

中国：高温ガス炉開発の概要

- 「中国製造2025－エネルギー設備実施方案（中国製造2025－能源裝備實施方案）」（2016年5月 国家發展改革委員会 工業・情報化部 国家能源局 公表）において、エネルギー技術に関する15の主要研究開発テーマの中に高温ガス炉を先進原子力発電設備に選定
- 「エネルギー技術革命イノベーション行動計画（2016－2030年）（能源技術革命創新行動計劃）」（2016年3月 国家能源局 公表）において、高温ガス炉を先進原子力技術イノベーションの1つに選定
- 「エネルギー技術創新“十三五”計画（能源技術創新“十三五”規畫）」（2016年12月 国家能源局 公表）の重点項目として、HTR-10の950°C運転と原子力水素製造の可能性を論証(2016-2022年)、商業規模600MW規模高温ガス炉発電プラント(HTR-PM)の普及を2016年～2025年に実現
- 製鉄向けの水素製造を目的とした高温ガス炉の研究開発について、民間企業と協議開始。国家プロジェクト化に向けた動きを開始(2019年)

プロジェクト	HTR-10(研究炉)	HTR-PM(実証炉)	商用炉
主な機関	清華大学核能及新能源技術研究院(INET) (政府機関)	華能山東石島湾核電有限公司(国有企業)	中国核工業建設集团公司(莆田、万安、広東省、三門)(国有企業) 核建清潔能源有限公司、中核能源科技有限公司(瑞金)(国有企業) 華能福建霞浦核電有限公司(寧徳)
規模(熱出力/ 発電出力)	10 MWt/2.5 MWe	250 MWt × 2/210 MWe	600 MWe (莆田)、600 MWe × 2 (瑞金)、 600 MWe(寧徳)
建設開始年/ 運転開始年	1995/ 2000	2009/ 2021(臨界・低出力運転)	2020以降/ 2021以降(瑞金)
現状	運転中	建設中	建設準備中

概要

- 開発目的：高温ガス炉建設・運転のノウハウの取得、炉の固有安全性の実証、燃料・材料への照射施設の設立、核熱利用研究の進展¹⁾
- 設置場所：清華大学核能及新能源技術研究院（INET、北京）
- 開発目標：熱出力10MWt、冷却材出口温度700℃、ガスタービン技術の実証
- 開発経緯：国家エネルギー計画の重要事項の1つに位置付け「エネルギー技術創新“十三五”計画」（2016年12月 国家能源局 公表）の重点項目として、950℃での運転と原子力水素製造の可能性を論証を目標（2016-2022年）³⁾
- 開発状況：研究炉運転中（2000年初臨界）
ガスタービン/工学設計、コンポーネント研究開発の実施

主要な組織

清華大学核能及新能源技術研究院(INET) (政府機関)

資金源

国の資金で実施

計画スケジュール^{1, 2)}

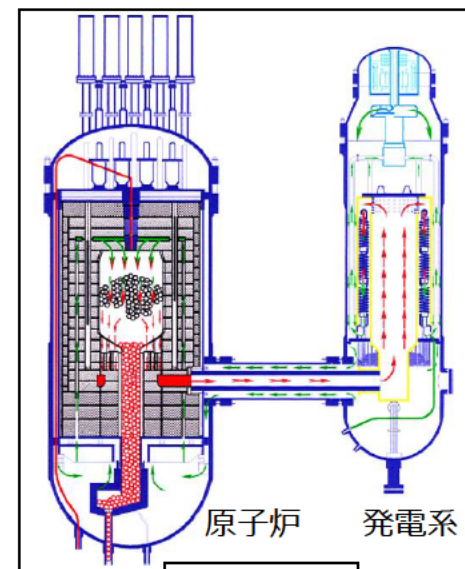
1992年：設計開始
1995年：建設開始
2000年：初臨界
2003年：全出力運転
2014年：2024年までの運転認可

計画スケジュール（水素製造）

2008年：閉サイクル試験開始
(0.01Nm³/h)
2010年：実験室規模試験開始
(~0.1Nm³/h)
2015年：工業材料を用いたR&Dの開始
(1~10Nm³/h)

外国との連携状況

- ドイツ：開発にドイツの技術を利用⁴⁾
- 韓国：韓国未来創造科学部(中央官庁)と中国国家原子能機構(政府機関)が、第11回韓中原子力共同委員会で共同研究を協議(2014年5月)⁵⁾
- インドネシア：INETとインドネシア原子力庁(BATAN) (中央官庁)が、人材交流、技術協力に関する協力合意書に署名(2014年5月)⁶⁾



HTR-10

- 1) Z. Zhang et al., Nuclear Engineering and Design, 239, 7, 1212-1219, 2009
- 2) 国家核安全局, 国核安発[2014] 158号, 2014. (http://www.mep.gov.cn/gkml/hbb/haq/201407/t20140717_280151.htm)
- 3) 能源技術創新“十三五”規畫, 国家能源局, 2016.12.
- 4) 原子力百科事典ATOMICA, 2006.9. (http://www.rist.or.jp/atomica/data/dat_detail.php?Title_Key=03-03-07-01)
- 5) 聯合ニュースサイト, 2014.5.26. (<http://japanese.yonhapnews.co.kr/headline/2014/05/26/0200000000AJP20140526001600882.HTML>)
- 6) 清華大学サイト, 2014.5.20. (http://www.inet.tsinghua.edu.cn/publish/inet/4019/2014/20140520135103196413541/20140520135103196413541_.html)

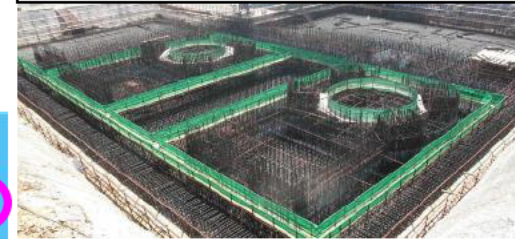
概要

- 開発目的：実証炉の建設と産業化¹⁾
- 設置場所：山東省威海市石島湾
- 開発目標：熱出力250 MWt×2、冷却材出口温度750℃²⁾
- 開発経緯：「国家中長期科学技術発展規画綱要」（2006年 国务院 公表）において、「国家重大特別プロジェクト」の1つに選定³⁾
- 「エネルギー技術創新“十三五”計画」（2016年12月 国家能源局 公表）の重点項目として、商業規模600 MW規模プラント(HTR-PM600)の普及を2016-2025年に実現することを目標¹⁾
- 開発状況：建設中
原子力用黒鉛製造工場を建設開始（年産10万トン）（2012年4月）⁴⁾
「方大炭素高温ガス炉原子力黒鉛総合研究センター」を設立(2013年2月)⁵⁾
燃料製造ラインでペブル型燃料20万個製造（2017年7月）⁶⁾

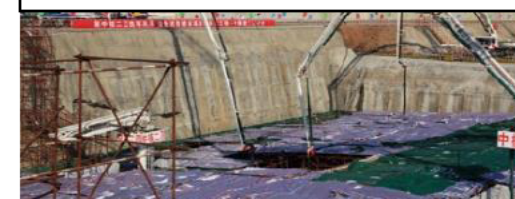
山東省威海市
石島湾



建設状況（2009年9月）



第一層コンクリート注入（2012年12月）



建設状況（2016年3月）



主要な組織²⁾

華能山東石島湾核電有限公司（国有企業）、
中核能源科技有限公司（合併会社）、清華大学

計画スケジュール^{7) 11)}

- 2017年：炉内黒鉛構造物組立
- 2020年：主冷却系圧力試験終了
- 2021年：臨界・低出力運転予定
- 2022年：全出力運転予定

資金源

中国華能集团公司(国有企業)47.5%、
中国核工業建設集团公司（国有企業）32.5%
及び清華大学(政府機関) 20%出資⁸⁾

- 総投資額は、約1,400億円¹⁰⁾

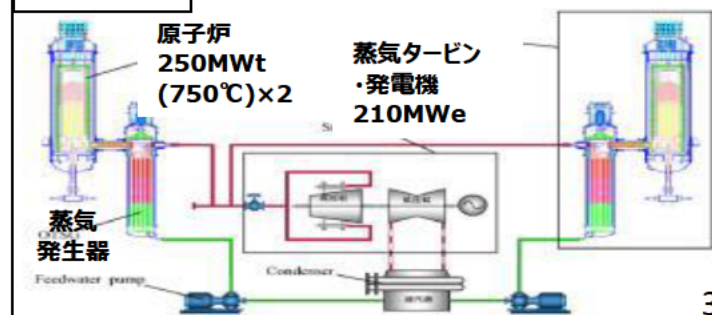
¹⁰⁾ 2020.3.4 大衆日報（中国共産党山東省委員会の機関紙）

外国との連携状況

東洋炭素（株）（民間企業、日本）が黒鉛納入契約締結（2008年）⁹⁾

1) 能源技術創新“十三五”規画、国家能源局、2016.12、2) Z. Zhang et al., Nuclear Engineering and Design, 239, 7, 1212-1219, 2009、3) 中国科学技術部、国家科技重大專項サイト(<http://www.nmp.gov.cn/zxjs/>)、4) 中国アルミニウムネットワークサイト、2012.4.16. (http://www.alu.cn/aluNews/NewsDisplay_788819.html)、5) 中国網サイト、2013.2.1. (<http://finance.china.com.cn/stock/20130201/1269241.shtml>)、6) 中国核能行業協会サイト、2017.7.18、7) 華能山東石島湾核電有限公司サイト、2016.11.7、8) 科学技術振興機構 中国総合研究交流センター、平成26年度版 中国の科学技術の現状と動向、2014、9) 住友商事(株)ニュースリリース、2008 (<http://www.sumitomocorp.co.jp/news/detail/id=26341>)、11) Fu LI, “Approach of Operational Startup for HTR-PM in China”, Virtual Side Event in IAEA 64th General Conference, 2020.9.24.

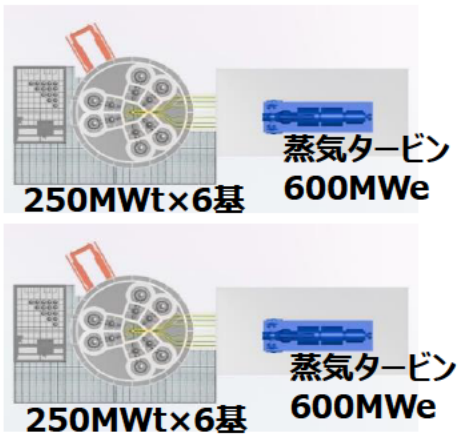
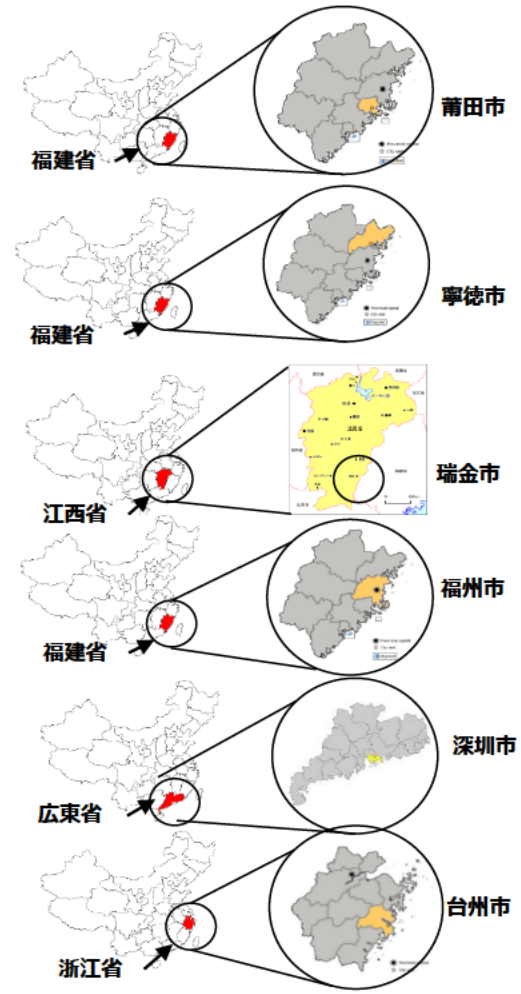
HTR-PM



HTR-PM600商用炉計画

- 高温ガス炉プラント概念の構築 (2×600MWe)
- HTR-PMの250MWt技術に基づくモジュラー化
- コージェネレーション (電気、プロセスヒート)
- 固有安全性確認
- PWRとの経済的競合性確認 (目標：7UScents/kWh)
- 政府出資30%、民間出資70% (R&Dは政府が100%出資)

- 福建省莆田 (ほでん) 市(地方政府)と中国核工業建設集团公司(中国核建：国有企業)が戦略的協力枠組み協定を締結。高温ガス炉建設に合意。莆田原子力発電建設準備事務所を設立(2013年5月) ¹⁾。
- 福建省寧徳市(ねいとくし) 霞浦(かほ)県で、600 MW高温ガス炉1基建設予定。中国華能集団公司在初期サイト調査。
- 江西省瑞金市(ずいきんし) で、中国核建が予備的実行可能性調査のレビュー²⁾。2021年の運転を目標³⁾に、600 MW高温ガス炉2基を建設する工事計画。
- 福建省福州市万安で中国核建が予備的実行可能性調査のレビュー⁴⁾。
- 広東省深圳市(しんせんし) 百安で中国核建が予備的実行可能性調査のレビュー。
- 浙江省台州市三門で、中国核建が予備的実行可能性調査のレビュー⁵⁾。



1)中国核建サイト、2013年5月13日 (<http://www.cnecc.com/g336/s1006/t12484.aspx>).
 2)中国核能行業協會サイト、2015年3月30日 (<http://www.china-nea.cn/html/2015-03/32322.html>).
 3)科学技術振興機構 中国総合研究交流センター、中国の原子力分野における研究開発の現状と動向 2016 (http://www.spc.jst.go.jp/investigation/downloads/r_2016_01.pdf).
 4)中国核建サイト、2016年4月19日 (<http://www.cnecc.com/g336/s877/t18905.aspx>).
 5)中国核建サイト、2017年11月21日 (<http://www.cnecc.com/g336/s1735/t20524.aspx>).