報告 家庭用電池に注目した教材化のための素材について
―― 環境教育とＳＴＳ教育の関連した立場で ――

石川 聡子
大阪教育大学大学院

Teaching Materials about Batteries at Home
-From the Viewpoint of Environmental Education and STS Education-

ISIKAWA Satoko
Graduate School of Education, Osaka Kyoiku University
(受付日 1995年6月12日・受理日 1995年9月1日)

1 はじめに

本報告は，主に家庭で日常的に使用される電池に注目し，電池を巡る科学（Science）・技術（Technology）・社会（Society）の関わり，また電池の持つ環境問題としての側面について学習するための教材を開発するにあたっての素材について述べるものである．その教材を用いる学習は，筆者の指向する環境教育実践の基礎的な段階に位置づくものであり，その後の段階には，学習者自身が価値の選択や意思決定を通して，環境問題の改善や解決に寄与すると考える何らかの具体的な行動を実践することが相当する．

まず，筆者の考える環境教育，STS教育，これらの関連性について触れ，電池のSTSと環境問題的側面を紹介し，最後に教材を作る際の特徴や留意点などを考察するものである．

現代の私たちの生活の各場面で簡便に使用され，また阪神大震災では多くの人々がそれの購入に店舗に走ったと伝えられる電池であるが，その歴史を振り返れば電池の発明や改良は電磁気学をはじめとした科学的研究を発展させもしたし，また諸々の科学や技術の発達によって遂げられもした．軍事や通信面での利用という社会からの要請で電池の高性能化が現実のものとなり，同時に電池は我々をしてコンパクトでコードレスの家庭電化製品の享受たらしめた．そして電池は20世紀後期花開いた情報化社会を陰に陽に支えているのである．

約10年前に社会問題化した廃乾電池の処理・処分は，含有水銀の人体や環境へ及ぼす有害の可能性という点で一つの環境問題であった．マンガン乾電池と円筒形アルカリマンガン乾電池（以後アルカリ乾電池）の無水銀化が達成された現在，乾電池をめぐるすべての環境問題的側面は解決済みと言えるのか．私たちはもう何の心配もなく乾電池を使いたいだけ使ってよいのか．電池の大量消費によって様々な活動を実現している現代社会のあり方や，個人の生活様式をどのように捉えていけばよいのであろうか．

電池を通して見えてくる様々な社会の状況に対してどのようにふるまっていくのかについて自己の価値を明確にし，意思決定をするために，電池についての学習は有効であると考えられる．また，今の子どもたちにとって乾電池はおもちゃや身の回りの道具の電源として身近な存在であり，自己を乾電池の利用者あるいは消費者と認識することが容易と考えられる．すなわち，この教材化は小学校高学年から大人まで広くを学習の対象者とすることが可能であり，この点からも意義があると言えよう．

（連絡先） 〒573 大阪府枚方市田宮本町 2-16

2 環境教育とSTS教育

一口に環境教育といっても，その理念や目的，実践の内容などに見られる指向性はいくつかに分類できると思われる．本報告はその詳細な分類をおこなうものではないが，現在のところ筆者は，環境問題の改善あるいは解決に寄与すると考えられる何らかの具体的な行動がとれる市民がより育っていくための環境教育のあり方を考察している．環境のなか（in）で，環境について（about）学ぶ教育という言葉を用いるならば，このような環境教育には，環境のための（for）教育というラベルをつけることができる[6]．

これは，自己の既存の価値や生活様式を振り返るという環境を通しての（through）教育に留まるものでもなく，学習者が他者からの価値の押しつけによらずに，環境のために活発な参加ができるようになりそして実際に参加できることを保障しようとするものである．すなわち，批判的教育学のパラダイムに沿った環境教育[7]がその一つの可能性と思われる．批判的教育学の立場に立った環境教育は，具体的参加のために，環境問題の原因であるところの科学技術のあり方，社会制度，経済システムについての批判的な意識化，調査スキルや問題解決スキルの育成，生態系と人間社会の公正についての倫理の育成，ヘゲモニーや民主主義に対する認識の深化などの手順を盛り込んでいる．

近年，日本でも主に科学教育の分野において注目されつつあるSTS（Science, Technology, Society）教育は，専門家だけではなく広く市民が科学・技術と社会の関連を認識し，自己の価値を見直し，意思決定能力を身につけ，それらを応用することをねらいとしている．地球環境問題を現代の科学文明のあり方の問題であると捉えるならば，より多くの人が科学技術の社会的文脈について考え，科学的方法による判断ができるようになることが教育の目標において欠かせないものとなる．つまり，環境教育とSTS教育は関連性を持つのである[9][19][37]．さらに，科学史・技術史の視点を加えることの必要性から，鈴木は環境教育，STS教育に科学史教育の視点を加えた目標を設けている[38][39]．

環境教育とSTS教育の関連性に基づいて立てられた4つの目標（Level1 STS Foundation Level2. STS Issue Awareness Level3. STS Issue Investigation Skill Level4. STS Issue Action Skill）に加えて，Rubba[36]とRamsey[35]はそれぞれOpportunities to Apply STS Investigation Skills and Action StrategiesとThe Citizenship Responsibility Level : Training and Applicationというこれらのスキルや実践の計画あるいは方策を適応させる機会を強調した目標レベルを掲げている．このような方法論と目標論に関して言えば，批判的教育学のパラダイムにたった環境教育とSTS教育には共通している部分があると言うことができよう．

しかし，科学の相対化や多様な価値の受容をその背景に持つSTSと社会的な絶対的公正を信念に持つ批判的教育学とが，もう少し根本的な理念において折り合うものであるかどうかは今後考察されなければならないと考える．

以上のような，歴史的視点を含み環境教育とSTS教育を関連させた立場で，学習者が主体的に行動する力を身につけるための環境教育実践の基礎的段階と位置づけられる学習に必要な教材を作るための素材について以下述べることにする．

3 電池のSTS

現在電池市場は，全世界で2兆円規模であるという[20]．大気汚染を軽減するとされる電気自動車用電池や太陽エネルギーを用いる太陽電池の開発なども進められている．物理電池，燃料電池，二次電池のように電池には多くの種類があるが，ここでは，家庭で用いることの多い一次電池であるマンガン乾電池とアルカリ乾電池を主に扱う．

まず，電池の歴史を紐解いてみると，電池は今から2000年以上前に存在していたと推定されている．今世紀前半発掘された高さ10cmほどの粘土製の壺でできたホーヤットラップァ電池は，めっきを施すために用いられたと見られている[10]．電気の存在はギリシャ時代から知られていたが，彼らは動電気について科学的見地を持っていなかった．長い時間的空白の後，18世紀の末ガルヴァー

ニは，静電気の存在のもとでカエルの筋肉が痙攣することを発見し，この現象を動物電気と説明した[11]．これに対しボルタは，異なる金属を電解液を介して対峙させると起電力が生じることを見出し，ボルタ電堆を製作した．このボルタ電堆の発明は，動電気の科学的研究の開始をもたらした．水をはじめ多くの物質の電気分解が試みられたり，電流の磁気効果も発見されたりした．

また，ファラデーが電気化学分解に関する法則を公にした前後から，電池が世に出回るようになった．科学と技術が結びつき，社会において実用化されたのである．街灯や電話，大西洋横断用ケーブルの電信用電源に用いられた例などがある．電圧降下を生じるボルタ電堆の欠点の克服のために作られたダニエル電池，さらにダニエル電池の電解液の取り替えという不便さを改良したルクランシェ電池が作られ，1886年にガスナーがこれまでの湿電池に代わり乾電池を商品化したとされる[21]．現在に至るまでの約1世紀間は乾電池の品質改良の繰り返しに充てられたが，1910年頃から実用化されたとされている水銀のアマルガム化技術はその中でも特筆に値するものである．

ところで，日本に一次電池をもたらしたのはペリーとされている．佐久間象山はダニエル電池の製造方法を習得し，この電池を電源に使用したガルバニセスコックマシーネという電気治療器を製作し，夫人のコレラの治療を試みた．また，日本の乾電池工業の先駆者屋井先蔵の作った乾電池は，田中舘愛橘がイギリスの博覧会に出品してグランプリをとった地震計の電源に用いられたり，日清戦争時には陸軍から受注されるなど大いに活用された．この当時から大正後期に至るまでの乾電池の用途は主として軍需用あるいは有線通信用であり，日常生活ではせいぜい懐中電灯に用いられる程度であった．明治の後半，大探見（現在の単一型より大きめの電池の3個直列連結型）という品種の乾電池1個の値段は，米一升の2.5倍の値段に相当したにもかかわらずおもしろいように売れたという[26]．

大正時代の後半，それまでのロウソクランプに代わり，松下幸之助の完成させた自転車灯の砲弾型ランプの普及により乾電池の需要は急増した[32]．また1925年ラジオ放送が開始され，聴視者数の急速な拡大に伴い電池式受信機が飛ぶように売れた．乾電池の新たな用途が開かれ，消費量はのび，製造業者数が増え同業者団体が結成された．満州事変当時には耐寒乾電池の研究がなされ，また第二次世界大戦中の乾電池資材の入手困難な時期には，ある乾電池関連会社が故乾電池活用協会を結成し，全国規模での回収に着手した．亜鉛や二酸化マンガン，古紙などの再度利用が目的であったが，回収費用が大きく採算が合わず自然消滅したということもあった[25]．

戦後，朝鮮戦争の特需を契機に乾電池工業は大きく発展していった[41]．米軍から大量発注を受け，さらに民間放送の開始からポータブルラジオの増産に伴い積層乾電池の需要が確立された．1950年代半ばには真空管を用いたポータブルラジオに代わり小型のトランジスタラジオが普及し，これにより積層乾電池から円筒形マンガン乾電池へとそのニーズが変化していった．また，乾電池を用いた家庭電化製品や玩具が続々と家庭に浸透していった時期でもあり，消費量は飛躍的に延びた．この時期米国で普及していたアルカリ乾電池は，1960年代後半に日本でも生産が開始されたが普及するのは1980年代半ばのことであった．

1960年代は電池を使用した電子応用機器の時代であり，電池はこれまで以上の高性能化，小型化，高容量化が要求され，保存性の向上，安価な生産コスト，生産ラインの機械化，強度向上などが研究課題となった．1970年代に入り，IC，LSIの進展によりデジタル式腕時計，電卓，自動露出機能付きカメラなどさまざまな家庭電気機器が身近なものになり，それまで100年以上にわたり使われてきたルクランシェの発明した塩化アンモニウム型電池は塩化亜鉛型の電池に採って変わられた．また，単三形，単四形のアルカリ乾電池がヘッドホンステレオ，液晶テレビ，ビデオカメラなどに多く使用され，量産化に拍車がかかった．マンガン乾電池の生産金額は1965年には176億円であり，1970年の生産金額295億円から10年後1980年には645億円に達した．アルカリ乾電池の生産金額は

1970年の9億円から1980年には172億円，1991年には466億円，1993年には516億円へと著しい飛躍を遂げた．この頃からマンガン乾電池の輸出量は，輸出国の輸入制限，関税引き上げなどにより減少し始め，代わって乾電池の製造技術を輸出するようになった．

そして現在，携帯電話，ポケットベル，持ち運び可能なノート型パーソナルコンピュータなどは市民に浸透しつつあり，乾電池をはじめニカド電池やニッケル水素電池は現代の情報化社会を陰で支える重要な役目を担っている．このように，様々な電気機器はそのコンパクト化，リモコン化，デジタル化を実現するために乾電池の高性能化，小形化，長寿命化，安全性を刺激したのである．

以上，電池の発展を軸に，科学技術，軍事，通信・情報，社会などとの関連について見てきた．消費者にとって安価で利用価値の高いマンガン乾電池やアルカリ乾電池の生産量が大幅に拡大した1980年代を主として，廃乾電池の処理・処分の方法の改善が求められるようになった．次に乾電池の抱える環境問題について考察する．

4 環境問題としての乾電池

有機水銀中毒で多数の犠牲者を出した水俣病の経験から，主に1980年代多くの市民が電池の含有水銀の適切な処理を望み廃乾電池の処理・処分方法の改善を求めた．金属の固まりである乾電池の使い捨ては無駄が多いからと再資源化を要望する声もあった．

岩崎らによる東京都の清掃工場の排ガス中の水銀検出[2]や，高月の乾電池浸漬試験による金属水銀の溶出確認の結果公表はその契機の一例である[3]．他にも研究者らが，廃乾電池の含有水銀の危険性と現行の処理・処分方法の改善を指摘した．雑誌「暮らしの手帖」[15]をはじめマスコミでも報じられ，廃乾電池問題に取り組む市民運動が増えた．次第に拡大していった市民の要求を反映するべく，全国の地方自治体の多くが，従来の廃乾電池の回収方法や処理・処分方法を改めていった[5]．

そのような中で，1985年厚生省の諮問機関の生活環境審議会廃棄物処理部会・適正処理専門委員会が廃乾電池対策の基本的方向を示した．その主旨は，廃乾電池の処理に特別な措置は必要なく，他のごみと一緒に処理してよく，また今後自治体の分別回収等の実施は自治体の責任でおこなわれるべきというもので，適切な処理を望む市民にとって納得しがたい内容であった[33]．

実はこの結論は，その前年からの円筒形アルカリ乾電池の含有水銀量の低減化技術の実現化を見越してのことであり，厚生省と通産省は乾電池関連製造メーカーで構成される日本電池・器具工業会（現日本乾電池工業会）に乾電池の水銀使用量の削減と水銀電池の自主回収の強化などを要請した．メーカーはこれを受け[4]，それまでアルカリ乾電池に多いメーカーで15000ppm程度含めていた水銀を1987年にその6分の1まで低減した[13]．

メーカーの中にはこれにより乾電池の水銀問題の鎮静化を予想したところもあったようだが，1991年ヨーロッパではEC指令により1993年以降さらに厳しい1000ppmで規制されることになった．日本乾電池工業会では，円筒形アルカリ乾電池の生産販売を中止するか，水銀使用量を急激に減少するかの選択を迫られていたというが，学説的に水銀無使用は不可能と言われてきたマンガン乾電池とアルカリマンガン電池の無水銀化が1991年12月と1992年1月にそれぞれ達成された．ドイツには水銀無使用の乾電池を生産する企業があったが，国家単位で無水銀化を達成したのは日本が最初であり，これは「日本の底辺技術の素晴らしさを証明した出来事」[29]ということである．

欧米においてマンガン乾電池，アルカリ乾電池の無水銀化が達成される前年の1992年，日本乾電池工業会の池上は，水銀は人体や環境を汚染する危険があるからではなく，「廃乾電池に対する消費者運動をストップさせるために」無水銀化を急げという旨を述べている[12]．念を押すかたちになるが，無水銀化になったのはマンガン乾電池と円筒形のアルカリ乾電池であり，すべての電池に水銀が使用されていないのではない．

これらの無水銀化が達成された現在でも，廃乾電池を分別回収し，リサイクルシステムを確立し，金属などの資源を再利用する必要性を論ずる市民

や専門家，自治体の廃棄物処分の担当者らはいる．マンガン乾電池，アルカリ乾電池中の亜鉛[11]，鉛，二酸化マンガン，水銀の代替物の一つであるインジウム[45]などの金属類による土壌汚染の可能性，廃棄される乾電池には水銀を含んだ古いものも何年間かは含まれ続けること，近年インドネシアをはじめ海外からの輸入電池の増加[8]に伴いそれの水銀使用に対する疑問視などがその根拠である．

日本で含水銀廃棄物などの唯一の処理業者である北海道の野村興産株式会社イトムカ鉱業所は，産業廃棄物の処理に加え，1979年以来広島市を皮切りに地方自治体からの一般廃棄物の処理をおこなっている[34]．平成5年度は全国の957市町村がイトムカへ廃乾電池を送り，1986年度から1993年度までに約3万トンの廃乾電池が再資源化処理された[46]．

イトムカ鉱業所での処理にかかる費用は廃乾電池1トン当たり約10万円，一方焼却あるいは埋め立て処分にすると1万円程度と言われているところから，自治体には分別回収の廃止を望む傾向がある[43]．1977年から廃乾電池の分別回収をおこなってきた東京都町田市は，製造者責任のあるメーカー側に処理費用の負担を求めていたが，工業会と意見の一致を見ないまま廃乾電池を保管し続けてきた．そして，1993年までに貯まった約416トンの廃乾電池のうち約150トンを自費処理することに決め，イトムカ鉱業所へ送ることにした[16]．町田市の主張は汚染者負担の原則に基づくものであるが，実際には廃乾電池は一般廃棄物に位置づけられており，市民の税金を用いて自治体が個人に代行して処理をおこなっている．

又，ストロボ付き使い捨てカメラに内蔵されたアルカリ乾電池の処分を巡る出来事は受益者負担の原則を考える際の例になる．東京都調布市のとある写真の現像所からは，多い時で月に300キログラムの廃乾電池が出され，一般家庭からの廃乾電池と同様に処理されていた[17]．これらの廃乾電池の中身が全容量のわずか約3%しか消費されていないのに廃棄されることも問題だが[40]，市民の税金で処理されていたことは，受益者負担の原則に反するものと言える．結局1990年3月に東京都はこの場合の乾電池を産業廃棄物扱いに認定した[18]．

受益者負担の原則に従う具体策としてデポジット制が有効と一般的に見られているが，これに対して業界の反対がある．また，経団連は廃乾電池の回収に反対表明をしているらしく，他の製品への波及効果を憂慮しているためと推察するむきもある[42]．

ここで日本乾電池工業会の再資源化に対する姿勢を明らかにしておくと，「資源のバランスを考えたとき，乾電池の資源も大切」だが，「わが国にとって現状では電気エネルギーの方が重要と思われ，再資源化にむけては，より省エネ型の技術を開発することが何よりも先決であると考え」ている[30]．乾電池の製造に用いられる亜鉛や二酸化マンガンは内需の3%程度であり，例えば自動車や電気製品業界や鉄鋼業界のような大量使用の業界が回収した滓などをリサイクルせずほとんど埋め立てている状況からいって，規模の小さい乾電池のリサイクルをおこなう早急の必要はないという判断をしている．そしてリサイクルは「今までのところでは，経済的にペイしない」[29]のである．

では，海外の廃乾電池の処理・処分に対する考え方と現状はどのようであろうか．

1991年時点でドイツは，日本同様ボタン電池とニカド電池のみを製造者の責任で回収し，オーストリア，スイス，イタリア，オランダは全種の電池を回収し，将来のリサイクル化を前提に貯蔵していた[31]．特にオランダ以外の3国は，旧東ドイツ国内に埋め立てていたという経緯がある[27]．1993年に，欧米各国でもマンガン乾電池とアルカリ乾電池が水銀無使用へと切り替えられたことを契機に，数ヶ国が処理の方針を変更し始めた．デンマークとイタリアでは電池の回収は中止され，また合衆国でも当面回収の動きはなく[28]，フランス，イギリスも乾電池の回収をおこなっていない．

一方スイスは，水銀，亜鉛，フェロマンガン，鉄などの金属成分を再資源化するシステムを導入し，1992年に初期稼働させた．廃乾電池の回収率は1989年に45%，翌年に50%と上昇し，政府機関では将来予想を80%と見ている[1]．しかし一方，

このシステムは膨大なエネルギーとコストを必要とすることへの否定的な見方がある.

1994年秋，ドイツは「循環経済の促進及び環境に調和する廃棄物処理の確保に関する法律（循環経済・廃棄物法)」を公布し，2年後に発効することになった[14]. これは製品の製造から処理までのすべての流れの中で廃棄物の回避とリサイクルを事業者に義務づける厳しい法律で，輸入品を含めたあらゆる製品を対象としているため，将来乾電池もその対象になるであろう．ドイツへ輸出している日本の乾電池業界は，10年前外部から無水銀化を求められたように，この法律の発効を契機に再資源化に対する姿勢を変容させるのであろうか.

乾電池の環境問題を捕らえる際の第一の観点を金属による土壌汚染と見るならば，乾電池の資源・エネルギーが第二の観点である．村田（1994）によると，マンガン乾電池のエネルギー利用は0.39%，アルカリ乾電池では0.89%であるという[23][24]．また，早い時期から廃乾電池問題に対して運動を続けてきた東京三鷹市の二葉会の継続的な調査によれば，廃棄された乾電池の約3分の1がまだ使用できるものだというから[22]，実際のエネルギー利用はもっと低いとみなしてよかろう．そして，電池の総生産額の90%以上が負極活性物質に金属亜鉛を用いた乾電池で占められているのだが，この金属亜鉛の需給量の大半が海外鉱石を国内で精錬したものと，輸入されたものである．そして，マンガン乾電池とアルカリ乾電池などに使われている電解二酸化マンガンの原料であるマンガンはすべて輸入に頼っているのである.

この先の展開は，一次電池の代替物として二次電池を検討することになるのだろうが，本報告は一次電池である乾電池に焦点を当てたものであり，これについての考察は次回に譲ることにする.

5　教材化の特徴と留意点

以上述べてきた乾電池のSTSや環境問題的な側面を基にして，教材化がなされていくことになるのであるが，この教材化の特徴及び留意すべき点などを考察することで本報告のまとめとしたい.

まず，この教材は小学校高学年の児童から大人までを対象にするもので，それぞれの社会性や認知，表現能力等のレベルに基づいた上で学習の目標や方法，教材の内容や評価が決められるべきである．それには，文部省学習指導要領を参考にすると同時に，認知科学や認知心理学による知見にも基づくことが望まれる．政治，経済や科学の本性に対する認識，批判的思考などについての検討は特に重要と思われる．本報告では扱わなかったが，特に18，19世紀頃の科学者の営み，彼らの科学の追求と宗教との関係，科学の制度化など科学と社会の関わりを教材に盛り込むことについても，同じように検討されるべき課題であろうと考える.

また，この教材化はエネルギーについての教育の導入として位置づけられることが可能である．廃乾電池の問題はごみの問題の一例とも見ることができるので，他のごみの問題へと教材の内容を拡げることもできる．尚，廃乾電池は1992年に通産省により制定されたリサイクル法（再生資源の利用の促進に関する法律）において指定を受けていない製品であるからこそ，筆者は取り上げる意図を持っていることをここで強調しておきたい.

作られた教材が学校教育において活用される場合には，合科的な扱いが必要である．現行の学習指導要領に基づき，小学校高学年で実践されるための教材に盛り込まれる学習内容をSTS的な枠組みで構成したモデル（図1）を示す．社会科，理科，技術家庭科などの複数の教科が関係するものであるから，中学校や高等学校においてもそれらの教師の連携の中で授業がおこなわれることが望まれる.

更にこの教材を用いての学習は，環境のための教育にとってあくまでも基本的学習の段階にすぎない．環境教育の実践はこの段階で終わるのではなく，次なる段階の意思決定や価値の明確化，行動の実現化へと進んでいくべきものである．そして，これらの段階は，教材化以上に今後十分に検討されるべき課題を含んでいる.

特に，教師と児童・生徒との人間関係が大きな機能を果たしている学校教育において，教師の価値に左右されることなく児童・生徒各人の価値が尊重され，具体的な行動を遂行していくことは両

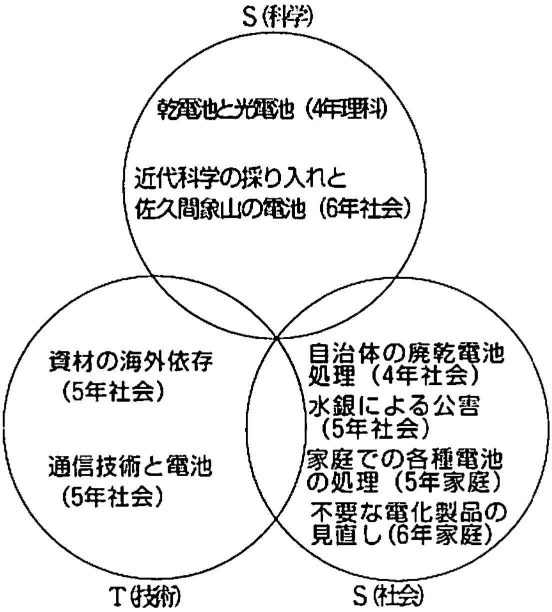

図1 小学校高学年向け教材化の一例

立し得るのかなどの多くの困難が山積していることは事実であり，学校現場の抱える課題は大きい．社会矛盾の噴出の現象である環境問題を学校教育で取り扱うことは，同時に学校自身の変容が求められることかもしれない．

謝辞

本報告をまとめるにあたり大阪教育大学の鈴木善次先生に御指導をいただきました．また，東京都三鷹市二葉会の河本美智子さんには資料を提供していただきました．ここに，心から感謝申し上げます．

参考文献

1) Antenen.,A & Burri.,R. 1992 Operation of a 2000t battery recycling plant in Switzerland pp.346-355 The Fourth International Seminar or Battery Waste Management
2) 地域交流センター 1984 環境問題の最前線シリーズ1廃乾電池のすべて pp.59-67 地域交流出版 東京
3) ibid., pp.87-94
4) ibid., pp.241-242
5) 地域交流センター 1985 環境問題の最前線シリーズ3やさしい乾電池問題 pp.159-165 地域交流出版 東京
6) Fien,J. 1993 Education for the Environment : Critical Curriculm Theorising and Education pp.15-16 Deakin University Press Australia
7) ibid., pp.50-75
8) ごみ問題を考える会編 1991 あぶないゴミ pp.140 三一書房 東京
9) 原田智代・鈴木善次 1991 大学一般教育におけるSTS教育の実践 日本科学教育学会研究会報告 Vol.6 No.5 pp.41-46
10) 橋本 尚 1987 電池の科学 pp.28-30 講談社 東京
11) 平田 寛 1985 図説科学・技術の歴史下 pp.271-272 朝倉書店 東京
12) Ikegami., A. 1992 Dry Battery of No Mercury Addition and Disposal of Used Dry Battery in Japan pp.53-73 The Fourth International Seminar on Battery Waste Management
13) 川内昌介ら 1993 新しい電池技術のはなし pp.44-45 工業調査会 東京
14) ケラー ヘニング・フォン 1995 「"循環経済・廃棄物法" のめざすもの」 月刊廃棄物 1月号 pp.36-44
15) 暮らしの手帖 1983 乾電池の中には水銀がいっぱい 85号 pp.5-17
16) 共同通信 1993.8.31付 大量の廃乾電池自費処理へ 東京町田市が方向転換 東京
17) 毎日新聞 1990.1.4付 使い捨てカメラ 乾電池もポイ ヒット商品でゴミ戦争 東京
18) 毎日新聞 1990.3.6付 使い捨てカメラ内蔵乾電池を「産業廃棄物」と認定 東京
19) 松原克志 1993 環境教育へのSTS的視点の導入 環境教育 Vol.2 No.2 pp.14-27
20) 松下テクノリサーチ調査部 1995 技術動向レポート「ハイテク21」次世代電池 pp.1 松下テクノリサーチ調査部 大阪

21）松田好晴・竹原善一郎　1990　電池便覧　pp. 12　丸善　東京
22）三鷹市二葉会　1993　Gomi & 乾電池　二葉会10周年記念誌　pp. 14-15
23）村田徳治　1994　肝腎産業事始め第三回　月刊廃棄物　No. 20　Vo. 232　pp. 62-65
24）村田徳治　1994　肝腎産業事始め第四回　月刊廃棄物　No. 20　Vo. 234　pp. 132-137
25）日本乾電池工業会　1960　日本乾電池工業史　pp. 67　日本乾電池工業会　東京
26）ibid.,　pp. 210
27）日本乾電池工業会　1993　電池・器具　第858号　pp. 3
28）ibid.,　第865号　pp. 1-2
28）ibid.,　第869号　pp. 1-2
30）日本乾電池工業会　1992　INFORMATION乾電池　乾電池の水銀ゼロ化の実現　No. 7　pp. 12
31）ibid.,　pp. 13
32）日本乾電池工業会　1994　日本乾電池工業会史　pp. 28-29　日本乾電池工業会　東京
33）日本経済新聞　1985. 7. 26付　「分別回収」は不要　廃電池環境汚染で報告書
34）野村興産株式会社　会社案内
35）Ramsey. J.　1993　The Science Education Reform Movement: Implications for Social Responsibility Science Education 77(2) pp. 235-258
36）Rubba., P. A.　1990　STS Education in Action: What Researchers Say to Teachers Social Education　April/May　pp. 201-203
37）鈴木善次・原田智代・玉巻佐和子　1990　環境教育とSTS教育との関連性についての諸考察　大阪教育大学紀要　第5部門　Vol. 39 No. 1　pp. 85-94
38）鈴木善次　1993　科学史を学習する意義　遺伝　47巻3号　pp. 13-17
39）鈴木善次　1994　人間環境教育論　創元社　大阪
40）週刊朝日　1990. 4. 13号　使い捨てカメラは困ルンです
41）高月紘一・酒井伸一　1993　有害廃棄物　pp. 62-63　中央法規出版　東京
42）山本耕平編　1985　現代のごみ問題（経済編）pp. 274-276　中央法規出版　東京
43）読売新聞　1993. 9. 8付　使用済み乾電池　水銀なくなっても　自治体回収負担大きく
44）吉沢四郎　1975　電池ハンドブック　pp. 2-24-2-27　電気書院
45）吉田孝之　1994　廃乾電池の処理費用はあくまで事業者に求めていく　月刊廃棄物　No. 20 Vol. 229　pp. 30-33
46）全国都市清掃会議　1994　使用済み乾電池のゆくえ　「使用済み乾電池の広域回収・処理計画」の実施状況　pp. 4