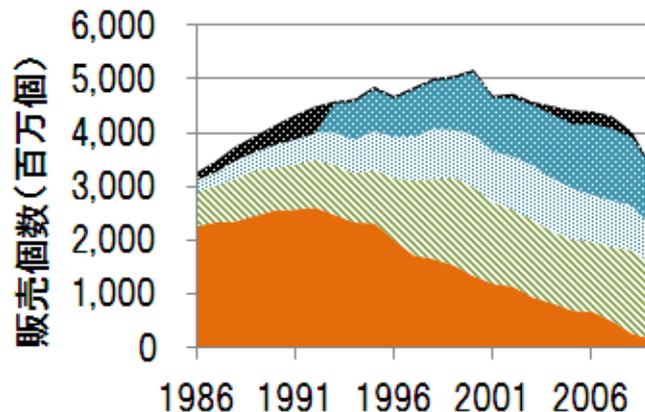


電池の「2R」に向けて

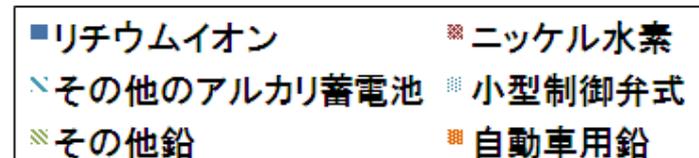
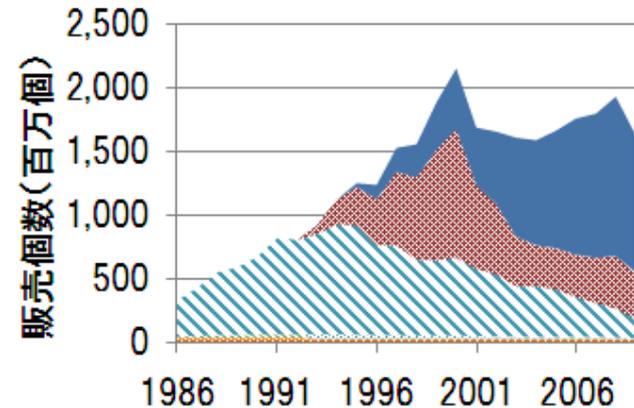
京都大学環境科学センター

- 電池には様々な種類があり、生活の至るところで使用されている。
- 大きく、一次電池（いわゆる乾電池）と二次電池（繰り返し充電して使える電池）に分けることができるが、時代により、様々な種類が使用され、変遷してきたことがわかる。最近では、中型蓄電池や燃料電池の開発・利活用も注目されている。
- なお、これらは、化学反応によって電気を作るため「化学電池」と総称されるが、光や熱といった物理エネルギーから電気を作る「物理電池」としては、太陽電池が知られている。

▼一次電池（約25個／年・人）



▼二次電池（約10個／年・人）



日本における電池（単体）の販売数

主要な電池の種類と性状

- 電池の種類によって、有害／希少金属を、含むもの／主要成分とするものがある。

電池の種類		成分
一次電池	乾電池	Mn: 16～28% NiやCu、Pb等: 一定量含有
	コイン型リチウム & アルカリボタン電池	Mn: 約2割 CrやNi、Cuも一定量含有
二次電池	Ni-MH電池	Ni : 33～44% Ndを26%やLaを17%含むものあり Coが5%程度含まれているほか、Y、Zr、Ce、Pr、Gd等も含有
	Ni-Cd電池	Cd: 21～26% Ni: 18%
	Li-ion電池	Co: 4～43%、Ni: 0.09～25%、Cu: 4.7%～25% Li: 1.9～5% ※Coの含有について、メーカーによる違いや経年変化は明確には見られなかった。
一次電池	古い乾電池	小形電池は長期間退蔵される傾向にあり、水銀含有電池の排出にも要注意 今回測定したのものには1個当たり50mgの水銀を含むものもあり

金属フローから見た電池

有害／希少金属の存在 (特に二次電池)

- 電池の金属含有量(実測値)と電池保有量から、日本国内の電池中に存在する金属量を算出すると、CoやCd、Ni等については、各金属フローにおいて電池が一定割合を占めることが明らかになった。

【分析結果例】

- Co: ~230g/kg-電池
- Cd: ~240g/kg-電池
- Ni: ~400g/kg-電池



【電池保有(←アンケート)に伴う量】

- Co: 3,900トン(国内需要の3割)
- Cd: 1,600トン(≒国内需要)
- Ni: 4,700トン(国内需要の1割)

排出された 一次電池中の水銀

- 家庭内に使用済み電池が長期間保管(退蔵)される傾向もあり、古い電池の排出も見られる。
- 70~80年代の電池から、最大50.4mg/個の水銀も検出された。



京都市における移動式モデル回収実験にて回収した電池の例

▼水銀の国内需要(kg-Hg/年)



日本の廃電池管理の概要

- 日本においては、法律によって回収・リサイクルが促進されているのは、小形二次電池4種のみであるが、回収率は低い。ボタン電池と自動車用電池については、法律はないがメーカーによる自主回収システムがある。一次電池は、約4割の自治体が回収リサイクルを行っており、30年近い歴史があるため約3割の回収が実現している。

	日本					欧州 (EU)
電池の種類	小形二次電池 4種	ボタン電池	一次電池	中・大型蓄 電池	自動車バッテリー	全ての電池(小形電池については回収時には分別しない)
	ニカド、NiMH、Li-ion、小形シール鉛	酸化銀、空気、アルカリボタン電池	マンガンやアルカリ電池	家庭用蓄電池など	鉛蓄電池、リチウムイオン電池など	
法律等	資源有効利用促進法	特になし	特になし	特になし	特になし	(新)廃電池指令
開始年	2001年	2009年	1986年	—	1994年	2008年
目標等	再資源化率	特になし	特になし	特になし	特になし	回収率・再資源化率
制度の概要	電池メーカー及び電池機器メーカーによる回収・リサイクル	メーカー(BAJ)による自主回収・リサイクル(水銀対応)	自治体による(約4割が回収リサイクル)	自治体による	メーカー等による自主回収・リサイクル(SBRAへ委託) ※リチウムイオン電池はメーカーごとに検討中	回収・処理・リサイクル及び広報活動における費用は基本的に生産者が負担
回収率	9%	0.9%	30%	—	—	48%(ベルギー)
回収方法	協力販売店における拠点(BOX)回収 ※事業者への対応もあり(一定量まとめて回収)		自治体等の拠点回収、定期ごみ収集時の分別収集など	—	販売店等において回収	自治体の拠点回収・分別収集、販売店回収などの併用(国により力点が異なる)

小形電池のいくつかの国における回収率と拠点数

- 小形電池の回収率は、スイスでは約7割、台湾やEUの上位国で4～5割となっているのに対し、日本は約3割である。
- 回収拠点は、多い国では千人あたり2ヶ所程度となっているのに対し、日本では1桁小さい。京都市内での拠点は約0.2ヶ所／千人である。

▼欧州では至るところで回収



国	回収組織	回収率 (%)	回収拠点数	千人当たり拠点数
スイス	INOBAT	71	12,000	1.6
台湾	リサイクル基金	50以上	-	-
ベルギー	BEBAT	48	20,000	1.9
ドイツ	GRS	44	170,000	2.1
スウェーデン	Batteri IMSAMLINGEN	44	6,000	0.7
オランダ	STIBAT	40	21,908	1.3
デンマーク	DPA	39	-	-
フランス	Screlec/Corepile	31	40,400	0.6
ポーランド	REBA	9	27,200	0.7
チェコ	Ecobat	9	13,832	1.3
ポルトガル	Ecopilhas	6	16,000	1.5
スペイン	Ecopilas	7	8,500	0.2
イギリス	ERP	5	-	-
日本	JBRC, local gov, others	26	37,937	0.3

日本における廃電池管理の課題

- ◆そもそも・・・使い捨て電池(乾電池)が多いのでは？
- ◆(特に二次電池の)回収率が低い
 - ・捨てられずに退蔵されている？小型家電製品に内蔵されたまま出る？
 - ・資源性・有害性を評価したフローの在り方は？
 - ・対象とする電池の区別が市民には難しい？
- ◆新たな製品群への対応が遅れている
 - ・家庭用蓄電池への対応は？
 - ・安全対策は？

【参考】EUの廃電池指令・・・2008年9月 新電池指令(06/66/EC)が施行
全種類の電池・蓄電池を対象に、1)Hg,Cdの使用を制限し、2)ラベル表示、容量表示を義務付け、3)生産者の回収・リサイクルの義務を明確に。

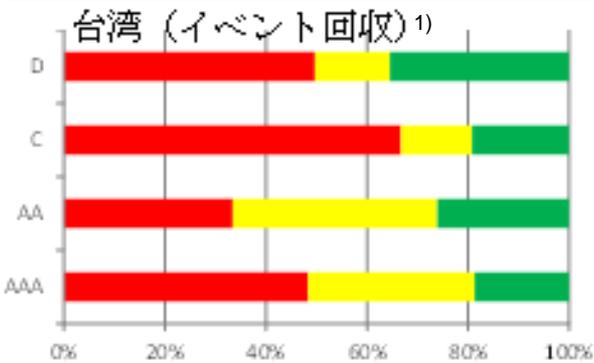
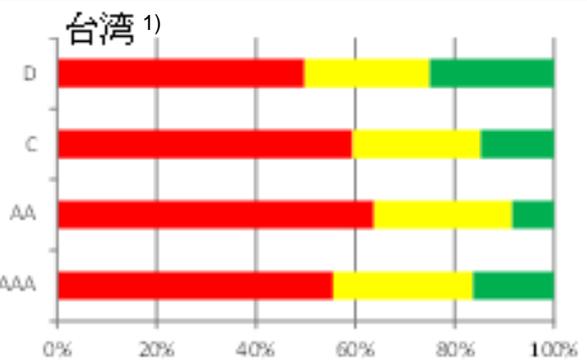
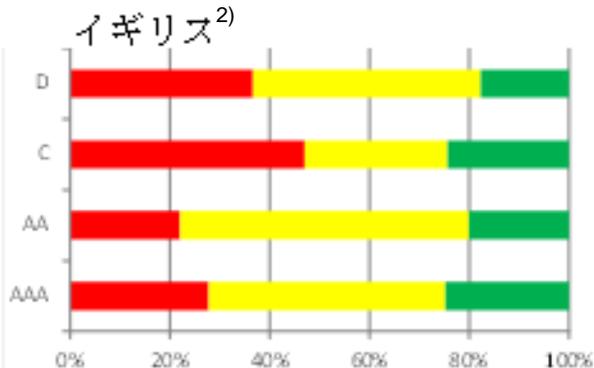
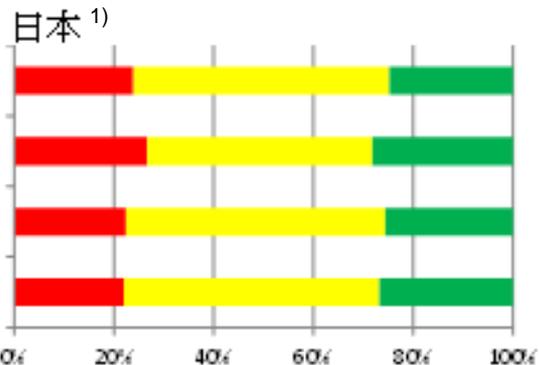
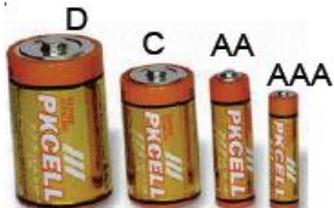
なぜ全種類？ → 全ての電池を収集する方がより効率的
(旧電池指令(91/157/EEC)ではHg,Pb,Cd含有電池のみ)

目標値は？ → 回収率 2012年9月までに25% 2016年9月までに45%
再資源化率(重量) 鉛蓄電池:65%、Ni-Cd電池:75%、その他:50%

費用は？ → 回収・処理・リサイクル及び、広報活動における費用は基本的に生産者が負担

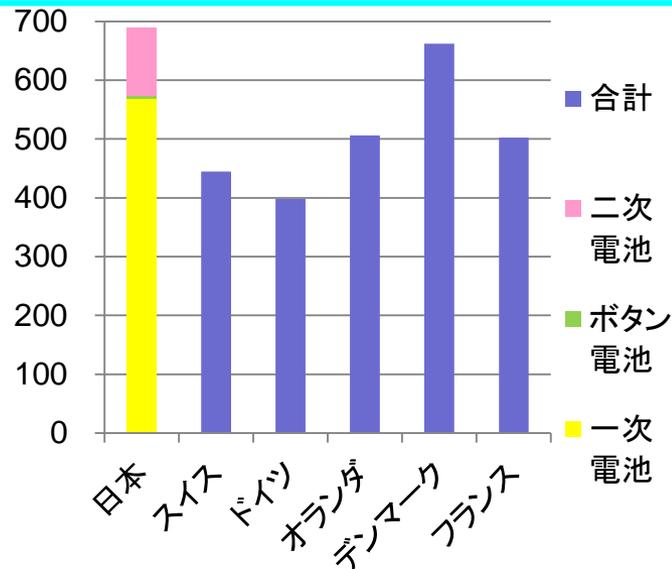
7 使い捨ての象徴「乾電池」…エネルギーも使い捨て

- 日本人の電池の消費量は、他国より多い可能性があるが、特に一次電池の量が多い。(右図)



■ エネルギー残量なし ■ 残量あり ■ 残量多い

▲ 廃乾電池のエネルギー残量レベル



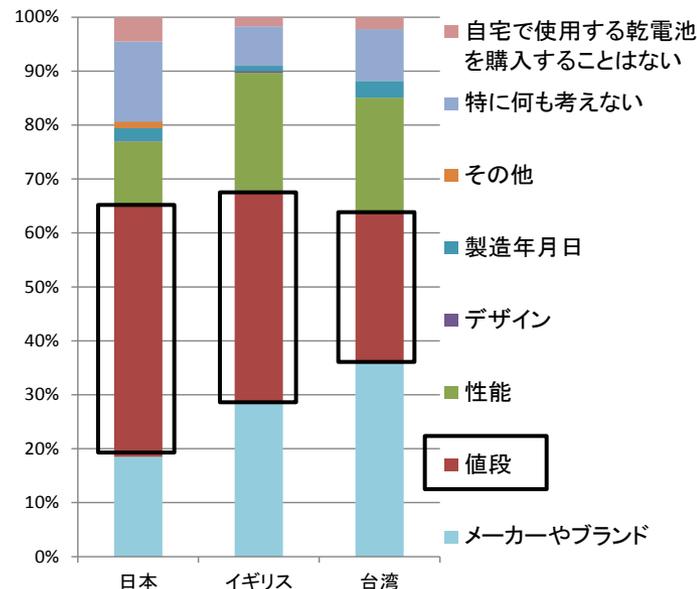
▲ 小形電池の販売量 (g/人年) (2008年)

- 使用済み乾電池のエネルギー残量を調べたところ、実際はまだ使える状態であること、特に日本では「残量なし」は約2割にとどまっていることがわかった。
- このような使用・廃棄実態が、乾電池の使い捨て量に拍車をかけていると考えられる。

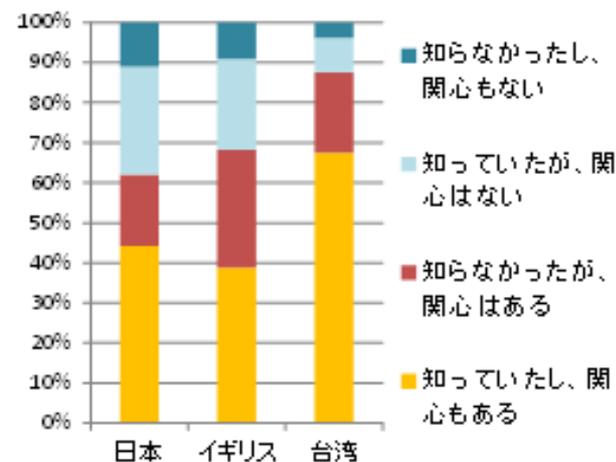
1) Misuzu Asari, Tomohiro Tasaki, Shin-ichi Sakai: The 2R concept for batteries focusing on one-way style and the wasted energy (2014)、2) Madeleine Yates: The wasted energy in waste batteries; An assessment of the useful life in batteries sent for recycling (2013)

使い捨ての象徴「乾電池」…背景の考察

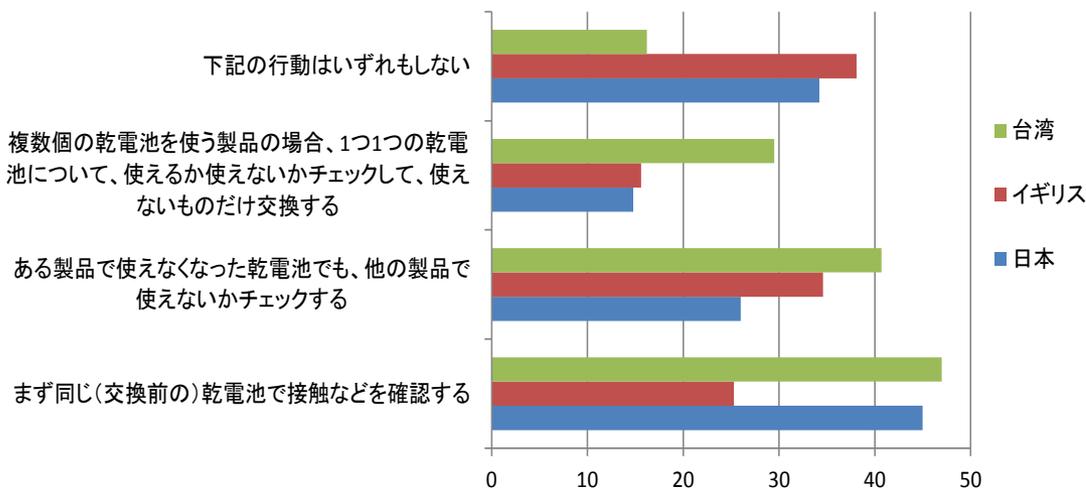
- 乾電池購入の際に重視する視点(右図)…日本では値段を重視する人が最も多い。乾電池を使う製品が動かなくなった際の行動(左下図)…日本では、接触確認等は行う人が4割程度いるものの、他の製品で使えないかチェックする人や、1つひとつの電池のチェックをする人は1~2割にとどまっており、何もせずにすぐさま廃棄する人が3割強となっている。
- 電池の有害性に関する意識や関心(右下図)…日本では、関心がない人の割合が約4割と、台湾や英国に比べてやや多い。



▲乾電池購入の際に最重視する点



▲電池の有害性に関する意識・関心

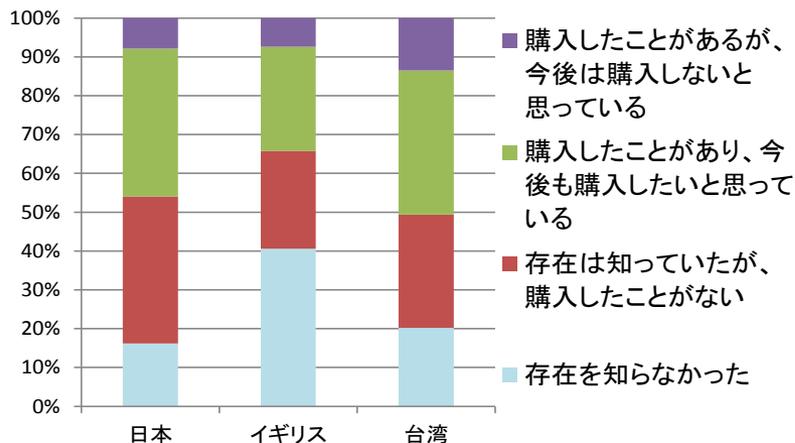
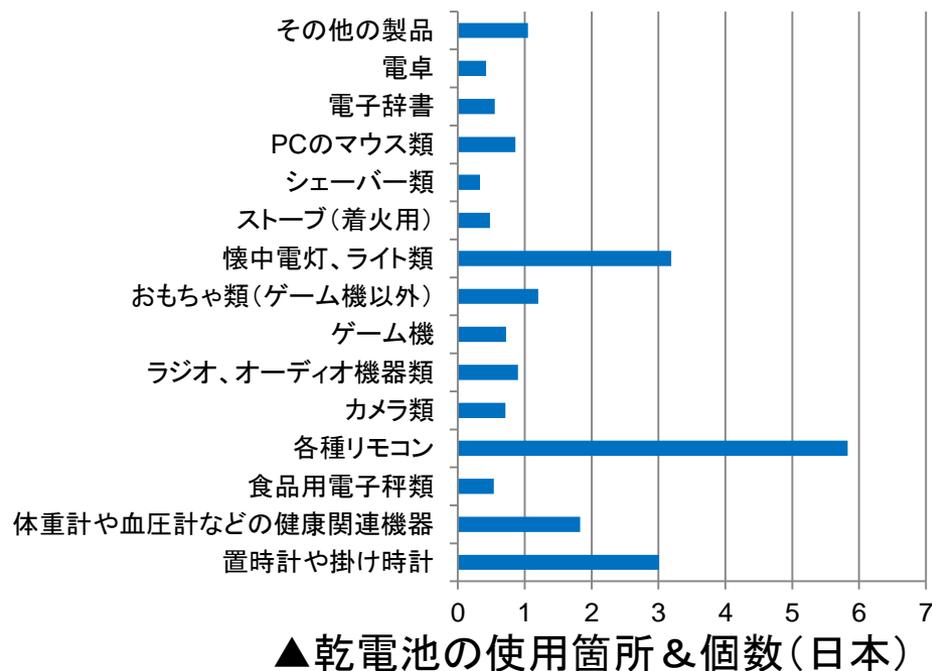


▲乾電池を使うある製品が動かなくなり

乾電池を交換する際にとる行動(%)※とる行動全てを選択

使い捨ての象徴「乾電池」…二次電池化の可能性

- 乾電池の使用箇所(右図)によると、リモコンへの使用が最も多く、ハイパワー用途のため、エネルギーを使い切ることなく、電池が捨てられる要因になっていると考えられる。その他の用途も含め、基本的に全て、二次電池に置き換えることができると思われる。
- 二次電池の認知と購入(左下図)によると、4割近い日本人が現在使用し、今後も使用する意思があるが、5割強の人は使用経験がない。



【参考】二次電池化の効果

- ◆ライフサイクルに渡る一次電池と二次電池の比較
- ➡既存研究では、資源・エネルギー面で、二次電池が有利

◆日本の代表的な二次電池

- ・ 繰り返し使用回数: 2,000回
- ➡資源・ごみ量は、一次電池の2,000分の1
- ・ 1回(1本)分の値段: $0.1円 + 0.2円 = 0.3円$ ※
- ⇔一次電池は、10~100円/本

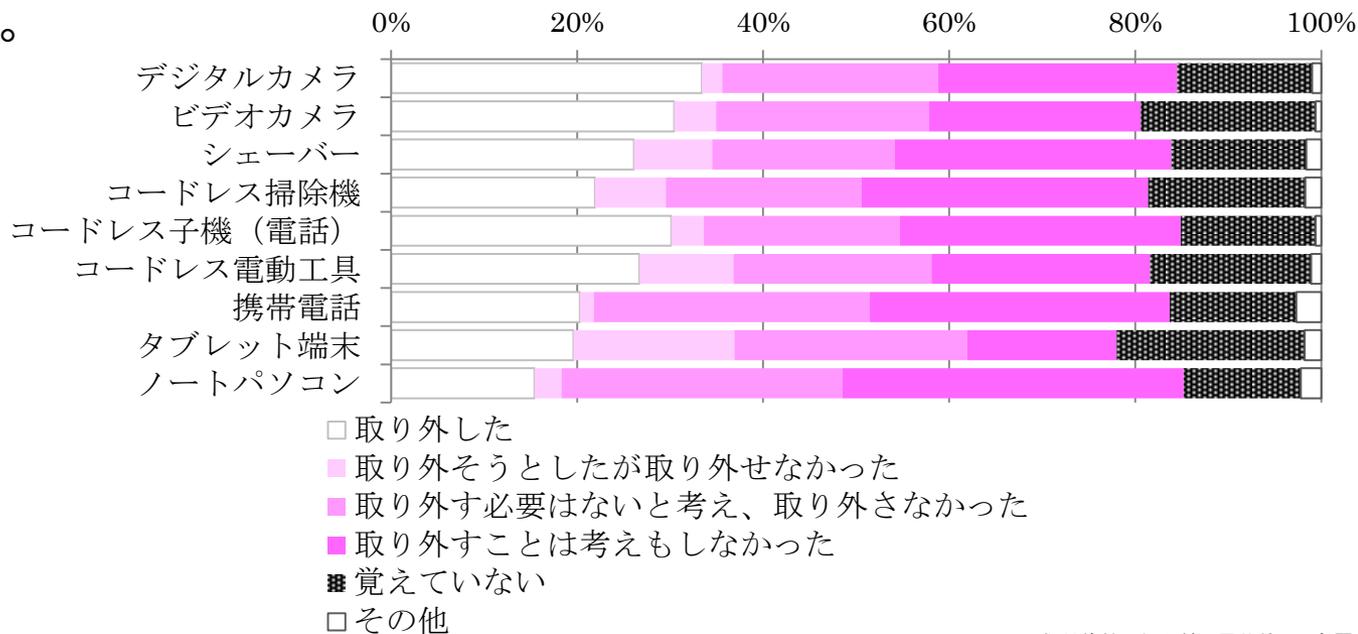
※充電時の1回電気代: 0.1円、販売価格: 250円/本 → 1回使用あたり: 0.2円

★充電器1,000円程度を含め、初期投資は大きい

(2014年現在のメーカーデータ、WEB価格等を基に算出)

特に二次電池の回収率が低い理由

- 処分時の電池の取り外し(図)・・・機器により傾向が若干異なるが、概ね2～3割は取り外されているものの、大半(7～8割;覚えていない人も取り外していないと仮定)は内蔵されたまま処分されており、これが低い回収率の最も大きな要因と考えられた。そのうち、1～2割程度の製品(特にタブレット端末)は、取り外そうとしたが取り外せなかったとしており、製品設計上の問題があると考えられた。
- (取り外された)小形二次電池の処分方法・・・6～7割は何らかの分別・回収ルートに流れている可能性があるものの、3～4割が自治体の可燃／不燃ごみに出したとしている。その理由として、回収・リサイクルルートの存在が知られていないことが明らかになった。
- 小電からの取り外し、その後の回収システムの周知を図ることが重要と考えられた。つまり、小電回収とあわせた電池取り外しの呼びかけ、及び取り外した電池の確実な回収が必要と考えられる。



▲各製品を処分する際に、電池を取り外したか？(日本)

電池2Rの可能性

《日本の廃電池管理の課題(再掲)》

- ◆そもそも・・・使い捨て電池が多いのでは？
- ◆回収率が低い
 - ・対象とする電池の区別が市民には難しい？
 - ・捨てられずに退蔵されている？小型家電製品に内蔵されたまま出る？
 - ・資源性・有害性を評価したフローの在り方は？
- ◆新たな製品群への対応が遅れている
 - ・家庭用蓄電池への対応は？
 - ・安全対策は？

《課題解決に向けたポイント》

- 1) 電池の2R化(まずは乾電池から充電池へ)
- 2) 回収システムの検討(制度、対象電池、コスト負担、自治体・販売店協力など)
- 3) 小型家電製品からの回収の在り方(取り外し設計、あわせ回収の可能性など)
- 4) 分別・リサイクルシステムの確立(中型・自動車蓄電池を含めた技術、安全性など)
- 5) 上記を含めた、電池教育、消費者教育

《京都市における取組の可能性》

- 1) 電池の2R化・・・「充電池」化の検証・発信、販売店等における表示・PR
- 2) 回収システム・・・回収拠点数の増加(販売店等)、あわせ回収(乾電池、二次電池、小型家電製品)
- 3) 電池教育の展開・・・学校や消費者向けに、電池2R化の基本～応用を伝達
- 4) 電池情報窓口の整備・・・課題・安全情報の収集・発信を実施