

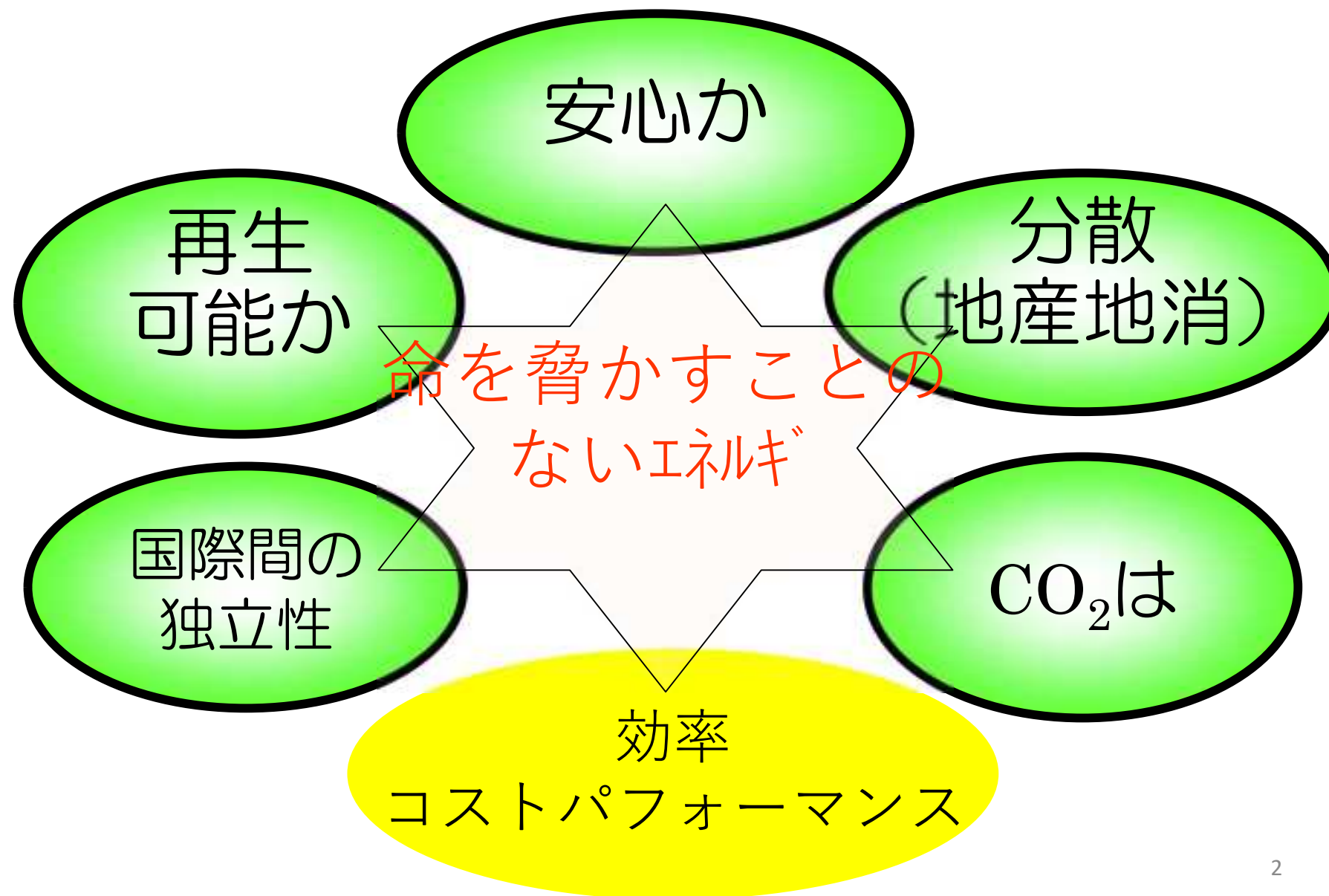
福島原発事故を学ぶ（１）

汚染水の海洋放出 について

2020年9月5日

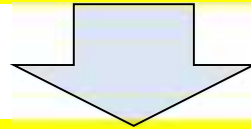
会員（工学博士） 渡辺敦雄

電力「エネルギー」を考える視点

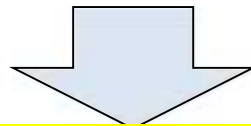


市民一人ひとりの 危機管理の鉄則

■ 事故に学ぶ→**事実を把握**→真実を見抜く
(literacyという)

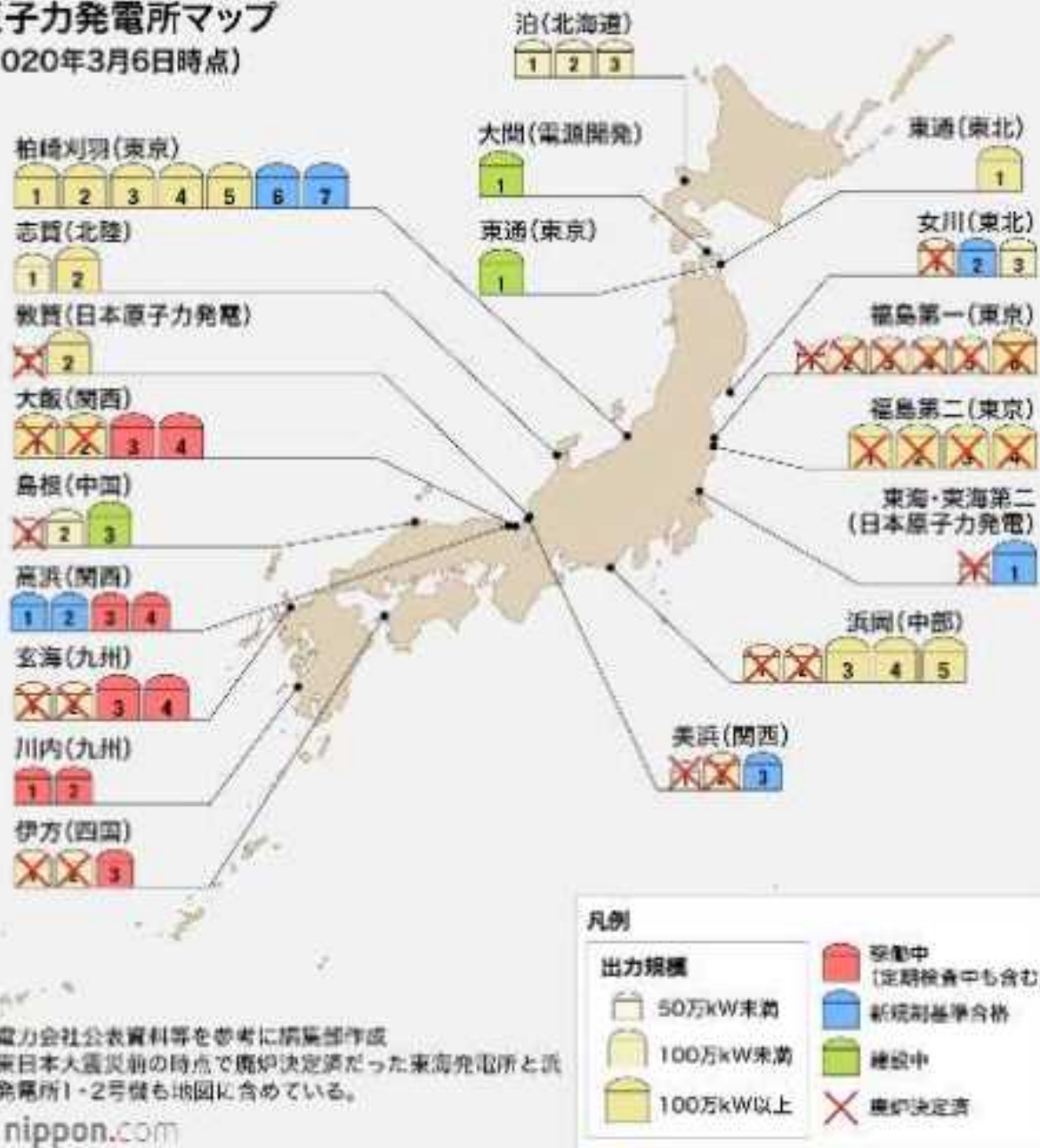


■ 真実から→**最悪の事態**を想像！



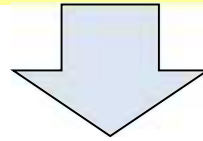
■ 少しでも安心（不安開放）→
自分自身の行動計画・対策を立てよ

原子力発電所マップ (2020年3月6日時点)



原発の 立地場所

原子力施設の 他のテクノロジーとの 違いは？



■ 事故の質と規模が異なる

- 放射線障害は種の保存（遺伝子損傷）への障害
- 電力会社単独で責任が取れない損害→損害額は20兆円超

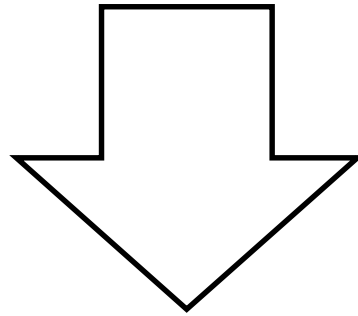
■ 放射能（使用済み核燃料）の処理方法がない

- プルトニウム239は10万年の管理

■ 代替法があるかもしれない

- 自然エネルギー

みんなに質問
原発の安全性とは？



住民が被ばくしないこと！

目次：論点

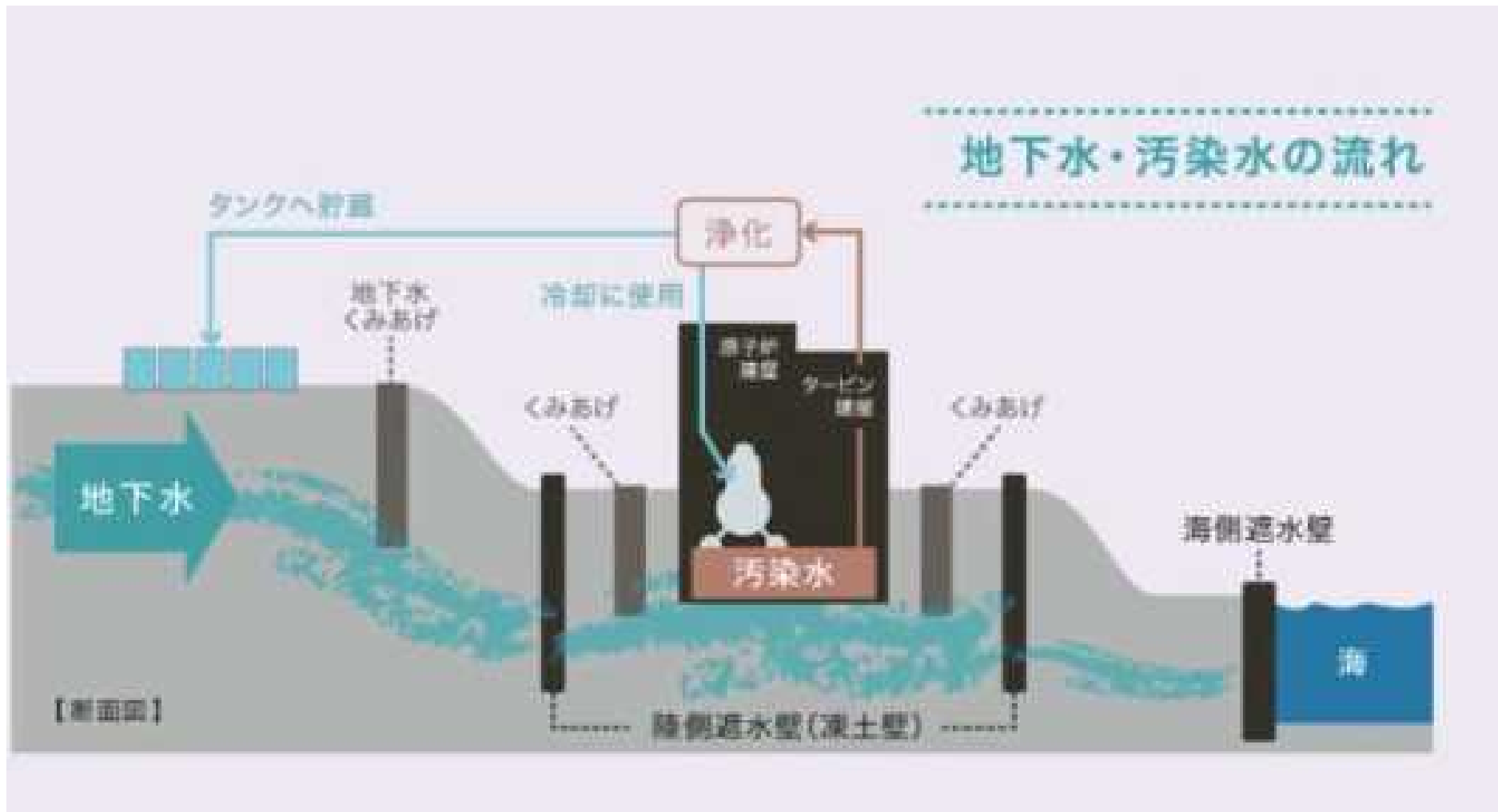
1. 汚染水はなぜ溜まるの
・ 今、どこに、どのくらいあるの

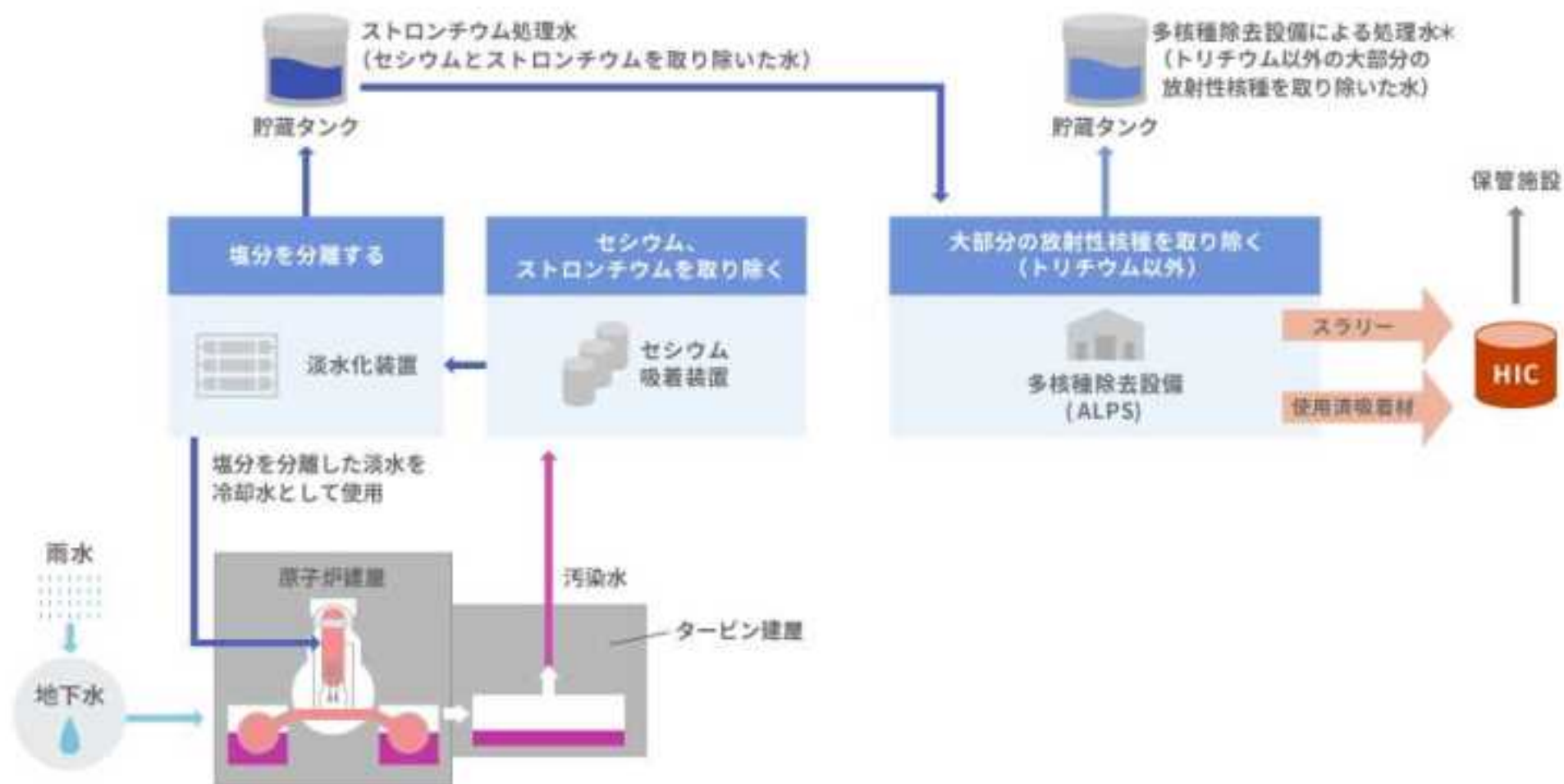
2. 海洋放出は何か問題か

3. 政府の方針と問題点

4. どうすべきか

- ・ 現貯蔵量＝約120万トン。
- ・ 2022年には敷地内のタンク保管場所が限界



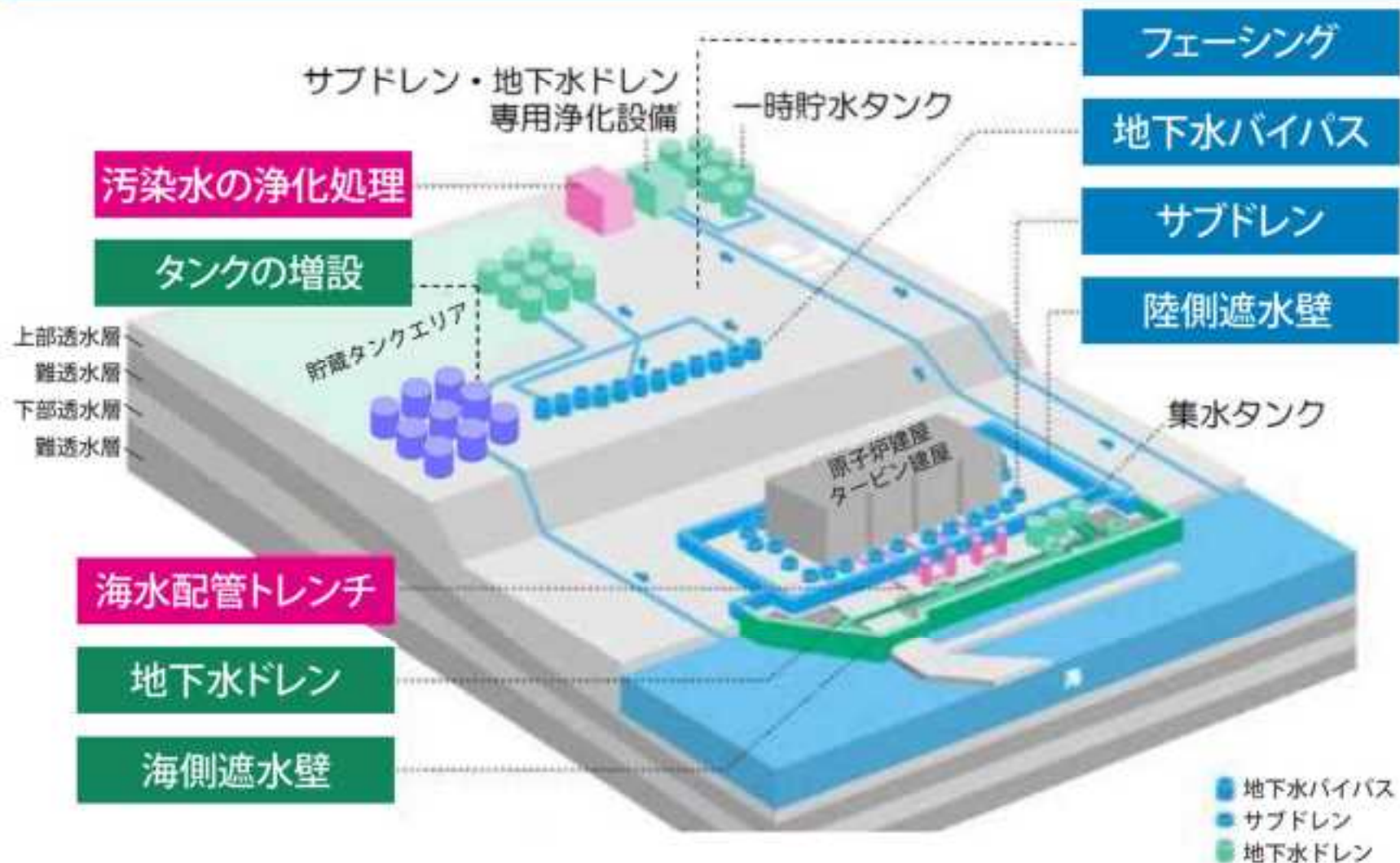


汚染水対策の基本方針

汚染源を取り除く

汚染源に水を近づけない

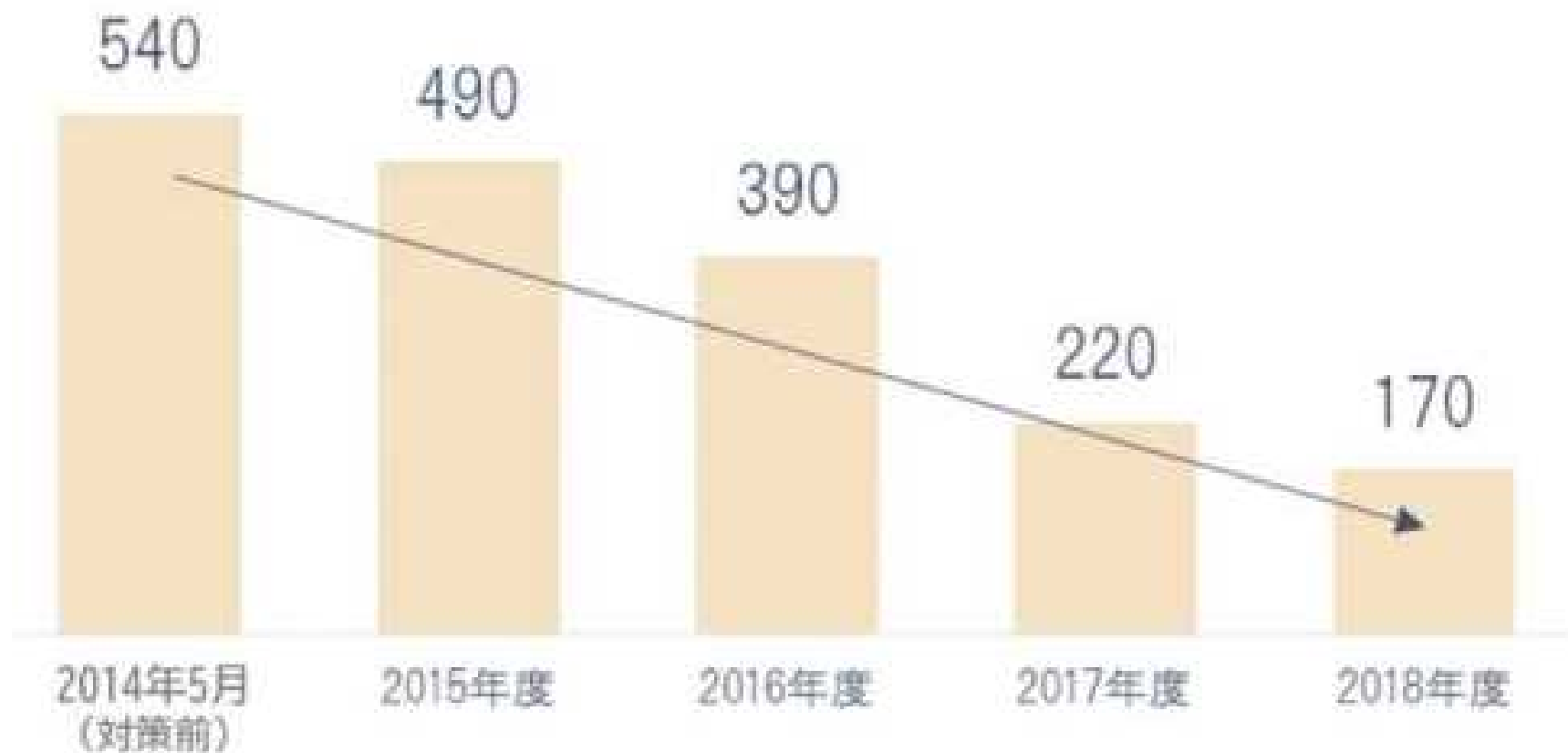
汚染水を漏らさない





<https://www.greenpeace.org/japan/sustainable/story/2019/07/23/9618/>

汚染水の発生量(トン/日)



目次：論点

1. 汚染水はなぜ溜まるの
・ 今、どこに、どのくらいあるの

2. 汚染水は何か問題か

3. 政府の方針と問題点

4. どうすべきか

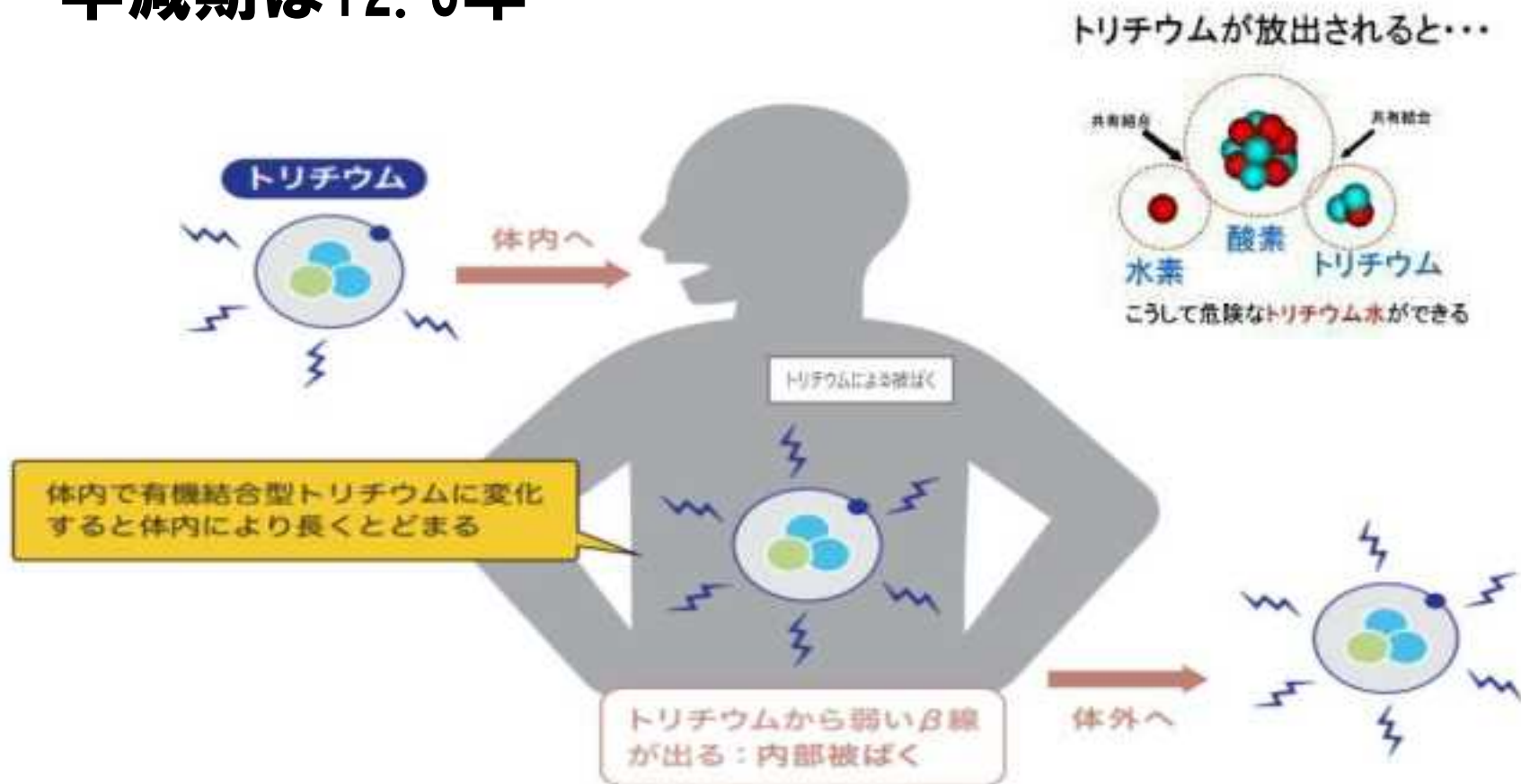
汚染水の「運用目標」と規制基準の比較

(単位はベクレル/リットル)

	セシウム134	セシウム137	ストロンチウム90	トリチウム
運用目標	1	1	3※1,2	1,500
日本の規制基準 (告示濃度限度※3)	60	90	30	60,000
WHO飲料水 水質ガイドライン	10	10	10	10,000

トリチウム（三重水素：陽子1つと中性子2つからなる水素原子同位体）

- ・半減期は12.3年



トリチウムが除去されない！

■ トリチウム

- ・水素の放射性同位体（記号Tで表わす）、水の形で存在。
- ・天然にも存在するが人工放射能の一つ。
- ・大気中の窒素・酸素と宇宙線の反応で生成し、地球上の天然でつくられる分の存在量は96京ベクレル（ 9.6×10^{17} Bq）
- ・降雨中の濃度は1～3Bq/L（核兵器爆発の前は0.2～1Bq/L）

■ 現在のトリチウム総量

- ・濃度は30万～330万Bq/L程度、
- ・タンク貯留水に含まれているトリチウムの累積量は約 7.6×10^{14} Bq（約2.1g）

経産省（タスクフォース、平成28年3月24日時点）

トリチウムが除去されない！

■生体に対する影響

- 放出されるベータ線は水中で0.0mmまでしか届かない。
⇒体内取り込みによる内部被曝が問題。
- 10,000Bqを含む水を経口摂取した時の実効線量
0.00018mSv、
10,000Bq含む水素ガスを吸入した時の実効線量は
0.000000018 mSv
- 最近の雨水中のトリチウム濃度を2Bq/Lとして、この水を1年間摂取すると、実効線量は約0.00004mSv。(ふつうの人がトリチウムによって受ける年間実効線量はこの程度)

トリチウムの有害性

原子力発電所などから大量に排出されるトリチウム(三重水素)はごく低濃度でも人間のリンパ球に染色体異常を起こさせることが、突き止められた。
(1974年放射線医学総合研究所中井さやか遺伝研究部長ら)

放射線, 11, 1-11 (1976)

総説

低レベル・トリチウムの遺伝的効果について

特に染色体異常を中心に

堀 豊明¹⁾, 中井 紀²⁾

(1976年1月30日受理)

On the Genetic Effects of Low-Level Tritium
—Mainly on the Chromosome Aberrations Induced by Tritium—

Takemasa Hori¹⁾ and Sakyu Nakai²⁾

Genetic risk assessment for potential hazard from environmental tritium to man becomes important with increasing nuclear-power industry. The purpose of this short review is to discuss the possible genetic effects of tritium from a view of genetic risk estimation.

The discussion is based mainly on our experimental results on the chromosome aberrations induced in human lymphocytes by tritium at the very low-level. The types of chromosome aberrations induced by radiation from tritium incorporated into the cells are mostly chromosomal types. The most interesting finding is that the dose-response relationship observed in both tritiated-water and tritiated-thymidine is composed of two phases. The examination on the nature of two-phase dose-response relationship is very important not only for the mechanism of chromosome aberrations, but also for the evaluation of genetic risk from low-level radiation.

はじめに

近年、原子力平和利用としての原子力発電の発展に伴い、将来、原子炉および放射性廃棄物処理施設から環境中に放出されるトリチウムの量が膨大なものになることが予想され、トリチウムに対するトリチウムの影響の範囲が世界的に関心をもちられるようになってきた。トリチウムに関する研究論文の数を見ても、第1図に示されるように、過

り大きいものとなって、遺伝的障害の発生も懸念でないと予想されなくもない。これは遺伝的障害の発生率の推定には、単に放射線量の推定のみによって済むことは足りるものでなく、トリチウムの遺伝的影響についての、遺伝的効果関係の包括、特に予想される低線量域のデータが人体へのリスクの推定のかねめとなるものである。

トリチウムの生体に対する影響(生物効果)については、transmutation の効果とも関連してこれまで多くの

ヨウ素129も取り切れていない！

■ヨウ素129が法律で定められた放出のための濃度限度（告示濃度限度 $9 \times 10^{-3} \text{Bq/cm}^3$ ）を60回、超えていた

（2018年8月23日河北新報、2017年度のデータを検証）

■東電は同23日の会見で、超過した回数は65回だったことを明らかにした。

目次：論点

1. 汚染水はなぜ溜まるの
・ 今、どこに、どのくらいあるの

2. 汚染水は何か問題か

3. 政府の方針と問題点

4. どうすべきか

政府案

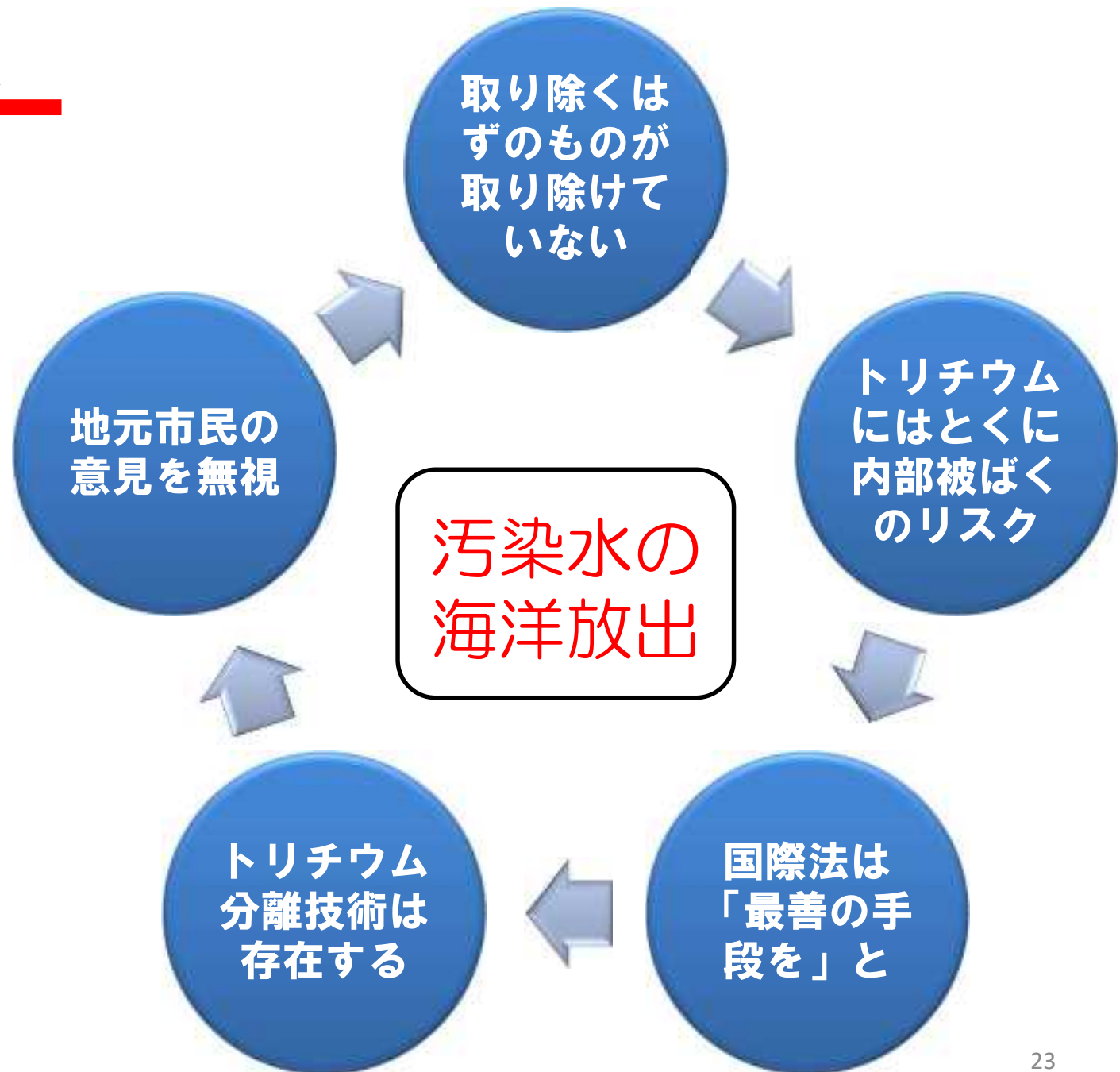
トリチウム水の処分方法

- 地層注入（前処理なし／希釈後／分離後）
- **海洋放出（希釈後／分離後）**
- 水蒸気放出（前処理なし／希釈後／分離後）
- 水素放出（前処理なし／分離後）
- 地下埋設（前処理なし）

「しばらく保管」、なぜ、ないの？

出典：経産省 トリチウム水 タスクフォース報告書 平成28年6月
www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/osensuitaisaku/committee/tritium_tusk/pdf/160603_01.pdf

問題点



GREEN PIECE による反対理由

(<https://www.greenpeace.org/japan/sustainable/story/2019/07/23/9618/>)

理由1 取り除くはずのものが取り除けていない

・2018年8月、「トリチウム水をどうするか」の公聴会の直前、トリチウム水に基準を超えるストロンチウム90、ヨウ素129などの放射性核種が含まれていることが発覚しました。フリーランスライターの木野龍逸氏は、データを精査し、ヨウ素129(I-129)、ルテニウム106(Ru-106)、テクネチウム99(Tc-99)なども基準値を超えていたと報道

・東電は、トリチウム水89万トンのうち8割強である約75万トンについて、基準値を超えていたことを明らかにしています。東電は放出するときには基準値以内にしてからと言っていますが、取り除くはずのものが取り除けていません。流すときには薄めればよいという問題ではありません

理由2 トリチウムにはとくに内部被ばくのリスクがある

体内に取り込まれたトリチウムが半分になるまでには10日程度。

理由3 国際法は「最善の手段を」と言っている

日本も批准している「国連海洋法条約」では「いずれの国も、海洋環境を保護し及び保全する義務を有する」としています(第192条)。そして、第194条には「いずれの国も、あらゆる発生源からの海洋環境の汚染を防止し、軽減し及び規制するため、利用することができ実行可能な最善の手段を用い、かつ、自国の能力に応じ、単独で又は適当なときは共同して、この条約に適合するすべての必要な措置をとるもの」とあります。

陸上でタンクで保管するという「実行可能な最善の手段」があるにも関わらず、海洋放出することは海洋環境保護の観点から認められません。

理由4 トリチウム分離技術は存在する

汚染水は、長期保管し、その間にトリチウム分離技術の開発を

現段階で最善といえるのは、陸上で長期保管し、並行してトリチウムを含む放射性核種の分離・回収技術を開発・適用することです。

目次：論点

1. 汚染水はなぜ溜まるの
・ 今、どこに、どのくらいあるの

2. 汚染水は何が問題か

3. 政府の方針と問題点

4. どうすべきか

当面保管⇒結論

■東電福島第二原発敷地内タンク増設

■50年間の間に、放射能濃度減衰と放射能除去技術の開発をする

■後世の世代につけを回すが、許してもらう

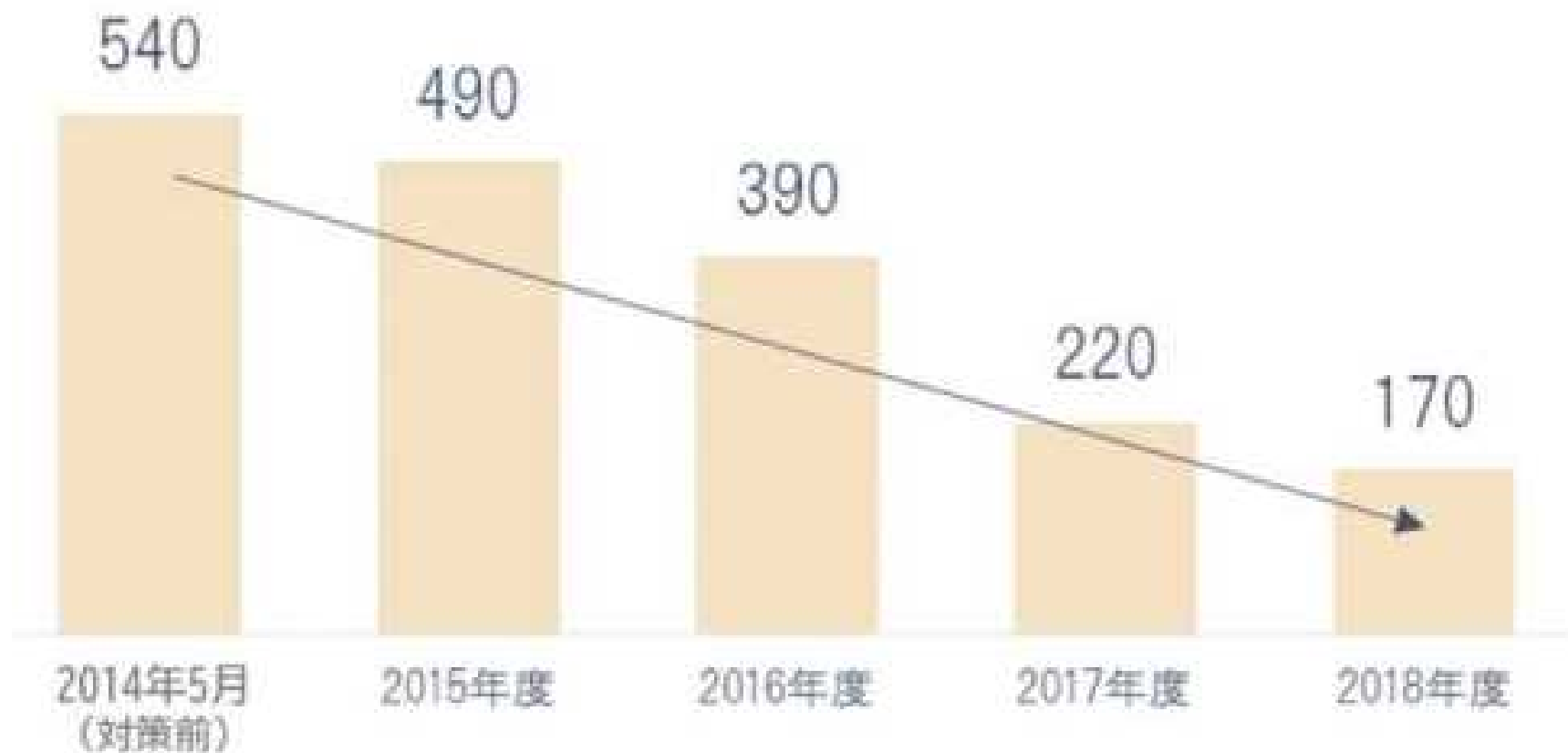
汚染水放出で孫たちに内部被ばくをさせるか、未来に技術開発を託すか

今こそ選択の時!!

**福島第一」原発
350万m²**

**福島第二原発
150万m²**

汚染水の発生量(トン/日)





安全なエネルギー供給に関する倫理委員会

アンダー・システム運用業務の委託により2017年4月4日から5月26日まで開催

倫理の問題か
お金や技術の問題か

トリチウム水タスクフォース

名簿

委員長

Prof. Dr. クラウス・オプファー (DLM 元運用責任者、元JAEA事務局長)

Prof. Dr. マティアス・クライナー (ドイツ研究開発協会代表、ボルトンゴリナ科大学教授、会長代行)

委員

Prof. Dr. ウルリヒ・ベック (ドイツ環境科学アカデミー、リスク科学)

Dr. クラウス・フォン・ドナニョ (JAEA 環境影響評価センター、元JAEA事務局長)

同僚 Dr. ウルリヒ・フィッシャー (JAEA 環境影響評価センター、元JAEA事務局長)

アロイス・グリュック (DLM 元JAEA、元JAEA環境影響評価センター)

Prof. Dr. イェルダ・ハッサー (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

Dr. ユルゲン・ハンブレヒト (ドイツ化学アカデミー、元JAEA事務局長)

Dr. フォルクナー・ハッサー (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

ヴァルター・ヒンケ (DLM 元JAEA、元JAEA環境影響評価センター)

Prof. Dr. ラインハルト・ヒュットル (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

Prof. Dr. ガイマ・リュッベ (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

大司教 Dr. ラインハルト・マウス (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

Prof. Dr. ルナアー・ライシュ

(前JAEA、元JAEA環境影響評価センター、元JAEA事務局長)

Prof. Dr. オルトヴィン・レイン

(ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

Prof. Dr. ミラン・シュヴァース (ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

(ドイツ環境科学アカデミー、元JAEA事務局長)

査： 山本 一良 名古屋大学 参与・名誉教授、名古屋学芸大学 教授 (汚染水処理対策委員会委員)

員： 柿内 秀樹 (公財) 環境科学技術研究所 環境影響研究部 研究員
高倉 吉久 東北放射線科学センター理事
立崎 英夫 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
放射線医学総合研究所 被ばく医療センター センター長

田内 広 茨城大学理学部教授 (生物科学領域)

野中 俊吉 生活協同組合コープふくしま専務理事

森田 貴己 国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所
海洋・生態系研究センター 放射能調査グループ

山西 敏彦 国立研究開発法人 量子科学研究開発機構 核融合エネルギー研究開発部門 六ヶ所核融合研究所 プランケットシステム研究開発部長

山本 徳洋 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所 所長 (汚染水処理対策委員会委員)

副委員長： 今井 俊博 原子力規制庁原子力規制部東京電力福島第一原子力発電所事故対策室長

メンバー： 竹葉 有記 水産庁増殖推進部 研究指導課長

村山 綾介 文部科学省研究開発局原子力課 廃炉技術開発企画官

臼井 将人 外務省軍縮不拡散・科学部 国際原子力協力室長

藤原 博次 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 理事

今津 雅紀 原子力損害賠償・廃炉等支援機構 技術グループ審議役

松本 純 東京電力ホールディングス (株) 福島第一廃炉推進カンパニー バイスプレジデント

菅野 信志 福島県危機管理部 原子力安全対策課長



ご清聴に感謝します

渡辺敦雄

渡辺敦雄 略歴

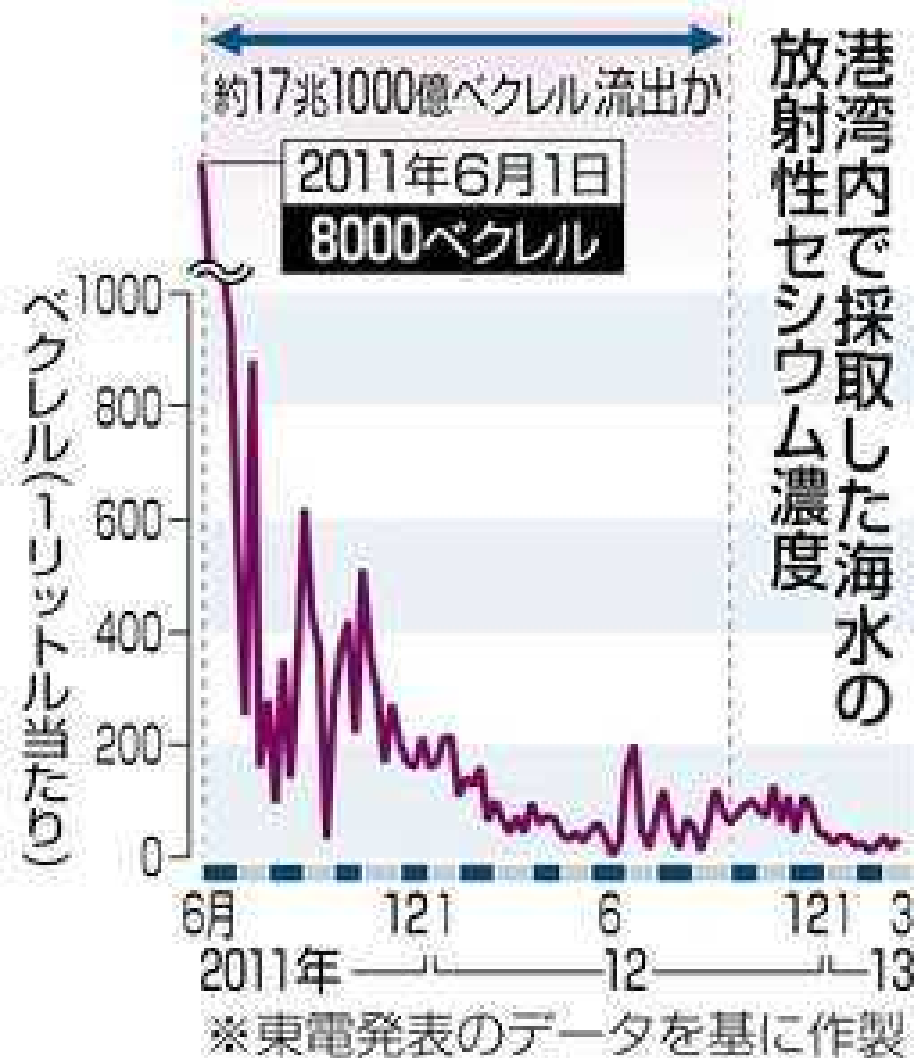
- 専門：原子力工学、危機管理学、環境工学
- 学位：博士（工学）（東京大学）、技術士（衛生工学）
- 学会：日本環境教育学会

■ 経歴

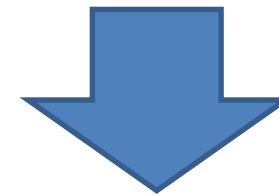
- 1971.6 東京大学工学部卒、株式会社東芝入社
- 原子力事業部配属（福島第1原子力発電所3,5号機、女川原子力発電所1号機、浜岡 原子力発電所1,2,3号機の基本設計担当）
- 1998.4 環境技術部長
- 2000.4 神戸大学客員教授
- 2009.4 沼津高専 物質工学科教授（2012 .3退職）
- 現在 山梨地方自治研究所副理事長

- 趣味：囲碁

海水への放射能漏洩量



2011年4月東電発表
海に放出した汚染水に
含まれる放射性物質の
総量を、約1500億Bq



現在も地下水や配管を
通じて流出が続いてい
る可能性がある

クリアランスレベルの違い？

表. クリアランス省令のクリアランスレベル(33核種)

H-3	100 Bq/g	Ni-63	100 Bq/g	I-129	0.01 Bq/g
C-14	1 Bq/g	Zn-65	0.1 Bq/g	Cs-134	0.1 Bq/g
Cl-36	1 Bq/g	Sr-90	1 Bq/g	Cs-137	0.1 Bq/g
Ca-41	100 Bq/g	Nb-94	0.1 Bq/g	Ba-133	0.1 Bq/g
Sc-46	0.1 Bq/g	Nb-95	1 Bq/g	Eu-152	0.1 Bq/g
Mn-54	0.1 Bq/g	Tc-99	1 Bq/g	Eu-154	0.1 Bq/g
Fe-55	1000 Bq/g	Ru-106	0.1 Bq/g	Tb-160	1 Bq/g
Fe-59	1 Bq/g	Ag-108m	0.1 Bq/g	Ta-182	0.1 Bq/g
Co-58	1 Bq/g	Ag-110m	0.1 Bq/g	Pu-239	0.1 Bq/g
Co-60	0.1 Bq/g	Sb-124	1 Bq/g	Pu-241	10 Bq/g
Ni-59	100 Bq/g	Te-123m	1 Bq/g	Am-241	0.1 Bq/g

人が浴びる線量の目安値: 10 μ Sv/年から決定

環境省は＝8000Bq/kg(80倍)？

※平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法施行規則（平成23 年12月14 日環境省令第33 号）第14 条

原子炉等規制法「人が浴びる線量の
目安値：10 μ Sv/年から決定」
⇒100Bq/kgとの関係は？

再利用基準＝原子炉等規制法100Bq/kg
安全処理基準＝環境省＝8000Bq/kg(80倍)