

第3章 核兵器用の核分裂性物質生産の歴史

1. David Albright, Frans Berkhout, and William Walker, *Plutonium and Highly Enriched Uranium 1996: World Inventories, Capabilities and Policies* (Oxford: Oxford University, 1997).最近になって、IPFMが毎年更新しているが特に次を参照。 *Global Fissile Material Report 2010: Balancing the Books, Production and Stocks* (Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, 2010), www.fissilematerials.org/library/gfmr10.pdf.
2. また途中で、プルトニウム兵器の設計は最初に予想したよりもずっと難しいことが明らかになった。そして1943年から1945年の間、爆弾設計に投入されたほとんどの研究は爆縮型集合体装置の開発に注がれた。 Lillian Hoddeson et al., *Critical Assembly: A Technical History of Los Alamos During the Oppenheimer Years, 1943–1945* (Cambridge University Press, 1993).
3. 米国の濃縮複合施設の詳細な検討は次を参照。 *Highly Enriched Uranium: Striking a Balance. A Historical Report on the United States Highly Enriched Uranium Production, Acquisition, and Utilization Activities from 1945 through September 30, 1996* (Washington, DC: U.S. Department of Energy, 2006), www.fissilematerials.org/library/doe06f.pdf.
4. *Plutonium: The First 50 Years. United States Plutonium Production, Acquisition and Utilization from 1944 through 1994*, DOE/DP-0137 (Washington, DC: U.S. Department of Energy, February 1996), www.fissilematerials.org/library/doe96.pdf.
5. 前掲書。
6. *The United States Plutonium Balance, 1944–2009* (Washington, DC: U.S. Department of Energy, June 2012), www.fissilematerials.org/library/doel2.pdf.
7. *Highly Enriched Uranium: Striking a Balance. A Historical Report on the United States Highly Enriched Uranium Production, Acquisition, and Utilization Activities from 1945 through September 30, 1996*. これは次の文献として更新されている。 *Highly Enriched Uranium Inventory: Amounts of Highly Enriched Uranium in the United States* (Washington, DC: U.S. Department of Energy, 2006), www.fissilematerials.org/library/doe06f.pdf.
8. ソ連の核兵器を取得する取り組みに関する最も信頼のおける報告書は次を参照。 David Holloway, *Stalin and the Bomb* (New Haven: Yale University Press, 1994) 及び Michael D. Gordin, *Red Cloud at Dawn: Truman, Stalin, and the End of the Atomic Monopoly* (New York: Farrar, Straus and Giroux, 2009). ソ連の核兵器開発プログラムの公式報告の編集物は次を参照。 *Atomnyi Proekt SSSR: dokumenty i materialy [The USSR Atomic Project: Documents and Materials]*, ed. L. D. Ryabev (Moscow: Nauka-Fizmatlit; Sarov: RFYaTs-VNIIEF: 1999–2010).
9. Holloway, *Stalin and the Bomb*, chap. 7.
10. Henry DeWolf Smyth, *Atomic Energy for Military Purposes: The Official Report on the Development of the Atomic Bomb under the Auspices of the United States Government, 1940–1945* (Princeton: Princeton University Press, 1945).
11. 例えばスマイス・リポートは、炭素の正方格子に円柱状のウランの小さな塊を入れて使用するような主要な原子炉設計上の選択肢を特定した。そしてまた熱出力レベルが500～1,500キロワットの時に、効率的なプルトニウムの生産率が1日あたり約1グラムであることを明らかにした（前掲書 §6.41）。
12. スマイス・リポートが求めた公開性と秘守性のバランスは大きな議論を呼ぶテーマだった。 Rebecca Press Schwartz, “The Making of the History of the Atomic Bomb: Henry DeWolf Smyth and the Historiography of the Manhattan Project” (PhD thesis, Princeton University, 2008). 報告書の公表にはいくつかの目的が含まれていた。その一つは、ひとたび戦争が終結した時、「秘密」（報告では触れられなかったすべて）とされてきた技術情報の分類が含まれていた。

13. Holloway, *Stalin and the Bomb*, chap. 9.
14. Robert Chadwell Williams, *Klaus Fuchs, Atom Spy* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987).
15. ロシアの濃縮複合施設に関する以下の議論は、ロシアの最近公表された文献のみに依拠した *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 4A に基づいている。
16. *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 4.
17. これは *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 3. でのさらに詳細な議論のまとめである。
18. 12 基の原子炉はプルトニウムを生産用にデザインされ、2 基はトリチウムおよび他の同位体の生産用だった。
19. 128 トンと見積もられる兵器級プルトニウムの在庫量には、クラスノヤルスクの ADE-2 炉とセヴェレスクの ADE-4 炉及び ADE-5 炉で 1994 年から生産されたプルトニウムが含まれる。これらの 3 基の生産炉で 1994 年以降に全部で約 15 トンの兵器級プルトニウムが生産された。しかしロシアは、それ以降産出される使用済み燃料中のプルトニウムは、兵器には使用しないことで、米国と同意した。
20. *Global Fissile Material Report 2011: Nuclear Weapon and Fissile Material Stockpiles and Production* (Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, 2012), www.fissilematerials.org/library/gfmr11.pdf, fig. 6.
21. *Communication Received from the Russian Federation Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium*, IAEA, INFCIRC/549/Add.9/15, May 23, 2014.
22. フリッシュ＝パイエルス覚書と他の主要な歴史的文書の多くが次に再録されている。Robert C. Williams and Philip L. Cantelon, eds., *The American Atom: A Documentary History of Nuclear Policies from the Discovery of Fission to the Present, 1939–1984* (Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1984).
23. 前掲書。覚書は「爆弾に適切なサイズとして約 1 キログラム」のウラン 235 が必要であると見積もった。それは爆縮を使用しない時に実際に必要な量の約 50 分の 1 であり、主要には臨界質量を見積もる際に用いたウラン 235 の核分裂断面積を大きく見積もり過ぎていたことに原因がある。
24. *Report by M.A.U.D. Committee on the Use of Uranium for a Bomb*, July 1941, 再録は Margaret Gowing, *Britain and Atomic Energy 1939–1945* (London: Macmillan and Co., 1964), 394–426. この報告書には年間 36 発の爆弾を製造できる核兵器開発プログラムのコストの推定値、ガス拡散同位体分離プラントのデザインとコスト、爆弾の予想爆発力の推定値が含まれていた。原子力に関する研究も並行して行われていた。 *Report by M.A.U.D. Committee on the Use of Uranium as a Source of Power*, June 1941. これも次に再録されている。Gowing, *Britain and Atomic Energy 1939–1945*, 427–436.
25. 1950 年代中頃に熱核兵器（水爆）の取得が検討された時も、地位の問題は英国の方針決定の際にいまだに顕著にみられた。1956 年の英国国防文書は、「我々の大国としての地位は、水爆を保有することと直結している」と主張した。 *Statement on Defense 1956*, Cmd 9691 (London: HMSO, 1956).
26. Margaret Gowing and Lorna Arnold, *Independence and Deterrence: Britain and Atomic Energy, 1945–1952* (New York: St. Martin's Press, 1974).
27. 事故に関する詳細な説明は次を参照。Lorna Arnold, *Windscale, 1957: Anatomy of a Nuclear Accident* (New York: St. Martin's Press, 1992).
28. 1981 年、サイトの名称はウインズケールから、元々の名称であるセラフィールドに変更された。
29. 英国のプルトニウム生産の公式説明は「軍事用及び民生用の核サイクルは並行して進められてきた。核開発プログラムの早い時期には、両者はある程度までは絡み合っていた」と述べている。 *Plutonium and Aldermaston: A Historical Account* (UK Ministry of Defense, 2000).

30. *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 5. 英国の HEU 保有量の公表については次を参照。
Historical Accounting for UK Defense Highly Enriched Uranium (UK Ministry of Defense, March 2006),
www.fissilematerials.org/library/mod06.pdf.
31. *Plutonium and Aldermaston: A Historical Account*. 皮肉なことに、この公表はもはや英国政府のウェブサイト(www.gov.uk)で見ることができない。それは www.fas.org で閲覧でき、
www.fissilematerials.org/library/mod00.pdf がミラーサイトになっている。
32. この過剰な物質には兵器級プルトニウムはわずか 0.3 トンしか含まれていない。数量はすべて次から採用した。“Supporting Essay Five: Deterrence, Arms Control, and Proliferation,” §26 in *The Strategic Defense Review*.
33. The 1988 *Strategic Defense Review* states: “All stocks of highly enriched uranium will, however, be retained outside safeguards, since material no longer needed for nuclear weapons will be used for the naval propulsion programme,” 前掲書§26.
34. “Agreement between the Government of the United States of America and the Government of the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland for Cooperation on the Uses of Atomic Energy for Mutual Defense Purposes,” 1958. 詳細な議論は次を参照。Jennifer Mackby and Paul Cornish, *U.S. -UK Nuclear Cooperation after 50 Years* (Washington, DC: Center for Strategic and International Studies, 2008). このプロジェクトのために行われたインタビューを網羅したものはオンラインで利用できる。www.csis.org/program/us-uk-nuclear-cooperation-after-50-years. 米国大統領ジョージ・H・W・ブッシュが 1991 年に署名した国家安全保障指令は、エネルギー省に「協力協定に従って英国に移転するのに必要な核兵器用部品をさらに生産するよう」命じている。“National Security Directive 61, FY1991–1996 Nuclear Weapons Stockpile Plan” (The White House, Washington, DC, July 2, 1991).
35. 米国と英国の間の HEU とプルトニウムの交換に関する詳細は米国の核分裂性物質リポート 1996/2012 及び 2001/2006 では省かれている。1962 年、米国は 1958 年協定の下で英国から受け取った原子炉級プルトニウムを用いた核実験に成功した。*Additional Information Concerning Underground Nuclear Weapon Test of Reactor-Grade Plutonium* (Washington, DC: U.S. Department of Energy, Office of the Press Secretary June 27, 1994).
36. 英国は 1980 年より前に、5.4 トンの分離プルトニウムを米国の 7.5 トンの HEU 及び 6.7 キログラムのトリチウムと交換した。*Plutonium and Aldermaston: A Historical Account*. さらに詳細な議論は次を参照。*Global Fissile Material Report 2010*, chap. 5.
37. William Walker, *Nuclear Entrapment: THORP and the Politics of Commitment* (London: Institute for Public Policy Research, 1999).
38. 2009 年、英国政府はプルトニウムを廃棄する選択肢について公開議論を開始した。これは 2011 年の報告書にまとめられている。*Management of the UK's Plutonium Stocks: A Consultation Response on the Long-Term Management of UK-Owned Separated Civil Plutonium* (UK Department of Energy and Climate Change, December 1, 2011).
39. *Communication Received from the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium, Statements on the Management of Plutonium and of High Enriched Uranium*, INFCIRC/549/Add.8/16 (International Atomic Energy Agency), June 18, 2013).
40. “En 1958 Marcoule produira 100 kg de plutonium” (In 1958, Marcoule will produce 100 kg of plutonium), *Science et Avenir* 109 (March 1956): 128–132 及び “Le drame du plutonium” (The Plutonium drama), *Science et Avenir* 135 (May 1958): 231–236.
41. アイゼンハワー政権は英国、フランス、イスラエルによるスエズ運河占領計画の支援を拒否した。Richard K. Betts, *Nuclear Blackmail and Nuclear Balance* (Washington, DC: Brookings Institution, 1987), 62–66. バートランド・ゴールドシュミットは危機の直後に調印された協定から下記のように著書で引用している。「CEA は核爆発に関する予備研究を実行することになっており、そのとき政府はプロトタイプの製造につながる予備研究と核実験準備をさらに進める決定をすべ

- きである」。 Bertrand Goldschmidt, *The Atomic Complex: A Worldwide Political History of Nuclear Energy* (La Grange Park, IL: American Nuclear Society, 1982), 137.
42. “Arrêt de La Production de Matières Fissiles Pour Les Armes Nucléaires,” 2010, www.francetnp2010.fr/spip.php?article7.
 43. “Pierrelatte: L’usine D’enrichissement de L’uranium, En Démantèlement, Juin 2009,” 2010, www.francetnp.fr/spip.php?article67.
 44. *Global Fissile Material Report 2010*, chap.6.
 45. “Speech by President Nicolas Sarkozy, Presentation of ‘Le Terrible’ in Cherbourg,” March 21, 2008, www.fissilematerials.org/library/sar08.pdf
 46. Mycle Schneider and Yves Marignac, *Spent Nuclear Fuel Reprocessing in France* (International Panel on Fissile Materials, April 2008).
 47. UP は *usine de plutonium* の略で、「プルトニウム工場」の意味である。
 48. フランスは 6 基のガス冷却黒鉛発電炉を稼働させ、別の 1 基をスペインに輸出した（ヴァンデロス 1）。これらの原子炉で生産されたプルトニウムの一部はフランスの軍事用の保有量に入っていると一般には考えられている。
 49. *Communication Received from France Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium, Statements on the Management of Plutonium and of High Enriched Uranium*, IAEA, INFCIRC/549/Add.5/17, August 28, 2013.
 50. John Lewis and Xue Litai, *China Builds the Bomb* (Stanford, CA: Stanford University Press, 1988), 62.
 51. *The Chinese Communist Atomic Energy Program*, U.S. National Intelligence Estimate Number 13–2–60, December 13, 1960, www.foia.cia.gov/docs/DOC_0001095912/DOC_0001095912.pdf.
 52. Lewis and Litai, *China Builds the Bomb*, 65.
 53. *Modern China’s Nuclear Industry*, selections translated in *JPRS Report: Science & Technology, China*, JPRS-CST-88-002 (Springfield, VA, January 15, 1988), www.fissilematerials.org/library/jprs88.pdf.
 54. 前掲書。
 55. これはシャンシー（Shaanxi）の 3 基の遠心分離プラント（1996 年に導入された生産能力 20 万 SWU/年，1998 年に加わった 30 万 SWU/年，そして 2011 年に加わった 50 万 SWU/年）と 2001 年にランチョウに建設された 50 万 SWU/年のプラントからなる。
 56. “China’s Indigenous Centrifuge Enrichment Plant,” *Uranium Intelligence Weekly*, October 25, 2010; Phillip Chaffee and Kim Feng Wong, “China’s Indigenous Capacity May Be Double Previous Estimates,” *Nuclear Intelligence Weekly*, March 1, 2013.
 57. *JPRS Report: Science & Technology, China*.
 58. 前掲書。
 59. *Global Fissile Material Report 2010*, 104.
 60. ±25 パーセントの不確実性は，2 つの原子炉の出力レベルの不確実性に主に原因がある。
 61. *Global Fissile Material Report 2010*, 106.
 62. フランク・フォン・ヒッペル宛ての 1991 年 4 月 11 日付私信。また次を参照。 Albright, Berkhout, and Walker, *Plutonium and Highly Enriched Uranium 1996: World Inventories, Capabilities and Policies*, 38, 68, 76, 80.
 63. *Banning the Production of Fissile Materials for Nuclear Weapons: Country Perspectives on the Challenges to a Fissile Material (Cutoff) Treaty* (International Panel on Fissile Materials, September 2008), 7–13, www.fissilematerials.org/library/gfmr08cv.pdf.
 64. “Successful Hot Test of China’s Pilot Reprocessing Plant,” *IPFM Blog*, December 21, 2010.

65. *Communication Received China Concerning Its Policies Regarding the Management of Plutonium*, IAEA, INFCIRC/549/Add.7/12, September 26, 2013.
66. ほぼ同じ時期（1955～1957年）に練られた一連の中ソ協定は、1959年に協力が崩壊しなかったという点では類似している。
67. Interview with Francis Perrin (High-Commissioner, *Commissariat à l’Energie Atomique*, CEA, 1951–1970), “France Admits It Gave Israel A-Bomb,” *Sunday Times*, October 12, 1986.
68. Yossi Melman, “Hollywood Producer Gave Israel Sketches of Centrifuges for Dimona Nuclear Reactor,” *Haaretz*, July 19, 2011. また次を参照。 William J. Broad, John Markoff, and David E. Sanger, “Israeli Test on Worm Called Crucial in Iran Nuclear Delay,” *New York Times*, January 15, 2011.
69. 特に、バヌヌの説明に基づいて原子炉の出力レベルをしっかりと見積もることが困難である。 *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 8.
70. 匿名の米高官によれば、ディモナ炉の熱出力は臨界になった1963年12月の約40 MWtから、バヌヌがディモナで働き始める1977年の前におそらく約70 MWtに増加した。
71. Alexander Glaser and Marvin Miller, “Estimating Plutonium Production at Israel’s Dimona Reactor” (presented at the 52nd INMM Annual Meeting, Palm Desert, CA, 2011). また次を参照。 *Global Fissile Material Report 2010*, chap. 8.
72. Seymour M. Hersh, *The Samson Option: Israel’s Nuclear Arsenal and American Foreign Policy* (New York: Random House, 1991), 180–181.
73. Sasha Polakow-Suransky, *The Unspoken Alliance: Israel’s Secret Relationship with Apartheid South Africa* (New York: Pantheon Books, 2010), 122–123.
74. ペンシルバニア州アポロの米海軍燃料プラントで、HEUが生産されていた1957～1978年の間、約463キログラムのHEUが「行方不明物質」となった。保管量の違いのほとんどは核物質・装備連合社 (NUMEC) がそのプラントで操業していた1957～1968年の間に起きた。最終的に約126キログラムがプラントの解体の間に発見され、残りの337キログラムがいまなお行方不明である。 Victor Gilinsky and Roger J. Mattson, “Revisiting the NUMEC Affair,” *Bulletin of the Atomic Scientists* 66, no. 2 (April 2010). Grant F. Smith, *Divert!: NUMEC, Zalman Shapiro and the Diversion of US Weapons Grade Uranium Into the Israeli Nuclear Weapons Program* (Washington, DC: Institute for Research, Middle Eastern Policy, 2012).
75. R. Scott Kemp, “Nonproliferation Strategy in the Centrifuge Age” (PhD thesis, Princeton University, 2010), chap. 3.
76. 1955年にジュネーブで開催された最初のAtoms for Peace会議は、インドの核開発プログラムの創設者であるホミ・バーバ (Homi Bhabha) が議長を務め、原子炉デザインと再処理化学に関する情報の重要な共有を含んでいた。
77. Robert Bothwell, *Nucleus: The History of Atomic Energy of Canada Limited* (Toronto: University of Toronto Press, 1988), 350–371.
78. カナダはインドからCIRUS炉とその使用済み燃料は平和目的だけに使用するという確約をさせていたようだ。 George Perkovich, *India’s Nuclear Bomb: The Impact on Global Proliferation* (Berkeley: University of California Press, 1999), 27. 原子炉で生産した核分裂性物質に対する国権であるというインドの解釈については次を参照。 Itty Abraham, *The Making of the Indian Atomic Bomb: Science, Security and the Postcolonial State* (New York: Zed Books, 1998).
79. カナダ製の2基のPHWRに加えて、インドは4基の外国製原子炉を所有している。2基は米国が供給した沸騰水型炉で1969年に運転を開始し、そして2基は電気出力1,000 MWのソ連/ロシア製軽水炉で、1基目は2013年に運転を開始し、2基目は2014年に運転開始予定である。これらの原子炉はすべてIAEAの保障措置の下にある。インドはまた米国インド協定の一環として、8基の電気出力220 MWの原子炉をIAEAの保障措置の下に置くことを約束した。
80. *Global Fissile Material Report 2010*, chap.9.

81. 保障措置の対象となっている PHWR の使用済み燃料から 240 キログラムのプルトニウムが分離されたと見積もられているが、兵器に利用されてはいない。これらはこの見積もりには含まれていない。
82. PFBR が平衡炉心（訳注：リサイクル時に交換する燃料集合体の本数が一定）運転をできるだけ早く達成できるように、オペレーターはブランケットで生産される兵器級プルトニウムのリサイクルよりも原子炉級プルトニウムを炉心に装填することを優先するかもしれない。Alexander Glaser and M. V Ramana, “Weapon-Grade Plutonium Production Potential in the Indian Prototype Fast Breeder Reactor,” *Science & Global Security* 15, no. 2 (2007): 85–105.
83. タラプールの PREFRE-1（処理能力 100 トン、1977 年に稼働）とカルパッカムの KARP（処理能力 100 トン、1988 年に稼働）は重水炉の使用済み燃料を取り扱っている。
84. タラプールの PREFRE-2, カルパッカム I および II はそれぞれ毎年 100 トンの使用済み燃料を再処理する能力がある。 *Annual Report 2010–11* (Mumbai: Government of India, Department of Atomic Energy, 2011).
85. Saurav Jha, “Enrichment Capacity Enough to Fuel Nuke Subs,” *IBNLive*, November 2011. Meena Menon, “Reprocessing of Spent Fuel Key to Nuclear Power Programme: Manmohan,” *The Hindu*, January 7, 2011.
86. Jha, “Enrichment Capacity Enough to Fuel Nuke Subs.”
87. 前掲書。
88. Shahid-Ur Rehman, *Long Road to Chagai* (Islamabad: Printwise Publications, 1999), 50.
89. A・Q・カーンは Verenidge Machine Fabrieken の子会社である *Fysisch Dynamisch Onderzoek* で働いていた。そこはウレンコ（ウラン濃縮共同事業体）のオランダのメンバーである *Ultra-Centrifuge Nederland* (UCN) と密接に協力していた。例えば次を参照。David Albright, *Peddling Peril: How the Secret Nuclear Trade Arms America’s Enemies* (New York: Free Press, 2010).
90. “N-Capability Acquired in 1983, Says Qadeer,” *Dawn*, May 30, 1999. Rauf Siddiqi, “Khan Boasts Pakistan Mastered Uranium Enrichment by 1982,” *Nucleonics Week*, May 20, 1999.
91. *Nuclear Black Markets: Pakistan, A. Q. Khan and the Rise of Proliferation Networks* (London: International Institute for Strategic Studies, May 2007). Albright, *Peddling Peril*.
92. Simon Henderson, “Nuclear Scandal: Dr. Abdul Qadeer Khan,” *Sunday Times*, September 20, 2009; R. Jeffrey Smith and Joby Warrick, “A Nuclear Power’s Act of Proliferation,” *Washington Post*, November 13, 2009.
93. 例えば次を参照。Leonard S. Spector, *Nuclear Proliferation Today* (New York: Vintage Books, 1984). *Nuclear Black Markets*.
94. Unis Shaikh and M. A. Mubarak, “Radiation Safety around the ‘Hot Facilities’ at the PINSTECH,” *The Nucleus* 8, no. 4 (1971): 13–27.
95. 建屋のデザインはベルゴニュークレール社が行ったが、再処理パイロット・プラントの技術系工程に対する責任は SGN にある。
96. David Albright and Paul Brannan, *Pakistan Expanding Plutonium Separation Facility Near Rawalpindi* (Institute for Science and International Security, May 19, 2009).
97. 1979 年 6 月にプロジェクトの役割が最終的に終了する前に、SGN から装置とともに、デザイン計画の 95 パーセントが渡されたかもしれない。
98. David Albright and Paul Brannan, *Chashma Nuclear Site in Pakistan with Possible Reprocessing Plant* (Institute for Science and International Security, January 2007).
99. “Pakistan’s Indigenous Nuclear Reactor Starts Up,” *The Nation*, April 13, 1998.
100. Mark Hibbs, “After 30 Years, PAEC Fulfills Munir Khan’s Plutonium Ambition,” *Nucleonics Week*, June 15, 2000.

101. Mark Hibbs, "Bhutto May Finish Plutonium Reactor without Agreement on Fissile Stocks," *Nucleonics Week*, October 6, 1994.
102. Milton Benjamin, "Pakistan Building Secret Nuclear Plant," *Washington Post*, September 23, 1980.
103. "Pakistan is Reprocessing Fuel Rods to Create Plutonium Nuclear Weapons," *CBS News Transcripts* (6:30 PM ET), March 16, 2000. さらなる詳細は次を参照。 Zia Mian and A. H. Nayyar, "An Initial Analysis of 85 Kr Production and Dispersion from Reprocessing in India and Pakistan," *Science & Global Security* 10 (2002): 151–179.
104. 例えば次を参照。 "The President's News Conference, November 30, 1950," Public Papers of the Presidents: Harry S. Truman, 1945–1953, www.trumanlibrary.org. 他の例では次を参照。 Roger Dingman, "Atomic Diplomacy during the Korean War," *International Security* 13, no. 3 (1989): 50–91. また次を参照。 McGeorge Bundy, *Danger and Survival: Choices about the Bomb in the First Fifth Years* (New York: Random House, 1988), 231–245.
105. Glenn Kessler, "Message to U.S. Preceded Nuclear Declaration by North Korea," *Washington Post*, July 2, 2008; "North Korea Declares 31 Kilograms of Plutonium," *Global Security Newswire*, October 24, 2008.
106. David Albright, "How Much Plutonium Did North Korea Produce?," in David Albright and Kevin O'Neill, eds., *Solving the North Korean Nuclear Puzzle* (Washington, DC: Institute for Science and International Security, 2000), 111–126. また次を参照。 *Global Fissile Material Report 2009: A Path to Nuclear Disarmament* (Princeton, NJ: International Panel on Fissile Materials, October 2009), 48–51, www.fissilematerials.org/library/gfmr09.pdf.
107. Glenn Kessler, "Far-Reaching U.S. Plan Impaired N. Korea Deal," *Washington Post*, September 26, 2008.
108. 北朝鮮はヨンピョン炉から取り出した約 50 トンの使用済み燃料棒を保管している。 それらには約 10 キログラムのプルトニウムが含まれている (*Global Fissile Material Report 2009*, 51).
109. この推定値は北朝鮮が 2008 年までに生産してきたと公表したおよそ 30~40 キログラムのうち、2006 年と 2009 年の核実験でそれぞれ約 5 キログラムのプルトニウムを使用したと想定している。 2010 年の未公表の核実験が示唆されている。 それについては次を参照。 Lars-Erik De Geer, "Radionuclide Evidence for Low-Yield Nuclear Testing in North Korea in April/May 2010," *Science & Global Security* 20 (2012): 1–29; David P. Schaff, Won-Young Kim, and Paul G. Richards, "Seismological Constraints on Proposed Low-Yield Nuclear Testing in Particular Regions and Time Periods in the Past," *Science & Global Security* 20 (2012): 155–171; Christopher M. Wright, "Low-Yield Nuclear Testing by North Korea in May 2010: Assessing the Evidence with Atmospheric Transport Models and Xenon Activity Calculations," *Science & Global Security* 21 (2013): 3–52. 北朝鮮は 2013 年に核実験を行ったと公表した。 2010 年に行われたかもしれない核実験と 2013 年の公表した核実験に使用されたのがプルトニウムだったのか高濃縮ウランだったのかはわからない。
110. パキスタンの前大統領パルヴェーズ・ムシャラフ将軍は A・Q・カーンが北朝鮮に遠心分離機 P-1 と P-2 を約 2 ダース渡していたことを明らかにした。 カーンはまた「北朝鮮に流量計、遠心分離機用の何種類かの特殊オイルを提供し、極秘の遠心分離プラントを訪れて技術指導を行った」。 Pervez Musharraf, *In the Line of Fire; A Memoir* (New York: Free Press, 2006), 296.
111. 2002 年の CIA のレポートと他の米国の評価書は次を参照。 Mary Beth Nikitin, *North Korea's Nuclear Weapons: Technical Issues*, RL34256 (Washington, DC: Congressional Research Service, April 3, 2013).
112. Siegfried S. Hecker, *A Return Trip to North Korea's Yongbyon Nuclear Complex* (Center for International Security and Cooperation, Stanford University, November 20, 2010); Peter Crail, "N. Korea Reveals Uranium Enrichment Plant," *Arms Control Today*, December 2010.
113. ベラルーシ、カザフスタン、ウクライナは 1991 年にソ連が崩壊したときに核兵器を引き継いだが、それらをロシアに移すことに同意した。

114. Gavin Ball, "Status of Conversion of the South African Safari-I Reactor and ⁹⁹Mo Production Process to Low Enriched Uranium" (presented at the 32nd International Meeting on Reduced Enrichment for Research and Test Reactors, Lisbon, 2010). 米国も、南アフリカがプルトニウムの生産と分離の研究に使用することを計画しているサファリ II 重水炉の実物大模型である臨界集合体用に微濃縮ウランと重水を提供した。
115. Waldo Stumpf, "South Africa's Nuclear Weapons Program: From Deterrence to Dismantlement," *Arms Control Today* (December 1995): 3–8.
116. A. J. A. Roux et al., "Development and Progress of the South African Enrichment Project," in *Proceedings of the International Conference on Nuclear Power and Its Fuel Cycles: Salzburg, Austria: 2–13 May 1977*, 182 (Vienna, Austria: International Atomic Energy Agency, 1977), http://www.iaea.org/inis/collection/NCLCollectionStore/_Public/08/303/8303321.pdf.
117. 濃縮プラントのある、ペリンダバ・サイトの東部地区はヴァリンダバとも呼ばれている。
118. Stumpf, "South Africa's Nuclear Weapons Program." 南アフリカの核兵器開発プログラムの年表については次を参照。 Adolf von Baeckmann, Garry Dillon, and Demetrius Perricos, "Nuclear Verification in South Africa," *IAEA Bulletin* 37, no. 1 (1995): 45.
119. 1981年に南アフリカは「45パーセント濃縮ウランを限定量だけ生産している」と公表した。これは「国家が核兵器を開発する意図について国際的な懸念が再燃するのを避けられない」声明だった。 Nicholas Ashford, "South Africans Now Able to Produce A-Bomb," *Times* (London), April 30, 1981.
120. 当時、南アフリカは1発の核爆弾に利用できるほどの量の HEU を自力で生産できなかった。コールド核実験は、後に実際の核実験で利用することができる配置デザインの動作性能をテストするのに HEU の代わりに天然ウランを使ったのだろう。そのサイトはイスラエルの秘密実験のために準備されたと憶測されるがその説を裏付ける証拠は何もない。当時、南アフリカとイスラエルは軍事面、核問題で密接な協力関係にあった。
121. 偵察衛星によるこれらの準備の探知は偶然ではなく、南アフリカの高官であるディーター・ゲアハート (Dieter Gerhardt) が長期にわたってモスクワに情報を流していた。 Polakow-Suransky, *The Unspoken Alliance*, 112.
122. 年間 50~60 キログラムの兵器級 HEU の生産は、Y プラントの生産能力が 1 万~1 万 2000 SWU 程度/年に相当することになる。
123. 南アフリカの核兵器開発プログラムの廃止の決定については、例えば、次を参照。 Peter Liberman, "The Rise and Fall of the South African Bomb," *International Security* 26, no. 2 (Fall 2001): 45–86.
124. Von Baeckmann, Dillon, and Perricos, "Nuclear Verification in South Africa."
125. 開発計画が放棄された時、6 発の核兵器は組み立てが完了し、残る 1 つは組み立て途中だった。前掲書 p. 45 を参照。組み立てられた 6 発の核兵器のうち 5 発は航空機で運べるもので、1 つは南アフリカの能力を明かすための核実験に使用するつもりだったのだろう。
126. Thomas B. Cochran, "Highly Enriched Uranium Production for South African Nuclear Weapons," *Science & Global Security* 4, no. 1 (1994): 161–176.
127. 南アフリカの HEU 保有量はサファリ炉の燃料および医療用の放射性アイソトープを生産するためのターゲットとして使用された。
128. Von Baeckmann, Dillon, and Perricos, "Nuclear Verification in South Africa," 48.