

特集

SDGsとカーボンニュートラルに必要な金属鉱物の安定確保について

元一般社団法人日本メタル経済研究所理事長

川口 幸男



1. カーボンニュートラル（脱炭素化）へ向けた世界的な取り組み

世界は、SDGsの目標13の気候変動対策として、カーボンニュートラル（CN：脱炭素化）の達成へ向けて急速に動き出した。日本政府も2020年10月に、「2050年までにGHG（温室効果ガス）の排出量を実質ゼロにする」ことを宣言し、脱炭素化に向けて大きく舵を切った。その後、ウクライナ侵攻により世界のエネルギー市場は大きく揺さぶられ、脱炭素化への動きは鈍化したものの、その重要性は変わっていない。

脱炭素化にはこれまでのエネルギーの主役だった石油、石炭などの化石燃料から、太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーやEV（電気自動車）などへの「クリーンエネルギー転換」が不可欠である。こうしたエネルギー転換には、再エネやEVに必要な銅やニッケル、リチウム、コバルト、レアアース（希土類）などのレアメタル（希少金属）が必要となる。しかし、日本にはこれらの金属鉱物資源はなく、全量を海外に依存している。このため、日本におけるエネルギー転換には、金属鉱物の安定確保が極めて重要な課題である。本稿では脱炭素化へ向けた取り組みとそれに必要な金属鉱物を巡る現状と課題につき、経済安全保障の観点も踏まえて取り上げてみたい。



2. 脱炭素化に必要な金属鉱物の需要が急拡大

脱炭素化には太陽光発電や風力発電などの再生可能エネルギーやEVの普及が不可欠だが、それにはいろいろな機能を有する金属鉱物が重要な役割を果たしている。太陽光発電には、金属シリコン、ガリウム、インジウム、銀が、風力発電には、発電機の高性能磁石に用いるネオジウム、ジスプロシウム等のレアアース（希土類）が不可欠である。レアアースは、強力な磁性、触媒、蛍光など多くの特性を有する。EVでは車載用電池としてLIB（リチウムイオン電池）が主流だが、LIBには銅、リチウム、ニッケル、コバルトなどが欠かせない。銅は電気伝導度が高く、LIBだけではなく、駆動用モーターやワイヤーハーネス（車の配線）などにも多く使用される。例えば、EV 1台当たりの銅の使用量は、ガソリン車の23kgから約80kgへと4倍に増加する。バッテリーメタルと言われるニッケル、リチウム、コバルトは、電池性能、寿命、エネルギー密度などの向上に必要な特性を発揮する。脱炭素化へ向けた世界的な取り組みの加速とともに、こうした金属鉱物の需要は急拡大している。

IMF（国際通貨基金）は、“World Economic Outlook 2021, Oct”の中で、2030年の金属鉱物の需要予測（既存用途とクリーンエネルギー転換に必要なもの）を示している。それによると、クリーンエネルギー転換により金属鉱物の需要は急拡大し、2010年代実績に比べて、銅では2倍、ニッケルで4倍、コバルトで7倍、リチウムでは20倍以上になると予測している。とくにリチウムやコバルトの増加分は、そのほとんどがLIB向け等のクリーンエネルギー転換によるものである。この需要急増に対し、資源開発への投資が加速されなければ、需要増大に供給が追いつかず、需給ひっ迫や供給不足の懸念がある。

3. 脱炭素化に必要な金属鉱物の供給リスク

金属鉱物については、優良資源の減少、鉱石品位の低下や開発費の増大などで需要の急増に対して供給が追いつかないというリスクが高まっている。また、資源の保有国、生産国が世界の一部の国に偏っていることに加えて、それらが地政学リスクの高い国であることが多い。偏在性が高いほど供給障害時には代替供給先が見つからず、サプライチェーン（供給網）が寸断されるなどの供給途絶リスクが高まる。

エネルギー転換に必要な金属鉱物につき、世界の鉱石生産国の上位3位までの割合の合計を見ると、銅では46%、ニッケル55%、リチウム90%、コバルト79%、レアアース87%と偏在性が著しい。とくにレアアースでは中国が世界の鉱石生産の58%を占める。さらに注意すべき点は、鉱石生産に加え、分離・精製や加工工程なども特定国に偏っていることである。その最たるものがレアアースであり、鉱石生産の6割に加えて、分離・精製工程の8割以上が中国に集中している。また、バッテリーメタルでは、リチウムやコバルトは精製・製錬だけでなく正極材や負極材等の電池材料加工も中国が6～8割とシェアを増やしている。さらに、最終製品のEV用電池及びEVの製造も中国の躍進が目覚ましい。

太陽光パネルについても主原料の金属シリコンの8割は中国産である。その多くはウイグル産であり、米国は人権問題を理由に中国からの太陽光パネルの輸入を制限している。太陽光パネルの製造は、2000年代初め頃には日本勢がトップを占めていたが、中国の安値攻勢により今では中国勢が世界シェアの8割を占める。太陽光発電を再エネの柱として導入を目指す日本において、資源から発電機器・設備までを中国一国に大きく依存することは、米中対立や地政学リスクによる供給途絶のおそれなど経済安全保障上からも好ましくない。このため、こうした脱炭素化に必要な金属鉱物の供給途絶リスクに備えた安定確保策や供給網の再構築が急務の課題である。

4. 金属鉱物の供給リスクの顕在化事例

金属鉱物の供給リスクの顕在化の具体的な事例としては、2011年の「レアアース・ショック」が記憶に新しい。中国では鄧小平が1992年の南巡講話で「中東に石油あり、中国にレアアースあり」と発言し、レアアースの国家管理を強めるとともに、外貨獲得を目指して安値の輸出攻勢をかけた。それにより世界のレアアース鉱山のほとんどが閉山に追いやられ、中国一国集中となった。そして、2010年9月の「尖閣諸島沖漁船衝突事件」を契機として、中国がレアアースの対日輸出を実質禁止としたことで、レアアース価格の暴騰、調達難という大混乱を招いた。これがいわゆる「レアアース・ショック」である。当時日本はレアアースの9割を中国に依存していたため、日本のレアアース関連企業は調達難と価格高騰から大打撃を受けた。中国の禁輸措置を問題視した日米欧は、WTO（世界貿易機関）に提訴し、最終的には中国が敗訴して輸出規制等が撤廃された。このレアアース・ショックの教訓から、レアアースの供給源分散化の対策によって中国依存は9割から6割に減少したが、一層の脱中国依存が必要である。

中国は21年1月、レアアースの統制を強める「レアアース管理条例」を制定するなど管理・統制を強化している。また、中国はレアアースを米中対立の外交カードに使うことを示唆した。日本政府は22年5月に「経済安全保障推進法」を制定し、特定重要物資にレアアースを指定して安定確保策を講じるとともに、鉱業法の対象鉱種にレアアースを追加し、日本周辺海域での海洋資源の調査などを許可制にした。レアアースを巡る中国の管理強化については、今後も注視が必要である。

5. 脱炭素化とサーキュラーエコノミー

サーキュラーエコノミー（CE）とは、従来の大量生産・大量消費のリニアエコノミーから、サプライチェーンのあらゆる段階において資源効率化・循環利用により資源価値の最大化を図る「循環経済」を意味する。欧州では、CEへの転換による経済成長を目指しており、リサイクルしやすい製品設計、廃棄物の規制や製品に一定割合のリサイクル原料の使用の義務付けなどを打ち出している。リサイクル原料の活用は、天然の鉱物資源からの生産よりもCO2排出量が少なく済むため脱炭素化にも大きく寄与する。このため、脱炭素化とサーキュラーエコノミーへの移行は車の両輪として推進することが重要である。

資源のない日本において最も安定した供給源のひとつは、「都市鉱山」である。このため、都市鉱山からのリサイクルによる金属鉱物の回収、再資源化により、都市鉱山をサプライチェーンの中に組み込むことが重要である。日本においては、サーキュラーエコノミーへの移行は、金属鉱物の確保と脱炭素化の両方に寄与する有効な方策となる。

日本の国内非鉄金属製錬所は、銅、鉛、亜鉛地金の生産に加え、鉱石やスクラップ原料中に含まれる貴金属やレアメタルを回収することで、リサイクルの重要な拠点となっている。そして、各製錬所から出る製錬残渣を製錬所間でやりとりする相互処理は「製錬ネットワーク」と言われ、残渣中のレアメタルの回収率向上など、日本特有の仕組みとして効果を挙げている。サーキュラーエコノミーへの移行において国内非鉄製錬所が果たす役割は大きい。また、社会に広く分散するスクラップを効率的に回収することで初めて都市鉱山の活用が可能となるため、「回収システムの構築」も重要な課題である。

6. 脱炭素化における金属鉱物の安定確保の課題

① 供給源の分散化と供給網の強靱化

金属鉱物の安定供給確保のために、資源だけではなく、分離・精製などの供給網も含めて、分散化や脱中国依存を図ることが経済安全保障上からも急務の課題である。民間企業による海外鉱山の権益獲得や供給網の強靱化を図るために、JOGMEC（独立行政法人エネルギー・金属鉱物資源機構）やJBIC（国際協力銀行）等によるリスクマネーの供給などの支援策は年々拡充されてきている。しかし、経済安全保障の重要性が高まる現況では、これまでの延長線上の政策による民間企業の後押しだけでは不十分であり、日本政府が強力なリーダーシップを発揮し、戦略的に主導していくことが必要である。資源開発の投資リスクは高まっており、民間企業ではリスクをとれない場合や中国のスピードある投資に後れを取らないために、政府機関等が前面に出て権益獲得に乗り出すなどの思い切った取り組みが必要な時期に来ている。

② サーキュラーエコノミーへの移行

「都市鉱山」からのリサイクル原料の利用は、資源の確保だけではなくCO2削減にもなり、サーキュラーエコノミーへの移行は重要な課題である。ベースメタルの生産とともに、リサイクル原料を使用してレアメタルの回収なども行う国内非鉄金属製錬所は、サーキュラーエコノミーへの移行において重要な役割を担う産業基盤であり、「製錬ネットワーク」の高度化などにより一層の競争力強化を図っていくことが重要である。

また、EVの普及により、今後、使用済みリチウムイオン電池（LIB）が大量に出てくることに備え、LIBのリサイクル技術を早急に実用化し、ニッケル、コバルト、リチウム等のバッテリーメタルを回収し再利用する体制を整えることが重要である。こうしたLIBリサイクル技術は、日本の強みとする分野であり、非鉄金属企業が開発に鋭意取り組んでいる。技術開発とともに使用済みLIBの「回収システムの構築」も重要である。

③ 日本の優れた技術の活用と資源・エネルギー安全保障

再エネやEVへのエネルギー転換による主役交代にはまだ長期間を要する。エネルギー安全保障の高まりもあり、移行期間は、化石燃料に依存せざるを得ない。とくに電力源のエネルギー転換には、原発の再稼働とともに、化石燃料を使用しつつ水素・アンモニアの混焼等により段階的に脱炭素化を進めることが現実的な方策である。そして最終的には水素やアンモニア100%への移行を目指す。EVシフトについても、欧州が目指すガソリン車からの一足飛びのEVへの移行は、バッテリーメタルの需要の急拡大に伴う需給ひっ迫や「資源の争奪戦」の懸念がある。また、自動車のLCA評価では、EVは電力のCO2排出原単位が高い場合には、電池製造と発電時にCO2を多く排出するために、CO2削減効果は限定的であり、HV（ハイブリッド）と大きな差はない。

このため、日本の優れたHV技術や水素・アンモニア混焼技術等を活用しつつ、段階的にエネルギー転換やEVシフトを進めることが、資源・エネルギーの安定確保という観点からも重要である。移行期間に、バッテリーメタル等の安定確保を国家戦略として明確にするとともに、水素・アンモニア混焼技術、CCUS（CO2回収・貯留・有効利用）等の脱炭素技術を産官学が連携して開発することが必要である。

④ イノベーションによる日本の産業競争力の回復

資源のない日本が世界に貢献できることは、イノベーションによる優れた技術の開発である。しかし、吉野彰氏が発明したLIB（リチウムイオン電池）も今や中韓企業に市場を席捲されるなど、「技術があっても世界で勝てない」状況が続いている。このため、日本発の技術によって世界に貢献するとともに、日本の産業競争力の回復、強化を図ることが重要である。例えば、次世代電池として、LIBの次を担う「全固体電池」は日本の電池産業の復活をもたらす切り札となることが期待される。全固体電池は、性能向上により金属鋳物の使用量も少なく済むことで資源の供給制約も緩和される。また、次世代太陽電池のペロブスカイトは、日本発の技術として、太陽光発電の「本命」になりうる。こうしたイノベーションによる新技術は、脱中国依存や資源供給制約リスクの低減などへの寄与が期待される。