

軍事転用可能な核物質をめぐる国際情勢について

2010年3月22日

日本物理学会 物理と社会シンポジウム

動き出すか、核廃絶への道：核廃絶のために物理学者として何ができるか

鈴木達治郎

Tatsujiro Suzuki

原子力委員会 委員長代理

東京大学 客員教授

パグウォッシュ会議メンバー（前評議会メンバー）

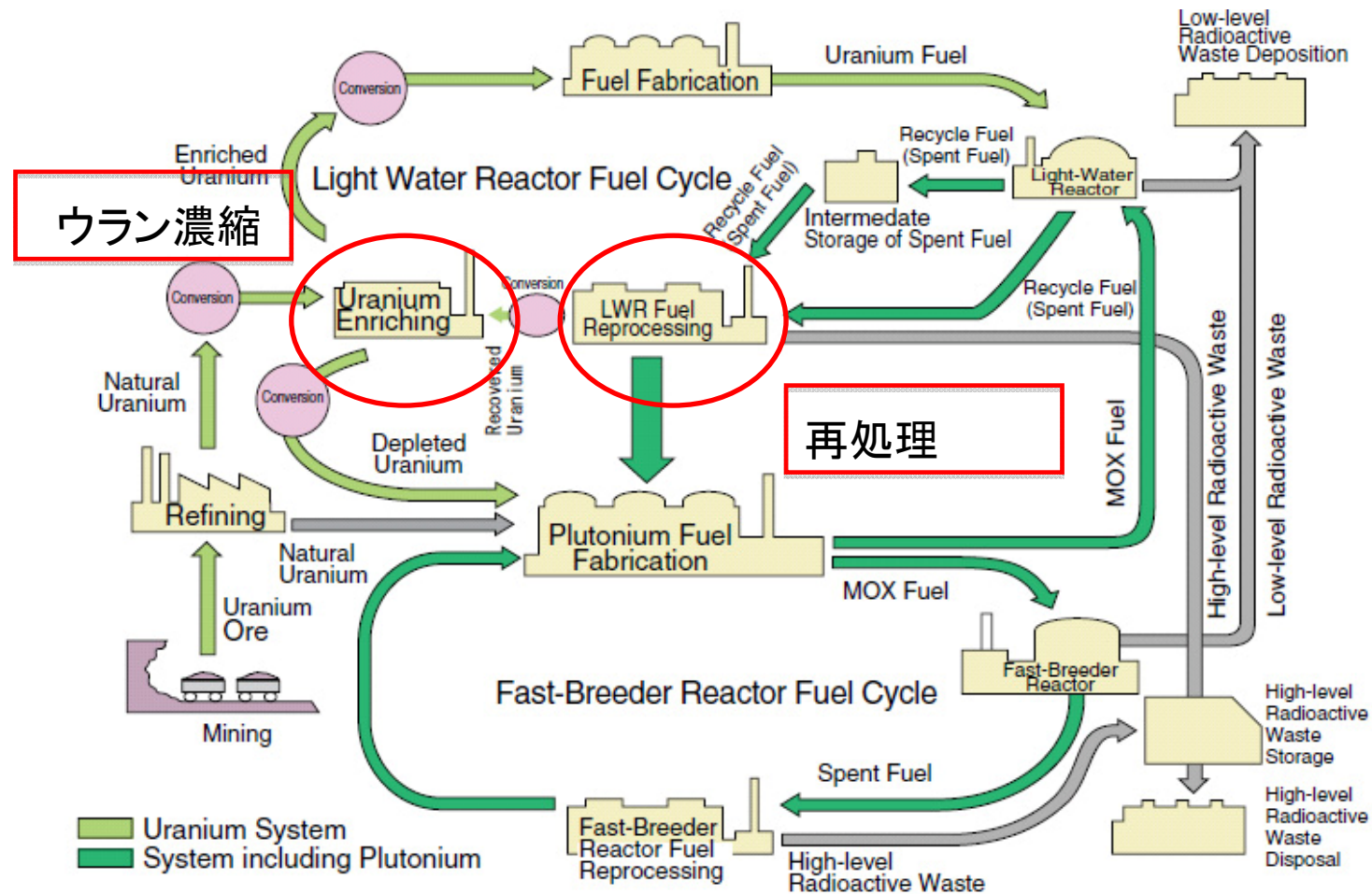
原子力平和利用と核不拡散の両立は永遠の課題

- “ We have concluded unanimously *that there is no prospect of security against atomic warfare* in a system of international agreements to outlaw such weapons *controlled only by a system which relies on inspection and similar police-like methods.*
- *National rivalries in the development of atomic energy readily convertible to destructive purposes are the heart of the difficulty.*
 - “The Achison-Lilienthal Report”
1946.
- 査察などの手法に依存した国際システムでは、*核軍備競争への防護は不可能である*との結論に達した
- *破壊的な目的にいつでも転用可能であるという原子力技術開発を国家間で争うことが本質的な問題なのである。*
 - “アチソンーリリエンスール報告”（1946）

核と原子力：共通点と相違点

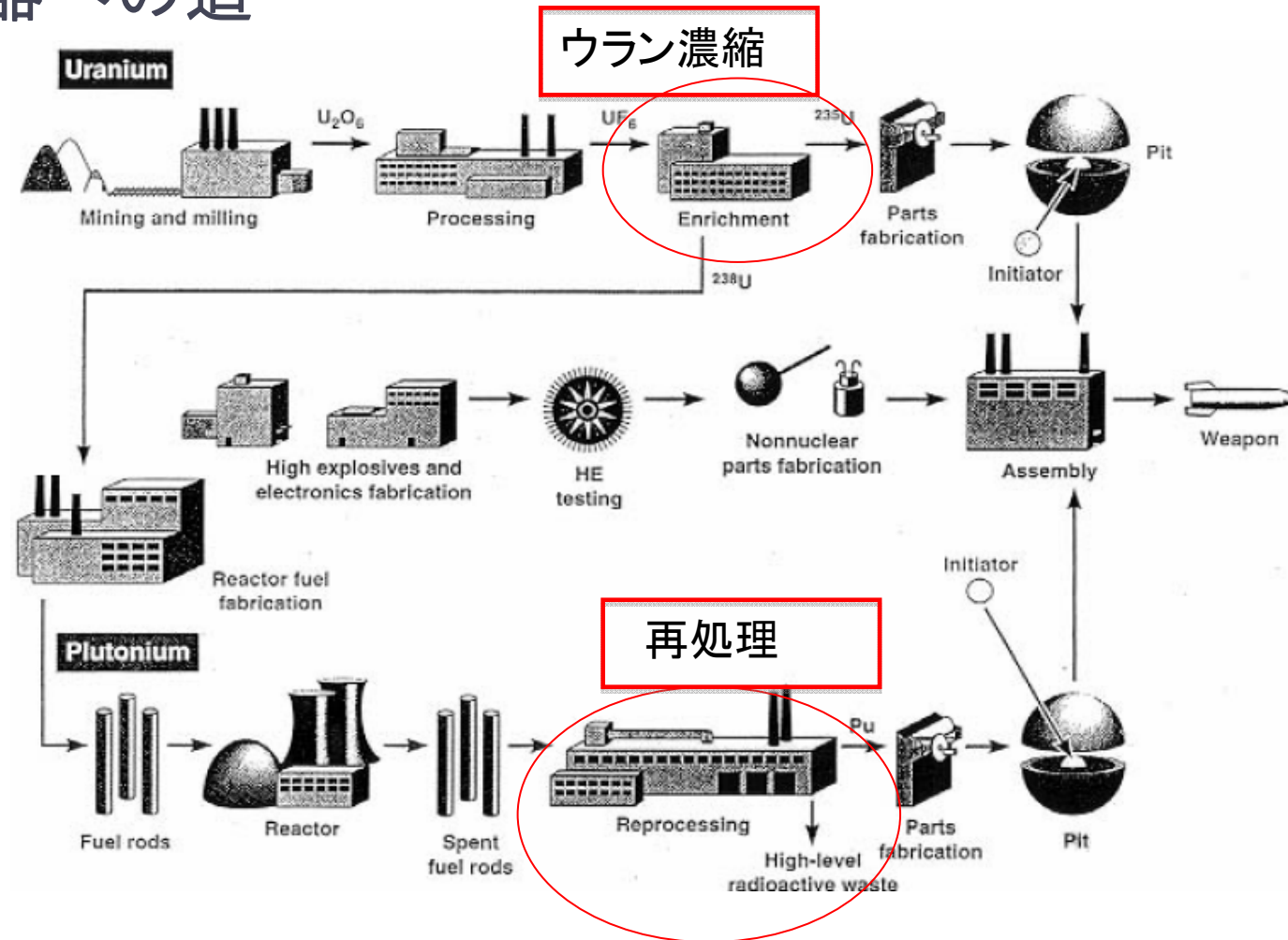
- 核分裂反応：重い原子核が中性子により、分裂して巨大なエネルギーを発生する。**化石エネルギーの100万倍。**
ーウラン235 1 g (82 million kJ)～1MWD～石油1トン(42 million kJ)。
- 核兵器：高濃縮ウランまたはプルトニウムを利用、瞬時に核爆発を起こす。**反応する核物質は～kg/10⁻⁵～6sec**
 - U/Pu 1kg～TNT2kton, 広島、長崎で5～10kgの核物質を利用。
- 原子炉：天然ウラン、低濃縮ウラン（4～5%）、またはプルトニウムを利用、中性子数を制御して、ゆっくりと臨界状態を継続。**反応する核物質は～ton/年。**
- 反応後の核分裂生成物質(FP)は基本的に同じ
 - 核爆発から死の灰
 - 原子炉から放射性廃棄物

民生用核燃料サイクル： Civilian Nuclear Fuel Cycle



Technological path to Nuclear Weapon

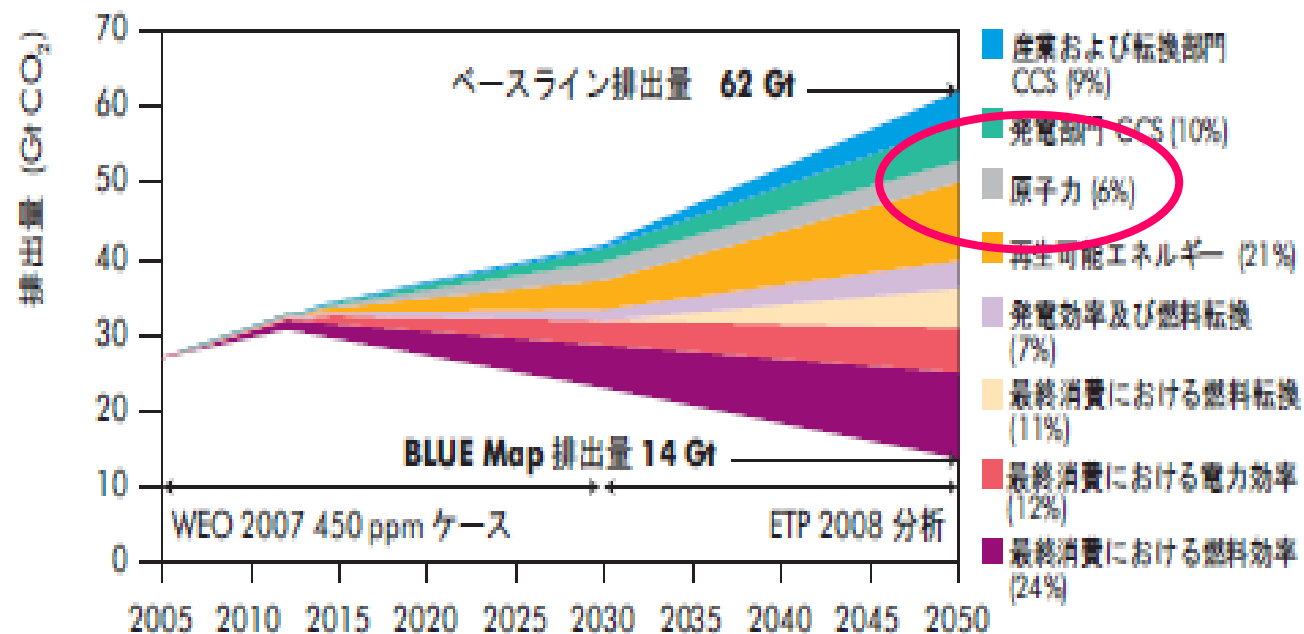
核兵器への道



source: IAEA, 2006

2050年までにGHG50%削減シナリオ

図ES.2 ▶ 世界エネルギー展望2007の450ppmケースとBLUE Mapシナリオの比較、2005年から2050年



出所: OECD/IEA, "Energy Technology Perspective 2008"

核燃料サイクルと核不拡散問題

- 原子力発電の拡大は核拡散リスクを増大させないことが大前提
- 現在懸念されていることは、以下の3点
 - 小規模な原子力プログラムの国が急増する
 - 濃縮市場需給バランスと自国能力確保のニーズ
 - 使用済み燃料問題と再処理需要の拡大
- この結果、機微な技術・施設の拡散、兵器転用核物質の在庫量拡大が懸念される

世界の高濃縮ウラン在庫量 (2008)

一米・露で2000トン

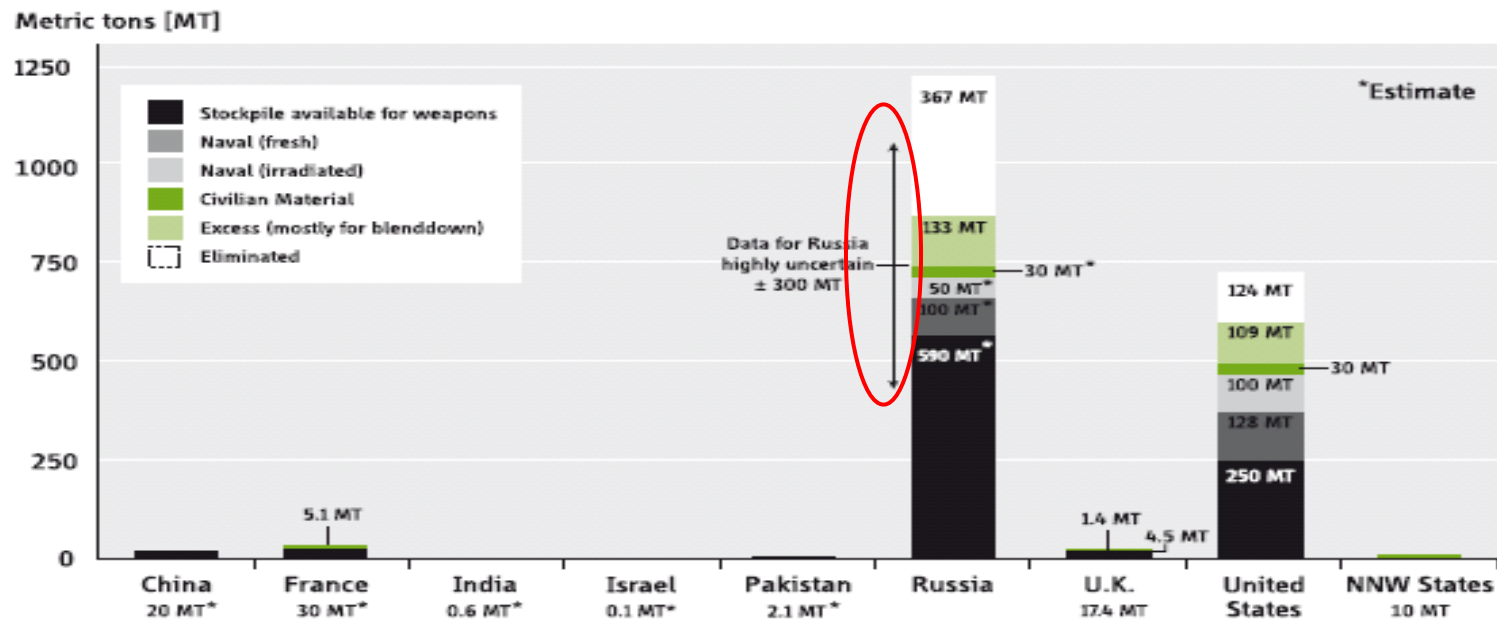


Figure 1.2. National stocks of highly enriched uranium as of mid-2009. The numbers for the United Kingdom and United States are based on their publications. The civilian HEU stocks of France, the United Kingdom are based on their public declarations to the IAEA. Numbers with asterisks are non-governmental estimates, often with large

uncertainties.²² Numbers for Russian and U.S. excess HEU are for June 2009. HEU in non-nuclear weapon (NNW) states is under IAEA safeguards. A 20% uncertainty is assumed in the figures for total stocks in China, Pakistan and Russia, and for the military stockpile in France, and 50% for India.

Source: IPFM (2009)

小型民生用施設でも高濃縮ウラン作成は可能

Feed	Time	Product	Depleted Tails
150 metric tons natural uranium	1 year	20,000 kg LEU (4%)	0.2% U-235
150 metric tons natural uranium	1 year	654 kg HEU (93%) (26 bombs)	0.31%
150 metric tons natural uranium	40 days	100 kg HEU (93%) (4 bombs)	0.65%
20,000 kg 4% LEU	8 days	100 kg HEU (93%) (4 bombs)	3.55%

100万キロワット級原子力発電所1年分の濃縮ウラン供給能力(130トン/年)で、上記のような高濃縮ウラン作成が短期間で可能

Source: International Panel on Fissile Material (IPFM), "Global Fissile Material Report 2006",

http://www.fissilematerials.org/ipfm/site_down/ipfmreport06.pdf

世界のプルトニウム在庫量 (2008)

ー全世界で500トン、民生用・軍事用で半分ずつ

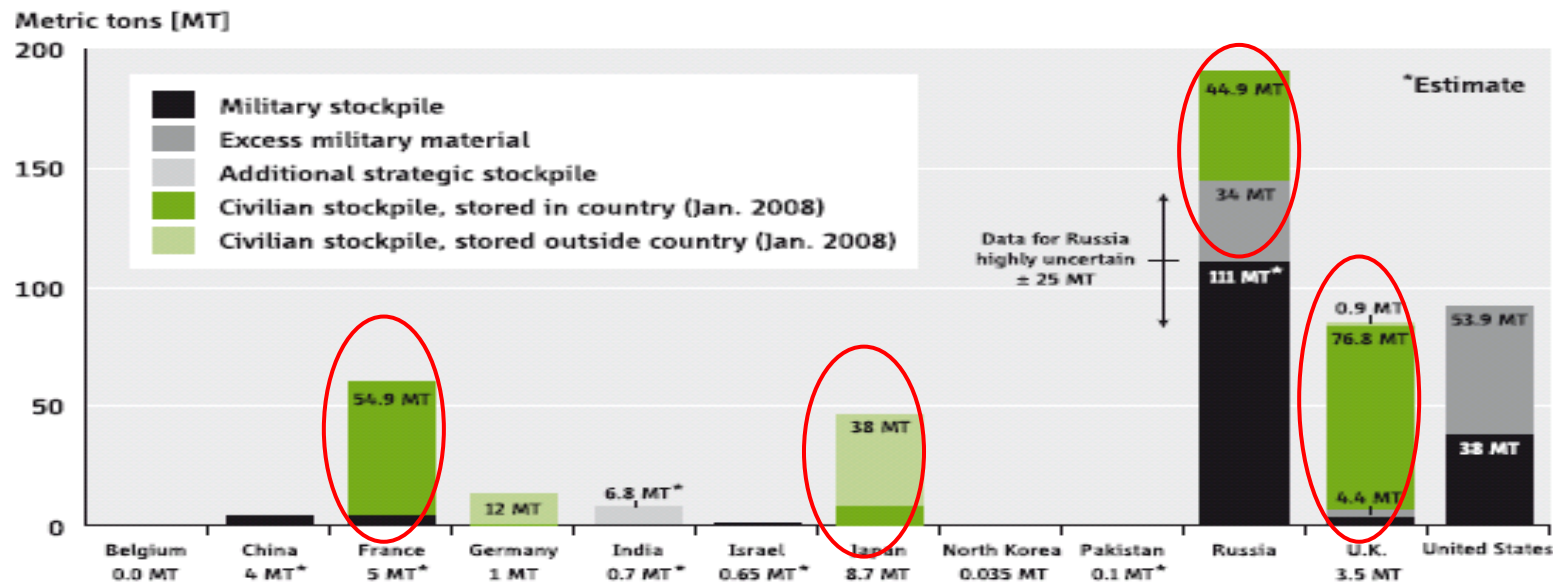


Figure 1.3. National stocks of separated plutonium. Civilian stocks are based on the most recent INFCIRC/549 declarations for January 2008 and are listed by ownership, not by current location. Weapon stocks are based on non-governmental estimates except for the United States and United Kingdom whose governments have made declarations. Uncertainties of the military stockpiles for

China, France, India, Israel, Pakistan, and Russia are on the order of 20%. The plutonium India separated from spent heavy-water power-reactor fuel has been categorized by India as "strategic," and not to be placed under IAEA safeguards. Belgium holds 1.4 tons of foreign-owned plutonium, but has no stockpile of its own (Appendix 1C).

Source: IPFM (2009)

民生用プルトニウム在庫量主要国推移(~2007)

- 在庫量は増え続けている (英・仏・露・日)

	Belgium (Addendum 3)		France (Addendum 5)		Japan (Addendum 1)		Russia (Addendum 9)		United Kingdom (Addendum 8)		United States (Addendum 6)	
1996	2.7	n.d. ?	65.4	30.0 0.2	5.0	0.0 15.1	28.2	0.0 0.0	54.8	6.1 0.9	45.0	0.0 0.0
1997	2.8	n.d. 0.8	72.3	33.6 <0.05	5.0	0.0 19.1	29.2	0.0 0.0	60.1	6.1 0.9	45.0	0.0 0.0
1998	3.8	n.d. 1.0	75.9	35.6 <0.05	4.9	0.0 24.4	30.3	0.0 0.0	69.1	10.2 0.9	45.0	0.0 0.0
1999	3.9	n.d. 0.9	81.2	37.7 <0.05	5.2	0.0 27.6	32.0	0.0 0.0	72.5	11.8 0.9	45.0	0.0 0.0
2000	2.7	n.d. 0.6	82.7	38.5 <0.05	5.3	0.0 32.1	33.4	0.0 0.0	78.1	16.6 0.9	45.0	0.0 0.0
2001	2.9	n.d. 1.0	80.5	33.5 <0.05	5.6	0.0 32.4	35.2	0.0 0.0	82.4	17.1 0.9	45.0	0.0 0.0
2002	3.4	n.d. 0.4	79.9	32.0 <0.05	5.3	0.0 33.3	37.2	0.0 0.0	90.8	20.9 0.9	45.0	0.0 0.0
2003	3.5	n.d. 0.4	78.6	30.5 <0.05	5.4	0.0 35.2	38.2	0.0 0.0	96.2	22.5 0.9	45.0	0.0 0.0
2004	3.3	n.d. 0.4	78.5	29.7 <0.05	5.6	0.0 37.1	39.7	0.0 0.0	102.6	25.9 0.9	44.9	0.0 0.1
2005	2.8	n.d. 0.0	81.2	30.3 <0.05	5.9	0.0 37.9	41.2	0.0 0.0	104.9	26.5 0.9	45.0	0.0 0.0
2006	0.6	0.3 0.0	82.1	29.7 <0.05	6.7	0.0 38.0	42.4	0.0 0.0	106.9	26.5 0.9	44.9	0.0 0.0
2007	1.4	1.4 0.0	82.2	27.3 <0.05	8.7	0.0 37.9	44.9	0.0 0.0	108.0	26.8 0.9	53.9	0.0 0.0

☐ Inventory held in country ☐ Foreign-owned (included in local inventory)
☐ Stored outside the country (not included in local inventory); n.d. = not disclosed

Source: IPFM (2009)

使用済み燃料と分離プルトニウムの核拡散抵抗性

Separated plutonium



2.5 kg Pu in light-weight container.
Can be processed in a glove box.
Four cans enough for Nagasaki bomb.

Spent fuel assembly (1000 pounds and 12 feet long)

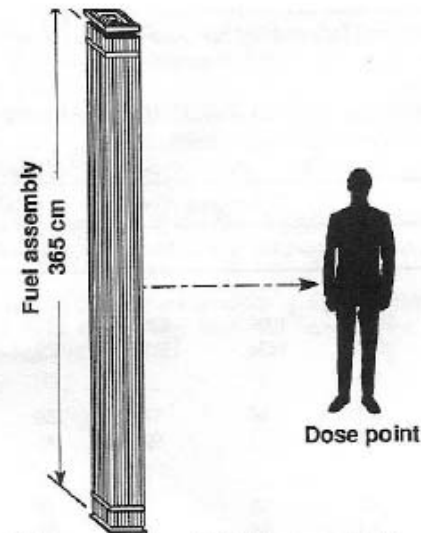


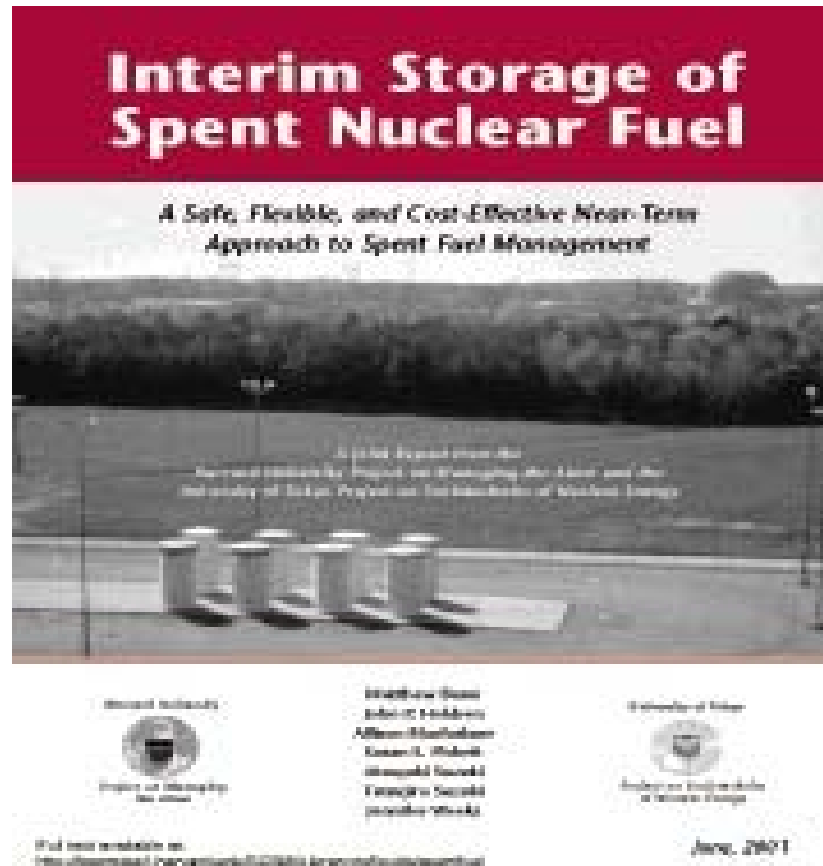
Figure 1. Dose rate from a PWR fuel assembly.

5 kg Pu. Lethal gamma dose in 20 minutes
50 years after discharge. Requires 20-ton
container to transport & remote handling
behind thick walls to recover.

7

Source: Frank von Hippel, "Management of Spent Fuel in the US: Illogic of Reprocessing," Presentation at Carnegie Endowment for International Peace Non-proliferation Conference, June 2007.

使用済み燃料中間貯蔵に関する提言 (東京大学・ハーバード大学共同研究、2001)



- 中間貯蔵は、もっとも経済的で、安全で、柔軟性に富んだ選択肢である。
- 再処理、ワンス・スルーの路線にかかわらず、中間貯蔵能力の確保が極めて重要である
- 世界中で中間貯蔵能力の確保を進めていくべきだ

Source; M. Bunn, A. Suzuki, etc. "Interim Storage of Spent Nuclear Fuel: A Safe, Flexible, and Cost Effective Near-Term Approach to Spent Fuel Management", Harvard University, The University of Tokyo, 2001

http://belfercenter.ksg.harvard.edu/publication/2150/interim_storage_of_spent_nuclear_fuel.html

エルバラダイ（IAEA）提案

[Control, Commitment and Collective Security]

1. 機微な核施設・核物質の多国籍管理規制
（multinational limitation）と透明性強化
2. 核兵器に直接転用可能な核物質を利用しない平和利用
システムの設計・開発
3. 放射性廃棄物（HLW）・使用済み燃料の国際貯蔵・処
分
4. 核物質・技術の輸出規制強化、輸出規制の「普遍化」
5. IAEA査察官の権限強化
6. NPT脱退の禁止、または安全保障理事会の即時レ
ビュー
7. FMCT, CTBTなど核軍縮関連条約の進展、安全保障対
策の強化

- “Toward a Safer World, The Economist, 2003/10/16, “Saving ourselves from Self-Destruction,” NYT, 2004/02/12,
- カーネギー平和財団における講演、2004/06/2, [Control, Commitment and Collective Security]

<http://www.ceip.org/files/projects/npp/resources/2004conference/speeches/elbaradei.doc>

最近の政策動向：多国間管理への支持が強まる

- **March 17, 2009. International Nuclear Fuel Cycle Conference, London**

“UK is supporting current moves towards a multinational nuclear fuel cycle under the IAEA. One element in the system could be a nuclear fuel bank as a guarantee of supply” (by Gordon Brown, Prime Minister of UK)

「英国はIAEAが進めている燃料サイクルの多国間管理を支持する。」（ブラウン首相）

- **April 1, 2009. G20 London summit**

□ Joint Statement by President Dmitriy Medvedev of the Russian Federation and President Barack Obama of the United States of America:

“We welcome the work of the IAEA on multilateral approaches to the nuclear fuel cycle and encourage efforts to develop mutually beneficial approaches with states considering nuclear energy or considering expansion of existing nuclear energy programs in conformity with their rights and obligations under the NPT”

「IAEAが進めている燃料サイクルの多国間管理を歓迎する」（米露首脳）

日米共同声明(2009/11/13)

- 「日本国政府及び米国政府は、拡散の危険を高めることなく各国が平和的な原子力にアクセスできるようにするため、共同で及び他の国々と協力して、核燃料供給保証を含む民生原子力協力のための新たな枠組みを推進する方法の探求に取り組む。また、揺りかごから墓場までの核燃料管理がこの枠組みの重要な要素の一つとなり得ることにつき一致する。」

——「核兵器のない世界」にむけた日米共同ステートメント（仮訳）（平成21年11月13日）。

核燃料サイクル多国間管理の諸提案

- US: Global Nuclear Energy Partnership (GNEP)
米国：グローバル原子力パートナーシップ
- Russia: International Uranium Enrichment Center and Nuclear Fuel Bank
ロシア：国際濃縮センターと核燃料バンク
- NTI (Nuclear Threat Initiative): International Fuel Bank
核脅威イニシアティブ：国際核燃料バンク
- Germany: Multinational Enrichment Center
ドイツ：多国籍濃縮センター
- 6 Country Proposal: Nuclear Fuel Assurance Backup system (Japan's proposal: Standby System)
ウラン供給国（6カ国）提案：燃料供給保証
（日本提案はその補完としての燃料準備システム）

多国間管理は過去成功した例がない

- **Baruch Plan: proposed an International Atomic Development Authority – 1946**
- **Atoms for Peace: speech to UNGA by US President Eisenhower – 1953– proposed an IAEA**
- **IAEA Statute (1956): Article III.B.2 and Article XII.A.5 provide for Agency control over excess special fissionable materials**
- **IAEA study project on regional nuclear fuel cycle centres (RNFC) –1975 to 1977**
- **Committee on International Plutonium Storage (IPS) – 1978 – 1982**
- **International Fuel Cycle Evaluation Programme (INFCE) – 1977 to 1980**
- **United Nations Conference for the Promotion of International Cooperation in the Peaceful Uses of Nuclear Energy (UNCPICPUNE) -1987**
- **Committee on Assurances of Supply (CAS) – 1980 to 1987**
- **International Symposium on Nuclear Fuel and Reactor Strategies: Adjusting to New Realities (1997)**
- **Technical, Economic and Institutional Aspects of Regional Spent Fuel Storage Facilities (RSFSF) – 2003 IAEA TecDoc**

多国間構想の課題

- 過去から何回も提案されてきた構想
 - これまで実現してこなかった
- 「持つ国」「持たざる国」の**不平等性**
 - すでに、アルゼンチン、イラン、オーストラリア、カナダ、カザフスタン、ウクライナなどが「濃縮能力」所有意図を宣言
- 燃料供給保証では**核技術獲得意欲**は減退しない？
 - イランは、技術獲得は国家の権利として主張
 - 供給国として信頼されていない
- 原子力**市場との整合性が欠如**
- 使用済み燃料（廃棄物）引取りの**不確実性**
 - どの国も廃棄物処分立地に成功していない
 - 先進再処理技術は未完成

多国間管理構想の条件とは？

- 普遍性 Universality
 - － 「持つ国」「持たない国」の不平等感のないこと
- 透明性 Transparency
 - － IAEAの追加議定書批准（あるいはそれと同等の保障措置制度）が国際規範となること
 - － さらなる透明性（検証可能性）が必要
- 経済合理性 Economic Viability
 - － 国際市場動向と矛盾のない仕組み
 - － 原子力の経済競争力に貢献する仕組み

多国間管理への提言

— 「核軍縮・不拡散にむけて：10の提言」*より

5つの提言

1. 余剰な軍事転用可能核物質の削減
2. 機微な核燃料サイクル施設の国際化と共同備蓄
3. 原子力産業の自主規範と「核軍縮・不拡散基金」の設立
4. 核燃料サイクル政策再検討と研究開発イニシャティブ
5. 核セキュリティのベスト・プラクティス採用と国際貢献

*日本相互確証依存イニシャティブ、「日本からの核軍縮・不拡散政策：10の提言」、2009年12月。<http://a-mad.org/>

パグウォッシュ会議 提言 Milan Document (2010)

核燃料サイクルの国際化、再処理からの撤退を提言

15. Nuclear fuel production should be soon internationalized, without prejudice to the inalienable right recognized in Article IV of the treaty. International consortiums for enriching uranium and for the production of nuclear fuel should be encouraged and the monitoring of these international consortiums should be firmly in the hands of the IAEA. Phasing-out of reprocessing in favor of interim storage should also be encouraged¹.

¹ Currently the world is dealing inadequately with 250 tons of already separated plutonium and the 70 tons of weapon-grade plutonium that Russia and U.S. have declared excess. Reprocessing costs more than interim storage and complicates radioactive waste management. For a non-nuclear state, it can provide a civilian pretext for creating a nuclear-weapon option.

Source: Pugwash Conferences on Science and World Affairs, "Milan Document on Nuclear Disarmament and Non-proliferation," Jan, 2010, http://www.pugwash.org/reports/nw/milan-consultation-2010/Milan_document_jan10.pdf

核問題と科学者の社会的責任（１）

- ジェームズ・フランク博士
 - マンハッタン計画末期に「政治的・社会的諸問題に関する委員会」を結成
 - 「核管理の困難性と日本への投下反対」を提言した報告書を提出
 - ・ 原爆投下による核開発競争への懸念
 - ・ 国際核管理構想の必要性
 - その後の核不拡散政策の基本精神となる

核問題と科学者の社会的責任（2）

- ジョセフ・ロートブラット博士（英国）
 - マンハッタン計画を倫理上の理由で辞任
 - 水爆実験に衝撃をうけ、核廃絶運動へ。「ラッセル・アインシュタイン宣言」に参加
 - パグウォッシュ村において東西科学者が集まり、核兵器と戦争廃絶を目的に議論、パグウォッシュ会議設立へ
 - 2005. 8. 31日逝去

核問題と科学者の社会的責任（3）

- モルデチャイ・バヌヌ博士（イスラエル）
 - ディモナ核施設で原子力研究に従事
 - 1986年、ロンドン・サンデータイムズに「秘密施設による核兵器開発」を内部告発
 - イスラエル秘密警察に逮捕され「国家機密漏洩」罪で懲役18年
 - 2004年刑期を終えて釈放、しかし活動は制限
「私はこの地域全体に脅威を与える核兵器の危険性を明らかにするため、自らの自由を犠牲にし、命がけで告発を行った」

核問題と科学者の社会的責任（４）

- フサイン・アルシャハristarニ博士（イラク）
 - 1979年、フセイン政権時、核兵器開発計画への参加拒否（「私にとっての選択は簡単であった」）
 - その結果、11年3ヶ月の牢獄生活を送る
 - イラク解放後釈放される
- “Important decisions impacting society depend on the integrity of scientists and upon the reliability of the scientific data they provide. Wrong decisions can cost us the earth” （at 54th Pugwash Conference and World Affairs, Seoul, 2004）

プルトニウム、MOXの核拡散抵抗性 (日本政府の見解)

「使用済み燃料を再処理いたしまして回収されるプルトニウムにつきましては、いわゆる原子炉級のプルトニウムというものでございますと、爆発力の高いプルトニウムの濃度が低いというふうなこともあり、核兵器の製造には適さないというふうに承知しております。」

平成14年4月25日、迎資源エネルギー庁電力・ガス事業部長(当時)の答弁。平成18年12月22日、衆議院議員辻元清美君提出日本政府の核兵器製造能力についての見解に関する質問に対する答弁書にて、政府が再認した。

政府及び事業者は、我が国の原子力の平和利用活動に関して、国民及び海外の人々に誤解を与えることのないよう、言説に十分配慮すべきと考えます。原子力委員会としては、当該国会答弁の内容が、必ずしも一般国民に御指摘の誤解を与えるものとは考えませんが、そうした意見が表明されたことについては関係者に連絡します。なお、我が国においては、使用済燃料に含まれる原子炉級プルトニウムも含め、国内に保有するプルトニウム及びその化合物については、国際約束に則って、軍事目的への転用を防ぐ観点からの様々な措置が講じられています。

出所：原子力委員会政策評価部会、「原子力政策大綱に示している平和利用の担保と核不拡散体制の維持・強化に関する取り組み方の基本的考え方の評価について」、2007年5月15日。

<http://www.aec.go.jp/jicst/NC/iinkai/teirei/siryo2007/siryo20/siryo20-1-1.pdf>

核物質が入手できれば核爆発装置の製造は可能

- “Crude nuclear weapons (similar to the Hiroshima gun-type and Nagasaki implosion-type weapons) could be constructed by a group not previously engaged in designing or building nuclear weapons provided that they have the technical knowledge, experience, and skills in relevant areas,” by Carson Mark etc., 1988

“[V]irtually any combination of plutonium isotopes...can be used to make a nuclear weapon ... reactor-grade plutonium is weapons-usable, whether by unsophisticated proliferators or by advanced nuclear weapon states ...”

“At the lowest level of sophistication, a potential proliferating state or sub-national group using designs and technologies no more sophisticated than those used in first-generation nuclear weapons could build a nuclear weapon from reactor-grade plutonium that would have an assured, reliable yield of one or a few kilotons (and a probable yield significantly higher than that). At the other end of the spectrum, advanced nuclear weapon states such as the United States and Russia, using modern designs, could produce weapons from reactor-grade plutonium having reliable explosive yields, weight, and other characteristics generally comparable to those of weapons made from weapon-grade plutonium.”

- 「広島、長崎型原爆程度であれば、未経験のグループであっても、関連技術のノウハウがあれば、爆発装置は製造可能」 Carson Mark, etc. 1988
- 「原子炉級プルトニウムであっても、第1世代原爆の設計図を用いて、1～数キロトンの核爆発装置を製造することは、非国家主体組織でも可能。先進国であれば、最新の設計能力で十分な近代核兵器を作成することができる」（米エネルギー省、1997）

Source: US Department of Energy, 1997

RGPuでも十分な核爆発威力を持ちうる

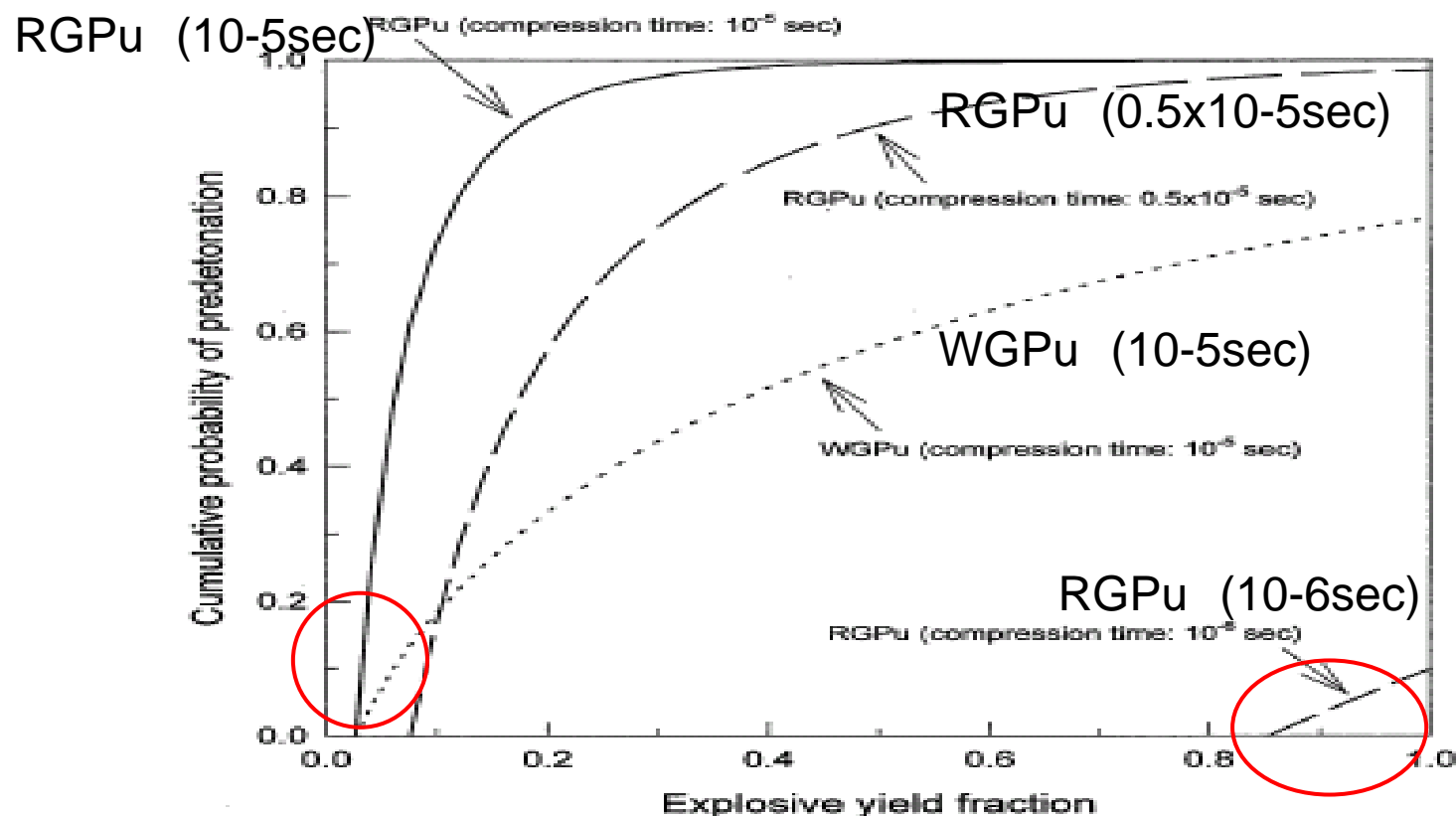


Fig. 3 Explosive properties of 6 kg of RGPu and WGPu (neutron generation time: 10^{-8} s)

Source: J. Kang, T. Suzuki, S. Pickett, A. Suzuki, "Spent Fuel Standard as a Baseline for Proliferation Resistance in Excess Plutonium Disposition Options," Journal of Nuclear Science and Technology, Vol. 37, No.8, p.691-696 (August, 2000)

米物理学会(APS)の見解

- 再処理の決定は、そのもたらす核拡散リスクと十分比較されてなされるべきだ。
- 現在、再処理を急ぐ理由はない。AFCIは長期的なプログラムとして位置づけ、短期的な再処理促進とは分けられるべきだ。

Any decision to reprocess spent fuel in the United States must balance the potential benefits against the proliferation risks.

There is no urgent need for the US to initiate reprocessing or to develop additional national repositories. DOE programs should be aligned accordingly: shift Advanced Fuel Cycle Initiative R&D away from an objective of laying the basis for a near-term reprocessing decision; increase support for proliferation-resistance R&D and technical support for institutional measures for the entire fuel cycle.

出所; Report by the Nuclear Energy Study Group of the APS Panel on Public Affairs, "Nuclear Power and Proliferation Resistance: Securing Benefits, Limiting Risk," May 2005.

原子力学会倫理規定

- 憲章

- 1. 会員は、人類の直面する諸課題の解決に向け、原子力の平和利用に徹する

- 行動指針

- 1-2. <平和利用への限定> 原子力の利用目的は、平和利用に限定しなければならない。会員は、自らの尊厳と名誉に基づき、核兵器の研究・開発・製造・取得・利用に一切参加してはならない。
- 1-3. <核拡散への注意> 会員は、原子力技術が核兵器の研究・開発・製造等に結びつく恐れがあることを認識し、自らの行動が結果として核拡散に寄与することがないように最大限の注意を払う。
- 6-1. <科学的事実の尊重> 会員は、事実を尊重し、科学的に明白な間違いに対しては毅然とした態度でその間違いを指摘し、是正するよう努める。

科学者としての活動（例）

- パグウォッシュ会議（Pugwash Conferences for Science and World Affairs）
 - 1957年、ラッセルアインシュタイン宣言を契機に核兵器と戦争の廃絶を目的に集結した国際団体
 - <http://www.pugwash.org/>
 - <http://www.pugwashjapan.jp/about.html>
- 国際核物質専門家パネル（International Panel on Fissile Materials: IPFM）
 - 2006年、核軍縮・不拡散政策における科学的知見の提供を目的に設立された独立の研究者グループ
 - http://www.fissilematerials.org/ipfm/pages_us_en/about/about/about.php

最近の報告書

- Pugwash Conferences
 - Milan document on Nuclear Disarmament and Non-proliferation (Jan. 2010)
 - http://www.pugwash.org/reports/nw/milan-consultation-2010/Milan_document_jan10.pdf
- IPFM
 - Global Fissile Material Report 2009
 - http://www.fissilematerials.org/ipfm/site_down/gfmr09.pdf
 - Fast Breeder Reactor Program: Its History and Status (IPFM Report #8, 2009)
 - http://www.fissilematerials.org/ipfm/site_down/rro8.pdf

ロートブラット博士の精神を胸に.....

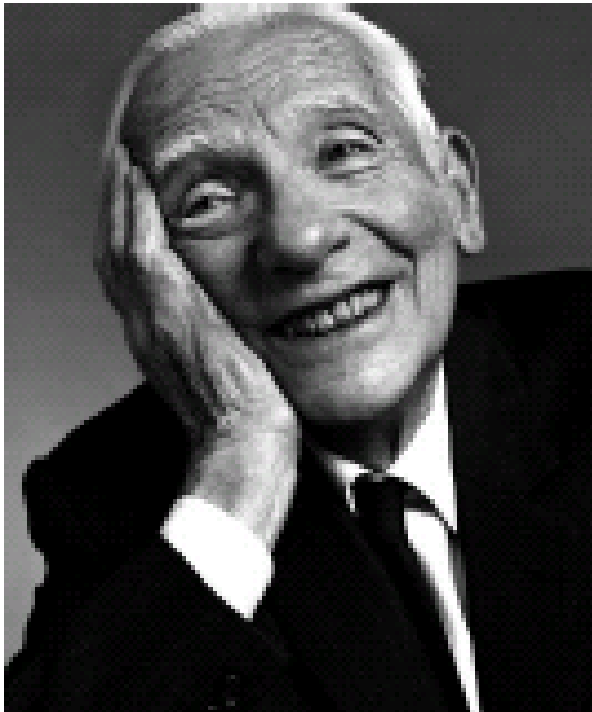


Figure 9.2. Sir Joseph Rotblat (1908–2005), a Manhattan Project scientist, one of the founders of the scientists' Pugwash movement, and a strong advocate of societal verification. Rotblat, a Nobel Laureate, was a leading supporter of Israeli whistle-blower Mordechai Vanunu, arguing that Vanunu's exposure of Israel's nuclear weapon program was an act of conscience. Credit: Peter Hönnemann.

- “*Remember Your Humanity, Forget the Rest*”
- Russell-Einstein Manifesto (1955)

Joseph Rotblat (1908-2005)

- マンハッタン計画に参画も、ドイツが核兵器開発が失敗したことを知って、辞退した唯一の科学者
- ラッセル・アインシュタイン宣言に署名、その後パグウォッシュ会議創設に参加。
- 1995年ノーベル平和賞受賞。