

# 中国のスマートグリッドと超高压送電網の状況

2020年5月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構  
北京事務所

※ 本資料は、NEDO北京事務所の職員が中国のスマートグリッドと超高压送電網の参考資料として収集したものであり、当機構の意見を代表するものではない。

情報の利用に当たっては、適宜原典を参照されたい。

本資料の利用によって生ずるいかなる不利益も、当機構は責任を負わない。

## (1) スマートグリッドの必要性の増加

- ① 中国の発電量は年々増加し、2019年も前年比4.7%増加して、7.3兆kWhとなった。  
このうち再エネの発電量も年々増加し、発電量全体に占める再エネの割合は、2019年は26%（太陽、風力、水力）となり、特に発電出力が不安定な太陽光と風力は合計9%を占めている。
- ② 一方で、電力投資に占めるグリッド建設投資の割合が2008年に46%だったものが2019年に61%まで増加しているように、グリッド建設投資の負担が年々増加。
- ③ 中国政府は、電力の市場取引を増加させる政策をとっており、市場取引される電力は一般の電力よりも安価になる傾向がある。ただし、省を超えた取引の割合はまだ低い  
→ スマートグリッドなどの技術を用いて、新規のグリッド建設を抑えつつ、グリッドを安定させる必要性が向上しているといえる。

## (2) 蓄エネ・電力品質管理市場の状況

### ○ 蓄エネルギー技術

- ・ 中国の蓄エネ設備の出力能力は31GWと巨大だが、そのうち96%は揚水発電。電気化学的プロセスの蓄エネは3.3%にとどまり、そのうち72%がリチウムイオン電池、26%が鉛蓄電池、2%がレドックスフロー電池。レドックスフロー電池は蓄エネ全体から見ると0.06%に過ぎない。

### ○ 電力品質管理市場

- ・ 電力品質管理関連設備市場は186億元（2800億円）程度の市場であり、UPS（33%）、キャパシタ・リアクタンス（32%）、SVG（13%）などとなっている。

## (3) スマートグリッドに関するモデルプロジェクトと政府技術開発支援

### ○ スマートグリッド関連技術開発の政府支援

- ・ 科技部・財政部などが中心となりスマートグリッド技術に関する19プロジェクト、3.7億元（56億円）のプロジェクトを実施。一方、国家エネルギー局は一般に研究開発予算が少なく、技術開発支援は少ない。

### ○ スマートグリッドに関するモデルプロジェクト

- ・ 仮想発電所（VPP）については、上海市や江蘇省でエリア全体・10MW以上の大規模プロジェクトが実施されている。
- ・ 中国の大規模グリッド企業である国家电网は、産業パーク全体や開発地域全体といったエリア単位での総合サービスプロジェクト多数展開している。ここではエネルギー消費量のリアルタイム管理や再エネ・蓄エネなどを組み合わせたサービスを展開。
- ・ 国家电网は、「ユビキタス電力IoT」というプロジェクトも展開。これは電力消費者・送配電事業者・発電事業者・小売り電気事業者のあいだで電力消費・発電量・蓄電量などの情報を共有するもの。同社の計画では2024年までにユビキタス電力IoTを完成させるとしている。

## (4) 超高压送電網や次世代送配電網の構築状況と技術開発

### ○ 超高压送電網の整備状況と整備計画

- 中国の特別高压プロジェクト大規模化建設は、第12次五カ年計画（2011～2015年）期間において「3縦3横網（中国全土で南北3本、東西3本）」の整備計画をたてていた。
- 実際には、2017年末時点で「8交13直（東西8本、南北13本）」計21本の超高压プロジェクトの建設が完了しており、投資額はすでに4000億元（約6兆円）以上となっている。
- 2018年9月には国家能源局は、新たに「交流」の超高压送電線（電圧はすべて1000kV以上）の建設を「5直7交」計12本行う計画を発表した。全て2019～21年に運転開始を見込む。
- 「直流」の超高压送電網の整備も進んでいる。国家电网は、800kV以上の直流送電網を7つ建設中または建設承認待ちとなっている。特に「昌吉←→古泉」のプロジェクトは電圧が1100kVで距離は3300km、投資額は400億元（6000億円）をみこむ。

### ○ 中国製造2025における送変電設備の技術ロードマップの目標

- 中国製造2025では、10の重点分野が定められ、そのうちの 하나가電力設備（発電設備、送配電設備など）となっている。中国製造2025の重点分野ロードマップによると、おおむね2020年までに送配電設備では世界レベル・世界先進レベルにすることを目標としている。

#### 中国製造2025重点分野ロードマップにおける送配電分野の主要な目標

	2020年	2025年
送変電産業の生産高	2.2兆元（33兆円）に達する	3兆元（45兆円）に達する
設備の基幹部品の自主化率	80%以上に達する	95%以上に達する
送変電プラントの輸出割合	20%を超える	25%を超える
超高压送変電技術	世界をリードし、世界強国の仲間入り	国際先進水準に達する

## Part I. 中国の電気事業の状況とスマートグリッドの必要性

1. 中国の電気事業の現状
2. 電力市場取引

## Part II. 蓄エネ・電力品質管理市場

1. 蓄エネルギー市場
2. 電力品質管理市場

## Part III. 中国のスマートグリッドを構成する諸技術の開発状況

1. スマートグリッド関連の政府研究開発プロジェクト
2. スマートグリッドに関連した各種プロジェクト
  - 仮想発電事業(VPP)
  - 国家电网などによる総合エネルギーサービスプロジェクト
  - 国家电网によるユビキタス電力IoTプロジェクト

## Part IV. 超高压送電網や次世代送配電網の構築状況と研究開発

1. 800kVや1000kVの超高压送電網の整備状況と整備計画
2. 中国製造2025における送変電設備の技術ロードマップ

# Part I. 中国の電気事業の状況と スマートグリッドの必要性

- ① 中国の電気事業の現状  
風力・太陽光などの不安定な再エネの割合の増加、送電  
網建設の負担の増大
- ② 電力市場取引

2016年11月に国家能源局は「電力発展第13次5カ年計画」が発表した。

- ▶ 供給能力、電源構成、送電網の発展、総合調整能力、省エネルギー・温室効果ガスの削減、民生用の電力保障などの項目について目標が示された。

## 電力発展第13次5カ年計画

### 送電網の発展目標

- ・ 「西電東送」の架空送電線を敷設し、新規に1億3,000万kW追加し、送電規模を2億7,000万kW 前後にする。
- ・ 全国の500kV 以上の交流送電線を9 万2,000km 追加し、変電所の容量を9 億2,000 万kVA にする。
- ・ 中心都市（区）のスマート化と応用水準を大幅に高め、供給信頼度を99.99%にし、総合電圧合格率を99.97%にする。
- ・ 都市地域の電力供給能力及び供給の安全性を大きく高め、供給信頼度を99.9%にし、総合電圧合格率を98.79%にする。
- ・ 農村地域における送電網の弱点を解決し、「低電圧」を概ね除去し、供給信頼度を99.72%、総合電圧合格率を97%にし、世帯あたりの配電・変電容量を平均2kVA 以上にする。

### 総合調整能力の発展目標

- ・ 揚水発電所設備の容量を約1700万kW追加し、4,000万kW前後にし、ピーク対応用ガス発電規模を500万kW追加する。
- ・ 熱電併給ユニットと通常石炭発電の柔軟性改造の規模をそれぞれ1億3,300万kW、8,600万kW前後にする。
- ・ 全額保障買取制度を実施し、発電しながら利用されずに消失する風力発電、太陽光発電の発電量の比率を合理的な水準に抑える。

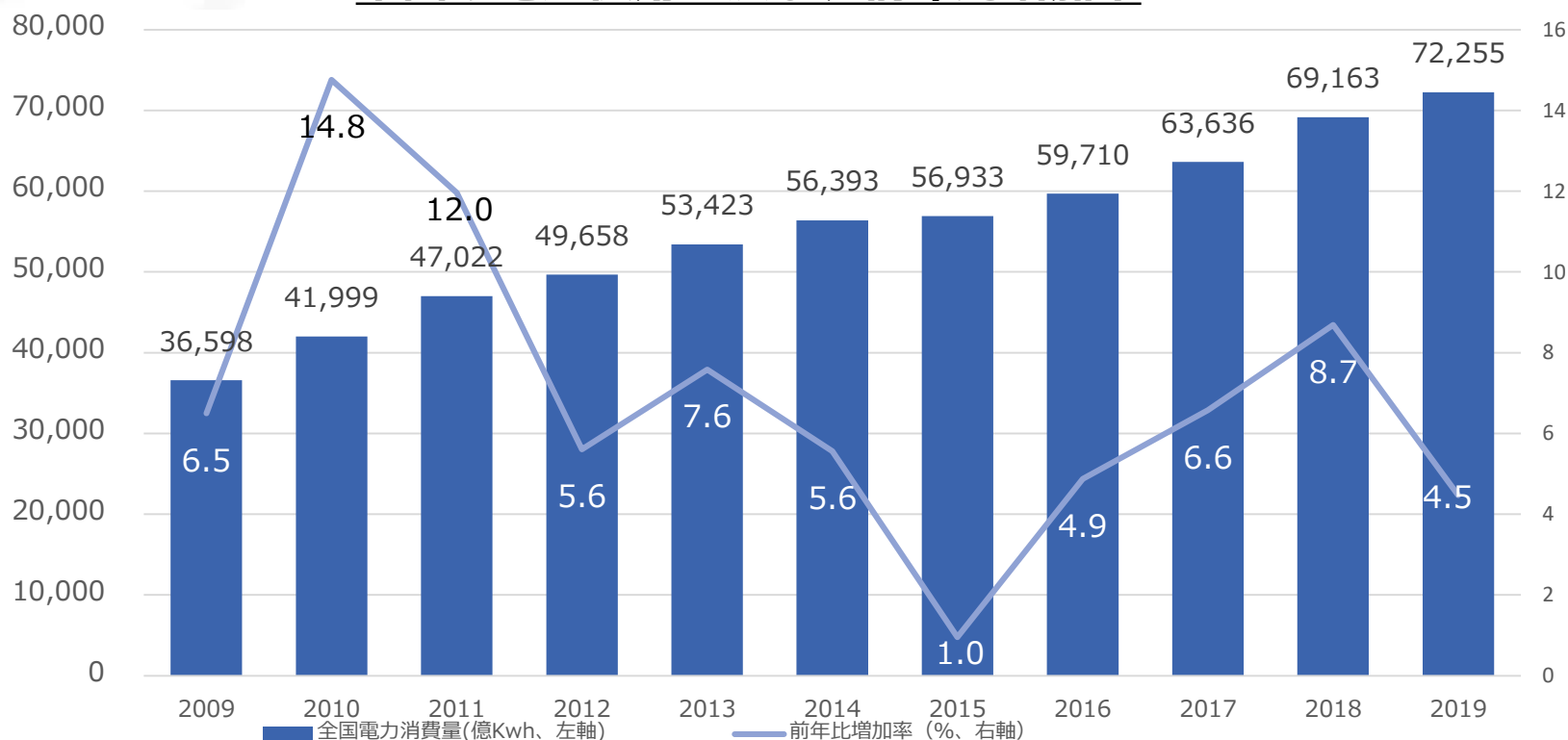
出所：電力発展第13次5カ年計画

# 中国の電力使用量推移

中国の電力使用量は一貫して増加を続けている。  
 ただし、その増加率は2000年代には概ね10%以上だったが、2010年代には一けた台となり、増加率は低下傾向。

2019年の電力使用量は72255億kWhで前年比4.5%増。

## 中国の電力使用量及び、前年比増加率



出所：全国電力工業統計一覽表

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

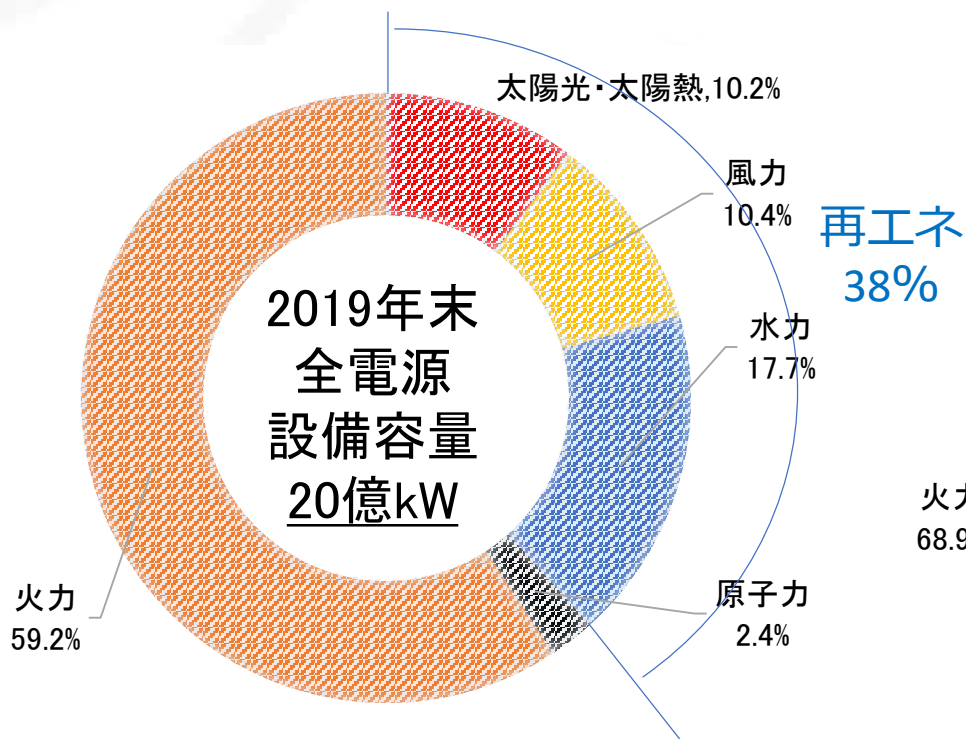


# 2019年の発電設備容量および発電量

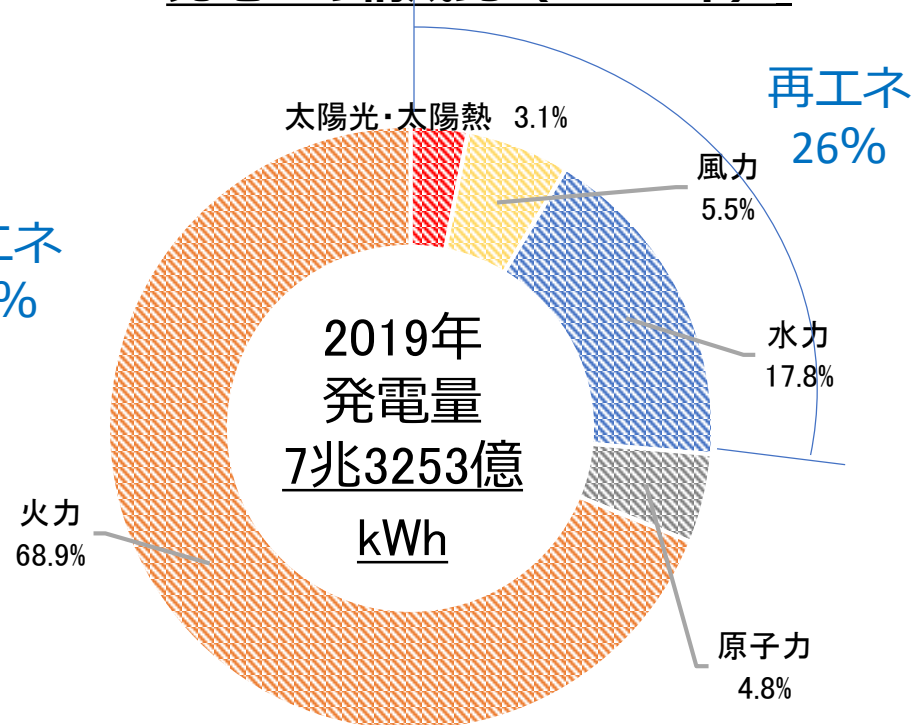
2019年の中国の発電の状況は

- 設備容量は20.1億kW（前年比+5.8%）、そのうち再生可能エネルギーの割合は38%。
- 発電量は 7.3兆kWh（前年比+4.7%）、そのうち再生可能エネルギーの割合は26%。

## 設備容量の構成割合（2019年末）



## 発電量の構成比（2019年）



出所：全国電力企業連合会

# 電源種類別新規導入電源容量

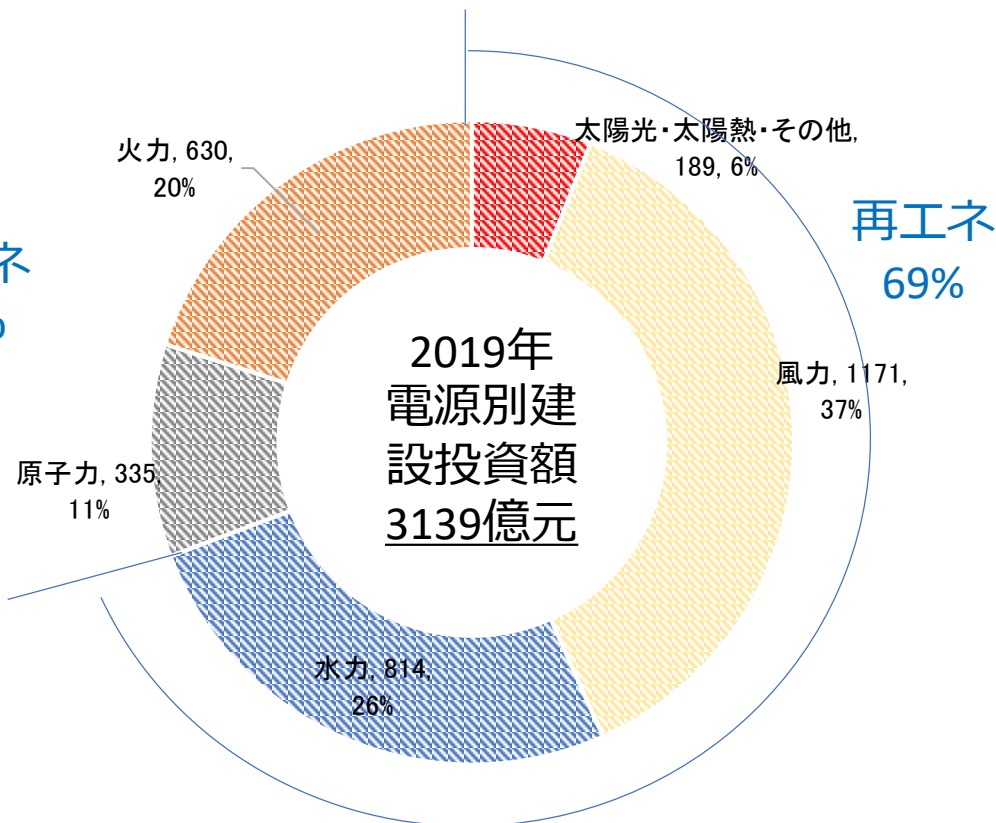
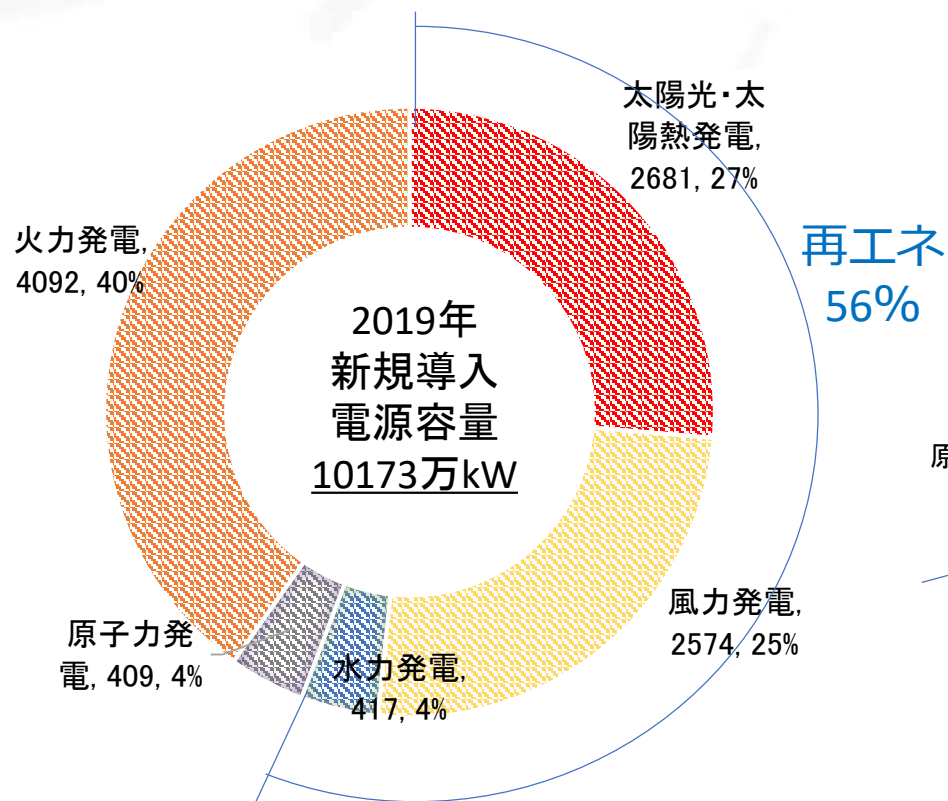
2019年、新規に設置された発電設備の容量は、10173万kW（前年比-20.4%）、再生可能エネルギーが56%を占める。

投資額は、3139億円（前年比+12.6%）。

このうち、風力発電・水力発電への投資が増加し、火力、原子力への投資は減少。

## 電源種類別新規導入設備容量（2019年）

## 電源別投資額（2019年）

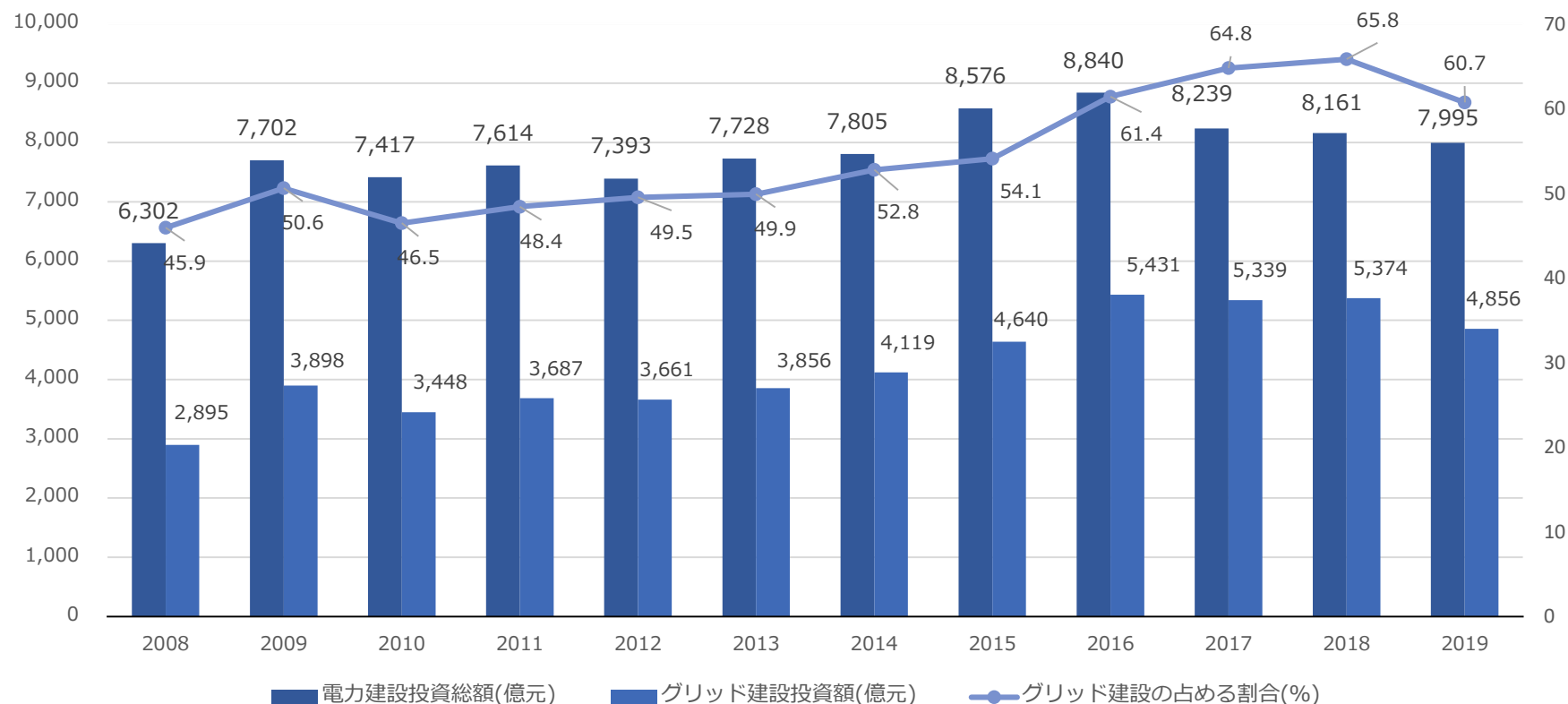


# 中国のグリッド建設投資推移

中国の電力建設投資額（電源投資額+グリッド投資額）のうち、グリッド建設投資額の占める割合は過去10年で45%から2018年の66%までほぼ一貫して増加傾向。

2019年はグリッド投資額が全電力建設投資額の60.7%を占め、前年比微減。

## 中国の電力建設投資額及び、グリッド建設投資額の推移



# 送電網建設状況

2018年末時点で、

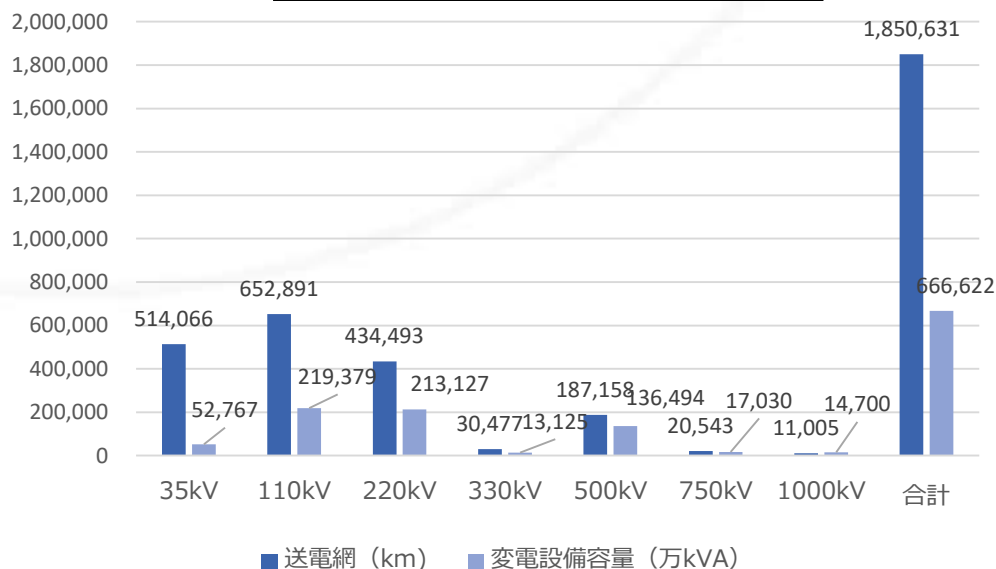
交流送電（35kV以上） 送電線の総延長は前年比3.49%増の185万km、  
変電設備容量は前年比5.69%増の66.7億kVA。

**交流送電は220kV以下の送電網の整備**が積極的に進められている。

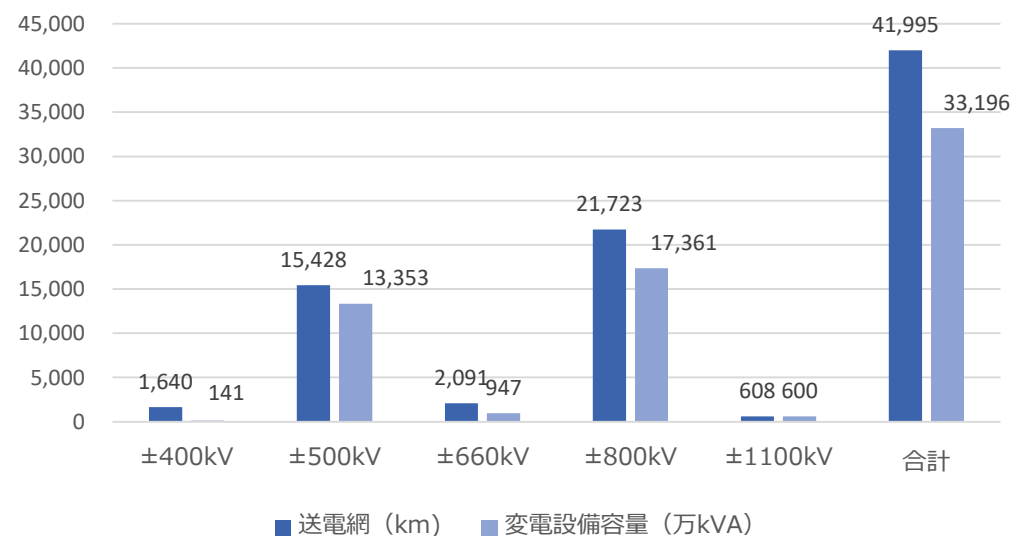
直流送電（±400kV以上）送電線の総延長は前年比12.29%増の42万km、  
変電設備容量は前年比3.10%増の3.3万kVA。

**直流送電は±500、±800kVなどの超高压送電網の整備**が積極的に進められている

**35kV以上交流送電線の総延長  
及び変電設備容量（2018年末）**



**±400kV以上直流送電線の総延長  
及び変電設備容量（2018年末）**



# 送電線・変電設備建設費用



電力計画設計総院によると2017年の物価水準で算出した送電線、変電設備の単位当たりの建設費用は以下のとおりである。

## 送電線単位あたりのコスト

電圧階級	回線数	仕様	コスト (万元/km)
1000kV	2回線	8xJL/G1A-630/45	1101
±800kV	双極	6xJL/G3A-1000/45	383
		6xJL/G2A-1000/80	
750kV	2回線	6xJL/G1A-500/45	520
	1回線	6xJL/G1A-400/50	246
500kV	2回線	4xJL/G1A-630/45	351
	1回線	4xJL/G1A-630/45	190
330kV	2回線	2xJL/G1A-300/40	166
	1回線	2xJL/G1A-300/40	95
220kV	2回線	2xJL/G1A-400/35	137
	1回線	2xJL/G1A-400/35	80
110kV	2回線	2xJL/G1A-300/40	115
	1回線	2xJL/G1A-300/40	63

## 変電設備の単位当たりコスト

電圧階級	建設規模	技術仕様	コスト (元/kVA、元/kW)
1000kV	2x3000MVA	GIS	281
±800kV	8000MW	GIS	543
750kV	1x2100MVA	デッド タンク式回路遮断器	248
	1x2100MVA	GIS	294
500kV	1x750MVA	ライブタンク式遮断器	217
	2x1000MVA	デッド タンク式回路遮断器	118
	2x1000MVA	GIS	113
	2x1000MVA	HGIS	120
±500kV	3000MW	ライブタンク式遮断器	503
	3000MW	GIS	501
330kV	1x240MVA	ライブタンク式遮断器	418
	1x240MVA	デッド タンク式回路遮断器	454
	2x360MVA	GIS	210
220kV	2x180MVA	ライブタンク式遮断器	243
	2x240MVA	GIS	184
110kV	1x150MVA	ライブタンク式遮断器	318
	2x150MVA	GIS	240

出所：電力规划设计总院、「中国电力发展报告2017」、中国电力出版社 2018、

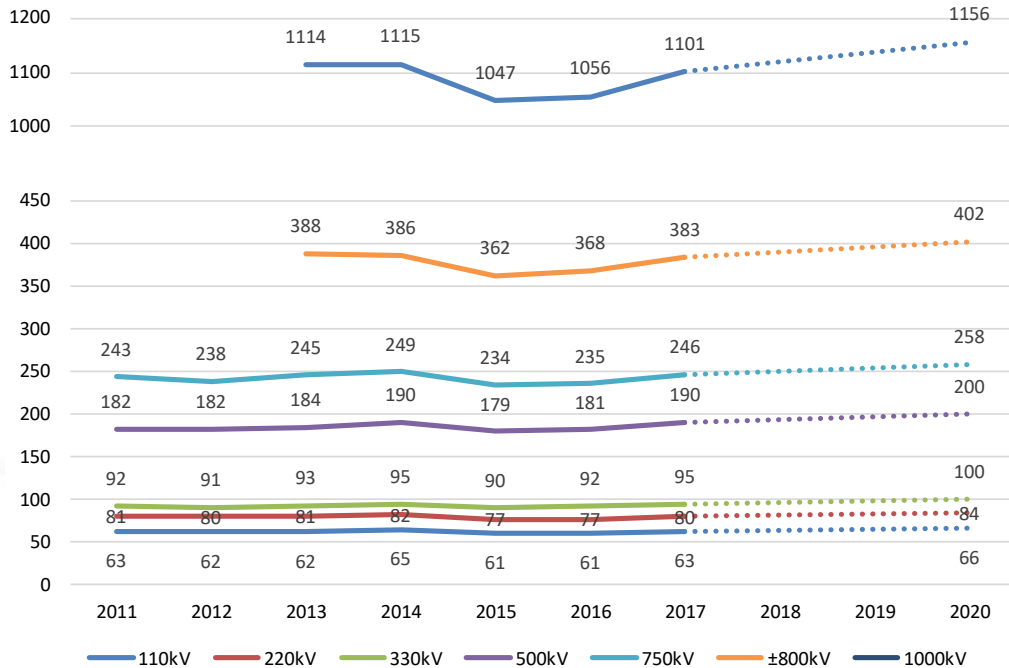
# 送電線・変電設備単位当たり建設費用推移



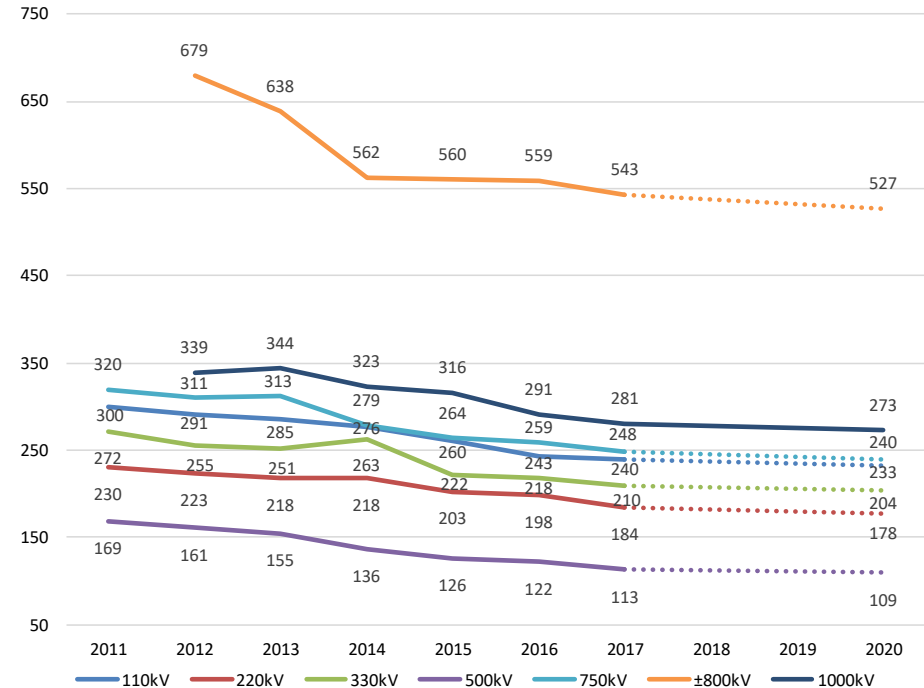
電力規画設計総院によると、2017年の送電線単位当たり建設費用は、電線、鉄塔等材料費の上昇により、2016年より高い水準となった。

2017年の変電設備単位当たり建設費用は、設備価格の低下で、2016年より低い水準。長期的には物価変動と技術革新により下降トレンドが続くと予測されている。

## 送電線単位あたりコストの推移 (万元/km)



## 変電設備単位あたりコストの推移(元/kVA)



出所：電力規画設計総院、「中国電力发展報告2017」、中国電力出版社、2018

2018年7月に国家発展改革委員会、国家能源局は《電力市場取引の推進、取引メカニズムの改善に関する通知》を公布。電力市場取引の推進と取引メカニズムの改善を図るとした。

## 電力市場取引の推進、取引メカニズムの改善に関する通知

電力市場取引の推進、  
取引メカニズムの改善

### 1 取引主体及び取引量の拡大

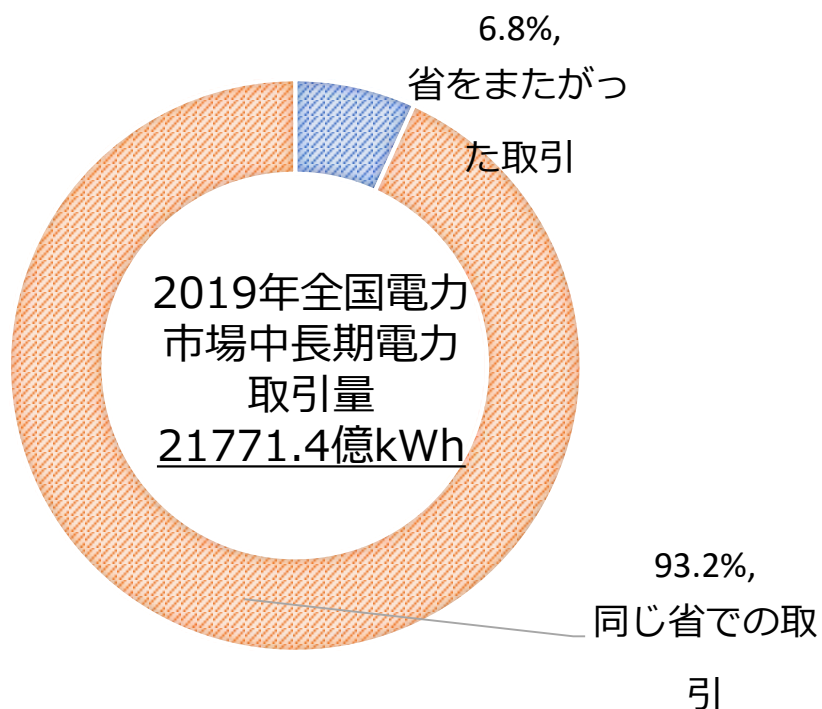
- 10kV以上の電圧の利用者に取引参加を拡大
- 年間電力使用量500万kwh以上の利用者と発電企業が電力市場で取引することをサポート
- 石炭、鉄鋼、金属、建材4つの業界の利用者に電力使用量の全量取引を許可、クリーンエネルギーの利用目標の実現を促す
- ハイテク、インターネット、ビッグデータ、ハイエンド製造業など高付加価値の新興産業および地域の有力な業界は電圧レベルや電力使用量に制限を受けず、電力市場で取引可能になるように推進
- 工業園區、開發区などは園區内の電力情報を収集することを前提として、園區を単位として売電会社を設立し、取引可能とし園區内での企業間のバランスをとるメカニズムを模索する
- 鉄道、空港、政府街灯、水道、熱供給など公共サービス企業が電力市場での取引参加を可能とする。

### 2 市場取引の推進

- 年間電力使用量が400万kwhの利用者の発電企業との市場取引を推進
- 3-5年の中長期的な契約締結を推奨

# 2019年電力市場中長期電力取引電力量

2019年の全国電力市場取引量は前年比5.4%増で取引量は微増。  
全国電力市場取引のうち、ほとんどが同じ省の市場取引であり、省をまたがった市場取引はわずか6.8%にすぎない。



電力市場中長期電力取引電力量  
**21771.4億kWh**

うち  
同じ省での市場取引電力量

**20286.2億kWh**

省をまたがった取引電力量  
**1485.2億kWh**

取引電力量前年比  
**+5.4%**

全社会電力消費量に占める割合  
**30.1%**

出所：中电联行业发展与环境资源部 2019年12月全国电力市场交易信息 2020年1月

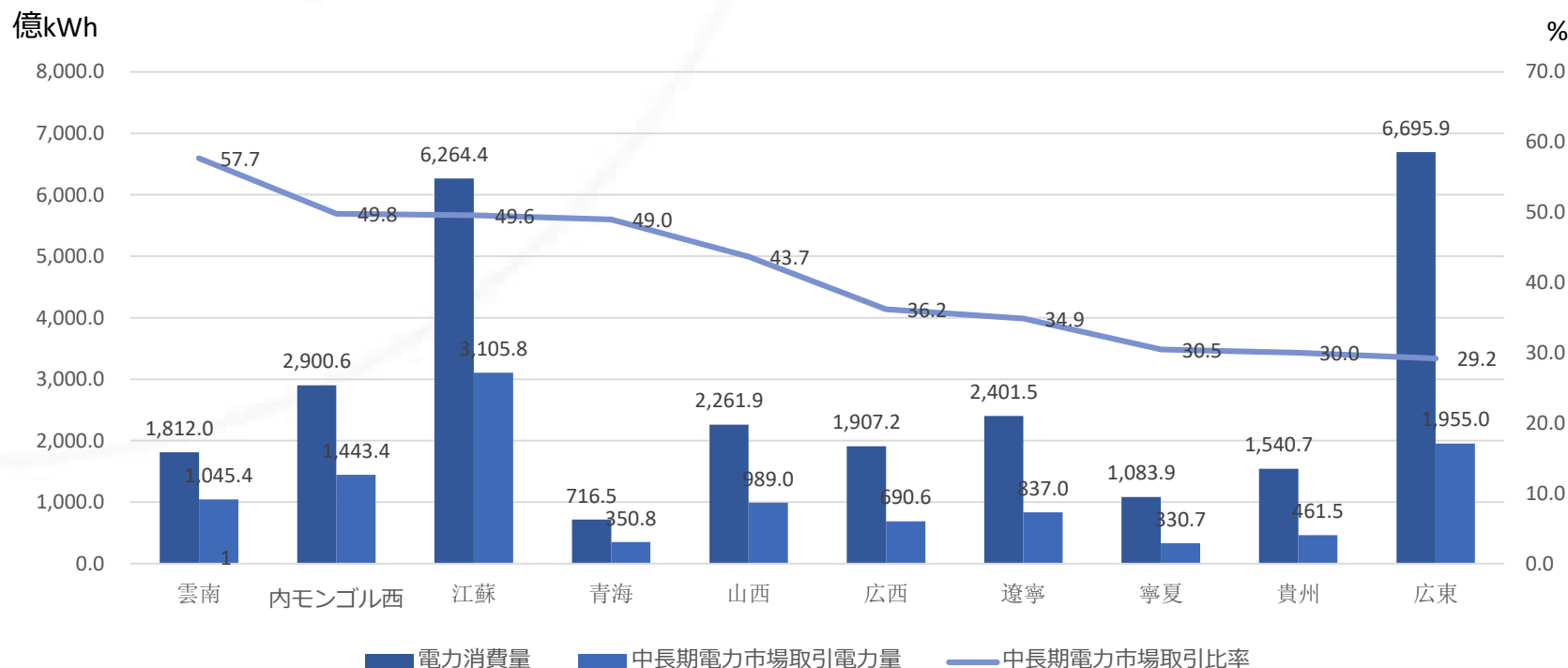


# 2019年省別中長期電力市場取引電力量

電力市場電力の取引状況は、地域の偏在が大きい。

市場取引電力量が電力消費量に占める割合が40%を超す地域は、雲南省（57.7%）、内モンゴル西（49.8%）、江蘇省（49.6%）、青海省（49.0%）、山西省（43.7%）しかなく、ほとんどの地域は30%以下の状況となっている。

## 省ごとの市場取引電力量が電力消費量に占める割合（2019年）



# 大手発電事業者の市場取引状況



規模の大きい石炭から中長期電力直接取引が進んでいる。  
石炭火力の市場取引額（0.3383元）はグリッドの電力平均価格（0.3628元）と比べ7%程度安い。

## 大手発電事業者の電源種類別市場化取引量（2018年）

	石炭火力発電	天然ガス発電	水力発電	風力発電	太陽光発電	原子力発電	計
系統への接続電力量(億kWh)	24431	861	6451	1842	328	2675	36587
市場取引量(億kWh)	10459	54	2056	395	87	662	13713
市場化率(%) (市場取引量/系統への接続電力量)	43%	6%	32%	21%	27%	25%	37.5%
平均市場化取引電気料金 (元/kWh)	0.3383	0.5436	0.2245	0.4295	0.7731	0.3585	-
平均電気料金と比較した割引額 (元/kWh)	0.0245	0.1088	0.0396	0.0982	0.0622	0.0477	-

出所：中电联行业发展与环境资源部 2018年4季度全国电力市场交易信息分析 2019年3月4日

## Part II. 蓄エネ・電力品質管理市場

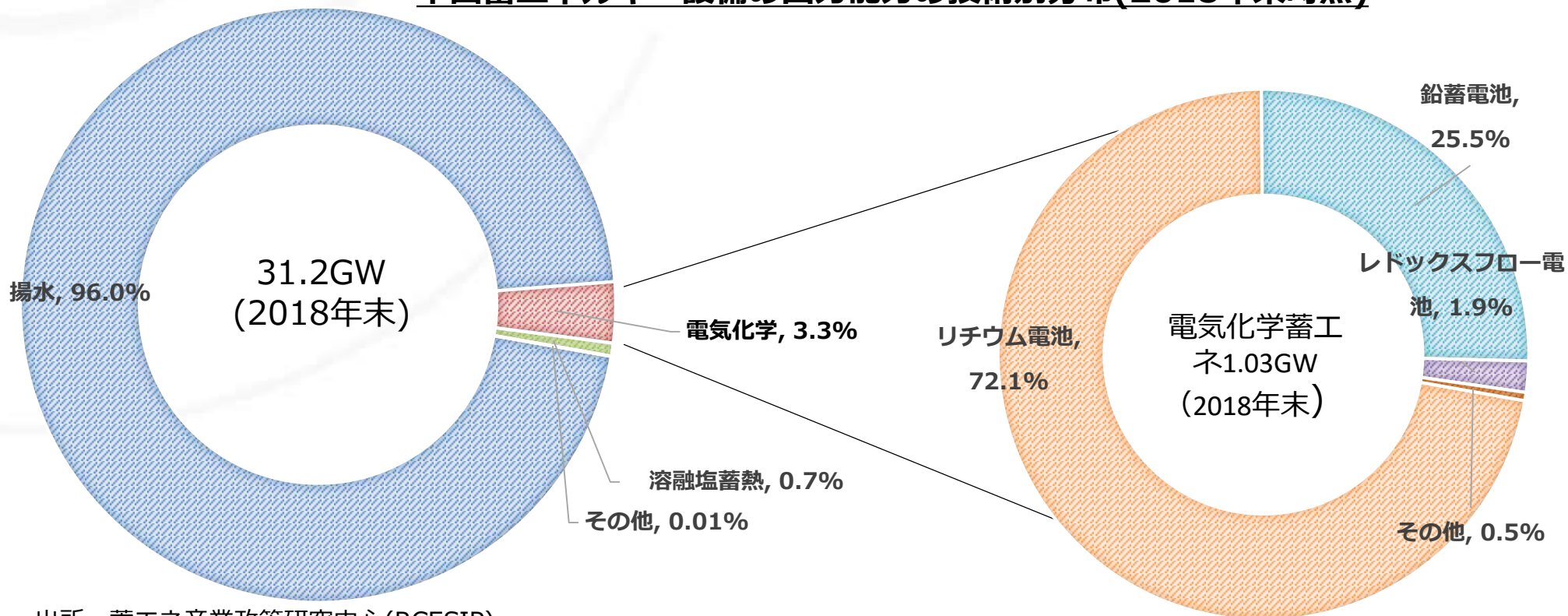
- ① 蓄エネルギー市場
- ② 電力品質管理市場

中国は蓄エネルギー手段は揚水が主流となっている。

電気化学蓄エネルギーが、蓄エネルギー全体に占めるのは3.3%にとどまる。

電気化学蓄エネルギーのうち、72%をリチウム電池が占めている。

### 中国蓄エネルギー設備の出力能力の技術別分布(2018年末時点)



出所：蓄エネ産業政策研究中心(RCESIP)

# 蓄エネルギー市場の状況

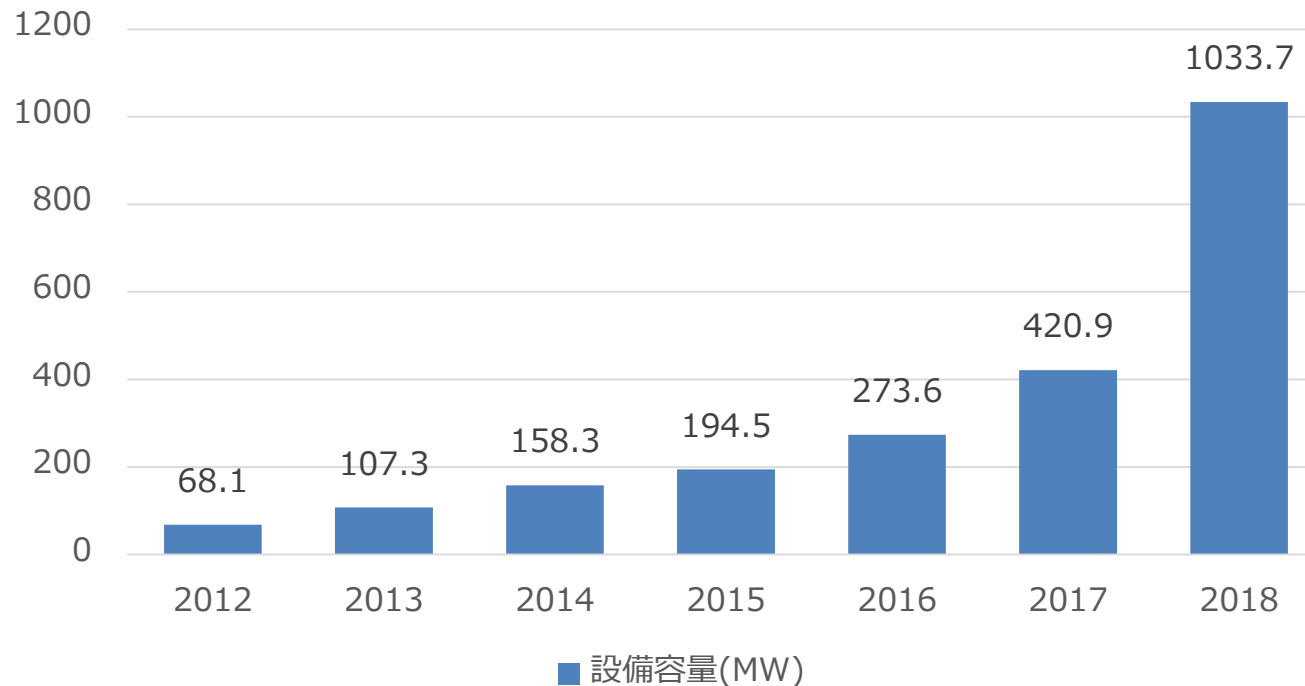
## 中国電気化学蓄エネ設備容量推移



中国の電気化学蓄エネ設備容量は近年急速に成長しており、2012年以降では、2015年を除いて毎年前年比で40%を越す成長。2018年には市場は145%成長を達成した。

電気化学蓄エネは蓄エネの主要な手段にはなっていないが、直近は成長市場であることは確かである。

### 中国電気化学蓄エネ設備規模(累計、2012～2018年)

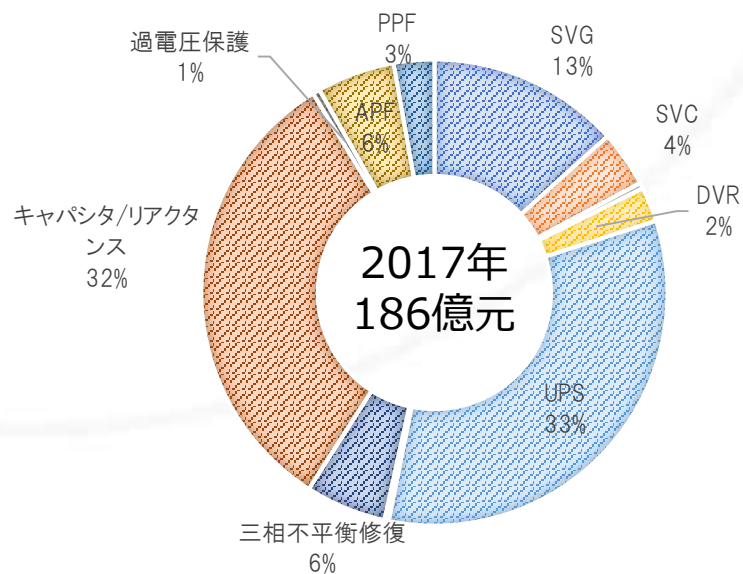


出所：蓄エネ産業政策研究中心(RCESIP)

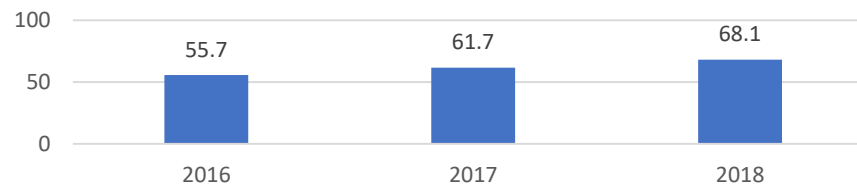
# 電力品質管理関連設備市場

電力品質関連設備の売り上げのうち、UPSが33.1%、キャパシタ/リアクタンスが33.2%を占める。UPS市場は2018年68.1億元で年10%増で成長している。データサーバ用、インターネット企業向け、政府向け、銀行向け、交通用などの需要が増加している。

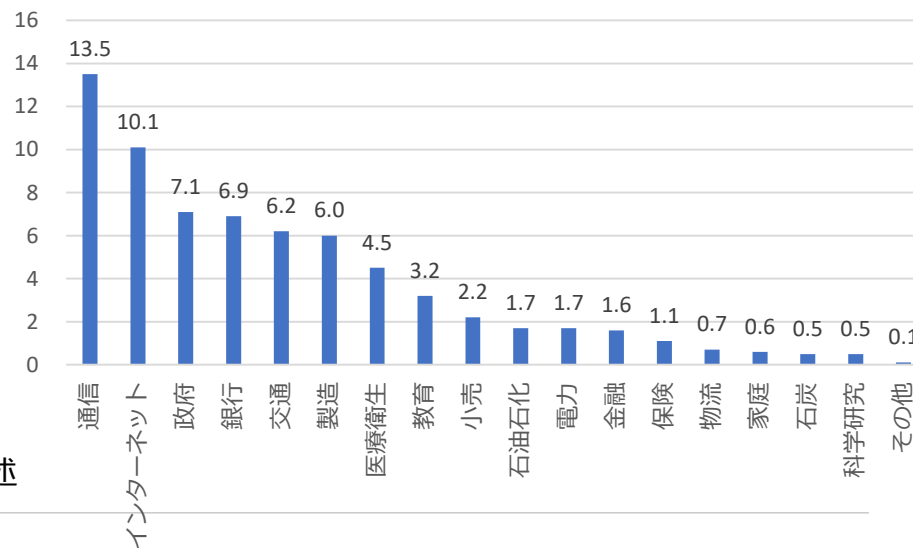
**2017年電力品質管理関連設備  
販売額の割合(%)**



**中国のUPS販売額 (億元)**



**2018年の中国のUPS市場 業界別 (億元)**



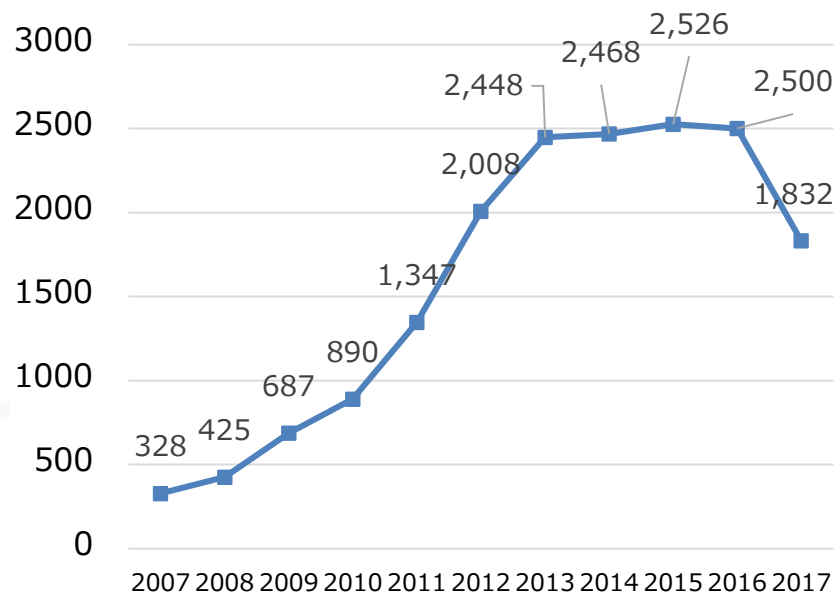
出所：2018電能質量業界発展白書、赛迪2018年中国UPS市场概述

# 電力品質管理に関する技術特許申請の動向

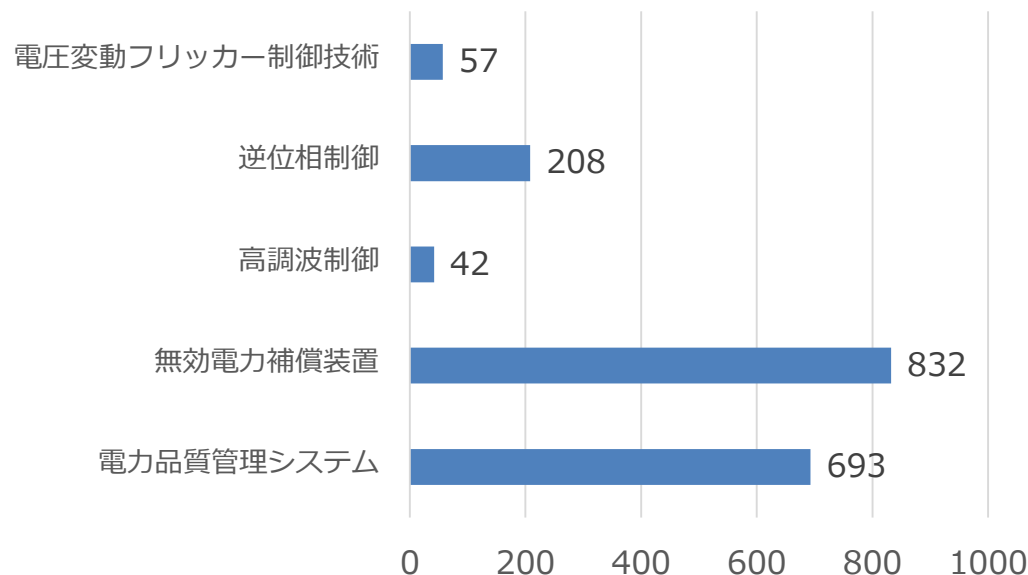
中国の電力品質管理に関する特許の申請は2007年以降から拡大傾向。

電力品質管理に係わる申請特許のうち、電力品質管理システム及び無効電力補償装置が8割以上を占める。

電力品質管理に係わる特許の申請数 (件)



2017年電力品質管理に係わる申請特許の分類(件)



出所：前瞻産業研究院

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

出所：前瞻産業研究院

# Part III. 中国のスマートグリッドを構成する諸技術の開発状況

- ① スマートグリッド関連の政府研究開発プロジェクト
- ② スマートグリッドに関連した各種プロジェクト
  - 仮想発電事業（VPP）
  - 国家电网などによる総合エネルギーサービス
  - 国家电网のユビキタス電力IoTプロジェクト



# 科技部のスマートグリッド技術・設備プロジェクト

科技部にはスマートグリッドに関する研究開発プロジェクトがある。主に大規模再生可能エネルギーのグリッド接続、マイクログリッド、スマートグリッドの基礎技術の国産化を目指すものとなっている。2018年は38,000万元（約56億円）の予算が割り当てられた。2019年は課題の設定はなく、2020年はユビキタス電力IoT技術などに8,755万元（約13億円）の予算が割り当てられる予定。

## 科技部・財政部 スマートグリッド技術・設備重点プロジェクト(2018年)

プロジェクト名称	中央財政経費(万元)
1 大容量風力発電機ユニットのグリッド友好型制御技術	1,835
2 分散型太陽光発電マルチコネクタ接続直流配電系統の重要技術と設備	1,765
3 再生可能エネルギー消化促進の風力発電/太陽光発電電力予測技術と応用	2,049
4 500kV以上の電圧等級での経済的な高電圧交流リミッタの研究	1,729
5 超電導直流エネルギーパイプラインの基礎研究	1,907
6 ネットワーク大規模グリッドの高性能分析及び態勢の感知技術	1,886
7 フレキシブル直流グリッド故障電流抑制の基礎理論の研究	1,537
8 中低電圧直流配電用系統の重要技術と応用	2,098
9 海上マルチプラットフォームネットワーク電力系統の安定運用のための重要技術	2,214
10 電力系統の端末挿入式ユニットおよび制御ユニットの安全保護技術	2,562
11 新型都市のためのエネルギーインターネットの重要技術及び応用	1,697
12 マルチエネルギー相互補完高効率段階利用の分散型エネルギー供給の重要技術	2,364
13 分散型太陽光発電と段階式小型水力発電相互補完連合発電技術の研究及び応用モデル	2,310
14 段階式利用での動力電池の大規模化応用の重要技術	1,976
15 高い安全性のある長寿命蓄エネ型固体電池の基礎及び応用研究	2,170
16 MW級先進的フライホイール蓄エネの重要技術の研究	1,809
17 液体金属蓄エネ電池の重要技術の研究	1,851
18 炭化ケイ素での大電力の電子部品及び応用の基礎理論の研究	1,707
19 大容量の電力用電子装置のマルチフィジックスの総合分析及び信頼性評価方法の研究	2,157
<b>合計</b>	<b>37,623 = 約56.4億円</b>

## VPPモデル事業①

# 上海市市街地(黄浦)商業ビル需要側管理国家モデル事業



中国は各地で実験的にVPPモデル事業を実施している。

上海黄浦区では2015年、デマンドレスポンス型VPPのテスト事業を開始し、商業ビル側の需要を調整する取り組みを進めている。参加した関連ビルの需要を最大25%削減、平均で10%削減させたとしている。



- 2015年、上海黄浦区はデマンドレスポンス型VPPのテスト事業をスタート。結果、参加した関連ビルの需要を25%削減、平均で10%削減させた。
- 2016年8月、上海市市街地(黄浦)商業ビル需要側管理国家モデル事業が承認。商業ビルのVPP開発、スマート化、自動化、大規模化、商業ビルの大規模なデマンドレスポンスを実現、電力ピークシフト/周波数調整ならびに再生可能エネルギー受け入れのためにサービスを提供。
- 黄浦区200棟以上の商業ビルをカバーし、50MWデマンドレスポンス容量、10MW自動デマンドレスポンス能力、2MW二次周波数調整能力を備え、年間のVPP稼働時間が50時間以上の市街地商業ビルVPPを建設。

## VPPモデル事業②

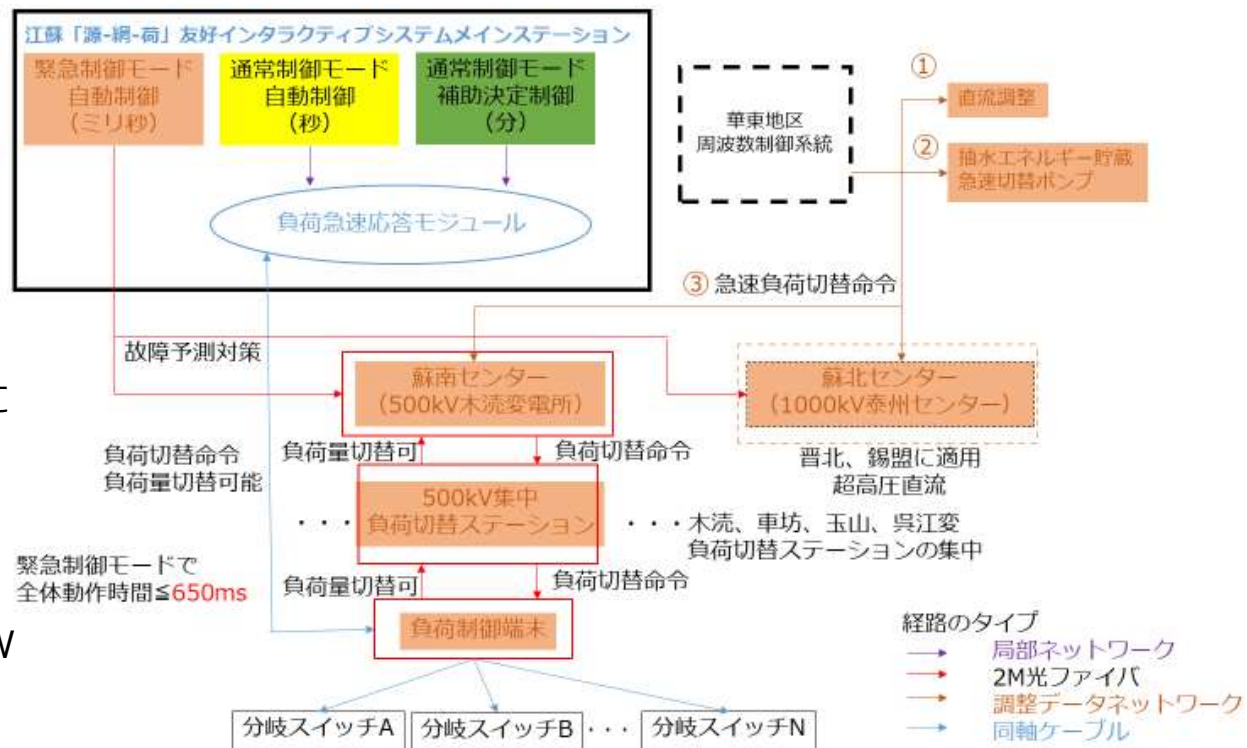
# 電源・送電網・負荷の大規模ネットワーク負荷友好インタラクティブシステム



江蘇省では2017年、デマンドレスポンス型VPPのテスト事業を実施。

233社と協力し、245ミリ秒以内に25.5万kWの電力を確保した（需要を削減することができた。）としている。

- 2017年5月、世界初の「電源・送電網・負荷の大規模ネットワーク負荷友好インタラクティブシステム」に基づき、江蘇電網は中断可能負荷型VPPの実演を行った。
- 2017年5月、江蘇省で245ミリ秒以内に233社(25.5万kW)の負荷を瞬間的に切断をして電力を確保。
- 現在、江蘇省全体でミリ秒クラスのリアルタイムレスポンス可能な規模は推定100万kW。2020年にすべての建設・運転開始すると、10台の100万kWクラスの発電ユニット建設削減に相当



出所：艾芊 VPP 2018

出所：国家電網江蘇省電力公司電力科学研究院 全体構造イメージ

## VPPモデル事業③ 江蘇省電力テスト事業「住民VPP」

2017年、江蘇省常州市で住民デマンドレスポンス型VPP事業が開始された。電力消費のピークになると、節電に参加するよう住民に呼びかけを行い、応じた場合は5元（約80円）のボーナスを付与。テスト事業では376万kWの電力を確保したとしている。

### 住民VPPのイメージ

スマートデバイス設置情報収集



節電に参加する住民を選別・招待



住民に招待メールを送付・応じると5元のボーナス

- 2017年7月常州市、住民の電気メーターに収集機器ならびにスマートデバイスを設置、住民の電力利用情報を記録・分析、住民の電力利用機器のタイプおよび省エネ可能性を把握。電力消費のピークや不足になると、節電に参加するよう住民(500戸)に対して呼びかけを行うことが可能。
- マンションの電気メーターボックス内で電流、電圧データを収集した機器ならびにスマートデバイスを通して、電力利用情報を送信。電気消費機器の分類に対して細かく分析、住民の電力消費習慣を理解し、節電アドバイスを提供。
- 1,370社の企業ユーザーがテスト事業に参加、随時停電可能で、企業の正常な生産・生活に影響しない電力消費容量は376万kWに達した。
- 2020年までに全国の普及規模1億kWを目指すとした。

出所：艾芊 VPP 2018

## VPPモデル事業④

# 浙江省長興県におけるVPP運営プロジェクト

2017年、江蘇省長興県で電池大手の超威電力がVPP事業を試行。80社の電力ユーザーに対してユーティリティーの改造を行い、エネルギー分析を実施し電力消費を削減し、自社の設備に蓄エネすることを目指すとしている。



超威電力

<http://www.chilweepower.com/>

超威グループは1998年設立、浙江省長興県に拠点。中国電池会社トップ2（2017年売上）鉛蓄電池、リチウム電池に強み。

超威電力はフィリピンで総事業費10億元のエネルギーインターネット事業を行うほか、パキスタン、アフリカでも展開進める。

- 2017年、超威電力有限公司と浙能長興発電有限公司が共同でVPP事業の開始を発表。総額約3億元。
- 80社の商工業ユーザーを選び、工場のコア以外の生産設備、空調、照明などの電力消費設備に対して改造を行い、スマートニーズに対応可能なデバイス機器ならびにマスターシステムを設置、ユーザーのエネルギー使用データの検査や分析を行い、末端電力消費の需要を合理的に減らすことによって余分な発電容量を生み出し、発電所の増設に相当する効果を得るねらい。
- 蓄エネ設備はフル充電となり、スマート管理プラットフォームを通して多くの家庭に送電でき、末端電力消費の状況を随時検査でき、各家庭や企業のために経済的で優れた太陽光発電+蓄エネのピーク時電力消費プランを提案している。

# 再エネ・蓄エネ・デマンドレスポンスを組み合わせた エリア単位のモデル事業の例



## 中国電力発展報告2017に紹介された再エネ・蓄エネ・デマンドレスポンス事業の例

### 魯能青海海西地域エネルギー管理システム最適化と情報高度化プロジェクト

風力発電、太陽光発電、太陽熱発電、蓄電を一体化した基地型技術開発プロジェクト。総合調整技術を採用することにより、風光熱蓄全体の監視及び可視化、総合的なデータ収集及び通信、有効・無効電力の協調制御、一日前計画の編成及び多次元システムの評価等機能実現を目指す。電力網のピーク時の負担を効果的に軽減し、棄風・棄光比率を大幅に低減することを目指す。2017年6月に着工し、2017年12月29日、200MW太陽光発電と400MW風力発電が連系された。

### 協鑫蘇州工業園區地域エネルギー相互補完プロジェクト

2015年11月、協鑫蘇州集団（GCL）と蘇州工業園區等の関係者がプロジェクト協議書に署名して開始した。分散型天然ガス、分散型太陽光発電、蓄エネ装置、マイクロ風力発電等を含んだ分散型エネルギーの最適化を目的としたモデルプロジェクト。

- 分散型天然ガスの発電装置の年間発電量 約1500万kWh
- 分散型太陽光発電の年間発電量 約1200万kWh
- マイクロ風力発電装置の年間発電量 3万kWh
- 蓄エネの年間充放電電力量 約554万kWh

全て運転すると、一次エネのうち、非化石エネ割合は44%、クリーンエネ割合は100%に達する。

### 江蘇丹陽産業園區インターネットプラススマート電源システム応用プロジェクト

インバータ・カスケード接続技術、フレキシブルソフトスイッチング技術、プラグアンドプレイ・マルチポート技術を用いて分散型エネルギーデジタルグリッドルーターを構築する。総建設容量は100MWhを計画。

- 第一期工程が完了し、1MW/8MWhの蓄電システム1基を建設した。
- 第二期工程の計画は11.5MW/92MWhの蓄電システムを追加する計画。

総合エネルギーサービスプラットフォームを建設し、顧客の電力使用状況の変化と蓄電システムの運行状況を分析して、タイムリーに顧客に運行最適化の提案を行う。同時にデマンドレスポンスに参加し、蓄電システムの運行計画を調整し、電力網の安全性と安定性を向上させることを目指す。

### 湖州長興「電源－送電網－負荷－蓄電－売電」一体化エネルギーインターコネクションモデル工程プロジェクト

3.3平方キロメートルの中に2.9億元（50億円）を投資し、分散型太陽光発電、蓄電、冷熱エネルギー、電気自動車充電施設等様々なフレキシブル資源により、エネルギーインターコネクションを構築する。

- 分散型太陽光発電の建設規模 15MW、
- 蓄電容量 6MW/42MWh、
- 冷熱エネルギー設備容量 2040万kcal

自動デマンドレスポンス等フレキシブル負荷制御を行い、80の商工業者と200世帯のユーザーに対して、顧客エネルギー使用データ観測、分析サービスを提供し、電力負荷側の電力網のピークカット・シフトへの参加を実現する<sup>30</sup>

# 国家電網が推進する総合エネルギーサービスプロジェクト

国家電網は、各地方の地方政府や産業園区などとともに、産業園区全体の総合エネルギーサービスを提供するプロジェクトを複数実施している。

特徴として、再エネ・蓄熱の管理、エネルギー需要予測を行うことでエネルギー利用効率を大幅に向上し、3年～4年での投資回収を目指すとするものが多いが、実現は未知数。

## ①江蘇省紅豆工業園

- 2019年4月、江蘇省紅豆工業園区は国家電網と総合エネルギーサービス契約を締結した。
- 総投資額は約1,400万元（2.2億円）、3.5年で投資回収を見込む。
- 園区30社のリアルタイムでの電気、熱の利用状況及び、園区内の太陽光発電や蓄エネ状況を把握可能にする。
- 気象データとリアルタイムデータ管理によって、これまでの人的な個別管理からエネルギー全体での管理へ転換し園区内でのエネルギー利用効率向上を目指す。

## ②天津北辰商務中心

- 北辰経済技術開発区政府のオフィス棟の他、開発区の一部入居企業も含む。対象エリアの建築面積は4.6万㎡。
- 総投資額は約1,000万元（約1.6億円）。天津市政府の補助金240万元、残りを4年強で投資回収を見込む。
- 太陽光、風力、蓄エネマイクログリッド、地熱ヒートポンプ、充電ステーションの5大システム及び総合エネルギースマート管理プラットフォームが含まれ、再生可能エネルギーと蓄エネによるピークオフでエネルギー利用効率を19%改善することを見込む。

### 江蘇省紅豆工業園のエネルギーサービスにより得られる効果(予測)

社会的効果	年間CO <sub>2</sub> 削減量	1.9万t
	クリーンエネルギー割合	2.10%
	前年増加率	
経済的効果	総合エネルギーコストの年間平均下降率	3.30%
	年平均の省エネ収益	1,300万元

### 天津北辰商務中心のエネルギーサービスにより得られる効果(予測)

社会的効果	現地再生可能エネルギーの年間利用	600.4万kWh
	年間省エネ量	52.68万kwh
	年間CO <sub>2</sub> 削減量	6,510t
	年間SO <sub>2</sub> 削減量	196t
	年間NO <sub>x</sub> 削減量	98t
経済的効果	年平均の省エネ収益	159.62万元

## ③天津東麗区国網客服中心

- 2015年、国家電網自身が自身のサービス拠点である国網客服中心北方園區に総合エネルギーサービスを導入。対象となる園區の建築面積は14.28万㎡。
- 同園區では電力を唯一の外部エネルギーとしており、太陽光発電、地熱ヒートポンプ、氷蓄熱、ソーラークーリング、太陽熱温水、蓄エネ、蓄熱式ボイラの7つのサブシステムを含んでいる。
- 園區のエネルギーを統一して分析調整することで最適化管理を実現を目指す。
- 投資額は1億元（16億円）を超える。

### 天津東麗区国網客服中心のエネルギーサービスにより得られる効果(予測)

サブシステム	年間節約費用（万円）	年間節電料（ピーク オフ電力量を含む） （万kwh）				
太陽光発電	159.26	107.1	社会的利益	年間節約量	3531トン標準炭	
地熱ヒートポンプ	518.5	575.9		年間CO <sub>2</sub> 削減量	1万トン	
表蓄熱	46.1	103.4		年間SO <sub>2</sub> 削減量	73トン	
ソーラークーリング	52.76	57.4		年間NO <sub>x</sub> 削減量	40トン	
太陽熱温水	84.67	94.05		経済的利益	年平均の省エネ収益	987.7万元
蓄エネ マイクログリッド	/	/				
蓄熱式ボイラ	13.96	37.45				
合計	987.7	1100.2				



# 国家電網によるユビキタス電力IoT ① 「三型両網」計画



2019年、国家電網は「三型両網」の経営戦略を掲げた。

「三型」とは「ハブ型」「プラットフォーム型」「共有型」、  
「両網」とは「強靱なスマートグリッド」「ユビキタス電力IoT」を指すとしている。

## 三型フレーム

### ハブ型

- エネルギーの集約・輸送と転換・利用における電網のハブの役割を發揮する。

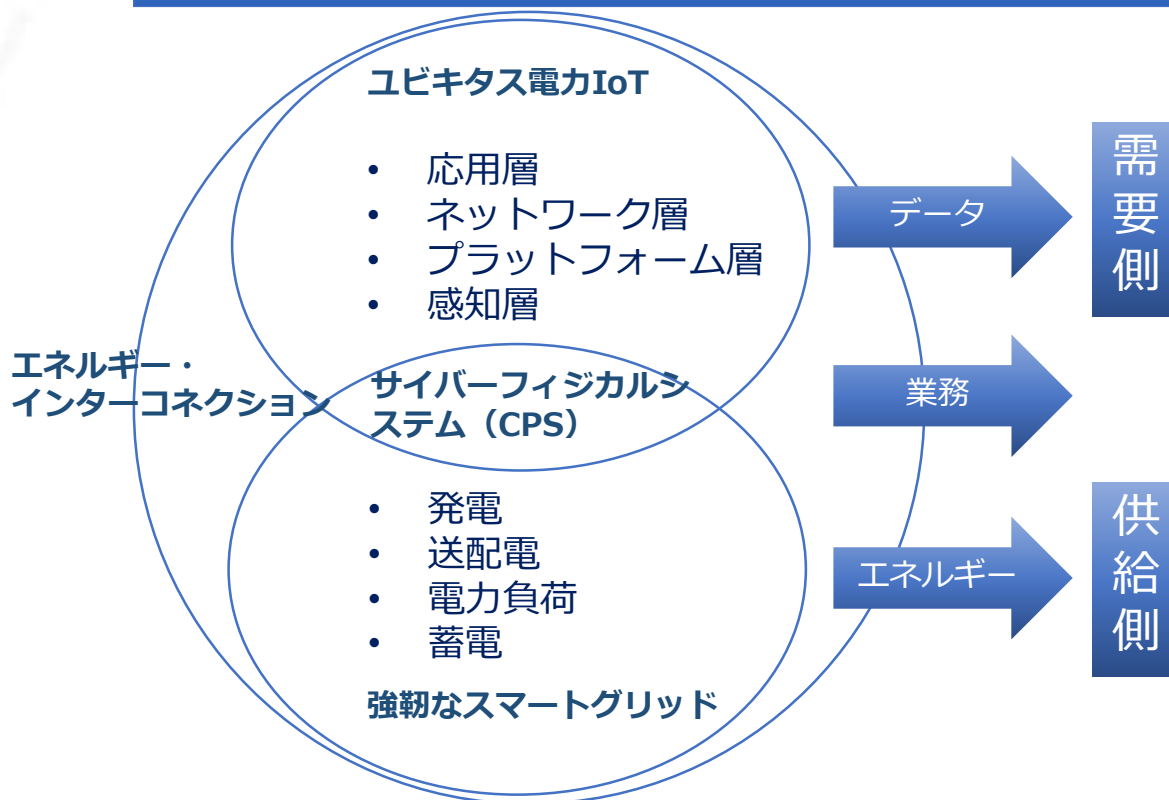
### プラットフォーム型

- エネルギーとインターネットの融合によって、エネルギーのプラットフォームを構築する。

### 共有型

- 投資と市場の秩序ある開放を進めることにより多くの資本やプレイヤーを引きつけて、サプライチェーンの上流と下流を共同発展させる。

## 両網フレーム

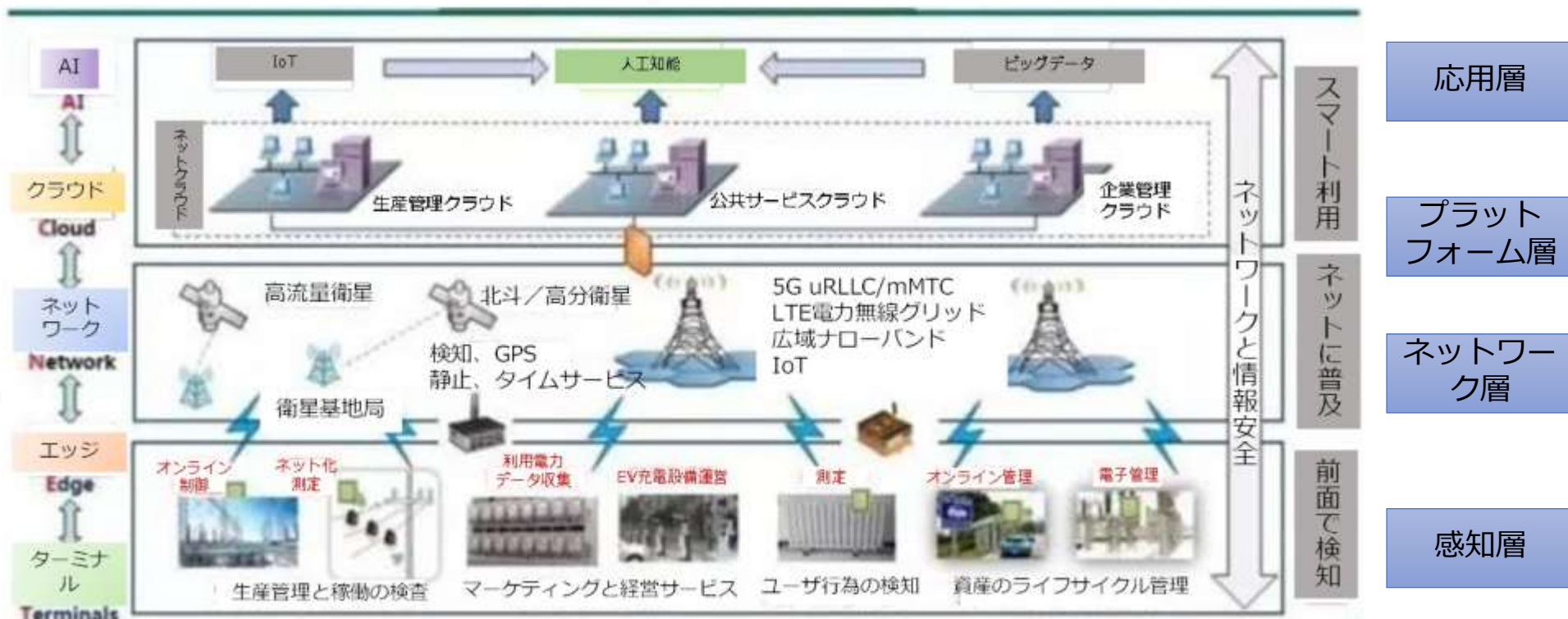


出所：各種報道より

# 国家電網によるユビキタス電力IoT ②計画の全体概要



国家電網の定義によれば、ユビキタス電力IoTとは、電力消費者、送配電事業者、発電事業者、小売電気事業者、これらに関連する設備、および人とモノを繋ぎ、**データ共有を通じて**、消費者、送電網事業者、発電事業者、小売電気事業者および政府に対しサービスを提供すること。電力ネットワークを中心として、プラットフォーム機能、情報共有機能を発揮し、全セクター、より多くの事業者の発展のために環境を整備し、価値創造に貢献するとしている。



# 国家電網によるユビキタス電力IoT ③ロードマップ

国家電網は2024年のユビキタス電力IoTの完成を目指している。2019年から2021年までを戦略的推進期間として捉え、ユビキタス電力IoTの土台を確立させ、更に3年間かけ2024年までに建設を完成させる計画となっている。

## 第一段階：2021年まで

### □ユビキタス電力IoTの土台を確立する。

□**内部業務**：業務連携とデータ連携を実現する。送配電網の安全で経済的な運行レベル、企業経営業績ならびにサービスの品質を向上させる。**業務オンライン率100%**、営業配電連携率100%、送配電網実物ID網羅率100%、同期線路損失オンラインモニタリング率100%、企業統計表自動生成率100%、業務財務融合率100%、制御クラウド網羅率100%を実現する。

□**対外業務**：企業レベルのスマートエネルギー総合サービスプラットフォームを建設する。新規業務と連携する。一定規模のエネルギー・インターコネクション生態圏を形成し、**電力関連業務オンライン率70%**を実現する。

□**基本サポート**：IoT統一管理の初歩的な実現。データ共有および運営能力を備え、統一基準、統一モデルのデータミドルオフィスを一概確立する。送配電網業務と新規業務に対するプラットフォーム化サポートを一概実現する。

## 第二段階：2024年まで

### □ユビキタス電力IoTの建設を完成させる。

□**内部業務**：全業務のオンライン連携と全フローの連携を実現する。送配電網の安全で経済的な運行レベル、企業経営業績ならびにサービスの品質が世界トップレベルに達する。

□**対外業務**：企業レベルのスマートエネルギー総合サービスプラットフォームの建設を完成し、共同建設・共同運営・相互利益となるエネルギー・インターコネクション生態圏を形成する。エネルギー生産や消費改革を牽引し、**電力関連業務オンライン率90%**を実現する。

□**基本サポート**：IoT統一管理を実現する。統一基準、統一モデルのデータミドルオフィスを確立する。送配電網業務と新規業務に対する全面的なサポートを実現する。

出所：国网互联网部 国网泛在电力物联网建设大纲 2019年3月

## Part IV.超高压送電網や次世代送配電網の 構築状況と研究開発

- ① 800kVや1000kVの超高压送電網の整備状況と整備計画
- ② 中国製造2025における送変電設備の技術ロードマップ

# すでに建設完了した超高压「交流」プロジェクトへの投資状況



中国の特別高压プロジェクト大規模化建設は、電力の「十二五（第12次五カ年計画）」期間において「3縦3横網（南北3本、東西3本）」の整備計画を実施した。

2017年末時点での中国の超高压に関する建設をみると、この10年あまりで、「8交13直（東西8本、南北13本）」計21本の超高压プロジェクトの建設が完了しており、投資額はすでに4000億元以上となっている。

## すでに建設完了した超高压「交流」プロジェクト（1000kV）

プロジェクト区域	距離 (km)	投資 (億元)	送電容量 (万kW)
1000kV晋東南－南陽－荊門超高压交流試験モデル工程	640	57	1800
皖電東送特別高压－淮南－浙北－上海1000kV超高压貫通工程	2×649	185.36	2100
浙江－福州1000kV超高压交流送電変電工程	2×603	200	1800
錫盟－山東1000kV超高压工程	2×730	178	1500
錫盟－勝利1000kV超高压交流送電変電工程	2×236.8	49.56	600
淮南－南京－上海1000kV交流超高压送電変電工程	2×780	268	1200
蒙西－天津南1000kV超高压交流送電変電工程	2×608	175	2400
榆横－濰坊1000kV超高压交流送電変電工程	2×1048.5	241.8	1500

出所：中国産業信息网 2018年中国特別高压建設市場の発展に関する回顧及び今後の発展予想分析 2019年3月18日

# すでに建設完了した超高压「直流」プロジェクトへの投資状況



## すでに建設完了した超高压「直流」プロジェクト

プロジェクト区域	距離(km)	投資(億元)	送電容量(万kW)
上海廟－臨沂±800kV直流送電工程	1238	221	2000
扎魯特－青州±800kV超直流工程	1234	221	1000
雲南－広東±800kV超直流送電モデル工程	1438	154	500
雲南普洱－広東江門±800kV直流送電工程	1438	154	500
滇西北広東±800kV超高压直流工程	1959	189	500
向家壩－上海±800kV超高压直流送電モデル工程	1907	233	1280
錦屏－蘇南±800kV超高压直流送電工程	2059	220	1440
哈密南－鄭州±800kV超高压直流工程	2192	254	1600
溪洛渡－浙江±800kV超高压直流送電工程	1669	159.76	1600
寧東－浙江紹興±800kV超高压直流送電工程	1720	237	1600
酒泉－湖南±800kV超高压直流送電工程	2386	262	1600
山西晋北～江蘇南京±800kV超高压直流送電工程	1119	162	1600
錫盟－泰州±800kV超高压直流送電電線工程	1620	254	2000

出所：中国産業信息网 2018年中国特別高压建設市場の発展に関する回顧及び今後の発展予想分析 2019年3月18日

# 現在建設中・近く承認される超高压「交流」送電線プロジェクト



2018年9月に能源局が「迅速に推進する送電変電重点プロジェクト計画における建設作業に関する通知」を公表し、再び投資が加速。

同時に、国家能源局は「5直7交」計12本の超高压送電線の建設を新たに計画した。

## 現在建設中・近く承認される超高压「交流」送電線プロジェクト

プロジェクト区域	送電電圧	承認時期	運転開始時期	距離(km)	投資額(億元)	進捗
北京西-石家荘	1000kV	2017年6月	2019年	2×228	34.7	建設中
濰坊-臨沂-棗荘-荷沢-石家荘	1000kV	2017年10月	2019年	2×819	140.4	建設中
モンゴル西-晋中	1000kV	2018年3月	2020年	2×313	48.7	建設中
張北-雄安新区	1000kV	2018年11月	2020年	2×319.9		建設中
駐馬店-南陽	1000kV	2019年	2021年			承認待ち
荊門-武漢	1000kV	2019年予定	2021年			承認待ち
南昌-武漢	1000kV	2019年予定	2021年			承認待ち
南昌-長沙	1000kV	2019年予定	2021年			承認待ち
南陽市-荊門-長沙	1000kV	2019年予定	2021年			承認待ち
駐馬店-武漢	1000kV	2019年予定	2021年			承認待ち

出所：中国产业信息网 2018年中国特高压建设市场发展回顾及未来发展前景分析 2019年3月18日

# 現在建設中・近く承認される超高压「直流」送電線プロジェクト



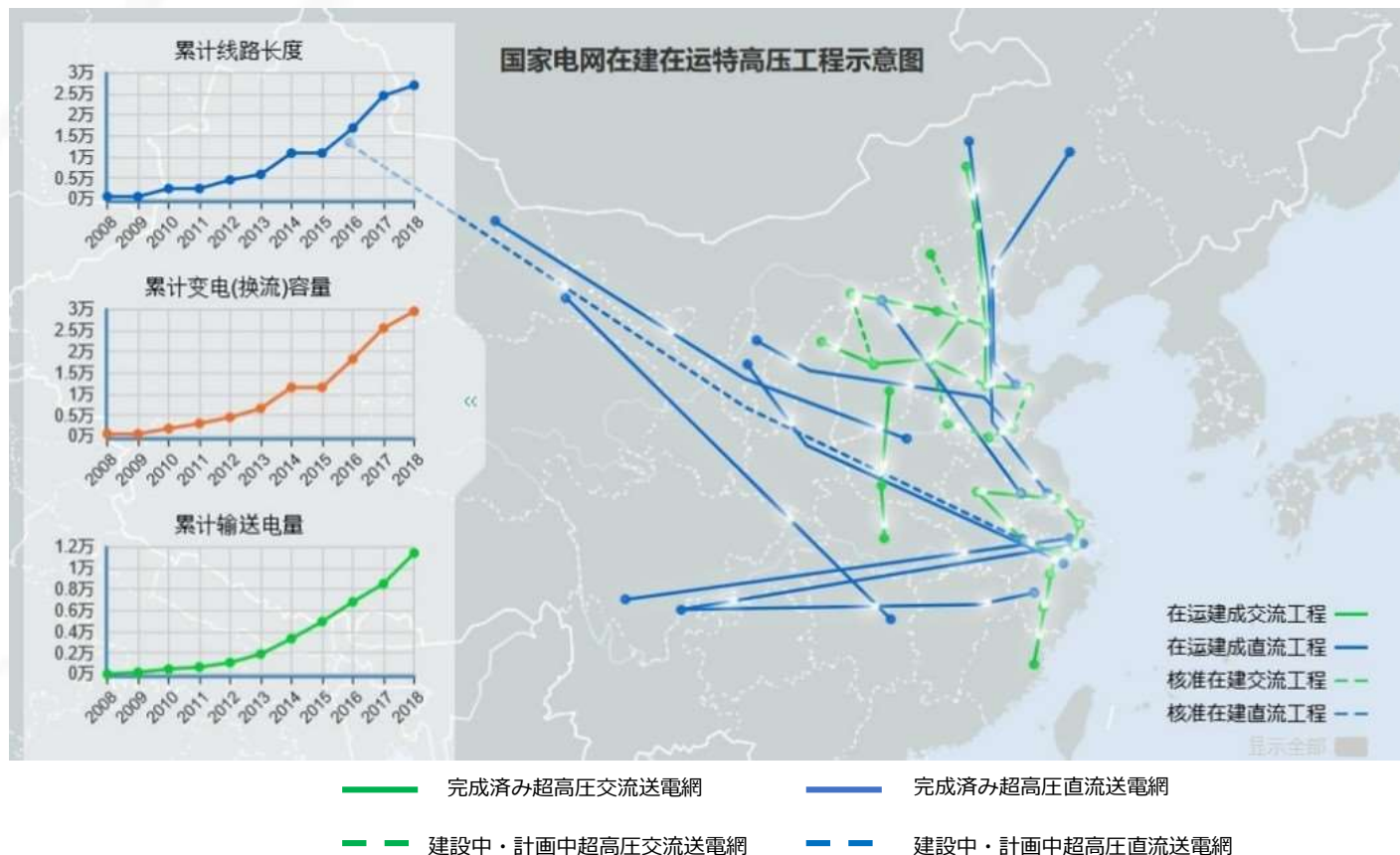
## 現在建設中・近く承認される超高压「直流」送電線プロジェクト

プロジェクト区域	送電電圧	承認時期	運転開始時期	距離 (km)	投資額 (億元)	進捗
昌吉-古泉	±1100kV	2016年1月	2018年Q4	3324	407	建設中
烏東徳（四川省、雲南省）-広西省広東省 （超高压多端子直流模範工程）	±800kV	2018年3月	2020年	1465		建設中
青海省－河南省	±800kV	2018年10月	2020年	1586	225.59	建設中
陝西省北部-湖北省北部	±800kV	2018Q4-2019Q1予定	2020年	1135		承認待ち
雅中－江西	±800kV	2018Q4-2019Q1予定	2020年	1700	317	承認待ち
白鶴灘（四川省）－江蘇	±800kV	2019年予定	2021年			承認待ち
白鶴灘（四川省）－浙江	±800kV	2019年予定	2021年			承認待ち

出所：中国产业信息网 2018年中国特高压建设市场发展回顾及未来发展前景分析 2019年3月18日



# 国家電網 超高压送電プロジェクト分布図



出所：国家電網公式web

註：国家電網は、中国の北部・中部を担当する送電網企業である。このため、南方電網が担当する南方5省（広東、広西、雲南、貴州、海南）のプロジェクトは記載されていない

# 中国製造2025 送変電設備技術ロードマップ<sup>1</sup>/6



2016年5月に国家製造強国戦略諮詢委員会と中国工程院諮詢中心が発表した「中国製造2025 重点領域技術イノベーショングリーンブック技術ロードマップ」に電力設備ロードマップが策定されている。

		2020年	2025年	2030年	
目標		2020年の送変電産業の生産高が2兆2,000億元に達する	2025年の送変電産業の生産高が3兆元に達する		
		装備の基幹部品の自主化率が80%以上に達する	中国が主導する国際超超高压交流・直流送変電プラント標準体系を形成		
		送変電プラントの輸出ウエイトが20%を超える	装備の基幹部品の自主化率が95%以上に達する		
		超超高压送変電技術で世界をリードし、世界強国の仲間入りを果たす	送変電プラントの輸出ウエイトが25%を超える	製品の信頼性及び技術指標が国際先進水準に達する	
重点製品	超高压送変電プラント	超超高压交流送変電プラント	現場組立式変圧器 鉄道輸送変圧器 分路リアクター系列製品（コントローラブルリアクターを含む）		
		超超高压直流送変電プラント	現場組立式整流器用変圧器 直流制御保護システム		
		発電機保護用遮断器プラント	SF6発電機保護用遮断器 真空発電機保護用遮断器 ガス絶縁金属閉鎖母線（GIB）		
	スマート送変電プラント	スマート変電所プラント	スマート変圧器		
			スマートスイッチ		
			スマート変電所監視システム		
			スマート変電所遠隔専門家診断システム		
		スマート配電回線網プラント	スマート直流相互接続設備		
			ポート電力電子変圧器：SiCをベースとしたマルチポート電力電子変圧器を重点的に研究		
			スマート配電スイッチ、スマート配電変圧器、スマートコンポーネント、電力電子装置		
			交直混合マイクログリッド設備及び直流配電網設備		
			エネルギー貯蔵システム		
10kVスマート配電網用フレキシブル電力分配装置					
都市交通牽引給電システム制動エネルギー回生装置					
直流配電網制御保護システム、マルチポート電カルレータ					
大規模高出力分散型電源による系統連系装置					
フレキシブル直流送変電機器	±800kV/5,000MW超超高压フレキシブル直流送電の交直変換バルブ				
	500kV/≤25kA、800kV/≤25kA高压直流遮断器				
	±100～±800kV直流変圧器				

		2020年	2025年	2030年
重点製品	スマート送変電プラント	フレキシブル直流送変電機器	直流送電網及び多端子直流送電の制御・保護 ±500kV直流送電ケーブル及び付属部品	
		省エネ環境配慮型送変電機器	環境配慮型高電圧スイッチ 環境配慮型変圧器 低損失環境配慮型変圧器	
		インダストリアル・インターネット	クラウドで遠隔運転・維持管理ができるスマート電力設備。 電力設備製造プロセスにおけるIoTセンサーネットワーク及び状態収集・監視システム クラウドに基づく電力設備の製造、試験と遠隔運転・維持プロセスにおける品質ビッグデータ	
	スマートグリッドユーザー側機器	ユーザー側交流用電気機器部品	スマートフレーム型回路遮断器7,400A/150kA	
			スマート小型遮断器100A/15kA	
			スマート配線用遮断器1,600A/200kA	
			自動切り替えスイッチ機器6,300A/176kA	
			接触器2,600A	
			モーターコントローラー及び保護スイッチ125A	
			アーク故障保護装置：63A/10kA/GFCL=5mA	
スマートグリッドユーザー側機器	ユーザー側直流用電気機器部品	サージ保護器Iimp/In=30kA/Ir=50kA		
		DCフレーム型回路遮断器		
		DC配線用遮断器		
		DC小型遮断		
		DC遮断スイッチ		
		DCヒューズ		
		DC RCD		
		DC固体接触器		
		DC接触器		
		機関車牽引用DC遮断器		
ユーザー側直流変換設備				

出所：中国製造2025 重点領域技術創新緑皮書 技術路線図（2017）

			2020年	2025年	2030年
重点製品	スマートグリッド ユーザー側機器	ユーザー側電気プラント	リアルタイムネットワーク通信及び遠隔監視、劣悪な環境での自動運転、自動回復などの機能を有する。エネルギー配分最適化、ロードバランシング、機器メンテナンス及び点検修理時間の短縮が可能		
		ユーザー側システムソリューション	各種形式の分散式電源、EV充電などのシステムの接続に対応し、多種の通信プロトコル及びネットワーク化遠隔監視ソフトウェアに対応。電力消費統計及び分析、デマンドレスポンス及びデマンドコントロール、多電源オンオフ協調型制御及び電力使用量予測などの電力網管理機能を有する		
		直流システムソリューション	直流マイクログリッドシステム、データセンター直流配電システム、工コ住宅全直流システム、電気自動車直流充電システム、軌道交通用直流牽引システム及びスマートステーション電力使用システム		
	海洋エンジニアリング設備	海上石油プラットフォーム（島嶼を含む）給電プラント	海上直流（フレキシブル直流を含む）プラットフォームの建設（海上プラットフォーム及び海中プラットフォーム（±35～±500kV） 高圧交流直流複合ケーブル（10- 500kV）		
		海底石油生産のための給電設備	海底開閉装置（10～35kV） 海底変圧器設備220kV 110kV/35kV 10kV 水中生産用全電気制御システム		
		船舶電気設備	燃料電池運動エネルギーシステム用大出力高密度DC/DCインバーター 高圧陸上電力電源		
基幹部品	超高压用基幹部品		コンバータバルブ側直流スリーブ±800～±1,100kV、超高压交流変圧器用1,100kVスリーブ		
			コンバータバルブ側±1,100kV出力側配線装置		
			超超高压交流変圧器負荷時タップ切換器		
	スマート送変電装置用部品		高圧大出力IGBTモジュール		
			新型ワイドギャップパワー半導体部品 高電圧レベル真空消弧室 大容量真空消弧室		

出所：中国製造2025 重点領域技術創新緑皮書 技術路線図（2017）

		2020年	2025年	2030年
基幹部品	ユーザー側部品	アクチュエーター：6～7,500A、機械的寿命は繰り返し操作50,000回以上、許容可能な短時間電流は135kA/1s以上		
		交流接点及び消弧システム：Icu=Icsは（400/690V）200kA/100kA以上		
		直流接点及び消弧システム：Icu=Icsは（DC1,000V/1,500V）40kA/15kA以上		
		直流センサー：4,000A以下、精度1級以上		
		直流絶縁監視装置：検知精度は10%未満、0～1メガオーム		
		コントローラー：全電流範囲の選択的保護、故障早期警告、寿命表示などの機能を有する		
		ユーザー側電気プラントバスシステム、安全性、信頼性のある感電保護設計を有する		
		ユーザー側システムの遠隔監視ソフトウェア、システム監視及び電力管理機能を有する		
基幹・基盤技術	スマート化技術	重点は、複雑な応力環境下での受動・非接触型長寿命スマートセンサー及びその融合・応用技術、高稠密度・高許容性の統合化制御及び保護技術ならびに総合診断専門家システムの応用技術である。		
	信頼性技術	信頼性エンジニアリング理論体系を応用し、適用性の改善とイノベーションを行い、設計、製造、試験、運転の全プロセスを定量化できる管理評価方法及び規格体系を構築。		
	デジタルシミュレーション技術	アーク、電磁、構造、流体、運動などのシミュレーション技術に重点を置く		
	新型電気材料応用技術	ナノテクノロジーの電気絶縁材料における応用技術		
		軽質、高強度、高電導性の電気合金材料の研究及び応用技術		
		先進型機能性材料分野——炭素材料及び高温超電導材料の応用技術への取り組み		
	標準及び試験検査技術	電機工学製品におけるグラフェンの応用技術		
高効率配電用変圧器	整った規格体系を確立し、主要性能指標に関する試験研究及び検査プラットフォームを構築			
パワーエレクトロニクス技術	広幅のアモルファス合金薄帯の製造、植物由来絶縁油応用の技術経済性及び適用性の研究、三次元トroidalコアトランスの自動生産工程など			
	変換器の高電圧・大容量化、高周波化、インテリジェント化技術の研究。変換器出力回路及び制御保護システムのモジュール化の研究。新型ワイドギャップパワー半導体部品に基づくパワーエレクトロニクス変換器の研究開発。			

		2020年	2025年	2030年
基幹・基盤技術	大規模高効率エネルギー貯蔵技術	10MW/40MWh級システムに適したレドックス・フロー電池のエネルギー貯蔵技術及び10MW/100MWh級システムに適した圧縮空気エネルギー貯蔵技術の研究。データセンターUPSに適した200kW級フライホイールエネルギー貯蔵技術及び送電網の周波数変調に適した、200kW及び/もしくは500kWフライホイールによるMW級フライホイールアレイエネルギー貯蔵技術の研究。		
	無線センサーのネットワーク化	200Ah液体金属電池セル技術の研究 MW級液体電池システムの研究		
	新型配電網ネットワークでのエネルギー貯蔵応用技術	スマート配電網用多機能無線センサーネットワークの基幹技術		
基幹材料	超高圧交直変圧器に採用する絶縁紙板、バルブゲート、温度計、油流継電器などハイエンド材料及び構成部品			
	新型絶縁材料	ナノ改質に基づく高性能絶縁材料及び電解質材料の基礎研究		
		高靱性、高耐熱性、高熱伝導性樹脂基材料及びその製品の研究		
		新型熱可塑性（エンジニアリングプラスチック）環境配慮型絶縁材料、ガス発生材料の配合及び基幹工程技術の研究		
		超清浄クラス±500kV直流ケーブル用絶縁材料（架橋ポリエチレンXLPE）配合及び生産技術の国産化の研究		
		高靱性、高耐熱性、高熱伝導性の樹脂基複合材料及びその製品の研究		
	環境配慮型植物系絶縁油の研究と応用			
高強度SMC材料				
新型導電材料	軽質・高強度・高導電性合金材料の配合及び工程技術の研究			
	高強度・高導電、耐食、耐摩耗の新型電気接触材料			
半導体材料	炭化ケイ素MOSFETチップ容量1.2kV/100A、6.5kV/25A、窒化ガリウムなどの新型高圧大出力パワーデバイス材料の基幹工程技術の研究			
	ダイヤモンド、窒化アルミニウムなど次世代の大出力パワーデバイス材料の基幹工程技術の研究			
	新型電子部品のパワーモジュールパッケージング材料の基幹工程技術の研究			

出所：中国製造2025 重点領域技術創新緑皮書 技術路線図（2017）

		2020年	2025年	2030年
基幹材料	磁性材料	高性能・大規模化指向の電気工学設備製造用ケイ素鋼板、高透磁率低損失ケイ素鋼板、非晶質ナノ結晶材料の製造技術及び応用技術の研究		
	機能性材料	カーボンナノチューブ/グラフェンなどの新型塗膜材料、環境配慮型防腐塗料、難燃性防火塗料などの表面機能性材料		
	エネルギー貯蔵材料	高エネルギー密度電池用ポリマー薄膜材料 先進型マイクロ・ナノ産業の製造技術の調製工程における電極材料		
基幹専用製造設備		変圧器の全自動コイル巻機、自動積層機の開発及び応用 高圧スイッチに應用するエポキシ注入設備、大型マシニングセンタ 変圧器のケイ素鋼板に應用する横・縦剪断生産ライン ユーザー側電気設備部品の製造に應用するレーザー振動計、全自動コイル巻製造及び組立設備、部品の溶接・リベット締め・組立の一体化設備、デジタルオンライン検査装置		
応用パイロット事業		±1,100kV超超高压直流事業用プラントの応用パイロット事業 1,000kV超超高压交流プラントの事業現場での組立応用パイロット事業 ±500kV以上のフレキシブル直流電力網プラントの応用パイロット事業 ユーザー側機器のスマートマイクログリッド、分散型電源システムにおける応用パイロット事業 ユーザー側機器の三化（標準化、情報化、精密化）融合事業及び応用パイロット事業		
戦略支援と保障		完全な送変電装置の開発、製造、試験、検査及び認証体系の構築、国際実験室との相互認証の実現 業界の中央研究院を開設し、産業の発展をめぐり計画、規格、試験認証、製品の故障分析診断、信頼性評価、業界管理、情報化コンサルティング、ならびに基礎的、先見的で基盤となる技術開発・サービスを提供 送変電産業の政府・企業・大学・研究機関・ユーザーのイノベーション連盟を設立し、スマートグリッドに関する基幹・基盤技術及び重大応用技術のボトルネック解消に重点を置く ユーザー側機器の三化（標準化、情報化、精密化）融合事業及び「インターネット+」スマートエネルギー応用パイロット事業		

出所：中国製造2025 重点領域技術創新緑皮書 技術路線図（2017）