

インドにおけるエネルギー転換の現状と課題

Ver. 3

田村堅太郎

IGES気候変動とエネルギー領域 上席研究員/リサーチリーダー



インドを巡る二つのイメージ

日本経済新聞 2019年4月6日



India, Once a Coal Goliath, Is Fast Turning Green



ニューヨークタイムズ 2017年6月2日

「石炭発電容量は2040年までに
1.5倍～2倍へ」

国家エネルギー計画2018 (NITI Aayog)

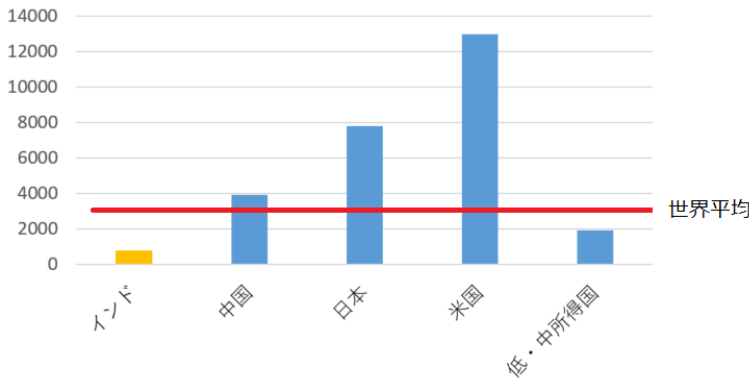


「今後10年間は、建設中のものを除き、
新規石炭火力の増設は必要ない」

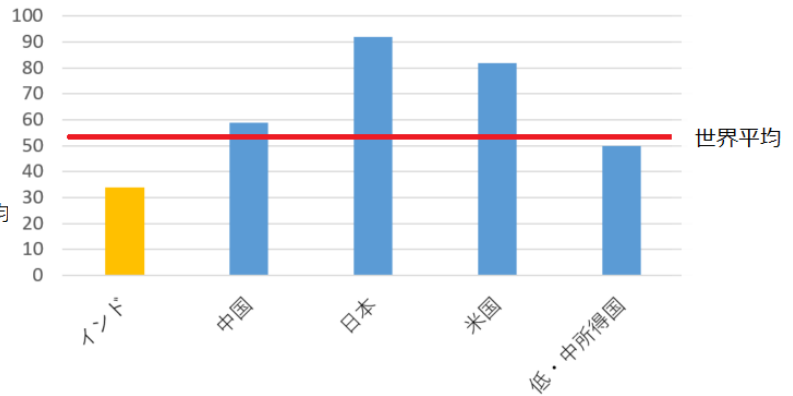
国家電力計画2017 (中央電力庁)

インドのエネルギー事情の背景(1)

一人当たり電力消費量：2014年 (kWh)



都市人口の割合：2018年 (%)

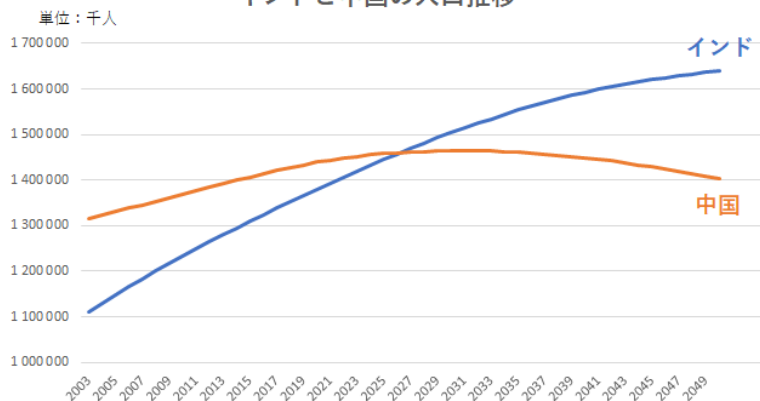


出所：World Bank Data をもとに作成

➡ **いまだ、工業化・都市化の初期段階**

インドのエネルギー事情の背景(2)

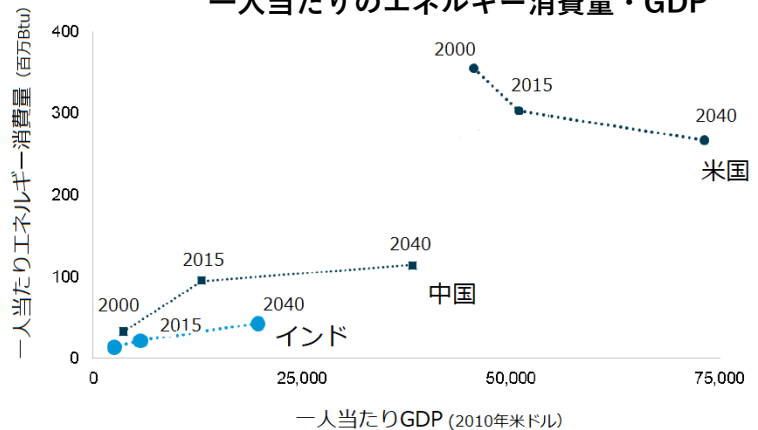
インドと中国の人口推移



出所：UN World Population Prospects 2019 を基に作成

人口は2027年には世界最多へ。その後も伸び続ける。
→食料や雇用などを確保し、安定成長を継続することが優先課題

一人当たりのエネルギー消費量・GDP



出所：EIA International Energy Outlook 2018をもとに作成

今後の経済急成長にもかかわらず、2040年時点での一人当たりエネルギー消費やGDPは中国の半分以下

➡ **今後もエネルギー、電力の需要拡大が見込まれる**

どのように供給するのか？

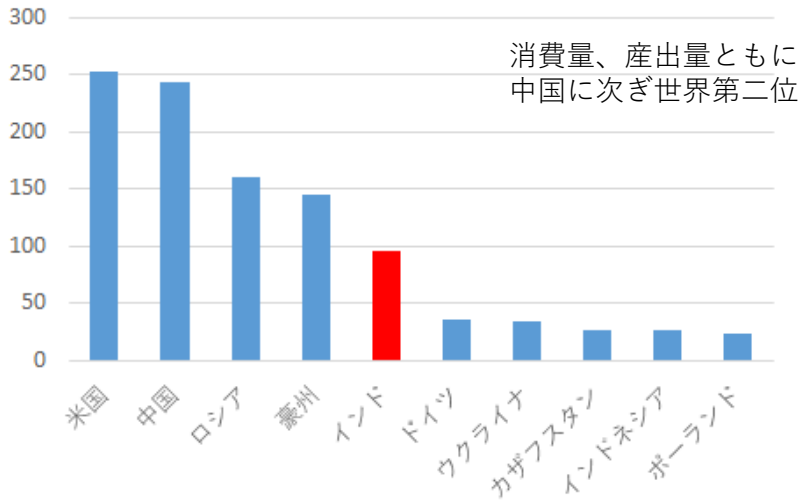
豊富な石炭資源



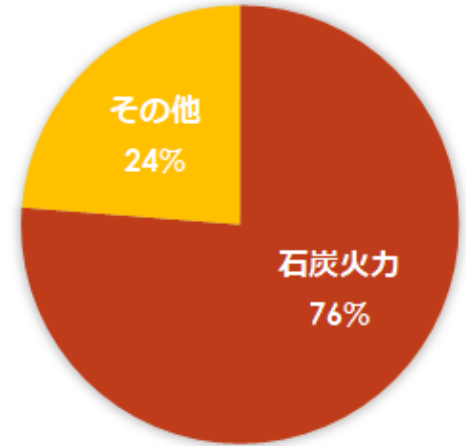
石炭中心の電源構成

石炭埋蔵量

単位：10億トン



インドの電源構成 (2017)

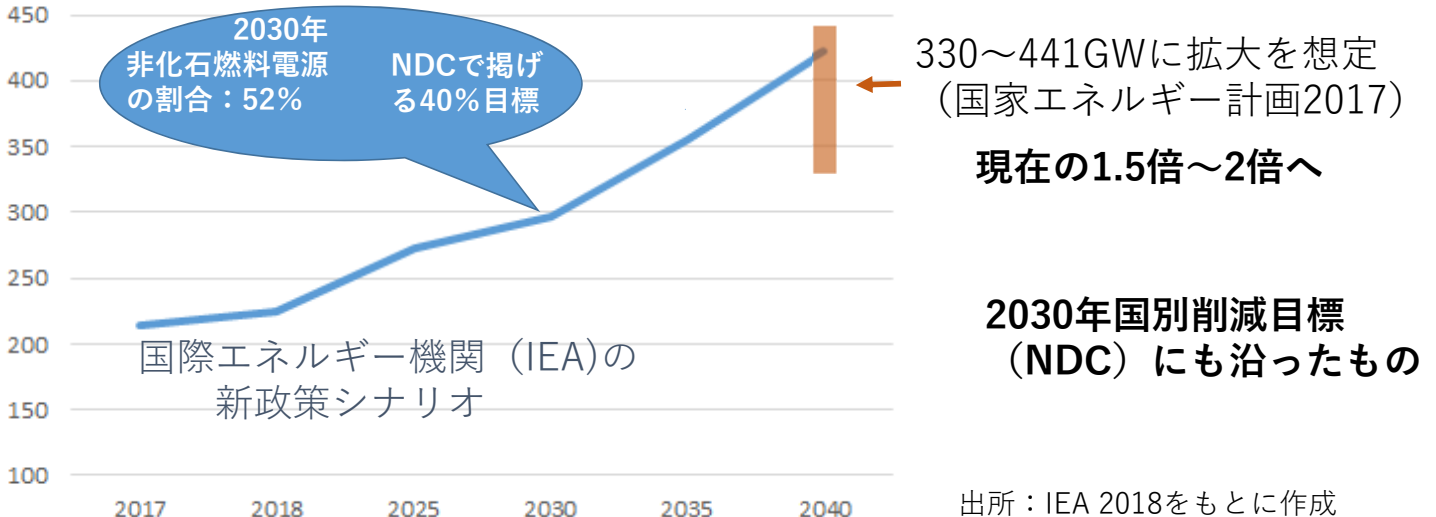


出所: BP Statistical Review 2018をもとに作成

国別削減目標達成でも石炭火力発電所増加の見通し ⇒「脱石炭へは道遠し」というイメージへ

インドにおける石炭火力設備容量の見通し (累積)

単位：GW

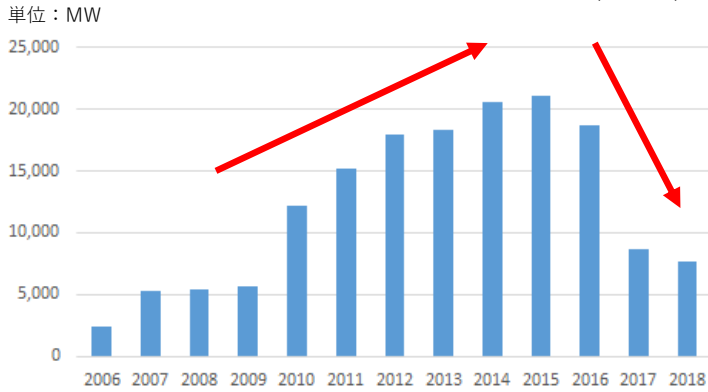


出所：IEA 2018をもとに作成

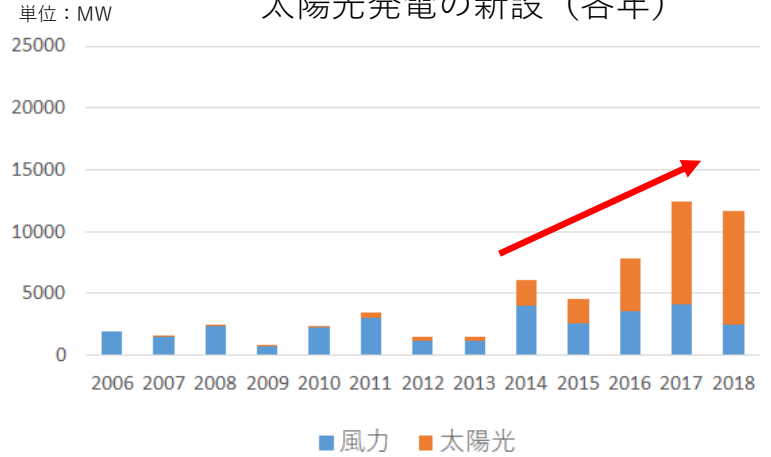
しかし、石炭火力の規模拡大に急ブレーキ

風力・太陽光発電は拡大傾向（過去2年は石炭火力を上回る）

インドにおける石炭火力新設（各年）



インドにおける風力発電および太陽光発電の新設（各年）

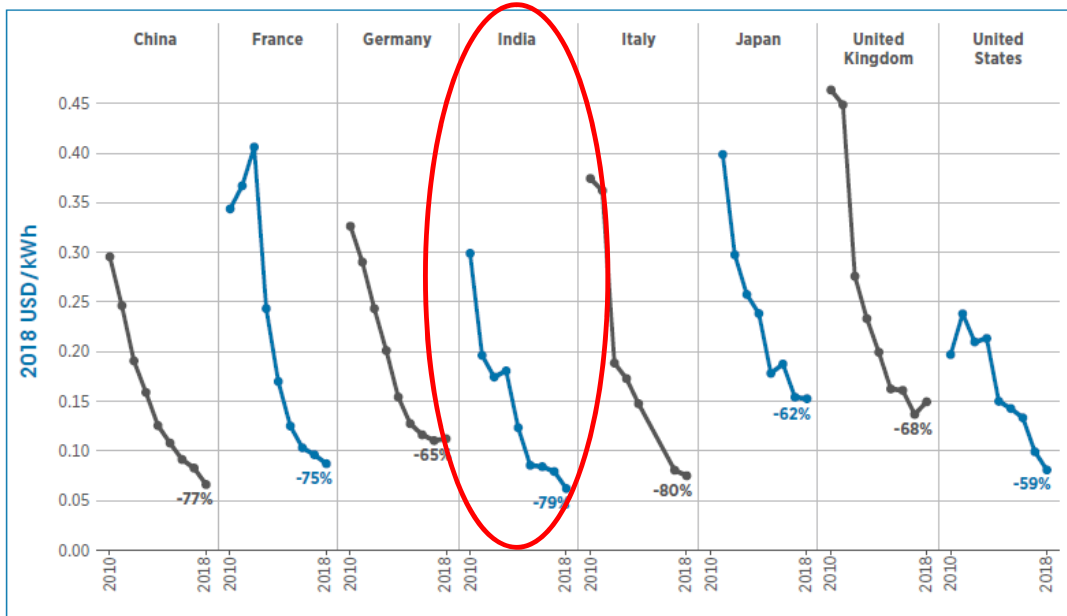


出所: Global Coal Plant Tracker 2019をもとに作成

出所: IRENA Renewable capacity statistics 2019をもとに作成

インド: 世界で再生可能エネルギーが最も安い国へ

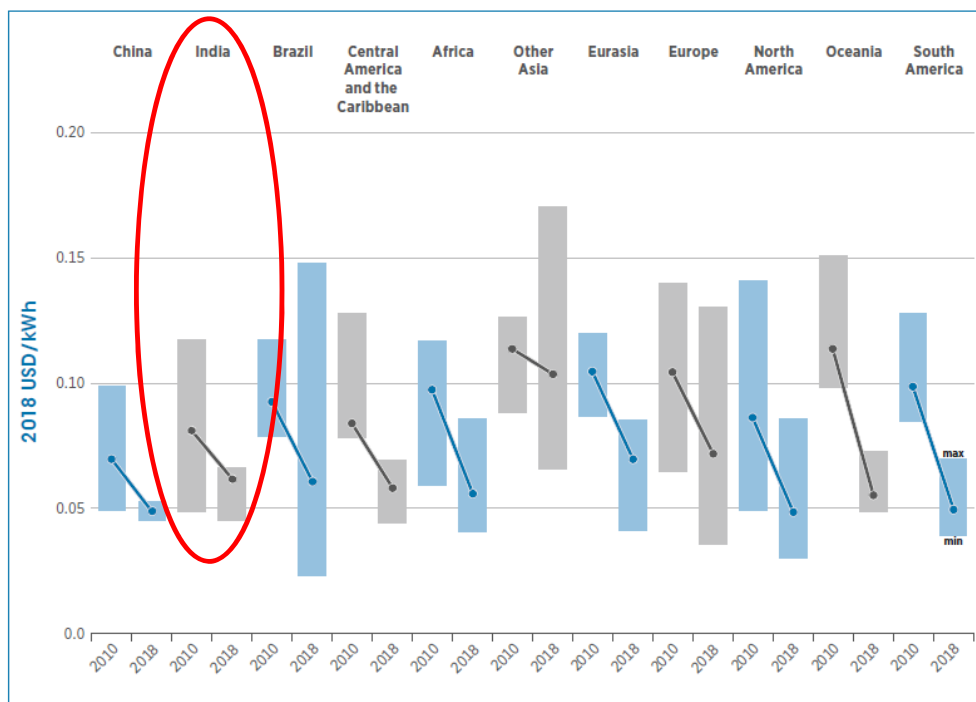
大規模太陽光発電の均等化発電原価 (LCOE) の国際比較: 2010-2018



出所: IRENA2019

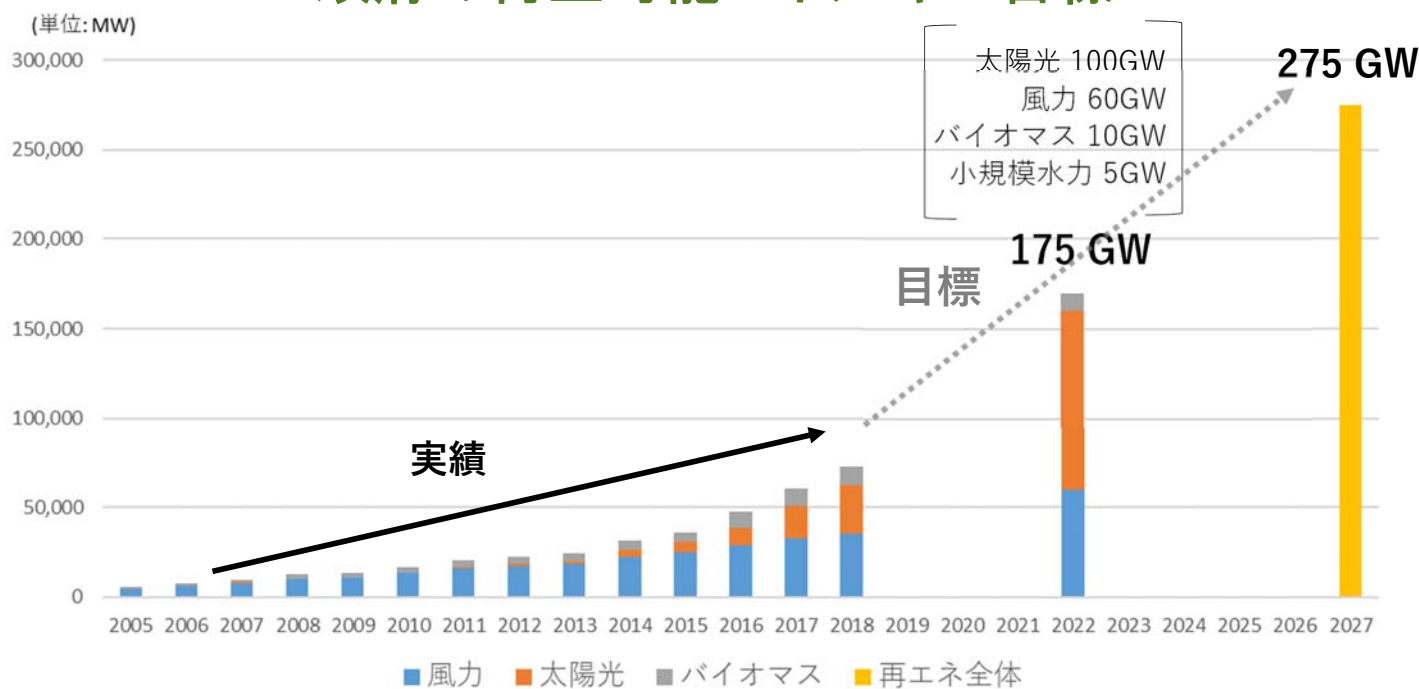
インド：世界で再生可能エネルギーが最も安い国へ

陸上風力発電の均等化発電原価（LCOE）の国際比較：2010－2018



出所：IRENA 2019

政府の再生可能エネルギー目標



出所: IRENA Renewable capacity statistics 2019をもとに作成

石炭火力のコスト上昇要因

深刻化する大気汚染

- 大気汚染 (PM2.5) のトップ30のうち22都市がインド (残りは中国5、パキスタン2、バングラデシュ1)
- ニューデリー：世界で最も大気汚染のひどい首都に

原因は発電所、交通、野焼き等、複合的
→まず、発電所での対策

石炭の輸送コスト上昇

出典: IQ Air

www.iges.or.jp

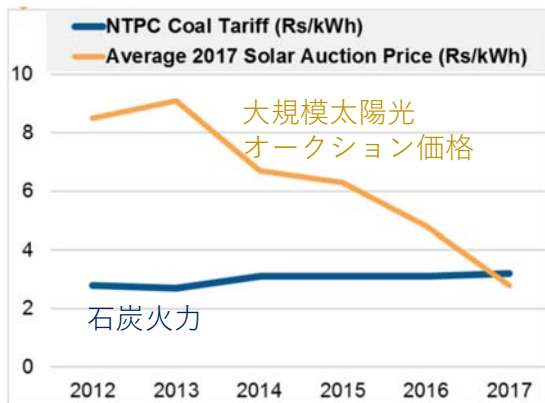
IGES Institute for Global Environmental Strategies

【大気汚染 (PM2.5) の都市ランキング: 2018年】

Rank	City	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1	Gurugram, India	133.6	106.7	108.2	116.3	130.6	210.8	57	69.6	66.9	178.3	197.3	208.2
2	Ghaziabad, India	255.1	153.9	113.7	88.1	108.6	134.9	48	43.2	49.1	161.6	211.3	247.2
3	Faisalabad, Pakistan	222.1	141.6	89.2	138.7	69.7	81	48.9	50.3	54.9	129.9	184.2	275.2
4	Faridabad, India	178.8	135.7	87.5	97.6	133	134.8	61.7	74.5	71.2	150.1	201.9	202.2
5	Bhiwadi, India	-	-	-	150.7	152	176.8	63.5	83.6	70.3	126.8	154.7	177.2
6	Noida, India	232.2	143.6	98.8	75.8	75.6	123.5	40.7	41.5	62.6	138.4	200.5	228.2
7	Patna, India	198	143.3	113.9	87.4	74.4	114.3	44.1	54.3	63.5	113.1	202.3	243.2
8	Hotan, China	89	70.2	186.4	307.9	182.4	108.5	124.9	91.9	62.8	43.4	47.2	70.4
9	Lucknow, India	214.4	130.2	105.7	92	101.3	140.6	34.8	34.8	45.5	120.6	187.2	180.2
10	Lahore, Pakistan	229.9	127	91.8	66.2	66	60.9	58.8	48.2	55.3	141.5	181	251.2
11	Delhi, India	204.6	130.2	90.4	84.2	83.7	110.7	37.7	37.5	40.9	130.7	194.2	218.2
12	Jodhpur, India	127.2	112.8	103.8	120.7	143.4	218.8	59.8	62.4	58.5	107.6	128.8	107.9
13	Muzaffarpur, India	207.7	157.4	97.9	64	46.8	64.5	22.7	74	42.9	98.4	207.2	230.6
14	Varanasi, India	136.9	121.1	106.7	68.7	71.1	127.7	36.5	39.4	52.4	107.7	173.6	204.7
15	Moradabad, India	-	-	-	107.5	84.9	142.1	44.2	47.6	57.1	133.4	138.5	193.3
16	Agra, India	203.1	112.9	84.7	71.6	79.2	95.1	35.9	31.7	34.6	101.3	172.4	214.4
17	Dhaka, Bangladesh	202.3	160.6	110	70.2	43.4	29.5	23.3	22.3	-	-	131.2	152.7

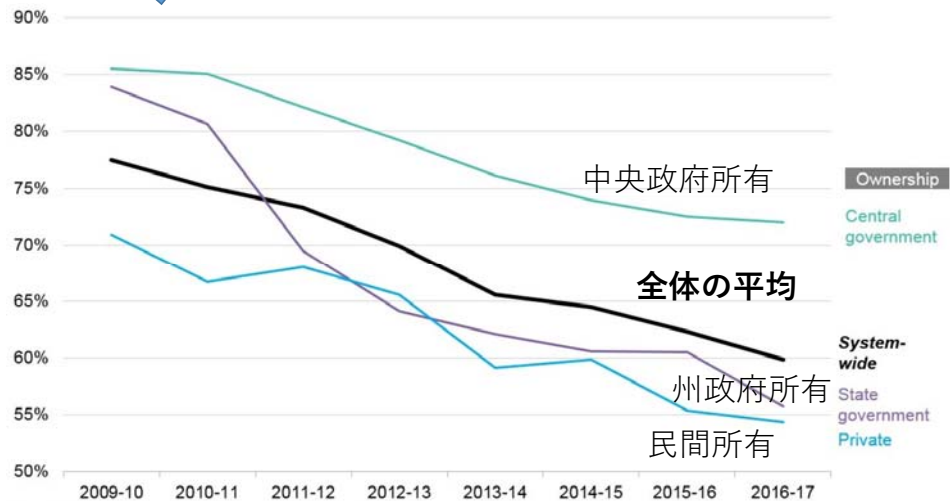
安価な再エネ電力の普及により石炭火力の稼働率低下

石炭火力との価格競争力



Source: NTPC, Bloomberg New Energy Finance, Livemint, Bloomberg Gadfly, IEEFA estimates

石炭火力の稼働率

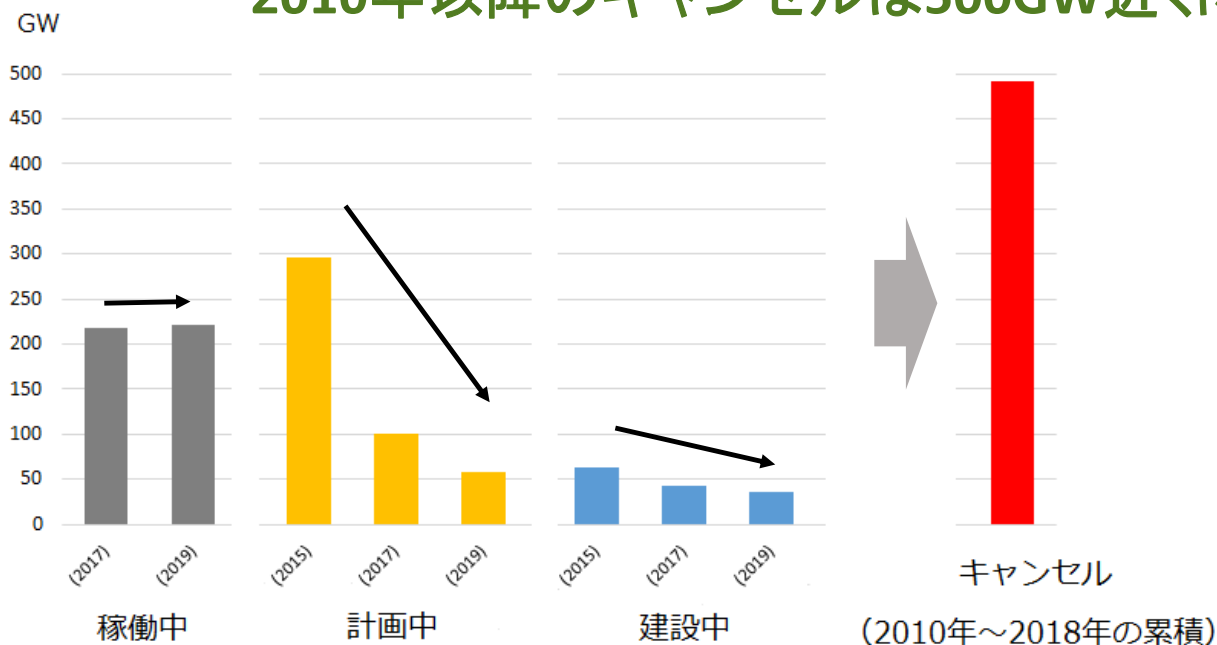


Source: Government of India Ministry of Power

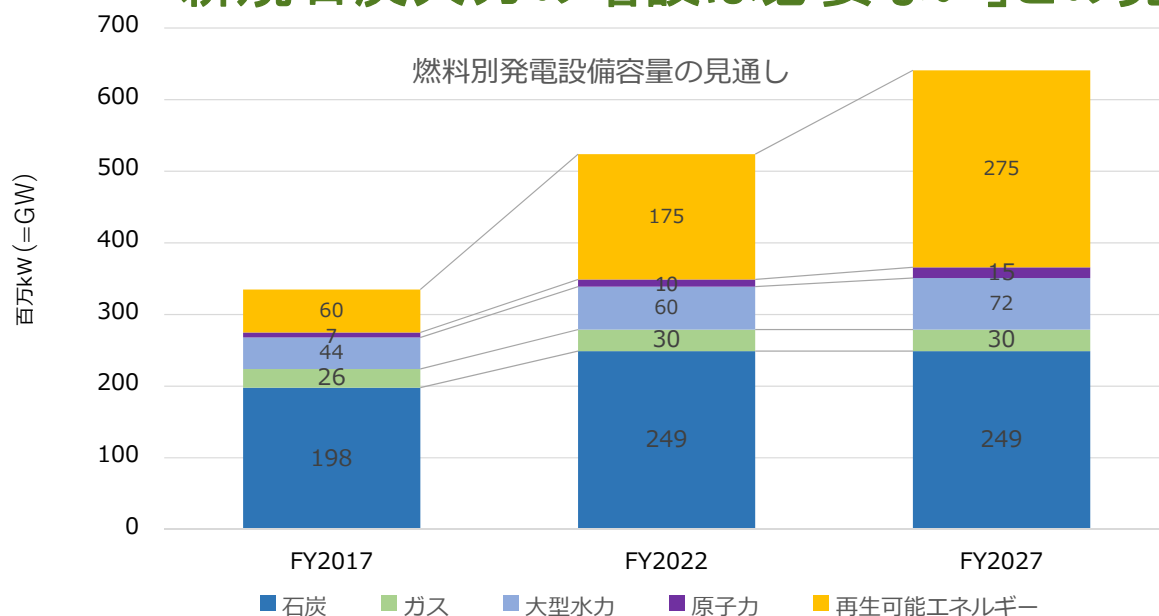
www.iges.or.jp

IGES Institute for Global Environmental Strategies

経済性の悪化により、石炭火力発電所計画の頓挫 2010年以降のキャンセルは500GW近くに



「今後10年間は、建設中のものを除き、 新規石炭火力の増設は必要ない」との見通し



出所 インド中央電力庁 (Central Electricity Authority) Draft National Electricity Plan, 2016をもとに作成

課題と展望(1): 今後の電力需要をどう見通すか？

多くの不確定要素

抑制要素

- 省エネ・プログラムの進展
 - 大口消費者向け：Performance, Action and Trade (PAT)
 - 小口消費者向け：ウジャラ・プログラム(6.5GWのピーク電力回避)
- 送電ロス低下

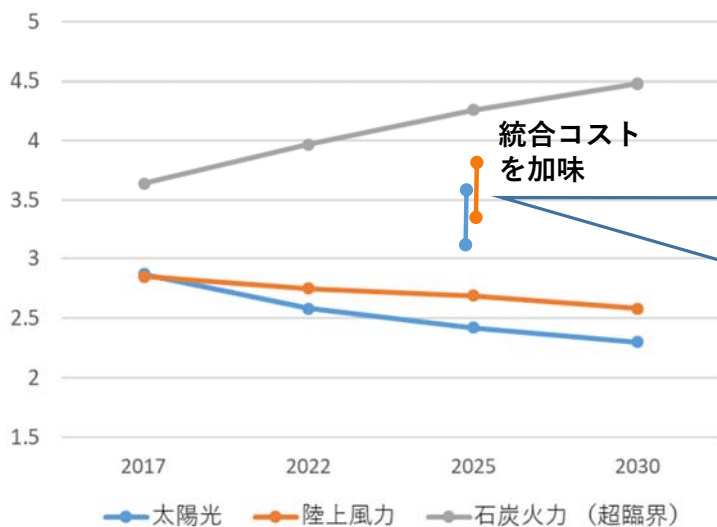
拡大要素

- 家電等の市場拡大
- EV導入政策
- 農村電化

課題と展望(2): 変動性再エネの系統への統合コストは？

発電コスト (LCOEベース)

単位：ルピー/kWh



- 一般的に変動性再エネ（太陽光、風力等）の普及率が15%を超えると、その発電コストは30~50%上昇
- インドでは2025年頃か？

- 依然、石炭火力より安価と予測されるさらに、
- デマンドレスポンスや系統システム間の融通等の「柔軟性オプション」により上記追加コストは低減可能

⇒蓄電池を含めた柔軟性オプションの導入・普及のスピード、コスト、規模がカギに

出所：Spencer et al. 2018をもとに作成

課題と展望(3): 政治的な課題

石炭関連の雇用・地方経済問題

- 労働集約型産業→労働市場の移行が課題
- 石炭依存の地方経済：炭鉱ロイヤリティが州収入の3割以上の州
(インド東部のチャッティースガル州、ジャールカンド州、オディシャ州等)

⇒ **公正な移行 (Just Transition)** がカギに