

ドイツの核開発能力

——原発閉鎖後に残る関連施設と核物質——

津 崎 直 人

1. はじめに
2. ウラン濃縮施設（及びウラン燃料加工施設）
 - 2.1 ウラン濃縮施設
 - 2.2 ウレンコ株売却問題
 - 2.3 ウラン燃料加工施設
3. 研究炉，特に FRM2
 - 3.1 研究炉の現況
 - 3.2 FRM2
 - 3.3 高濃縮ウランの保有量
4. 備蓄プルトニウム
 - 4.1 備蓄プルトニウム
 - 4.2 再処理されないプルトニウム
5. おわりに

1. はじめに

ドイツのメルケル（Angela Merkel）政権が2011年、福島原発事故を受けて2022年までの原発の完全閉鎖，すなわち「脱原発」を決定したことについては日本でも強い関心が抱かれ，多くの研究がなされている。また，原発の閉鎖後，大量の放射性廃棄物が残る問題への関心も強い¹⁾。しかし，原

1) Jörg Radtke und Bettina Hennig (Hg.), *Die deutsche „Energiewende“ nach Fukushima: Der wissenschaftliche Diskurs zwischen. Atomausstieg und Wachstumsdebatte*, Marburg, Metropolis Verlag. 2013; Wolfgang Sternstein, *Atomkraft – nein danke!: Der lange Weg zum Ausstieg. Die Geschichte der Anti-Atomkraft-Bewegung*, Frankfurt am Main, Brandes & Apsel, 2013; Ulrich Dornsiepen, *Atom Müll – wohin?*, Darmstadt, Theiss, 2015. 若尾祐司・本田 宏編著『反核から脱原発へ——ドイツとヨーロッパ諸国の選択』昭和堂，2012年。川名英之『なぜドイツは脱原発を選んだのか——巨大大事故・市民運動・国家』合同出版，2013年。渡辺富久子「ドイ

発以外の原子力関連施設や、放射性廃棄物以外の核物質が残る可能性がある問題には十分な注意が払われておらず、それらを体系的に分析した研究はない。なお、ドイツでは原発だけではなく、関連施設や核物質を含め、原子力の全体を完全に廃棄することを目指す動きがあり、それは「脱原子力 (Atomausstieg)」と呼ばれる。「脱原発」と「脱原子力」は峻別せねばならず、前者が完遂されても後者が完遂されるとは限らず、具体的には2022年以降、以下の原子力関連施設や核物質が残る可能性に注意する必要がある。すなわち、ウラン濃縮施設 (及びウラン燃料加工施設)、6基の研究炉、特に、研究炉 FRM2 で使用されている兵器級高濃縮ウラン、備蓄プルトニウム。

これらについては (民生用の) 原子力の問題としてだけではなく、核兵器の開発に利用できるという問題に関しても注意する必要がある。そのために、原子力に基づく核開発能力の問題について説明しておきたい。すなわち、まず、ドイツは、西ドイツ (以下「西独」) 時代の1950年代から原子力を大規模に発展させていたため、70年代に核拡散防止条約 (NPT) に非核保有国として加盟した後も、高度に発展した原子力を保持し、それは核兵器の開発に利用できるものであったことが様々な研究で指摘されている²⁾。しかし、西独 (ドイツ) では70年代以降、現在に至るまで脱原子力の動きが急激に強まったため、原子力が衰退し、従って、原子力に基づく核開発能力も衰退した。しかし、脱原子力が完遂されない限り、原子力に基づく核開発能力が完全になくなる訳ではなく、そのような能力の保持を可能にするものとして、上記の原子力関連施設や核物質に注意する必要がある。ただし、ドイツはNPTを強く重視しているため、核開発と保有を目

↘ ツにおける高レベル放射性廃棄物最終処分地の選定』『外国の立法』258号 (2013年12月)、80-101頁。

2) Matthias Küntzel, *Bonn und die Bombe: Deutsche Atomwaffenpolitik von Adenauer bis Brandt*, Frankfurt am Main, Campus Verlag, 1992; Stephan Geier, *Schwellemnacht: Bonns heimliche Atomdiplomatie von Adenauer bis Schmidt*, Paderborn, Ferdinand Schöningh, 2013.

指すことは殆ど考えられないが、それでも、今後も核開発能力を保持する可能性があることは無視し難い問題である。

以上のように、ウラン濃縮施設（及びウラン燃料加工施設）、FRM2 で使用される高濃縮ウラン、備蓄プルトニウムに注意する必要がある、以下、これらについて順次、詳しく分析する。

2. ウラン濃縮施設（及びウラン燃料加工施設）

2.1 ウラン濃縮施設

まず、ウラン濃縮について説明しておきたい。自然界で産出される天然ウランの大部分は、核分裂反応を起こさず、従って、原子力を生み出さないウラン238によって構成されている（約99.3%）が、天然ウランには微量ながら、核分裂反応を起こし、原子力の源となるウラン235が含まれている（約0.7%）。天然ウランを利用して原子力を生み出すためには、ウラン235の濃度を高める必要があり、高める作業がウラン濃縮と呼ばれ、濃縮を行う施設がウラン濃縮施設である。そして、原発で発電を行うための燃料としてウランを利用するためには、ウラン235の濃度を約3～5%にまで上げる必要があり、このレベルの濃度のウランは低濃縮ウランと呼ばれる。ウラン235の濃度が90%以上に達すると、原爆（ウラン型原爆）の原料として利用可能で、この濃度のウランは（兵器級）高濃縮ウランと呼ばれる。低濃縮ウランも高濃縮ウランも同一の技術で、同一の施設で製造可能である。

そして、ドイツではラインラント＝プファルツ州のグローナウにウラン濃縮施設がある。この施設による低濃縮ウランの生産能力は年間4千トン以上に達し、それは全世界における低濃縮ウランの総生産量の約7%を占め、約20基の原発を稼働させ続けることができる量に相当し、その多くは国外にも輸出されている。ただし、ドイツが単独でこの施設を所有している訳ではない。所有しているのは、1970年に西独、イギリス、オランダ政府の共同で設立された国際合弁企業のウレンコ（URENCO）である。ウレンコはこれら3国及びアメリカにおいて複数のウラン濃縮施設を所有して

いる。なお、現在、ウレンコにドイツの事業主体として参加し、株式を所有しているのは政府ではなく、電力会社のRWE及びエーオンであるが、ドイツ政府は現在でもウレンコの諸問題について一定の影響力を保っている（株式は、イギリスとオランダがそれぞれ三分の一、RWEとエーオンがそれぞれ六分の一を所有している）³⁾。

なお、パキスタンの核開発において中心的な役割を果たしたカーン（Abdul Qadeer Khan）が、核開発のために利用したウラン濃縮技術は、カーンがウレンコ（オランダのアルメロの施設）で、1972年から75年まで勤務していた時に取得し、パキスタンに持ち帰ったものである。そして、ウレンコのウラン濃縮技術は、パキスタンも証明してしまったように世界で最も優れた濃縮技術の一つであり、グローナウの濃縮施設でもこの技術が用いられている⁴⁾。

そして、この施設が閉鎖される予定はなく、ドイツ自身の原発が完全になくともウレンコの施設として低濃縮ウランの製造を続け、他国への輸出を続ける可能性がある。しかし、この施設も閉鎖するべきという意見が強まっている。すなわち、濃縮施設が存在するノルトライン＝ヴェストファーレン州の議会は2011年6月17日、施設の閉鎖を主張する決議を採択し、連邦参議院では同年7月17日、ウラン濃縮を止めるべきと主張する決議が全会一致で採択され、連邦議会でも緑の党及び左翼党が施設の閉鎖を

3) Deutscher Bundestag (DB), Drucksache 17/8041, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/ DIE GRÜNEN: Strategische Position der Anlage zur Urananreicherung in Gronau,” S. 1, 1.12.2011; DB., Drucksache 18/1910, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hubertus Zdebel, Caren Lay, Eva Bulling-Schröter, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE: Förderung und Forschung für Urananreicherung in Deutschland,” 26.6.2014.

4) Geier, *op.cit.*, S. 343–344; “Streit um Urananreicherung in Deutschland,” *FAZ.NET*, 24.2.2017, (<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/energiepolitik/regierungs-laesst-die-schliessung-des-standorts-gronau-pruefen-14893944.html>)（最終閲覧日、2018年5月28日）。

主張し、社会民主党（SPD）も、閉鎖を検討すべきと主張している（なお、左翼党は少数政党で、イデオロギー的には緑の党よりも左に位置する、最左翼の政党である。SPD は中道左派で、連邦議会で2番目に有力な政党である⁵⁾）。

しかし、政府はこれらの決議や主張を受け入れず、以下のように主張し続けている。すなわち、ウラン濃縮施設と原発は根本的に異なり、2022年までの原発の完全閉鎖を規定した原子力法の改正（2011年）でも、ウラン濃縮施設の閉鎖は規定されていない。グローナウのウラン濃縮施設は、無期限に操業を続けることが法的に認められている。また、連邦議会で最も有力な保守政党、キリスト教民主・社会同盟（CDU/CSU）も施設の閉鎖に反対している⁶⁾。

2.2 ウレンコ株売却問題

しかし、2011年以降、ウレンコの株主である RWE とエーオン、及びイギリスとオランダの政府もウレンコ株の売却を目指すようになっており、複数の企業が関心を示して交渉が進められ、ドイツ政府も売却の可能性を認めている。売却が目指されるようになった理由として以下の諸事情が指摘されている。すなわち、ドイツが2022年までの原発の完全閉鎖を決定したため、原発の事業主体でもある RWE とエーオンにとっては、閉鎖に伴っ

5) “Urananreicherungsanlage Gronau,” *AtomkraftwerkePlag*, 6.4.2016, <http://de.atomkraftwerkeplag.wikia.com/wiki/Urananreicherungsanlage_Gronau#cite_note-3>（最終閲覧日、2018年5月28日）；“Streit um Uranfabrik Urenco wird schärfer,” *FAZ.NET*, 21.3.2017, <<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/energiepolitik/streit-um-uranfabrik-urengo-verschaerft-sich-14934552.html>>（最終閲覧日、2018年5月28日）。

6) DB, Drucksache 17/8041, “Antwort der Bundesregierung,” S. 4; DB, Drucksache 18/1267, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hubertus Zebel, Eva Bulling-Schröter, Matthias W. Birkwald, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE: Zukunft der Urananreicherungsanlage Gronau und der Urananreicherungsfirma URENCO,” 22.4.2014, S. 9; “Streit um Uranfabrik Urenco wird schärfer,” *FAZ.NET*.

て増大した経済的負担を軽減するためにウレンコ株を売却する必要があること、原子力そのものへの反感がドイツで急激に強まっていること、福島原発事故の影響、特に、事故の後、低濃縮ウランの需要が低下してウレンコの売上が低下したこと等⁷⁾。

そのように、福島原発事故、及びドイツによる脱原発の決定はウレンコにも大きな変化を及ぼそうとしている。そして、ウレンコが所有する、グローナウのウラン濃縮施設をはじめとする複数の濃縮施設は核兵器の開発にも利用できるため、ドイツ政府は、核拡散問題の観点から問題がない場合にのみウレンコ株の売却を認めるという立場を繰り返し表明している⁸⁾。最終的な売却の有無は現時点では不明で、売却によってグローナウのウラン濃縮施設の、所有の形態や運営にどのような変化がもたらされるかという問題も明らかではないが、以上の諸問題にも今後、十分に注意する必要がある。

7) “Eon und RWE wollen Urenco-Anteile verkaufen,” *Handelsblatt*, 7.9.2011, <handelsblatt.com/unternehmen/industrie/atomausstieg-eon-und-rwe-wollen-urengo-anteile-verkaufen/4585106.html> (最終閲覧日, 2018年5月28日); 「ドイツ政府, ウラン濃縮会社ウレンコ株の売却を認める」, 朝日新聞デジタル, 2013年1月23日, <<http://www.asahi.com/business/reuters/RTR201301230079.html>> (最終閲覧日: 2018年5月28日); “Auch Niederlande erwägen Verkauf von Urenco,” *Handelsblatt*, 20.3.2013, <<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/atomfirma-auch-niederlande-erwaegen-verkauf-von-urengo/7955764.html>> (最終閲覧日, 2018年5月28日); 「UPDATE1: 英政府がウラン濃縮会社ウレンコ株式売却へ、アレバや東芝が名乗りか」, ロイター, 2013年4月23日, <<http://jp.reuters.com/article/zhaesmb-idJPTK833143020130423>> (最終閲覧日, 2018年5月28日); DB, Drucksache 18/3649, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Hubertus Zdebel, Eva Bulling-Schröter, Caren Lay, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE: Bieterverfahren zum Verkauf der Urananreicherungsanlagen der Firma URENCO und Risiken der Weiterverbreitung von Atomwaffen-Technologie,” 22.12.2014.

8) DB, Drucksache 17/12364, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Oliver Krischer, Hans-Josef Fell, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Verkauf der URENCO,” 19.2.2013, S. 2.

なお、2017年3月時点の報道によると、RWEとエーオンは依然としてウレンコ株の売却を目指しているが、売却先はまだ決まっておらず、低濃縮ウランの世界市場が低迷していることもあり、売却が難しくなっていることも指摘されている。また、グローナウのウラン濃縮施設を閉鎖するべきという意見が強まっていることを受けて、ドイツ政府の環境省は、閉鎖について検討する立場を表明した。ただし、CDU/CSUは依然として閉鎖に反対している⁹⁾。

2.3 ウラン燃料加工施設

グローナウのウラン濃縮施設で製造された低濃縮ウランを、原発で使用される燃料に加工する施設がニーダーザクセン州のリンゲンにあり、濃縮施設と加工施設は不可分の関係にある。濃縮施設ほどには目立たないが、加工施設にも注意する必要がある、左翼党は加工施設の閉鎖も主張している¹⁰⁾。

3. 研究炉，特にFRM2

3.1 研究炉の現況

ドイツではこれまで（西独時代を含めて）計47基の研究炉が建設されたが、それらの多くが既に閉鎖され、解体されており、2017年9月時点で7基の研究炉が稼働している。そのうちの1基は2019年末に閉鎖される予定であるが、残りの6基については、現在のところ、閉鎖される予定はない¹¹⁾。ただし、それらの規模は小さく、医学をはじめとする様々な、自然

9) “Streit um Urananreicherung in Deutschland,” *FAZ.NET*; “Streit um Uranfabrik Urenco wird schärfer,” *FAZ.NET*.

10) *Ibid.*

11) M. Schneider, H.P. Berg, “Research Reactors in Germany: An Overview,” (http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/P1360_ICRR_2007_CD/Papers/M.%20Schneider.pdf#search=%27Germany+research+reactor%27) (最終閲覧日、2018年5月28日); Bundesamt für kerntechnische Entsorgungssicherheit, “Research

科学の有用な諸研究のために利用されていることもあり、原発のように批判されることは少なく、(FRM2を除き)大きな問題になっていない。

3.2 FRM2

ただし、バイエルン州のミュンヘン近郊、ガルヒングにある研究炉FRM2は例外で、国際的にも重要な問題になっている。何故なら、兵器級の高濃縮ウランを使用し、それは核兵器の開発に利用できるからである。ただし、FRM2は高濃縮ウランを、中性子を得るために使用し、中性子は物理学や化学、医学等に関する研究のために利用される。そのように、非軍事目的の研究に必要な中性子を得るために高濃縮ウランを研究炉で使用することは1950年代以降、多くの国々で、多くの研究炉で行われていたが、そのために大量の高濃縮ウランが製造され、多くの国々が大量の高濃縮ウランを保有することに関しては、核拡散問題の観点から危機感が抱かれるようになった。そのため、78年以降、アメリカのイニシアティブを中心に、中性子を得るために使用する燃料を高濃縮ウランから低濃縮ウランに転換する国際的な取り組みが始まり、また、低濃縮ウランでも十分な量の中性子を入力できる技術の発展も進んだ。それらの取り組みの結果、高濃縮ウランの使用量も、その主な供給国であったアメリカによる輸出量も劇的に低下した¹²⁾。

reactors,” 〈http://www.bfe.bund.de/EN/ns/ni-germany/research-reactors/research-reactors_node.html〉(最終閲覧日, 2018年5月28日); Helmholtz Zentrum Berlin, “Frequently Asked Questions about the Safety of the Research Reactor BER II,” 〈https://www.helmholtz-berlin.de/quellen/ber/ber2/faq_en.html〉(最終閲覧日, 2018年5月28日)。

12) Umweltinstitut München (Hg.), *FRM II: Die außenpolitische Bedeutung des neuen Forschungsreaktors*, 1999; NTI, “Why is Civilian Highly Enriched Uranium a Threat?,” March 25, 2016, 〈<http://www.nti.org/analysis/reports/civilian-heu-reduction-and-elimination>〉(最終閲覧日, 2018年5月28日); NTI, “Civilian HEU: Germany,” April 26, 2016, 〈<http://www.nti.org/analysis/articles/civilian-heu-germany>〉(最終閲覧日, 2018年5月28日)。

また、中性子を得るために高濃縮ウランを使用する研究炉が新規に建設されることも1980年代以降、少なくなったが、新規に建設された数少ない研究炉の一つがFRM2であり、西側諸国の中でそのような研究炉を新たに建設した国は西独（ドイツ）だけであった。FRM2の建設計画はミュンヘン工科大学を中心に80年代半ばから始まり、バイエルン州政府の強力な支援を受けて進められ、FRM2は2004年に稼働を開始した（FRM2は現在に至るまでミュンヘン工科大学によって運営されている）。また、98年3月には、FRM2で使用する高濃縮ウランをロシアから輸入する政府間協定も締結されていた。前述のとおり、アメリカは低濃縮ウランの使用を推奨し、高濃縮ウランの輸出を厳しく制限するようになっていたため、ドイツはロシアに頼らねばならなかった¹³⁾。

そして、アメリカはドイツに対して90年代後半以降、FRM2の設計を変更して低濃縮ウランを使用できるようにするべきと主張したが、ミュンヘン工科大学は技術的及び財政的な諸問題を理由に難色を示し、当初の計画どおりに高濃縮ウランが使用されることになった。ただし、SPDと緑の党は高濃縮ウランの使用に反対しており、両党の連立によって98年10月、シュレーダー（Gerhard Schröder）政権（98-2005年）が成立した。この

13) “Germany & Russia agree on HEU supply deal,” *Wise*, March 13, 1998, <<https://www.wiseinternational.org/nuclear-monitor/488/germany-russia-agree-heu-supply-deal>> (最終閲覧日, 2018年5月28日); DB, Drucksache 13/10649, “Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Simone Probst, Angelika Beer, Ursula Schönberger, Ludger Volmer und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN: Verhandlungen über die Lieferung von hochangereichertem Uran aus Rußland für den Forschungsreaktor FRM II,” 7.5.1998; Umweltinstitut München, *op.cit.*; “Germany: FRM-2 reactor to be converted to “medium“ enriched uranium,” *Wise*, November 2, 2001, <<https://www.wiseinternational.org/nuclear-monitor/557/germany-frm-2-reactor-be-converted-medium-enriched-uranium>> (最終閲覧日, 2018年5月28日); NTI, “Why is Civilian Highly Enriched Uranium a Threat?”; NTI, “Civilian HEU: Germany,”; International Panel on Fissile Materials, “Russia confirmed supplying HEU to the FRM-II reactor in Germany,” July 18, 2016, <http://fissilematerials.org/blog/2016/07/russia_confirmed_supplyin.html> (最終閲覧日, 2018年5月28日)。

事態を受けて2001年、バイエルン州政府はシュレーダー政権に対し、2010年までにFRM2で使用する燃料を、より濃縮度の低いウランに転換することを約束した（前述のとおり、低濃縮ウランでも十分な量の中性子を入手できる技術の発展が進んでいる）。しかし、バイエルン州政府は2010年、そのようなウランを入手し難いことを理由に、転換を2018年まで延期するべきと主張し、現在でも高濃縮ウランが使用されている¹⁴⁾。

以上のように、特にミュンヘン工科大学とバイエルン州政府が高濃縮ウランの使用に執着しているが、ドイツ（連邦）政府は、中性子を得るために研究炉で使用する燃料を高濃縮ウランから低濃縮ウランに転換すること（以下「低濃縮ウランへの転換」）を促す国際的な取り組みに賛同する立場を示し続けている。すなわち、ドイツ政府は2005年のNPT再検討会議において、低濃縮ウランへの転換を主張したノルウェーのイニシアティブに賛同し、2012年の核セキュリティ・サミットでは、転換を主張した共同声明に署名、2016年の核セキュリティ・サミットでも同様の共同声明に署名しただけではなく、より具体的に、FRM2に関して転換を目指す方針を示し、アメリカから称賛された¹⁵⁾。

ただし、低濃縮ウランへの転換が本当に進むのか否か、転換によって高濃縮ウランの輸入と保有がなくなるのか否か、今後も注意し続ける必要がある。高濃縮ウランについては、保有している量にも注意する必要がある。

3.3 高濃縮ウランの保有量

ドイツは2000年以降、毎年、保有する高濃縮ウランの量をIAEAに申告し、それらは、IAEAの文書であるINFCIRC549（の、毎年、追加される付属文書）において公表されている。また、保有するプルトニウムの量に関しても1997年以降、同様の申告を続けている。高濃縮ウランとプルトニウムは核兵器の開発に利用できるため、それらに関する透明性を高める必要

14) Ibid.

15) NTI, “Civilian HEU: Germany.”

津崎：ドイツの核開発能力

性が高いからこそ、ドイツは IAEA への申告を続けている（また、ドイツ以外にも日本等、原子力を高度に発展させた他の国々も同様の申告を行い、それらがまとめて INFCIRC549（の付属文書）として毎年、公表されている）¹⁶⁾。

表1 ドイツが保有する高濃縮ウランの量（単位はトン、量は各年末時点）
 (1) 研究炉で使用中の量 (2) 保管庫で貯蔵している量 (3) その他 (4) 計

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
(1)	0.05	0.07	0.04	0.06	0.08	0.09	0.14	0.18	0.16
(2)	0.53	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73
(3)	0.06	0.03	0.03	0.25	0.23	0.24	0.03	0.03	0.03
(4)	0.64	0.83	0.8	1.04	1.04	1.05	0.9	0.94	0.92

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
(1)	0.19	0.22	0.25	0.24	0.27	0.3	0.3	0.33
(2)	0.73	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94
(3)	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01
(4)	0.95	1.18	1.21	1.2	1.23	1.26	1.26	1.28

出典：IAEA, INFCIRC/549/Add.2/4-20に基づいて筆者が作成

表1が示すとおりドイツが保有する高濃縮ウランの量は、研究炉で使用する量に関しても、保管庫で貯蔵している量に関してもほぼ一貫して増え続け、2000年から2016年までの間に保有量は2倍に増えた。なお、FRM2が稼働を開始したのは2004年だが、それ以前にもFRM2と同様に高濃縮ウランを（非軍事目的の研究のために）使用する研究炉があったため、2003年以前にもドイツは高濃縮ウランを保有していた（その研究炉は既に閉鎖

16) “INFCIRC/549; Communication Received from Certain Member States Concerning Their Policies Regarding the Management of Plutonium,” <<https://www.iaea.org/publications/documents/infcircs/communication-received-certain-member-states-concerning-their-policies-regarding-management-plutonium>>（最終閲覧日、2018年5月28日）。

された。なお、ドイツ政府は「その他」の項目について詳しく説明していない。

前述のとおり、研究炉で使用される高濃縮ウランの量を、核不拡散のために減らそうとする国際的な取り組みが強まっているが、ドイツによる高濃縮ウランの保有量の増加は、そのような動きに逆行するものと言わざるを得ない。ただし、前述のとおりドイツ政府は、高濃縮ウランから低濃縮ウランへの転換を支持し、FRM2に関しても転換を目指す立場を示しているが、高濃縮ウランの保有量が一貫して増え続けていることに注意すると、転換が進むことについて楽観はできないであろう。高濃縮ウランの保有量についても、今後、十分に注意し続ける必要がある。

4. 備蓄プルトニウム

4.1 備蓄プルトニウム

まず、備蓄プルトニウムに関する基礎的な諸問題について説明しておきたい。原発で低濃縮ウランを燃料として用いて発電を行った後、残される使用済み核燃料には放射性廃棄物の他、プルトニウムが含まれている。プルトニウムを放射性廃棄物から分離して、抽出し、入手する作業は（使用済み核燃料の）再処理と呼ばれ、再処理を行う施設が、再処理施設である。そして、再処理で入手したプルトニウムを燃料として利用し、発電を行う（ことが目指された）施設が高速増殖炉である。そして、ドイツでは、西独時代の1960年代以降、プルトニウムも発電のために利用することを目指して、再処理施設と高速増殖炉の建設が目指されたが、激しい反対運動が起きたため、いずれについても90年代初めまでに建設は断念された。

そのため、ドイツは、自らでは再処理を実施できなくなったが、他国、特にフランス（及びイギリス、ベルギー）に再処理を委託して大量のプルトニウムを入手した（ドイツで生み出された使用済み核燃料を他国に搬送し、再処理が実施された後、分離されたプルトニウムと放射性廃棄物がドイツに戻ってくるという仕組みである）。ただし、プルトニウムを高速増殖

津崎：ドイツの核開発能力

炉で利用することはできなくなったが、ドイツはプルトニウムを他の方法で発電のために利用することになった。すなわち、プルトニウムとウランを混合して製造される、いわゆる MOX 燃料であり、それは通常原発で発電のために利用される。以上のような諸事情のため、ドイツにおけるプルトニウムの利用は、MOX 燃料としての利用に限定されている。なお、ドイツは MOX 燃料の製造も、再処理とともに、他国に委託している。

しかし、SPD と緑の党はプルトニウムの利用に反対し、両党の連立によって成立したシュレーダー政権は2002年、原子力法の改正で、他国への委託による再処理を禁止した。より厳密には、2005年7月以降、再処理を目的とした使用済み核燃料の、国外への搬送が禁止され、これより前に国外に搬送された使用済み核燃料に関しては、2005年7月以降も再処理が認められ、実施され、MOX 燃料に加工され、ドイツに戻ってくることになる。

以上のような諸事情のため、2005年7月より前に国外に搬送された使用済み核燃料が、ドイツにとって、プルトニウムの最後の供給源であり、そのような使用済み核燃料への再処理が全て終われば、プルトニウムを入手できなくなる。そして、プルトニウムは MOX 燃料として利用され、減り続けることになる。

では、ドイツは現在、どれ程の量のプルトニウムを保有しているのか。プルトニウムは MOX 燃料として原発で使用されており、原発は2022年までに完全に閉鎖されるが、閉鎖された後も、プルトニウムや MOX 燃料は残ってしまうのであろうか（プルトニウムが残ってしまえば、その使用目的が不明で、疑念を抱かれる可能性が考えられる）。

まず、ドイツは保有するプルトニウムの量を前述のとおり、1997年以降、毎年、IAEA に申告しており、申告した量は IAEA の文書である INFCIRC549（の、毎年、追加される付属文書）において公表されている。しかし、ドイツが IAEA に申告しているのは国内で保有しているプルトニウムの量だけであり、国外で保有している量を申告していない。国外で保有するプルト

ニウムとは、以下の三種類のものである。(1) 2005年7月より前に、国外に搬送された使用済み核燃料に含まれるプルトニウムで、まだ再処理を実施されていないもの、(2) 再処理を実施され、抽出されたプルトニウム、(3) MOX燃料に加工され、その一部となったプルトニウム(これらの、国外のプルトニウムは無論、ドイツに戻ってくることになる)。これらの、国外に保有するプルトニウムの量をドイツはIAEAに申告していない。従って、IAEAに申告している量は、実際に保有している量、すなわち、国内及び国外で保有する総量ではない。

ただし、国内外で保有するプルトニウムの総量について、ドイツ政府は連邦議会に提出した文書(2010年4月8日付)で以下のように説明した。まず、ドイツが(西独時代を含めて)2008年末までに実施した原子力発電の結果、もたらされた使用済み核燃料に含まれているプルトニウムの総量は約145トンである。ただし、2002年の原子力法改正で再処理が禁止されたため、その全てに再処理が実施される訳ではないが、禁止されるまでに、再処理によって入手できたプルトニウムの総量は約62.4トンである。これが、ドイツが入手できたプルトニウムの総量である。その大部分が既にMOX燃料に加工され、ドイツに戻り、原発での使用を終えたが、その量は、2008年末の時点で50.8トンである。残りの11.6トンのうち、多くがまだ国外に残されているが、それらもMOX燃料に加工されてドイツに戻り、(MOX燃料として)2009年から2016年までの間に使い切る予定である。要するに、プルトニウムは全てなくなる予定である¹⁷⁾。

また、アールスヴェーデ(Johchen Ahlswede)等の研究者は、ドイツが国内外で保有するプルトニウムの総量を、関連する様々なデータ(仏英に搬送された使用済み核燃料の量等)に基づいて推測しているが、その値は、

17) DB, Drucksache 17/1323, "Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Dorothee Menzner, Dr. Barbara Höll, Eva Bulling-Schröter, weiterer Abgeordneter und der Fraktion DIE LINKE: Sicherheit bei Transport, Lagerung und Einsatz von MOX-Brennelementen," S. 4-7, 8.4.2010.

政府が示した前述の数値と概ね一致している。また、アールスヴェーデ等は、政府と同様に、原発の完全閉鎖までにプルトニウムは MOX 燃料として使い切り、なくなるであろうと予測している。そして、ドイツが保有するプルトニウムの使用目的は、無論、民生利用（発電）に特化しているが、民生用のプルトニウムが、もし、完全になくなれば、それは、民生用のプルトニウムを大量に保有する国々（ドイツの他、フランス、イギリス、ロシア、日本）の中でも、特別な事例になるであろうとも、アールスヴェーデ等は指摘している。ただし、アールスヴェーデ等は、プルトニウムに関するドイツ政府の情報公開は必ずしも十分に詳細ではなく、改善するべきとも主張している¹⁸⁾。

以上のように、ドイツが国内外で保有するプルトニウムは原発の完全閉鎖までに MOX 燃料として使用し尽され、なくなるという予測が有力である。ただし、本当に完全になくなるかどうか、今後も注意し続ける必要がある。

4.2 再処理されないプルトニウム

原発の完全閉鎖後も残る、大量の使用済み核燃料に含まれる放射性廃棄物の処分が重大な問題になっているが、使用済み核燃料にはプルトニウムが含まれていることにも注意する必要がある。すなわち、まず、2002年の原子力法の改正によって、前述のとおり、（2005年7月より前に国外に搬送された使用済み核燃料を除き）再処理は禁止されたため、使用済み核燃料には再処理が実施されず、直接、処分されることになる。従って、プルトニウムは放射性廃棄物から分離されず、それらがともに、直接、処分されることになる。ただし、最終処分場がいまだに決まっていないため、使用済み核燃料に含まれる、再処理されないプルトニウムは、放射性廃棄物と

18) Jochen Ahlswede and Martin B. Kalinowski, "Germany's current and future plutonium inventory," *The Nonproliferation Review*, Vol. 19, Issue 2, July 2012, pp. 293-312.

ともに、燃料が使用された原発の敷地内で保管されている。そして、原発の完全閉鎖まで発電が続き、使用済み核燃料が増え続けるため、それに含まれる、再処理されないプルトニウムの量も増え続けている。そのような量をドイツ政府は IAEA に申告し、INFCIRC549 で公表されており、近年（2010年以降）の量を紹介しておきたい。

表2 再処理されないプルトニウムの量（2010年以降、各年末時点、単位はトン）

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
90.7	96	100.2	103.5	107	110.3	112.7

備考：以上は原発の敷地内で保管されている量であり、「他の場所」で保管されている使用済み核燃料に含まれるプルトニウムの量（6トン）も毎年、申告している。ただし、「他の場所」について詳細な説明はない。

出典：IAEA, INFCIRC/549/Add.2/14-20に基づいて筆者が作成

放射性廃棄物と同様に、（再処理されない）プルトニウムも毒性が強く、その処分も今後、重大な問題になるであろう。また、そのようなプルトニウムは軍事目的にも利用可能なため、保管や処分には細心の注意を要する。以上の諸問題のため、再処理されないプルトニウムにも、今後、注意する必要がある。

5. お わ り に

ウラン濃縮施設については、現在のところ、原発の完全閉鎖後も閉鎖される予定はないが、閉鎖を主張する意見も強まっており、また、株式（ウレンコ株）の売却も目指されているように、その存続は、必ずしも安泰とは言えない。研究炉 FRM2 については高濃縮ウランから低濃縮ウランへの転換が目指されているが、高濃縮ウランの保有量が一貫して増え続けていることは、特に注意を要する問題である。備蓄プルトニウムについては、原発の完全閉鎖までに MOX 燃料として使い切り、なくなるという予測が有力だが、再処理を実施されないプルトニウムが増え続けている。

総じて、原発以外の原子力関連施設や核物質は、なくなると見込まれて

津崎：ドイツの核開発能力

いる備蓄プルトニウムを除き、縮小傾向にあるとは言い難く、今後も、様々な難題を抱えながら存続する可能性が高い。特に、ウラン濃縮施設や高濃縮ウランについては、核開発に利用できるという問題に今後も注意し続ける必要があり、同様の理由から、再処理されないまま保管されているプルトニウムにも注意する必要がある。

以上のように、原発の完全閉鎖、すなわち「脱原発」が完遂されても、「脱原子力」は完遂されず、核開発能力も残る可能性があることに、今後も注意し続ける必要がある。