

「ビキニ核実験の被ばく住民は核分裂により生成された放射能毒物と化学毒物の複 合影響で健康被害を起こしていた」ことを証明する4段階因果関係論

山田國廣著：

- (1) 第1段階：核分裂事件の勃発および放射能毒物と化学毒物の同時放出
- (2) 第2段階：放射能毒物と化学毒物による環境汚染と人体被ばく
- (3) 第3段階：化学毒と放射能毒物の毒性及び複合影響論
- (4) 第4段階：化学毒物と放射能毒物影響による急性原爆症および慢性原爆症の発症



福島原発事故被害放射能毒・化学毒被害原因裁定を求める会

「ビキニ核実験の被ばく住民は核分裂により生成された放射能毒物と化学毒物の複合影響により健康被害を起こしていた」ことを証明する**4段階因果関係論** 目次(その1)

ページ数	各ページの題名と概要
4	1.1：ビキニ・ブラボー実験で投下された3F型（①水素プルトニウム核分裂②重水素の核融合③ウラン238の核分裂）水素爆弾の概念図
5	1.2：1954年3月1日、ビキニ環礁におけるCastle Bravo 水爆実験に放射能雲の時間変化図
6	2.1:第五福竜丸の被ばく位置と降下した死の灰の放射能分析データ
7	2.2：ビキニ第五福竜丸死の灰における1954年3月26日時点における放射能寄与率（%）ランキング
8	2.3：1945年3月16日から5月31日までに東京港で放射能が検出された漁船の被ばくした海域
9	2.4：第五福竜丸乗組員の被ばく直後の様子と急性原爆症発症の状況の証言
10	2.5：2014年9月23日に久保山愛吉さんが死亡し、ご遺族の篤志により病理解剖がなされ東京大学理学部の木村健二郎教授らにより臓器別の放射能測定が行われた。以下の図は、臓器別に検出された放射能核種である。
11	2.6：1954年3月16日、静岡県焼津へ帰港した第五福竜丸から採取された原爆マグロの①ヒレ、②ウロコ、③乗組員使用手袋がビキニ死の灰・放射能で汚染されたことを示すラジオアウトグラフ映像物質で汚染されていた

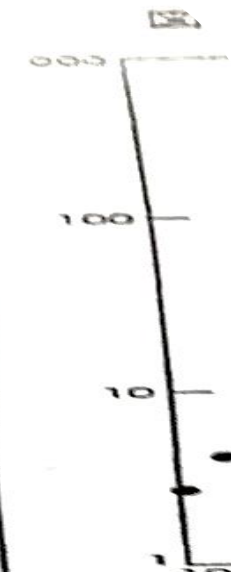
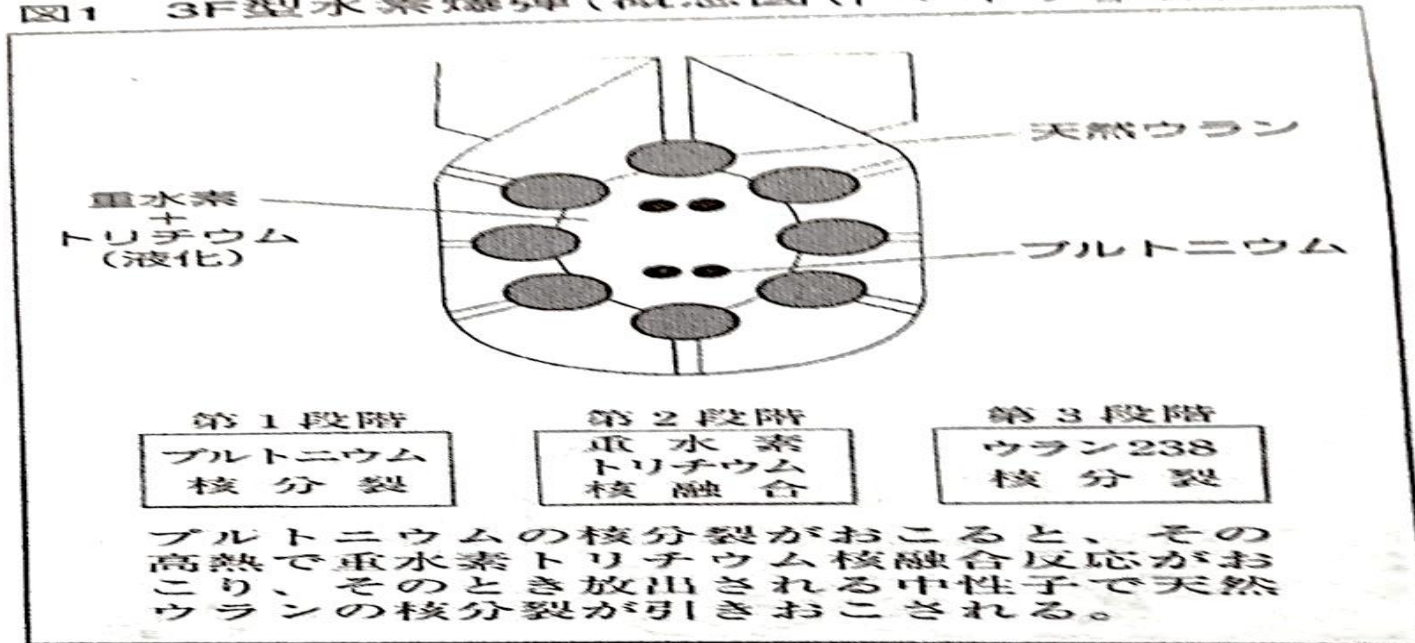
「ビキニ核実験の被ばく住民は核分裂により生成された放射能毒物と化学毒物の複合影響により健康被害を起こしていた」ことを証明する**4段階因果関係論** 目次（その2）

ページ数	各ページの題名と概要
12	3.1：テルル化合物の恐るべき急性毒の総括表⇒「急性原爆症症候群を起こす毒性」
13	3.2：テルル化合物の化学毒性総括表
14	3.3:核分裂生成物の生成と β - (電子) 放出による壊変スキーム（質量数127~140の壊変様式）
15	3.4：外部被ばくと内部被ばくを起こす放射線の分類
16	3.5: ベータ線熱傷の症状とDNAクラスター損傷の関係
17	3.6：DNAの塩基損傷（電離放射線単一の飛跡で1本の鎖の1か所で損傷）と2本鎖切断（単一の飛跡で2重らせんの両方を損傷）のモデル図
18	4.1:東大病院に収容された第五福竜丸乗組員の健康被害状況
19	4.2:第五福竜丸乗組員の①氏名②被災時の年齢③死亡原因疾病④死亡年月⑤水爆実験から死亡までの年月⑥久保山愛吉さんの死亡後臓器の放射能測定結果
20	4.3: ビキニ被災日本漁船・船員の健康被害症状
21	4.4:ロンゲラップ島における被ばく住民に急性原爆症と慢性原爆症が起こっていた。
22	4.5:爆心地から東方160kmにロンゲラップがあり、そこには64人の島民が住んでいたが、多くの住民は急性原爆症を起した。
23	4.6:ロンゲラップ島では、甲状腺がんや先天異常など晩発生に原爆症が多発していた。

1.1：ビキニ・ブラボー実験で投下された3F型（①水素プルトニウム核分裂②重水素の核融合③ウラン238の核分裂）水素爆弾の概念図

出典：ゲ・イ・ボクロフスキー著「現代戦と科学技術（新日本出版社）」76pより

図1 3F型水素爆弾（概念図（「マイク」場合））



- ① 原子核起爆装置（プルトニウム、もしくはウラン・235からなり、ふつうの爆薬でつつんである）
- ② 熱核装置（重水素化リチウムがはいっている）
- ③ 電気式点火装置
- ④ 重水素化リチウムが融合反応（爆発）をおこすと、それからでる高速中性子で爆発する天然ウラン、ウラン・238の外殻

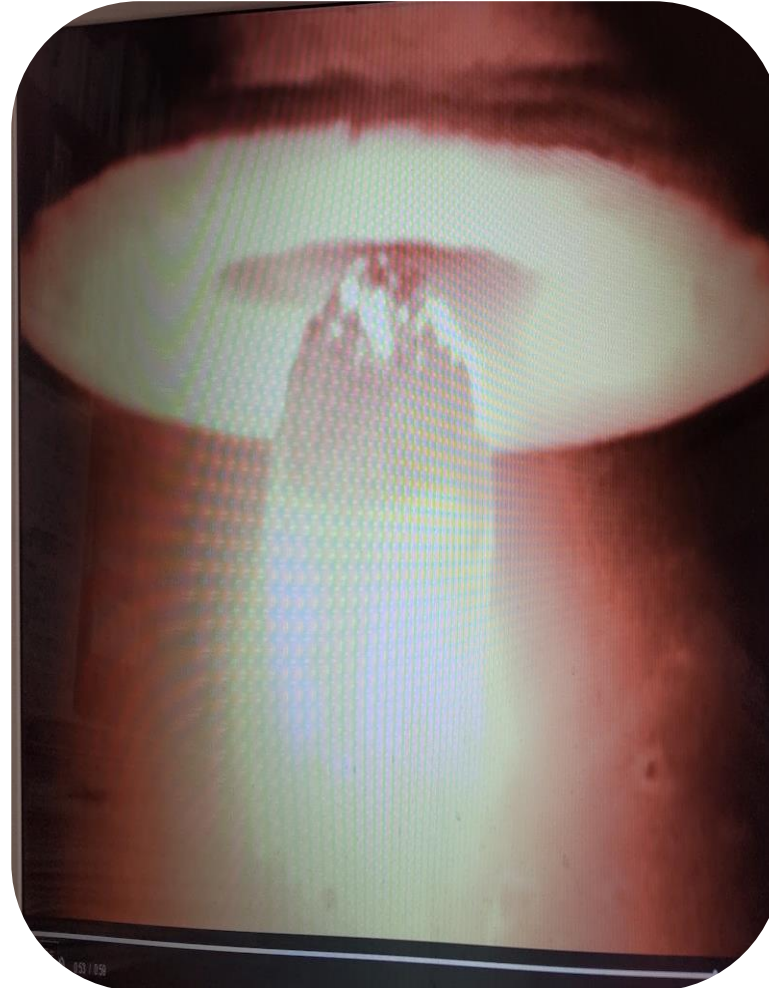
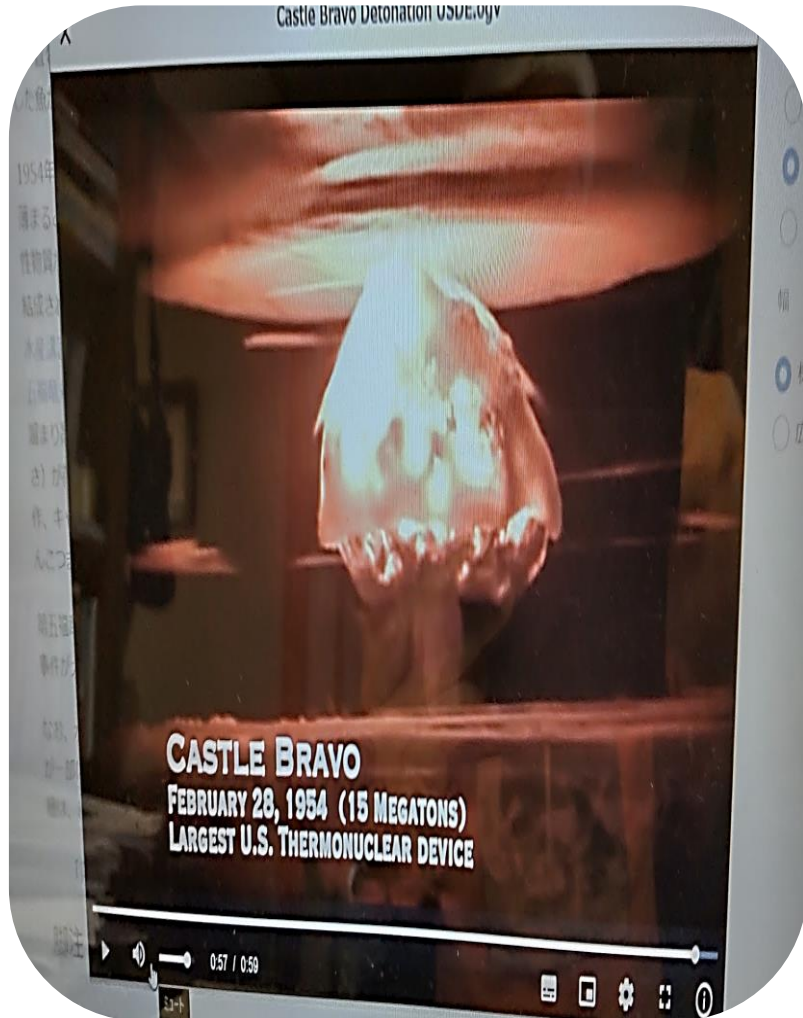
ゲ・イ・ボクロフスキー著、林克也・太田多排訳
『現代戦と科学技術』（新日本出版社）76ページ

山田國廣著「ビキニ核実験被ばく住民は核分裂生成の放射能毒物と化学毒物の複合影響で健康被害を起こしていた」事を署名する四段階因果関係論

1.2 : 1954年3月1日、ビキニ環礁におけるCastle Bravo 水爆実験に放射能雲の時間変化図

左映像：核分裂後にキノコ雲が形成される 中映像：キノコ雲の火球が白く光り笠が大きくなる 右映像：ビキニ環礁に爆風が吹きヤシの木を大きく揺らせている

出典：ウィキペディア：ブラボー実験の動画より：Ja.Wikipedia.org/wiki/ブラボー実験



2.1:第五福竜丸の被ばく位置と降下した死の灰の放射能分析データ

- (1) 1954年3月1日、第五福竜丸はビキニ核実験爆心地から160km東方会場で、死の灰の降下に見舞われた。
 - (2) 第五福竜丸に降下した”ビキニ死の灰”は3月16日焼津港帰港後の採取され、東大、静岡大などの研究陣により測定された。その結果が以下の表である。結果からは、核分裂物質として5種類の放射性テルル (Te-127m, Te-127, Te-129m, Te-129, Te-132) とI-131, I-132が高濃度で検出された。
 - (3) 放射能寄与率 (%) 値は、核分裂から25日が経過した1945年3月26日時点のものであるため半減期の短いTe-132 (半減期3.2日)、I-132 (半減期2時間) 親子核種はかなり減衰していた。この時点から第五福竜丸に死の灰が最初に降下してきた3月1日時点の放射能を逆算定すると、Te-132, I-132の放射能は3月26日測定値の225倍になる。
 - (4) 爆弾燃料由来としてU-237が検出され、それは水爆の正体が3F (Fission:核分裂, Fusion:核融合, Fission:核分裂) 爆弾であることを明らかにした。
- 出典：山本政儀著「ビキニ原爆被災事件から半世紀いまおもうこと」、広島大学学術情報リポジトリ、http://ir.lib.Hiroshima_u.ac.jp

ビキニ原爆被災事件から半世紀：今思うこと

山本 政儀

金沢大学・環日本海域環境研究センター
低レベル放射能実験施設



Radionuclides detected in the Bikini Ash

Fission products

Nuclides	Half-life	Activity (%) (1945/3/26)
核分裂生成物		
ストロンチウム ^{86}Sr	50.53d	1.0 ± 0.5
ストロンチウム ^{90}Sr	28.74y	0.02 ± 0.01
イットリウム ^{90}Y	64.10h	0.02 ± 0.01
イットリウム ^{91}Y	58.51d	8 ± 3
ジルコニウム ^{95}Zr	64.02d	5 ± 2
ニオブ ^{93}Nb	86.6h	—
ニオブ ^{94}Nb	34.98d	3 ± 1
ルテニウム ^{100}Ru	39.26d	—
ルテニウム ^{106}Ru	373.6d	—
ロジウム ^{101}Rh	29.8s	—
テルル ^{127}Te	109d	—
テルル ^{129}Te	9.35h	15 ± 5
テルル ^{130}Te	33.6d	—
テルル ^{131}Te	69.6m	—
テルル ^{132}Te	3.204d	—
ヨウ素 ^{131}I	8.021d	—
ヨウ素 ^{132}I	2.295h	—
バリウム ^{140}Ba	12.75d	5 ± 1
ランタン ^{140}La	1.678d	5 ± 1
セリウム ^{141}Ce	32.50d	7 ± 5
セリウム ^{144}Ce	284.9d	2 ± 1
プラセオジウム ^{144}Pr	13.56d	16 ± 5
プラセオジウム ^{147}Pr	7.2m	2 ± 1
ネオジウム ^{147}Nd	10.98d	9 ± 4
プロメチウム ^{147}Pm	2.623y	—
誘導放射性核種		
硫黄 ^{35}S	87.51d	0.05 ± 0.02
カルシウム ^{45}Ca	162.6d	0.2 ± 0.1
爆弾原料に由来する核種		
ウラン ^{237}U	6.75d	20 ± 10
プルトニウム ^{239}Pu	24,110y	0.0004 ± 0.0002

Induced radionuclides

Radionuclides derived from bomb materials themselves (U, Pu)

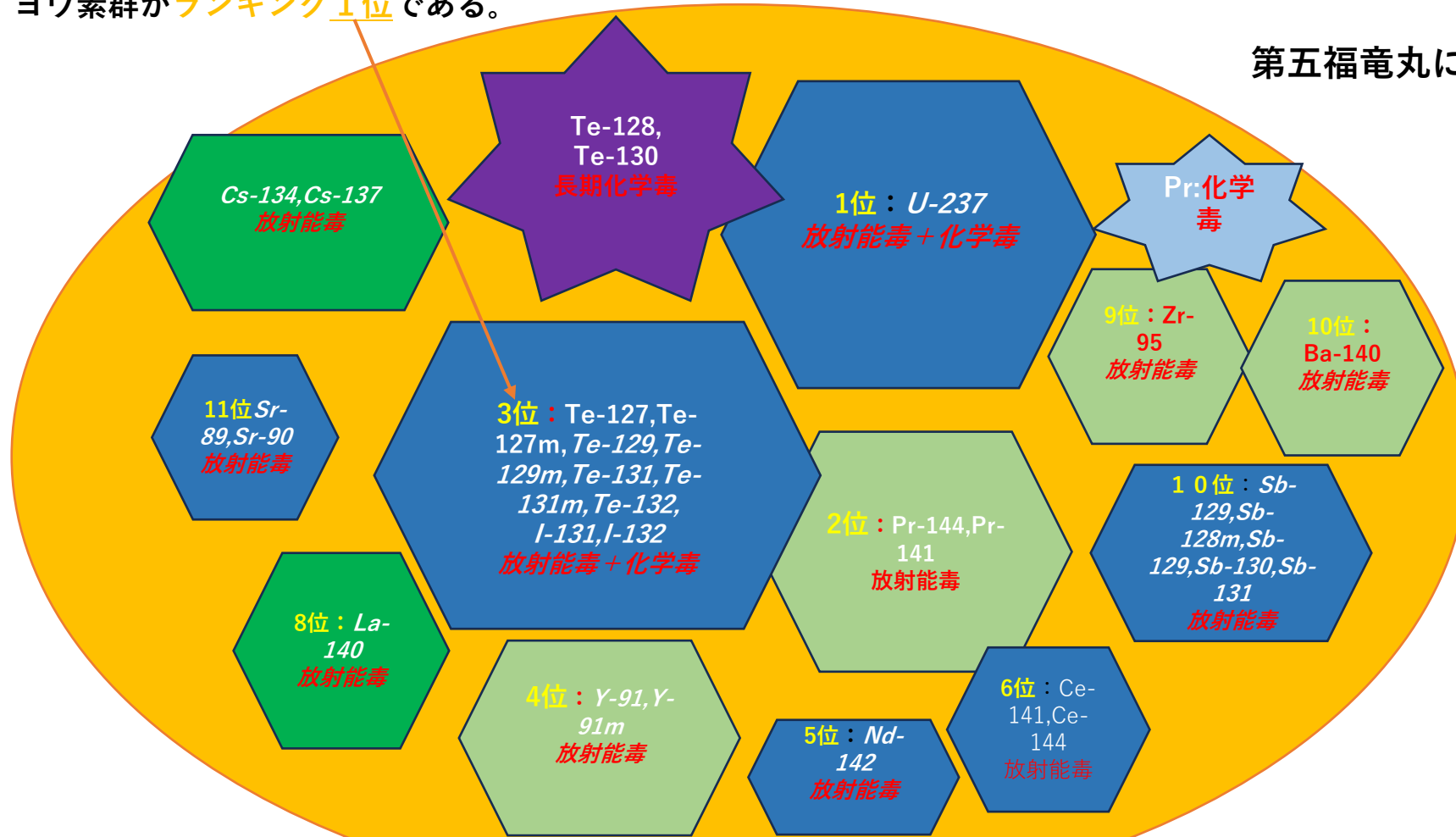
Much amount of ^{237}U

2.2：ビキニ第五福竜丸死の灰における1954年3月26日時点における放射能寄与率 (%) ランキング

右写真は、第五福竜丸乗組員の大石又八さんが甲板で採取し持ち帰った”白い色のビキニ死の灰“である。核実験はサンゴ礁を行われたため、サンゴのカルシウム (Ca) に放射性物質が付着して大量に巻き上げられ、死の灰として第五福竜丸やロンゲラップ島などマーシャル諸島や多くの日本漁船に降下して被ばくさせた。

ビキニ死の灰のモデル図：図中の黄色表示は1954年3月26日時点における放射能寄与率 (%) ランキング

注：1945年3月1日,第五福竜丸に降下して死の灰ではTe-132+I-132の放射能は3月26日時点の225倍であり、放射性テルル、ヨウ素群が**ランキング1位**である。



2.3 : 1945年3月16日から5月31日までに東京港で放射能が検出された漁船の被ばくした海域

- (1) : ①第5福竜丸と同レベル被ばくである200000(d/m/ft²)以上の範囲では②第八順光丸③尾形海幸丸④第十一高知丸⑤第五海福丸の5隻が、被ばくした。
 (2) 100000(d/m/ft²)以上の海域では①第二厚生丸②第十二高知丸③大七丸④第十四丸大丸⑤地洋丸⑥第五明賀丸⑦第十一宝幸丸の7隻が被ばくした。
 (3) 50000(d/m/ft²)以上の海域では①第五菊水丸②みさき丸③徳寿丸④第二十勝丸⑤第二宝幸丸⑥第十二宝幸丸⑦第二明和丸⑧第十一日光丸⑨第十宝生丸の9隻がひばくした。

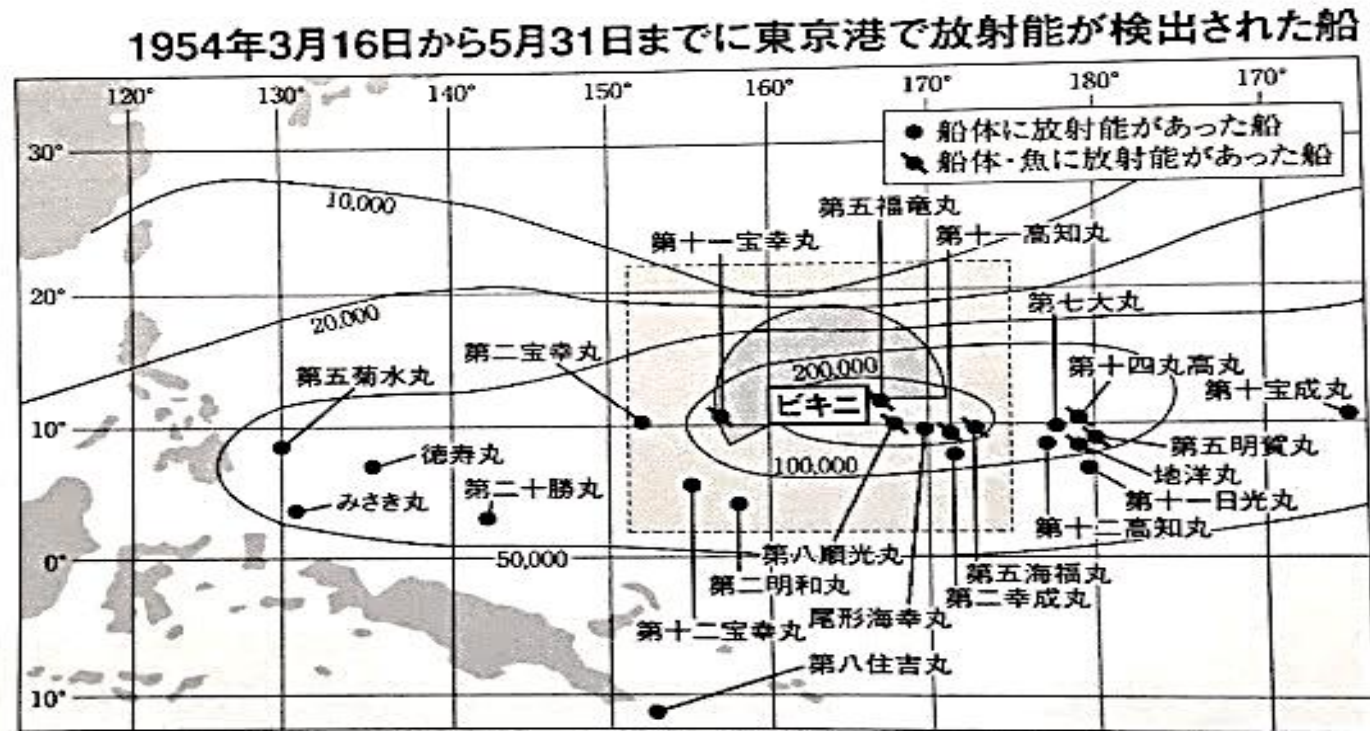
注1 : 単位はd/m/ft²(訳30センチ四方の粘着版に1分間に当たる放射能崩壊数)

注2 : ビキニ環礁には当時、900隻の日本漁船が操業していた。

出典 : 山下正寿著「核の海の証言」より

2024/07/18 14:43

ビキニ被ばく船員訴訟支援/マンスリーサポーター募集! (ビキニ被ばく船員訴訟を支援する会 2023/01/01 公開) - 継続寄...



10,000~200,000 曲線は、米公文書「キャッスル作戦」放射性降下物総量 (単位は d/m/ft²)

□ 最初の危険区域 〃 拡大された危険区域 水産庁要報告指定水域

※東京都獣医衛生課「魚類の人口放射能検査報告」をもとに作成

1954.3.16~5.31までに東京で検出された船 (出典「核の海の証言」山下正寿 著

山田國廣著「ビキニ核実験被ばく住民は核分裂生成の放射能毒物と化学毒物の複合影響で健康被害を起こし

ていた | 事を署名する四段階因果関係論

2.4：第五福竜丸乗組員の被ばく直後の様子と急性原爆症発症の状況の証言

(1) 1954年3月1日早朝、23人が乗った第五福竜丸はビキニ核実験爆心地から東方約200kmを航行中でした。南西の水平線上に閃光を見て、数分後に爆音を聞きました。その3時間後、白い灰が降って来て甲板を覆いました。

(2) 大石又七さんの談です、「夜明け前の静かな洋上に船はただよう。乗組員たちの大切な仮眠の時間である。その時、サーーと夕焼けと同じ色が空いっぱい流れた。驚いて外に出ると、空も海もその色に染まっている。ドドド、ゴー、海面を伝わる地鳴りだ。海全体を包んで下から突き上げてくる。12、3分が過ぎた。空は明るくなり、巨大なキノコ雲が空を突いていた。2時間ほど過ぎただろうか、白いものが空からパラパラ降り始めた。風を伴い雨も交じって、たくさん吹きつけてきた。チクチクと刺さる感じでイライラした。みな目を真っ赤にして、こすりながら作業をした。デッキの上に足跡がついた。唇につくのを舐めるとジャリジャリして固い。熱くもないし匂いも味もない。なんだろう。灰を被った影響はその日の夕方から出た。2日目頃から、灰が当たったところがプツプツ膨らみ始めた。中に水がたまり始めた。1週間くらい経つと、髪の毛が抜け始めた」。

(3) 『核の海の証言』に掲載された山下正寿さんの手記です、「その日の夕方から、頭痛、吐き気、目の痛みと充血が出た。全速力で日本を目指す。八丈島を過ぎた頃から健康が悪化し、顔色が悪くなり、肌が出ているところは火傷のような火ぶくれ、目の充血、食欲不振、頭痛」。久保山愛吉さんも語っています、「実験ですらこの始末、これを実戦に使用した場合は想像するだけでもぞっとするではありませんか。人類の破滅はおろか、生物無き地球と化してしまうことすら考えられます。(中略) 幸いにも生き残ったところで、放射線で真綿で首を絞められるように、徐々に参ってしまうことは明らかです」。

2.5 : 2014年9月23日に久保山愛吉さんが死亡し、ご遺族の篤志により病理解剖がなされ東京大学理学部の木村健二郎教授らにより臓器別の放射能測定が行われた。以下の図は、臓器別に検出された放射能核種である。

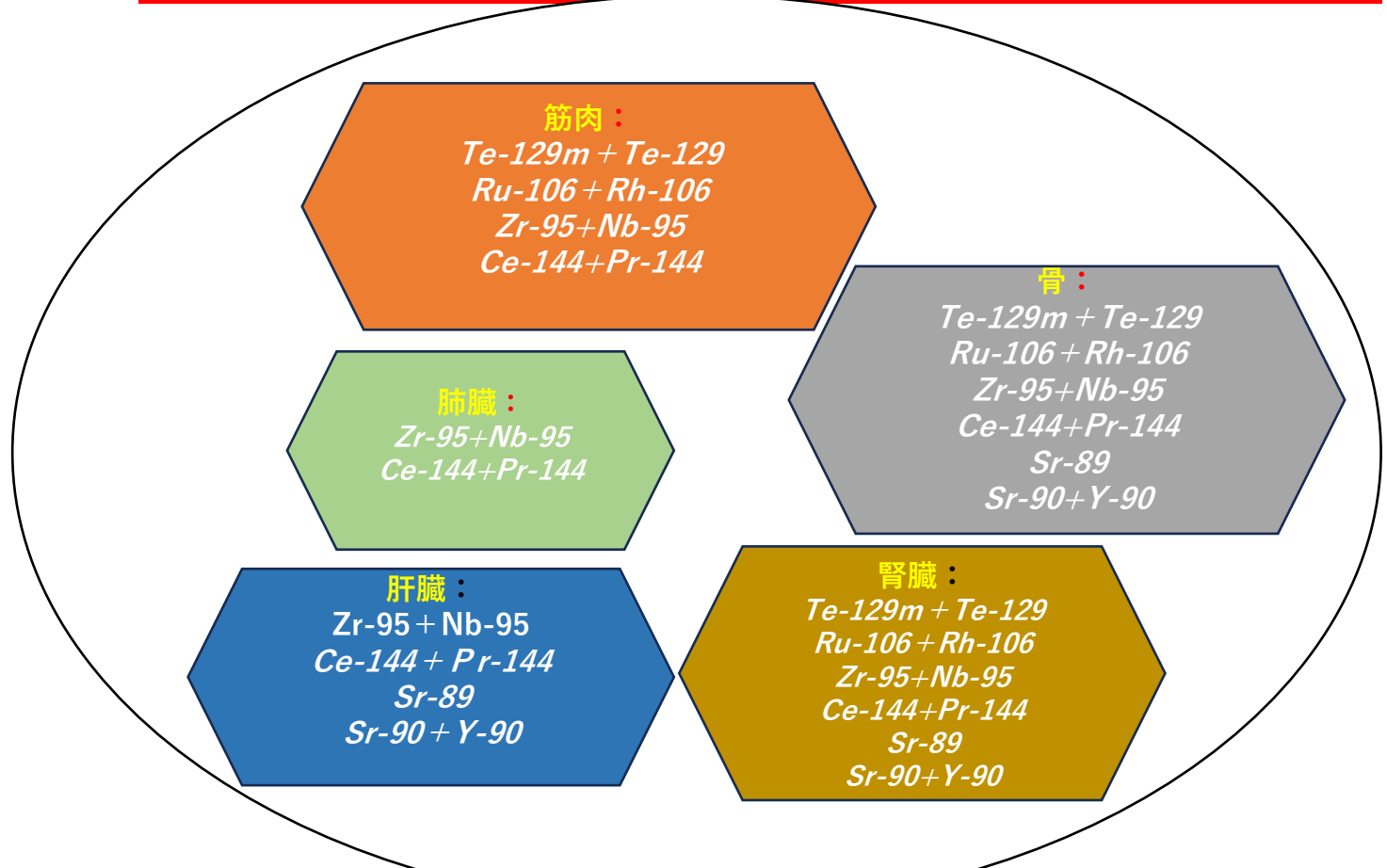
注1 : 久保山さんがビキニ死の灰に被ばくしてから207日後の筋肉、骨、腎臓にはTe-129m+Te-129が検出された。

注2 : 久保山さんがビキニ死の灰に被ばくした3月1日から14日の間では、高濃度のTe-132が各臓器から検出された可能性がある。

出典 : 木村健二郎他著「故久保山愛吉氏の遺体の放射化学分析について」Radioisotope,4巻,2号, p 22-27

https://www.jstage.jst.go.jp>radioisotopes>_pdf

久保山愛吉さんの死亡解剖後の人体・臓器から検出された放射性核種

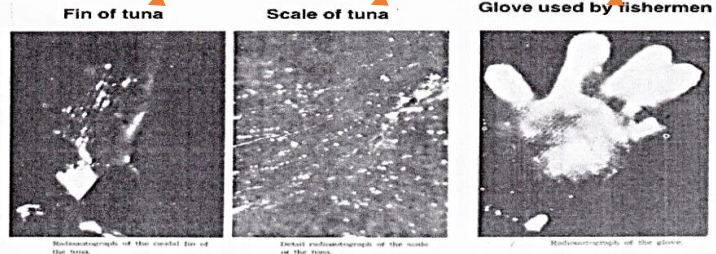


2.6 : 1954年3月16日、静岡県焼津へ帰港した第五福竜丸から採取された原爆マグロの①ヒレ、②ウロコ、③乗組員使用手袋がビキニ死の灰・放射能で汚染されたことを示すラジオアウトグラフ映像物質で汚染されていた。
 ビキニ原爆マグロに付着していた放射性物質は①Te-132,②Ba-140,③Sr-89,④Sr-90,⑤Zr-95,⑥U-237であった。

ビキニ原爆事件から半世紀：今思うこと

山本政儀：金沢大学・環日本海環境研究センター、低レベル放射能実験室
 出典：広島大学情報リポジトリ：<https://ir.lib.hiroshima-u.ac.jp/00030768>

Radioautographs of some samples contaminated by Bikini ashes



ビキニ原爆マグロのウロコに付着していた放射性物質：

- Te-132
- Ba-140
- Sr-89
- Sr-90
- Zr-95
- U-237

JAPAN ANALYST

Vol.3 (1954)

(金沢大学理学部化学教室*) (昭和29年6月20日受理)

いわゆる「原爆マグロ」に附着せる放射性物質について

木羽敏泰・大橋 茂・柴田村治・水辺忠昭

Radioactive Substances Found on the Contaminated Fish

TOSHIYASU KIBA, SHIGERU OHASHI, MURAJI SHIBATA, TADA AKI MIZUBE,
 (Chemical Institute, Faculty of Science, University of Kanazawa)

Tunny fishes on board the No. 5 Fukuryu Maru were shipped from Yaizu to Kanazawa in March 1954. The radioactive substance adhered on the surface of tunney was collected and investigated with the following result. The strongest radioactivity was found in portion collected from epidermis and it showed 205 c/m per cm²(estimated on March 18 by use of Nuclear Type D-34, G. M. Counter Tube); larger part of radioactive substances were found to be adhered on scales and they were in the form of difficultly soluble in water. Only the surface of scales was treated with hydrochloric acid in order to dissolve larger part of radioactive substance, the solution was concentrated and the contents were detected by paper chromatography. Four solvents were consisted of (A) EtOH: BuOH: 10%aq. soln. of NH₄SCN (5:5:2); (B) BuOH satd. with 3 NHCl; (C) Me₂CO:BuOH: concd. HCl (5:2:1), and (D) MeOH:BuOH (3:1). The result of estimation indicated the presence of Ba¹⁴⁰, Sr⁸⁹ or Sr⁹⁰ and Te¹³², radioactive Zr (Zr⁹⁵) and the other radioactive rare earths and U²³⁷ were also considered to be present.
 (Received June 20 1954)

3.1：テルル化合物の恐るべき急性毒の総括表⇒「急性原爆症候群を起こす毒性」

表1：テルル化合物急性毒性の総括表

実験条件	テルルの急性毒性	テルル毒の文献
テルル・エアロゾルの吸入及び経口摂取による急性毒性について	<ul style="list-style-type: none"> 「テルルのエアロゾルは眼、気道を刺激して、肝臓、中枢神経に影響を与えることがある。吸入すると嗜眠、口内乾燥、金属味、頭痛、ニンニク臭、吐き気を生じ、経口摂取ではさらに腹痛、便秘、嘔吐を生じる。目に入ると発赤、痛みを生じる」 	<ul style="list-style-type: none"> 国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」 content">https://www.env.go.jp>content
誤って2gの亜テルル酸ナトリウムをカテーテルで注入された2人の患者への影響	<ul style="list-style-type: none"> チアノーゼ、嘔吐、混迷、意識喪失、腎臓痛が見られ4.5~6時間後に死亡。 2人の剖検では頭頸部の顕著なチアノーゼ、皮下脂肪及び蓄積脂肪の黄変下、筋肉の褐色化、膀胱及び尿管の黒変化、肺、肝臓、脾臓、腎臓のうっ血が見られた。 	<ul style="list-style-type: none"> 国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」 content">https://www.env.go.jp>content
皮膚及び粘膜への局所影響	<ul style="list-style-type: none"> テルル化水素は、特に鼻の領域で刺激効果があります。鼻粘膜はテルルの刺激性により黒緑色に変色します。鼻のキーゼルバッハ部位粘膜に影響を与え鼻血の原因にもなります。 	<ul style="list-style-type: none"> MAK Value Documentation 2006, 「テルルおよびその無機化合物」より https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb1139480vere0022
4週間前のテルルに汚染された肉片を少量摂取した37歳女性の症状	<ul style="list-style-type: none"> 数時間後にニンニク臭が見られ、吐き気、嘔吐、口中の金属味、呼気や汗や排せつ物に顕著なニンニク臭が見られた。 翌日には発熱し吐き気、嘔吐が続いた。2週間後には脱毛がみられた。 来院時の胃には点状出血があり胃粘膜に炎症が見られた。 8週間後には脱毛は止まったが、呼気のニンニク臭は消えなかつた。 	<ul style="list-style-type: none"> MAK Value Documentation 2006, 「テルルおよびその無機化合物」より https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/3527600418.mb1139480vere0022

3.2：テルル化合物の化学毒性総括表

- (1) テルル化合物の急性毒性症状は、β線熱傷による急性原爆症と類似である。
- (2) 慢性症としては、多様な部位のガン、生殖発毒性による新生児の先天奇形や母体の産褥期障害、神経毒症状などがある。
- (3) テルル化合物の遺伝子障害があり、これらはクラスターDNA損傷の原因にもなっている。

出典：国立環境研究所発行、テルルおとにその化合物：<https://www.nies.go.jp>pdfs>ADC2005-1-209> より

テルル化合物の化学毒性総括表

◎テルル化合物の化学毒性総括表：急性毒性、生殖発生毒性、遺伝毒性、免疫での発ガン性、免疫毒性、神経毒性
(赤字部分が注目すべき毒性)

出典：国立環境研究所発行：「テルル及びその化合物」など

毒性の種類	毒性の内容	出典
①テルル化合物の急性毒性 (LD ₅₀)	①テルル単体のマウスに対する経口摂取・半数致死量は20 mg / kg (単位の意味：体重 kg 当たりの経口毒物量 mg) ②ジメチルテルルのラットに対する経口摂取・半数致死量は 7.5 mg/kg (注：青酸カリの半数致死量は 10 mg / kg なので、それに匹敵する毒性がある)。 ③テルルは体内に入ると還元されてメチル化してジメチルテルルになると毒性が 2.7倍強くなる。	国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」(急性毒性, 10p) より
②テルル化合物の急性毒性 (急性原爆症 + 金属の味)	①テルルエアロゾルは眼、気道を刺激して、肝臓、中枢神経に影響を与えることがある。吸入すると嗜眠、口内乾燥、金属味、頭痛、ニンニク臭、吐気を生じ、経口摂取ではさらに腹痛、便秘、嘔吐を生じる。眼に入ると発赤、痛みを生じる。 ②動物実験でのテルルの急性毒性は、肺炎、溶結性貧血であり、経口摂取では振戦、反射低下、麻痺、痙攣、傾眠、昏眠、血尿、死亡がみられた。 ③ヒトの事例では、2 g の亜テルル酸ナトリウムの尿管カテーテル曝露では、嘔吐、呼吸困難、チアノーゼ、意識喪失、腎臓の痛み、肝臓の脂肪変性、浮腫がみられた。少量のテルル汚染肉片を摂取した 37歳の女性の症状では、吐気、嘔吐、口内の金属味、呼吸や汗のニンニク臭、発熱が生じ、2週間後には脱毛がみられるようになった。胃には点状出血がみられた。	①国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」(急性毒性, 10p、ヒトへの影響, 13 p) より ②ACGIH, 7th, 2001
③テルル化合物の生殖発生毒性	①テルルを一定濃度経口摂取したラットでは、胎仔の水頭症、尾や足の奇形、低体重出生がみられ、母ラットには体重減少がみられた。 ②ラットの一定濃度以上のテルル与えると、胎仔では奇形(主に水頭症)および変異(椎骨や肋骨の骨化遅延)、低体重出生、生存率の低下、脳側室拡張が認められた。母ラットでは分娩前の膣出血、活動低下が認められた。 ③ラットに皮下注射で催奇形性試験において、全ての胎仔に水頭症及び水腫がみられ、死亡、体重減少、停留精巣、水頭症、水腫、眼球突出、眼球出血、臍ヘルニアがみられた。	①②国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」(体内動態・代謝, 9p) より ③Tellurium and its inorganic compounds: MAK Value Documentation, Vol22 DFG, Deutsche Forschungsmeinschaft
④テルル化合物の遺伝子障害 (DNA障害、染色体切断、リンパ球の小胞誘発など)に関する知見	①テルル酸アンモニウムは代謝活性系 S9無添加のヒト白血球で染色体切断を誘発した。 ②テルル酸は S9無添加のヒト・リンパ球で小核を誘発した。 ③亜テルル酸ナトリウム、メタテルル酸ナトリウムは S9無添加のネズミチフス菌で遺伝子突然変異を誘発した。 ④S9無添加の二酸化テルル、メタテルル酸ナトリウムは大腸菌で DNA障害を誘発した。 ⑤S9無添加の塩化テルル、亜テルル酸アンモニウムは枯草菌で DNA障害を起こした。	①~⑤国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」(発がん性：遺伝子障害性に関する知見, 14p) より
⑤テルル化合物の神経毒性 (末梢神経ミエリン脱髄) ^{2/4}	①雄雌ラット 122匹 (対照群 72匹) を 1群として 0%、1.25% の濃度で餌にテルルを添加して 15日齢から 35日間投与した結果 1.25% 群では後肢の麻痺が現れたが 6日後には消失傾向になった。坐骨神経では 1日後から節性脱髄、2日後から神経シュワン細胞の細胞質でテルルの蓄積がみられるようになった。腕神経叢でも脱髄がみられたが、11日後には再生ミエリンがみられるようになった。1.25% 群では運動神経伝達速度は 120日後まで一貫して低かった。	国立環境研究所発行「テルル及びその化合物」(中・長期毒性 11p) より

3.3:核分裂生成物の生成とβ - (電子) 放出による壊変スキーム (質量数127~140の壊変様式)

用語説明：縦軸パラメーター：①質量数=Z(陽子数)+N(中性子数)である。②横軸パラメータはZ=陽子数=原子番号である。

③質量数右のmは“meta・stable(準安定核)”を意味しており、γ線を放出してmが外れ同質量数核種に壊変する。

④カッコ内数値は半減期を表しており、単位はs=秒、m=分、h=時間、d=日、y=年である。

⑤中性子過剰数=中性子数/陽子数=(N/Z)であり、④Te-132の中性子過剰数は(N:80)/(Z:52)=1.54、I-132は(N:79)/(Z:53)=1.49、Xe-132(N782)/(Z:54)=1.44である。

⑥β - 壊変系列は“質量数を変えずに陽子数を増やして中性子過剰数を減少させ”安定核種にむけて左から右に向けて壊変が進行して安定核種に到達して終了する

元素名⇒	スズ	アンチモン	テルル	ヨウ素	キセノン	セシウム	バリウム	ランタン	セリウム
β - (電子)の放出による壊変の進行	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒	β - ⇒
質量数 (Z:陽子数 + N:中性子数) ↓	Sn(Z:50)	Sb(Z:51)	Te(Z:52)	I(Z:53)	Xe(Z:54)	Cs(Z:55)	Ba(Z:56)	La(Z:57)	Ce(Z:58)
127	Sn-127m(2.1h) ↓ Sn-127(4.1m)	>Sb-127(3.9d)<	Te-127m(109d) ↓ Te-127(3.9d)	>I-127 (St)					
128	Sn-128(59.1m)	Sb-128(9.0h)	Te-128(St)						
129	Sn-129(3.7m) ↓ Sn-129(2.2m) <	>Sb-129m(17.7m) ↓ Sb-129(4.4h)	<Te-129m(33.6d) ↓ Te-129(69.9s)	I-129(1.57E4y)					
130	Sn-130 (2.6m) <	Sb-130(6.4m) Sb-130(3.6m)	> Te-130(St)	I-130(12.7h)	Xe-130(St)				
131	Sn-131(65s)	Sb-131(23m) <	Te-131m(30h) ↓ Te-131(24.8m)	>I-131(8.06d) <	Xe-131m(12d) ↓ Xe-131(St)				
132	Sn-132(50s) <	Sb-132m(45s) ↓ Sb-132(3.1m)	>Te-132(3.2d)	I-132(2.28h)	Xe-132(St)				
133	Sn-133(39s)	Sb-133(2.6m) <	Te-133m(52m) ↓ Te-133(12.4m)	>I-133(20.8h) <	Xe-133m(54.2h) ↓ Xe-133(5.27d)	Cs-133(St) ↓			
134	Sn-134(20s)	Sb-134(1.5s)	Te-134(43m)	I-134(52.8m)	Xe-134(St)	Cs-134(2.05y) ↓	Ba-134(St)		
135		Sb-135(1.9m)	Te-135(19s)	I-135(6.75h) <	Xe-135m(15.7m) ↓ Xe-135(9.16h) →	Cs-135m(53m) ↓ Cs-135(2E6y) →	Ba-135m(28.7h) ↓ Ba-135(St)		
136				I-136(83s)	Xe-136(St)	Cs-136(13.5d)	Ba-136(St)		
137				I-137(24.2s) <	Xe-137(3.9m)	Cs-137(30.2y) <	Ba-137m(2.57m) ↓ Ba-137(St)		
138				I-138(6.3s) <	Xe-138(14m)	Cs-138(9.58m)	Ba-138(St)		
139				I-139(2.0m) <	Xe-139(40s)	Cs-139(9.48m)	Ba-139(8.3m)	La-139(St)	
140					Xe-140(13.3m)	Cs-140(65s)	Ba-140(12.8d)	La-140(40.2h)	Ce-140(St)

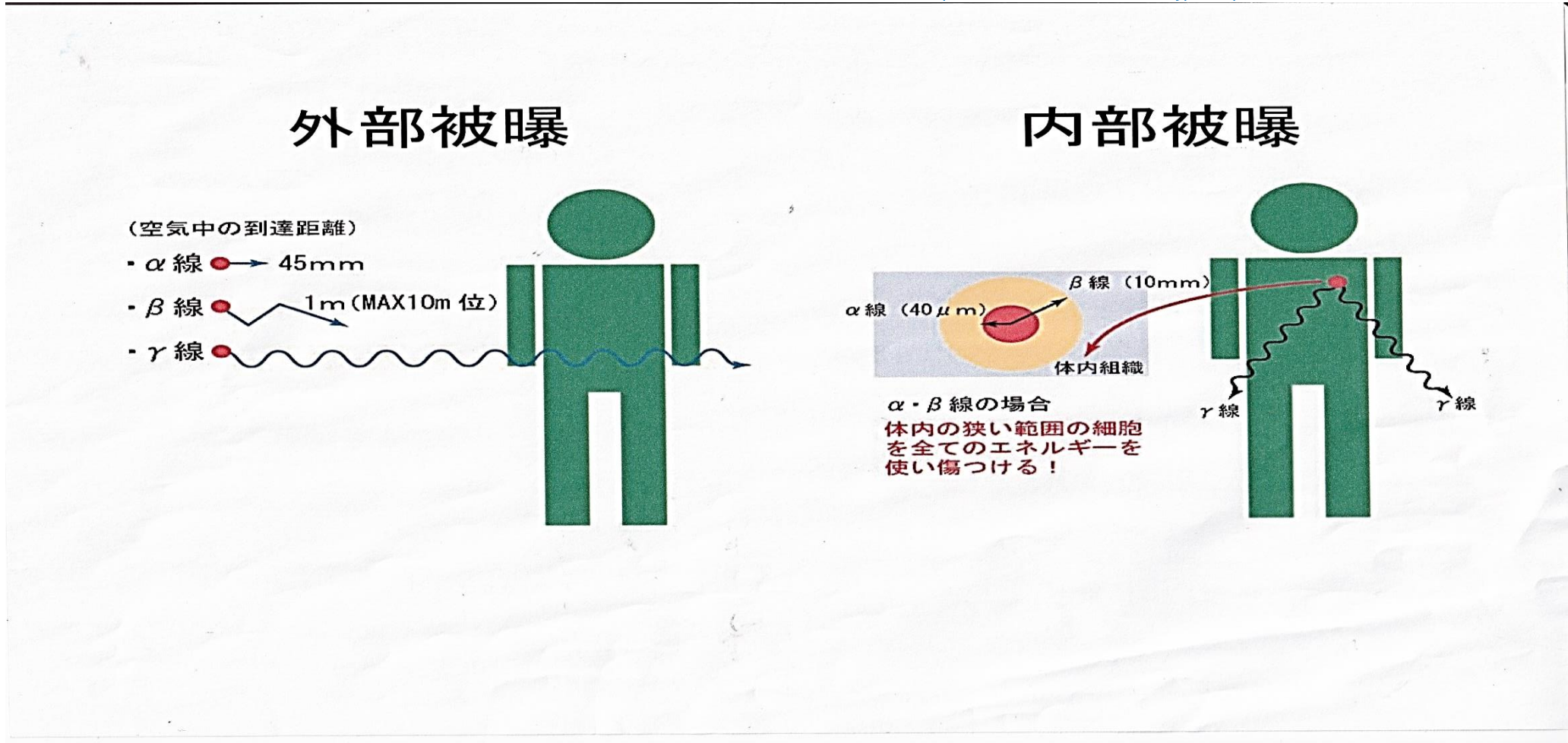
3.4：外部被ばくと内部被ばくを起こす放射線の分類

(1) α 線 (Heの原子核) は空気中を45mm, β 線 (電子) は1m(最大10m)しか飛程しない。 γ 線 (光子) は質量がないので空気中で、エネルギーを減衰させることなく人体に届きかかると通過していく。⇒外部被ばくを起こす主犯は γ 線である。

(2) ベータ線核種を体内へ摂取したり皮膚に付着した場合、 β 線は10mm程度は飛程するので臓器細胞や皮膚細胞内のDNAを損傷させる。放射性U,Puが出す α 線の場合は $40\mu\text{m}$ と短い距離しか飛程しないがその距離内で細胞内のDNAを大きく損傷させる。

⇒福島原発事故で環境汚染したのはTe-132,I-132親子核種に代表される β 線核種であり、内部被ばくの主犯は β 線である。

図の文献：産業医科大学医学部放射線衛生学講座「放射線学入門—福島第一原発事故お受けて—」：<http://ohtc.med.uoeh.ac.jp/tepc-o>



3.5: ベータ線熱傷の症状とDNAクラスター損傷の関係

(1) Te-132,I-132親子核種に代表されるβ線壊変核種による皮膚内部被ばくによるベータ線熱傷が起こる。⇒急性症状は①数時間～数日の内の皮膚の紅斑が表れ②3～6週間後には表皮の細胞をつくる胚芽細胞の減少とともに皮膚が角化してはがれ③4～6週間後には水ぶくれやびらんが生じ④6週間未満で潰瘍ができ⑤10週未満で壊死が起こる。⇒ベータ線熱傷の症状は、テルル化合物急性毒症状と類似である。

(2) β線壊変核種による内部被ばくでは、臓器細胞内DNAの損傷があ起こる。DNA損傷にはDNA2重らせんの1本のみにおこる単独損傷と、2重らせんの両方に複数で起こる“クラスターDNA損傷”がある。β線による内部被ばくの場合は“クラスターDNA損傷”が起こる可能性が大きいことが文献により指摘されている。

(3) 「D.T.Goodhead は電離放射線による電離・励起の特徴とDNA損傷を結び付け図1に基づく仮説を提唱した。この仮説では、電離放射線の単一の飛跡によって、①電離や励起が空間的に不均一に生じ、その結果ある確率で複数のDNA損傷が局所的に固まり（クラスター化し）②固まった損傷は生体にとって修復が難しく生物影響の原因となる」。文献：鹿園直哉著「放射性生物影響の原因となるDNAの傷の塊」、Isotope News 2015年10月号, No.738: https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201510_T

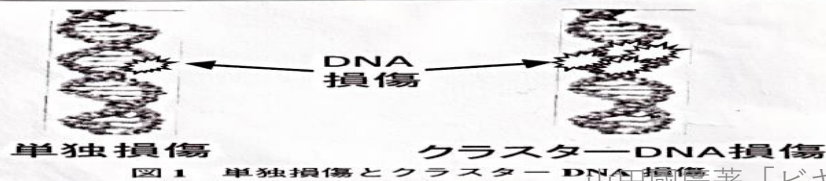
ベータ線熱傷 [beta burn]

2011/04

イミダス編

ベータ線（β線）の被曝（ひばく）による放射線熱傷（radiation burn）で、放射線皮膚障害（radiation dermatosis）と呼ばれる独特の損傷をもたらす。ベータ線は高速の電子からなる粒子線で、その速度やエネルギーの強弱によって透過距離が異なるが、透過力自体は弱く、金属やプラスチックの薄い板で止められる一方、生体では1～10ミリほど透過する。多くの放射線と同様、ベータ線もまた透過の際に、その物質の原子がもともと持っている電子を弾き飛ばしてしまう電離作用（ionization）をもち、被曝に際しては、透過力が弱いがゆえに、皮膚表面から透過が止まるまでの間で、細胞に対してこの作用を最大限に発揮することになる。特に問題なのは、細胞の中核となるDNAを損傷するDNAクラスター損傷（DNA clustered damage）をもたらすことで、新たな細胞を再生する能力が阻害されてしまい、治癒自体が成り立たなくなってしまう点にある。そのため、「熱傷」とはいうものの、通常の火傷とは全く異なるかたちで患部の症状が進行する。とりわけ、細胞周期、すなわち細胞が分裂してから次の分裂を行うまでのサイクルのどの時点で被曝したかで症状の発現が異なってくるため、被曝直後にどの程度の症状に及ぶか診断することは難しい。また、被曝線量が大きいほど早く重く発症し、重篤な場合は、まず急性障害として、(1)数時間～数日のうちに紅斑（こうはん）が現れ、(2)3～6週間後には表皮の細胞を作る胚芽細胞の減少とともに皮膚が角化してはがれ、(3)4～6週間後には水ぶくれやびらんが生じ、(4)6週間未満で潰瘍ができ、(5)10週間未満で壊死が起こる。被曝が軽度である場合も含め、(1)(2)(3)(4)の症状には副腎皮質ステロイドを含むローションや軟こうなどで対応するが、その効果は経過を見て判断するしかなく、観察のために2～3カ月を要することもある。表皮の再生が困難である場合は皮膚移植、ないしは動物の皮膚を用いる異種移植を施したのちに、人工真皮を移植し、血管と真皮が再生したら上皮の移植を行うという長期にわたる何段階もの治療が必要となる。その後も、痛みや知覚異常、血管拡張などの症状が続き、同時に晩発性障害として発がんのリスクもつきまとうことになり、切断などの処置も余儀なくされることがある。

<https://imidas.jp/hotkeyword/detail/F-00-211-11-04-H012.html>



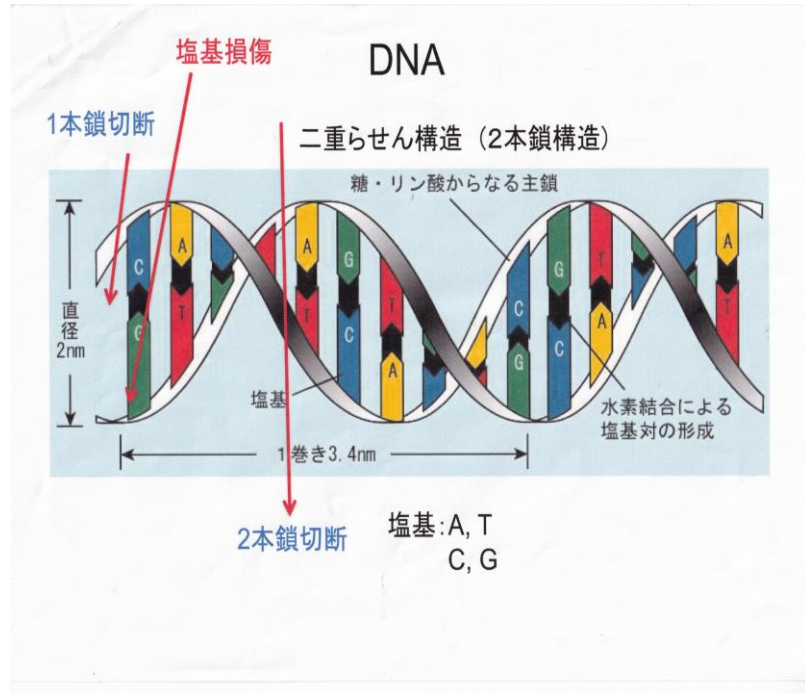
鹿園直哉著「放射線生物影響の原因となるDNAの傷の塊」
Isotope News 2015年10月号 No.738
https://www.jrias.or.jp/books/pdf/201510_T

3.6 : DNAの塩基損傷（電離放射線単一の飛跡で1本の鎖の1か所で損傷）と2本鎖切断（単一の飛跡で2重らせんの両方を損傷）のモデル図

右図：クラスターDNA損傷の概念図⇒クラスターDNA損傷とは、10~20塩基（1~2回のらせん回転相当）内で、2か所以上の損傷、たとえば塩基損傷やDNA鎖切断等を持つものであり、クラスター損傷は大きな生物学的効果を引き起こす原因になると想定されている。

左図の文献：産業医科大学医学部放射線衛生学講座「放射線学入門—福島第一原発事故お受けて—」：<http://ohc.med.uoeh.ac.jp>tepc-o>

右図の文献：「第41回放射線科学研究会公聴記」より：onsa.q.dgdg.jp/r41.htm



1. 放射線によるクラスターDNA損傷とは何か？
 (独)日本原子力研究開発機構量子ビーム応用研究部門DNA損傷修復・細胞影響研究グループ 鹿園 直哉

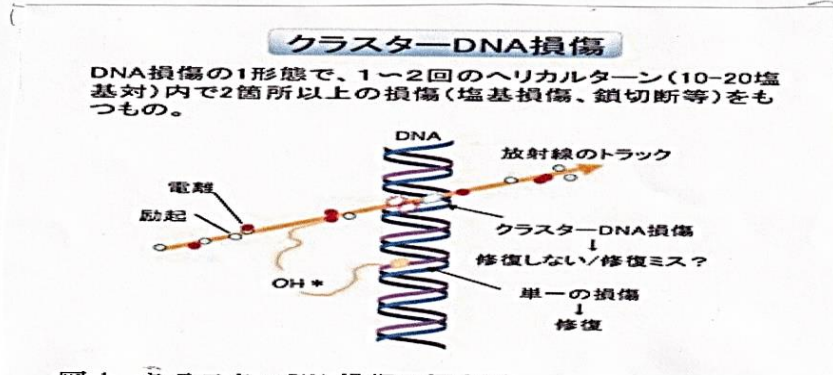


図1 クラスターDNA損傷の概念図

クラスターDNA損傷とは、10~20塩基（1~2回のらせん回転相当）内で2箇所以上の損傷、例えば塩基損傷やDNA鎖切断等を持つものであり、修復が困難、もしくは修復ミスを起こしやすい損傷とされる（図1）。したがって、クラスターDNA損傷は大きな生物学的効果を引き起こす原因になると想定されている。

「単独のDNA塩基損傷に比べて、クラスターDNA損傷は、遺伝子突然変異誘発効果が約6倍高くなることを明らかにした。すなわち、クラスターDNA損傷を形成する塩基損傷は修復されにくく、除去される前にDNA複製される確率が高くなるために、遺伝子突然変異の誘発率が上がると考えられる。以上のことから、(1)電離放射線によってクラスターDNA損傷が形成され、それが生物効果の原因になっていること、(2)クラスターDNA損傷はその種類によって強く修復障害がかかり、それが生物効果に深く関与していることが明らかになった。」

4.1:東大病院に收容された第五福竜丸乗組員の健康被害状況

左写真：東大病院でのビキニ死の灰の降灰再現結果（1954年8月）

右写真：東大病院に收容された第五福竜丸の乗組員たち（決定版昭和史14より）

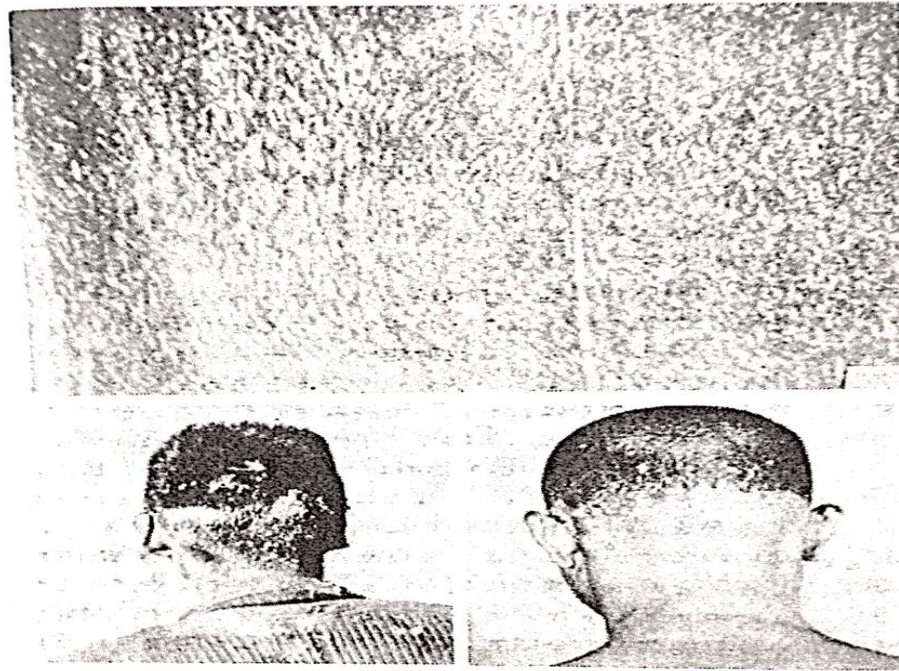


写真4 東大病院でのビキニ灰降灰再現実験（1954年8月）（日本血液学会雑誌，18巻，5号（1955年）より）

（上）「降りしきる時は目や口も開いていられなかった程度」
「甲板上に降った灰の厚さは足跡のつく程度」に合わせた降灰状況

（左下） 同上による着帽（縁広帽）者の場合の後頭部から肩にかけての灰の附着状況

（右下）（左下）の同年4月頃の脱毛状態。

なお、無帽者の場合では、全頭髪の脱毛と皮膚の壊死潰瘍障害が起きている。

射能症の臨床並に血液学的観察（昭和史14より）

の身が同様にぬめぬめしている。年曲推種れ究名が立すつゆちに月者普た



山田國廣著「ビキニ核実験被ばく住民は核分裂生成物の第五福竜丸の乗組員たち」（決定版昭和史14より）

射能毒物と化学毒物の複合影響で健康被害を起こしてい

た」事を署名する四段階因果関係論

4.2:第五福竜丸乗組員の①氏名②被災時の年齢③死亡原因疾病④死亡年月⑤水爆実験から死亡までの年月⑥久保山愛吉さんの死亡後臓器の放射能測定結果

注1：第五福竜丸乗組員たちは死の灰が降下してきた1954年3月1日10時から焼津港に着く3月14日まで、死の灰を呼吸や食品ら体内へ内部被ばく摂取していた（出典1：木村健二郎他著「いわゆる故久保山愛吉氏の遺体の放射化学分析にゆいて」：Radioisotopes,4巻、2号、P22-27(1956年) https://www.jstage.jst.go.jp>radioisotopes>_pdf）。

注2：第五福龍丸の汚染マグロは3月18日に分析され、ウロコなどにはTe-132,Ba-140,Sr-89,Sr-90,Zr-95が検出され、この時点でU-237も検出された。
出典2：「いわゆる”原爆マグロ“に付着せる放射性物質について」、Japan Analyst,Vol3(1954年) より

第5福竜丸漁船員の死亡原因と死亡年齢					
出典：大石又七著「ビキニ事件の真実 いのちの岐路で（みずず書房）」					文献：木村健二郎他著「いわゆる故久保山愛吉氏の遺体の放射化学分析にゆいて」：Radioisotopes,4巻、2号、P22-27(1956年) radioisotopes>_pdf">https://www.jstage.jst.go.jp>radioisotopes>_pdf
①氏名	②被災時の年齢(歳)	③死亡原因疾病	④死亡年月	⑤水爆実験からの経過年	⑥久保山愛吉さんが死亡した直後（核分裂後207日）に死体は病理解剖がなされ臓器別の放射能測定が行われた結果↓
久保山愛吉	40	肝機能障害（急性原爆症）⇒重症黄疸	1954年9月23日	7か月後	①腎臓、筋肉、骨からはTe-129+Te-129mとRu-106+RH-106が検出された。
川島正義	40	肝硬変（肝機能障害）	1975年	21年後	
増田三郎	54	肝臓がん（原発性）肺血栓等	1979年	25年後	②肝臓、腎臓、肺、筋肉、骨からはZr-95+Nb-95とCe-144+Pr-144が検出された。
鈴木鎮三	50	肝硬変（交通事故）	1982年	28年後	
増田祐一	50	肝硬変（脳出血）	1985年	31年後	③肝臓、腎臓、骨からはSr-89,Sr-90+Y-90が検出された。
山本忠司	59	肝臓がん（多発性）肺がん⇒結腸がん	1987年	33年後	
鈴木隆	59	肝臓がん（原発性）	1989年	35年後	上記の文献：木村健二郎他著「いわゆる故久保山愛吉氏の遺体の放射化学分析にゆいて」：Radioisotopes,4巻、2号、P22-27(1956年) radioisotopes>_pdf">https://www.jstage.jst.go.jp>radioisotopes>_pdf
高木兼重	66	肝臓がん（原発性）	1989年	35年後	
久保山志郎	65	肝臓がん（原発性）	1996年	43年後	
服部竹治	66	肝臓がん（心不全）	1997年	53年後	
安藤三郎	71	肝臓がん（原発性）	1997年	53年後	
平井勇	49	肝臓がん（原発性）	2003年	59年後	
見崎吉男	62	肺炎	2016年	62年後	
大石又七	20	肝臓がん（原発性）⇒脳溢血⇒誤嚥肺炎	2021年	67年後	

4.3: ビキニ被災日本漁船・船員の健康被害症状

注1：ビキニ核実験被ばく漁民には①多様なガン②造血障害③心臓・循環器障害④糖尿病が多発していた。

出典：ビキニ被災船員健康調査分析(中間報告)、太平洋核被災支援センター、2018年年7月13日より

調査対象漁船名	乗組員数 (人)	がん発症者(人)	白血病 (人)	造血障害 (人)	心臓・循環器障害 (人)	糖尿病 (人)
		胃、腸、肺、肝臓、すい臓、膀胱、皮膚、 脳、血液 (白血病、リンパ腫を含む)		骨髄、白血球減少 (白血病、リンパ腫を含む) 9	急性心不全、心筋梗塞、 脳梗塞、血管破裂等	高血糖
第5海福丸	18	8	1	1	3	1
第11高知丸	5	4	1	2	3	
第2幸生丸	21	6		2	9	6
第7大丸	20	11	1	1	2	3
第8順光丸	11	4	1	2	2	
第5明賀丸	20	12			6	
新生丸	6	4			2	1
弥彦丸	11	4		2	3	
合計	112	53	4	10	30	11

山田國廣著「ビキニ核実験被ばく住民は核分裂生成の放射能毒物と化学毒物の複合影響で健康被害を起こしていた」事を署名する四段階因果関係論

4.4:ロンゲラップ島における被ばく住民に急性原爆症と慢性原爆症が起こっていた。

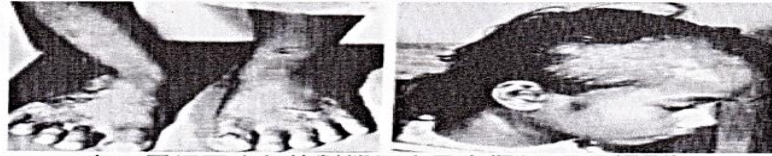
出典；桐生広人著「ヒバクシャ—世界の核実験と核汚染」：ktmts.ma.coocan.jp

注1：1954年3月1日のブラボー水爆実験のフォールアウトパターンを見ると、爆心地から東方160kmで被ばくした第五福竜丸のすぐ南にロンゲラップ島が位置しているのでロンゲラップ島には、第五福竜丸に降下してきた死の灰と同様な汚染粒子が降下していたことになる。

左上写真は“足にできた放射能火傷と頭髪が抜けた少女

右上写真は、生まれながらにして左手首から先がないテシモティ君

ヒバクシャ—世界の核実験と核汚染 (桐生広人 写真と文 母と子でみる 23 草の根出版会 1995年刊)



左＝足にできた放射能による火傷(A E C撮影)
右＝頭髪が抜け落ちた少女(A E C撮影)

2 キャツスル作戦 top

一九五四年三月一日、ビキニ環礁で初めて実験された水爆は、コードネームをブラボー（ぼんざい＝称賛の意）と名づけられ、威力は一五メガトンで広島原爆（約一五キロトン）の約一〇〇〇倍と推定されています。

爆発で生じた原子雲は一〇分後にその上端が三万四〇〇〇メートルの高さに達しました。

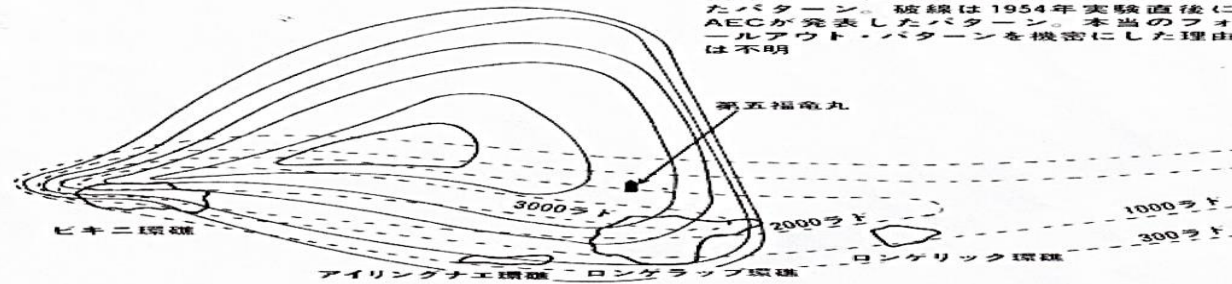
水爆は地上五〇メートルの鉄塔上で爆発したため数千万度にも達した火球が地表面に触れ、地表の土壌を蒸発させて大量のフォールアウト（放射性降下物）を発生させることになりました。

地上には直径一・八キロ、深さ七三メートルのクレーターができ、約五〇〇万トンの土壌が吹き飛ばされました。

この土壌は珊瑚なのでその成分はカルシウムで蒸発によって生石灰となり、その生石灰に核分裂生成物で核分裂しなかったプルトニウム、ウランなどが付着した「雪のように白い」フォールアウトとなったのです。



生まれたとき左手首から先がなく、
足に変形があったテシモティ・チヨアブ君



実線が1984年に機密解除されて公表されたパターン。破線は1954年実験直後にAECが発表したパターン。本当のフォールアウト・パターンを機密にした理由は不明

水爆ブラボーのフォールアウトパターン

4.5:爆心地から東方160kmにロンゲラップがあり、そこには64人の島民が住んでいたが、多くの住民は急性原爆症を起した。

注1：ロンゲラップ島では爆発が終わり数時間すると雪のような“白い粉（死の灰）”が降ってきた。

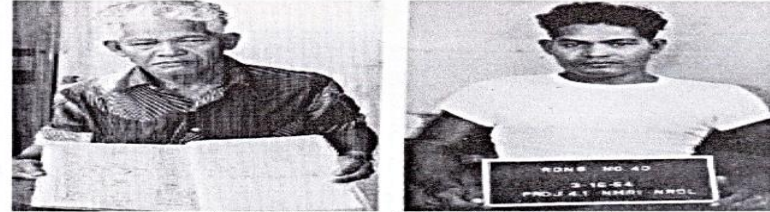
注2：村長のジョン・アンジェイはコーヒーを飲んでいたら、白い粉がカップに入り、喉が痛くなった。

注3：白い粉は降り続け3cm程の熱さに降り積もった。

注4：島の子どもたちはめずらしい白い粉体になすりつけた、すると皮膚は赤く腫れ火傷をしたようになり、目に入ると痛くなり、口に入ると喉が痛くなりった。午後になると、船酔いしたように基部が悪くなり、吐くものや下痢をしたものが出てきました。夜になると頭が痛くなり、寝込んでしまいました。



クワジェレンに運ばれアメリカ兵にガイガーカウンターで調べられる島民（AEC撮影）



村長だったジョン・アンジャインさん。手にしたプレートが秘密の被曝実験の存在を示しているという（右）（AEC撮影）。ジョンさんは被曝させられた全島民の生死や病気を記録している（左）

原子雲の中からは、やがて重い粒子（りゅうし）から降下し始め、軽いものは風によって飛散し始めました。フォールアウトの広がりや風向きや風速によって異なるので、核実験本部は風が北西に吹くものとして危険区域を設け、船や飛行機の立ち入りを禁止していました。

実験当日、気象観測によって「ビキニ東方の小環礁群の北方にフォールアウトが運ばれる」と予報されたにもかかわらず実験は強行されました。

その道筋の下には人の住む、アイリングナエ、ロンゲラップ、ロンゲリック、ウトリックの環礁があり、海上には日本のマグロ漁船第五福竜丸がいました。

粒子の大きな高いレベルの放射能を帯びたフォールアウトは、約一万八〇〇〇平方キロメートル、ほぼ四国全土に等しい広さを覆いつくしました。

ビキニの東約一六〇キロにはロンゲラップ環礁があり、ロンゲラップ島には六四人の住民がいて、少し南にあるアイリングナエ環礁にはロンゲラップ島からコブラの収穫にきた一八人が働いていました。

水爆という大きな実験にもかかわらず、島民の移転は行なわれませんでした。

その日のことをアイリングナエにいたリジョン・エクラフンさんは「家で寝ていたのですが、閃光を目に感じて目覚めました。

何が起こったのか見ようと私たちは外にかけたしました。

見ると太陽のようなものがふくれあがっているところでした。

その直後、大きな音を聞きました。ちょうど大きな雷（かみなり）のような。

そして大地が突然揺れ始めました。

何が起きたのかわからなかったので大変恐くなり皆集まってじっとしていました。

前夜は飛行機が飛び回っていたので、戦争が始まったと思いました」と語っています。

ロンゲラップでは爆発の騒ぎが一段落して数時間すると、こんどは「雪」のような白い粉が降ってきました。

村長のジョン・アンジャインさんは戸外でコーヒーを飲んでいました。

白い粉がコーヒーカップのなかに入りそれを飲むとやがて喉が痛くなりました。

「雪」は夕方まで降りつづけ、三センチほどの厚さになると熱帯のロンゲラップ島は、きまぐれな「雪」のために一面の銀世界になったのです。

思いがけない「雪」に子供たちは粉を体になすりつけたりしました。

すると皮膚は赤く腫（は）れ火傷をしたようになりました。

粉が目に入ると目が痛くなり、口に入ると喉が痛くなりました。

午後になると船酔いをしたように気分が悪くなり、吐く者や下痢をする者もいました。

夜になると今度は頭痛が始まり、皆病人のように寝込んでしまいました。

翌日、水上飛行機でロンゲラップ島にやってきた軍人は放射線測定器の示す数値に驚いて「水を飲むな」と言いおいてわずか一〇分で引き上げてしまいました。

爆発があった三日めの朝（五〇時間後）、アメリカ軍の輸送船が来て何の説明もなく島民は島を離れるようにいわれ、船に乗せられました。

ボースで頭から水を浴びせられ、着の身着のままクワジェレンに連れていかれました。

4.6:ロンゲラップ島では、甲状腺がんや先天異常など晩発生に原爆症が多発していた。

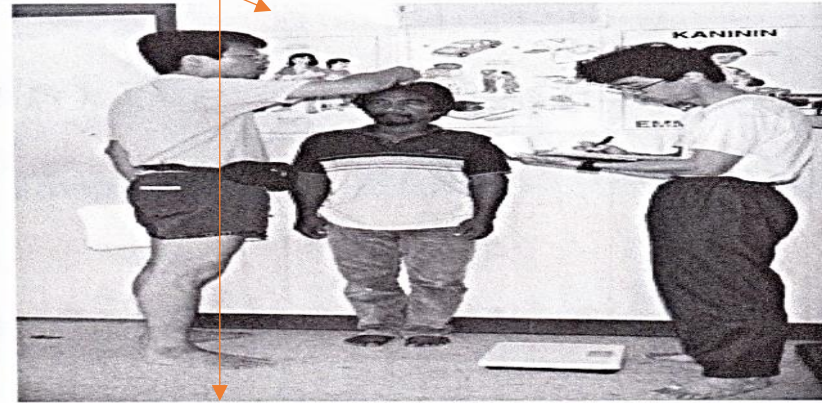
左上写真1：甲状腺の手術を受けたエレンさん

右上写真：1歳の時に被ばくし成長が止まってしまったアレットさん

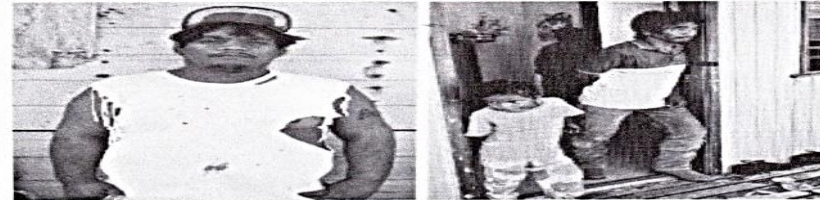
右下写真：甲状腺機能障害で口蓋に異常があるチューリさん。



エレン・ポアスさんは二回も甲状腺手術を受け、ネックレスのような大きな傷跡が今も残る



1歳のとき被曝したアレットさんは9歳の時成長が突然止まってしまった



左=障害のせいかいつも険しい表情をしているアレットさん
右=成長障害で治療を受けたが精神障害をきたしたアイクさん



ロングラップからメジャット島に移住して一年めの子供たち



ひどい障害を持つチューリという女性。
18歳になっても身長は120センチで口蓋に奇形をともっており、甲状腺機能障害が原因と思われる