

第 1 章

なぜ新世代 分散型エネルギーか

社会を支えた大規模集中型 エネルギーシステム

需要家から離れていった発電所

エネルギーは我々の生活や産業活動に欠かせない。産業革命以来、世界はより快適な生活と活力のある経済活動のために、エネルギーインフラを強化し続けてきた。その中核となったのが、大規模集中型のエネルギーシステムである。

1886年に東京電力の前身である東京電燈が事業を開始してまもなく、同社が浅草に保有していた発電所の規模は200kWに過ぎなかった。これが発電能力の増大に伴い、隅田川を越えて千住に移り、山奥の大規模水力発電所、湾岸部の大型発電所と立地を替え、果ては日本列島を横断して新潟県柏崎市の原子力発電所に行き着いた。この間、発電規模は浅草の200kWから原子力発電所7基を擁する柏崎刈羽原子力発電の約820万kWへと、実に4万倍以上になったのである。

一方で、電力の最大の消費地は変わることなく東京地区にあり続けた。つまり、経済の発展と共に、発電設備は需要地から見て、より遠隔地へと移動していったことになる。その分だけ、広大なエリアに送配電網を張り巡らせるための膨大な投資が必要となったのだが、それでも発電所を大規模にすることが効率的とされた。

電力のコストの多くを占めるのは、発電所と送配電網を整備するためのコストと燃料費である。なかでも大きいのが燃料費であり、天然ガス火力発電では電力コストの7～8割程度になる。日本では新電力などが需要家に電力を送るための託送料金は高圧でも4円/kWh程度に過ぎないので、送配電網のコストが大きいといっても、燃料費をいかに軽減

するかが電力システムを効率化するための第一の条件となる。



効率指向が発電所を大きくした

そこで重要となるのが、「どれだけ効率的に電気をつくるか」、つまり発電効率である。電力に関わる技術開発のかなりの部分はこの点に注ぎ込まれてきた。そして、発電効率を高めるために最も有効な手段の一つが発電設備の大型化であり、その根拠になるのが内燃機の理論である。

大きな電力を発生させるためには、大型のタービンやエンジンを回転させるための大量のエネルギーを投入しなくてはならない。石炭、石油、天然ガス、原子力と形態は変わっても、そのためのエネルギー源であることに変わりはない。例えば、エンジンを回転させるためには燃焼室内で燃料を爆発させ、ピストンを動かす。この時、燃焼室の容積が大きいほど多くの燃料を爆発させられるので大きな出力を得ることができる。

一方で、どんなに優れたエンジンでも燃料の持っているエネルギーのすべてを発電機に伝えることはできない。燃料のエネルギーが熱として外部に逃げたり、ピストンやクランクシャフトの摩擦となってしまうからだ。発電機の出力は燃焼室の容積、つまり m^3 が大きいほど大きくなり、抵抗は放熱や摩擦の表面積、つまり m^2 が大きいほど大きくなるので、設備が大きくなればなるほど、出力に対する損失の比率は小さくなる。現代の電力システムはこうした産業革命以来の内燃機の理論にしたがって発展、大規模化してきた。



社会・経済を支えたエネルギーシステム

大規模集中型のエネルギーシステムは、社会、経済の発展の基盤となった。現代社会の居住、飲食、医療、福祉、教育、文化など、我々の豊かな生活の要素は例外なく電力システムの恩恵を受けていると言っていい。東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所の事故以来、

日本では再生可能エネルギーへの期待が高まっているが、まだまだ産業革命以来の内燃機を中核としたエネルギーシステムを代替するだけの力を持っていない。

一方で、石油、石炭、天然ガス、ウランの埋蔵量に限りがある以上、現状のエネルギーシステムに頼った社会、経済システムはどこかで破綻する。それを避けるためには、エネルギー源を化石燃料から再生可能エネルギーに代えるだけでは足りない。省エネルギーはもちろんのこと、エネルギー供給の仕組み、エネルギーを使う側の価値観、社会システムも変わらなければ、持続可能なエネルギーシステムを実現することはできない。



大規模集中型システムの課題

大規模集中型のエネルギーシステムは、社会、経済の発展に多大な貢献を果たしたが、いくつかの課題を内包している。

1つ目は、エネルギー利用効率の低さである。大型発電所の発電効率は中小型の発電機に比べて高いが、発電に伴う熱を有効利用することなく大量に放出する。周辺に熱を使える施設があればいいが、大型発電所は僻地^{へきち}にあるうえ、放出される熱の量があまりにも膨大なため、ほとんどは有効利用することができない。最新型の天然ガスコンバインドサイクルでは60%もの発電効率が得られるが、それでも30%程度の熱は有効利用されずに放出される。理論的には、放出される熱を利用して発電することもできるが、発電設備のコストが高くなる。

2つ目は、送配電に伴う損失である。発電設備の効率を上げて、広大な送電網を経て需要家に辿りつくまでに3~5%程度の電力が失われる。超電導技術を導入すれば損失を防ぐことができるが、巨額の投資が必要となる。

3つ目は、送電網投資に伴う負担である。遠隔地の大規模発電所と需要地を結ぶ送配電網整備のためには膨大な投資が必要となる。例えば、東京電力は、発電資産の2倍を超える送配電関連資産を保有している。

不動産としての損失もある。送配電網を整備するためには、広大な用地を要する。地中配線もあるが、東京のような地価の高いところでも、まだまだ多くの土地が送配電網のために使われている。また、高圧線の直下では不動産としての価値が下がるとされている。

4つ目は、市場性の低さである。大型の発電設備を供給できる企業の数に限られている。2014年、三菱重工業と日立製作所の火力発電部門が合体して三菱日立パワーシステムズが誕生した。同社が事業拡大を目指すガスタービンの市場では、同社（12%）、GE（43%）、シーメンス（31%）で世界の8割以上を占める（シェアは同社発表の数字）。中国や韓国の企業も追いつけているが、世界中で数社が競う市場であることに変わりはない。

5つ目は、供給者と需要家の分断である。発電所の規模が大きくなると需要地から遠く離れたところに建設されるので、需要家は自分が使っている電気がどこから来ているのかに関心がなくなる。一方で、近くに発電所が建設される計画が持ち上がろうものなら、建設反対の運動が起こる。こうした需要地と供給地の分断の末に起こったのが、東京電力福島第一原子力発電所の事故とすることができる。原子力発電所は土地が安く、周辺の反対も少なく万が一事故が起きた時に都市に被害が及ばない地域に建設されてきたからだ。そして、万が一の事故が起きると、もともとあった需要地と供給地の格差は一層拡大することとなった。

期待される分散型 エネルギーシステム

分散型エネルギーシステムのメリット

需要家から離れたところに巨大な発電所を建設する大規模集中型のエネルギーシステムに対して、需要家の近くに需要を満たすだけの規模の発電設備をつくって電力を供給するようなシステムを分散型エネルギーシステムと言う。この需要家と発電設備の関係については、1つの施設に1つの発電機を設置するシンプルなものから、1つの街の中に複数の発電設備を設置するコミュニティタイプのものまで、いろいろなパターンが考えられる。

分散型エネルギーシステムを取り入れると、上述した大規模エネルギーシステムの課題はおおむね解消することができる。

まず、需要家の近くに発電機を設置するので発電に伴って発生する熱を工場や農業施設の生産プロセス、空調、給湯などに使うことができる。

送電線は必要ないか非常に小規模になるため、送電ロスは考えなくていいし、送電線建設に伴う社会、経済的な負担も発生しない。

発電設備が小さくなると設備の製作や建設を手がけられる企業の数が増えるので市場競争は活発になる。世界的な大企業が独占してきた市場が中堅企業にも拓かれる可能性が出てくる。本書でも扱う燃料電池が普及すると、構造がシンプルなだけにこうした可能性は一層高まるはずだ。市場の参加者が増えれば競争が活発になり、今は大規模な施設より割高と言われている中小型の発電設備のkW当たり単価も大幅に改善される。