

# 2050年に至る世界のエネルギー需給を展望する

— IEEJ Outlook 2021 に見る様々な将来シナリオ

日本エネルギー経済研究所専務理事・首席研究員

小山 堅

こやま けん



コロナ禍の影響、主要国で相次ぐカーボンニュートラル政策の発表、米国におけるバイデン政権の発足など、重要な新情勢の展開で、国際エネルギー市場における需要・供給の先行きには様々な観点での不確実性が高まっている。将来展望に不確実性・不透明感が高まる中、弊所は2020年10月に「IEEJ Outlook 2021」を発表し、2050年に至る世界のエネルギー需給見通しについて、基準となる「レファレンスシナリオ」のほかにも複数の将来シナリオを用意して、長期のエネルギー需給展望を世に問うた。以下では、「IEEJ Outlook 2021」に基づき、主要なシナリオ4つを取り上げ、世界の需給見通しとその重要なポイントをまとめる。

## レファレンスシナリオ

「IEEJ Outlook 2021」の基準シナリオである本シナリオは、いわば、「ビジネス・ア

ズ・ユージョアル」の世界を描く。現在見られている世界のエネルギー需給構造の変化の趨勢がそのまま続き、エネルギー・環境政策に劇的な変化はなく、現状の趨勢が将来に投影されていくシナリオである。

このシナリオでは、世界のエネルギー需要は経済成長と人口増加で着実に増加する。世界の一次エネルギー需要は、2018年の143億石油換算t( toe )から、2050年の186億toeまで43億toe(30%)増加する(図表1)。増加の中心は、中国・インド・ASEANなどアジア新興国・途上国であり、需要増分の約6割を占める。中でもインドとASEANの需要増加が今後の世界の需要増を牽引する。

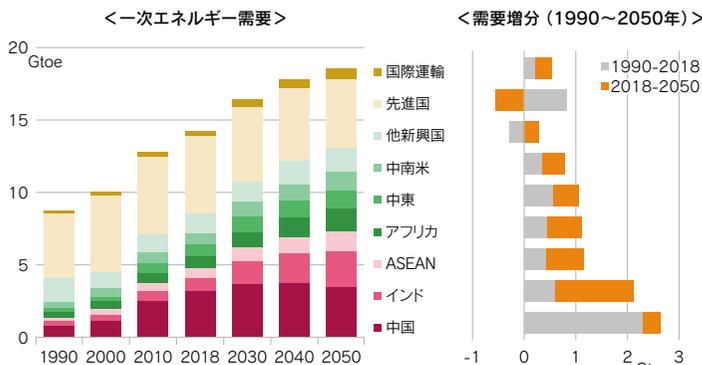
エネルギー源別には最大のエネルギー、石油は緩やかな需要増加が継続する。天然ガス需要は堅調に増加するが、石炭需要はピークを打って減少に向かう。全体として化石燃料需要は増加を保ち、一次エネルギー全体に占めるそ

のシェアは、2018年の81%から2050年に79%へ微減するものの、圧倒的に重要な位置を占め続ける。太陽光・風力など再生可能エネルギーを中心に非化石エネルギーは大幅に増大するが2050年のシェアは21%にとどまる。旺盛な化石燃料エネルギー需要の継続で、世界のエネルギー起源CO<sub>2</sub>排出量は、2018年の333億tから2050年には400億tへと大きく増大する。化石燃料需要を中心とした世界のエネルギー需要拡大は、アジアにおけるエネルギー輸入依存度の増大というエネルギー安全保障上の課題や、CO<sub>2</sub>排出の大幅増大という重大な課題を有しており、その克服が求められる将来像となる。

## 技術進展シナリオ

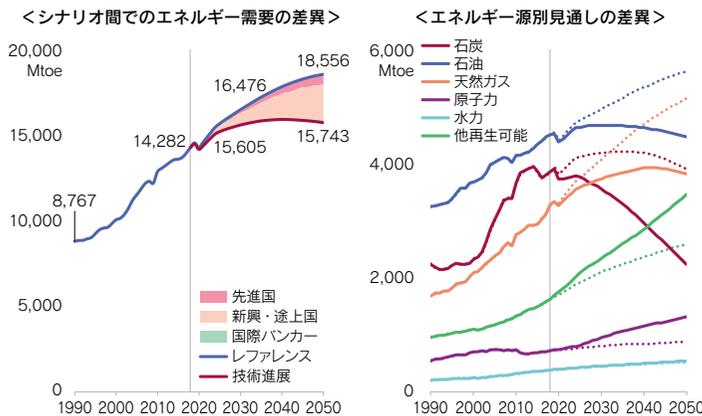
「IEEJ Outlook 2021」の技術進展シナリオは、エネルギー安全保障および環境対策強化のため、エネルギーに関連した現在利用可能

図表1 レファレンスシナリオにおける世界のエネルギー需要見通し



出所：IEEJ Outlook 2021 (日本エネルギー経済研究所、2020年10月)

図表2 技術進展シナリオにおける世界のエネルギー需要見通し



出所：IEEJ Outlook 2021 (日本エネルギー経済研究所、2020年10月)

先進技術が最大限導入されることを想定したシナリオである。各エネルギー技術の導入を積み上げるに、ボトムアップで想定した将来シナリオであり、IEAの「World Energy Outlook」の持続可能シナリオのように、「国連の持続可能開発目標(SDGs)が達成される世界を先に想定し、そこから逆算して世界はどう変わるか、という「トップダウン方式」、あるいは「バックキャスト方式」とは対照的な将来像の描き方を行っている。

この第2のシナリオでは、経済成長率や人口等の前提はレファレンスシナリオと同一だが、

省エネルギー技術の最大限の導入で、2050年の世界の一次エネルギー需要が15.7億toeとレファレンスシナリオ対比で16%減少する。特に途上国での省エネ効果が大きい。エネルギー源別には、石炭需要は急速に低下し、石油需要もこのシナリオでは需要ピークを打つ。天然ガス需要は増加傾向を保つがその拡大はレファレンスシナリオと比較して鈍化する(図表2)。

他方、太陽光・風力は2050年までに7倍増、地熱も4倍増など再生可能エネルギーが大幅に増大し、原子力も大きく伸びる。非

化石エネルギーのシェアは、2018年の19%から2050年には33%へ大幅上昇、重要性を飛躍的に高める。しかし、同時にそれでも化石燃料は全体の67%を占め、エネルギーの大本の地位をこのシナリオでも維持する。

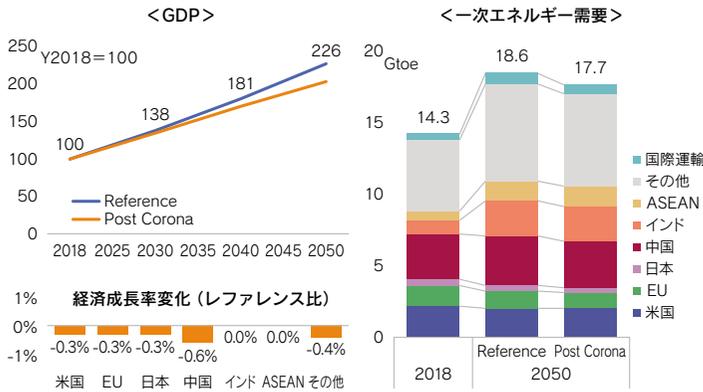
省エネルギー強化と非化石エネルギーの大幅伸張で、世界のCO<sub>2</sub>排出量は2030年前後にはピークを打ち、2050年には252億tまで減少する。レファレンスシナリオでの排出量400億tとの比較で37%もの低下となる。ただ、この排出では、2050年にCO<sub>2</sub>排出を世界で半減、といったより野心的な目標には届かない。より野心的な排出削減を行うとするならば、イノベーションや革新的な技術・取り組みの貢献が必要となる。

### ポストコロナ・世界変容シナリオ

第3のシナリオは、コロナ禍の国際エネルギー市場への長期的・構造的影響を、「安全保障の重視」と「デジタル化の加速」を軸にシナリオ化し、世界が変容していく内容を定量化した。重要なポイントには、コロナ禍による影響下での世界変容のみの影響に分析を限定し、レファレンスシナリオ対比で将来を描いたことである。即ち、技術進展シナリオのように、環境対策の強化などの影響はそこでは織り込まれていない。

このシナリオでは、コロナ禍の影響下、世界の地政学的緊張が高まり、自国第一主義や同盟関係重視が前面に出てくる中で、世界経済は効率最大化・コスト最小化のグローバルサプライチェーンから乖離し、経済成長率が低下する。その結果、世界の一次エネルギー

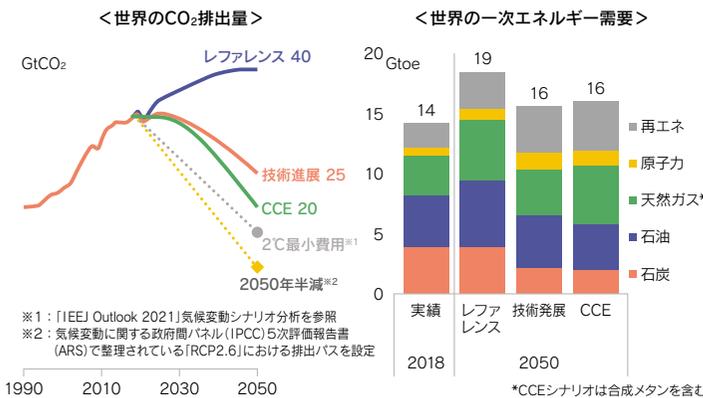
図表3 ポストコロナ・世界変容シナリオにおける世界のエネルギー需要見通し



需要は2050年にレファレンスシナリオ対比で4%減少する(図表3)。また、グローバルサプライチェーンの変化で、サプライチェーンが流出する中国ではエネルギー需要が低下、反対に流入するインド・ASEANでは需要増に働く。

これにより、特に石油需要が影響を受ける。テレワークやウェブ会議の多用など情報通信技術やデジタル化推進を通じた社会変容によって石油需要ピークが生じる。2050年の世界の石油需要はレファレンスシナリオ対比で約1400万b/d低下する。石油需要が低下

図表4 炭素循環経済(CCE)シナリオにおける世界のエネルギー需要見通し



する一方、社会変容を支えるエネルギー源として電力が重要性を増す。世界の電力化率(最終エネルギー消費に占める電力消費の割合)はレファレンスシナリオ対比で2050年に2%ポイント上昇する。重要性を増す電力の安定供給、価格の手頃さ、環境適合性が一層重要になる。世界の地政学的緊張が高まる中、エネルギー安全保障強化が重視され、エネルギー自給率向上とエネルギー源多様化が促進される。そのため再生可能エネルギー・原子力・水素等の導入が加速され、革新エネルギー技術を巡る技術覇権競争も激化する。

### 炭素循環経済(CCE)シナリオ

脱炭素化の潮流が加速化する中、再生可能エネルギーや原子力など非化石エネルギーの推進が重要となっている。しかし、エネルギーの大本である化石燃料の脱炭素化も重要なオプションとなり得る。その状況下、化石燃料消費から発生するCO<sub>2</sub>を、削減(Reduce)、再利用(Reuse)、再循環(Recycle)、除去(Remove)する4つの「R」技術で対処する「炭素循環経済」というコンセプトが世界で注目を集めている。

第4のシナリオでは、個別の4R技術の最大限の導入に関する前提を置き、その影響試算を行った。その結果、2050年における本シナリオの化石燃料消費は技術進展シナリオのそれとほぼ同じ水準であるものの、化石燃料を利用した「ブルー水素」(水素製造等に関して発生するCO<sub>2</sub>を炭素回収貯蔵技術で回収するクリーン水素)の利活用の拡大等による貢献を中心に、世界のCO<sub>2</sub>排出量は、技術進展シナリオより52億t(21%)の大幅低下となる(図表4)。4R技術に関しては、ブルー水素のグローバルサプライチェーン確立に関する経済性の抜本的向上や社会受容性の確保など課題も多い。しかし、このシナリオは、化石燃料を脱炭素化しながら有効に活用すれば、世界のCO<sub>2</sub>排出量大幅削減が可能となることを示した。

世界の長期エネルギー展望には大きな不確実性が存在している。様々な可能性を踏まえ、シナリオ分析を実施して将来に備え、戦略的な対応プランを検討していくことが重要である。