

第13次5カ年計画期間の 中国の再生可能エネルギーの政策と状況

2020年4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における再生可能エネルギー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) 再エネ関連政策の動向

- 第13次5カ年計画期間の再エネ関連政策は、2017年2月に発表された再生可能エネルギー第13次5カ年計画が中心となっている。以下のような、再エネ発電能力の整備目標以外に、2020年時点で1300万人の雇用、2016～20年に再エネ電力で40兆円の投資をみこむ。なお、2020年末時点の風力設備容量目標は2019年末にほぼ達成、太陽光設備目標は2019年末に2倍の超過達成。

再生可能エネルギー第13次5カ年計画 設備容量ベースの再生可能エネルギー導入目標 (万kW)

| | 2010年 (実績) | 2015年 (実績) | 2019年 (直近実績) | 2020年 (目標) |
|--------------------------|------------|------------|--------------|------------|
| 水力発電 (揚水含まず) | 21,606 | 31,954 | | 34,000 |
| 風力発電 | 3,100 | 12,900 | 21,005 | 21,000 |
| 太陽光発電 | 80 | 4,318 | 20,468 | 10,500 |
| 再エネ合計 (太陽熱、地熱などを含む) | 21,606 | 50,472 | | 67,500 |
| 全電力中の非化石エネ割合 (揚水発電・原子力含) | | 35% | 40.8% | 39% |

① チャンスロス (棄風・棄光) への対応

- 中国の再エネの大きな課題の一つは、送電能力の不足などにより発電能力を利用できないチャンスロスが大きいこと。このため「2020年時点の棄風率・棄光率5%以下」との目標を設定し、以下のような取組みを実施。2019年には棄風率4%、棄光率2%を達成し、目標を超過達成。

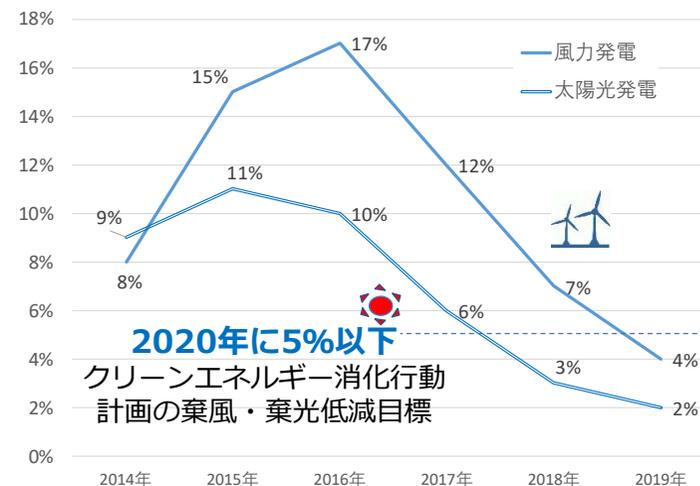
○ 再生可能エネルギー発展13次5カ年計画の実施に関する指導意見

- 棄風・棄光が大きな地域での新規大規模風力・太陽光の設置の制限
- 省ごとの風力・太陽光などの導入目標の設定とそれによる沿海部への設置の誘導

○ 再生可能エネルギー電力受入保障体制構築の通知

- 全電力消費のうちの再エネ消費割合を省ごとに設定。達成できない場合には、他省の超過達成成分を取得。

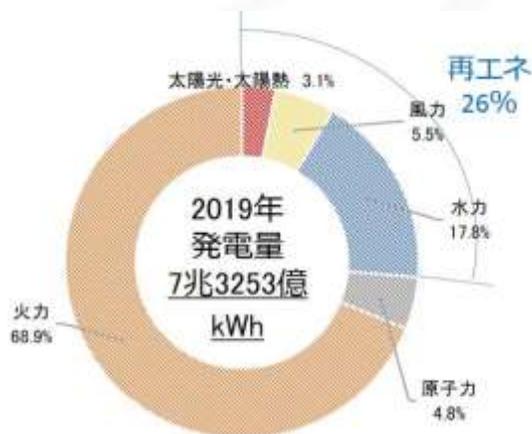
棄風率・棄光率の推移



②発電量

- 全発電電力に占める風力・太陽エネルギー発電の割合は年々増加しており、2019年にはそれぞれ5.5%、3.1%に達した。
- 発電電力の増加には、設備容量の増加に加えて、年間の発電時間の増加・チャンスロスの低下も貢献している。

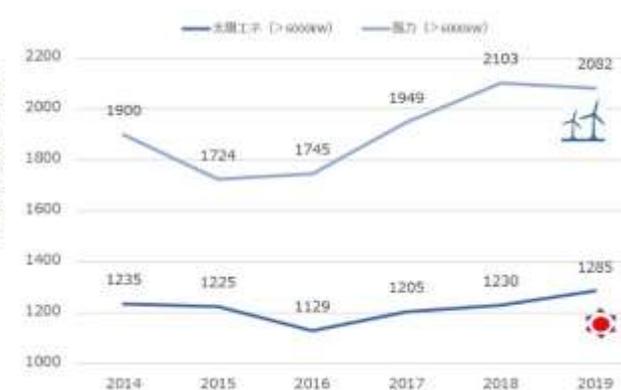
電源構成別の発電電力量 (2019年)



電源構成別の発電電力の推移



年間の発電時間の推移



| 2019年 | 系統接続済設備容量 | 年間発電量 | チャンスロス割合 | 年間発電時間 |
|-----------|---------------------|----------------------|----------|--------|
| 風力発電 | 2.10億kW (14.0%増) | 4057億kWh (10.9%増) | 4% | 2082時間 |
| 太陽エネルギー発電 | 2.04億kW (14.0%増) | 2243億kWh (26.3%増) | 2% | 1285時間 |

第13次5か年計画期間の**再エネ政策**の概要

中国の再生可能エネルギー等の導入目標

中国政府は再生可能エネルギーの導入を着実にを行う計画を立てている。

非化石エネルギーとは、再生可能エネルギーに加え原子力や揚水発電などを含む区分。クリーンエネルギーと呼ぶときもある。

| | 2010年 | 2015年 | 2020年 | 2021~30年 | 2050年 |
|-----------------|--------|--------|--------|----------|-------|
| 再エネ発電量 (万kW) | 21,606 | 50,472 | 67,500 | | |
| 非化石エネ割合の全電力中の割合 | | 35% | 39% | | |
| 非化石エネの1次エネ中の割合 | | | 約15% | 約20% | 50%以上 |

出所：エネルギー発展第13次5カ年計画（2017年1月発表）

出所：エネルギー生産・消費革命戦略（2017年5月発表）

再生可能エネルギー第13次5か年計画



2010年までは、再生可能エネルギーの大半は水力発電。

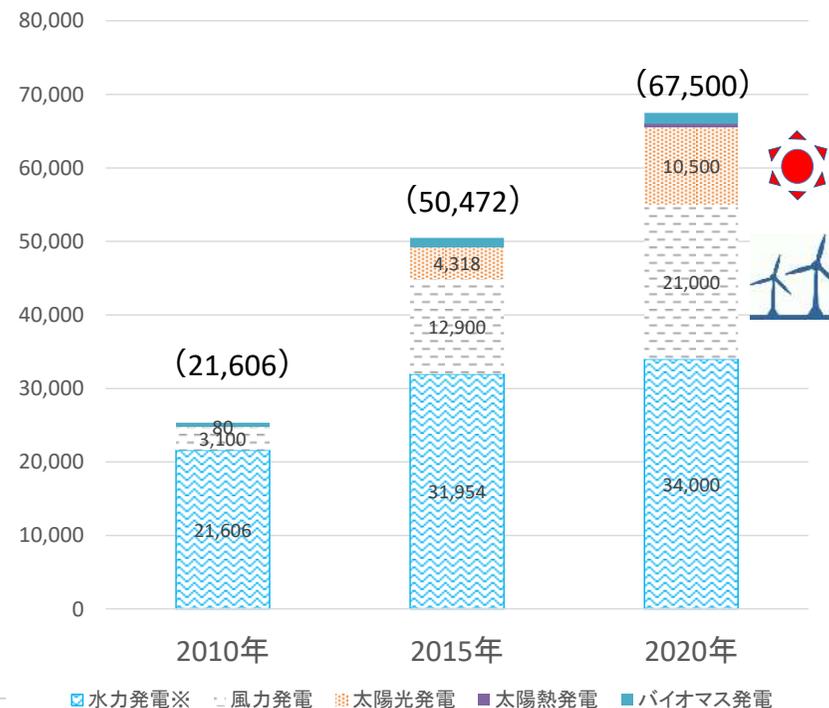
第12次5か年計画期間（2011～15年）に風力・太陽光が大幅に増加し、
第13次5か年計画期間（2016～20年）も引き続き大幅に増加させる計画。

再生可能エネルギーの価格面では第13次5か年計画期間内に以下のような目標

- ー 風力発電の電力価格を石炭火力発電と競争可能な水準にする。
- ー 太陽光発電の電力価格を一般電力の販売価格に相当する水準にする

設備容量ベースの再生可能エネルギー導入目標（万kW）

| | 2010年 | 2015年 | 2020年 |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| 水力発電（揚水含まず） | 21,606 | 31,954 | 34,000 |
| 風力発電 | 3,100 | 12,900 | 21,000 |
| 太陽光発電 | 80 | 4,318 | 10,500 |
| 太陽熱発電 | | | 500 |
| バイオマス発電 | 550 | 1,300 | 1,500 |
| 再エネ合計 | 21,606 | 50,472 | 67,500 |
| 全電力中の非化石エネ割合 （揚水発電、原子力含む） | | 35% | 39% |



再生可能エネルギー第13次5か年計画



(1) 水力発電

① 大型水力発電

- ・ 4000万kWが新規稼働、6000万kWを新規着工

② 中・小型水力発電

- ・ 四川省・雲南省は未使用ロス電力が多く開発停止。

③ 揚水発電

- ・ 6000万kW分の揚水発電設備を新たに着工
- ・ 原子力・風力・太陽光との一体的な建設・運営を検討

(2) 風力発電

- ・ 2020年までに系統連系の設備容量2.1億kW以上。

① 中国の中部・東部・南部での風力発電の加速

② 華東・華北・西北での大型風力発電の秩序ある建設

③ 洋上風力発電の積極的な推進

- ・ 海上風力発電を1000万kW着工、500万kW完成させる

④ 風力発電受け入れ能力の拡大

- ・ 重要な送電線の補強、蓄電設備の設置
- ・ デマンドレスポンスや風力発電出力の予測精度向上

(3) 太陽エネルギー（太陽光発電・太陽熱エネルギー）

① 分散型太陽光発電の推進

② 大型太陽光発電所の建設の推進

- ・ 中国中東部での大型太陽光発電所の推進。
- ・ 水力発電と太陽光発電の相互補完の検討。

(4) バイオマスエネルギー

① バイオ天然ガスのモデル事業と産業化

- ・ バイオ天然ガスの年産量を80億m³とする。

② バイオマスエネルギーの熱供給の推進

- ・ バイオマス成型燃料の利用量を3000万tにする。

③ バイオマス発電の推進

- 都市生活廃棄物による発電設備を750万kWに。
- 直接燃焼式バイオマス発電を700万kW
- メタンガス発電を50万kWに
- 発電設備を1500万kWに、発電量を900万kWhに

13次5か年計画期間（2016～2020年）の新規設備と投資の状況

| | 新規設備 | 投資額（2016～20年） |
|---------|----------|----------------|
| 水力発電 | 6,000万kW | 0.5兆円（≒8.0兆円） |
| 風力発電 | 8,000万kW | 0.7兆円（≒11.2兆円） |
| 太陽光発電 | | 1.0兆円（≒16.0兆円） |
| 再エネ投資合計 | | 2.5兆円（≒40.0兆円） |

環境効果・雇用効果（2020年時点）

- ・ 二酸化炭素の排出削減量：14億t/年
- ・ 二酸化硫黄の排出削減量：1000万t/年
- ・ 窒素酸化物の排出削減量：430万t/年
- ・ 再エネ市場による雇用：1300万人
うち2016～20年の新規雇用：300万人

第13次5カ年計画期間の中国の再エネに関する課題

中国の再生可能エネルギーに関する課題はおおむね2つに集約される。(以下は2017年ごろの議論だが、現在もおおむね同様の課題がある)

1. 再エネ由来電力の単価が他電力に比べていまだ高い

再エネ電力の単価がいまだ比較的割高であることと、想定以上に風力・太陽光の導入が進んだため補助金 (FITに相当) が大幅に不足。

2018年には補助金の不足が1100億元 (1.8兆円) も不足する事態に。

2. 発電能力があっても利用できないチャンスロス (棄風、棄光、棄水) が多い

送電能力や調整能力の制限のために、発電能力があるのに発電を停止しているチャンスロスが発生。

電源種類別の価格 (2017年)



風力・太陽光のチャンスロスの推移

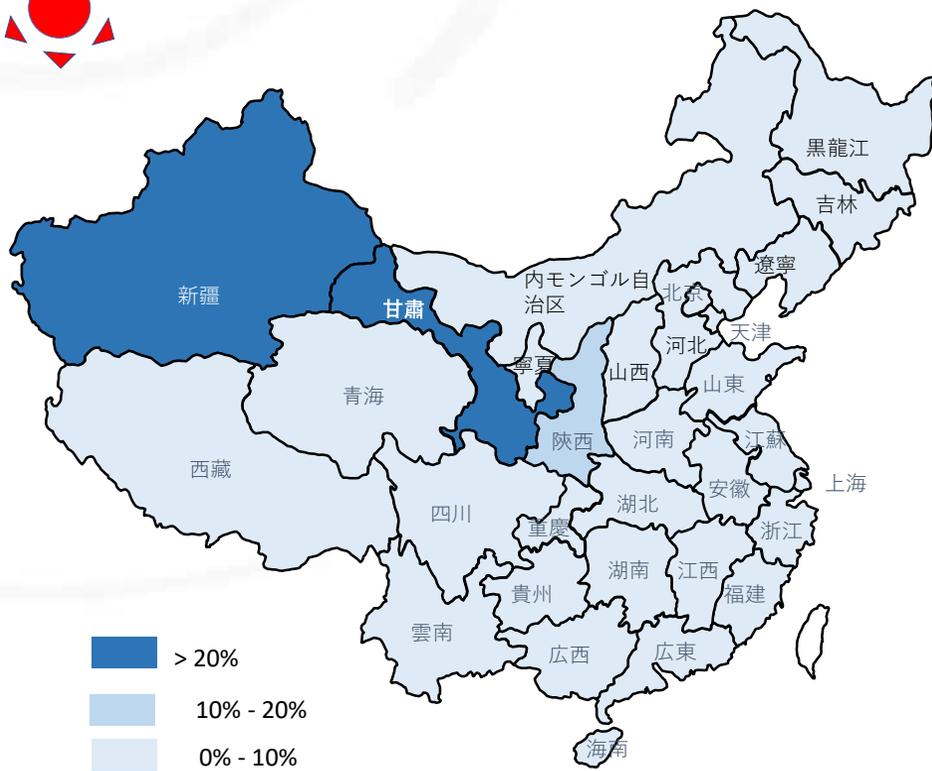
| | 2014年 | 2015年 | 2016年 |
|-----|-------|-------|-------|
| 棄風率 | 8% | 15% | 17% |
| 棄光率 | 9% | 11% | 10% |

中国の再エネの課題 棄風、棄光

風力、太陽光、水力による発電電力は、発電能力があるものの送電能力が足りないなどの理由により利用されないことがある。このようなチャンスロス（棄風、棄光、棄水）とよばれ、コストの高さに並ぶ再生可能エネルギーの大きな問題。



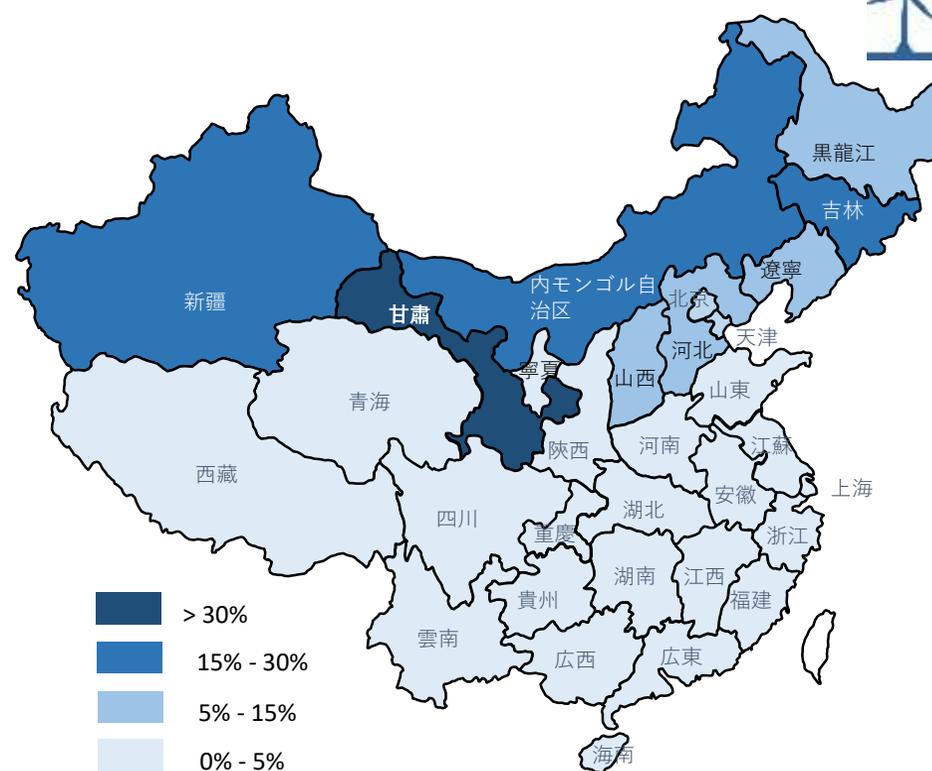
2017年中国省・市の「棄光」率



出典: 2018~2020年清洁能源消耗行動計画



2017年中国省・市の「棄風」率



出典風力発電第13次五カ年計画

チャンスロスへの対応の経緯

再生可能エネルギーのチャンスロス解消のため、国家エネルギー局が中心となり、数次にわたって対応策を発表。

2017年2月
再生可能エネルギー発展13次5カ年計画

2017年7月
再生可能エネルギー発展13次5カ年計画の実施に関する指導意見
 棄風・棄光が大きな地域（省）での新規大規模風力・太陽光の設置の制限
 省ごとの風力・太陽光などの導入目標の設定とそれによる沿海部への設置の誘導

2018年10月
クリーンエネルギー消化行動計画

2020年時点の棄風率5%以下、棄光率5%以下との目標を設定

- ・ 風力・太陽光などの優先消化
- ・ 送電網の整備・省間の長距離送電の30%を再エネ（2020年）

2019年5月
再生可能エネルギー電力受入保障体制構築の通知
 全電力消費のうちの再エネ消費割合を省ごとに設定。
 達成できない場合には、他省の超過達成分を取得。



チャンスロスへの対応 クリーンエネルギー消化行動計画

「クリーンエネルギー消化行動計画（2018～2020）」は、2018年10月に国家エネルギー局が発表。風力・太陽光・水力などのチャンスロスの解消と原子力発電の稼働時間向上などを目的としている。

チャンスロスの低減の目標

チャンスロスの低減のための取り組み

| | 2018年 | 2019年 | 2020年 |
|--------------|---|--|--|
| 風力発電 | 棄風率 12%以下 <上積目標> 棄風率10% | 棄風率 10%以下 <上積目標> 棄風率8% | 棄風率 5%程度 |
| 太陽光発電 | 棄光率 5%以下 | 棄光率 5%以下 | 棄光率 5%以下 |
| 水力発電 | 利用率 95%以上 | 利用率 95%以上 | 利用率 95%以上 |
| 原子力 | 全国の大 部分の原 子力発電 で安全保 障型消化 を実現す る | 全国の原 子力発電 で安全保 障型消化 を概ね実 現する。 | 全国の原 子力発電 で安全保 障型消化 を実現す る。 |

- ① **電力源の配置の最適化、電力源の設置震度の合理的制御**
 - ・ 分散型再生可能エネルギーの開発を優先的に行う。
 - ・ 石炭火力発電の柔軟な調整能力を高める。
- ② **電力市場化改革の加速、市場調整機能の発揮**
 - ・ 火力発電等と抱き合わせで、大規模ユーザーと中長期取引契約。
 - ・ エネルギー貯蔵装置などの電力補助サービスを拡大する。
- ③ **クリーンエネルギー消化に有利な体制の形成**
 - ・ 再生可能エネルギー電力割当制度の全面的始動。
 - ・ 2020年に新規陸上風力と石炭発電とのグリッドパリティ実現。
 - ・ クリーンエネルギー優先発電制度の実行。
- ④ **電源側・電力システムによる調整能力の向上**
- ⑤ **送電網インフラの整備、送電資源配置プラットフォームの役割**
 - ・ 再エネの集中する地域の省内部の送電網を重点的に解決する。
 - ・ 2020年までに省間送電のうち再エネ電力比率を30%以上に。
 - ・ 火力が再エネの出力調整。再エネと火力が一体で電力市場に参入。
- ⑥ **電力源・送電網・負荷・貯蔵の連動体制の促進**
 - ・ 再エネ電力の割当制の消費者への拡大に、クリーンエネルギー電気料金プランの導入などによる消費者の巻き込み。
- ⑦ **責任主体の確定、クリーンエネルギー消化目標の査定**
 - ・ クリーンエネルギー消化の地域別目標を合理的に設定し、棄電
量・棄電率の定義・標準を明確にする。

需要側の割り当て 再エネ消費の省ごとの割当て

再生可能エネルギー電力受入保障体制構築の通知（2019年5月）

31の省・直轄市ごとに電力使用に占める再エネ由来電力の使用割合の目標を設定し、自治域内で再エネ消費の目標を達成できない場合には、電力取引センターで他社の過剰達成分を取引で入手するなどにより義務を履行する。

2019年中に準備を行い2020年に本格的に施行されるとされた。

再エネ電力割り当て制度は2018年2月以降少なくとも3度の意見募集（一般向け・地方政府向け）を実施。2018年11月の意見募集では2019年1月からの施行を明記したものの施行されなかった。割当て目標値などで地方政府との調整がつかなかったとみられる。

①再エネ電力割当

中央政府が31の省・直轄市に対し**電力消費に占める再エネ消費の目標値**を設定

目標値は、全電力使用量に占める以下2種類の再エネ割合で設定

- ① 水力以外の再エネ電力
- ② 全再エネ電力

②割当再エネの消費

再エネ消費の義務の履行が求められるのはおもに省を単位として営業する電網会社。

< 義務履行者 >

- ① 各省単位の**電網会社**、
- ② 自家発電もつ**民間企業**、
- ③ 電力市場取引に直接参加する電力購入ユーザー

③再エネ消費不足の場合

義務履行者の省単位電網会社等が再エネ消費割合目標を達成できない場合には、北京や広州の電力取引センターで、他社の過剰達成分を取引で取得する。

「グリーン証書（緑証）※」の取引も規定されている。

※ 「緑証」が何かの説明はない。

非水力再エネ電力消費割当の大きな省の例：

- ①青海省25%、②黒竜江省20.5%、③寧夏自治区20%、④甘肅省19%、⑤吉林省16.5%、⑥新疆13%

需要側の割り当て 再エネ消費の省ごとの割当て

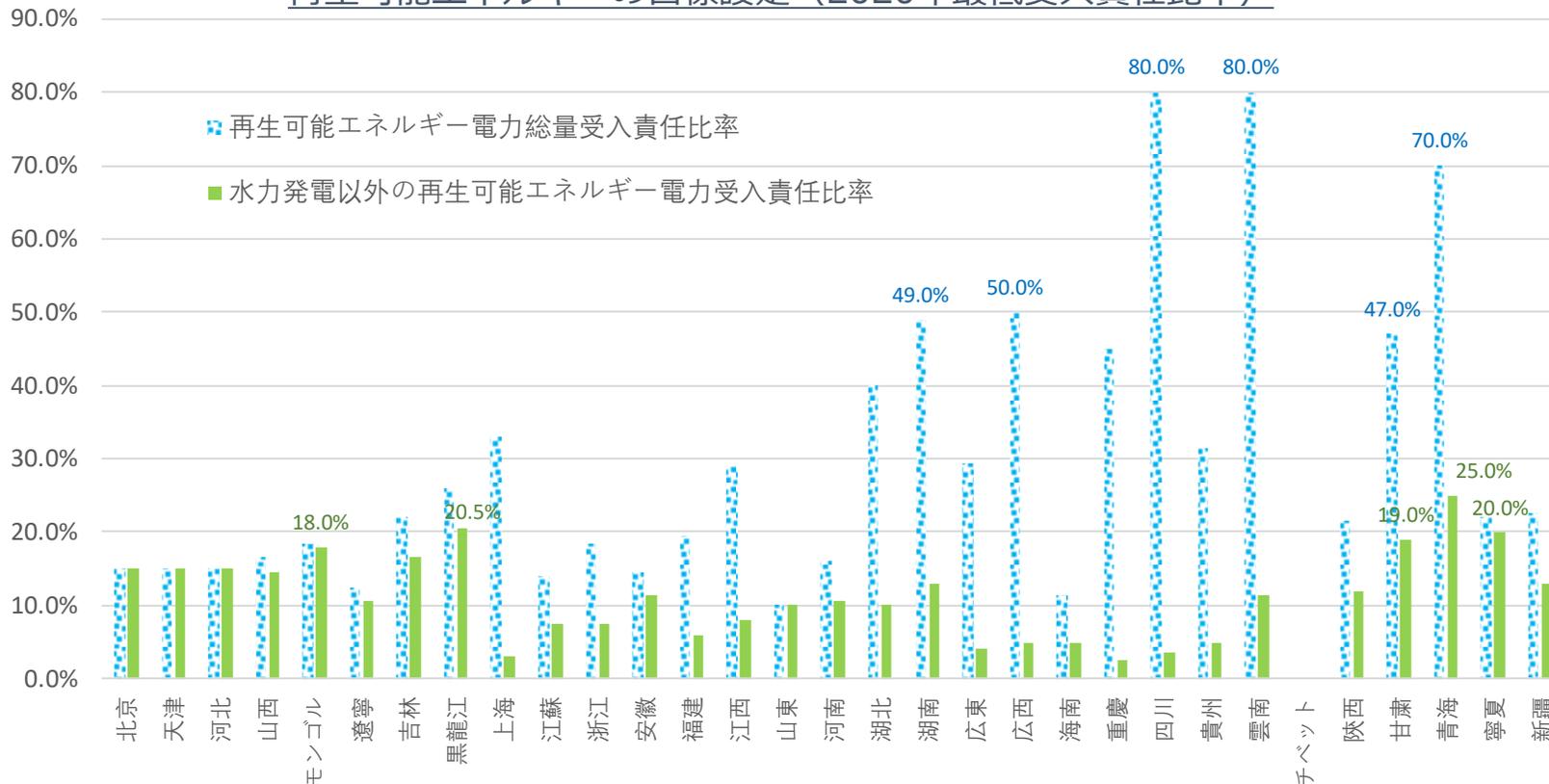
再生可能エネルギー電力受入保障体制構築の通知（2019年5月） つづき

目標値は全電力使用量に占める再エネ電力の割合で示される

各省・市への再生可能エネルギーの割当は水力を含むものと含まないもので2種類規定。

- ① 再生可能エネルギー電力総量受入責任比率： 水力を含むすべての再エネの目標
- ② 非水力発電再生可能エネルギー電力： 水力を含まない再エネの目標

再生可能エネルギーの目標設定（2020年最低受入責任比率）



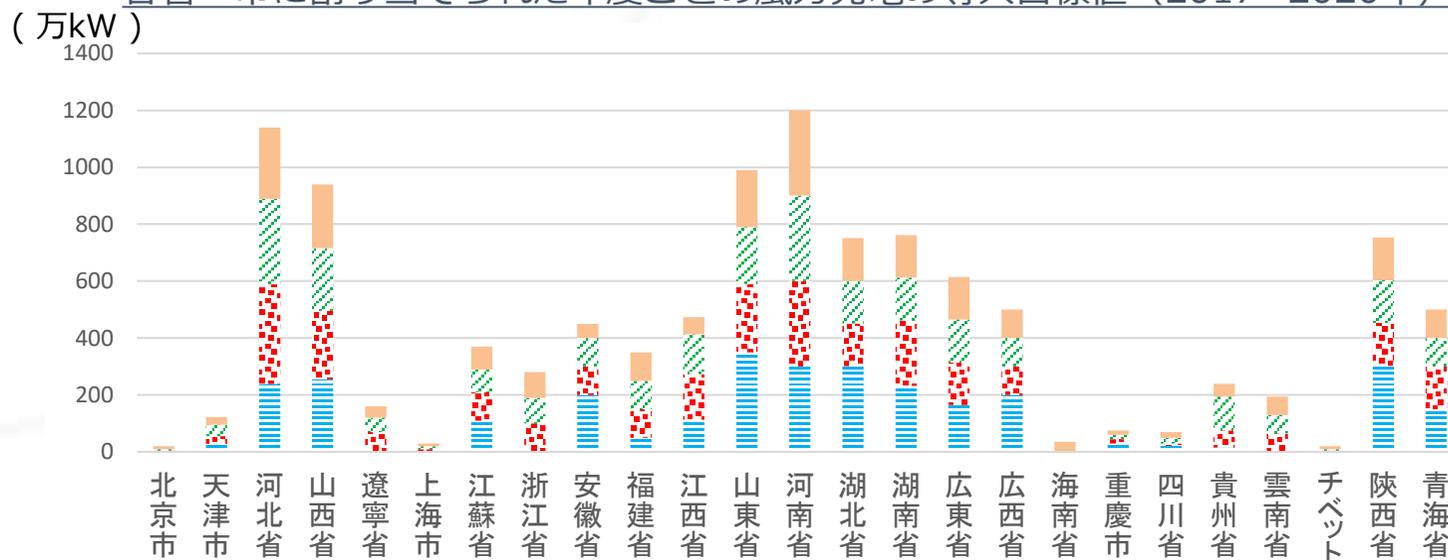
供給側の再エネ設備容量割当

2017年8月に発表された「再生可能エネルギー発展13次5カ年計画の実施に関する指導意見」では、省・直轄市に対して再生可能エネルギーの導入目標を設定。

①風力、②太陽光、③バイオマスのそれぞれについて、2017~2020年の各年度における導入量を省・市ごとに設定。

国家エネルギー局は、毎年度ごとに各省の再生可能エネルギーの開発・利用に関するモニタリングと評価を行い、結果を公表する。

各省・市に割り当てられた年度ごとの風力発電の導入目標値（2017~2020年）



※ 吉林省、黒竜江省、甘肅省、寧夏、内モンゴル、新疆ウイグル自治区、新疆については、「棄風」問題のため2017年8月時点では風力設置目標が示されず。

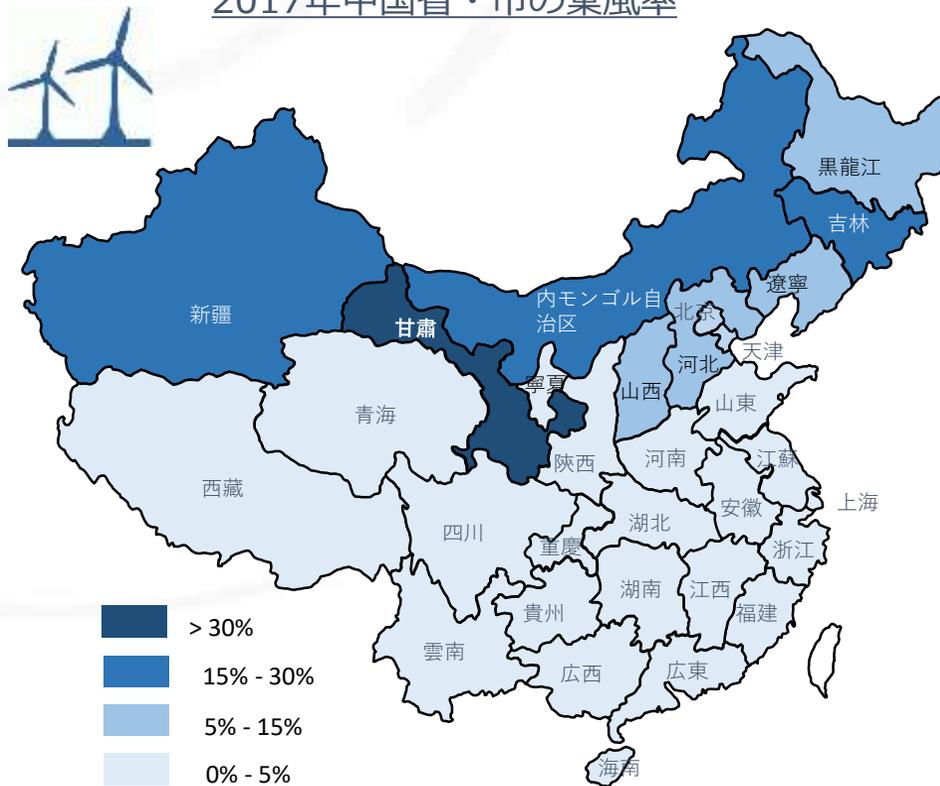
≡ 2017年 ● 2018年 ▨ 2019年 ■ 2020年

供給側の地域割当 風力の地域別設備容量割当と設置制限

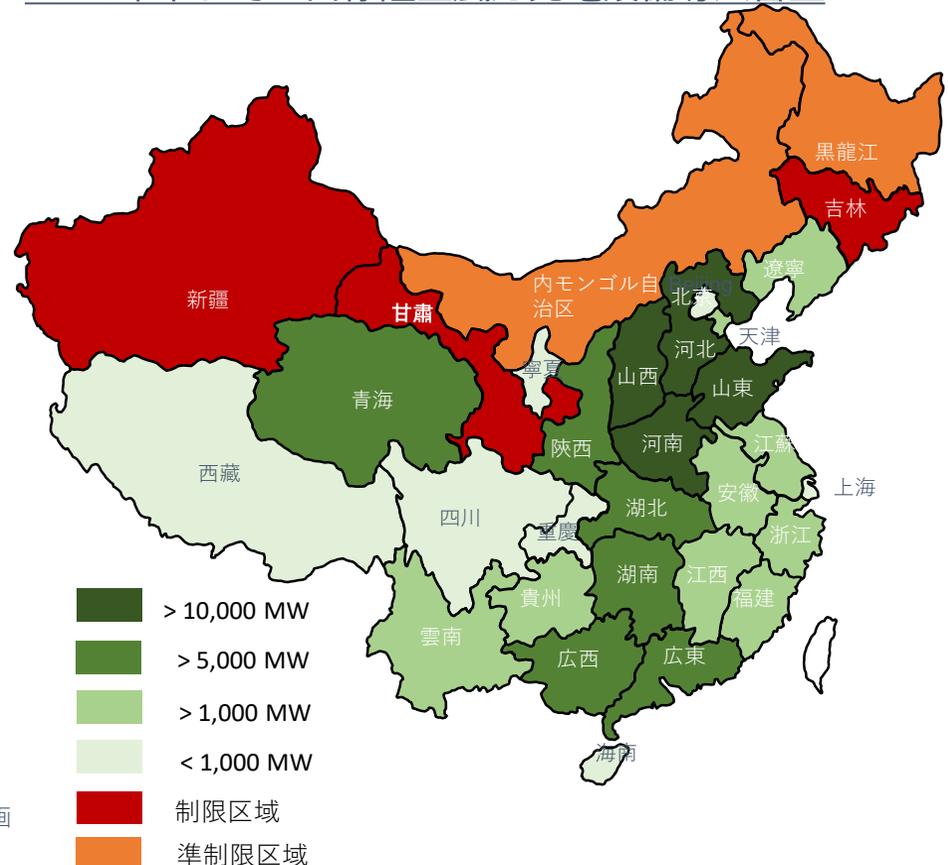
中国政府は32の省・市に対して2020年末までの**陸上風力発電設備の新規導入容量目標**を制定し、具体的な**実行計画の提出を義務**付けている。

棄風率が特に高い**甘肅省、新疆、吉林省**では**新たな風力発電所の建設を制限**

2017年中国省・市の棄風率



2020年末までの目標陸上風力発電設備導入容量



出典: 右グラフ: 2018~2020年清洁能源消耗行動計画 左グラフ: 風力発電第13次五カ年計画

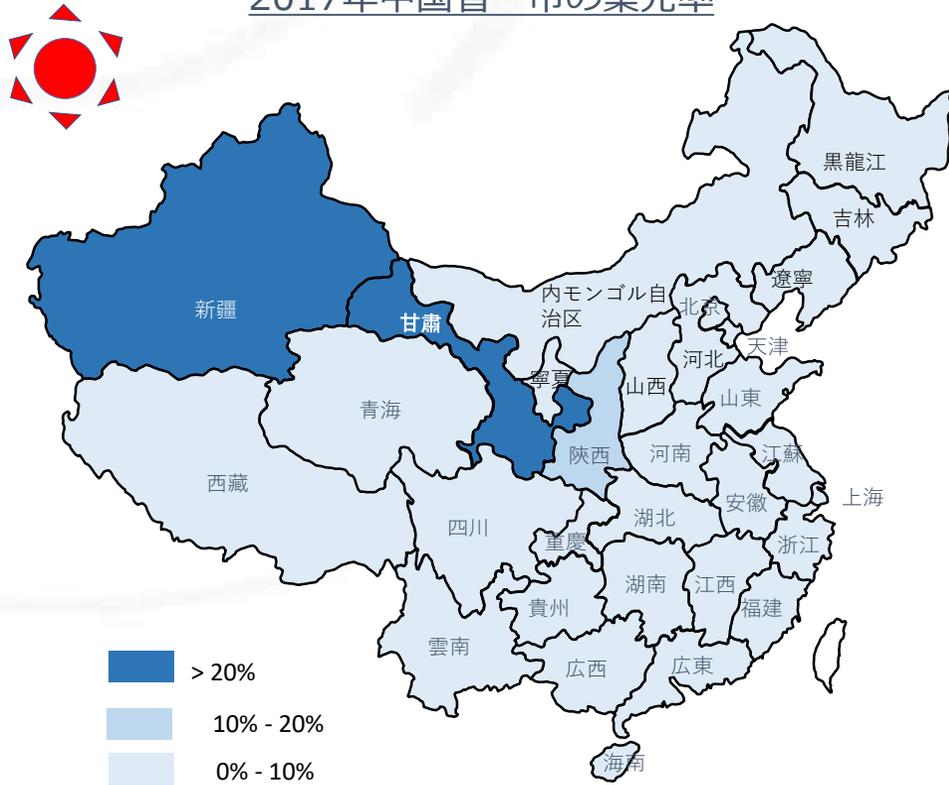
供給側の地域割当 太陽光の地域別設備容量割当と設置制限



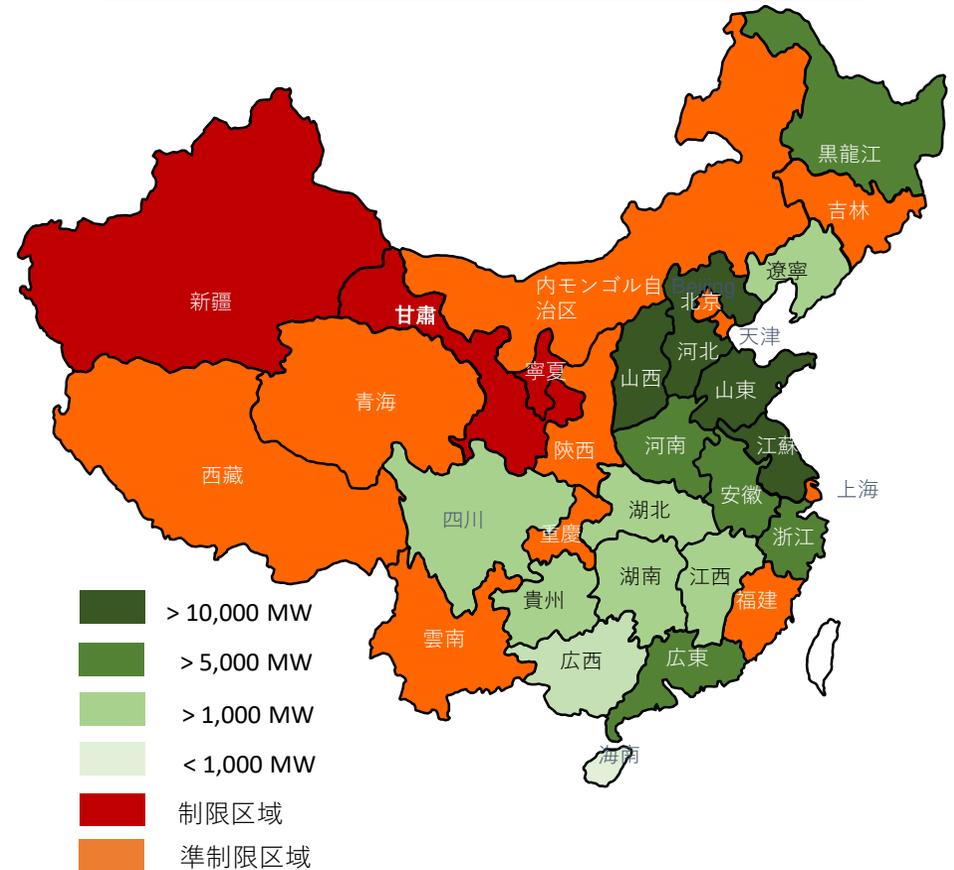
棄光率が高い省・市（新疆や甘粛省）では、新たな太陽光発電所の建設を制限。

一方で、河北省・山東省・江蘇省等の沿海部で大消費地に近い地域で新たな太陽光発電を誘導する。

2017年中国省・市の棄光率



2020年末までの目標太陽光発電設備導入容量



出典: 左: 2018~2020年清洁能源消耗行動計画

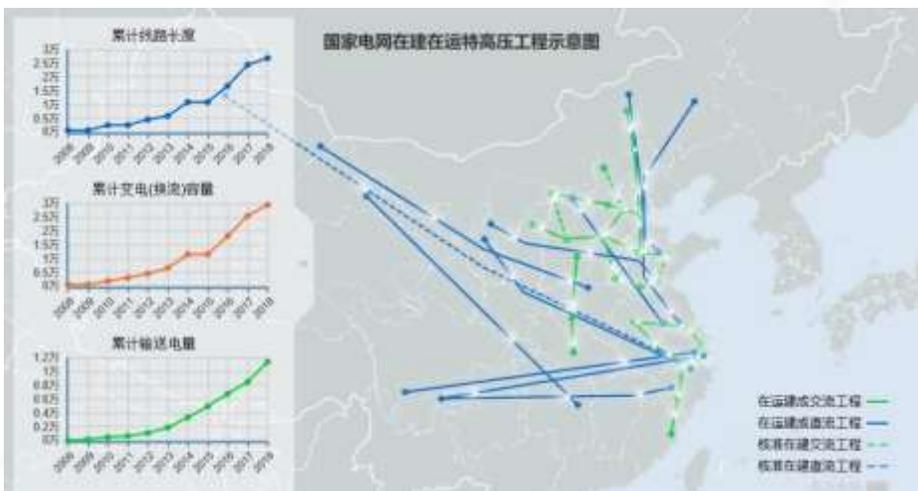
右: 国家能源局 2017年度光伏发电市场环境评价结果および太阳能发展“十三五”

送電網の整備



風力・太陽光などが集積する新疆や内モンゴルなどから大消費地である沿海部に向けて直流高圧送電などによる送電網を大量に建設している。このために、送電網（グリッド）の建設投資は増加傾向にあり、2016年以降は毎年5000億元（8兆円）前後で推移している。

超高压送電網の整備状況（国家電網管内）



- 完成済み超高压交流送電網
- 完成済み超高压直流送電網
- - 建設中・計画中超高压交流送電網
- - 建設中・計画中超高压直流送電網

出所：国家電網公式サイト

電力投資とそれに占めるグリッド投資の推移



出所：全国電力工業統計快報一覧表

太陽光発電の設置抑制に関する政策修正の動き

2018年ごろは、太陽光発電の設置が想定よりも急速に進んだため、補助金（FITに相当）が1100億円（1.9兆円）不足する事態が発生。このため、国家エネルギー局は、2018年5月31日に「太陽光発電関連事項に関する通達」を発出。2018年の間太陽光発電の建設を全国的に抑制する内容。

2018年の太陽光発電関連事項に関する通達（2018.5.31）

1. 太陽光発電の新規建設の最適化

- ① 一般太陽光発電所（メガソーラ）の建設枠の配分を当面見送る。
- ② 分散型太陽光発電の建設規模を2018年は10GWに抑える。
- ③ 国の補助金を必要としない事業については積極的に奨励する。など

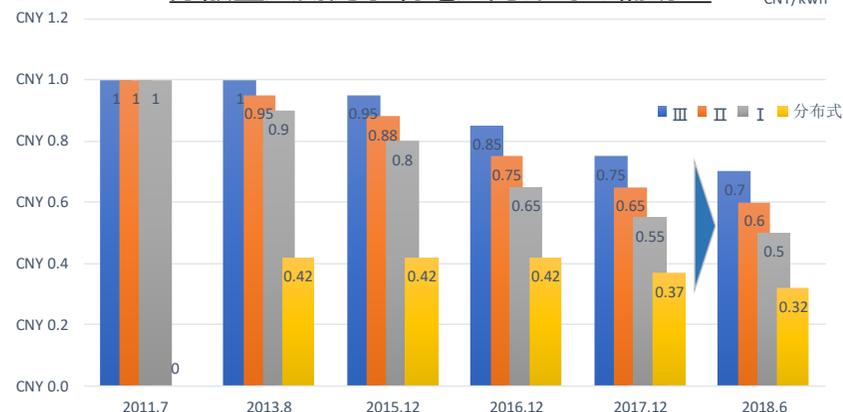
2. メガソーラー買取価格引き下げと分散型余剰電力売電時の助成金の引き下げ

- ① メガソーラーの買取価格を統一的にkwhあたり0.05元（≒0.8円）引き下げ。
- ② 分散型余剰電力売電時の助成金も0.05元引き下げる。など

3. 市場化

- ① 一般太陽光発電所はいずれも競争性入札方法で事業主を決定する。
- ② 分散型太陽光発電について、地方が家庭用太陽光発電を除く分散型太陽光発電を競争性入札することを奨励。
- ③ 不公平な競争と価格制限競争を厳禁し、供給電力価格を重要で優先的な競争条件とする など

メガソーラーのFITと分散型太陽光余剰電力売却時の補助金 CNY/kwh



2020年1月に財政部、国家発展・改革委員会、国家能源局が太陽光発電・風力発電の価格低減などを主な目的とした以下2つの規定を発表した。

「水以外の再生可能エネルギー発電の健全な発展の促進に関する若干意見」

「再生可能エネルギー発電促進賦課金管理規則」

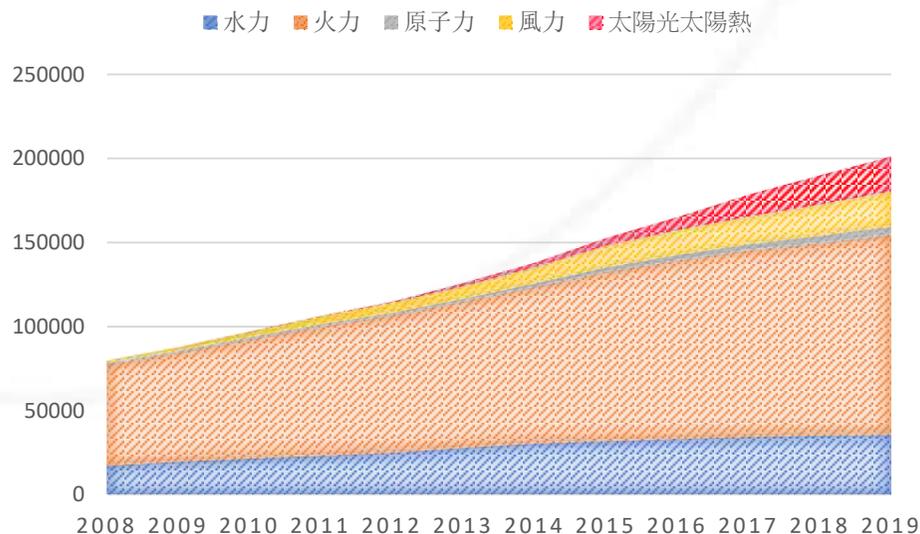
- ① 予算額の範囲でのみ新規の補助金（FIT）の対象プロジェクトを決める
- ② グリーン電力証書取引を普及させ、企業はグリーン証書取引を通じて収入を得て、補助金の一部を代替させる
- ③ 補助金（FIT）ありの既存プロジェクトが、自主的に一般価格による電力取引（FITなし）に移行することを奨励する
- ④ 今後、再生可能エネルギー電力の追加リストを公布しない。すべての再エネ事業は、国の再エネ情報管理プラットフォームを通じて電力価格の追加申請情報などを入力する。
- ⑤ 陸上風力・太陽光発電・商業用分散型太陽光発電の価格を継続的に引き下げる。
- ⑥ 定額補助金方式で個人が自家発電・自家発電・余剰売電で太陽光発電を設置することを支援する。
- ⑦ 洋上風力と太陽熱発電は2021年末まで補助の対象となるが、それ以降は中央財政による補助金の対象に入れない。

再生可能エネルギーの設備容量の状況

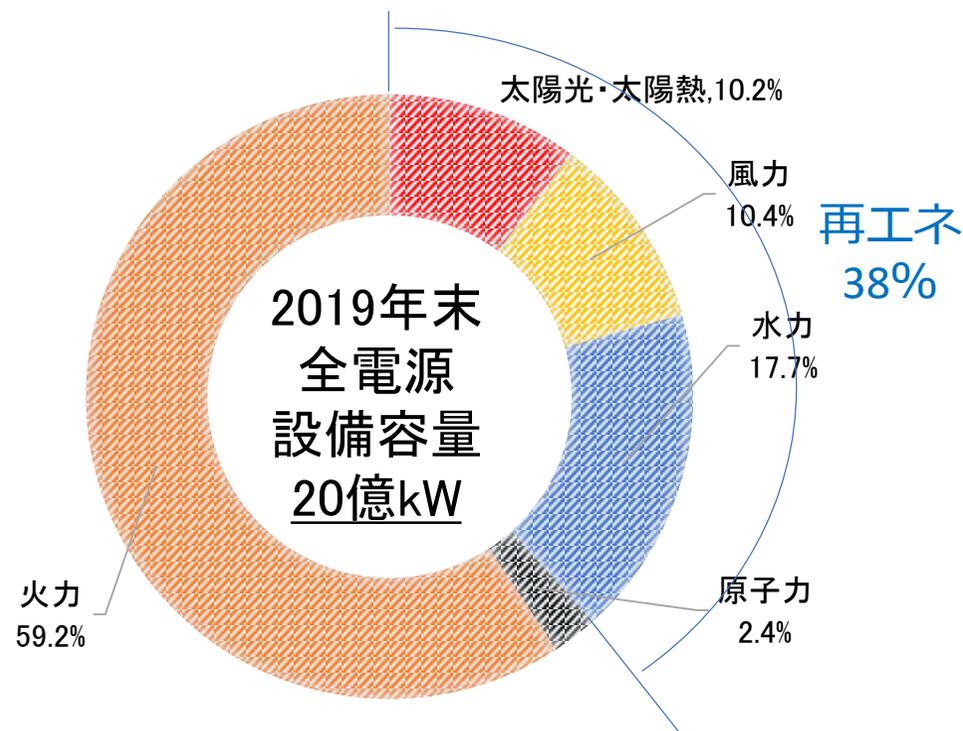
中国の電源設備容量

2019年末の中国の全電源の設備容量は前年同期比+5.8%増の20億1066万kW、再生可能エネルギーが全体に占める割合は水力を含めると38.3%、水力を除外すると20.6%。

設備容量の推移 (万kW)



設備容量の構成割合 (2019年末)



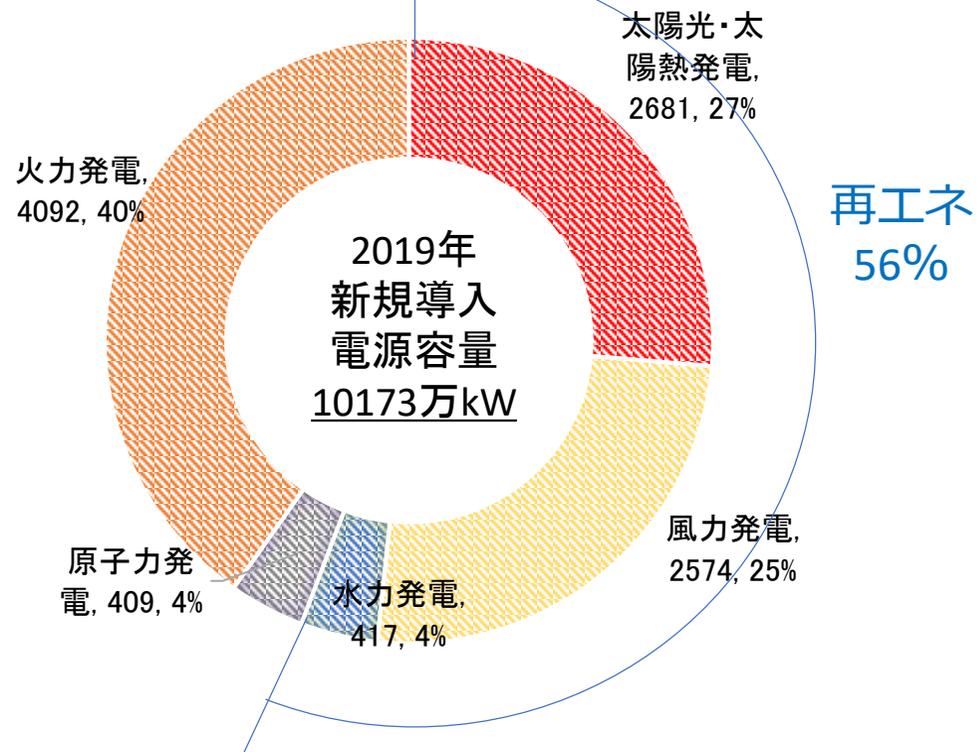
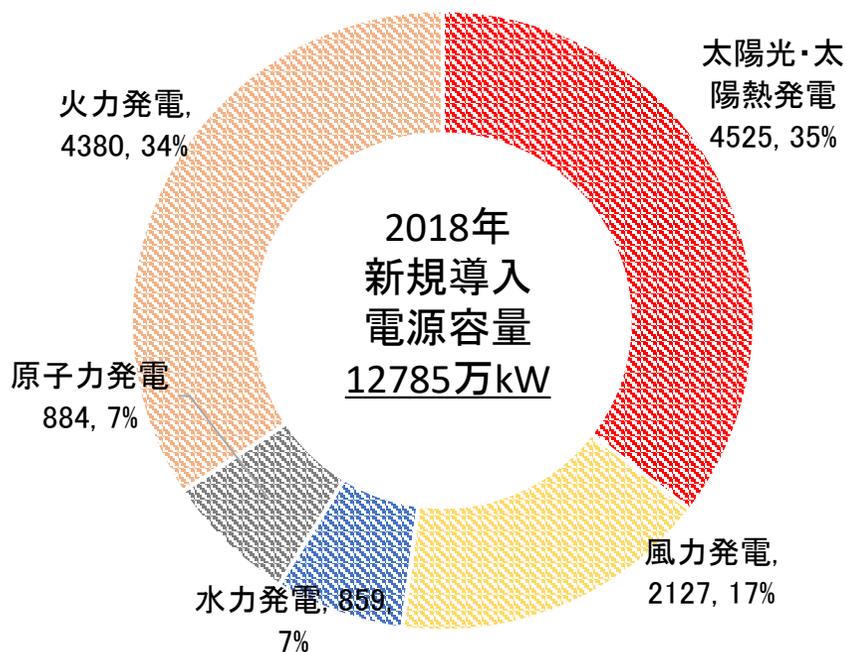
出所：国家能源局、全国電力企業連合会

2019年 中国の電源設備の新規導入容量

2019年、新規に導入した電源容量は、前年比-20.4%減の10173万kW、
その内、太陽エネルギーが27%、風力が25%を占める。

電源種類別新規導入設備容量（2018年）

電源種類別新規導入設備容量（2019年）

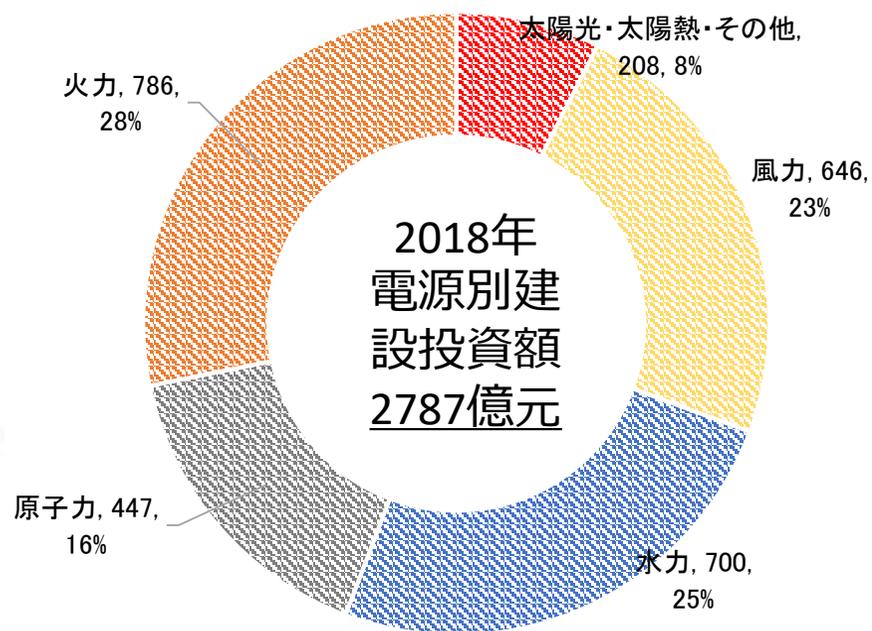


出所：全国電力企業連合会

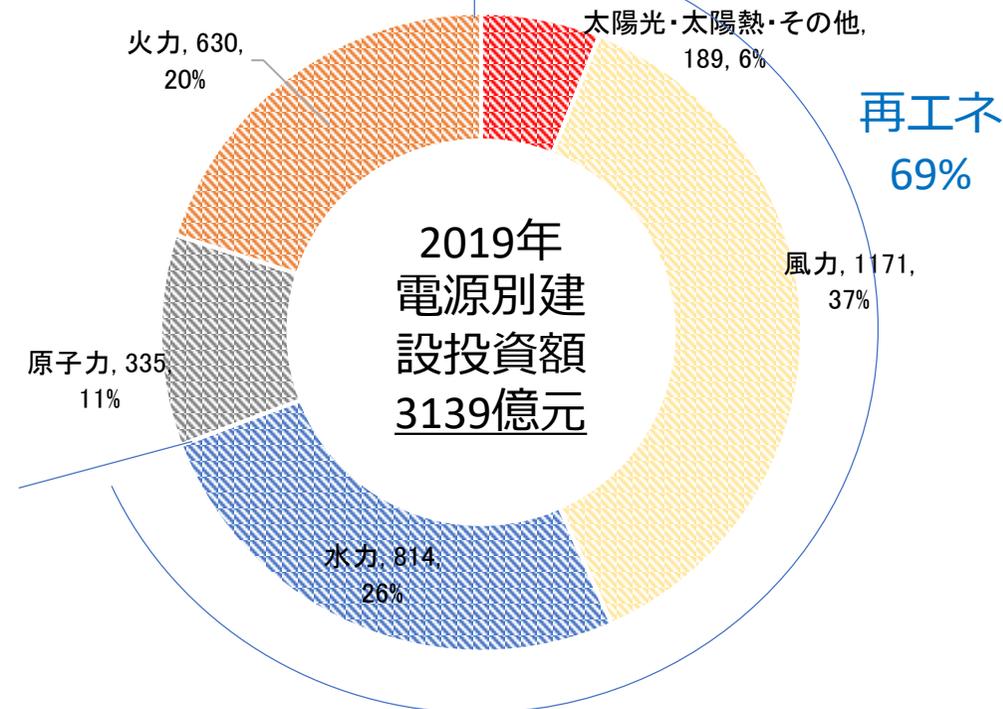
電源設備建設への投資額

2019年の電源設備への投資額は、前年比+12.6%の3139億元（約5兆円）、
風力発電への投資額が前年比で2倍近くと大幅に増加。
一方、火力発電への投資額は減少している。

電源別投資額（2018年）



電源別投資額（2019年）



出所：全国電力企業連合会

中国の再生可能エネルギー（太陽光・太陽熱・風力）の設備容量推移



2019年、中国の水力を除く再生可能エネルギー発電の累計設備容量は4億1,473万kWに達し、前年同期比16%増となり、全国の総設備容量に占める比率が20.6%に達した。

2010～2019年 太陽光・太陽熱・風力発電の累計設備容量および比率



出典：国網能源研究院有限公司「2019中国新エネルギー発電分析報告書」
中国電力企業連合会2016-2019電力統計快報一覧表

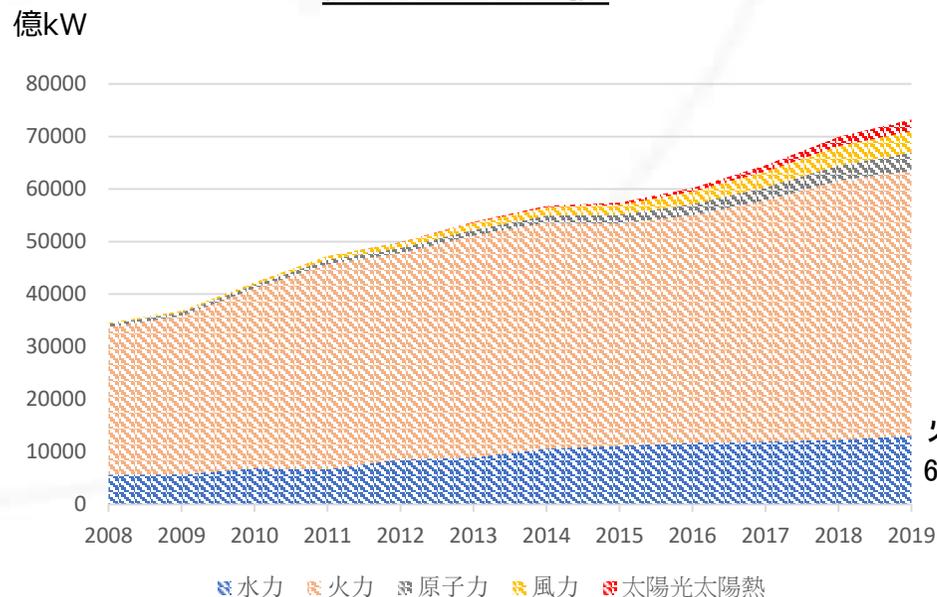
再生可能エネルギーによる発電の状況

中国の発電に占める各電源の割合

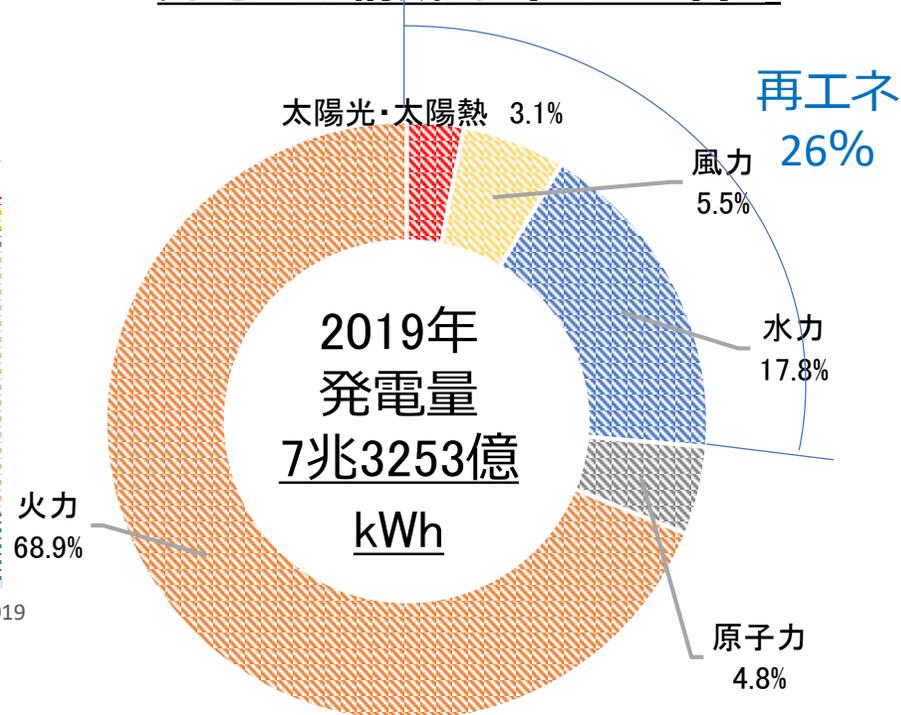
2019年、中国の発電量は前年比+4.7%増の7兆3253億kWh。

全発電量に対する再生可能エネルギーの割合は水力を含めると26.4%、水力を除外すると8.6%。

発電量の推移



発電量の構成比 (2019年)

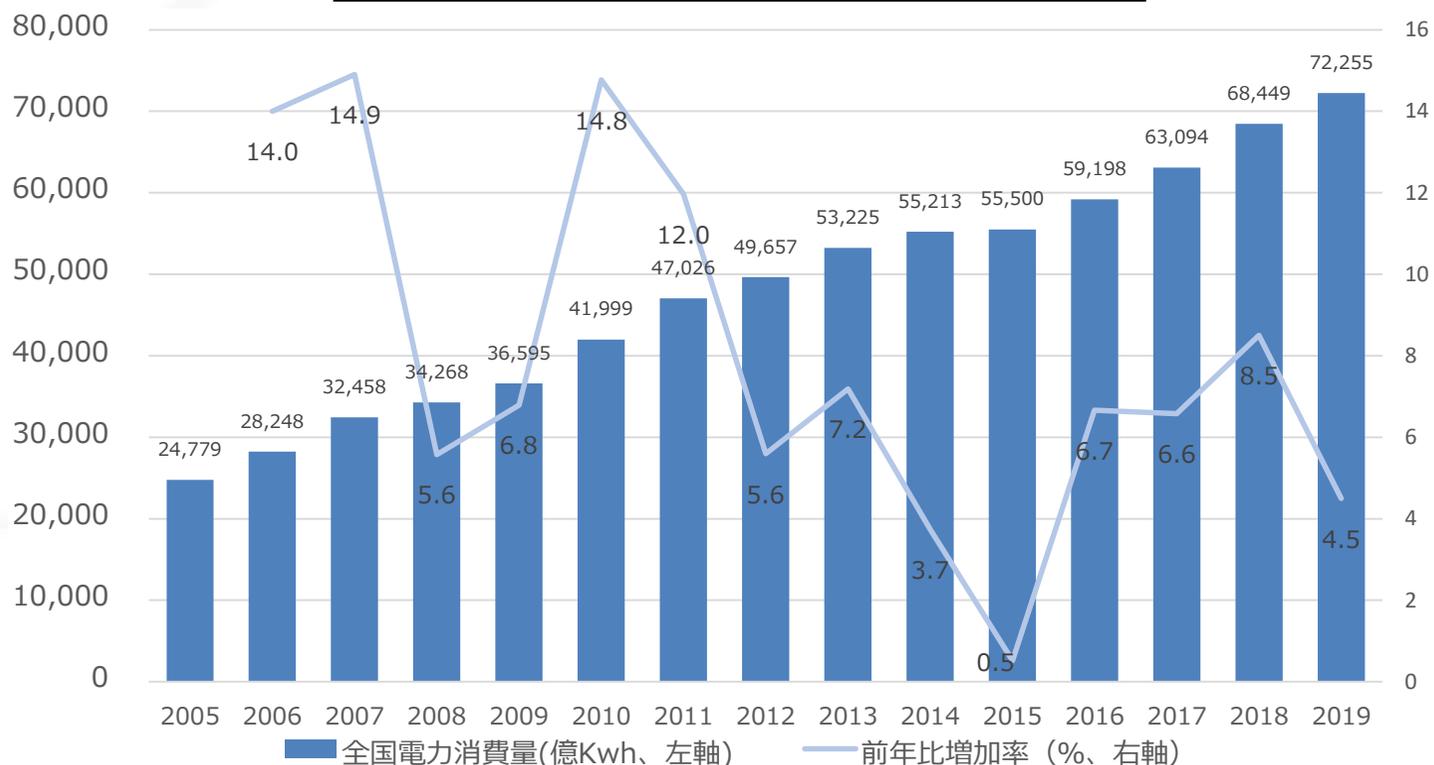


出所：全国電力企業連合会

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が、増加率は低下傾向にある。
電力使用量の増加率は、2000年代には多くの都市に10%以上増加したが、
2010年代には6～9%前後で推移。

中国の電力使用量及び、前年比増加率



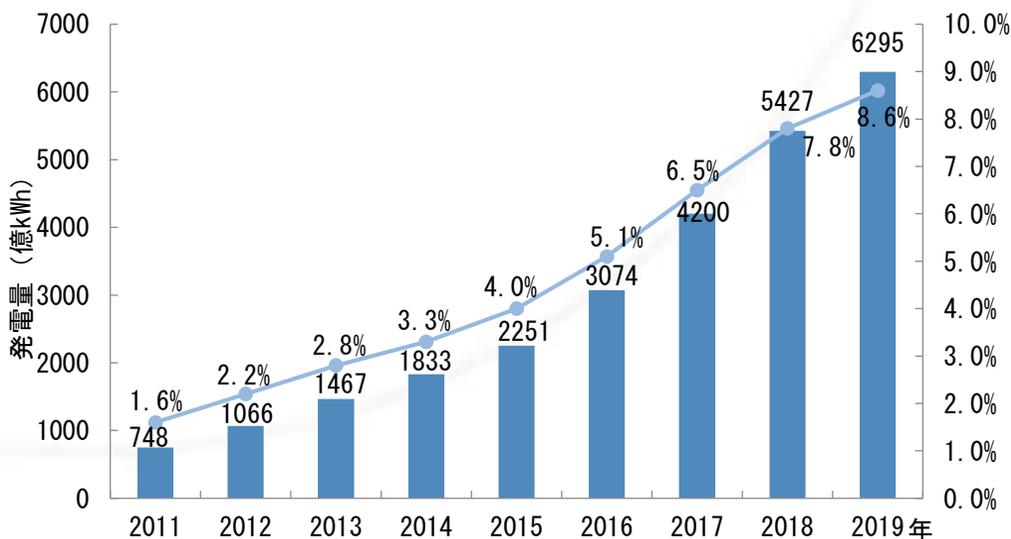
出所：2017中国智能電網行業發展狀況分析、2018-2019年全国電力工業統計快報一覽表

中国の再生可能エネルギーの発電量の推移

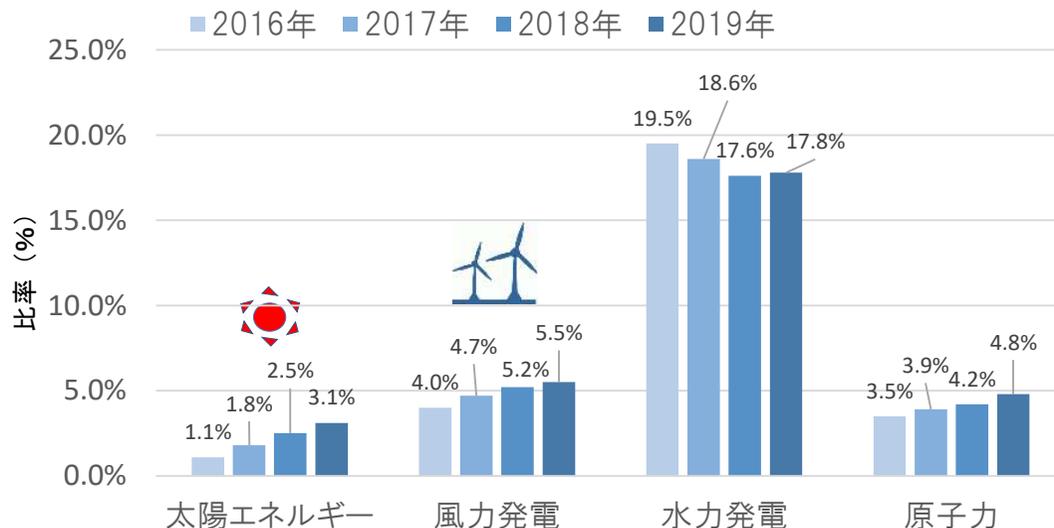
従来全体からみた発電量の割合が小さかった風力と太陽エネルギー発電（太陽光発電と太陽熱発電）も、近年急速に発電量が増加。

風力発電と太陽エネルギーによる合計で2019年は8.6%まで上昇している。

風力発電と太陽エネルギー発電の合計の発電量と電力全体に占める割合



電源構成別の発電割合の割合



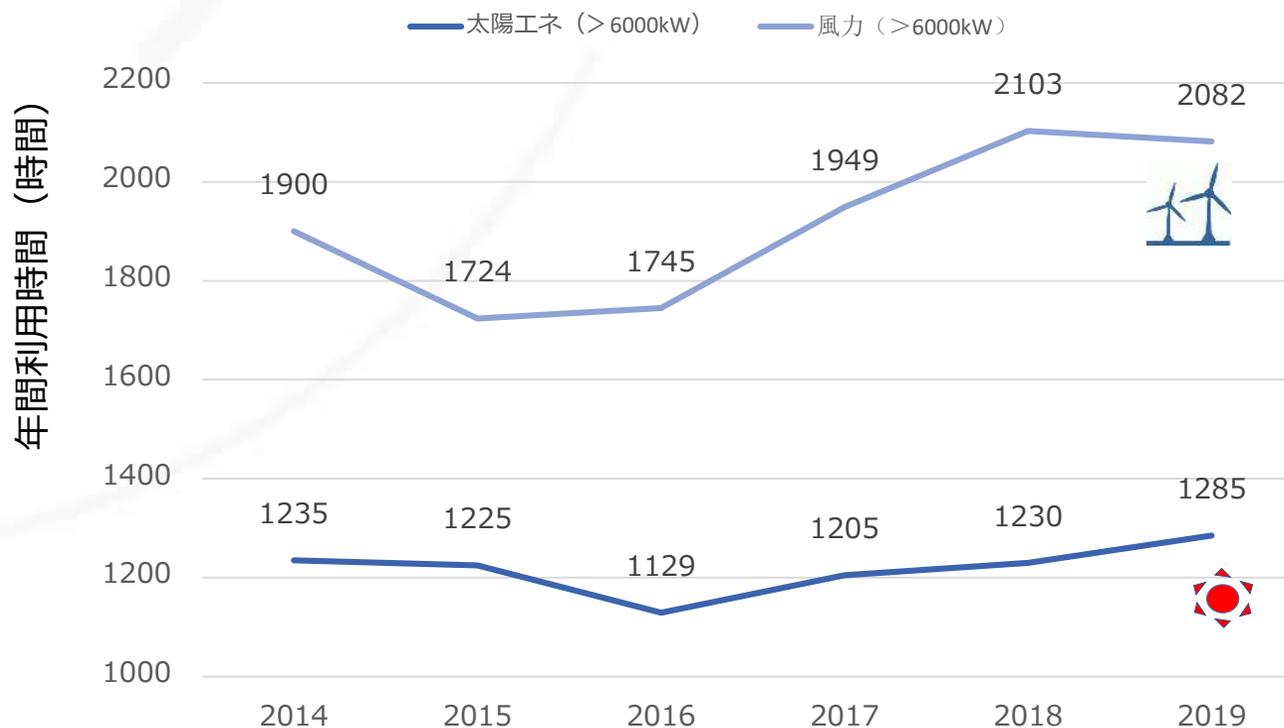
※火力発電は、2016年から2019年、71.8%、71.0%、70.4%、68.9%と推移

出所：全国電力企業連合会

風力発電・太陽エネルギー発電の平均利用時間

風力発電・太陽エネルギー発電の設備の稼働時間は、2016年以降改善傾向

風力発電設備・太陽エネルギー発電設備の平均利用時間（6000kW以上）



出所：全国電力企業連合会

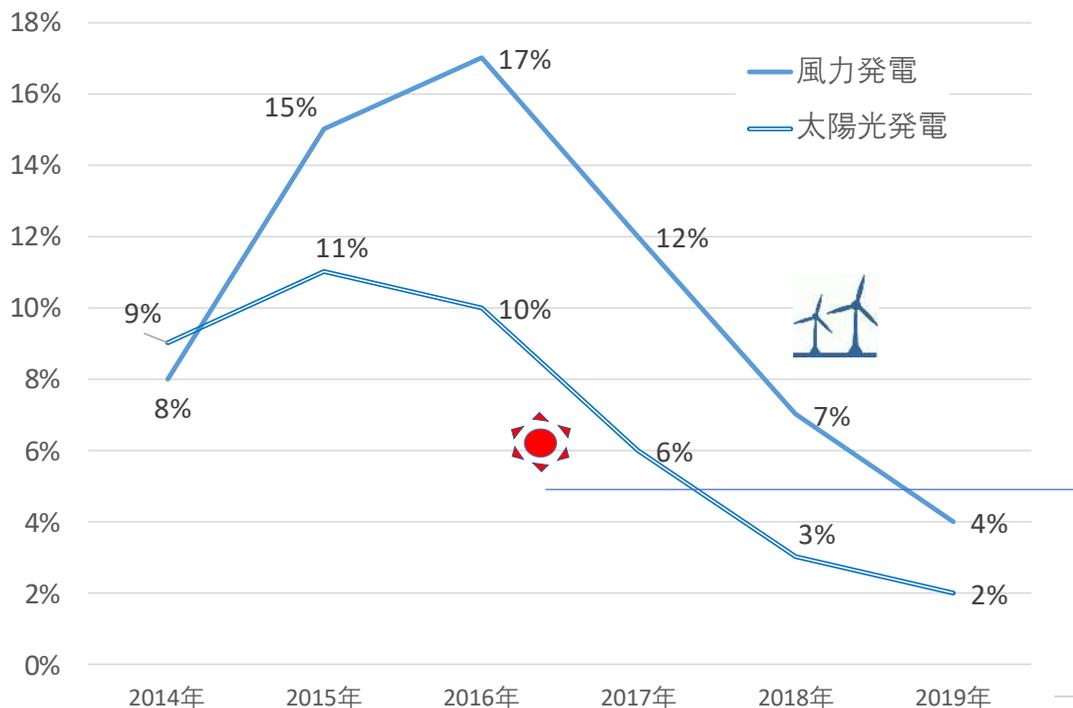
チャンスロスの推移

風力発電、太陽光発電が発電能力があるにもかかわらず、送電能力の不足などにより発電能力を利用できないチャンスロス（棄風、棄光）が中国の再エネ分野の大きな課題。

2015年16年以降棄風、棄光の比率は減少傾向であり、2019年の時点で棄風は4%、棄光は2%にまで低減された。

クリーンエネルギー消化行動計画での棄光・棄風の低減目標は2020年に5%以下にすることであり、棄光・棄風ともに前倒しで目標を達成している。

風力発電設備・太陽光発電設備のチャンスロス（棄風・棄光）の推移



クリーンエネルギー消化行動計画での棄風と棄光の低減目標

2020年に5%未満

出典:国家能源局

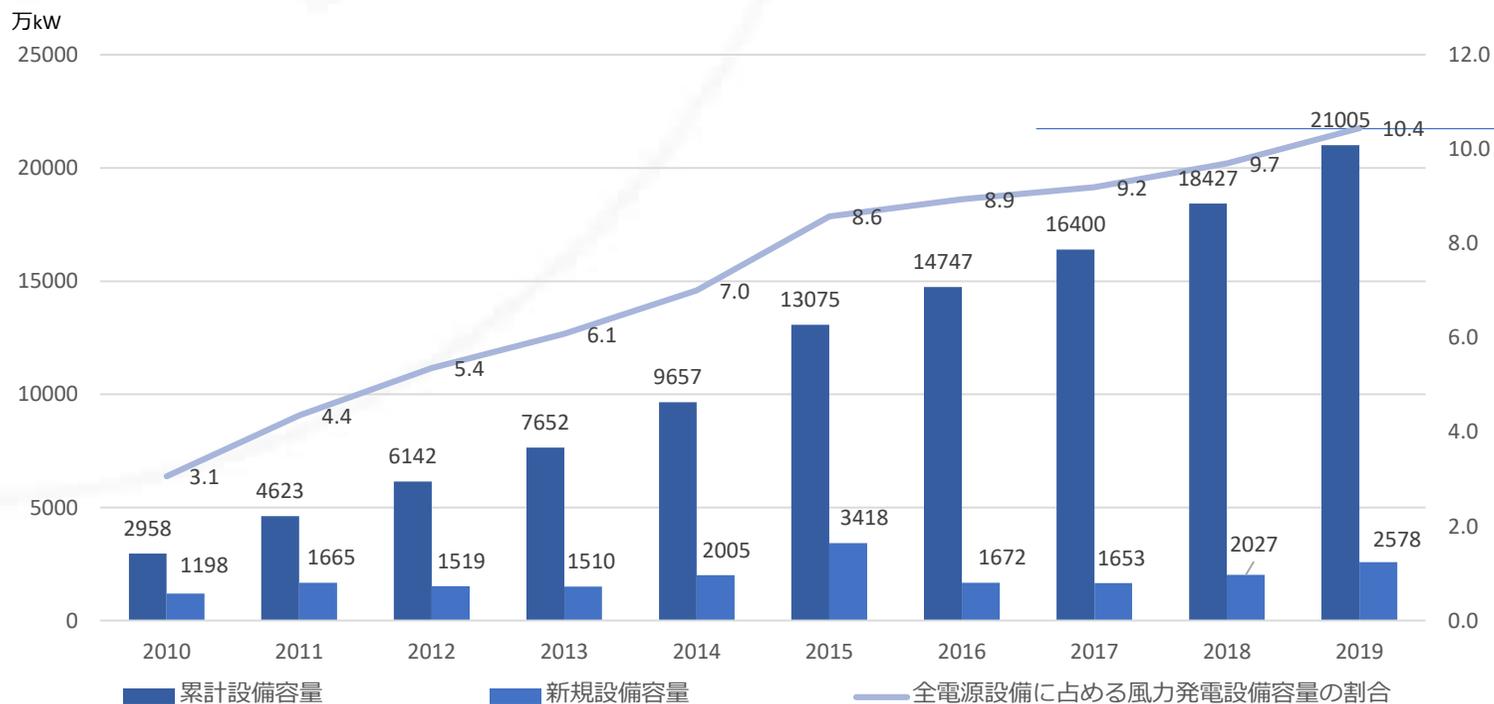
風力発電の状況

中国の風力発電の新規設備容量・累計設備容量の推移

- 2019年、全国の風力発電は
- 新規設備容量は 2,574万kW（前年同期比21%増）、
 - 累計設備容量が2億1,005万kW（前年同期比14%増）
全国の総設備容量の10.4%に相当

再生可能エネルギー13次5か年計画の2020年の設備容量目標は2.1億kWであり、1年前倒しで達成した。

中国の風力発電の新規設備容量、累計設備容量および比率の推移



再エネ13次5か年
計画の風力発電設
備容量の目標
2020年に2.1億kW

中国の風力発電の設備容量の省別データ



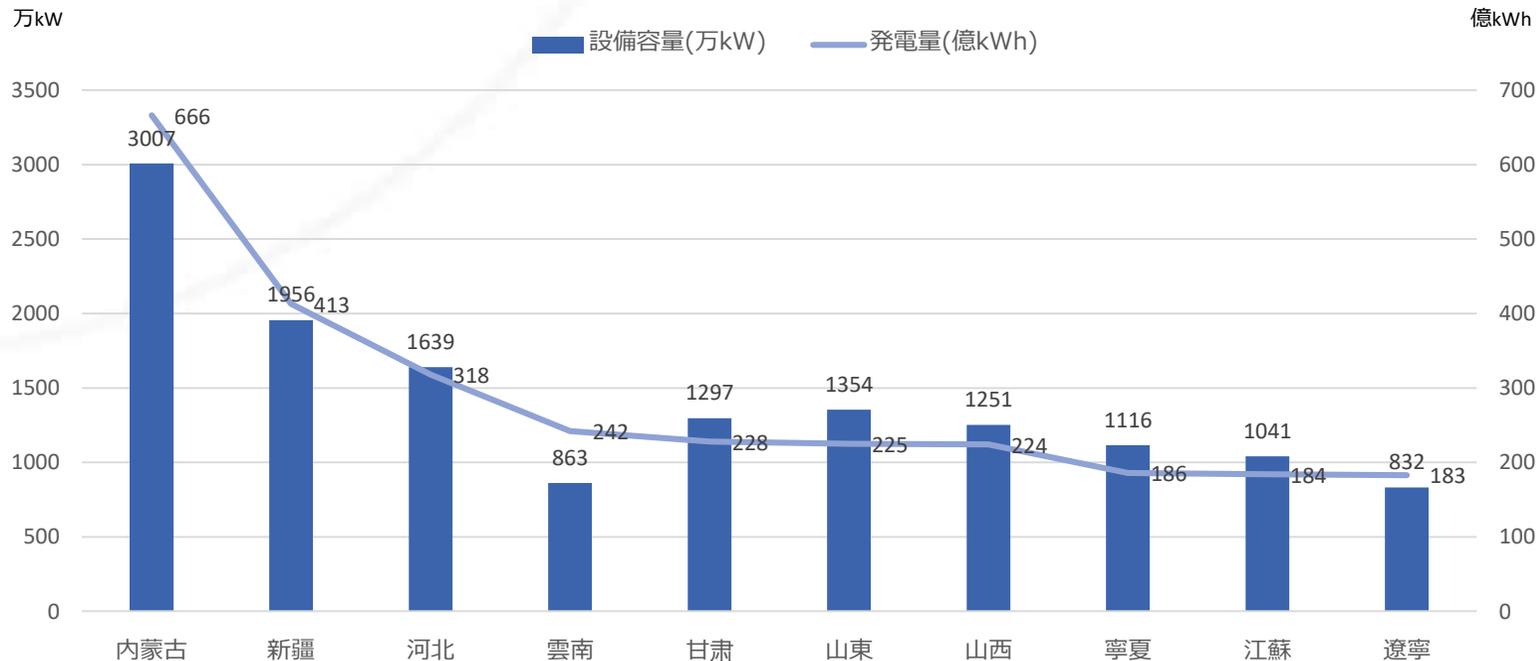
2019年末時点での累計風力発電設備容量の上位10省（区）は順に

- ① 内モンゴル自治区、②新疆ウイグル自治区、③河北省、④山東省、⑤甘粛省、⑥山西省、⑦寧夏回族自治区、⑧江蘇省、⑨雲南省、⑩遼寧省

2019年の風力発電量の上位10省（区）は順に

- ① 内モンゴル自治区、②新疆ウイグル自治区、③河北省、④雲南省、⑤甘粛省、⑥山東省、⑦山西省、⑧寧夏回族自治区、⑨江蘇省、⑩遼寧省

2019年末の累計風力発電設備容量と2019年の風力発電量の上位10省



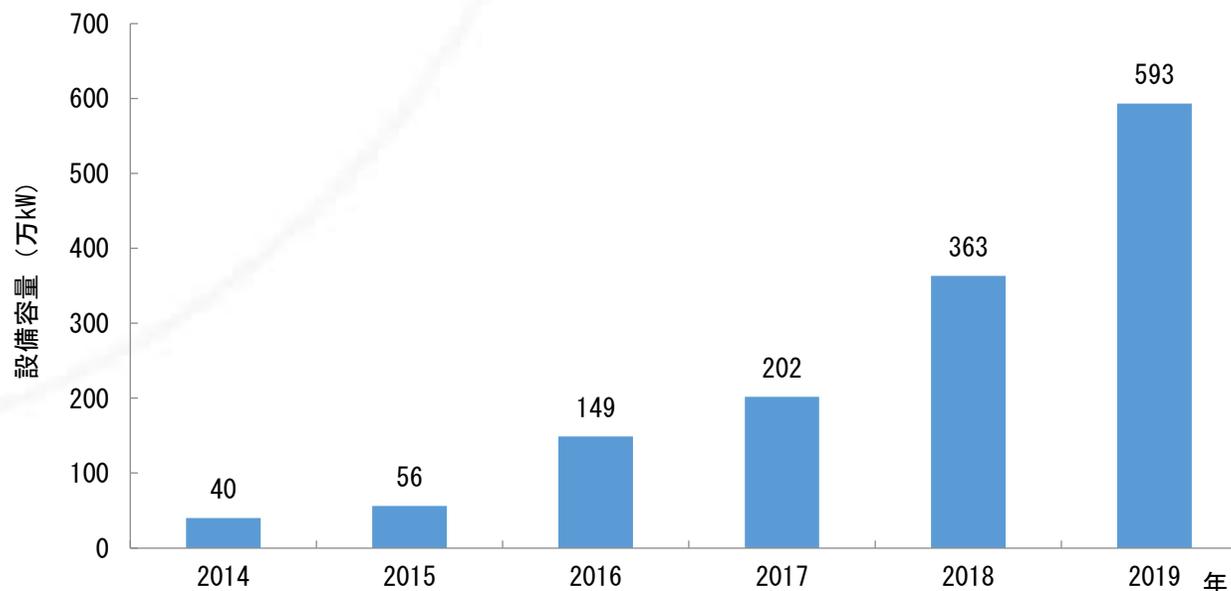
中国の洋上風力発電の累計設備容量の推移



風力発電の中では、特に洋上風力発電が急速に増加している。

2019年末時点で、中国の洋上風力発電の累計設備容量が593万kW（前年同期比63%増）、主に江蘇省、上海市、福建省および天津市に集中している。

2014～2019年 全国の洋上風力発電の累計設備容量



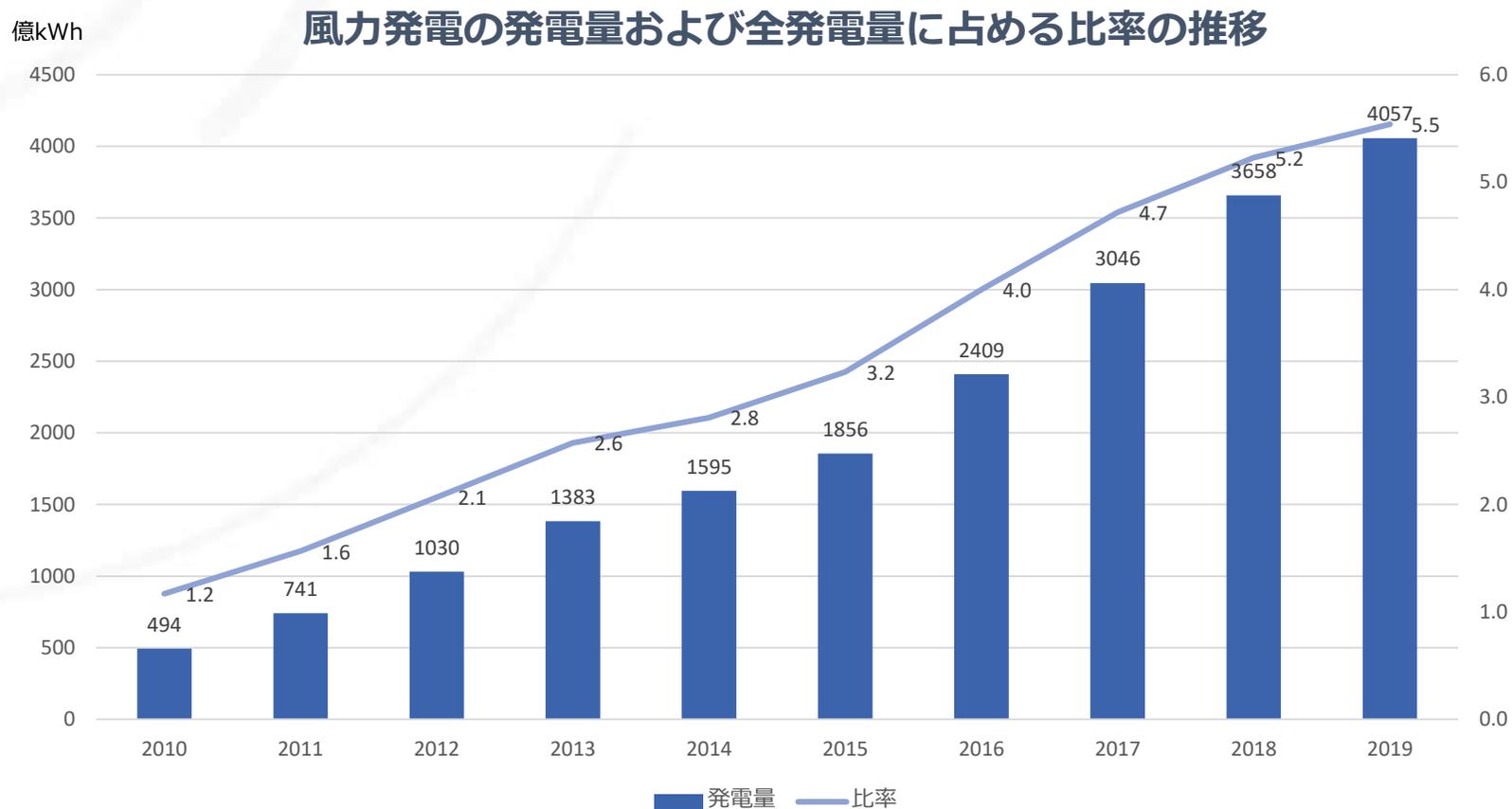
注：2018年末時点で、江蘇省、上海市、福建省および天津市の洋上風力発電の累計設備容量はそれぞれ303万、31万、20万、9万kW。
2019年末時点の内訳は不明

出典：国網能源研究院有限公司「2019中国新エネルギー発電分析報告書」

中国の風力発電の発電量の推移

風力発電量が継続的に増加している。

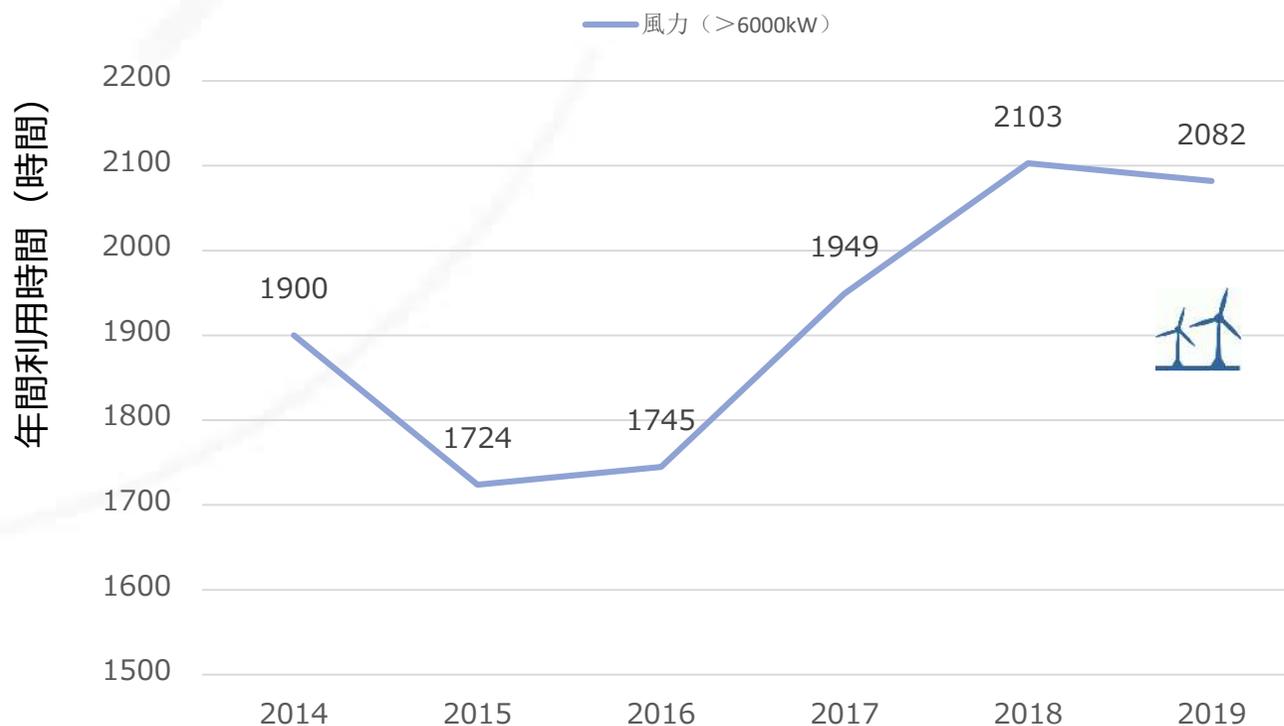
2019年は、風力発電量は4,057億kWh（前年比11%増）で、全国の総発電量の5.5%を占めた。



風力発電の平均利用時間

2019年、6000kW以上の風力発電設備の平均利用時間は前年比31時間減の2082時間であった。ただし、2019年を除き、2016年以降平均利用時間は増加傾向にある。

風力発電設備の平均利用時間（6000kW以上）



主要な省での風力発電設備の平均利用時間



風力発電設備の利用時間が前年から増加した。

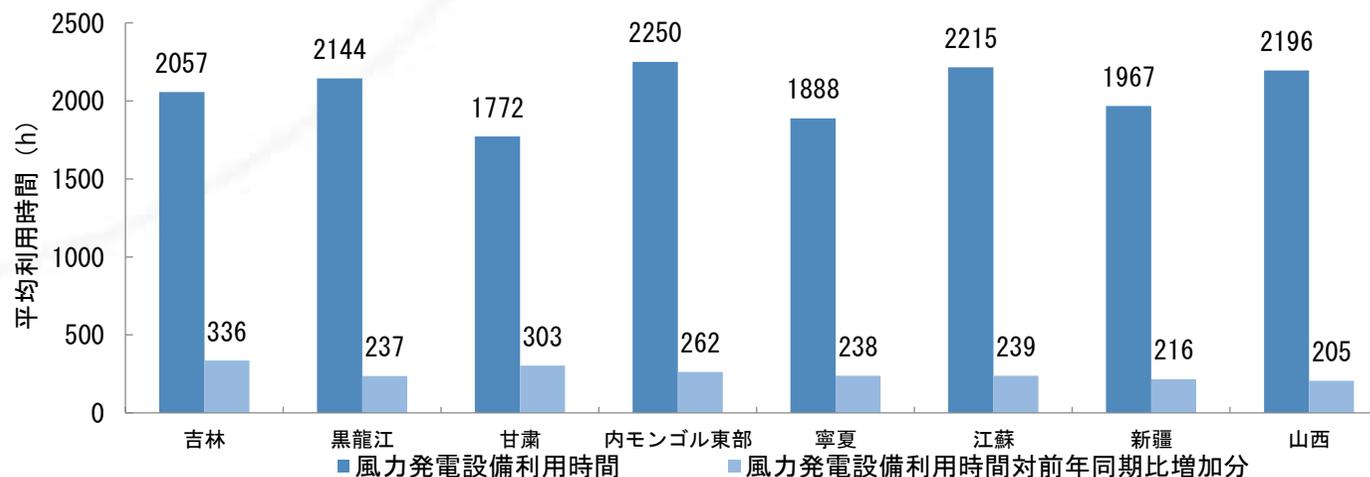
2018年、中国の風力発電設備の平均利用時間は2,095hで、前年同期比146h増であった。

国家电网公司の経営区域の風力発電設備の平均利用時間は2,068hで、前年同期比173h増であった。

華北、東北、西北地域の風力発電設備の利用時間はそれぞれ216、245、141hで、前年同期比104h増、2h増、20h減であった。

吉林、黒龍江、甘肅、内モンゴル東部、寧夏、江蘇、新疆、山西の8の省の風力発電設備の平均利用時間が前年から200h以上増加。

2018年の風力発電設備の平均利用時間が2017年から200h以上増加した省

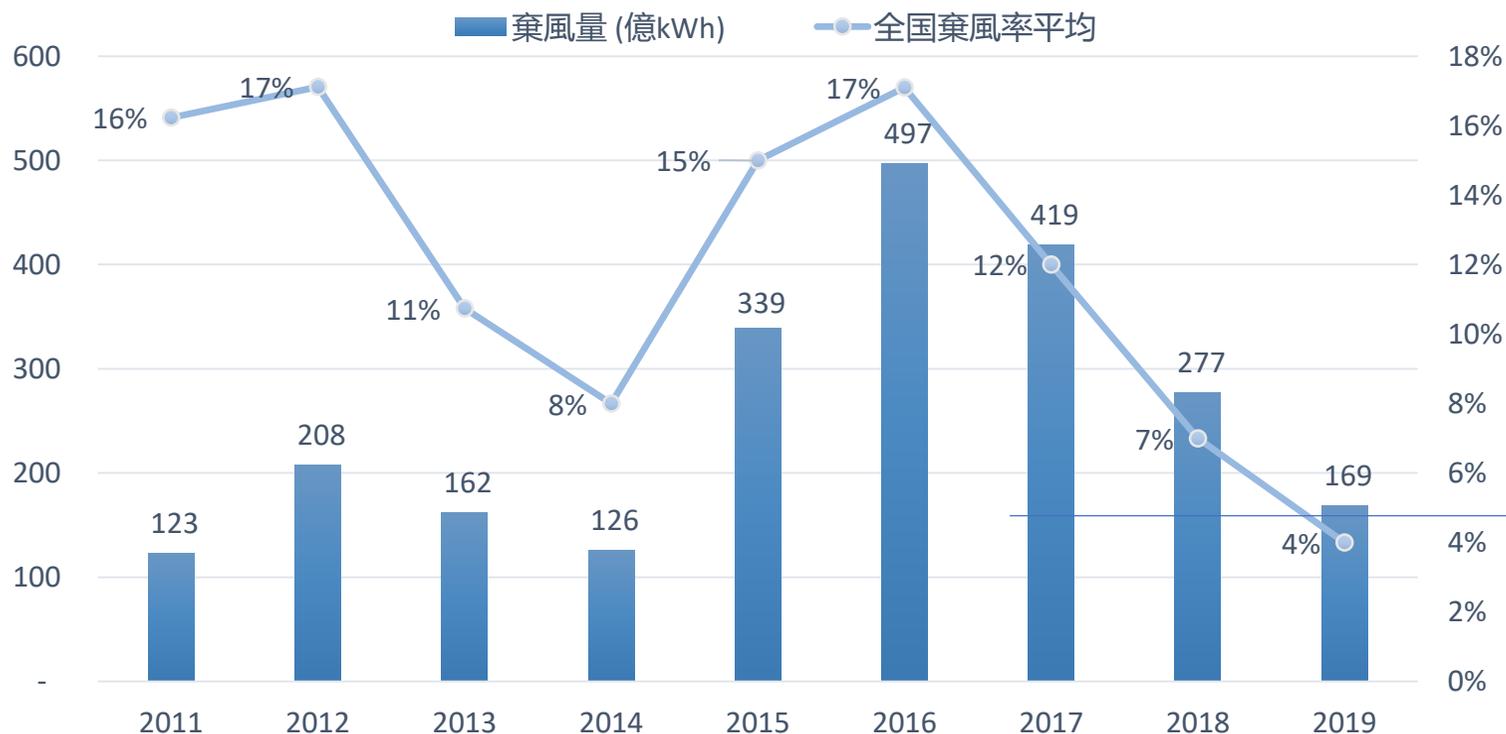


中国の風力発電のチャンスロス電力（棄風）の推移

風力発電のチャンスロス電力（棄風）の割合は、2016年に17%となりピークとなった。その後チャンスロスの割合は、低下傾向2019年はロス率が4%まで改善している。

「クリーンエネルギー消化行動計画（2018～2020）」では、2020年のチャンスロス電力（棄風）率の目標を5%としているが、2019年ですでにこれを下回った。

中国の棄風量と棄風率の推移

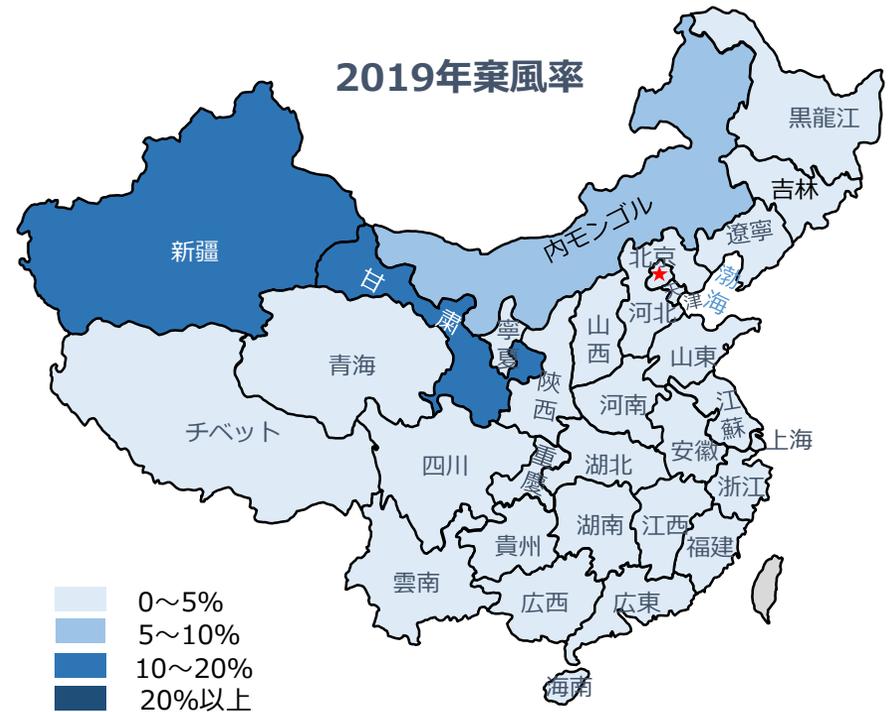
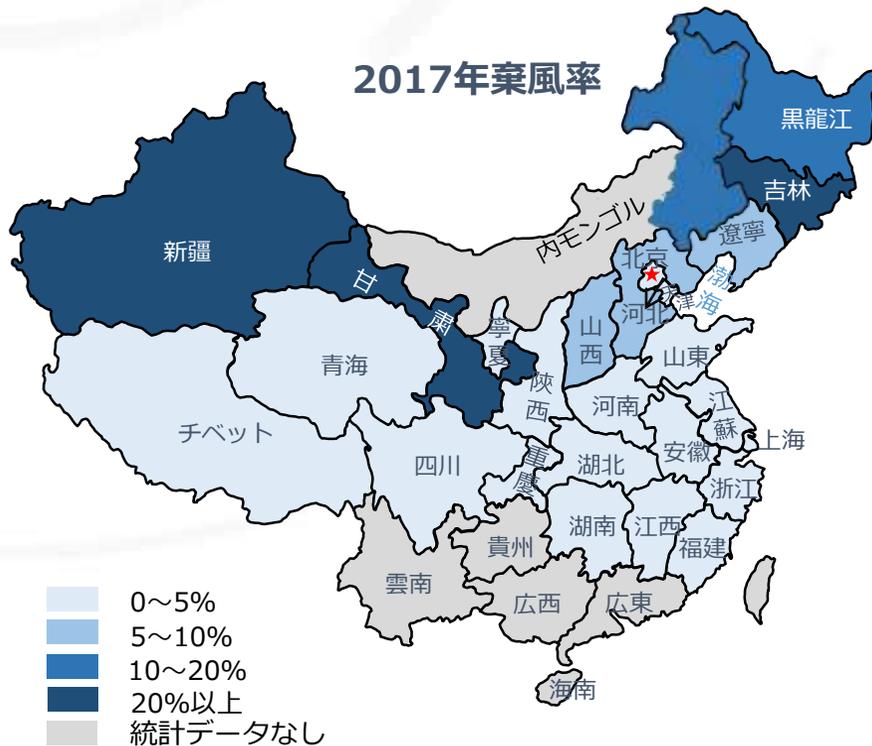


クリーンエネルギー消化行動計画での棄風低減目標
2020年に5%未滿

風力発電のチャンスロス電力の地域分布

2019年上半期で棄風率が高いのは、新疆ウイグル自治区17.0%、甘粛省10.1%、内モンゴル自治区8.2%、河北省4.2%などで地域偏在が大きい。

2019年上半期で棄風電力量が多いのは、新疆ウイグル自治区42.4億kWh、内モンゴル自治区30.5億kWh、甘粛省13.3億kWh、河北省7.4億kWhなどで地域偏在が大きい。



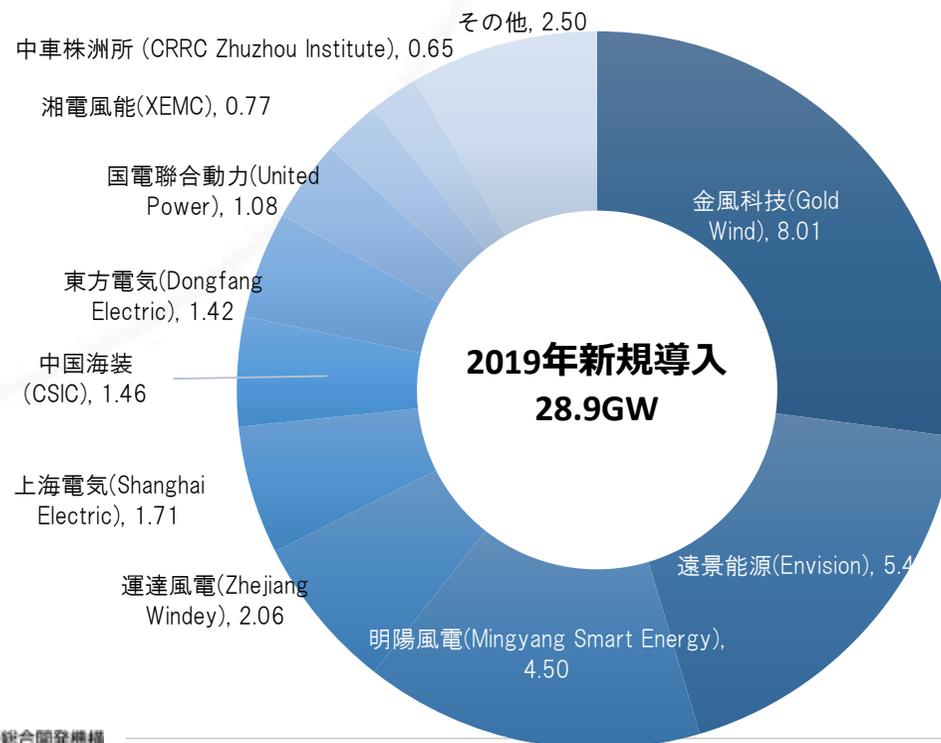
出典: 国網能源研究院有限公司「2019中国新エネルギー発電分析報告書」国家能源局2019風力発電統計快報

中国の風力発電機の製造メーカー

中国の風力発電機の製造メーカーは金風科技(金風科技(Gold Wind))、遠景能源(Envision)、明陽風電(Mingyang Smart Energy) など大手に集約されつつある。2019年の新規導入量は大手10社がシェア92%を占める。

2019年の新規導入量で外資系企業は10位以下であり、Siemens Gamesa(は437MW、Vestasは283MW、GEは210MWであった。(グラフではその他に含まれる)

2019年中国の風力発電製造メーカー



太陽エネルギーの状況

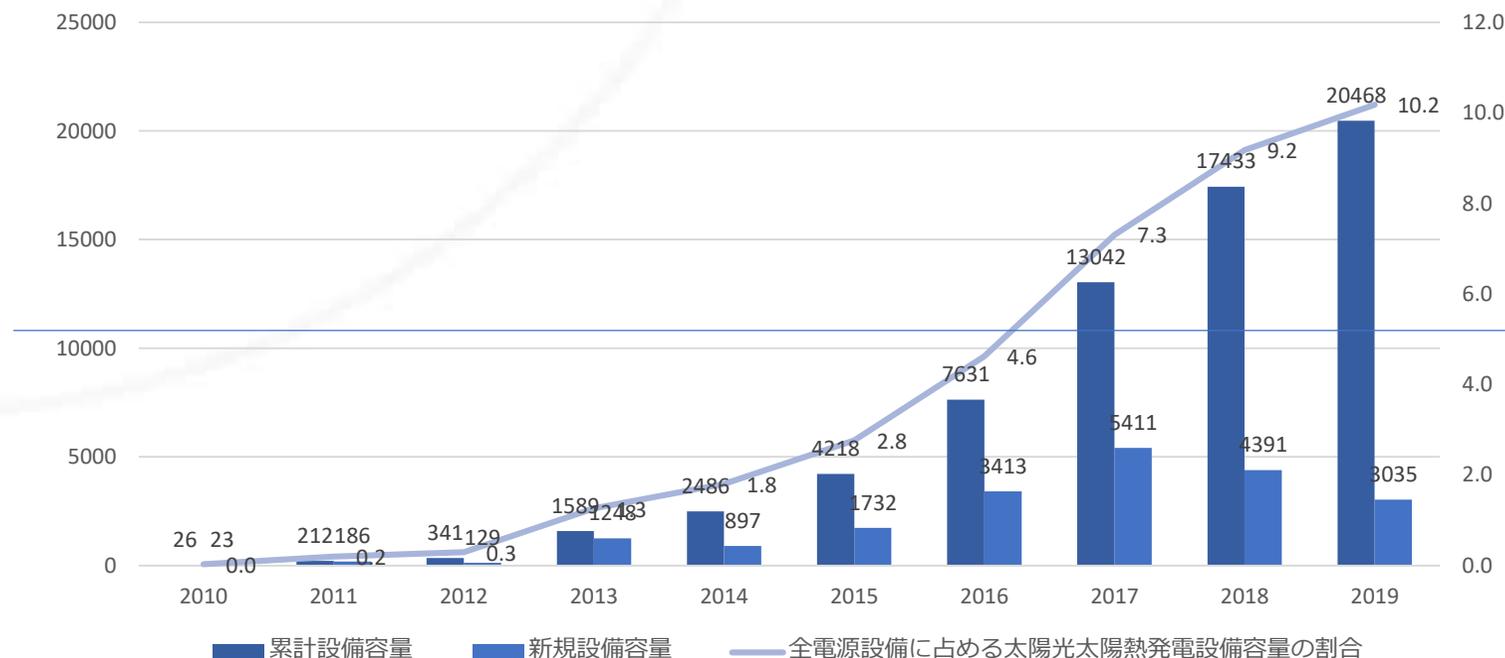
中国の太陽光・太陽熱発電の新規設備容量・累計設備容量の推移

2019年、中国の太陽光・太陽熱発電の新規設備容量は2,681万kW。

2019年末時点で太陽光・太陽熱発電の累計設備容量が2億0,468万kW（前年同期比17%増）で、電源の総設備容量の10.2%を占める。

再生可能エネルギー13次5か年計画の太陽光・太陽熱発電の設備容量は2020年末に1.05億kWとすることが目標であった。しかし、2017年末には目標値を超過し、2019年末には目標値の2倍近い設備容量となっている。

太陽光・太陽熱発電の累計設備容量および比率



再エネ13次5か年計画の太陽光・太陽熱発電設備容量の目標
2020年末に1.1億kW

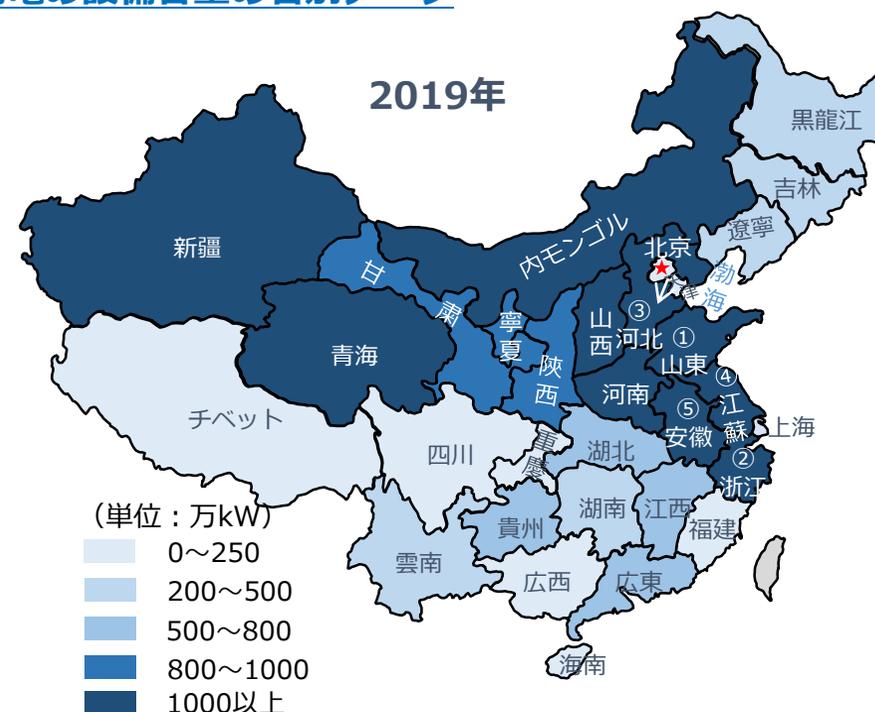
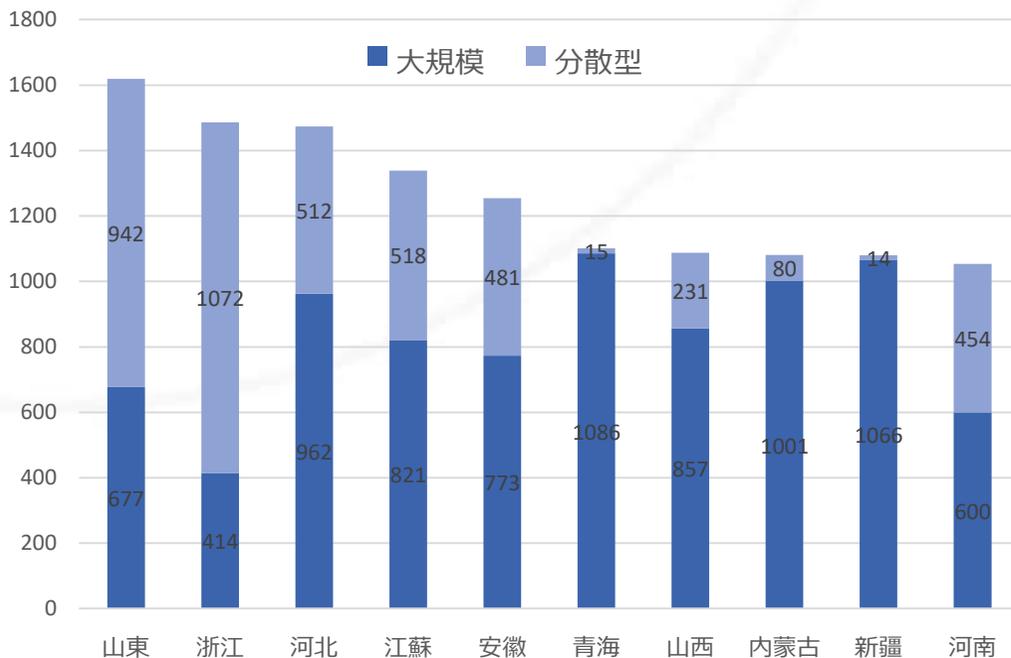
中国の太陽光発電の設備容量の省別データ

2019年末時点での累計太陽光の設備容量の上位10省（区）は順に

- ①山東省、②浙江省、③河北省、④江蘇省、⑤安徽省、
⑥青海省、⑦山西省、⑧内モンゴル自治区、⑨新疆ウイグル自治区、⑩河南省

大規模需要地に近い沿海部の省での分散型発電が目立つようになってきている。

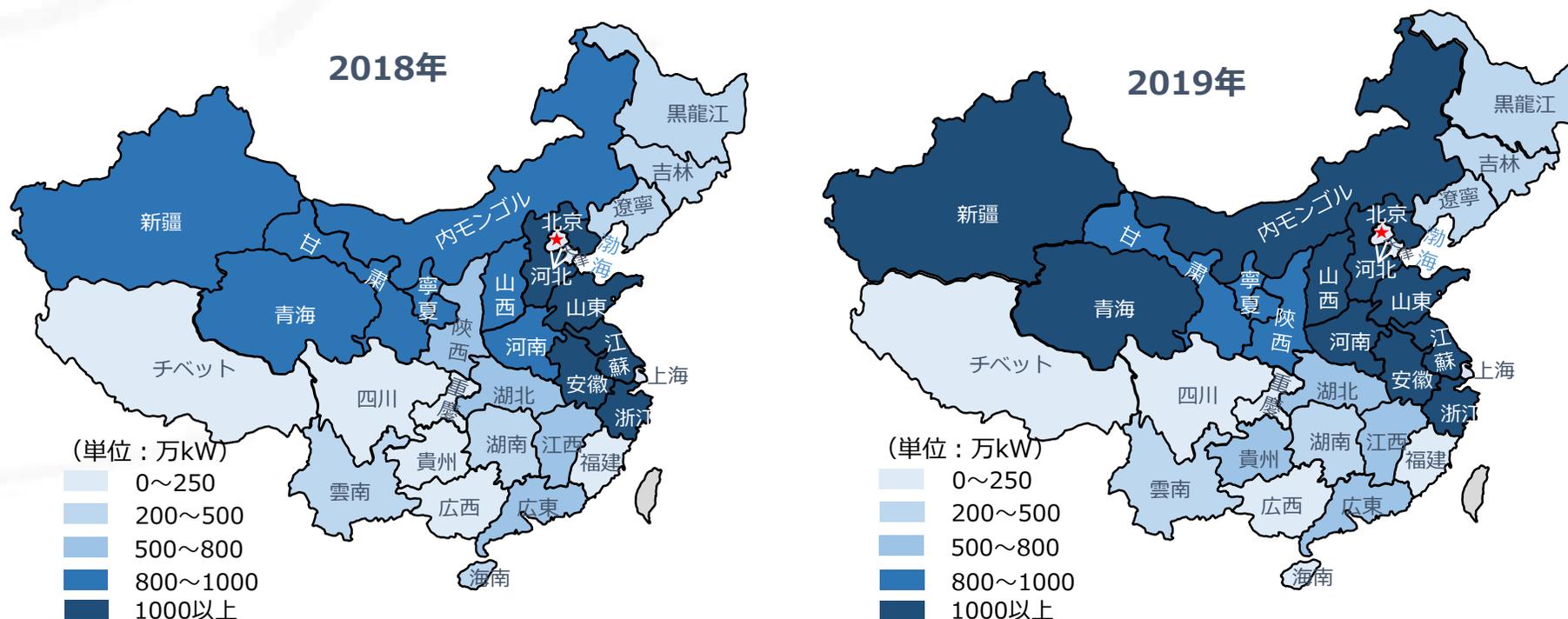
2019年末時点の太陽光発電の設備容量の省別データ



中国の太陽光発電の地域分布

2019年末時点で、河南、新疆、青海の太陽光発電の累計設備容量は1000万kW以上になった。設備の増加量が一番大きい貴州省は1年で340万kW増加した。

太陽光発電の累計設備容量の分布

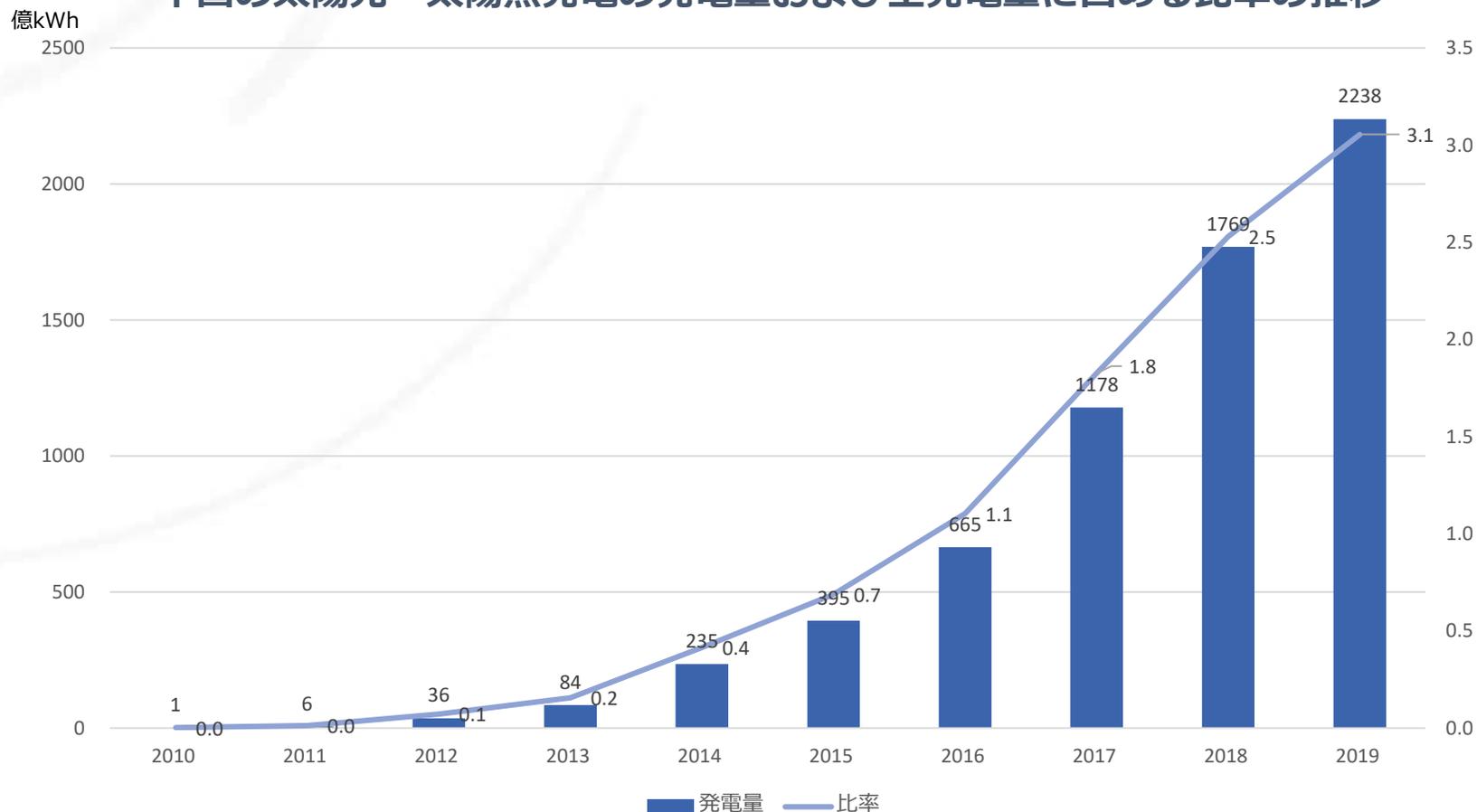


出典：国網能源研究院有限公司「2019中国新エネルギー発電分析報告書」
国家能源局2019年上半年太陽光発電統計快報

中国の太陽光・太陽熱発電の発電量の推移

太陽光・太陽熱発電の発電量は継続的に増加している。2019年、太陽光・太陽熱発電量が2,238億kWh、前年同期比27%増で、総発電量の3.1%を占めた。

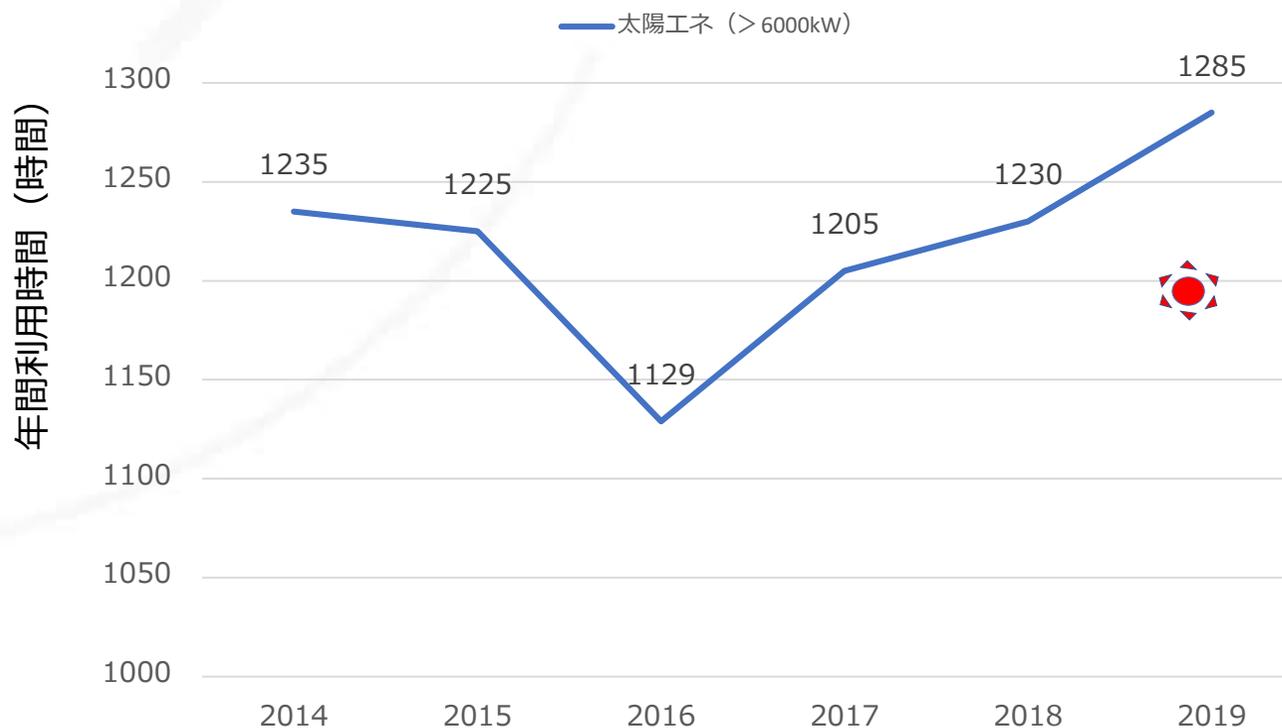
中国の太陽光・太陽熱発電の発電量および全発電量に占める比率の推移



太陽エネルギー発電の平均利用時間

2019年、6000kW以上の太陽エネルギー発電設備の平均利用時間は前年比55時間増の1285時間。2016年以降改善傾向が続く。

太陽エネルギー発電設備の平均利用時間（6000kW以上）



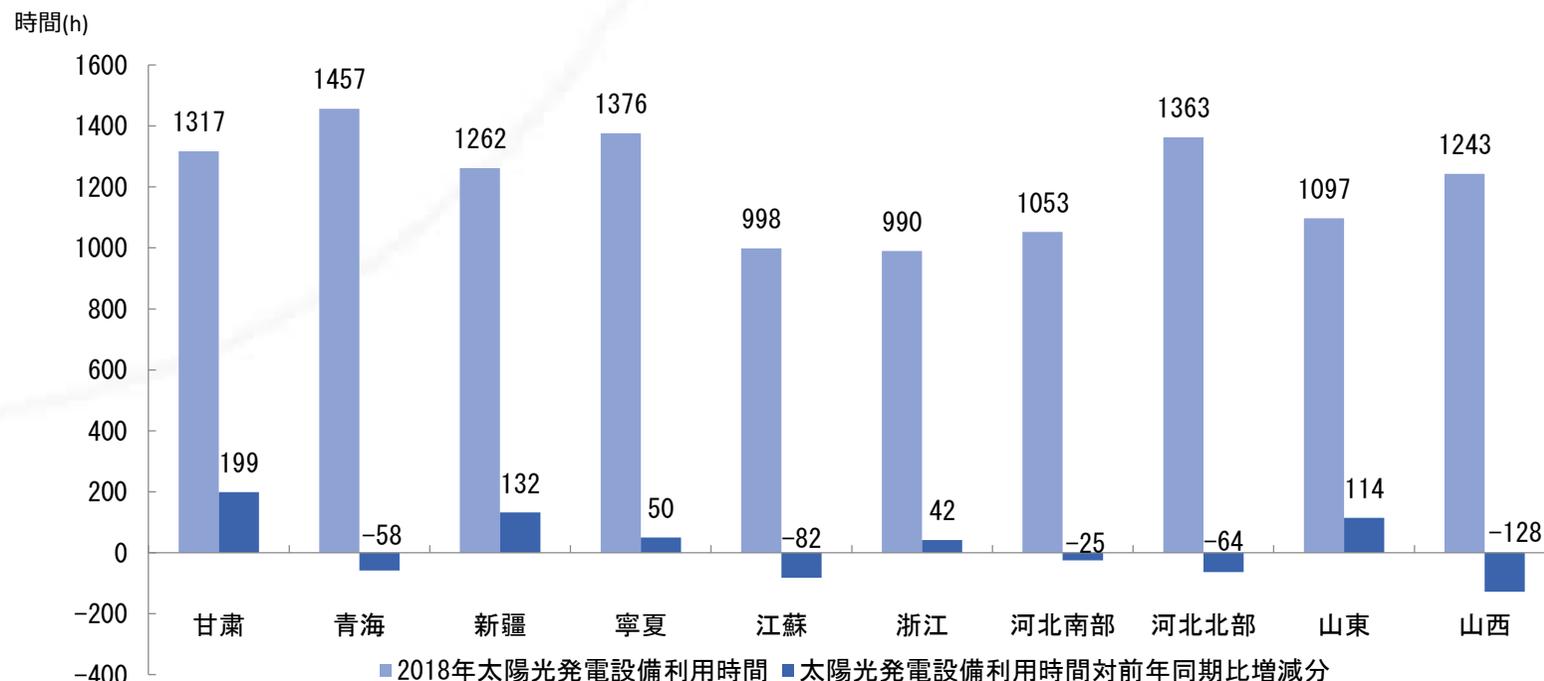
主要な省での太陽光発電設備の利用時間

2018年、華北地域の太陽光発電設備の利用時間は1,157hで、前年同期比5h増であった。

華東地域の太陽光発電設備の利用時間は975h（前年同期比84h増）で、そのうち江蘇省の太陽光発電設備の利用時間が998h（前年同期比17h増）であった。

西北地域の太陽光発電設備の利用時間は1,338h（前年同期比74h増）で、そのうち、甘肅省、新疆ウイグル自治区の太陽光発電設備の利用時間がそれぞれ前年同期比199h増、132h増であった。

2018年の主な省（区）の太陽光発電設備の利用時間

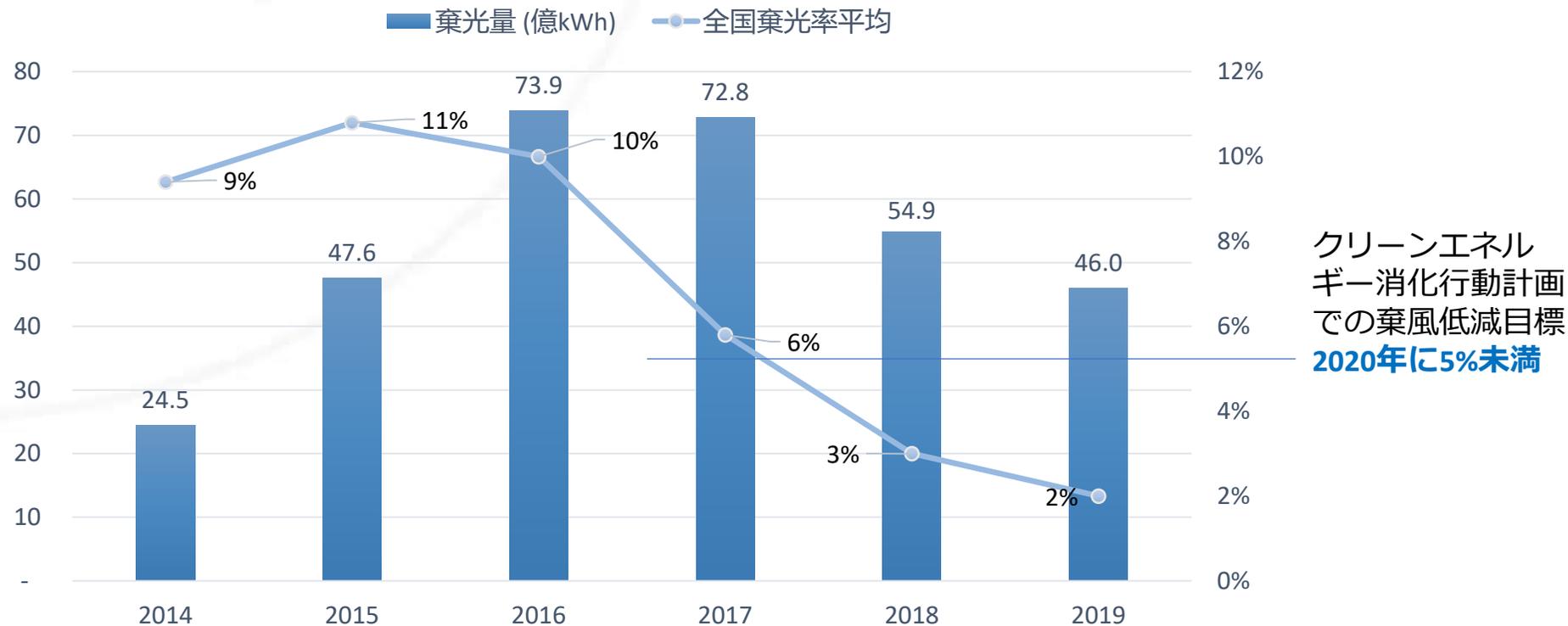


中国の太陽光発電のチャンスロス電力（棄光）の推移

太陽光発電のチャンスロス電力（棄光）の割合は2015年に11%でピークとなり、その後減少傾向。2019年はロス率が2%まで改善している。

「クリーンエネルギー消化行動計画（2018~2020）」で定められたチャンスロス電力（棄光）の目標は「2020年時点で5%未満」であったが、2018年にはすでにこの目標をクリアしている。

中国の棄光量と棄光率の推移



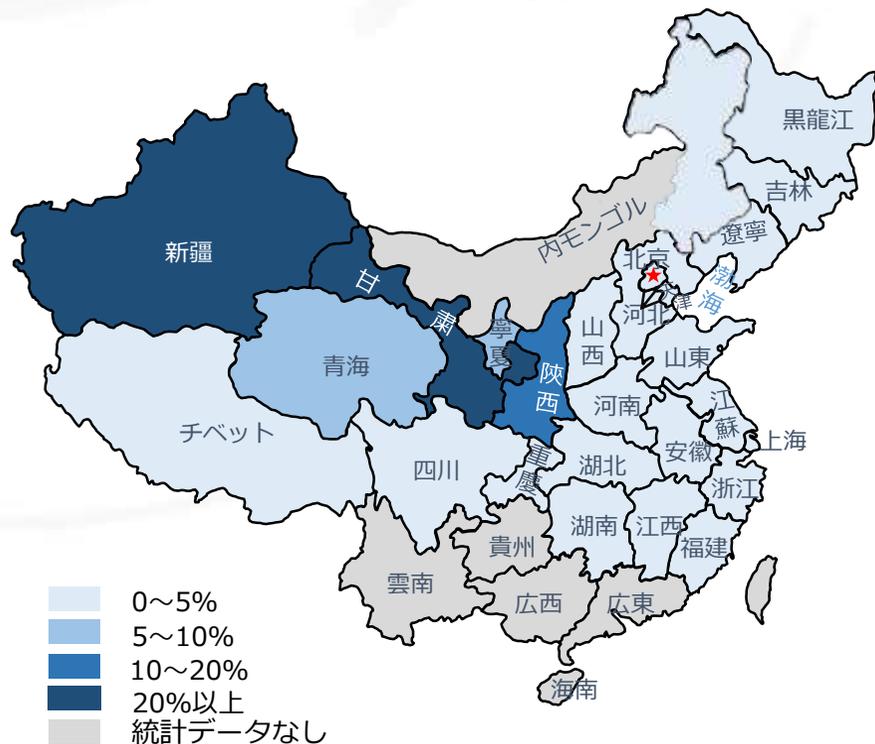
出典:国家能源局

太陽光発電のチャンスロス電力の地域分布

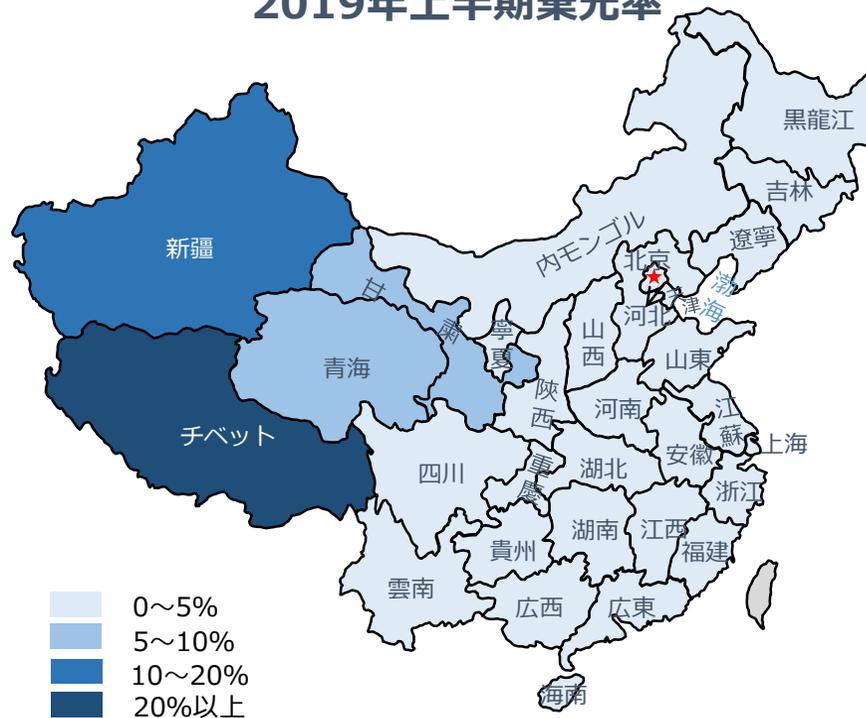
2019年上半期で棄光率が高いのはチベット自治区25.7%、新疆ウイグル自治区10.6%、甘肅省6.9%、青海省6.3%、陝西省3.9%、寧夏回族自治区3.2%など。

2019年上半期で棄光電力量が多いのは、新疆ウイグル自治区7.7億kWh、青海省5.2億kWh、甘肅省4.3億kWh、チベット自治区2.1億kWh、陝西省1.9億kWh、寧夏回族自治区1.9億kWhなど。

2017年棄光率



2019年上半期棄光率



出典：国網能源研究院有限公司「2019中国新エネルギー発電分析報告書」、国家能源局2019年上半期太陽光発電統計快報

中国の太陽光発電製品の生産量および市場動向



2019年、政策調整があったにもかかわらず、中国の太陽光発電産業は堅実に成長を続けている。

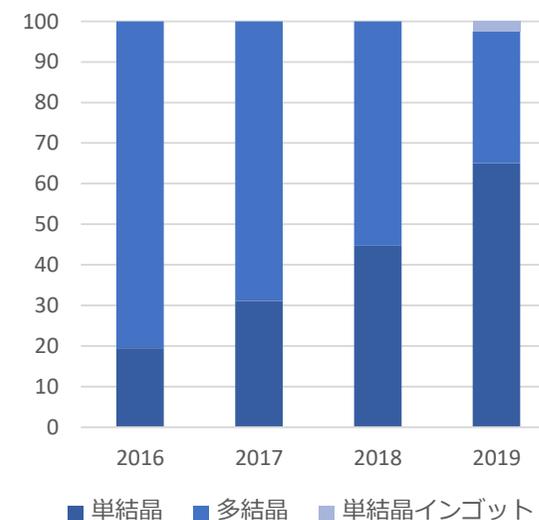
多結晶シリコンの生産量は前年比32.0%増の34.2万トン、シリコンウエハは前年比25.7%増の134.6GW、セルは前年比27.7%増の108.6GW、モジュールは前年比17.0%増の98.6GWであった。

2019年には単結晶シリコン製品のシェアが前年比より約20ポイント増加して、約65%に達している。多結晶シリコン製品の市場シェアは2018年の約55%から2019年は約32.5%へ低下。単結晶インゴット（Cast mono）製品は2019年から市場参入が始まり約2.5%のシェアであった。

2019年中国の太陽光発電製品の生産量および増加率

| | 多結晶 シリコン | シリコン ウエハ | セル | モジュール |
|-----|-------------|-------------|---------|--------|
| 生産量 | 34.2万トン | 134.6GW | 108.6GW | 98.6GW |
| 増加率 | 32.0%増 | 25.7%増 | 27.7%増 | 17.0%増 |

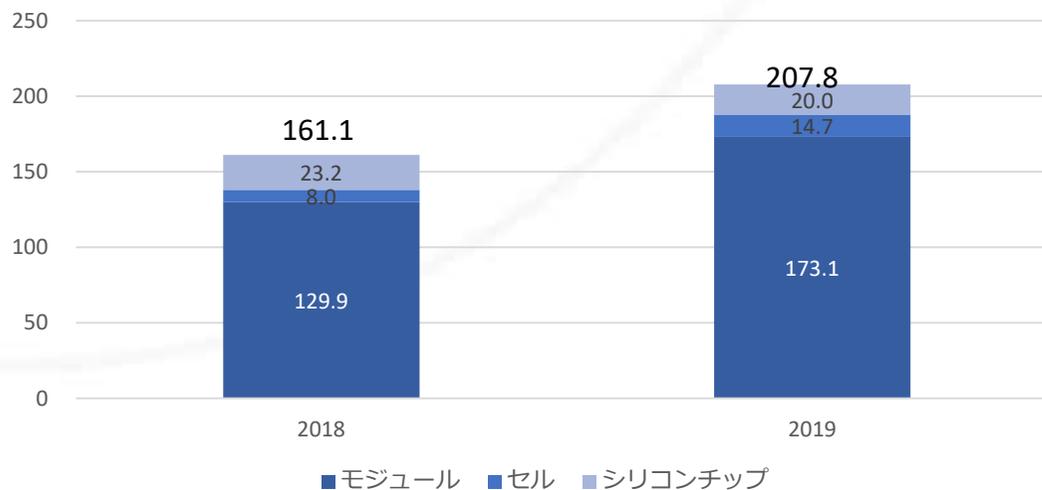
中国の単結晶・多結晶シリコンの市場シェア割合の変化



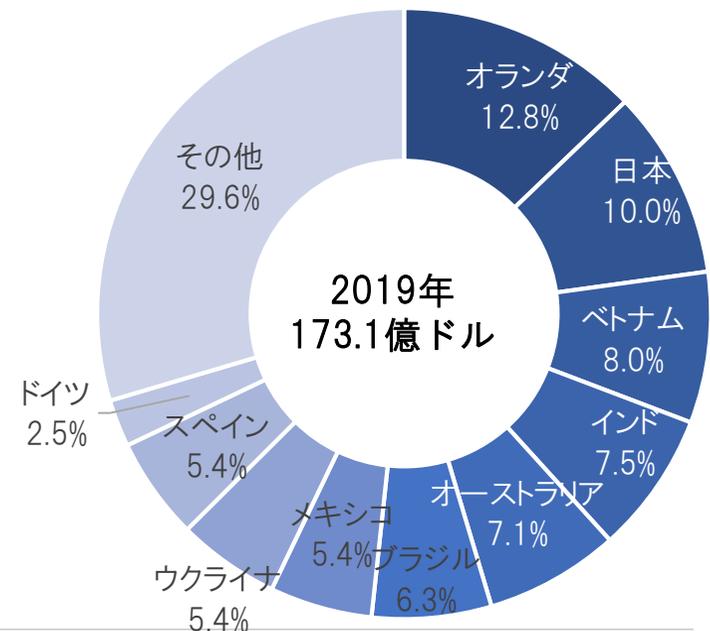
中国の太陽光発電関連製品の海外輸出

- 太陽光発電関連製品全体 (モジュール、セル、シリコンチップ) の輸出 207.8億ドル (29%増)。
- うち太陽光モジュールの輸出 輸出額：173.1億ドル (33%増)、輸出量：65GW以上。
中国国内の太陽光モジュール生産量のうち、輸出が占める割合は65%以上。
モジュールの主な輸出先は①オランダ12.8%、②日本10.0%、③ベトナム8.0%、
④インド7.5%、⑤オーストラリア7.1%など。

中国の太陽光製品輸出額 (億ドル)



2019年中国からの太陽光モジュール輸出先 (金額ベース)



科技部のプロジェクト

科技部2020年重要特別プロジェクト①（太陽エネルギー）



2020年2月、科技部は13分野の重要特別プロジェクトの2020年度申請指南を公表した。その内、「8.再生可能エネルギーおよび水素技術」へは2020年は概算総額6億600万円（約95億円）の経費が割り当てられており、1. 水素エネルギーは8項目、2. 太陽エネルギーは2項目、3. 風力エネルギーは2項目、4. 再生可能エネルギーミックスおよびシステム統合技術は1項目が設定されている。

2.1 動作寿命1万時間のペロブスカイト太陽電池の基幹技術（基礎研究類）

研究内容

高安定性ペロブスカイト太陽電池の技術要件として、電池性能の劣化メカニズムおよび評価方法、電池の重要機能層および装置の設計・作製の研究を行う。具体的には以下を含む。ペロブスカイト光吸収材料固有の安定性に関する研究。高性能ペロブスカイト光吸収層の安定化設計および作製。高性能電荷伝達層の安定化設計および作製。加速劣化条件における装置の劣化メカニズムおよび評価方法。安定性の高い装置の作製プロセスおよび技術。安定化装置の適合性制御技術。

評価指標

装置の最大効率 $\geq 20\%$ （面積 $\geq 0.5\text{cm}^2$ ）、 $50\pm 10^\circ\text{C}$ ・AM1.5G（ $1000\text{W}/\text{m}^2$ ）の模擬太陽光条件において最大電力点10000時間の連続出力で、装置効率の減衰 $\leq 20\%$ 。高安定性ペロブスカイト光吸収層および電荷伝達層の開発では、 85°C ・AM1.5G（ $1000\text{W}/\text{m}^2$ ）加速劣化1000時間の条件において、主な光電性能の減衰 $\leq 5\%$ 。 85°C ・AM1.5G（ $1000\text{W}/\text{m}^2$ ）加速劣化1000時間の条件において、装置効率の減衰 $\leq 10\%$ 。光照射／暗闇を交互に行う加速劣化条件の繰り返し1000回、繰り返しサイクル ≥ 20 分間で、装置効率の減衰 $\leq 10\%$ 。 -40°C ～ 80°C の間での冷熱交替、極限温度での保持 ≥ 10 分間の加速劣化条件における繰り返し200回で、装置効率の減衰 $\leq 10\%$ 。小ロット装置のサンプル数 ≥ 30 、 85°C ・AM1.5G（ $1000\text{W}/\text{m}^2$ ）の加速劣化1000時間条件における装置効率の減衰 $\leq 10\%$ を基準として、不合格率 $\leq 20\%$ 。

関連する説明：実施期間は4年を超えない。

2.2 高効率・低コスト結晶シリコン太陽電池の基幹技術研究（重要基盤技術類）

研究内容

太陽電池の効率・安定性を高め、コストを低減する要件として、結晶シリコン電池の新素材および構造技術ならびに中核設備の開発を行う。具体的には以下を含む。高効率シリコン素材の成長に適した熱場技術および設備を開発する。シリコン基板中の不純物および欠陥の形成メカニズムおよび安定性への影響を研究する。pn接合の形成方式および特性が電池の効率および安定性に及ぼす影響関係。高効率電池の作製技術および接触・不動態化・析出などの中核設備技術。関連する新素材および電池技術の規格（結晶シリコン素材および電池製品の規格および重要製造設備の規格などを含む）。

評価指標

大サイズ結晶シリコンが安定的に成長する熱場の開発では、結晶シリコン単体の重量 $\geq 1300\text{kg}$ 、結晶中の双晶発生を有効に抑制し、多結晶体のうち単結晶が占める割合 $\geq 90\%$ 、平均転位密度 $\leq 1 \times 10^5/\text{cm}^2$ 、少数キャリアの拡散長平均 $\geq 500\mu\text{m}$ 。バッチによる安定的な大面積（ $156 \times 156\text{mm}^2$ 以上）電池の正面光電変換効率25%以上、 75°C における電池の高温光誘起劣化（LeTID） $\leq 0.5\%$ 。1台あたり年間生産能力 $> 50\text{MW}$ の接触・不動態化・析出を行う中核電池製造設備を開発する。

科技部2020年重要特別プロジェクト②（風力エネルギー）



2020年2月、科技部は13分野の重要特別プロジェクトの2020年度申請指南を公表した。その内、「8.再生可能エネルギーおよび水素技術」へは2020年は概算総額6億600万元（約95億円）の経費が割り当てられており、1. 水素エネルギーは8項目、2. 太陽エネルギーは2項目、3. 風力エネルギーは2項目、4. 再生可能エネルギーミックスおよびシステム統合技術は1項目が設定されている。

3.1 新型高効率風力エネルギー変換装置の基幹技術（基礎研究類）

研究内容

中国の空中・海上などにおける風力資源利用の多様化の要件として、さまざまな送電網接続方式での革新的概念によるメガワットクラス高効率風力エネルギー変換装置を開発する。具体的には以下を含む。風力エネルギー変換装置の新たな概念、新たなメカニズムおよび高効率エネルギー変換のための基幹技術。重要なシステムおよび設備の実現可能性を研究し、概念設計計画、プロトタイプ試作およびそのシステムプラットフォーム検証の実施計画を提示する。マイクログリッド、オフグリッドまたはグリッド接続といった条件における新型風力発電システムのインテリジェント制御およびエネルギー総合利用のための基幹技術。

評価指標

革新的概念によるメガワットクラス高効率風力エネルギー変換装置の概念設計を完了し、デジタルバーチャルリアリティモデルを確立する。理論上の最大風力エネルギー変換効率 $C_{pmax} \geq 0.5$ 、エネルギー総合利用効率 $\geq 40\%$ 、設計寿命 ≥ 25 年。プロトタイプの試作を完了し、重要部品の実現可能性の論証および試験方法が第三者評価で合格する。グリッド接続型の連続動作可能日数 ≥ 7 日、マイクログリッドまたはオフグリッド型の連続動作可能日数 ≥ 14 日。

3.2 大型フレキシブルブレードの空力弾性設計の基盤技術（重要基盤技術類）

研究内容

大型風力発電ブレードの設計要件として、大型フレキシブルブレードの空力弾性設計のための基幹技術を研究し、大型フレキシブルブレードの動的シミュレーションモデルおよび設計方法を自国で確立する。具体的には以下を含む。乱流の風況における大型フレキシブルブレードの空力と構造を連結させた動的反応シミュレーションおよび試験技術。大型フレキシブルブレードの空力弾性の安定性メカニズムおよび破壊性振動の予測技術。大型フレキシブルブレードの受動的荷重低減および振動制御技術。空力弾性の結合作用に基づく大型ブレードの高効率、低負荷、軽量化設計技術。

評価指標

風力発電ブレードの動的シミュレーションソフト1式を自国で開発し、試験・検証に合格し、動的変形および動的荷重の計算誤差 $\leq 15\%$ 。大型フレキシブル風力発電ブレードの振動に適用する工学的判断基準を提示し、実験または試験により検証しかつまとめたパッケージツール1式は、振動速度の予測誤差 $\leq 15\%$ 。ブレード根元の疲労荷重低減 $\geq 3\%$ 、ブレード根元の極限荷重低減 $\geq 5\%$ 、振動限界 \geq 風力タービン定格回転速度の120%。空力弾性の基幹技術を踏まえた大型フレキシブルブレード設計ソフト1式の自主開発では、90m～120mブレードの設計要件を満たし、かつ100mクラスの風力発電ブレードの設計に応用する。設計したブレードは、第三者による設計評価に合格し、かつ風力エネルギー最大吸収効率 $C_{pmax} \geq 0.49$ 、同クラスのブレードに比べ2%以上軽量化したプロトタイプの開発を完了しなければならない。

科技部2020年重要特別プロジェクト③ (再生可能エネルギーミックスおよびシステム統合技術)



2020年2月、科技部は13分野の重要特別プロジェクトの2020年度申請指南を発表した。その内、「8. 再生可能エネルギーおよび水素技術」へは2020年は概算総額6億600万円(約95億円)の経費が割り当てられており、1. 水素エネルギーは8項目、2. 太陽エネルギーは2項目、3. 風力エネルギーは2項目、4. 再生可能エネルギーミックスおよびシステム統合技術は1項目が設定されている。

4.1 オフグリッド可能型風力/太陽光/燃料電池直流相互接続および安定的制御技術(重要基盤技術類)

研究内容

風力エネルギー、太陽エネルギーおよび水素エネルギーが多元的に結合した独立マイクログリッドについて、水素エネルギーを柱としたオフグリッド可能型風力/太陽光/貯蔵/燃料電池直流相互接続システムの安全かつ安定的、経済的な運用のための基幹技術を大きく進展させることに重点を置く。具体的には以下を含む。水素エネルギーを柱としたオフグリッド可能型風力/太陽光/貯蔵/燃料電池の直流相互接続システムおよび部品のパラメータの最適整合設計技術。高効率の水素製造、水素貯蔵および水素充填ステーション向け水素供給ユニット、高効率燃料電池による発電および廃熱総合利用ユニットを含む水素エネルギーと電池のエネルギー混合貯蔵技術。水電解による水素製造および燃料電池による発電の直流変換技術を含む大出力・高効率の直流変換器技術。新エネルギー自動車のグリッド接続における相互応答技術、オフグリッド充電における衝撃制御技術を含む電力-熱-水素の総合エネルギー管理技術。

評価指標

全体の技術モデルプラットフォームを構築する。燃料電池自動車10台以上への水素充填、ピュアEV(純電気自動車)50台への直流急速充電における衝撃に対応し、発電能力 $\geq 2\text{MW}$ 、直流相互接続の電圧レベル $\geq 10\text{kVdc}$ 、直流相互接続システム効率 $\geq 95\%$ 、熱供給能力 $\geq 100\text{kW}$ 、水素製造・供給規模 $\geq 100\text{kg/日}$ 、オフグリッド可能での連続動作 $\geq 168\text{h}$ (動作負荷は 300kW 以上)。水素エネルギーと電池の混合エネルギー貯蔵システムは、電池のエネルギー貯蔵 $\geq 1\text{MW}/500\text{kWh}$ 、水素貯蔵能力 $\geq 200\text{kg}$ 、水素ガスの純度 $\geq 99.99\%$ 、燃料電池発電 $\geq 150\text{kW}$ 、熱電総合利用効率 $\geq 80\%$ 。直流変換器の0~90%応答時間 $\leq 10\text{ms}$ 、出力電圧リップル $\leq 5\%$ 。マイクログリッドの監視およびエネルギー管理システムのサポート可能モニターポイント ≥ 100 か所、データ収集周波数 $\geq 1\text{Hz}$ 、制御指令応答時間 $\leq 100\text{ms}$ 。