断熱材



O-4 断熱材 2 (黄色)



O-5 木くず



O-6 コンクリート塊



O-7 難分類雑物

