

米国エネルギー省 Hanford 施設の概要紹介

2024/1/16

Richland : この町のすぐ北側に米国エネルギー省(DOE)の Hanford サイトが設置
Richland はマンハッタン・プロジェクトに伴って作られた都市



町の東側にはコロンビア川

マンハッタン・プロジェクトの紹介碑

(コロンビア川の遊歩道沿いに設置)

Hanford site : 米国エネルギー省(DOE)の国立ラボ

- ・ ワシントン州南東部 586 平方マイル(約 1518Km²) 注 : 山手線内側 63-65Km²)
- ・ 1943 年から 1987 年まで核兵器用のプルトニウムの製造
- ・ 現在のミッション : 50 年間にわたる兵器開発、政府による原子力開発でもたらされた負の環境遺産(environmental legacy)の安全なクリーンアップ → 施設の閉鎖管理、放射性廃棄物(固体、液体)の処理・処分、環境修復(Hanford、Argonne、Brookhaven、Oak Ridge、Idaho、Savannah River も同じ)
 - 安全、安心な環境管理のための活動
 - 放射性廃液タンクの安定化、処理、処分

- 使用済み燃料の貯蔵、受入れ、解体
- 特殊原子力材料の安定化、処理、処分
- 超ウラン元素(TRU)、低レベル廃棄物の処分
- 土壌、地下水の修復
- その他の施設の安定化と解体

・
 サイトは砂漠地帯

Area 100：コロンビア川に沿って Pu 生産用原子炉施設

- ・ コロンビア河に沿って9基のプルトニウム生産用原子炉(B Reactor, C Reactor, D Reactor, DR Reactor, F Reactor, H Reactor, K East Reactor, K West Reactor, and N Reactor)が 1943 から 1965 に建設
- ・ 1988 年に最後まで動いていた N-炉が停止
- ・ B-炉は National historic landmark として Manhattan Project National Historical Park. として保存

100 (<https://www.hanford.gov/page.cfm/projectsfacilities>)

Area 200：照射済燃料からプルトニウムの抽出施設群（再処理施設）

Area100 の原子炉で燃焼したウラン燃料からプルトニウムを抽出する施設群

- ・ 多量の廃液が計画的、気付かずにサイト内の土壌に流れた、この浸みこんだ土壌からプルームが発生しモニタリング、環境修復の対象
- ・ 毒性の高い化学廃液、放射性廃液の一部(some of)は 177 の地下タンク(炭素鋼)に貯留
- ・ 現在 56 百万ガロン(約 21 万 m³)がそのうちの 158 のタンクに貯蔵

廃棄物処理固化施設プロジェクト

- ・ 56 百万ガロンの廃液は廃液固化処理施設でガラス固化される。
- ・ ガラス固化した廃棄物(円筒容器)はサイト内の廃棄物処分施設(Hanford's on-site Integrated Disposal Facility)で永久処分される
- ・ 300T のガラス溶融炉が設置 約 1200°Cで溶融
- ・ 昨年 12 月にコールド試験が開始、今年実際の溶融固化の予定

[200 Area - Hanford Site](#)

[Microsoft PowerPoint - Overview of 200 Areas.pptx \(hanford.gov\)](#)

Area300： 燃料製造施設

<https://www.hanford.gov/page.cfm/300area>

- ・ Area 100 の原子炉装荷用のウラン燃料の製造工場施設群
- ・ 現在のミッション
 - 数百に及ぶ施設の閉鎖、廃棄措置、除染（多くはすでに修復済み）
 - 液体廃棄物の一部は地下水に交じりコロンビア川に流出したが現在は修復済み

Area 400 : FFTF (Fast Flux Test Facility)

- ・ 高速増殖実験炉 現在は廃止措置終了

環境修復廃棄物処分施設(Environmental Restoration Disposal Facility (ERDF))

- ・ Hanford サイトの中心に作られた埋め立て処分施設
- ・ この地の修復で発生した低レベル放射性廃棄物、毒性廃棄物の処分
- ・ 107 エイカーにわたり 10 か所の埋め立て処分場
- ・ 1996 年に運用開始
- ・ 21 百万トンの容量(これまでに 19 百万トン処分)

<https://www.hanford.gov/page.cfm/erdf>

Hanford 含め米国の原子力施設は EPA の関係法令に基づいてサイト修復法令

- ・ Comprehensive Environmental Response, Compensation & Liability Act,
- ・ National Contingency Plan
- ・ National Response framework

修復方法

- ・ Surface Decon Reference
- ・ Technology reference guide for radiologically contaminated surfaces
 - 汚染種類、固定化、化学除染、物理除染、ガラス化、生物的処理(EPA-402-R-06-003) (注：一種の除染カタログ)
 - 汚染物（固体、液体）の取り扱いカタログ(EPA 402-R-07-004)

参考

Hanford 施設に隣接して PNNL があり、Hanford 技術をサポート

https://youtu.be/GM6_rwRyE40

PNNL の研究分野 人員：約 6000 人(科学者、技術者、専門スタッフ)

- ・ 基礎科学：生物学、化学、地球科学、材料科学、原子核物理、量子科学
- ・ 持続的エネルギー開発：送配電近代化、エネルギー効率、エネルギー貯蔵、環境管理、化石エネルギー、再生可能エネルギー、エネルギー輸送
- ・ 国家安全保障(National security)：化学・生物テロへの対応、サイバーセキュリティ、原子力材料、核拡散、ステークホルダーインボルブメント、脅威分析

まとめ・所感

- ・ 米国の原子力施設(実用技術開発)の多くは砂漠の広大な面積の中に建設 (Hanford, Idaho, etc.)
- ・ 現在は太平洋戦争、東西冷戦時の負の遺産の処理に多大な資源 (苦労)
- ・ Hanford に隣接して原子力も含め基礎科学、応用技術開発、国民との対話に至るまで広範囲の研究をカバーして実プロジェクトをサポート、さらにその周りには多くの関連企業(中小含め)が存在 技術の底堅さ(翻って日本は?)
- ・ 周辺の住民との対話 (最初から住民を入れた一種の懇談会の歴史)
(周辺行政地区：Richland, Kennewick, Pasco は協力的：勿論反対もあり)
- ・ ごく一部は遺産として残しており一般に開放(放射性物質は処理処分場に)

第29回 1F廃炉の先研究会（第10回 創造的復興研究会）

ハンフォードという土地



NPO 福島ダイアログ

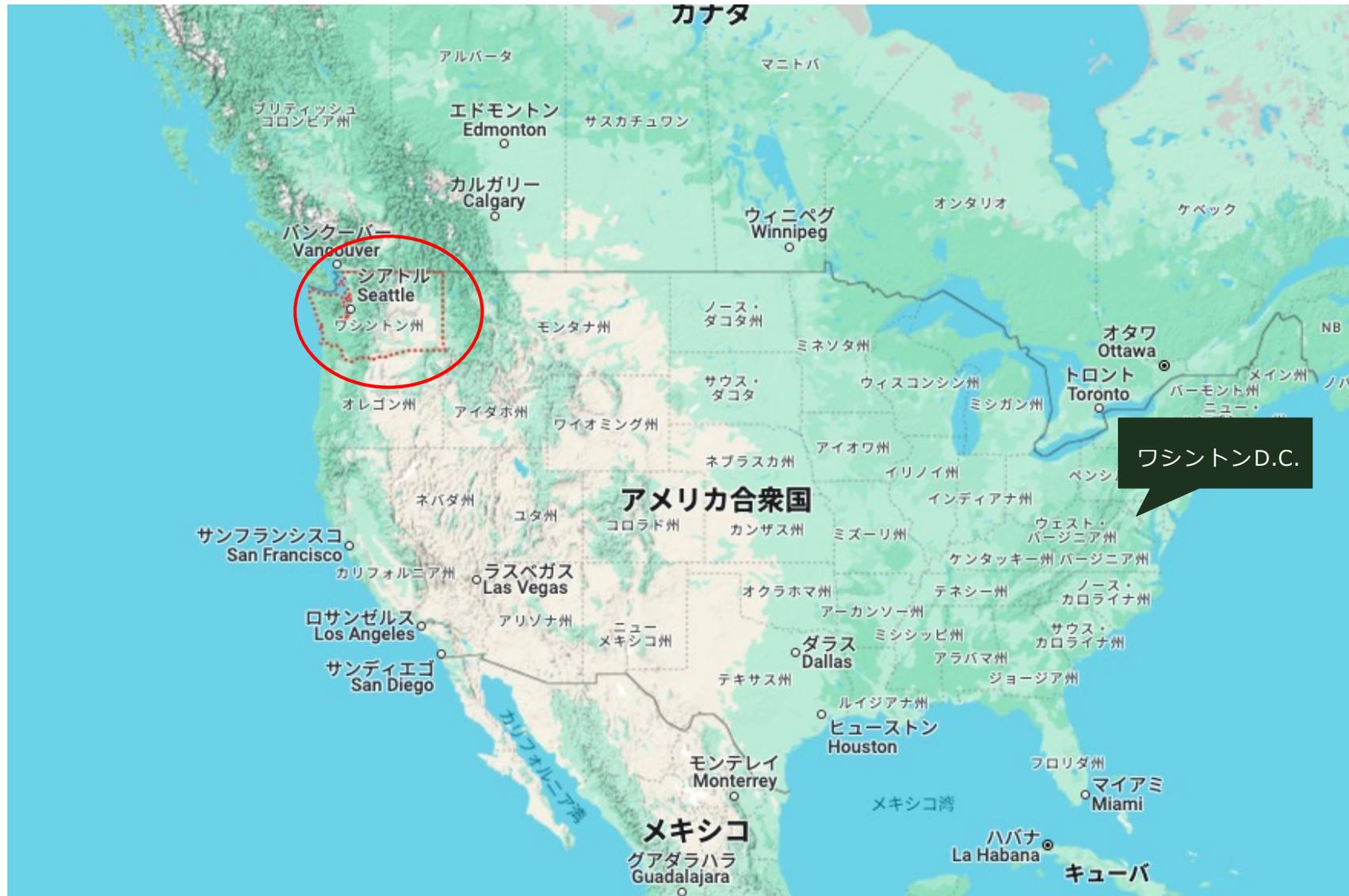
安東量子

info@fukushima-dialogue.jp

<https://fukushima-dialogue.jp>

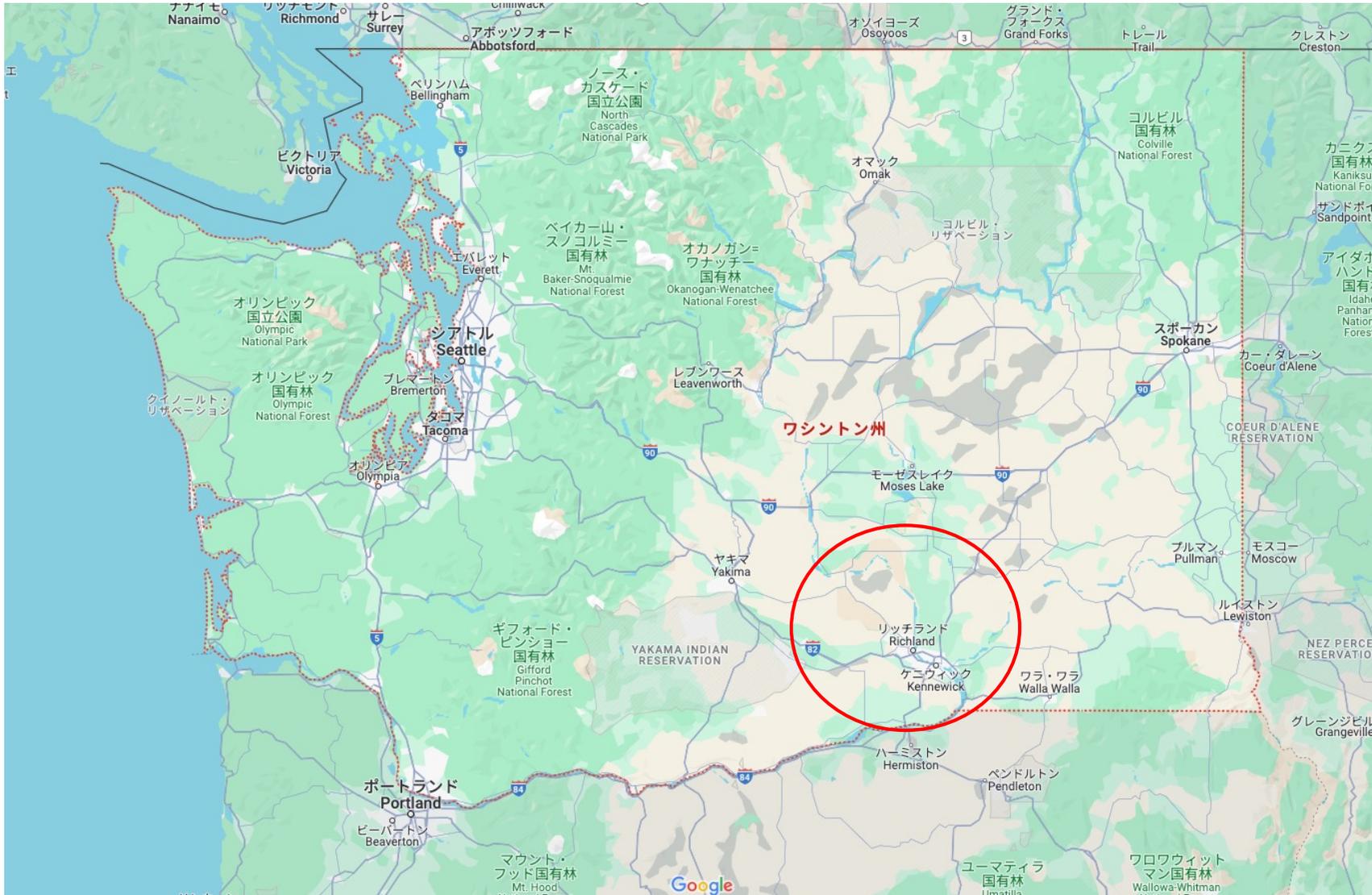
<https://fukushima-dialogue.jp/en/>

ワシントン州の場所 (not ワシントンD.C. !!)



Google Map

リッチランドの場所



コロンビア側北岸から見たハンフォード・サイト (Bリアクター)



ハンフォード・サイトへ向かう景色（北上）



ハンフォードの歴史

- もともとは先住民族の居住地：鮭の漁場
- 19世紀なかばに入植がはじまる：ゴールドラッシュ
- 19世紀末～ コロンビア川の水をもちいた灌漑による荒野の農地化
 - Hanford 当時の灌漑工事会社の経営者の名前
 - ノーザン・パシフィック鉄道（総距離1万km）の開通 : 農産物の輸送
 - ニューディール政策による水力発電施設の開発
- 1940年頃のハンフォード地域の人口 約 1,500人
 - ハンフォード 約500人
 - ホワイト・ブラフ 約500人
 - リッチランド 約260人

近郊（パスコ）の灌漑農地



近郊（オセロ）の灌漑農地



近郊の果樹園



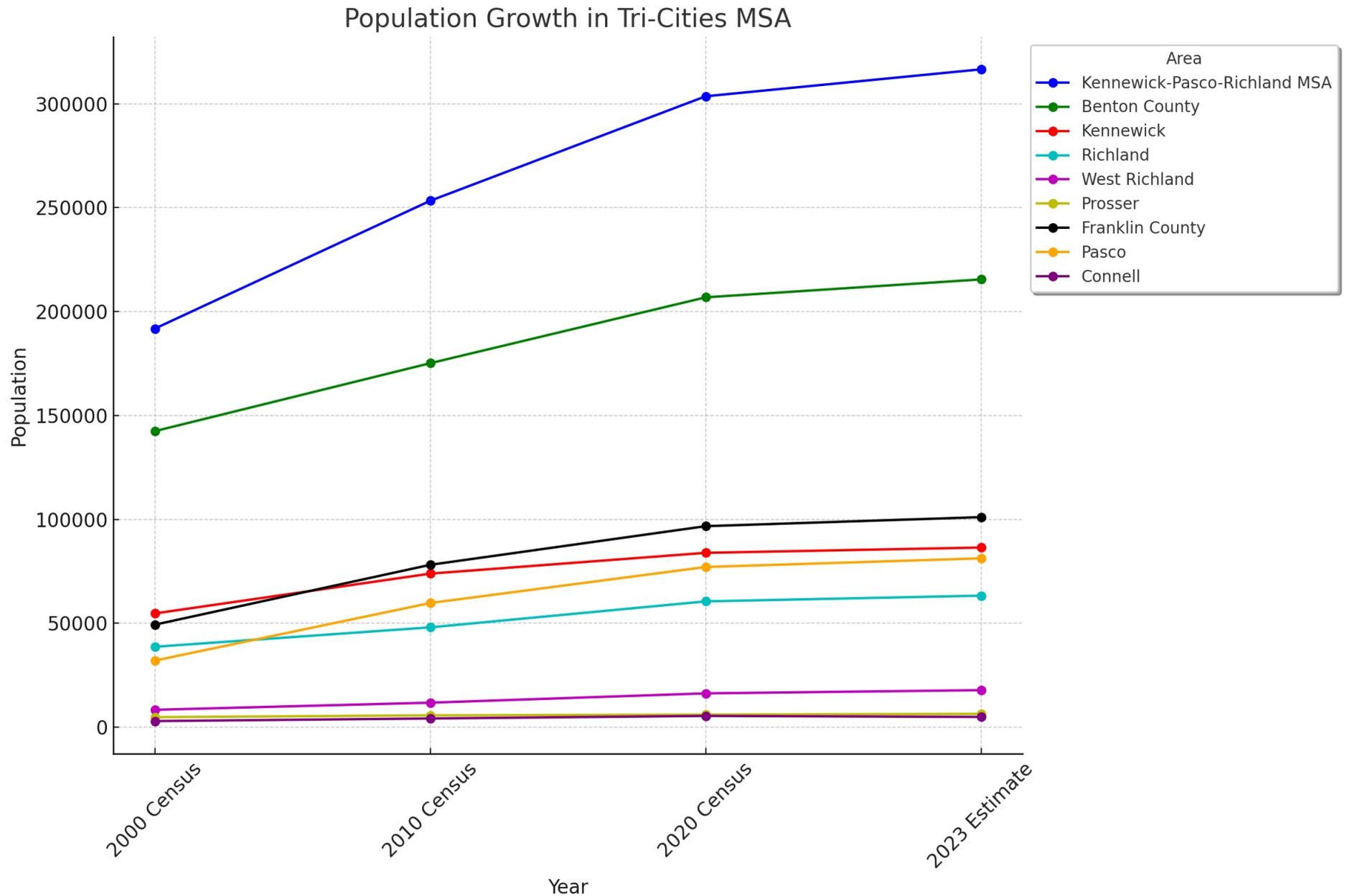
ハンフォード・サイトの建設 (1)

- 1942年9月 マンハッタン計画開始の決定
- 1943年2月 ハンフォード近郊に建設が決定
 - 広大な敷地
 - 近隣に大都市がない
 - 安定した平坦な地盤
 - 鉄道や高速道路での物資の移送が可能
 - 燃料やコンクリートが近隣で調達できる
 - 大量の水
 - 開発に必要な電力供給が可能
- 住民（先住民族含め）は30日以内の立退命令

ハンフォード・サイトの建設 (2)

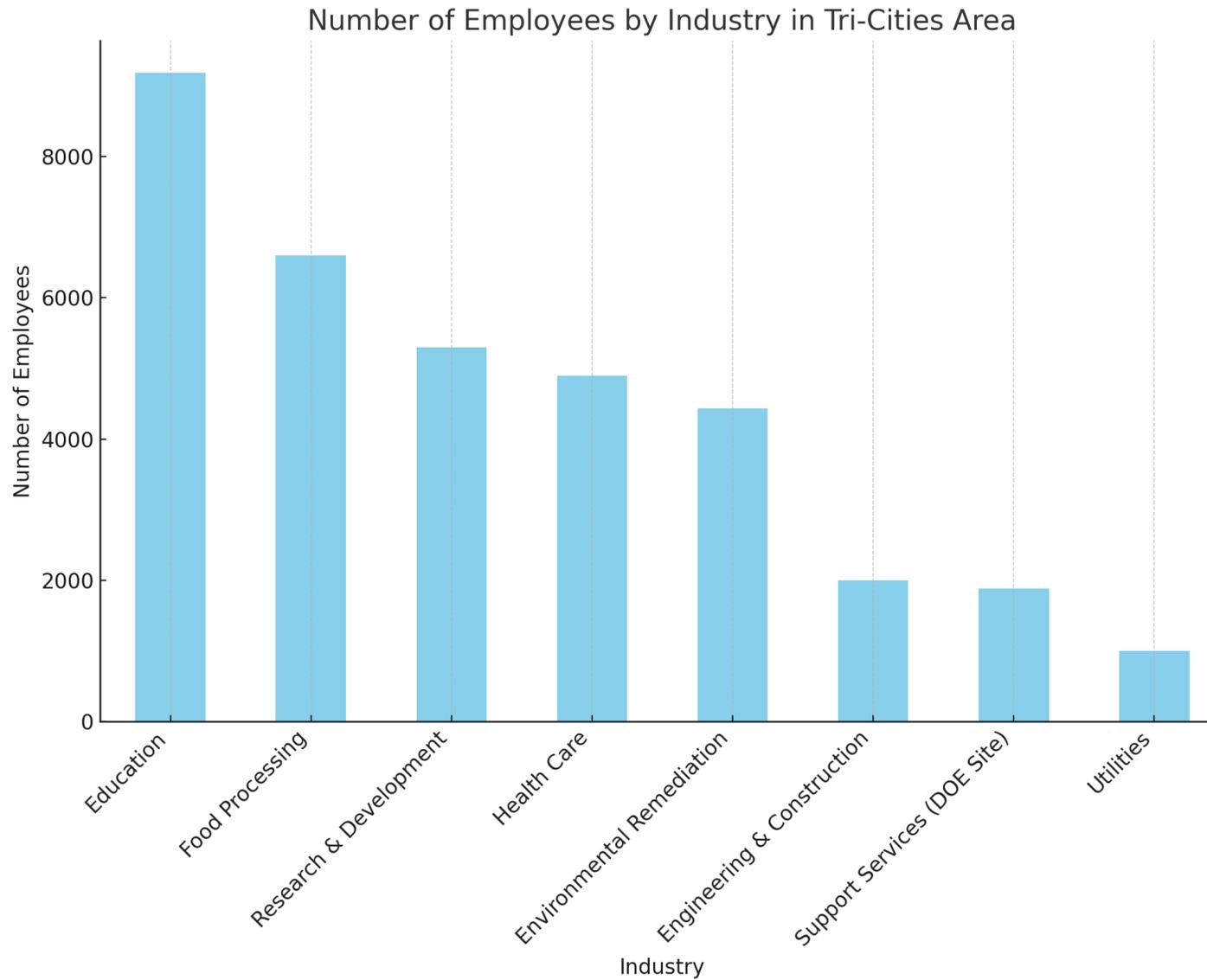
- ハンフォード・サイトの運営は居住地域を含めてデュポン社が受注
- 作業員人口 1944年 4万5千人 1945年8月 1万6千人
 - 1943年4月 住居工事開始 7月 一部居住可能
 - 1945年初頭まで 2500棟 +1800戸のプレハブ住宅
 - 閉鎖都市
- 1957年以降 住居の払い下げ
- 同時期に閉鎖都市から一般都市へ
- 1960年代以降 民間主導で都市開発が進められる

現在のTri-Cities の人口成長



<https://www.tridec.org/population/>のデータから作成

現在のTri-Cities の主要産業



<https://www.tridec.org/major-employers/> のデータから作成

Bリアクターの建設

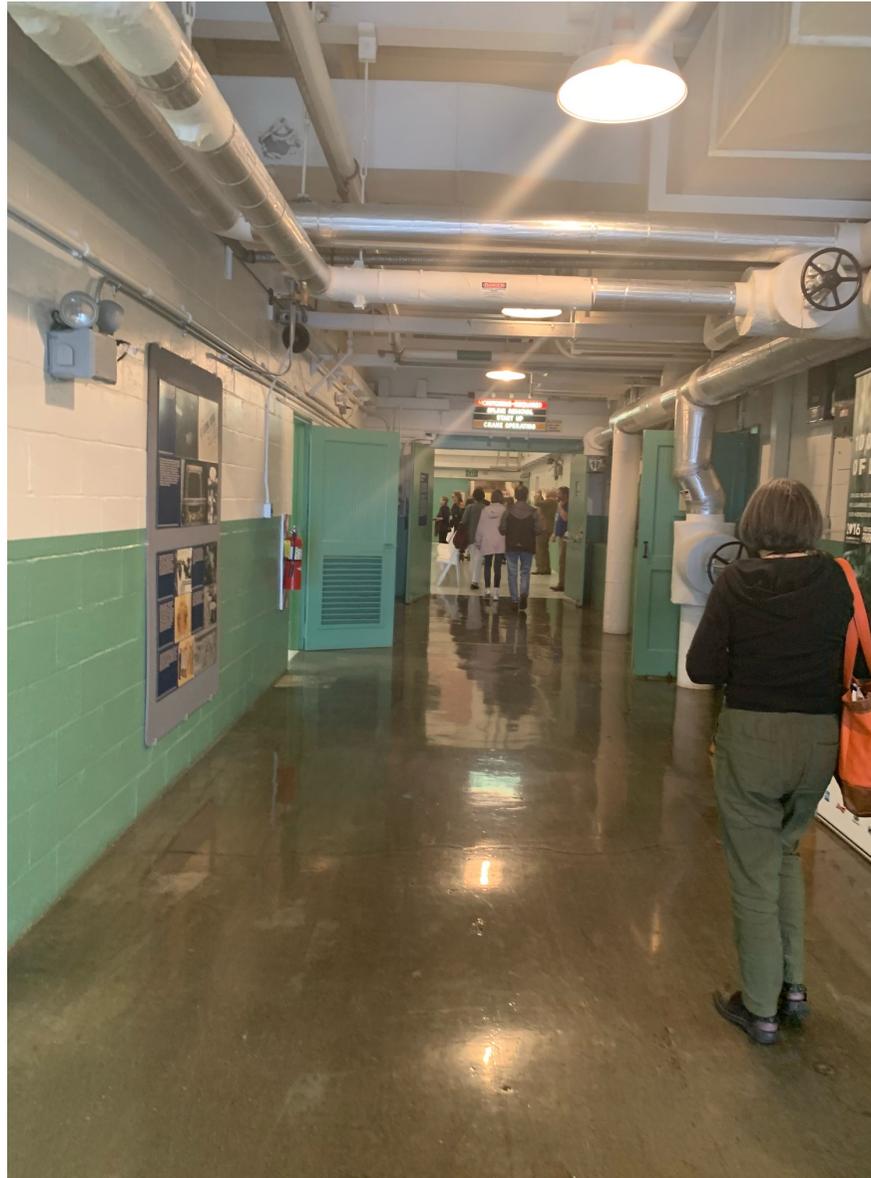
- 世界で最初の大型原子炉
- 1942年 フェルミ（シカゴ大学） 核分裂連鎖反応と制御に成功
- 長崎に投下されたファットマンのプルトニウムを生成
- 1943年11月 建設開始
- 1944年9月 創業開始 世界でもっとも短い原子炉建設→稼働 期間
- 1968年まで稼働
- 地元から歴史的遺物として保存を求める市民運動
- 2015年12月 ロスアラモス、オークリッジとともに国立歴史公園に正式認定
- 2009年より 米国エネルギー省の管理下で制限付き公開開始
- 2011年より一般公開 （現在、保存作業のため公開休止中）



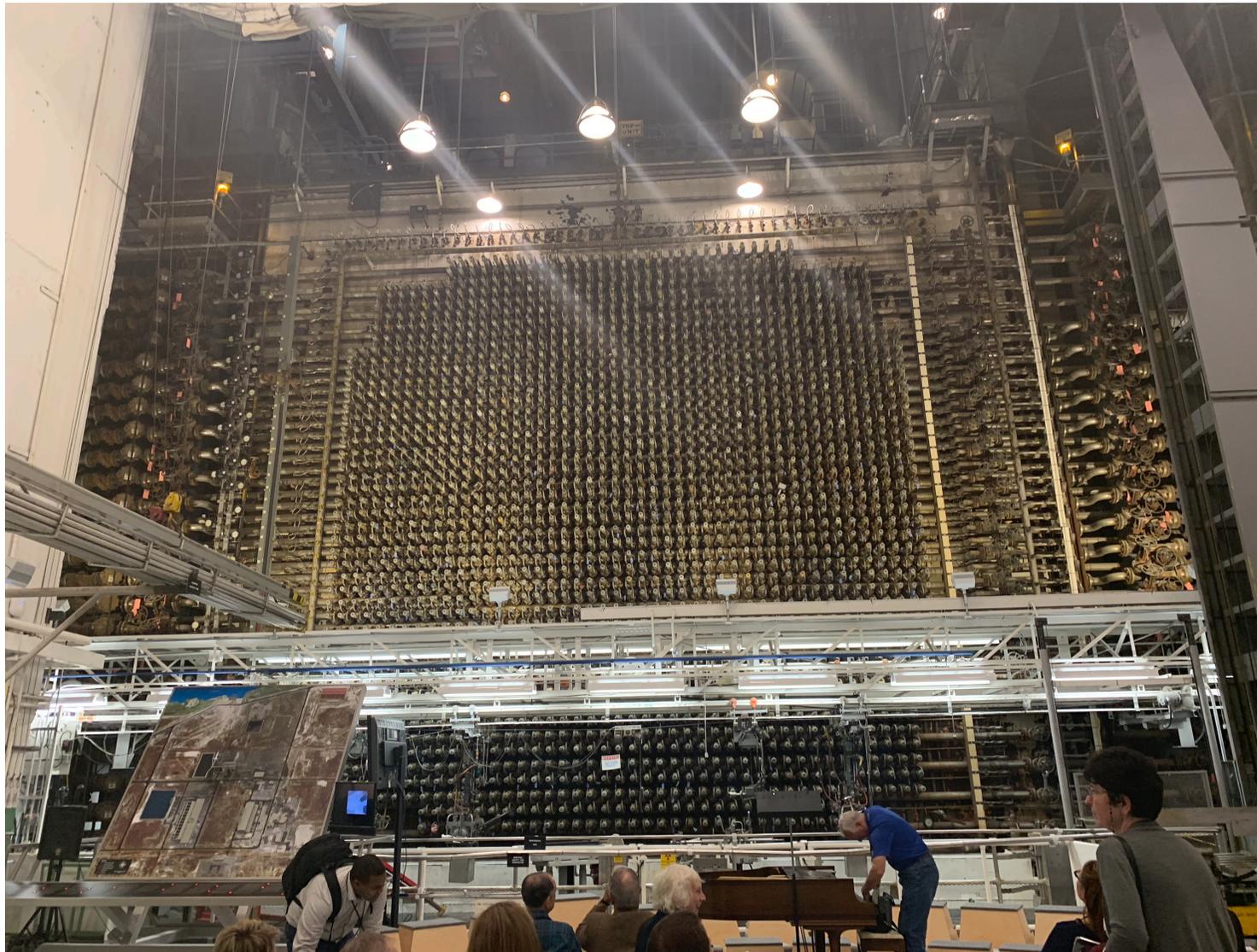








Bリアクター訪問 2018年9月30日





Bリアクター訪問 2018年9月30日



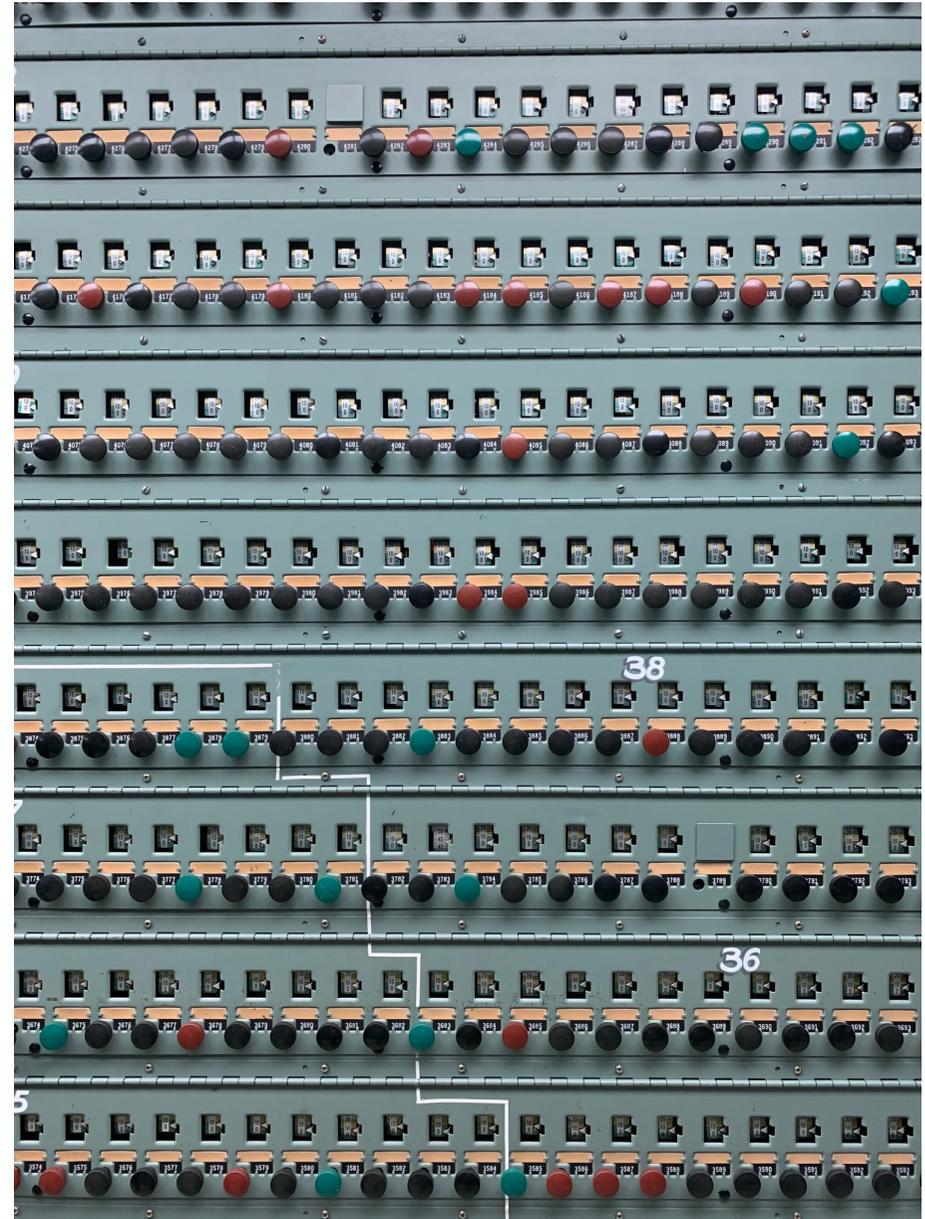
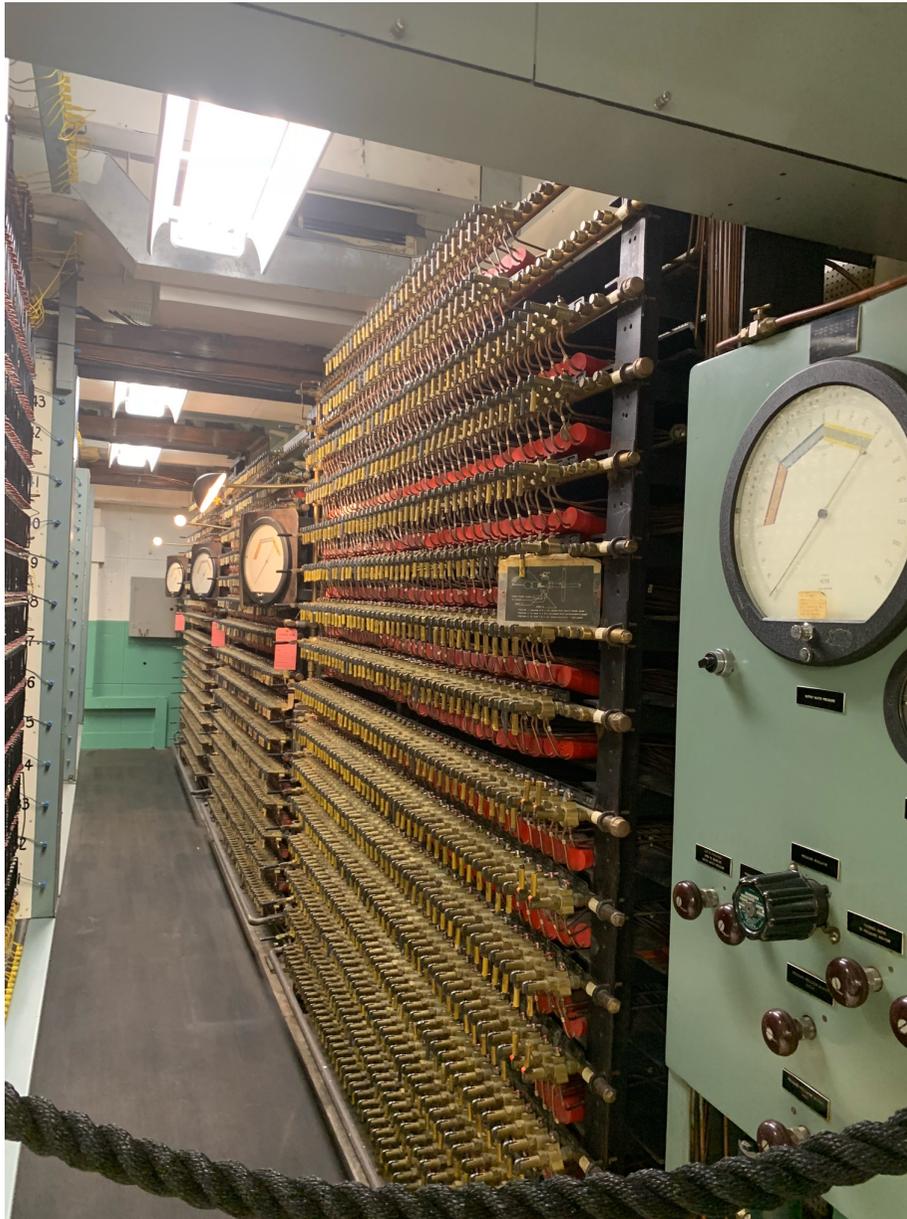


Fukushima Dialogue

Bリアクター訪問 2018年9月30日



Bリアクター訪問 2018年9月30日



Just a few months ago a couple of forestry workers in Lumby, British Columbia — about 250 miles north of the U.S. border — happened upon a [20-year-old Japanese balloon bomb](#). The diastrophic contraption was one of thousands of balloon bombs launched toward North America in the 1940s as part of a secret plot by Japanese saboteurs. To date, only a few hundred of the devices have been found — and most are still unaccounted for.

The plan was diabolic. At some point during World War II, scientists in Japan figured out a way to harness a brisk air stream that sweeps eastward across the Pacific Ocean — to dispatch silent and deadly devices to the American mainland.

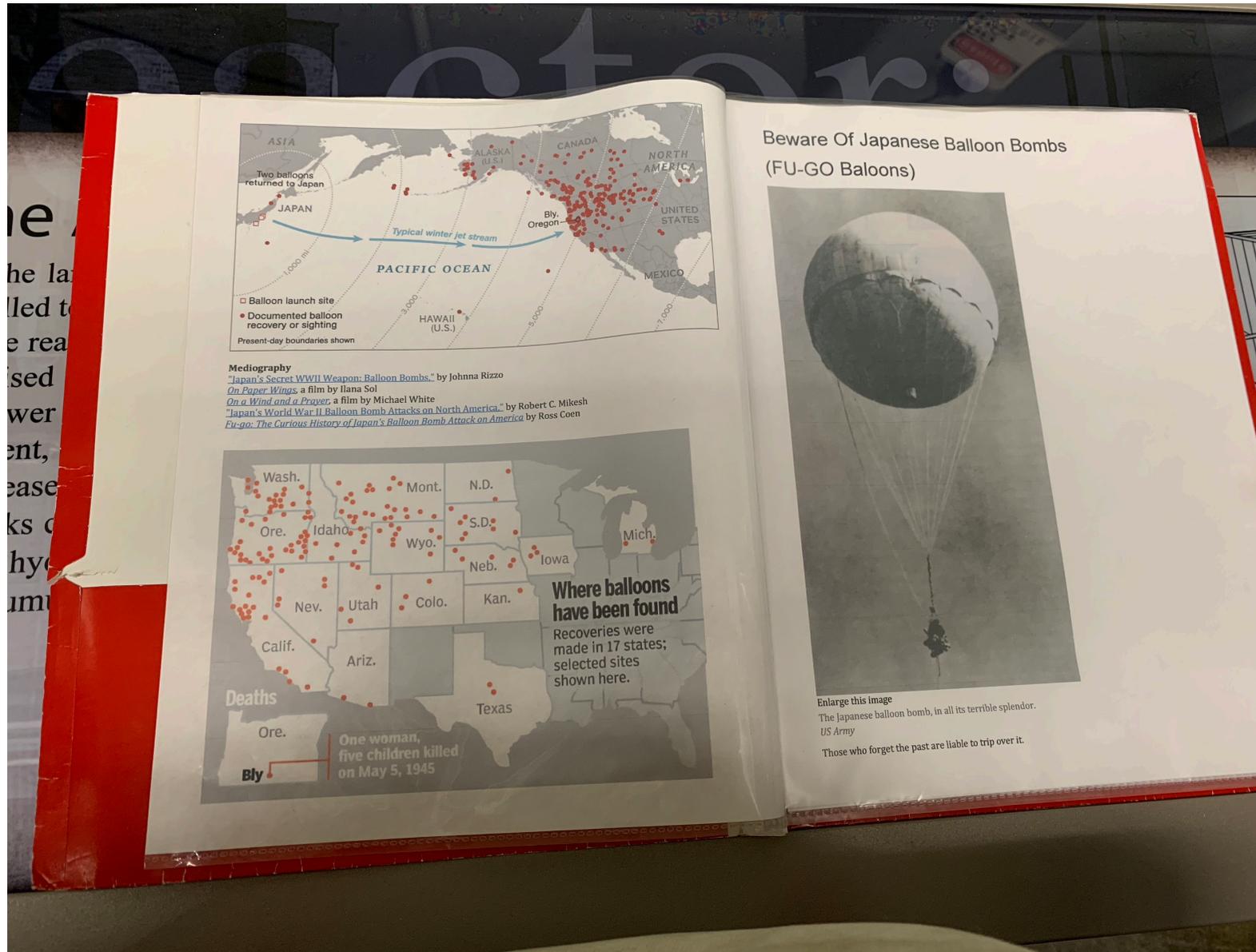
The project — named Fugo — “called for sending bomb-carrying balloons from Japan to set fire to the vast forests of America, in particular those of the Pacific Northwest. It was hoped that the fires would create havoc, dampen American morale and disrupt the U.S. war effort,” James M. Powles describes in a 2003 issue of the journal *World War II*. The balloons, or “envelopes”, designed by the Japanese army were made of lightweight paper fashioned from the bark of trees. Attached were bombs composed of sensors, powder-packed tubes, triggering devices and other simple and complex mechanisms.

'Jellyfish In The Sky'
“The envelopes are really amazing, made of hundreds of pieces of traditional hand-made paper glued together with glue made from a tuber,” says Marilee Schmit Nason of the [Anderson-Abruzzo Albuquerque International Balloon Museum](#) in New Mexico. “The control frame really is a piece of art.”
As [described](#) by J. David Rodgers of the Missouri University of Science and Technology, the balloon bombs “were 33 feet in diameter and could lift approximately 1,000 pounds, but the deadly portion of their cargo was a 33-lb anti-personnel fragmentation bomb, attached to a 64-foot-long fuse that was intended to burn for 82 minutes before detonating.”



This screen grab from a Navy training film features an elaborate balloon bomb.
[Jeff Quinze, YouTube](#)

Once aloft, some of the ingeniously designed incendiary devices — weighted by expendable sandbags — floated from Japan to the U.S. mainland and into Canada. The trip took several days.



Bリアクター訪問 2018年9月30日



2018年9月 ハンフォード訪問について

- Applicability of Radiation-Response Models to Low Dose Protection Standards by American Nuclear Society に参加 <https://www.lowdoserad.org/>



Fukushima Dialogue

2018年9月 ハンフォード訪問について

- Applicability of Radiation-Response Models to Low Dose Protection Standards by American Nuclear Society に参加 <https://www.lowdoserad.org/>



Fukushima Dialogue

2018年9月 ハンフォード訪問について



2018年9月 ハンフォード訪問について



Applicability of Radiation-Response Models to Low Dose Protection Standards



Monday October 1, 2018 Morning

8:00-8:15 Welcome and Introductions Alan Waltar
 8:15-8:30 Goals of the Conference Mike Lawrence
 8:30-8:40 Society Presidents' Welcome
 HPS President Nolan Hertel, ANS Past President Andy Klein

8:40 PLENARY SESSION #1, Opening Session Chair: Nick Dainiak

8:40-9:10 Keynote Address:
 David Brenner
 The Strengths and Weaknesses for linearity in Radiation Risks at Very Low Doses

9:10-9:40 Historical Context:
 Roger McClellan
 Science and Judgment in Setting Radiation Protection Standards:
 Over a Century of Experience

9:40-10:00 BREAK

10:00 PLENARY SESSION #2, Dose-Response Relationships in the Context of
 Standards for Radiation Protection. Chair: Christopher Clement

10:00-10:20 NCRP - Report Commentary #27, Implications of Recent Epidemiological Studies
 for the LNTH Model and Radiation Protection Roy Shore

10:20-10:40 ICRP - Status of ICRP Committee 1 on Low Dose and Low Dose Rate Effects
 for Ionizing Radiation Werner Rühm

10:40-11:00 UNSCEAR - Protection Against Low-Dose Radiation: An Evolving International
 Paradigm for Regulatory Decisions. Abel Gonzalez and Patricia Wieland

11:00-11:20 IAEA - Radiation Response Models and International Radiation Protection
 Guidelines Oleg Belyakov

11:20-11:40 NRC - The U.S. Nuclear Regulatory Commission's Radiation Protection Policy:
 What Does it Take for Change? Cynthia Jones

11:40-12:00 EPA - Environmental Protection Agency Perspectives on Risk Projections
 for Exposures to Low Dose Rate Radiation. David Pawel

12:00 Noon - Luncheon Speaker: Michael Shellenberger
[The Making of the Radiation Panic](#)
 Sponsored by



Applicability of Radiation-Response Models to Low Dose Protection Standards



Monday October 1, 2018 Afternoon

1:00-2:00 PANEL #1
 Can Regulators Accommodate an Alternative
 Dose-Response Paradigm?
 Moderator: William Magwood

William Sacks Radiation Harm vs Hormesis (3 Minutes)
 Peter Colgan IAEA Safety Standards (3 Minutes)
 Antony Hooker South Australian Experience (3 Minutes)
 Julian Preston
 David Pawel

2:00 PLENARY SESSION #3, Epidemiology Chair: Barrett Fountos

2:00-2:25 Russian Health Studies Barrett Fountos

2:25-2:50 Dosimetry for Mayak and Techa River Populations. Bruce Napier

2:50-3:15 Epidemiology of the Mayak and Techa River Populations Dan Stram

3:15-3:40 Comparing High and Low Dose Radiation Rates Dale Preston

3:40-4:10 BREAK

4:10-5:10 PANEL #2
 Epidemiology and Basis for Current Radiation
 Protection Standards
 Moderator: Roger O. McClellan

Richard Bull Internal Dosimetry (3 Minutes)
 Yutaka Hamaoka Analysis of Worker Data (3 Minutes)
 Bruce Napier
 Dan Stram
 Dale Preston

5:10-5:30 The Strategic Low Dose Program of the Canadian Nuclear Utilities - Addressing
 the Worries and Concerns of the Public. Nick Priest

5:30 Poster Session and "Walk-Around Dinner/Reception"



Linear Non-Threshold（閾値なし直線）仮説論争

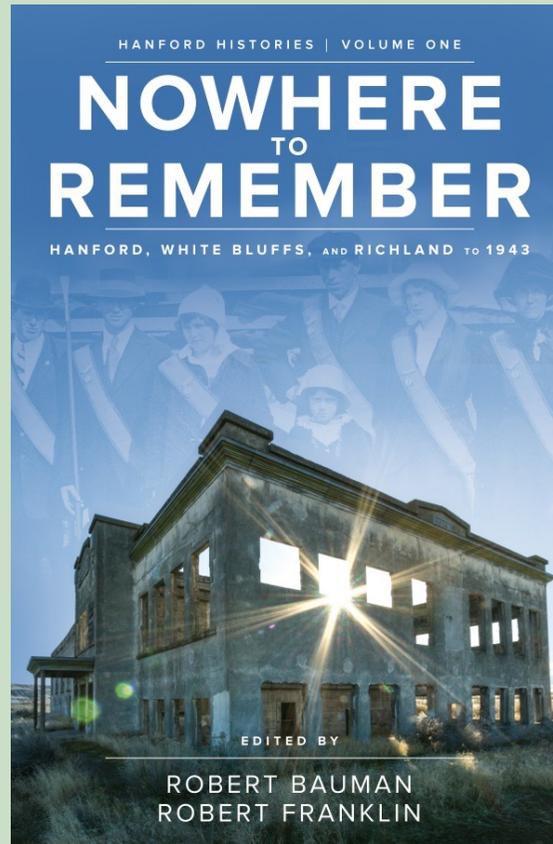
100ミリシーベルト以下の放射線被ばくの影響をめぐる論争

- ICRP（国際放射線防護委員会）は 放射線防護のリスク管理の実用的手段としてLNT仮説を採用
- 100ミリシーベルト以下の被ばくの影響については、見解は統一されておらず、LNT仮説は、リスクを過大評価している・過小評価している、双方からの批判がある
- 災害関連死 福島県 2,337人 岩手県 470人 宮城県 931人
（復興庁 令和5年3月31日現在）
 - 「東日本大震災による負傷の悪化又は避難生活等における身体的負担による疾病により死亡し、災害弔慰金の支給等に関する法律（昭和48年法律第82号）に基づき災害が原因で死亡したものと認められたもの（実際には災害弔慰金が支給されていないものも含めるが、当該災害が原因で所在が不明なものは除く。）」と定義
 - 反原発 → 原発の危険性の証拠
 - 原発推進 → LNT仮説に代表される放射線過剰危険論によって起きた悲劇**

参考資料



ステイブ&ボニー
砂漠のゲンシリョクムラ・イン・アメリカ
安東量子
晶文社



NOWHERE TO REMEMBER
ROBERT BAUMAN
ROBERT FRANKLIN
BY WSU PRESS



Hanford History Project
<https://tricitie.wsu.edu/hanfordhistory/>