廃棄物のエネルギー利用に関する法政策の合理性についての研究

勝田　悟*

目次

1. はじめに
2　廃棄物の循環的な利用
2. 1　概要
2. 2　専ら物
2. 3　循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則
2. 4　環境保全と原子力エネルギー
3　中間処理におけるサーマルリサイクル
3. 1　廃掃法に基づく廃棄物
⑴石油代替エネルギー
⑵拡大生産者責任
3. 2　放射性廃棄物
⑴原子力発電で発生する廃棄物
⑵MOX 燃料
4　課題
4. 1　有害性及び危険性
4. 2　事故の可能性
5. まとめ

1. はじめに

人類が使用する資源は，物質または，サービスとして消費されるものがある。その状態は，固体，液体，気体のいずれかの形をとる。消費後は，不要なものとして，人の視線から遠ざけられることとなる。自然の物質循環に入り込めないものは，廃棄物として消費期間を遙かに超えて環境中に存在し，処理処分後も有害または危険な存在となってしまうものも少なくない。近年，省資源策として減量化，リユース，リサイクル，及び長寿命性向上が図られており，資源の安定供給対策として期待されている。この方策は同時に環境中への人工的な物質拡散増加を減らすことから環境保全面も向上できる。本論文では，リサイクル方法の一つであるサーマルリサイクルを中心とした廃棄物のエネルギー利用を取り上げ，環境保全及び省資源の面か

提出日2010年8月25日　　受理日2010年11月24日
＊教養学部人間環境学科社会環境課程准教授

ら法政策の合理性について論じた。エネルギー利用の対象は，有機性廃棄物のエネルギー利用（ケミカルリサイクルを除く）及びプルサーマル・高速増殖炉における核廃棄物の利用とした。後者の特徴として，有害無益である放射能を有することが前者との大きな違いであり，わが国においては安全を確保するための法令も全く異なる。なお，本研究は，関連文献，及び関連機関（産業廃棄物処理業者［サーマルリサイクル実施施設］，廃棄物系バイオ燃料研究機関，原子力エネルギー関連機関［原子力発電所，研究機関］，高速増殖炉施設，核廃棄物中間処理施設）へのヒアリング調査によって得られた情報に基づき検討を行った。

また，本論文においては，人以外の生物に関する環境権，景観保全に関する権利については議論の範囲から除外した。また，処理・処分施設の周辺など有害物質または放射性物質が近くに存在することで惹起される精神的な不安による平穏無事な生活の侵害についても対象とせず，廃棄物をエネルギー利用する際の環境への負荷の大小，及び資源としての価値を検討した。他方，原子力発電については，推進派，反対派と言ったような短絡的な色分けがしばしばなされるが，本論の立場は，火力発電や水力発電などと同様に人類にとって必要な技術として扱い，当該施設から排出される廃棄物は，家庭や工場等事業所から排出されるゴミと同様に不要となったものとして捉える。

2. 廃棄物の循環的な利用

2.1 概要

廃棄物の処理及び処分は，わが国では，原子力関係を除いたものに関しては「廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下，廃掃法とする）」に基づき行われている。廃掃法では，「廃棄物の排出を抑制し，及び廃棄物の適正な分別，保管，収集，運搬，再生，処分等の処理をし，並びに生活環境を清潔にすることにより，生活環境の保全及び公衆衛生の向上を図ることを目的」（第１条）としているが，第２条第１項において，「廃棄物」とは，「ごみ，粗大ごみ，燃え殻，汚泥，ふん尿，廃油，廃酸，廃アルカリ，動物の死体その他の汚物又は不要物であつて，固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。）をいう。」と定めており，放射性廃棄物は，当該法の規制対象となっていない。政府の法規制による行政区分も分けられており，放射性物質を除く廃棄物は環境省が管轄し，放射性廃棄物については，商業炉は経済産業省，研究開発等は文部科学省が管轄している。原子力委員会及び原子力安全委員会は，内閣府内に設置されており[1)]，それぞれで処理処分が検討されている。したがって，わが国の全ての廃棄物についての問題を総合的に政策判断することは困難といえる。

また，放射性物質を含まない廃棄物も一般廃棄物と産業廃棄物[2)]に分けられ，前者の管理は市町村（廃掃法第４条第１項），後者の管理は都道府県（廃掃法第４条第２項）が中心に行っており，複雑多岐に排出され，含有物の確認も困難を極めている廃棄物を，複数の行政が縦割りに非効率に管理している。さらに，わが国では2000年の第147国会で「循環型社会形成推進基本法」をはじめその他関連の三法（「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」，「食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律」，「国等による環境物品等の調達等に関する法

律」）が制定された以降，廃棄物を再生するための法政策が進められている。廃棄物を資源化することにより環境効率の向上が図れるが，廃棄物（処理処分対象物：無価物）と再生資源（生産材料：有価物）との区別が複雑になり，再生を行う際の監督官庁も経済産業省，国土交通省，農林水産省等縦割りとなっていることから，複雑な行政区分が，曖昧な廃棄物処理を悪化させる可能性を高めている。他方，2010年５月19日に改正された廃掃法第７条第１項及び第２項では，一般廃棄物を収集及び運搬または処分する際に「専ら」再生利用を目的とする者は，一般廃棄物処理業に関する規制を受けることはないことが定められている[3)]。産業廃棄物に関しても当該法第３条第２項に「事業者は，その事業活動に伴つて生じた廃棄物の再生利用等を行うことによりその減量に努めるとともに，物の製造，加工，販売等に際して，その製品，容器等が廃棄物となつた場合における処理の困難性についてあらかじめ自ら評価し，適正な処理が困難にならないような製品，容器等の開発を行うこと，その製品，容器等に係る廃棄物の適正な処理の方法についての情報を提供すること等により，その製品，容器等が廃棄物となつた場合においてその適正な処理が困難になることのないようにしなければならない。」と定め，事業者に対して再生利用の促進を進めることを促している。但し，条文では「再生利用等」となっていることから，「等」の部分には，減量化，リユース，マテリアルリサイクル，サーマルリサイクルが含まれると考えられ[4)]，提供されなければならない情報には，含有物質のMSDS（Material Safety Data Sheet）や原料物質における環境負荷情報となるLCA（Life Cycle Assessment）が想定される。一般廃棄物と同様に産業廃棄物も，廃掃法14条第１項及び第６項において，産業廃棄物処理業について収集及び運搬または処分する際に「専ら」再生利用を目的とする者は，当該法の規制を受けることはない[5)] と定められている。すなわち，廃掃法では産業廃棄物が移動する際，その移動する全ての都道府県の許可が必要だったが，この規制が免除されることとなった。したがって，再生利用のための遠隔地の移動が容易になった。そもそもこの方針は，1971年に厚生省（現厚生労働省：当時の廃掃法の管轄官庁）が通知した「廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について（昭和46年10月16日環整43号）」で，「産業廃棄物の処理業者であっても，もっぱら再生利用の目的となる産業廃棄物，すなわち，古紙，くず鉄（古銅等を含む），あきびん類，古繊維を専門に取り扱っている既存の回収業者等は許可の対象とならない」旨が示されていることから基本的な考え方は慣習化していたと推測される。

2.2　専ら物

再生利用を目的としている「専ら物」とされている廃棄物は，廃掃法の規制を受けることはないが，再生利用等に関して複数の監督官庁が存在する産業廃棄物に関しては，処理委託に関して「委託契約書に添付すべき書面」の作成義務を廃掃法施行規則第８条の４に定めている[6)]。すなわちこの委託契約書によって事業者が処理すべき廃棄物が再生目的であるか否かの証明としている。しかし，一般廃棄物にはこの書面の作成義務規定がない。市町村が処理主体となっているので，そもそも不要ということと解されるが，PFI（Private Finance Initiative）[7)] の対象事業として，一般廃棄物処理・処分場の民間による管理，一般廃棄物と産業廃棄物が混合され処理される事例も既に複数あり，廃掃法による全国で統一された規制が必要である。わが国

のPFI事業を規制する法は，1999年7月に交付された「民間資金等の活用による公共施設等の整備の促進に関する法律（以下，PFI法とする）」であり，当該法第2条に対象となる施設に，「廃棄物処理施設」（公益的施設），「リサイクル施設」（その他施設）が定められている。現状では，PFI法に基づいて各市町村が個別に事業を進めている。廃棄物の中間処理として燃焼を行う場合，カロリーが高い産業廃棄物と生ゴミが多く水分量が高くカロリーが低い一般廃棄物を混合して，燃焼することによって合理的な燃焼処理が可能となり，サーマルリサイクルを図る際にもコントロールがしやすく効率的な運営が可能となると考えられる。しかし，燃焼時に生成する有害物質の管理など産業廃棄物処理に準ずる規制が必要である。不法投棄の防止などに機能するマニフェストに関しても，廃掃法廃掃法施行規則第8条の19第3項で専ら再生利用等を目的とする産業廃棄物は規制対象外となっている[8]。個々の産業廃棄物の再生利用等を管理する官庁が管轄する各種リサイクル法で管理することとなっているためと考えられるが，これらも統一した法律によって管理する方が合理的であり，安全維持または向上になると考えられる。前述のPFI事業によって一般廃棄物と産業廃棄物が混合され処理される場合，そもそもマニフェストの必要がない一般廃棄物との関係も複雑になり，何らかの処理，処分のモニタリング規制が必要であろう。

2.3 循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則

廃棄物を再度有価物[9]とする方法には，リユースとして，①中古品として再度製品価値を持たせたる，②修理などを行い使用可能にする，③使用済製品の全部または一部をその他の製品として使用する，リサイクルとして，①マテリアルリサイクル，②ケミカルリサイクル，③サーマルリサイクル，がある。環境負荷を増加させない最も効率的な方法は，消費資源の減量化であり，その方法として環境効率の向上または資源生産性の向上による単位物質当たりのサービス量増加があげられるが，本論文では，エネルギー利用の面から廃棄物を再度有価物として環境効率を向上させる方法を検討しているため設計等の具体的な議論は行わない。しかし，エネルギーとして再度有価物にする方法，すなわちサーマルリサイクルは，国際的には最も優先度の低い資源循環手法とされている。その理由は，資源循環型社会推進に向けての検討が進んでいるドイツで1996年10月に施行された「循環経済の促進及び廃棄物の環境保全上の適正処理の確保に関する法律」（以下，循環経済廃棄物法とする）が欧州，日本，中国などをはじめ多くの国々に資源循環に関した法律制定に大きな影響を与えたことによる。ドイツでは，1991年に制定された「包装廃棄物の回避に関する政令」で廃棄物管理上の処理の優先順位を，①発生回避，②再利用，③処分としており，再利用においてはサーマルリサイクルよりマテリアルリサイクルを優先することを定めており，循環経済廃棄物法で体系的に廃棄物処理及び再生利用等の統一的な考え方となった[10]。

この優先順位は，循環経済廃棄物法の体系と関連政令に取り入れられ，廃棄物の減量化を再利用可能性から追求している[11]。再利用には，エネルギー利用等まで規定の範囲に含まれており，最終的にはサーマルリサイクルによる利用を図ることになる。企業には環境負荷に対する製造物責任が課されており，製品の研究開発段階から原料採取，移動，生産，販売まで視野

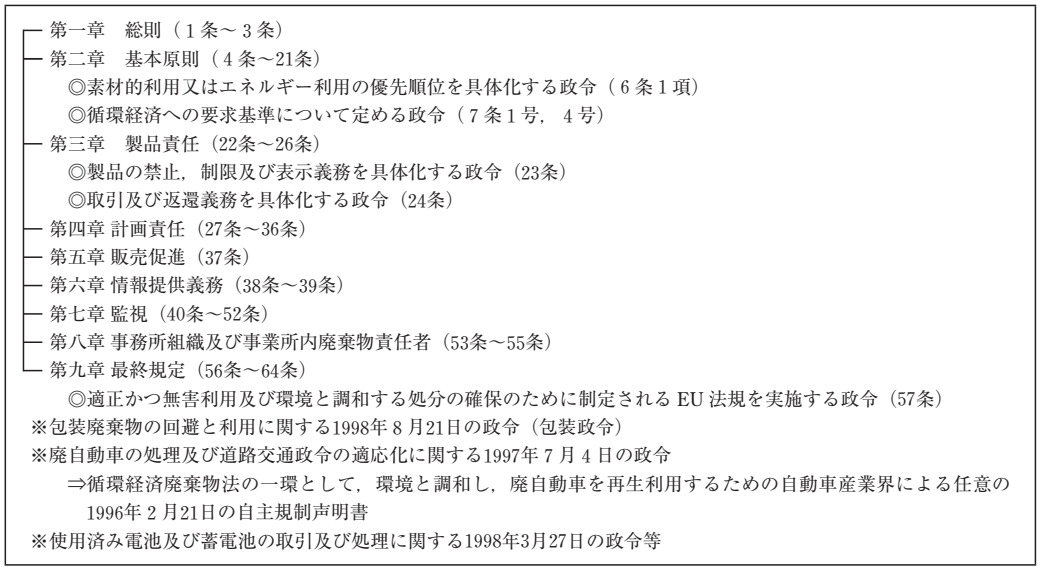

図1．循環経済廃棄物法の体系と関連政令

出典：Der Bundesminister Für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit informiert“UMWELTPOLITIK”1990，1992，1999より作成

に入れた計画が必要となった。このことが本法が世界的に注目された原因といえる。循環経済廃棄物法の施行によって製造物の廃棄段階の費用まで，メーカーが負担することとなり，環境コストが増大することとなった。特にマテリアルリサイクルには，正確なLCAデータによる環境リスクを分析しなければならなくなり，莫大なコストが必要となる。現状では，十分なLCAデータは整備されておらず，EUにおけるRoHS指令（Directive on Restriction of the use of certain Hazardous Substan），Weee指令（Directive on Waste Electrical and Electronic Equipment），ELV指令（Directive on End-of-Life Vehicles）で有害物質[12]の原則使用を禁止し，再生を合理的に実施する支援を行っている。また，REACH規制（Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals）では，環境リスクのハザードの部分であるMSDS情報を整備している。循環経済廃棄物法の体系と関連政令には，これら規制の基本的な規定が網羅されている（図1参照）。

以下に示すわが国の「循環型社会形成推進基本法」第7条には，ドイツの循環経済廃棄物法で定められている廃棄物の処理の優先順位に準じた規制が定められている。

＜循環型社会形成推進基本法 第7条　循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則＞

循環資源の循環的な利用及び処分に当たっては，技術的及び経済的に可能な範囲で，かつ，次に定めるところによることが環境への負荷の低減にとって必要であることが最大限に考慮されることによって，これらが行われなければならない。この場合において，次に定めるところによらないことが環境への負荷の低減にとって有効であると認められるときはこれによらないことが考慮されなければならない。

一 循環資源の全部又は一部のうち，再使用をすることができるものについては，再使用がされなければならない。
二 循環資源の全部又は一部のうち，前号の規定による再使用がされないものであって再生利用をすることができるものについては，再生利用がされなければならない。
三 循環資源の全部又は一部のうち，第一号の規定による再使用及び前号の規定による再生利用がされないものであって熱回収をすることができるものについては，熱回収がされなければならない。
四 循環資源の全部又は一部のうち，前三号の規定による循環的な利用が行われないものについては，処分されなければならない。

当該法律で示している優先順位が最も高い「再使用」とは，リユース全般，「再生利用」とは，マテリアルリサイクル，「熱回収」とは，サーマルリサイクルを意味している。循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則としては，サーマルリサイクルは最も低い循環的な利用であるが，LCA データが極めて少ない現状であることから，最も単純に利用可能なサーマルリサイクルが実施される場合が多い。

2.4 環境保全と原子力エネルギー

環境基本法では，「環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進し，もって現在及び将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的」（第１条より抜粋）としているにもかかわらず，第13条において「放射性物質による大気の汚染，水質の汚濁及び土壌の汚染の防止のための措置については，原子力基本法その他の関係法律で定めるところによる。」と規定されており，放射性物質による環境汚染は，廃棄物処理のみではなく，わが国の総合的な環境保全施策とは切り離して進められている。

この方針のもと，「使用済物品等及び副産物の発生の抑制並びに再生資源及び再生部品の利用の促進を目的」（第１条より抜粋）としている「資源の有効な利用の促進に関する法律」においても，第２条で「この法律において「使用済物品等」とは，一度使用され，又は使用されずに収集され，若しくは廃棄された物品（放射性物質及びこれによって汚染された物を除く。）をいう。」と定められており，廃棄物の処理・処分，使用済物品等の循環的な利用，及び核燃料の使用・使用済燃料の利用（プルサーマルによる MOX 燃料，高速増殖炉による使用）について複数の異なる行政機関で，異なる法政策に基づいて行われている。循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則で参考にしているドイツでは，環境・自然保護・原子力安全省（ボン）が，環境行政及び原子力安全行政を所管しており，原子力施設の設置認可に関する許認可は州政府が行っている。わが国のようにエネルギー需要が多いが供給源がほとんどない国においては，国家の安全保障面から見てもエネルギー供給管理に関しては特殊性があると思われるが，現在並びに将来の環境保全及びエネルギー政策面で合理的な法体系になっているとは考えられない。また，原子力に関する許認可権限の大半が経済産業省原子力安全保安院にあり，大学の原子炉に関しては文部科学省となっている。安全に関しては，独立の機関として，内閣府

の原子力安全委員会が設置されている。各種許認可に関しても複雑な管理となっている。

原子力に関する法体系は，研究開発・利用，及び将来のエネルギー源確保を定めた「原子力基本法」のもと，使用済燃料，再処理を含め許認可の多くが，「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」（以下，核燃料等規制法とする）で定められ，災害対処に関しては，原子力災害特別措置法，原子力損害賠償法，使用済燃料の再処理後に残存する固体廃棄物の最終処分については「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」がある。一方，発電用施設の立地促進を目的として，電源立地のメリットを地元に還元する（発電用施設周辺の公共施設整備を促進・地域住民の福祉の向上）するために電源三法が，1974年に制定されている。財源は，電力会社から販売電力量に応じ税を徴収し，これを歳入とする特別会計を設け，この特別会計からの交付金等で発電所立地地域の基盤整備や産業振興を図っている。この三法は，電源開発促進税法（1000kWh につき375円の税率で徴収），特別会計に関する法律（一般会計より各種交付金を規定），発電用施設周辺地域整備法（電源立地地域振興対策交付金等を規定）であり，原子力発電所立地に大きく寄与している。この他，2001年 4 月からは原子力発電立地促進のために「原子力発電施設等立地地域の振興に関する特別措置法」が10年間の時限立法で施行されている。したがって，廃掃法の対象の廃棄物処理と異なり，原子力関連の使用済燃料の処理には，法政策によって大きな財源が確保されており，具体的な対応が国家のエネルギー政策に基づき政府指導で実施されている。しかし，エネルギー生産，各種原子力施設立地に伴う環境影響に関しては，他の環境汚染と同様にモニタリングし一緒に公開すべきものであり，環境法との整合性をとるべきである。

3. 中間処理におけるサーマルリサイクル

3.1 廃掃法に基づく廃棄物

（1）石油代替エネルギー

廃棄物の処理処分は，一般的には焼却を中心とする中間処理で減容・減量化が行われたのち，最終処分場でほとんどが埋め立て処分される。中間処理は，有害性をもった有機性の廃棄物を分解すると行った効果もあるが，有害物質の発生を誘発することもある。例えば，ダイオキシン類は800℃以下の焼却温度での処理で生成される。一方，廃棄物の量を減少させる目的の面から見ると，焼却によって廃棄物を酸化反応（焼却）させ，プラスチックや生ゴミなど大量の有機物の廃棄物（以下，有機性廃棄物とする）を二酸化炭素と水に変化させ，人の目に見えなくなるような化学物質に替えている。ただし，有機性廃棄物が環境中で消えているのではなく，大気中に長期間存在する無色の地球温暖化原因物質である二酸化炭素に置き換わったにすぎない。廃棄物の物質形態が変わっただけである。一方，有機性廃棄物は，そのまま一般廃棄物処分場に放置すると，嫌気性の微生物によって発酵し，二酸化炭素の22倍の温室効果を持つメタンガスを発生させる。そもそも廃棄物は，含有されている化学物質がほとんど不明であることから，保管，処理，処分する際に環境汚染防止及び安全性を保つことが極めて難しい。これまで工業的に生産された製品は，廃棄物になった後，化学物質のレベルで自然循環の中でどのよ

うな経過を経ていくのかはほとんど知られていない。人為的に創られた化学物質のうち環境中での変化を解析できる程の MSDS データが整備されているものも極めて限られている。人類は，経済的な利益を得るための製品製造には，非常に高度な研究が行われ，莫大な情報があると予想されるが，企業秘密などからそれら情報が使用済商品のインバースマニュファクチャリングに十分に利用されることはない。このような状況の中，廃掃法，循環型社会形成推進基本法及びその特別法で廃棄物の適正処理やリサイクル処理を行うには，情報が極めて少ないと言える。理想的には，人為的に創られた化学物質について MSDS が整備され，環境中への放出量が把握され，LCA（Life Cycle Assessment）分析が可能になれば，様々な環境リスクも把握できる。さらにナノテクノロジーによるコントロールが可能になれば，人為的に生成される化学物質が自然の物質循環を乱すことはなくなり，そもそも廃棄物が最小限度あるいはゼロにできる可能性がある。しかし，現状では，現在知り得る科学的な知見に基づき，極力環境負荷を小さくすることが必要である。

前述のとおり廃棄物処理には科学的に不明確な部分が多いことから，製造物責任を十分に遵守し，環境負荷を最小限にして商品価値があるマテリアルリサイクルを実施した製品を製造することは困難である。リユースができないものは，燃焼のみをコントロールして，バージンの石油を代替するエネルギーを生み出すサーマルリサイクルの方が容易であり，安全性確保の可能性も高い。但し，リユースができない理由は，見た目の悪さや中古品に関するイメージの悪さなど非科学的理由が多く存在するため，製造物を使用する消費者の意識の改革の必要もある。また，わが国ではほとんどの廃棄物が中間処理として燃焼されているため，燃焼の際に発生する熱を合理的にサーマルリサイクルすることは化石燃料の消費を減少することになり省エネルギーと捉えることもできる。非化石燃料の供給は環境政策上拡大させる方針であるが，廃棄物は減量化（製品の小型化，長寿命性向上，リサイクルによるバージン製品の減量）を目標としているため，今後安定した供給を見込んでのエネルギーとはなりえない。

廃棄物発生量の推定に関しては，都道府県が，基本方針に即して，区域内における廃棄物の減量その他その適正な処理に関する計画を定めている（廃掃法第 5 条の 5 第 1 項）。計画で取り決められる廃棄物の減量その他その適正な処理に関する項目には，①廃棄物の発生量及び処理量の見込み，②廃棄物の減量その他その適正な処理に関する基本的事項，③一般廃棄物の適正な処理を確保するために必要な体制に関する事項，④産業廃棄物の処理施設の整備に関する事項，⑤前項目に掲げるもののほか，廃棄物の減量その他その適正な処理に関し必要な事項，があり（廃掃法第 5 条の 5 第 2 項），政策的に廃棄物の減量化が進められている。特に一般廃棄物に関しては，市町村も区域内の一般廃棄物の処理に関する計画を定めている（廃掃法第6条第 1 項）。この計画には，環境省令に従って当該市町村の区域内の一般廃棄物の処理に関する事項として，①一般廃棄物の発生量及び処理量の見込み，②一般廃棄物の排出の抑制のための方策に関する事項，③分別して収集するものとした一般廃棄物の種類及び分別の区分，④一般廃棄物の適正な処理及びこれを実施する者に関する基本的事項，⑤一般廃棄物の処理施設の整備に関する事項，⑥その他一般廃棄物の処理に関し必要な事項があげられており（第6条第2項），一般公衆から排出される廃棄物排出の管理も進んでいる。したがって，廃棄物は環境法

政策によって減量化していくと予想され，有機性廃棄物によるサーマルリサイクルの可能量は，長期的に減少していくと考えられる。すなわち，サーマルリサイクルを合理的に実施するには，経済状況等社会動向を考慮し，熱供給可能量を推定していく必要がある。

（2）拡大生産者責任

減量化，リユース，リサイクルを中心とした循環型社会形成の促進に大きく貢献した制度に拡大生産者責任（Extended Producer Responsibility： EPR）があげられる。この考え方は，OECD（Organization for Economic Cooperation and Development）が提案したもので，わが国では，「循環型社会形成推進基本法」の第11条に定められている。当該法における基本的な考え方は，第１項に「事業者は，基本原則（前述の2.3で示した第７条循環資源の循環的な利用及び処分の基本原則）にのっとり，その事業活動を行うに際しては，原材料等がその事業活動において廃棄物等となることを抑制するために必要な措置を講ずるとともに，原材料等がその事業活動において循環資源となった場合には，これについて自ら適正に循環的な利用を行い，若しくはこれについて適正に循環的な利用が行われるために必要な措置を講じ，又は循環的な利用が行われない循環資源について自らの責任において適正に処分する責務を有する。」と事業者自らの製造物に関して環境責任を課している。但し，前述の通り縦割り行政のもとさまざまなリサイクル法が制定され，規制内容に整合性がとれていないため，社会的には混乱を招いている。例えば，マテリアルリサイクルのためのリサイクル料金の徴収の時期が，「使用済自動車の再資源化等に関する法律」では購入時であり，「特定家庭用機器再商品化法」では廃棄時である。また，容器に関しては製品価格に含まれ，回収は自治体がほとんどを行い，再生は第三者である容器リサイクル協会がイニシアティブをとり，容器利用者からリサイクル費用を徴収し再生業者へリサイクルを委託するシステムをとっている。ビール瓶（１瓶５円）やコーラの瓶（１瓶10円）のように事業者が独自でデポジットを行っているものもある。但し，プラスチック性の容器に関してはほとんどがマテリアルリサイクルされずに焼却処分されている。これは，プラスチックには，多くの種類があり，技術的または経済的視点からマテリアルリサイクルできるものは PET（Polyethyleneterephthalate）または，一部の PP（Polypropylene）に限られているためである。サーマルリサイクルを前提に検討を進めた方が合理的であると考えられる。

また，当該法第11条第２項には，製品，容器等の環境デザイン及び環境情報の公開について，「製品，容器等の製造，販売等を行う事業者は，基本原則にのっとり，その事業活動を行うに際しては，当該製品，容器等の耐久性の向上及び修理の実施体制の充実その他の当該製品，容器等が廃棄物等となることを抑制するために必要な措置を講ずるとともに，当該製品，容器等の設計の工夫及び材質又は成分の表示その他の当該製品，容器等が循環資源となったものについて適正に循環的な利用が行われることを促進し，及びその適正な処分が困難とならないようにするために必要な措置を講ずる責務を有する。」と定めており，各種リサイクル法の基本的な方針ともなっている。先に示した廃棄物の処理の優先順位を基本原則としているが，現状ではマテリアルリサイクルを実施するには，廃製品の成分等情報の不足や効率的な生産が整備し

ていないことなどによる高額の再生コストのため，十分に普及できない状態が数多く発生している。

容器包装に関しては，身近な問題であるため一般公衆からも廃棄物の処理の優先順位を基本原則に対する矛盾点が指摘されている。「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（以下，容器包装リサイクル法とする。）」第2条第8項第1号には，「自ら分別基準適合物を製品（燃料として利用される製品にあっては，政令で定めるものに限る。）の原材料として利用すること。」とされ，政令（容器包装リサイクル法施行令第2条：2006年制定，2007年施行）では，「燃料として利用される製品」を次のように示している。

①主として紙製の容器包装であって次に掲げるもの以外のものに係る分別基準適合物を圧縮又は破砕することにより均質にし，かつ，一定の形状に成形したもの

イ　主として段ボール製の容器包装

ロ　飲料を充てんするための容器（原材料としてアルミニウムが利用されているものを除く。）

②主としてプラスチック製の容器包装（飲料又はしょうゆを充てんするためのポリエチレンテレフタレート（PET）製の容器その他その容器に係る分別基準適合物を燃料以外の製品の原材料として利用することが容易なものとして主務大臣が定めるポリエチレンテレフタレート（PET）製の容器を除く。）に係る分別基準適合物を圧縮又は破砕することにより均質にし，かつ，一定の形状に成形したもの

③炭化水素油

④水素及び一酸化炭素を主成分とするガス

さらに，当該政令が制定された同年に，告示された「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律第三条第一項の規定に基づく，容器包装廃棄物の排出の抑制並びにその分別収集及び分別基準適合物の再商品化の促進等に関する基本方針」（改正 平成十八年十二月一日 財務省，厚生労働省，農林水産省，経済産業省，環境省）では，プラスチックのリサイクルについて，次の内容が示されている。

> 五　分別基準適合物の再商品化等の促進のための方策に関する事項
> 1　容器包装の種類ごとの対応
> （4）　プラスチック製の容器包装
> プラスチック製の容器包装（ペットボトルを除く。）の再商品化に当たっては，まず，ペレット等のプラスチック原料，プラスチック製品，高炉で用いる還元剤，コークス炉で用いる原料炭の代替物，炭化水素油，水素及び一酸化炭素を主成分とするガス等の製品の原材料としての利用を行い，それによっては円滑な再商品化の実施に支障を生ずる場合に，固形燃料等の燃料として利用される製品の原材料として緊急避難的・補完的に利用する。当該燃料の利用に当たっては，環境保全対策等に万全を期しつつ，特に高度なエネルギー利用を図ることとする。

したがって，プラスチック製の容器包装に関しては，ケミカルリサイクルやサーマルリサイクルによってエネルギー利用が可能であることが認められ，一般公衆からはプラスチックゴミの分別回収に対して無駄な努力ではないかとの疑問が多く示された。環境省ホームページに記載された「容器包装リサイクル法とは◆その他（1）プラスチック製容器包装のサーマルリカバリー［平成19年４月施行］」では，「市町村による分別収集の拡大により，今後の５年間でプラスチック製容器包装の分別収集量がリサイクル可能量を上回る可能性があることから，このような場合の緊急避難的・補完的な対応として，プラスチック製容器包装を固形燃料等の原材料として利用することをリサイクル手法として認めることにしました。」との発表もされている。経済的，技術的に無理にマテリアルリサイクルを進めても却って，無駄で不安定な法令運営になってしまうことから，先進諸国の制度を導入する前に，現状分析を十分に行う必要がある。わが国の廃棄物処理は，海外と大きく異なる点として中間処理としてほとんどが焼却されていることがあげられる。燃焼による化学反応でダイオキシン類等の発生など有害物質の環境放出が問題となっているが，（生活できる）国土が狭いことから必然的に生じた現状であるため，当面はサーマルリサイクルでの対応も前提に対処していく必要がある。基本的には，廃棄物処理の優先度が最も高い減量化が進んでいくことが，予想されるためマテリアルリサイクル，サーマルリサイクルの実現可能性を経時的に分析し，ロードマップを作成し対処していく必要があるだろう。

3.2　放射性廃棄物

（1）原子力発電で発生する廃棄物

一方，原子力発電によって発生した高レベル放射性廃棄物いわゆる使用済燃料[13]は，現在は青森県六ヶ所村核廃棄物リサイクル施設内に中間貯蔵（30～50年）されている。貯蔵の最初の段階では使用済燃料は200℃であることから，2～3年をかけて特別の貯蔵施設で100℃まで冷却させ，その後，キャニスターに入れられ貯蔵されることとなる。この冷却の際に発生する熱の利用（サーマルリサイクル）について現在研究が進められているが，まだ実用化には至っていない。

また，中間所蔵後の放射線[14]が発生しなくなるまで（安全性が確保できるまで）数万年貯蔵しなければならない最終処分に関しては未だ処分地が決まっていない。最終処分とは，使用済燃料を再処理したのちに残存するもの（固形化したもの：特定放射性廃棄物［特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律第２条第１項］）を，「地下三百メートル以上の政令で定める深さの地層において，特定放射性廃棄物及びこれによって汚染された物が飛散し，流出し，又は地下に浸透することがないように必要な措置を講じて安全かつ確実に埋設することにより，特定放射性廃棄物を最終的に処分すること」をいい（特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律第２条第２項），原子力発電環境整備機構が経済産業省令の最終処分計画に従い，処理地の選定等を実施している[15]。

したがって，最終処分の前提として再処理が定められており，再処理で「原子炉に燃料として使用した核燃料物質その他原子核分裂をさせた核燃料物質（使用済燃料）から核燃料物質そ

の他の有用物質を分離するために，使用済燃料を化学的方法により処理」（核燃料等規制法 第２条第８項）を行い，プルサーマル用 MOX 燃料[16]，または高速増殖炉燃料として燃料利用することが計画されている。

原子力発電所では，発電関連作業で発生した手袋や衣服など被爆した［励起した］低レベル放射性廃棄物も大量に発生し，その多くは原子力発電所内に通常の鉄製のドラム缶で貯蔵されている。貯蔵量を超えたものについては，青森県六ヶ所村にある日本原燃株式会社核廃棄物リサイクル施設低レベル放射性廃棄物埋設センターに貯蔵されている。1992年より貯蔵が始まり，2007年現在で60万本のドラム缶が貯蔵されており，今後約300年相当の貯蔵処分が可能である（最終的には60万 m^3 の貯蔵規模となる予定）。これらは，放射線によるリスクは小さいが，サーマルリサイクル等はほとんど不可能である。

今後10年程度のわが国の原子力利用の基本方針として2005年10月に閣議決定された「原子力政策大綱」（原子力委員会作成）には，原子燃料サイクルについて積極的な対応が述べられている。

＜原子力発電，原子燃料サイクルに関する主な方針＞

・原子力発電は基幹電源

原子力発電は，地球温暖化とエネルギー安定供給に貢献しており，基幹電源として位置づけて，着実に推進していく。

・原子燃料サイクルの確立

使用済燃料を再処理し，回収されるプルトニウム，ウラン等を有効利用することを基本とする。

・プルサーマルの推進

使用済燃料を再処理し，回収されるプルトニウム，ウラン等を有効利用するという基本方針をふまえ，当面，プルサーマルを着実に推進する。

・高速増殖炉は2050年頃からの導入を目指す

高速増殖炉は，ウラン需要の動向や経済性等の諸条件が整うことを前提に，2050年頃から商業ベースでの導入を目指す。

・使用済燃料の中間貯蔵

使用済燃料のうち，再処理能力の範囲を超えて発生したものについては，中間貯蔵し，その処理の方策は2010年頃から検討を開始する。

・放射性廃棄物の処分

放射性廃棄物は，適切に区分を行い，それぞれの区分ごとに安全に処理・処分することが重要である。

（２）MOX 燃料

使用済燃料は，サーマルリサイクル（そもそも燃料として使用されるものを，新たな技術で効率的に使用しているので，廃掃法に基づく廃棄物の熱回収とは異なる）が法的義務として実施されることになる。通常の原子力発電で使用できるウランは，ウラン235（^{235}U）で，天然

ウランに約0.720％しか含まれていない。わが国で行われている軽水炉（水）式発電では，約３～５％程度まで濃縮（一般的にウラン濃縮といわれている）させている。プルサーマルによるサーマルリサイクルは，理論的にはウランの消費効率を通常の約0.5％から0.75％に高めることができる。但し，実際の効率はこれより低下すると考えられる。しかし，使用済み燃料の再処理には安全性等高度な技術を必要とし，現状では処理コストが高額であるため，発電コストは通常のウランの消費より大きくなる。現在（2010年８月現在）わが国の原子力発電所を持つ電力会社では，北陸電力を除き全てプルサーマル発電実施を計画しており，九州電力では海外より購入したMOX燃料を既に玄界灘原子力発電所原子炉に投入し混合燃焼している。わが国で使用済燃料を再処理し，MOX燃料製造を計画している青森県六ヶ所村にある日本源燃株式会社核廃棄物リサイクル施設では，2015年６月から供給を予定している。

他方，エネルギー効率を高めることができる高速増殖炉（Fast Breeder Reactor；以下，FBRとする）に関しては，ウラン消費効率が理論的には60％に達することが可能であり，FBRでの核燃料の供給は7000年が可能となる。但し，実際にはさまざまなロスを考慮すると，2000年程度と見られている。使用済燃料の再処理で作られるMOX燃料も，プルトニウム（^{239}Pu）の含有量が16～21％と多い（軽水炉で使用されるプルトニウムは4～9％である）。高速増殖炉では，加速した中性子をプルトニウムに衝突させ核分裂を起こさせ，熱エネルギーを発生させる。核分裂時に飛び出した中性子が，通常の原子炉では，反応しないウラン238（^{238}U）に衝突し，質量数239になりプルトニウムを生成させ，さらに中性子が衝突し連鎖反応で核反応が進む。これにより，莫大な熱エネルギーを得ることが可能となり，効率的な核反応が可能となる。わが国の高速増殖炉「もんじゅ」では，PWR（Pressurized Water Reactor：加圧水型軽水炉）[17]方式の発電を行っており，冷却材（熱媒体）は中性子の吸収が少なく励起しにくいナトリウムを使用している。ナトリウムは，融点97.8℃，沸点881.4℃，密度0.968g/cm^3（20℃）と冷却材としては液体で使用可能であるが，水分と激しく反応するため取り扱いに注意を要する。

高速増殖炉の開発・普及に関して政府は，2025年に100万キロワットの実証炉，2050年には80万キロワットの商業炉を計画している。しかし，開発コストが莫大なことと，MOX燃料が高価であることなどから，民間企業（電力会社）はあまり積極的ではない。但し，現在の原子力発電は，ウランが現状でも約60年で枯渇することから考えて，次世代の原子力発電の開発は不可欠である。中国，インド，韓国，米国などが原子力発電の開発，普及に熱心なことから，ウランの争奪が激しくなり，高騰も予想され，枯渇も早い時期になると考えられる。大量のウランの使用済燃料（廃棄物）から新たなエネルギーを生み出す技術開発は，極めて重要といえよう。すなわち，再生処理によってMOX燃料の供給が可能となり，プルサーマル，高速増殖炉の技術が確立すれば，全くの不要物とされた放射性廃棄物が莫大なエネルギー資源に生まれ変わることとなる[18]。

また，放射性廃棄物のサーマルリサイクルでは，廃掃法に基づく有機性廃棄物のサーマルリサイクルのように有害物質や地球温暖化原因物質である二酸化炭素は排出せず，最終処分地での発酵によるメタン発生もないが，有害無益で生体にとって極めて高いハザードを持つ放射線

を発するため安全技術の開発が最も重要である。人類に対するポジティブな面での必要性だけを理解しても，ネガティブな面の問題の解決にはならない。

4. 課題

4.1 有害性及び危険性

廃掃法上の廃棄物は，人為的に莫大に生産される多種多様の製品が混在した最終的な形態であるため，含有物を詳細に特定することは極めて困難である。産業廃棄物等の廃掃法での分類は，次に示すように簡易な（廃掃法第 2 条第 4 項第 1 号及び第 2 号）規定のみしかなく，事業所から排出される廃棄物の成分を特定することはできない。このため，物質資源として利用することは非常に困難である。したがって，比較的に高価な化学物質が配合されたもののみが，当該化学物質を抽出することによりマテリアルリサイクルを可能にしている。しかし，不純物に何が含まれるか不明であることで処理に大きな負担を生じることがある。

①産業廃棄物（廃掃法施行令第 2 条から抜粋）

ⅰ．紙くず（建設業に係るもの（工作物の新築，改築又は除去に伴つて生じたものに限る。），パルプ，紙又は紙加工品の製造業，新聞業（新聞巻取紙を使用して印刷発行を行うものに限る。），出版業（印刷出版を行うものに限る。），製本業及び印刷物加工業に係るもの並びにポリ塩化ビフェニルが塗布され，又は染み込んだものに限る。）。

ⅱ．木くず（建設業に係るもの（工作物の新築，改築又は除去に伴つて生じたものに限る。），木材又は木製品の製造業（家具の製造業を含む。），パルプ製造業，輸入木材の卸売業及び物品賃貸業に係るもの，貨物の流通のために使用したパレット（パレットへの貨物の積付けのために使用したこん包用の木材を含む。）に係るもの並びにポリ塩化ビフェニルが染み込んだものに限る。）。

ⅲ．繊維くず（建設業に係るもの（工作物の新築，改築又は除去に伴つて生じたものに限る。），繊維工業（衣服その他の繊維製品製造業を除く。）に係るもの及びポリ塩化ビフェニルが染み込んだものに限る。）。

ⅳ．食料品製造業，医薬品製造業又は香料製造業において原料として使用した動物又は植物に係る固形状の不要物。

と畜場においてとさつし，又は解体した食鳥処理場において食鳥処理をした食鳥に係る固形状の不要物。

ⅴ．ゴムくず。

ⅵ．金属くず。

ⅶ．ガラスくず，コンクリートくず（工作物の新築，改築又は除去に伴つて生じたものを除く。）及び陶磁器くず。

ⅷ．鉱さい。

ⅸ．工作物の新築，改築又は除去に伴つて生じたコンクリートの破片その他これに類する不要物。

ｘ．動物のふん尿（畜産農業に係るものに限る。）。

ｘｉ．動物の死体（畜産農業に係るものに限る。）。

ｘⅱ．ばい煙発生施設，特定施設（ダイオキシン類を発生し，及び大気中に排出するものに限る。）又は次に掲げる廃棄物の焼却施設において発生するばいじんであって，集じん施設によって集められたもの。

イ．燃え殻，ロ．汚泥，ハ．廃油，ニ．廃酸

ホ．廃アルカリ，ヘ．廃プラスチック類

ト　前項目（ローマ数字）に掲げる廃棄物（ｉからⅲまで及びｖからⅸまでに掲げる廃棄物にあっては，事業活動に伴つて生じたものに限る。）

ｘⅲ．燃え殻，汚泥，廃油，廃酸，廃アルカリ，廃プラスチック類，前項目（ローマ数字）に掲げる廃棄物（ｉからⅲまで，ｖからⅸまで及び前項目（ローマ数字）に掲げる廃棄物にあっては，事業活動に伴つて生じたものに限る。）又は廃棄物を処分するために処理したものであって，これらの廃棄物に該当しないもの。

②輸入された廃棄物（①に掲げる廃棄物，船舶及び航空機の航行に伴い生ずる廃棄物）並びに本邦に入国する者が携帯する廃棄物

ｉ．航行廃棄物（廃掃法施行令第２条の２から抜粋）

船舶及び航空機の航行に伴い生ずる廃棄物は，船舶内にある船員その他の者及び航空機内にある航空機乗組員その他の者の日常生活に伴って生じたごみ，し尿その他の廃棄物とする。

ⅱ．携帯廃棄物（廃掃法施行令第２条の３から抜粋）

本邦に入国する者が携帯する廃棄物は，入国する者の外国における日常生活に伴って生じたごみその他の廃棄物（ｉに規定する廃棄物を除く。）であって，当該入国する者が携帯するものとする。

サーマルリサイクルにおいても，複雑多岐な化学物質が含まれている廃棄物を燃焼すると炉内でどのような反応が発生するのか想定できず，思わぬ有害物質の発生も予想される。一時廃棄物を RDF（Refuse Derived Fuel：固形化燃料）として，貯蔵可能な燃料として利用しようという試みも多くの自治体で行われたが，燃焼時に発生する有害物質への懸念が大きく，あまり利用はされなかった。石川県等の地方公共団体清掃組合で製造されている RDF のように，製造した廃棄物処理場の助燃剤など使用される幅は限られている。さらに，RDF の製造施設では，故障，事故が多発し，不特定な化学物質を複雑に配合している廃棄物を再利用することの困難さが露呈した。したがって，ある程度含有化学物質が想定できる廃棄物に対してのサーマルリサイクルを図る必要があるといえる。例えば，プラスチック類を油化する技術は国際的に普及しつつある。また，家庭からの排泄物や生ゴミなどを利用したバイオガス（メタンガス）の供給や，紙やプラスチックのみを固形化する RPF（Refuse Paper & Plastics Fuel）などは，マテリアルリサイクルに比べ容易に資源化できるため，実用化・普及しつつある。

製品含有成分の開示及び MSDS 情報の整備が極めて遅れているわが国では，マテリアルリサイクルは非常に難しい。MSDS の開示を要求している法律は，「特定化学物質の環境への排

出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（以下，化学物質把握管理促進法とする）」（通常，PRTR 法[19] といわれている）で第14条において，「指定化学物質等取扱事業者は，指定化学物質等を他の事業者に対し譲渡し，又は提供するときは，その譲渡し，又は提供する時までに，その譲渡し，又は提供する相手方に対し，当該指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報を文書又は磁気ディスクの交付その他経済産業省令で定める方法により提供しなければならない。」と定めている。しかし，罰則がなく監視されることもないため十分に普及していない。また，この MSDS の開示は事業者間のみとなっており，一般公衆への開示義務はない。当該規制の対象となっている指定化学物質には，第一種指定化学物質（化学物質把握管理促進法施行令第 1 条別表一）として354物質，第二種指定化学物（化学物質把握管理促進法施行令第 2 条別表二）として81物質が定められている。したがって，廃棄物の含有成分の情報が整備されるまでは，サーマルリサイクルの推進を図り，非化石エネルギーの拡大を効率的に実施する方が環境保全上合理的である。「循環型社会形成推進基本法」第 7 条に定める廃棄物の処理の優先順位を再検討する必要がある。

放射性廃棄物の場合，排出される化学物質はほぼ想定されているため，有害性または危険性は，ほぼ限定できる。この性質は科学的にほとんど解明されているため，事前に詳細な安全対策について検討することができる。したがって，定常状態で環境への影響を与えることは極めて少ないと考えられる。また，MOX 燃料を使用し，プルサーマル，高速増殖炉の安全性が確立し，本格的に稼働できれば，わが国のエネルギー供給が大きく変わることとなり，化石燃料を回避できることで地球温暖化原因物質である二酸化炭素，酸性雨やその他環境汚染の原因物質であるイオウ酸化物の人為的な環境放出減少に大きく寄与することとなろう。但し，MOX 燃料の残渣についても高い放射能を有していることから，科学的な知見に基づき最も安全性が高い方法で最終処分されることが望まれる。

4.2 事故の可能性

含有物質の想定が難しい廃棄物をサーマルリサイクル資源とすると，予想外の事故が発生する可能性もある。バイオガス生成時の発酵工程等では，水素ガスの発生によって爆発事故も起こっている。また，RDF の製造過程でも廃棄物内に想定外のものが配合されていたことでしばしば製造施設が故障または事故を起こしている。御殿場市の清掃組合が導入した RDF 製造施設では，度重なる故障のため想定していた生産ができず，導入した行政が業者に損害賠償を求める事態にもなっている。廃棄物は環境法政策上減少が誘導されているため，今後多数の施設が建設されるとは考えられないが，PFI 事業などでサーマルリサイクルは，比較的採算がよいため、検討に加えられる可能性が高い。施設内に貯蔵される化学物質の存在については，消防法及びその関連法令や労働基準法及びその関連法令に基づいて把握がなされているが，わが国は縦割り行政であるため，情報の共有は行われていない。環境汚染に関わる汚染については法に基づいて事前に検討することは難しい。環境汚染にかかる事故時の対処に関しては，大気汚染防止法第17条で事後措置（事故時の措置）が定められている。事故時措置の規制対象となる化学物質は，わずか28物質[20] のみである。

一方，プルトニウムリサイクル（プルサーマル）に関しては，英国・セラフィールド再処理工場で事故が相次ぎ大きな問題となった。日本から委託した高レベル放射性廃棄物も処理されず，わが国の青森県六ヶ所村核廃棄物リサイクル施設に戻ってきている。フランスでは，高速増殖炉スーパーフェニックス（SPX）で複数の事故が発生し，安全性が確保できなくなり，さらに運営経費が高額で開発が進まないことから1998年に閉鎖している。高速増殖炉に関しては，英国でも開発凍結，米国では開発中止となっている。スパーフェニックス計画は，1986年には実証炉で送電を開始し，一時は世界で最も開発が進んでいた。現在世界で最も開発が進んでいるわが国の福井県敦賀市にある高速増殖炉「もんじゅ」（当時は，動力炉・核燃料開発事業団，現 日本原子力研究開発機構）では，1995年に発電を開始したが，性能試験運転中に2次冷却材のナトリウムがもれだし，空気中の水分と反応して火災事故を起こしている。さらに動力炉・核燃料開発事業団は，事故現場を撮影したビデオを隠蔽するなど虚偽の報告などで社会的に大きな問題も引き起こしている。高速増殖炉本体の事故ではないにもかかわらず，事実の隠蔽など社会的にあるまじき組織管理のために，重要な技術開発が急激に遅れることとなったことは非常に残念である。なお，1978年から同じ福井県敦賀市でプルトニウム・ウラン混合酸化物とウラン酸化物を燃料として使用する新型転換炉「ふげん」（出力16万5000kW）も稼働していたが，2003年 3 月に廃炉となり，現在は放射能レベルの減衰を行っている。「ふげん」は，冷却材に軽水（水）を使用し，減速材にトリチウム（重水）を使用している。トリチウムは取り扱いが困難で漏洩事故が多く，高コストを要したことがネックとなり廃炉となった。

国際的に原子力発電所の事故による不安（放射能汚染）が高まったのは，1979年 3 月28日に米国ペンシルバニア州スリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所 2 号機で発生した事故である。この事故では，機器の故障や誤操作の結果，炉内構造物が一部溶解している。スウェーデンでは，「原子力は持続可能な社会の電源としてふさわしくない」として1980年の国会決議で稼働中及び建設中の原発12基を廃止することを決めている。電力会社はこの決議を不服として最高裁判所に提訴したが認められず，1999年11月に稼働中のバルセベック原発1号機（出力61.5万キロワット）が世界ではじめて閉鎖された[21]。なお。原子力発電の代替エネルギーとして，廃棄物からバイオガスを生成し，都市ガス化，バイオガス自動車の普及などをはかっている。近年発生したわが国の深刻な事故としては，福井県敦賀市にある関西電力美浜原子力発電所 3 号機（出力82万6000kW）PWR[22] 式原子炉で発生している。この事故では，復水管が破裂して高温高圧の 2 次冷却水が水蒸気となってふきだし，作業員 5 人が死亡，重軽傷者 6 人を出している。この事故の原因である復水管の破裂は，高温高圧の水流で配管の肉厚がけずられる「減肉摩耗」によるもので，関西電力は破裂した配管の点検を，1976年（昭和51）12月の運転開始以来，１度もおこなっていなかったことも判明し，「もんじゅ」の事故と同様に社会的な批判をあびた[23]。但し，放射能漏れはなかった。このような事故のため，プルサーマル計画の実施は延期を余儀なくされている。

商業用の原子力発電所の事故は，国際原子力事象評価尺度（INES）によって 8 段階（レベル 0 ～レベル 7 ）に評価されている。トラブルが発生すると「総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会 INES 評価小委員会」により評価され，経済産業省から公表されているシス



図 2．関西電力美浜原子力発電所と手前に広がる海水浴場（2009年 8 月）

テムとなっている。前述の「もんじゅ」及び美浜原子力発電所 3 号機の事故は，0 プラスとなっている。なお，わが国における原子力発電所の事故補償に関して原子力事業者には，「原子力損害の賠償に関する法律」により無過失責任とされ，一工場若しくは一事業所当たり若しくは一原子力船当たり1200億円（熱出力が一万キロワットを超える原子炉の運転［工場又は事業所における運搬，貯蔵又は廃棄を含む］：原子力損害の賠償に関する法律［2009年改正］施行令第 2 条）を限度とする損害賠償措置を講ずる（具体的には責任保険契約の締結）ことが義務づけられている（第 3 条 6 条，7 条）。ただし，損害額がこれを越えた場合には，政府が損害を賠償するために必要な援助を行なうと定めている（第16条）。また，原子力関連の事故を防ぐために，内部告発者の保護制度（原子炉等規制法66条の 2 ）を定め，より安全性を高めている[24]。原子力関連施設での事故が複数発生しているため，フェールセーフ[25] やフールプルーフ[26] をさらに向上させていく必要があるだろう。

5. まとめ

廃棄物は，自然循環に入り込めないため地球の物質バランスを変化させ，人類または生物の生息環境を悪化させている。理想的には，物質レベルでナノテクノロジーによって製品が管理され，廃棄物が発生しないような物質循環が可能になれば，環境問題は生じないが，現状では人類が有している科学技術は，まだその知識レベルにはほど遠い。したがって，物質レベルでリサイクルするマテリアルリサイクルも限られたものになる。対して，サーマルリサイクルは，比較的簡単な反応を利用していることもあり，当面の対策としては有効であると考えられる。

特に廃棄物の中間処理において燃焼が著しく普及しているわが国にとって，合理的にサーマルリサイクルを取り入れる必要がある。現状の法制度では，減量化，リユース，マテリアルリサイクル，サーマルリサイクル，適正処理といった処理の優先順位があるため，却って矛盾も発生している。合理的で柔軟な法制度を再度検討すべきである。

さらに，原子力発電における使用済燃料に関しては，環境法制度から除外されていることも非合理的となっている。プルサーマルや高速増殖炉は，サーマルリサイクルに近いシステムであり，廃棄物のエネルギー利用として総合的に検討していくべきである。原子力発電を推進している国々には，放射性廃棄物の増加は避けては通れない事実であり，潜在的な環境リスクの拡大は，必然的に進行する。経済成長による廃棄物増加問題と同様である。ウランの新たな利用を減少させるために，原子力発電で生じた使用済燃料を有効利用することは，廃掃法及び循環型社会形成推進基本法の目的と同じ方向を向いているものであり，原子力関連法との整合性をとり，今後のエネルギー供給への効率的な寄与を考えていくべきであろう。特に，核再処理によってリサイクルされる使用済燃料は，潜在的に莫大なエネルギーをもっており，地球温暖化，酸性雨その他化石燃料による問題を解決する可能性を秘めている。但し，深刻な環境汚染をもたらす全く不必要な放射能が一緒に発生する深刻な課題もある。

製品の減量化・マテリアルリサイクル及び安全性を確立した核使用済燃料の再利用には長期間を要することはほぼ確定していることから，まず使用済製品の合理的なサーマルリサイクルを図り，適宜計画的にそれぞれの開発，普及を進めていくことが重要であると考えられる。したがって，国家レベルで廃棄物全般のエネルギー利用に関し，統一的政策として進めていくことが期待される。

なお，本論文の放射性廃棄物にかかる記述部分は，2009年度教養学部教育研究補助金により実施した「環境学講義内容における原子力発電の環境保全面での有効性と環境負荷の教授」の調査研究成果に基づいている。

注

1）原子力基本法では，第4条に内閣内での原子力委員会及び原子力安全委員会の設置が定められ，第5条第2項で「原子力安全委員会」が，原子力の研究，開発及び利用に関する事項のうち，安全の確保に関する事項について企画し，審議し，及び決定することが規定されている。

2）廃掃法第2条では，「廃棄物」を，「ごみ，粗大ごみ，燃え殻，汚泥，ふん尿，廃油，廃酸，廃アルカリ，動物の死体その他の汚物又は不要物であつて，固形状又は液状のもの（放射性物質及びこれによつて汚染された物を除く。）」としており，産業廃棄物を同条第4項で，①事業活動に伴つて生じた廃棄物のうち，燃え殻，汚泥，廃油，廃酸，廃アルカリ，廃プラスチック類その他政令で定める廃棄物，②輸入された廃棄物（①に掲げる廃棄物，船舶及び航空機の航行に伴い生ずる廃棄物［航行廃棄物］並びに本邦に入国する者が携帯する廃棄物［携帯廃棄物］を除く。）とされており，同条第2項で，「一般廃棄物とは，産業廃棄物以外の廃棄物をいう。」とされている。

3）一般廃棄物について「専ら再生利用を目的とする」の場合の収集及び運搬については，廃掃法第7条第1項では，「一般廃棄物の収集又は運搬を業として行おうとする者は，当該業を行おうとする区域（運搬のみを業として行う場合にあつては，一般廃棄物の積卸しを行う区域に限る。）を管轄する市町村長の許可を受けなければならない。ただし，事業者（自らその一般廃棄物を運搬

する場合に限る。），専ら再生利用の目的となる一般廃棄物のみの収集又は運搬を業として行う者その他環境省令で定める者については，この限りでない。」と定められている。また，処分については当該法第 7 条第 6 項で，「一般廃棄物の処分を業として行おうとする者は，当該業を行おうとする区域を管轄する市町村長の許可を受けなければならない。ただし，事業者（自らその一般廃棄物を処分する場合に限る。），専ら再生利用の目的となる一般廃棄物のみの処分を業として行う者その他環境省令で定める者については，この限りでない。」と定められている。

4）「循環型社会形成推進基本法」第 2 条第 4 項では，「循環的な利用」の定義で，「再使用，再生利用及び熱回収をいう。」と定めており，再生利用等と曖昧な表現では，循環な利用を示していると解される。なお，当該法第 2 条第 6 項で，「再生利用」とは，「循環資源の全部又は一部を原材料として利用すること」と定めており，マテリアルリサイクルに限定している。

5）産業廃棄物の「専ら再生利用を目的とする」の場合の収集及び運搬については，廃掃法第 14 条第 1 項で「産業廃棄物（特別管理産業廃棄物を除く）の収集又は運搬を業として行おうとする者は，当該業を行おうとする区域（運搬のみを業として行う場合にあつては，産業廃棄物の積卸しを行う区域に限る。）を管轄する都道府県知事の許可を受けなければならない。ただし，事業者（自らその産業廃棄物を運搬する場合に限る。），専ら再生利用の目的となる産業廃棄物のみの収集又は運搬を業として行う者その他環境省令で定める者については，この限りでない。」となっており，処分については第 6 項で，「産業廃棄物の処分を業として行おうとする者は，当該業を行おうとする区域を管轄する都道府県知事の許可を受けなければならない。ただし，事業者（自らその産業廃棄物を処分する場合に限る。），専ら再生利用の目的となる産業廃棄物のみの処分を業として行う者その他環境省令で定める者については，この限りでない。」と規定されている。

6）産業廃棄物の処分又は再生を委託する場合，廃掃法施行規則第 8 条の 4 第 2 項では，産業廃棄物の処分又は再生に係る委託契約書，許可証の写し，認定証の写し，その他の受託者が他人の産業廃棄物の処分又は再生を業として行うことができる者であつて委託しようとする産業廃棄物の処分又は再生がその事業の範囲に含まれるものであることを証する書面を定めている。

7）わが国の PFI 法（民間資金等の活用による公共施設等の整備等の促進に関する法律）は 1999 年 7 月に公布されている。他国と違い行政と民間が対等な立場に立ち，公共コストの削減（単位コスト当たりのサービスの拡大）を重視した規制にはなっていないと解され，市場の競争の概念より公共投資の活性化（事業コストの増加など）に視点がある。このような法規制下で，民間の資金，経営及び技術的能力を活用し，一般廃棄物の処理（中間処理等）及び最終処分場の設計・建設，維持管理・運営が実施されている。PFI 法に基づいた一般廃棄物処理場事業は秋田県大館市で，次いで岡山県倉敷市で「資源循環型廃棄物処理施設整備運営事業」（ガス化溶融方式によって処理残渣のほぼ全量をリサイクル利用することを目標としている）として，一般廃棄物と産業廃棄物を一括して処理する計画となっている。

8）廃掃法施行規則第 8 条の 19 第 3 項では，産業廃棄物管理票の交付を要しない場合として，「専ら再生利用の目的となる産業廃棄物のみの収集若しくは運搬又は処分を業として行う者に当該産業廃棄物のみの運搬又は処分を委託する場合」があげられている。

9）廃棄物と有価物の分類は，1971 年 10 月の廃掃法を運用するために政府から自治体へ通知した留意事項がその判断基準として現在も使用されており，「廃棄物とは，占有者が自ら利用し，または他人に有償で売却することできないために不要になったもので，占有者の意志，その性状等を総合的に勘案すべきものであって，排出された時点で客観的に廃棄物として観念できるものではない」との内容となっている。この曖昧な判断が慣習化してしまっている。

10）ドイツで 1991 年に制定された「包装廃棄物の回避に関する政令」では，包装廃棄物の発生回避，リサイクル推進，残渣の適正処分が盛り込まれている。当該政令は，1991 年から 1993 年までに，段階的に施行された（1998 年に前述の循環経済廃棄物法の施行に伴い改正）。また 1994 年には，ドイツ基本法（ドイツには憲法がないため憲法に相当する）の第 20 条 a に「（次世代のための）

生命の自然的基盤を保持すること」が新たに制定され，自然の物質循環に関する法制度の充実が図られた。

11）ドイツは，人口が分散しており，NRW 州（ノルトラインウェストファーレン州）など山岳地域がないところでは，廃棄物処理場が新たに作れなくなっている。その背景には，廃棄物処理場の厳しい安全技術基準（廃棄物技術指針：TASi）の影響もある。

12）EU 内で使用が原則禁止されている化学物質は，①鉛，②水銀，③カドミウム，④六価クロム，臭素系難燃剤 2 物質（PBB ／ポリ臭化ビフェニル, PBDE ／ポリ臭化ジフェニルエーテル）である。

13）使用済燃料とは，原子炉に燃料として使用した核燃料物質その他原子核分裂をさせた核燃料物質をいう［「核原料物質，核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」第 2 条第 8 項］。

14）原子力基本法第 3 条第 5 項では，「放射線」とは，電磁波又は粒子線のうち，直接又は間接に空気を電離する能力をもつものと定義される。

15）「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」（2000 年 6 月制定）では，経済産業大臣が，5 年ごとに，10 年を一期とする特定放射性廃棄物の最終処分に関する「最終処分計画」を定め，これを公表することとなっている。また，特定放射性廃棄物の最終処分地での経済産業大臣または経済産業局長の処分に不服がある者は，公害等調整委員会に裁定を申請することができることが，「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」第 26 条第 1 項に定められている。しかし，行政不服審査法 による不服申立てをすることはできない旨も規定されている。

16）MOX（Mixed Oxide Fuel）燃料とは，一般的に天然ウランと使用済燃料から再処理で回収されたウラン（発電後に残った ^{238}U 及び燃え残った約 1%程度の ^{235}U）と酸化プルトニウム（^{239}Pu）の混合酸化物燃料のことをいい，ウランとトリウムの混合酸化物燃料なども考えられる。そもそも，原子炉で核燃料として使用される 2 種類以上の酸化物の総称であるため，原子力基本法第 3 条第 2 号に示される核燃料物質は，ウラン，トリウム等原子核分裂の過程において高エネルギーを放出する物質という規定に従うと複数の種類の物質で生成されることもありうる。

17）PWR は，世界でもっとも多く利用されている原子炉で，1970 年にわが国で最初に稼働した関西電力の美浜原子力発電所（福井県）も PWR である。なお，東京電力などでは，BWR（Boiling Water Reactor：沸騰水型軽水炉）が使われている。

18）なお，太陽で発生しているエネルギーである水素の核融合（熱が放射される）による炉も開発されており，1993 年にニュージャージー州のプリンストン大学でトカマク型反応炉で実験に成功し，太陽の中心温度のおよそ 3 倍の熱を発生させている。現在，日本，ロシア，米国，EU，中国，韓国が協力してすすめている国際熱核融合実験炉も開発されている。

19）PRTR とは，“Pollutant Release and Transfer Register”を略したもので，1992 年の国連環境と開発に関する会議で採択されたアジェンダ 21（19 章「有害かつ危険な製品の不法な国際取引の防止を含む有害化学物質の環境上適正な管理」）の提案に従い，国際的に進められたもので，当初は，IPCS（International Programme on Chemical Safety ／国際化学物質安全性計画），WHO（World Health Organization ／世界保健機構），ILO（International Labour Organization ／国際労働機関），UNEP（United Nations Environment Programme ／国際連合環境計画）の協力で検討が実施された。その後，検討の場は 1994 年以降，OECD（Organization for Economic Cooperation and Development ／経済協力開発機構）に移り，5 回のワークショップで PRTR の有用性，物質の選定基準，データ管理と報告，データの普及と利用，システムの実施が議論された。1996 年には，「OECD 理事会の導入勧告」が発表となり，各国で PRTR 制度の導入が進められている。PRTR は，有害性のある多種多様な化学物質が，どのような発生源から，どれくらい環境中に排出されたか，あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し，集計し，公表する仕組みで，わが国では，企業から排出または廃棄される汚染の可能性のある物質の種類と量を記録し，行政がそのデータを管理規制している。

20）大気汚染防止法第十七条第一項事故時の措置で定める特定物質は，大気汚染防止法施行令（政令）

第 10 条で示されており，次に掲げる物質でる。

一．アンモニア，二．弗化水素，三．シアン化水素，四. 一酸化炭素
五．ホルムアルデヒド，六．メタノール，七．硫化水素，八．燐化水素
九．塩化水素，十. 二酸化窒素，十一．アクロレイン，十二. 二酸化硫黄
十三．塩素，十四. 二硫化炭素，十五．ベンゼン，十六．ピリジン
十七．フエノール，十八．硫酸（三酸化硫黄を含む。），十九．弗化珪素
二十．ホスゲン，二十一. 二酸化セレン，二十二．クロルスルホン酸
二十三．黄燐，二十四. 三塩化燐，二十五．臭素，二十六．ニッケルカルボニル
二十七. 五塩化燐，二十八．メルカプタン

21）スウェーデンは，水力が 48%，原子力が 46%，残りの 6%が風力やバイオマスといった電力バランスで，原子力が重要なエネルギー源であるにもかかわらずこの判断に至ったことは注目される。但し，この背景には，海を隔てて存在するデンマークからの圧力もあったことも事実である。

22）PWR（Pressurized Water Reactor：加圧水型軽水炉）は，加熱された水は，蒸気発生器で 2 次冷却水に熱をつたえ，2 次冷却水を沸騰させて蒸気をつくりだす方式である。この方式では，蒸気は発電用タービンをまわしたのち，水にもどされ，ふたたび蒸気発生器におくられるため，タービンをまわす蒸気には放射能がふくまれないことになるが，蒸気発生器の細管（伝熱管）に大きな負担がかかる。一方, 東京電力等で使われている BWR（Boiling Water Reactor：沸騰水型軽水炉）は，原子炉の圧力容器でつくられた蒸気がそのまま発電用蒸気タービンにおくられ，蒸気は復水器（莫大な数の冷却用配管）で冷却して水にもどされ（復水），ふたたび炉心におくられる。加圧水型軽水炉のような熱交換器がないので簡単な構造になり，熱効率が高いが，タービンをまわす蒸気には放射能がふくまれる。

23）美浜原発 3 号機では，2000 年に 2 次系主給水管の保温材から蒸気漏れ，2002 年に放射能をふくんだ 1 次冷却水の水漏れが発生，2004 年 5 月には火力発電所の検査報告書データのねつぞうが発覚した。以前 1991 年 2 月 9 日にも 2 号機で，蒸気発生器の伝熱管の 1 本が破断し，このため原子炉が自動停止し，非常用炉心冷却装置が働くという事象が発生している。この原因は，伝熱管の振動を抑制するための揺れ止め金具が設計どおりの範囲まで挿入されておらず，大幅に挿入不足であったためと判明している。

24）主務大臣等に対する申告として，核燃料等規制法第 66 条の 2（抜粋）で次が示されている。

第 1 項　原子力事業者等（外国原子力船運航者を除く。以下この条において同じ。）がこの法律又はこの法律に基づく命令の規定に違反する事実がある場合においては，原子力事業者等の従業者は，その事実を次の各号に掲げる原子力事業者等の区分に応じ当該各号に定める大臣又は原子力安全委員会に申告することができる。

①製錬事業者，加工事業者，使用済燃料貯蔵事業者，再処理事業者及び廃棄事業者（旧製錬事業者等, 旧加工事業者等, 旧使用済燃料貯蔵事業者等, 旧再処理事業者等及び旧廃棄事業者等を含む。）経済産業大臣

②使用者（旧使用者等を含む。） 文部科学大臣

③原子炉設置者（旧原子炉設置者等を含む。）原子炉の区分に応じ，当該各号に定める大臣

第 2 項　原子力事業者等は，前項の申告をしたことを理由として，その従業者に対して解雇その他不利益な取扱いをしてはならない。

25）フェールセーフ（fail safe）とは，装置，システムに故障または，誤操作，誤動作による障害が発生した場合，事故にならないように確実に安全側に機能するような設計思想のことである。

26）フールプルーフ（fool proof）とは，作業員などが誤って不適切な操作を行なっても正常な動作が妨害されないことを意味する。

参考文献

(1) 東京電力『原子力発電の現状』(2009 年)
(2) 経済産業省 資源エネルギー庁編集『原子力 2008』(日本原子力文化振興財団, 2008 年)
(3) 経済産業省 資源エネルギー庁編集『原子力 2009』(日本原子力文化振興財団, 2009 年)
(4) 電気事業連合会『原子力 2008 コンセンサス』(2008 年)
(5) 電気事業連合会『原子力 2009 コンセンサス』(2009 年)
(6) 勝田悟『環境学の基本』(産業能率大学, 2008 年)
(7) 勝田悟『環境保護制度の基礎 第 2 版』(法律文化社, 2009 年)
(8) Der Bundesminister Für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit informiert "UMWELTPOLITIK" 1990.
(9) Der Bundesminister Für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit informiert "UMWELTPOLITIK" 1992.
(10) Der Bundesminister Für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit informiert "UMWELTPOLITIK" 1999.
(11) 原子力委員会『原子力政策大綱』(2005 年)
(12) 日本原子力文化振興財団『原子力・エネルギー　図面集』(2010 年)

Abstract

Research on the Rationality of the Law Policy about the Energy Use of the Waste

Satoru KATSUDA

There is a thing spent as a material or a service in the resources which mankind uses. That condition takes either form of the solid, the liquid and the gas. It decides to be kept away as an unnecessary thing after the use from the person's eyes. What can not get into the material circulation of the nature exists as a waste for a long time during the environment. It is harmful to that waste, and there are many dangerous things. Because it can not get into the natural circulation, the material balance of the earth is made to change, and waste makes mankind's or creature's inhabiting environment worse. Mankind's technology is still far in that knowledge level under the present condition though an environmental problem dose not occur if a product is managed ideally in the material level by the nano-technology and the material circulation which waste dose not occur in becomes possible. When these conditions are understood, it can not think that the loss in weight of the waste proceeds easily. Material recycling to recycle in the material level becomes a limited thing, too.

Thermal recycling uses the comparatively easy response to face, and it can think to be effective as an urgent measure. Japan which combustion management is very much popularized by the middle management of the waste must adopt thermal recycling rationally. And, a spent fuel in the atomic power generation is not rational because it is excluded from the environment law. The plutonium use in the thermal reactor and fast breeder reactor are the systems which are close to thermal recycling, and you should examine it synthetically as an energy use of the waste. Increase in the radioactive waste is the fact to avoid it and which can not be regarded in the countries which promote atomic power generation, and the expansion of the latent environment risk necessarily progresses. It is the same as the waste increase problem due to the economic growth. It is the same as the purpose of "the law about the disposal of the waste and cleaning " and "the circulation type society formation promotion basic law" to use the spent fuel which it was formed in by the atomic power generation to make the new use of the uranium decrease.

Consistency with related to the atomic energy is kept, and you will have to think about efficient management to the future energy supply. Specially, the spent fuel recycled by the nucleus re-management has latently enormous energy, and has the possibility to solve global warming, a problem by the acid rain others fossil fuel. But, there is a serious subject which the really unnecessary radioactivity which brings serious environmental pollution occurs in together, too. Therefore, it expects that government advances it about the whole energy use of waste as a standardized policy.

And, the part of the description of the radioactive waste of this thesis is based on the investigation research result of the college of general education education research subsidy in 2009 years “the subject of the environment load and validity on the environment preservation of the atomic power generation in contents of a study of an environment lecture”.