

資源開発工学研究連絡委員会
エネルギー・資源工学研究連絡委員会地球・資源システム工学専門委員会
報告

「循環型社会システム構築のための鉱物・エネルギー資源分野の役割」

平成15年7月15日

日本学術会議
資源開発工学研究連絡委員会
エネルギー・資源工学研究連絡委員会地球・資源システム工学専門委員会

この報告は、第 18 期日本学術会議 資源開発工学研究連絡委員会、エネルギー・資源工学研究連絡委員会地球・資源システム工学専門委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

資源開発工学研究連絡委員会

| | | |
|-----|------|----------------------------------|
| 委員長 | 厨川道雄 | 日本学術会議第 5 部会員、独立行政法人産業技術総合研究所 顧問 |
| 幹事 | 芦田 讓 | 京都大学大学院工学研究科 教授 |
| 幹事 | 松永 烈 | 独立行政法人産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 研究副部門長 |

エネルギー・資源工学研究連絡委員会地球・資源システム工学専門委員会

| | | |
|-----|------|----------------------------------|
| 委員長 | 厨川道雄 | 日本学術会議第 5 部会員、独立行政法人産業技術総合研究所 顧問 |
| | 在原典男 | 早稲田大学理工学部 教授 |
| | 江崎哲郎 | 九州大学大学院工学研究院 教授 |
| | 榎本兵治 | 東北大学大学院環境科学研究科 教授 |
| | 恒川昌美 | 北海道大学大学院工学研究科 教授 |
| | 津 宏治 | 財団法人資源・環境観測解析センター 理事 |
| | 野田徹郎 | 独立行政法人産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 研究部門長 |
| | 藤田豊久 | 東京大学人工物工学研究センター 教授 |
| 幹事 | 山口 勉 | 独立行政法人産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門 総括研究員 |
| | 山富二郎 | 東京大学大学院工学系研究科地球システム工学専攻 教授 |
| 幹事 | 六川修一 | 東京大学大学院工学系研究科地球システム工学専攻 教授 |

以下の方々は審議参加などで協力を得た。

| | |
|------|---------------------------------|
| 中村 崇 | 東北大学多元物質科学研究所 教授 |
| 野口泰彦 | 経済産業省資源エネルギー庁鉱物資源課 課長 |
| 阿部一郎 | 住友金属鉱業株式会社資源事業部事業室 室長 |
| 小林幹男 | 独立行政法人産業技術総合研究所環境調和技术研究部門 総括研究員 |

要旨

1 報告書等の名称

循環型社会システム構築のための鉱物・エネルギー資源分野の役割

2 報告書等の内容

・ 作成の背景

「成長の限界」「IPCC 第3次報告」その他で、このままの成長が続けば、資源（鉱物資源、エネルギー資源、水、農産物など）が枯渇し、環境汚染が地球の有する浄化能力を超え、地球は「限界」を超える、という指摘がされている。

1999年における有害物質の排出量は、「鉱物資源の生産」、「電力」、「化学工業」の順である（地球白書 2002-2003：ワールドウォッチ研究所）という指摘もあり、鉱物資源生産は、背負っている環境負荷「エコリックサック」が大きいことは無視できない。

資源の枯渇及び環境問題は、最近50年間、資源の消費量が急減に増し、幾何級数的な増加が続いていることに起因する。最近、特に発展途上国の消費量の伸びが大きく、その傾向は今後ますます強くなるものと考えられる。

「地球の限界」に資源関連分野から対処するには、枯渇する資源を節約し、地球に大な負荷を与える廃棄物を削減することが重要である。そのため、従来の原料供給 - 製造 - 消費 - 廃棄という線型モデルではなく、可能な限り資源を有効に使用する循環型モデルの導入が重要である。

循環型モデルにおいて、忘れてはならないのは、地球から資源を採取し、最終的には地球に廃棄物を戻すこと、すなわち、地球が出発点であり、最終点であるということである。したがって、モデルを考える場合、出発点である資源の採取から素材化までの過程を無視してはいけない。

鉱山は、大きな「エコリックサック」を宿命的に背負っている。この「エコリックサック」をいかに小さくするかが、モデルにおいて重要な役割をなす。

・ 現状及び問題点

鉱物資源のほとんどを海外、特に発展途上国、に依存している我が国にとって、資源生産国に大きな「エコリックサック」を残している。我が国へ輸入された精鉱の「エコリックサック」は小さいからといって、この問題を無視するわけにはいかない。我が国で培われている資源生産技術を積極的に海外に移転し、海外における鉱山の「エコリックサック」をいかに小さくするかも我が国に与えられた大きな課題である。我が国の産業基盤を支える素材の供給を、地球からの生産から地球に廃棄物として戻すまで、総合的に考え

なければならない。

さらに、循環型モデルを推進する動力となるのが、エネルギーである。化石エネルギーもまた、枯渇資源である。したがって、物質の循環だけでなく、エネルギーの生産と消費を考慮し、モデルを設計しなければならない。また、エネルギー資源の枯渇や環境負荷の点から再生可能エネルギーの導入も重要である。

以上の観点から、どのような資源政策がとられ、今後資源産業界をどのような方向に導こうとしているのか、国内資源が少なくなり、ほとんどの資源を海外に依存している現状において、資源関連企業は、どのような展開を図ろうとしているのか、また、資源産業界を技術的に支援する立場にある大学や研究機関は、どのような展望を持ち、どのような研究を行う機関として位置づけようとしているのかを述べた。

- ・ 改善策、提言等の内容

資源研究を 1) 天然資源の枯渇への対応、2) 地球温暖化問題の解決、3) 鉱山開発等による環境負荷の低減の 3 つをターゲットとする研究として位置づけ、それぞれの研究分野における研究展開を述べるとともに、次の二つの提言を行なった。

天然資源は地球の贈りものと考え、海外生産国における「エコリックサック」を可能な限り少なくするため、わが国の優れた環境保全技術を移転するための技術協力を積極的に進めるとともに、資源生産性を飛躍的に向上させ、環境負荷を低減するような技術開発を進めるべきである。

また、現在使用されている金属それぞれについて、新たな供給とリサイクルの 2 つのケースについて経済性、枯渇性、必要なエネルギー、環境負荷を考慮し、新たな供給を中心に考えるか、リサイクルを中心とするか、あるいは代替品の開発を行うかを検討し、位置づけを明確にすべきである。

目次

| | |
|-----------------------------|----|
| 1．まえがき | 1 |
| 2．循環型社会システムの構築と資源の位置づけ | 5 |
| 3．資源を取り巻く状況 | 9 |
| 4．資源分野の展望 | 12 |
| 4．1 資源政策 | 12 |
| 4．2 資源業界：金属鉱山の一例 | 15 |
| 4．3 研究展開 | 19 |
| 4.3.1 衛星リモートセンシング | 20 |
| 4.3.2 物理探査 | 21 |
| 4.3.3 資源開発 | 24 |
| 4.3.4 素材 | 26 |
| 4.3.5 リサイクル | 29 |
| 4．4 研究組織 | 31 |
| 4.4.1 北海道大学 | 31 |
| 4.4.2 東北大学 | 34 |
| 4.4.3 秋田大学 | 35 |
| 4.4.4 東京大学 | 37 |
| 4.4.5 早稲田大学 | 40 |
| 4.4.6 京都大学 | 42 |
| 4.4.7 九州大学 | 45 |
| 4.4.8 独立行政法人産業技術総合研究所 | 48 |
| 4．5 資源系技術者教育 | 51 |
| 5．循環型社会システムの構築のための資源分野からの提言 | 55 |
| 6．あとがき | 56 |