

どうやって  
実現する？

# 明るく豊かな ゼロエミッション 社会

連載  
【第6回】

谷口 昇 Taniguchi Noboru

低炭素社会戦略センター 副センター長

大友 順一郎 Otomo Junichiro

東京工業大学 環境・社会理工学院 教授 /  
低炭素社会戦略センター 特任研究員

## 開発が進むさまざまな蓄電技術

若手商社員・皆川豊を主人公としたストーリー仕立てで、低炭素社会戦略センター(LCS)が発行する提案書を読み解く連載の第6回。今回は2050年の電源構成を実現するために不可欠な蓄電技術として揚水発電について学んだ皆川。今回は揚水発電と並んで再エネによる脱炭素に不可欠な蓄電池と水素の現状における技術や将来性について、谷口昇副センター長と大友順一郎特任研究員にお話を伺った。

### 技術は用途や目標で使い分け コストも環境負荷も低減へ

**皆川:**今日は蓄電池と水素利用について伺いに来ました。よろしくお願ひします。はじめに、蓄電池の現状について教えていただけますか？

**谷口:**蓄電池には、電解質と正負極材料の組み合わせによってさまざまな種類があります。例えば、パソコンに使われているのはリチウムイオンバッテリー(LIB)ですね。蓄電池の開発は、鉛、ニッケル水素(Ni-H)、LIBと用途によって小型・大容量化が進められ、現代のモバイル機器の需要増に伴って、急速にLIBの開発が進んできました(表1)。現在は、より大容量で長寿命、そしてより安全で発火しにくい固体電池など、電気自動車(EV)の普及を見据えた研究に注目が集まっています。

**皆川:**表を見ると、現状ではLIBは他の蓄電池に比べてコストが高いので、導入するとなると電気代が気になります。

**谷口:**そこでカギになるのが、最適な電池の使い分けです。EVや携帯電話などの持ち運べる電源には、今後もLIBの進化が続くでしょう。でも、例えば再エネ発電所に隣接した蓄電施設を設置する場合、大きさや重さはさほど重

要ではなくなります。スペースや耐荷重に余裕があるところでは、鉛蓄電池が適していると考えています。構造が比較的単純で、材料となる鉛が安価なので低コスト化が可能ですし、CO<sub>2</sub>排出量もLIBの4分の1に抑えられます。

**皆川:**鉛蓄電池は、自動車のバッテリーに古くから使われていますし、目新しさはないですね。

**谷口:**古くから使われているから、導入しやすいとも言えますよ。製造技術が確立されており、生産、使用、廃棄やリサイクルのための法整備も既にできているのは大きな利点です。鉛をリサイクルすることにより、日本国内で再生蓄電池を持続供給することも可能になります。今後の大規模蓄電設備には有用でしょう。

### 長期貯蔵に適した水素の活用 福島県では大規模実証実験も

**皆川:**再エネの普及を前提に電池の効率や価格を考えると、最新技術が一番良いとは限らないですね。

**谷口:**電池は常に出口の用途に合わせて開発されてきました。用途によって最適な電池は変わるので、さらに大容量の蓄電になると、ナトリウム硫黄電

池(NaS)やレドックス・フロー電池(RF)も有用です。試算上は大容量になれば初期コストが下がり採算が取れるので、大容量需要や設置環境が整えば鉛蓄電池やLIBに代わるメリットが出てきます。また、LIBでも電極に高価なコバルトやNiを使わないリン酸鉄系LIBにも注目しています。

**皆川:**開発が進めば、「明るく豊かなゼロエミッション」に近づきますね。

**谷口:**いくらCO<sub>2</sub>が削減できても電気代が高すぎるとは産業として発展しません。脱炭素という目標を達成しながら、電池の耐久性や製造コストなどの経済面の数字を積み上げ、2050年にコストミニマムになる電源構成を試算するのは、日本経済にとっても環境にとっても最善・最適なシナリオを提案するためです。具体的には、再エネ発電と蓄電は一体で考えるべきといった将来の方向性を示すこともLCSの役割の1つです。

**皆川:**蓄電池だけでも良さそうに見えますが、水素利用もシナリオに含めているのはなぜでしょうか？

**大友:**そちらは私から説明しましょう。水素は長期的な貯蔵と移動性が強みです。例えば、夏に太陽光発電で作った水素を貯めておいて冬に使う、海外で貯めて日本で使うといった長時間の貯蔵や移動性を考えると、再エネを水素の形にして貯める技術はコスト面を差し引いても有用です。

**皆川:**再エネを水素の形にして貯めるとはどういうことでしょうか？

表1 各種電池の性能比較

電池の種類	鉛	Ni-H	LIB	NaS	RF	
エネルギー密度 (Wh/kg(L))	40(82)	100(390)	250(720)	130	10	Ni-H: ニッケル水素電池
システムコスト (万円/kWh)	1.5~3	10	4~9	4.3	9	LIB: リチウムイオンバッテリー
セルコスト (円/Wh)	5~15		16~25			NaS: ナトリウム硫黄電池
サイクル(回)	4500回	2000回	4000回	4500回	制限なし	RF: レドックス・フロー電池
エネルギー効率	87%	90%	95%	90%	100%	

出典:2021年6月11日開催 LCS ウェビナー「2030年、温室効果ガス46%減社会の姿」、「各種電池の供給可能量」より抜粋

**大友:** 再エネで発電した電気を使って燃料電池で水を電気分解して水素を作り、再び電気として使う時には燃料電池を通して発電に利用したり、水素タービンを使って火力発電の燃料にしたりすると理想的ですね。

**皆川:** 燃料電池の開発はどれくらい進んでいるのでしょうか？

**大友:** 現在、福島県ではアルカリ電解質形燃料電池で大規模な電気分解を行う水素供給施設の実証実験が行われています。次の段階としては、燃料電池水素自動車に使われている「固体高分子形燃料電池(PEFC)」を用いた大規模な水電解システムによって、安全性や発電効率を高めるための研究開発が進み、さらに先には「固体氧化物形燃料電池(SOFC)」を使用した水蒸気電解システム(SOEC)の開発が進むと思います。

**皆川:** PEFCとSOFCにはどのような違いがあるのでしょうか？

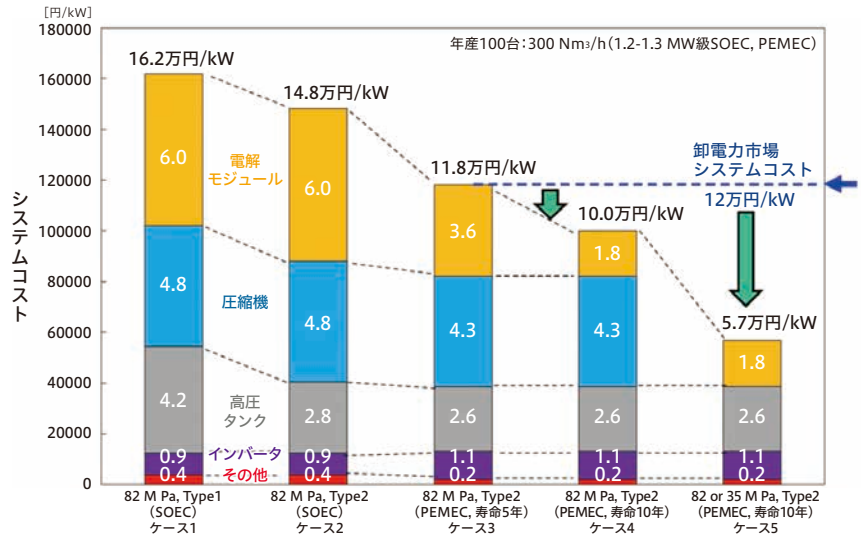
**大友:** 稼働するのに得意な環境が違います。PEFCは動作温度が80度程度と低く、起動・停止が容易なので短時間の運用でも能力を発揮できます。例えば、よく晴れていて太陽光発電の余剰が多いときだけ稼働させるといった柔軟な運用に向いています。一方、SOFCは700度以上の高温で働くので、短時間の稼働では効率が悪いのですが、長期で定常的に稼働させる場面ではPEFCよりも高い効率を発揮します。どちらのタイプも燃料電池システムを構成する個々の要素の改良を進めればさらにコストは下がり、発電と電解の組み合わせによっては現在の卸電力市場での活用も夢ではないことが試算されています(図1)。

**皆川:** 適材適所で使用する燃料電池が変わってくるということですね。

**ゼロエミッションの先の未来  
CO<sub>2</sub>を回収し化成品や燃料に**

**大友:** 水素の低コスト化のカギは、水素製造に使用される電力コストの低減とともに、最もエネルギーを使う水電解で水素を作る工程をいかに効率

図1 技術革新とコスト低減の道筋



出典:大友先生提供資料「燃料電池、水素およびエネルギーキャリア製造技術の技術シナリオ」より抜粋

化できるかです。将来を見据えた技術開発と同時に、水素という新しいエネルギーキャリアを利用する素地を社会の中に作っていくことも必要です。

再エネ発電コストも水素製造コストも、いきなり先ほどお話しした理想的な利用方法を導入するのではなく、まずは供給方法や使用方法の幅を広げて水素の市場を成立させることが普及のカギとなります。初めは海外の大規模な再エネ発電で作られた安価な水素を輸入して、火力発電の際に化石燃料に水素を混ぜる混焼で発電時のCO<sub>2</sub>排出を減らすために使う、あるいは常温で輸送が可能なアンモニアの形に変えて水素を運び、そのまま燃料にするという案も出ています。

**皆川:** サプライチェーン全体を見てトータルで利益を出すのは、商社の得意とするところですよ。

**大友:** 頼もしいですね。東京工業大学の私の研究室でも、材料設計から社会実装のためのコスト試算まで全体を見通せるより広い視野で研究開発

を実行できる人材育成に力を入れています。今日は2050年頃までを見据えた話でしたが、さらに遠い将来、さまざまな技術開発が進んでコストも下がれば、排出されたCO<sub>2</sub>を回収して水素と反応させ、日常で使う化成品や燃料を作るなんてことも実現するかもしれません。

**谷口:** 日本は地域ごとに太陽光、風力、地熱などの再エネのポテンシャルがあります。将来的に地域の特性を生かした再エネ発電と蓄電技術がセットになった施設が日本中にできてエネルギーの地産地消が進めば、脱炭素だけでなく安全保障の観点でも安心な社会が実現できるでしょう。

**皆川:** LCSのシナリオは経済性と環境負荷の両方を考慮したものだとかわり、未来への希望も膨らみました。谷口さん、大友さん、ありがとうございました。

ーなお、物語は取材を元にしたフィクションである。(TEXT:高橋麻美、PHOTO:石原秀樹、楠聖子)



東北大学 多元物質科学研究所 教授  
**雨澤 浩史**

「電池」と聞くと、携帯機器用の電源というイメージをお持ちの方が多いと思いますが、再エネの安定利用にとっても欠かせない技術です。ただ、一口に「電池」「燃料電池(水電解)」と言っても、ここで示されている通り、さまざまなタイプがあり、それぞれ、特性、経済性、環境適応性に得手不得手があります。そのため、これらのベストミックスにより、小～大規模、短～長期の蓄電ニーズにフレキシブルに対応できるシステムを考えていくことが大切なのです。

ワンポイントアドバイス