

パキスタンの原子力



2021年8月

一般社団法人 日本原子力産業協会

情報・コミュニケーション部

目 次

■ パキスタンの基礎情報

- －パキスタン概観と一次エネルギー供給
- －エネルギー生産量と電源別発電電力量の推移
- －総発電設備容量と電源別発電シェア
- －主な電源の最近の設備利用率

■ パキスタンの原子力について

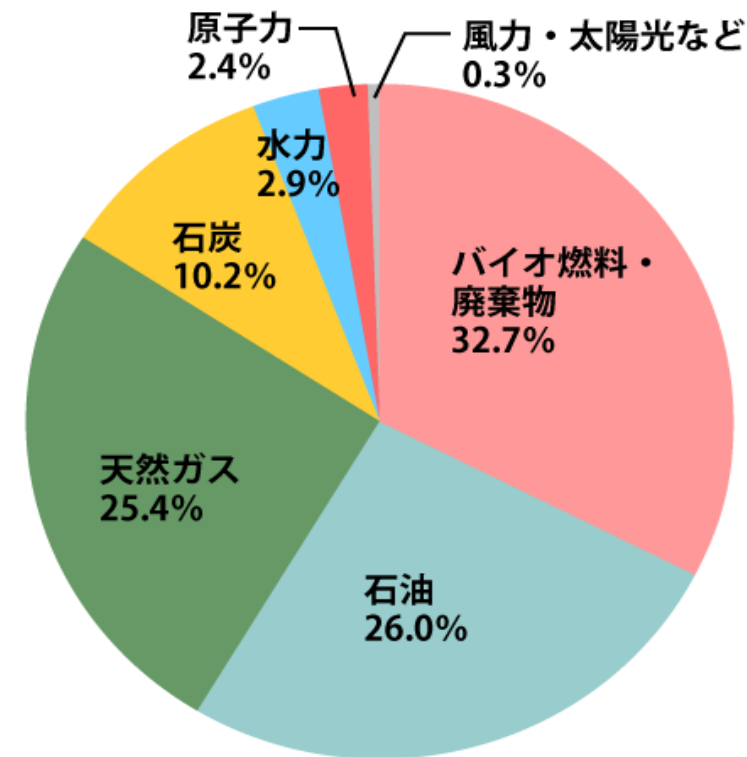
- －原子力開発の主な歴史(1)(2)
- －エネルギー・原子力概観(1)(2)
- －パキスタン原子力委員会（PAEC）と
パキスタン原子力規制庁（PNRA）
- －最近の原子力発電開発をめぐる動き(1)(2)
- －カラチ2号機、営業運転開始（2021年5月20日）

- －原子力発電所一覧
- －主な原子力関連施設
- －主な原子力関係条約・協定の加盟状況(1)(2)
- －（参考）中国が内外展開をめざすHPR1000（華龍一号）

パキスタン概観と一次エネルギー供給

項目	
面積	79.6万km ² (日本の約2倍)
人口	2億1,650万人(UNFPA世界人口白書2019) (世界第5位)
首都	イスラマバード
主要産業	農業、繊維産業
実質GDP	約3,145億ドル(2018年世界銀行)
一人当たりのGNI (国民総所得)	約1,500米ドル(2018/2019年度パキスタン財務省経済白書) ※パキスタンの会計年度は7/1～6/30
実質経済成長率 (GDP)	3.29%(2018/2019年度パキスタン財務省経済白書)
一次エネルギー供給量	111.28 Mtoe(石油換算100万トン)(2018年)
一人当たりの 一次エネルギー供給量	0.52toe(石油換算トン)(2018年)
エネルギー生産量	67.96 Mtoe(石油換算100万トン)(2018年)
発電量	1,492億kWh(2018年)
CO ₂ 排出量	194.09 Mt of CO ₂ (2018年)
エネルギー自給率	61%(2018年)
電力アクセス率	79.2%(2019年)

一次エネルギー供給構成 (2018 年)



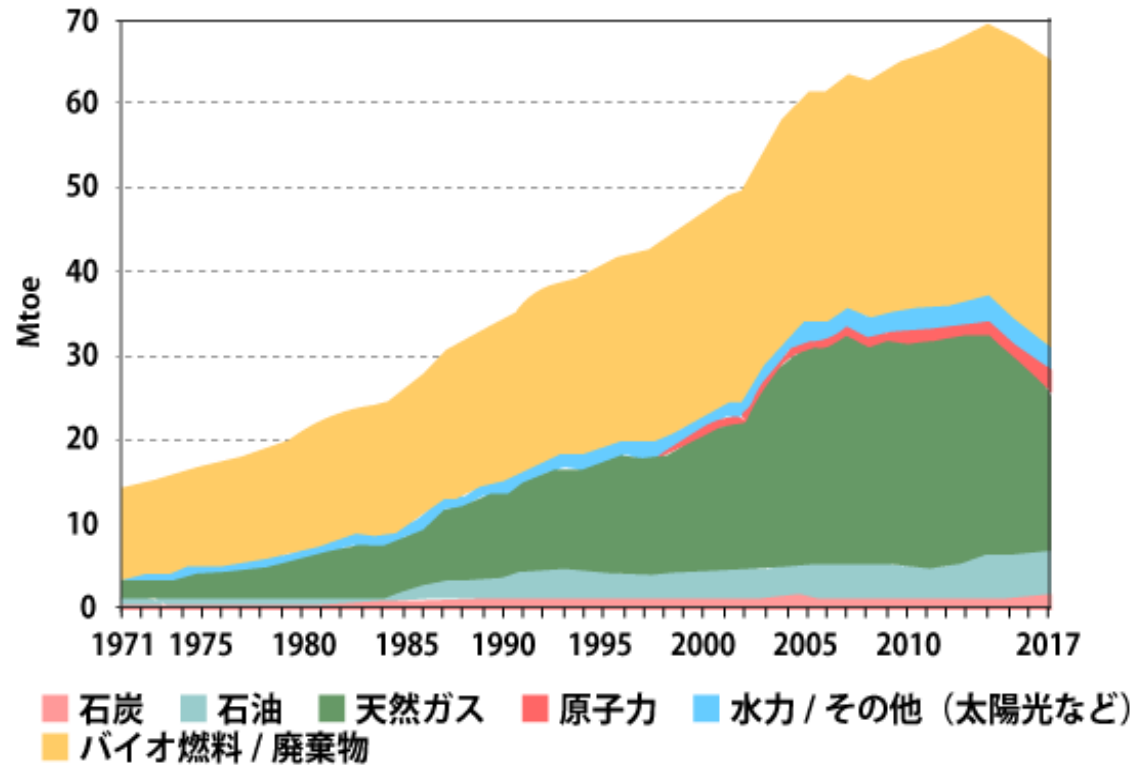
一次エネルギー供給量: 1億1,128万toe

出典: 外務省パキスタン基礎データ、IEA “Key Energy Statistics”, “Atlas of Energy”, “Access to electricity”, 円グラフは “World Energy Balances 2020” のデータをもとに作成

エネルギー生産量と電源別発電電力量の推移

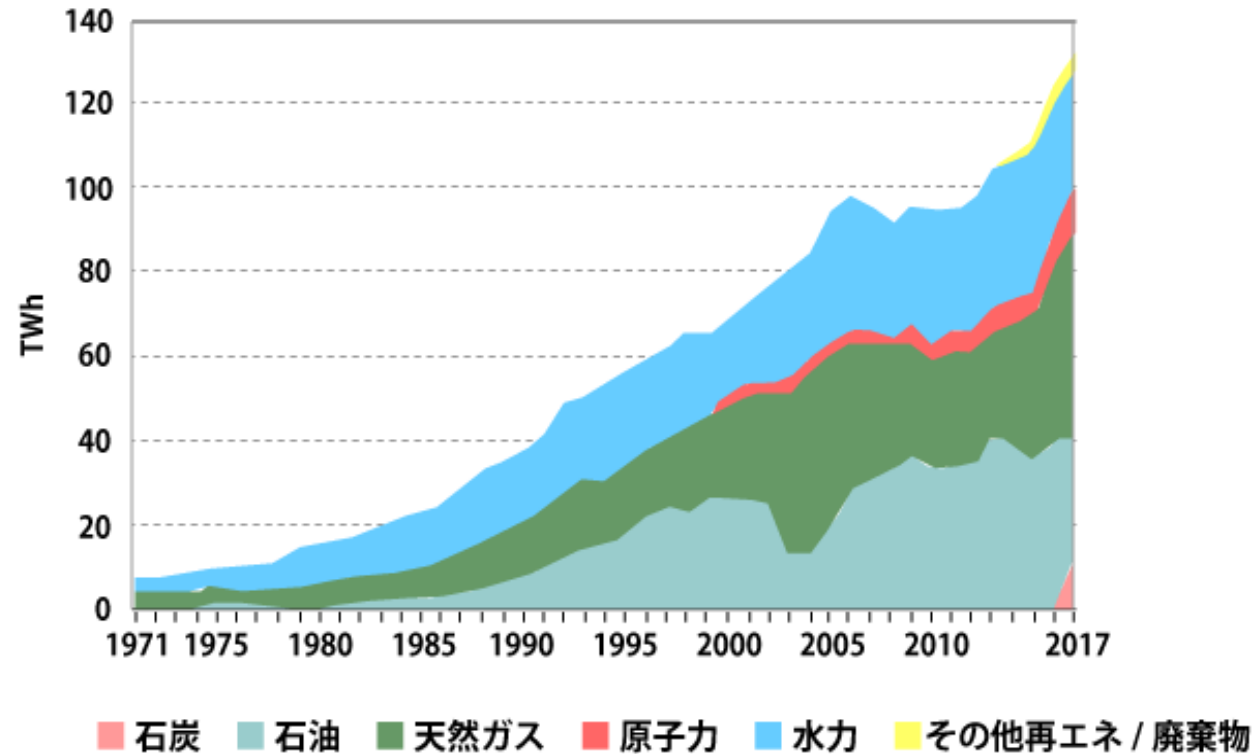
エネルギー生産量

Mtoe=石油換算100万トン



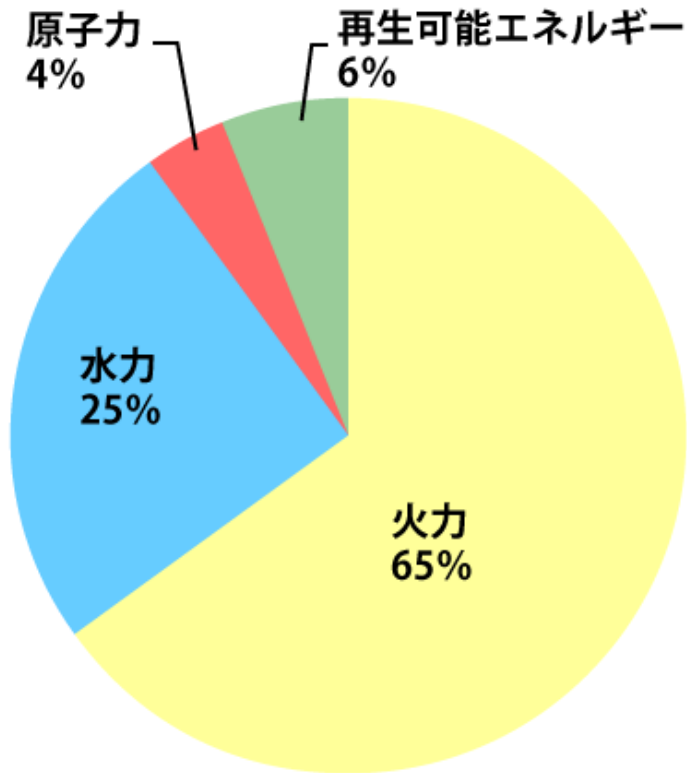
電源別発電電力量

TWh=10億kWh



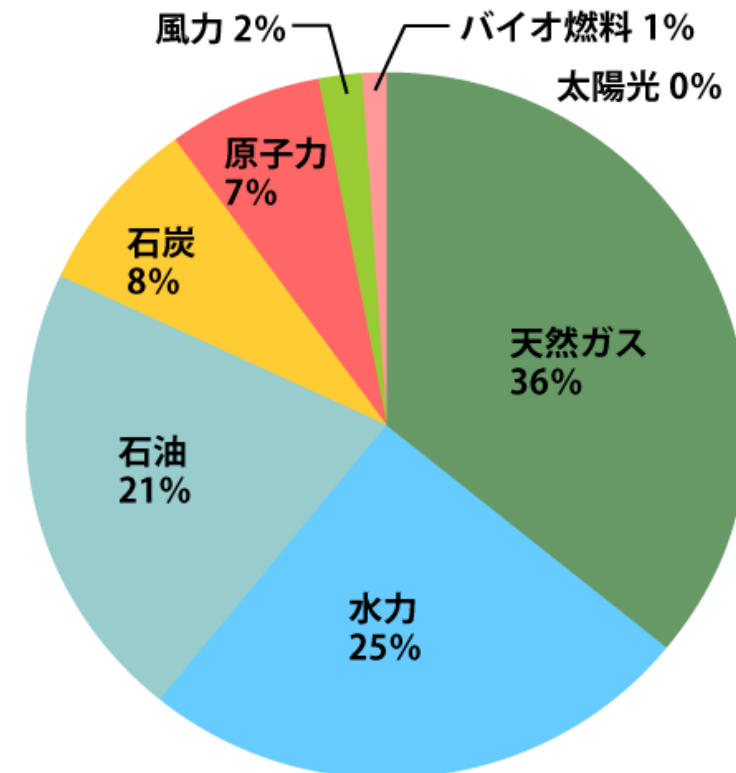
総発電設備容量と電源別発電シェア

総発電設備容量 (2019 年)



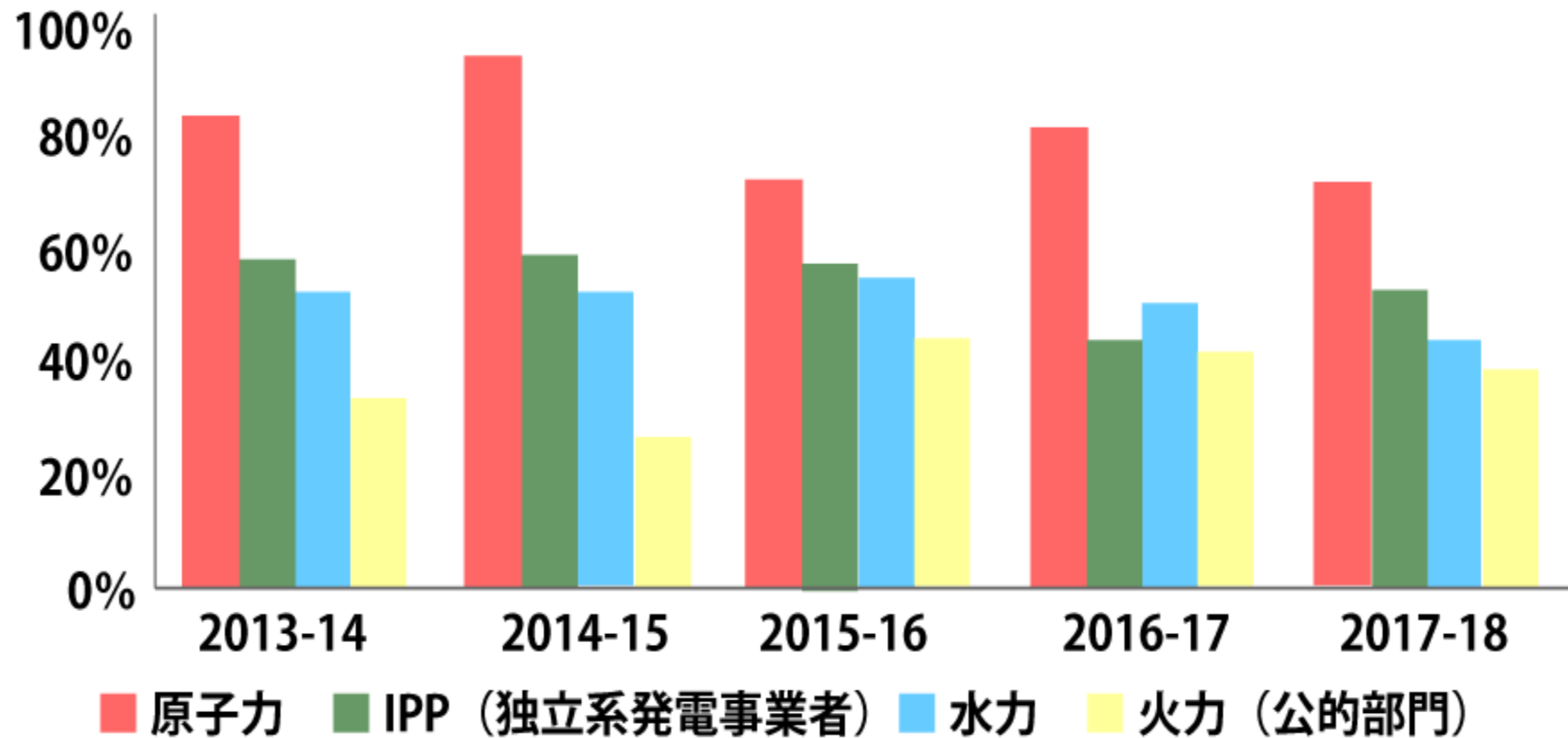
総発電設備容量: 3,911万kW

電源別発電シェア (2018 年)



総発電電力量: 1,492億kWh

主な電源の最近の設備利用率



出典：PAECウェブサイト

原子力開発の主な歴史（1）

年月	経緯
1955年	パキスタン原子力委員会（PAEC）設立 ※原子力の研究開発、原子力発電全般を担当（開発、建設、運転、廃止措置、廃棄物管理）
1957年	IAEA加盟
1963年	米国からスイミングプール型研究炉PARR-1（5MWt）を購入 ※1992年に9MWt, 95年に10MWtに改良。用途：放射化分析他。イスラマバードに原子力科学技術研究所（PINSTECH）設立
1965年	PARR-1臨界。カラチ原子力発電所に関するカナダとの協力協定署名。原子力規制局設置（PAEC内）
1966年8月	カラチ1号機（PHWR, 13.7万kW）、着工 ※GEカナダ社によるターンキープロジェクト
1972年12月	カラチ1号機、営業運転開始
1973年	仏のサンゴバンと 100 トン/年の再処理工場建設で合意 ※1976年3月両国政府で協力協定に調印するが、米国の反対で仏は1978年に破棄。しかし図面と技術情報はパキスタン側にわたったとみられ、パキスタンは独力で建設したと見られている。なおこれとは別に、再処理のパイロットプラントがPINSTECHにサンゴバンとベルゴニュークレールの協力で建設されている
1974年5月	インド核実験実施 ※以降、カナダが保障措置強化のため原子力協定改定を求めたが、パキスタン側が拒否。1976年以降、カナダはスペアの部品や燃料の供給を中止。またパキスタンはインドを意識してNPT非加盟のため、先進国からの協力が得られず、燃料供給等自主開発を進める
1978年	ウラン濃縮成功
1979年	米国、パキスタンの濃縮工場建設を理由に経済・軍事援助を停止（後日、対アフガニスタン協力で再開）

原子力開発の主な歴史（2）

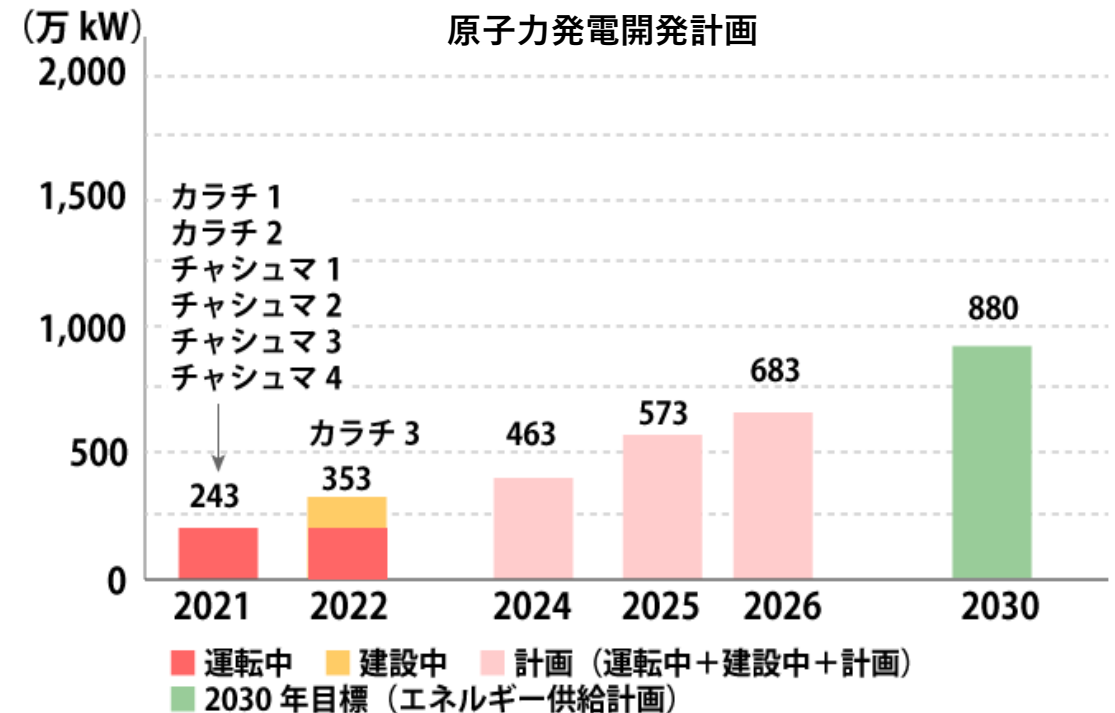
年月	経緯
1984年	原子力規制局を原子力安全・放射線防護局（DNSRP）に改組（PAEC内）
1986 年	パキ－中、原子力平和利用協力協定締結
1991年	プール型研究炉PARR-2（30kWt）、運転開始。用途：中性子放射化分析、運転訓練
1993年8月	チャシュマ1号機（PWR, 32.5万kW）、着工 ※1～4号機：中国核工業集团公司（CNNC）が支援、ターンキー方式
1998年5月	インドの2回目の地下核実験(5/11, 13)に対抗し、パキスタンが地下核実験実施(5/28, 30)
2000年9月	チャシュマ1号機、営業運転開始
2001年1月	パキスタン原子力規制庁（PNRA）設立 ※原子力安全と放射線防護全般を担当
2005年12月	チャシュマ2号機（PWR, 32.5万kW）、着工。2011年5月営業運転開始
2011年3月	チャシュマ3号機（PWR, 34.0万kW）、着工。2016年12月営業運転開始
2011年12月	チャシュマ4号機（PWR, 34.0万kW）、着工。2017年9月営業運転開始
2013年8月	PAEC-CNNC, カラチ2, 3号機の建設協力協定締結 ※米印協定に対抗する形で中パ協定締結
2015年8月	カラチ2号機（PWR=HPR1000, 110.0万kW）、着工 ※2, 3号機：中国の国産原子炉HPR1000(華龍一号)を採用。中国にとって海外輸出第一号、ターンキー方式
2016年5月	カラチ3号機（PWR=HPR1000, 110.0万kW）、着工。2022年後半営業運転開始予定
2017年11月	PAEC-CNNC, チャシュマ5号機（HPR1000採用）の建設協力協定締結
2021年5月	PNRA, PARR-3（10MWt）の建設許可発給。カラチ2号機、営業運転開始

エネルギー・原子力概観（1）

- ✓ パキスタンの一次エネルギー供給の大半はバイオ燃料・廃棄物、石油、天然ガスが占めている。風力や太陽光は徐々に成長しているものの、再生可能エネルギーの多くは水力による。現在も約4,500万の人々が電力にアクセスできず、人口の半数が非衛生的な調理手段に頼っている
- ✓ 2013年にパキスタン電力水道省が発表した「National Power Policy 2013」では、電力需給のギャップの解消や安価で手頃な電力価格の確保等をめざして、エネルギーミックスを水力、ガス、石炭、原子力、バイオマスなどの低コストな発電にシフトする方向性を打ち出している。2015年に発表された「中国・パキスタン経済回廊」により中国からの大規模な支援を受け、世界有数の埋蔵量を誇るタール炭田の開発を進めている。今後国内炭を火力発電の燃料として利用し、豊富な水力と併せて国内資源を中心に活用していく方針。原子力についても、友好国・中国との密接な協力で開発していくとしている
- ✓ パキスタンの原子力発電開発の歴史は古い。IAEAが設立された1957年にIAEAに加盟、1972年には原子力発電を開始したイスラム圏初の原子力発電国であり、原子力開発には長年、力を入れてきた。しかしながら、パキスタンはインドとの対立からNPT（核兵器不拡散条約）非加盟国かつ核保有国であるため、国際社会から原子力関連の資機材・核物質等の取引や資金面での支援が得られず、そのことが同国の民生用原子力分野の開発の妨げとなった。こうしたなか、1986年の中国との原子力平和利用協力協定締結を機に、1990年代より中国製の原子炉建設を進め、これまでに5基・233万kWを導入している（その他、カナダ製原子炉1基・13.7万kWが運転中）。さらに、建設中、計画中が1基ずつ・各110.0万kWあり、いずれも中国が支援する。なおパキスタンはNPT非加盟国であるが、民生用原子炉と研究炉2基は、IAEAの保障措置下にある

エネルギー・原子力概観（2）

- ✓ 2005年に策定された政府のエネルギー供給計画では、原子力発電設備容量を2015年には90万kW，2020年には150万kW，2030年には880万kW の導入目標が盛り込まれ、2021年時点で2020年目標を達成している。中国からの支援以外では、2018年からIAEAとの協力プログラム“PAK2007*”を開始、人口増とそれに伴うエネルギー需要増等に応えるべく、目標達成に向けた取組を進めている
- ✓ 2014年の政府の「原子力ビジョン2050」では、2050年までに約4,000万kW の原子力発電所建設をめざすことが盛り込まれている。パキスタン原子力委員会（PAEC）のA. Pervaiz前委員長によると、8サイトに110万×4基（計32基）を建設し、それにより2050年のパキスタンの発電電力量の4分の1を賄う見込み



出典：PAECウェブサイト掲載のグラフをもとにJAIFが加筆修正

* 安全で信頼性の高い、持続可能な原子力発電プログラムを支援するためのパキスタンの国立機関の能力強化と向上プログラム

パキスタン原子力委員会（PAEC）とパキスタン原子力規制庁（PNRA）

■ パキスタン原子力委員会（PAEC）：

- ✓ 1955年設立。原子力研究開発（含農業・医学・産業利用）、原子力発電全般を担当
- ✓ トップは委員長1名と9名の常勤委員で構成。首相府に属する
- ✓ 原子力科学技術研究所（PINSTECH）は2基の研究炉を運転。ともにIAEAの保障措置下にある
 - －PARR-1（米国AMF社製プール型炉）
1963年5月着工、1965年12月臨界。出力5MWt。1992年に9MWt, 95年に10MWtに改良
 - －PARR-2（小型中性子線源炉（MNSR））
1988年1月着工、1989年11月臨界。出力30kWt
- ✓ その他、カラチ、チャシュマ両原子力発電所を運営。その他、農業、医学、産業利用などの研究所がある

■ パキスタン原子力規制庁（PNRA）：

- ✓ 1965年設置の原子力規制局は、1984年にPAECの原子力安全・放射線防護局（DNSRP）に改組。その後、原子力安全条約発効に伴う体制整備等もあり、2001年にPNRAとして、完全にPAECから分離独立した。委員長、常勤委員2名、非常勤委員7名で構成。核物質生産・輸出入・再処理・輸送、廃棄物管理、損害賠償等も管轄する



原子力科学技術研究所(PINSTECH)

（出典：PINSTECH）

最近の原子力発電開発をめぐる動き（1）…チャシュマ3～5号機

2008年 6月	パキスタン政府、チャシュマ3, 4号機の建設計画を発表
10月	パキスタン政府、中国の支援で原子炉2基を新設することで合意 ※直前に米印原子力協定署名
2010年 3月	パキスタン政府、中国側と同3, 4号機の建設に係る条件合意と発表 …秦山1号機と同型の30万kW PWR, 資金調達19.1億ドルのうち、中国が82%融資 中国が40年の運転期間中の燃料供給実施
6月	原子力供給国グループ(NSG)総会、中国の同3, 4号機建設を問題視 … 中国側はチャシュマ建設について、中国が2004年にNSG加盟する以前の協力合意によるものと主張
11月	パキスタン原子力委員会 (PAEC) – 中国核工業集团公司 (CNNC)、中国の支援でチャシュマに5基目の原子力発電所を建設する協定締結
2011年3月4日	同3号機、着工
12月18日	同4号機、着工
2016年12月6日	同3号機、営業運転開始
2017年9月19日	同4号機、営業運転開始 アバシ首相(当時)も記念式典で、 2030年までに計880万kWの原子力発電導入をめざす と発言 PAEC – CNNC, チャシュマ5号機（華龍一号）の建設協力に係る協定締結
11月	
2020年	同5号機に係る環境影響調査実施中



チャシュマ4号機の運転記念式典に出席するアバシ首相（当時）

（出典：首相府）

最近の原子力発電開発をめぐる動き（2）…カラチ2, 3号機

- 2013年 7月 国家経済評議会執行委員会、カラチ2, 3号機（2基・212万kW）の建設を承認
総額約91億ドル、中国が82%融資
- 8月 PAEC, CNNCと同2, 3号機の建設契約締結 ACP1000を予定、ターンキーで建設
- 11月 同2, 3号機の建設に着手。起工式にシャリフ首相（当時）出席、2050年までに約4,000万kWの計画表明
既に6カ所の予定地選定
- 2015年 4月 中国核工業建設集団公司（CNEC）、同2, 3号機の土木エンジニアリング・原子炉周り据付で契約
中国国産の「華龍一号」採用、海外で初
- 8月20日 同2号機、着工
- 2016年 5月31日 同3号機、着工



カラチ2, 3号機の起工式(2013年11月)
(出典:首相府)



カラチ2, 3号機(華龍一号)完成予想図
(出典:PAEC)



原子炉建屋内に据え付けられる炉内構造物
@カラチ2号機(2019年1月)
(出典:CNNC)

カラチ2号機、営業運転開始（2021年5月20日）



カラチ2号機の落成式
(出典:PAEC)

カーン首相もバーチャルで参加。
「環境と経済に与える恩恵は非常に
大きい」と歓迎

※2021年は中国との国交樹立70周年

中国が海外展開の主力とする海外初のHPR1000（華龍一号）（出典：CNNC）

原子力発電所一覧

	発電所名	炉型	万kW (グロス)	運転開始	備考
運転中 (5基: 243.0 万kW)	カラチ2	HPR1000 (華龍一号)	110.0	2021年	着工:2015年8月 運転期間:60年(+20年の延長可能)
	チャシュマ1	PWR	32.5	2000年	
	チャシュマ2	PWR	32.5	2011年	
	チャシュマ3	PWR	34.0	2016年	
	チャシュマ4	PWR	34.0	2017年	
建設中	カラチ3	HPR1000	110.0	2022年後半	着工:2016年5月
計画中	チャシュマ5	HPR1000	110.0	未定	着工:未定 環境影響評価実施中(2020年)
閉鎖	カラチ1	PHWR	13.7	1972年	脱塩プラントとしても活用。経年化のため、2004年1月から出力を 下げて運転。2021年8月1日閉鎖。

※パキスタンはNPT非加盟国であるが、IAEAとの個別の保障措置協定により民生用原子炉および研究炉2基はIAEAによる査察が実施される。
カラチ1以外は、中国製原子炉

主な原子力関連施設



*イスラマバードにある
PINSTECHでは研究炉PARR-
1,2が運転中、今後PARR-3を建
設予定

原子力発電所の状況

運転中	
建設中	
計画中	

主な原子力関係条約・協定の加盟状況（1）

条約・協定名	条約発効年月日	加盟状況	加盟発効年月日
核兵器不拡散条約（NPT）	1970年3月5日	×	—
包括的核実験禁止条約（CTBT）	×	×	—
核兵器用核分裂性物質生産禁止条約（カットオフ条約、FMCT）	×	×	—
核兵器禁止条約（TPNW）	2021年 1 月22日	×	×
原子力の安全に関する条約	1996年10月24日	○	1997年12月29日
使用済燃料管理・放射性廃棄物管理の安全に関する条約	2001年6月18日	×	—
原子力事故の早期通報に関する条約	1986年10月27日	○	1989年10月12日
原子力事故又は放射線緊急事態の場合における援助に関する条約	1987年2月26日	○	1989年10月12日
核物質の防護に関する条約	1987年2月8日	○	2000年10月12日
改正核物質の防護に関する条約	2016年5月8日	○	2016年5月8日
核によるテロリズムの行為の防止に関する国際条約	2007年7月7日	×	—
原子力損害の補完的補償に関する条約（CSC）	2015年4月15日	×	—
パリ条約	1968年4月1日	×	—
ウィーン条約	1977年11月12日	×	—

主な原子力関係条約・協定の加盟状況（2）

協定名等	締結状況	締結発効年月日
IAEA保障措置協定(INFCIRC ¹ /66型保障措置協定 ²) 1. Information Circularsの略で、IAEAが原子力規制等を巡る主要な論点について発行しているもの 2. 二国間原子力協定等に基づき、核物質又は原子力資機材を受領するNPT非締約国がIAEAとの間で締結する、当該二国間で移転された核物質又は原子力資機材のみを対象とした保障措置協定	○	INFCIRC/34(PARR-1) 1962年3月5日 INFCIRC/116(カラチ1*IAEAによる建設支援) 1968年6月17日 INFCIRC/135(カラチ1*パキとカナダ間の二国間協定に関連する保障措置の移転) 1969年10月17日 INFCIRC/239(再処理工場) 1976年3月18日 INFCIRC/248(ウラン濃縮) 1977年3月2日 INFCIRC/393(小型中性子源原子炉) 1991年9月10日 INFCIRC/418(チャシュマ1) 1993年2月24日 INFCIRC/705(チャシュマ2) 2007年2月22日 INFCIRC/816(チャシュマ3, 4) 2011年4月15日 INFCIRC/920(カラチ2,3) 2017年5月3日
IAEA追加議定書	×	×

※パキスタンは核兵器国であるために、INFCIRC/153型保障措置協定（フルスコープ保障措置協定）を締結していない

国際機関・組織等	発効/発足年月日	加盟状況	加盟年
IAEA（国際原子力機関）	1957年7月29日	○	1957年
IAEA RCA（原子力科学技術に関する研究、開発および訓練のための地域協力協定）	1972年6月12日	○	1974年
FNCA（アジア原子力フォーラム）	2000年	×	—
INPRO（革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト）	2000年	○	NA
原子力供給国グループ（NSG）（原子力の輸出管理枠組。規制対象は原子力専用および汎用品、関連技術）	1974年	×	—
ザンガー委員会(原子力の輸出管理枠組。規制対象は原子力専用品のみ)	1974年9月	×	—
世界原子力発電事業者協会（WANO）	1989年	○	NA
CANDU OWNERS GROUP（COG）	1984年	○	1992年



(参考) 中国が内外展開をめざすHPR1000 (華龍一号)



(出典：CNNC)

国内外でのHPR1000 (華龍一号) の開発状況

	発電所名	備考
運転中・2基	福清5	着工:2015年5月、運転開始:2021年
	パキスタン・カラチ2	着工:2015年8月、運転開始:2021年
建設中・10基	福清6	着工:2015年12月
	防城港3	着工:2015年12月
	防城港4	着工:2016年12月
	漳州1	着工:2019年10月
	漳州2	着工:2020年9月
	太平嶺1	着工:2019年12月
	太平嶺2	着工:2020年10月
	三澳1	着工:2020年12月
	パキスタン・カラチ3	着工:2016年5月
	昌江(海南) 3	着工:2021年3月
計画中・8基	昌江(海南) 4	
	三澳2	
	寧徳5, 6	
	パキスタン・チャシュマ5	
	英国 ブラッドウェルB(2基)	2017年1月から英国の原子力規制当局が英国仕様の「UK-HPR1000」について、包括的設計審査(GDA)を実施中
	アルゼンチン(1基)	2016年5月一括請負契約締結

中国が知的財産権を有する第三世代の原子炉

- ー設計上の運転期間が60年
- ー運転サイクル期間は18か月
- ー安全系に動的と静的両方のシステムを装備
- ー格納容器は二重構造

参照資料：JAIF世界の原子力発電開発の動向2021年度、CNNCウェブサイトほか