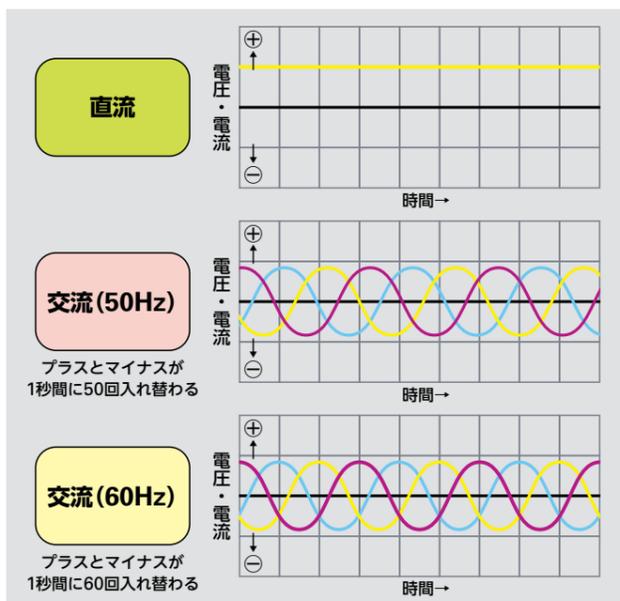


# (3) 電気の安定供給

## ◆電気を安定供給するためのしくみ

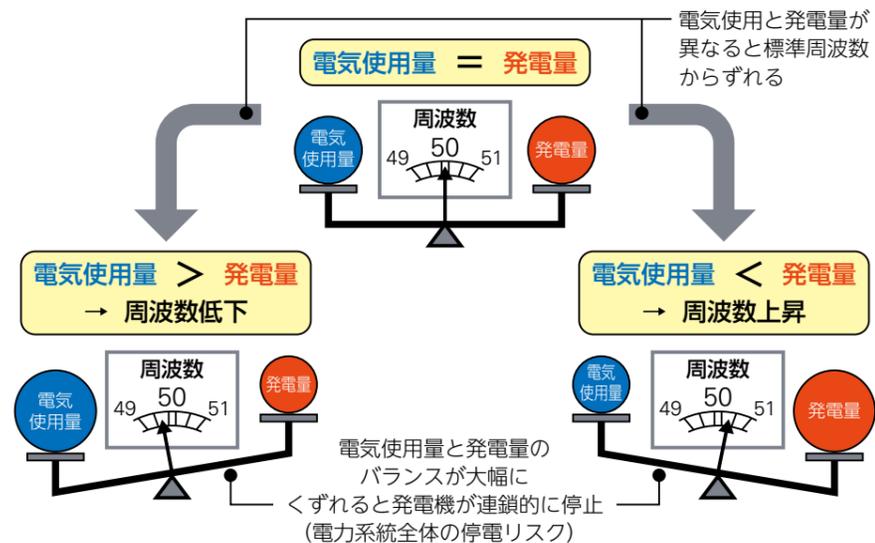
発電所から送電線、変電所、配電線などのすべての電力設備のシステムを「電力システム」という。電力システムは周波数・電圧をつねに一定に保ち品質を維持しながら利用される場所まで送られる。

### ●電流の種類と周波数



※送電線は3本一組で電気を送っている。それぞれの電線には波のタイミングが異なる電気が流れている。

### ●電気使用量と発電量のバランス

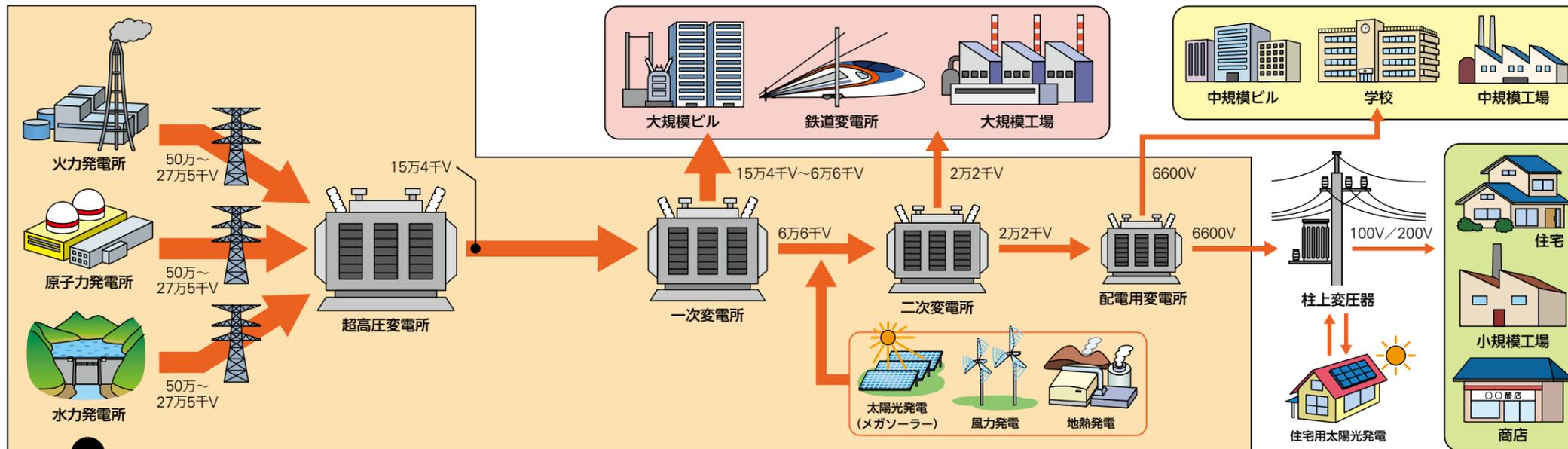


(出所) 東京電力ホールディングス株式会社資料を基に作成

### 動画へGO!

『東京電力パワーグリッドの使命・仕事』  
東京電力パワーグリッド

### ●送電の流れと給電指令系統



電流には、同じ方向に同じ大きさで一直線に流れる直流と、電流の流れる方向が変わる交流の2種類がある。発電所で作られた電気は交流で送られてくる。東日本は50Hz、西日本は60Hzの周波数の交流を使っている。

### 動画へGO!

『ひらめき! ビカールくん』  
電気事業連合会

電気は多く貯められないので、使う分だけ作られて光と同じ速さで送られる。これを「同時同量」という。電気の消費量(需要)と発電量(供給)のバランスが大幅にくずれると大規模な停電につながることもある。電力会社では周波数の変動幅を±0.1~0.3Hz以内になるよう目標を設定し、刻々と変わる電気の使用量を予測して発電量を調整している。

### ◎技術分野:

- ・エネルギー変換の技術

### ◎その他の教科:

- ・理科...電流とその利用(電流、電流と磁界)

### ●中央給電指令所の役割

電気使用量と発電量が常に一定のバランスを保つため、電力需要の予測や発電所毎の発電量の計画と指令などをおこなう。中央指令所で発電所の出力を遠隔自動制御するシステムも導入されている。近年は天候に発電量が左右される再生可能エネルギーによる発電量の予測や出力変動への対応が課題となっている。



中央給電指令所  
写真提供: 関西電力株式会社

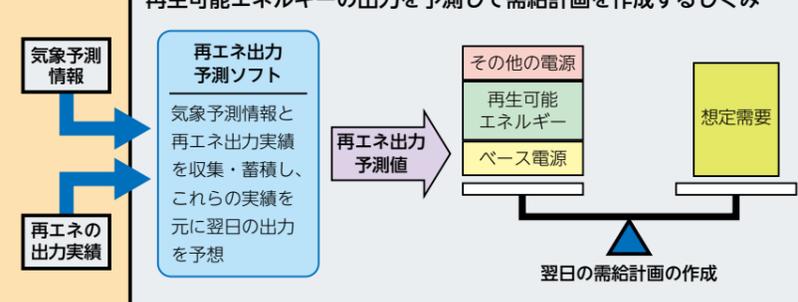
### ●系統給電所・地方給電所の役割

系統給電所はつねに変電所や送電線など電力系統の状態を監視し、適切な電力潮流・圧力を維持するよう変電所など電気の流れる道すじを監視し、安定かつ効率的に運用するように制御している。自然災害などで送電線に問題が発生した場合は、停電エリアが拡大しないよう問題のある場所を迂回する送電ルートを即座につくる「電力システム安定化システム」が導入されている。



系統給電所 写真提供: 関西電力株式会社

### 再生可能エネルギーの出力を予測して需給計画を作成するしくみ



(出所) 中国電力株式会社資料を基に作成

### 関連するページ

- 地域間連線の強化.....P50
- 電気の安定供給と再生可能エネルギー.....P50

### 調べてみよう

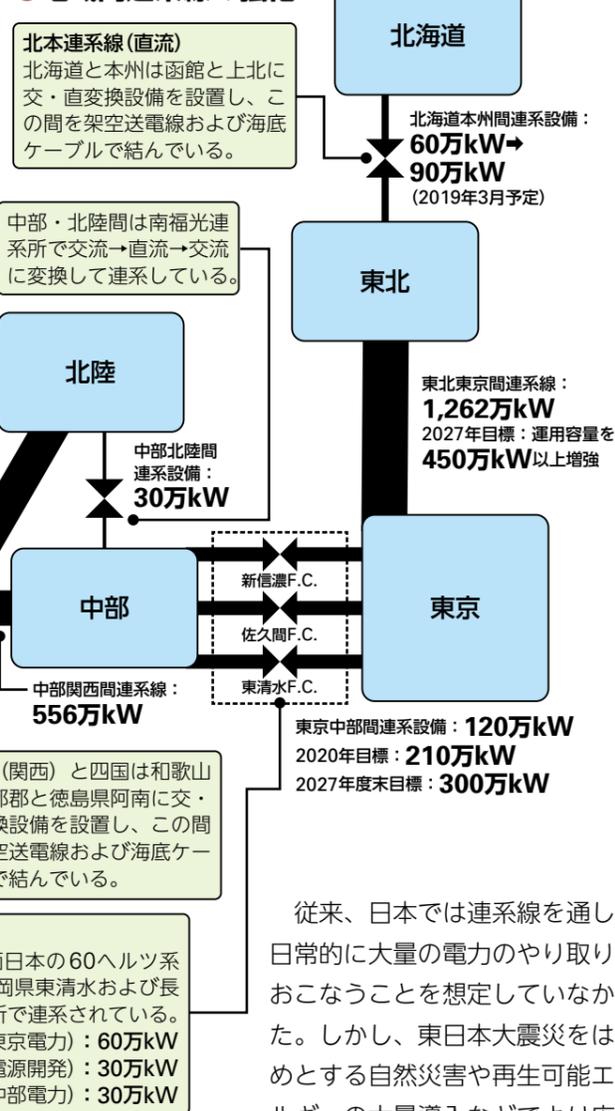
家庭に送られる電気はなぜ交流なのか調べてみよう。また、家庭で使っている電気製品は、直流か交流か調べてみよう。



## ◆地域間連系線の強化

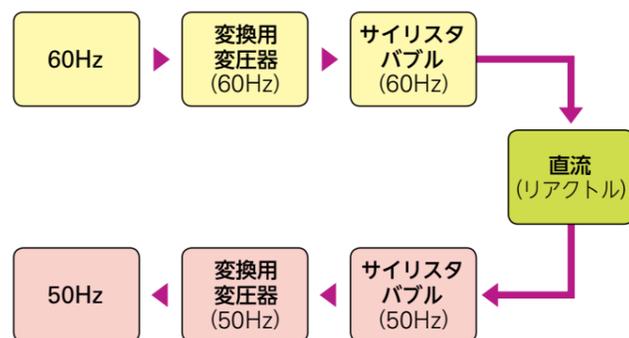
これまで日本では地域ごとに電力系統を構築し需給バランスの管理がおこなわれてきた。それぞれの地域は隣の地域と連系線で繋がっているが、地域を越えて流せる電気の量は限られている。現在、地域間の送電できる運用容量を大きくする連系線の設備増強が進められている。

### ●地域間連系線の強化



従来、日本では連系線を通して日常的に大量の電力のやり取りをおこなうことを想定していなかった。しかし、東日本大震災をはじめとする自然災害や再生可能エネルギーの大量導入などでより広域に電力をやり取りできるよう見直しがされた。技術的な課題であった地域間連系線の運用容量が増強されると、地域単位での電力不足を他地域からの融通で解消、再生可能エネルギーによる電力過多の調整などができ、電力の安定化を図ることができる。

### ●周波数変換(交直交換機)のしくみ



60Hzの電気を50Hzにする場合：60Hzの交流の電気を周波数変換設備で直流の電気に変え、今度はその直流の電気を50Hzの交流の電気に変える。50Hzの電気を60Hzに変換する場合はこの逆になる。

### トピックス

#### 交流連系と直流連系

電力系統間の連系は主に交流連系によりおこなわれているが、周波数の異なる系統間の連系や大電力輸送を必要とする連系や長距離ケーブルによる連系については、直流連系されている。

その理由は、

- ①周波数の異なる系統の連系が可能
- ②地域内の電力系統の安定性を保てる(連系している系統の周波数の乱れや故障などの影響を受けない)
- ③ロスの少ない送電が可能(直流連系は交流連系よりも送電損失が少ないという特徴がある)
- ④長距離の場合、建設コストを低減できる(交流連系とくらべ電線の本数が少なくすみ、鉄塔も小さくできる)などである。

## ◆電気の安定供給と再生可能エネルギー

東日本大震災以降、太陽光発電を筆頭に再生可能エネルギーを利用した発電所が増加している。しかし、天候に左右される変動型再生可能エネルギーは発電量の予測や出力の制御がむずかしいため、送配電線の周波数・電圧に影響を与え、電力の安定供給の課題となっている。

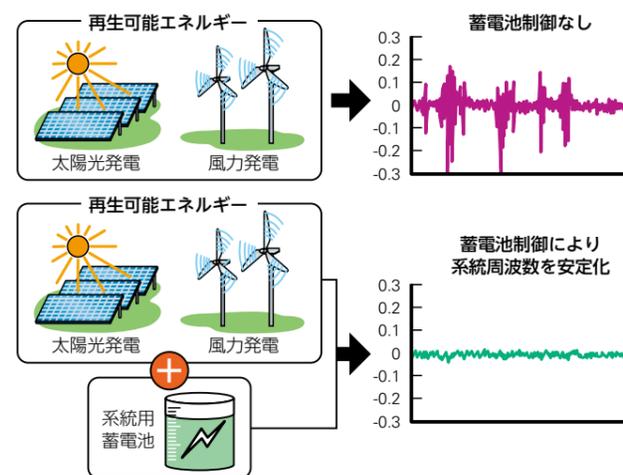
### ●周波数と電力の品質

電力の需要と供給のバランスがくずれると、周波数や電圧に乱れが生じる。工場などで使用しているモータは周波数が乱れると回転数が変動し、製品の品質に影響が出てしまう。そのため周波数や電圧の変動が小さい高品質な電力を送り続けることができるよう維持されている。

### ●電力系統の安定をはかる蓄電池と制御技術

太陽光発電、風力発電は天候によって発電量が変動するので、需要に併せて電力量を確保することがむずかしい。そうした再生可能エネルギーの不安定性の問題を解決する装置として期待されているのが蓄電池である。電力があまったときに電力を貯蔵し、需要に応じて送電網に電気を送ることが可能になる。現在のところ、高価格であること、大型化がむずかしいことから、低価格化、大型化をするための技術開発が進められている。

また、太陽光発電、風力発電の出力変化量を推定して、それを相殺するように蓄電池の充放電を制御することで電力の需給バランスを保ち、安定した周波数の電力を供給できる「再生可能エネルギー対応蓄電池制御技術」が開発されており、大容量蓄電池を備えた変電所を導入する動きが徐々に進んでいる。



◎技術分野：  
・エネルギー変換の技術

◎その他の教科：  
・理科…化学変化とイオン(化学変化と電池)  
・理科…電流とその利用(電流、電流と磁界)

### ●リチウムイオン二次電池

電気は電気エネルギーの形で貯めることはできないが、化学エネルギーなどほかのエネルギーの形で蓄電することはできる。蓄電池は化学電池のひとつで、二次電池とも呼ばれる。電力の貯蓄用途で使われる蓄電池には鉛電池、ニッケル水素蓄電池、リチウムイオン電池、NAS電池などさまざまな種類がある。

その中で、リチウムイオン二次電池はスマートフォンや電気自動車などの電池としてすでに利用されている。リチウムイオン二次電池はエネルギー密度が高い、自己放電が小さいなどのメリットがある。一方でエネルギー密度が高いために過充電・過放電に弱い、発熱しやすいなど耐久性・安全性の面から電力貯蓄用の大型化に課題があった。現在は、正極にリン酸鉄リチウムなどを使用することで安全性の高い電池が開発され、実用化に向け製品の開発が進んでいる。

### ●用途別リチウムイオン二次電池の要求寿命特性(例)

用途	電池容量	使用期間	充電頻度	使用期間×充電サイクル
携帯機器	10Wh	～3年	1回/日	3年 1000サイクル
電気自動車	30kWh	～10年	300kmごと	10年 400サイクル (12万km走行として)
家庭向け定置	6kWh	10年以上	2～3回/日 (ピークシフトモード)	10年 6000サイクル
産業用定置	50kWh	～10年	2～3回/日 (ピークシフトモード)	10年 10000サイクル

※電力貯蔵用蓄電池は使用期間、充電サイクルともに最も耐久性が要求される。  
(出所) エリーパワー株式会社資料

### 関連するページ

- 電気を安定供給するためのしくみ ……P.48～49
- 太陽光発電/風力発電 ……P.41
- これからのエネルギー利用と技術 ……P.56～57

### 調べてみよう

なぜ東西で周波数が違うのか、統一しない理由を調べてみよう。