

# 蓄電池市場を支える中小製造装置メーカーの経営戦略\*

日本政策金融公庫総合研究所研究員

(現・国民生活事業リスク管理部グループリーダー代理)

長 沼 大 海

## 要 旨

カーボンニュートラルの実現に向けた電気自動車（BEV）や再生可能エネルギーの普及の鍵として、蓄電池が注目されている。蓄電池を製造する電池メーカーやBEVを製造する自動車メーカー、蓄電池の材料を製造する材料メーカーなどは、蓄電池の一種であるリチウムイオン電池の改良や次世代蓄電池といわれる全固体電池などの開発に取り組んでいる。経済産業省の試算によれば、蓄電池の世界市場の規模は、2019年の約5兆円から2050年には約100兆円へと拡大する見込みである。

蓄電池市場で活躍する電池メーカーや材料メーカーの多くは大企業であるが、蓄電池を製造する設備（以下、製造装置という）のメーカーの多くは中小企業である。独自性のある技術を生かして蓄電池に欠かせない製造装置を手がけ、国内だけでなく海外の電池メーカーに製造装置を供給している企業もいる。そこで本稿では、中小企業らしい独自性が生かされているのではないかという問題意識の下、特定の電池メーカーの系列に入っていない独立系の中小製造装置メーカー4社を取り上げ、その経営について分析した。

構成は次のとおりである。第1節では、本稿の概要を説明する。第2節では、蓄電池を取り巻く環境について確認した後、蓄電池市場における製造装置メーカーの特徴や課題を整理する。第3節では、蓄電池市場で活躍する中小製造装置メーカー4社を取り上げる。第4節では、事例企業の取り組みから蓄電池市場における中小製造装置メーカーの経営戦略のポイントについて整理する。

結論を先に述べると、事例企業は受注基盤の確保、納期の短縮、技術力の向上、独自性の追求、装置の省エネ化といった工夫によって蓄電池市場で存在感を発揮している。そこでは特定の分野で磨いてきた専門性の高さや、細かいニーズに対応する小回りの良さ、取引先に寄り添うアフターサービスの手厚さなど、中小企業ならではの強みが生かされている。

\* 本稿は、当研究所発行の『日本公庫総研レポート』No.2024-1「蓄電池市場を支える中小製造装置メーカーの実態」（2024年6月）の一部に手を加えて再掲したものである。本稿で紹介している企業事例の詳細については、同レポートを参照されたい。

## 1 蓄電池市場を支える

### 中小製造装置メーカー

カーボンニュートラルの実現に向けて、電気自動車（BEV）や再生可能エネルギーの普及が進められている。BEVや再生可能エネルギーの利用には、電気を放電したり、ためたりする蓄電池が欠かせない。蓄電池の性能が高ければ、BEVの航続距離は伸びるし、再生可能エネルギーの利用範囲も広がる。そのため、蓄電池はカーボンニュートラルの実現の鍵を握るといわれている。

こうした流れを受けて、蓄電池を製造する電池メーカーやBEVを製造する自動車メーカー、蓄電池の材料を製造する材料メーカーなどは、蓄電池の一種であるリチウムイオン電池の改良や、次世代蓄電池といわれる全固体電池などの開発に取り組んでいる。

現在、蓄電池市場で活躍する電池メーカーや材料メーカーの多くは大企業であるが、蓄電池を製造する設備（以下、「製造装置」という）のメーカーには中小企業もいる。独自性のある技術を生かして蓄電池に欠かせない製造装置を手がけ、国内だけでなく海外の電池メーカーに製造装置を供給している企業もいるようである。

そこで本稿では、中小企業らしい独自性が生かされているのではないかという問題意識の下、特定の電池メーカーの系列に入っていない独立系の中小製造装置メーカー4社を取り上げ、その経営について分析した。

構成は次のとおりである。第2節では、蓄電池を取り巻く環境について確認した後、蓄電池市場における製造装置メーカーの特徴や課題を整理する。第3節では、蓄電池市場で活躍する中小製造装置メーカー4社を取り上げる。第4節では、事例企業の取り組みから蓄電池の中小製造装置メーカーの経営戦略のポイントを整理する。

## 2 蓄電池市場の現状と

### 製造装置メーカーの特徴と課題

#### (1) 注目される蓄電池

リチウムイオン電池をはじめとした蓄電池は、電気をためて使いたいときに使える化学電池である。ノートパソコンやビデオカメラ、電動工具、スマートフォン、タブレット端末、モバイルバッテリーと、わたしたちの身の回りには蓄電池を利用した電子機器があふれている。大型のものではBEVやプラグインハイブリッド自動車（PHEV）などの電動車のほか、太陽光発電の蓄電システムや工場や事業所のバックアップ電源にも蓄電池が利用されている。今や、わたしたちの生活に欠かせない存在となっている。

#### ① 蓄電池が注目を浴びる理由

近年、蓄電池が注目されている理由は三つに整理できる。一つ目は、社会のデジタル化である。情報通信技術の発展に伴い、持ち運び可能な電子機器が広く普及してきた。携帯電話をはじめとした電子機器の電源の多くは蓄電池である。あらゆるものがインターネットにつながるデジタル社会において、蓄電池の重要性が増している。

二つ目が、災害対策の強化である。2011年の東日本大震災以降、わが国では被災時の備えやレジリエンスの強化が進められている。例えば、通信基地局やデータセンターなどの施設が停電すると、わたしたちの生活や経済活動に大きな影響を及ぼす。そこでこうした各種インフラのバックアップ電源として蓄電池が活用されている。また、屋根に設置した太陽光パネルなどで発電した電気を自家消費する家庭や企業が増えている。日中に発電した電気をためて夜に利用するといった目的でも蓄電池が使われている。

三つ目の理由が、カーボンニュートラルの推進である。政府は2020年10月に「2050年カーボンニュートラル」を宣言し、2050年までに二酸化炭素やメタン、フロンガスなどの温室効果ガスの排出量を吸収量と除去量を差し引いてゼロを目指すことを表明した。2021年6月には、「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」を公表し、温暖化への対応を経済成長の制約やコストではなく成長の機会ととらえる方針を示している(内閣官房ほか、2021)。

この戦略のなかで、14の成長分野の一つとして自動車・蓄電池産業が挙げられており、2035年までに乗用車の新車販売についてBEVやPHEVなどの電動車の割合を100%にする目標が掲げられている。BEVやPHEVの普及の課題は航続距離といわれており、動力源である蓄電池の開発が鍵を握っている。同じく成長分野の一つである洋上風力・太陽光・地熱産業(次世代再生可能エネルギー)でも、蓄電池が重要な役割を果たす。再生可能エネルギーは天候の影響によって発電量が変動するため、安定して電気を供給できないことが課題になっているからだ。電気を蓄え、需要に応じて供給する調整役として蓄電池が期待されている。

## ② 蓄電池に関する政府の方針

以上の三つの理由から蓄電池は注目されている。経済産業省(2023a)では、蓄電池の重要性について、「国民生活・経済活動が依拠する重要な物資であるが、蓄電池のような利便性を持つエネルギー貯蔵媒体の代替製品は存在しない」とされている。こうした認識から、政府は2022年5月に成立した経済安全保障推進法における経済安全保障上の「特定重要物資」の一つとして蓄電池を指定した(指定は2022年12月)。経済産業省を中心とした蓄電池産業戦略検討官民協議会も2022年8月に「蓄電池産業戦略」を公表した(蓄電池産業戦略検討官民協議会、2022)。この戦略では、わが

国の蓄電池産業を成長させるため、①液系リチウムイオン電池の製造基盤の確立、②グローバルプレゼンスの確保、③次世代電池市場の獲得、の三つをターゲットにした施策を講じていくことが明示された。

## (2) 蓄電池とは何か

では、ここまで注目される蓄電池とはどのようなものなのだろうか。本節では、代表格であるリチウムイオン電池を中心に、種類や仕組み、特徴、課題などについてみていく。

### ① 蓄電池の種類

蓄電池とは、酸化還元反応という化学反応を利用して充放電する化学電池の一種である。酸化還元反応では、金属などの物質が電子を放出する酸化反応と、金属などの物質が電子を受け取る還元反応が同時に行われる。この際、ある金属の電子が別の金属に移動することで、電気が発生する。化学電池には、一次電池、燃料電池、蓄電池がある。一次電池は、内蔵した金属の酸化還元反応を利用して放電する電池である。マンガン電池やアルカリ電池などの使い切りの電池が代表例である。電池と聞くとこれらの電池を思い浮かべる人も多いだろう。

燃料電池は、外部から注入した燃料の酸化還元反応を利用して放電する電池である。燃料を注入すれば繰り返し利用できる。代表例は水素を利用した水素燃料電池である。

蓄電池は一次電池と同じように、内蔵した金属の酸化還元反応を利用して放電する電池であるが、繰り返し充電して使うことができる。二次電池とも呼ばれるが、本稿では蓄電池の呼称で統一することにしたい。

現在、普及している主な蓄電池は、鉛蓄電池、ニッケル・カドミウム電池、ニッケル・水素電池、リチウムイオン電池である(表-1)。蓄電池は正

表-1 蓄電池の種類

	正極	負極	電解質	電圧	主な用途
鉛蓄電池	二酸化鉛	鉛	硫酸	2.0V	自動車用のバッテリー、非常用電源 など
ニッケル・カドミウム電池	水酸化ニッケル	水酸化カドミウム	アルカリ性水溶液	1.2V	電動工具、非常用電源 など
ニッケル・水素電池	水酸化ニッケル	水素吸蔵合金	アルカリ性水溶液	1.2V	パソコン、携帯電話、ビデオカメラ、ハイブリッド自動車 など
リチウムイオン電池	リチウム化合物	黒鉛	有機溶媒	3.7V	パソコン、タブレット端末、モバイルバッテリー、ハイブリッド自動車、家庭用電源 など

資料: 齋藤 (2021)、中村 (2023) をもとに筆者作成

極、負極、電解質で構成され、使う材料によって種類が分かれる。ニッケル・カドミウム電池とニッケル・水素電池は、ともにアルカリ性水溶液を使うことから、まとめてアルカリ蓄電池とも呼ばれる。

鉛蓄電池は材料が安価で電圧が比較的大きいため早くから普及したが、小型の電子機器などには重さがネックである。そこで、より軽い材料を利用したニッケル・カドミウム電池が開発されたが、カドミウムが有害であることから代替材料の研究が進み、環境負荷を低減させたニッケル・水素電池が生まれた。その後、より大きな電圧のリチウムイオン電池が開発され、広く普及した。このように、蓄電池の開発は、①より軽い材料を使うこと、②同じエネルギー密度でもより環境負荷が少ない材料を使うこと、③より大きな電圧を生む材料を使うこと、の三つの視点で進んできた(佐藤、2020)。

蓄電池の用途は大きく、民生用、車載用、定置用の三つに分かれる。民生用は電動工具やノートパソコン、スマートフォン、タブレット端末などの電子機器向けの蓄電池である。小型のものが多いため、ニッケル・水素電池やリチウムイオン電池が使われている。

車載用は自動車に使う蓄電池である。電装品の起動に使うバッテリーには鉛蓄電池が多いが、BEVやPHEVなどのモーターを動かす動力源とし

ては電気容量が足りない。そこでBEVなどの動力源にはリチウムイオン電池が使われることが多い。ただし、補助電源としてBEVに鉛蓄電池が搭載されるケースもある。

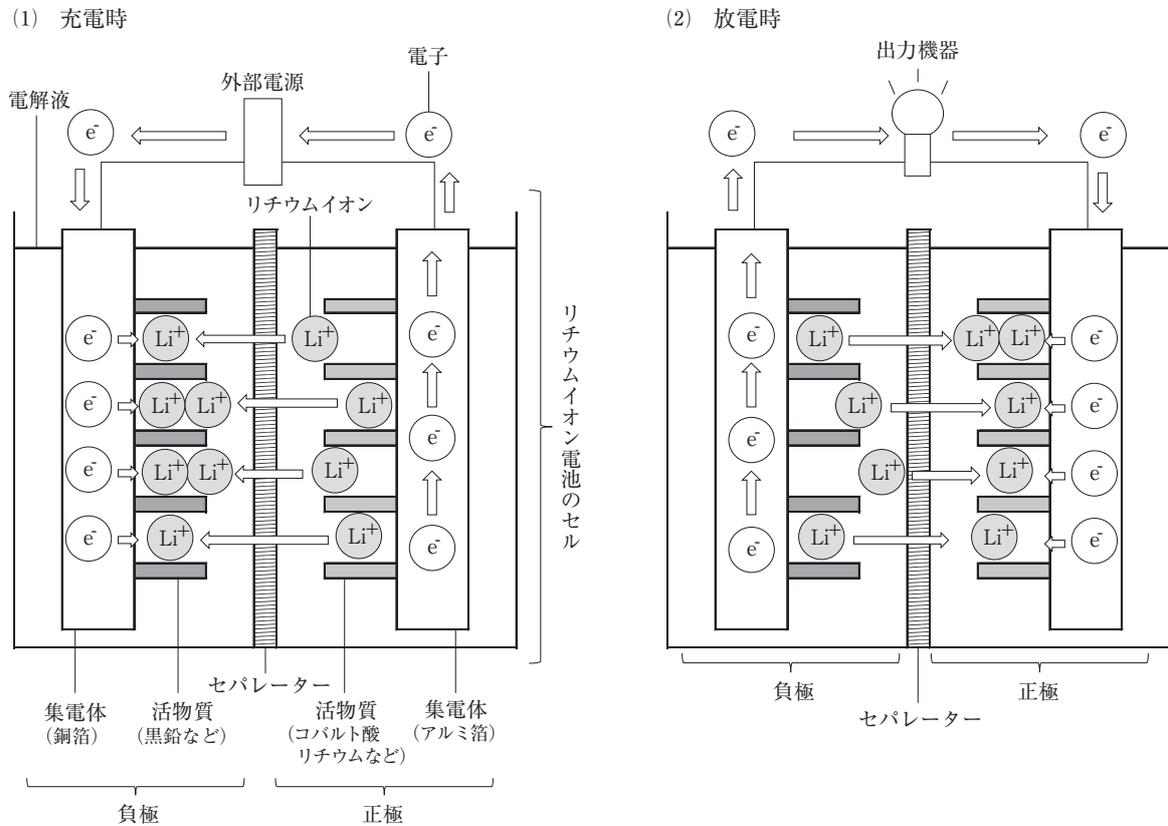
定置用は家庭や商業施設、工場、事業所などで使う蓄電池である。家庭や商業施設では太陽光パネルで発電した電気を蓄える装置として、工場や事業所などでは非常用のバックアップ電源として、リチウムイオン電池が利用されている。

## ② リチウムイオン電池の構造と特徴

ここからは、蓄電池の代表格であるリチウムイオン電池の構造と特徴をみていく。リチウムイオン電池は通常、いくつものセルをつなげて一つのパックにして使われる。セルの構造は図-1のとおりである。セルの中で、電極が電解質の液体(電解液)に浸かった状態になっていて、正極と負極の間にセパレーターと呼ばれる仕切りがある。セパレーターはリチウムイオン ( $\text{Li}^+$ ) だけが通過できる性質をもつ。電極は集電体と呼ばれる金属箔と、<sup>かつぶっしつ</sup>活物質と呼ばれる化合物から成る。負極は銅箔に黒鉛を塗ったもの、正極はアルミ箔にコバルト酸リチウムなどのリチウム化合物を塗ったものが多い。

リチウムイオン電池は、電極間でリチウムイオンを移動させて充放電を行う。リチウムイオンを出し入れできる(吸蔵できる)電極の活物質が、容

図-1 リチウムイオン電池のセルの構造



資料: 齋藤 (2021)、中村 (2023) をもとに筆者作成  
 (注) 矢印は、電子およびリチウムイオンの移動方向を示す。

器のような役割を果たしている。

例えば、図-1(1)の充電時は、外部電源から電気を流すと、正極の活物質に含まれるリチウム(Li)が電子(e<sup>-</sup>)を放出して、Li<sup>+</sup>になる。Li<sup>+</sup>は電解液中を移動して負極の活物質に吸蔵される一方、放出されたe<sup>-</sup>は電線を通じて負極に移動する。負極の活物質に吸蔵されたLi<sup>+</sup>は、負極に移動してきたe<sup>-</sup>を受け取り、Liになる。

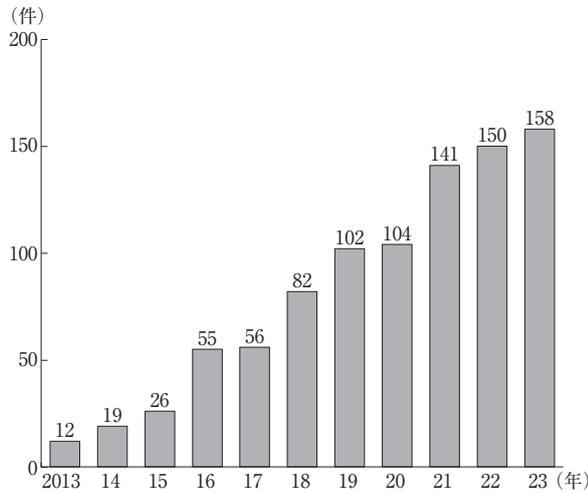
逆に図-1(2)の放電時は、負極で結晶化したLiがe<sup>-</sup>を放出し、Li<sup>+</sup>になる。放出されたe<sup>-</sup>が電線を通じて正極に移動することで、出力機器に電気が流れる。Li<sup>+</sup>は電解液中を移動して、正極の活物質に吸蔵され、e<sup>-</sup>を受け取ることで、再びLiになる。

ここで、ほかの蓄電池に比べてリチウムイオン電池が優れている点を四つ整理しておきたい。

一つ目は、電圧が大きい点である。電圧は正極と負極の組み合わせによって決まるが、前掲表-1のとおりリチウムイオン電池はほかの蓄電池に比べて電圧が大きい。大きな電圧が必要な機器に使用する場合、蓄電池をいくつもつなぐ必要があるが、その数が少なく済むので小型化につながる。

二つ目は、エネルギー密度が高い点である。蓄電池の性能は、電気を押し出す力である電圧と、重量(または体積)当たりの電気容量(1時間当たりで電気を取り出せる量)をかけ合わせた重量エネルギー密度で比較されることが多い。リチウムイオン電池は、鉛蓄電池の約5倍、ニッケル・水素電池の約2倍といわれている(齋藤, 2021)。重量エネルギー密度が大きければ、それだけ蓄電池を小型化できるので、利用範囲が広がる。

図-2 リチウムイオン電池関連の火災発生状況



資料:東京消防庁ホームページ

(注) 1 東京消防庁管内で、リチウムイオン電池を搭載した製品から出火した火災について集計。  
2 2023年の件数は11月末時点の速報値。

三つ目は、メモリー効果がない点だ。ニッケル・カドミウム電池やニッケル・水素電池には、ためた電気が残っている状態で充電すると、充電できる電気の総量が減るといふメモリー効果がある。リチウムイオン電池にはメモリー効果がないので、いつでも継ぎ足し充電ができる。

四つ目は、使用可能な温度の幅が広いことだ。リチウムイオン電池の電解質は、水分を含まないメチルなどの有機溶媒なので、温度が0度以下でも凍ることがない。そのため、マイナス20度から60度までの環境で利用できる(齋藤、2021)。こうした点からリチウムイオン電池は普及している。

### ③ リチウムイオン電池の課題

他方で、リチウムイオン電池にも課題はある。一つは、希少金属を必要とすることだ。リチウムイオン電池の正極にはリチウム化合物を用いるが、その原材料は希少金属(レアメタル)である。蓄電池産業戦略検討官民協議会(2022)によれば、リチウム、コバルト、ニッケルといったレアメタルは、埋蔵量、生産量ともに特定国に集中してい

る。例えば、リチウムはチリとオーストラリアの2カ国で世界の埋蔵量、生産量の半分以上を占めており、コバルトはコンゴが埋蔵量、生産量の半分以上を占めている。世界的な蓄電池需要の高まりによってレアメタルの価格が上がり、製造コストを押し上げている。仮に資源国からの供給が途絶すると蓄電池の製造自体ができなくなる(機械振興協会経済研究所、2023)。

BEV用や定置用としては、エネルギー密度がまだまだ足りないとの指摘もある。例えば、エネルギー密度はBEVの航続可能距離に直結する。充電施設が十分に普及していない環境では、航続可能距離の長さがポイントになるため、エネルギー密度のより大きな蓄電池が必要となる。

安全性についても課題がある。リチウムイオン電池の電解質に使う有機溶媒は可燃性の液体である。外部からの衝撃による液漏れや、高温下での使用によって発火する可能性がある。東京消防庁によると、東京消防庁管内でリチウムイオン電池を搭載した製品から出火した火災は年々増加している。2023年には11月末時点で158件の火災が発生した(図-2)。火災が増加しているのは、リチウムイオン電池の普及に伴い、市場に出回る量が増えたためと考えられる。東京消防庁は、衝撃を与えたり、むやみに分解したりしない、膨張や発熱などの異常を確認した場合は直ちに使用をやめるといった注意喚起を行っている。

### ④ 次世代蓄電池の開発

リチウムイオン電池の課題を解決するため、既存のリチウムイオン電池の改良やほかの材料を使った蓄電池の開発が進んでいる。明確な定義はないが、本稿では、既存のリチウムイオン電池の性能を超えると期待される蓄電池を次世代蓄電池と呼ぶ。

現在開発が進む次世代蓄電池の例をまとめたものが、表-2である。リチウムイオン電池を改良

表－２ 次世代蓄電池の例

	種類	概要
リチウムイオン電池	全固体電池	リチウムイオン電池の電解質を固体にした電池
	全樹脂電池	リチウムイオン電池の電極、電解質をすべて樹脂にした電池
リチウムイオン電池以外	ナトリウムイオン電池	リチウムイオンの代わりにナトリウムイオンを利用した電池
	リチウム硫黄電池	正極にリチウム、負極に硫黄を利用した電池
	金属空気電池	正極に空気中の酸素、負極にリチウムなどを利用した電池
	多価イオン電池	負極にマグネシウムや亜鉛などの多価イオンの金属を利用した電池

資料:中村(2023)、機械振興協会経済研究所(2023)をもとに筆者作成

したものでは、電解質を液体から固体に変えた全固体電池や、電極から電解質まですべて樹脂(半固体)で製造した全樹脂電池がある。

リチウムイオン電池以外の蓄電池では、リチウムイオンの代わりにナトリウムイオンを利用したナトリウムイオン電池、リチウム自体を電極に利用したリチウム硫黄電池、空気中の酸素を取り込んで正極として利用する金属空気電池などがある。酸化反応の際に放出する電子の数がリチウムより多いマグネシウムや亜鉛などを負極に利用する多価イオン電池もある。これらの蓄電池は、コバルトなどのレアメタルを使わないものが多い。

次世代蓄電池は開発段階のものが多いが、このなかでリチウムイオン電池の次に普及するのは、全固体電池といわれている。国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の「『先進・革新蓄電池材料評価技術開発(第2期)』事業原簿」によれば、BEV、PHEVに使う車載用の蓄電池として、2025年ごろから全固体電池が市場に登場し、2030年ごろから普及し始める見通しである。

全固体電池はリチウムイオン電池と同じ電極を利用するため、資源確保の課題は残るものの、電解質に可燃性の液体を使わないため、液漏れや発火などの危険性が減るといわれている。セラミックやガラスなどの材料を電解質に用いることで耐熱性も向上するため、使用可能な温度の範囲がさらに広がる。

全固体電池の電解質はリチウムイオンだけを通過させる性質をもつため、セパレーターが必要ない。電解液の注入や、液漏れを防ぐための封止なども不要になるので、リチウムイオン電池に比べて製造コストが下がると期待されている。

また、使う材料が少なくなれば電池の重量や体積も小さくなり、その分、エネルギー密度も大きくなる。同じ重量、体積のリチウムイオン電池を使った場合に比べてBEVの航続距離が2倍、充電時間が3分の1になる見込みである(蓄電池産業戦略検討官民協議会、2022)。これらの特徴をもつ全固体電池が実用化されれば、蓄電池はさらに普及していくと考えられる。

### (3) 蓄電池市場の規模とプレイヤー

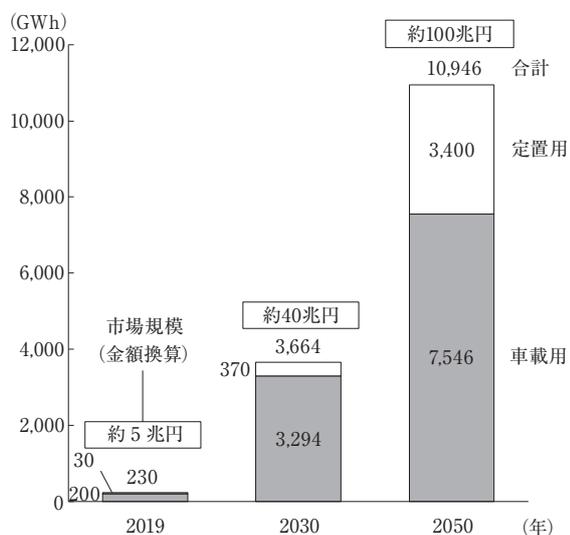
本節では統計データや先行研究などから、蓄電池市場の規模や主なプレイヤーについて確認する。以下では断りのない限り、蓄電池と表記する場合はリチウムイオン電池を指す。

#### ① 市場規模

経済産業省が試算した蓄電池の世界の市場規模(容量ベース)をみると、2019年は車載用が200GWh、定置用が30GWh、合計230GWhとなっている。金額に換算すると約5兆円になる(図-3)。ここでは今後の市場拡大が見込まれる車載用と定置用のみ試算されている。

世界各国でBEVを普及させる動きが進んでお

図-3 蓄電池の世界市場（容量ベース）の推移



資料:蓄電池産業戦略検討官民協議会 (2022)

- (注) 1 国際再生可能エネルギー機関 (IRENA)、企業へのヒアリングなどをもとに蓄電池産業戦略検討官民協議会が試算した電池容量 (GWh)。2030年、2050年は見込み。  
 2 枠内は、GWhを金額に換算したもの。車載用の単価は、2019年が2万円/kWh、2030年が1万円/kWh、2050年が0.7万円/kWhとして試算し、定置用の単価は、車載用の2倍として試算。

り、日本のようにガソリンを使った自動車の新車販売をゼロにするという目標を掲げる国もある。そのため、2030年には車載用が3,294GWhと大きく伸びる見通しだ。合計は3,664GWh、金額に換算すると約40兆円になる。その後、2050年には車載用が7,546GWh、定置用が3,400GWhとともに2030年から大きく増加する見込みである。合計は1万946GWh、金額は約100兆円に達する。

日本の市場規模については、経済産業省の「経済産業省生産動態統計 (年報)」でリチウムイオン電池、アルカリ蓄電池、鉛蓄電池といった蓄電池の販売金額を確認できる。リチウムイオン電池のデータが公表された1995年からの合計の推移をみると、1995年の4,497.2億円から増加傾向が続いており、2021年に9,896.7億円、2022年に1兆1,340.3億円となっている (図-4)。

内訳をみると、リチウムイオン電池の伸びが合計の金額を牽引している。特に足元では車載用の

リチウムイオン電池の販売が伸びているようだ。ただし、リチウムイオン電池が発売された後も鉛蓄電池とアルカリ蓄電池は2,000億円前後の市場規模を維持している。自動車のバッテリーには安価な鉛蓄電池が引き続き利用されるなど、価格や用途に応じて使い分けられているようである。

## ② 蓄電池市場のプレイヤー

蓄電池市場の主なプレイヤーは、電池メーカー、材料メーカー、そして、蓄電池を製造する設備をつくる製造装置メーカーである。まず、電池メーカー、材料メーカーについてみていく。

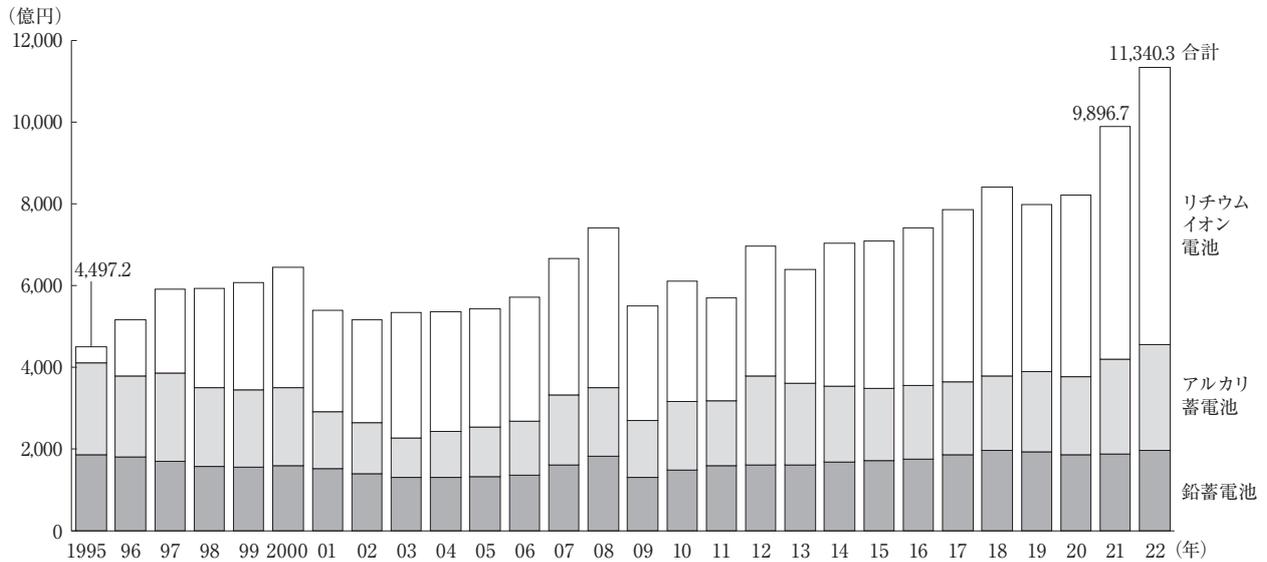
蓄電池産業戦略検討官民協議会 (2022) によると、電池メーカーの世界シェアは中国、韓国に次いで日本が3番手と、アジア圏の電池メーカーが蓄電池の供給を支えている。ただし、日本のメーカーのシェアは2015年に51.7%であったものが2020年に21.1%にまで落ちている状況である。また、材料メーカーの世界シェアをみると、中国の材料メーカーが大部分を獲得しており、韓国、日本の企業を大きくリードしている。

国内の代表的な電池メーカーとしては、パナソニックやGSユアサ、東芝、古河電池、マクセルなどがある。車載用の蓄電池では、自動車メーカーと電池メーカーの提携も進んでいる。例えば、本田技研工業とGSユアサが共同出資するブルーエナジーや、トヨタ自動車とパナソニックホールディングスが共同出資するプライムプラネットエナジー&ソリューションズなどがある。

蓄電池の材料を手がける国内のメーカーとしては、住友金属鉱山や日亜化学工業、レゾナック、旭化成、東レなどがある。全固体電池の開発が進むなかで、ガラスメーカーのAGCや、石油事業などを手がける出光興産など、新たなメーカーの参入が目立っている。

このように電池メーカー、材料メーカーの主要企業は大企業である。それに対して、製造装置メー

図-4 蓄電池の販売金額（出荷額ベース）の推移



資料:経済産業省「経済産業省生産動態統計(年報)」

(注) 1 アルカリ蓄電池は、ニッケル・水素電池、ニッケル・カドミウム電池など正極に水酸化ニッケル、電解質にアルカリ性水溶液を用いたもの。

2 リチウムイオン電池は、2012年から車載用を含む。

カーは中小企業が多いといわれている（機械振興協会経済研究所、2023）。日本だけでなく世界中の電池メーカーに製造装置を販売する中小企業が少なくない。工程ごとに用いる装置が異なり、それぞれに特化した技術をもつ中小企業が活躍しているようである。

一般的な蓄電池の製造工程と製造装置の対応を図-5に示した。製造工程は、電極製造、セル組立、検査の三つに分類できる。

電極製造は、蓄電池に使う正極、負極をつくる工程である。初めに、電極の活物質に使う原料を攪拌、混練、分散してスラリーと呼ばれる合剤の塗料をつくる。続いて、アルミや銅などの金属箔にスラリーを塗って乾燥させる。その後、ロールプレスで厚みが均等になるように圧延する。最後に裁断しつつ、巻き取る。

セル組立は、正極、負極、セパレーター、電解液をひとまとめにする工程である。まず、電極の間にセパレーターを挟みながら、巻回機または積層機けんかいきによって部材を一つにまとめ、電流を流すた

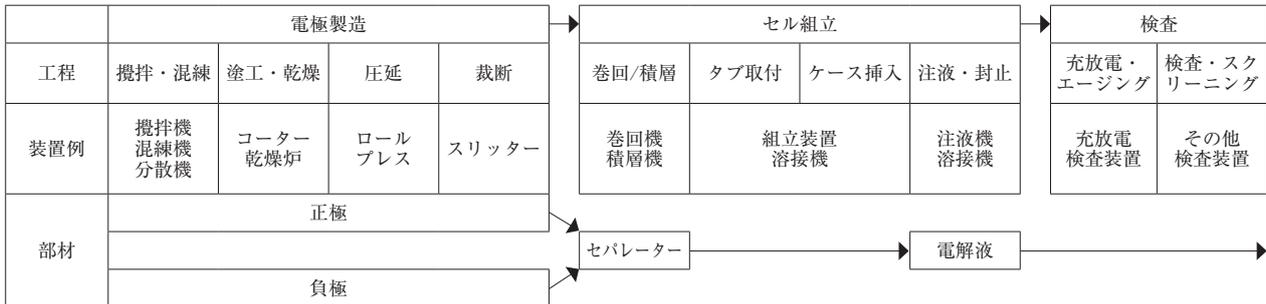
めのタブを取り付けてケースに挿入する。その後、注液機で電解液を注入し、液が漏れないように封止する。

検査工程では、組み立てたセルに電流を流したり、放出させたりすることで性能を確認する。そのほか、充電後に一定期間放置して再度電圧を検査するエージングを行うことで、電圧が基準以上に下回るものを不良品として取り除く。その後、内部に異物がないかなどの検査を行い蓄電池が完成する。

蓄電池の製造装置は、半導体製造装置のように日本標準産業分類で細分類の割り当てがない。化学機械・同装置製造業、ロボット製造業、電気計測器製造業、金属加工機械製造業、他に分類されない生産用機械・同部分品製造業などに含まれるケースが多い。

蓄電池の製造装置に関する公的な統計データはないが、業界団体にヒアリングを行った機械振興協会経済研究所（2023）によると、電池メーカー、材料メーカーの市場シェアと同じように中国・韓

図-5 リチウムイオン電池の製造工程



資料:機械振興協会経済研究所 (2023) をもとに筆者作成

国の製造装置メーカーが急速に拡大してきているという。

#### (4)蓄電池の製造装置メーカーの特徴と課題

前述のとおり、蓄電池市場で活躍する製造装置メーカーには中小企業が多い。では、製造装置メーカーには、どのような特徴や課題があるのだろうか。

蓄電池の製造装置メーカーについての先行研究としては、関西に立地する製造装置メーカーについて調査を行った日本政策投資銀行 (2013)、業界団体や国内外の企業へヒアリング調査などを行った機械振興協会経済研究所 (2023) があるものの、電池メーカーなどに比べると先行研究は少ない。このほか、わが国の蓄電池産業戦略の進め方について公表している経済産業省 (2023a、2023b) でも蓄電池の製造装置メーカーについて述べられている。

以下では、これらの先行研究をもとに、蓄電池の製造装置メーカーの特徴と課題を整理する。

##### ① 蓄電池の製造装置メーカーの特徴

一つ目の特徴は、受注生産が中心という点である。電池メーカーのニーズに合わせて一から設計するケースが多く、1件当たり半年から1年ほどの期間がかかる。顧客の要望に合わせた細やかな対応が必要になるため、小回りの利く中小企業が

活躍しやすい環境ともいえる。ただし、取引先の製造計画や景気の影響を受けやすい面もあり、受注の波が生じやすい。そのため、長期的に安定して受注を確保できるかどうかを経営のポイントになる。

また、機械振興協会経済研究所 (2023) によれば、日本の電池メーカーは製造ラインに必要な装置を複数の企業に個別に発注している。そのため、複数の製造装置メーカーと電池メーカーで、製造ラインの完成に向けて何度もすり合わせを行う。工程変更や他社装置への切り替えが容易ではないため、数年先を見越して取引関係が構築される傾向にある (経済産業省、2023a)。

もう一つの特徴が、化学分野を扱う点である。機械や電気の分野に強い製造装置メーカーが多い一方で、化学の分野には苦手意識をもつ中小企業も多いようで、技術的な参入障壁になっている (機械振興協会経済研究所、2023)。蓄電池は製造の過程で扱い方を誤ると発火したり、爆発したりする危険性がある。品質や価格に加えて、安全性を重視する傾向にある。ここが新規参入をねらう企業にとってのハードルといえる。

また、複数の分野の知識を必要とするため、装置の設計や製造を担える人材を育成するには5～10年ほどの時間がかかるといわれている。この点、中小製造装置メーカーはオーナー企業が多く、目先の利益にとらわれず中長期的に開発投資や人材

育成を行いやすいため、大企業に比べて有利であるとの指摘もある（日本政策投資銀行、2013）。

## ② 蓄電池の製造装置メーカーが抱える課題

製造装置メーカーの課題の一つは、蓄電池市場の技術進歩への対応である。急成長する蓄電池市場では新たな技術や材料が次々と開発されている。新材料を用いたり、新たな仕様の蓄電池を製造したりするには、製造装置メーカーも最新の動向をキャッチアップしていく必要がある。

また、世界的な蓄電池需要の高まりを背景に、海外の製造装置メーカーも台頭してきている。取引先の動向を踏まえて自社の技術を高めるとともに、コアとなる自社の技術をどのように守るかも課題となってきている。

二つ目の課題は、脱炭素への取り組みである。脱炭素の推進を背景に注目される蓄電池にとって、製造工程で発生する温室効果ガスの削減は避けられない課題である。

経済産業省（2023a）によれば、欧州では製造にかかる温室効果ガスの量（カーボンフットプリント）を規制する取り組みが進んでいる。日本でも大企業を中心に温室効果ガス削減目標を策定する企業が出てくるなど、製造工程の脱炭素に取り組む企業が増えている。蓄電池の製造装置メーカーとしても、自社の装置をどのように対応させていくかが課題となっている。

なお、前に述べたように蓄電池市場は今後、拡大する見込みであるが、経済産業省（2023b）は、予想される需要に対して日本の電池メーカーが製造能力を拡大していくうえで、製造装置の供給がボトルネックになる可能性を指摘している。その理由として製造装置メーカーには中小企業が多く、設備や人員を十分に確保できていないためとしている。経済産業省では、製造装置メーカーの設備投資や、製造装置メーカー同士の連携、新たな製造装置メーカーの参入などを促す施策を講じる方

針である。こうした状況を踏まえて、中小製造装置メーカーが今後どのような経営方針を採るかが、注目されている。

## 3 蓄電池市場で活躍する

### 中小製造装置メーカーの事例

ここまで述べたように、蓄電池の製造装置の分野では中小企業が活躍しており、市場の拡大に欠かせない存在となっている。ただし、中小製造装置メーカーがどのような取り組みを行っているのか実態を探った調査は少ない。そこで本節では、蓄電池の製造装置をつくる中小製造装置メーカー4社の事例を紹介する。とりわけ、中小企業らしい独自性が生かされているのではないかという問題意識の下、特定の電池メーカーの系列に入っていない独立系の中小製造装置メーカーを取り上げ、参入のきっかけや現在までの取り組み、今後の方針などをみていく。ヒアリングは、2024年1月に実施した。

#### <事例1> (株)サンクメタル

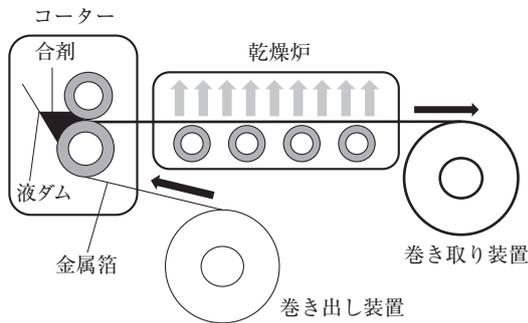
代表者	<small>まつした しげひろ</small> 松下 茂廣
創業	1973年
資本金	3,200万円
従業員数	26人
事業内容	試作設備の設計製造
所在地	兵庫県三木市

——蓄電池の材料開発を支えるコーターに強み

兵庫県三木市の(株)サンクメタルは、1973年創業の蓄電池の製造装置メーカーである。同社は試作の製造装置に特化しており、前掲図-5に示したリチウムイオン電池の製造工程のうち、電極製造からセル組立まで各工程に使う製造装置を手がけている。

主力装置は、塗工に使うコーターである。例え

図-6 塗工・乾燥工程のイメージ



資料:筆者作成

ば、リチウムイオン電池に使う電極は、コーターでアルミなどの金属箔にコバルト酸リチウムなどの活物質を混ぜた合剤の塗料（スラリー）を塗って製造する。スラリーの厚みが均一でなかったり、塗られていない面があったりすると、蓄電池にしたときに充放電が十分に行われず。そこで、一定の厚みで塗れるコーターが使われる。なお、塗工と乾燥は連続して行うため、コーターは乾燥炉をセットしたものを販売する。

塗工・乾燥工程のイメージは図-6のとおりである。巻き出し装置から送られてきた金属箔は、スラリーをためた液ダムを通過した後、二つのロールの間隙を利用して余分なスラリーがそぎ落とされて均一な厚みになる。その後、乾燥炉を通してスラリーを密着させ、巻き取られる。

図-6で示したのは、コンマヘッド方式と呼ばれる塗工方法である。このほかに、ロールを流れる金属箔にスラリーを送り出すヘッドを適切なクリアランスでセットして塗るダイヘッド方式、スラリーに浸したロールを金属箔に当ててスラリーを塗るグラビアヘッド方式がある。コンマヘッド方式は仕組みが単純で安価なのでよく使われる。ただし、スラリーが空気に触れるため、毒性のある材料などには使用できない。この場合、タンクにためたスラリーをポンプでくみ上げてヘッドから送り出すダイヘッド方式を用いる。薄く塗りしたい場合は、グラビアヘッド方式を採用することが

多い。このように使う材料や塗る量などによって、塗工方法は変わってくる。

塗工方法を変更する場合、コーターも変えるのが一般的だが、同社のコーターは塗工する部分を付け替えられるようにしている。コンマヘッド方式の液ダム部分を外してダイヘッド方式に使うヘッドを設置するといったように、同じコーターで塗工方法を変更できる。さまざまな材料に合わせて塗工方法を試す開発段階に適した装置である。

同社の顧客は、電池メーカーや材料メーカー、大学の研究室である。特に蓄電池に使う材料を開発する材料メーカーが多い。本来、材料の評価は電池メーカーが行うが、人手不足もあってそこまでできなくなってきた。そこで材料メーカーが、自社の材料で蓄電池をつくってデータを取得し、材料とデータをセットにして電池メーカーに持ち込むことが増えている。

装置の価格は、大きさによって異なる。コーターでいえば1,000万円から5,000万円のものが多い。代表取締役社長の松下茂廣さんによれば、同社では蓄電池の製造装置を一式そろえているものの、実際には単体で購入されるケースが多いという。材料の開発では、特にコーターの使用頻度が高い。スラリーの混合比率や塗工した面の厚み、塗工方法などによって蓄電池の充放電の性能が変わるからだ。あらゆるケースを試す必要がある。そのため、まずはコーターだけ購入して、ほかの工程の製造装置はレンタルしたり、後で購入したりする取引先が多い。直近の売り上げは約7億円で、年間50件ほどの製造装置を販売している。

——業界の横のつながりを生かして事業を拡大

松下さんは、マンガン電池のセパレーターを製造する電池メーカーの子会社に11年間勤務した後、1973年に個人事業主として松下製作所を立ち上げた。義理の父が建築材料を販売する企業を営んでおり、そこで扱っていたエキスパンドメタ

ルと呼ばれる網状の金属を製造していた。

松下製作所ではエキスパンドメタルをつくる過程で、自社開発した圧延機（ロールプレス）を使っていた。1990年代に入ると事業拡大に向けて、このロールプレスを販売できないかと模索した。そのなかで目をつけたのが、蓄電池市場だった。松下さんが電池メーカーに勤めていた頃の人脈が生きることに加え、リチウムイオン電池の開発が盛り上がっていた時期だったからだ。調べてみると試作用の小型装置は量産用の大型装置と同じくらい製造に手間がかかる割に販売量は多くないため、競合が少なかった。そこで蓄電池の試作に特化した小型のロールプレスを売り出すことにした。

このねらいが当たり、事業は拡大した。当初はロールプレスだけを扱っていたが、そのうち材料メーカーが主な顧客になり、要望に応えるなかでコーターなど電極製造の製造装置全般を扱うようになった。その後も外部委託を活用して、セル組立、検査に使う製造装置まで手がけるようになり、蓄電池の製造装置を専門にしたメーカーとして事業を広げていった。2000年に大広メタル(有)として法人成りした後、2002年に(株)サンクメタルに社名を変更し、現在に至る。

同社は特定の企業の系列に加わらず、幅広い企業と取引している。取引先の製造計画に左右されず自由に動ける半面、自分たちで取引先を開拓していく必要がある。取引先を増やすうえで一役買っているのが、電池に関連する学会や協会への参加である。同社は、炭素材料学会をはじめ、電気学会、電気化学会、電池工業会、キャパシタフォーラムなどに所属している。学会や協会を通じた付き合いが取引先の増加に結びついている。

こうした人脈は同社の技術水準の向上にもつながっている。同社では、学会などで知り合った研究機関や電池メーカーを定年退職した人たちを顧問として採用している。例えば、研究機関にいた顧問から技術的な指導を受けたり、電池メーカー

の製造ラインを担当していた顧問から量産を見据えた材料開発についてアドバイスを受けていたりしている。取引先との交渉に同席してもらうこともある。顧問が技術営業の役割を担っているのである。

#### ——蓄電池の試作の悩みを解決する事業展開

同社は蓄電池の試作を行う取引先の特徴に合わせて事業を展開してきた。取引先の主な特徴は三つある。

一つは、さまざまな材料を少しずつ試すことである。このため、同じものを大量につくる量産用の製造装置とは求められる機能が異なる。コーターでいえば、塗工方法の変更のしやすさなどである。同社のコーターは、塗工部分を付け替えるように設計している。さらに納品後に変更が必要になりそうな部分があれば、それを踏まえて後で付け足しや交換がしやすいように設計する。また、試作は工場ではなく研究室や事務所など200ボルトの電源がない場所で行うことも多い。そこで100ボルトの電源で使える製造装置をつくることもある。

二つ目の特徴は、予算に制約があることだ。材料の開発を始めようとする企業は十分な予算を確保できないことが多い。開発当初は事業化できるかどうか不透明だからだ。そこで、同社はできるだけシンプルな製造装置を提案する。例えば、同社のコーターは最大四つの乾燥炉を取り付けることができるが、最初は一つの乾燥炉にして、後で追加できるようにしておく。乾燥炉が多ければそれだけ蓄電池をつくるスピードは高まるが、その分、費用がかかるからである。取引先の事情に合わせて必要な機能に絞った装置を提供するから、取引先のコストを抑えることができる。

同社が展開するレンタルラボ事業は、取引先の予算制約を踏まえた取り組みの一つである。レンタルラボ事業は同社の工場で蓄電池の製造装置を貸し出すサービスだ。利用料は1日で約30万円

である。蓄電池の製造用に湿度をほぼゼロにするドライチャンバーを設けて、蓄電池に必要な製造装置を用意している。要望があれば電極の製造に必要な金属箔などの材料も販売している。

例えば、開発した材料を使って蓄電池の組み立てまで行う場合、10個つくるのに5日間ほどかかる。この場合の利用料はおよそ150万円である。装置1台が約1,000万円とすれば、すべて購入するよりも費用が抑えられる。購入前のテストとして利用したり、コーターだけ購入して残りの工程はレンタルラボを利用したりするケースが多い。

三つ目の特徴は、撤退という選択肢があることだ。材料の開発競争は激しさを増している。予算制約もあるなかで、思うような成果があげられずに開発から撤退する取引先は少なくない。そうなったときに装置の処分に困ることが多いそうだ。

そこで、同社は中古品の買い取りを始めた。装置が不要になっても同社が製造装置を引き取れる体制を用意しておくことで、購入を検討する企業に安心感をもってもらえる。他方、買い取った装置をメンテナンスして中古品として販売することで、コストを抑えたい取引先や、故障などですぐに代用機が必要な取引先のニーズに応えることができるようになった。

松下さんが大事にしているのは、製造装置を売って終わりではないということだ。試作した結果が想定外のものであれば、取引先と一緒に原因を追究する。材料自体の問題ではなく製造工程に問題があるケースが少なくないからである。スラリーの粘度を上げる、塗工方法を変えるといった助言を行いながら、取引先の試作に寄り添う。だからこそ同社への満足度が高まり、リピートや他社からの紹介が増えていると、松下さんは分析する。

#### ——培った技術で新境地へ

同社は試作用の装置に特化しているので蓄電池に関する最新の技術動向に触れることが多い。例

えば、電極の活物質に使う新たな材料が手に入れば従業員たちが蓄電池を試作してみるなど、取引先との会話についていけるよう研究を続けている。

現在、同社の従業者数は26人である。機械設計、電気設計を行う担当者は2人で、ここに松下さんを加えた3人体制で設計業務を担っている。設計業務を内製化することで納品までの期間を平均4カ月ほどに抑えている。組み立てを行う製造部門には20人、営業部門には3人を抱えている。決して大所帯ではないが、松下さんによれば、意思疎通がしやすい適正な規模だという。

半面、少数精鋭だからこそ、従業員には製造だけ、設計だけ、原価管理だけと特定の業務にこだわらず、すべての業務を担える人材になってほしいと考えている。営業担当者に製造を手伝ってもらったり、設計や製造の担当者を取引先との打ち合わせに同席させたりと、担当の範囲を超えて仕事ができるように人員配置を行っている。

蓄電池市場の先行きは、近いうちに一服するのではないかとみている。そこで同社は量産体制に移行する電池メーカーなどに対して、規模の小さい装置の導入を提案している。大規模な装置に比べて、償却負担を抑えられるからである。1台当たりの製造のスピードは劣るものの、需要の変動にも柔軟に対応しやすくなる。長く電池業界で少量の試作に携わり、多数の取引先をもつ同社ならではの提案といえる。

コーターやロールプレスが、蓄電池の試作以外に利用できる点にも注目している。取引先のなかには、蓄電池の開発を終えた後に、タブレット端末などのタッチパネル用のフィルムの開発に同社のコーターやロールプレスを再利用する企業が少なくない。試作の対象に合わせて装置の改造や修理を請け負うほか、初めからフィルム開発の目的で製造装置の問い合わせを受けるケースが増えている。2023年にはこうした需要の拡大を背景に工場を増設して製造能力を向上させた。同社は製造

装置を通して蓄電池材料の開発を後押ししつつ、新境地を開拓していく方針である。

<事例2>大野ロール(株)

代表者	やない ふみたか 箭内 良行
創業	1927年
資本金	2,400万円
従業員数	42人
事業内容	金属加工機械の製造
所在地	茨城県常陸大宮市

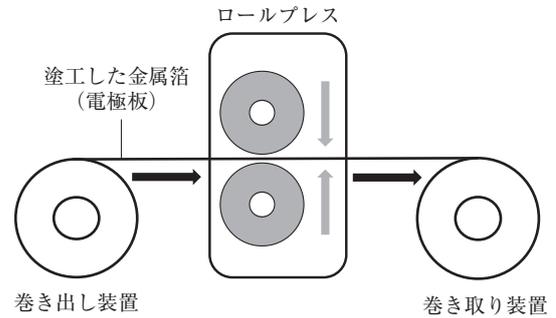
——業歴90年超のロールプレスメーカー

茨城県常陸大宮市の大野ロール(株)は、1927年創業のロールプレスメーカーである。ロールプレスとは、前掲図-5に示したリチウムイオン電池の製造工程のうち、電極を製造する工程の一つである圧延工程を担う装置だ。圧延は対になる二つのロールを使って金属などを板状に薄く延ばす加工技術である。うどんやパンの生地をのし棒で薄く延ばすように、金属を加工するイメージだ。厳密にはリチウムイオン電池の製造では延ばさずに密度を高める圧縮を行う。

リチウムイオン電池に使う電極は、アルミなどの金属箔に活物質を混ぜたスラリーを塗って製造する。このとき、スラリーと金属箔の間に隙間があると、蓄電池にしたときに充放電が十分に行われない。また、電極の厚みにばらつきがあると電極を積み重ねたセルがいびつな形になり、ケースに入らないなどの問題が生じる。そこで図-7のように、塗工後の金属箔を二つのロールで挟んで圧力をかけ、スラリーと金属箔の密着度を高めながら、均一な厚みにする。

同社は、創業以来、圧延機を製造してきた。ロールプレスは圧延機の一つで、金属などの被加工材とその表面に塗った物質を圧着させる目的で使うものを、ロールプレスと呼んでいる。同社はロールの径が10ミリメートルの小型のものから、

図-7 ロールプレスのイメージ



資料:筆者作成

800ミリメートルの大型装置まで、さまざまなロールプレスを手がけている。大きさによって数百万円から数億円までと価格に幅があるが、平均すると1台当たり2,000万円ほどになる。

顧客の要望に合わせて一から設計する受注生産を基本とする。部品加工担当者8人、製作担当者8人、機械設計者9人、電気設計者4人を抱え、設計から部品加工、製作、据え付けまですべて自社で行う。同業他社では電気設計や部品加工を外注するケースが多いが、「細かい意図の伝達や調達に手間と時間がかかるため、できる限り内製化を図っている」と同社の代表取締役社長の箭内良行さんは話す。納品までの期間は平均10カ月である。

同社の装置の特徴は、加工精度の高さにある。例えば、ロールプレスで材料に圧力をかけて3ミリメートル押し込んでも、材料からの反発があるため2ミリメートルの厚さにしかならない。材料の反発力が装置に加わるからだ。反発力がかかることで、ロールの位置やロールを支えるフレームは少しずつずれていく。これが誤差となって仕上がりに影響する。

同社では、装置の剛性を高め、このずれを抑えている。箭内さんによれば、加工時に発生する誤差を1ミリメートルの1万分の1に当たる0.1マイクロメートルまで抑えることができるそうだ。剛性を高めるには、すべての部品を頑丈につくればよいというわけではない。材料の反発力を装置

のどこで吸収するか、負荷がかかる部分の強度をどれだけ高めるかなど、装置の設計や組み立ての段階で剛性を高めるポイントを押さえる必要がある。同社は、こうしたノウハウを90年超の業歴のなかで積み上げ、ベテラン従業員から若手従業員へと受け継いできた。特許として公開している圧延技術は15件を超える。

#### ——鉄鋼業界で培った技術で電池業界に参入

箭内さんは、同社の4代目の社長である。大学卒業と同時に同社に入社し、2016年に祖父、叔父、父と続いた代表取締役社長の職を引き継いだ。

同社は1927年に箭内さんの祖父である大野吉太郎氏が東京都港区で創業した。昭和初期、国の基幹産業であった製鉄業の企業に向けて圧延機を製造し事業を拡大した。1948年に(有)大野ロール製作所を設立、高度経済成長期には鉄鋼業界との取引増加に伴い、埼玉県所沢市に工場を建設した。1988年に大野ロール(株)に組織変更すると、より広い工場を求めて、1989年に茨城県常陸大宮市の工業団地の一角に水戸北工場を建設した。2002年に東京の本社機能を水戸北工場に集約した。

これまでに同社が製造した圧延機は、2,000台を超える。圧延加工は切削、溶接などの加工に比べて高速かつ連続で加工できることから、さまざまな製品の製造工程に使われている。同社の装置も鉄鋼業界のほか、貴金属、自動車、電子部品、樹脂、フィルムなどの製造に使われている。箭内さんは「圧延加工という技術を通してその時代ごとに主要な業界を支えてきた」と同社の軌跡について振り返る。

近年は、リチウムイオン電池の電極製造用のロールプレスがメインとなっている。加工のずれが蓄電池の品質不良に直結するため、加工精度が高い同社の装置を求める電池メーカーが多い。

電池業界との取引は、日本でリチウムイオン電池の開発が活発化した1990年代に始まった。電

極の圧延に使える装置を探していたある電池メーカーから、鉄鋼業界で実績を積んでいた同社に声がかかった。当時はロールプレスという名前ではなく、電極製造用の圧延機として販売していた。

さらに電池業界からの受注を増やすため、2007年に国際燃料電池展に出展して同社の圧延技術を披露した。これをきっかけに、これまで取引がなかった電池メーカーや材料メーカーへの販路を開拓できたほか、米国や韓国、中国、台湾など世界中の企業から注文が来るようになった。特に2010年代は韓国の企業からの注文が多く、韓国におけるリチウムイオン電池用のロールプレスのシェアの8割を大野ロール(株)の装置が占めているという新聞記事が出たこともあったそうだ。

電池業界向けのロールプレスは、加工精度に対する要求が高いことに加えて、不純物の混入を防ぐための対策を重視する傾向にあると箭内さんは話す。粉末やごみが電極に混入すると、電池のショートの原因となってしまうからだ。同社ではロールプレス全体にカバーをかけて、ほこりやごみの混入を阻止したり、<sup>じょじん</sup>除塵装置を設置したりといった対応を行っている。

このほか、開発中の新素材などを扱うことが多いため、取引先と秘密保持契約を結ぶなど、情報漏洩への対策も行う。また、技術力やノウハウを高めるため、大手圧延機メーカーで経験を積んだエンジニアを顧問として採用している。

#### ——メンテナンスで顧客との接点を増やす

ロールプレスによる圧延は、リチウムイオン電池の電解質を固体にした全固体電池の製造においても必要な工程である。取材で訪問した際も工場内に全長5メートルを超える電極製造用のロールプレスが2台並び、従業員8人がかりで組み立て作業を行っていた。1台当たり約4億円の大型装置を4台受注しているそうだ。当面の間、電池メーカーからの受注は続くと、箭内さんはみている。

ただし、その先を見据えた取り組みも始めている。2021年に「圧延機・ロールプレス.COM」というホームページを開設して、メンテナンス事業を強化した。ホームページ上でメンテナンスや修理、改造などを注文できるほか、同社が請け負ったメンテナンスや修理、改造の事例を紹介したり、利用時の注意点や点検時のポイントをまとめたコラムを掲載したりして、ロールプレスに関する情報発信を定期的に行っている。

特に事例ページは実際の案件をケーススタディとして、相談前の取引先の悩みや、それを受けて行ったメンテナンスのポイント、その後の装置の様子や取引先のコメントなどを写真付きで掲載している。ホームページを閲覧すれば、自社の悩みに近いものを確認して、どのような対応が必要なのかを事前に知ることができる。

コロナ禍による受注減少をきっかけにメンテナンス事業の強化を図ったのだが、これには顧客との接点を増やすねらいもある。一つは、既存の取引先へのアプローチである。ロールプレスは製造装置であるため、購入頻度は決して高くない。販売すると次の装置の購入まで時間が空くことが多いが、マンパワーに限りがある同社では営業を十分に行えていなかった。そこで、ホームページを定期的に変更し、その都度メールマガジンで既存の取引先に案内している。装置のメンテナンスや買い替えを考えるきっかけを提供するためである。

実際のメンテナンスでは、専任の技術者が必ず製造現場を訪問する。現場の担当者と良い関係を構築できれば、次の更新や新規投資の際に現場の意見として同社を後押ししてもらえる。同社のファンを増やして長期的に顧客を囲い込む戦略といえる。この成果が出るのは先になりそうだが、以前に同社の装置を購入した企業からメンテナンスや新規装置の問い合わせが増えているようだ。

二つ目が、取引のない企業へのアプローチである。圧延機のメーカーはこの30年の間に10分の1

程度に減った。購入したメーカーにメンテナンスを依頼するのが一般的だが、同社では他社製の装置についてもメンテナンスを受け付けている。設計図がない場合、その場で装置を確認して設計図を書き起こすこともある。メンテナンスで満足してもらうことで、その後の買い替えのタイミングで同社の装置を購入してもらうことをねらった取り組みである。リチウムイオン電池の需要拡大もあり、ロールプレスを探す企業は増えている。ホームページの開設は、まだ取引のない電池メーカーなどに同社の技術力やサービスを知ってもらうきっかけにもなるのである。

#### ——製造工程の脱炭素化を後押しする圧延技術

メンテナンス事業以外には、テスト機、レンタル機の提供も2020年ごろから行っている。工場内に常設したロールプレスを貸し出すものである。テスト機は初回無料で1日10万円から、レンタル機は1カ月30万円から利用できる。

購入するかどうかを判断する前に、ロールプレスを使用してみたいと考える企業は少なくない。特に電極製造用のロールプレスはサイズが大きく高額なため、ほとんどの電池メーカーが購入前にテストを行う。検討中の企業にテスト機を利用してみたいかと提案することで、同社の装置の精度の高さを実感してもらおうというわけだ。自社の製造ラインに組み込んで試してみたい、故障で一時的に代用装置が欲しいといったニーズに対応してレンタル機も用意している。

なお、これらのテスト機、レンタル機のほとんどは中古装置である。販売した装置や部品の買い取りを行っており、オーバーホールなどを行ったうえで、レンタルしたり、販売したりしている。取引先からすれば、製造装置メーカーとしての実績があり、メンテナンスにも力を入れる同社の装置だからこそ、中古装置でも安心して選べる。シンプルな装置をとにかく安く導入したいという企業

から好評である。

最近では、電池業界でも話題になっている製造工程の脱炭素化に取り組んでいる。コスト面はもちろん、脱炭素の観点からも省エネの装置を求める電池メーカーが増えているからだ。そこで同社では、ロールを動かす動力に注目し、ハイブリッド圧下装置を開発した。

大型装置の場合、ロールの動力には油圧シリンダーを採用するのが一般的だが、大きな力が必要なのは最初のロールの位置決めだけである。そこで最初は油圧、その後はモーターと、ハイブリッド自動車のように使い分ける装置を開発した。この装置をロールプレスに使うことで、消費電力を80%カットできるようになった。油圧に必要なタンクの容量を80%カットできたことでサイズダウンにもつながった。省エネによって脱炭素化を進めたい企業からの引き合いが増えている。

箭内さんは、蓄電池市場の先行きを楽観視していない。一般的に景気が後退する局面では新たに設備投資する企業よりも既存設備のメンテナンスでしのごうとする企業が多くなる。つまり、同社が進めるメンテナンス事業は、今後、急変動が起きたときのリスクに対応する戦略ともいえるのである。創業100年に向け、同社は着実に事業を広げていく。

<事例3>長野オートメーション(株)

代表者	山浦 研弥 <small>やまうら けんや</small>
創業	1981年
資本金	1億3,500万円(資本準備金含む)
従業員数	190人
事業内容	生産用機械の製造
所在地	長野県上田市

——蓄電池の製造速度を上げる積層機に強み

長野県上田市の長野オートメーション(株)は、1981年創業の自動化生産装置メーカーで、従業

者数は190人、年商はおよそ40億円である。電池業界をはじめ、自動車業界や電機業界などの生産ラインをオーダーメイドでつくっている。前掲図-5に示したリチウムイオン電池の製造工程では、セル組立に使う装置を手がけている。セル組立にかかる装置をまとめて製造することが多いが、特に取引先に好評なのが電極とセパレーターをまとめる積層機である。

リチウムイオン電池のセルには、円筒形、角形、ボタン形、ラミネート形などがある。それぞれの形状に合わせて、電極やセパレーターといった部材をまとめる。円筒形などは、部材を重ねて巻き取る巻回という方法でまとめた後、アルミのケースに挿入する。対して、ラミネート形は、部材をお菓子のミルフィーユのように重ねる積層という方法でまとめた後、フィルムで包む。薄いラミネートフィルムで包装するため、電池モジュールの体積密度を向上させやすい。

積層工程のイメージは図-8のとおりである。セパレーターを間に挟みながら、正極と負極を交互に重ねる。このとき、重ねる位置がずれて正極と負極が接触すると、充電したときにショートしてしまう。電極やセパレーターは、数十マイクロメートルの薄い素材なので、作業の途中でしわができた、破けたりと、扱いが難しい。

図-8に示したのは、枚葉式まいようと呼ばれる積層方法である。このほか、正極を袋状のセパレーターに包んでから負極と交互に重ねる袋詰め式、帯のように長いセパレーターを折りたたみながら折れ目に合わせて正極と負極を挟み込む葛折り式つらおがある。

このように、電極積層の工程には複数の方法がある。ここが、セルの形状によって作り方が変わらない電極製造工程や検査工程との違いである。「電極積層の方法は各メーカーのセル設計や生産能力により違いがあるため、それだけ当社の製造装置が活躍できる余地がある」と、同社の代表取

締役社長の山浦研弥さんは話す。

同社は枚葉式、袋詰め式、葛折り式それぞれに対応した積層機を製造できる。共通する強みは、スピードと精度を両立する点だ。例えば、袋詰め式の積層機であれば、1秒間に電極2枚とセパレーター2枚を重ねられる。2013年に開発した枚葉式の積層機は、当時の従来品に比べて1時間当たりで2倍の電極を積層できると話題になった。これだけのスピードを実現しながら歩留まりが良いのは、画像処理による位置決めや正確な部材の搬送など、センサーやモーターを制御する技術を確立できているからである。

これを可能にするのが、制御設計の技術者たちだ。同業他社では電気系統の制御を担う設計業務を外注に出すケースが多いが、同社では約40人いる制御設計の技術者が担当する。約50人いる機械設計の技術者と同程度の人数を確保することで、機械設計から制御設計、製造まで一貫して行えるようにしている。各技術者は現場で装置を前に打ち合わせし、機械を完成させることで技術を蓄積している。

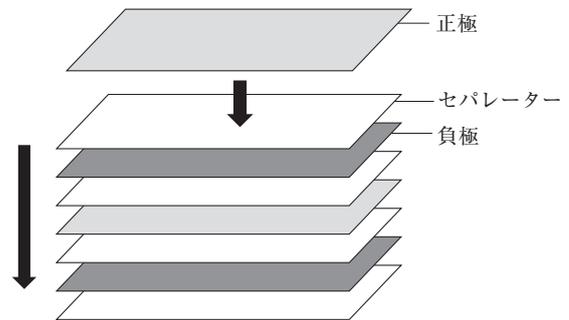
装置の価格は電極のサイズやサイクルタイムによって異なる。主力の積層機は、1台5,000万円ほどである。電池メーカーからは、セル組立の製造ライン一式を受注することもあり、その場合は数億円になる。

#### ——さまざまな業界で培った技術を

##### 蓄電池の製造に応用

同社は自動車部品メーカーに技術者として勤めていた山浦さんの父が1981年に創業した。自動車業界向けの部品加工機などの製造から始まり、徐々に自動化装置全般の製造へと事業を広げていった。長野県は精密機器メーカーの工場が集積していたため、液晶パネルの製造装置やプリンターのインクカートリッジの注液装置などを手がけ技術を磨いてきたという。

図-8 積層工程のイメージ



資料:筆者作成

現在、最も取引が多いのは自動車メーカーである。国内の自動車メーカーのほとんどと取引している。BEV用の蓄電池の製造装置をはじめ、自動車制御ユニットの組立装置や運人部品の加工装置などを製作している。このほかに、コンシューマー機器業界、医療機器業界などとも取引している。近年は蓄電池市場の拡大を背景に、電池業界との取引が増えている。

電池業界との取引は30年以上にわたる。当時は一次電池のマンガン電池、アルカリ電池が主流であったが、その後、ニッケル・水素電池やリチウムイオン電池といった蓄電池にシフトした。

同社は長年に及ぶ電池業界との取引で製造装置に必要なノウハウを蓄積してきた。特に気をつけているのは安全性である。例えば、リチウムイオン電池に使われるリチウムは水と反応し、発熱、発火の危険性がある。そのため、組立装置は露点管理が徹底された環境で使用することとなるが、低露点下で使用できる機器の選定はとても重要なポイントになってくる。また、万が一、製造中の蓄電池からガスや火が出たときのために防爆機能を備えておく必要がある。こうした注意点を熟知していることは、取引先からの信頼につながっている。取引先からすれば、発注の段階で細かい指示を出さなくても、安全性に配慮した装置をつくってもらえるからである。

実際に同社の経験を頼りにする取引先は少なく

ない。2000年代には、リチウムイオン電池の開発を始めた国内のメーカー各社の担当者がこぞって同社を訪れた。

蓄電池の製造装置では、他分野で培った技術が生きることがある。例えば、積層機にはフラットパネルの製造に用いるフィルムの剥離・搬送技術を応用している。注液機にはインクや液晶を注液する装置で培った真空技術を応用している。電解液が電極に含侵しやすいように蓄電池を真空環境で注液するのだが、真空環境下で正確な吐出量を維持して動作するディスペンサーがないという悩みを解決するために専用のディスペンサーを開発した。このディスペンサーをきっかけにさまざまな電池メーカーとの取引が増えた。

同社は取引先の課題や悩みを解決するような装置を開発し、新たな取引を開拓することが多い。一例が全固体電池の製造装置である。山浦さんは電解液を使わない全固体電池が主流になれば、自社の強みとしていた注液工程の案件は減少すると考えていたが、全固体電池は積層帯内の気泡や異物の混入が、生産の歩留まりに影響していることを知った。これをきっかけに新たな装置開発の方向性を見いだすことができたという。

取材で同社の工場を訪れた際も、蓄電池用の装置を製作していた。電極タブの溶接機は、全長約5メートルある。昨今の電動車用の電池サイズはより大きなものとなってきており、それに伴い、生産設備内で使用されるロボットも巨大化している。山浦さんはこれでもサイズを抑えた方だと話す。

同社が装置を製作する際に大事にしていることは、取引先の要望する生産能力に対して、できる限り小さい装置開発を目指すことである。機械設計から製造まで、常にサイズダウンを意識している。装置が小さくなればその分、取引先の工場内のスペースを有効活用できる。さらには生産スペース効率を上げることができれば、工場の作業環境を維持するための電力消費を削減できる。

——他社との連携によって提供を早める

受注から納品までは、平均して6カ月かかる。設計に2カ月、部品や材料の調達に2カ月、製造に2カ月かかるのが一般的だったという。ただし、コロナ禍以降、部品の納期が長期化した影響もあり、12カ月以上の製作期間を有することもある。納期は短ければ短いほど取引先に喜ばれる。特に電池業界では蓄電池の開発競争が激化しているため、必要な製造装置をできるだけ早く手にとりたいというニーズがある。取引先の期待に応えるため、同社はこれまで納期の短縮に向けた取り組みを進めてきた。

電池業界の取引先から納期を短縮する取り組みとして評判なのが、パートナー企業との連携である。これまで電池業界では、電池メーカーが生産工程ごとに製造装置メーカーに発注し、すり合わせを行ったうえで製造ラインをつくっていた。しかし、最近では電池メーカー側での生産計画の負荷増大により、製造装置メーカーに調整役を担ってほしいと期待されている。そのニーズに応えるため、生産工程ごとに装置製作のフォーメーションをパートナーと組み、セル組立の製造ライン一式の製作を実現している。

同社が取引先の要望を聞いたうえで製造ライン全体をデザインし、必要な装置の製造の進捗管理まで行う。取引先の手間が減るだけでなく、すり合わせにかかる時間を減らすことで納期も短くなる。装置単体での受注より、製造ラインとしての受注の方が増えている。

——ものづくりを楽しむ人材を育てる

十数年ほど前から、装置ではなく、蓄電池を試作する段階から関与することが多くなった。同社は試作実験用のドライルームを完備しており、実験設備を利用し、実際に電池製作をすることができている。蓄電池の試作段階から、その工法にかかわることによって、生産設備を踏まえた商品設計の

検討に協力している。装置に求めるスペックが明確になっていないため、取引先と打ち合わせを重ねながら、完成形の蓄電池の仕上がりを一緒に考える。仕様変更についていくのは大変だが、ここにオーダーメイドの製造装置をつくる楽しさがあると山浦さんはいう。この楽しさを共有し、従業員が力を発揮できる場所を用意するのが経営者の務めだと考えている。

同社の従業員の年齢構成は、20歳代から50歳代までほぼ同じ比率である。毎年、大学や高等専門学校などから新卒の学生を5、6人採用している。県外からの入社希望者も珍しくない。人手不足で悩む製造業者が多いなか、同社は人材を十分に確保できている。

山浦さんによれば、新卒採用者の離職率は4%未満だそうだ。すべての製造業を相手に事業を行っている同社では医療業界向けの生産設備にかかわっていた従業員が、翌月には蓄電池業界の生産設備にかかわっているということがよくある。一つの業界の専門家として育てるのではなく、従業員にさまざまな業界をローテーションで担当させている。製造装置を通じて、ものづくりの幅広さ、奥深さを経験できることに、やりがいを感じている人が多い。こうした人材育成が、同社の成長を支えている。

#### <事例4>東洋システム(株)

代表者	庄司 秀樹
創業	1989年
資本金	1億円
従業員数	130人
事業内容	電気機械器具製造業
所在地	福島県いわき市

——蓄電池を客観的に評価できるデータを提供

1989年創業の福島県いわき市の東洋システム(株)は、蓄電池の開発をサポートする事業を展開して

いる。メインとなるのは、蓄電池の充放電を評価する装置の製造事業、蓄電池の評価を請け負う受託評価事業の二つである。年商は約55億円で、製造が約6割、受託評価が約4割を占める。

事業の核になるのが、充放電評価装置である。前掲図-5に示したりチウムイオン電池の製造工程でいうと、充放電・エージングの工程に使う検査装置に当たる。蓄電池と装置をつないで充放電を行い電圧や電気容量などを計測する装置だ。検査装置が、量産した蓄電池の充放電が基準値と比較して異常がないかなどを検査するための装置であるのに対して、評価装置は開発中に試作した蓄電池を評価するための装置である。例えば、検査の基準値を決める際に何度も充放電してデータを集めたり、試作した蓄電池と既存の蓄電池を比較したりするために使う。

同社は開発に使う充放電評価装置に特化している。評価する蓄電池は、パソコンや携帯電話用のリチウムイオン電池から、BEVやハイブリッド自動車(HEV)用の全固体電池まで幅広い。最近ではBEV用が多い。

同社の装置の強みは、さまざまなシチュエーションを再現できることだ。蓄電池は搭載される機器の使い方や使う環境によって、電圧や電気容量が変わるからである。

代表取締役の庄司秀樹さんによれば、同社の装置は「首都高を毎日走る乗用車で使うケースや、東京から北海道まで走るトラックで使うケースなど、さまざまなシチュエーションを再現できる」という。シチュエーションの再現には電気の流れを抑え、自在に変更できる電子制御回路を使う。例えば、パソコンから制御回路へ必要な電流値を指示することで、放電時の電流を10アンペアから500アンペアに切り替えるなどして使用環境を再現する。温度も100度からマイナス60度まで設定することができる。実態に近い状態でどれだけ充放電できるかを確認し、蓄電池の寿命などを

割り出す。

通常、1台に一つの電流レンジという評価装置が多いが、同社の装置には複数の電流レンジを内蔵している。例えば三つの電流レンジがある場合、1～5アンペア、5～50アンペア、50～500アンペアと、大きさが異なる電流レンジを切り替えて使うことでシミュレーションを行う。これにより幅広い条件のデータを測ることができる。

電流を読み取る精度も重要だ。例えば、電流の小さな変動から蓄電池の異常を発見できることがあるからだ。そこで鍵になるのが電流を測るセンサーである。同業他社では外注に出すことが多いが、同社は内製化している。蓄電池の評価のために開発したもので、微弱な電流から大きい電流まで正確に検出できる。センサー単体で販売することがあるほど、精度の高さに定評がある。

評価装置が示すのはあくまで数値である。数値の優劣を評価するのは、取引先である電池メーカーや材料メーカーの開発者だ。ただ、比較できるデータがなければ良しあしを判断できず、開発が進まない。同社は、開発した蓄電池を客観的に評価できるデータを提供することで、蓄電池の開発を後押ししている。評価装置の価格は小型だと100万円台、大型だと数億円と幅がある。1台当たり3,000万円ほどの装置が主力である。

——取引先のニーズに合わせた事業展開で成長

同社は計測機器メーカーの技術営業担当者として勤務していた庄司さんが、1989年に創業した。創業のきっかけは、その頃発売された肩かけ型の携帯電話の大きさに驚いたことにある。なぜ小型化できないのか。知り合いの携帯電話メーカーの研究員に聞くと、蓄電池の大きさの問題であることがわかった。電池の性能データを自動で24時間取得できる計測器があれば蓄電池の研究開発が飛躍的に進み、小型化できるとも聞いた。当時、蓄電池の評価装置をつくるメーカーはなく、研究

員たちが手づくりしていたそうだ。庄司さんは、競合がない評価装置は事業として成り立つと考えた。上司に相談したが取り合ってもらえず、勤務先を退職して東洋システム(株)を設立した。

現在、同社は国内外の電池メーカーをはじめ、材料メーカーや自動車メーカーなど多くの取引先をもつ。事業拡大のポイントは大きく二つある。

一つは、装置の標準化である。創業当初は受託生産が中心で電池メーカーが設計した装置をつくっていた。要望に応じていくうちに受注が増えたが、短納期の仕事が多く従業員が足りなかった。それでも要望に応えたいと無理をした結果、庄司さんは体調を崩して入院した。事業を広げるには受注生産では限界があると感じた。

そこで、電池メーカーの研究員などに評価装置に求めるものを聞いて回った。半年かけて100人以上の人に会った。正確にデータを計測できることに加えて、多様なシミュレーションを行えること、サイズが小さいこと、安価であることなど、共通するニーズを確認して装置を開発した。

こうして充放電評価装置「TOSCAT」が完成した。蓄電池の大きさに合わせていくつかの種類を用意したほか、細かい要望にはオプションで対応する。イメージは紳士服量販店である。複数のサイズのスーツを用意して、着る人に合わせて丈詰めをしたり、刺繍ししゅうを入れたりするのに似ているという。

装置に使う部品をまとめて調達するため製造コストが下がった。在庫を用意して取引先の発注に素早く対応できるようになった。取引先からは、受注生産のときと変わらない精度の装置を安価に短納期で購入できると好評だった。

二つ目が、受託評価事業である。同社の取引先には、蓄電池に使う材料をつくる材料メーカーや機器メーカーが多い。開発した材料や蓄電池の性能データをスピーディーに評価するためである。評価装置を購入したいが、1台3,000万円前後と

いう価格がネックになることがある。開発競争が激化するなかで、短期間で複数の材料を評価したい企業もある。

こうした要望に対応したのが、受託評価事業である。同社が自社の評価装置を使って充放電や安全性に関する評価を行う。短期間で評価が必要な場合は受託評価サービス、予算をかけて数年単位で開発を進める場合は装置の購入というように、取引先の事情に合わせた選択肢を用意した。同社は評価専用の拠点を滋賀県、愛知県、福島県にもっている。拠点全体で評価できる蓄電池の数は1日約1万個に上る。自動化して24時間態勢で稼働させている。庄司さんによれば、1日1万台のBEVを動かすのと同じシミュレーションを行える。

#### ——評価を通して蓄電池市場の発展を支える

装置の標準化に加え、受託評価事業によって同社の取引先はますます増えていった。庄司さんは、「世の中に普及する蓄電池の大多数に関与している」と話す。それだけに安全面には気をつけている。例えば、評価拠点の各フロアには耐火設備を完備している。評価中の蓄電池が爆発して火災が発生しても被害が最小限に収まるようになっていく。万が一に備えて、評価室の防災・防火システムを設置するなど従業員の安全面の管理も徹底する。創業以来、同社の装置に起因した事故は一度も起きていないが、あぐらをかくことなく最善を尽くすことが大事だと庄司さんは話す。

開発情報が集まることも同社の特徴といえる。事業の性質上、企業や研究機関が開発する全固体電池など最新の蓄電池や材料に触れることが多い。そのため、情報セキュリティには細心の注意を払い時流に乗った対応を適宜行っている。

取引先の開発を支えるには、人材育成も重要だ。同社では、入社後2～3年の間、従業員に同社の業務をひととおり担当させる。その後、適性がある部門で専門性を高めさせる。横の広がりや縦の深



試作した蓄電池に使う充放電評価装置

化という意味で、T型戦略と名づけている。例えば、電気設計担当が営業の苦勞を理解したり、受託評価事業での経験から設計のヒントを得たりと、効果は表れているという。このほか、同社がもつ拠点を数年単位で異動させるなど、ゼネラリストとしての視点をもつ人材の育成に取り組んでいる。

最近取引先の脱炭素化にも力を入れている。放電評価で使った電力を再生させて、充電評価に使うという仕組みを使った装置を開発し、取引先に提案している。この装置は、従来の装置に比べて消費電力を50%カットできる。価格は1割ほど高くなるものの、引き合いは多い。製造工程の脱炭素化に注目する電池メーカーを中心に省エネの装置に切り替える取引先が増えている。

#### ——地域の誇れる企業を目指して

同社は、2018年ごろから特許取得に積極的に取り組んでいる。従業員に特許取得を奨励したり、社内技術の掘り起こしや特許事務所との勉強会などを定期的実施したりと、特許を活用することで事業の拡大をねらっているようだ。

実際に社内技術の掘り起こしによって、事業化の目途が立っているのが、中古のBEVやHEVのバッテリー劣化評価サービス事業である。これまで製造からの経過年数や累計走行距離でしか判断できなかったバッテリーの性能を短時間（30秒）で正確に判断できるシステムを開発した。2024年

中の事業化に向けて、自動車ディーラーや整備工場への営業活動を行っている。庄司さんはこの事業を今後の同社の新たな柱の一つに育てたいと考えている。

自社だけでなく、地域や業界のための活動にも励んでいる。こうした活動が、新たな取引先や従業員を呼び込み、同社に成長をもたらすと考えているからだ。

一つは、社会技術革新学会と連携して主催する「知の市場」である。毎年、電池メーカーや材料メーカー、研究機関などの第一線で活躍する有識者を招いて、電池に関する技術の教育講座を無償で開講している。2014年よりCSR活動の一環で始めたもので、2024年で10年の節目を迎える。業界全体の知識の底上げになればと考えた庄司さんが、人脈を生かして実現したものだそうだ。

もう一つは、「いわきカーボンニュートラル社会連携共同講座」である。カーボンニュートラル社会に向けて見識を深め、意見を交換する取り組みで、2022年度に福島工業高等専門学校と連携して開催している。2年目となる2023年度は、地域の連携を広げ15事業者で「いわきカーボンニュートラル人材育成コンソーシアム」を形成し開催した。地域の若者に脱炭素について学んでもらうとともに、地元の企業を知ってもらうきっかけになればと考えている。

取り組みの成果は徐々に表れている。あるとき、講座に参加した学生から問い合わせを受けた。講座を通して脱炭素や蓄電池について興味をもち、東洋システム(株)に就職するためにはどのような能力が必要で、大学で何を学ばよいかと尋ねてきたそうだ。庄司さんはこの話を嬉しそうに話してくれた。

同社の本社は、前面がガラス張りの5階建ての社屋で電車の車窓からよく見える位置に建っている。建設する際は、JR常磐線の線路沿いの土地を採した。通勤や通学で電車に乗る地元住民の目に

留まればと考えてのことだ。「ガラス張りなので温度調整が大変です」と庄司さんは笑うが、地域にとって誇れる企業でありたいという思いを形にした社屋を気に入っている。同社は評価装置や受託評価を軸にバッテリー評価システムの事業を成長させ、さらに事業を拡大する方針である。

## 4 蓄電池市場における

### 中小製造装置メーカーの経営戦略

第2節では、蓄電池を取り巻く環境や蓄電池の種類や仕組みについて確認した後、製造装置をつくるメーカーの特徴と課題を整理した。今後の拡大が見込まれる蓄電池市場において中小製造装置メーカーがキープレイヤーになっていることを述べた。続く第3節では、蓄電池市場で活躍する中小製造装置メーカー4社を取り上げ、その取り組みを紹介した。事例企業は独自性を発揮して蓄電池に欠かせない製造装置をつくっていることがわかった。

本節では、蓄電池市場における中小製造装置メーカーの経営戦略のポイントと今後の方針について考えていく。ここでは、事例企業の取り組みから蓄電池市場における中小製造装置メーカーの経営戦略のポイントを、受注基盤の確保、納期の短縮、技術力の向上、独自性の追求、装置の省エネ化の五つに分けて整理してみたい。

#### (1) 受注基盤の確保

一つ目のポイントは、受注基盤の確保である。蓄電池の製造装置メーカーは、電池メーカーのニーズに合わせて装置の設計を一から行うケースが多い。顧客の要望に合わせた細やかな対応が必要になるため、小回りの利く中小企業が活躍しやすい環境ともいえるが、他方で取引先の製造計画や景気の影響を受けやすく、収益が安定しない面がある。事例企業は特定の企業からの受注に偏ら

ない独立系の企業である。安定した受注を確保するための取り組みが欠かせない。

### ① 取引先の開拓

受注基盤を確保するためにまず考えられるのが、取引先を増やす取り組みである。積層機や注液機を製造する長野オートメーション(株)では、営業担当者が取引のないメーカーの現場に足しげく通い、困りごとを聞き出すようにしている。その悩みを解決する装置を提案できれば新規の取引を開拓できるからである。例えば、同社は注液装置を強みにしており、電解液を使わない全固体電池では案件が減少すると思っていたが、全固体電池は積層内の気泡や異物の混入が生産の歩留まりに影響することを知った。これをきっかけに、新たな装置開発の方向性を見いだすことができたそうだ。

学会などの横のつながりを生かす取り組みもある。(株)サンクメタルは、炭素材料学会、電気学会、電気化学会、電池工業会、キャパシタフォーラムなど、電池製造に関連する学会、協会に加盟して人脈を広げている。学会で知り合った大学教授の紹介で新たな試作用の製造装置の注文を受けるなど、取引先の開拓につながっている。

### ② サービス事業の展開

事例企業の取り組みをみると、装置の製造で培った技術やノウハウを生かして、サービス事業を展開しているケースも多い。これも受注基盤の確保につながる取り組みといえる。

充放電評価装置を製造する東洋システム(株)は、自社の装置を使って蓄電池の評価を請け負う受託評価サービスを展開している。蓄電池の開発に参入し、性能を評価したいというニーズをもつ企業は少なくないが、1台3,000万円前後という装置の価格がネックになることが多かったからだ。このサービスを始めたことで、電池メーカー以外にも、機器メーカーなどを新たに取引先にすること

ができた。

試作用の蓄電池の製造装置をつくる(株)サンクメタルは、試作に関する装置一式をそろえたレンタルラボ事業を展開している。1日当たりの利用料は約30万円である。蓄電池の材料開発に取り組む企業の多くには予算の制約があり、できるだけコストを抑えたいと考えている。例えば、材料開発のポイントになるコーターだけを購入して電極をつくり、残りの製造工程は(株)サンクメタルのレンタルラボで仕上げるという取引先が多い。

ロールプレスを製造する大野ロール(株)は、コロナ禍で受注が減ったことをきっかけに、ロールプレスのメンテナンス事業を強化し、新たな収益源を確保した。この事業では他社製の装置のメンテナンスも請け負っており、同社と取引がなかった新規の取引先を開拓するきっかけにもなっている。

単に装置を販売するだけでは取引先のニーズに応えられないケースもある。(株)サンクメタルや大野ロール(株)のように、装置の販売にアフターサービスを組み合わせることで、相互に補完することも大切なのではないだろうか。

### ③ 他分野への進出

受注基盤の確保に向けた取り組みの最後は、他分野への進出である。もともと製造装置メーカーはさまざまな業界の企業と取引しているケースが多いが、事例企業のなかには蓄電池の製造装置で培った技術を用いて、他分野に販路を広げようと取り組んでいる企業もいる。

東洋システム(株)は、2018年ごろから自社の評価技術を生かした新たな事業をつくれなかと模索していた。社内公募などでアイデアを募った結果、BEVやHEVのバッテリー評価に目をつけ、バッテリー用の劣化評価サービスを開発した。これまで、製造からの経過年数や累計走行距離でしか判断できなかったバッテリーの性能を30秒という短時間で正確に評価できるという。2024年の事業

化に向けて、中古のBEVやHEVを販売するディーラーなどに営業をかけている。

(株)サンクメタルがつくるコーターなどの製造装置は、蓄電池の試作に使った後、別の事業で利用されるケースが多いそうだ。一例が、スマートフォンやタブレット端末のタッチパネルのフィルムである。薄く正確に塗工したり、圧延したりする必要のある製品の開発に使われている。そこで同社では、用途変更に伴う修理や改造に対応している。最近では、フィルム開発のための装置として注文を受けることも増えている。

## (2) 納期の短縮

二つ目のポイントは、納期の短縮である。納期をどれだけ縮められるかは、製造業にとって避けずには通れない課題である。製造装置メーカーは受注生産であるため、納品まで時間がかかる。特に蓄電池の製造装置は、電池メーカーが個別に発注した装置を組み合わせて製造ラインをそろえるため、装置の仕様のすり合わせなどに時間を要する。

そこで事例企業は、納期を短縮させるために、汎用化、中古・レンタルの活用、パートナー企業との連携の三つのアプローチを採っていることがわかった。

### ① 汎用化

第1に、製造装置の汎用化である。東洋システム(株)のように、完全なオーダーメイドをやめて装置を汎用化する手も納期の短縮には有効だ。同社はもともと受注生産を行っていたが、受注が増加するにつれてマンパワーに限界を感じたという。これをきっかけに、顧客のニーズを集約した装置を開発した。サイズや用途によっていくつかのシリーズを用意したうえで、顧客のニーズに合わせて微調整を加えて販売する方法を採っている。製造コストを抑えるとともに、取引先からの発注に素早く対応できる体制を構築している。

### ② 中古・レンタルの活用

第2に、中古・レンタルの活用である。(株)サンクメタルや大野ロール(株)では、急ぎ、代用の装置が欲しいというニーズに対して、中古装置の販売、レンタルを行っている。用途に合う在庫がなければ販売や貸し出しができないなど、マッチングには手間がかかるものの、うまく合致すれば取引先の要望に素早く応えられる。中古装置などを資産として手元に置いておくことも、納期を短縮する取り組みの一つといえるだろう。

### ③ パートナー企業との連携

第3に、パートナー企業との連携である。最近では電池メーカー側の生産計画の負担増大により、製造装置メーカーに調整役を担ってほしいというニーズが出てきている。長野オートメーション(株)では、生産工程ごとに装置製作のフォーメーションをパートナー企業と組むことで、取引先の要望に合った製造ライン一式を納品している。顧客のニーズに合わせてほかの製造装置メーカーと連携することも今後、重要になっていくと考えられる。

## (3) 技術力の向上

三つ目のポイントは、技術力の向上である。第2節で述べたとおり、化学分野には苦手意識をもつ中小企業も多く、技術的な参入障壁になっている(機械振興協会経済研究所、2023)。加えて、急成長する蓄電池市場では全固体電池をはじめとする新たな蓄電池やそれに使う材料が次々と登場している。蓄電池の製造装置メーカーとして成り立つには技術力の向上への取り組みが欠かせないといえる。

### ① 最新動向の把握

事例企業は、技術力を向上させて取引先のニーズに応えるため、日々進歩する蓄電池に関する技術の最新動向をよく把握している。

例えば、東洋システム(株)は受託評価サービスを展開しており、電池メーカーや材料メーカーから全固体電池など開発中の蓄電池などに触れる機会が多い。同社も自社装置の改良を続けており、評価技術に関する特許の取得を社内で奨励するなど、技術水準の向上に努めている。

(株)サンクメタルも試作用の製造装置に特化しているため、新たな蓄電池や材料に接することが多い。逆にそうした動向を知っていないと取引先と話が通じなくなってしまう。そこで、使ったことがない材料が手に入ると、従業員が自分たちで蓄電池を試作してみるなど研究を行うそうだ。

また、(株)サンクメタルや大野ロール(株)では、電池メーカーなどを退職したエンジニア、研究者を顧問として採用している。蓄電池開発に関する知識や量産時の注意点などについて助言を受けるなど、外部資源を活用して最新の動向をとらえるのも有効である。

## ② 蓄電池に関する知識、経験の蓄積

蓄電池に関する知識や経験を蓄積することは、製造装置をつくるうえで重要である。事例企業では、長年にわたる電池業界との取引実績で得た知識や経験を新たな装置の製造に生かしたり、外部の有識者の協力を得て不足する知識を補ったりしている。

長野オートメーション(株)は、1990年代から電池の製造に携わっている。そのため、同社の経験を頼りにする取引先が多い。自動車メーカーがリチウムイオン電池の開発に乗り出した2000年代には、国内の自動車メーカー各社の担当者が長野オートメーション(株)に相談に来た。組み立てるときの温度、湿度の管理や発火した際の処理機能など、電池を扱う際の留意点を知っていることは強みになる。同社代表取締役社長の山浦研弥さんは、「取引先からはすべて指示、管理する必要がなく、安心して任せられると言われている」と

話す。

自社で評価を受託することもある東洋システム(株)は評価中の蓄電池の発火など万が一に備えて、評価室の防災・防火システムを設置し安全管理を徹底している。創業以来、同社の装置に起因した事故は一度も起きていないが、それにあぐらをかくことなく安全に最善を尽くす姿勢が取引先からの信頼につながっている。

経験を積み上げるには時間が必要である。そこで、外部の有識者に頼る手もある。前述したように(株)サンクメタルや大野ロール(株)は、電池メーカーなどを退職したエンジニア、研究者を顧問として採用している。(株)サンクメタルは、取引先との商談に顧問を同席させて、化学分野に関する知識や量産体制への移行時の留意点などのノウハウを補っている。代表取締役社長の松下茂廣さんによれば、技術に詳しい顧問をいわば技術営業として同席させることで、打ち合わせの進みややすさは変わってくるそうだ。

## ③ 長期的な人材育成

事例企業をみると、人材の育成には5～10年かかることが多い。外部の即戦力を活用すると並行して社内の人材育成も進めたい。事例企業は、時間がかかることを承知のうえで、長期的にさまざまな経験を積ませて人材を育てている。

東洋システム(株)は、従業員には入社後の数年間、同社の業務をひととおり担当させ、その後、適性がある部門で専門性を高めさせるという人材育成方針を立てている。横の広がりと縦の深化という意味でT型戦略と名づけている。同社の代表取締役の庄司秀樹さんは「この取り組みによって、電気設計担当が営業の苦労を理解したり、受託評価サービスでの経験から設計のヒントを得たりと、広い視野をもつ人財が増えている」と話す。

つくるのは蓄電池の製造工程の一部を担う装置であっても、製造工程全体を知っていなければ、

最適な装置をつくることはできない。設計者に営業などを経験させることで広い視野をもって全体を俯瞰できる人材を育てようとしている。

また、東洋システム(株)では地元的高等専門学校と地域企業15社が連携して脱炭素をテーマにした「いわきカーボンニュートラル社会連携共同講座」を開催するなど、若者の地元定着を呼びかけている。講座受講をきっかけに同社に入社した学生もいるそうだ。クリーンエネルギーの普及を支える仕事をできることは、中小企業が人材を確保するうえでプラスに働くといえるのかもしれない。

長野オートメーション(株)は、毎年新卒の学生を5、6人採用している。長野県外から同社に入社する人もいる。同社は、一つの業界の専門家として育てるのではなく、従業員にさまざまな業界の装置をローテーションで担当させている。医療業界向けの生産設備にかかわっていた従業員が、翌月には蓄電池業界の生産設備にかかわっているということもよくある。山浦さんによれば、新卒採用者の離職率は4%未満である。山浦さんは「蓄電池製造装置をはじめ、さまざまな業界の製造装置を経験できることに、やりがいや新鮮さを感じて長く勤める従業員が多い」と話す。

#### (4) 独自性の追求

四つ目のポイントは、独自性の追求である。事例企業は、取引先や自社のために技術力を発揮したり、培った独自の技術を守り広めたりしている。それが結果的に、わが国の蓄電池市場の成長にもつながっている様子がうかがえた。こうした取り組みは取引先からの信頼感につながり、新たな受注を呼ぶという好循環が生まれている。

##### ① 他分野で培った技術の応用

蓄電池市場では、全固体電池などの新たな蓄電池やそれに使う素材などが次々と開発されている。こうした技術の開発は、必ずしも予想どおりに進

むわけではない。さまざまな材料や方法を何通りも試すことで進歩していく。試行錯誤の段階では、ほかの業界で培った技術が生きていることがある。

長野オートメーション(株)は、インクや液晶を注液する装置で培った真空技術を応用して、電解液の注液機を開発した。蓄電池の注液は、真空状態にしたチャンバー内で行う。そうした環境でも正確かつスピーディーに動作する点が同社の装置の特徴である。この注液ディスペンサーが評判になり、電池メーカーとの取引が増加している。

鉄鋼業界の企業との取引をメインにしていた大野ロール(株)は、圧延加工の装置を探していた電池メーカーから声がかかり、蓄電池用のロールプレスをつくるようになった。鉄鋼業界のニーズに応じて磨いてきた同社の圧延技術が、高い精度を必要とする電極の製造工程において欠かせないものだったのである。その後、国際展示会への参加をきっかけに、同社のロールプレスは国内外の電池メーカーに普及していった。

日本政策投資銀行(2013)によれば、蓄電池市場で活躍する製造装置メーカーは、繊維や製薬などほかの業界で培った技術やノウハウを生かしているケースが多い。長野オートメーション(株)や大野ロール(株)のように、ほかの分野で培った中小企業ならではの専門性が、蓄電池市場に技術進歩をもたらしているといえるだろう。

##### ② 独自性を守り広める知財戦略

世界初のリチウムイオン電池は、旭化成などに勤めていた吉野彰氏<sup>よしの あきら</sup>によって発明された。同氏の研究には日本の製造装置が使われていたこともあり、日本の蓄電池の製造装置は世界の電池メーカーから注目されてきた。大野ロール(株)のロールプレスは、海外の電池メーカーでも利用されており、韓国のロールプレスの市場シェアの8割を占めていた時期もある。

注目されることで受注が増えるのはよいが、技

術の流出は避けたい。事例企業では独自性の源泉となる自社の技術を守るために特許を取得したり、逆に広く知ってもらうために特許を取得したりしている。

東洋システム(株)は、特許取得に積極的に取り組んでいる。従業員に特許取得を奨励したり、社内技術の掘り起こしや特許事務所との勉強会などを定期的実施したりと、特許を活用することで事業の拡大をねらっている。社内技術の掘り起こしから生まれた中古のBEVやHEVに使うバッテリー評価システムは、ビジネスモデル特許を取得して2024年に事業化する予定である。

大野ロール(株)も圧延技術に関する特許を15件取得しているが、自社の技術を広める意味合いが強いという。他社に模倣されると困る技術やノウハウについては、ベテランから若手へと従業員間で受け継いでいる。

特許を公開することは、自社の技術やノウハウを普及させることにもつながる。独自性を守ると同時に、蓄電池市場全体の技術力の向上に貢献している面もあるといえるだろう。

### ③ 情報セキュリティの徹底

独自性を追求する事例企業は業界内の複数のメーカーと取引している。取引先の開発情報など秘密性の高い情報を知ることが多い。こうした情報が漏れてしまうと、取引先の蓄電池の開発の進捗に支障を来す。蓄電池市場全体にとって損失になる可能性がある。そのため、事例企業は製造装置の受注の際に取引先と秘密保持契約を結ぶとともに、情報漏洩に細心の注意を払っている。

情報漏洩を避けて、電池メーカーなどが自社だけで開発を完結できればよいが、それでは開発は進まない。蓄電池の開発競争が激化するなかで、開発を支えるパートナーとして、安心して自社の情報を預けられる存在であることも独自性を追求するうえで重要な要素といえるだろう。

### (5) 装置の省エネ化

五つ目のポイントは、装置の省エネ化である。第2節で述べたとおり、脱炭素の推進を背景に注目される蓄電池にとって製造工程における脱炭素化は避けられない課題である。脱炭素には、温室効果ガスの排出量を減らす、代替エネルギーを利用するなどいくつかの方法があるが、事例企業の取り組みをみると、電気の消費量を削減する省エネ化を採用するケースが多いようである。消費する電力が減れば、発電にかかる温室効果ガスの排出を削減できる。取引先はコスト削減と同時に脱炭素に取り組めるわけだ。そのため、事例企業は装置の省エネ化による脱炭素を進めている。

長野オートメーション(株)は、常にサイズダウンを意識して装置を設計している。装置の小型化は限られた工場エリア当たりの生産性向上とそれに伴う省電力化につながる。これは取引先の脱炭素化への協力になると考えている。

東洋システム(株)は、充放電評価装置で使用する電力を再利用する仕組みを開発した。放電評価で使った電力を回生させて、充電評価に使うという仕組みである。この仕組みを用いた装置は、従来の装置に比べて消費電力を50%カットできるようになった。装置の価格は1割ほど高くなるが、それでもこの装置に切り替える企業が増えている。

大野ロール(株)は、ロールプレスに使うハイブリッド圧下装置を開発して特許を取得している。従来、油圧だけで行っていた大型のロールプレスの圧下を、モーターと油圧を組み合わせて行うことで、油圧のみの場合に比べて消費電力を80%カットできるという。また油圧に必要なタンクの容量を80%カットできるため、装置のサイズダウンにもつながる。

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、電池メーカー各社は脱炭素に関する取り組みを加速させている。この潮流に合わせて省エネを付加

価値の柱に据えた装置を提供できれば、取引先からの信頼はあっそう厚くなる。事例企業のような独立系の企業が生き残るうえで、脱炭素への貢献という視点は欠かせないものといえるだろう。

#### (6) 取り組みの成果と今後の方針

ここまで事例企業の経営戦略のポイントをまとめてきた。取り組みの成果は、受注増加などに伴う業績の向上や、新たな取引先の開拓などに表れている。

また、カーボンニュートラルの実現においてキーデバイスとされる蓄電池にかかわることで企業イメージが向上し、クリーンエネルギーに関心のある人材や、成長産業を求める人材の獲得にもつながっているようだ。東洋システム(株)や長野オートメーション(株)は、毎年コンスタントに新卒の従業員を採用することができている。

地域貢献の観点からも成果はある。長野オートメーション(株)では県外からの入社希望者も珍しくない。新たな働き手を地域に呼び込むことにつながっていると見える。東洋システム(株)のように、地元の高等専門学校の卒業者を積極的に受け入れることで地域を盛り上げようとする企業もいる。

他方、蓄電池市場は拡大する見込みをもちつつも、決して楽観視はしていないというのが事例企業の共通点である。動力源としてスマートフォンからBEVまでさまざまな製品に使われる電池という性質上、いずれ価格競争になるのではないかと考える経営者が多かった。いったん成長が鈍化するとみる経営者もいた。

こうした見通しを踏まえて、事例企業は取引先にとって最適な提案を模索している。例えば、蓄電池の試作用の小型装置に特化している(株)サンクメタルは、量産化を検討する取引先に対して、大型装置では償却負担が重くなるので、小型装置を増やして少しずつ製造能力を上げつつ、需要の動向に柔軟に対応できる体制を整えては、と提案し

ている。

大野ロール(株)が進めているメンテナンス事業も将来のリスクに備えた取り組みといえる。設備投資をする企業が減れば、その分メンテナンスを行ったり、改造したりして今ある装置を長く使おうとする企業が増えてくるからだ。同社は、現状の製造能力を維持して新規案件を受けつつ、メンテナンス事業に力を入れていく方針である。

蓄電池市場への投資が過熱するなか、単に売って終わりではなく、事例企業のように、新たな使い道を提案したり、販売後もメンテナンスを請け負ったりして、景気に左右されず継続して取引できる関係を構築することも今後、重要になっていくのではないだろうか。

\* \* \*

本稿では蓄電池市場を支える製造装置メーカー、なかでも、特定の電池メーカーの系列に入っていない独立系の中小製造装置メーカーに注目して事例調査を行った。

調査を通して感じたことは、中小製造装置メーカーはさまざまな工夫を凝らして蓄電池市場を支えているということである。そこでは、特定の分野で磨いてきた専門性の高さや、細かいニーズに対応する小回りの良さ、取引先に寄り添うアフターサービスの手厚さなど、中小企業ならではの強みが生かされていた。

第2節で述べたとおり、政府は蓄電池を経済安全保障上の重要物資に指定して、国を挙げて後押ししていく方針である。蓄電池はわたしたちの生活に欠かせない製品である。BEVなどの普及に伴い、今後さらに利用する機会も増えるだろう。そのとき、わたしたちが何気なく使う蓄電池には事例企業のような中小企業の技術が生かされているはずだ。本稿が蓄電池市場を支える中小製造装置メーカーに光を当てるきっかけになれば幸いである。

<参考文献>

- 機械振興協会経済研究所（2023）「蓄電池による再エネ主力電源化に向けたLIB製造装置産業の可能性に関する調査研究 調査報告書」機械振興協会ホームページ
- 内閣官房・経済産業省・内閣府・金融庁・総務省・外務省・文部科学省・農林水産省・国土交通省・環境省（2021）「2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略」経済産業省ホームページ
- 経済産業省（2023a）「蓄電池に係る安定供給確保を図るための取組方針」経済産業省ホームページ
- （2023b）「蓄電池産業戦略の関連施策の進捗状況及び当面の進め方について」経済産業省ホームページ
- 齋藤勝裕（2021）『図解入門 よくわかる 最新全固体電池の基本と仕組み』秀和システム
- 佐藤登（2020）『電池の覇者—EVの命運を決する戦い—』日本経済新聞出版
- 蓄電池産業戦略検討官民協議会（2022）「蓄電池産業戦略」経済産業省ホームページ
- 中村のぶ子（2023）『図解まるわかり 電池のしくみ』翔泳社
- 日本政策投資銀行（2013）「関西バッテリーベイにおけるリチウムイオン電池製造装置メーカーの重要性」関西バッテリーレポートシリーズ、日本政策投資銀行ホームページ