

各国で活発化するLIBの材料リサイクル

◆循環経済を前提とする欧州LIB産業の創生

2020年6月、スウェーデンのNorthvoltとHydroが、電動車両のリチウムイオン二次電池（LIB）をリサイクルするための合弁会社の設立を発表した。Northvoltは、欧州でのLIBの製造供給のために4年前に起業したベンチャー企業であり、Hydroは100年以上の歴史を持つアルミニウム製造の老舗である。

合弁会社は、ノルウェーにパイロット工場を立ち上げるための約11億円の投資を年内に判断する。リサイクル工程は高度に自動化されており、回収された電池の破碎と分別を行い、電極材料とアルミニウムを回収する。22年にはスウェーデンでNorthvoltが操業する電池工場の敷地内に量産規模のリサイクル施設を設立し、年間8千トンの処理を行い、2万台以上のEVの電池パックを処理する能力を持つ予定である。

Northvoltによれば、今後の電動車両の販売増加に伴って中古電池の市場からの回収が始まる前にリサイクル事業を立ち上げておき、30年までには自社の電池工場が製造する電池の半数をリサイクル原料で供給する計画である。一方のHydroにとっては、中古電池からアルミニウムを回収することで欧州の循環経済と脱炭素化に寄与できることが合弁会社のシナジー効果である、と説明する。

また、Volkswagenは、LIBのリサイクルの自社技術の確立を目的として同社のSalzgitter工場のパイロットラインを20年以内に稼働する。パイロットは年1,200トンの規模であるが、長期的には各拠点に大規模設備を分散設置し、自社のリサイクルによって同社の電動車両が搭載するLIBの97%の原料回収を目指す。

◆電子機器用途で進むリサイクルと電動車両用途での期待

電池産業の持続可能な成長のために社会実装が望まれるのが、LIBの材料リサイクルである。従来、電動車両の普及を目指して電池パックのリユースの検討が自動車メーカーを中心に進められてきた。電動車両の製造における電池パックのコスト割合が高いため、車両本体の寿命後の利活用を図ることで、利用者のコスト負担を削減するためである。再生エネルギーの電力貯蔵などの用途開発が進め

られているが、中古電池の残存寿命評価や用途変換の改造費用が課題であり、また、近い将来における電動車両の急増に見合うだけのリユースの需要には限界がある。こうした状況のなか、材料リサイクルの検討が各国で活性化しつつある。

25年のLIBの販売数量は重量ベースで375万トンとなり、同年に一次用途としての製品寿命に至る電池は70万トンと予想される。このうち、リサイクルが可能な数量は40万トンであり、26億ドルの電池材料が処理される（有価価値はCoが58%、Liが17%）、と英国のアナリストであるCircular Energy Storage Research ConsultingのHans Eric Melin氏は予想する。

一方、今日において製品寿命に至るLIBの80%は携帯電子機器に由来するが、世界で消費されたスマートフォンの75%は中国に輸出されて修繕・再加工されている。中古LIBのリユースやリサイクルを行う企業は欧州や北米にも存在するが、自国内での処理量は欧州で9%、米国で5%以下と極めて少ない。これらの大規模市場で消費された中古、または、廃棄電池はアジアに輸出されて再利用される。しかしながら、廃棄電池から材料へのリサイクル事業となると、ほぼ中国と韓国に寡占されており、他国での処理実績は極めて小さい。

◆他国の再生処理品も飲み込み成長する中国のリサイクル産業

現在、中国には20社以上、韓国には少なくとも6社のリサイクル処理業者が存在する。国外からの廃棄電池の調達を含めて、18年には中国で6.7万、韓国で1.8万トンが処理された。合算すると、世界が保有するリサイクル可能な電池在庫の88%に相当する。特筆すべきことに、韓国で再生処理された正極材料の概ね全量が中国に輸出されて製品化されている。

20年4月、大手の正極製造業である中国GEMと韓国EcoProによる合弁会社の設立が発表された。GEMは、廃品回収業から起業してリサイクル事業の拡大を行い、現在では世界的な正極製造業に位置付けられる企業である。合弁会社は、世界筆頭のLIBメーカーであるCATLの拠点である寧徳に4.8万トンの工場を設立する。そのCATLは、リサイクル企業であるBrunp Recycling Technologyを傘下に収め、18年には3万トンの電池をリサイクル処理した。さらにBrunpは、10億元の投資による年間8.5万トンの第二工場の増設計画を4月に公表した。これらに、Huayou Cobalt New Material、Highpower TechnologyおよびGuanghua Sci-Techを加えた

5社が中国のLIBリサイクルの大手である。

Basel条約（有害廃棄物の国境を超える移動と処分に関する規則）による追い風とコバルトの供給不足がリサイクル事業の機会である、と新規参入のTaisen Recycling TechnologyのJayden Goh氏は語る。但し、すでに中国では多数の競合他社が存在すること、また、設備投資額・労務費に対してリサイクル品の価格変動が大きいことが課題であり、業界のデータベース作成や物流コストの削減が望まれるとも指摘する。

◆資源政策としてリサイクル産業育成に取り組む米英

20年6月、米国のアルゴンヌ国立研究所に所在する研究機関（“ReCell Advanced Battery Recycling Center”）が、リサイクルのパイロット設備を同年の夏中に建設する、と発表した。同センターが開発する独自の方法（直接法）の実用性をパイロットで実証し、産業界へのライセンスを目指す。

従来、乾式精錬（焼成法）や湿式精錬（酸溶解法）が、LIB正極のリサイクル処理として用いられてきた。いずれも正極製造工程の上流まで中古品を戻す方法であり、精製や正極調整といった処理コストが付与される。これらに対して直接法とは、中古電池から解体された正極電極板を洗浄し、そのまま、再利用をする技術である（図1）。「仮に材料のコスト削減や可用性を克服できていれば、20年時点での米国のLIBのリサイクル市場は20億ドルの規模となる。直接法によってリサイクル率が90%となれば、電池製造コストの10～30%を削減でき、電動車両の普及化の目標である80ドル/kWhにも寄与できる」と同センターは述べる。

図1 直接法と従来のリサイクル法

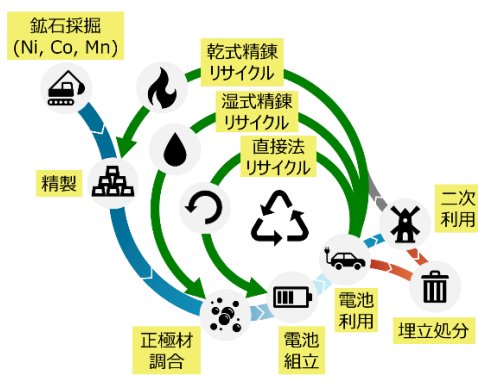
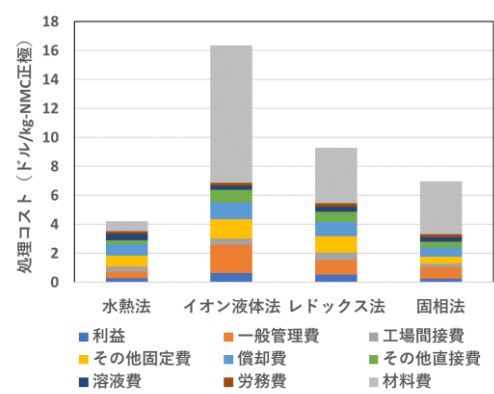


図2 新規リサイクル法のコスト比較



(ReCell Center の資料を元に ARC が作成)

同センターは、「電池原料の調達を国外に依存することは、米国のエネルギー安全保障上の弱点である。リサイクルが必要となる時期は不明であるが、産業化には時間を要するからこそ、今から基盤を構築しておく」との大統領令に基づき、1,500万ドルの政府資金を受けて19年3月に設立された組織である。

あくまでも米国内でのリサイクル産業の確立を目指しており、米国内の企業・国研・大学・団体との協業の下、リサイクルの事業収益性も分析している。設立後のわずか1年目であるにも関わらず、各種の新規技術のコスト比較を4月に公表した（図2）。その他、電解質・電解液・黒鉛などの電池材料の分離・回収技術、解体リサイクルが可能な電池セルなども開発中である。

また、英国でもOxford大学を中心とするLIBの材料リサイクルの検討が始まった（“ReLiB-Project”）。材料リサイクル率が95%以上の静脈産業を立ち上げることを目標として、日産を含む企業との協業により、ロボティクスによる電池パックの解体、焼成・化学・生物学的手法によるリサイクル処理の技術を開発中である。また、LCA分析や技術アセスによって各種リサイクル法の有効性・環境・コストの評価比較も調査しており、さらには、法規制や産業政策の提言も行う予定である。

◆リサイクル率100%が電池産業のあるべき姿

LIBの材料リサイクルは、過去にも検討されていた。しかしながら、LIB自体の技術は未完成であり、いまだに新たな材料が出現するため、動脈産業と静脈産業の連結が十分に進んでいない。ようやく、リサイクルの技術開発および産業化の本格的な検討が始まったが、その動機は、持続可能性や経済循環化といった社会的目標の達成から電池コストの削減、資源リスクの回避などの現実的な課題解決まで、さまざまである。

他方、鉛蓄電池のリサイクル率は、ほぼ100%に近い。これは、自動車・電池メーカー、産廃産業、そして、行政が長期的に協力して中古電池を徹底的に回収する仕組みを作り、リサイクル処理の品質水準を限りなく改善する努力を積み重ねた成果である。電動車両や系統・分散電力での利用の増加が見込まれるLIBにおいても、各産業に携わるステークホルダーが協力して、鉛蓄電池の成功例に倣う必要がある。

【酒向謙太郎】