CC BY NC ND

ＲＡＨＰ
ニュースレター

No. １８

世界の高温ガス炉開発
～ 現状と将来計画 ～

２０１９ 年 ３ 月

高温ガス炉プラント研究会

Research Association of
High Temperature Gas Cooled Reactor Plant
(RAHP)
Tokyo, Japan

BY NC ND

1. はじめに

本ニュースレターは、日本の産業界（電力、原子力メーカー等）と学識経験者で構成する「高温ガス炉プラント研究会（RAHP）」が「高温ガス炉（High Temperature Gas Cooled Reactor = HTGR）」プラント開発に関して開発戦略検討、並びに国内・外（産、官、学、一般）向けの理解促進活動の一環として、定期的に、世界の高温ガス炉開発の背景、狙い、最新状況、将来計画等を調査し、その概要を紹介するものであり、2019 年 3 月末現在のものである。本年度のニュースレターは、「2017 年度版、RAHP ニュースレター No.17」を改訂する形で作成した。

2. 高温ガス炉開発の背景、狙い、最近の動向概要

世界は今、政治、経済、社会、環境が不安定化しており、①エネルギーの持続安定的確保、②地球温暖化の抑制が共通課題となっている。それらの主要な解決策として、オイルサンド、シェールガス等の「非在来型」化石燃料資源、並びに「原子力」、「水素」等「低炭素・クリーンエネルギー」の開発が鋭意行われている。中でも、持続性、クリーン性、多様性等の観点から「原子力」が見直され、2011 年に発生した「福島第一原発事故」以降も、一部の国は脱原発に向かったものの多くの国は、過酷事故時の安全性を強化しつつ、原子力の新規開発＆導入を進めようとしている。

「高温ガス炉」プラントは、それら原子力共通の特性に加えて、

1) 固有（本質的）安全性、高温性（750～1,000℃程度；発電、水素製造・プロセス熱利用（水素 発電、燃料電池、肥料製造、化石資源・バイオマスから輸送用燃料合成、地域熱供給、海水淡水化・・）、核不拡散（余剰 Pu 焼却）、資源有効活用、産業振興などの視点から、先進国、大需要国、資源国が開発や導入検討を進めている。最近の高温ガス炉プラント開発に関する顕著な動向は下記のとおり。
2) 中国で実証プラント（HTR-PM）が建設中。実用プラント設置計画も具体化中。
3) ポーランドで高温ガス炉の導入を計画。日本は国際協力により、この計画を支援。
4) 米国やカナダで仏国、独国、南アの技術使用の複数の開発計画が進行中。
5) 開発プログラムが途中で中止～停滞しているものも幾つかある。
6) 日本で国家戦略としての開発の在り方、ロードマップ等を議論中。原子炉に連結したガスタービン発電＆水素製造の実証計画が具体化中。
7) 開発対象はいずれも小型モジュール炉（SMR:1 基当り 300MWe 相当以下）プラントで、考えられている開発取組手順は概ね、当面は「高温ガス炉（HTGR）（750℃級、蒸気サイクル、発電と中温（～低温）熱利用）」、将来は「超高温ガス炉（VHTR）（850℃以上級、ガスサイクル、高効率発電と高効率水素製造など高温（～中～低温）熱利用）」。
8) 英国、カナダ、米国等が高温ガス炉も含めた SMR 導入を計画している。

以下に世界の高温ガス炉開発の最新状況を国別に概説する。また、直近のポーランド、中国の HTR-PM や米国の Xe-100 に関するトピックスや代表的会議での研究内容を第１表と第２表に示す。

CC BY NC ND

３．国別開発状況

3.1 米国

(1) Xe-100 プログラム

2013 年、X-energy 社が、LWR 使用済燃料の処理・処分、プロセス熱利用等を狙って、高温ガス炉開発プロジェクトを立ち上げた。Xe-100 はペブル型で、200MWth の熱出力のマルチパスの高温ガス炉である。2016 年に DOE はその開発に対し 5 年間で 40M$の資金提供を発表。2018 年 9 月の段階で設計の約 50%が完了し、2022/2023 年に設計を終了する予定。X-energy 社は、2018 年 11 月にセントラル社と契約を締結して、燃料製造工場の予備設計を開始した。また、2017 年 11 月に、ヨルダンに Xe-100 を建設することを想定して、ヨルダンの原子力委員会と覚書を締結。

(2) 次世代原子力プラント（NGNP）プログラム

1) 1993 年、米国（エネルギー省（DOE)、ゼネラルアトミックス（GA)、オークリッジ国立研 ORNL が参加）はロシア（原子力省 Rosatom、OKBM が参加）と共同で、核不拡散（核兵器解体 Pu の焼却処理）と発電利用を目的として「ガスタービン型モジュール式ヘリウムガス冷却炉（GT-MHR)」の開発を開始した。共同研究は 2013 年に終了したが、その成果は米国やロシアの夫々の後続開発プログラムの設計、提案等に生かされている。
2) DOE は、「2005 年エネルギー政策法（EPA-2005)」並びにそこに明記の官民連携の原則に基づき、「次世代原子力プラント（NGNP)」（実質的に高温ガス炉プラント）の開発・実証プログラムを推進した。途中、需要動向や技術的成熟度等の判断から、その主目的を「水素製造＆発電」から「熱利用＆発電」に、また冷却材出口温度条件も「950℃以上」から「当面 750～800℃程度」に変更した。
3) 「フェーズ 1（2005～2010 年；プラント概念設計、技術絞込み)」はほぼ終了したが、プログラム完遂までの費用、官民連携見通し等を考慮して、当初予定の「フェーズ 2（2011～2021 年；プラント詳細設計、建設、実証)」には入らず、現在は、内容を縮小し、被覆粒子燃料や高品質黒鉛材の製造や照射特性評価研究をアイダホ国立研究所(INL)等が実施中。フェーズ 1 では米国内外の産業界も参加、協力した。GA は上記 GT-MHR の進展版として「水素製造炉(H2-MHR)」、「蒸気サイクル炉(SC-MHR)」、「超高燃焼度炉（DB-MHR)」を、ウェスチングハウス（WH）は南ア PBMR 設計の進展版を、またアレバ（現在はフラマトム-USA）はフランス ANTARES 設計の進展版「蒸気サイクル炉（SC-HTGR)」を、夫々提案した。日本の三菱重工、東芝、富士電も提案側に参加、協力した。
4) 2016 年 3 月、米国、欧州、日本、韓国の産/官の参加を得てブロック（BI）型高温ガス炉実用化展開会議を開催した。この国際協力を PRIME 計画（国際実証炉計画）と呼ぶ。なお当「NGNP」プログラムは、DOE「新型原子炉技術（ART)」または「小型モジュール炉許認可技術支援（SMR-LTS)」プログラム枠内で継続中とのこと。

(3) MMR-5/10 プログラム

ニューメキシコ州を拠点とする Ultra Safe Nuclear Corporation（USNC）は、ブロック型高温ガス炉であるマイクロモジュール型原子炉（MMR-5：12MWt/5 MWe)を開発してい

る。MMR-10 もある。カナダ原子力安全委員会（CNSC）による許認可申請前設計審査(フェーズ１)は 2016 年 12 月に開始した。

(4) StarCore プログラム(カナダ、米国)

ケベック州の StarCore Nuclear 社のブロック型高温ガス炉(20MWe)で、遠隔地（ディーゼル及びプロパンの代替）用に設計され、衛星による遠隔制御を想定。カナダの原子力安全委員会（CNSC）で許認可申請前設計審査を開始予定。

3.2 欧州連合

フランス、オランダなど欧州連合（EU）加盟国が、次世代軽水炉、高速炉、高温ガス炉（水素製造、熱利用）を 3 本柱とする原子力開発共同戦略を展開中。

これまでに「欧州持続的原子力技術プラットフォーム（SNETP)」、「プロセス熱利用・水素・発電統合プロジェクト（RAPHAEL)」、「原子炉プロセス熱利用顧客要件評価（EUROPAIRS)」、「熱電併給向け先進炉研究開発（ARCHER)」等、一連の高温ガス炉プログラムを進め、それらの成果を引継いで「熱電併給産業イニシアティブ（NC2I)」を開始。現在は、NC2I と米国 NGNP アライアンスに、日本と韓国が加わった GEMINI＋プロジェクト（欧州に高温ガス炉熱電併給システムを展開するための共同研究開発プロジェクト）を推進中。

フランスは、上記 EU の活動に加えて、Areva が GT-MHR のフランス進展版「エネルギー供給用新型ガス冷却炉 Areva 新技術（ANTARES)」を開発し、現在、フラマトム-USA がその更なる改良版「蒸気サイクル高温ガス炉（SC-HTGR)」を、プロセス熱、発電及びコージェネレーション用途のための高温蒸気を使用してさまざまな市場に適用するように開発中。

ドイツ Siemens/HTR GmbH 社は HTR-M 技術をロシアに売却した。

ポーランド政府は、2025 年までに研究炉（10MWt）を、2031 年までに商用炉（165MWt）を導入する計画である。2050 年までにポーランド国内で 10-20 基、EU 全体で 100-200 基の需要を見込んでいる。

英／蘭／独の合弁ウラン濃縮会社 URENCO は、遠隔地熱電併給用小型高温ガス炉「ウランバッテリー炉（U-Battery)」を研究開発中。U-Battery は 2018 年、英国政府による先進モジュラー炉(AMR)プログラムの出資機関の一つに選定された。

3.3 南アフリカ

(1) ペブルベッドモジュール式高温ガス炉（PBMR）プログラム

国家エネルギー戦略の一環として、1993 年以降、国営電力（ESKOM）がドイツのモジュール式高温ガス炉（HTR-M）技術を基にして「PBMR」開発実証プログラムを推進し、世界の「第 4 世代炉」や「小型モジュール炉」開発に大きな影響を与えた。
しかし、「リーマンショック」で財政危機に陥り、2010 年に維持・管理下に置かれた。現在、PBMR の復活・活用策を模索中である。また、2016 年には出口温度 1200℃の AHTR-100 (100MWt/50MWe)の研究開発を開始した。

(2) トリウム燃料高温ガス炉（TH-100）プログラム

2011 年に南アのトリウム鉱山会社 Steenkampskraal（STL）が TH-100 プログラムを発足させた。トリウム（Th）は、ウラン（U）等核分裂性ドライバーとともに炉心内に置かれ親物質として使われる。南アでは、トリウム（Th）はレアアース（RE）採掘の副産物であり、その有効活用策または U 燃料の将来的な補完・代替策と位置付けている。

プラント概念設計を終え、現在、詳細設計・建設・運転のためのコンソーシアムを設立中。2014 年に Th 燃料製造施設の概念設計を実施。

(3) 高温モジュール炉（HTMR-100/25）プログラム

前記南ア STL 社と Neopanora 社が香港で設立した合弁会社 HTMR 社が、STL 社の TH-100 を派生させ、アジア等の熱電需要を目指した HTMR-100/25（発電用／熱電併給用、4 低濃縮 U 燃料または Th/Pu 燃料）を開発中。

3.4 中国

(1) 高温炉試験モジュール（HTR-10）プログラム

高温ガス炉開発は国家エネルギー計画の重要事項の 1 つとして位置付けられ、その一環で当試験炉プログラムの「フェーズ 1（蒸気タービンサイクル：HTR-10-ST)」を継続中。同時に「フェーズ 2（ガスタービンサイクル：HTR-10-GT)」への移行も準備中。2007 年 7 月から 2014 年 10 月まで保守作業等を実施。2014 年 11 月末に HTR-10 を再稼働。

(2) 高温炉ペブルベッドモジュール（HTR-PM）プログラム

HTR-10 の技術経験をベースにした当プログラムは、高温炉プラントの実証、実用化を目指すものであり、先ず 2 基構成の実証炉（HTR-PM200）プラントが、「福島原発過酷事故」（2011 年）後の安全性再レビューを経て、2012 年に山東省栄成（Rongcheng）市石島湾（Shidao Bay）地区で着工された。2020 年にグリッドへの接続を予定。

実用に向けて 2014 年に 6 基構成モジュールを 2 組備えた HTR-PM600 プラントの概念設計も終了した。将来に向けて更に高温の炉（HTR-PM+)、水素製造、Th 燃料炉等も検討中。

(3) 実用炉プラント設置プログラム、その他

2013 年、中国核工業建設集団公司と福建省甫田（Putian）市が、地方中核都市の経済発展計画の一環として、実用プラント（HTR-PM600）設置計画を発表した。狙いは雇用振興、石炭ガス化＆液化、淡水化、輸出等。2015 年に江西省瑞金（Ruijin）市も、2017 年着工、2021 年運開の計画を発表。

福建省霞浦(Xiapu)県寧徳(Ningde)で、華能霞浦核電有限公司が主体となり、HTR-PM600 を 1 基建設予定。

福建省福州（Fuzhou）市万安（Wan-an）で、HTR-PM600 の建設計画を検討中。2016 年 4 月、専門家により詳細なレビューが行われサイトが原子力発電所の要件を満たすことに合意。

浙江省台州（Taizhou）市三門（Sanmen）で、HTR-PM600 の建設計画を検討中。2017 年 11 月、電力規画設計総院によりサイトの詳細な技術審査が行われ、専門家の審査をパス。

広東省、湖北省、湖南省でも同様の計画がある。

3.5 韓国

(1) 原子力水素開発＆実証（NH2/NHDD）プログラム

開発目的は原子力水素製造システムの設計、建設、実証であり、開発目標は熱出力200MWt、冷却材出口温度950℃である。開発経緯は韓国原子力研究（KAERI）が原子力水素プログラムを提案(2004 年)。次いで韓国原子力委員会が原子力水素プログラムを承認(2008 年)した。現在の開発状況は、実証プラントの予備検討段階である。

国家戦略として水素製造を主目的にした当プログラムを推進中。2009 年に原子力水素連合（NHA）が成立。電力、重工、製鉄、石油等の関連主要産業が連携参加しており、また 2013 年以降、米国 NGNP 産業連携機構（3.1(2)の項を参照）も連携参加中。

3.6 インドネシア

(1) 多目的動力炉（MPPR）/インドネシア実験動力炉（I-EPR=RDE）プログラム

2010 年に国がエネルギー開発計画に熱電併給用原子炉を位置付けて以来、原子力庁（BATAN）が MPPR 開発を計画し、その最初の段階として I-EPR プラントの設置検討を開始した。2015 年にその概念設計国際競争入札が行われ、Roastom（ロシア）が落札した。2015 年の暮れに、熱出力1万kWの試験炉(RDE)の概念設計がRENUKO(Nukem、Roastom、Rekayasa、KOGAS)によって行われた。2018 年 3 月、RDE の詳細工学設計を開始した。

3.7 日本

高温ガス炉につき、1970 年代以降、原子力製鉄など原子力多目的利用の観点から、原研（JAERI、現原子力研究開発機構 JAEA）を中心として、原子炉メーカー、燃料メーカーなどが協力して、高温ガス炉の基礎的研究開発、ならびに高温工学試験研究炉(HTTR)プラントの設計、建設、運転、安全性実証試験、燃料・材料・機器開発を継続している。

現在、被覆粒子燃料製造、高品質黒鉛構造材製造、ヘリウム・ガスタービン設計、水素製造（ヨウ素・硫黄（IS）法)、圧力容器用大型鋼材鍛造等、その枢要技術では世界の最先端にいる。

日本は現在、国としてその実用化展開の計画は持っていないが、高温炉開発への国際協力や技術開発リードが要請されており、米国 NGNP へのプラント設計提案への協力、中国 HTR-10、HTR-PM への黒鉛構造材提供、カザフスタン KHTR やインドネシア開発計画への協力など展開中。2017 年 5 月にはポーランドの国立原子力研究センター（NCBJ）や英国の URENCO 社と高温ガス炉技術の協力を開始。2019 年 1 月末に、ポーランドにおいて第 1 回高温ガス炉技術セミナーを開催した。

2011 年の「福島過酷事故」を受けて、時の民主党政権が「原発ゼロ」方針を打ち出し、状況が混乱したが、その後、自公連立政権に交代し、2014 年に「第 4 次エネルギー基本計画」が策定され、「安全性が確認された原発は運転再開」、「高温ガス炉の研究開発は国際協力の下で推進」とされ、2018 年の第 5 次エネルギー基本計画においても同方針が示された。

2014 年、エネルギー、環境、国際貢献、ビジネス戦略等の観点から、当該炉プラントの開発の在り方、ロードマップ等の国家的議論が開始された。

(1) 高温工学試験研究炉（HTTR）プログラム

JAEA の HTTR プラント（30MWt、定格 850℃、高温 950℃）は、2011 年の福島事故以来、運転停止を余儀なくされたが、現在、早期の運転再開に向けて、新規性基準適合性確認のための審査を実地中。HTTR 使用による「OECD/NEA 炉心冷却材喪失試験国際共研（HTTR-LOFC)」を実施展開し、またガスタービン／水素製造技術開発＆実証(HTTR-GT/H2)計画を新規立上げ中。

(2) 小型蒸気サイクル式高温ガス炉（HTR50S、MHR-50/100）／ガスタービン式高温ガス炉（GTHTR300、MHR-100GT）／本質的安全高温ガス炉（NSHTR）／クリーンバーン高温ガス炉（CBHTR）プログラム

JAEA、三菱、東芝、富士電等が、単独または共同で、世界の多様かつ膨大な熱電需要、軽水炉使用済燃料中の Pu や TRU の燃焼処理、福島事故を教訓とした冷却材喪失や空気＆水侵入等の過酷事故条件下にも対応できる究極的安全炉の追求等の新しい視点から、それぞれ、750℃級の蒸気サイクルまたは 850℃級のガスサイクルの炉・プラントの概念設計、市場評価、ならびに耐酸化性に優れた被覆粒子燃料や黒鉛材料の開発試験を展開中。これらの炉／プラント設計には、GTHTR300 シリーズ（-X：発電用、-C：熱電併給用、-H：水素製造用、-A：全乾式プラント用等)、HTR50S、MHR-50/100、NSHTR、CBHTR、MHR-100GT 等が含まれる。

４．情報源

(1) 国際会議論文等： ICAPP2018（米国)、ICONE26（英国)、HTR2018(ポーランド)、日本原子力学会・2018 年秋の大会、等

(2) WEB 検索キーワード： 高温ガス炉、小型モジュール炉、次世代炉、原子力熱利用、水素製造等

(3) 2018 年度版、RAHP ニュースレター No.17、ＷＮＮ等のホームページ

５．本ニュースレターに関する問合せ先

高温ガス炉プラント研究会（RAHP）
事務局：（株）桜門イノベーションリサーチ、 東京都港区赤坂 7-6-41-302
E-mail: omonrahp@jcom.zaq.ne.jp（担当：石塚冬樹）

６．略語

Bl　　：　Block（type）ブロック（型）
Co-gen.：（Heat & Power）Co-generation （熱電）併給
GT　　：Gas Turbine ガスタービン
H2　　：Hydrogen 水素
HTGR　：High Temperature Gas Cooled Reactor 高温ガス炉
HTR　　：High Temperature Reactor 高温炉
Md　　：Module モジュール
Pe　　：Pebble-bed（type）ペブルベッド（型）
Pi　　：Pin-in block（type）ピンインブロック（型）
Pu　　：Plutonium プルトニウム
RE　　：Rare Earth 希土類（元素）
SMR　　：Small Modular Reactor 小型モジュール炉
ST　　：Steam Turbine 蒸気タービン
Th　　：Thorium トリウム
U　　：Uranium ウラン
VHTR　：Very High Temperature Reactor 超高温ガス炉

CC BY NC ND

第１表　ポーランド、ＨＴＲ-ＰＭとＸｅ-１００に関する最近のトピックス

ポーランド	日本-ポーランド外相会談：「日本・ポーランド戦略的パートナーシップに関する行動計画」において、高温ガス炉技術の研究開発を奨励。(2017.5.18) http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/press4_004624.html
	日本原子力研究開発機構：ポーランド及び英国と高温ガス炉技術の協力を開始 ～国産高温ガス炉技術の国際展開と国際標準化に向けて～ (2017.5.18) https://www.jaea.go.jp/02/press2017/p17051901/
	ポーランドのエネルギー省が高温ガス炉導入を検討する特別チームからの報告書を公開。 http://www.me.gov.pl/node/28011　Ostatnia aktualizacja: 2018-01-30
	世界原子力スポットライト(産業界や政府の代表が出席するハイレベルな会合)で、ポーランドの原子力エネルギー計画等について意見交換。(2018.11.20) https://www.eiseverywhere.com/ehome/368628
	ポーランドのエネルギー省がエネルギー政策案を公表。(2018.11.23) http://www.world-nuclear-news.org/Articles/Nuclear-included-in-Poland-s-draft-energy-policy
	ポーランドにおける高温ガス炉技術者の人材育成を推進～第 1 回高温ガス炉技術セミナー開催～ https://www.jaea.go.jp/02/press2018/p19013001/ (2019.1.30)
HTR-PM	HTGR 用燃料の大量製造（製造ライン：30 万個/年）を開始。(2017.7.18) http://english.gov.cn/news/top_news/2017/07/18/content_281475735868940.htm
	HTR-PM 炉心に球状減速材の装荷を４月５日に開始。 http://www.world-nuclear-news.org/NN-Fuel-loading-starts-at-Chinese-demonstration-HTGR-0704175.html
	蒸気発生器の試験ループでの熱流動実証試験が7月１４日に終了。 http://www.neimagazine.com/features/featurechinas-next-htr-5907644/featurechinas-next-htr-5907644-3.html
	原子炉圧力容器の蓋を 2017 年 12 月 27 日に据付け。 http://www.world-nuclear-news.org/NN-First-HTR-PM-vessel-head-in-place-0401185.html
	国家核安全局、石島湾の高温ガス炉の試運転を許可。(2018.3.21) http://www.fepc.or.jp/library/kaigai/kaigai_topics/1257816_4115.html
	HTR-PM 蒸気発生器に対して、空気による圧力試験を実施し合格。(2018.9.29) http://www.world-nuclear-news.org/Articles/HTR-PM-steam-generator-passes-pressure-tests 2019 年に運転開始の予定。
Xe-100	米Ｘ－エナジー社の小型HTR用燃料製造にセントラス社が協力。(2018.3.28) https://www.centrusenergy.com/news/x-energy-contracts-with-centrus-to-support-advanced-nuclear-fuel-fabrication-facility-work/
	X-エナジー社は NRC スタッフ同席で、燃料製造について議論するため公開会合を開催。(2018.8.24) https://www.prnewswire.com/news-releases/nrc-holds-first-public-meeting-for-x-energys-proposed-triso-x-fuel-fabrication-facility-300702783.html
	米Ｘ－エナジー社、小型HTR用燃料製造工場の予備設計を開始。(2018.11.30) http://www.world-nuclear-news.org/Articles/US-companies-collaborate-on-TRISO-fuel-facility

第2表　最近の代表的会議での高温ガス炉関連の研究内容

項目		会議名称				分野毎の合計
		ICAPP2018[*2]	ICONE26[*3]	原子力学会	HTR2018[*4]	
分野[*1]	燃料・FP・被ばく	0	3	2	32	37
	黒鉛・ダスト	2	5	0	11	18
	金属・高温機器	1	7	0	10	18
	核計算・核データ	1	2	2	17	22
	熱流動・安全	4	6	8	28	46
	その他原子炉関連	1	8	8	26	43
	熱利用系	0	3	0	4	7
トピックス		・米国:5、中国:3 ・MIT と日本との共同研究	・HTR-PM 関連:12 ・日本(JAEA、山梨大、神戸大) ・デジタル方式の計測・制御	・PRA[*5] と Pu 燃焼炉[*6] ｼﾘｰｽﾞ発表 ・SMR の動向 ・ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞの動向	・16 ヶ国 3 国際機関が発表(128 件) ・中国・米国・日本からの発表多数 ・ﾎﾟｰﾗﾝﾄﾞの動向	・各国の発表件数(国際会議) 中国:64,米国:42、日本:21、韓国:7、インドネシア:7、他 30 ・原子力学会春・秋の発表件数 JAEA:7、大学:9、ﾒｰｶ等:4
な研究傾向等		○世界的な傾向として、燃料と熱流動・安全分野の成果が数多く発表されている。 ○**日本**:核セキュリティと安全性が両立したプルトニウム燃焼高温ガス炉、HTTR をベースにした炉の高性能化や高温ガス炉の確率論的評価手法の開発等、社会的ニーズに沿った高温ガス炉技術の高度化研究を継続して着実に実施 ○**中国**:殆どが HTR-PM 関連と燃料製造技術等。HTR-PM 関連は 2019 年の運転開始に備えた研究成果 ○**米国**:INL 等からの燃料開発(製造・試験炉での照射実験等)や核熱流動分野、及び Xe-100 関連の研究成果 ＊1)高温ガス炉の特徴を考慮して、燃料(被覆粒子燃料)、黒鉛、金属/高温機器、核計算/核データ、熱流動/安全、その他原子炉関連、及び熱利用系の7つの研究分野に分類。 ＊2)The International Congress on Advances in Nuclear Power Plants, April 8-11, 2018, Charlotte, NC, USA ＊3)The 26th International Conference on Nuclear Engineering, July 22-26, 2018, London, England ＊4)9th International Topical Meeting on High Temperature Reactor Technology, October 8-10, 2018, Warsaw, Poland ＊5)高温ガス炉の確率論的安全評価手法の開発 ＊6)プルトニウム燃焼高温ガス炉を実現するセキュリティ強化型安全燃料開発				