

テピアの視点 トリウム利用に照準定めた中国—溶融塩炉開発が加速

2017年までに実験炉を建設へ

中国がトリウムを利用した溶融塩炉（Thorium Molten Salt Reactor: TMSR）の開発を加速している。

溶融塩炉は、原子炉容器内に黒鉛減速材を置きその間に溶融塩燃料を流動させる原子炉で、燃料塩自体が冷却材となる。トリウムを溶融塩の状態を使うのがトリウム溶融塩炉。従来の固形ウラン燃料と比べて、安全性や効率、廃棄物、核不拡散の点で優れているとされている。具体的には、トリウムの廃棄物は核兵器に簡単に転用できない、廃棄物の寿命は数百年程度でウラン燃料の数万年と比べてはるかに短い、液体のトリウム炉は高圧で運転されない、液体のトリウム炉は炉心溶融を起こさないとといった利点を持つ。

トリウム溶融塩炉は、米国のオークリッジ国立研究所で1960年代に研究が進められたが、材料や部品、プラントの維持、廃棄物管理等の面で技術的な困難に直面したため計画が中止された。

そうしたなかで中国科学院は2011年1月、戦略的先導科学技術特別プロジェクトの一環としてTMSRプロジェクトを開始することを明らかにした。中国科学院は当初、TMSRの開発を4段階で進めるとしていた。

まず、2015年までは問題発見期間として2MWの実験炉を建設しゼロ出力臨界を達成した後、2年後に2MWを達成する。次の5年間では、モジュール化炉の研究開発を開始するとともに10MWの実験炉の臨界を達成する。2020～30年は実証応用段階と位置づけられており、電気出力100MWの実証炉を建設し臨界を達成する。そして、2040年までに商業利用段階に持っていくという計画だ。なお最近の情報では、実験炉の完成は2017年、実証・普及時期は2035年頃と想定されている。

このプロジェクトを担当するのは中国科学院の上海応用物理研究所で、中心人物は中国科学院副院長・上海分院長、上海科技大学校長（学長）を務める江綿恒氏だ。江沢民元国家主席の子息といった方が話が早いかもしれない。

今年に入り1月21日には、「中国科学院トリウム溶融塩炉原子力システムエクセレントイノベーションセンター」が上海応用物理研究所内に設立された。同センターには、上海科技大学、上海有機化学研究所、上海高等研究院、金属研究所、長春応用化学研究所、上海ケイ酸塩研究所等が参加している。

上海応用物理研究所は2013年6月、中国核工業集团公司傘下の核燃料成型加工企业である中核北方核燃料元件有限公司との間で溶融塩炉燃料の研究製造を共同で行うなどとした技術協力枠組み協定を締結したと発表した。中核北方核燃料元件有限公司は、固体及び液体燃料の研究製造を担当する。なお、同集団の銭智民総経理と上海科技大学の江綿恒校長

は2014年3月、TMSRプロジェクトを共同で推進することに合意した。

同研究所は2013年11月、世界的な黒鉛、炭素製品メーカーの方大炭素新材料科技股份有限公司との間でもTMSR向けの原子力級黒鉛の研究開発を共同で実施する戦略枠組み協定を締結した。協定によると、共同で「熔融塩炉国産原子力黒鉛研究開発センター」を設立し、熔融塩炉向け黒鉛材料の研究開発を行う。具体的には、固体燃料と液体燃料を用いた熔融塩炉実験炉における国産の原子力級黒鉛の適用性・信頼性について共同研究を実施する。

国内に大量にあるトリウムの利用を視野に

在来の軽水炉に比べて多くのすぐれた特徴をもつことは分かるが、なぜ中国がそれほどまでにTMSRの開発に積極的なのか。江綿恒氏のリーダーシップによる部分が大きいことは言うまでもないが、それだけでこんな大がかりなプロジェクトに発展することはない。中国が国家重大プロジェクトに指定した高温ガス炉プロジェクトよりも力を入れているといっても過言でない。

ウランではなく、中国国内に豊富にあると推定されているトリウムを燃料として利用できることが最大の要因と言える。原子力は準国産エネルギーと位置付けられるが、国内に大量にあるトリウムが利用できるということになれば紛れもない国産エネルギーとなり、エネルギー安全保障の強化につながる。

TMSRが空母を含む艦船の動力に利用できる可能性を持っていることも理由の1つとしてあげられている。中国の原子力潜水艦の原子炉の信頼性や安全性には問題があるとかねてから指摘されている。英国でも2012年、海軍の技術者が軍艦用トリウム炉の設計を提案した。コンパクトなトリウム炉は、軍事基地のエネルギーを供給するためにも使用できるという指摘もある。

もっとも、中国核工業集団が開発したモジュール方式の小型炉(SMR)「ACP100」(もしくは同型炉をベースにした改良炉)を空母の動力源に利用する計画も浮上してきており、TMSRが艦船の動力としての利用が現段階で見込まれているかは明らかではない。

中国の熔融塩炉プロジェクトに米国が深く関与

中国のTMSRプロジェクトには米国が深くかかわっている。2011年1月、胡錦濤国家主席(当時)の米国訪問の際、米中クリーンエネルギー協力に関する共同声明が発表され、エネルギー研究開発協力の一環として、米エネルギー省(DOE)と中国科学院との間で、共同研究プログラムや情報交換を通じたエネルギー科学研究開発を促進する協定が調印された。この中には、高エネルギー物理や核物理、原子力科学、基礎エネルギー科学、環境科学などの分野が含まれている。

これを受け、DOEと中国科学院は2011年12月、原子力科学・技術に関する協定を締結し

た。この協定の中に、熔融塩炉システムの協力が盛り込まれた。具体的には、フッ化塩冷却高温炉（FHR）として知られているタイプの原子炉の開発を米国が支援するというもの。上海応用物理研究所の徐洪傑研究員が2013年10月に明らかにしたところによると、DOEのピーター・ライアンズ原子力担当次官補と江綿恒氏を共同議長とする執行委員会が設立されている。

DOEは、FHRの開発を支援するため、マサチューセッツ工科大学やカリフォルニア大学バークレー校、ウィスコンシン大学に750万ドルを提供した。ウェスチングハウス社が熔融塩炉技術の商業化に向けてDOEにアドバイスしているという情報もある。

中国、2022年までに研究開発人員を3200名に拡大へ

中国はエネルギーの安定供給というよりはむしろ、近年深刻化している大気汚染の解消のために原子力の利用拡大をはかっているとの指摘もある。確かに、国家発展改革委員会、国家能源局、環境保護部が2014年5月16日に公表した「エネルギー産業の大気汚染防止工作を強化する方案に関する通知」では、非化石エネルギーの消費割合を2015年までに11.4%、2017年までに13%まで高めるという目標を掲げた。

しかし、最近の中国の動きを見ていると、エネルギー安全保障、大気汚染防止だけでなく、原子力の持つポテンシャルを最大限引き出すことを考えていることは間違いないようだ。

最後に、中国がTMSRプロジェクトにどのくらいの予算と人員を投入しているか紹介しておこう。予算についてはほとんど公表されていないが、TMSRの実験炉プロジェクトに3億5000万ドルがついたという情報もある。一方、人員は現在は500名程度と見られている。

TMSRプロジェクトでは、上海市西北部の嘉定区に「TMSR コールド基地」、江蘇省大豊市に「TMSR ホット基地」を建設する計画だが、このうちコールド基地では2017年までに1000名規模、ホット基地では650名規模、また2022年までにコールド基地で1900名規模、ホット基地で1300名規模まで拡大することを見込んでいる。2022年時点では、3200名がTMSRプロジェクトに従事することになる。

翻って日本はどうか。第4世代炉として位置づけられ、中国でも国家プロジェクトとして開発が進められている高温ガス炉に関して言えば、日本の研究・技術者の数は現在、メーカーも含めて150~200名程度とみられている。新しい「エネルギー基本計画」の中で高温ガス炉の推進が盛り込まれたことから、まさかこのままの陣容で研究開発を進めることにはならないと思うが、それにしても中国との差は歴然としている。

(窪田秀雄)

目次

【中国現地便り】上海ディズニーランドが2015年末に開業へ	5
【中国】【エネルギー政策】中国首相、沿海部での原発新設などに言及	6
【中国】【環境保護】環境保護法を改正、15年1月から施行へ	6
【中国】【原子力発電】福建省の寧徳2号機が商業運転開始	6
【中国】【太陽光発電】中国の太陽光発電設備1942万kWに	7
【中国】【第13次5ヵ年計画】発改委が「13次5ヵ年」期の重大課題リスト公表	7
【中国】【天然ガス】中国、需要拡大受け天然ガスの受給が逼迫	8
【中国】【電力消費】第1四半期の電力消費量、対前年比5.4%増	9
【中国】【排出削減】二酸化炭素吸収源自主取引を推進	9
【中国】【風力発電】風力発電設備容量が8000万kWを越す	9
【中・韓】【原子力協力】中韓の原子力発電事業者が安全性向上で協力へ	9
【ベトナム】【工業団地】双日がベトナムで工業団地建設へ	10
【ベトナム】【リネンサプライ】日本企業とリネンサプライ合弁会社設立	10
【ベトナム】【環境汚染】環境汚染で製糖会社に罰金措置	10
【インドネシア】【ごみ】ジャカルタのごみ一時保管所不足	11
【ネパール】【気候変動】気候変動による河川流量の減少を予測	11
【米国】【原発の寿命延長】原発寿命の80年までの延長が具体化	12

【中国現地便り】上海ディズニーランドが2015年末に開業へ

米国ディズニーと中国のパートナー上海申迪集団は上海ディズニーランドに 8 億ドルの投資を追加した。受け入れ能力を拡大することが目的で、これによって総投資額は 55 億ドルに達した。新規投資分の 8 億ドルのうち、上海申迪集団と米国ディズニーの出資分はそれぞれ 57%、43%で、主に大型観光スポット及びレクリエーション施設の建設に充てられる。

上海ディズニーランドは 2011 年 4 月 11 日に正式に着工。2015 年 12 月 31 日に開業の予定となっている。上海ディズニーランドは中国初のディズニーランドで、世界的に見ても二番目に大きいテーマパークになる見込みである。

上海ディズニーランドは「クラシックディズニー」と「精彩中国風」を結びつけ、より多くの中国的な要素が追加される。これによって、ディズニー史上もっとも大きい人造湖ともっとも高い城が上海に出現する。



(<http://news.hexun.com/2014-05-08/164594525.html>)

(李 曉曦)

中 国

【中国】【エネルギー政策】中国首相、沿海部での原発新設などに言及

中国の李克強首相は4月18日、国家エネルギー委員会の第1回会合を主宰しエネルギー発展にかかわる戦略問題や重大プロジェクトについて討議した。李首相は、国内に足場を定めエネルギーの供給能力を着実に増強する必要があるとしたうえで、陸地と海洋部における石油・天然ガスの探査・開発を強化するとともに、シェールガスやシェールオイル、炭層ガスなどの非在来型の資源の開発を促進する必要性に言及した。

また同首相は、一連の重大プロジェクトに着工しなければならないとしたうえで、国際的にも最高の安全標準を採用し安全を確保するとの前提のもと、東部沿海地域において適宜、原子力発電所の新規プロジェクトをスタートさせる方針を明らかにした。このほか、風力発電や太陽光発電基地の建設を強化するとともに、電気自動車等のクリーン自動車の産業化を積極的に推進するとした。先進的なエネルギー技術設備の輸出も積極的にてがける考えを示した。

【中国】【環境保護】環境保護法を改正、15年1月から施行へ

全国人民代表大会常務委員会は2014年4月24日、「環境保護法」の改正案を可決した。1989年以来、25年ぶりの改正で2015年1月1日から施行される。

それによると、環境に深刻な汚染をもたらすプロセスや設備、製品の淘汰制度を国が実施するとしたうえで、いかなる組織や個人についても、こうしたプロセス、設備、製品を生産、販売、移転、使用してはならないとした。また、各級人民政府の環境保護主管部門に対して、法にしたがい環境情報を公開するとともに公衆の環境監督への参加手続きを整備するよう求めた。このほか改正法では、環境保護規則に対する違反行為への罰則を強化した。

【中国】【原子力発電】福建省の寧徳2号機が商業運転開始

福建省の寧徳原子力発電所2号機（PWR、108万9000kW）が2014年5月4日、商業運転を開始した。福建省としては2基目の原子力発電所で、同1号機と合わせて同省の原子力発電設備容量は217万8000kWとなった。同発電所では、中国広核集団がフランスの炉を

ベースに開発した「CPR1000」型炉が採用されている。

同機の運転開始により、中国で運転中の原子力発電所は合計 19 基、1691.4 万 kW となった。建設中は、29 基、3183.1 万 kW。

【中国】【太陽光発電】中国の太陽光発電設備 1942 万 kW に

中国国家能源局は 2014 年 4 月 28 日、送電網に接続された太陽光発電設備容量が 2013 年末時点で 1942 万 kW に達したことを明らかにした。同年の累計発電電力量は 90 億 kWh を記録した。2013 年には、前年の合計設備容量のほぼ 3 倍に匹敵する 1292 万 kW の太陽光発電設備が新たに運転を開始した。

【中国】【第 13 次 5 ヶ年計画】発改委が「13 次 5 ヶ年」期の重大課題リスト公表

国家発展改革委員会は 2014 年 4 月 23 日、2016 年からスタートする「第 13 次 5 ヶ年」期の前期研究重大課題リストを公表した。戦略的新興産業や中国企業による海外進出（走出去）戦略研究などがリストアップされた。

「第 13 次 5 ヶ年」期の前期研究重大課題

1	国際環境変化及び我が国の発展への影響
2	経済転換アップグレード駆動メカニズム・制度環境研究
3	イノベーション駆動による戦略重点・イノベーション型国家建設研究
4	教育の現代化推進と人材強国、人力資源強国構築研究
5	経済構造調整の重点方向・戦略措置研究
6	消費需要拡大の長期有効メカニズム研究
7	工業構造のアップグレード・配置最適化研究
8	現代農業発展戦略・食糧安全戦略研究
9	情報経済発展研究
10	戦略的新興産業発展研究
11	サービス業発展重点・メカニズム研究
12	住宅保障体系・不動産健全発展研究

13	我が国の地域発展重点・地域協調発展メカニズム研究
14	生態文明建設・制度研究
15	環境管理重点・モデルイノベーション研究
16	地球規模の気候変動対応及びグリーン低炭素発展研究
17	社会主義文化強国建設研究
18	人口発展戦略・政策研究
19	健康保障発展問題研究
20	貧困扶養脱貧困改善メカニズム研究
21	国有企業改革・非公有制経済発展研究
22	公共サービス重点・財政保障メカニズム研究
23	金融市場体系・リスク防止改善研究
24	対外開放戦略・開放新形態研究
25	我が国企業の海外進出（走出去）発展戦略研究

【中国】【天然ガス】中国、需要拡大受け天然ガスの供給が逼迫

中国国務院弁公庁は2014年4月14日、国家発展改革委員会の「天然ガスの安定供給を保障する長期有効メカニズムの構築に関する若干意見」を各省や自治区等の関係機関に通知した。一部の地域で天然ガスの供給が逼迫していることを踏まえたもの。

同意見では、4つの主要任務を掲げた。それによると、天然ガスの供給能力を2020年までに4000億 m^3 ～4200億 m^3 まで引き上げるとした。また、都市化の発展プロセスにおける住宅用ガスや集中熱供給向けのガスに加えて、路線バスやタクシー向け等の民生用天然ガスの需要を満たすとした。さらに、石炭を天然ガスで代替するプロジェクトを推進するとしたうえで、2020年までにこのための天然ガスの累積需要1120億 m^3 を確保する方針を示した。このほか、シェールガス等の非在来型の資源の探査開発に対する政策面での支援を強化する考えも明らかにした。

中国では、天然ガスを燃料とした発電所の発電コストが石炭火力のその2～3倍に達するとみられているが、「国務院の大気汚染防止行動計画の公布に関する通知」の着実な実施をめざし、石炭よりクリーンな天然ガスの利用拡大の方針が打ち出されている。

【中国】【電力消費】 第1四半期の電力消費量、対前年比5.4%増

中国国家能源局は2014年4月15日、3月の電力消費量が4544億kWhとなり対前年同月比で7.2%の伸びを示したことを明らかにした。また、今年1月から3月の電力消費量は1兆2788億kWhとなり、対前年同期比では5.4%の増加となった。産業別に見ると、第一次産業が174億kWhで対前年比7%減となったほか、第二次産業9133億kWh(同5.3%増)、第三次産業1633億kWh(同6.6%増)、都市・農村部住民の生活向け1848億kWh(同6%増)など。なお、1月から3月の間に新規に1315万kWの発電設備が運転を開始した。このうち、火力発電は566万kW、水力発電は409万kWだった。これによって、3月末の中国全体の発電設備容量(6000kW以上の発電所を集計)は12億2392万kWとなった。

【中国】【排出削減】 二酸化炭素吸収源自主取引を推進

国家林業局は2014年6月1日から「国家林業局林業二酸化炭素吸収源取引に関する指導意見」を実施に移す。国家発展改革委員会が策定した「温室効果ガス自主排出削減取引管理暫定弁法」に従ったもの。

同意見によると、中国の関連法律法規制と政策規定を守ることを前提に、国内外を問わず、企業や団体、個人が取引に参加できる。また、各地は林業二酸化炭素方法論の開発と技術規範など自主取引への支援を積極的に展開する。取引価格を決定するため、取引コストに関する研究を強化する。

【中国】【風力発電】 風力発電設備容量が8000万kWを越す

中国国家能源局は4月30日、中国の風力発電設備容量が送電網に接続された分だけで3月末時点で8055万kWに達したことを明らかにした。これは前年から24%の増加。なお今年第1四半期(1月から3月)の送電量は前年同期比9%増の366億kWhとなった。一方、全国の風力発電廃棄量は48億kWhで、前年同期に比べて20億kWh減少した。

【中・韓】【原子力協力】 中韓の原子力発電事業者が安全性向上で協力へ

中国核能電力股份有限公司と韓国水力原子力会社は4月18日、技術協力了解覚書を締結した。中国核能電力は中国核工業集団会社が97%出資する持ち株会社で傘下に原子力発電会社を抱える。韓国水力原子力会社は、23基・約2000万kWの原子力発電所を運転するほ

か5基・約660万kWの原子力発電所を建設している。両社は、双方の原子力発電所の安全性や信頼性の向上でさらに協力を強化する。

アジア

【ベトナム】【工業団地】 双日がベトナムで工業団地建設へ

2014年4月28日付『投資新聞』によると、双日はベトナム国内に3~4カ所の工業団地を建設する計画だ。双日の加藤英明アジア・大洋州総支配人によると、双日はベトナム市場に高い関心を持っており、これまでに20以上の工場に投資した。また、双日はロンドゥック工業団地（ドンナイ省）、ロンビン工業団地（ドンナイ省）のインフラ開発にも投資した。ベトナム計画投資省によると、双日はホーチミン市の郊外で27ヘクタールの工業団地の建設に着手した。

【ベトナム】【リネンサプライ】 日本企業とリネンサプライ合弁会社設立

2014年5月1日付けの『投資新聞』によると、Phong Phu社（Phong Phu Corp）と広瀬商会（日本）がこのほどリネンサプライサービス（LSS）の合弁会社を設立した。ホーチミン市と周辺の五つ星ホテルや高級マンションに高品質の製品・サービスを提供する。

フェーズ1の投資額は300万ドル以上。フェーズ2では、ザンディーン工業団地（ドンナイ省）の工場の洗浄能力を現在の1日あたり18トンから50トンに拡張する。

Phong Phu社のファム・スアン・トリン社長によると、広瀬商会との協力は2010年にスタート。当初の売り上げは50万ドルに過ぎなかったが、現時点に二者間の契約の価値は380万ドルまで伸びた。

【ベトナム】【環境汚染】 環境汚染で製糖会社に罰金措置

タインホア省で操業する製糖会社が、大気汚染及び未処理排水の放流により、当局から3万3300米ドルの罰金を命じられたことが明らかになった。4月28日付『Vietnam News』が報じた。

それによると、ベトナム中部タインホア省にあるViet Nam - Taiwan Sugar Companyは、未処理の排水を運河に放流し、また規定値の3.64倍を超える一酸化炭素を大気中に放出し

ており、周辺住民からの苦情が多くあったという。Viet Nam - Taiwan Sugar Company の副社長は、周辺住民と当局を交えた話し合いの場で、同社が環境汚染の原因であることを認めなかった。

【インドネシア】【ごみ】ジャカルタのごみ一時保管所不足

ジャカルタ首都特別州におけるごみの一時保管所（TPS）の数が非常に不足しており、住民は道端や空き地にごみを捨てざるを得ない状況となっている。2014年4月24日付『Kompas』が伝えた。

ジャカルタ首都特別州清掃局によると、同州の一日当たりのごみの量は平均 6300 トンで、このうち約 6 割が家庭からでるごみである。道路には常にごみが散らばり悪臭を放っているため、2013 年に条例で定めた道路、川、公園など公共の場所にごみを捨てた場合に課せられる罰金（最高額約 5000 円）などの適用にも支障をきたしている。

【ネパール】【気候変動】気候変動による河川流量の減少を予測

カトマンズで発表された「ネパールの主要リスクに関する気候変動の経済影響評価（Economic Impact Assessment of Climate Change for Key Risks in Nepal）」と題するレポートによると、気候変動により、今後数十年に亘って特に乾期に河川の流量が大きく減少し、発電能力に影響を及ぼす可能性が高いことが明らかになった。2014年4月28日付『republica』が伝えた。

ネパール科学技術環境省が、IDS-ネパール（Integrated Development Society Nepal）などと共同で発表したレポートによると、河川流量の減少により、より多くの発電所の建設が必要になり、2050年に想定されている電力需要の 280 万 kW を満たすためには水力発電分野での投資が 26 億米ドルに増加すると予測されている。

「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）も確認している通り、地球温暖化でヒマラヤの氷河が溶け、数十年は雪溶けにより河川の流量が安定してもある時点からは河川の流量が大きく減少する。レポートでは、ネパールは気候変動の大きなリスクを抱えており、先進国は気候変動の影響への適応を急ぐ必要があると強調している。

米 国

【米国】【原発の寿命延長】 原発寿命の 80 年までの延長が具体化

100 基の原子力発電所が稼働する世界最大の原子力発電国である米国では、既存原子力発電所の運転期間を 80 年まで延長する計画が具体化してきた。米国では、当初の 40 年間という運転認可（ライセンス）を 60 年まで延長する認可を 73 基の原子力発電所が取得しているほか、さらに 18 基が認可の取得を待っている。

米国のドミニオン・リソーシズ社は、バージニア州やコネチカット州で運転する 6 基の原子力発電所を最長で 80 年まで運転する認可を取得する検討に入った。これらの原子力発電所はすでに 60 年までの運転認可を取得している。