

# 使用済み電気電子機器に関する一考察

## －パソコンと携帯電話を中心として－

許 楊

### A Study on Electronic waste of Japan － Personal Computer and Mobile Phone －

XU Yang

#### Abstract

In recent years, international transfer of used electronic products called E-waste to Asia, especially to China, has increased, going along with the globalization of economy. We already identify that they are frequently processed improperly abroad and as a result it produces a variety of pollutions. Therefore, we have to examine the establishment of recycling system over Asia.

This article focuses on the personal computer and the mobile phone representing E-waste.

キーワード：使用済み電気・電子機器、資源有効利用促進法、国際的な循環システム

**Key words** : electronic waste, law of the promotion of effective utilization of resources, international recycling system

#### はじめに

使用済み電気・電子機器は E-waste (Electronic waste) と呼ばれる。これらには、金・白金・銀・パラジウムなどの貴金属や銅・アルミなどの非鉄金属が含まれている。それとともに鉛やカドミウムそして砒素などの有害物質も含まれている。すなわち、使用済み電気・電子機器には、潜在資源性ととともに潜在汚染性という性質がある。

企業から排出される使用済みパーソナルコンピュータと個人使用パソコンについては、「資源の有効な利用の促進に関する法律」（以下では「資源有効利用促進法」と略す）の適

用をうけてリサイクルが行われている<sup>1</sup>。しかし、使用済み携帯電話については、通信業者および通信機器製造業者がモバイル・リサイクル・ネットワークという組織を構築し、携帯電話専門店が自主的に回収し、リサイクルしているが、2010年度の回収実績は約734万台<sup>2</sup>となっている。同年度の出荷量<sup>3</sup>と比較して回収率は22.8%程度である。ゆえに、回収されなかったE-wasteが見えないフローにまわったり、海外に輸出されたりしていることも考えられる。そうした不適正リサイクル・処理がある場合には、環境汚染などの問題が生じる可能性が高い。

本稿では、パソコンと携帯電話のケースをとりあげ、日本における使用済み電気・電子機器、いわゆるE-wasteのリサイクルの状況を概観し、その経済性および環境性について述べる。あわせて海外、とりわけ発展途上国に流出した場合に生じる環境汚染問題について付言し、東アジア地域におけるリサイクルシステムの構築の重要性を確認する。

## I 使用済み電気・電子機器の現状

日本では、1960年代から1970年代前半までの高度経済成長期に、各家庭にテレビ、電気洗濯機、電気冷蔵庫が行きわたった。その後、3Cの時代といわれ、自動車、カラーテレビそしてエアコンディショナーが普及した。

表I-1 主要電気・電子機器製品の100世帯当たりの保有台数<sup>4</sup>

電気・電子機器製品	保有台数
カラーテレビ	243.0
ルームエアコン	263.1
パーソナルコンピュータ	118.2
携帯電話	220.6
電気冷蔵庫	125.6
電気洗濯機	109.1
電子レンジ	102.7
電気掃除機	146.2

出所：(財)家電製品協会(2010)、p.195。

<sup>1</sup> なお、エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機の4品目については、2001年より、乾燥機と薄型テレビについては、2009年より、個別リサイクル法である「家電リサイクル法」の適用をうけて、リサイクルが行われている。

<sup>2</sup> モバイル・リサイクル・ネットワーク <http://www.mobile-recycle.net/result/index.html> (2011/7/12)

<sup>3</sup> (社)電子情報技術産業協会 <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/cellular/2011/03.html> (2011/7/12)

<sup>4</sup> カラーテレビ、ルームエアコン、パーソナルコンピュータ、携帯電話は2010年3月までのデータである。電気冷蔵庫、電気洗濯機、電子レンジ、電気掃除機は2004年3月までのデータである。

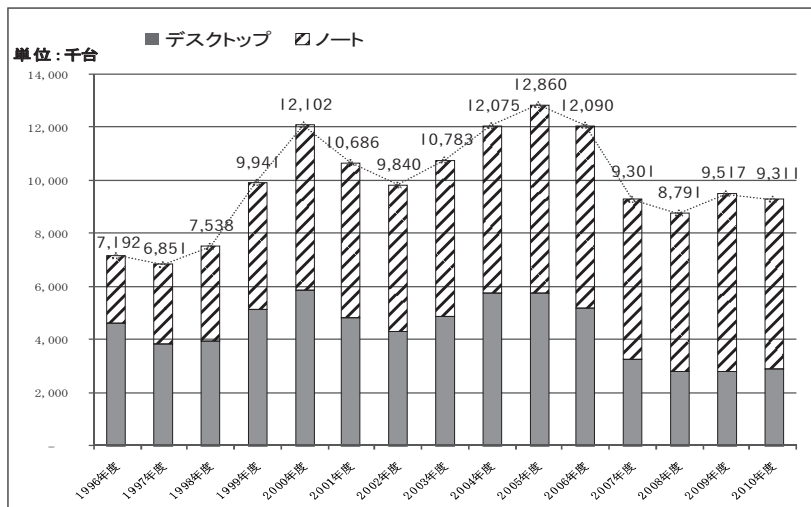
こうした経済成長の結果、表 I - 1 が示すように、日本においてテレビ、冷蔵庫、エアコンなどといった家電製品は、ほぼ一世帯に1台備わっているという状態になった。特に、近年はパーソナルコンピュータ（以下パソコンと略す）、携帯電話などのデジタル製品が急速に普及している。

一方、日本では、最終処分場の残余容量が逼迫する深刻な状況が続いている。2009年時点で、一般廃棄物の最終処分場の残余年数は18.7年であり<sup>5</sup>、2008年における産業廃棄物の最終処分場の残余年数はわずか10.6年である<sup>6</sup>。最終処分量の減量というビジョンから、E-waste の廃棄およびリサイクルの実情を把握する必要がある。

### 1. パソコンをめぐる現状

近年、情報の取得のみならず、情報処理と情報発信機能をもつ情報端末は人間の公私の生活に不可欠なものとなっている。図 I - 1 が示すように、毎年、膨大な台数が出荷されている。出荷台数は、2006年から減少する傾向にあるが、出荷台数は必ずしも少なくない。2010年度についてタイプ別では、ノート型が対前年比94.9%の638万台、デスクトップ型は同105%の294万台である。特に、2008年度に立ち上がったネットブックは一定の市場規模を確立し、2009年度にノート型の構成比は70.6%と初めて7割を超えた。

図 I - 1 国内パソコン出荷実績



出所：(社)電子情報技術産業協会統計データ<sup>7</sup>より筆者作成

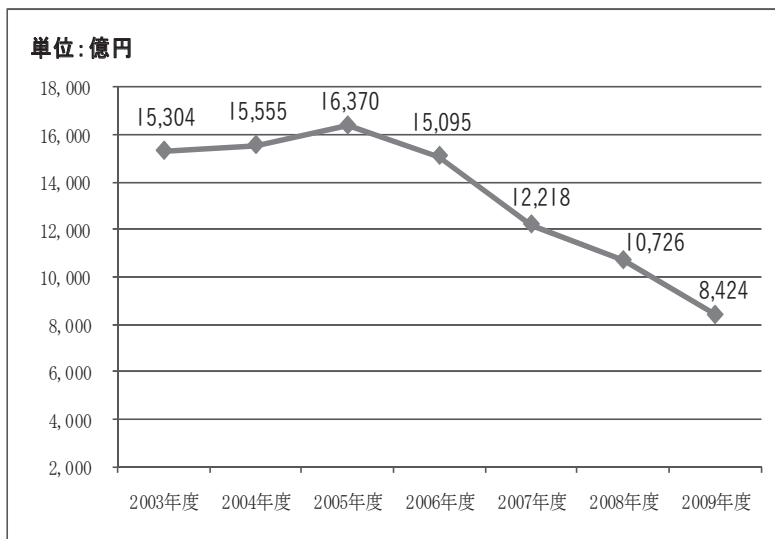
<sup>5</sup> 環境省 (2011) [http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/ippan/h21/data/env\\_press.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/env_press.pdf) (2011/7/26)

<sup>6</sup> (財)クリーン・ジャパン・センター <http://www.cjc.or.jp/modules/incontent/index.php?op=aff&option=O&url=CJC/haikibutsu/main08.html> (2011/7/22)

<sup>7</sup> (社)電子情報技術産業協会 <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/pc/2011/index.htm> (2011/5/10)

図I-2は、パソコン国内出荷金額の推移である。高い普及率等を背景にして、2009年度の国内出荷金額は、対前年度比11.5%減少の8,424億円となり1兆円を割り込んだ。このように、市場規模は縮む傾向にあるが、他の家電製品と比較してパソコンは製品ライフサイクルが短いという特性がある。特に近年、インターネットの普及あるいは基本ソフトや多様なアプリケーションソフトの開発などによりパソコンの買い替えのサイクルが短くなる傾向にある。ゆえに、今後もパソコンの廃棄量が増加することが予想される。

図I-2 パソコン出荷金額の推移



出所：(財)家電製品協会 (2010)、p. 47.

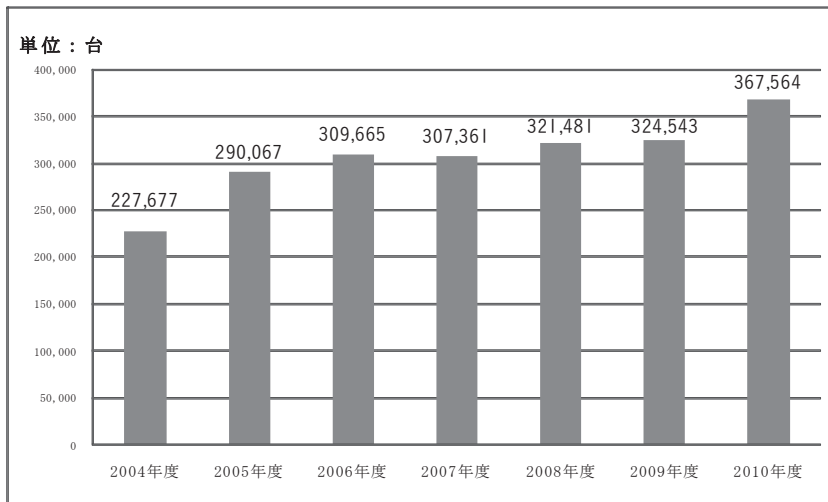
パソコンの利用を利用形態で分類すると、次の2つに分かれる。すなわち事業系パソコンと家庭系パソコンの2つの利用形態である。現在、パソコンは「資源有効利用促進法」の指定再資源化製品として定められている。この定めに基づき、メーカーは事業系パソコンの回収システムを構築し、自主的に回収を行い、回収したパソコンをリサイクルする義務がある。図I-3は、毎年の回収・リサイクル実績の推移である。2010年度のメーカーによる家庭系使用済パソコンの回収・リサイクル実績は36万7千台である。これは前年度に比べて13%増となっている。通常、パソコンの耐久年数は3～5年と言われている<sup>8</sup>。2007年度の出荷実績と比較すると、2010年度の回収・リサイクル率は4%にすぎないという現状である。つまり、回収された使用済みパソコンは極めて少ないのである。

日本におけるパソコンのリサイクルは、2001年に「再生資源利用促進法」を改正して制

<sup>8</sup> 山田哲男 (2009)、p. 102.

定された「資源有効利用促進法」に基づいて行われている。対象品目は、デスクトップパソコン（本体）、ノートパソコン、ブラウン管式（CRT）ディスプレイ、および液晶（LCD）ディスプレイの4品目であり、これらの品目を「拡大生産者責任（ERP）」に基づいてパソコンメーカーが自社製品を回収・リサイクルする義務を課せられている。

図 I - 3 パソコンメーカーによる家庭系使用済パソコンの回収・リサイクル実績推移



出所：(社)パソコン3R推進協会データ<sup>9</sup>より筆者作成

ただし、資源有効利用促進法による回収ルートは、販売形態の違いから事業系と家庭系に分けられている。家庭系のパソコンのリサイクルは、2003年10月1日より始まった。これ以降に販売されたパソコンは「PCリサイクルマーク」が貼付されており、このマークの付いたパソコンは、販売時に費用負担をしているため、廃棄する際には新たな料金を負担することなく、廃棄することができる。これに対し、PCリサイクルマークのついていないパソコン（2003年9月までに購入された製品）は、回収再資源化料金をユーザーが負担する必要がある。つまり、「家電リサイクル法」とは異なり家庭系のパソコンリサイクルは、2003年10月を境に、それ以前が「後払い方式」、それ以降が「前払い方式」となっている。

一方で、2001年より始まった事業系のパソコンのリサイクルでは、事業所におけるパソコン利用は通常リースやレンタル方式が多いため、廃棄する事業者が回収・再資源化費用を負担してリサイクルされることとなった。これは、通常の産業廃棄物処理と同様に「汚

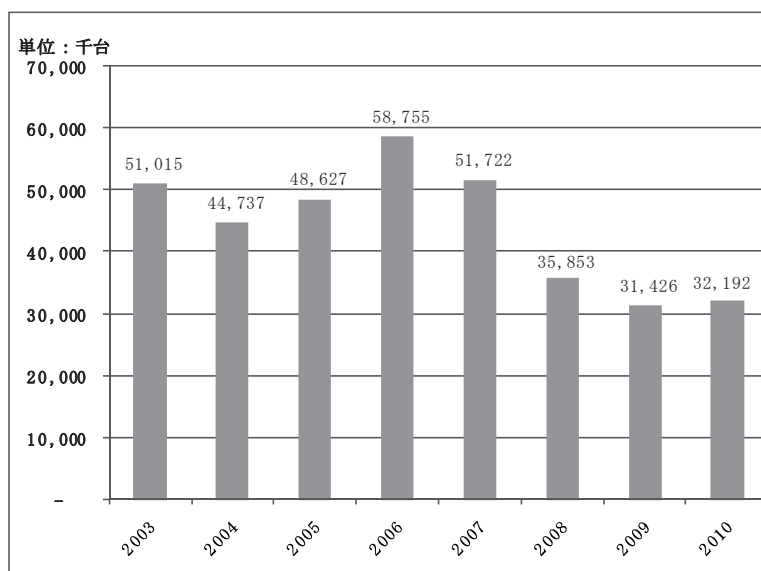
<sup>9</sup> <http://www.pc3r.jp> (2011/5/15)

染者負担の原則」が適用されていると考えられる。すなわち、費用支払いがリースやレンタル業者になっているので、やはり費用支払い回避の理由から、本来のルートとは異なったルートに流出することも十分ありうると考えられる。特にリース契約を終了した多くの使用済みパソコンが見えないフローとして外国に輸出されていることが懸念される。

## 2. 携帯電話をめぐる現状

先端技術が集積した製品であるだけでなく、希少金属を多量に含んでいる携帯電話は今や生活の必需品となっている。2010年12月末までの携帯電話の加入契約件数は1億1,706万となり、人口普及率は91.6%となった<sup>10</sup>。

図 I - 4 携帯電話の出荷実績



出所：(社)電子情報技術産業協会統計データ<sup>11</sup>より筆者作成

図 I - 4 が示すように、携帯電話の出荷台数は2007年から連続で大きな下げ幅となり、2009年には3,143万台となり、近年の最低レベルとなった。最近はスマートフォンが流行しており、その市場シェアが上昇する傾向にある。(株)MM 総研の調査によると、2010年度のスマートフォンの販売台数比率は10.6%であるが、2015年度にはスマートフォンの販

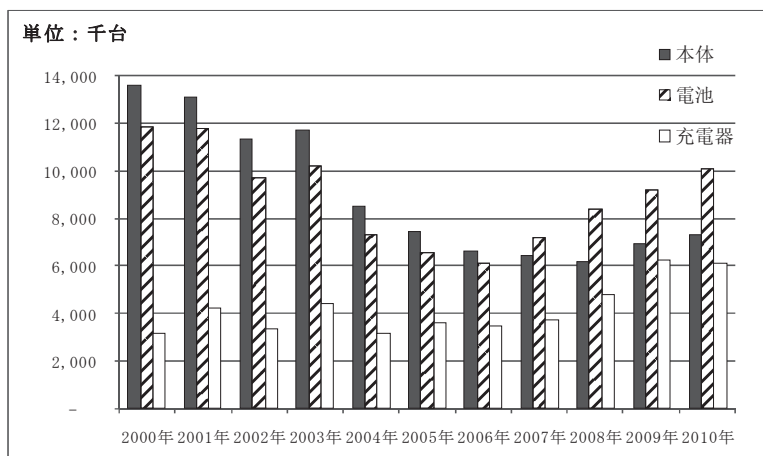
<sup>10</sup> 総務省東海総合通信局 [http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai\\_fukyuu.html](http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai_fukyuu.html) (2011/7/18)

<sup>11</sup> (社)電子情報技術産業協会 <http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/cellular/2011/index.htm> (2011/7/12)

売台数が2,030万台、販売台数比率は54.6%になると予測されている<sup>12</sup>。すなわち、今後、移動式携帯端末は、スマートフォンの時代に入ると言える。この現状に鑑み、スマートフォンの普及に伴って、多数の新規契約および買い替え需要が増加すると考えられる。これにより、大量の使用済み携帯電話が発生する可能性が高い。加えて機能の進展が著しいため、陳腐化による廃棄が多いということも携帯電話の特徴である。その使用済み携帯電話をどのように処理すべきかを早急に考えなければならない。

2001年4月に施行された「資源有効利用促進法」で、パソコンと異なって携帯電話は指定再利用促進製品の対象品となったことから、社団法人電気通信事業者協会（TCA）と一般社団法人情報通信ネットワーク産業協会（CIAJ）は、「モバイル・リサイクル・ネットワーク（MRN）」を創設して、携帯電話・PHSにおける資源の有効利用について取り組んでいる。電気通信事業者協会は携帯電話・PHS事業者等の協力を得て、2001年4月に創設した「モバイル・リサイクル・ネットワーク（MRN）」を活用して、全国で約9,000（2011年6月まで）の回収拠点で使用済み携帯電話・PHSの本体、電池、充電器を集め、リサイクルのルートにのせる仕組みを整備している<sup>13</sup>。

図 I - 5 携帯電話・PHS リサイクル実績の推移



出所：モバイル・リサイクル・ネットワーク<sup>14</sup>

図 I - 5 は、使用済み携帯電話・PHS の回収・リサイクル実績の推移を示している。2000年から回収・リサイクルの台数は減少しているが、2007年から回収量が回復する勢い

<sup>12</sup> (株)MM 総研 <http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120100831500> (2011/7/20)

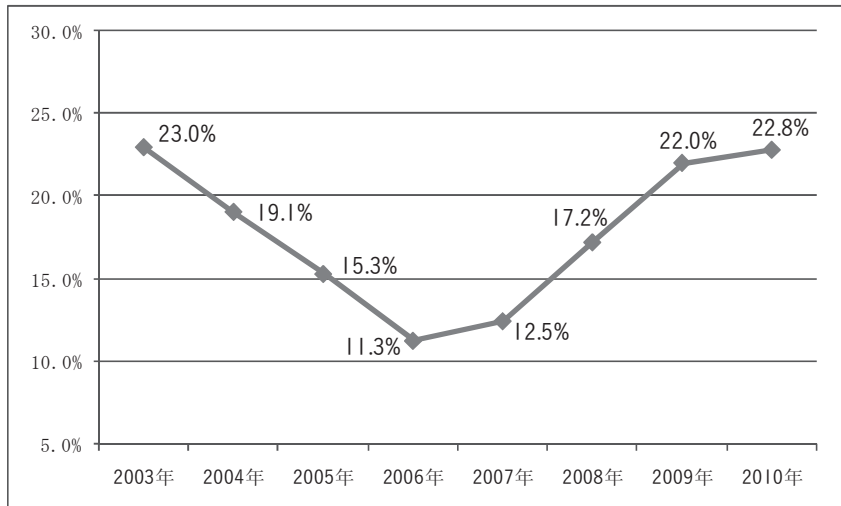
<sup>13</sup> (社)電気通信事業者協会 [http://www.tca.or.jp/press\\_release/2011/0628\\_463.html](http://www.tca.or.jp/press_release/2011/0628_463.html) (2011/7/20)

<sup>14</sup> モバイル・リサイクル・ネットワーク <http://www.mobile-recycle.net/result/index.html> (2011/7/12)

が見られる。しかし、多くは電池と充電器であり、本体の回収量は微増に転じているにすぎないというのが現実である。

図 I - 6 は、使用済み携帯電話・PHS の回収・リサイクル割合の推移を示している。図 I - 6 が示すように、本体の回収・リサイクル台数割合は2003年の23.0%から2006年には11.3%へ低下した。その後、回収・リサイクル台数は回復してきたが、2010年度において22.8%にすぎない。残る80%弱の使用済み携帯電話の処理は重大な問題を提起することになる。2010年6月に電気通信事業者協会などがまとめた調査によると、以前使っていた端末をそのまま所有し続けるという回答は全体の57%だったという<sup>15</sup>。しかし、残る端末は行き先が明らかではなく、海外に輸出されていることが懸念される。

図 I - 6 使用済み携帯電話・PHS の回収・リサイクル割合の推移



出所：(社)電子情報技術産業協会統計データとモバイル・リサイクル・ネットワーク：リサイクル実績より筆者作成

回収された使用済み携帯電話のうちリサイクル業者に引き渡されたものは、適正なりサイクルが行われている。破碎などの中間処理がなされた後、有価物が取り出される。非鉄精錬所で金、白金、銀、パラジウム、銅などの非鉄金属が再資源化物として得られる。プラスチックなどの部分は製錬炉のなかで溶融される。最終残渣はきわめて少ない。ちなみに、一台当たり36.3円の金属売却益が生じる<sup>16</sup>。こうした適正リサイクルが実施されるならばよいのだが、使用済み携帯電話の場合にはそのようなレジームになっていないのが実

<sup>15</sup> 日経産業新聞 (2010/11/22)

<sup>16</sup> 経済産業省 <http://www.meti.go.jp/press/20100622003/20100622003-1.pdf> (2010/6/22)



情である。

使用済み製品が適正な回収ルートに乗り、リサイクル業者まで行き着いた場合には効率的で環境負荷の小さいリサイクルが可能になる。使用済みパソコンの場合、資源有効利用促進法のもとで、メーカーの責任でリサイクルが行われている。ただし、メーカーによる無料回収対象以外の多くのパソコンについては、ユーザーによる費用負担でリサイクルが行われている。このため、多くの使用済みパソコンが見えないフローに吸収され、どのようなリユース・リサイクルが行われているか、実態は明らかではない。

携帯電話については、現段階では事業者の業界団体が組織する「モバイル・リサイクル・ネットワーク」が中心になって、回収・リサイクルが行われているが、法制度は用意されていない。しかし、優良な民間リサイクル業者が回収した携帯電話については効率的なリサイクルが行われており、稀少金属が適正な形でリサイクルされている。また、残渣の発生量も小さく、汚染も抑制されている。

こうして使用済み製品が回収され、優良なリサイクル業者まで到達した場合、質の高いリサイクルが行われて有価物が効率的に取り出される一方、リサイクル残渣は適正に処理される。環境負荷も小さい。

問題としては、排出された使用済み製品、E-waste のどれぐらいの割合が適正なリサイクルルートに乗るかということである。適正な回収ルートに乗った使用済み製品が的確にリサイクルされるのは、現在の日本のリサイクル技術を考えればきわめて自然のことと考えられる。ただ、集まったものをいくら高水準でリサイクルしたとしても、回収されないものの量が大きい場合には、使用済み製品のフローを制御できないという意味で大きな問題が生じる。

適正なリサイクルルートに乗らない使用済み製品、E-waste が大量に発展途上国に流出している恐れがあるのである。その場合、日本は様々なリサイクル法によって国内的には環境負荷の小さいリサイクルを行っていても、使用済み製品に含まれる有害物質を発展途上国に拡散させている可能性もある。

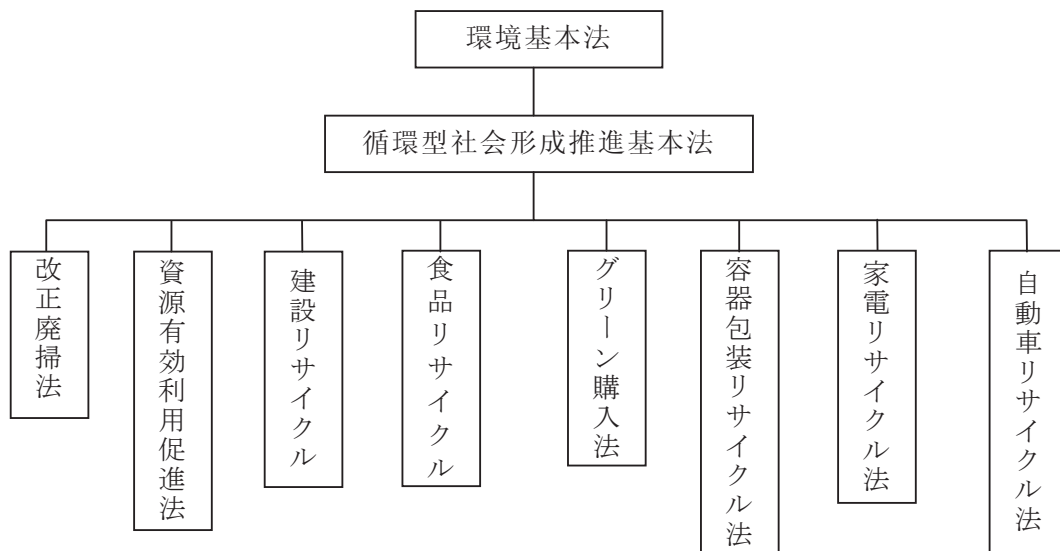
## II 資源有効利用促進法について

### 1. 資源有効利用促進法の概要

日本の循環型社会の構築に向けて、1991年にリサイクルの促進を目的とする「再生資源の利用の促進に関する法律」（再生資源利用促進法）が制定されて以降、図II-1のとおり、2000年の「循環型社会形成推進基本法」の制定を経て、多数のリサイクル関連法が整備され、

その推進が着実に図られてきている。「再生資源利用促進法」に関しても、2000年に1R(リサイクル)から3R(リデュース、リユース、リサイクル)に取組を大幅に拡充するために、「資源の有効な利用の促進に関する法律(資源有効利用促進法)」へ抜本的な改正がなされている。同法は、製品の環境配慮設計、使用済み製品の自主回収・リサイクル、事業所のゼロ・エミッション等、多様な製品・業種における3Rに関する様々な取組を対象としており、「循環型社会形成推進法」の下における法体系において、横断的・基盤的な役割を担ってきている。特に事業者に対して3Rの取組が必要となる業種や製品を政令で指定し、自主的に取組むべき具体的な内容を省令で定めることとしている。10業種・69品目を指定して、製品の製造段階における3R対策、設計段階における3Rの配慮、分別回収のための識別表示、事業者による自主回収・リサイクルシステムの構築などが規定されている。同法に基づく取組は、他のリサイクル制度や事業者・関係者の自主的取組と相まって、資源生産性の向上や最終処分量の低減等に一定の効果が見られるに至っている。

図Ⅱ-1 資源循環関係の法体系



出所：細田衛士(2008)、p. 25.

「資源有効利用促進法」の目的は、大きな課題である環境制約・資源制約のもと、大量生産、大量消費、大量廃棄型の経済システムから、循環型経済システムへの移行を促すことにある。この法律は、①事業者による製品の回収・再利用の実施などリサイクル対策を強化するとともに、②製品の省資源化・長寿命化等による廃棄物の発生抑制(リデュース)、③回収した製品からの部品などの再使用(リユース)のための対策を新たに行うことによ

り、循環型経済システムの構築を目指している<sup>17</sup>。

## 2. 実施状況

「資源有効利用促進法」をはじめとして「循環型社会形成推進基本法」の下で実施されてきた3Rの様々な取組により、循環型社会形成推進基本計画で定められた資源生産性の向上、循環利用率の向上及び廃棄物の最終処分量の減少といった政策目標に関しては、それぞれ着実な改善が見られる等、対策の効果も現れてきている。

また、アジア諸国等の経済成長に伴い、生産活動に必要な各種資源の需要が国際的に増大するとともに価格高騰も継続している。たとえば、自動車におけるハイブリッド技術の進展やIT分野におけるめざましい技術革新による電気・電子機器といった製品の高機能化が急速に進む中で、高度なものづくりを支えるレアメタルについては、供給源の偏在性や資源ナショナリズムの動き、資源開発に伴う環境問題などに起因する供給リスクが高まり、将来の事業成長の制約要因となる懸念が生じてきている。

さらに、人口減少社会を見据えて、成長力を強化し経済成長を持続させるため、投入資源の有効利用を通じた資源生産性の向上への要請も高まってきている。他方、一部のリサイクル資源では、国際流通が活発化し、海外の市場動向が日本国内の需給に大きな影響を及ぼすようになってきている。具体的には、これまで国内において逆有償で引き渡されていた使用済み製品について、有償取引が進むなど、従来のリサイクル制度の前提に大きな変化が生じてきている。

## 3. 資源有効利用促進法に関する評価

「資源有効利用促進法」の施行に関しては、現在、経済産業省の産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会基本政策ワーキンググループにおいて検討が行われている。2007年11月にまとめられた報告書<sup>18</sup>によると、施行現状の課題が、次のように示されている。

(i) 製品ライフサイクル全体での最適化・効率化：「製造段階」

### ①リデュース対策

部品・最終製品の製造段階で発生する工程くず等の副産物は、金属やプラスチック等、原材料と同一の物あるいは製造に必要な副材料が多く、リデュース対策の取組は、企業にとってもコスト削減や競争力強化の観点からメリットが生じうる。また、こうした投

<sup>17</sup> 経済産業省 [http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin\\_info/law/02/index02.html](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/02/index02.html) (2011/6/14)

<sup>18</sup> 産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会基本政策ワーキンググループ (2007/11)

入原材料の抑制は、生産工程でのエネルギー消費量の抑制にも効果的な取組である。

しかしながら、近年、発展途上国における製造業が競争力を強化しつつある中で、日本企業にとって、原価低減活動を一層進めることに加えて、産業構造全体の副産物の発生抑制を通じた競争力強化を図ることが必要となっている。

#### ②リユース・リサイクル対策

使用済み製品等のリサイクルにおいては、再生部品として使用可能なものが利用された後、多くの場合、金属やプラスチック等の素材が回収・リサイクルされているが、処理に伴い品質の低下が生じやすい。しかし、現在、天然資源投入量の抑制の観点から、再生資源を新たな製品の製造に利用する「高度リサイクル」の取組を一層拡大していくことが必要である。

#### (ii) 「製品」に着目した消費者の3R意識の向上と事業者との連携の強化：「流通段階」

近年、金属資源価格が高騰し、回収された使用済み製品等が有価で取引されるなど、製品によっては自律的な回収・リサイクルが可能となる環境が生じており、自主的取組の促進により使用済み製品等の回収・リサイクルをさらに拡大していくことが有効である。さらに、消費者や排出者への情報提供のあり方を見直し、更なる認知度向上を通じた回収促進が求められる。

#### (iii) 国際的な循環資源の取引の活発化を踏まえた国内取引の実効性確保：「排出段階」

資源価格高騰や国際的循環資源の取引の活発化に伴い、従来は日本国内で、排出者が費用を負担しつつ法制度に基づき事業者により回収・リサイクルされていた使用済み製品等が、有価で取引される状況が生じている。この結果、使用済み製品等の排出者は、経済合理性のみの観点から、有価で海外その他のルートにそれらを引き渡す場合がある。その際、一定水準以上のリサイクルの実施の義務づけはなされていない。このため、たとえば、有用金属を多く含むパソコンに関しては、資源の市況変動による影響を受けやすく、リサイクルの安定的実施に支障を生じかねないとの懸念や、海外における適正処理や再生資源化の実効性確保に対する懸念が生じてきている。

## 4. 各段階の取組対策

### (i) 製造段階

資源有効利用の観点からは、今後は、消費抑制される量のみならず、資源の希少性や利用用途にも着目して対象分野を設定するなど、政策の効果、効率性を高めていくことが重要である。

たとえば、鉄鋼業等の素材産業で発生するスラグ等の副産物については、元来、金属鉍

物に由来するものであり、資源の特性を持っている。一方、各種の部品・最終製品の製造段階で発生する工程くず等の副産物は、輸入依存度の高い原材料と同一の資源または生産に不可欠な副資材である場合が多いと考えられ、こうした副産物のリデュース対策は製品の国際競争力にも直結するものである。こうした点を踏まえ、今後は、より改善の余地のある部品・最終製品の製造工程における副産物のリデュース対策の取組を重点的に進めるべきである。

#### （ii）流通段階

リデュース、リユース、リサイクルの3つの側面によって、情報提供の仕組みを検討することが必要である。将来的には、すでに「可視化」の対応が進められている製品の省エネルギー性の情報を消費者に提供することを可能とし、情報の信頼性を事業者以外の者により確認可能にすることが望まれる。環境配慮型製品の販売促進を通じて製造事業者の開発意欲の向上を促進するとともに、国民の一層の理解および協力が期待される。

「循環型社会促進基本法」においては、国民の排出者責任として、循環資源を回収する事業者に当該循環資源を適切に引渡す責務等が規定されており、事業者が回収に積極的に協力することが期待されている。このため、自主的取組を実施する事業者にあっては、当該事業者への製品の引渡を促すために、消費者や排出者に対して当該製品の自主回収・リサイクルの取組に関する情報提供等の働きかけを行うべきである。その際、従来の取組において中心的な役割を担っている製造事業者に加え、流通段階の事業者による働きかけをも検討するとともに、情報提供方法の共通化等によって、回収・リサイクルの対象製品に関する消費者や排出者の認知度を向上させる方策についても検討することが必要である。

#### （iii）排出段階

天然資源の消費抑制を進めるためには、使用済み製品のリサイクルの取組によって資源回収を安定的に実施することも重要であるが、近年においては、経済合理性のみの観点から、国内の製造事業者による高度なりサイクルシステムを活用せず、海外において処理される場合が生じてきている。使用済み製品は、それが中古品として販売されずに再資源化される際に、さらに有用な素材を選別するための処理やその後の残渣処理が必要であるが、海外ではこのような処理が適正に行われない可能性が高い。

したがって、適正処理の観点や資源の有効利用の観点から適切な対応が求められる。従来のリサイクル制度では、拡大生産者責任の考え方にに基づき、製品の製造事業者等がリサイクルに取り組んでいるが、これだけでは十分な効果が期待できない場合には、排出する事業者においても、排出者責任の考え方にに基づき、一定水準の再資源化の取組を進めることが適当と考えられる。

また、アジア各国においてもリサイクル制度の整備を検討する動きが見られることを踏まえ、中長期的には、海外においても適正処理が確保できるよう、技術支援を実施することが重要である。

### Ⅲ E-waste の資源性及び汚染性

#### 1. E-waste の資源性

ゴミを減らす循環型社会を徐々に構築していく中で、処理困難なゴミが大量に発生している。日本では、年間約400万台のパソコンが廃棄されていると推定されている。プリント基板には金や銀など稀少金属が含まれる一方、鉛などの有害物質も含まれている。

NHK の報道によれば、秋田県小坂町にある銅の精錬工場には、プリント基板に含まれる数種類の有害物質を分離することができる世界的に数少ない機械設備がある<sup>19</sup>。精度の高い電気分解によって、様々な物質が分離され、その過程で有害物質である鉛も抽出される。こうして、16種類の金属を回収することが可能となる。しかし、パソコンのリサイクルには手間がかかるため、日本国内での人件費等を勘案すると、採算が合わないのが実状である。

ところで、パソコンの素材構成は表Ⅲ-1のとおりである。デスクトップ型とノート型で素材構成比率はかなり異なる。ノート型は相対的にプラスチックと銅、アルミニウムなどの重量の割合が大きい。それに対して、デスクトップ型はプリント基板およびユニット類の割合が高い。プリント基板とユニット類は場合によっては部品としての再利用が可能となる。また部品としての再利用ができない場合でも、プリント基板やユニット類には銀、パラジウム、金に至るまでの稀少金属が含まれているため、素材リサイクルの対象になりやすい。

表Ⅲ-1 パソコンの素材構成 (%)

	鉄	アルミ・銅など	プラスチック	ガラス	プリント基板	ユニット類	その他
デスクトップ型	38.2	5.4	4.9		20.1	11.6	19.8
ノート型	7.0	8.5	29.5	7.5	13.5	16.0	18.0
CRT型表示措置	8.2	8.7	24.4	48.8	9.4		0.5
LCD型表示装置	47.0	3.0	36.4	6.1	6.1		1.5

出所：細田（2008）、p. 286.

<sup>19</sup> NHK スペシャル「にっぽんの“ゴミ”大陸へ渡る～中国式錬金術～」(2004/7/31に放映)

CRT 型表示装置はテレビのブラウン管とほぼ同じもので、このためガラスの構成比が大きい。一方、LCD 型表示装置は液晶ディスプレイであり、今後ますます増加すると見られる。LCD の素材は液晶テレビとほぼ同じものと思われるが、LCD の素材の正確な中身がよくわかっていないため、どの程度リサイクル可能であるかについてはまだ不明な点が多いというのが現状である。

次に、携帯電話の素材について見てみよう。携帯電話については、他の E-waste 品目と性質を異にする重要な特徴がある。それは家電製品やパソコンなどと比較して、携帯電話は 1 台として体積が小さくて、非常に軽いということである。現在では、1 台 100g 以下にまでなっている。そこで、たとえばプラスチックについてその構成比が大きいといっても、絶対的な重量では家電製品やパソコンと比較にならないほど小さいということに留意しなければならない<sup>20</sup>。

携帯電話の素材構成比率は表Ⅲ－2 が示すとおりである。1 台当たりのプラスチックの割合は 50% 以上になっている。非鉄金属の合計は 16.6% となり、パソコンより高いということが明らかである。

表Ⅲ－2 携帯電話・PHS の素材構成（電池を除く）（%）

鉄	アルミ	銅	その他の非鉄金属	プラスチック	繊維	ガラス	その他
6.5	3.2	5.9	7.5	51.3	0.1	2.7	22.8

出所：細田（2008）、p. 287.

表Ⅲ－3 は携帯電話 1 台当たりの非鉄金属の含有量を示している。これを 1 トン当たりに換算すると、金が 270 g、銀が 1 kg、銅が 152kg、ニッケルが 8 kg、パラジウムが 1 kg 含まれていることになる。このように、携帯電話 1 台に多くの稀少金属が含まれていることは明らかである。まさに、携帯電話は資源としての都市鉱山である。

表Ⅲ－3 携帯電話 1 台当たりの非鉄金属の含有量（g）

金	銀	銅	ニッケル	パラジウム
0.027	0.1	15.2	0.8	0.1

出所：環境省（2010）、p. 6.

日本経済新聞<sup>21</sup>によれば、早稲田大学と三井金属、DOWA ホールディングス子会社の DOWA エコシステムが協力して携帯電話の稀少金属を回収する新技術を開発した。それ

<sup>20</sup> 細田衛士（2008）、p.286.

<sup>21</sup> 日本経済新聞朝刊（2011/ 1/1）

は電子部品、基板などを洗濯機で洗うように転がし、部品を約50種類に分ける技術である。取り残しがほとんど無く、最大9割超の再利用が可能となる。

ところで、確かに携帯電話に含まれる有用金属の割合は大きいですが、比重が小さいので、大量に収集すると嵩張るといことが問題となる。こうした課題を克服しつつ、いかにして使用済み携帯電話がもつ潜在資源性を顕在化させ、市場価値に反映させるのか、ということが今後の大きな課題となる。

## 2. E-waste の海外流出による汚染性

近年、世界各国で循環型社会の構築が目標として掲げられ、3Rのための多重多層な循環の輪の形成が急がれている。こうした中であって、廃棄物を原料あるいは素材として活用するリサイクルのためには、適切な加工先・利用先への移送の重要性が強く認識され、広域化・国際化の動きが進展している。とくに、中国は急速な経済発展を遂げ、生産量が飛躍的に拡大している。それに伴い資源の需要が旺盛になり、資源価格の高騰につながっている。こうした資源需要を受け、近年、日本からアジア各国へ廃プラスチックや鉄スクラップ等の輸出量が急増しており、E-waste と呼ばれる中古家電やパソコン等も含め、再生資源の移動が国際化する傾向にある<sup>22</sup>。

しかしながら、一方でこうした動向に対しては、その環境的効果に関する情報の不足や対象物の適格性、不適正な処理、不法投棄等に関する懸念が高まっている。輸出された物が解体・選別され、有効な資源として活用されている一方で、有用な資源を取り出した後の残渣が正しく処理されているか、また素材を取り出す工場での労働環境が守られているのか、という有害性の問題も指摘されている。

独立行政法人国立環境研究所のデータ解析によると、2001年における日本・中国・香港の間のテレビの流動について、中国で製造された約310万台の新品テレビが日本に輸出されたのに対して、約150万台程度の中古テレビを香港に輸出していた。しかし、香港の貿易統計では、20万台程度の中古テレビしか記録されておらず、大部分の中古テレビの輸入は把握されていなかった実態が見られた<sup>23</sup>。これらの中古テレビ、あるいは中古パソコンなどは香港経由で中国大陸をメインにアジア諸国に不正輸出がなされる場合が多いと言える<sup>24</sup>。NHKの報道によると、使用済みパソコンが担ぎ屋、あるいは密輸用のフェリーを使ってヤミルートで日本から中国へ運ばれている実態がある。中でも、広東省貴嶼鎮<sup>25</sup>は、密

<sup>22</sup> 中島賢一・胡浩（2008）、p. 192.

<sup>23</sup> 中島賢一・胡浩（2008）、p. 193.

<sup>24</sup> NHK スペシャル「にっぽんの“ゴミ”大陸へ渡る～中国式錬金術～」(2004/7/31に放映)

<sup>25</sup> 寺園敦（2008）において同様の指摘がある。pp. 771-772.



輸された中古電気・電子機器の解体処理の一つの拠点になっている。しかし、適切な解体処理に基づいて行われていないため、解体処理過程で発生する有害物質による地下水や土壌汚染が懸念されている。

### 3. 海外における適正なリサイクルの可能性

E-waste の資源性と汚染性の両側面に着目して、E-waste が海外流出している問題について検討しておこう。E-waste には汚染性という特徴があるので、資源価値を顕在化させる場合には、汚染性も同時に顕在化する恐れがある。このため、E-waste の処理・リサイクルにおいては、汚染を出さないような措置を講じなければならない。しかしながら、多くの E-waste の処理・リサイクルにおいて、適切な措置が講じられているとは言いがたいのが現状である。そのため、経済合理性のみが追求されて、日本の電気・電子機器の E-waste の多くが見えないフローに吸収され、海外、とりわけ東アジア地域に流出するのである。

一方、有害物質の越境移動は、いわゆるバーゼル条約によって厳しく制限されている。しかしながら、再使用を目的として中古品を輸出する場合、当該中古品は有害物質とはみなされないゆえ、バーゼル条約の対象にはならない。現実として、バーゼル条約対象品と判断し難い解体された E-waste が多く輸出されている。その結果、海外での不適正な処理・リサイクルによって、汚染が発生する可能性が高くなる。

現在のところ、日本のリサイクル技術は世界の最高レベルにあると言ってもよい。たとえば、E-waste の潜在資源性であるプリント基板は、日本の非鉄精錬所で無公害のうちにリサイクルできる。こうした優れた日本の静脈技術を発展途上国に輸出することを1つの選択肢として考えるべきであると思われる。

ところで、海外における E-waste の適正処理・リサイクルシステムを構築する場合、透明な流通ルートを担保することが必要条件となるが、さらに重要なことは、静脈物流、リサイクル技術を一体化したリサイクルシステムを東アジア全域で構築することである。こうしたシステム概念を東アジアでも広めるべきであろう。その際、拡大生産者責任（EPR）を積極的に導入し強化するとともに、拡大輸出者責任（EER）<sup>26</sup>および適正処理・リサイクル責任と結合させる仕組みを構築する必要がある。しかしながら、生産者や輸出入にかかわる事業者の積極的な関与なしでは、適正処理・リサイクルのシステムの構築は難しい。ゆえに、東アジアにおける適正処理・リサイクルシステムを構築するために、動脈経済を牽引すべく生産者および流通業者の果たすべき役割は大きい。

<sup>26</sup> 吉野敏行（2008）、pp. 39-49.

## むすび

本研究では、パソコンと携帯電話を対象として、E-wasteの回収・リサイクルの実態と海外に流出するE-wasteの問題を明らかにした。日本では使用済み電気・電子機器に個別リサイクル法や「資源有効利用促進法」が適用され、適正な回収ルートに乗った場合には優れたリサイクルがなされている。しかし、適正な回収ルートから外れ、見えないフローに流れてしまうE-wasteも多く存在する。

家電製品やパソコンのように、リサイクルに関して法的な裏づけがあるような製品でさえ、回収が難しいのである。ましてや回収やリサイクルに関して法的に裏づけのない使用済み携帯電話など小型電気・電子機器の場合、適正ルートに乗った回収は容易ではない。したがって、個別リサイクル法や「資源有効利用促進法」の適用を強化していく中で、使用済み携帯電話などの小型使用済み電気・電子機器に、法的な裏づけを与える時期にあると考えられる。

一方、大量のE-wasteが中国などの発展途上国に流出している現実がある。さらに、現地で不適正な処理・リサイクルが行われ、有用資源を抽出する一方で、有害物質による土壌や地下水汚染などの深刻な環境問題が表面化している。こうした現実を見ると、海外において、適正なリサイクルシステムを構築する必要がある。そのため、透明な流通ルートを確認し、優れた日本のリサイクル技術を積極的に海外に適用することが重要である。さらに、拡大生産者責任、拡大輸出者責任、適正処理・リサイクルを結合することも不可欠である。将来にわたって持続可能な循環型社会をグローバルに構築していく観点から、これらは重要なポイントであろう。

## 参考文献

- NHKスペシャル(2004)「にっぽんの“ゴミ”大陸へ渡る～中国式錬金術～」7/31に放映
- (株)MM総研(2011)「国内携帯電話およびスマートフォンの市場規模予測」<http://www.m2ri.jp/newsreleases/main.php?id=010120100831500> 7/20
- (財)家電製品協会(2010)『家電産業ハンドブック』
- 環境省(2011)[http://www.env.go.jp/recycle/waste\\_tech/ippan/h21/data/env\\_press.pdf](http://www.env.go.jp/recycle/waste_tech/ippan/h21/data/env_press.pdf)「一般廃棄物の排出及び処理状況等について」(3/4に発表) 7/26
- 環境省中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会(48回)(2011/2/9)資料2-3「小型電気・電子機器リサイクル制度及び使用済み製品中の有用金属の再生利用について」
- (財)クリーン・ジャパン・センター(2011)「産業廃棄物処理施設・最終処分場の状況」<http://www.cjc.or.jp/modules/incontent/index.php?op=aff&option=O&url=CJC/haikibutsu/>

main08.html 7/22

経済産業省（2011）「資源有効利用促進法」法律原文と関係資料 [http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin\\_info/law/02/index02.html](http://www.meti.go.jp/policy/recycle/main/admin_info/law/02/index02.html) 6/14

経済産業省（2010）「平成21年度使用済み携帯電話の回収促進実証事業」の実施結果及び事業収支構造等の公表（6/22に発表）<http://www.meti.go.jp/press/20100622003/20100622003-1.pdf> 7/26

産業構造審議会環境部会廃棄物・リサイクル小委員会基本政策ワーキンググループ（2007/11）「世界最高水準の省資源社会の実現へ向けて～グリーン化を基軸とする次世代ものづくりの促進～」－基本政策ワーキンググループ報告書－

総務省東海総合通信局（2011）「移動体（携帯電話・PHS）の普及状況」[http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai\\_fukyuu.html](http://www.soumu.go.jp/soutsu/tokai/tool/tokeisiryo/idoutai_fukyuu.html) 7/18

寺園敦（2008）「日本からアジア各国へ向かう使用済み電気電子機器：ごみか資源か」、『科学』第78巻、第7号、pp. 768-772.

社電子情報技術産業協会（2011）統計資料「2011年度パーソナルコンピュータ国内出荷実績」<http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/pc/2011/index.html> 5/10

社電子情報技術産業協会（2011）統計資料「移動電話国内出荷実績」<http://www.jeita.or.jp/japanese/stat/cellular/2011/03.html> 7/20

社電気通信事業者協会（2011）「平成22年度携帯電話・PHSにおけるリサイクルの取り組み状況について」[http://www.tca.or.jp/press\\_release/2011/0628\\_463.html](http://www.tca.or.jp/press_release/2011/0628_463.html) 7/20

中島賢一・胡浩（2008）「日本から流出する E-Waste の動向」『環境資源工学』、第55号、pp. 192-197.

日経産業新聞（2010/11/22）「気になる真実 携帯リサイクル、著作権法も壁」

日本経済新聞朝刊（2011/1/1）「レアメタル携帯から最大9割回収」

社パソコン3R推進協会（2011）各年の「家庭から廃棄される使用済みパソコンの回収・リサイクル実績」<http://www.pc3r.jp> 5/10

細田衛士（2008）『資源循環型社会－制度設計と政策展望』、慶応義塾大学出版会

モバイル・リサイクル・ネットワーク（2011/7/12）「リサイクル実績」<http://www.mobile-recycle.net/result/index.html>

山田哲男（2009）「循環型生産システムの国内事例と異なる製品再生ライフサイクルを考慮した設計課題」、『武蔵工業大学環境情報学部紀要』、第10号、pp. 100-107.

吉野敏行（2008）「使用済み家電製品のアジア輸出と拡大輸出者責任」、『社会科学論集』、第124号、pp. 39-49.