

各国の高速炉サイクル開発の状況（ドラフト\_120106\_R3）

|   | 仏国  | 露国   | インド   | 中国   | 韓国   | 米国  |
|---|---|--|---|--|--|---|
| <p><b>1) 開発目標</b></p> <p>高速炉サイクル技術の開発目的</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>資源論 / 環境負荷低減</li> <li>政策文書</li> <li>研究機関の想定</li> </ul> | <p>・2006年改正バタイユ法*1に基づき、分離・核変換の産業化の見通しと実証を目的にASTRID計画を推進。</p> <p>*1:放射性廃棄物管理に関する法律第2006-739号)</p> <p>・仏国 CEA は、高速炉サイクル技術は、<u>環境負荷低減と資源有効利用の観点から将来的に有用な技術としている。</u></p> | <p>2010年連邦目標計画では、<u>放射性廃棄物による環境負荷の低減とウラン資源有効利用を目的とし、合わせて世界市場での競争力維持を狙う。</u></p>  | <p>・(印原子力委員会の見解)</p> <p>-先進国並みの生活水準向上のためには、2050年頃までに電力設備容量の8~10倍増大が必要。</p> <p>-エネルギー安定供給と環境負荷低減の観点から原子力発電の大幅増大が必要。</p> <p>-さらに国内ウラン資源の制約から、<u>高速炉導入が不可欠。</u></p>  | <p>・経済発展に伴い電力需要が急増。国家能源局の12次5か年期間(2011~2015年)の現代エネルギー産業体系構築の8重要視点では、エネルギー構造の改良策として原子力利用を積極的に推進。</p> <p>石炭火力(現在、発電量の約8割)は、資源(内陸部)と需要地(沿岸)間の資源輸送能力が不十分。</p> <p>・2006年「国家中長期科学技術発展計画」で、高速炉技術を今後、取り組むべき技術とした。</p> <p>・中国 GIAE によれば、高速炉サイクル開発の目的として、資源有効利用、環境負荷低減、原子力の導入拡大を挙げている。</p> | <p>高レベル廃棄物の減容及び毒性低減及びウラン資源の有効利用の観点から、軽水炉使用済燃料の乾式処理技術と高速炉による核変換の研究開発を、長期的観点から推進。</p> <p>韓国は、米国との原子力協定により、フランス政策が課せられている。2016年にはサイト内の使用済燃料貯蔵容量が飽和に達する見込みで、集中貯蔵施設の計画もあるが立地点が未定</p>                            | <p>・2009年 オバマ政権発足後、長期的な R&amp;D を主体とする政策に変更。</p> <p>・2010年 ユッカマウンテン計画の代替案を包括的に検討するブルーリボン委員会を設立。報告書案(2011年)では先進的技術に係る研究開発の継続を提言。</p> <p>2006年の GNEP(グローバル原子力エネルギー・パートナーシップ)構想では、①資源有効利用と廃棄物低減、②クリーンエネルギー開発による世界の成長・繁栄促進、③核拡散リスクの低減、を目的に2020年頃の先進的リサイクル炉(ARR)実現を計画。</p> |
| <p><b>2) 開発戦略</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>主なマイルストーン</li> <li>国際協力</li> </ul>   | <p>・ASTRID 計画</p> <p>-2012年 分離・核変換の「産業化見直し」を評価、開発継続の可否を判断</p> <p>-2020年頃の運開</p> <p>・GIF、INPRO への参加</p> <p>・日仏米、日仏、仏米、仏露、仏印協力</p>                                      | <p>・実験炉 BOR60、原型炉 BN600 を運転中</p> <p>・2014年 実証炉 BN800 運転開始予定</p> <p>・2019年 多目的実験炉 MBIR(BOR60の後継施設)の運転開始予定</p> <p>・2020年 商用炉 BN1200 運転開始予定</p> <p>・GIF、INPRO への参加</p> <p>・米露、仏露、印露協力</p> <p>・中国への技術協力(BN800タイプのプラント建設計画)</p> | <p>・実験炉(FBTR)を運転中。</p> <p>・2012年 原型炉(PFBR)完成予定</p> <p>・2023年までに商用高速炉(PFBR規模)を6基建設</p> <p>・豊富な国内トリウム資源の有効利用を目指したトリウムサイクル確立に向け、途中段階のステップとして高速炉サイクルを開発中。</p> <p>・各国との原子力協定の締結を進め、ロシアとは2010年に高速炉開発を含む協定に合意。(フランスとは2010年に原子力科学技術に関する協力取決めを締結)</p> <p>・INPRO への参加</p> | <p>・ロシアとの協力により開発された実験炉CEFRは2010年に臨界、2011年に初送電</p> <p>・2022年運開を目標に国産技術による実証炉(1000MWe)の開発を推進。</p> <p>・国産技術開発とは別に、ロシア BN-800タイプの実証炉2基の建設を、2009年に中露間で合意(1号機は2018年に運開、2号機は2019年運開の予定。また、3号と4号の建設計画もある。</p> <p>・GIF、INPROへの参加</p>  | <p>・2011年11月に改定された原子力長期計画(韓国原子力委員会)では、2028年にSFR、原型炉を運転開始</p> <p>・併行して乾式処理施設を建設予定</p> <p>・2014年の米韓原子力協定見直しでは再処理の了解が得られるかがポイント</p> <p>・韓国原子力研究所(KAERI)の計画では、2040年頃からSFR商業炉を運転開始予定</p> <p>・GIF、INPRO への参加</p> | <p>・2000年以降、原子力開発に関する世界の主導権を常に握り、戦略的に活動(例えば、GIFの設立、GNEP構想(2009年のオバマ政権発足により終了)等。</p> <p>・現時点では、米国自身は開発プロジェクトを有していない。</p> <p>・FY2012 予算では、ブルーリボン委員会の最終報告書発行後6か月以内にDOEによる核廃棄物処分戦略の提示を指示。</p> <p>・GIF、INPRO への参加</p> <p>・日仏米、日米、米露協力</p>                                  |
| <p><b>3) 軽水炉サイクルとの関係</b></p>  | <p>仏電力会社 EDF の想定によれば、2040年頃から第4世代炉を順次導入予定。第3+世代炉との併存が続く。</p>  | <p>露の研究機関 IPPE によれば、劣化ウラン・天然ウラン・天然トリウムを、核燃料資源として高速炉サイクル(U、Pu、MA)と熱中性子炉サイクル(Th232、U233)の共存を想定</p>   | <p>・重水炉、軽水炉、高速炉の併存を考えているが、主は高速炉(トリウムサイクルは増殖性に劣るため、2050年頃まではU-Pu燃料を用いた高速炉サイクルが主体)</p>  | <p>中国は基本的な原子力利用方針として、軽水炉、高速増殖炉、核融合の3段階を進めることにしている。</p>   | <p>韓国研究機関 KAERI の想定では、2040年頃からのSFRの本格導入後も、軽水炉との併存を考えている。</p>   | <p>現時点では、高速炉サイクル利用を指向した具体的な計画は有していない。</p>   |

・GIF: Generation IV International Forum (第4世代原子力システム国際フォーラム)  
 ・INPRO: International Project on Innovative Nuclear Reactors and Fuel Cycles (革新的原子炉及び燃料サイクル国際プロジェクト)

|  | 仏国   | 露国   | インド   | 中国  | 韓国                            | 米国   |
|--|--|--|---|---|-------------------------------|--|
| <b>4) 燃料</b><br>・Pu等の供給元<br>・燃料形態                              | これまでに貯蔵されている軽水炉使用済燃料からのPuを利用   | ・当面は解体核Puを利用<br>・その後、軽水炉使用済燃料からのPuを利用  | ・重水炉の使用済燃料からのPuを利用（高速炉を保障措置対象施設とすることで、海外導入軽水炉の使用済燃料からのPu利用も検討中）<br>・当面はMOX燃料を使用するが、 <b>将来的には高増殖の金属燃料に移行予定</b>   | CIAEの想定によれば、軽水炉使用済燃料から回収したPuを利用。<br>当初はMOX燃料炉心だが <b>将来的には高増殖の金属燃料炉心を想定</b> 。  | ・軽水炉使用済燃料から回収したPuを利用<br>・金属燃料 | 現時点では、高速炉サイクル利用を指向した具体的な計画は有していない。   |
| <b>5) 開発予算</b>   | ASTRID開発費は2010年に国家予算に組み込まれ、2017年までの研究開発費として約6.5億€(約741億円【114円/€】)の投資を決定  | 2010年連邦目標計画では、第4世代炉高速炉サイクル開発に2020年までに1082億ルーブル(約2923億円【2.7円/ルーブル】)を投入する計画        | 2011年度高速炉サイクル関連予算(1.8円/1ルピーで換算)<br>・Indira Gandhi Centre for Atomic Research (IGCAR)<br><高速炉サイクル関連技術開発><br>7,387百万ルピー(約133億円)<br><br>・Bharatiya Nabhiya Vidyut Nigam Ltd.<br><原型炉PFBRの建設に係る経費><br>10,250百万ルピー(約185億円)<br><br>(参考)<br>・Bhabha Atomic Research Centre<br><基礎研究、一部に高速炉サイクル関係><br>26,480百万ルピー(約477億円) | 不明  | 不明                            | DOEのFY2012予算(2011.12時点)の内、高速炉及び燃料サイクル開発に関連すると考えられる項目は以下の通り(78円/ドルで換算)。<br><br>・燃料サイクルR&D*:<br>157M\$(122.7億円)<br><br>・先進的原子炉R&D:<br>21.9M\$(17.1億円)<br><br>*使用済燃料の輸送・貯蔵・処分等のR&Dを除く |
| <b>6) SFR以外の幅広い技術分野への対応</b><br>・Na以外の冷却材<br>・ADS<br>・トリウムサイクル等 | ・2006年改正バタイユ法では、長半減期放射性元素の分離・変換に関して、「次世代原子炉及び加速器駆動システムの調査、研究と連携して推進する」としており、ADSの研究も進められていると考えられる。<br>・Na冷却材の代替オプションとしてHeガス冷却材の高速炉の設計研究を実施。 | ・2010年の連邦目標計画では、鉛冷却高速炉、鉛ビスマス冷却高速炉の開発を進める計画となっている。<br>・一部の研究所でトリウム利用に関する基礎研究を実施中。 | ・豊富な国内トリウム資源の有効利用を目指したトリウムサイクルへの移行を予定しており、以下の3段階の原子力開発を推進。<br>①重水炉(Pu生産)<br>②高速炉(U233生産)<br>③改良型重水炉(トリウム利用)<br>・現在は第2段階の高速炉サイクルを開発中。  | ・中国原子能研究院(CIAE)では、MA燃焼を目的としたADSの基礎研究を推進。<br><br>・レアアース生産に伴いトリウムを含む残渣が大量に存在。カナダとの協力でCANDU炉でのトリウム燃料照射実験を実施中。またトリウム溶融塩炉の建設も計画。 | 国立研究所、大学、民間会社等でトリウム燃料の研究を実施。  |  |