

中国のエネルギー問題と今後の方向性

北京大学物理学院 郭秋菊

保物セミナー2018 2018年11月15日

核物理与核技术国家重占实验常

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



目 次

- 中国におけるエネルギーの現状
- 火力発電: 変らず石炭に依存
- 水力発電: 第二のエネルギー資源として発展途中
- 再生可能エネルギー: 著しい増加率
- 原子力発電:政治に左右されながら高成長
- 終りに

核物理与核技术国家重点实验室



中国におけるエネルギーの現状

- ▶ 約40年の改革開放政策による経済発展により中国社会が激しく変化した
- ▶ 経済発展と人口増加が継続中である
- ▶ 世界第二位のエネルギー消費国となった
- ▶ 2017年の発電量は6.5万億KWh、2011年から世界一位
- ▶ 2012年の発電量は5.0億KWh、最近5年間年平均5.4%増加

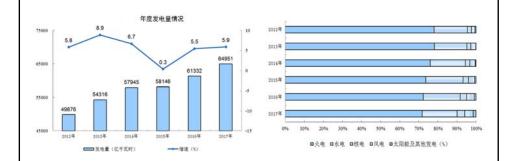


核物理与核技术国家重点实验室





中国におけるエネルギーの現状



最近5年間の発電量、増加率及び割合

出典:中国電力ニュース及び国家統計局

核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



中国におけるエネルギーの現状

特徵

- ▶ 地域的には、電力資源の豊かな中西部地域が発電量と地域外への 送電量の増加が大きい
 - これは近年電力会社が<mark>特別高圧送電</mark>技術と<mark>西電東送</mark>の送電網を推進した結果である
 - 前年度より発電量が10%以上増加した地域は以下のとおり : 寧夏、青海、内モンゴル自治区、山西、甘肃、新疆
- ➤ 発電量の上位3省は山東省、江蘇省及び広東省であり、各省の GDPと一致している
- ▶ 電力消費は東部地域に集中している 外部から受け入れる電力量が大きい省は、広東省、江蘇省、浙江 省、河北省、北京、上海及び山東省
- ▶ 中国における伝統的なエネルギー資源(火力と水力)の増加は緩やかであるが、新エネルギー資源(原子力、風力と太陽光)の増加が著しい

核物理与核技术国家重点实验室



火力発電:変らず石炭に依存

- ▶ 発電量が依然として伸びている(最近5年間の年平均増加率3.7%)
- ▶ 火力発電量の割合が低下している 2017年は5.1%増加したが、全体的には2017年(71.8%)は2012年に比べて 6.3%低下した
- ▶ 火力発電量の上位四省:山東省、江蘇省、内モンゴル、広東省



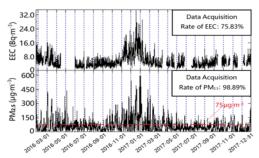
核物理与核技术国家重点实验室

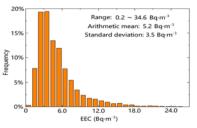




火力発電:変らず石炭に依存

2016-2017年の冬季に深刻な大気汚染: a example of radon progeny





Data distribution of EEC

Overview of two years observation data in Beijing





核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



<u>火力発電:変らず石炭に依存</u> 現状と問題

- ▶ 2012年における利用可能な石炭貯蔵量は1500億トンであり、2011年の 34.8億トンの消費速度で試算すると、あと43年で枯渇
- ▶ 2011年以降、中国が世界一の石炭輸入国となっている
- ▶ 2009年から石油輸入量が自国の生産量より上回った 2015年に石油輸入依存度が60%を超えた 近い将来アメリカに抜いて、世界一の石油輸入国になる見込み
- ▶ 2009年、政府は温室効果ガスの排 出量を対2005年比率で40-45%減と することを承諾
- ▶ 大気汚染、PM2.5問題が依然深刻



核物理与核技术国家重点实验室



水力発電: 第二のエネルギー資源として発展途中



- 水力発電が中国では第二のエネルギー資源である
- 最近5年間の年平均増加率は6.4%
- 2017年における水力発電量の上位三省は四川省、雲南省及び湖 北省で、全国水力発電量の6割を占める

核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



水力発電: 第二のエネルギー資源として発展途中

- ➤ 2004年における総設備容量は1億 KWを超え、世界一の水力発電量
- ▶ 20世紀末に<u>西部大開発</u>政策と<u>西電</u> 東送</u>の方針により加速
- ▶ 政府が積極的に大型水力発電基地 を推進している
- 四川省の金沙江、雅砻江等の水力 発電基地を建設中



三峡ダム水力発電基地

▶ 大型水力発電基地による環境、特に生態圏へ影響に関する 多様な研究や調査を実施中

核物理与核技术国家重点实验室



水力発電: 第二のエネルギー資源として発展途中

水力発電量予想図



2017-2021年5年間の水力発電量の年平均増加率は7.92%と予測

出典: 中国北極星電力ニュースinternet

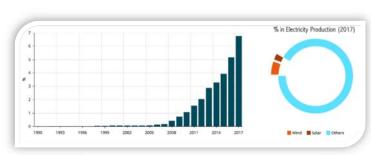
核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology

能 能 ま よ タ PEKING UNIVERSITY

再生可能エネルギー: 著しい増加率

- ▶ 国の政策により2017年度の増加率が一番大きい
- ▶ 現状では風力発電量と太陽光発電量を合わせて、6%を占めている
- ▶ 今後も増加が見込まれている



風力と太陽光発電量の割合と増加図

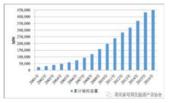
出典: Global Energy Statistical Yearbook 2018 https://yearbook.enerdata.net

核物理与核技术国家重点实验室



再生可能エネルギー: 著しい増加率

- ▶ 2017年の風力発電量は2950億KWhであり、 前年度より24.4%増加した
- ▶ 風力発電は既に中国第三のエネルギー資源 となっている
- 産業技術レベルの上昇、企業管理の改善、 政府による推進政策と補助金の支給等の結果である



- 全国風力発電装機容量増加図
- > 2016年、中国における風力発電の設備容量が 世界の34.7%を占める
- ▶ 2016年12月まで世界の風力発電設備容量によると、上位5位は中国、アメリカ、ドイツ、インド及びスペインの順になっている

出典:中国河北省風力発電協会



核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



再生可能エネルギー: 著しい増加率

- » 地域的には、内モンゴル自治区が最も重要な風力発電基地となっている 2017年の風力発電量は551億KWhであり、全国の1/5を占める
- ▶ 新疆と河北省も発電量が200億KWhを超えてる
- ▶ 上海、四川省が前年度より100%を超えた

今後の戦略

- ▶ 中国の風力資源は豊富かつ広範囲に分布してる
- > これまでの大規模集中型から、中小規模化と分散方式の結合
- > これまでは東北、華北及び北西部を重要発展地域としたが、 今後は東部及び沿岸部も発展
- ▶ 地方政府、送配電網企業、製造企業及び 運営企業が協力しあうことが重要である



核物理与核技术国家重点实验室



再生可能エネルギー: 著しい増加率

- ▶ 2017年の太陽光発電量は967億KWhであり、前年度より57.1%が増加した
- ▶ 最も多い地域は内モンゴル自治区、青海省及び新疆自治区
- ▶ 天津市、湖南省及び貴州省の増加率が400%であった
- ▶ 太陽光発電の変換効率の向上によるCost-downと、政府による発展が遅れ ている地域への援助政策が増加に寄与している



屋上の太陽光発電

太陽光発電in敦煌

Panda模様の太陽光発電

核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technological



再生可能エネルギー: 著しい増加率

中国では太陽光発電の規模は大きいが、問題が多い。

- ▶ IEAによると世界の60%を超えるソーラーパネルの製造が中国製
- > 政府は、2020年の設備容量が1.6億KWと計画している
- ▶ 今後5か年(2017-2021)の年平均増加率が37.2%と予測している
- ▶ 地域的には、太陽光発電が北部と北西部に分布してる
- > ソーラーパネルの回収が2040年から急激に増加することが予想され ているが、処理技術が不明であり、 環境汚染が心配



ソーラーパネル



原子力発電:政治に左右されながら高成長

- ▶ 環境問題と資源確保を背景に、安定供給できるのが原子力発電である
- ▶ 秦山一号機が1985年に建設が始まり、中国は原子力発電の後発国と言える
- ▶ 1983-1995年: 開始段階
- ▶ 1996-2004年: チェルノブイリ原発事故の影響を受け、政府は適切な発展と 位置づけた、一方、水力発電を推進へ
- 2005-2010年: 積極的推進段階、目標: 2020年までに設備容量を4000万KW、 4%の割合に

高スピードでの発展段階:30機が建設着工、設備容量の目標を前倒し達成

▶ 2011年より、安全かつ高効率発展段階福島第一事故の影響を受け、一時期新規着工建設が全て停止していた2012年11月より徐々に着工建設が回復



中国第一号機(30万KW;1991年発電)

核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology

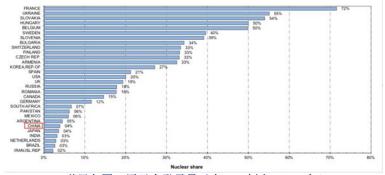
原子力発電: 政治に左右されながら高成長 GRAND UNIVERSITY 原子力発電: 政治に左右されながら高成長 Company of Part of Par



後 北京大学 PEKING UNIVERSITY

原子力発電:政治に左右されながら高成長

- ▶ 2017年の原子力発電量は2481億KWhであり、前年度より16.3%増加
- ▶ 総発電量の3.8%を占めている
- » 発電所は全て海岸部に分布しており、浙江省、福建省及び広東省に集中 これら3省が全国原子力発電量の3/4を占めている



世界各国の原子力発電量が占める割合(2017年)

核物理与核技术国家重点实验室



原子力発電:政治に左右されながら高成長

- » 発展当初に長期かつ全体的な政策や方針が明確だったため、統一性が 欠けた現状となっている
- ➢ 炉型は加圧水型軽水炉と重水型炉があり、 発電容量は30万KW、60万KW、70万KW、90万KW、100万KWがある
- 技術は国産(30万KW)、フランス、カナダ、ロシアから輸入した Generation2とアメリカとフランスから輸入したAP1000とEPRのよう なGeneration3となっている

福島第一事故が原子力政策を検証する機会となった

- ▶ 一時的に新しいプロジェクトの審査が停止した
- ▶ 原子力発電の技術路線に関する議論
- ▶ 内陸部の原子力発電発展に関する議論
- ▶ 原子力発展計画の見直しと、予測値の下方修正

核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



原子力発電:政治に左右されながら高発展

中国産原子炉を海外へという国家戦略

- ▶ 自主開発した<mark>華龍一号</mark>(Generation3)を海外へ売り込む姿勢
- ▶ 政府が企業と一体となって、積極的に推進している
- ▶ 現在、パキスタン3機、英国2機、アルゼンチン1機



核物理与核技术国家重点实验室



原子力発電:政治に左右されながら高発展

中国産原子炉を海外へという国家戦略

2013年2月18日に中国 核工業グループとパ キスタン政府がK-2/K-3原子力発電 projectに調印 2013年5月22日に中国 李克強総理がパキス タンを訪問して、パ キスタン大統領とK-2/K-3原子力発電 projectについて面談 2013年11月26日にパキ スタン総理がK-2/K-3 原子力発電projectの着 工式に出席









核物理与核技术国家重点实验等

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technolog

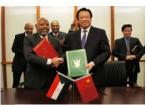


原子力発電:政治に左右されながら高発展

中国産原子炉を国外へという国家戦略

- ▶ 2009年12月、韓国がサウジアラビアへ4機を売り込むことに成功
- ▶ その他潜在的な国: ヨルダン、サウジアラビア、マレイシア等
- ▶ "一帯一路"政策を背景に、アフリカ、ラテアメリカ及びアジアの市場を







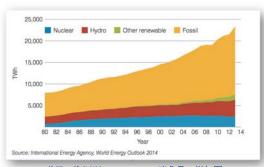
核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology



終りに

- 経済成長と人口増加により、今後、世界、特に中国のような発展途上国の エネルギー消費量は大幅な増加が予測される
- ▶ 限りある資源をめぐって、世界で資源獲得競争が激化する傾向
- ▶ エネルギー資源の安定的な確保がより重要となっている



世界の資源別のエネルギー消費量の増加図

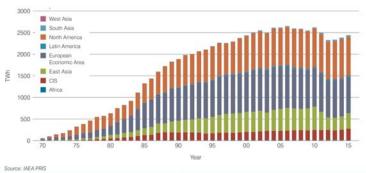
核物理与核技术国家重点实验室

State Key Laboratory of Nuclear Physics and Technology

Winderstry PEKING UNIVERSITY

終りに

- » 原子力の平和利用として、原子力発電が半世記以来、世界経済成長と人口 増加により確実に増加してきている
- » 化石燃料の代わりに、エネルギーの安定供給及び環境面から、原子力発電 が現段階では、重要かつ現実的な選択である



原子力発電量の地域別の発展増加図

核物理与核技术国家重点实验室



<u>終りに</u>

近隣の国中国及び世界の原子力の 平和利用を安全な発展を祈る!



核物理与核技术国家重点实验室