

The US Department of Energy's renewed but doomed promotion of sodium-cooled fast-neutron reactors and plutonium separation.

ナトリウム冷却高速中性子炉とプルトニウム分離を
推進する米エネルギー省の新たな――しかし――不毛な試み

Why does Japan's nuclear energy research and development community want to join in?

日本の原子力研究・開発コミュニティーはなぜ
参加したがるのか

Frank von Hippel

Program on Science and Global Security

Princeton University

プリンストン大学科学・国際安全保障プログラム

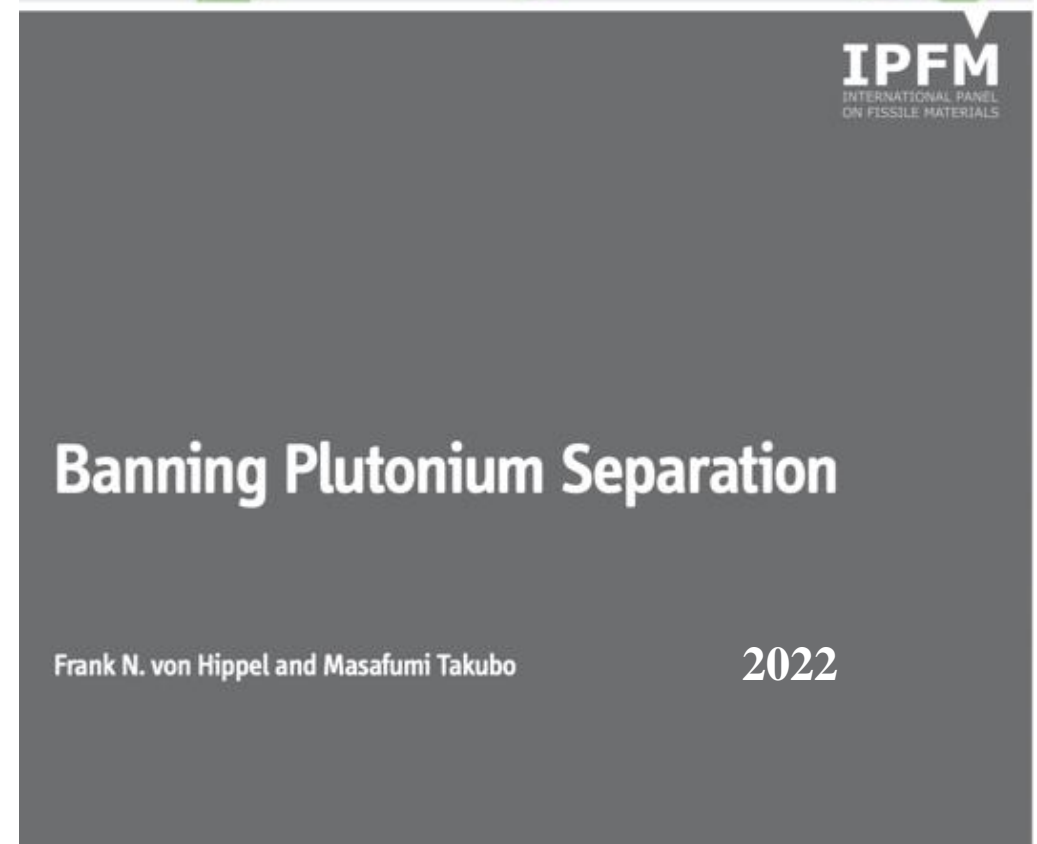
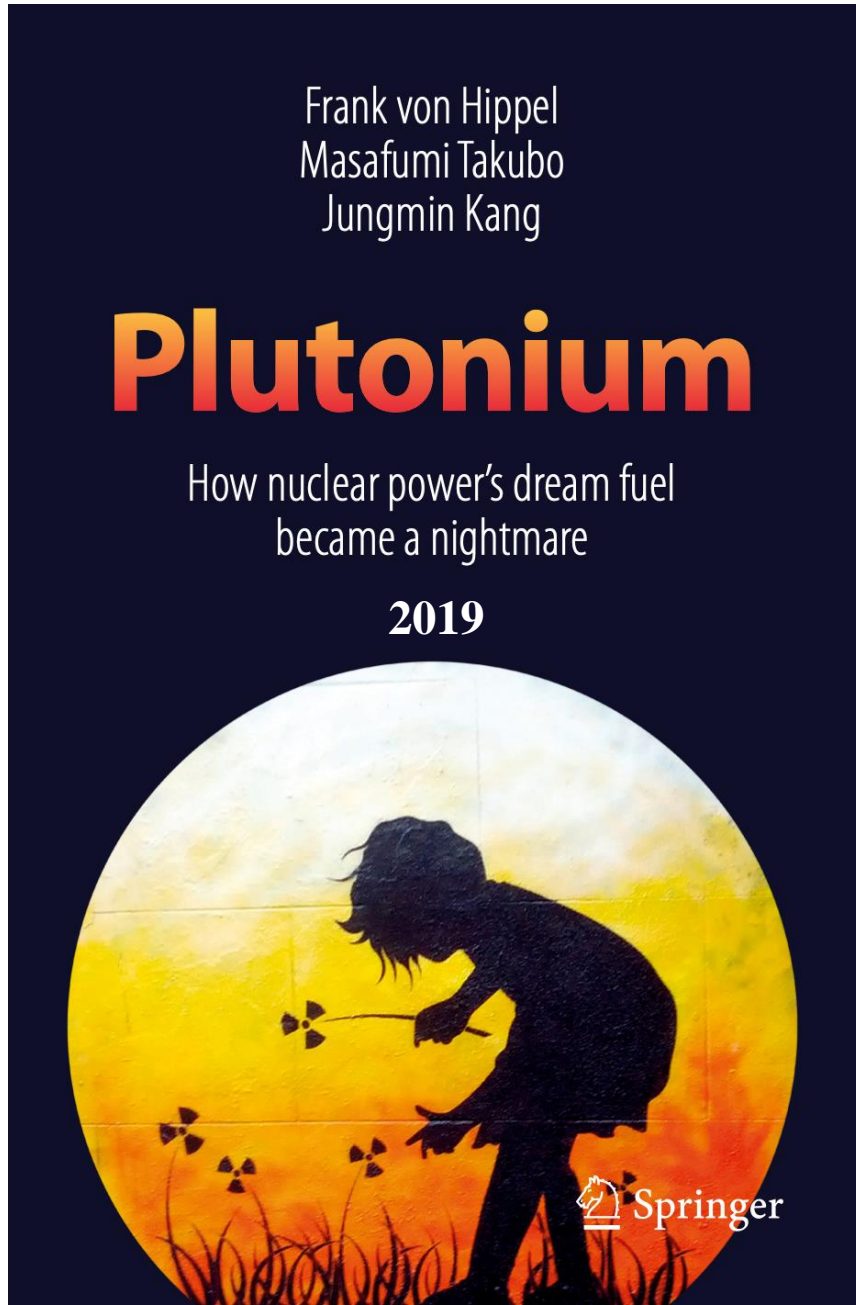
フランク・フォンヒッペル

US-Japan Nuclear Energy Cooperation in Fast Neutron Reactors

日米の高速炉開発協力を問う

(10 March 2023, via Zoom) 2023年3月10日 ズーム会議

For background on plutonium issues see: プルトニウムの背景情報 ↓



For background on plutonium issues see

プルトニウムの背景情報↓

緑風出版

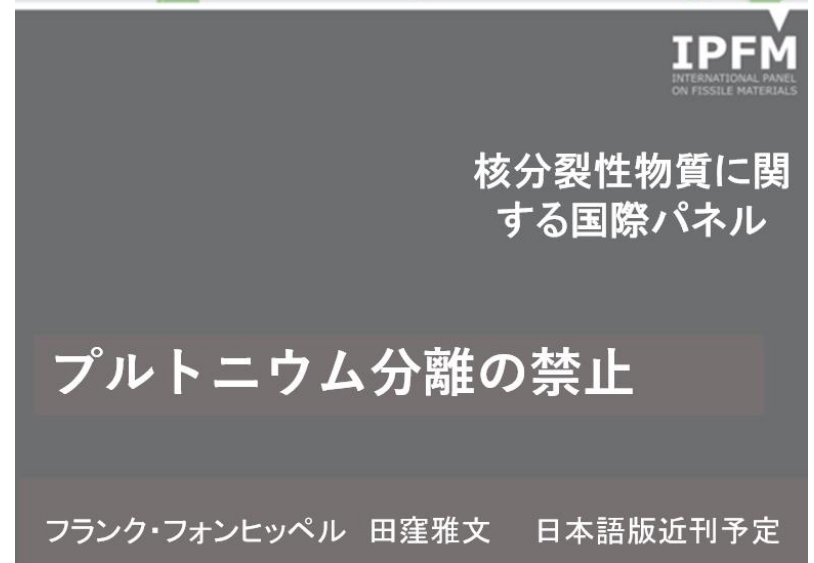
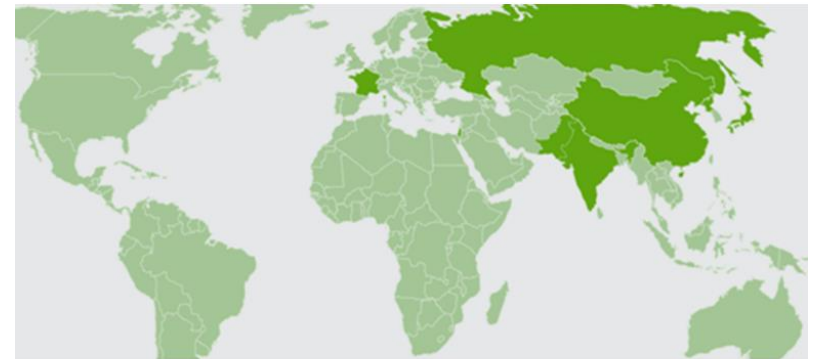
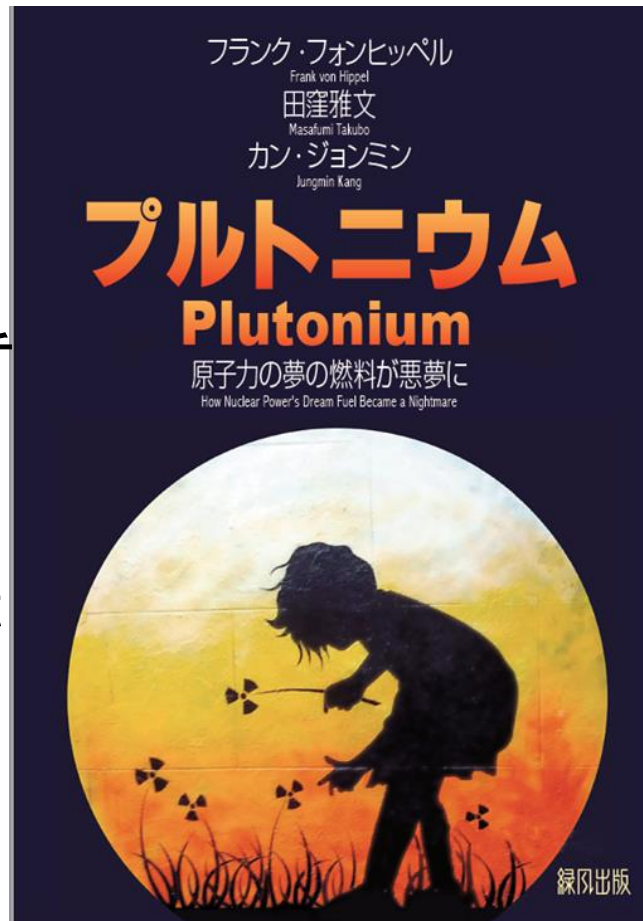
<http://www.ryokufu.com/isbn978-4-8461-2116-7n.html>

原著序文: モハメッド・エル
バラダイ元国際原子力機
関(IAEA)事務局長

推薦文: ロバート・ガルーチ
元米国側対北朝鮮交渉責
任者(1994年)と

エドワード・マーキー米国
上院議員(核軍縮・核不拡
散の第一人者)

<http://kakujoho.net/ndata/pu-book.html>



<http://kakujoho.net/>



核情報

[核情報ホーム](#) > [原発](#)

再処理に反対するビル・ゲイツがもんじゅ関連機関・企業と協力？ —恋のから騒ぎ？

今年(2022年)の元日の読売新聞が「米高速炉計画に日本参加へ——『もんじゅ』の技術共有、国内建設にも活用」^[1]と報じて話題を呼びました。著名な米マイクロソフト創業者のビル・ゲイツ氏が設立した米テラパワー社の高速炉建設計画への参加ということで、特に関心が高まったようです。もんじゅの地元の福井新聞は「もんじゅの廃炉で地元自治体や住民の期待は一度裏切られたものの『ポストもんじゅ』をにらみ、再期待感が膨らみ始めている」と報じました。^[2]

[Tweet](#)

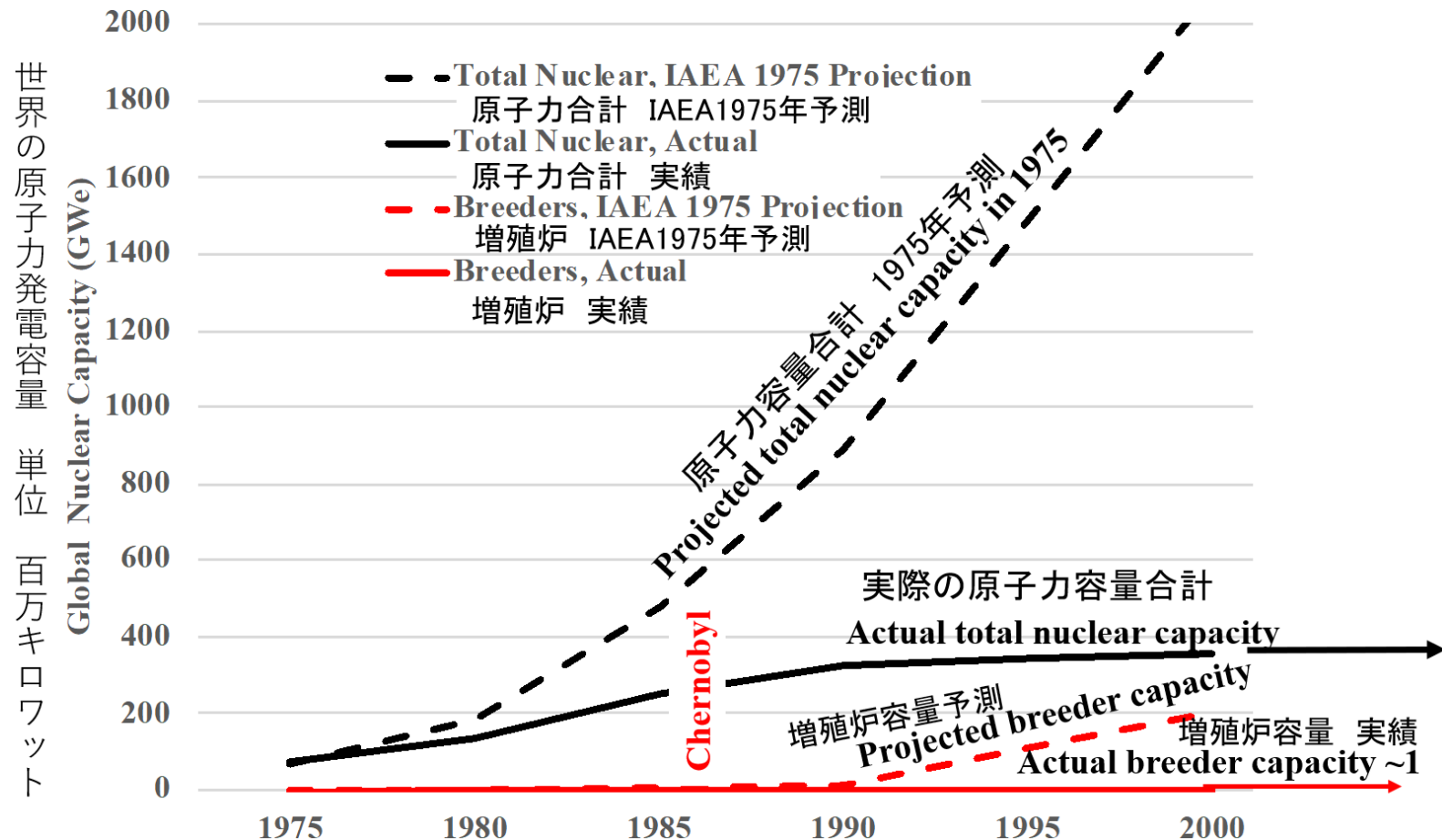
2022. 8. 3

Sodium-cooled Fast-neutron plutonium Breeder Reactors (with reprocessing) were proposed to save uranium in anticipation of its depletion due to a rapid growth of nuclear power. After 1986 Chernobyl accident, however, nuclear power capacity plateaued. Commercial FBRs were not built.

再処理を伴うナトリウム冷却高速（プルトニウム）増殖炉は、ウラン節約のために提唱された。原子力の急速な伸びに伴うウラン枯渇を予想して。

しかし**1986**年のチェルノブイリ事故後、原子力発電容量は横ばいに。

商業用高速増殖炉は建設されなかった。

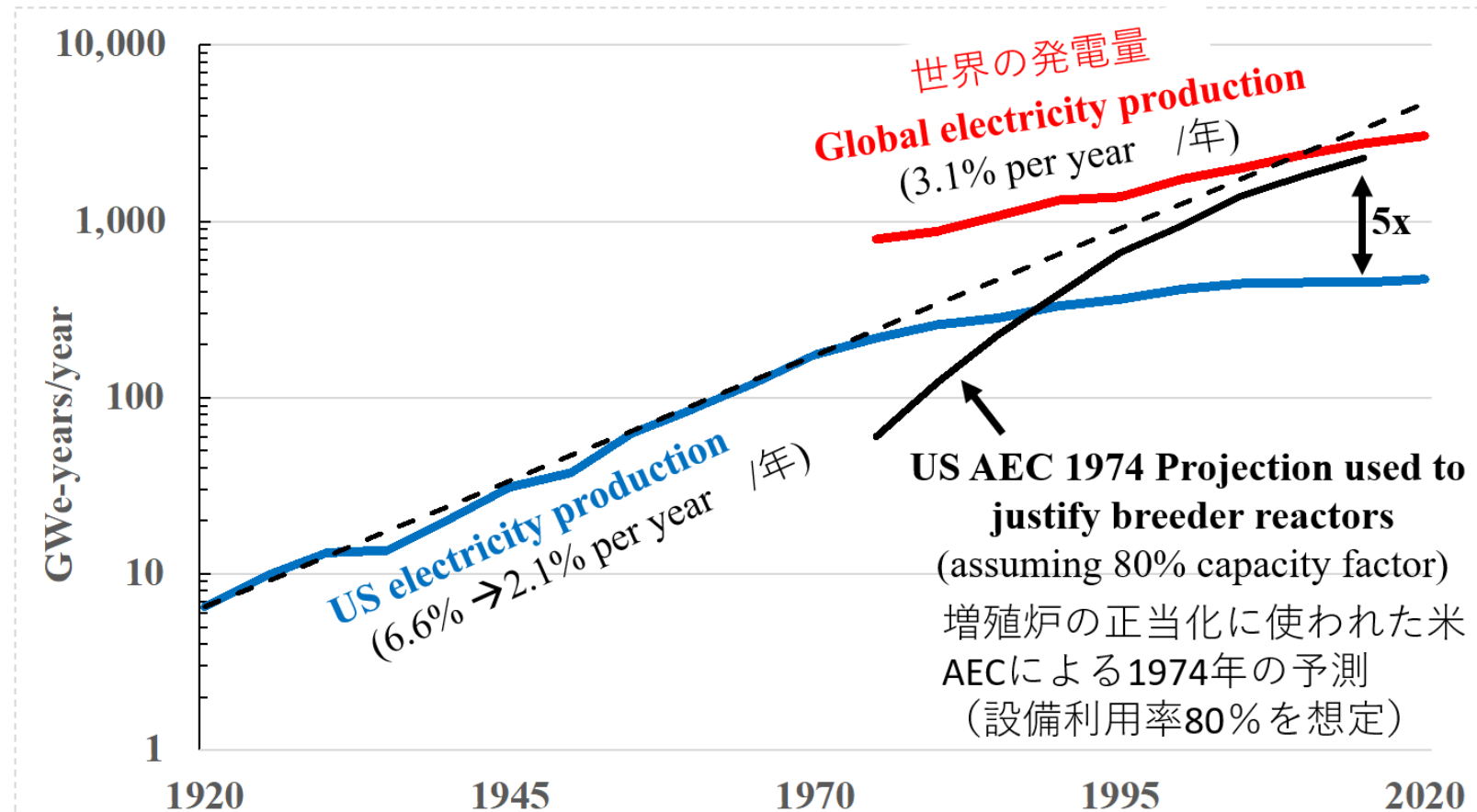


US Atomic Energy Commission made similar projections. In 1977, we pointed out US historic electricity consumption growth rate had been twice that of US economy because electricity cost had been declining, *but that cost decline had come to an end*. We were right.

President Carter decided US breeder program was unnecessary.

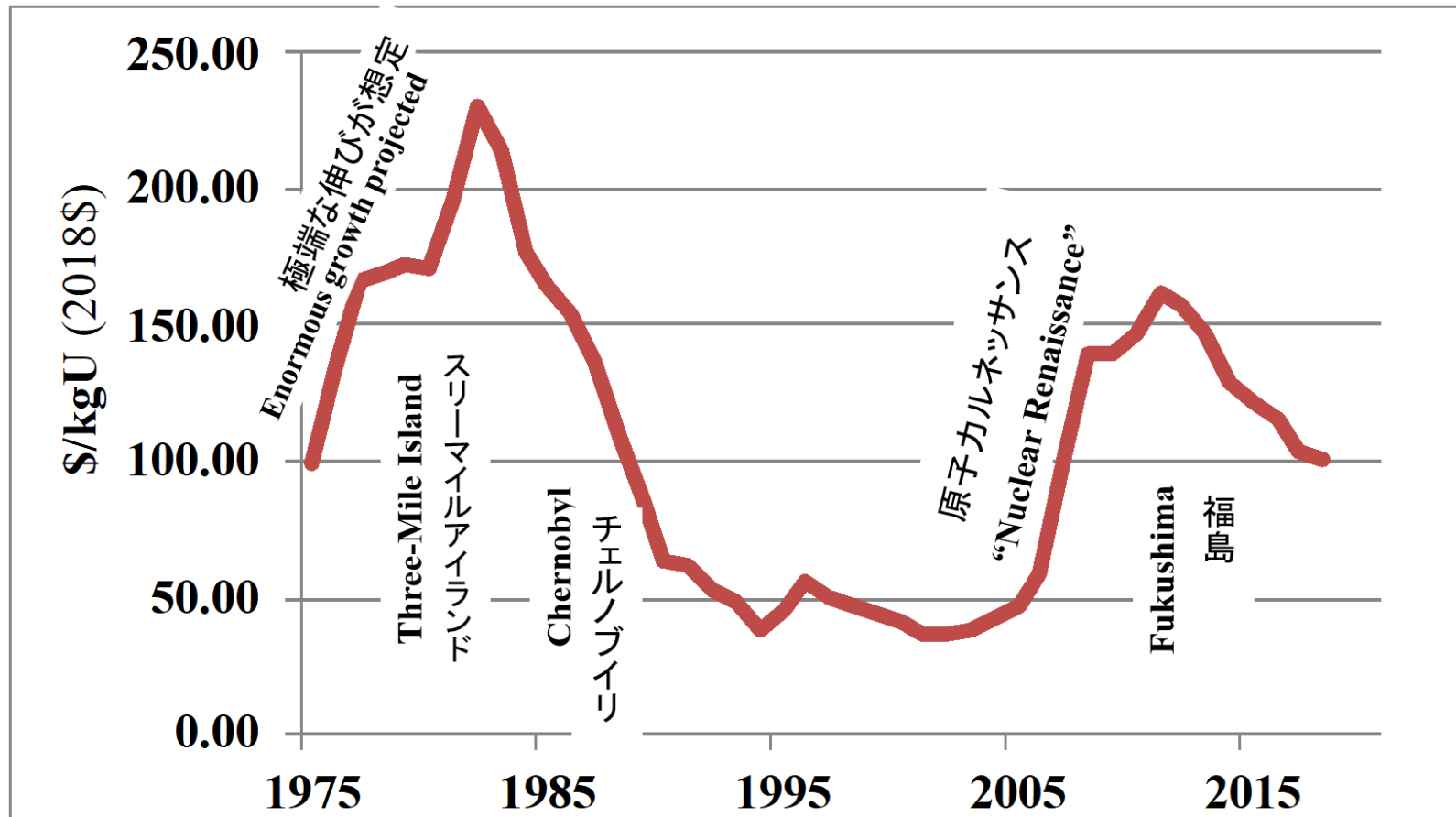
米原子力委員会も同様の予測をした。1977年、我々は、米国の電力消費量の伸び率が米国経済の伸び率の2倍になっているのは電力コストが低下してきたからだが、**この低下は終わった**と指摘した。我々は正しかった。

カーター大統領は米国の増殖炉計画は不必要だとの結論を下した。



Sodium-cooled breeder reactors were not commercialized because they are costly and unreliable. Beyond speculative fluctuations, the cost of uranium for water-cooled reactors has stayed low at about **\$0.003/kWh.**

ナトリウム冷却増殖炉は、商業化されなかった。高くつく上、信頼性がないからだ。水冷却炉のウランのコストは、投機的な変動を除けば、0.003ドル/kWhという低いレベルで推移している。



Desperation in US and Japan

nuclear energy research, development communities

米日の原子力研究開発コミュニティーにおける必死さ

US. Only four new power reactor construction starts since 1977. Two of the four have been cancelled. Cost of other two has more than doubled.

米国 1977年以後建設開始の原発は4基のみ。 4基のうち2基はキャンセルされ、あとの2基のコストは倍以上に

- Trump Administration turned control of DOE's Office of Nuclear Energy over to the Idaho National Laboratory (INL), which prioritized building a new prototype sodium-cooled reactor.

トランプ政権は、エネルギー省の「原子力エネルギー局」の運営を「アイダホ国立研究所（INL）」に任せた。INLは新しいナトリウム冷却原型炉の建設に優先順位を置いている。

- Biden Administration, with an “all-options” energy policy driven by climate concerns, has not changed this situation – probably to prevent nuclear advocates from opposing its policy.

気候変動問題に対する関心を軸にした「すべての選択肢を検討」とのエネルギー政策を持つバイデン政権は、この状況を変えてはいない。恐らくは、原子力推進派が同政権の政策に反対するのを避けるためだろう。

- INL also has continued to promote spent fuel reprocessing and plutonium recycle, even though plutonium recycle has failed Economically everywhere.

INLはまた、使用済み燃料の再処理とプルトニウム・リサイクルを推進し続けた。プルトニウム・リサイクルがどこでも経済的失敗に終わっていたにも拘わらず。

- Bill Gates, founder of Microsoft, with a fortune of \$100 billion, was persuaded to create a company, Terrapower, to commercialize fast neutron reactors and is partnering with DOE and General Electric (designer of the Fukushima reactors) in building a demonstration sodium-cooled reactor power reactor, *Natrium*, in Wyoming. It is to be fueled with uranium, but Terrapower has been funded by DOE to do research on reprocessing and plutonium recycle.

マイクロソフトの創設者で1000億ドルの資産を持つビル・ゲイツは、説得されてテラパワー社を設立。高速中性子炉を商業化するのが目的だ。同社はエネルギー省及びゼネラル・エレクトリック社（福島原子炉の設計社）と協力してナトリウム冷却発電用原型炉「ナトリウム」をワイオミング州に建設しようとしている。この炉は、ウランを燃料とすることになっているが、テラパワー社は、再処理とプルトニウム・リサイクルの研究のために同省から資金を得ている。

Japan. After failure of *Monju* and cancellation of France's fast neutron reactor project *ASTRID*, Japan's sodium-cooled reactor advocates want to partner with Terrapower.

日本 もんじゅの頓挫とフランスの高速炉プロジェクトASTRIDのキャンセルの後、日本のナトリウム冷却炉の推進者らは、テラパワー社のパートナーとなることを望んでいる。

But sodium burns in air or water

しかし、ナトリウムは空気や水と触れると発火する



Sodium-cooled reactors proved to be costly and unreliable. Despite 60 years of efforts and more than \$100 billion in R&D and prototypes, they have not been commercialized
ナトリウム冷却炉は、高くつき信頼性がないことが判明。**60年**に亘る試みと、研究開発と原型炉に注ぎ込まれた**1000億**ドル以上の資金にも拘らず、商業化されていない。

Capacity factor (CF) is average percentage of utilization of design output.

Most prototypes or demonstration reactors have had disastrously low CFs.

設備利用率（CF）は、設備容量に対する実際の利用量率の平均値を意味する。
ほとんどの原型炉・実証炉は、どうしようもないほど低い設備利用率を示している。

Country 国	Prototype 原型炉	Capacity容量 (MWe)	Operation Years 運転期間	Capacity Factor 設備利用率
United States 米国	Fermi I フェルミI (“We almost lost Detroit”) “デトロイトを失うところだった”	66	1963-72	1%
United Kingdom 英国	Dounreay Fast R. ドーンレイ高速炉	260	1974-94	35%
France フランス	Superphénix スーパーフェニックス	1200	1985-98	3%
Japan 日本	Monju もんじゅ	250	1994-2017	0
Global average 世界平均	~400 water-cooled reactors 水冷却炉約400基	~900 av. 平均約900	~30 years 約30年	~80%

←邦訳ドキュメント原子炉災害

Three countries are still trying まだ試みている3カ国

Russia, because of its great tolerance of sodium fires (14 fires in the first 14 years of BN-600 operation), has achieved nearly competitive capacity factors:

ロシア ナトリウム火災に対する許容度が高く（BN600 の最初の14年の運転で14回）、ほぼ競争力を持つ設備利用率（CF）を達成。

BN-600, 1980- (CF = 76%);

BN-800, 2015- (CF = 66%)

But Russia's breeders are still not economically competitive with water-cooled reactors and a construction decision on another prototype has been postponed until the 2030s.

だがロシアの増殖炉は未だ経済的には水冷却炉に対する競争力を持っておらず、別の原型炉の建設決定は、2030年代まで延期されている。

China and India are building prototypes, *but the primary purpose of these reactors may be to produce plutonium for weapons*. Therefore, their economics as power producers may not matter.

中国とインドは、原型炉を建設しているが、これらの炉の主要な目的は兵器用のプルトニウムの製造であるかもしれない。従って発電炉としての経済性は重要でないかもしれない。

Recall that, in the 1950s, the United States and Canada provided India with a reactor to produce plutonium for its breeder program and with reprocessing technology.

1950年代に米加両国は、インドに対し、増殖炉計画用にプルトニウムを製造する炉と再処理技術を提供したことを想起されたい

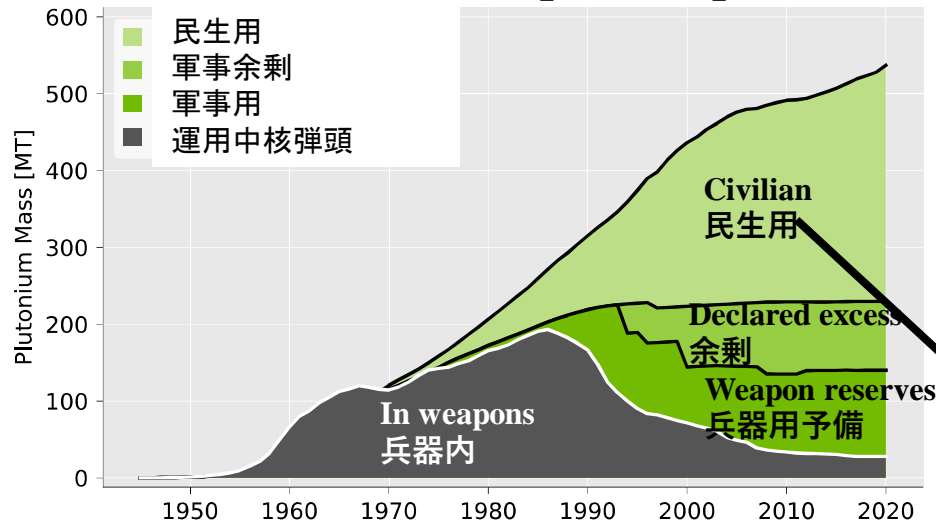
India used the plutonium to launch its nuclear weapon program in the 1970s. Fifty years later, India still has not produced an operating breeder reactor.

インドは1970年代にそのプルトニウムを使って核兵器計画に着手した。50年経った今、インドはまだ、増殖炉を運転するに至っていない。

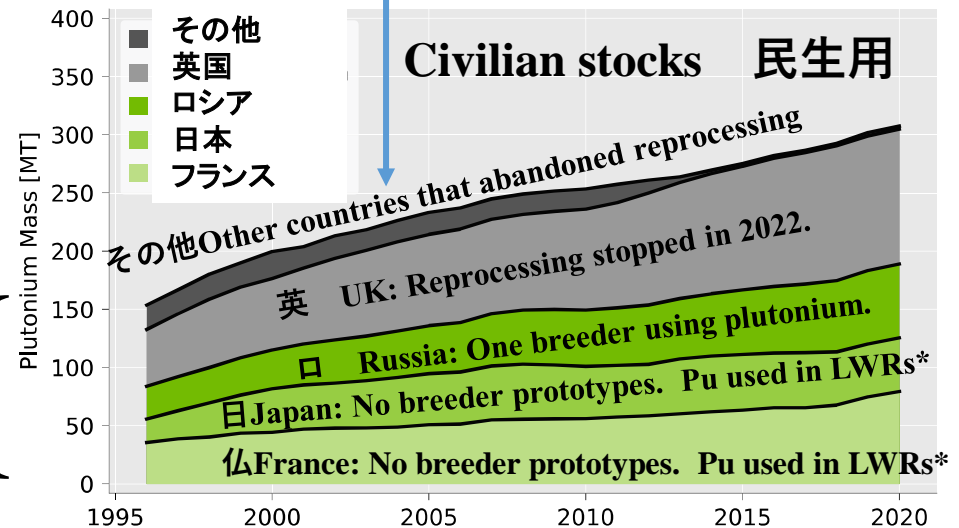
Plutonium legacy of the Cold War and breeder reactor dream 冷戦と増殖炉の夢が遺したプルトニウム

核兵器
約10万発分
≈100,000 nuclear
weapon-equivalents

世界の分離済み
プルトニウム総量
Total global stock of
separated plutonium



その他 再処理を放棄した他の国々
英 2022年に再処理完全停止
ロ プルトニウム利用の増殖炉1基
日 原型増殖炉ゼロ。Puは軽水炉で使用
仏 原型増殖炉ゼロ。Puは軽水炉で使用



+ India (~7 tons) インド 約7トン
+ China (small stock but big ambitions)
中国 (少量のみ保有も、極めて野心的計画)

*In France and Japan, plutonium recycle saves
10% of fuel at 10x the cost.

仏日両国ではプルトニウム・リサイクルは10%
の燃料を節約。コストは10倍。

What can be done about the growing stock of dangerous separated plutonium?

増大を続ける分離済みプルトニウムをどうすべきか

1. Educate policy makers about the history. (Proponents call sodium-cooled reactors “advanced” - not because their designs are new but because their commercialization has failed.) Outside the nuclear-energy research and development community, there is no interest in using plutonium as a fuel.

政策決定者らに歴史について伝えること。（推進派は、ナトリウム冷却炉を「先進型」と呼ぶが、それは提唱されている設計が新しいからではなく、その商業化に失敗しているからだ。）原子力研究・開発コミュニティ以外では、プルトニウムを燃料として使うことに関心を示すものはいない。

2. End plutonium separation for any purpose.

["When you are in a hole, stop digging."]
目的の如何に関わらずプルトニウム分離を中止すること。
[「穴にはまってしまったら、掘るのをやめよ」]

3. Place weapon-state civilian and excess nuclear-weapon plutonium under IAEA safeguards as all plutonium is in Japan.

核兵器国の民生用及び核兵器余剰プルトニウムを、日本におけるすべてのプルトニウムがそうであるように、IAEAの保障措置下に置くこと。

4. Japan should join with the United States and United Kingdom in organizing an international research program on options for disposing of existing stocks of unirradiated plutonium

[The United States, after an effort to turn its excess plutonium into fuel for water-cooled reactors became too costly, plans to dilute it and bury it in a deep salt bed. Proposals in the United Kingdom to use plutonium as a fuel have been rejected by its nuclear utility. The UK has a research program on plutonium immobilization and burial.)

日本は、米英両国とともに、既存の未照射プルトニウムの処分のためのオプションに関する国際的研究プログラムを組織すべきだ。

[米国は、その余剰プルトニウムを水冷却炉の燃料にする試みが高くつきすぎる事が判明した後、このプルトニウムを希釈して深地下の岩塩層に埋めることを計画している。英国では、プルトニウムを燃料にする案が電力会社によって拒否された。英国は、プルトニウムを「固定化」して埋めるための研究を行っている。]