

トリチウム要論

斎藤正明

(元都立アイソトープ総合研究所, 工博)

2013年11月1日金

東京工業大学

平成25年度 文部科学大臣表彰科学技術賞（開発部門）

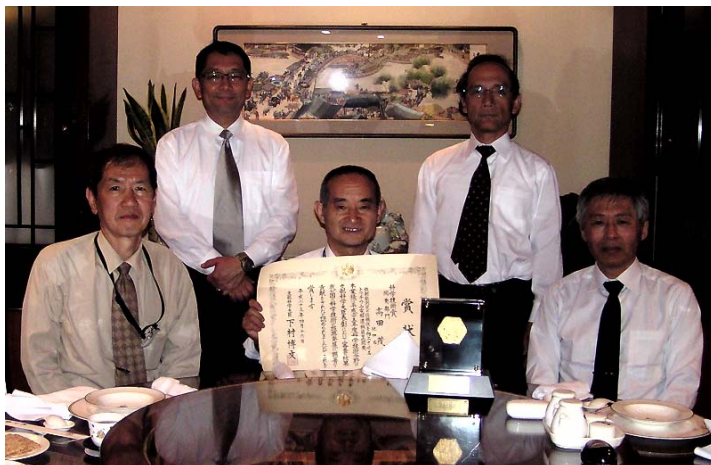
放射能測定信頼性を向上させるトリチウム電解濃縮装置開発

原子力施設など漏洩放射能監視では、国民と社会の相互理解のために、科学に基づいた信頼性の高い情報が求められている。漏洩の指標となる環境トリチウム水を精確に測定するには濃縮が不可欠であるが、従来のアルカリ水電解濃縮技術には性能面、安全面での問題があった。

本開発では、先端技術の固体高分子電解質膜、不溶性電極並びに電子冷却を採用した自動制御による、独創的な濃縮装置を世界で初めて完成させた。

本開発により、電気分解によるトリチウム水の残留濃縮が純水試料のまま進み、濃縮倍率の制限なく測定精度が向上し、化学処理も不要で爆鳴気の発生がなく安全簡便になった。処理時間も従来比1/10以下に短縮できる技術を確立した。本装置の国内累計販売額は1.6億円超と普及も進み、トリチウム電解濃縮を一変させた。

本成果は、公設試験研究機関による少量高付加価値製品を目指す開発型中小企業の振興を果たしたと同時に、原子力施設の漏洩放射能監視の信頼性向上、計測の効率化を通じた安心・安全な社会実現に寄与している。



齋藤正明

(地独)東京都立産業技術
研究センター。

東理大院修，工博

1977年都立アイソトープ総合研究所
兼務歴：バイオマス度測定法標準化委員，
バイオマス由来度測定法標準化委員，海洋
放射能等検討委員，新潟大学客員准教授，
日本分析センター専門部会委員，トリチウ
ム分析法改訂検討委員。

平成25年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
科学技術賞 受賞者一覧(開発部門)

番号	ふりがな氏名	年齢	性別	所属・職名	業績名	推薦機関
1	あきの かおる 浅野 薫	54	男	シスメックス株式会社 執行役員研究開発企画本部長	多項目自動血球分析装置における 粒子分類計数方法の開発	兵庫県
	ありもと ゆたか 有本 裕	63	男	独立行政法人理化学研究所 イノベーション推進センター 特別招聘研究員		

平成25年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰
科学技術賞 受賞者一覧(開発部門)

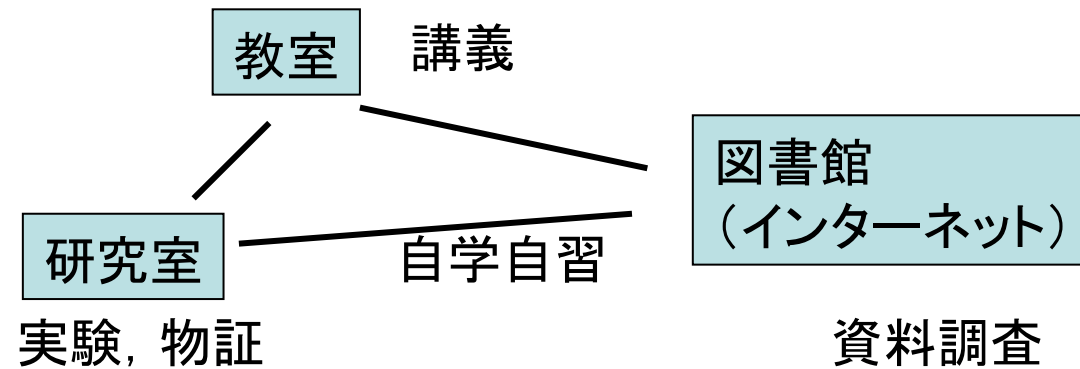
番号	ふりがな氏名	年齢	性別	所属・職名	業績名	推薦機関
	あしたけ まさあき 斎藤 正明	61	男	地方独立行政法人東京都立産業 技術研究センター開発本部開発第 二部バイオ応用技術グループ 副主任研究員		
	はやし たかのぶ 林 貴信	49	男	ペルメレック電極株式会社 品質保証部長		
13	はなまき よしのり 綿 善則	56	男	ペルメレック電極株式会社 技師長	放射能測定信頼性を向上させる トリチウム電解濃縮装置開発	東京都
	たかた しげる 高田 茂	63	男	元地方独立行政法人東京都立産 業技術研究センター研究員		
	いまいづみ ひろし 今泉 洋	61	男	国立大学法人新潟大学工学部 教授		
				国立大学法人高知大学		
29	ほしかわ こうじ 堀川 浩二	51	男	株式会社NTTドコモ ネットワーク部 担当部長	S帯を用いる国内衛星移動通信シス テムの高度化に関する開発	総務省 日本電信電話 株式会社
	にし やすき 西 泰樹	54	男	ドコモ・テクノロジー株式会社 無線NW事業部 担当部長		

順位の
意外性
の意味

鵜呑みにせず
自ら、今一步突っ込む(考える)こと (研究)

それが 学問

大学単位の構造



目次

1. 福島原発事故 トリチウム汚染水 とは
2. トリチウム とはどんなものか
3. トリチウム水は自然界で濃集するか
4. 福島原発事故 トリチウム汚染水除去できるのか
5. 弱みにつけ込むビジネス？
6. トリチウムはどうやって測るか
7. トリチウム 電解濃縮の仕組み
8. 福島原発事故 トリチウム汚染水 何が可能か

第二部

天然トリチウムの利用
社会経済から見たトリチウム

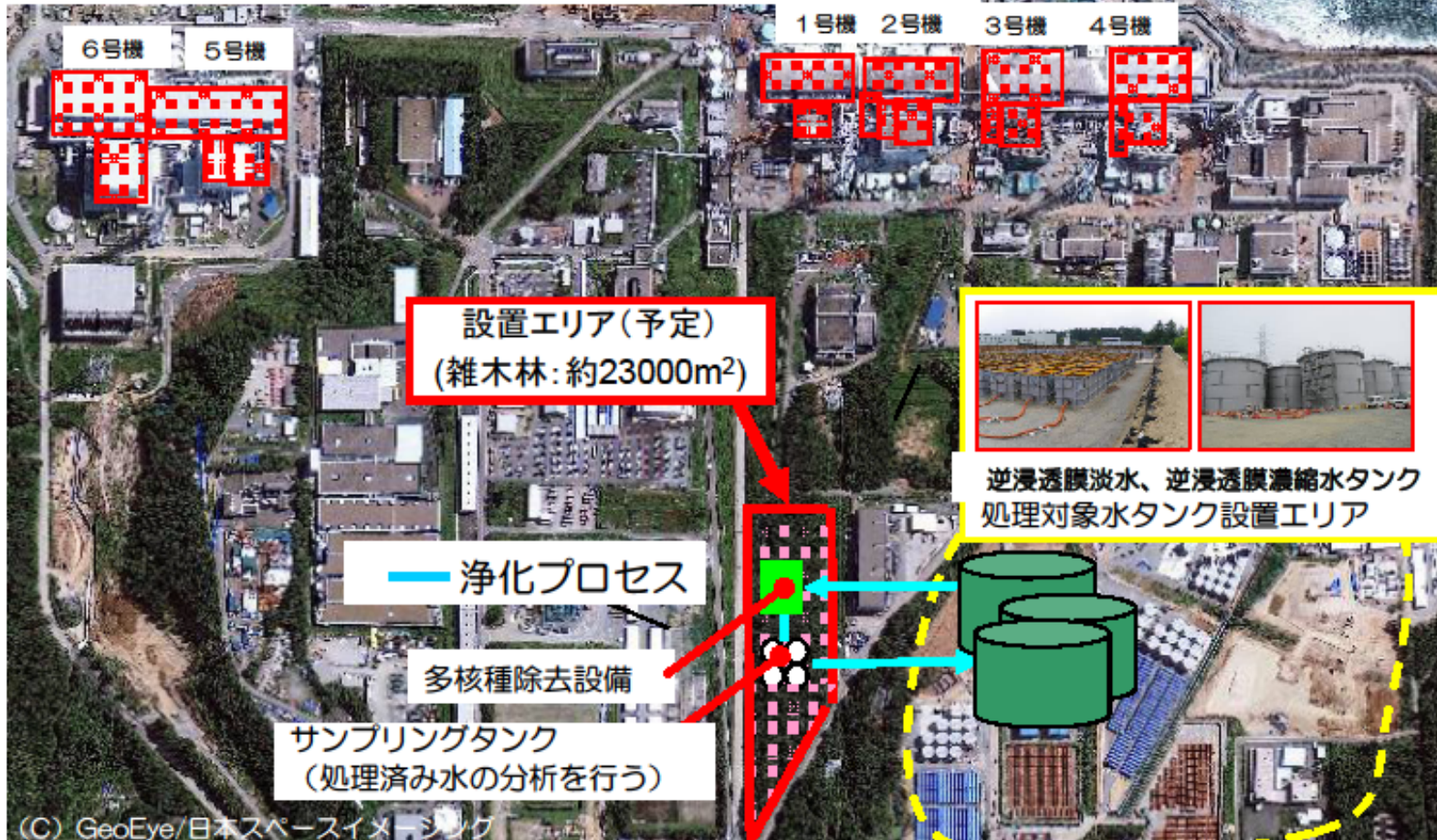
1. 福島原発事故

トリチウム汚染水 とは

2. 設置エリア

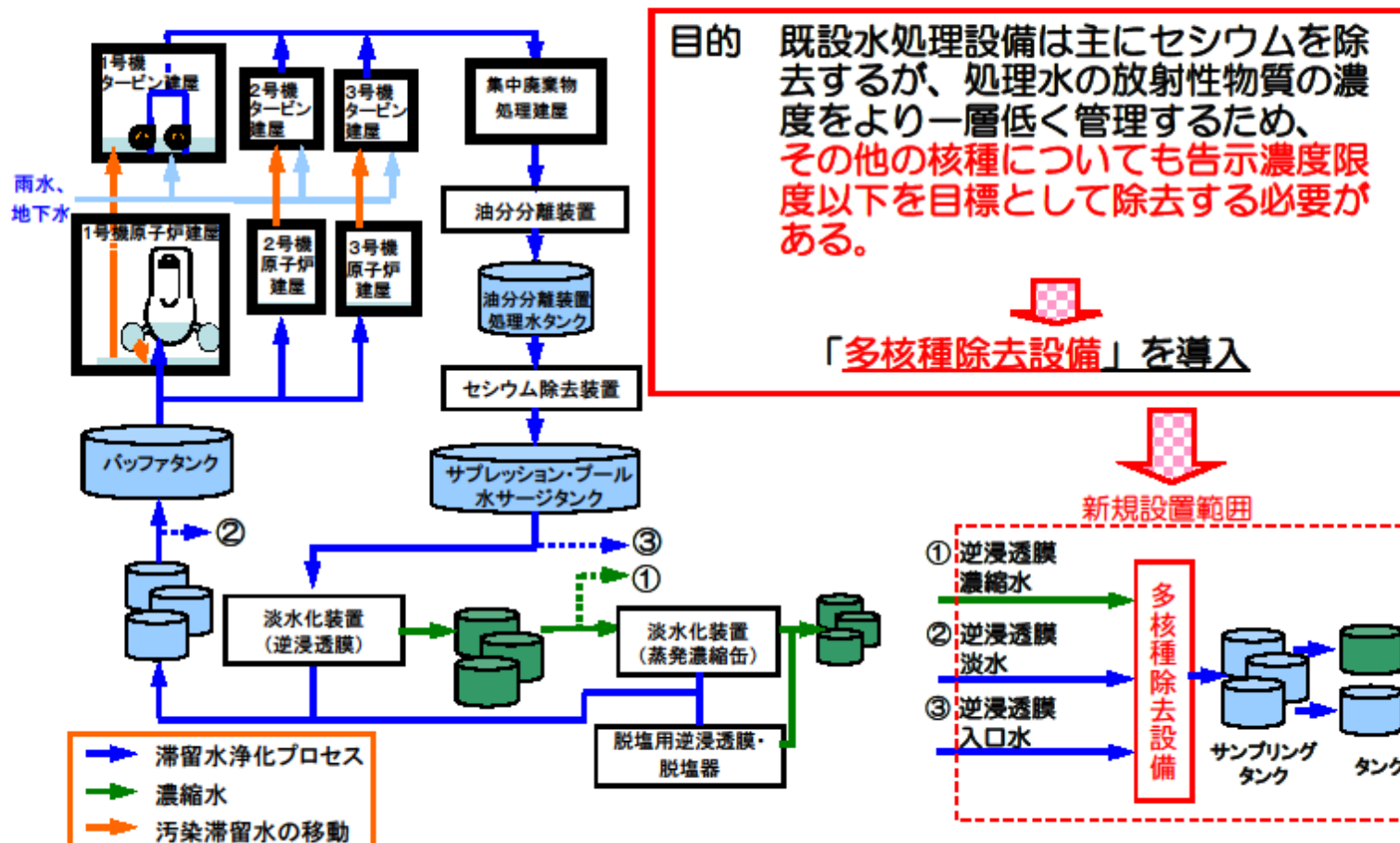
ALPS

- 多核種除去設備の設置エリア（予定）
（機器のレイアウトについては検討中）

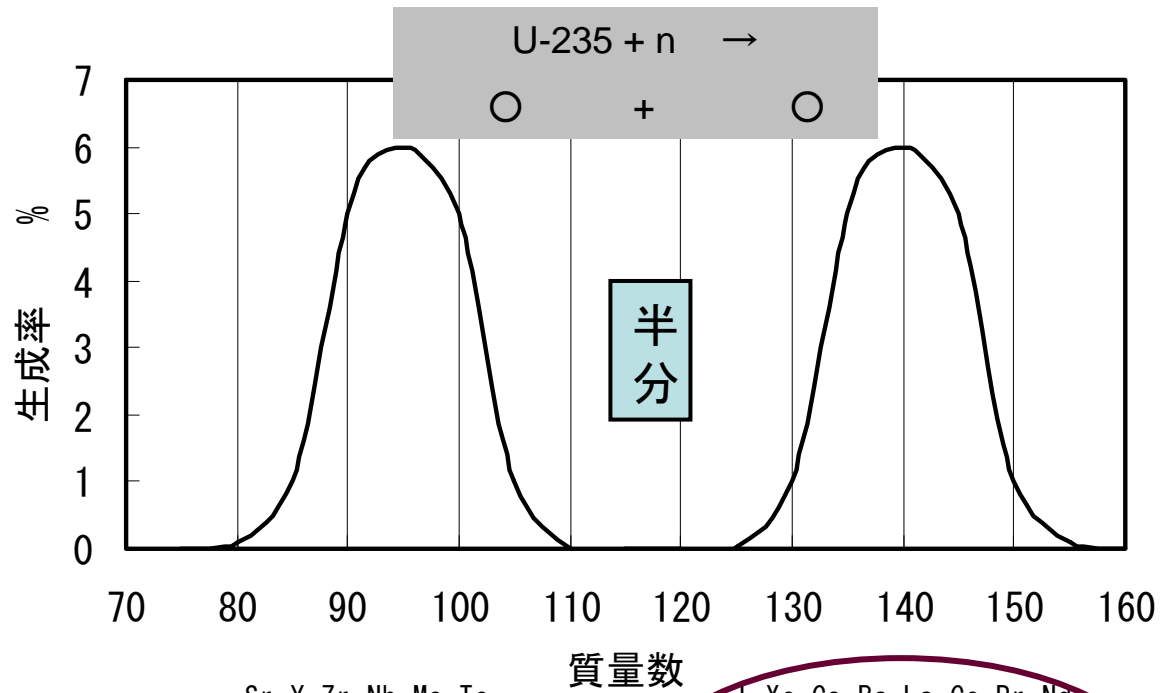


1. 多核種除去設備の設置について

■ 「多核種除去設備」設置の背景



原発事故でどんなものが放出されたのか



Sr Y Zr Nb Mo Tc

Sr-90 (B)

I Xe Cs Ba La Ce Pr Nd

Cs-134 (r), Cs-137 (r)

I-131 (r)

高温で気化, 蒸散しやすいもの

1 ← 最外殻電子数 → 8

1
↑
軌道数
↓
7

	1 (1A)	2 (2A)	3 (3A)	4 (4A)	5 (5A)	6 (6A)	7 (7A)	8 (8)	9 (1B)	10 (2B)	11 (3B)	12 (4B)	13 (5B)	14 (6B)	15 (7B)	16 (0)		
1	H															He		
2	Li	Be									B	C	N	O	F	Ne		
3	Na	Mg									Al	Si	P	S	Cl	Ar		
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	L*	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	A*															

L*	ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
A*	アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

2. トリチウム

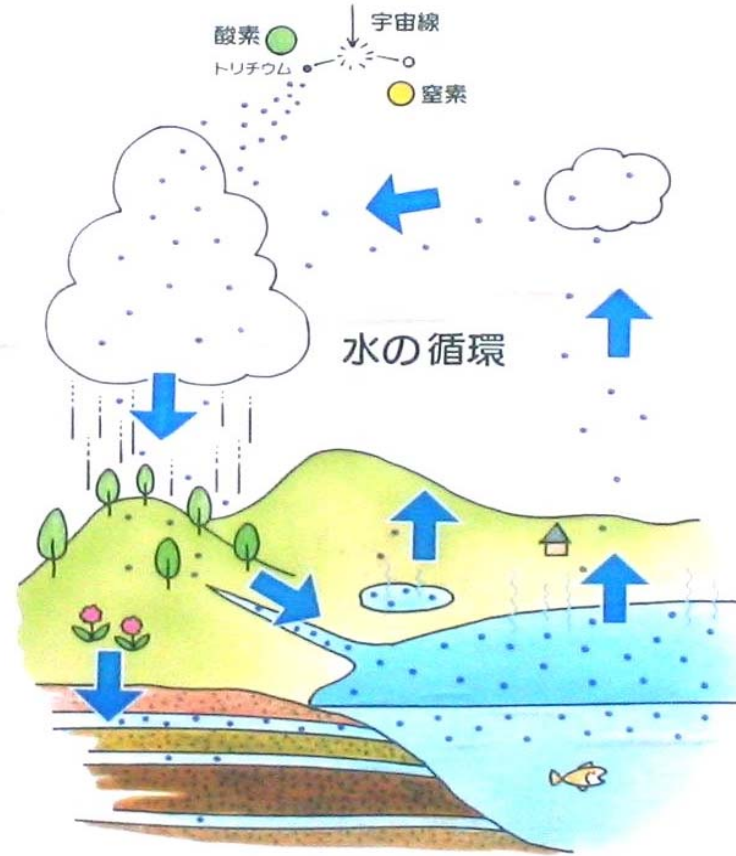
とは

どんなものか

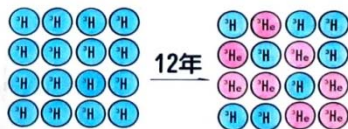
トリチウムは上空で宇宙線の作用で生成し、酸素原子と結合した水の形になって大気循環する。

一定量が生成し、約12年で半分が消失する性質があることから太古より生体も含め大気循環する水のトリチウム濃度は平衡して一定。

化石水，地下水，海洋深層水などはトリチウムが消失するのみで，平衡値との差から経過年数を知ることができる。



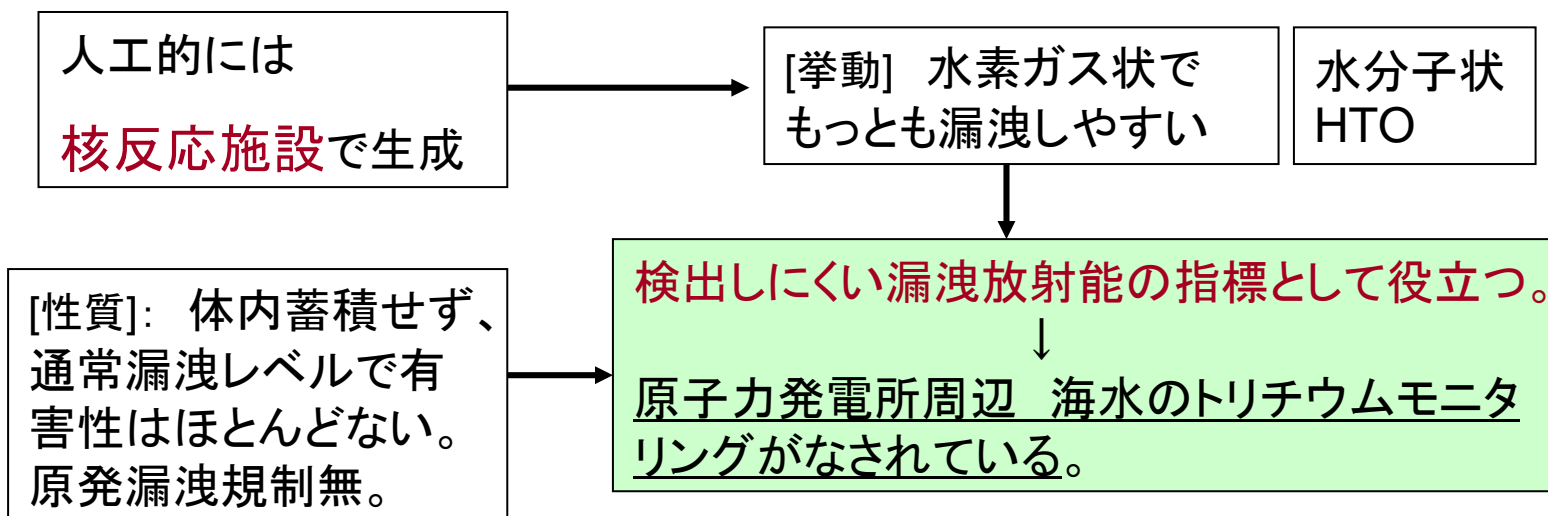
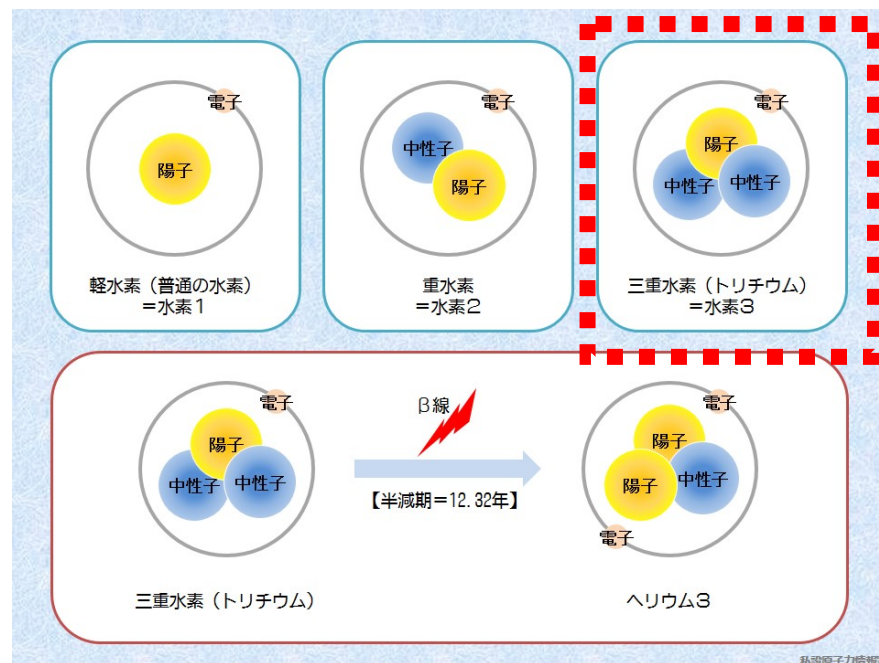
性質はふうの水素 (^1H) と同じ
重さはふうの水素 (^1H) の3倍
12年たつと半分が
ヘリウム (^3He) に変わる



酸素との化合物トリチウム水 HTO は H_2O と一緒に挙動する。放射能を計測することができるトリチウムは水の理想的な天然トレーサー（追跡子）である。

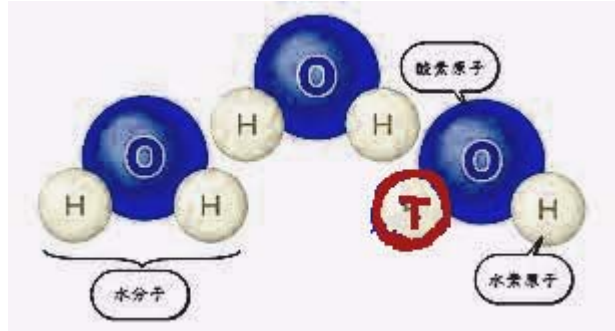
トリチウムとは

- 3重水素
- 低エネルギーβ線放出
→ 測りにくい＝危険性小



福島原発トリチウムはどれくらいの量の話か？

自然界ではトリチウム水 (HTO)として存在



水分子 トリチウム水分子



液体の水の構造

水の構造と

トリチウム水の物質量

福島原発貯留水トリチウム

推定総量 $4E14$ Bq/30万トン貯留

 = HTO 10g分

トリチウム水 $1g = 1/20 \text{ mol} = x$

$1 \text{ mol} = 6E23 \text{ 原子} = N$

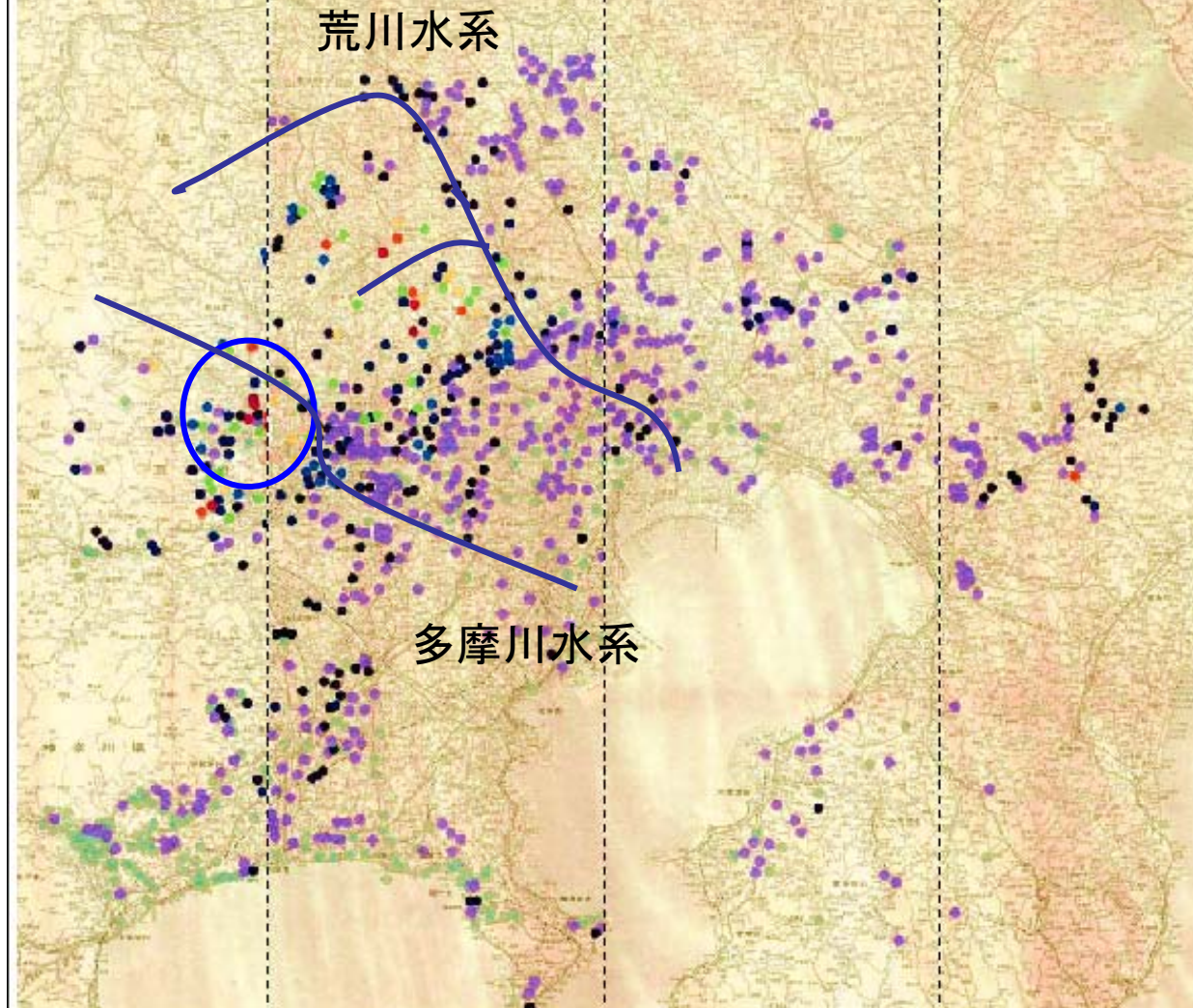
$\tau = 12.33y365d24h60m60s$

壊変率 = $x \ln 2 \ N / \tau = 5E13 \text{ Bq}$ 50兆 Bq

3. トリチウム水は 自然界で濃集するか

地下水中のラドン濃度分布

小池雄治, 半口区, 岡野安宏, 幸口茂, 鈴木隆元, 斎藤正明: ラドン濃度測定に関する調査研究成果報告
(昭和40年~昭和49年度), 東京都立アイソトープ総合研究所編, pp.1~14, 東京都(1974)



地球化学から 重元素の化学的変化の実例

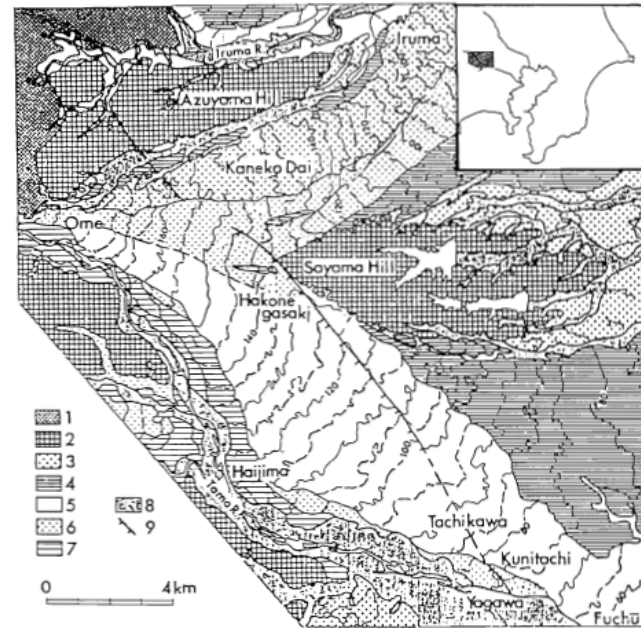
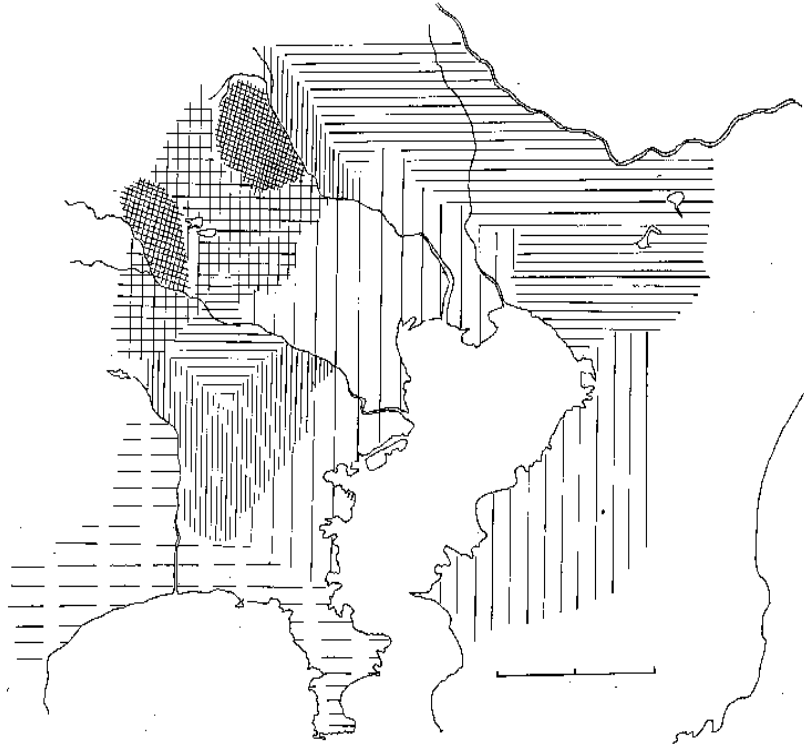


Fig. 1 Geomorphological map of the western part of the Musashino Upland.
1 : Mountain, 2 : Hill, 3 : Shimosueyoshi surface, 4 : Musashino surface, 5 : Tachikawa surface, 6 : Aoyagi surface, 7 : Holocene terrace, 8 : Alluvial plain, 9 : Fault

Rn濃度分布調査から

青梅の扇状地形 と 立川断層

(3)地層が400m以上堆積している10)という状況では半減期の短いラドンガスが地下深部から断層を通して上昇するといったモデルは支持しにくい。

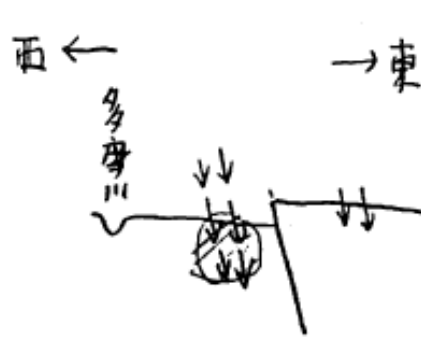
断層付近では、ラドンの親核種であるラジウムが堆積あるいは上昇しやすい、地形、地質あるいは地層が形成されている、というモデルが考えられる。

モデルとその検証

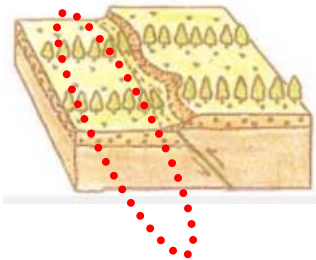
- ① 断層西側の高Rn地帯はU、Raが濃集堆積している。
 - ・高ラドン濃度の井戸は断層面とは逆の位置に分布している。
 - ・井戸が深い方が濃度が高いと言うことはない。
- ② 断層西側は河川水が地下浸透しやすい構造であるため、酸化環境下でウランに富むカコウ岩から溶脱・輸送されてきた6価Uが、浸透部の還元環境下で不溶性の4価Uとして沈殿濃集する。 河川による

・ ^{234}U (2.47E5y) ^{230}Th (8E4y) ^{226}Ra (160.2y) ^{222}Rn

・ この地帯では垂直浸透が盛んな構造が残っている。地下水の年代が新しい。



断面図



地下水中ラドン濃度 Bq/l

Uは
酸化環境U⁺⁶で水に溶けやすい:山間で運搬
還元環境U⁺⁴で不溶性となる:地下水化で沈降

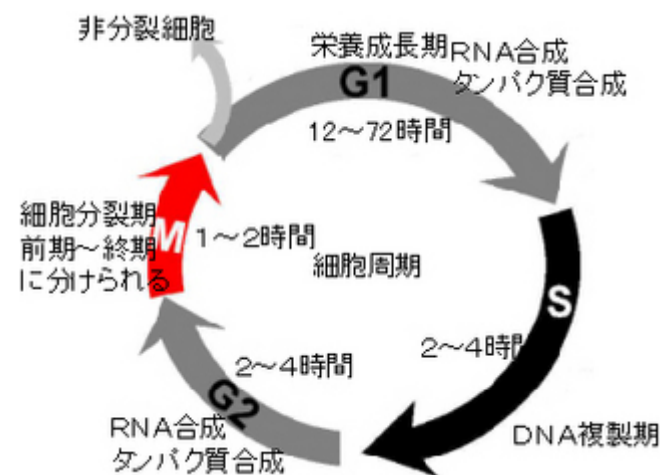
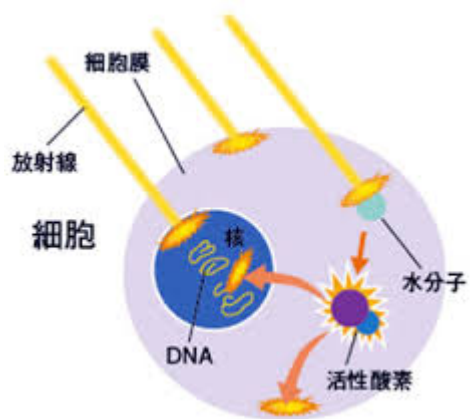
4. 福島原発事故
トリチウム汚染水
除去できるのか

細胞分裂周期と放射線ダメージ

細胞分裂が盛んな 器官のダメージが大きい

母細胞

腸(水吸収器官) 生殖器 骨髄(造血器官)



ダメージの受けやすさが、細胞の種類で違う悲劇
異常なまま生き続ける悲劇

ストロンチウム90 546keV → 2282keV β線

最大飛程は 3mm 10mm

★ カルシウム類似 = 骨に蓄積 → 造血組織にダメージ

分裂過程の細胞が最も影響を受ける ↑ & 腸

近接 長時間

トリチウム

破壊エネルギー 18keV 最弱のβ線

最大飛程 7/1000 mm

体内貯留 10日間

しかし、

100万Bq/kg超はクレージー レベル

トリチウムが体内に入った場合、水としてのトリチウムの生物的半減期は10日、有機物と結合したトリチウムの場合は30～45日。ちなみにセシウム137は物理学的半減期は30年、生物学的半減期は70～100日。セシウムに比べればトリチウムはすぐ体外に排出される。

このため、BqをSvに換算する際の線量係数もセシウム137は $1.3E-8$ だが、トリチウム水は $1.8E-11$ セシウム137に比べれば1000分の1近く体に対する影響は小さいことになる。

ただし、それでも大量に摂取すれば危険な事には変わらない。

現在問題になっている汚染水は東電の発表によると100万～500万Bq/kgのトリチウムが含まれているそうだ。

周辺水域のトリチウム濃度の限度は6万Bq/kgとされているのでそのままでは放出できず、水で薄めて放出する事を検討しているようだが、全部放出するなら薄めて無くても同じじゃね？って思うよな。

別表第1 (第7条、第9条及び第11条関係)

放射性物質の種類が明らかで、かつ、一種類である場合の放射線業務従事者の呼吸する空気中の放射性物質の濃度限度等

第一欄		第二欄	第三欄	第四欄	第五欄	第六欄
放射性物質の種類		吸入摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)	経口摂取した場合の実効線量係数 (mSv/Bq)	空气中濃度限度 (Bq/cm ³)	排気中又は空气中の濃度限度 (Bq/cm ³)	排液中又は排水中の濃度限度 (Bq/cm ³)
核種	化学形等					
³ H	元素状水素	1.8×10^{-12}		1×10^4	7×10^1	
³ H	メタン	1.8×10^{-10}		1×10^2	7×10^{-1}	
³ H	水	1.8×10^{-8}	1.8×10^{-8}	8×10^{-1}	5×10^{-3}	6×10^1
³ H	有機物(メタンを除く)	4.1×10^{-8}	4.2×10^{-8}	5×10^{-1}	3×10^{-3}	2×10^1
³ H	上記を除く化合物	2.8×10^{-8}	1.9×10^{-8}	7×10^{-1}	3×10^{-3}	4×10^1
⁷ Be	酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	4.3×10^{-8}	2.8×10^{-8}	5×10^{-1}	2×10^{-3}	3×10^1
⁷ Be	酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	4.6×10^{-8}	2.8×10^{-8}	5×10^{-1}	2×10^{-3}	3×10^1
¹⁰ Be	酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩以外の化合物	6.7×10^{-6}	1.1×10^{-6}	3×10^{-3}	1×10^{-5}	7×10^{-1}
¹⁰ Be	酸化物、ハロゲン化物及び硝酸塩	1.9×10^{-5}	1.1×10^{-6}	1×10^{-3}	4×10^{-6}	7×10^{-1}

トリチウム水
130万Bq/kg
30万トン貯留中

トリチウム水に限って
物理的, 化学的処理で
分離除去できない

排水濃度限度
= 6万Bq/kg
飲料水
= 1万Bq/kg
天然レベル
= 1Bq/kg

Subject: 2. 福島処理水の現実認識

現実: 新浄化装置ALPSでの処理水?トリチウムは130万Bq/kg。30万トン貯留中。
「放射線障害防止法に定められている排水中トリチウム濃度限度 = 6万Bq/kg」

WHO 飲料水の水質ガイドライン = 1万Bq/kg

天然のトリチウム濃度レベルは1Bq/kg。

科学的根拠と法令に基づけば, 法治国家として海水で希釈し海に流すことができる。

その量を何分の一かに減量できたとしても, いずれ放流せざるを得ない。

永遠に貯留し続けることのできない現実を認めなければならない。

また, トリチウム水に限っては他の核分裂核種と異なり,
物理的, 化学的処理で分離除去できない

規制値以下濃度は環境に放出してよいか？

ー放射能 ベクレル総量に惑わされてはいけないー

ストロンチウムは セシウム, プルトニウム

- ・化学分離 (濃縮) しやすい
- ・自然界で規制値以上に濃集する可能性が高い 海底泥

→ 危険である。放出は避けなければならない



ALPS

トリチウム水は

- ・化学分離 (濃縮) しにくい
- ・自然界で濃集しない

→ 希釈は進む一方。障害は発生しない。

化学反応 は
濃度(分子の衝突頻度)
によって進む

放射線のエネルギー(強さ, 質, 高さ)が問題

放射線は透過したりしなかったりが問題 (エネルギー)

完全透過 → 無問題 表面で停止 → 問題少

X線透過写真 骨(カルシウム)通り抜けにくい

放射性ブドウ糖 ガン組織に集中→撮像

ガン治療 ガン細胞の位置で停止=破壊

周期表

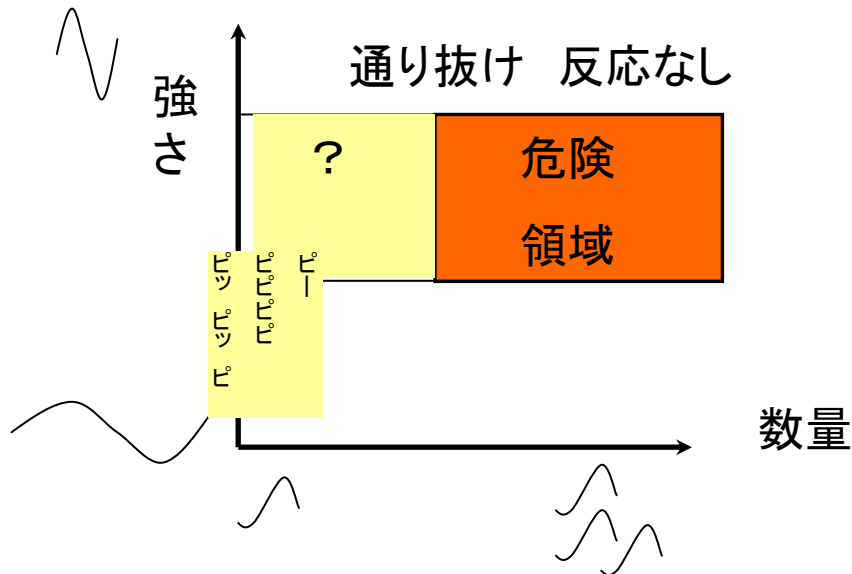
1																	18
1	2											13	14	15	16	17	18
H	He											B	C	N	O	F	Ne
3	4											13	14	15	16	17	18
Li	Be											Al	Si	P	S	Cl	Ar
11	12	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Na	Mg	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe

原子量大↓

放射線が化学反応起こすことが問題 (エネルギー)

ダメージを受けやすい細胞受けにくい細胞があることが問題

生きながら死んでいる苦痛。



5. 弱みにつけ込む

ビジネス？

放射性物質トリチウムの除去技術を発表＝米キュリオン〔BW〕

時事通信 10月2日(水)11時39分配信 (2013)

【ビジネスワイヤ】放射性廃棄物管理の米キュリオンは、水から放射性物質のトリチウム(三重水素)を除去する技術「MDS」(特許出願中)を発表した。従来のトリチウム除去技術は、CANDU炉のように重水からトリチウムを除去するもので、通常の水(軽水)に適用するには莫大なコストが必要であった。MDSはこの重水用技術を基盤に、加圧水型原子炉(PWR)の冷却水から、現実的なコストでトリチウムを除去するもの。モジュール式で導入できる。〈BIZW〉

【編注】この記事はビジネスワイヤ提供。英語原文はwww.businesswire.comへ。

アレバ、キュリオンの装置は今や「バックアップ用」

東電は、汚染水からセシウムを吸着したのちに再び原子炉に循環させて冷却に利用する仕組みを取り入れた。最初に採用したのは、事故処理にノウハウのある仏アレバ社と米キュリオン社の装置だった。

急ごしらえのシステムは、稼働時からトラブルの連続。当時の報道は、本格稼働初日から数時間後に不具合で停止し、その後何度も運転を中断したと伝えている。運転開始1か月後の稼働率は53%にとどまっていた。2012年11月29日付の日本経済新聞電子版記事は当時の様子を、「汚染水には溶けた核燃料に津波の海水が混じり、さびや油、魚までが浮いていた」と描写している。さまざまな障害物が、本来のセシウム除去という目的を邪魔していたようだ。

このため新たに導入されたのが、東芝を中心に開発された新装置「サリー」だ。東芝のウェブサイトによると、2011年10月から主力装置として稼働を始めたという。東電広報部に取材したところ「現在でも、サリーが汚染水処理のメイン」と説明する。一方でアレバとキュリオンの装置は、サリーの「バックアップ用」として残っている。実際にキュリオン製のものは、今もたびたび作動している。アレバ製は動いていないようだが、はっきりと「使用停止」が宣言されたわけではないようだ。ただ緊急事態だったとはいえ、一説には「60億円」とも言われるアレバの装置には、費用対効果の面で疑問の声が上がる。

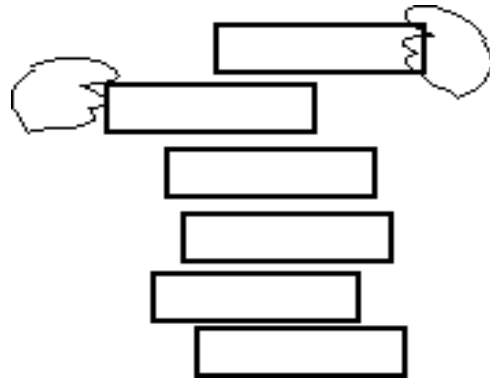
<http://www.j-cast.com/2013/09/09183400.html?p=all>

3-ito.m@bigfoot.com

科学の性格

情報の共有と積み重ね

= 審査論文を公表すること



道理あるものはこれに交わり, 道理なきものはこれを打ち払わんのみ.

— 学問のススメー

一般化
帰納する



研究不正

▶上

研究者の不正が社会を騒がせている。論文のデータ改ざんや捏造（ねつぞう）は研究の信頼を損ない、科学の発展を遅らせる。研究者個人の倫理観の欠如や、激しい国際競争、大学のポスト（職位）不足……。様々な原因が語られるが、見過ごすわけにはいかない。

泣き崩れる仲間

元大学教授は辞めた経緯を振り返り、とうとう論文を書けばポストが手に入る。同僚を鼓舞し、研究室は活気に満ちていた。仲間も次々と出世し

研究室の數十人のう

「論文か、失職か」の重症

ち、主に不正をしたのは2〜3人。すべてのデータに目を通すには忙しなかった。白の手を染めながら、管理責任を感じたが、

主な研究者の不正問題

	関係機関	内容
2005年5月	大阪大学	実験データを偽造する捏造。論文取り下げ
9月	東京大学	論文の再帰性が無いという調査結果
12年6月	九州大学	172本の論文にデータ捏造が発覚。日本神経科学学会が調査発表
10月	東京大学	研究委員についての虚偽発表
13年7月	京都府立医科大学	臨床研究の論文でデータ捏造などの不正を発表
	東京大学	論文のデータ改ざんなどが発覚

科学発展の妨

絶頂状態に「目を惑とす。

て、教授の職を去った。この規則で、最低2年は研究費をもらえない。元教授は「フランクが長子待ち望む研究の進捗を妨

10%が目撃

ほとんどの研究者は自分の使命を理解していい。競争の激化が正の意味にな

おびに

言は多い。

る。なぜ不正の誘惑に陥られる人が出るのか。昨年、日本分子生物学会の調査では「所属する研究室内で実験に不正を目撃、経験した」という回答が約10%あった。原因は「利益権争いが論文に偏

はびこる欺瞞

納税者を奴隷にする？ 電力買い取り制度

・3kWから1kWを生み出す？

ソーラー発電 風力発電

・エネルギー無しで生きていけるか？

福島原発事故 トリチウム汚染水 何が可能か

6. トリチウムは どうやって測るか

(休憩 5分間)

カーボンマイナス東京10年プロジェクトとは

今後10年間の都の気候変動対策の基本姿勢 化石燃料によるCO2排出を抑制

切り札は原子力エネルギーの活用。

トリチウムとは 放射性水素のこと 低エネルギーベータ線放出

[起源] 人工的には核反応施設で生成する

[挙動] 水素ガス状でもっとも漏洩しやすい。

[住所] 水分子状で環境中に天然分も存在する。

[性質] 体内蓄積せず通常漏洩レベルで有害性はほとんどない。原発漏洩規制無。

検出しにくい漏洩放射能の指標として役立つ。 (原子力安全委員会環境モニタリング指針 影響評価ガイドライン)

→ 原子力発電所周辺 海水のトリチウムモニタリングがなされている。

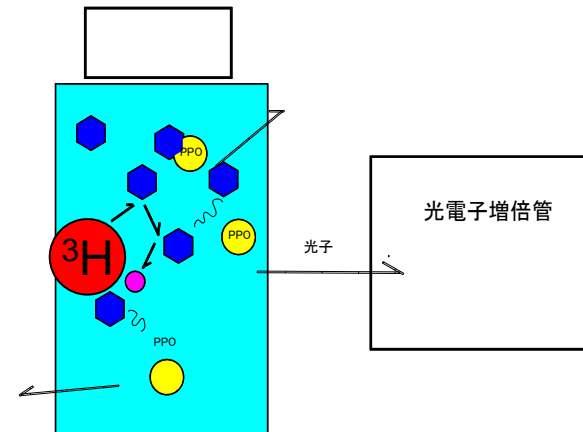
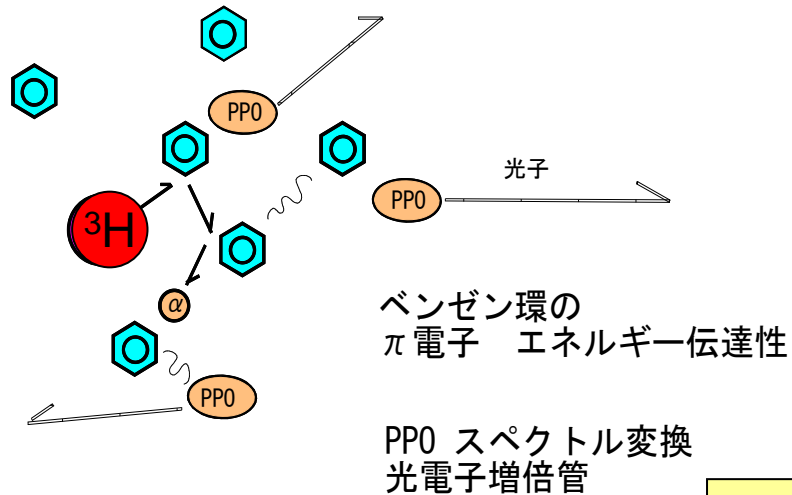
現状モニタリングの**検出限界は天然レベルの10倍以上 = 天然レベルとの区別できない。**

液体シンチレーションLSとは

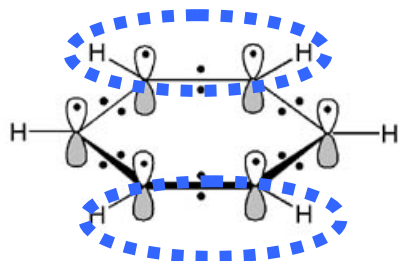
他の計測器では・・・放射線(β線)が100%検出器まで届かない、放射線の進行方向に検出器があるとは限らない

衝突エネルギーに比例した光子数が**八方**に放出

放射線が光に変換される
(検出部への指向性, 到達性向上)



環境水1kgは1秒間に1本程度のβ線=1Bq
計測容器40gは0.04Bqこの内妨害BG=0.03Bq
十倍以上の濃縮によって $2\sigma = 4\%$ 以下にできる.

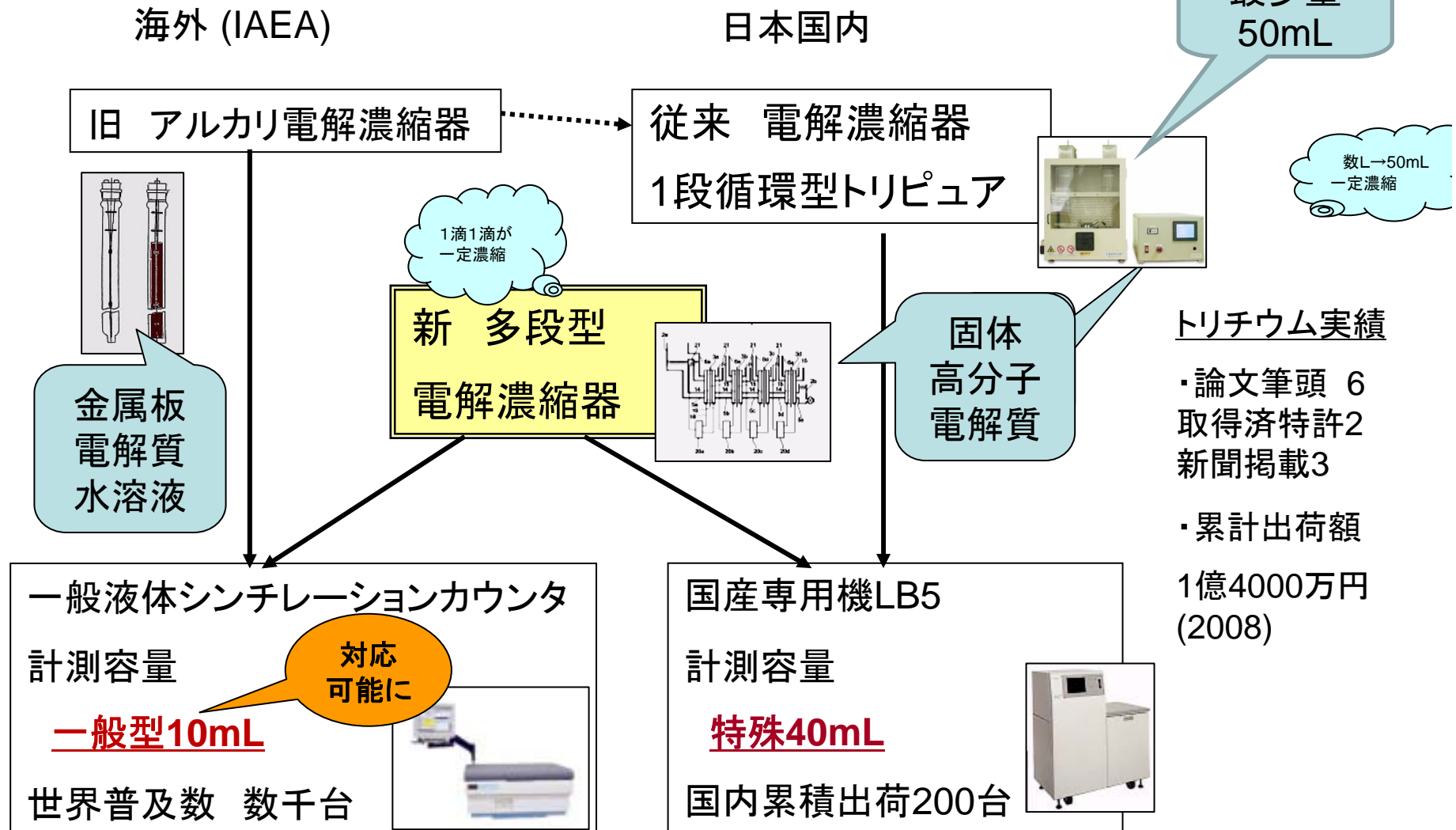


福島原発事故 トリチウム汚染水 何が可能か

7. トリチウム

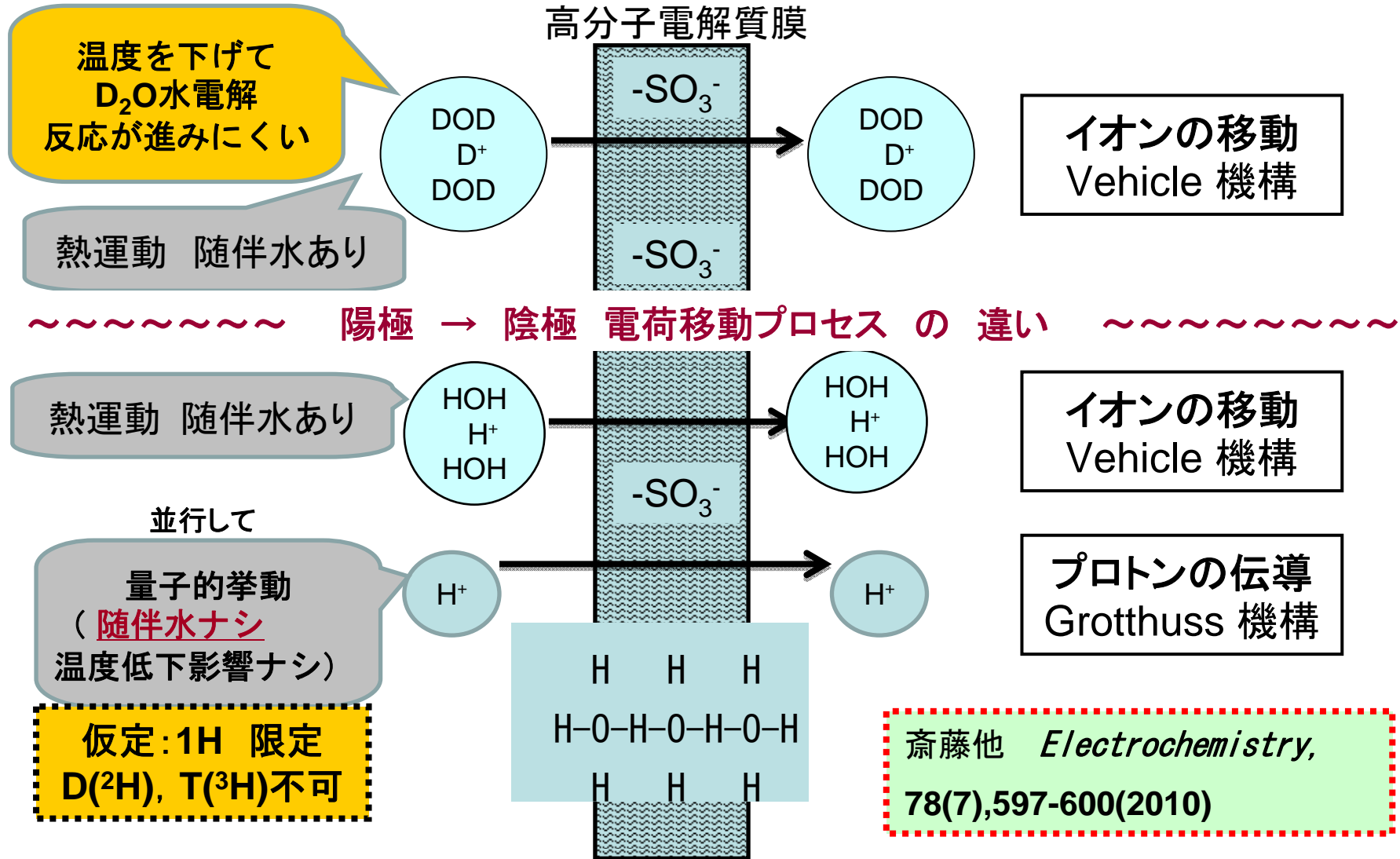
電解濃縮の仕組み

1.2 目的 一般型機器適合のトリチウム濃縮器の開発

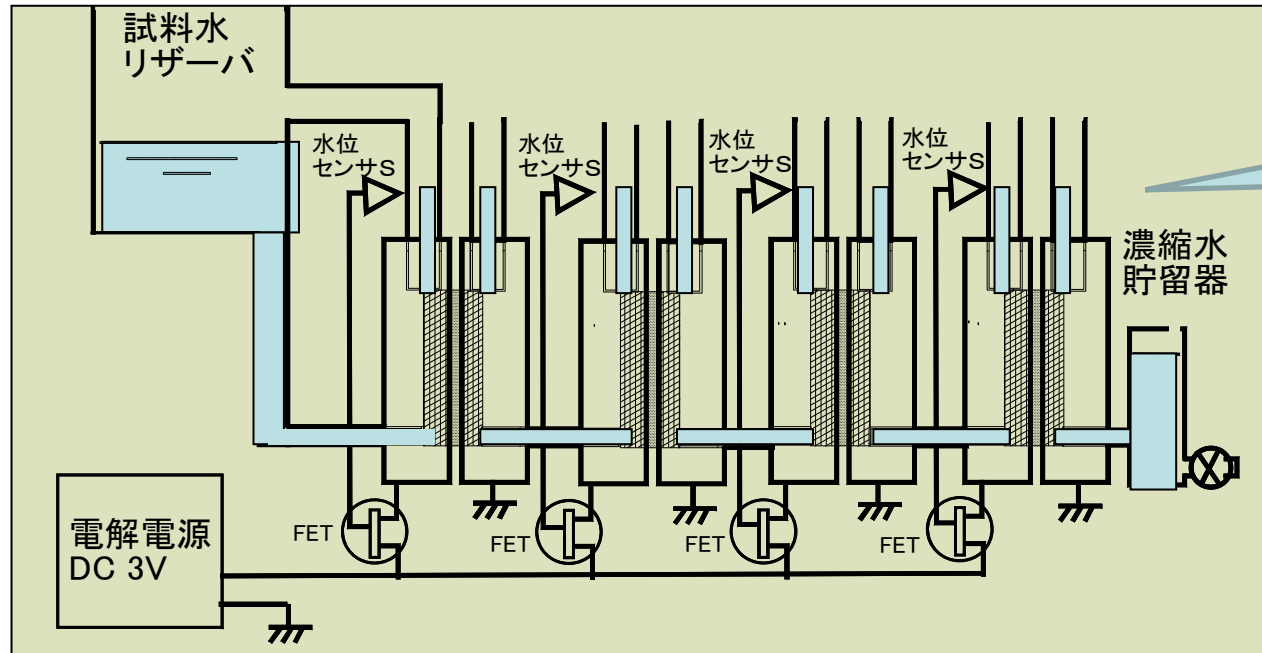


試料水中トリチウムをどれだけ計測容器に導入できるかが課題

5.1 考察 電解濃縮の仮説と実証



新開発 多段階電解 の仕組み



試作・実証

開放系システム : 試料水量, 濃縮水量, 電解量に依存せず.
一定濃縮倍率 (電解段数による)

必要量だけ

- ・濃縮水量0~
- ・計量操作不要, 水損失抑制冷却不要
- ・開放型試料室

齋藤他 : PAT2008-167551 PCT JP2009 061393 特許出願中

8. 福島原発事故 トリチウム汚染水 何が可能か

トリチウムの海洋放出には、相互理解が必要

信頼関係のために重要で、事実情報の提供は不可欠。

対立を避け、協力して事態の收拾を図るために、

放出トリチウムの行方について国民は知る必要があり、東電、政府は知らせる義務がある

放出先海域での連続的な環境レベルトリチウム観測データが常時公開されるシステムの構築が必要

3. 対処案 現実路線としての連続モニタリングシステムの構築

トリチウム水の海洋放出には、相互理解が必要である。

世論を民度の高い方向へ誘導することは信頼関係のために重要で、事実情報の提供は不可欠。

隠蔽、秘密では真実ですら通じなくなる。トリチウムの有害性の低さは説得可能。

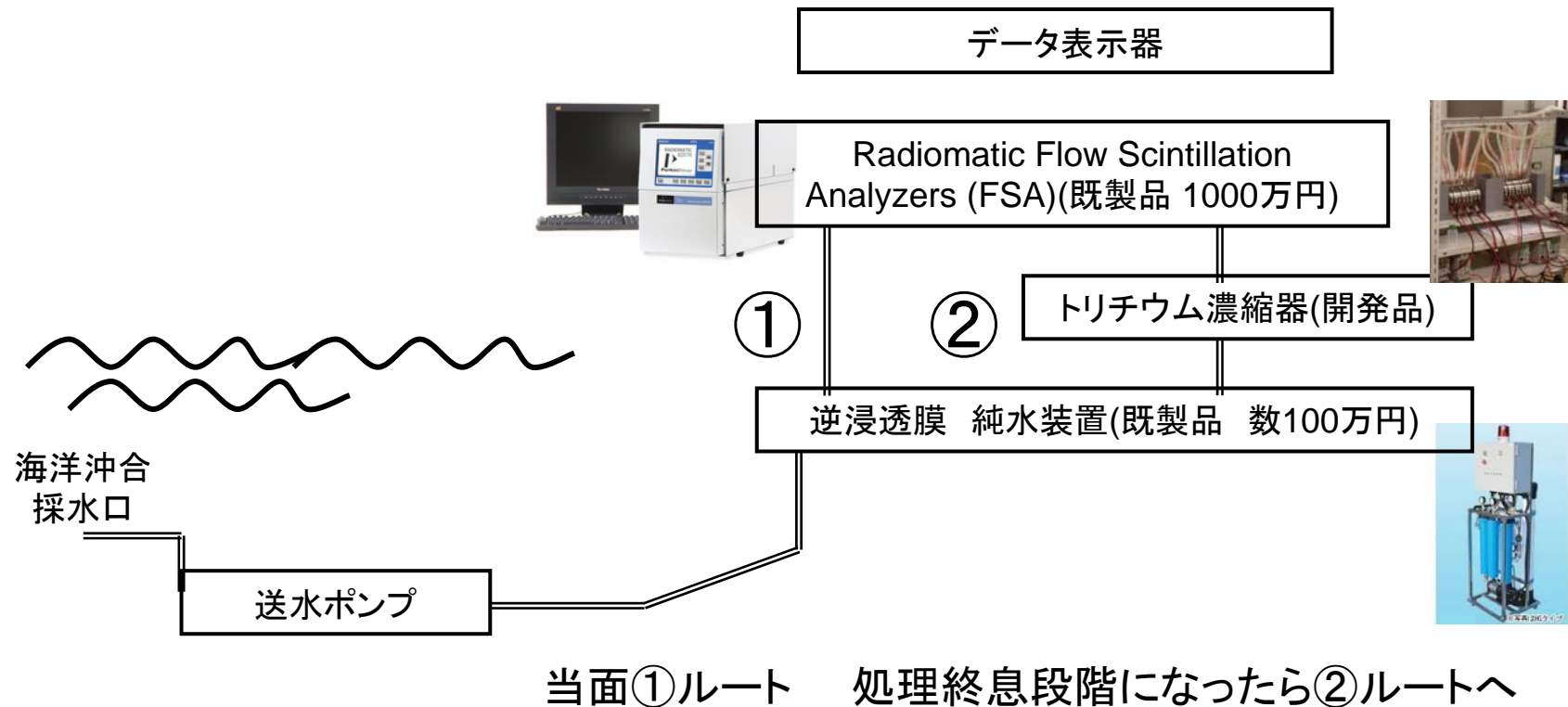
対立を避け、協力して事態の收拾を図るために、放出トリチウムの行方について国民は知る必要があり、東電、政府は知らせる義務がある。

このために、放出先海域での連続的な環境レベルトリチウム観測データが常時公開されるシステムの構築が必要。

—原子炉漏洩トリチウムの天然レベル監視のための多段式濃縮装置開発—

海洋トリチウム連続モニタリング 表示システム

天然レベルと差がないことを表示するには濃縮器が必要



投資効率とオリジナリティ

原子力活用

再処理システム 2兆円
交付金300億円/年
の有効活用

連続観測 システム
(実施主体 海洋科学研究所, 環境科学研究所他)
~ただ今の放射能 0.03Bq/kg~

システムプラント

脱塩機
多段電解濃縮器
計測器
テレメータ

社会の流れ

価格バランス

パフォーマンス疑問
大企業
↑ 10億円
競合発生
健全な市場形成領域
↓ 0.1億円
利益なし 排他的独占

※価格下げの-margin余地は極めて大

研究テーマ名
トリチウム年代測定のための基準データの確立
(トリチウム年代暦年代較正テーブルの作成)
(地下水調査のための効率的参照方法の開発)
放射線応用技術グループ 斎藤正明

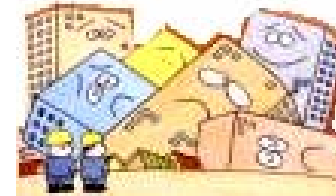
工業技術から産業技術へ

薄利 高性能 高機能

消費者の支出傾向



安心 安全



建築物，都市構造物の足下である地下は安定のための基盤 = 水に浮かぶ

原発事故処理問題の論点

カネによる支配： マネージャー支配体制

経費配分支配体制による事業体の崩壊

委託 丸投げ

過去事例：大蔵主計局，TV局，出版社，○○ホールディング，原発

都土研，科研費，銀行

実務者，ゼネラル ，責任， 当事者能力&意識の不在 （中小企業）

[最近TVがおもしろくないんだが]

[現場はどうなっているか]

税制，硬直組織，効率化，支配，管理最適化，実務能力欠如

[事業主体の喪失]

[なぜフクシマは終結できないのか]

—経費支配による組織の根源的問題—

おわりに

エンリコフェルミのシカゴ大原子炉跡地のプレート

「人間が第2の火を発見した場所である」

しかし、便利さを獲得すると付随して新たに困ったことが生ずるものだ。

火の取扱は難しい。サルには使えないね

Isotope News, 9月号, No.713, p.19(2013) 木越邦彦



木越研究室のトレードマーク

END

自学自習用, 本パワーポイントファイル希望者は

3-ito.m@bigfoot.com

Webサイトから 引用図 多数有, 一般公表とくに印刷は注意。

他の無料の類似絵図など利用のこと。

3-ito.m@bigfoot.com