

### 3.2 物質循環に関する問題

#### (1) 物質資源の減少・枯渇の問題

銅、鉛、亜鉛、金、銀、錫、ニッケル、マンガン、アンチモン、リチウム、インジウム、ガリウムは2050年までの累積使用量が現有埋蔵量の数倍に達すると予想される(図3-5)。銅、鉛、亜鉛、金、銀、錫、ニッケル、アンチモン、インジウムは、埋蔵量ベースと呼ばれる技術的には採掘可能だが経済的理由などで採掘対象とされていない資源の量までも超過してしまう(原田幸明 2007a)。

非鉄金属資源の多くは、自動車・IT関連製品などの製造に不可欠な原材料で、特にレアメタルは、我が国製造業の国際競争力の源であるハイテク製品(ハイブリッド車・太陽電池など)の原材料としても必須である。レアメタルの多くは、中国、南アフリカなど、特定の資源国に偏在している。また、資源が比較的豊富とみなされている鉄や白金についても、2050年までには、白金は現有埋蔵量を超過し、鉄も現有埋蔵量に匹敵する量の消費が予想される(原田幸明 2007a)。

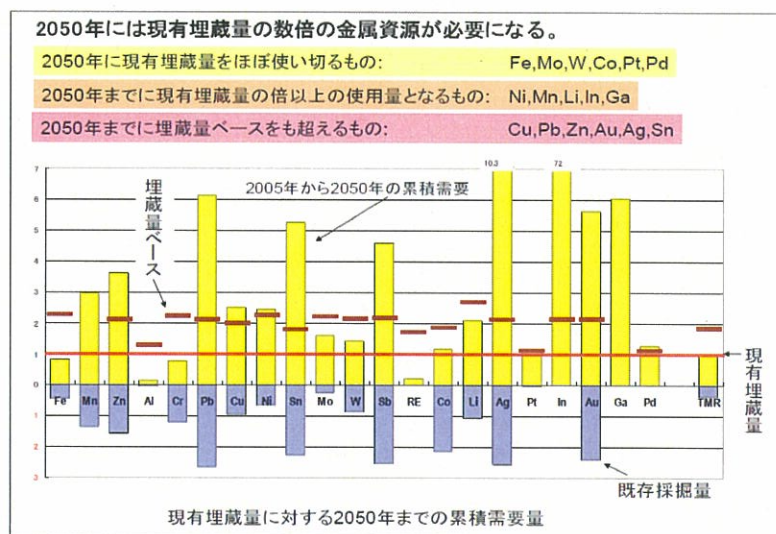


図3-5 既存資源の需要と埋蔵量の見通し

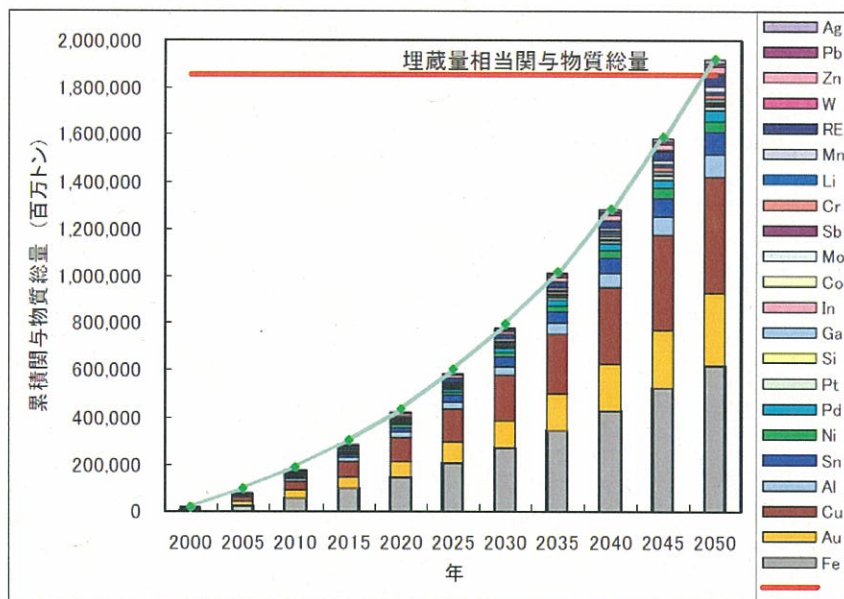
出典：原田幸明, (独)物質・材料研究機構(2007a)

上記のような資源リスクの増大に対して、資源の探索などの取組とともに材料技術的にも、使用量を必要不可欠な部分に限定しつつ性能をアップさせる「減量」、希少性や枯渇性の高い金属元素からより普遍的に存在する元素への「代替」、さらにリサイクルによる「循環」などの取組が必須である。しかし、それらの目標をどこまで設定すればよいのかということが曖昧であり、改善の対象や速度が資源リスクに効果的なものかの判断が難しかった。

目標設定の曖昧さの原因には、1)元素は多種多様でありその違いを無視して「代替」などの目標を数的に表すことは難しい、一方で 2)元素は単独ではなく複数の組み合わせで材料や部材、製品として使用されるため社会全体の資源利用を考えるには異なる元素を足し合

わせて数字化しなければ意味がない、という相矛盾する側面があった。

そこで、原田幸明(2007b)は、多様な元素それぞれを資源の重みを付けて表せる指数として、関与物質総量(TMR: Total Material Requirement)もしくはエコロジカル・リュックサックと呼ばれる数値に着目し、包括的な金属元素利用全体の消費増大予測と、その枯渇への接近度を表せるようにすると共に、資源リスク低減のためにその数値をどの程度までに抑える必要があるのかを検討し、さらに、危惧されている将来の金属資源の利用に対して、これまでの金属の使用量と経済成長の関連の解析をもとに、持続可能な資源利用が可能になるための資源の使用量のレベルを推定した。その結果、持続可能な資源利用には、環境から採掘されている一人当たりの物質総量を、現在の日本のレベルの1/8にしていく必要があることを示した(図 3-6)。この関与物質総量(TMR)は資源循環の長期的目標の設定に用いるための有力な指標であり、1/8 という数値は持続可能性の目標水準の参考となるものである。



関与物質総量は多様な元素それぞれを資源の重みを付けて表した指標。緑の線が GDP との関係より算定した累積関与物質総量。棒グラフは金属毎の積み上げ、赤の線は現有埋蔵量に相当する関与物質総量の値であり、2050 年にはそれを突破することが予想される。

図 3-6 累積関与物質総量

出典：原田幸明, (独)物質・材料研究機構(2007b)

## (2) 物質の大量消費・非循環的消費に伴う廃棄物処理、リサイクルに関する問題

### ① 物質フロー

我が国の物質フローには年間 19 億トンの総物質投入量があり、その半分程度の 8 億トンが建物や社会インフラなどの形で蓄積されている。天然資源等投入量とは、国内・輸入天然