

## 資源問題と持続可能な開発と発展

### 人口爆発による資源消費

世界の人口は1961年に30億人であったのが1999年には60億人と2倍になり、2011年には70億人に達した。人口増加は今後も継続し、2025年には80億人に達すると予想されている。特に経済発展の著しい中国では2030年前後に人口のピークを迎え14億人、ブラジルでは2040年に2.2億人、インドでは2050年に16億人に達すると予想されている。

このような世界的な人口の増加と、ブリックス(BRICS)(ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカ共和国)に代表される新興国での著しい経済発展のために、世界のエネルギー需要が増大し、それに伴い資源の消費量も2000年以降急増している。

世界の石炭・石油・天然ガスによる一次エネルギーの供給量は1971年の5百万トン(石油換算トン)から2007年には2倍の10百万トンに増加している(International Energy Agency, 2009)。世界の鉄鋼生産量推移を見ると、1970-2000年に約600-800百万トンであったのが、2000年以降急増し2007年には1350百万トンに達している(図1)。このような新興国での高い経済成長は今後も続くと思われており、資源の需要は益々増大すると予想される。

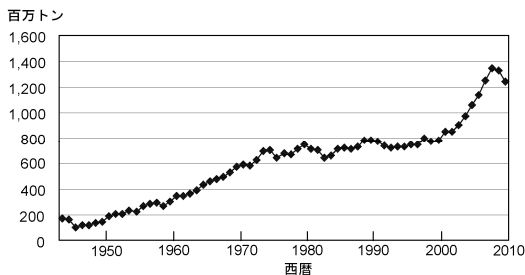


図1 世界の鉄鋼生産量推移。データはU. S. Geological Survey (2010)に基づく。

### 資源の枯渇

資源需要の急増に呼応して鉱物資源の生産量も増加の一途を辿っている(図2)。しかしながら需要増加のため一部の鉱物資源では枯渇の可能性が指摘されている。

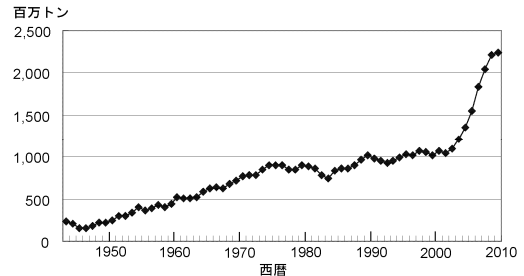


図2 世界の鉄鉱石生産量推移。2000年以降生産量は急増している。データはU. S. Geological Survey (2010)に基づく。

石油の専門家の間では21世紀中に現在の様な石油の生産はピークを迎え、その後生産量は減少するとする「ピークオイル」(Hubbert, 1956)を迎えるという予測が行われている。石油の枯渇に備えて、天然ガスやオイルサンド、オイル頁岩の開発が進んでおり、メタンハイドレード等の非在来型資源の開発のための調査も世界中で行われている。

金属鉱物資源では、米国地質調査所により報告されている埋蔵量を2010年の鉱山生産量で割った「寿命」(静的耐用年数)は、鉄が36年、銅が40年、鉛20年、亜鉛21年、錫20年、タングステン48年、ニッケル49年、モリブデン42年、マンガン78年、コバルト83年であり、多くの金属元素が20-50年程度の寿命を示す。金属資源の埋蔵量は、金属価格の上昇や新たな鉱床の発見・開発により増加するため、ほとんどの金属資源が近い将来(20-30年のうち)に枯渇することは予想されていない。しかしながら、特定の金属(特にレアメタル)を使った新たな製品の爆発的普及等により、金属資源の供給が需要に追いつかない事態は十分起こり得る。

## リサイクル

資源を有効に利用し、資源の枯渇を防ぐために資源を再利用することは極めて重要である。リサイクルは経済性のある資源について行われ、経済性はリサイクルされた資源の需要やリサイクルするための設備の有無(金属資源であれば精錬設備の存在)等に左右される。

日本では鉄や銅、アルミニウム、白金族元素など多くの金属が最終製品からリサイクルされている。液晶に用いられるインジウムは廃最終製品からのリサイクルは行われておらず、製造工程のスクラップからのリサイクル率が79%に達する(表1)。

水銀や鉛のような有害元素もリサイクルの対象である。日本では水銀は廃乾電池や廃蛍光管から回収されており、リサイクルされた水銀は国内の需要を満たすのみでなく、多くは海外に輸出されている。鉛は世界および日本の需要の半分以上がリサイクルされた鉛によりそれぞれまかなわれており、その割合は年々増加している(表1)。

表1 2008年の日本のいくつかの金属元素のリサイクル率と国内需要に占める割合(独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 2009)

元素	リサイクル率	需要に占める割合
Al	87%	45%
Cu	49%	15%
Zn	6%	7%
Hg	100%	>100%
In	79%	60%
Pt+Pd	30%	33%
Pb	90%	50%

日本には携帯電話等の多くの種類のレアメタルを用いた家電製品が廃棄されている。これらに含まれるレアメタルは合計すると膨大な量になり、**都市鉱山**と呼ばれている。これらの廃家電製品からレアメタルを回収しようとする事業が始まっているが、いかに廃家電製品の回収率を上げるかが課題と

なっている。

## 持続可能な開発と発展

社会の開発や発展のために石炭や石油、金属鉱物は必要不可欠な資源であり、これまで人類はこれらの資源を大量に消費してきた。その消費の速度はますます加速しており、このままでは地球温暖化等、良好な地球環境を維持できない事態になりつつある。資源の大量消費による枯渇も現実味を帯びてきている。現在持続可能な開発と発展を実現するために、様々な取り組みが始まっている。大気中の二酸化炭素濃度の増加を抑制するために、石油や石炭の消費を抑えようと風力、太陽光、地熱等の自然エネルギーや原子力エネルギーの利用の促進が進み、ハイブリッド自動車や電気自動車の普及が始まっている。一方でこれらの「グリーンテクノロジー」実現のために多量のレアメタルが必要となり、レアメタル争奪戦が繰り広げられている。

## 文献

独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構(2009) 鉱物資源マテリアルフロー2009. 独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構, 川崎, pp. 391.

Hubbert, M. K. (1956) Nuclear energy and the fossil fuels. Exploration and Production Research Division, Shell Development Company, Publication No. 95, pp. 57.

International Energy Agency (2009) Energy Balances of OECD Countries 2009. pp. 354, IEA, Paris.

U. S. Geological Survey (2010) Historical statistics for mineral and material commodities in the United States. U. S. Geological Survey Data Series 140.

U. S. Geological Survey (2011) Mineral Commodity Summaries 2011. U. S. Geological Survey, pp. 198.

[渡辺 寧]