

國學院大學学術情報リポジトリ

研究ノート E-waste(電子ゴミ)対策の現状と課題：
いわゆる「都市鉱山」の実態とその利用

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2023-02-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 辛, 甜 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.57529/00001669

國學院大學経済学研究 第48輯

〈研究ノート〉

E-waste（電子ゴミ）対策の現状と課題

— いわゆる「都市鉱山」の実態とその利用 —

辛 甜

目 次

はじめに	74
I 電子ゴミの分類と現在の問題	78
I-1 電子ゴミの分類	78
I-2 電子ゴミの現状	79
I-3 電子ゴミの処理方法	81
II 日本の電子ゴミの現状とリサイクル	82
II-1 都市鉱山の意義	82
II-2 都市鉱山の処理事例：DOWA ホールディングスの事例	85
II-3 小型家電リサイクル法	87
III 中国における電子ゴミの現状と対策	88
III-1 中国の電子ゴミの概況	88
III-2 中国における電子ゴミの回収	91
III-3 中国における電子ゴミ対策	92
小括 今後の研究課題	95

キーワード 電子ゴミ 希少金属 廃棄物 環境汚染 リサイクル

【要 旨】

経済活動が活発化すると大量の資源とエネルギーを消費する。特に技術とIT産業の発達は家電やコンピューターなどの電子ゴミを大量に排出する。

電子ゴミはプラチナなどの希少金属を使用しているので、廃棄物にしてしまうのはもったいない。また電子ゴミを不適切に処分されると環境汚染の原因にもなる。本稿では環境汚染の防止と希少金属の有効利用のための方策を考えてみたい。特に中国の実態について、文献調査分析を行い、今後の課題について検討したい。また、電子ゴミ問題を解決するには今の電子ゴミの現状、リサイクル対策、また電子ゴミによって汚染された地域の調査が必要である。そのため、今までの研究文献を分析して世界中の電子ゴミの現状を考察し、今後の現地調査の基礎とする。

はじめに

経済活動が活発化すると大量の資源とエネルギーを消費する。特に技術とIT産業の発達は家電やコンピューターなどのE-waste（電子ゴミ）を大量に排出する。E-wasteはプラチナなどの希少金属を使用しているので、廃棄物にしてしまうのはもったいない。また電子ゴミを不適切に処分すると環境汚染の原因にもなる。

中国の新聞報道¹によると、世界で毎年約2000万～5000万トンの電子ゴミが生まれ、そのうちの70%が中国へ、残りはインドやアフリカなどの発展途上国へ輸出された。これほどの量の電子ゴミはどうやって処理されたのであろうか。この新聞報道の中には、世界中の電子ゴミが集まる広東省スワトウ市の貴嶼村についての記述がある。貴嶼村は世界で有名なガン村として、年間100万トン以上の電子ゴミの回収・処理を行っている。作業する人の多くは、出稼ぎに来ている農民たちなので、電子ゴミ処理の技術レベルが低く、環境を守る意識もないという。そして、作業する人の健康にダメージを与えただけではなく、村の土壌も深刻な汚染状態になってしまった。Zhang, JQ 2010²によると、電子ゴミ解体現場の近くに住む妊婦は解体現場から遠く離

¹ 中国经济周刊, 「联合国报告: 全球70% 电子垃圾最终流向中国」, 2013, tech.163.com/13/0613/02/917FU97F000915BD.html (2015.07.15参照)

れた所に住む妊婦に比べて残留性有機汚染物質への曝露が高く、甲状腺ホルモンのレベルが低いことが明らかになった。女性たちは電子ゴミリサイクル施設と接触したことがないにも関わらず、リサイクル活動が現場近くに住む女性たちに影響を与えていると考えられる。2013年から政府の命令により、貴嶼村では全面的に電子ゴミの管理に力を入れた。電子ゴミのリサイクルの作業を厳しく管理するために、全ての作業を一つの団体に集約させた。また、電子ゴミの量を把握するために、産業団体に送られる全ての電子ゴミは一ヶ所の窓口に登録しなければならない。そこで外国の電子ゴミの流入を止めるための審査が行われる。しかし、一つの団体に集中して、電子ゴミの処理を行っているにも関わらず、貴嶼村の汚染をもたらし悪質処理は基本的に変わず、技術的な改善も行われなかった。貴嶼村は電子ゴミによる汚染を代表する地域になっている。貴嶼村の電子ゴミの処理施設が一部改善されたにも関わらず、電子ゴミの移動はまだ問題となっている。貴嶼村での電子ゴミが減ったとしても、残りの先進国から輸入された電子ゴミの行き先はどこなのか。別のところが貴嶼村と同じような状況になりかねない。そして、多くの途上国での電子ゴミの処理技術はまだ原始的であり、環境に大きい負担がかかっている。

かつての日本は公害先進国と呼ばれていた。足尾銅山鉍毒事件を始め、イタイタイ病や水俣病などの公害事件が発生した。日本全国で大気・水質・土壌汚染、森林乱伐など大規模な環境破壊が引き起こされた。多くの人たちが公害による健康被害に苦しんでいた。日本は公害の歴史を通して、環境技術を発達させてきた。日本の排水処理や排ガス処理などの環境技術は、世界のトップレベルにあると言える。鉍業部門の精錬技術も高い水準にあり、精

² Zhang, JQ, Y Jiang, J Zhou, B Wu, Y Liang, Z Peng, D Fang, B Liu, H Huang, C He, C Wang and F Lu, 2010. "Elevated body burdens of PBDEs, dioxins and PCBs on thyroid hormone homeostasis at an electronic waste-recycling site in China", *Environmental Science and Technology*, pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es902883a

錬技術を利用して電子ゴミに含まれている希少金属を取り出している。日本では電子ゴミの回収システムも備えている。

現在、電子ゴミ問題は世界的になっている。中国のみならず、インドやアフリカなどの諸国も電子ゴミ問題が深刻化した。一方、工業先進国から電子ゴミの国境を越える移動が問題化している。中国の電子ゴミ問題の現状を改善するためには、さらなる政策的取組みが必要であるが、日本の電子ゴミ処理の先進技術とシステムには学ぶべき点が多くあると思われる。

研究目的

電子ゴミ問題の研究は現地調査を踏まえて分析する必要があるが、本稿では電子ゴミ問題調査の前提として、これまでの主な研究文献に依って、電子ゴミの世界的現状を考察するとともに、特に日本と中国の現状と特質について明らかにしたい。

電子ゴミの概況についての主要な先行研究には、次のようなものがある。

●Hotta, et.al. (2014)³

Hotta, et.al. (2014) は電子家電リサイクルシステム、とくに家電リサイクル法に注目して研究している。家電リサイクル法は電子ゴミの減少と再利用を目的としたもので、4種類の家電製品を対象にしている。家電リサイクル法は電子ゴミの回収をメーカーや国の義務と定めている。またリサイクルを法の目的とする一方で、不法投棄などの違法行為を禁止するものでもある。家電リサイクル法に基づくリサイクルシステムの透明性を確保するために、リサイクルのデータが環境省と経済産業省のウェブサイトですべて入手できるようになっている。さらに、リサイクルをもっと効率的に行うために、メー

³ Hotta, H., Santo, A. and Tasaki, T. (2014) "EPR-based Electronic Home Appliance Recycling System under Home Appliance Recycling Act of Japan", http://www.oecd.org/environment/waste/EPR_Japan_HomeAppliance.pdf

カーを二つのグループを分けて、回収する仕組みをつくった。

家電リサイクル法は今まで良好な成果をあげているが、法律としてはまだ不十分なところがあり、再商品化の基準や回収率の目標の設定を行う必要があると指摘されている。

●UNU-IAS (2014)⁴

UNU-IAS (2014) は、電子ゴミの2014年までの現状を報告している。2014年に世界中で廃棄されたコンピューターや携帯電話、家庭用電子機器などの有害物質を含むことが問題になっている「電子ゴミ」の量は世界中で推計4180万トンに上り、毎年増加傾向にある。UNU-IAS (2014) は、電子ゴミの概念と分類を行い、電子ゴミの中に何が含まれているか詳しく説明している。また、世界中における電子ゴミに関する法律について紹介するとともに、電子ゴミの厳しい状況について解説している。

●三好 (2011)⁵

三好 (2011) は中国の電子ゴミによる環境問題と希少金属の回収技術に注目して説明している。三好 (2011) は電子ゴミの越境移動による資源循環の弊害に着目して、現在の法的システムの抜け穴、中国広東省汕頭（スワトウ）市近郊の貴嶼村の現状について分析している。そして、このような状況を改善し、電子ゴミを有効に利用するために、昔からの鉱山の技術が電子ゴミの処理に利用できることを検討している。

他方、アジアで循環型社会を作るために、「東アジア循環型社会ビジョンの構築」を実現してゆくことを提唱し、アジア太平洋地域、さらには全世界

⁴ UNU-IAS (2014), “The global e-waste monitor 2014, quantities, flows and resources”, i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/news/7916/Global-E-waste-Monitor-2014-small.pdf

⁵ 三好恵真子 (2011)、「集積する都市電子廃棄物による中国の環境問題並びに希少金属回収に関する技術開発」、<http://www.law.osaka-u.ac.jp/c-forum/box2/dp2011-11miyoshi.pdf>

へと取り組みを広げつつ、真の循環型社会の理念を世界で共有してゆくことが望まれると指摘している。

●原田・醍醐（2011）⁶

原田・醍醐（2011）は都市で大量に廃棄される使用済み工業製品にはレアメタルなどの貴重な金属資源が多く含まれており、「都市鉱山」と呼ばれるほど貴重な資源として注目している。原田・醍醐（2011）は「都市鉱山」からのレアメタルのリサイクルの課題とビジネスとしての可能性を解説し、新しい「資源大国」への道を提示した。

また原田・醍醐（2011）は、リサイクルをなぜ行うのかという原点に立ち帰って、資源問題に貢献するためのリサイクルとしての「都市鉱山開発」という進め方について見ている。

I 電子ゴミの分類と現在の問題

2014年に世界中で廃棄されたコンピューターや携帯電話、家庭用電子機器など、有害物質を含んでいる「電子ゴミ」の量は推計で4180万トンに上り、毎年増加傾向にある⁷。本章では、電子ゴミの行き先と分類について考察する。

I-1 電子ゴミの分類

United Nations University (2014:4)⁸の定義によれば、「E-waste (Electronic waste, 電子ゴミ) とは、全ての電気・電子設備を含め、或いは部分的に再利用する意思がなくて廃棄されたものである」。本稿では、WEEE (Waste

⁶ 原田幸明，醍醐市朗（2011）『図解 よくわかる「都市鉱山」開発－レアメタルリサイクルが拓く資源大国への道』（日刊工業新聞社、2011）

⁷ UNU-IAS (2014), “The global e-waste monitor 2014, quantities, flows and resources”, i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/news/7916/Global-E-waste-Monitor-2014-small.pdf

⁸ 同上

Electrical and Electronic Equipment, 電気電子廃棄物）あるいは電子廃棄物と呼ばれているものを電子ゴミに包括する。

United Nations University（2014:12-3）は、電子ゴミを次の六種類に分類している。

- (1) 温度を変える設備。通常に冷却または冷凍できる設備。典型的なものは冷蔵庫、冷凍庫、エアコンである。
- (2) スクリーン、モニター。典型的なものはテレビ、ディスプレイ、ノートパソコン、タブレットコンピューターである。
- (3) ランプ。
- (4) 大型設備。典型的なものは洗濯機、乾燥機、電子ストーブ、大型プリンター、光電池パネルである。
- (5) 小型設備。典型的なものは電気掃除機、電子レンジ、換気装置、電気ケトル、美容家電（電気ひげ剃り機など）、秤、電卓、ラジオセット、ビデオカメラ、電気・電子おもちゃ、電気・電子小道具、小型医療用機器である。
- (6) 小型 IT または電気通信設備。典型的なものは携帯電話、GPS、ポケット Wi-Fi、ルーター、パーソナルコンピューター、電話である。

I-2 電子ゴミの現状

United Nations University（2015：12-3）によると、電子ゴミは世界中で年間5%の増加率で増えつつけている。特に途上国で急激な増加が問題になっている。

電子ゴミの増加は工業先進国の“生産する－消費する－廃棄する”消費文化の普及と深い関係がある。電子ゴミにはさまざまな特徴がある。たとえば、金属の非正規の廃棄を通じて環境と人間の健康にダメージを与えること、一方、正規の処理方法を使って電子ゴミの中から再利用できるレアメタルなどを回収できることである。

UNU-IAS（2014:22）2014年の世界中の電子ゴミの総量は41.8Mt（1Mt＝

100万トン）であると指摘した。しかし、全ての電子ゴミが法律に基づいて回収されているのではなく、法律に従って回収された電子ゴミは約6.5Mtと電子ゴミのうちの15.6%に過ぎない。

図表 1. 回収された電子ゴミの比率

	数量 (Mt)	%
2014電子ゴミ総量	41.8	100.0
国で回収された	6.5	15.6
EU で正式回収された	0.7	1.7

UNU - IAS (2014:24) は2014年の世界中の電子ゴミの内訳が、1.0Mt のランプ、3.0 Mt の小型 IT、6.3Mt のスクリーンとモニター、7.0Mt の温度を変える機器（冷蔵・冷凍）、11.8Mt の大型設備と12.8Mt の小型設備であると指摘した。さらに、UNU - IAS (2014:24) は、電子ゴミが2018年に49.8Mt まで増加すると予測している。

UNU - IAS (2014:42) は、2014年のアジアでの電子ゴミの総量が16.0Mt であると指摘した。アジアでの電子ゴミの発生量が多い国は中国（6.0Mt）、日本（2.2Mt）とインド（1.7Mt）である。

日本では6種類の製品、すなわちエアコン、テレビ、パーソナル・コンピュータ、洗濯機、冷蔵庫と携帯電話の回収・リサイクルが法制化された。これは日本の電子ゴミの約40%を占めている。日本はいち早く電子ゴミに関する法的なメカニズムを作って施行した。日本は世界で最も早く拡大生産者責任に基づいて電子ゴミの回収システムをつくった国の一つである。このシステムは現存のゴミ回収体制に基づいて組み立てられている。これは法的枠組だけでなく、廃棄過程も先端の回収システムと処理インフラによって支えられている。日本は製品によって別々の法律を持っている。AEHA（2013）の研究によると、2013年、約5.56Mt の電子ゴミが公式な回収システムによって処理された。これは大体年間の24%を占めている。

I-3 電子ゴミの処理方法

UNU - IAS（2014:28-35）は、電子ゴミの処理方法について、(1)公式の回収システム、(2)分別されない電子ゴミの処理、(3)公式の回収システム外の電子ゴミの収集、(4)途上国での非正規の収集とリサイクル、に分類して、つぎのように報告している。

(1) 公式の回収システム

国の電子ゴミに関する法律の要求に基づいて、電子ゴミは指定された組織、生産者又は政府によって回収されている。これは小売業者又は地方自治体の回収地点を通して回収する手段である。回収された電子ゴミの最終的な行き先は、最先端の技術を持っている工場である。そこでは、環境に優しい方法を使って価値がある材料を回収して環境に対する負担を減ずることができる。

(2) 分別されない電子ゴミの処理

消費者はゴミを分類せずに他のゴミと一緒に回収箱に捨てる場合がある。結果として、電子ゴミは他の家庭ゴミと同じように扱われて、家庭から処理場へ移送されている。地域によって、回収されたゴミは埋め立てられるか、または、地域の焼却炉で処理される。どちらも最終的に処理される前に分別される確率が非常に低い。どちらの処理方法も適切な技術を使って、電子ゴミを処理できない。これは資源の無駄使いと環境への悪い影響につながっている。埋め立てられた電子ゴミから毒素が溶け出す恐れがある。電子ゴミを焼却すると、大気中へ有害ガスを排出する。このような処理状況は同時に先進国と途上国の両方で発生している。

(3) 公式の回収システム外の電子ゴミの収集

途上国では、電子ゴミは個人の廃棄物回収業者、会社、さまざまなルートを通じて回収されている。この処理方法では電子ゴミの最終的な行き先は、金属リサイクル場、プラスチックリサイクル場、専門的な電子ゴミリサイクル場、また輸出である。このような電子ゴミは公式的な回収システムではない。非正規的に回収される電子ゴミの種類は空調、冷蔵、冷凍設備、大型設

備、スクリーンと IT 製品である。

この回収方法の特徴は、電子ゴミが自由に取引されて、数量が体系的に記録されず、また関係機関へも報告されていないことである。その原因は特定の組織がなく、報告すべきという要求もないためである。このような処理状態で、全ての電子ゴミは最先端の技術で処理されるわけがない。最悪な場合は、船で途上国へ輸出される可能性が高いということである。かなりの電子ゴミは先進国で回収され、中古品として偽装されて途上国へ輸出されている。それらは発展途上国では安い中古品として販売されるが、レアメタルに対する需要は電子ゴミの地域内また世界中の取引にとって最大の誘因になっている。

(4) 途上国での非正規の電子ゴミの収集とリサイクル

ほとんどの途上国で、膨大な数の自営業者が電子ゴミの回収とリサイクルに結びついている。彼らは個別に消費者の家から直接、電子ゴミを買って、中古業者やリサイクル業者に販売している。このタイプの非正規の回収活動は、多くの非熟練労働者の生活手段として利用されている。一部の家電製品から安い中古品あるいは中古材料の需要が先進国から電子ゴミを輸入する原因になった。非正規の回収の後、もし電子ゴミの再利用の価値がなくなると、空地に捨てたりや悪質処理を行ったりする。このような処理方法は人間の体や環境に何らかの危害を与える。悪質処理の方法は電子ゴミを燃やして金属を抽出したり、酸性液を使って貴金属をも抽出したりすることである。法律の不備のせいで、処理方法の水準、環境計測またリサイクルのインフラの未整備のために行われていることの主要な原因になった。

II 日本の電子ゴミの現状とリサイクル

II-1 都市鉱山の意義

金 (Au) やインジウム (In) などの希少資源が地下の鉱山でなく都市に内蔵されていることを表す言葉「都市鉱山」が、近年よく使われるようになった。都市鉱山とは、1980年代に東北大学の南條道夫教授によって提唱さ

れたりサイクル概念で、使用済み廃棄物に資源が多く含まれていることを、都市に鉱石が眠っている、と捉えたのである。提唱された1980年代に比べ、現在は埋蔵量の少ない希少金属が多用される情報機器の数が爆発的に多くなってきた。

●都市鉱山（電子ゴミ）に含まれる物質

原田・醍醐（2011）は、都市鉱山の電子ゴミがさまざまな種類のレアメタルを含んでいることを指摘した。⁹

(1) クーラー、冷蔵庫、洗濯機に使われるレアメタル。

クーラーや冷蔵庫、洗濯機で一番使われている金属は、ベース金属の鉄、銅、アルミニウムである。鉄は構造の支えに、銅は配線に必要である。特にクーラーでは熱のやりとりを行う熱交換に銅とアルミニウムが使われている。レアメタルで量の多いのは、洗濯機のステンレス槽に使われているニッケル（Ni）やクロム（Cr）である。

(2) テレビ、照明に使われるレアメタル

テレビの液晶の中では、透明電極が張り巡らされている。この透明電極に使われているのがインジウム（In）とスズ（Sn）である。テレビの中だけでなくエコ照明も必ずLEDが必要である。LEDにもレアメタルが使われている。光を出す半導体発光素子に使われているのがガリウム（Ga）である。赤色LEDがアルミニウム・ガリウム・ヒ素（AlGaAs）、青色LEDが窒化ガリウム（GaN）である。

(3) パソコンに使われるレアメタル

パソコンはもっと多くのレアメタルが使われている。パソコン内部では、電気信号として情報が伝達されるため、電気をきちんとほかの素子に伝えるための接点の材料は特に重視され、そこで用いられるのが金である。

⁹ 原田幸明，醍醐市朗（2011）『図解 よくわかる「都市鉱山」開発ーレアメタルリサイクルが拓く資源大国への道』（日刊工業新聞社、2011）54-67頁

(4) 携帯電話に使われるレアメタル

携帯電話は小型コンピューターと言えるから、パソコンに使われている金属がほとんど組み込まれている。小型・高集約化をしている分だけ単位量あたりの金属の使われ方は多くなっている。特に高集約化することで回路は極めて微細になっているから、電線が細くなるほど電気抵抗は大きくなるので電流を流しやすい金の役割が大きくなる。

携帯電話の通話に必要なスピーカーにはネオジウム（Nd）やサマリウム（Sm）・コバルト（Co）などの磁石が使われている。

●都市鉱山（電子ゴミ）を再利用する意義

原田・醍醐（2011）は、都市鉱山は資源経済戦略的な重要性を持っていることを指摘している。

- (1) 「地上の蓄積量が地下の埋蔵量を凌ぐ時代になり、都市鉱山が天然鉱山よりも量的に大きくなる時代に入ってきた」¹⁰

リサイクルをしておけば全てが賄えるというわけではないが、天然鉱山の探索やそこからの調達に力がかかることができるはずである。

- (2) 「資源が国際問題になる一つの原因でもある『資源と消費の偏在』の緩和」¹¹

中国とアメリカ以外の資源の消費国のほとんどが、自らは資源を産出せず他国の資源に依存している。都市鉱山の場合は、消費しているところで発生するのである。都市鉱山資源を活用することで、資源国際問題の大きな原因の一つである資源と消費の偏在が緩和できるのである。

- (3) 「都市鉱山資源を国際循環できるルールを作るならば、国際的な有害廃

¹⁰ 原田幸明，醍醐市朗（2011）『図解 よくわかる「都市鉱山」開発－レアメタルリサイクルが拓く資源大国への道』（日刊工業新聞社、2011）34頁

¹¹ 同上

¹² 原田幸明，醍醐市朗（2011）『図解 よくわかる「都市鉱山」開発－レアメタルリサイクルが拓く資源大国への道』（日刊工業新聞社、2011）36頁

棄物の移動の問題も緩和できる」¹²

Ⅱ-2 都市鉱山の処理事例：DOWA ホールディングスの事例¹³

DOWA ホールディングスは都市鉱山を活用したリサイクルで世界をリードしている。DOWA ホールディングスは、同和鉱業が2006年に名称変更した会社であり、120年以上続く老舗企業で、鉱石を製錬して非鉄金属を生産することを中核事業とする会社である。近年は、都市鉱山を活用した金属リサイクル事業を積極的に展開しており、使用済み IT 機器にある廃基板などを破碎・分解して製錬することにより、金、銀、銅やレアメタルを回収し、リサイクルする事業として国内トップの企業となっている。なお、リサイクル事業は分社の DOWA エコシステムが統括している。

図表 2. DOWA の事業 ～循環型社会実現に貢献¹⁴



環境・リサイクル事業は、同社にとって 1990 年代後半以降本格的に立ち上がった新規事業であるが、今や国内トップの地位を確立し、同社の連結営

¹³ DOWA ホールディングス株式会社、「DOWA エコシステム」、www.dowa.co.jp/saiyou/business/eco.html (2015.10.08参照)

¹⁴ 増田貴司、「注目集める『都市鉱山ビジネス』の最前線 - ゴミの中に隠れた‘宝の山’を発掘せよ -」(株式会社東レ経営研究所『経営センサー』、2008.7・8) 17頁

業利益の18%を占める主力部門の一つとなっている。

DOWA ホールディングスが環境関連ビジネスに乗り出した経緯は、つぎの通りである。¹⁵

- a 同社はもともと同和鉱業という、秋田県の小坂銅山から採れる鉱石を製錬する製錬業者だった。それが、現在のような環境・リサイクル事業を手掛けるようになったのには、3つのきっかけがあったという。1970年代後半に、岡山県の柵原鉱山の労働者が廃油を処理する廃棄物事業に乗り出した。これを細々と続けることによって、同社には比較的早い時期から産業廃棄物の取り扱いなど環境ビジネスのノウハウが蓄積されていった。
- b 1990年代、米国では産業廃棄物の処理などの環境ビジネスが急成長していることが報告された。この分野のビジネスは、同社が伝統的に保有している製錬技術やノウハウ、設備、人材などがそのまま使えることに着目して、事業化に踏み出した。最初は廃油やアルカリの処理を手掛け、製錬技術を使って焼却、無害化することに成功した。
- c 1990年代の後半以後、日本では環境対策に力を入れ、家電リサイクル法、自動車リサイクル法などが成立したことである。鉱石から金属を取り出す技術はIT 機器から金属を取り出す技術と同じであるため、金属リサイクル分野進出の機会を窺っていた。2003年以降重点投資を行っている。
- d 2008年4月、リサイクル原料対応型の新型製錬設備を本格稼働させた。これは、携帯電話や廃家電のプリント基板のほか、亜鉛の製錬工程や化学工業から出た残渣などを原料として用いる世界トップ水準の性能を持つリサイクル原料の専用炉である。新型炉は、金や銀などの貴金属のほか、セレン、アンチモンなどのレアメタルを含め、合計18種類の金属を回収できるこのため、リサイクル原料を再資源化し

¹⁵ 増田貴司、前掲 10-21頁

た後の販売価格が高くなるというメリットがある。

Ⅱ-3 小型家電リサイクル法¹⁶

環境省（2011:20-1）によると小型家電リサイクル法がつくられた背景には、資源として再利用することのできる有用金属が含まれているにもかかわらず、そのまま捨てられている使用済みの小型電気電子機器が多くあることから、単純に「もったいない」というところから話が始まったことがある。資源の確保という側面が大きい。また、特徴的であるのはリサイクルは促進型であり、義務ではないということである。これらの点から、本法は今後のリサイクルの流れを示唆する新しい制度であると言える。この制度をうまく機能させていくためには、国民を含めた各主体が、意識的にこの仕組みに参加して取り組んでいくとともに、持続的に動くような仕組みづくりに向けたアイデア出しなどが継続的に必要になって来ると考えられる。

小型家電リサイクル法は、資源制約面（①新興国の需要増大に伴う資源価格の高騰、②資源供給の偏在性など）と環境制約面（①最終処分場の逼迫、②適正な環境管理）により、特に使用済み小型電子機器等に焦点を当て、再資源化を促進することで、貴金属やレアメタル等の貴重な資源の有効な利用と、廃棄物の適正な処理を図ることを目的としている。

環境省・経済産業省（2013:2）によると小型家電リサイクル法は、環境大臣及び経済産業大臣が、使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する基本方針を策定・公表、再資源化の促進の基本的方向、再資源化を実施すべき量に関する目標、促進のための措置に関する事項、個人情報の保護及びその他の配慮すべき重要事項を含んでいる法律である。

使用済小型電子機器等からの有用金属のリサイクルのあり方を検討することを目的とする使用済小型電子機器等の回収モデル事業が、平成 20～22

¹⁶ 環境省、「使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律」、<https://www.env.go.jp/recycle/recycling/raremetals/>

年度に環境省、経済産業省によって実施された。

Ⅲ 中国における電子ゴミの現状と対策

世界中で最大の電子製品を生産する新興工業国として、中国は電子ゴミの国内の増加と外国からの輸入に直面している。中国は毎年莫大な電子製品を製造、消費し、輸出している。2009年の日常家電製品（たとえば、冷蔵庫、テレビ、洗濯機、エアコン、パソコンなど）の生産額は約11兆614億円を超えている。この内輸出額が3兆311億円になり、総生産額の30%に示した¹⁷。これとともに、中国国内の電子ゴミの発生量も増加していった。2011年は約5000万台の電子製品が棄てられて電子ゴミになった。この数値は年20%のスピードで増えている¹⁸。

しかし、中国での非正規の電子ゴミ処理方法が、現地の環境と住民の健康に大きな被害を与えている。このような汚染と被害が増え続けている状況が判明したため、中国政府は電子ゴミの非正規の処理と中古電子製品を輸入することを制限する政策を制定する一方、国内の回収とリサイクルシステムを構築して、環境にとって優しい処理方法の普及に努力している。現在、中国では二つの処理方法が併存しているが、これらの現状とシステムを分析することは今後の研究と電子ゴミの管理にとってたいへん意義があると思われる。

Ⅲ-1 中国の電子ゴミの概況

2013年の中国の名目 GDP は9兆4690億ドル、世界で最も成長率が高い主要経済大国のうちの1つになっており、世界第2位の経済大国、世界最大の輸出国及び輸入国である。膨大な人口を有しているが、中国の一人あたり GDP は6959ドルであり、世界の84位である¹⁹。

¹⁷ 「2011年家電行业咨询大全」, 2011, http://www.homea.hc360.com/11dq/secondmenu/Detail_f01.html (2015.07.16参照)

¹⁸ 同上

中国の電子ゴミの発生源は、国内発生分と外国からの輸入分である。2000年以降中国政府は電子ゴミの輸入を禁止した。しかし、安い中古品と改装（修理・改造）できる原料の需要が続き、電子ゴミがさまざまなルートを通じて、中国へ流入している。そして、経済と技術の発展と共に、国内発生
の電子ゴミも急増している。本節では主としてダニエル（2013）²⁰によりつつ、中国市場へ投入した電気・電子製品、中国の家庭における電気・電子製品の保有量、国内における電子ゴミの発生数量と電子ゴミの違法輸入について説明する。

Ⅲ－１－１ 国内市場の販売

中国では、さまざまな種類の電気・電子製品が流通しているが、今までのデータは全て家電に限定されているので、本節では家電を中心に説明する。1995年から2011年の間で、計6種類（テレビ、冷蔵庫、洗濯機、エアコン、パソコンと携帯電話）の家電が急速に普及した。1995年と比べて、2011年にはテレビの販売数が5600万台、冷蔵庫が5810万台、洗濯機が5300万台と、1995年の約4倍になった。エアコンは10倍くらい増加して、9480万台になった。技術革新と市場需要の増加にともなって、パソコンは37%増加し、2011年の販売数が7390万台になった。携帯電話は最も数が多くて、2011年には2.5億台となった。

Ⅲ－１－２ 国境を越える電子ゴミの輸入

国内の電子ゴミばかりではなく、中古品と再生資源の需要があるために、大量の電子ゴミが海外から中国に輸入されている。現在の状況を見ると、中国は世界中で一番電子ゴミを輸入する国である。この電子ゴミは大体アメリ

¹⁹ JETROの統計、https://www.jetro.go.jp/world/asia/cn/stat_01.html（2016.12.4参照）

²⁰ ダニエル・パウエル、「中国における E-waste 問題の評価及び改善」、2013、p.unu.edu/publications/articles/assessing-and-improving-the-e-waste-problem-in-china.html

カ、ヨーロッパ、アジア隣国（韓国と日本）から輸入される。2000年から電子ゴミの輸入が禁止されたが、実際にはまだかなりの量の電子ゴミが中国に入り続けている。

2005年における EU の電子ゴミ発生量は1030Mt になった。2005年にヨーロッパの18の港を調査した結果によると、電子ゴミを含め約47%の廃棄物が違法に輸出されていた。イギリスだけで、2003年に少なくとも2300万トンの電子ゴミが東南アジア、アフリカ、インド、中国へ密輸された²¹。アメリカでは、2002年に国内で回収された電子ゴミのおよそ50～80%が国内で処理されず、中国などへ輸出された²²。アメリカがバーゼル条約を批准していないので、この行為は違法ではなかった。

2000年に中国は明確に電子ゴミの輸入を禁止したが、2000年2月1日中国環境保護部は「第7類固体廃棄物の輸入について」を発表した。第7類の中で表示された電子ゴミは輸入禁止になった。しかし、中国政府はこの規制や他の政策の中で電子ゴミの定義を明らかにしていなかった。2002年7月3日、「第25番通知」が発表され、大型家電、通信設備、電子製品を含む21種類が輸入禁止の電子ゴミとされた。2008年には、「目録」の中、廃棄機械や電子製品の輸入が禁止された。翌年「固体廃棄物の管理名目の調整について」が既存の政策に置き換えられた。「調整」によると、ガラス廃棄物（陰極線管ガラス廃棄物と放射性ガラス廃棄物を含む）、廃棄電池、廃棄コンピューター及びオフィス電子製品（プリンター、コピー機、ファクス機、タイパー、パソコン、電卓と他の同種類の製品を含む）、廃棄家電（エアコン、冷蔵庫と他の冷蔵設備を含む）、廃棄通信設備（電話、インターネット通信設備などを含む）と廃棄電気・電子製品（印刷回路、陰極線管などを含む）が輸入禁止された。

²¹ Hotta, et.al. (2014)

²² Adam Minter (2013)

Ⅲ－２ 中国における電子ゴミの回収

中国では正規の方法と非正規の方法が存在している。一般的には、回収の過程で環境に大きな影響を与えていないという理由で、中央政府は非正規の回収行為を明確に禁止していない。

Ⅲ－２－１ 非正規の回収

非正規の回収業者は現金を使って、消費者の家を訪問して廃棄物を買収している。彼らは自転車や車などを使って住宅地や人口密度が高い地域で活動している。この回収行為を収入源として生活しているのは、大部分が農村部から移住してきた人たちである。廃棄家電だけでなく、他の廃棄物（プラスチック、紙あるいは廃棄金属）も回収している。この非正規の回収業者を通して消費者と他の処理業者が繋がっている。簡単な整理と分類をした後、部品や再利用可能な製品が中古品として売られている。利用できないものは他の業者に売っている。しかし、非正規の回収業者は価値がありそうな廃棄物しか回収していない。

Ⅲ－２－２ 正規の回収

正規の回収と非正規の回収の範囲は明確に区別することはできない。原則として中国では誰でも電子ゴミを販売あるいは購入できる。認定回収業者は通常正規の業者あるいは組織だと見られている。認定回収業者は一般的に税金をきちんと支払って回収行為を行っており、処理技術を持つ会社に運び、被害が発生ないように処理する。

2009年6月から2011年12月の間に、中国では全面的に“新しい家電を古い家電と入れ替える”活動を行った（略称：下取り活動）²³。これは消費者が中古品を売ると同時に新商品を買う際に行う。この活動は経済に強い刺激を

²³ 騰訊新聞,「家電以旧换新办法出台」, 2011, <http://tech.qq.com/zt/2009/heaNO/> (2015.06.10参照)

²⁴ 同上

与えた。消費者にクーポンをわたすことを通じて、認定回収業者が非正規の回収業者より経済的に競争力のあることがわかり、認定回収業者の回収率がかなり上がった。メディアの報道によると、2011年には認定回収業者は6129万台（5149万台のテレビ、233万台の冷蔵庫、472万台の洗濯機、22万台のエアコンと262万台のパソコン）を回収した。同じ年に電子ゴミの発生量は1億5000万台（4000万台のテレビ、1000万台の冷蔵庫、1300万台の洗濯機、2000万台のエアコンと6700万台のパソコン）に上っている。計算してみると、同年の約40%の電子ゴミが認定回収業者によって回収された²⁴。

Ⅲ－3 中国における電子ゴミ対策

●電子ゴミの回収とリサイクルのモデルケース項目（2003～2006年）²⁵

「国家発展と改革委員会」が2003年、電子ゴミの処理技術の解決方法を見つけるために4つの都市でモデルケースとして行った。このモデルケース項目の目的はさまざまな方法や多様なルートを使って電子ゴミを回収して、電子ゴミの管理基準や規定と電子ゴミの処理技術と整備を発展させることである。

この項目に基づいて4つの都市で大型家電の解体工場を作った。電子ゴミについての交易、処理、回収の経験とデータを得ることができた。それとともに各々の項目についてさまざまなチャレンジにも直面した。たとえば、非正規の回収業者と競争し続けているために、認定回収業者が回収できる廃棄物の数は少なかった。また目標の進展が非常に遅かった。それに廃棄物が少なかったために、処理企業は処理品不足の状態で作業し続けていた。この項目に準拠して正規の回収ルートを作り、処理企業に十分な電子ゴミを提供して日常の運営を満足させるべきである。もし、処理施設の建築だけに終わり、処理企業に完備な回収ルートを提供しない場合は企業の作業に支障を与

²⁵ 中华人民共和国国家发展和改革委员会, 「废旧家电回收处理试点及示范项目进展情况」, 2005, hzs.ndrc.gov.cn/zhly/200509/t20050912_602416.html (2015.05.22参照)

えることになり、企業が損失の状態に落ち込む恐れがある。他方、適度な補助金を出すことが正規の回収システムの運営にとっても有利であることがわかった。

● “下取り活動”

世界的な金融危機を背景として、中国政府（商務部、財政部、国家發展と改革委員会、工業部、環境保護部、国家工商総局、国家質量監督検疫総局）が2009年7月に4つの省と5つの都市で家電の“下取り活動”を行った。“下取り活動”は2011年12月31日に終了した²⁶。“下取り活動”によって、認定回収業者に中古家電を下取りに出すと同時に、消費者が家電を購入するならば、消費者は10%の割引を得ることができる²⁷。この活動の目的は、1)家電の国内消費を刺激して、国民経済を成長させる、2)都市の消費者に割引を与えて、正規の回収ルートを使って、電子ゴミを回収することである。

販売業者は消費者から電子ゴミを回収した証明をもらって、消費者に10%のクーポンをわたす。そして“下取り活動”で売った商品の総数によって、政府が販売業者に10%のクーポン分の補助金を出す。したがって、販売業者にとっても損失がなかった。

回収と物流業者は、消費者から回収した電子ゴミを指定の処理業者へ運送する。彼らは消費者に電子ゴミに相当する金額を支払う。回収業者と処理業者は売買する時、回収業者から一定の価格で電子ゴミを処理業者に売る。原則的に回収業者が回収活動で利益をあげるためには、回収価格より高い価格で処理業者に電子ゴミを売ることである。この二つの価格の制定については明確な規定がないので、回収業者と処理業者の間で電子ゴミの種類、形、大きさなどによって価格を交渉できる。そして、電子ゴミを回収する時、電子ゴミの種類、形、大きさなどによって政府から補助金をもらえる。つまり、回収業者は電子ゴミを回収する過程と電子ゴミを処理業者に売る過程で二重

²⁶ 腾讯新闻（2011）

²⁷ 同上

の利益を得ることができる。

処理業者は、回収業者にお金を出して電子ゴミを受け取る。彼らも政府から補助金をもらえる。この補助金は少なくとも処理業者が電子ゴミを無害化処理した時に得られる。

“下取り活動”が設定した手順：

- (1) 消費者は政府が認定した回収業者に廃棄家電を出すことで、回収業者から電子ゴミに相当する金額を受け取る。回収業者は消費者に証明書を出す。
- (2) 家電販売店が消費者に証明書を出す。消費者は新しい家電を購入するとき10%のクーポンがもらえる。
- (3) 新しい家電を買う時使用する10%のクーポンは、政府の補助金から支給される。各種類の家電について上限額がある。
- (4) 回収業者が回収した電子ゴミを処理業者まで運送して、処理業者は市場の状況と協定価格によって、回収業者に電子ゴミに相当する金額を支払う。
- (5) 電子ゴミを回収する時にかかる距離によって、回収業者は政府から運送の補助金をもらえる。
- (6) 回収した電子ゴミの種類によって、処理業者は政府から処理補助金をもらえる。

この活動での補助金は全て中央政府と地方政府が出した。騰訊新聞(2011)によると、この活動によって新しい製品の販売と電子ゴミの回収は大きな効果をあげた。20カ月の活動で消費者から4990万台の電子ゴミを回収して4810台の新しい家電を販売した(合計270億ドル=3兆2622億円)²⁸。

しかし、“下取り活動”のコストが高すぎた。たとえば、1台の新しいテレビを売って一台の廃棄テレビを回収した場合は、三種類の補助金を加えると、41～68ドル(4954円～8216円)になった。一旦補助金を停止すれば、

²⁸ 騰訊新聞(2011)

消費者はまた非正規の回収業者に電子ゴミを売るかもしれない。いかにしてコスト効率が良いシステムを設立するのか、こうした課題を検証することが“下取り活動”を続ける重要な課題であった。2011年で“下取り活動”が終わった後、この活動から得た経験を今後の電子ゴミに関する立法の中でいかなる形で運用するかが重要視された。高額な補助金がない場合でも高回収率を実現できるかについてさらに検討すべきである。

今後の研究課題

今後の中国の電子ゴミの管理については、さまざまな改善すべき点がある。たとえば、電子ゴミの国境を越える輸出入、法律の実施と評価、技術開発などである。今まで分析した内容に基づいて、これから研究課題について簡単に整理しておきたい。

1. 国境を越える移動の管理システムの構築

電子ゴミがどのようなルートを使って先進国から途上国へ輸出されているかについて調査分析することは重要である。GPS（全地球測位システム）などを用いて、電子ゴミの輸出入や経路、受け取った回収業者や港などを明らかにする。

しかし、これは経費と労力がかかる。違法行為の調査に関しては、他の部門（公安や海関など）の協力が必要である。

それ故、各海関の間で電子ゴミに関する定義や、種類、政策などについて議論して協力すべきである。

2. 国境を越える移動のルートと数量についての研究

違法に中国へ輸送される電子ゴミの数量を明らかにすることによって問題の重要性がわかる。また電子ゴミの管理機関へ有効なデータを提供できる。調査すべき国は、アメリカ、ヨーロッパ、日本と韓国である。

3. 中国国内の物流の調査

今まで中国国内における電子ゴミの発生量と電子ゴミの流通経路はまだ明確にされていない。したがって現在の電子ゴミの流通経路を監視することにより、問題の解決に一定程度必要なデータが提供できる。それは政府の政策策定に当たって、回収点の数、補助金の金額、専門機関の規模などを決定する上で参考になるものと思われる。

これまで研究では、標準的に国内の電気・電子製品の数量と電子ゴミの発生量を推測できるシステムについてはまだ不十分なものしかない。それ故このようなシステムを構築することができれば、電子ゴミの回収と処理に役立つはずである。

4. 電子ゴミに関する立法

現在の電子ゴミに関する法律は5種類の電気・電子製品だけを対象としているが、他の電気・電子製品の数量と回収・処理状況については不明確なところが多い。大型家電、照明道具などについても明確ではない。

5. 農村部の電子ゴミ問題

電子ゴミについての研究は、おもに都市部を対象としてきた。しかし、中国の農村部の人口は全国の人口の50%を占めており、農村部の人々の電気・電子製品需要が急速に増加している。農村部の電子製品の購入、保管、廃棄などの問題に注目して、今後の電子ゴミの管理システムを構築することが重要だと思う。

また中国では、電子ゴミを修理・改造して再利用する巨大な需要が存在している。電気・電子製品の再利用は電子ゴミの価値と物流を変える。電気・電子製品の再利用市場を分析することによって、中古電気・電子製品の消費パターンが明らかになるであろう。

6. 非正規業者の健康と環境条件を改善する

ここでの非正規の業者は、回収業者、処理業者、改装業者などを含まれていた。環境への悪影響はたいてい非正規の業者の下で発生している。

非正規の回収業者は高回収率を持って、消費者の手元から直接電子ゴミを回収できる。彼らの活動は高い浸透率を持っている。正規の回収業者と比べて弾力性を持ってあらゆる住宅地に入っている。問題は、彼らの回収した電子ゴミが非正規の処理業者に売却されることである。しかし非正規の回収業者と処理業者が正規の部門と一緒に仕事することは、非正規の業者の健康被害や環境への悪影響を改善する方法の一つになりうる。

中国における電子ゴミの非正規の処理は、機械を用いずに労働集約型作業によって行われていることである。非正規の処理活動について研究すべきことは、処理の過程でどちらの作業が従業員と環境へ被害を与え、どちらの作業が効率的にできるかである。

非正規の処理活動で特定の地域への汚染が基準限界をはるかに超えてしまったために、「がん村」などというものが出現したのである。有害物質が土壌と空气中に長期的に存在するために、汚染場所の除染が遅くなると、人々の健康と環境に対する被害が発生する。

7. 技術の改善と普及

“下取り活動”と電子ゴミに関する法律によって正規の電子ゴミの処理企業が発展してきた。しかし、技術と処理能力の欠陥によって正規処理企業の発展が停止していたことは問題である。他方、優良な処理事業者をモデルとして宣伝すれば、他の事業者も最新の技術を導入して、経済的にも環境にも優しい処理システムが構築され、ともに進歩できるのではないか。また、電子ゴミの処理企業の認証システムを構築して、電子ゴミの環境無害化管理標準を定めることも重要である。

8. 日本の電子ゴミ回収システムと処理技術に関する研究

日本は逸早く電子ゴミに関する法的な制度を作って施行した。世界でもっとも早く拡大生産者責任に基づいて電子ゴミの回収システムをつくった国のひとつである。このシステムは現存のゴミ回収体制に基づいて組み立てられている。日本の電子ゴミ回収システムと処理技術を研究することは、中国の現状を改善する上で参考になる。今までの研究は、法律と政策に関するものが大部分で、処理技術や実際のシステムに関する研究はまだ少ない。今後の研究課題は、今まで調査した制度の現状と問題点に基づいて現場の実態調査を行ない、日本における電子ゴミ事業に関する研究を深めることによって、中国における電子ゴミ処理事業の改善策を考察することである。

参考文献

【外国語文献】

AEHA (2013), "Home Appliance Recycling, 2013 Annual Report, Association for Electric Home Appliances", www.oecd.org/environment/waste/EPR_Japan_HomeAppliance.pdf

Adam Minter, 2013, "U.S. Isn't Flooding the Third World With E-Waste", <http://www.bloombergvew.com/articles/2013-05-26/stop-the-baseless-panicking-over-u-s-e-waste>

CHEAA(2015), "Advisory on the developing planning of the home appliance industry (2011-2015), China Household Electrical Appliances Association (CHEAA): Beijing"

David W. Wooddell, E-Waste, 2008, National Geographic

Greenpeace. "Where does e-waste end up? 2009", www.greenpeace.org/international/en/campaigns/detox/electronics/the-e-waste-problem/where-does-e-waste-end-up/

Hotta, H, Santo, A. and Tasaki, T. (2014) "EPR-based Electronic Home Appliance Recycling System under Home Appliance Recycling Act of Japan", http://www.oecd.org/environment/waste/EPR_Japan_HomeAppliance.pdf

UNEP, 2015, “transnational organized crime threat assessment - East Asia and the pacific”

United Nations Office on Drug and Crime (UNEP)(2013), “Transnational Organized Crime in East Asia and the Pacific: A Threat Assessment” , https://www.unodc.org/documents/data-and-analysis/Studies/TOCTA_EAP_web.pdf

UNU-IAS (2014), “The global e-waste monitor 2014, quantities, flows and resources”, i.unu.edu/media/ias.unu.edu-en/news/7916/Global-E-waste-Monitor-2014-small.pdf

Zhang, JQ, Y Jiang, J Zhou, B Wu, Y Liang, Z Peng , D Fang, B Liu, H Huang, C He, C Wang and F Lu, 2010. “Elevated body burdens of PBDEs, dioxins and PCBs on thyroid hormone homeostasis at an electronic waste-recycling site in China”, Environmental Science and Technology, pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es902883a

北极星节能网,「中国电子废弃物处理市场前景」, 2015, huanbao.bjx.com.cn/news/20151010/

670322.shtml (2015.12.14参照)

CNBS,「中国统计年鉴」1996-2012, www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/ (2015.06.10参照)

葛亚军, 金宜英, 聂永丰,「电子废弃物回收管理现状与研究」, 2006

国家环境保护总局办公厅文件,「关于贯彻落实《电子废弃物污染环境防止管理办法》的通知」, 2008, www.zhb.gov.cn/info/gw/huanban/200802/t20080202_117986.htm (2015.06.10参照)

韩晓蓉, 马毅达,「海关总署: 电子垃圾通过走私或夹带入中国」, 2006, www.ce.cn/cysc/zgjd/kx/200612/25/t20061225_9869057.shtm (2015.06.10参照)

罗璇,「电子废弃物管理立法探析」, 2012, www.cn-hw.net/m/view.php?aid=35904 (2015.06.10参照)

腾讯新闻,「家电以旧换新办法出台」, 2011, <http://tech.qq.com/zt/2009/heaNO/> (2015.06.10参照)

香港环境保护署,「执法行动, 2011」, [http://www.epd.gov.hk/epd/misc/ehk01/flash/](http://www.epd.gov.hk/epd/misc/ehk01/flash/environment_)

[hk/enforcement/resource_enfor6.html](http://www.epd.gov.hk/epd/misc/ehk01/flash/environment_hk/enforcement/resource_enfor6.html) (2015.06.10参照)

SEPA.「禁止进口货物名录」. 2002. [www.mep.gov.cn/gkml/hbb/gwy/200910/t20091030_](http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/gwy/200910/t20091030_180691.htm)

180691.htm (2015.06.10参照)

中国经济周刊,「联合国报告:全球70%电子垃圾最终流向中国」, 2013, tech.163.com/13/0613/02/917FU97F000915BD.html (2015.07.15参照)

中华人民共和国工业和信息化部政策法律司,「电子信息产品污染控制管理办法」, 2009, www.miit.gov.cn/n11293472/n11294912/n11296542/12165064.html (2015.04.20参照)

中华人民共和国环境保护部,「废弃家用电器与电子产品污染防治技术政策」(环发[2006]115号), www.zhb.gov.cn/info/gw/huanfa/200607/t20060720_91616.htm (2015.06.10参照)

中华人民共和国国务院令,「废弃电器电子产品回收处理管理条例」, 2011, www.gov.cn/zwgk/2009-03/04/content_1250419.htm (2015.06.10参照)

中华人民共和国国家发展和改革委员会,「废旧家电回收处理试点及示范项目进展情况」, 2005, hzs.ndrc.gov.cn/zhly/200509/t20050912_602416.html (2015.05.22参照)

中国人民政治协商会议全国委员会,「2015,全国政协十二届三次会议提案第0275号」, <http://www.cppcc.gov.cn/zxww/2015/03/05/ARTI1425555420812155.shtml> (2015.05.22参照)

中华人民共和国工业和信息化部,「2015,家电以旧换新实施办法(修订稿)」, <http://www.miit.gov.cn/n11293472/n11293847/n11301495/13375129.html> (2015.05.22参照)

中华人民共和国商务部,「商务部财政部发展改革委,工业和信息化部,环境保护部,工商总局,质检总局关于印发《家电以旧换新实施办法(修订稿)》的通知」, www.mofcom.gov.cn/aarticle/b/g/201008/20100807062260.html (2015.05.22参照)

「我国进入家电报废高峰期5种产品将回收处理」, 2010, finance.sina.com.cn/g/20100916/04518665671.shtml (2015.07.16参照)

「我国电子电器废物处理处置政策,技术及设施」, 2008, www.cn-hw.net/html/sort068/

200811/8086.html（2015.07.16参照）

「2011年家電行业资讯大全」, 2011, http://www.homea.hc360.com/11dq/secondmenu/Detail_f01.html（2015.07.16参照）

【日本語文献】

家電製品協会（Association for Electric Home Appliances）、『家電リサイクル 年次報告書 平成26年度版（第14期）』、2015、http://www.aeha.or.jp/recycling_report/pdf/kadennenji26.pdf

環境省、「使用済小型電子機器等の再資源化の促進に関する法律」、<https://www.env.go.jp/recycle/recycling/raremetals/>

環境省・経済産業省、「使用済小型電子機器等の回収に係るガイドライン（Ver.1.0）」、2013、http://www.env.go.jp/recycle/recycling/raremetals/attach/gl_collect130306.pdf

環境省、「循環型社会白書（平成17年版）」、2005

外務省、「バーゼル条約」（Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal）」、www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/kankyo/jyoyaku/basel.html（2015.05.11参照）

ダニエル・パウエル、「中国における E-waste 問題の評価及び改善」、2013、p.unu.edu/publications/articles/assessing-and-improving-the-e-waste-problem-in-china.html

DOWA ホールディングス株式会社、「DOWA エコシステム」、www.dowa.co.jp/saiyou/business/eco.html（2015.10.08参照）

DOWA ホールディングス株式会社、「DOWA の歴史」、www.dowa.co.jp/saiyou/company/chronicle.html（2015.10.08参照）

DOWA ホールディングス株式会社「CSR 報告書2007」（2015.10.08参照）

三好恵真子（2011）、「集積する都市電子廃棄物による中国の環境問題並びに希少金属回収に関する技術開発」、<http://www.law.osaka-u.ac.jp/c-forum/box2/dp2011-11miyoshi.pdf>

原田幸明、醍醐市朗（2011）『図解 よくわかる「都市鉱山」開発－レアメタルリサイ

クルが拓く資源大国への道』（日刊工業新聞社、2011）

増田貴司、「注目集める『都市鉱山ビジネス』の最前線 ―ゴミの中に隠れた‘宝の山’を発掘せよ―」（株式会社東レ経営研究所『経営センサー』No.104, 2008. 7・8）

10-21頁、http://www.tbr.co.jp/pdf/sensor/sen_a080.pdf

「世界の電子廃棄物、90％が違法処理されている」、2015、news.livedoor.com/article/detail/10118056/（2015.06.08参照）

「中国・インドで電子ゴミ急増 PC、プリンタ…世界から」、2007、www.asahi.com/special/070110/TKY200702040107.html（2015.05.11参照）

JETRO の統計、https://www.jetro.go.jp/world/asia/cn/stat_01.html（2016.12.4参照）