

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, May 01, 2011 10:51 PM

Subject: 東電福島第1発電所 今後どのように後処理を進めるか

皆様へ、

東電福島第1発電所は今後どのように後処理を進めるかそれが大切である。以下に e-mail で展開する機械工学側からの見方をご覧ください。

例によって、発言順は下から見て下さい。

新井栄一

From: IA

Sent: Sunday, May 01, 2011 5:40 PM

To: arai eiichi

Subject: Re: homepage に新しい記事 東電福島第1発電所

新井先生

メール有り難うございます。

東電の収束計画では、第2ステップが終わる6-9ヶ月後には、冷温停止状態とし、かつ、汚染水は純化処理しかつ減少を図るとなっていますが、格納容器の水抜きや冷却方式を変えるような記述はないので、この方式は、数年続けるのではないかと考えています。

ご指摘の格納容器の腐食や格納容器壁を貫く配管や電機系ダクトの貫通口の充填材が水中でどのくらい大丈夫か、格納容器の地震への耐性など、不明なことが多すぎます。

ただ、あくまで「事故の収束案」なので、これが終息した後、「廃炉」に向けた計画（東芝系は10年、日立・GE系は15年案を提示）にバトンタッチしていくのではないのでしょうか。

格納容器を満水にするのは、放射線遮蔽上の利点と共に、水を循環させ処理系で純化させていくので、この処理が成功裏に終わった時には格納容器の内部も洗浄されて、廃炉処理が容易になる利点もあるのかとは思っています。

Csが、これから問題の主役になるのでしょうか。CsIもIがXeになり抜けると、CsOHになるのでしょうか？

土壌に入り込むとその組織と結びついてなかなか外に出にくいと、聞いています。

ITで調べてみると、チェルノブイリ事故後の周辺土壌の測定によると、Csの環境的半減期は、180年~320年もあり、雨や地下水による流出は少ないとなっています。

一方、人の体内半減期は、70日程度との報告があります。

原子炉容器の底が抜け、熔融燃料が蒸気爆発する懸念もあったのですが、これが起こらず、水素爆発で使用済燃料が大きく破損するに至らなかったのは、本当に不幸中の幸いと思っています。

地震到来時に、地震動 または、外部送電系が破断により、原子炉がスクラムし、タービンへの蒸気弁が閉、タービンバイパス弁が開いて、蒸気はここから復水器に抜けます。しかし、その後、格納容器壁を貫く配管系は、総て閉となります。（事故時の格納容器からのガスのノーリークを厳守するため。） したがって、たとえ、地

震で蒸気配管が格納容器外で破断していても、格納容器壁の弁の閉により、大量の水がタービン室地下に溜まることにはならないと思われます。また、これとは別に、事故時に電源が喪失した場合、炉心からの高圧蒸気でタービンを回して動力とする、非常用高圧注水ポンプや隔離時冷却ポンプが、格納容器内に設けられていますが、これらが、津波後1-2日は作動していましたので、蒸気系が破損して抜けていないと考えています。

ところで、1 mSv か 20 mSv にするか、問題にあり、東大の先生が批判されているのですが、その科学的な根拠やデータの裏付けはあるのでしょうか？

IA

----- Original Message -----

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

To: IA

Sent: Saturday, April 30, 2011 10:53 PM

Subject: RE: homepage に新しい記事 東電福島第1発電所

IA さんへ、

専門の知識を持つ貴兄の e-mail を読んで、少し気が軽くなりました。

水棺という方法で今進んでいるのでしょうか？放射線の遮蔽材料としては一番良いのですが、何十年、何百年ももたせると考えると、金属材料と水の組み合わせはどうでしょうか？腐食を考えると。

急速にヨードの海水中への流失を止めれば、6ヶ月も経てば濃度が10のマイナス10乗くらいに減衰する。環境負荷はそんなにひどいことにはならないでしょう。

Cs の環境負荷はどの位早く減少するかが問題でしょうね。つまり物理的半減期は変わらないけど、環境によって減少する因子がどの位期待できるかです。ほうれん草とか特別な部位に集中するヨードと違って、Cs は体外に排出されれば、生物的半減期が期待できます。

私が繰り返し書いたように、Sr と U, Pu が環境に流出してないことは不幸中の幸いでした。

炉室からタービン室に水がどこかの rout を伝って流れたのでしょうか？私はタービンに近いところで蒸気系が破断して、炉内の水がタービン室で流れ出たと考えていました、私の文章のように。

またいろいろ教えてください。

新井栄一

From: IA

Sent: Saturday, April 30, 2011 2:23 PM

To: arai eiichi

Subject: Re: homepage に新しい記事 東電福島第1発電所

新井先生

原子力秘話、特に、Brandt 首相と Meitner 女史の秘話は、興味深く拝見しました。核分裂を彼女が解析して証明したことは知っていましたが、ノーベル賞が貰えなかったのは、ナチスの被害なのか？Otto Hahn の心情も聞いてみたいと思いました。墓の写真コピーさせて頂きました。

ブログの上の方で、セシウムやヨウ素が、水道水から除けるかの話で、除去の方法は分かりませんが、シビアアクシデントで出てくるのは、I や Cs の単体もありますが、主に CsI の形態で出てくると考えられています。無論、水溶でイオン化すれば、どの形態でも同じでしょうか。

3号機のタービン室地下の汚染水、しかも、破損（溶融？）した炉心を通った汚染水の出何処は今も不明です。2号機では15日の水素爆発で格納容器下部の圧力抑制室が破損して、水漏れが生じているようですが、3号機は、炉心の破損（溶融）は、ほぼ確実でしょうが、汚染水の出口がはっきりしません。

それより、25日作業員が被爆する以前の、放射能が低い時に、何故、複数ある残留熱除去系（RHRS）の1つを復旧させ、海水まで炉心の熱を伝えるラインを確立出来なかったのかが、大変、悔やまれます。

注水冷却といいながら、炉心の熱は、格納容器の何処かに、分散させているに過ぎないことはわかっていたはずで。

早い時期からコメントしていたのに、水素爆発と使用済燃料プールの注水に気を取られてしまったのかも知れませんが。

今後の原子炉容器を水没する案は、予測できないリスクが考えられ、避難住民に今後の明確な指針もしめせません。RHRS または相当系の構築がベストとの考えは、今も変わりません。

IA

----- Original Message -----

From: arai eiichi

Sent: Friday, April 29, 2011 11:32 AM

Subject: homepage に新しい記事 東電福島第1発電所

皆さん、

3月11日の東日本を襲った大きな津波、そして原子炉からの放射能漏出、大勢の犠牲、農業・工業での大きな損失、日本人は落ち込んでおります。しかし、外国からは暖かい連帯と「日本がんばれ」が届いております。

私はこの放射能汚染をどう理解するか、生活は大丈夫なのだろうか、危ないのだろうか、どうすればいいのか このような問題を報道される度に e-mail で分かりやすく解説してきました。読者から質問を戴き、公開回答もいたしました。また専門家から関連情報を寄せて下さいました。ここで 今まで続けてきた連続 e-mail の内容を1つの homepage の記事に纏めました。 <http://www2.gol.com/users/araie1ch/> 読者の皆様、ありがとうございました。この homepage の最後に、蛇足ではありますが、核分裂が発見され原爆が作られた頃の秘話を3つほど書きました。どうぞ それもお読み下さい。

新井栄一

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, May 01, 2011 2:12 PM

Subject: FW: 原子炉からの放射能

皆様

今回は放射性廃棄物を原子炉から環境へ放出することについて e-mail の会話を紹介します。
例によって発言は下から書かれています。

新井栄一

-----Original Message-----

From: H

Sent: Friday, April 29, 2011 5:40 PM

To: arai eiichi

Subject: Re: 原子炉からの放射能

新井様

大変貴重な海外の話をありがとうございました。

H より

On 2011/04/29, at 17:35,

arai eiichi wrote:

H さんへ。

先に説明した不活性ガスについては高い煙突から放出しています。濃度は規定に沿ってです。3重水素は触媒により水にします。その他の元素でも、全部が全部回収できないようです。フランスの再処理工場 La Havre での放水路はイギリスとの海峡に出口が繋がっています。Green Peace が時々潜って水 sample を集め分析しているようです。「何かあったと」発表しています。原子炉については放水路の出口は（ヨーロッパでは河の水で冷却をすることが多い）事業者が勿論調べているでしょうが、どんな核種が規制値範囲内で廃棄されているはずですか。検出限界以下と放出量ゼロとは違います。ヨーロッパでは河にしる、海にしる直に隣国に接しているから、管理は大変ですね。規制値は国際的な値です。

新井栄一

-----Original Message-----

From: H

Sent: Wednesday, April 27, 2011 6:22 PM

Subject: Re: 原子炉からの放射能>

新井様

ご丁寧な説明をありがとうございました。

たしかに、初めから放射の漏れを想定して原子炉を設計しませんよね。

しかし現実はどうなのでしょう。たとえば、加圧水型軽水炉では、炉心からの熱湯（一次冷却水）は、蒸気発生器中の数千本のパイプを通して、熱を伝えて水蒸気を発生させますが、このとき何本かの蒸気パイプにピンホ

ールが空くことは日常茶飯事で、それを手直ししながら運転しているのだと聞いてますが、どうでしょうか。
パイプに穴があげば、炉心かで汚染された水や水蒸気が、外に流れ出します。
原子炉というモンスターを運転するためには、実験室での実証実験とはちがって、多少の放射能漏れは、目をつぶらざるを得ないということになるのでしょうか(たとえば、許容線量以下なら放出してしまうというぐあいに)。
その辺の感触は、当事者に聞いてもだれもはっきり教えてくれませんので、気になってます。

H

On 2011/04/27, at 16:09,
arai eiichi wrote:

-----Original Message-----

From: H
Sent: Wednesday, April 27, 2011 11:12 AM
Subject: 原子炉からの放射能>>

皆様

素人の質問ですが、どなたか教えて下さい。

1) 平常時の原子炉の運転で発生する放射性物質で、気体と水溶性の放射性物質は、大気または海洋中に放棄されているのでしょうか (もちろん希釈されているのですが)。

返答：軍隊は別です。平和利用では禁止です。

2) あるいは、正常な原子炉は、完全に環境から隔離されているという発想で、造られていて、正常であれば一切放射能は漏れないのでしょうか。

返答：水、液体、粉体が漏れたならば、原子炉は正常ではありません。問題は気体の漏洩。

- a) 水は中性子で叩かれる。水は分解して水素ガスが発生。中性子束が強い10の13乗、14乗 n/cm².s) 原子炉の中では3重水素ができる。これはβ崩壊する。これは水素、ヘリウムと同様に漏れやすい、
- b) 核分裂生成物の重さ A(=N+Z)は大体92と132を中心にしてふた山に分布します。N-Z平面を考えてください。Nは横軸、核の中の中性子数、Zは縦軸、陽子数。

原子核の魔法数 (その核子の数が魔法数になると核は特に安定する数 : 2, 8, 20, 28, 50, 82, 126, 152)
A=92の山ができる理由はN=50とZ=36 (Kr-86, 不活性ガス)と言う魔法数の交点の周りに分布しています。もう一つの山は(N=82, Z=50, Sn 132)です。この近くにXe-136(不活性ガス)があります。
不活性ガス以外の元素は化学者がなんとしてでも固定化して環境には出ないようにするがこの2種類の不活性ガスは化学的には閉じ込め不能。

N-Z平面上では原子核がβ崩壊によって斜めに移動するのでどうしてもこの2種類の不活性ガスの横線上で一度止まらなければなんらない。そこでガスとなって出てくる。

核分裂生成物がたまたま魔法数に当たったのではなく、核分裂生成物は核物理的安定の場所を選んできているのです。

以上 新井栄一

この件に関して、URLなどで資料が公開されていれば教えて下さい。

H

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Friday, April 29, 2011 11:32 AM

Subject: homepage に新しい記事 東電福島第 1 発電所

皆さん、

3月 11 日の北日本を襲った大きな津波、そして原子炉からの放射能漏出、大勢の犠牲、農業・工業での大きな損失、日本人はみんな落ち込でおります。しかし、外国からは暖かい連帯と「日本がんばれ」が届いております。

私はこの放射能汚染をどう理解するか、生活は大丈夫なのだろうか、危ないのだろうか、どうすればいいのか このような問題を報道される度に e-mail で分かりやすく解説してきました。読者から質問を戴き、公開回答もいたしました。また専門家から関連情報を寄せて下さいました。ここで 今まで続けてきた連続 e-mail の内容を 1 つの homepage の記事に纏めました。

<http://www2.gol.com/users/araie1ch/>

読者の皆様、ありがとうございました。この homepage の最後に、蛇足ではありますが、核分裂が発見され原爆が作られた頃の秘話を 3 つほど書きました。どうぞ それもお読み下さい。

新井栄一

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Saturday, April 16, 2011 8:23 AM

Subject: 読者からの情報 水道水は汚染なし

皆様へ

読者の一人から「水道水の中の放射性汚染は検出されない」という重要な情報が寄せられました。
ご参考までに。

http://atmc.jp/water_tokyo/ CTRL を押しながら左クリック
をご覧ください。

Sent: Friday, April 15, 2011 2:39 PM

Subject: Re: 読者からの質問と答え

荒井栄一先生

インフォメーションをありがとうございます。

Fさんが、水道水の放射能を心配なさっていましたが、関連するデータは、ご存じと思いますが刻々と新しい
情報として公開されています。

たとえば以下のサイトからも見る事が可能です。

ご参考までに。

http://atmc.jp/water_tokyo/

をご覧ください。

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Friday, April 15, 2011 9:40 AM

Subject: 読者からの質問と答え

Subject: RE: ベクレル Bq、シーボルト Sv など放射線関係の単位の説明 2011.3.14.doc

Fさんへ

レベル7、「最悪のレベル」と日本の担当者が決めて公表したようです。今回皆さんに送った「放射線関係の単位の説明」にも書いたとおり、放射線は豆、米、小麦、トウモロコシの粒のようなもので、その中には非常に悪性なものもあれば、軽度の悪さのものもあります。日本のこの担当者は放射線と言えば、「何でもかんでも一緒にしてなんぼ」としているようです。Chernobyl の大事故の場合はプルトニウムが環境に多量に放出された。これは最悪の悪性です。福島ではプルトニウム、ウランなど悪性のもは出ていない。これは不幸中の幸いと言うか、日本のセラミック技術が良かったというべきか。そういう訳で、日本の状況は「最悪のレベル」というような状況にはありません。

新井栄一

To: arai1ch@gol.com

Subject: Re: ベクレル Bq、シーボルト Sv など放射線関係の単位の説明 2011.3.14.doc

ご無沙汰致してます。実は 連日の東京電力原子力発電所の事故についての報道について 分かりにくい事ばかりなので先生に教えて戴きたいと思っていました。

「レベル7」と言うのは最悪なのでしょうか？

次元の低い質問ですが、70 歳の私はどうでもいいのですが 5歳の孫の事を考えると、本当に東京の水道水は大丈夫でしょうか？

いまだに 余震が続いていますので不安です。

メールを戴き ありがとうございます。

From: arai eiichi [mailto:araie1ch@gol.com]

Sent: Thursday, April 14, 2011 10:32 PM

To: E Arai

Subject: ベクレル Bq、シーボルト Sv など放射線関係の単位の説明 2011.3.14.doc

ベクレル Bq、シーボルト Sv など放射線関係の単位の説明

新聞などの報道の中で放射線の量が毎日のように現れる。特にベクレル Bq とシーボルト Sv が一番頻りに現れる。

1. ベクレル Bq

放射性元素から放出されている放射線の放出量である。放射線はその名詞が表すような「線」ではない。粒子、つまり粒(つぶ)である。豆や米のようなものである。放射性物質から豆や米、トウモロコシのように放射線が四方八方に放り出されている。その1粒が1ベクレル Bq である。

一寸 一般生活の中でのこと、たとえば、4人分の飯を炊こうとする。大体 米カップ4杯。この米の量をカップ何杯と言わずに、4人分 米4万粒炊けと言われても、多いのか少ないのかですら分からない。とにかく大きな数字になる。主婦でなくても物理学者も分からない。

4月12日の記事では「数時間に1万テラベクトル放出」と言う見出しを出している。テラは10の12乗つまり億の次の兆、それに1万がつくから私には何と言う漢字の単位かは知らないが、10の16乗個の粒粒が数時間(3時間?)に出ている。化学授業のことを思い出してもらえば、1モル(mol)の分子の数は 6×10^{23} 乗個である。つまり2グラムの水素の分子の数は一つ一つ数えるとこの数である。

放射線にはアルファ線、ベータ線、ガンマ線、中性子の4種類あり、夫々にどの位のエネルギーを持っているかが問題である。豆、米の例えに戻ると、豆、米、小麦、トウモロコシの4種としよう。夫々皿に盛られたとき熱いの、冷たいの、冷凍の、乾燥したの、これが例えば粒子のエネルギーとなぞえたとしよう。口の中に入れたとき、火傷するもの、腹を壊すもの、いろいろ出てくる。

報道が言っているのは ぶつぶつの粒の数だけであって、内容は全く分からない。何がどう混じっているかも分からない。従って、それを被爆した人がどの位 被害を受けるか物理学者も放射線科の医者もこんなデータでは評価できない。

今、放出されている放射線の量と身体が受ける被爆つまり「被害」の関係は地震の関係と一寸類似している。Bq は震源の強さマグニチュード、それでどこでどれだけ揺れたかを示すのが震度(放射線ではグレイ、Gy という単位になる。今回はそれには触れない)、その被害はご覧の通りである。その放射線の被爆量つまり「被害」はシーボルト Sv という量で測る。

2. シーボルト Sv

人間がその放射線によって受ける「被害」の量である。

- a) 外部から放射線を受けたか、
- b) 身体の中に放射性物質を取り入れている場合によって状況が全く異なる。

一番分かりやすい話をする。全身被爆を受けた人は放射線障害による致死量が4.5シーボルトと教科書に書いてある。4.5Sv受けるとその人は死ぬ可能性が50%である。

これを出発点として許容量が計算され、放射性物質(正確には核種という)によって表になって示されている。人間が毎日何リットル水を飲むかを決める。体内に入る放射性物質の総量は許容量の範囲内であればならない。すると飲料水中のその核種例えばヨード131がこの濃度を越えたらその水は飲料に適さないというようなことが計算できる。この限度を許容量としている。

分かりやすい例を言おう: 青酸カリの致死量は 私は今 一寸調べてないが。

レストランのボーイがお客様に「この水は大変美味しい、名所の産です。その近所にめっき工場がありますが、青酸カリの濃度は大変低く、大変安全です。安全基準の以下です」と言って渡したら、客はその水をボーイの顔にぶっかけて、「面でも洗え」とでも怒鳴るでしょう。

つまり放射線に限らず、全ての危険物の許容基準と言うものはこういうものです。

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Tuesday, April 05, 2011 3:37 PM

Subject: 使用済み核燃料の再処理 読者からの指摘 青字のところも読んで

4月3日皆様に送付した「日本の核燃料の再処理は？」に対して、読者の1人から次のような指摘がありました。ありがとうございました:

新井様

先般の新井さんの指摘「フランスが彼らの使用済み燃料を六ヶ所村へ持ってくるような記憶」について、私の認識が少し間違っていたようです。以下(赤字)のような記述が、この HP に載っています。

<http://homepage3.nifty.com/ksueda/waste0000.html>

また、放射能の量だけでなく、ガラスで固められた高レベル廃液の中身が問題です。もともと英仏の再処理工場では、日本の使用済み燃料を再処理したときに発生した廃液とその他の廃液を分けているわけではありません。計算上の放射能量で日本起源相当分だけ送り返せばいい契約になっています。このため送り返されてきているガラス固化体には日本の原発ではなくフランスなどのガス炉や高速増殖炉の再処理廃液を処理したものも含まれています。これらの廃液は、寿命が非常に長く、毒性の強い超ウラン元素などを多量に含み、非常に高い発熱をします。

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: 2011 年 4 月 3 日 18:10:54:JST

Subject: 質問:日本の核燃料の再処理は？消防団と原子力工学との関係は？

第1質問 日本の核燃料の再処理は？

前回の記事中にあるフランスからの燃料はこれから使える燃料の様ですが、前にはフランスが彼らの使用済み燃料を六ヶ所村へ持ってくるような記憶が有りますが、間違っていますか？本当でしたら、私に理解しにくいことは次のようです:

長距離運搬リスク的だけでなく、長期的な貯蔵場所としても、どうして日本のような狭い海に近い、沢山地震のある国に持ってくるようなロジックになれますか(チーズではないし)? どうして日本が此れを受け取るんですか? 日本に こんなに沢山使用済み燃料が有るのに、すこしそれで MOX を自分で作ればと普通なら思いますが。技術問題ですか? それとも日本の原発反対派が再処理を許さないから(絶対量を増やすことに成る新品を輸入なら良い?)計画が強い日本が国として全般的にマネージしてますか?

いまフランスの此の会社が日本を援助するとニュースで見ますと、世の中のことが不可解に思います。

私の説明:

この質問文中で言っている六ヶ所村の施設の名称は日本原燃六ヶ所再処理工場。1993年から約2兆1900億円を投資。最新の竣工予定は2010年10月。しかし何度目かの延期の後、現在は2年延期後の2012年竣工となっている。

つまり、全く動作していない。

使用済み核燃料を溶解し、a)核分裂生成物と b)ウラン、プルトニウムを分離する。a)は放射性廃棄物として安定な化学状態の物(ガラス化法、ドイツが1960年代に開発した。日本では未だ出来ていない)に加工して、廃

棄物貯蔵庫に収める。但し廃棄物を受け入れる場所は未定(引き受ける県、都市、場所が見つからない)。

b) には新しい濃縮ウランを加え、新しい核燃料とする。

上記の分離作業は従来はフランスとイギリスに依頼していた。分離された物 a), b)は全量日本に送り返された。a)は廃棄物貯蔵庫に収められたが、それはもう満杯である。

b)は mox 核燃料として使用されている。現在はフランス製のものだけ使っている。

新井栄一

この問題に関わらず、日本の原子力の問題全般にわたって、次に紹介する中曽根康弘元総理大臣の話を思い出す:

2006 年 10 月 31 日元総理大臣が講演をしてくれた。場所は私が所属していた大学の大講義室である。氏は日本の原子力にエンジンをかけた人である。そのとき(1950 年代、第 1 回、第 2 回の Genève 会議の後)彼はどうすべきか 中でも 物理学者を訪ねて回り、意見を聞いていた。その中で 彼は 高名な原子核物理学者 嵯峨根教授を(私はこのお名前をはっきり記憶してないのでお名前を間違えていたら、大変失礼します)の意見を訊いた。教授の忠告の中にこういふくだりがある:「多額の予算が付くと、ろくな者は来ない。そのことに気をつけるように」。

嵯峨根教授のこの忠告は現在もまたそのとおりである。

この教授は開戦前までアメリカで実験原子核物理を研究していた。1941 年日米は戦争へ。中曽根元総理大臣は上記の講演の中で嵯峨根教授について次のような話をした:

1945 年原爆が日本に投下される少し前にアメリカ軍の偵察機か何かが飛来した。爆弾ではなく通信管を落としていった。その中には手書きの手紙があった。それは嵯峨根教授が当時一緒に働いていたアメリカの原子核物理研究者からのものであった。文面は「近いうちに米軍は原子爆弾を投下する。それは本物の原子爆弾だ、」というような趣旨であった。中曽根元総理大臣はその手書きの手紙のコピーを OHP で我々聴衆に見せてくれた。きっと そのアメリカの研究者は嵯峨根教授の親友だったのだろう。

原子核物理の歴史をめぐると、1938 年にドイツの物理学者と化学者(若い女性研究者)が共同で核分裂発見した。研究結果はすぐにアメリカに報せる。そこにはユダヤ人科学者、それを助けるドイツ兵などなど、本当に映画になることが起きた。嵯峨根教授へのアメリカ人科学者からの手紙、それを運んだ米空軍。これもドラマです。

このような歴史を背負った日本人、特に上層部、嵯峨根教授が元総理大臣(当時は第 1 代の科学技術長官になる頃)に忠告したことを良くわきまえるべきである。

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, April 03, 2011 6:11 PM

Subject: 質問: 日本の核燃料の再処理は? 消防団と原子力工学との関係は?

第1質問 日本の核燃料の再処理は?

前回の記事中にあるフランスからの燃料はこれから使える燃料の様ですが、前にはフランスが彼らの使用済み燃料を六ヶ所村へ持ってくるような記憶が有りますが、間違っていますか? 本当でしたら、私に理解しにくいことは次のようです:

長距離運搬リスク的だけでなく、長期的な貯蔵場所としても、どうして日本のような狭い海に近い、沢山地震のある国に持ってくるようなロジックになれますか(チーズではないし)? どうして日本が此れを受け取るんですか? 日本に こんなに沢山使用済み燃料が有るのに、すこしそれで MOX を自分で作ればと普通なら思いますが。技術問題ですか? それとも日本の原発反対派が再処理を許さないから(絶対量を増やすことに成る新品を輸入なら良い?) 計画が強い日本が国として全般的にマネージしていますか?

いまフランスの此の会社が日本を援助するとニュースで見ますと、世の中のことが不可解に思います。

私の説明:

この質問文中で言っている六ヶ所村の施設の名称は日本原燃六ヶ所再処理工場。1993年から約2兆1900億円を投資。最新の竣工予定は2010年10月。しかし何度目かの延期の後、現在は2年延期後の2012年竣工となっている。

つまり、全く動作していない。

使用済み核燃料を溶解し、a) 核分裂生成物と b) ウラン、プルトニウムを分離する。

a) は放射性廃棄物として安定な化学状態の物(ガラス化法、ドイツが1960年代に開発した。日本では未だ出来ていない)に加工して、廃棄物貯蔵庫に収める。但し廃棄物を受け入れる場所は未定(引き受ける県、都市、場所が見つからない)。

b) には新しい濃縮ウランを加え、新しい核燃料とする。

上記の分離作業は従来はフランスとイギリスに依頼していた。分離された物 a), b) は全量日本に送り返された。a) は廃棄物貯蔵庫に収められたが、それはもう満杯である。

b) は MOX 核燃料として使用されている。現在はフランス製のものだけ使っている。

第2の質問 ご苦労様! 定年後に消防団員になられたのは、原子力工学を専門にされたことと関係があるのでしょうか?

入団当時のことです。私の家の周りは「ぐら・ぴちゃ」という状況の一軒家、そこに 後家さんの一人暮らし、老夫婦だけで住んでいるという状況が沢山でした。それに外国人が多い。

消防署は回覧板で団員募集をしていた。管轄の署に行き、「こんな年だけど採用するか? 私の得意とするところは外国語です。」と問うてみた。担当の係長は一瞬考えた末、採用となった。外国語で受けたらしい。

全ての訓練を受けてから、私は応急手当の指導員に力を入れた。あの頃は応急手当はまだ少数の方だった。訓練・試験の末、応急手当指導員と言う最高の認定書を戴いた。

本来は、今年の3月28日私の誕生日には後期高齢者になるから、その日に辞表を出しに署の担当課長に出そう
と
思っていた。そうしたら、あの
大惨事。東京消防隊も福島第1発電所に出動。私は3月28日、課長に辞表の代わ
りに私の第1種放射性同元素等取扱免許のコピーと 皆さんに送っている e-mail の記事のコピー2点を渡した。こ
こでは一応定年制はない。課長は喜んでくれた。

私はいつも謙遜しているように努めていますが、実は4月8日に何度目かの表彰を受けます。

新井栄一(2011年4月3日)

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, April 03, 2011 9:41 AM

Subject: 消防の死亡・行方不明の数

私はまだ消防団員である。

今日の朝刊を見て驚いた。見出しは岩手県、宮城県の消防の死亡・行方不明者の合計が 200 人超。内 消防団員が合計 194 人、署員は 17 人と記載している。

私が考える理由は:

- 1) 消防団員の数は署員よりも何倍も多い。
- 2) 団員は常日頃 署員から訓練を受けている。安全教育も不足しているとは私には思えない。だけど、団員は災害現場で危険を犯してでも突っ込んでしまう傾向がある。
- 3) それから、東京の場合は消防団の定年が高く、高齢化している。訓練において、署員が 1 列に並んで、その横に団員が 1 列に並ぶと、親と息子、娘と並んでいるようである。私の場合は息子、娘じゃなくて、孫と並んでいるようである。

今度の金曜日に私の所属の署で幹部会議が開かれる。

新井栄一(2011 年 4 月 3 日)

From: arai eiichi [mailto:araie1ch@gol.com]

Sent: Saturday, April 02, 2011 10:00 AM

Subject: 使用済み核燃料貯蔵プール 2011.3.11.doc

使用済み核燃料貯蔵プール

3月13日(日)の新聞はすでに爆発を、14日(月)の夕刊は3号機 水素爆発を報じた。3月16日朝刊は4号機 建屋で「使用済み核燃料プール付近に8メートルの穴2つ」を1面見出しに。4号機は定期点検中で休止中であつたのである。その頃は 使用済み核燃料プールに関する記事が続いた。プールの水の循環、冷却、補給が止まった。水の温度が上昇、蒸発、減少。燃料棒の金属被服材 Zr が水と反応、水素発生、爆発。

このプールは発電用原子炉のすぐ近くにある。大きさは10m x 12m x 12m (深さ)、純水をはる。中には使用済み核燃料が貯蔵されている。その名称のとおり。今日のこの議論は「それで良いか」です。

このプールは本来 核燃料を一時的に原子炉圧力容器から取り出し、ここの中に収める。水の放射線の遮蔽能力は大変高いので作業従事者が近寄っても安全。水の中が良く見える、器具を差し込むことも容易なので、異常の有無を常に点検できる。原子炉の定期点検が終われば、核燃料は元に戻されて、プールは水だけの空になる、と誰でも理解していた。

ところが、現在は使用済み核燃料の貯蔵プールである(名称どおり)。

この理由は:これを最終的な処理処分ができない、最終保管場所を引き受ける国、地方自治体ともに、それは無い、世界的に皆無。日本では燃料サイクルのための再処理もできていない。

従ってこのプールの名称はこのようになった。いつから誰がそのようにしたのか？

外国の事情は:

- a) 核爆弾を製造保有している国々はIAEAの査察の対象にはならない。
- b) イタリア、オーストリア、デンマーク、そのほか未だあるかもしれないが、これらの国は始めから原子力をしなかった。
- c) 日本と同じ状況にあるのはドイツ、スイス、ベルギーなどなどである。発電炉のそばに**使用済み核燃料プール**を持ち、その中に貯めるだけである。最終処理処分の見通しは、どの国でも、無い。

つまり、IAEAはこのやり方に対して各国に対して、異議を唱えていない。

「皆がやれば、怖くない」。そのため 原子力発電のためにはこういうことがもう長らく行われている。

かなり以前に「原子力はトイレのないマンション」と言った、そして言い続けている人が日本にも外国にもいる。汚れたオムツが部屋の中に積まれてゆく。それが2011年3月13日地震・津波のすぐ後に日本福島で悪臭・汚染・破壊を始めた。

新井栄一(2011年4月2日)

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Wednesday, March 30, 2011 10:13 AM

Subject: RE: Pu 検出と炉の静漏れ 2011. 3. 29. doc

Tさん、返信ありがとう。

皆さん、これに関連して、核燃料棒から外に放射性物質がどの位 流失しやすいか、しにくいかわここで簡単に説明します：

1. 核燃料はUにしろ、Puにしろ酸化物です。粉状です。これを陶磁器のようにします。これを焼結と言う。
2. 義理の弟は陶磁器を作っているので、陶磁器は何度くらいで焼いているか教えてもらった。大体 1000 度位です。溶けて形を無くす温度もその一寸上だそうです。従って 1000 度より一寸上。火山から流れ出す溶岩のようになる。
3. 温度は昔から熱いものの発する光の色から決めます。物にはよらない。

次に大学の窯業の名誉教授の教授に教えてもらった：水溶性の無い酸化物は焼結したものから出てこない。つまりPuは核燃料体から非常に流出しにくい。私が昔、講義を聞いたことを思い出すと、核燃料は5つの壁に囲まれている：第1はこの焼結であると。

4. 東電福島では mox 核燃料、つまりPuをUと混ぜて使っている。だけど核燃料物質が健康に異常なほど流失していない。
5. 3月29日皆さんに送った記事の中で「Pu238の存在は理解できない、存在しない」と書いた。それに対して直ちに質問が来た。この機会に説明する：
 - 5.1. 物理現象が起こるためには、必ずその前後に物理量の保存率がある。これは買い物と金(かね)の動きと同様です。但し、物理学では credit (借金)はできません。
 - 5.2. 可能な原料からPu238が生成するための保存則を見た。現在のところ私には未だその生成の道つじがつかめない。そのためあのように書きました。「世の中に無い」と書いたのは言いすぎでした。訂正します。
 - 5.3. 理解できないことが含まれている、結論を言うのはだめです。つまりその生成の道つじをつかまないと、その道つじには、この場合Pu238以外に何ができているか見なければならない。

新井栄一(2011年3月30日9時40分)

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Tuesday, March 29, 2011 4:14 PM

Subject: Pu 検出と炉の静漏れ 2011.3.29.doc

Pu 検出と炉の静漏れ

1. 福島第 1 原発の敷地内の土壌からプルトニウムを検出
 - 1.1. 今まで原子炉建屋、排水関係の測定の結果の中にプルトニウム検出の報告はなかった。測定値はゼロと言う結果も記録しておかなければならない(関係法規)。α線測定の background はゼロである。極端に言うとかリカリと2つなったらα線は「あり」と結論できる。
 - 1.2. 初めて敷地内の地中からプルトニウム(α線測定と思う)初めて検出とは、私には理解できない。
 - 1.3. プルトニウムの観測は原爆で攻撃されることを予想して各国とも主に軍隊の研究所が最高の技術を使って監視している。
 - 1.4. プルトニウムは細かい粉で風又は水に乗って拡散する。そのため日本の周辺の国、韓国、台湾、米軍の沖縄、グアム基地、オーストラリアなどがこれを検出する可能性がある。Chernobyl 事故の場合は Sweden の研究所が最初に検出・報告した。
 - 1.5. 先日の 29 億 Bq の例であるが、日本発の News を外国放送局が見て、それを即時に再放送した。各国が自国の測定結果を発表したら、私はそれを評価する。
 - 1.6. 今時間3月29日9時半頃日本の TV を見たら Pu についてはあまり大きな報道にはなっておらず、コマーシャルなど長々やっています。
2. 福島 2 号機の放射性の汚染水漏れはなぜ?
 - 2.1. この型の原子力発電機の型名は沸騰水型原子炉です。つまり、Boiling Water Reactor, 「やかん型原子炉」。形だけでなく、本当に大きな「やかん」です。この[やかん]にタービンを繋いで、発電する、それがこの型の原理です。米国 General Electric 社が開発した。福島第 1 の 1 号機は GE 製です。
 - 2.2. 「やかん」の水が沸騰する。その蒸気をそのままタービンに入れます。タービンの中で仕事が終わって温度が下がった蒸気は水に戻り(復水器から)ボイラーつまり原子炉の(圧力容器)に戻る。こういう水循環です。
 - 2.3. タービン、皆さん見たことはあるでしょう。飛行機の翼の下に各 1 台、又は各 2 台付いています。あれがタービンです。
 - 2.4. 飛行機のタービンの前 3 分の 1 くらいは空気圧縮機と火を燃すところです。残りの部分が力を出す部分です。
 - 2.5. 飛行機のタービンはこの2つが一体になっていることが分かるでしょう。
 - 2.6. 発電所では、この2つは各々ものすごく大きくて重いので、各々別な建屋に収納されている。それらの間を太いパイプ、電線、通信線が走っている。
 - 2.7. そこで大地震が来ると各々の収納建屋の地盤ごと別々に揺れる。そうするとこの 2 者を繋いでいるパイプ、電線、その他にひびが入ったり、壊れやすい。

これについては東電ではすでに新潟の大地震のときに経験があります。変電所の火災が発生し、原子力発電所が長期にわたって止まっていた。事故当日、長時間あの煙が上がっていた News は世界中に中継されました。

- 2.8. タービン室での原子炉中の放射能汚染水が漏れたのはそのような次第でしょう。
- 2.9. 大地震が来て、津波が来るまでの間では Diesel ポンプは動いていたでしょう。(東電の社長は、これは全て津波のせいと言わんばかりです。)その間数分間くらいは炉の原子炉圧力容器には真水を予定にどおり注入していたでしょう。多分。

でも原子炉とタービンの間では、もうあちこちのパイプ、配線は切れていたでしょう。建屋の内部では Pu は検出の報告はない。

- 2.10. 津波後、原子炉建屋からまづ白煙を立て、屋根が吹き飛んだことは覚えているでしょう。あれは使用済み核燃料保管プールです。つまり燃料体は使用後かなりの月日を経ている。その中にはヨード 131 はもうないが、Pu や半減期が長い放射性元素はそっくり残っている。今までには Pu の検出は報告されていない。

どうして、地中からはじめて Pu が？ 3月29日の記事では Pu238,239,240 を検出。原爆実験から来た？それはありえない。Pu238 は世の中になく。

新井栄一(2011.3.29)

新井さん

情報有難うございます。

本日の日経夕刊は、「燃料棒を収める圧力容器が一部壊れている可能性を否定できない」云々と書いています。新井さんの説明から、燃料棒を収める圧力容器とタービンをつなぐパイプも、同じ圧力容器の一部と考えることができます。発見されたプルトニウム 238 が極めて微量だったということは、多分、還流側のパイプは低圧になっていて、そちらが破損したと言うことを意味するのか?と考えたりしています。

今後ともインプットを宜しくお願い致します。

T.より

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, March 27, 2011 11:09 PM

Subject: 29 億 Bq で恐怖を感じるな

皆さん

落ち着いてください。1cm 立方の水の中に 29 億 Bq、この数字を見て世の末を見たようなことにはなりません。その理由は

1. 世界の物理、化学の学者が 30 年位前に放射線関係の単位を変えた。Bq の以前は Ci<キュリー>と言う単位だった。1 Ci (キュリー)は 370 億 Bq です。従って 29 億 Bq は 0.078Ci (キュリー)78 mCi です。当時若い私はこれは馬鹿な変更だと思った。なぜなら、10 の何乗と言うやり方は一般人には直接には分からない。
2. 私は 1 Ci の放射線の危険性の感覚としてこう考えている： 1 キュリーのコバルト 60 の線源があるとする。そこから 1m はなれたところに防護なしで 1 時間座っている。その被爆量は約 1rem である。これは新単位では $0.01\text{Sv} = 10\text{ mSv}$ (ミリシーベルト)です。参考までに致死量は $450\text{rem} = 4.5\text{Sv}$ です。
3. 従って、29 億 Bq の線源のコバルトだとすれば、 0.01Sv かける $0.0780 = 0.00078\text{Sv} = 0.78\text{ mSv} = 780\mu\text{Sv}$ 780 マイクロシーベルトになります。
4. つまり、これは数字のいたずらです。
5. 次に、あの放送の内容が物理学的にはあまり意味が無い。その理由は 29 億の放射線の出所つまり、核種を示してない。体積かけた総量も分からない。
6. 被爆量が核種に依存する。あの放送の内容では放射線のエネルギーと種類が全部混じって合算して 29 億と、私は理解する。これでは私は危険性の度合いを考えることができない。
7. 前から書いているようにアルファ線がどのくらいか、無いのか、それをはっきりさせること。ガンマ線は、ベータ線は？エネルギーは？0ゼロであるという結果も重要なデータです。こういう内訳がはっきりしてから、評価できます。アナウンサーは渡された原稿を読んだだけでしょう。原稿は誰が書いたか？
8. 今日あれから、フランスとドイツの TV 放送を見ました。同じ事を言っていた。あの馬鹿原稿は世界中を一瞬にして駆け巡った。
9. ああ、情けない。
10. 今朝、自分の大学に電話して、 α 線を調べてもらいました。結果はゼロです。当事者も「出てたら、大騒ぎ」と言っていました。

新井栄一

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Sunday, March 27, 2011 3:31 PM

Subject: 3月27日のN放送局のNews 1ml当たり29億Bq

皆さんへ

今日3月27日 日中にN放送局のNewsが、福島原発のタービン室の溜まり水の放射性物質の濃度1ml当たりなんと29億Bqと放送。

大変な数字です。世の終わりですか？

先ず、落ち着いてください。

放射性の原子が1秒当たり1個崩壊して(死んで)放射線を1個出す、この強度が1Bq。

今、簡単のために例として1mlの水の中に1万個のヨード131原子が溶けているとする。半減期は8日(1日は86400秒)、つまり691200秒。すると毎秒 $10000/691200=0.01446$ 個のβ線が放出される。つまり放射性濃度は $0.01446\text{Bq/ml}=14.46\text{mBq/ml}$

一般には 放射線の強度(Bq) = 放射性元素の濃度/半減期(秒)

具体的に類似を使って説明する：蜂が人を刺す、するとその蜂は死ぬ。100匹の蜂が毎日10人を刺すと、10日で蜂は全部いなくなる、死ぬ。もし蜂が1日5人を刺せば、蜂は20日で全部無くなる。

原子炉が作った放射性元素も同じ事で、半減期の短い放射性原子は強度が大きい。逆に半減期の長いものは強度が小さい。

発電所の原子炉が作る怖い放射性元素はセシウム Cs137 半減期=30年、プルトニウム Pu239 半減期 24100年、Pu240は3570年などなど。これらは体に留まる、半減期が長い。後2者はα線放出する。これが体に非常に悪い。放射線が無いとしてもこれ自体が猛毒である。

ヨード131の濃度のことで目を奪われずに、最も悪いα放出元素を厳重に監視させるように。

新井栄一(2011年3月27日<日>記)

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Saturday, March 26, 2011 10:31 AM

Subject: 福島第 1 からウラン、プルトニウムの漏出がない

皆様へ

3月26日までのところ、福島第1から核燃料物質、Uran, U, Plutonium, Pu が検出された報告はまだない。東電ばかりでなく東京も含め各研究所がこれらの核種からの α 線を探している、と思う。

1986年のChernobylでの爆発の後、この事故を始めて発見したのはSwedenの研究所である。 α 線を検出して、そのエネルギーから原子炉の重大事故を予測した。

当時ソ連はそれまで発表しなかった。

今回の福島の事故で、先ずヨード I131, 後に Cs137 を検出したが、核燃料物質【 α 放出核】は日本及び周辺国の研究所では今までのところ発見されてない。

東京電力、福島第1は2011年3月25日付けで溜まり水の中の9種の核の放射線強度を γ 線検出器で測定した。その結果を公開している。

これ以外の核種によっては α 線、 β 線は放出するけど、ガンマ線は非常に弱いと言うものも沢山ある。

ガンマ線検出器からの測定結果は十分信頼できるものではない。

大学又は大研究所の結果を見なければならない。

今までのところ、燃料棒から核燃料が溶け出でない【大変少量】とすると、このように解釈できる: Cs と I の水溶性は大変強い。従って露出した核燃料の表面からこれらの核種が溶け出した。しかし、核燃料は酸化物で焼結されているから【セラミック】、水に溶け出しにくい。

環境に放出され人体内に入る可能性のある放射物質、それから出る放射線の危険性には順番がある: α が一番危険、次は β 線。最後は γ 線。

それに plutonium Pu は放射線作用に加え、化学的に猛毒である。

今後は α 線放出核種のデータに注目してください。

新井栄一

From: arai eiichi [mailto:araie1ch@gol.com]

Sent: Friday, March 25, 2011 11:28 PM

Subject: 3月24日東電福島第一3号機で作業員3人大量被爆

皆様へ

1. 新聞、TVなどで、作業員とは下請け会社の職員であって、東電の職員ではない。
2. 放射線障害防止法が事業所の放射線管理を定める法律である。
3. この法律に基づいて、事業所(東電福島第1発電所)は第1種放射線取扱主任者の免除を持つ者の中から事業所の放射線管理のために選出し、文部科学省の担当掛に書面でその旨を伝える。
4. 施設全体、環境、周囲、その中で働く人は東電職員であれ、下請け会社の作業員であれ、すべて事業所(東電福島第1)の取扱主任者がそこで働く人に安全教育、放射線の測定、記帳をする。測定値が評価され、規定値以上の場合は監督官庁(文部科学省)に速やかに報告する。
5. 著者は第1種放射線取扱主任者の免許を持つ者である。昨日の作業員3人の被爆の状況を新聞などの報道により解析すると、ここで言う作業員に対する教育(東電の義務)が不十分。長靴が短くて汚染水が靴に入ったなど。長靴で α 線も β 線も100%遮蔽できた。
6. 3人が施設に入って作業をする時は、放射線管理室(長は東電が任命した取扱主任者)の職員が被服、装備の点検、現場の放射線の測定は放射線管理室の職員が行うのであって、作業員【下請け会社】に携帯線量計だけを持たしただけでは、これでは、法の条件には不十分である。(職員が測定を専門として同行すること)
7. 新聞報道によれば各人の被爆は180mSvとなっている。これが γ 線の全身被爆か足だけの β 線の局部被爆か著者には分からないが、著者の評価に寄れば

180mSv γ 線全身被爆としても生命には影響は無い。致死量は4.5Sv(4500mSv)と教科書には書いてある。四肢(腕、脚)の被爆による壊死の限度は全体被爆に対する値よりはかなり大きい。但しこの場合は β 線被爆の場所に部分的にケロイドが残るだろう。しかし後々作業を続行できると思う。但しこの作業員に対しては下請け会社が一生放射線作業をもうさせない、

と思う。

8. 癌の発生は、特にトリウムTh, ウランU, プルトニウムPuなど α 線放出核種が体内に入り、長く留まっていると、危険性はおおきい。1940年代にX線写真を撮るとき造影剤としてトリウムを患者に注入していた。これが肝臓癌の原因になった。
9. ヨードは体の一部に集まるので、局部的に線量が高くなる。線量によっては癌の発生がある可能性ある。母乳の中にヨードが入り、乳児に入るかどうかは著者には分からない。

以上間違いもありかもしれないが、大体はこのような状況です。

新井栄一

From: arai eiichi [<mailto:araie1ch@gol.com>]

Sent: Friday, March 25, 2011 9:45 AM

Subject: 家庭の浄水器はヨードなどの除去には使えないようです

皆さんへ

東京の水道水がヨード I131 や cesium Cs137 を、基準値内ではあるが、含んでいます。私は、家庭でよく蛇口につけている浄水器が今回役に立つか調べてみた。現在市販のものは有機化学物質の除去のためであります。ヨード I は halogen 塩素 Cl などが属するハロゲン, Cs セシウムは軽金属に属し、Na, K ナトリウム、カリウムの属に入ります。私は化学分かりませんが、イオン交換樹脂を使わないとこれらの元素は除去できないでしょうね。この辺の事情、どなたかご存知の方はいらっしゃいますか？

新井栄一

From: arai eiichi [mailto:araie1ch@gol.com]

Sent: Monday, March 21, 2011 10:00 AM

Subject: ヨードなど放射性元素で汚染された食品

皆さんへ

食品、今回はほうれん草、牛乳が放射性元素で汚染されたとの記事が3月20日新聞に出ました。この問題は私の専門分野の1つに属しますので、以下に皆様にごできるだけわかりやすく解説します。記事が「測定値が法定基準以下、又は法定基準値くらいで、人体に影響する可能性少」と書いていけば、特に心配する必要はありません。この標準値は国際機関からの勧告に基づいて行われています。 新井栄一

3月20日朝刊の記事「ほうれん草の放射性ヨード」について(2011年3月20日執筆、21日修正した)

新井栄一、東京工業大学名誉教授

福島県産の牛乳と茨城県産ほうれん草の中にヨード133が規制値以上に検出された。

先ず、驚き心配する前に以下を読んで、考えてください:

1. この原子核はウラン(U235)、plutonium (Pu239)の中性子核分裂の生成物である。他の発生源はない。
2. 多分、今回の事故の福島第1原子力発電所の使用済みの燃料棒(このところ連日掲載されている例のプールに入っている)から流出した。水蒸気に乗って環境に出た。
3. 雨雪に乗ってほうれん草を汚した、又は放射物質が水に溶け畑に移動し、根から吸収された。後者の場合はほうれん草の生物活動によりヨードがほうれん草内で場所的に濃縮されたこともありうる。
4. 食べると体の中で甲状腺(Schilddruese)に集まる。これも生物活動の例である。
5. ヨード<ヨ素とも言う>132の半減期は78時間、ヨード133のそれは21時間。つまり夫々78時間、21時間経過するたびに強度が半分になる。脚注参照
6. 日本人はヨードを沢山含んでいる昆布、わかめなどを良く食べているから甲状腺には他の民族より従来から放射性のないヨードを貯めている。
7. 甲状腺は特にヨードを好んでいるわけではないからヨードをどんどん排泄する。
8. 器官は放射性ヨードと非放射性ヨードの区別をしないから、放射性ヨードも排泄される。
9. そういふことですから、ヨード剤を自分の判断で服用しないこと。必ず専門医に相談してから、処方箋に従って薬局で薬品を買い、服用すること。保険も払ってくれるはず。ヨード剤は他の医薬品と同様 不必要に服用すると、元来 有毒ですから気をつけてください
10. 現在の状況ではそのようなことには まだなっておりません。市販されているほうれん草、牛乳も多少規制値を越えていても悪影響はありません。従来から賞味期限を越えたらすぐその食品を捨てるかどうかとも同じようことです。

(脚注) ヨード132は核分裂生成物Te132を経由して生成される。Te132の半減期は78時間。そのβ崩壊後生成されるI132の半減期は2.28時間である。しかし、先行する核Te132の半減期の方が長いので、それがヨード132の半減期を決める。

私は「放射性物質等取り扱い第1類主任免許(最上の位)」を保有し大学教授のときは主任者として大学の放射線施設の放射線管理の責任者をしてきた。