

3-3. バイオマスエネルギー

□ 市場トレンド

世界的な脱原発、脱石炭火力の動きを背景に再生可能エネルギー発電の導入が急ピッチで進み、2015年の「パリ協定」以降さらにこのトレンドは加速し、2017年の世界の発電容量増加分の70%を占め、総設備容量が1100GW（水力を除く）に達した。

この流れを受け、バイオマス発電、特に木質バイオマス発電の伸びが顕著であり、再エネは総発電量の1/4以上を占め、バイオマス発電はその10%を占めた。バイオマスエネルギーの中で発電部門は3%で、輸送用5%、熱利用92%（70%は炊飯や暖房などの用途）に比べていまだマイナーではあるが、今後最も伸びが期待できる分野である。一方、輸送用バイオ燃料は食料との競合問題への解決策が見いだせず、大きな市場拡大は期待できない。

バイオマス発電は、日本を含む114カ国がFIT（固定価格買取制度）による再エネ発電導入を積極的に支援する中、推進機運が高まっている。一方、輸送用バイオ燃料は66カ国で義務化導入が図られているが、セルロース資源の活用技術が商業化できない現状では、次なる飛躍のシナリオが見いだせない。

2015年の世界市場は、バイオエタノール（ガソリン代替）が9830万kℓ、バイオディーゼル（BDF：軽油代替）が3010万kℓであった。世界のバイオエタノールの57%を占める米国では、2004年に環境保護庁（EPA）が再生可能燃料基準（RFS）を導入してガソリンへの混合を義務付けたことから、2011年までは目標を上回る成長を遂げ、年間5200万kℓ（3兆円規模）の市場が形成された。しかし、セルロースエタノールの技術開発の遅れで2012年以降のRFS目標は達成できず、その後EPAが義務量引き下げを発表したことから、急成長したエタノール産業は調整局面に入り、2015年の生産量は5600万kℓにとどまった。これにより2015年の世界のバイオエタノール生産量は約1億kℓ（6兆円）であった。

今後のバイオエタノール市場はセルロースエタノール商業化の可否にかかっている。仮に5年以内に商業生産が実現すると仮定し、アジア、南米などの需要増を考慮すれば、2023年1.2億kℓ（7.2兆円）、2028年1.3億kℓ（8兆円）の市場規模になると予想する。

BDFは米国、ブラジル、ドイツ、アルゼンチン、フラン

スの順で、欧州では菜種油、北中南米では大豆油、アジアではパーム油で製造されているが、菜種・大豆・パーム油の生産量は年間1.5億トンなのでエタノールほどの大市場は望めない。2015年のBDF生産量は約3000万kℓ（3兆円）であったが、今後のEU、米国、南米、アジアでの市場拡大、船舶など他用途での新規需要を考慮すると、2023年4000万kℓ（4兆円）、2028年5000万kℓ（5兆円）の市場規模を予想する。

また、輸送用では今後バイオジェット燃料の導入が見込まれる。国際航空運送協会（IATA）が2020年をピークにCO₂削減数値目標を設定。米国Boeing社は電気や水素燃料の使用が困難な航空機のCO₂削減策としてバイオジェットを推奨、航空会社が積極的に導入を検討している。バイオジェットは油脂原料の水素化、異性化により製造されるが、BDFと同様に油脂原料の調達ネックである。そこで廃棄物系原料のBTL（Biomass To Liquid）やMicro Algae（微細藻類）を原料とした製造技術開発が進行中だが、商業化は2030年以降の見込み。係る状況下、需要側では年間4億kℓのジェット燃料に2030年には50%混合を検討する計画もあるが、供給体制は整っていない。今後、油脂原料の確保が前提だが、2023年1000万kℓ（1.5兆円）、2028年2000万kℓ（3兆円）の市場が期待される。輸送用バイオ燃料全体の市場は2015年9兆円から2023年12.7兆円、2028年16兆円になると予想する。

一方、バイオマス発電は、風力、太陽光に次ぐ再エネ電源として近年急成長を遂げた。まずEUで2000年以降、FITにより再エネ発電が急拡大し、バイオマス発電の普及も本格化した。2015年に世界のバイオマス発電の設備容量は前年比8%増の108GWとなり、発電電力量は4640億kWhに達した。日本でも2012年7月にFITが導入され、再エネ発電の導入が活発化した。現状ではその90%以上は太陽光で、開発期間の長いバイオマスは2016年度から拡大の兆しが見えてきた。バイオマスは、2030年のエネルギーミックスで490億kWhとする目標が定められたが、これは総発電量の4.6%、再エネ電源の19%に相当する。

この達成のためには設備容量を7.28GWとし、このうち木質系を4.61GWとする目標が掲げられている。

2017年9月にFIT設備認定量が12.7GWになったこと

から、経済産業省は2018年度から急遽、10MW以上の一般木材バイオマス発電に対し入札制を導入し、200MWの上限を定めるという緊急抑制策を適用した。しかし、バイオマス発電の既稼働案件は1.16GWしかなく、筆者が設立に関与したバイオマス発電事業者協会（BPA）は、今後の稼働見込みを20~30%と予想しており、このまま見直しがなければ2030年の目標達成は危ぶまれる。

世界のバイオマス発電は2015年の4640億kWh（7兆円）から2023年には7000億kWh（10.5兆円）、2028年には1兆kWh（15兆円）に拡大すると予想する。このバイオマス発電の普及に伴い、燃料市場の拡大も見込まれる。ここでは加工を伴う燃料で国際商品である木質ペレットを、市場規模の計算に加えることとする。

ペレットは2015年の世界流通量が3000万トン（0.6兆円）を突破し、2017年には3500万トンに達した。そのうち2600万トンが欧州で消費されたが、英国を筆頭に石炭火力の代替として大量に導入された。2020年以降の日本を中心とした需要急増を考慮すると、2023年に5000万トン（1兆円）、2028年に1億トン（2兆円）に拡大する。バイオマス発電全体の市場規模は、2015年の7.6兆円から2023年11.5兆円、2028年17兆円と予想する。

□ 商品トレンド

バイオマスエネルギーは他の再エネ同様、枯渇しない循環型エネルギー源という利点があるとともに、機能的に化石燃料を代替し得るという特徴もある。原料を担う農林業への波及効果（6次産業化）も期待でき、燃料製造、発電、ロジスティックなどでの雇用創出効果を考慮すると、他の再エネ事業を上回る経済波及効果が期待できる。

バイオマスエネルギーを産業の視点で考える上で重要なことは、これらを総合的に勘案した上で、化石燃料を代替する観点でシナリオの妥当性を（1）市場（導入量と市場価格）、（2）原料（調達可能量と調達価格相場）、（3）製造（変換技術）の順で検証することである。特に（1）と（3）の量的ミスマッチングと相場の非連続性を緩和するための政策（輸送用バイオ燃料義務化や再エネ発電のFITなど）によって、製造事業者のリスクとリターンが見合う持続可能なサプライチェーンを構築する必要がある。その意味では、バイオマスエネルギー産業創出のために、まずは制度的枠組みを作り市場環境を整備した上で、代替品の価格を許容範囲に収めるための技術開発が

重要となる。

□ 技術トレンド

バイオマスエネルギーの技術開発は、原料、使用用途、変換プロセスの三つに大別される。近年最も重要視されているのが使用可能原料の多角化のための技術開発で、農業残渣、草本、木質、廃棄物などのセルロース原料からバイオ燃料を製造する変換技術の開発である。いずれも経済性から商業化で苦戦しているが、今後は事業性を考慮した上で取捨選択することも必要と考える。また、欧米とのベンチマークを考慮した戦略的取り組みも必要であり、開発した技術に基づき、日本企業がアジアなどで事業展開を思考することも重要と考える。

代表的な技術開発事例を以下に示す。

・バイオエタノール

セルロース原料を使ったエタノール製造プロセスにはいまだ経済性に課題があり、商業生産には至っていない。前処理、糖化酵素、脱水行程のコストダウンが必要だがメドが立っておらず、2023年頃の商業化を期待する。

・バイオジェット燃料

原料確保と製造プロセスの経済性に課題がある。油脂原料多角化のため非食用油糧作物の栽培技術開発が期待されている。廃棄物原料でのBTL製造技術開発とMicro Algaeの培養・活用技術開発への取り組みも行われている。日本では2017~2020年に新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の事業として、前者は中部電力、三菱日立パワーシステムズなど、後者はIHI、神戸大などが実施した。商業化は2030年以降の見込み。

・バイオマス発電

バイオマス発電は、形態別に（1）CFBボイラーでの専焼発電、（2）微粉炭ボイラーでの石炭との混焼発電、（3）ガス化発電（メタン発酵、熱分解）の三つに分類される。（2）の混焼燃料の木質ペレットは、混焼率（カロリー比3%が上限）と輸送、貯蔵、保管（耐水性問題）に課題がある。解決策としてはトレファクション（半炭化）によるペレット製造技術開発が欧米で進行中だが、商業化には至っておらず、今後数年以内の商業化が期待される。（3）のガス化発電では、木質バイオマスの熱分解ガスをガスエンジンで発電し、排出熱を利用した熱電併給システムが検討されている。ガスに含まれるタール処理と熱の出口（通年需要）の確保に課題がある。

