

奈良林直参考人証言，2014. 1.24 佐賀県議会 原子力安全対策等特別委員会

意見陳述のあと，稲富（自民），内川（県民ネットワーク），宮原（自民），武藤（共産），宮崎（市民リベラル），八谷（自民），江口（県民ネットワーク）の各氏が質問

奈良林氏略歴：1978年 - 東芝入社．原子力事業本部原子力技術研究所に配属

2005年 - 北海道大学大学院工学研究科助教授就任

スライドの内容 温暖化，気候変動問題／人口問題，エネルギー問題／チェルノブイリ福島原発事故／安全対策／審査，規制／チェルノブイリなど海外視察／福島／「風評被害」／高レベル廃棄物／将来展望／海外交流／強化された安全対策／1号機の脆性問題／まとめ

（これより先，2013年12月13日に，井野博満氏を参考人招致）

1. 太陽光発電のコストパフォーマンス

奈良林氏

「太陽光について、実は実力的には原発の1/10しか電気が出ていない。しかも、コストは10倍高い。ですから、100倍コストパフォーマンスが悪いです」

- ・「原発の1/10しか電気が出ていない」 ⇒ 意味不明？
- ・コストパフォーマンスは、1kWhあたりの発電コストで比較すべき

原発の発電コスト(政府試算): 5.3円/kWh

太陽光発電の買取価格(2014年度): 32円/kWh

$$32/5.3 = 6.0 \text{ 倍}$$

- ・政府試算の5.3円/kWhは、原発推進のために特殊なモデルで算出したもの
大島堅一氏(立命館大学)により
実績に基づいて算出された原発の発電コスト(揚水発電を含む): 12.23円/kWh

$$32/12.23 = 2.6 \text{ 倍}$$

- ・原発の発電コストに原発事故による補償費用や除染費用などを含まれば、この倍率はもっと小さくなる

- 毎日新聞社 |
- English |
- まいまいクラブ

毎日新聞 2011年12月25日 東京朝刊

トップ > ライフスタイル > 健康 > Dr. 中川のがんの時代を暮らす > アーカイブ > 記事

Dr. 中川のがんの時代を暮らす

この記事印刷

Dr. 中川のがんの時代を暮らす：/20 DNA 傷つけるラドン

地表の下に広く存在して、大陸を支える岩石の大半は、御影(みかげ)石とも呼ばれる「花こう岩」です。花こう岩は、ウランやトリウムなどの放射性物質を多く含みます。岐阜県や山口県で「自然放射線」が高いのは、花こう岩が大量にあるうえ、岩盤が露出している山岳地帯が多いためです。

日本の場合、花こう岩など大地から発生するガンマ線で年0.4ミリシーベルト程度の外部被ばくを受けています。さらに、この花こう岩からは「ラドンガス」が発生します。秋田県の玉川温泉などの「ラドン温泉」は、がん患者の皆さんにも有名ですが、温泉地や鉱山では空気中のラドン濃度が高くなっています。

天然の放射性物質であるラドンガスは、ウランがラジウム、ラドンへと「崩壊」するときが発生します。このガスを吸い込むことによって、日本では年平均0.4ミリシーベルト程度の内部被ばくが起っています。

鉱山労働者に肺がんが多いことは以前から知られていました。体内に吸い込まれたラドンが、肺の細胞のDNAを傷つけ、肺がんの原因となると考えられます。肺がんは、年間死亡数約7万人と、日本人のがん死亡のトップです。肺がんの最大の原因は喫煙ですが、原因の第2位は、このラドンガスなのです。世界保健機関(WHO)によると、肺がんの原因の3~14%が、空気中のラドンの吸入による被ばくと言われます。たばこを吸わない人にとっては、ラドンが肺がんの原因のトップになります。

たばこの煙には、ベンゾピレンなどの発がん物質のほかに、ラドン由来の放射性物質が含まれます。ラドンが崩壊してできる「ポロニウム」など大気中の放射性物質が葉タバコに付着するため、たばこを吸うと被ばくするのです。この放射性ポロニウムは、元ロシア連邦保安庁(FSB)のリトビネンコ氏の暗殺にも使われましたが、1日にたばこを1~2箱吸うことで年0.2~0.4ミリシーベルトの被ばくを受けます。

自然被ばくの原因となっている花こう岩ですが、その形成には水が必要です。このため、地球以外の惑星にはほとんど存在しない岩石です。私たちが自然被ばくを受けるのは、「水の惑星」の住人だからなのです。(中川恵一・東京大付属病院准教授、緩和ケア診療部長)

- 寄贈：北上のボランティア、脱毛に悩むがん患者に帽子贈る /岩手

放射線粒子と通常分子との運動スピードの違い

生体細胞内の分子やイオンの運動速度（熱運動），およその値

6 m/s (酵素, 分子量10万の場合)

400 m/s (水分子)

2,000 m/s (水素イオン)

放射線粒子の速度

秒速1万7千キロ アルファ線 (ラドン222, 5メガ電子ボルト)

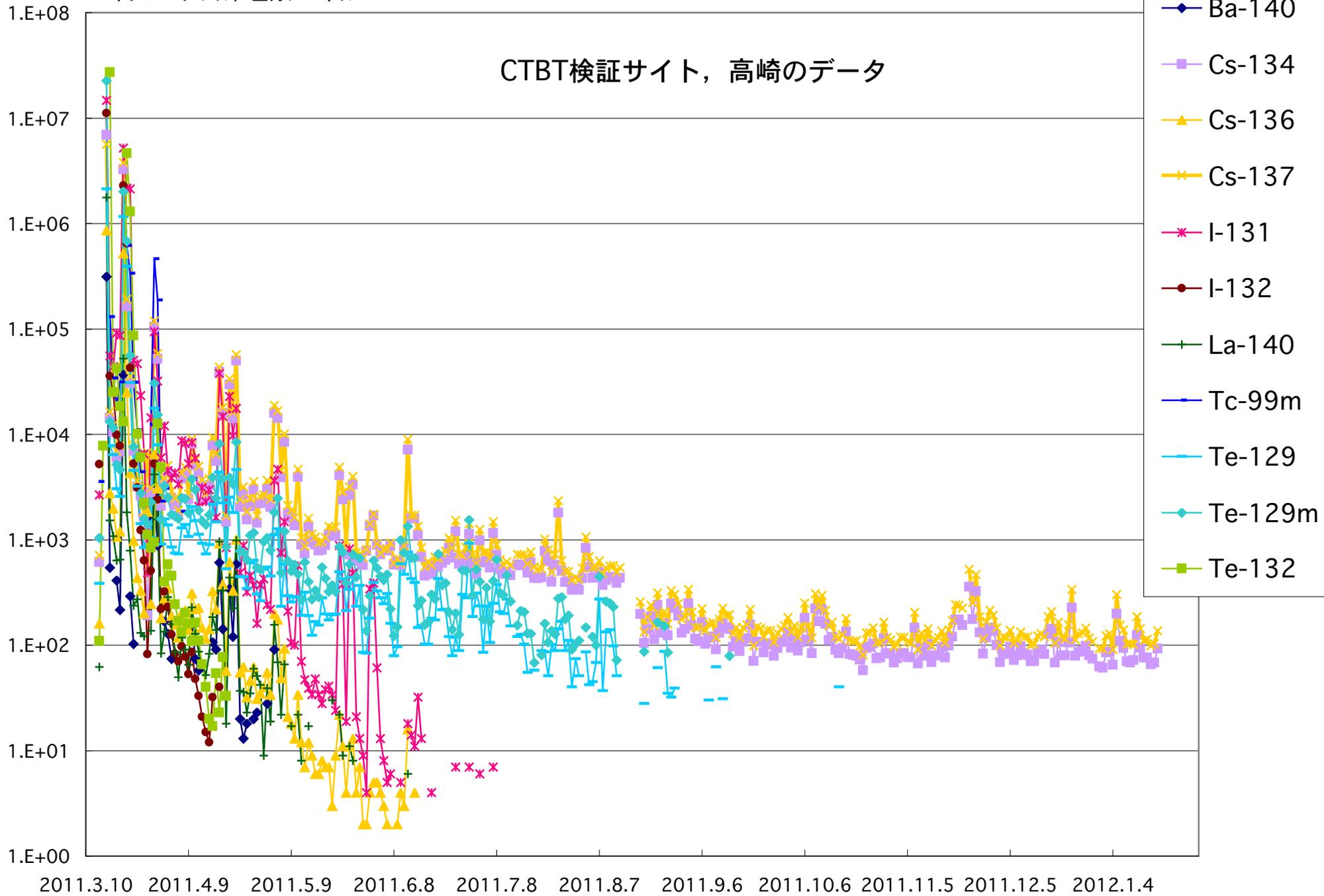
秒速26万キロ ベータ線 (セシウム137, 500キロ電子ボルト)



図 20 オクロ露天掘北部より原子炉ゾーン No.1 と No.2 をのぞむ。背景は露天掘南部と西側斜面を形成する砂岩である。中央左側の構築物は原子炉ゾーン No.2 の保存部分であるが、右側にある模様は、原子炉ゾーン No.1 が核反応をおこなっていた際の熱水により砂岩が溶かされた跡である。

マイクロベクレル/立方メートル

CTBT検証サイト，高崎のデータ



群馬県高崎市の核実験探知施設のデータ (黄色のx印と線がセシウム137)

広島県の環境放射能データ (紫色がセシウム137)

マイクロベクレル/立方メートル "E+08"などは10の8乗などの意味

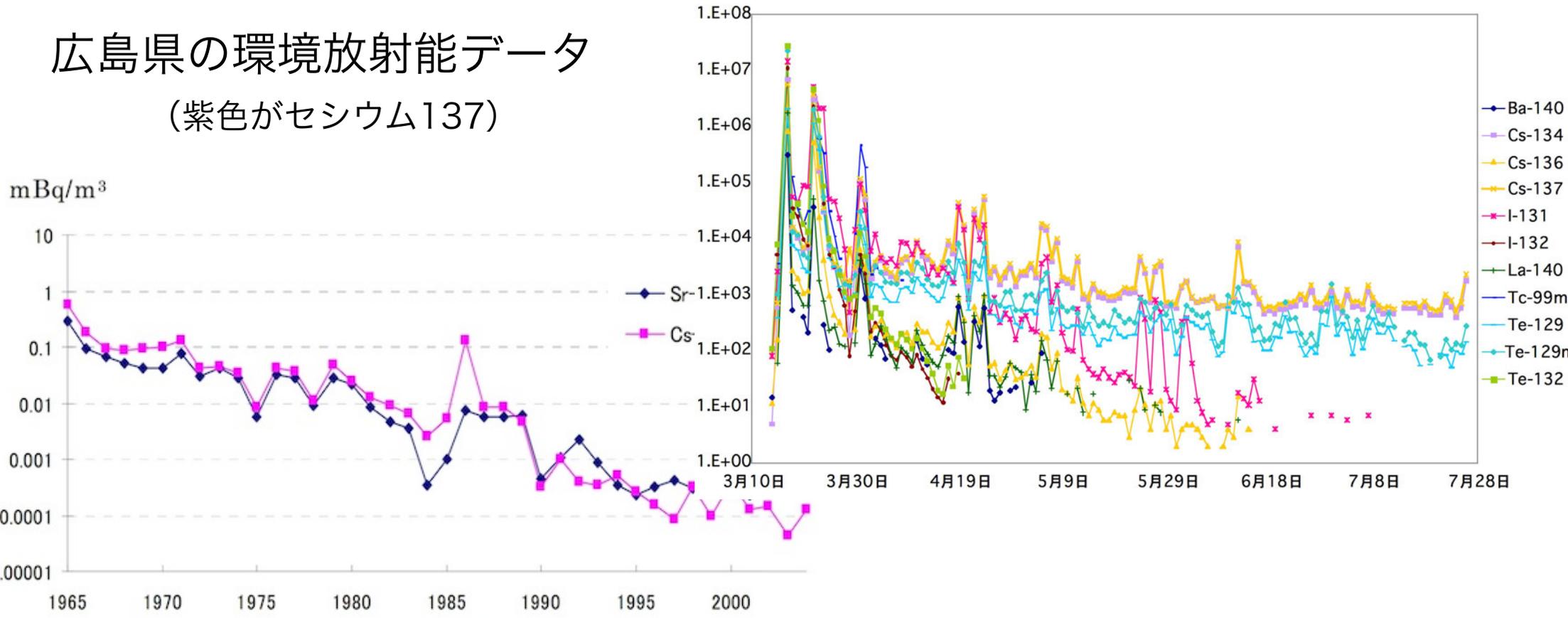


図1 大気浮遊じん中の Sr-90 及び Cs-137 の経年推移

本資料のうち、枠囲みの内容は商業機密に
属しますので公開できません。

重大事故等対策の有効性評価に係る シビアアクシデント解析コードについて

(第 3 部 M A A P)

添付 2 溶融炉心と冷却水の相互作用について

表 3.1-1 FARO 実験条件及び結果一覧

実験 ID	UO ₂ 質量割合※	溶融物質量 kg	溶融物温度 K	溶融物落下径 mm	雰囲気圧力 MPa	水深 m	サブクール度 K	水蒸気爆発
L-06	0.8	18	2923	100	5	0.87	0	なし
L-08	0.8	44	3023	100	5.8	1.00	12	なし
L-11	0.77	151	2823	100	5	2.00	2	なし
L-14	0.8	125	3123	100	5	2.05	0	なし
L-19	0.8	157	3073	100	5	1.10	1	なし
L-20	0.8	96	3173	100	2	1.97	0	なし
L-24	0.8	176	3023	100	0.5	2.02	0	なし
L-27	0.8	129	3023	100	0.5	1.47	1	なし
L-28	0.8	175	3052	50	0.5	1.44	1	なし
L-29	0.8	39	3070	50	0.2	1.48	97	なし
L-31	0.8	92	2990	50	0.2	1.45	104	なし
L-33	0.8	100	3070	50	0.2	1.60	124	なし

※ 0.8 の場合の組成は 80%UO₂+20%ZrO₂、0.77 の場合の組成は 77%UO₂+19%ZrO₂+4%Zr。

表 3.1-2 KROTOS 実験条件及び結果一覧

実験 ID	溶融物タイプ	UO ₂ 割合	溶融物質量 kg	溶融物温度 K	圧力 MPa	水深 m	サブクール度 K	外部トリガ	水蒸気爆発	機械的エネルギーへの変換効率
26	Al ₂ O ₃	0	1.00	2573	0.1	1.08	40	●	●	0.53 %
27	Al ₂ O ₃	0	1.43	2573	0.1	1.08	10	—	—	—
28	Al ₂ O ₃	0	1.43	2573	0.1	1.08	13	●	●	0.85 %
29	Al ₂ O ₃	0	1.45	2573	0.1	1.08	80	—	●	0.72 %
30	Al ₂ O ₃	0	1.52	2573	0.1	1.08	80	—	●	1.1 %
38	Al ₂ O ₃	0	1.53	2665	0.10	1.11	79	—	●	1.45 %
40	Al ₂ O ₃	0	1.47	3073	0.10	1.11	83	—	●	0.9 %
41	Al ₂ O ₃	0	1.43	3073	0.10	1.11	5	—	—	—
42	Al ₂ O ₃	0	1.54	2465	0.10	1.11	80	—	●	1.9 %
43	Al ₂ O ₃	0	1.50	2625	0.21	1.11	100	—	●	1.3 %
44	Al ₂ O ₃	0	1.50	2673	0.10	1.11	10	●	●	2.6 %
49	Al ₂ O ₃	0	1.74	2415	0.37	1.11	120	—	●	2.2 %
50	Al ₂ O ₃	0	1.57	2200	0.10	1.11	13	—	—	—
51	Al ₂ O ₃	0	1.80	2475	0.10	1.11	5	—	—	—
32	81%UO ₂ +19%ZrO ₂	0.81	3.03	3063	0.10	1.08	22	—	—	—
33	81%UO ₂ +19%ZrO ₂	0.81	3.20	3063	0.10	1.08	75	—	—	—
35	79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.10	3023	0.10	1.08	10	●	—	—
36	79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.03	3025	0.10	1.08	79	●	—	—
37	79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	3.22	3018	0.10	1.1	77	●	—	—
45	80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	3.09	3105	0.10	1.14	4	●	—	—
46	79%UO ₂ +21%ZrO ₂	0.79	5.05	3088	0.10	1.1	83	●	●	0.04 %
47	80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	5.15	3023	0.10	1.1	82	●	—	0.01 %
52	80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	2.62	3023	0.20	1.1	102	●	●	0.02 %
53	80%UO ₂ +20%ZrO ₂	0.8	2.62	3023	0.36	1.1	123	●	●	0.05 %

・”●” あり/”—” なし

・エネルギー変換効率の “—” は報告書において評価値の記載されていないものである。

表 3.1-3 ALPHA 実験条件及び結果一覧

実験 ID	溶融物タイプ	UO ₂ 割合	溶融物 質量 kg	溶融物 温度 K	雰囲気圧力 MPa	水深 m	サブクール度 K	水蒸気爆発	備考
002	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	84	●	
003	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	81	●	
005	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	73	●	
009	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	84	●	
016	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	78	●	
017	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	0.9	87	●	
018	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	0.9	90	●	
001	Fe+Al ₂ O ₃	0	10.0	2723.15	0.1	1	80	—	溶融物半減
010	Fe+Al ₂ O ₃	0	10.0	2723.15	0.1	1	76	●	溶融物半減
013	Fe+Al ₂ O ₃	0	10.0	2723.15	0.1	1	89	—	溶融物半減
014	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	1	—	飽和水
008	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	1.6	1	186	—	高圧
012	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	1.6	1	184	—	高圧
015	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	1.0	1	171	—	高圧
025	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.5	0.9	145	●	高圧
006	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	75	—	溶融物分離器
011	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	83	●	溶融物分離器
019	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	0.9	92	●	溶融物分離器
020	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	1	92	—	溶融物分離器
021	Fe+Al ₂ O ₃	0	20.0	2723.15	0.1	0.9	92	●	溶融物分離器
102	SUS	0	20.0	2070	0.1	0.8	91	—	
103	SUS	0	20.0	1950	0.1	0.8	0	—	
104	SUS	0	20.0	2070	0.1	0.8	40	—	

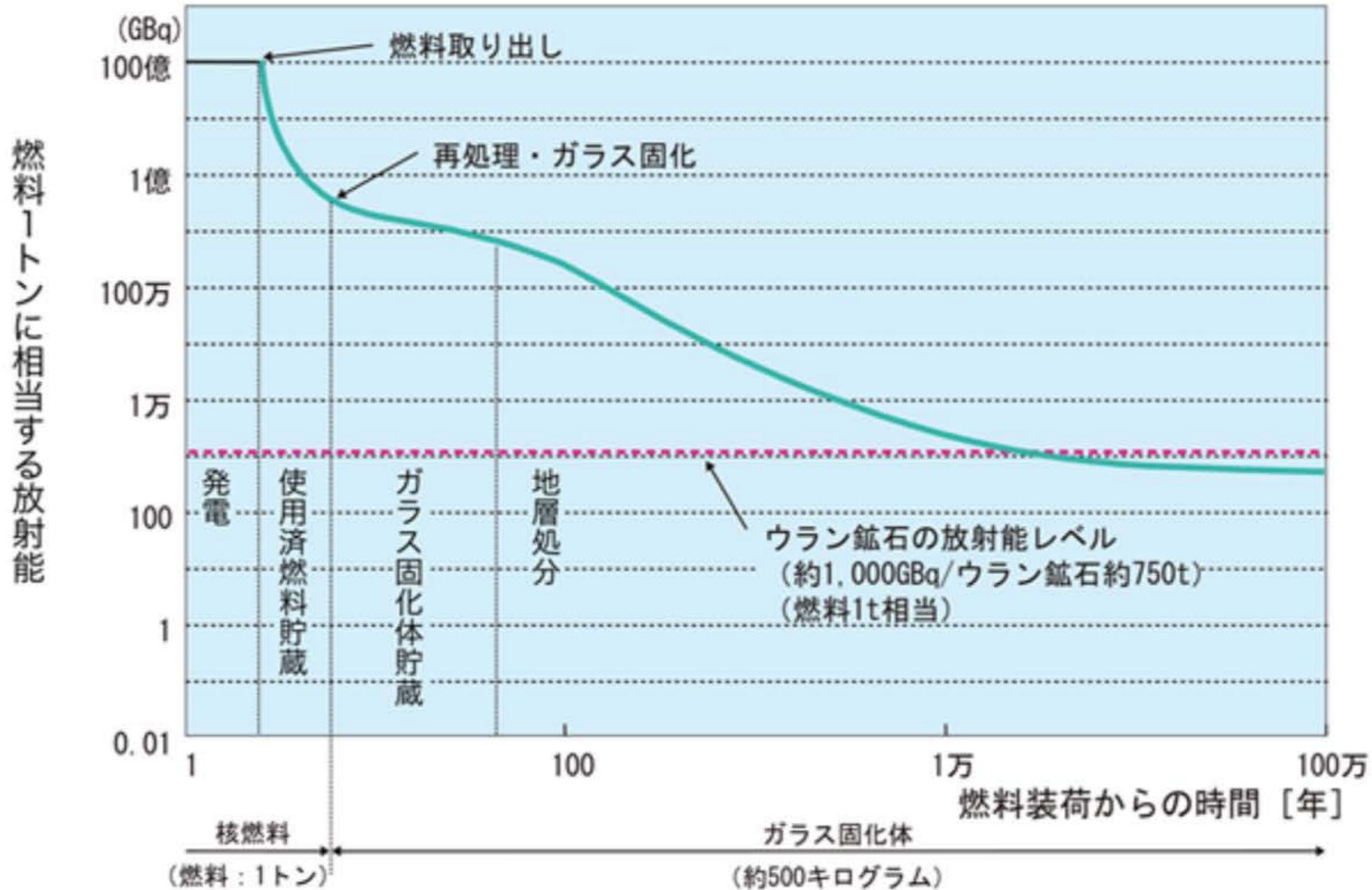
表 3.1-4 COTELS 実験条件及び結果一覧

実験 ID	UO ₂ 割合 ※	溶融物質量 kg	溶融物温度 K	雰囲気圧力 MPa	水深 m	サブクール度 K	水蒸気爆発
A-1	0.55	56.30	3050	0.20	0.4	0	—
A-4	0.55	27.00	3050	0.30	0.4	8	—
A-5	0.55	55.40	3050	0.25	0.4	12	—
A-6	0.55	53.10	3050	0.21	0.4	21	—
A-8	0.55	47.70	3050	0.45	0.4	24	—
A-9	0.55	57.10	3050	0.21	0.9	0	—
A-10	0.55	55.00	3050	0.47	0.4	21	—
A-11	0.55	53.00	3050	0.27	0.8	86	—

※ いずれも UO₂ : 55wt%、Zr : 25wt%、ZrO₂ : 5wt%、SS : 15wt%の混合物

高レベル放射性廃棄物の放射能の減衰

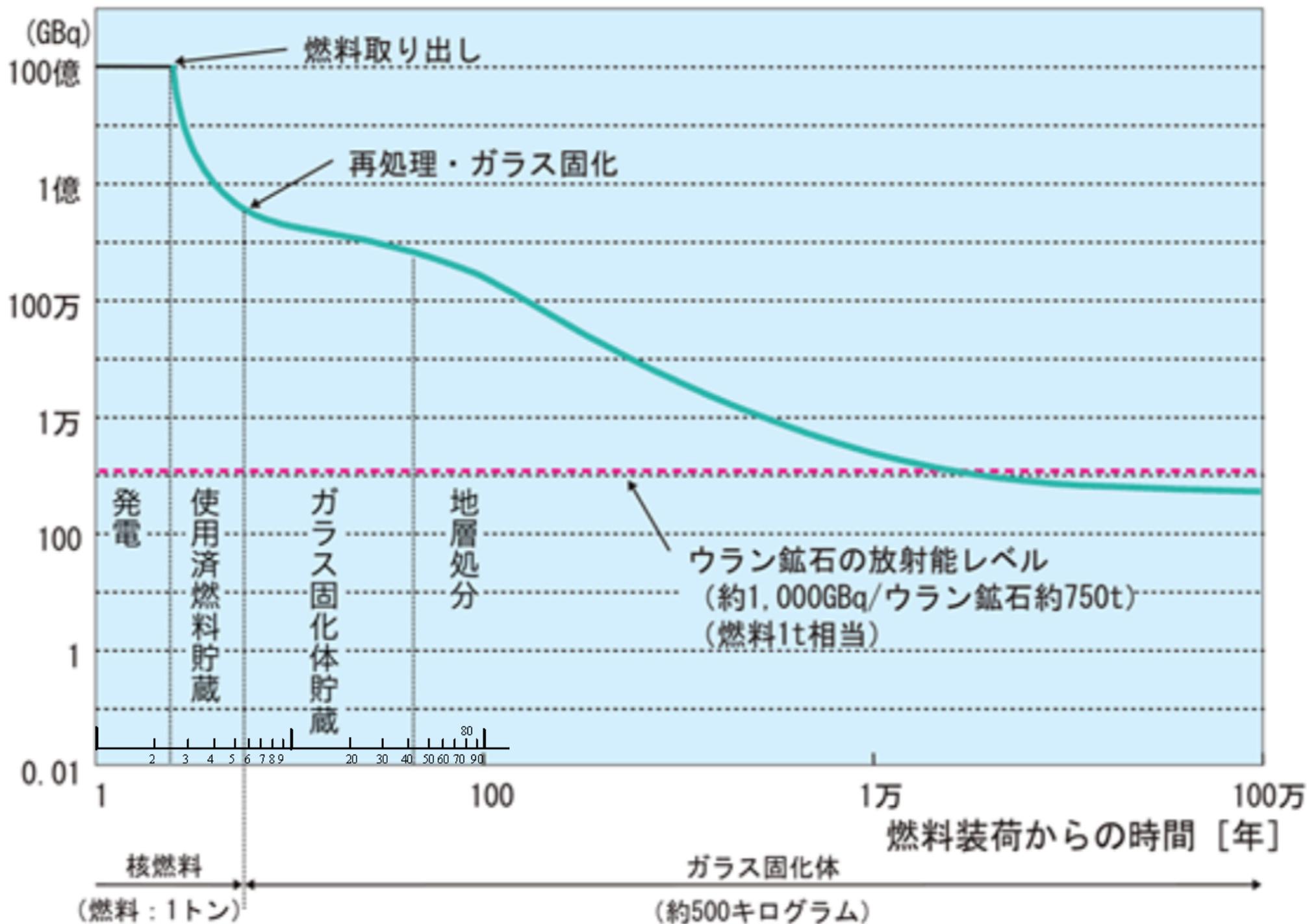
高レベル放射性廃棄物の放射能の減衰



出典：「原子力・エネルギー」図面集2012 8-3-8

放射能は時間とともに減衰していく性質がありますが、高レベル放射性廃棄物については、放射能がウラン鉱石と同程度の強さに減衰するまでに数万年を要します。

燃料1トンに相当する放射能



6. 水素爆轟の条件

奈良林氏

「ウランと接しているジルコニウムの100%が反応したとしても、その領域以下(つまり爆轟が起きない)の水素であることが確認されている」

・ジルコニウムの75%が水と反応すれば、格納容器内の水素濃度は12.88%になるが、爆轟の目安である13%より小さい(原子力規制委員会での九電の説明、水素は格納容器内で均一であるとして計算)

・ジルコニウムの100%が水と反応すれば、 $12.88 \times (100/75) = 17.2\%$

・政府事故調の最終報告書では、爆轟の下限の目安として12.5%、18.3%という数値をあげ、それぞれ文献を示している。

・17.2%の水素濃度は、九電の目安13%や別の目安12.5%を大幅に上回っている。

・目安を18.3%で考えても、水素は格納容器内で不均一であれば、この目安を上回る領域が格納容器内に存在しうると考えるべき

・ジルコニウムと水の反応が短時間に起きる反応であること、さらに水素が最も軽い気体であることを考慮すれば、格納容器内で水素が不均一であることは考えるべき

・水素ガスはジルコニウムと水の反応だけでなく、コリウム・コンクリート反応などでも発生

奈良林氏

「イグナイター(点火装置)が作動するから大丈夫」

⇒過酷事故時には、全電源喪失などによりイグナイターが作動しない事態も考慮すべき

原発通常運転時のトリチウム放出の問題

玄海原発からのトリチウム放出量

九州電力 ホーム > 原子力・環境・エネルギー > 原子力情報 > 当社の原子力発電 > 原子力発電所の放射線管理 > 廃棄物の処理

2012年までの過去11年で累積826兆ベクレル。これは福島原発事故の汚染水タンクにある817兆ベクレル(2014.1.15 東電発表)を上回る。

九電の原発での主な成因

ホウ素 10+中性子 → 2個のヘリウム 4+トリチウム

自然界のトリチウム

大気圏内核実験停止以後、徐々に減っている。(右図の縦軸は1リットル当たりのベクレル)

トリチウムの健康リスク

ベータ線のエネルギーが低いことで逆に、これを取り込んだ細胞自身が大きなダメージ*を受ける。これと、水素(トリチウム)がヘリウムに変わるという「元素転換効果」で、これを組み込んだ生体分子が壊れる。これらが相乗することでリスクが異常に増える(二重ヒット効果)恐れがある。

* 「線エネルギー付与」

放射性液体トリチウム放出実績

■ 玄海原子力発電所:

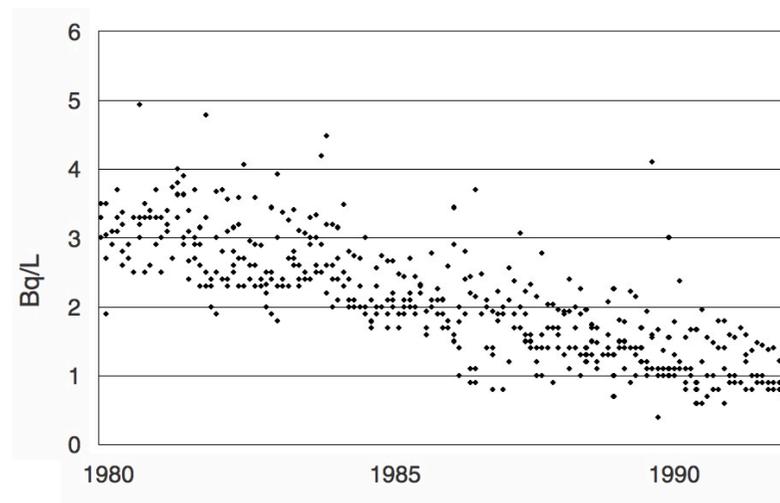
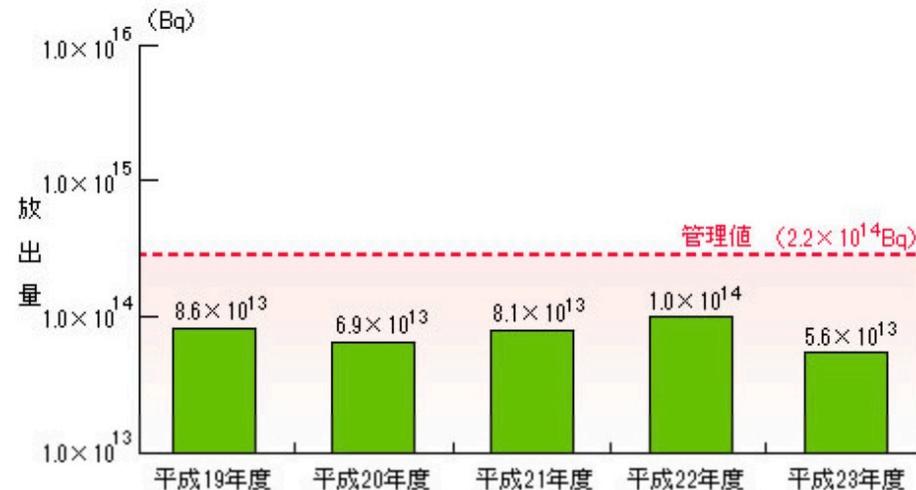


図2 茨城県東海村の河川・湖沼水中トリチウム濃度の変化
MERI NEWS 99
宮本霧子「環境水の中のトリチウム」(2008年7月)より