

非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究

－南アフリカの事例調査－

Research on Factor Analysis and Technical Process for Achieving Denuclearization
-Denuclearization of South Africa-

田崎 真樹子 木村 隆志 清水 亮 玉井 広史
中谷 隆良 須田 一則

Makiko TAZAKI, Takashi KIMURA, Ryo SHIMIZU, Hiroshi TAMAI
Takayoshi NAKATANI and Kazunori SUDA

核不拡散・核セキュリティ総合支援センター

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security

January 2023

Japan Atomic Energy Agency

日本原子力研究開発機構

本レポートは国立研究開発法人日本原子力研究開発機構が不定期に発行する成果報告書です。
本レポートの転載等の著作権利用は許可が必要です。本レポートの入手並びに成果の利用(データを含む)は、
下記までお問い合わせ下さい。
なお、本レポートの全文は日本原子力研究開発機構ウェブサイト (<https://www.jaea.go.jp>)
より発信されています。

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 JAEA イノベーションハブ 研究成果利活用課
〒 319-1195 茨城県那珂郡東海村大字白方 2 番地 4
電話 029-282-6387, Fax 029-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

This report is issued irregularly by Japan Atomic Energy Agency.
Reuse and reproduction of this report (including data) is required permission.
Availability and use of the results of this report, please contact
Institutional Repository and Utilization Section, JAEA Innovation Hub,
Japan Atomic Energy Agency.
2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken 319-1195 Japan
Tel +81-29-282-6387, Fax +81-29-282-5920, E-mail:ird-support@jaea.go.jp

© Japan Atomic Energy Agency, 2023

非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究 —南アフリカの事例調査—

日本原子力研究開発機構 核不拡散・核セキュリティ総合支援センター
田崎 真樹子、木村 隆志、清水 亮、玉井 広史、中谷 隆良、須田 一則

(2022 年 10 月 28 日受理)

2018 年度から開始した「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究」の一環で、南アフリカの核開発及び非核化の事例を調査し、それらを 7 つの非核化要因(①核開発の動機、②非核化決断時の内外情勢、③核開発の進捗度、④制裁の効果、⑤非核化のインセンティブ、⑥非核化の国際的枠組、⑦非核化の方法及び非核化の検証)から分析すると共に、同国の非核化の特徴及び非核化からの教訓を導いた。

南アフリカは、1970 年代にその原子力活動を、「平和的核爆発」の研究開発から、「限定的な核抑止力」の開発へ、さらに「運搬可能な核兵器」の製造に移行させ、1980 年代後半までに自主開発・生産した高濃縮ウランを使用し 6 つの核爆発装置を完成させた。しかし 1989 年にアパルトヘイト政策の撤廃と共に非核化を決断し、自ら核爆発装置及び関連施設等を廃棄し、核兵器不拡散条約に加入して国際原子力機関(IAEA)と包括的保障措置協定(CSA)を締結・発効させ、IAEA の検証を受け、その後、核開発のペナルティを受けることなく非核兵器国として国際社会に復帰した。以降、南アフリカは現在に至るまで原子力の平和的利用を継続している稀有な国であり、特にその自主的な非核化は今後必要とされ得る非核化の参考例になると思われる。

南アフリカが非核化を決断した主な要因は、冷戦緩和に伴う南部アフリカ地域の安全保障環境の改善であり、それに加え、同国のデ・クラーク大統領が、主にアパルトヘイト政策に起因する制裁等により余儀なくされていた国際的な孤立状態の改善と、国内の政治・経済の疲弊状態からの脱却が必要であるとの強い意志を抱いていたことである。そしてデ・クラーク大統領がその意志を貫くには、アパルトヘイト制度の撤廃と共に非核化の完遂が必要不可欠であった。

今後必要とされ得る非核化の検証の観点からの教訓としては、検証の正確性及び完全性の向上を図る上で、核兵器等の廃棄と同時並行的に検証活動を行う必要があること、また非核化対象国による核物質等の隠蔽(未申告)を防止するために、非核化対象国が検証前に IAEA と CSA に加え追加議定書を締結することが望ましい。さらに非核化の方法について、核兵器(核爆発装置を含む)及び関連資機材や施設の廃棄等の他に、核活動に携わった技術者や科学者が有する核関連の技術やノウハウの拡散を防ぐ手段が必要とされることが挙げられる。

**Research on Factor Analysis and Technical Process for Achieving Denuclearization
– Denuclearization of South Africa –**

Makiko TAZAKI, Takashi KIMURA, Ryo SHIMIZU, Hiroshi TAMAI,
Takayoshi NAKATANI and Kazuhiro SUDA

Integrated Support Center for Nuclear Nonproliferation and Nuclear Security
Japan Atomic Energy Agency
Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki-ken

(Received October 28, 2022)

As part of the "Research on Factor Analysis and Technical Processes for Achieving Denuclearization" South Africa's nuclear development and denuclearization cases were investigated then analyzed from seven denuclearization factors namely (1) motivation for nuclear development, (2) internal and external situations at the time of denuclearization decision, (3) progress of nuclear development, (4) effects of sanctions, (5) incentives for denuclearization, (6) international framework for denuclearization, (7) denuclearization and verification methods. At the same time, characteristics of its denuclearization and lessons learned from the denuclearization were also analyzed. South Africa shifted its nuclear activities from research and development of "peaceful nuclear detonation" in the 1970s to developing "limited nuclear deterrence" and finally to manufacturing "transportable nuclear weapons" in the late 1980s. By then, it had completed producing six nuclear explosive devices using highly enriched uranium. However, in 1989, along with the abolition of the apartheid policy, South Africa decided denuclearization and dismantled its nuclear explosive devices and related facilities. Upon completion of dismantlement, it joined the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons and concluded a Comprehensive Safeguards Agreement (CSA) with the International Atomic Energy Agency (IAEA). The South Africa has remained one of the rare countries that has continued to the peaceful use nuclear energy, and its voluntary denuclearization is considered as a good example of denuclearization in the future.

Keywords: South Africa, Nuclear Explosive Device, Denuclearization, Nuclear Verification, Inspection, Safeguards, International Atomic Energy Agency (IAEA), Apartheid, Frederik Willem de Klerk

目次

1. はじめに.....	1
2. 南アフリカの原子力・核開発と非核化の経緯	2
2.1 原子力開発の開始	2
2.2 秘密裏のウラン濃縮技術の開発	2
2.3 平和的核爆発の研究開発から限定的な核抑止プログラムを経て核兵器の開発・製造へ ..	4
2.4 非核化の決断・実施、IAEA による検証	5
3. 原子力・核関連施設の概要	12
4. 非核化の要因分析	15
4.1 核開発の動機.....	15
4.2 非核化決断時の内外情勢.....	16
4.2.1 国外情勢	16
4.2.2 国内情勢	16
4.3 核開発の進捗度	17
4.4 制裁の効果	17
4.4.1 南アフリカに課された制裁	17
4.4.2 制裁の効果	19
4.5 非核化のインセンティブ	19
4.6 非核化の国際的枠組	21
4.7 非核化の方法及び検証	21
4.7.1 非核化の方法.....	23
4.7.2 非核化の検証.....	29
4.8 南アフリカの非核化の要因分析のまとめ.....	43
5. おわりに(南アフリカの非核化の特徴と非核化からの教訓)	45
謝辞	47
参考文献	48

Contents

1. Introduction	1
2. History of South Africa's nuclear development and denuclearization	2
2.1 Start of nuclear development	2
2.2 Development of uranium enrichment technology	2
2.3 From peaceful nuclear explosion to development and production of nuclear explosive devices	4
2.4 Decision and implementation of denuclearization and IAEA's verification	5
3. Brief summary of nuclear facilities	12
4. Analysis of denuclearization factors	15
4.1 Motivation of nuclear development.....	15
4.2 Internal and external situation at the time of denuclearization	16
4.2.1 External situation at the time of denuclearization	16
4.2.2 Internal situation at the time of denuclearization	16
4.3 Progress of nuclear development	17
4.4 Effects of sanctions	17
4.4.1 Sanctions imposed to South Africa.....	17
4.4.2 Effects of sanctions	19
4.5 Incentives for denuclearization.....	19
4.6 International framework for denuclearization.....	21
4.7 Denuclearization methods and verification.....	21
4.7.1 Denuclearization methods.....	23
4.7.2 Denuclearization verification	29
4.8 Analysis of denuclearization factors	43
5. Conclusion (Characteristics and lessons learned from South Africa's denuclearization) ...	45
Acknowledgement	47
References	48

表リスト

表 1	南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等.....	7
表 2	IAEA との CSA 締結前に INFCIRC/66 型保障措置の対象となった施設.....	13
表 3	IAEA との CSA 締結後に IAEA 保障措置の対象となった主要施設.....	14
表 4	国連安保理決議に基づく南アフリカに対する主要な制裁.....	18
表 5	冒頭報告に記載の施設及び LOF と IAEA 訪問の有無.....	31
表 6	冒頭報告に記載のない施設等のうち IAEA が訪問したもの.....	32
表 7	IAEA が訪問した施設.....	39
表 8	南アフリカの非核化の要因分析のまとめ.....	43

Table List

Table 1	History of South Africa's nuclear development and denuclearization.....	7
Table 2	Overview of nuclear facilities subject to IAEA Safeguards (INFCIRC/66) before South Africa's signing CSA with IAEA.....	13
Table 3	Overview of major nuclear facilities subject to IAEA Safeguards after South Africa's signing CSA with IAEA.....	14
Table 4	Key sanctions against South Africa under UN Security Council Resolutions...	18
Table 5	Facilities and LOF that mentioned in the initial report and IAEA visits.....	31
Table 6	Facilities visited by the IAEA that were not mentioned in the initial report...	32
Table 7	South Africa's nuclear facilities visited by the IAEA.....	39
Table 8	Summary of South Africa's denuclearization factors.....	43

図リスト

図 1	南部アフリカ諸国及び南アの原子力・核施設.....	12
図 2	南アフリカの主な原子力関連施設(保障措置対象施設).....	13
図 3	ウランの流れ.....	31

Figure List

Figure 1	Southern part of Africa and South Africa's nuclear facilities.....	12
Figure 2	South Africa's major nuclear facilities (Under IAEA Safeguards).....	13
Figure 3	Uranium flow.....	31

This is a blank page.

1. はじめに

南アフリカ(以下、「南ア」と略)は、自国産のウランを米英に供給する見返りとして、両国から進んだ原子力技術等の提供を受け、当初、平和目的での核爆発(「平和的核爆発」ⁱ⁾)の研究開発を行っていた。しかし、アパルトヘイト等に起因する国際社会からの孤立の中で、それを「限定的な核抑止力」、さらに「運搬可能な核兵器」の製造に移行させ、6つの核爆発装置を製造し、保有(7つ目を製造中)するに至った。しかしその後、南アを巡る安全保障環境の改善等を背景にアパルトヘイト政策を撤廃と共に非核化を決断し、核爆発装置及び関連施設等を自ら解体・廃棄し、その直後に核兵器不拡散条約(NPT)に加入し、国際原子力機関(IAEA)と包括的保障措施協定(CSA)ⁱⁱ⁾を締結してIAEAによる検証を受けることにより、非核化を完遂した。南アはその後の政権交代を経て、核開発のペナルティを受けることなく国際社会に復帰し、現在は原子力の平和的利用を実施している。このような南アの非核化は、稀有な例ではあるが非核化の成功事例の1つであり、将来、起こり得る核開発の防止や非核化の参考になると考え、今回、南アにおける非核化の事例調査と要因分析を実施した。

本稿の2章では、「南アフリカの原子力・核開発と非核化の経緯」と題して、ウラン濃縮技術の開発、核爆発装置の開発・製造、そして非核化の決断・実施とIAEAによる検証という3つの時期に分けて歴史的経緯を説明した。

3章では、主要な原子力・核爆発装置関連の施設を示した。

4章では、南アの「非核化の要因分析」として、①核開発の動機、②非核化決断時の内外情勢、③核開発の進捗度、④制裁の効果、⑤非核化のインセンティブ、⑥非核化の国際的枠組、⑦非核化の方法及び検証、の観点から分析し、またその結果を一覧表で示した。

そして5章では、最後に南アの核開発・非核化の特徴と教訓を考察した。

i Peaceful Nuclear Explosion (PNE)、平和利用核爆発とも言われる。核兵器用ではなく、運河やダム建設といった大規模な土木工事に核爆発を利用することを念頭においたもの。インドは1974年に同国初の核実験を行ったが、これを「平和的核爆発」と称している。出典: Atomic Archive, “The Peaceful Explosion”, <https://www.atomicarchive.com/history/cold-war/page-17.html> (参照: 2022年8月1日)。

ii INFCIRC/153 型保障措施協定。IAEA, “The structure and content of agreements between the Agency and states required in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons”, INFCIRC/153 (Corrected), <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1972/infcirc153.pdf> (参照: 2022年8月1日)。

2. 南アフリカの原子力・核開発と非核化の経緯

南アの原子力・核開発及び非核化の経緯^{1,2,3,4,5,6}を以下の 2.1 から 2.4 に示す。また表 1 に、南アフリカの原子力・核開発及び非核化の経緯を国際情勢等と併せてまとめた。なお南アの原子力・核施設の概要及びそれらの役割等については 3 章を参照されたい。

2.1 原子力開発の開始

南アは国内の豊富な石炭資源による石炭火力発電所を有していたため、石炭火力の代替としての原子力発電導入は必ずしも必要なものではなかった⁷。しかし 1944 年に英国の要請で南アが実施した地質調査の結果、同国のヨハネスブルク近郊でウラン鉱が発見され、その後に、東西冷戦下で核兵器の製造にウランを必要としていた米英が当該ウラン資源に注目すると、南アは米英加の協力の下でウラン資源の開発を進めることに合意した。そして米英加へのウラン供給を視野に入れ、1948 年に原子力法を制定し、ウランの生産及び供給管理等を行う機関として原子力委員会(AEB: Atomic Energy Board)を設立した。AEB は、1950 年に米英加から成る連合開発信託と 10 年を期間としたウランの供給契約を締結し、ウランを供給した⁸。

しかし 1950 年代後半に北米大陸でウラン鉱が発見されると米英加にとっての南ア産ウランの重要性が低下し、また連合開発信託との供給契約の終期が近づくにつれ、南ア自身での当該ウランの利用が模索された⁹。そこで南アは、1957 年に米国と締結した原子力協力協定¹⁰の下、米国から SAFARI-1(South Africa Fundamental Atomic Reactor Installation、20MW の研究炉)及びその燃料として高濃縮ウラン(HEU: Highly Enriched Uranium)の提供を受けることとしⁱⁱⁱ、同炉は、1961 年に建設開始、1965 年に運転を開始した。また同炉は、IAEA の保障措置^{iv}下に置かれた。1959 年、南アはプレトリアから西方 30km の距離にあるペリンダバに AEB 本部を移転すると共に、国立原子力センター(ペリンダバ原子力研究センター)を設立し、①ウラン濃縮技術の開発と、天然ウランを燃料として利用することができる②重水炉の開発・建設、の 2 つのプロジェクトに乗り出した。

2.2 秘密裏のウラン濃縮技術の開発

南アは、自国でのウラン資源の利用に加え、当該ウランに付加価値を付けた上でのウランの輸出も計画した¹¹。また、1961 年から秘密裏に、また南ア独自で、エアロダイナミクス法^vの 1 つ

iii ただし米国が Y プラントと南アの核兵器計画に抗議して、SAFARI-1 原子炉用の HEU の南アへの輸出を停止したため、1997 年～1990 年初頭にかけて 5MW での、また一定期間のみの運転とならざるを得なかった。出典: NTP, “SAFARI-1: Fifty years of world firsts”, <https://www.ntp.co.za/safari-1/> (参照: 2022 年 7 月 20 日)。

iv INFCIRC/66 型 IAEA 保障措置協定。IAEA, “The Agency’s Safeguards System (1965)”, INFCIRC/66, 3 December 1965, <https://www.iaea.org/sites/default/files/publications/documents/infcircs/1965/infcirc66.pdf> (参照: 2022 年 7 月 20 日)。

v U235 と U238 の質量差を利用し湾曲壁で生じる遠心力により濃縮する方法。ノズル法とも呼ばれる。出典: 堀雅人、「核兵器利用可能物質の製造技術と民生用技術」、日本安全保障貿易学会第 8 回研究大会 2009 年 3 月 21 日、<https://www.cistec.or.jp/jaist/event/kenkyuutaikai/kenkyu08/8-3hori.pdf> (参照: 2022 年 7 月 21 日)。

であるヴォルテックス・チューブ法^{vi}の開発に着手し、1967年には、同法でのウラン濃縮に成功した。1969年には、ペリンダパに隣接するバリンダパで、同法による濃縮度 3～5%の低濃縮ウラン(LEU: Low Enriched Uranium)と、濃縮度 80～90%の HEU の生産が可能な¹²ウラン濃縮パイロットプラント(通称:「Y プラント」)の建設が許可された。また国立原子力センターのウラン濃縮部門が独立し、新たにウラン濃縮公社(UCOR: Uranium Enrichment Corporation)が設立され、Y プラントでのウラン濃縮の実施に当たることとなった。一方、②重水炉の開発・建設について、南アは、1960 年代後半に種々の原子炉システムをコンピュータ・シミュレーションにより評価し、継続的な濃縮ウランの調達を必要とする軽水炉よりも、天然ウランを燃料として利用できる重水炉が同国にとって好ましく、うち CANDU 型重水炉について、350MWe 規模の炉は経済的に競争力があると結論付け、重水炉の開発・建設を実施した。重水炉は 1967 年に臨界に達したが、その後の調査では、南アの経済成長を鑑みると 1,000 MWe 規模の原子炉が必要であることが示され、AEB は技術が実証済であることや、原子炉燃料としてヴォルテックス・チューブ法を用いた自国での濃縮ウランの生産・調達が可能であることを鑑み、重水炉に替わり軽水炉の導入を選択した(重水炉プログラムは中止)。また、1973 年の石油危機で、親イスラエルの南アは OPEC 諸国から石油を輸入できなくなり、そのことも南ア国内で原子炉の導入を後押しした。1976年、仏国のフラマトム社が率いるコンソーシアムは、クーバーグ原子力発電所の 1 及び 2 号機の建設を開始した¹³。

1970 年、南アは、それまで秘密裏に進めていた濃縮ウラン生産の成功と Y プラントの建設開始を議会で公表したが、その際、フォルスター首相は、南アによるウラン濃縮の実施は、ウラン資源の利用と商用原子炉用燃料の確保を目的とした平和的利用であると説明した¹⁴。また Y プラントについても、将来的には、IAEA と CSA を締結して査察を受けることも示唆したが、実際には独自に開発したヴォルテックス・チューブ法によるウラン濃縮技術の漏えいリスクや施設の運転が阻害される可能性を理由に IAEA の関与を拒んだ。なお南アは、1968 年 7 月 1 日に署名開放された核兵器不拡散条約(NPT)について、同条約が核兵器国に核兵器の削減を義務付けていないこと等を理由に NPT への加入を拒否した¹⁵。

Y プラントは 1977 年から完全操業に入りウランの生産を開始し、1978 年には最初の HEU を出荷した。Y プラントで生産された HEU は、SAFARI-1 の燃料として、また LEU はクーバーグ原子力発電所原子炉 1 号機及び 2 号機(1984 年及び 1985 年に各々運転開始)の燃料として使用された。その後 HEU については、南アの原子力活動が核開発を意図するようになると、核爆発装置の製造に使用された¹⁵。

一方、南アの 2 つめのヴォルテックス・チューブ法によるウラン濃縮施設(通称:「Z プラン

vi 米国もヴォルテックス・チューブ法の開発を実施し、1968年に特許を取得した。一方、南アのヴォルテックス・チューブ法は、米国の技術をさらに開発した方法と言われる。このヴォルテックス・チューブ法は、広く技術が公開されており、また高いレベルの技術力を必要とするものではなく、さらに人工衛星やリモートセンシングでの監視が困難と言われる。出典: Bhupendra Jasani, “Key features of enrichment and reprocessing plants”, International Safeguards and Satellite Imagery, pp.81-103, 2009, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-79132-4_7 (参照: 2022 年 7 月 20 日)。

ト」)のペリンダパでの建設は 1979 年に開始され、1984 年には運転開始、1988 年 8 月には最初の LEU を出荷した。同プラントで生産されたウランの濃縮度は 5%未満であり、クーバーク原子力発電所の 2 つの原子炉燃料用として使用された。Z プラントは半民生用施設で LEU 生産を行っていたため南アが自主的に実施した非核化措置の対象施設とはならず、1995 年まで運転を継続した。

2.3 平和的核爆発の研究開発から限定的な核抑止プログラムを経て核兵器の開発・製造へ

南アは 1970 年に AEB が実施した「平和的核爆発」の研究開発実施に係る勧告に基づき、翌 1971 年から「平和的核爆発」の研究開発を開始した。そして 1974 年のポルトガルのアンゴラ及びモザンビークからの撤退を背景に、フォルスター首相は、研究開発を「平和的核爆発」から「限定的な核抑止プログラム」に再定義し、AEB の予算を増加させ、核爆発装置の開発を承認すると共に、地下核実験場の建設を許可した¹⁶。また同年、ガンバレル型^{vii}の核爆発装置の縮尺模型を用いた実験を成功させた。またカラハリ砂漠のバストラップに完成させた地下核実験場で 2 つの堅坑(シャフト、1 つは深さ 391 メートル、直径 0.9 メートル、2 つは深さ 215 メートル、直径 0.9 メートル)¹⁷を掘り^{viii}、当該装置のコールドテストの実施を計画したが、ソ連の偵察衛星にキャッチされて米英仏西独からの警告を受けコールドテストを中止すると共に、堅坑も閉鎖された^{ix}。しかしフォルスター首相は、テストの中止と同時に秘密裏での「核抑止力」の開発を指示した。この 1977 年の時点で、南アの核開発は明確に軍事的性格を持ったと言われる¹⁸。

1979 年、前年に南アのボーダ首相が設立した「核兵器政策に関するハイレベル運営委員会」(首相、国防大臣、外務大臣、鉱業・エネルギー大臣、南アフリカ軍備公社(ARMSCOR: Armaments Corporation of South Africa)総裁、AEB 及び軍部代表から構成される)は、「信頼性ある核抑止能力の獲得」を目的に、配備可能な核兵器製造を政府に勧告し、その後、Y プラントで生産した HEU を組み込んだ最初の核爆発装置が完成した(ただし、地下核実験により核爆発能力を確認することが想定されていたため、航空機での運搬は不可能であった)。

これを契機に南アは、核開発計画を ARMSCOR に移管し、本格的な軍事目的の核爆発装置の開発・製造に乗り出した。1981 年にはペリンダパの西部 20 キロの距離にあるアドヴェナ(Advena)で、2 つ目の核爆発装置製造のために Kentron Circle 施設(Advena Circle Facility と呼ばれる)の建設を開始した。そして 1982 年には、爆撃機(バッカニア攻撃機やミラージュ戦闘機)による運搬が可能な最初の核爆発装置が生産された。以降、南アは年間 1 つの核爆発装置の製

vii ヒロシマ型、砲身型、あるいはガン・タイプとも呼ばれる。

viii 当該堅坑は、1988 年頃に閉鎖され、1993 年に IAEA の監督下で封印された。出典: Robert E. Kelley, “A Technical Retrospective of the Former South African Nuclear Weapon Program”, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), October 2020, p.15, https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-10/sa_nuclear_technical_retrospective_kelley_2.pdf (参照: 2022 年 6 月 21 日), Olli Heinonen, “Chapter 8: Verifying the dismantlement of South Africa’s Nuclear Weapons Program”, <https://npolicy.org/books/2014muf/Heinonen%20Chapter%208.pdf> (参照: 2022 年 6 月 21 日)。

ix 当該堅坑はその後、1993 年に IAEA の監督下で封印された。出典: Olli Heinonen, “Chapter 8: Verifying the dismantlement of South Africa’s Nuclear Weapons Program”, <https://npolicy.org/books/2014muf/Heinonen%20Chapter%208.pdf> (参照: 2022 年 6 月 21 日)。

造を目途に当該活動を継続し、1987年までには計6つの核爆発装置を完成させた。なお、1つの核爆発装置には、55kgのHEUが使用されていたと言われる¹⁹。またこの間、1983年にARMSCORの作業部会は、「核抑止力と外交的な影響力に重点を置いた核戦略」を策定した。この核戦略は、①核抑止力の保持を肯定も否定もしない、②自国の領土が軍事的な脅威に晒された場合に「内密の開示」、ないし「内密の威圧」を行う、③が功を奏しない場合は、④核実験の実施など核抑止力の「公然の開示」を行う、との3つの段階から成るものであった。しかし、②、③は実際には南アには必要なかった²⁰。

2.4 非核化の決断・実施、IAEAによる検証

1980年代後半、南アを巡る国際情勢に大きな変化があり、またそれはアパルトヘイト体制と核開発の放棄(非核化)を含め、南アの国内政治及び社会の根幹に大きな変化をもたらすこととなった。それを決断し実行したのは、国際社会からの非難にも拘らずアパルトヘイト政策を維持し、核開発を強行に推進したボーダ大統領に替わり、1989年9月に南ア大統領に就任したデ・クラークである。彼はボーダ前大統領より20歳も若く、従来 of 因習や思考に囚われることなく、また国際的な視点から南アの実情と将来を憂慮し「南アの進路を変えるべく」大統領に就任した²¹。

1980年代後半の南アを巡る国際情勢を鑑みると、1988年に米ソの協調による仲介で、アンゴラ、キューバ及び南アの3か国は、5万人のキューバ軍のアンゴラ撤退合意²²を含む和平協定²³を締結すると共に、南アが実効支配してきたナミビアの独立手続きを進捗させることで合意した。このことは、南アを取り巻く安全保障環境の改善とはなった。しかし一方で、南アが欧米の先進諸国及びアフリカ諸国を含む国際社会がこぞって反対するアパルトヘイト体制を維持し続ければ、国際社会から益々孤立し続けることを意味した。というのは、南ア国内では、1980年代、特に1984年半ば以降から反アパルトヘイト運動が激化し^x、これに対してボータ大統領は1985年に非常事態宣言を発令し弾圧を強化したが、一方で国際社会は、南アでのこの動きに対して一連の厳しい経済制裁を課していたからである(制裁に関しては、4.4を参照)。デ・クラーク大統領はこのような状況に鑑み、アパルトヘイト政策を終わらせ、国際社会における孤立から脱却して国際社会に復帰することを意図した。しかし同国の核爆発装置及び関連する核プログラムの維持は、1970年に発効したNPTに基づく核不拡散体制を確立していた国際社会への復帰にとっては大きな足かせであった。というのは、NPTは、第9条3で、核兵器国を、「1967年1月1日以前に1967年1月1日以前に核兵器その他の核爆発装置を製造しかつ爆発させた国をいう。」と定義

x 南ア政府は、人口の圧倒的多数を占める黒人を、全土の13%に過ぎないバンツー・ホームランドに切り離して独立させ、合計しても白人人口に及ばないカラード、インド系人、その他の有色人種を体制内に引き込むことにより、「平和的に」アパルトヘイト問題を解決することを目論み、1983年に白人議会、カラード議会、インド人議会から成る三院制を軸とした新憲法を採択し、1984年9月にその実施を強行した。これに対する国内外の反発は強く、南ア政府に対する反対運動が盛り上がり、民衆や黒人学生等による暴動が続発した。これに対して、南ア政府は36地区に非常事態を宣言し、逮捕状無しの拘禁措置が実施されるようになった。こうした南ア政府の弾圧政策は、国際社会の強い非難を呼び起こす結果となった(米国は1985年9月9日、反アパルトヘイト法(対南ア経済制裁法)を成立させた)。出典:小田英郎、「第1章 アメリカ合衆国のアフリカ政策-冷戦期からポスト冷戦期へ」、冷戦後の国際社会とアフリカ、日本貿易振興機構 アジア経済研究所, pp. 14-15, <https://core.ac.uk/download/pdf/288462656.pdf> (参照: 2022年8月1日)。

しており、南アが核兵器国として NPT に加入することはできず、NPT に加入するには、非核兵器国となる選択肢しかなかった¹⁹。

デ・クラークは、1989 年 9 月の大統領就任直後に、外務大臣、国防大臣、財務大臣、行政・民営化大臣、鉱業・エネルギー大臣等から成る NPT への加入を検討するための閣僚委員会を設置し、その中で南アが孤立から脱却して、国際社会の認知を得ていく上では、核爆発装置はマイナス材料であることを指摘した²¹。また核爆発装置の解体及び NPT に非核兵器国として加入することの是非を検討するため、AEB、ARMSCOR 及び軍の幹部から成る専門委員会を立ち上げた。同委員会は、核爆発装置は解体すべきことを勧告すると共に、解体に向けてのプロセス案を作成した。これは、デ・クラーク大統領と内閣によるプロセス案が了承された後に、計 6 つの核爆発装置と製造中の 1 つの核爆発装置の廃棄等を決定するというものであった。翌 1990 年 2 月、デ・クラーク大統領はこの案に基づき、全ての核爆発装置の廃棄及び関連施設の閉鎖と廃棄、核物質の熔解、NPT 加入に向けた準備の実施等を指示し、ARMSCOR と AEB のチームが、Y プラント及び Advena の Kentron Circle 施設の稼働を停止し、そして HEU はペリンダバの保管場所に移動された。

1991 年 2 月、南アはアパルトヘイト制度の廃止を宣言し、また、7 月には核爆発装置の廃棄、関連施設の閉鎖と廃棄、及び核物質の熔解等を完了させ、その直後に非核兵器国として NPT に加入した。そして同年 9 月、IAEA と CSA(INFCIRC/394)²⁴を締結した^{xi}。南アの核能力(の検証)に関しては、1991 年 9 月の理事会で、IAEA による南アとの CS の早期履行と、IAEA による南アの原子力施設・核物質の在庫の完全性の検証の実施及び当該結果の理事会への報告が決議された²⁵。翌 10 月、南アは、IAEA に冒頭報告^{xii}を提出したが、実際には CSA 締結前に IAEA に施設及び核物質在庫の冒頭報告を実施していたとも言われる²⁶。翌 11 月には IAEA による特定査察が開始され、1992 年 9 月、IAEA 事務局長は IAEA 総会で、南アの冒頭報告の内容が不完全だという証拠は見いだせなかったという結論を報告した²⁷。

翌 1993 年 3 月 24 日、デ・クラーク大統領は、議会で、①南アが秘密裏に核開発計画を進め、6 つの核爆発装置を製造し、7 つ目を製造中であったこと、②1989 年に上記の廃棄を決定したこと、及び③既に廃棄は終了したことを演説した。IAEA はその直後に南アの核廃棄についての査察を開始し、同年 9 月、IAEA 事務局長は IAEA 総会で、一部を除き南アの核物質在庫は冒頭報告の量と不完全であるとの証拠は見出せなかった^{xiii}旨の結論を報告した²⁸。

なお、IAEA による非核化の方法及び検証の経緯の概要については、4.7 を参照されたい。

xi 南アは 1957 年の IAEA 設立総会にも出席し、指定理事国になっていたが、NPT に未加入のため CSA を締結する義務は無く、INFCIRC/66 型保障措置の適用を受けるのみであった。

xii CSA では、CSA の発効した暦月の最終日から 30 日以内に IAEA に提供されることになっている当事国による保障措置対象核物質全てに関する公式報告のこと。この冒頭報告から、IAEA はその国に関する据えての核物質の統一在庫を確定し、その在庫量を以後の報告及びその検証活動の基礎として維持する。出典: 核物質管理センター、「IAEA 保障措置用語集」2001 年版、p.177。

xiii ただし HEU の 1 有意量(25kg)以下。

表 1 南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等 (1/5)

年	南アの原子力・核開発及び非核化等の動向	南アの国内情勢、国際情勢等
1942		10月：米国ルーズベルト大統領が核兵器開発プロジェクト(マンハッタン計画)承認
1944	ヨハネスブルク近郊でウラン鉱発見	
1945		7月：米国が史上初の核実験実施(トリニティ実験) 8月：広島、長崎への原爆投下 - 米ソ冷戦開始
1948	原子力法制定、原子力委員会(AEB)設立	- 南アの国民党が総選挙で勝利 - アパルトヘイト体制確立
1949		8月：ソ連がセミパラチンスクで同国初の核実験実施
1950	米英加とのウラン供給契約締結	
1952		10月：英国がモンテペロ諸島で同国初の核実験実施
1953		12月：アイゼンハワー大統領が国連総会で「平和のための原子力」演説
1957	米国と原子力協力協定締結	7月：IAEA設立。南アはIAEAの指定理事国^{xiv}に選出
1959	- ペリンダパに国立原子力センター(ペリンダパ原子力研究センター)設立 - 原子力法を改正、ウラン濃縮技術の開発と重水炉の開発の2つのプロジェクトに着手	
1960		2月：仏国がアルジェリアで同国初の核実験実施 3月：シャープビル虐殺事件^{xv}
1961	- SAFARI-1 建設開始 - 秘密裏にヴォルテックス・チューブ法開発開始	南アがアパルトヘイト政策への非難されたこと等を理由に英連邦から脱退、「南アフリカ共和国」となる
1963		8月：国連安全保障理事会(国連安保理)が、南アに対する武器禁輸を要請する決議(UNSCR)第181号²⁹を採択
1964		10月：中国が新疆ウイグル自治区ロプノール湖で同国初の核実験実施

^{xiv} 原子力に関する技術(原料物質の生産を含む)の最も進歩した加盟国として、毎年6月に前任の理事会によって指定される13か国のこと。なお、IAEA理事国は計35か国で、前記13か国以外の22か国は、地域的な構成を考慮してIAEA総会で選出される。

^{xv} 1960年3月、ヨハネスブルグ郊外のシャープビルで、「パス法」(白人の居住区域で黒人に身分証の形態を義務づける法律)に反対するデモ隊5千人から7千人と警官隊が衝突する事件が発生、69人が死亡、180人以上が負傷する大惨事となった(シャープビル虐殺事件)。当時、英連邦の一員だった南アは、英国から強く非難され、国連安保理は南アに対する非難決議(UNSCR 134 (1960))を採択した。翌1961年、南アは英連邦から脱退した。

出典：外務省、「躍進する南アフリカ～途上国のリーダーとして」、2009年11月20日、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol49/index.html> (参照：2022年8月1日)。

表 1 南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等(2/5)

年	南アの原子力・核開発及び非核化等の動向	・南アの国内情勢、国際情勢等
1965	3 月: SAFARI-1 運転開始	・ 12 月: 国連総会で人種差別撤廃条約 ^{xvi} 採択(1969 年発効)
1966		・ 国連が南アのアパルトヘイトを国連憲章及び世界人権宣言と相いれない「人道に対する罪」として非難 ³⁰
1967	・ 実験規模のヴォルテックス・チューブ法によるウラン濃縮に成功。AEB が同法のウラン濃縮パイロットプラント建設を提言 ・ 重水炉臨界達成	
1968	・ 核兵器不拡散条約(NPT)への署名を拒否	7 月:NPT 署名開放
1969	・ 2 月: フォルスター首相がヴォルテックス・チューブ法でのウラン濃縮パイロット施設(Y プラント)の建設を許可 ・ ウラン濃縮公社(UCOR: Uranium Enrichment Corporation)設立 ・ 重水炉計画中止	
1970	・ 2 月: AEB が「平和的核爆発」について研究開発実施に係る勧告を取り纏め ・ Y プラント建設開始 ・ 7 月: フォルスター首相が議会で、ウラン濃縮法の開発成功と Y プラント建設を公表 ・ Y プラントへの IAEA 保障措置適用を拒否	・ 3 月: NPT 発効 ・ 7 月: 南アに対する武器禁輸を要請する UNSCR 282³¹採択 ・ 国連が通常総会への南アの参加拒否^{30,xvii}
1971	・ 3 月: 鉱業大臣が「平和的核爆発」についての研究開発の秘密裏の実施を許可	
1973		・ 11 月: 国連総会で、「アパルトヘイト犯罪の抑圧及び処罰に関する国際条約」(アパルトヘイト犯罪条約) ³² 採択(1976 年発効)
1974	・ 5 月: ガンバレル型の核爆発装置の縮尺模型を用いた実験に成功 ・ フォルスター首相が「平和的核爆発」の核爆発能力の開発から「限定的な核抑止」プログラムへの再定義を承認 ・ 核爆発装置の開発を承認、地下核実験場建設を許可	・ 4 月: ✓ ポルトガルでクーデター^{xviii}。ポルトガルがアンゴラ及びモザンビークから撤退 ・ 5 月: インドがラージャスターン州のポカランで同国初の核実験実施

xvi 人権及び基本的自由の平等を確保するため、あらゆる形態の人種差別を撤廃する政策等を、すべての適当な方法により遅滞なくとることなどを主な内容とするもの。出典: 外務省、「人種差別撤廃条約」、令和 3 年 9 月 7 日、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/jinshu/> (参照: 2022 年 8 月 1 日)。

xvii 南アは 1994 年のアパルトヘイト廃止まで IAEA 総会の審議に参加できなかった。出典: 国際連合広報センター、「アパルトヘイト」、<https://www.unic.or.jp/activities/humanrights/discrimination/apartheid/> (参照: 2022 年 7 月 29 日)。

xviii ポルトガルは、ギニア・ビザウ、モザンビーク、サントメ・プリンチペ、カーボ・ヴェルデ、及びアンゴラの各植民地に独立を付与する旨を決定。出典: 青木一能、「ナミビア独立問題の推移と現状」、日本国際政治学会、「国際政治」、第 88 号、1988 年 5 月、p.55、

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kokusaiseiji1957/1988/88/1988_88_47/_pdf (参照: 2022 年 7 月 29 日)。

表1 南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等(3/5)

年	南アの原子力・核開発及び非核化等の動向	南アの国内情勢、国際情勢等
1975	カラハリ砂漠での地下核実験場建設開始	6月: モザンビーク独立 10月: 南アのアンゴラ介入。ソ連とキューバのアンゴラへの援助拡大、キューバ軍のアンゴラ駐留 11月: アンゴラ独立
1976	クーバーグ原子炉(1、2号機)の建設開始	- 南アでソウェト蜂起^{xix} - 米国が SAFARI-1 炉燃料供給停止 - 米国がアンゴラへの不介入決定
1976 ～77	カラハリ砂漠のバストラップに地下核実験場完成	
1977	3月: Yプラントが完全操業に入る - 後半以降～: ✓ HEU のコア部分を除いたガンバレ型の核爆発装置完成 ✓ 核爆発装置のコールドテストの実施をソ連の偵察衛星がキャッチ。米英仏西独からの警告を受け、コールドテスト中止を決定 - フォルスター首相が「平和的核爆発」の開発中止と核実験場の閉鎖、同時に「抑止力としての核能力」の開発を秘密裏に指示	1月: カーター大統領就任 - 米英仏西独が南アにコールドテストの中止警告 11月: 国連安保理が南アに対する武器禁輸を加盟国に強制、また核兵器の開発・製造につき南アとの協力拒否を決定した UNSCR 418³³を採択
1978	- Yプラントから最初の HEU 出荷 9月: ボーダが首相に就任 10月: ボーダが、「核兵器政策に関するハイレベル運営委員会」を設置	3月: 米国が核不拡散法制定(米国との原子力協力要件の厳格化) 12月: アンゴラ内戦の即時停戦とナミビア独立手続を定めた UNSCR 435³⁴を採択
1979	7月: 「核兵器政策に関するハイレベル運営委員会」設置が信頼性のある核抑止能力を獲得するために、「配備可能な核兵器」製造を勧告 11月: HEU を組み込んだ最初の核爆発装置が完成(ただし航空機での運搬は不可能) - 核兵器開発計画を ARMSCOR に移管 - 半民生用(Semi-commercial)ウラン濃縮プラント(Zプラント)の建設開始	9月22日: ヴェラ事件^{xx,35,36,37} - 南アが IAEA 総会への出席を拒否される

^{xix} ヨハネスブルク南東部のソウェト地区で起きたアフリカ系住民による暴動事件。黒人学生1万人のデモと警察隊が衝突、多くの死者を出した。国連安保理は南アに対する非難決議(UNSCR 392 (1976))を採択した。出典: 外務省、「躍進する南アフリカ～途上国のリーダーとして」、2009年11月20日、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol49/index.html> (参照: 2022年8月1日)。

^{xx} 1979年9月22日に米国の核実験監視衛星「ヴェラ・ホテル」がアフリカと南極大陸のほぼ中間にあるインド洋のプリンス・エドワード諸島の南アフリカ付近で「二重の閃光」を感知した事件。閃光は核兵器由来のものと考えられており、南アとイスラエルの共同核実験によるものとの説もあるが真相は不明のままとなっている。なお、米国国防情報局(DIA)、米国海軍研究所(NRL)、防衛請負業者などを含む他のデータの検査官も閃光は核爆発によるものではないと結論付けた。またデ・クラーク大統領も、南アは核実験をしなかったと述べている。

表1 南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等(4/5)

年	南アの原子力・核開発及び非核化等の動向	南アの国内情勢、国際情勢等
1981	• ARMSCOR の Kentron Circle 施設の建設開始	
1982	• 12 月: 最初の爆撃機(バックニア攻撃機、ミラージュ戦闘機)による運搬が可能な核爆発装置が生産される。以降、1 発/年目途に、1987 年まで核爆発装置を製造	
1983	• ①核能力の保持を肯定も否定もしない、②「内密の開示」、ないし「内密の威圧」を行う、③「公然の開示」、ないし「公然の抑止」を行う、との核戦略を策定	
1984	• 7 月: クーバーグ原子力発電所 1 号機(仏国製 PWR、922 MWe)が運転開始 • Z プラントが運転開始	• 12 月: 南アからの武器輸入の自粛を要請する UNSCR 558³⁸採択
1985	• クーバーグ原子力発電所 2 号機(同上)運転開始 • 核プログラムの見直し: HEU を用いた 7 つのガンバレル型の核爆発装置の製造に限定、Pu 関係の作業を停止	• 7 月: ✓ 南アで非常事態宣言発令、反アパルトヘイト運動弾圧が強化 ✓ 国連安保理が、南ア政府による民衆弾圧を非難し、国連加盟国に新規投資の自粛等を要請する UNSCR 569³⁹採択
1986		• 10 月: 米国で包括的反アパルトヘイト法(対南ア経済制裁法)⁴⁰発効 • 11 月: 南アに対する軍、航空関係の物資輸出の自粛を各国に要請する UNSCR 591⁴¹採択
1988	• 8 月: Z プラントが最初の LEU 出荷	• 12 月: アンゴラ、キューバ及び南アが和平協定締結(キューバ軍のアンゴラ撤退合意を含む)、ナミビア独立合意
1989	• 9 月: デ・クラークが大統領に就任 ✓ NPT 加入を検討するための閣僚委員会を設置 ✓ 核爆発装置の解体及び NPT に加入することの是非を評価する専門家委員会を設置。委員会は、核爆発装置の解体を勧告、また解体に向けてのプロセス案を作成 ✓ デ・クラーク大統領と内閣は上記プロセス案を了承、6 つの核爆発装置と製造中の 1 つの廃棄等を決定	• 11 月: ベルリンの壁崩壊 • 12 月: 米ソによるマルタ会談、冷戦終結宣言
1990	• 2 月 ✓ 大統領が全ての核爆発装置の廃棄、施設の閉鎖、核物質の熔解、NPT 加入に向けた準備の実施を指示 • Y プラント及び Advena の Kentron Circle 施設等の稼働を停止	• 2 月: 南ア政府がアフリカ民族会議(ANC)等に対する禁止処分を撤廃。ネルソン・マンデラ等、政治犯を釈放 • 3 月: ナミビア独立 • 12 月: ソ連崩壊

表1 南アフリカの原子力・核開発及び非核化の動向等(5/5)

年	南アの原子力・核開発及び非核化等の動向	南アの国内情勢、国際情勢等
1991	3月～9月 ✓ 全ての HEU が ARMSCOR から南ア原子力公社(AEC)に戻される 7月: ✓ 核物質/核爆発装置等の自主的廃棄完了 ✓ 10日: 非核兵器国として NPT に加入 9月16日: IAEA と CSA (INFCIRC/394) 締結、発効⁴² 9月20日: IAEA 総会が IAEA 事務局に対して、南アの原子力施設・核物質在庫の完全性の検証実施等を要求する旨の (GC(XXXV)/RES/567)を採択 10月: 南アが IAEA に冒頭報告を提出 11月: IAEA による特定査察開始	2月: アパルトヘイト廃止宣言 7月: ブッシュ大統領が包括的反アパルトヘイト法の撤廃に係る大統領令 (Executive Order 12769)^{xxi43}発布 - 上記の他、南アによるアパルトヘイト廃止宣言を受け、欧米諸国及び日本が経済制裁を解除
1992	9月: IAEA が、南アの冒頭報告の内容が不完全だという証拠は見いだせなかった旨を報告 (GC(XXXVI)/1015)	
1993	3月: ✓ デ・クラーク大統領が南ア議会で、①秘密裏に核開発計画を進め、6つの核爆発装置を製造、7つ目を製造中であつたこと、②1989年に上記の廃棄を決定したこと、及び③既に廃棄を終了したこと、を演説 ✓ IAEA が核廃棄についての査察を開始 9月: IAEA が総会で、一部を除き、IAEA の核物質在庫は、冒頭報告の量と一致し、核爆発装置に関する機微な物質等が残っていない等の結論を報告 (GC(XXXVII)/1075)⁴⁴	米国で、包括的反アパルトヘイト法の撤廃する南アフリカ民主移行支援法⁴⁵可決
1994		4月: 全ての人種の参加による南ア初めての総選挙実施、ANC が勝利し、ネルソン・マンデラ総裁が初の黒人大統領に就任 5月: 南アに対する制裁解除(UNSCR 919)⁴⁶採択

xxi 本大統領令では、制裁が解除される前に満たす必要がある以下の5つの条件を列挙している。①ネルソン・マンデラと他の全ての政治犯の釈放、②南アの非常事態宣言の廃止と、その下で拘禁されていた全ての人々の釈放、③南アでの政党禁止の廃止、④団体区域及び住民登録法の廃止、及び⑤黒人多数派のメンバーとの誠実な交渉の実施。

3. 原子力・核関連施設の概要

図 1^{xxii}に、南部アフリカ及び南アの原子力に係る主要施設の場所等(非核化が開始された 1990 年以前の時点)を示す。また図 2 に、南アの主要な原子力関連施設(保障措置対象施設)及びそれらの関係を示す。



赤字: 原子施設存在場所及び主要な原子力施設等、青字: 主要都市

図 1 南部アフリカ諸国及び南アの原子力・核施設

xxii d-maps, https://d-maps.com/carte.php?num_car=4358&lang=ja 記載の地図に、青字及び赤字で地名及び原子力施設名等を記載。

南アフリカの主な原子力関連施設（保障措置対象施設）

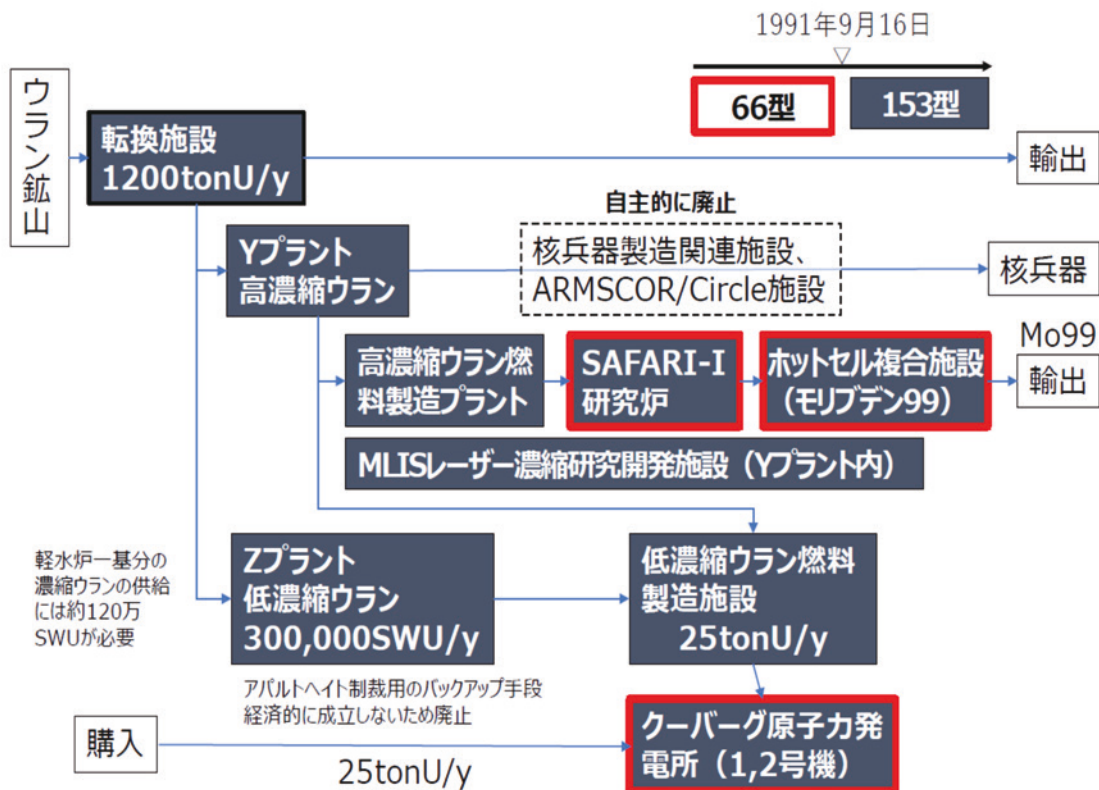


図 2 南アフリカの主な原子力関連施設(保障措置対象施設)

図 2 に記載の施設のうち、1991 年の IAEA との CSA 締結以前に IAEA 保障措置(INFCIRC/66 型保障措置)の対象となった施設及びその概要を表 2⁴⁷⁾に、また CSA 締結後に南アが冒頭報告を行い、表 2 に記載の施設に加え、IAEA 保障措置の適用を受けることになった主要施設及びその概要を表 3 に示す。

表 2 IAEA との CSA 締結前に INFCIRC/66 型保障措置の対象となった施設

施設名	概要
SAFARI-1	- 熱出力 20MW のスイミングプール型材料試験炉。1965 年臨界 1976 年まで米国から濃縮度 90%の HEU 燃料の供給を受けた
ホットセル複合施設	放射性同位元素製造施設
クーバーク原子力発電所 1 号機及び 2 号機	1984 年及び 1985 年に各々運転開始した仏国フラマトム社の設計、建設による 900MWe クラスの 2 基の PWR 2024 年以降、運転開始後 40 年の運転期間が満了予定

表 3 IAEA との CSA 締結後に IAEA 保障措置の対象となった主要施設

施設名	概要
ウラン転換施設	1960 年代、南アは小規模のウラン転換実験を開始し、1980 年代初頭に、ウラン濃縮用に転換施設(UF₆生産施設)を建設 - ある時点で南アは 2 つ目の転換施設を建設し、運転したが 1998 年までに閉鎖された
Y プラント(ウラン濃縮パイロットプラント、バリンダパ)	- HEU 製造施設。米国が SAFARI-1 用の HEU 燃料の供給を停止後は、SAFARI-1 用に濃縮度 45%の濃縮ウランの生産を開始 - 設計上は 10,000～15,000SWU/年能力であったが、機械的プロセスの非効率性等により、設計能力を達成できなかった(もし 10,000 SWU/年を達成できたのであれば、濃縮度 90%のウランを年間約 60 キロ(核兵器 1 発分の HEU 有意量)生産できたと言われる。しかし、本プラントでは原子炉用 LEU も生産していたため、実際には濃縮度は 90%まで行かず、結果的に全運転期間中で、濃縮度 80%の HEU を計約 400 kg を生産した³⁶⁾) 1977 年に完全操業に入り、1978 年に最初の HEU を出荷 1989 年 11 月に閉鎖 - 南アが IAEA に冒頭報告をした際、Y プラントは廃止措置済
Z プラント(ウラン濃縮プラント、ペリンダパ)	1998 年 8 月に LEU 生産開始 300,000SWU/年、クーバーグ原子炉にウラン濃縮度 3.25%の濃縮ウランを供給^{xxiii}。1995 年 10 月に閉鎖
HEU 燃料製造プラント	1976 年に米国が SAFARI-1 用の燃料の輸出を停止後、同炉用燃料製造のため建設されたプラント
LEU 燃料製造プラント	- クーバーグ原子炉燃料用製造プラント(原子炉の燃料集合体の被覆を製造するために、ジルカロイ管製造施設も存在) 1993 年に閉鎖、中国企業に売却
放射能除染プラント、廃棄物貯蔵庫(ペリンダパ)	機器の除染、廃棄物の保管
使用済燃料と廃棄物処理	タバナヒル(Thabana Hill)^{xxiv}サイトとファールプット^{xxv}国立廃棄物貯蔵施設を含む 2 つの放射性廃棄物処分場がある

xxiii クーバーグ原子炉の燃料は輸入していたが、制裁で輸入できなくなったため、南ア自らウランの転換、濃縮及び燃料製造が必要となった。

xxiv Thabana Hill Site、PIN 敷地内にあり、SAFARI-1 からの放射性廃棄物を貯蔵・管理。

xxv Vaalputs、低中レベル廃棄物処分場。南ア西南部の街で、ケープ川北西部のナマクアランド地域の東部、ブツシュマンランドと境を接している。海拔約 900m の高原地帯。

4. 非核化の要因分析

4.1 核開発の動機

2.3 で述べたとおり、南アの核開発が明確に軍事的性格を持ったのはフォルスター首相が「平和的核爆発」の開発を中止し、抑止力としての核能力の開発を秘密裏に指示した 1977 年である。デ・クラーク大統領はその理由として①南アを巡る安全保障環境の悪化と、それを打開するための②南アの抑止力(としての核抑止力)の確立の必要性を挙げている¹⁶。

上記の①については、具体的には、1974 年のポルトガルでのクーデターを契機として、翌 1975 年に同国の植民地であったアンゴラとモザンビークが独立し、反アパルトヘイトを唱える勢力の両国での台頭に危機感を抱いた南アがアンゴラに介入し、ソ連の後押しを得たキューバもアンゴラに派兵した。これにより南アを巡る①安全保障環境は悪化した(ただし南アはアフリカの大国であって近隣諸国に軍事力では秀でており、またアンゴラに駐屯したキューバ軍も直ぐに南アに軍事攻撃を加えるという差し迫った状態にあったわけではない)。

そのため南アには、実際に核兵器を使用する必要があったのではなく、②抑止力として核能力を確立する必要があったというものである。この点、米国のオルブライトは、南ア自身は「核兵器の使用が自殺行為に等しいことを理解しており」、したがって南アは核兵器を「安全保障を確保するための政治的ツール」として位置付けていたことを指摘している⁴⁸。

上記①及び②に加えて考慮すべきは、当時の南アは地理的に敵対勢力に囲まれ、またアパルトヘイト政策を理由に国際社会からも孤立していたことである。米国では 1977 年に公民権運動に熱心であり^{xxvi}、1974 年のインド核実験を受け核不拡散の強化を目指した^{xxvii}ジミー・カーターが大統領に就任し、南アのアパルトヘイト政策に異を唱え、また南アの核爆発装置のコールドテスト実施計画にも強く反対した。加えて国際社会全般も南アのアパルトヘイト政策及び反アパルトヘイト運動の弾圧を非難し、南アへの武器禁輸措置を国連加盟国に強制し、また国連加盟国が南アとの核兵器の製造・開発に関する協力を拒否すべき旨を内容とする UNSCR 418 (1977)を採択した。

このような南アの国際的な孤立と核能力の開発の関係について、南アの元原子力公社総裁のウォルド・ストンフは、他国が南アを孤立させたことが南アの核兵器開発を押し止めることにはならず、実際には逆効果となって、全面的な核兵器開発に向かわせたと指摘している⁴⁹。また北野(2016)⁵⁰もピーター・リーバマンの「孤立した国は核兵器取得を目指す主要な候補国となる」と

xxvi ジミー・カーターは、ジョージア州知事時代にも熱心に公民権運動に取り組み、1976 年の大統領選挙では、黒人有権者のうち、5 人に 4 人がカーター氏を支持したといわれる。出典: Greelane, 「ジミー・カーター大統領の公民権と人種関係に関する記録」、2021 年 3 月 11 日、<https://www.greelane.com/ja/%E6%96%87%E7%B3%BB/%E5%95%8F%E9%A1%8C/president-jimmy-carters-civil-rights-record-2834612> (参照: 2022 年 8 月 1 日)。

xxvii 1974 年にインドが「平和的核爆発」と称して核実験を実施。Pu 生産には、加国が提供した重水炉と米国が提供した重水が用いられたため、米国は以降、他国との原子力協力にける核不拡散要件を強化することとなり、1978 年米国核不拡散法として立法化された。

の指摘を引用し、南アは国際的に孤立していたこと、またアパルトヘイト政策に基づく白人支配体制を堅持する立場を維持していたことから、周辺地域の安全保障環境の悪化を脅威の増大と捉え、核能力の構築に向かったことを指摘している⁵⁰。

4.2 非核化決断時の内外情勢

2.4 で述べたとおり、デ・クラークが非核化を決断したのは、大統領就任にした 1989 年 9 月以降であり、以下に、1989 年前後の南アを巡る国内外情勢を挙げる。

4.2.1 国外情勢

1980 年代後半は外部脅威が低下し、南アを巡る安全保障環境が改善された。1985 年にソ連ではミハエル・ゴルバチョフ氏が共産党書記長(最高指導者)に就任し、政治・経済の改革を目指し、ペレストロイカ(改革・再建)とグラスノスチ(情報公開)に着手し、1987 年には同氏と米国レーガン大統領は中距離核戦力(INF)条約に署名した。またこのような米ソ間の緊張緩和を背景とした協調体制の下で、1988 年 12 月には、アンゴラ、キューバ、南アの 3 か国が和平協定^{xxviii}を締結し、アンゴラからのキューバ軍 5 万人の撤退と、ナミビアの独立が合意された。さらに、1989 年に東西冷戦の象徴であったベルリンの壁が崩壊し、翌 12 月には、マルタ島で米ソ首脳会談が開催され、ゴルバチョフ書記長とブッシュ(父)大統領が東西冷戦の終結を宣言し、その後のソ連崩壊を経て、世界的に民主化が進行していった。

なおデ・クラーク大統領は、非核化決断から約 28 年後の 2017 年、Atlantic Council とのインタビューで、上記の一連の国際情勢の変化は南アにとっての「脅威の性質の根本的な変化」であり、「南アが核兵器を維持する根拠」が失われたと述べた⁵¹。またデ・クラーク大統領は、実際には使用されることがないことがほぼ確実である核兵器を保有し続けることに伴う南アの政治的な代償の重さを認識していたようである¹⁶。

4.2.2 国内情勢

南アが 1948 年から実施していたアパルトヘイト政策への反対運動は、表 1 に記載した 1960 年のシャープビル虐殺事件や 1976 年のソウェト蜂起を経ても、反アパルトヘイト運動、及びそれらに対する政府の弾圧が繰り返された。

1980 年代後半、特に 1984 年半ば以降から反アパルトヘイト運動が激化し、これに対してボータ大統領は 1985 年に非常事態宣言を発令して弾圧を強化した。一方国際社会もそれに呼応して南アに対する非難を強め、国連加盟国に南アに対する新規投資の自粛等を要請する UNSCR 569

xxviii 和平協定の交渉は、1988 年 5 月から 12 月まで 9 回に亘り継続されたが、常に主導権を握ったのは米国のアフリカ担当国次官補のチェスター・クロッカーであり、彼は、ソ連外務省上級担当官と度々会談を実施し、米ソ協調体制の下で、南部アフリカ地域の和平構築に努めた。出典: 小田英郎、「第 1 章 アメリカ合衆国のアフリカ政策-冷戦期からポスト冷戦期へ」、冷戦後の国際社会とアフリカ, 日本貿易振興機構 アジア経済研究所, pp. 3-25, <https://core.ac.uk/download/pdf/288462656.pdf> (参照: 2022 年 8 月 1 日)。

(1985)を決議し、また米国も 1986 年に包括的反アパルトヘイト法(対南ア経済制裁法)を発効させ、南アの軍隊・警察が利用可能な機材(コンピュータ等、軍事物資、核関連資機材、原油、石油製品)の輸出入及び投融資の禁止、航空運航に関する禁止、政府の援助停止等の措置を講じた。南ア経済は混乱し、70 年代初頭から急速に悪化していたものが、1982 年及び 1983 年にかけてさらにマイナス成長となった。以降 1993 年頃まで、経済の停滞とインフレが同時に進むといういわゆるスタグフレーションが継続し⁵²、混迷を極めた。

そして、このような状況下でボーダ大統領に替わり、1989 年 9 月、ボーダよりも 20 歳も若く、国際的な視点も持ちながら南アの実情と将来を憂慮し、「南アの進路を変えるべく」、デ・クラークが南ア大統領に就任した²¹。彼は、その当時のようなアパルトヘイト体制は機能しないことを自覚しており、アパルトヘイト政策を終わらせ、国際的な孤立から脱却して国際社会に復帰することを意図していた。そしてそのためには、核兵器を廃棄して NPT に加入することが必要であり、それに加えて、黒人が主導するアフリカ民族会議(ANC)が将来的に権力を掌握する可能性を想定すれば、そういった政権交代の前に既に製造していた核爆発装置を廃棄しておいた方が良いと考えていたとも言われている¹⁶。

4.3 核開発の進捗度

2 章で述べたとおり、南アは、6 つの核爆発装置(ガンバレル型)を製造し、保有(7 つ目を製造中)していた。また 3 章の表 2 及び表 3 にある南アの原子力施設のうち、核爆発装置の製造には、Kentron Circle 施設を使用した。またウラン濃縮については、独自開発の方式(ヴォルテックス・チューブ法)でウラン濃縮を達成し、Y プラントは核爆発装置用に濃縮度 80%の HEU 計約 400 kg を生産した。また南アが建設した施設については、第 3 章の表 2 及び 3、図 1 及び 2 記載のとおりである。

4.4 制裁の効果

本項では、南アに対する国連制裁と主に米国の制裁が、南アの非核化に与えた効果(影響)について考察する。

4.4.1 南アフリカに課された制裁

4.4.1.1 国連安保理決議に基づく制裁

国連安保理決議に基づく南アに対する主要な制裁を表 4 に示す。それらは、主に、南ア政府による国内の反アパルトヘイト運動に対する弾圧や、アンゴラ及びナミビア等との対外紛争に起因するものである。1977 年の UNSCR 418 (1977)は、UNSCR 181 (1963)による南アに対する武器禁輸要請を強化し、国連加盟国に対して南アに対する武器禁輸措置の導入を強制するものであった(なお本件は、国連安保理が国連憲章第 7 章に基づき強制力を持つ制裁を採択したのは初めての

ケースとなった)。

また 1977 年には、南アによる HEU を伴わない核爆発装置のコードテストの実施計画が露呈し、NPT に未加入かつ IAEA の CSA の適用を受けない同国による核開発が疑われたため、この UNSCR 418 (1977)では、核兵器の製造及び開発において全ての国連加盟国が南アとの協力を差し控えるものとする内容も付加された。なお、UNSCR 418 (1977)により、仏国の戦闘機の南アでの製造に係るライセンス契約等の見直しがなされたという⁵³。しかし一方で、武器禁輸は外国から武器関連の技術、部品及び機械等の秘密裏の輸入と、チリ、アルゼンチンといったパリア国家(国際社会から追放された国)との取引や南ア国内の軍事産業の革新・発展を促したとも言われる⁵⁴。

表 4 国連安保理決議に基づく南アフリカに対する主要な制裁

年月日	UNSCR 番号	内容
1963.8.7	181	• アパルトヘイト政策非難、武器禁輸を要請
1970.7.23	282	• アパルトヘイト政策非難、武器禁輸の強化を要請
1977.11.4	418	• 国連加盟国に対して、南アに対する強制的な武器禁輸措置の導入(国連が加盟国に対する武器禁輸を決議したのは初めてのケース) • あらゆる国家が、核兵器の製造・開発について南アと協力することを拒否すべきであること
1984.12.13	558	• 南アからの武器、弾薬、軍用車両自粛要請
1985.7.26	569	• 加盟国に新規投資の自粛の実施要請
1986.11.28	591	• 南ア軍や航空機に関連する物資輸出の自粛要請

4.4.1.2 米国による制裁

1981 年に大統領に就任したレーガン氏は、「建設的関与」と称し、南アを孤立させるよりも南アに積極的に関わり対話を活発化することにより、アパルトヘイトの撤廃を平和的に実現しようとする対南ア融和政策の推進を目指した⁵⁵。しかし、南ア政府による反アパルトヘイト運動弾圧の高まりを受けて、1985 年 9 月 9 日、包括的反アパルトヘイト法が成立すると、対南ア経済制裁に踏み切った。同法は、南アの軍隊・警察が利用可能なコンピュータの輸出禁止、核技術の輸出禁止、南ア政府への借款停止、クルーガーランド金貨の米国内での販売禁止、「サリバン・コード」^{xxix}を順守しない米国系企業への輸出援助の制限等を主な内容であった⁵⁶。しかし南アの態度に改善が見られないとして、米国議会は、翌 1986 年、レーガン大統領の拒否権を覆し、①新規投資の禁止、②ウラン、石炭、鉄、鉄鋼、繊維製品の輸入禁止、③石油、石油製品の輸出禁止、④米国内銀行への南ア政府、政府機関の預金受入れ禁止、⑤南ア航空機の乗入れ禁止、⑥南ア国営企業からの輸入、政府調達禁止、⑦二重課税免除協定の停止、⑧85 年 9 月の制限付き経済制裁措置の無期限延長、⑨更に 1 年後、改革が見られない場合、大統領はダイヤモンド及び戦略鉱

xxix 工場内での差別禁止、雇用差別の廃止、同一労働同一賃金等からなる人種に関係なく従業員の平等な待遇を定めるもの。

物資の輸入禁止、または南ア市民の米国預金の凍結など、更に追加して制裁を強化すること、等を規定した法案(ルーガー法案)を可決した⁵⁷。

また EC は、1985 年 9 月 10 日に、米国の包括的反アパルトヘイト法と同様内容の対南ア経済制裁を開始した。日本は、1985 年 10 月 9 日に「南アフリカ共和国のアパルトヘイト問題に関する安倍外務大臣談話」を発表し、従来の対南ア制裁に、①軍隊、警察などアパルトヘイト執行機関の活動に資する電子計算機の輸出禁止、②クルーガーランド金貨の輸出入自粛協力要請等を加えた措置を実施し、さらに 1986 年 9 月に、①鉄鋼、鋼材の輸入禁止、②南ア人に対する観光ビザ発給停止及び日本国民の南ア観光の自粛要請、③航空機乗入れ禁止、④国家公務員の南ア航空機国際線の使用禁止を盛り込んだ制裁を追加した⁶⁷。

4.4.2 制裁の効果

4.4.1 で述べた国連や主に米国による制裁が南アの非核化に功を奏したか否かについて、南アが実際の制裁を受ける前の国連安保理や各国による南アのアパルトヘイト政策、反アパルトヘイト運動の弾圧、近隣諸国への侵攻、また核開発疑惑等に対する度重なる非難と、それに続く種々の制裁は、南アを国際社会からより孤立させ、同国の政治・経済に少なからず影響を与えた。特にルーガー法案を含む米国の制裁により、1985 年から 1987 年の 3 年間で 200 以上の企業が南アから撤退し、南ア共和国の経済は大きな打撃を受けた⁵⁸。また、特に UNSCR 418 (1977)による武器禁輸措置において、南アが航空機の交換部品が得られなくなったことは、攻撃機による核兵器の運用計画に影響があったであろうことも推測される。

上記を勘案すると、制裁は南アがアパルトヘイト政策と核政策を見直し、両政策の撤廃・廃棄の決定を導出する要因の 1 つになった可能性がある⁵⁹。ただし、例えば原油への輸出依存度が高く、原油の輸出に対する制裁が国家経済に大きな損失を与えたりビアに比し、南アは代替の効かないクロム、マンガン、金及び白金族^{xxx}の産出国で、各国はこれらの南アからの輸入禁止までには踏み切ることが不可能であったため、例えばリビア等に比し、経済制裁による経済的な効果は限定的であった。また武器禁輸に関しても、イスラエルや台湾といった武器購入の迂回経路があったと言われる^{xxxi}。

4.5 非核化のインセンティブ

4.2 で述べたとおり、南アは自身を取り巻く国内外情勢を鑑み自身の判断でアパルトヘイト政策の撤廃と同時に非核化を決断し、実施した。この点はリビアや旧ソ連3か国(ウクライナ、ベラ

xxx ルテニウム、ロジウム、パラジウム、オスミウム、イリジウム、白金のこと。

xxxi 例えば 1980 年、イスラエル、南ア及び台湾は、戦略巡航ミサイルと核弾頭を搭載できる小型無人ジェット機の共同生産で協力を開始することに合意したと言われる。出典: NTI, “South Africa Missile Chronology”, April 2005, https://media.nti.org/pdfs/south_africa_missile.pdf (参照: 2022 年 8 月 3 日)。

ルーシ、カザフスタン)が、非核化を推進した英米露等から制裁解除、安全の保障、あるいはエネルギー支援といった見返りを提示され、説得されて非核化を実施したのとは異なる。しかし非核化により南アが回復した国際的な地位や改善された経済状況から振り返って考えれば、南アをアパルトヘイト体制の撤廃と共に非核化に向かわせたインセンティブとしては、以下の4つを挙げることができる。

1つ目は、国際社会からの孤立脱却と国際社会への復帰である。南アは、1970年からアパルトヘイト政策を理由に国連の通常総会審議への参加を止められていたが、アパルトヘイト廃止後の1994年に復帰した³⁰。また南アは、NPTに加入せずIAEAの包括的保障措置の適用を受けないままウラン濃縮活動を実施し、HEUを組み込まないコールドテストの実施計画を米国等の反対で中止した1977年にIAEA指定理事国の席を追われた^{xxxii}。しかし、南アが自身で非核化を実施し、IAEAも南アの非核化の検証については一部を除き南アの核物質在庫は冒頭報告の量と一致し、南アには核爆発装置に関係する機微な物質等は残っていないとの結論をIAEA総会に報告した1993年を経て、マンデラ新政権が樹立された後の1995年に、IAEAの指定理事国に復帰した⁶⁰。さらに南アは、アフリカ連合(AU)の前身であるアフリカ統一機構(OAU)や南部アフリカ開発共同体(SADC)にも加入し⁶¹、国際社会への復帰を果たした。

2つ目は、南アに課された制裁の解除である。南アは、反アパルトヘイト運動弾圧、アンゴラ及びナミビア等との対外紛争、及びIAEAの包括的保障措置の適用を受けないまま継続された核活動等により、国連安保理決議や、米国の包括的反アパルトヘイト法等により、武器禁輸措置や経済制裁を受けた。しかし、1991年のデ・クラーク大統領による非核化の決断・実施の完了後に、米国制裁は、1991年のブッシュ大統領による包括的反アパルトヘイト法撤廃に係る大統領令(Executive Order 12769)や、1993年の南アフリカ民主移行支援法で解除され、また国連制裁も1994年5月のUNSCR 919により解除された。

3つ目は、平和目的での原子力利用の継続である。南アは、核爆発装置、Yプラント、さらに核爆発装置を製造したAdvenaのKentron Circle施設など、核開発・製造に関連する全ての物質や施設及び設備等について熔解や廃棄等の措置を講じた。しかし核開発や製造には使用しなかったSAFARI-1、ホットセル複合施設、クーバーグ原子力発電所(1号機及び2号機)、ウラン転換施設、Zプラント(LEU生産プラント)、及びLEU燃料製造プラントは、非核化の対象から外して温存させると共に、IAEAとのCSA締結後は保障措置下に置き、それらの施設はマンデラ政権下でも運転を継続した。

そして4つ目は、ペナルティ無しの国際社会への復帰である。南ア自身による自主的かつ僅か1年半(1990年2月から1991年7月)という短期間での非核化作業の完遂、南アがIAEAの検証活動に非常に協力的であったこと、またデ・クラーク大統領はアパルトヘイト制度撤廃と共に非核化を実施し、NPTに加入、IAEAとCSAを締結・発効させ、IAEAによる非核化の検証を

xxxii それまで南アは1957年のIAEA設立総会にも招かれ、原子力技術の最も進歩した加盟国の1つとしてIAEAの指定理事国となっていた。

受けて、マンデラ氏に新政権を委ねた。このような南アの極めて模範的で国際社会からの要求に合致する一連の行動を鑑みると、デ・クラーク大統領は、これまでの南アの核開発・製造等について国際社会からペナルティを受けることを少しでも避けたかったのではないかと思われる。果たして、南アの過去の核開発・製造活動は、国際社会から何らの咎めを受けることは無く、またその後、非核化ではないがアパルトヘイト撤廃の功績が認められて同大統領はマンデラ氏と共にノーベル平和賞を受賞し、国際的な脚光を浴びることにもなった。

4.6 非核化の国際的枠組

南アは、自ら非核化を決断・実施したものであり、非核化を直接的に推進した国際的枠組は存在しなかった。例えばイラクの場合は、UNSCR 687 (1991)で、非核化の枠組、非核化の方法、非核化の検証者及び検証方法が規定され、またリビアの場合は、英米がウラン濃縮関係機器の搬出等を主導したが、南アの非核化では、そのような他国の関わりは無かった。

なお南アの核能力(の検証)について、1991年9月、IAEA総会は、IAEA事務局長に対して、①南アとのCSA (INFCIRC/394)の早期履行と、②南アの原子力施設・核物質の在庫の完全性の検証の実施及び当該結果の理事会への報告の要求を決議している(GC(XXXV)/RES/567)。また1993年3月、デ・クラーク大統領が南ア議会で、秘密裏に核開発計画を進め、6つの核爆発装置を製造、7つ目を製造中であったことや既に廃棄を終了したことを演説した後の1992年10月にもIAEA総会は、南アに対してCSAの履行についてIAEAと協力することに加えIAEA事務局長にその進捗等を報告することを要求した決議を採択している(GC(XXXVII)/RES/577)⁶²。

またIAEAの南アに対する検証の2つの目的、つまり①核物質の在庫の完全性の確認と、②南アの以前の核兵器開発計画の状況、特に核兵器開発計画の発端、範囲、及び核爆発装置の機微な部品を解体・破壊して核物質を回収した措置の適切性に関する状況評価の実施、もあらかじめ決められており(GOV/INF/698^{xxxiii}、2つの目的の詳細については4.7.2.2を参照されたい)、それらの目的は、南アとIAEAの間のCSA(INFCIRC/394)と、南ア自身の過去の核兵器プログラムに対して完全な透明性を示すことを表明した同国の政策に基づくものとされている。

4.7 非核化の方法及び検証

南アは、核開発を意図し、自ら6発の核爆発装置を製造・保有するに至ったが、後にそれを全て解体・廃棄し、非核兵器国としてNPTに加入すると共に、IAEAとCSAを締結し、IAEAによる非核化の検証を受け入れた⁶³。

このような手順を辿った国は、現時点において南アが最初で唯一の国であり⁶⁴、非核化の方法

xxxiii IAEA, “The Denuclearization of Africa, (GC(XXXVI)/RES/577)”, GC(XXXVII)/1075, 9 September 1993 で、GOV/INF/698 を引用している。

や検証方法を調査及び分析することで、今後の非核化の方法や検証方法の教訓となり得るものと考えられる。以下に非核化の方法及び検証の経緯の概要を示す。

1990 年 2 月 26 日、南アのデ・クラーク大統領は、NPT へ加入する準備として、とりわけ、全ての核爆発装置を解体するとともに、核物質を熔解して南ア原子力公社(AEC)へ戻すよう書面にて指示を出した。その後、南アは 1991 年 7 月に NPT に加入し、同年 9 月に CSA を発効し、翌 10 月に冒頭報告^{xxxiv}を IAEA へ提出した。この冒頭報告に対し、翌 11 月から IAEA は南アに対して特定査察(ad hoc inspection)^{xxxv}を開始した^{65, 66}。

翌 1992 年 9 月の IAEA 総会にて、IAEA は、冒頭報告が不完全との証拠は見いだせない等と結論付けたことを報告した⁶⁶。

その後、1993 年 3 月、南アのデ・クラーク大統領が以前の核兵器開発計画の存在とその後の放棄に関して発表⁶⁵したことにより、南アが核爆発装置を開発及び保有し、自国にて核爆発装置を解体等したことが初めて公になった。

1993 年 4 月、IAEA 及び核兵器国の専門家による南アの核兵器開発計画の状況評価のための検証が開始され、同年 9 月の IAEA 総会にて核兵器開発計画の機微なものが残っていることを示唆するものは見出せなかった等の結論を報告した⁶⁵。

この 1993 年 9 月の IAEA 総会での報告に係る一連の経緯の概略を以下に示す^{4, 64, 65, 66, 67}。

- ✓ 1990 年 2 月 26 日：南アのデ・クラーク大統領は、NPT へ加入する準備として、特に全ての核爆発装置を解体等するとともに、核物質を熔解して南ア原子力公社(AEC)へ戻すよう書面にて指示を出した。
- ✓ 1991 年 3 月 14 日：全ての HEU の南ア軍備公社(ARMSCOR)の Circle 施設から AEC への返送を開始した。
- ✓ 1991 年 7 月初旬：核爆発装置の解体作業終了。
- ✓ 1991 年 7 月 10 日：南アは NPT に加入した。
- ✓ 1991 年 9 月 6 日：全ての HEU の南ア軍備公社(ARMSCOR)の Circle 施設から AEC への返送を終了した。
- ✓ 1991 年 9 月 16 日：南アと IAEA との保障措置協定(CSA(INFCIRC/394))が発効された。

xxxiv INFCIRC/153 型保障措置協定に基づく、保障措置の対象となるすべての核物質に関する国による公式声明。当該協定が効力を発する月の最終日から 30 日以内に IAEA に提供される。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition の仮訳・要約)

xxxv 補助取極発効前に、施設等で IAEA が実施する査察であり、153 型保障措置協定の場合、同協定に基づく保障措置の対象核物質に関する冒頭報告に含まれる情報の検証等を行う。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition の仮訳・要約)

- ✓ 1991 年 9 月 20 日：IAEA 総会にて、南アの原子力施設及び核物質の在庫の完全性を検証すること等の決議が採択された。
- ✓ 1991 年 10 月 30 日：南アは、1991 年 9 月 30 日現在の全ての原子力施設及び LOF^{xxxvi}にある核物質の在庫に関する冒頭報告を IAEA に提出した。
- ✓ 1991 年 11 月：南アにて IAEA による特定査察が開始された。
- ✓ 1992 年 8 月 20 日：保障措置協定に定める補助取極の総論部^{xxxvii}が発効され、その後の施設附属書^{xxxviii}が順次発効された。
- ✓ 1992 年 9 月 4 日：IAEA 総会にて、IAEA は、南アの冒頭報告が不完全との証拠は見いだせない等との結論を報告した。
- ✓ 1993 年 3 月 24 日：南アのデ・クラーク大統領が以前の核兵器開発計画の存在とその後の放棄に関して発表した。
- ✓ 1993 年 4 月 23 日から 5 月 3 日、6 月 7 日から 11 日及び 8 月 10 日から 13 日：以前の核兵器開発計画の状況を評価するため、IAEA チーム及び核兵器国の専門家により南アへの訪問が実施された。
- ✓ 1993 年 9 月 9 日：IAEA 総会にて、IAEA は、一部を除き、冒頭報告の量と一致し、核兵器開発計画の機微なものが残っていることを示唆するものは見出せなかった等の結論を報告した。

4.7.1 非核化の方法

4.7.1.1 NPT 加入前の「do-it-yourself」廃棄

デ・クラーク大統領は、非核兵器国として NPT に加入することを前提としていたことから、NPT 加入前に南ア独自で秘密裡に核爆発装置を廃棄する「do-it-yourself」を採用したとされている。他の方法として、同大統領は廃棄プロセスの IAEA による検証も考えたようであるが、NPT 加入前の「do-it-yourself」廃棄を唯一の方法として採用した理由は以下事項のものとみられている⁶⁸。

xxxvi Location Outside Facility(施設外の場所)の略。LOF とは、INFCIRC/153 型保障措置協定の場合、核物質が通常 1 実効 kg 以下の量で使用される、施設ではない設備又は場所。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition の仮訳・要約)

xxxvii 補助取極は、保障措置協定の規定の適用方法を指定する技術的・管理的手順を含む文書であり、INFCIRC/153 型保障措置協定に基づき国と IAEA が同取極を合意する必要がある。同取極のうち総論部は関係国のすべての一般的な原子力活動に適用するもの。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition の仮訳・要約)

xxxviii 総論部とともに補助取極を構成するものであり、施設毎に作成され、施設固有の取極が記述される。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition の仮訳・要約)

(1) NPT では核兵器国と非核兵器国のみの区分

NPT第9条3に「(前略)「核兵器国」とは、1967年1月1日前に核兵器その他の核爆発装置を製造しかつ爆発させた国をいう。」と規定されており、南アはこのNPT上の核兵器国に該当せず、NPT及びINFCIRC/153型保障措置協定^{xxxix}では核爆発装置の解体を非核兵器国に許可していない。

(2) 非核兵器国として NPT 加入後の核兵器保有は条約違反

たとえNPT加入後に核爆発装置を廃棄するつもりであっても、上記(1)に記載したように南アはNPT上の核兵器国に該当せず、非核兵器国としてNPT加入後に核爆発装置が存在している場合に条約違反となろう。

(3) 核爆発装置を「平和的な核爆発(PNE : Peaceful Nuclear Explosions)^{xl}装置」として再分類することは不可能

NPT第5条において、非核兵器によるPNEを条件付きで可能なものとして規定している。しかし、南アの場合、非核兵器国としてNPTに加入し、保有する核爆発装置をPNEの条件をクリアすることは困難であると考えたものと思われる。

(4) NPT 加入前の南アに対する IAEA の保障措置上での関与の可能性の不確実さ

IAEA理事会が、NPT加入前の南アに対して査察官に保障措置活動を許可するかどうかについて南アは不確実性がある。また、NPT第1条及び第2条にて核兵器保有と非核兵器国の核拡散(移譲や受領など)を禁止している中で、IAEAが機微な核爆発装置情報へアクセスできるかどうかについても不確実性があると考えたものと思われる。

ただし、「非核兵器国」としての NPT 加入を可能としたものの、NPT 加入前の「do-it-yourself」廃棄のデメリットとして IAEA による非核化検証が複雑になるとともに、兵器級 HEU の隠蔽(未申告)の疑惑が発生した⁶⁸。

^{xxxix} NPT 締約国である非核兵器国が、NPT 第 3 条 1 項に基づき IAEA との間で締結することを義務づけられている、当該国の平和的な原子力活動に係るすべての核物質を対象とした保障措置協定。「NPT に基づく保障措置協定」、「フルスコープ保障措置協定」又は、「包括的保障措置協定 (Comprehensive Safeguards Agreement : CSA)」とも呼ばれている。IAEA 作成文書 INFCIRC/153 がモデル協定となっている。外務省 HP、<https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/atom/iaea/kyoutei.html> (参照: 2022 年 8 月 1 日)。

^{xl} 主に経済的理由から、港や運河の建設などに非軍事目的で行われた核爆発であり、1940年代から1990年代の世界での約2050の核爆発のうち150以上が平和的なものであった。PNEは、技術的には軍事的核爆発と区別がつかないが、NPT第5条はPNEを認めている。しかし、2000年のNPT再検討会議の最終文書で、締約国は、NPT第5条がPNEを含むすべての核爆発を禁止する包括的核実験禁止条約に照らして解釈されることに同意。(CTBTO HPの用語集及び核実験の歴史の仮訳・要約)

4.7.1.2 核爆発装置等の解体・廃棄等に係る指示や体制等の概要

デ・クラーク大統領は、1989 年秋に就任して間もなく、核爆発装置の解体に係る専門家委員会の設立を命じた。また、同大統領は、当該委員会に対して、核爆発装置解体等のさまざまな方法を調査するとともに、同解体等及び非核兵器国として NPT に加入するスケジュールを作成するよう指示した。AEC、ARMSCOR、南ア空軍(SADF : South African Air Force)の高官を含む当該委員会は、今後の数週間にわたる解体プロセス全体を検討した⁶⁸。

1989 年 11 月、デ・クラーク大統領は、専門家委員会からの最初の報告書を受け、承認した⁶⁹。この報告書を専門家委員が作成するにあたり、意見の相違が幾つか存在した。

それは、①核兵器開発計画の存在を公にする前に核爆発装置を解体する必要があるのか、つまり、国際社会から何かと引き換えに核爆発装置を解体すべきではないか⁶⁸。これと類似した話が、1991 年ソ連崩壊後のウクライナ、カザフスタン及びベラルーシに配備された戦略核兵器をロシアへ移送等による非核化を行う際にも「何かと引き換え」が発生している⁶³。いわゆる外交カードとして核爆発装置の解体等と引き換えに何らかのインセンティブを得るということであろう。

②核爆発装置の解体等の検証が必要ではないのか⁶⁸。この①と②を専門家委員会がそれを採用しなかった理由は、上記 4.7.1.1 の(1)から(4)に起因するものと考えられる。

上記 1989 年 11 月にデ・クラーク大統領は、専門家委員会からの最初の報告書を受けた後、核兵器開発計画に関する発表は、NPT 加入前に行わず、核爆発装置解体等はトップシークレットとすることを決定した⁶⁹。

その後、デ・クラーク大統領は 1990 年 2 月 8 日付けの文書にて、HEU の構成部品を溶かすとともに、全ての核爆発装置と半分完成した核爆弾、構成部品及び核物質を厳重に管理された方法で解体することを求めた⁶⁸。

その直後の 1990 年 2 月 26 日、デ・クラーク大統領は次(1)から(7)のことを実施する許可を書面にて発行した⁶⁹。また、同大統領は解体と処分プロセスが南ア国防軍(South African Defense Force)、AEC 及び ARMSCOR の上級メンバーで構成される運営委員会の監督の下で行われるように命じた⁶⁸。

- (1) ARMSCOR 所管の Circle 施設の保管庫にあるすべての完成(6 つ)及び未完成(1 つ)の核爆発装置及び構成部品を安全な状況下で解体すること。
- (2) 解体した 7 つの核爆発装置の HEU を溶かして再度成型し、安全な保管のために ACE に戻すこと。
- (3) ARMSCOR 所管の関連施設を完全に除染し、ひどく汚染した熔融炉等のような設備は ACE に戻すこと。
- (4) ARMSCOR 所管の施設を、通常兵器及び非兵器商業の活動へ転換すること。

- (5) 核爆発装置のハードウェア構成部品及び技術的な設計と製造に関する情報を破棄すること。
- (6) NPT 加入、IAEA との CSA 署名及び CSA で要求される核物質と施設の十分かつ完全な申告の提出に関し、適切なスケジュールを政府に助言すること。
- (7) Y プラントの運転を早く終了すること(1990 年 2 月 1 日に閉鎖)。

また、デ・クラーク大統領は、1990 年 2 月 26 日の書面において、運営委員会に対し、兵器の解体及び関連施設の除染計画の評価及び承認、解体プロセスの段階的な承認及び定期的に大統領に報告するよう命じた⁶⁸。

さらに、解体等にあたり、運営委員会は以下のような責任を新たに課された⁶⁸。

- ・ 解体等のプロセスにおけるセキュリティ^{xli}及び安全
- ・ 作業員(人材)の慎重かつ好意的扱い、セキュリティやモチベーションのフォローを含む労務管理上の考慮(特に退職者の経済状況や反発状況)
- ・ 南ア国防軍、AEC 及び ARMSCOR 監査チームによる監査

なお、上記項目 4.7 にて「1993 年 3 月 24 日：南アのデ・クラーク大統領が以前の核兵器開発計画の存在とその後の放棄に関して発表した」としているが、以下のことから、解体中もデ・クラークは核兵器開発計画の存在を公表するつもりはなく、結果的にそうなったものと伺える。その理由と考えられる事柄を以下に列記する^{68,48}。

- ・ Circle 施設の主要な U 処理セクションを入念に除染し、壁の取外し等により汚染はバックグラウンドレベルまで減少した。
- ・ Circle 施設内には、査察官から部屋を隠すための厳重なドアを設置。そのドアはあたかも壁に溶け込むような色を施してあった。この扉は、1993 年 3 月核爆発装置解体終了前に査察官が訪問した場合の隠し部屋とも見られており、ARMSCOR 関係者は個人的に核兵器開発計画が明らかになるとは考えていなかった。
- ・ 1991 年の IAEA が南アの施設へ訪問後まもなく、ペリンダバ原子力研究センターに保管されている大量の兵器級の U 金属の在庫について、核兵器開発計画があったのではないかと疑義を持った。また、その在庫は申告されていた。しかし、IAEA 憲章では、機密情報をもたせぬよう定めており、南アも機密性を維持するよう主張したものの、漏洩が生じ、マスコミは核兵器級 U の存在を報道した。1992 年後半、アフリカ民族会議は、南ア政府が核兵器級の核物質を隠したと非難し、デ・クラーク大統領は 1993 年 3 月の公表で、それを

^{xli} 不満を持つ作業員による核兵器プログラムの漏えい、文書等の盗取のような可能性があり、解体プロセスには多くのセキュリティリスクを伴った。(「Revisiting South Africa's Nuclear Weapons Program Its History, Dismantlement, and Lessons for Today」 米国科学国際安全保障研究所(ISIS)、David Albright), p.199.

認めた。

また、上記の解体にあたり、デ・クラーク大統領は核物理学者から個人的に解体状況を報告させ、ハードウェアの解体の十分さ、廃棄を命じた文書の意図的な未廃棄がないこと等、解体プロセスに関する最終報告書を1993年3月23日に同核物理学者から大統領は受領したが、大統領は完全なる解体の検証ができていないと感じ、その報告書を完全に信じる事が出来なかった。それには、核兵器開発計画の従業員に極右支持者がいた疑いもあることや事業規模縮小に伴う解雇者の増加による核物質や機密情報の流出の懸念があった⁴⁸。こういったことも、デ・クラーク大統領は核兵器開発計画の存在を公表するつもりはなかったが、結果的に公表せざるを得ない状況に追い込まれたものと考えられる。

なお、運営委員会は廃棄等の方法について2つのオプションを開発した。1つ目はすべての核爆発装置の前部を解体し、その後すべての爆発装置の後部を解体する方法で最速の解体方法。2つ目は核爆発装置を1つずつ解体する方法で最後まで核能力を維持できる。デ・クラーク大統領は2つ目のオプションを選択した⁴⁸。2つ目のオプション、即ち、最速の方法ではなく、最後まで核能力の維持を可能とする方法をデ・クラーク大統領が選択したということは、1990年2月26日の核爆発装置解体の決断は苦渋であり、決断後もすべての核爆発装置の解体することの考えに揺らぎが生じていたのかもしれない。

4.7.1.3 核爆発装置、施設等の解体・廃棄等の概要

(1) 主な核兵器開発関連施設等の所在地

南アの主な核兵器開発関連施設等の所在地は、図1に示すPelindaba(ペリンダバ)やカラハ砂漠のVastrap(バストラップ)であった⁷⁰。

(2) 核爆発装置、施設等の解体・廃棄等の概要^{48, 71}

それら主な核兵器開発関連施設等に存在した核爆発装置、施設、装置等の廃棄のための解体等の概要を以下に示す。なお、核爆発装置の解体活動の中心は、Circle施設及びAdvena総合研究所であった。

- ① Advena 総合研究所の金庫室に保管している核爆発装置を取出し、HEU を取り外す。そのHEU を溶融し、数 kg のインゴットに再鑄造し、臨界事故にならぬような措置を講じてインゴットを金庫室に戻す。
- ② AEC への HEU インゴットの返却は、1991 年 3 月から 9 月にかけて、軍の警備員のパトロールのもと Circle 施設からペリンダバまで夜間にセダン車で返却(合計約 20 回)。最後のインゴットを AEC に返却した直後、Circle 施設の建物を完全に除染し、熔解・再鑄造により汚染された機器は AEC へ移送。
- ③ 他のほとんどの工作機器・設備は除染され、商用の非核用途のため Advena に残された。

- ④ 核爆発装置から取外された非核部品のうち機密性の高い部品は分解して機密性をなくす又は切断・溶融による破壊。
- ⑤ 核爆発装置から取外した爆発物の爆破。
- ⑥ 機密性の低い部品は保管又はスクラップ処分。
- ⑦ 品質保証グループが核爆発装置毎の構成部品及びその部品の保管先を記録。
- ⑧ コンピュータ制御の試験装置の制御ソフトの破壊。
- ⑨ Circle 施設の主要な U 処理セクションの入念な除染。壁の取外し等により汚染はバックグラウンドレベルまで減少。
- ⑩ 1978 年 1 月、運転開始した U 濃縮試験プラント(Y プラント)の閉鎖。南アが冒頭報告を IAEA へ提出した 1991 年 10 月は廃止措置中であった。
- ⑪ 解体等作業の一部は、1991 年 7 月 10 日の南アの NPT 加入の 2 か月後の 1991 年 9 月 16 日の保障措置協定発効前である、1991 年 9 月 6 日に完了。
- ⑫ しかし、1991 年 9 月までに、核爆発装置の主要な非核部品の全てが破壊されたわけではなく、より詳細な設計図、核爆発装置設計に使用されたコンピュータソフト、文書、写真が残り、技術文書は 1993 年 3 月 24 日のデ・クラーク大統領による核爆発装置に関する発表までに文書破棄、機微な兵器部品の破壊等を実施。
- ⑬ 他方、デ・クラーク大統領の指示により、HEU 生産量や解体作業を検証するために必要な文書を保存。
- ⑭ Y プラントにおける生産及び核物質計量の記録は NPT に基づき要求される可能性があり、検認に不可欠であるため、廃棄等プロセスの早期の段階で AEC が保管。

上記⑭が以下項目 4.7.2 の検証にて U235 の収支一致することを確認する上で、1 つのキーとなったと言える。

4.7.1.4 核開発・製造に従事した研究者や技術者⁷²

南アで、核開発・製造に従事した研究者や技術者は千人程度と推定されている。それらの者は、核物質やその製造施設の廃棄等と同様に、本来であれば、核兵器や HEU の製造等に係る技術や経験、ノウハウ等の拡散を防止する必要があるが、南アの場合、研究者や技術者は、非核化作業の終了後は解雇され、何らの経済的補償もなされなかった。

解雇された者の一部は大学等に転職したが、一部は解雇に伴う経済的補償を得られなかったため、1994 年に解雇に対する補償を求めて原子力公社を提訴した。しかし業務に従事する際に署

名した機密事項守秘義務違反で、反対に追訴、また裁判所からは投獄の可能性を示唆され、訴えを取り下げたという。このように、それらの技術者や研究者に対しての特別の措置は取られなかった。

2004 年には、パキスタンの A.Q.カーン博士の核の闇市場(ブラック・マーケット)によるリビアへの遠心分離機関係の供給に関与したとして、南アの複数の者が逮捕されたことが報じられている⁷³。逮捕された者が、南アの核爆発装置の開発・製造に関与していたかは必ずしも明らかではないが、このことは、核不拡散上、機微な技術や知識を有する者が、世界的な核拡散に寄与しないよう適切な措置を講じる必要性を示している。

4.7.2 非核化の検証

上記項目 4.7.1 のとおり、南アは自国で秘密裏に核爆発装置の廃棄を実施し、その後、NPT 加入、CSA 締結、冒頭報告提出等を通じ、保障措置協定に基づいた IAEA による原子力施設及び核物質の在庫の完全性の検証を受けるとともに、南アの以前の核兵器開発計画の状況(核爆発装置等の廃棄等の検証)を受けた。

以下、同在庫の完全性や核爆発装置等の廃棄等の検証に係る 1992 年及び 1993 年 IAEA 総会での事務局長報告に基づき、検証方法の概要を示す。

4.7.2.1 1992 年 IAEA 総会事務局長報告²⁷

(1) 目的

南アの原子力施設及び核物質の在庫の完全性の確認。

(2) 結論

1991 年 10 月に南アが IAEA へ提出した冒頭報告に記載の施設及び LOF のリストに対し、不完全であるという証拠を見つけれないこと、及び未申告の施設及び核物質の存在を示すその他情報を事務局は保有していないこと、並びに当該冒頭報告に記載の濃縮 U(EU)及び劣化 U(DU)の在庫について 15 年間の記録の評価の困難性や当時の計量管理システムの品質を考慮すると、これら歴史的な記録と一致していると考えられ、当該在庫が不完全という証拠を見いだせない旨、結論付けた。

(3) 検証方法

冒頭報告の U 在庫及び U235 の収支の正確性確認並びに冒頭報告の完全性確認を実施するため、以下のような検証活動が実施された。IAEA が査察を実施した又は訪問した施設は、U 転換プラント、燃料製造プラント、U 濃縮プラント、廃棄物関係施設などである。

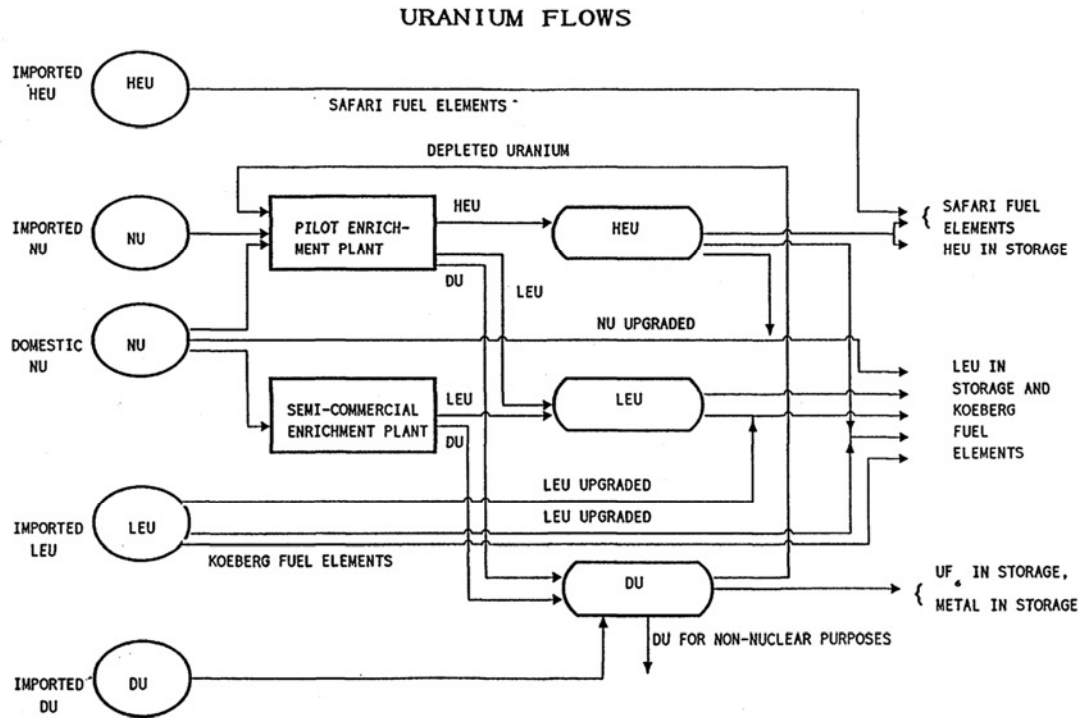
- ① 南アからの冒頭報告受領後、1991 年 12 月から 1992 年 8 月にかけて、IAEA の検証メンバーと AEC 当局者は、複数回、ウィーン及び南アで協議を実施。
- ② 冒頭報告に記載の施設やそれ以外の IAEA が選択した場所への訪問(表 5 及び表 6 参照)。訪問先での活動を集中させたのは、20%以上の HEU 生産及び LEU 生産に使用された施設や並びにそれら EU の転換及び燃料製造に使用された施設であった。その中で、廃止措置され冒頭報告には含まれていない Y プラントへの訪問において、同プラントの高濃縮段階の分離ユニットは解体・撤去され、プラントの残りの部分は廃止措置され、部分的に解体されていることを確認。INFCIRC/66 型協定で保障措置下にあったため、原子力発電所等の 3 つの施設は訪問しなかった。
- ③ 記録類の確認として、Y プラントの計量記録及び運転記録の一貫性確認を行うものの、IAEA はこれら記録では不十分と見なし、Y プラントの 1980 年からの電気消費量のデータ、Z プラントの 1991 年以前の計量及び運転記録、過去すべての核物質の輸入を含めた核物質の流れの記録、財務管理目的の在庫差(MUF)の履歴を要請した。
- ④ 上記の提供された記録類に対し、HEU 及び LEU の申告在庫の完全性を確認するため、U235 の収支計算を実施するとともに、EU の生産、転換及び燃料製造に使用されたプラントの計量記録並びに Y プラント及び Z プラントの運転記録の検査(audit)を実施した。以下の図 3 に 2 つの濃縮プラントに関連して輸入した U 及び南ア国内における U の流れを示す。なお、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する。

[補足]

上記④の補足

図 3 から、NU、LEU、HEU 及び DU のように U235 の濃縮度の異なる U が複数の種類の施設間を流れ、また国外からの輸入など、U の流れが複雑であることが分かる。その中でも Y プラント(図 3 中「PILOT ENRICHMENT PLANT」)は、民生用(医療用 Mo99 生産)と軍事用の両方の HEU を生産したこと、また、それら廃棄物が混在していることも検証評価の複雑化を招いたと原因の 1 つとされている⁷¹。

- ⑤ 施設の見視確認、環境サンプリング、核物質の多数の破壊分析(DA)及び非破壊分析(NDA)の実施。

図3 ウランの流れ²⁷表5 冒頭報告に記載の施設及びLOFとIAEA訪問の有無²⁷

No.	施設・LOF	IAEA 訪問の有無
1	発電用原子炉(南アの電力会社 Eskom 所有・運用) ・ Koeberg 原子力発電所(2 基)	無
2	研究炉(AEC 所有・運用) ・ SAFARI-1	無
3	ウラン転換プラント(AEC 所有・運用) ・ ウラン転換プラント	有
4	燃料製造プラント(AEC 所有・運用) ・ PWR 燃料製造プラント ・ MTR 燃料製造プラント	有 有
5	ウラン濃縮プラント(AEC 所有・運用) ・ 濃縮実証プラント(Z プラント)	有
6	その他の施設(AEC 所有・運用) ・ 廃止措置されたウラン濃縮試験プラント(Y プラント) ・ ホットセル複合施設(Hot Cell Complex) ・ 除染・廃棄物回収施設 ・ NU・DU 処理プラント ・ 分子レーザー同位体分離研究所 ・ 中央分析所 ・ 核廃棄物技術研究所	有 無 有 無 有 無 無
7	独立貯蔵施設(Separate Storage Facilities)(AEC 所有・運用) ・ 廃棄物貯蔵施設(Radiation Hill) ・ Vaalputs 国営廃棄物処分場(Vaalputs National Waste Repository)	有 有

表 6 冒頭報告に記載のない施設等のうち IAEA が訪問したもの²⁷

No.	施設等
1	研究所、ワークショップ及び貯蔵所(AEC 所有・運用) ウラン濃縮実証プラントの分離要素(separating elements)の製造施設 貯蔵所：ウラン濃縮プラントの部品 電気保守ワークショップ 機械的生産ワークショップ レーザー研究所 廃止した遠心分離研究所・実証カスケード 遠心分離機器部品貯蔵所 分子法レーザーウラン濃縮施設(建設中) もはや使われていない多目的臨界実験施設のためのビルディング 5000
2	ウラン鉱石製錬プラント(Uranium Ore Concentration Plant)(NUFCOR(Nuclear Fuel Corporation)所有・運用) NUFCOR ワークショップ
3	カラハリ砂漠(現在、南ア空軍により射場として運用) アピントンの北に位置するバストラップ

(4) 検証上の課題²⁷

Y プラントの U235 の収支計算に明らかな不一致及び Z プラントの U235 収支計算に明らかな不一致が見られ、それについて以下のような原因が報告された。

- ① Y プラントの EU 製品の計量方法は現在の保障措置上の計量方法と一致するも、U235 収支の主要構成要素である DU に関しては、DU の低い経済的価値に起因し、正式な計量管理プログラムが存在しないことが原因の可能性がある。Z プラントについても Y プラント同様なことが原因の可能性がある。
- ② また、在庫調査の精度の観点にて、プロセスの U 滞留物(ホールドアップ)の適切な測定機器がないことも原因。

上記(4)①と②の課題について、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する^{49, 69, 71, 74}。

[補足]

上記(4)①の補足

この DU に関して、以下のことも関係していると言われている。

- ① 核開発の歴史を 20 年以上もさかのぼる必要があること。
- ② 特に Y プラントにおける NU 原料供給(インプット)、DU の排出(アウトプット)及びプロセス内での UF の損失(滞留)の量と製品 HEU 量の整合性において、製品 HEU に含有するものよりはるかに多くの U235 が 270 個以上の UF₆ シリンダーに保管された DU に含有されること。

- ③ DU の UF_6 は価値が低いと見なされ、シリンダー内の UF_6 は均質化されてなく、検証に必要な適切な精度での分析は実施されていないこと。
- ④ 上記③のため、Y プラントの運転記録と申告された生産量との間の広範囲に及ぶ相関関係の確認は、IAEA によって 21 か月にわたって行われた。なお、この運転記録の確認にあたり、IAEA は運転記録の信憑性を確認するため、運転記録の用紙とインクの試験まで実施した。
- ⑤ 一部の施設にて民生と軍事の両方のために核物質を生産したことにより、例えば、民生・軍事の両方の核物質の生産に伴い発生した廃棄物が混在していることが、検証評価の複雑化を招いた。
- ⑥ 上記⑤の廃棄物に対し、米国と南アの原子力協力協定のもと、IQ3 と呼ばれる NDA を利用し、廃棄物の解体・除染・再度の特性化に 10 年以上に亘る時間を費やした。

また、上記(4)に「検証上の課題」として示した①と②が検証の困難性を招いた原因であるが、その他にも IAEA 総会事務局長報告の中で、検証の困難性を招く 1 つの原因ではないかと考えられる記述及び検証の困難性を招くと想定される理由を以下に示す。

IAEA 総会事務局長報告に「以前は保障措置を適用してなかった DU、NU 及び LEU の輸入情報における供給元を秘密にして欲しいとの南アからの要望があり、IAEA は輸入書類を利用できなかった旨」記述されている²⁷。

上記の記述から、検証の困難性を招くと想定される理由として、つまり、DU、NU 及び LEU の輸入量が分からないと、国内の施設等での処理で発生・生産された DU、NU 及び LEU と輸入したそれらとの区別ができず、ゆえにそれら施設等の運転記録や計量記録における収支計算が合わなくなると想定される。

なお、上記で「IAEA は輸入書類を利用できなかった」との記載があり、その理由を考えると、1991 年に締結した CSA(INFCIRC/394)⁷⁵の第 34 条「保障措置の開始点」に基づいた時期から保障措置適用を開始する権利を IAEA は有するも、同 CSA 発効以前から南アに在庫として存在する核物質は、米国及び仏国の各々と締結した INFCIRC/66 型 SG 協定上(INFCIRC/98 及び INFCIRC/244)、当該国から移転(輸入)したものと思われ、その場合、当時の輸入記録(移転記録)までアクセスする権利を同 CSA 上、IAEA は有していないことが理由として考えられる。

(5) 検証にあたる南アの対応

南アの IAEA による検証に対して、以下のことから類がないほど協力的と考えられる。

- ① IAEA が訪問を要求したすべての施設と場所(廃止された施設や場所を含む)へのアクセス提供。本来、CSA 上、冒頭報告にある施設や LOF へのアクセスに限定されるも、それ以外の施設や場所へのアクセスを認めるのは特別査察レベルのものと考えられる。

- ② 冒頭報告に加え、AEC 作成の「1991 年 9 月 30 日現在の南アの原子力施設及び核物質の在庫目録の完全性に関する報告書」を作成。この報告書には、南アにおける U 濃縮、転換及び燃料製造プラントにおける核物質の歴史的な流れ及び収支、生産及び移転の広範囲に及ぶ要約に加えて EU 及び DU の輸入に関する情報を提供されている²⁷。本来、CSA 締結後に提出する冒頭報告及びその後の計量記録等の情報を IAEA へ提供する義務はあるものの、CSA 締結前の過去のそのような情報を IAEA へ提供する義務を当事国に課していないことから、上記の報告書は IAEA にとって非常に有用な情報であったと考えられる。

4.7.2.2 1993 年 IAEA 総会事務局長報告⁴⁴

(1) 目的

目的は 2 つあり、1 つ目は核物質の在庫の完全性の確認、2 つ目は南アの以前の核兵器開発計画の状況、特に核兵器開発計画の発端、範囲、及び核爆発装置の機微な部品の解体・破壊して核物質を回収した措置の適切性に関する状況評価の実施である。2 つ目の目的の詳細要件は以下のとおりである。

- ① 核兵器開発計画にて使用された全ての核物質が平和利用に戻され、IAEA の保障措置下にあるという保証の入手
- ② 次の破壊等を評価
 - ア) 核爆発装置における兵器固有のすべての非核構成部品の破壊
 - イ) 核兵器開発計画に関連するすべての研究所等の完全な廃止及び放棄又は平和利用転換
 - ウ) すべての兵器特有装置の破壊、その他装置の平和利用転換の評価
- ③ 廃棄プログラム、図面を含む設計及び製造の情報の破棄、核爆発装置解体後の方針の情報の入手
- ④ 核兵器開発計画の時期及び範囲、核爆発装置の開発、製造及びその後の廃棄に関する南アによる提供情報の完全性及び正確性の評価
- ⑤ カラハリ実験堅坑の無能力化に係る取り決めの協議及び最終立会
- ⑥ 核兵器開発計画関与施設への訪問、当該施設が核兵器開発計画目的に使用されていないことの確認
- ⑦ 核爆発装置に係る能力を再構築しない保証を維持するための将来の方策についての協議

(2) 結論

1 つ目の目的である在庫の完全性の確認に対する結論として、Z プラントと Y プラントについて以下の結論としている。

- 1) Z プラントの LEU の U235 収支の明らかな不一致に関する査察活動は進行中であるとした。

上記(2)1)について、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する。

[補足]

上記(2)1)の補足

後の 1995 年付の 1994 年保障措置年次報告(GC(39)/3)⁷⁶にて記録監査及びサンプル分析により一致したと評価している。

- 2) Y プラントの HEU、LEU 及び DU の U235 収支の明らかな不一致は、過去の計量記録等の不確かさを考慮した評価及び記録とその裏付ける技術データに基づく生産能力の評価の結果、U 供給量と一致していると結論付けるのが合理的とし、また、当該プラントの生産能力の評価では、当該プラント生産の HEU 量は冒頭報告の申告量と一致していると結論付けることが合理的とした。

2 つ目の目的である核爆発装置等の廃棄等の確認に対する結論を以下に示す。

- ① 関連記録の監査は、核兵器開発計画の全ての HEU が AEC に戻され、保障措置協定発効時に保障措置の対象であったことを示した。同様に、SAFARI-1 研究炉用の燃料製造に関連して AEC によって製造され、ARMSCOR の Circle 施設で処理された全ての濃縮物質は、AEC に戻され、保障措置協定発効時に保障措置の対象となっていた。核兵器開発計画で使用された相当量の DU や NU が未計量であることを示す兆候はなかった。
- ② 記録、施設、廃棄及び解体された核爆発装置の残りの非核部品の調査及び Y プラント生産の HEU 量の評価の結果、核兵器開発計画の申告された範囲と一致した。無能力化や平和利用転換されていない核兵器開発計画の機微部品の残存を示すものはなかった。
- ③ 将来、IAEA は、透明性の繰り返しの方針の下、以前の核兵器開発計画関連場所へのフルアクセスのための南アへの継続的な訪問を計画した。

(3) 検証方法

1 つ目の目的である在庫の完全性の確認に対する検証方法を以下に示す。IAEA が査察を実施した又は訪問した施設は、U 転換施設、燃料製造プラント、U 濃縮施設、廃棄物貯蔵施設などである。

- ① 1991年10月提出の冒頭報告に基づき、1991年11月、保障措置協定に基づく特定査察(ad hoc inspection)で開始され、その後 IAEA は南アで 22 の査察任務を実施した。月 1 回の査察任務は、個々の施設で 150 以上の査察を伴った。
- ② 1992 年初めから 1991-1995 保障措置クライテリア^{xlii}を完全に実施したことにより、その年の全ての原子力施設の保障措置対象となる全ての核物質について査察目標の量的要素^{xliii}を達成した。これに関連し、ほぼ同時の実在庫検証が 1992 年 8 月に行われ、1993 年 10 月にも予定された。

上記②の「ほぼ同時の実在庫検証」とはどのようなものかについて、上記にて引用している IAEA 総会事務局長報告とは別の文献を引用しつつ、以下のとおり考察する。

【IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition⁷⁷の para.11.11 「Simultaneous inspections」の仮訳・要約】

IAEA 査察官が同一国内の 2 つ以上の施設で同時にまたは短期間に行う査察であり、その目的は 2 つ以上の施設が共謀してそれら施設の核物質を一時的に移動しての転用を探知すること。施設は同じタイプのものである場合がある。

【考察】

上記の仮訳・要約から「ほぼ同時の実在庫検証」は、例えば、南アのこのケースの場合、U 転換施設と U 濃縮施設との間の UF₆ の転用を想定し、両施設の「ほぼ同時の実在庫検証」を実施することで、上記でいう「核物質を一時的に移動しての」、つまり、UF₆ の貸し借りによる転用を探知することを目的としたものと考察する。

- ③ 補助取極の総論部は 1992 年 8 月 20 日に発効した。それ以降 6 つの施設附属書(FA)が発効し、残りの 8 つの FA の作業は進行中であった。南ア当局は、保障措置実施において IAEA に広範な協力を提供した。
- ④ 昨年の 1992 年総会報告(GC(XXXVI)/1015)にて、冒頭報告に記載の核物質の在庫量が不完全だという証拠は見いだせなかったものの、2 つの濃縮プラント(Y プラントと Z プラント)で計算した U235 収支の明らかな不一致を報告した。以降、特に Y プラント生産の HEU の U235 収支に関する明らかな不一致をさらに調査することを目的に、南アへの追加訪問を 4 回実施した。AEC との協議や、Y プラントの稼働以来の運転期間及び停止期間の履歴記録の詳細な再調査を通じて、当該プラントの U235 収支における明らかな不一致の度合いの大幅削減をも

xlii 1991-1995保障措置クライテリアは、以前のSIR(保障措置実施報告書)の評価基準から発展し、1991年に初めて使用されたもの。同クライテリアは、様々な施設の種類及びLOFに特化した13の章で構成。各章には、核物質の転用又は秘密裏の生産の可能性のある経路、核兵器製造に要する時間に基づき、17の基準が含まれている。

Noah Mayhew “A Lexical History of the State-Level Concept and Issues for Today”, Occasional Paper December 2020, The Vienna Center for Disarmament and Non-Proliferation (VCDNP), p.26.

xliii 量的要素は、査察目標の構成要素の1つで、もう1つは適時性要素。査察目標は、施設に存在する核物質の種類(Pu、LEU等)及びその区分(未照射直接利用物質、間接利用物質等)に関する保障措置クライテリアを満足すること。この目標の中で量的要素は、1MBP(物質収支期間)中に、1SQ(有意量)以上の核物質の転用がなかったという結論導出に必要な情報。(IAEA Safeguards Glossary 2001 Editionの仮訳・要約)

たらすことを解明した。

上記(3)④について、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する。

[補足]

上記(3)④の補足

後にプロセス滞留物(ホールドアップ)の除染、サンプル分析による U235 量の測定によって対応したとしている⁷¹。

- ⑤ さらに申告された HEU 製品と Y プラントの生産能力との一貫性評価の過程で、AEC 提供のプラントの運転と停止の期間に関する何千もの記録を調査した。また、Y プラントの生涯期間中に作成された原本記録の代表例や技術報告書の写しとともに、数千の記録の写しを AEC が IAEA に提供した。これら報告書に、プラントの生産量に影響を及ぼす化学的損失のような現象が記載されていた。

上記(3)⑤の「化学的損失」について、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する。

[補足]

上記(3)⑤の補足

化学的損失はフィルターへの沈着等によるものとしている⁶⁸

- ⑥ Z プラントの LEU の U235 収支における明らかな不一致に関する調査活動の優先順位は低かった。この明らかな不一致を明確にするための努力が続けられている。必要な活動は、可能な限り、定期の査察と併せて実施され、結果が評価された。

上記(3)⑥について、IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から以下のとおり補足する。

[補足]

上記(3)⑥の補足

後の 1995 年付の 1994 年保障措置年次報告(GC(39)/3)⁷⁶にて記録監査及びサンプル分析により一致したと評価している。

2 つ目の目的である核爆発装置等の廃棄等の確認に対する検証方法を以下に示す。

IAEA 査察官チーム^{*}は核兵器国の専門家の支援を受け以下①から⑥のことを含む事項を確認した(※: IAEA 総会事務局長報告とは別の文献から次のとおり補足する: 同チームの査察官はイラクでの核兵器計画の査察を実施した者を IAEA 事務局長が指名⁶⁴)。また、IAEA や核兵器国の専門家が訪問した施設は、核爆発装置に係る研究所、実験竪坑、爆発物試験施設、軍事施設の保管庫、射爆場などである。

① 核兵器開発計画の時期及び範囲

プログラムに關与する公式文書、記録、施設等での關係者からの情報に基づき時期及び範囲を要約するなど。

② 核爆発装置の廃棄及び解体

- ✓ 1991 年 9 月までに核爆発装置から取り出された HEU は溶解され、保障措置協定発効前に他施設へ移送されたこと。
- ✓ 1993 年 4 月の IAEA 訪問までに核爆発装置の廃棄及び解体、技術文書の破棄はほぼ完了されたこと。
- ✓ 核爆発装置の HEU の廃棄記録と計量記録による量の相関性があること。
- ✓ 非核兵器部品の廃棄の記録があること。
- ✓ 解体され残存する物品と記録の整合性があることなど。

③ 核物質回収と平和利用返還

兵器級 HEU の AEC と ARMSCOR の間の移管記録の監査(保障措置協定発効時には AEC に返却され保障措置下にあった)など。

④ 核兵器開発計画關与施設

要求した全ての施設へのアクセス実施など。未申告施設の情報はなない。なお IAEA が訪問した施設は、表 7 に記載の施設を含む。

⑤ カラハリサイトの実験堅坑の無力化

1993 年 8 月 11 日に現場訪問を実施した。砂で埋め戻し、溶かした金属の流し込み等の対策により実験堅坑を無能力化したと結論付けた。この対策の方法は、対策を講じた堅坑の再構築にかかる困難性又は費用が新規の堅坑を作るよりも高くなる方法として IAEA と南アが合意したもの。

⑥ 核兵器開発計画に使用された機器

装置等の廃棄・除染、商業用使用への転換がなされたことなど。

表 7 IAEA が訪問した施設 ⁴⁴

	施設
(a)	初期の研究開発段階が実施され、最初の実証用核爆発装置が製造されたペリンダバの AEC の施設。ここでは HEU と金属ウランが製造された。また、この研究所ではトリチウム(T)及びリチウム 6(Li6)プログラムに関与する研究所があるとともに、中性子発生装置の開発も実施していた。
(b)	最初の核爆発装置を最終的に保管し、その他 5 つの完成した核爆発装置を製造、組み立て、保管したペリンダバ付近の ARMSCOR の Circle 施設。この施設には、6 つの完成した核爆発装置及び 7 つ目の核爆発装置に必要な EU を保管しているセキュリティ保管庫(security vaults)、高性能爆薬の試験セル、核物質の鋳造・機械加工の作業場(現在は解体)、機械的・電子的部品の製造作業場及び環境試験施設を含む。
(c)	ARMSCOR の Circle 施設の近くにある ARMSCOR の Advena 総合研究所(Central Laboratories)の施設。ここでは、組み立てられた高度な砲身型かつ爆縮タイプの核爆発装置の核兵器開発作業を目的としていた。施設には、爆発物の処理・試験用のバンカー、高性能兵器組立のため及び運搬システムとの統合のための総合棟(integration building)、セキュリティ保管庫並びに爆発試験室を含む。これら施設は、核兵器開発計画が中止となったときに完成したばかりであるため、ほとんどその役割を果たしてなかった。
(d)	ポチェフストルーム近くの軍用地にある小さな計装用バンカー(instrumentation bunker)を含む爆薬実験施設。
(e)	ロッドタンの軍事弾薬庫にある特設の高セキュリティ保管庫。ここは核爆発装置の保管を目的としたもの。
(f)	ウィットバンクの放棄された炭鉱。ここは、軍事弾薬庫として使用されていたもので、最初の核爆発装置が一時的に保管されていた。
(g)	カラハリ砂漠のバストラップサイト。現在は南ア空軍が射撃場として利用している。過去には核爆発装置の地下実験用に 2 つの堅坑が配置されていたものの、それらは使用できなくなっている。
(h)	プレトリア近くのセントロン中央工場、ボスコプ付近のナchem(Naschem)、ケープ州の Somchem 施設にある ARMSCOR の施設。1972 年/1973 年に Somchem 施設の推進研究所にて、AEC の小規模なチームが核爆発装置の機械的・火工技術的なサブシステムに関する研究開発を実施した。この作業を通じて得られた経験により、AEC は砲身型核爆発装置の縮尺モデルを設計できた。この最初のモデルは、非核物質で製造された発射体を使用し、1974 年 5 月に最初のテストが実施された。1976 年にこの施設にて、NU を発射体とした最初の実物大の実験がテストされ、その設計の機械的完全性が証明された。1977 年中に、すべての活動が Somchem 施設からペリンダバへ移された。
(i)	Pu 及び T(トリチウム)の生産のための原子炉施設の建設が計画されていたケープ州のグリカにあるサイト。基本的な土木工学の準備以上のサイト開発は実施されなかった。最近、個人の購入者に売却された。
(j)	ケープ州の Alkantpan 射撃場。ここでは、DU 及び成形爆薬を使用した試験発射を含め、重金属装甲貫通体の開発作業が行われていた。この技術と爆縮技術には共通点はあるものの、IAEA は Alkantpan 射撃場と、以前の核兵器開発計画の間の明白な関連性を見いだせなかった。Alkantpan の診断施設は、核兵器開発計画に特に役立つものとは考えられなかった。

4.7.2.3 検証の成功の要素

(1) 当事国の全面的協力

査察を受ける国の当局及び事業者からの完全な協力及び透明性は、未解決の問題を解決する上で不可欠であり、南アの政策である「理由があれば、いつでもどこでもアクセス」は検証作業において重要であった。南アはまた、さまざまな段階で兵器プログラムに係わり働いていた人々と協力し、それらへのアクセスを提供した⁷⁸。また、冒頭報告以外の場所へのフルアクセスや15年にわたる運転記録等^{xliv}の提供²⁷も大きな協力と言えよう。

他方、核爆発装置の運搬装置へのIAEAによるアクセスや質問が制限された。その理由として通常兵器の軍事力の開示に繋がる可能性があるとしたためであった⁶⁴。

(2) 検証活動への核兵器国の専門家の参加

核兵器国の専門家が検証活動に参加し、核爆発装置が廃棄等されたことの検証や核爆発装置特有の部品以外のものを平和利用へ転換したこと等の検証⁴⁴について、技術面から信頼できる検証が得られるものと考えられる。

ただし、IAEA査察官が主体的に検証行為を行う場合、核兵器国の専門家の査察官とそれ以外の査察官による検証対象は異なること及び検証結果の管理上の配慮が必要と考えられる。例えば核爆発装置に係る装置、部品、図面などへのアクセスは前者のみが行うとともに、前者が実施した核爆発装置の解体・廃棄等に係る検証について、その結果を前者が検証報告書へ記載する上で機微にならない程度の記載振りにする必要性、その報告書のエビデンスとなる写真やデータ等の厳重管理の必要性といった配慮を行うことが想像される。

4.7.2.4 廃棄後検証の困難さに対する将来に向けての解決策

核爆発装置等の廃棄等が終了した後の検証であるため、核爆発装置や関連装置、核兵器級核物質の製造施設等の実物がなく、申告施設や核物質の確認や計量、解体記録や残存する廃棄品の確認等に留まる。

この解決策として、検証は核爆発装置等の廃棄等と同じタイミングに行うことが検証の容易化に繋がるとともに、検証の正確性及び完全性の向上にも繋がると考えられる。

xliv 1991年に南アがIAEAと締結したCSA(INFCIRC/394)のArticle 53に規定する記録の保存期間は「少なくとも5年」であるが1970年代までの記録が存在。

4.7.2.5 検証前廃棄による核物質の隠蔽(未申告)の可能性への将来に向けての対応策

核爆発装置等の廃棄等が終了した後の検証であるため、核物質の隠蔽(未申告)の疑惑が発生することが懸念される。

この解決策として、検証後、CSAのみならず、未申告の核物質や活動の探知を目的としたAPを当該国が締結することが、核物質の隠蔽(未申告)の探知をもたらすと考えられる。

また、このAP締結は、当該検証後の当該国による再度の核爆発装置開発の抑止やその兆候の探知に繋がると考えられる。

4.7.2.6 南ア等の非核化検証等経験のSG強化への影響⁷¹

IAEAが南アの核兵器開発計画の放棄に対する検証要請を受ける前に、IAEAは既に保障措置プロセスの強化を実施している最中であった。イラクでの未申告の核プログラムの発見・放棄の後の1990年代初頭に新たな風が吹き始めていた。保障措置システムの有効性を向上させるための核不拡散体制の必要性がすぐに明らかとなり、その結果、北朝鮮と南アの両方で行われた検証活動に適用されたものを含めて多くの保障措置手法が強化された。

強化された評価プロセスでは、申告された核物質の転用を探知するための申告データと検証結果を考慮するだけでなく、累積MUF(CuMUF)、事業者の計量管理システムの性能、事業者と査察官の測定値の差異などのように、データと傾向をより厳密に裏付ける方法も模索された。

南アの事例で実施されたもう一つの新たな開発は、核物質が関与する検証プロセスの再検討であった。これは、ターゲットとなる核物質の計量記録の全体的な一貫性ととも、同核物質に含まれる核物質以外の物質のパラメータも評価するということである。

例を挙げると、U金属量は、U金属の生産のためのパラメータと一致する必要がある、UF₄は通常Ca又はMg金属を使用してU金属に還元する。この際、Ca又はMgを含む灰及び鉍さいが生成される。廃棄物に含まれるこれら元素の量は生産されるU金属と一致している必要がある。

このような保障措置手法の強化は、初期段階ではまだ発展途上であったものの、放棄された核兵器開発計画を査察官が検証できるようにするといった南アの決定は、分析的な保障措置プロセスの形成に役立つ経験を査察官に提供した。

4.7.2.7 NPT 加入にあたる南アの思案

南アは、1991年7月のNPT加入の前から完全なる透明性の方針を示し、「理由があればいつでも、どこでもアクセス」の査察を提供するため、継続招待(a standing invitation)をIAEAへ発行した⁶⁹。

他方、NPTは加入後にのみ当該国の原子力活動をIAEAが監視(monitor)するよう設計されて

おり、IAEA は当事国の核物質及び施設の申告の完全性を検認する責務があるものの、NPT 加入前に終了した過去のプロジェクトやプログラムに対する検証任務はなく、当事国も過去の核兵器開発計画の存在を明らかにする義務を負わなかった。とはいえ、当該国の過去の活動を詮索することを当該国に強要する可能性がある。しかし、保障措置協定ではそのような強要を簡単にできる仕組みではなく、特別な措置を講ずる可能性があり、その措置には特別査察(special inspection)が含まれる可能性があるも、IAEA の経験上、それが当該国と IAEA の対立に繋がる可能性があることを示してきた⁶⁹。ことから当時の南アが NPT 加入の前から透明性の方針を示し、「理由があればいつでも、どこでもアクセス」の査察を提供したことは、NPT 上の義務もないなか、さらに特別査察に係る手続きやそれに伴う対立の可能性に繋げるものがない画期的な方針であったと言えよう。

しかし、NPT 加入の約 1 年半前である 1990 年 2 月の南アの文書に、「HEU は製造したものの、核爆発装置製造の最終段階には着手しなかったという声明に信頼性を持たせるために洗浄作業を実施する」旨の計画が記されていた。また、ARMSCOR と AEC の関係者へのインタビューでは、IAEA は Y プラント及びその周辺で HEU の痕跡を探知でき、HEU の生産を隠蔽することは不可能であると評価されたとされている^{68, 79}。つまり、南アが NPT 加入前の「透明性の方針」を示す前の時点では、核爆発装置のみならず HEU の隠蔽工作も図ろうと考えたが、それが無理ではないかとの結論に至ったものと思われる。

さらに、NPT 加入時に核兵器開発計画の公認を検討していたようだが、当時、イラクと IAEA との間の対立的な検証はマスコミの注目を集めており、イラクとは異なり南アは NPT 違反をしていないものの、南アも「ならず者国家(outlaw nation)」とされる可能性を危惧し、公認するに至らなかった⁶⁹。

他方、1993 年 12 月付の機密解除された米国国務省の覚書では「IAEA が核兵器開発計画のほとんどの側面について米国から説明を受けた」旨の記載があり⁷⁹、つまり、1991 年 3 月 24 日のデ・クラーク大統領による核兵器開発計画の存在とその後の放棄に関する発表の前に IAEA はその実態を理解していたことになる。

その証に、IAEA が 1991 年 10 月に南アから冒頭報告を受領した際、HEU の多くがインゴットの形態で記載されていたことから、それが核爆発装置から取り除かれたという疑いを持っていたとされている⁶⁸。

上記のことから、南アが示した透明性の方針である「理由があればいつでも、どこでもアクセス」の IAEA への提供は南アの思案の中の消去法の結果とも言え、南アがその思案の最中で核兵器開発計画のみならず HEU も隠蔽しようとし、他方、IAEA は 1993 年 3 月の南アによる核兵器開発計画の放棄に関する発表前からそれを知っていたという構図である。つまり、核兵器開発計画及び HEU の存在を隠蔽できる方策が南アにあったとしたら、上記の 1993 年 3 月の南アによる発表も「理由があればいつでも、どこでもアクセス」も存在しなかったのかもしれない。

4.8 南アフリカの非核化の要因分析のまとめ

2章及び4.1から4.7で述べた南アの非核化に関して、その要因分析の結果を表8にまとめる。

表8 南アフリカの非核化の要因分析のまとめ (1/2)

要因	内容
①核開発の動機	- 南アを巡る安全保障環境の悪化 - 抑止力としての核能力の確立(政治的ツールとしての位置付け) - 国際社会からの孤立(地理的・政治的孤立)
②非核化決断時の内外情勢	- 国際情勢 - 東西冷戦の緩和と終結、アンゴラからのキューバ軍撤退とナミビア独立手続合意による外的脅威の低下 - 南アを巡る安全保障環境の改善 - 国内情勢 - 反アパルトヘイト運動及び弾圧の激化に伴う政治・社会的不安 - 経済制裁による国内経済の疲弊 - アパルトヘイト政策の限界及び同政策の撤廃後、確実に予想される政権移譲後の核爆発装置の将来に対する不安
③核開発の進捗度	6つの核爆発装置(ガンバレル型ウラン爆弾)を完成(7つ目を製造中) - 核爆発装置の製造には、Kentron Circle 施設 (Advena Circle Facility) を使用 - うち、ウラン濃縮については、独自開発の方式(ヴォルテックス・チューブ法)でウラン濃縮を達成 - Yプラントでは核爆発装置用として濃縮度80%のHEU計約400kgを生産
④制裁の効果	- 南アがアパルトヘイト政策と核政策を見直し、両政策の撤廃・廃棄の決定を導出する要因の1つになった可能性 - ただし南アは希少金属を生産し、例えばリビアに対する経済制裁の効果に比べれば限定的 - 武器禁輸措置も抜け道が存在
⑤非核化のインセンティブ	- 国際社会からの孤立脱却と国際社会への復帰 - 国連安保理決議による制裁や欧米諸国等による経済制裁の解除 - 平和目的での原子力利用の継続 - ペナルティ無しでの国際社会に復帰
⑥非核化の国際的枠組	- 非核化のための特別な枠組は無かった(南ア自身が廃棄)。 - なお、南アの核能力の検証に関しては、IAEA総会決議で、CSAの早期履行や、IAEAによる南アの原子力施設・核物質の在庫の完全性の検証の実施及び当該結果の理事会への報告要求が決議されている。 - またIAEAによる検証の主目的は、①核物質の在庫の完全性の確認と、②南アの以前の核兵器開発計画の状況、特に核兵器開発計画の発端、範囲、及び核爆発装置の機微な部品を解体・破壊して核物質を回収した措置の適切性に関する状況評価の実施であったが、これらは、南アとIAEAの間のCSA(INFCIRC/394)と、南ア自身の過去の核兵器プログラムに対して完全な透明性を示すことを表明した同国の政策に基づくものとされている。

表 8 南アフリカの非核化の要因分析のまとめ (2/2)

要因	内容
⑦非核化の方法及び 検証	• NPT 加入前(IAEA 総会決議に基づく IAEA による検証前)の自らによる核爆発装置の廃棄、核物質の熔解、関連施設の廃棄(破壊) ✓ NPT 加入前に核兵器廃棄した理由は、INFCIRC/153 型保障措置協定下での核兵器廃棄は認められないことや NPT 加入後の場合は非核兵器国の核兵器保有は条約違反になるため
	• 検証者 ✓ IAEA 査察官チームは核兵器国の専門家の支援を受け検証を実施 ✓ 事務局長任命の湾岸戦争後のイラクで経験を積んだ査察官及び上級査察官で構成する特別チームによる検証 • 検証方法 ✓ 核兵器廃棄後に非核化の検証を実施 ✓ 検証方法は、申告外の施設へも訪問、核物質サンプル採取・DA/NDA、^{235}U 量の矛盾解明のためのホールドアップの除染・除染物のサンプル分析、核兵器関係部品の破壊残存物の確認、大量の記録(計量、運転、プラント運転の技術報告書、核兵器関係部品等の廃棄、核兵器に使用された核物質の移管(ARMSCOR から AEC)等)の確認等
その他(核拡散への 影響)	• 旧ソ連やカザフスタン、ベラルーシ及びウクライナと異なり、核拡散への対応は不十分。核開発に関与した南アフリカの企業や調達ルートは隠ぺいされ、後にカーンネットワーク等に参加した南アの企業があった。

5. おわりに(南アフリカの非核化の特徴と非核化からの教訓)

最後に、南アの非核化から得られた知見をもとに、南アの非核化の特徴と、現在あるいは将来の核問題の解決に敷衍しうる教訓を考察した。

まず南アの非核化の特徴としては、以下の 6 つを挙げることができる。

1 つ目は、南アは核爆発装置を自ら製造・保有したが、それらの廃棄を自ら決定し、そして実際に自ら廃棄したことである。これまで核開発プログラムの廃棄や非核化を実施、あるいは試みたりビア、イラク、旧ソ連 3 か国(ウクライナ、カザフスタン、及びベラルーシ)、及び北朝鮮の事例を鑑みると、それらには、国連や核兵器国などの国際社会が必ず関与しているが、南アは、全て自身で独自に行った点で他に類を見ない。

2 つ目は、主権国家にとっては自明の理ではあるが、南アの核開発及び非核化の双方とも、南アを巡る国際的な安全保障環境の変化と密接に結びついていることである。南アはアフリカ大陸の大国で、相応の経済・軍事力を有しており、ポルトガルの植民地であった近隣国から実際に、核や通常兵器による攻撃を受ける可能性は殆ど無かった。しかし南アがアパルトヘイト制度を維持するが故に国際社会からの孤立を深めていく中で、キューバ軍がアンゴラに駐留し、また米国がアンゴラ不介入を決定するといった南アを巡る安全保障環境の悪化を背景に、同国は抑止力としての核開発に踏み切った。一方で、アンゴラ、キューバ及び南アの和平協定の締結とキューバ軍のアンゴラ撤退といった安全保障環境の改善を背景に非核化を実施した。

3 つ目は、南アの非核化には、核不拡散体制の基軸としての NPT が国際規範として確実に機能したことである。南アが国際社会からの孤立から脱却して国際社会に復帰するためには、アパルトヘイト体制の廃棄のみでは十分ではなく、核不拡散体制の基軸である NPT への加入が必要とされ、そして NPT に加入するためには、南アは非核化を行い非核兵器国となる選択肢しかなかった。また NPT に加入することは、IAEA と CSA を締結し、原子力の平和利用と、併せて IAEA 査察の受け入れが義務付けられ、より実質的に核不拡散が図られることになる。

4 つには、非核化とアパルトヘイト政策の撤廃との関係であり、アパルトヘイト政策撤廃後には黒人政権への交代が容易に想定され、その時点での政治・社会情勢激変の可能性も考慮すると、南ア国内に新政権に核爆発装置を継承することをためらった政治勢力もあったと言われている⁸⁰。

5 つには、デ・クラーク大統領が、人権規範の普遍化とアパルトヘイト政策の限界、冷戦緩和と核不拡散の必要性といった国際的な潮流を理解し、非核化を決断し、実施することに大きな役割を果たしたことである。

6 つには、非核化の検証が成功したことである。それを可能とした理由としては 2 つ考えられる。1 つ目は当事国である南アの全面的な協力、2 つ目は検証活動への核兵器国の専門家の協力があつたためである。前者は、査察活動には不可欠であり、南ア当局及び事業者の協力及び施設等の情報開示は南アの政策である「理由があれば、いつでもどこでもアクセス」を確保するという姿勢となって現れ検証作業において重要な役割を果たした。また南アは、様々な段階で核兵

器開発計画に係っていた人々と協力し、IAEA 等に様々な情報へのアクセスを提供した。また、冒頭報告に記されている以外の施設等へのフルアクセスや 15 年に亘る運転記録等を提供したこと(保障措置上の記録保存義務は少なくとも 5 年)も大きな協力と言えよう。これらは、後者の検証活動を成功させた要因である核兵器国の専門家の参加において、核爆発装置の廃棄等や核爆発装置特有の部品以外のものを平和利用へ転換したことについて、技術面から信頼できる検証を行うことを容易なものとしたと考えられる。

また、南アの非核化から得られる教訓を、非核化の検証と非核化の方法の 2 つの観点から考察すると、以下の 3 つを挙げることができる。

1 つ目は、今後行われるであろう検証活動では、核爆発装置の廃棄等と同時並行的に検証を行うことが望ましく、このことが検証の正確性及び完全性の向上にも繋がるというものである。南アの場合には、IAEA が実施した検証は核爆発装置の廃棄等が終了した後に行ったものであるため、核爆発装置や関連装置の実物が存在せず、南アの作成した解体記録や残存する廃棄品の確認等に留まってしまっており、この点から得られる教訓である。

2 つ目は、上記と同様に、非核化対象国が事前に IAEA 保障措置追加議定書(AP)を IAEA と締結していることが望ましいということである。これにより、核物質の隠蔽(未申告)を防止することができ、また、非核化の検証後においても当該国による再度の核兵器開発の抑止やその兆候の探知に繋がると考えられる。1 点目と同様、IAEA による事後の検証では、核物質等の隠蔽(未申告)の可能性を排除できないという懸念がある。

3 つ目は、4.7 で述べたように南アの非核化では、核技術の知識やノウハウを有し実際に核爆発装置の開発・製造に関与した研究者や技術者が核拡散に関与することを防止する手段が講じられず、結果として核の闇市場等に関係するケースが見られた。しかし、核拡散を防止するためには、核物質や施設及び設備の廃棄のみならず、核兵器開発に従事した技術者科学者が保有する核兵器や HEU 製造に係る知識や経験、ノウハウの非国家主体や核開発を進める国への流出を防ぐ必要がある。この点に関しては、例えばソ連及び旧ソ連 3 か国(ウクライナ、カザフスタン、及びベラルーシ)の非核化の過程で、核技術者や研究者が参画する平和目的の研究開発プロジェクトを支援するために設立された国際科学技術センター(ISTC: International Science and Technology Center)や核兵器廃棄協力委員会の創設及び非核化支援活動の実施といったような取組が必要かつ有益であろうと思われる。

上記が、今後の他の国々の非核化に向けて参考になることを期待したい。

謝辞

本稿は、平成 30 年度から令和 2 年度までの政策調査研究である「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究」における調査・分析と、核不拡散政策研究委員会において実施した発表及び議論を踏まえてまとめたものである。同委員会の席上、有益な情報と示唆に富むコメントを頂いた委員各位に感謝申し上げたい。

参考文献

- 1 北野充, 「核拡散防止の比較政治」, ミネルヴァ書房, 2016, pp.135-152.
- 2 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, アフリカ研究, 80, 2012, pp. 33-39, https://www.jstage.jst.go.jp/article/africa/2012/80/2012_33/_pdf/-char/ja (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 3 World Nuclear Association (WNA), “Nuclear Power in South Africa”, Updated August 2021, <https://world-nuclear.org/information-library/country-profiles/countries-o-s/south-africa.aspx> (参照: 2022 年 6 月 18 日).
- 4 堀部純子, 「核の巻き返し(Nuclear Rollback)」 決定の要因分析: 南アフリカを事例として」, 国際公共政策研究, 11(1), 2006, pp.323-338, https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/7742/19-22_n.pdf (参照: 2022 年 7 月 20 日).
- 5 原子力環境整備センター, 「南アフリカにおける放射性廃棄物対策」, 原環センタートピックス, 1987, No.5, p.1, <https://www.rwmc.or.jp/library/file/no5.pdf> (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 6 Zondi Masiza, “A Chronology of South Africa's Nuclear Program”, <https://www.nonproliferation.org/wp-content/uploads/npr/masiza11.pdf> (参照: 2022 年 7 月 21 日).
- 7 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, 前掲, p.33.
- 8 堀部純子, 「核の巻き返し(Nuclear Rollback)」 決定の要因分析: 南アフリカを事例として」, 前掲, p.325.
- 9 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, 前掲, p.34.
- 10 United Nations (UN), “Agreement for co-operation between the Government of the United States of America and the Government of the Union of South Africa concerning the civil uses of atomic energy”, <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%20961/volume-961-I-4234-English.pdf> (参照: 2022 年 7 月 21 日).
- 11 Thomas B. Cochran, “Highly Enriched Uranium Production for South African Nuclear Weapons”, Science & Global Security, 4, 1994, p. 34, https://nuke.fas.org/cochran/nuc_01009401a_120.pdf (参照: 2022 年 7 月 20 日).
- 12 DBpedia Association, “Helikon vortex separation process”, https://dbpedia.org/page/Helikon_vortex_separation_process (参照: 2022 年 7 月 21 日).
- 13 CIA, “South Africa’s Turn to Heavy Water Technology: History and Implications”, 9 April, 1984, https://www.cia.gov/readingroom/docs/DOC_0000112752.pdf (参照: 2022 年 7 月 20 日).
- 14 堀部純子, 「核の巻き返し(Nuclear Rollback)」 決定の要因分析: 南アフリカを事例として」, 前掲, p.326.
- 15 Thomas B. Cochran, “Highly Enriched Uranium Production for South African Nuclear

- Weapons”, op., cit., p. 44.
- 16 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, 前掲, p.35.
 - 17 Robert E. Kelley, “A Technical Retrospective of the Former South African Nuclear Weapon Program”, Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI), 2020, p.15, https://www.sipri.org/sites/default/files/2020-10/sa_nuclear_technical_retrospective_kelley_2.pdf (参照: 2022 年 6 月 21 日).
 - 18 北野充, 「核拡散防止の比較政治」, 前掲, p.138.
 - 19 David Albright, “South Africa’s Nuclear Weapons Program”, Institute for Science and International Security (ISIS), 2001, http://web.mit.edu/SSP/seminars/wed_archives01spring/albright.htm (参照: 2022 年 6 月 22 日).
 - 20 堀部純子, 「核の巻き返し(Nuclear Rollback)」決定の要因分析: 南アフリカを事例として」, 前掲, pp.329-330.
 - 21 北野充, 「核拡散防止の比較政治」, 前掲, p.146.
 - 22 UN, “Agreement between the Government of the Republic of Cuba and the Government of the People’s Republic of Angola for the conclusions of the Internationalist mission of the Cuban Military Contingent”, S/20345, 1988, https://peacemaker.un.org/sites/peacemaker.un.org/files/AO_881222_AgreementonCubanMilitaryContingent.pdf (参照: 2022 年 6 月 22 日).
 - 23 “Agreement between Angola, Cuba and South Africa, Principles for a Peaceful Settlement in Southwestern Africa”, 1988, <https://digitalarchive.wilsoncenter.org/document/118287.pdf?v=a87b1e203ac5f6080d1f6b8c5c19a1b0> (参照: 2022 年 7 月 28 日).
 - 24 IAEA, “Agreement of 16 September 1991 between the Government of the Republic of South Africa and the International Atomic Energy Agency for the application of Safeguards in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons”, INFCIRC/394, 1991, <https://www.iaea.org/sites/default/files/infirc394.pdf> (参照: 2022 年 7 月 28 日).
 - 25 IAEA, “South Africa’s nuclear capabilities, Resolution adopted during the 341st plenary meeting on 20 September 1991”, GC/(XXXV)/RES/567, 1991, https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc35res-567_en.pdf (参照: 2022 年 6 月 21 日).
 - 26 Olli Heinonen, “Chapter 8: Verifying the dismantlement of South Africa’s Nuclear Weapons Program”, <https://npolicy.org/books/2014muf/Heinonen%20Chapter%208.pdf> (参照: 2022 年 6 月 21 日).
 - 27 IAEA, “South Africa’s nuclear capabilities”, GC(XXXVI)/1015, 1992, https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc36-1015_en.pdf (参照: 2022 年 6 月 21 日).
 - 28 IAEA, “The Annual Report for 1993”, GC(XXXVIII)/2, 1994, p.2,

- https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc36-1015_en.pdf (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 29 UN, UNSCR 181 (1963), <https://digitallibrary.un.org/record/112181> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 30 国際連合広報センター, 「アパルトヘイト」, <https://www.unic.or.jp/activities/humanrights/discrimination/apartheid/> (参照: 2022 年 7 月 29 日).
- 31 UN, UNSCR 282, (1970), <https://digitallibrary.un.org/record/90786> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 32 UN, “International Convention on the Suppression and Punishment of the Crime of Apartheid. Adopted by the General Assembly of the United Nations on 30 November 1973”, <https://treaties.un.org/doc/publication/unts/volume%201015/volume-1015-i-14861-english.pdf> (参照: 2022 年 8 月 1 日).
- 33 UN, UNSCR 418 (1977), <https://digitallibrary.un.org/record/66633> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 34 UN, UNSCR 435 (1978), <https://digitallibrary.un.org/record/71636?ln=en> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 35 David Albright, Corey Gay Hinderstein, “1979 South Atlantic “Flash” is Consistent with a Nuclear Explosion, According to Newly Declassified Energy Department Documents”, 1 March 2001, <https://isis-online.org/publications/southafrica/03012001%20press%20release%20on%20flash.html> (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 36 David Albright, “South Africa and the Affordable Bomb”, Bulletin of the Atomic Scientists, 50, 4, p.40, https://books.google.co.jp/books?id=VAwAAAAAMBAJ&pg=PA37&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false (参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 37 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, 前掲, pp. 33-39.
- 38 UN, UNSCR 558 (1984), <https://digitallibrary.un.org/record/73717> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 39 UN, UNSCR 569 (1985), <https://digitallibrary.un.org/record/87856> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 40 U.S. Congress, “H.R.4868 – Comprehensive Anti-Apartheid Act of 1986”, <https://www.congress.gov/bill/99th-congress/house-bill/4868> (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 41 UN, UNSCR 591 (1986), <https://digitallibrary.un.org/record/123505> (参照: 2023 年 1 月 16 日).
- 42 IAEA, Status List: Conclusion of Safeguards Agreements, Additional Protocols and Small Quantities Protocols, Status as of 31 December 2021, <https://www.iaea.org/sites/default/files/20/01/sg-agreements-comprehensive-status.pdf> (参照: 2022 年 6 月 22 日).
- 43 S. Prakash Sethi & Oliver F. Williams, “Repeal of the Comprehensive Anti-Apartheid Act of 1986”, Economic Imperatives and Ethical Values in Global Business pp. 333-347,

- https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4615-4491-3_14 (参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 44 IAEA, “The Denuclearization of Africa”, (GC(XXXVII)/1075), 1993,
https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc37-1075_en.pdf (参照: 2022 年 10 月 18 日).
- 45 U.S. Congress, “H.R. 3225 – South African Democratic Transition Support Act of 1993”,
Public Law No. 103-149, <https://www.congress.gov/bill/103rd-congress/house-bill/3225/text>
(参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 46 UN, UNSCR 919, (1994), <https://digitallibrary.un.org/record/187503> (参照: 2023 年 1 月 16
日).
- 47 Olli Heinonen, “Chapter 8: Verifying the dismantlement of South Africa’s Nuclear Weapons
Program”, March 2014, <https://npolicy.org/books/2014muf/Heinonen%20Chapter%208.pdf>
(参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 48 David Albright, “South Africa’s Secret Nuclear Weapons”, 1 May 1994, ISIS,
<https://isis-online.org/isis-reports/detail/south-africas-secret-nuclear-weapons/13> (参 照 :
2022 年 7 月 28 日).
- 49 Waldo Stumpf, “Birth and death of the South Africa’s nuclear weapons programme”,
Presentation given at the conference “50 years after Hiroshima”, 28 September to 2
October, 1995, <https://nuke.fas.org/guide/ras/nuke/stumpf.htm> (参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 50 北野充, 「核拡散防止の比較政治」, 前掲, pp.141-143.
- 51 Uri Friedman, “Why One President Gave Up His Country’s Nukes”, The Atlantic, 2017,
[https://www.theatlantic.com/international/archive/2017/09/north-korea-south-
africa/539265/](https://www.theatlantic.com/international/archive/2017/09/north-korea-south-africa/539265/) (参照: 2022 年 8 月 1 日).
- 52 国際協力機構(JICA), 第 2 巻, 南アフリカ・本編, p.xvi,
<https://openjicareport.jica.go.jp/pdf/11649647.pdf> (参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 53 Kevin Danaher, “Sanctions against South Africa: Strategy for the Anti-Apartheid movement of
the 1980’s”, University of California,
[https://escholarship.org/content/qt8z17m84d/qt8z17m84d_noSplash_efc30e0da6fb836e280
54183463ee627.pdf?t=mnq1cl](https://escholarship.org/content/qt8z17m84d/qt8z17m84d_noSplash_efc30e0da6fb836e28054183463ee627.pdf?t=mnq1cl) (参照: 2022 年 7 月 21 日).
- 54 Ron Matthews, “The decline of South Africa’s defence industry”, Taylor & Francis Online,
Pages 251-273, 8 August, 2021, <https://doi.org/10.1080/14751798.2021.1961070> (参照: 2022
年 6 月 21 日).
- 55 小田英郎, 「第 1 章 アメリカ合衆国のアフリカ政策-冷戦期からポスト冷戦期へ-」, 日本貿易
振興機構 アジア経済研究所, 「冷戦後の国際社会とアフリカ」, 研究双書, p. 7,
<https://core.ac.uk/download/pdf/288462656.pdf> (参照: 2022 年 6 月 21 日).
- 56 小田英郎, 「第 1 章 アメリカ合衆国のアフリカ政策-冷戦期からポスト冷戦期へ-」, 前掲, p.16.
- 57 日本貿易振興機構 アジア経済研究所, 「先進工業国の対南ア経済制裁 (特集 南部アフリカ)」,

- アフリカレポート, 1987-03, p.13.
- 58 ブリタニカ国際大百科事典 小項目事典, 「対南アフリカ共和国経済制裁」, ブリタニカジャパン株式会社,
<https://kotobank.jp/word/%E5%AF%BE%E5%8D%97%E3%82%A2%E3%83%95%E3%83%AA%E3%82%AB%E5%85%B1%E5%92%8C%E5%9B%BD%E7%B5%8C%E6%B8%88%E5%88%B6%E8%A3%81-158363> (参照: 2022 年 7 月 21 日).
- 59 北野充, 「核拡散防止の比較政治」, 前掲, p.295.
- 60 Jo-Ansie van Wyk, “South African Journal of International Affairs”, South African Journal of International Affairs, Vol. 19, No. 2, 2012, p.186,
<https://uir.unisa.ac.za/bitstream/handle/10500/13646/SA%20Journal%20of%20International%20Affairs%20SA%20and%20IAEA.pdf;sequence=1> (参照: 2022 年 7 月 28 日).
- 61 外務省, 「躍進する南アフリカ～途上国のリーダーとして」, 2009 年 11 月 20 日,
<https://www.mofa.go.jp/mofaj/press/pr/wakaru/topics/vol49/index.html> (参照: 2022 年 8 月 1 日).
- 62 IAEA, “South Africa's nuclear capabilities”, GC(XXXVI)/RES/577, 1992,
https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc36res-577_en.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 63 田崎真樹子他, 「非核化達成のための要因分析と技術的プロセスに関する研究－非核化の事例調査と要因分析－」, JAEA-Review 2021-076, 2022, DOI:10.11484/jaea-review-2021-076(参照: 2022年10月17日).
- 64 Robert E. Kelley “A Technical Retrospective of the Former South African Nuclear Weapon Programme” SIPRI, Stockholm, 2020, <https://www.sipri.org/publications/2020/other-publications/technical-retrospective-former-south-african-nuclear-weapon-programme> (参照: 2022年10月17日).
- 65 IAEA, “The Denuclearization Of Africa (GC(XXXVI)/RES/577)”, GC(XXXVII)/1075, 1993,
https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc37-1075_en.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 66 IAEA, “South Africa’s Nuclear Capabilities (GC(XXXV)/RES/567)”, GC(XXXVI)/1015, 1992,
https://www.iaea.org/sites/default/files/gc/gc36-1015_en.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 67 Hans Blix, Director General “Statement to the Thirty-Seventh Session of the General Conference of the International Atomic Energy Agency” IAEA, 1993,
<https://www.iaea.org/newscenter/statements/statement-thirty-seventh-session-general-conference-international-atomic-energy-agency> (参照: 2022年10月18日).
- 68 David Albright, Andrea Stricker “Revisiting South Africa’s Nuclear Weapons Program Its History, Dismantlement, and Lessons for Today”, Institute for Science and International

- Security, 2016,
<https://isis-online.org/uploads/isis-reports/documents/RevisitingSouthAfricasNuclearWeaponsProgram.pdf> (参照: 2022年10月18日).
- 69 Waldo Stumpf, “South Africa’s Nuclear Weapons Program: From Deterrence to Dismantlement”, Arms Control Today, December 1995/January 1996, the Arms Control Association, https://www.armscontrol.org/system/files/ACT_South%20Africa_9601.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 70 Michael Barletta, Christina Ellington, “Map of South Africa’s Primary Nuclear-Related Sites”, 1999, James Martin Center for Nonproliferation Studies (CNS), Monterey Institute of International Studies, <https://www.nonproliferation.org/map-of-south-africas-primary-nuclear-related-sites/> (参照: 2022年10月25日).
- 71 Olli Heinonen, “Lessons learned from dismantlement of South Africa's biological, chemical, and nuclear weapons programs”, in The Nonproliferation Review, 23, 2016, pp. 147-162, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10736700.2016.1182685> (参照: 2022年10月18日).
- 72 佐藤千鶴子, 「南アフリカにおける原子力開発」, 前掲, p.36.
- 73 Dafna Linzer and Craig Timberg, “S. African's Arrest Seen as Key to Nuclear Black Market”, The Washington Post, 4 September 2004, <https://www.washingtonpost.com/archive/politics/2004/09/04/s-africans-arrest-seen-as-key-to-nuclear-black-market/dc4c9999-1dc6-4e24-b6f4-794284148bd8/> (参照: 2022年8月1日).
- 74 B. Rollen et al. “Validation of IQ3 Measurements for High-Density Low-Enriched -Uranium Waste Drums at Pelindaba”, https://mirionprodstorage.blob.core.windows.net/prod-20220822/cms4_mirion/files/pdf/technical-papers/validiq3measure-paper.pdf?1534969680 (参照: 2022年10月18日).
- 75 IAEA, “Agreement of 16 September 1991 between the Government of the Republic of South Africa and the International Atomic Energy Agency for the Application of Safeguards in connection with the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons”, INFCIRC/394, October 1991, http://www.energy.gov.za/files/policies/treaty_nuclear_nonproliferation__safeguards_1991.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 76 IAEA, “The Annual Report for 1994”, GC(39)/3, July 1995, <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20189597> (参照: 2022年10月18日).
- 77 IAEA, “IAEA Safeguards Glossary 2001 Edition”, International Nuclear Verification Series No. 3, 2002, https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea_safeguards_glossary.pdf (参照: 2022年10月18日).
- 78 Henry D. Sokolski Editor, “Nuclear Weapons Materials Gone Missing What Does History

Teach.”, GC(XXXVII)/1075, 2014, Strategic Studies Institute and U.S. Army War College Press, https://www.globalsecurity.org/wmd/library/report/2014/ssi_sokolski_141106.pdf (参照: 2022年10月18日).

- 79 Frank V. Pabian, “The South African Denuclearization Exemplar”, *The Nonproliferation Review*, 22, 2015, <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10736700.2015.1071969> (参照: 2022 年 10 月 18 日).

