

HICARE 講演会

世界の放射線被ばくの現状を知る

報告書



日時

平成17年2月9日(水) 18:00~20:00

場所

広島YMCAホール 2号館地階 コンベンションホール
広島市中区八丁堀7-11

主催

放射線被曝者医療国際協力推進協議会(HICARE)

後援

広島県 広島市 (社)広島県医師会 (社)広島市医師会

目次

プログラム	1
講演会の写真	2
主催者挨拶	7
講演録	8
放射線被曝者医療国際協力推進協議会について	45

プログラム

主催者挨拶

放射線被曝者医療国際協力推進協議会 会長 土肥 博雄
(広島赤十字・原爆病院長)

講演「暮らしの中の放射線」

広島大学 原爆放射線医科学研究所 助教授 遠藤 暁

プロフィール 1987 宮城教育大学教育学部卒業
1992 広島大学大学院博士課程修了
1999 広島大学工学部助教授
2001 広島大学原爆放射線医科学研究所助教授
専攻：放射線生物・物理学 原子核物理

講演「世界における被ばくの実態」

広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授 星 正治

プロフィール 1970 大阪大学理学部卒業
1977 大阪大学大学院博士課程前期終了
1992 広島大学原爆放射線医科学研究所 助教授
1994 広島大学原爆放射線医科学研究所 教授
専攻：放射線生物・物理学
放射線被曝者医療国際協力推進協議会幹事

閉会

会場 風景





講師 紹介



広島大学 原爆放射線医科学研究 助教授
遠藤 暁 先生



広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授
星 正治 先生



議 事 録

主催者挨拶／講演録

開会挨拶

(司会)

お待たせをいたしました。予定の時刻となりましたので、ただいまから「HICARE講演会 世界の放射線被ばくの現状を知る」を開会いたします。開会に先立ちまして、放射線被曝者医療国際協力推進協議会の土肥会長がごあいさつを申し上げます。

放射線被曝者医療国際協力推進協議会 会長
土肥 博雄 (広島赤十字・原爆病院長)



本日は、皆様方には、お忙しいなか御来場いただきまして、ありがとうございます。

私は、放射線被曝者医療国際協力推進協議会、通称「HICARE」と言いますが、会長を務めております土肥でございます。講演会の開会に当たり、一言御挨拶を申し上げます。

HICAREは、広島に蓄積された被曝者治療や放射線障害に関する調査研究の成果を広く世界の被曝者医療に役立てていただくため、県内の関係団体と県・市が協力して設立されたもので、ほぼ14年を経過いたしました。

これまで、海外で被曝者医療に携わっておられる医師の方を研修生として受け入れたり、また現地へ広島医師を派遣したりといった事業を行い、被曝者医療の国際協力というものに取り組んで参りました。

本日の講演会は、私達に身近な放射線の知識や、世界各地の原発事故、核実験などの大量被曝の実態を知っていただき、HICAREが行う被曝者医療の国際協力について、県民の皆様の御理解を賜るために開催するものでございます。

放射線被曝についての講演といえば、専門性が高

く、わかりにくいという印象がありますが、今日は広島大学原医研のお二人の先生にわかりやすく解説していただけるものと期待しております。

どうか皆様方にとりまして、この講演会が有意義なものとなりますことを念願いたしまして、簡単ではございますが、私の御挨拶とさせていただきます。

(司会)

どうもありがとうございます。それでは、ここで本日の講師の先生方をご紹介します。広島大学原爆放射線医科学研究所助教授の遠藤暁先生です。遠藤先生は、放射線生物・物理学および原子核物理がご専門で、現在は生物と放射線の初期相互作用などについてご研究をされています。

次に、広島大学原爆放射線医科学研究所教授の星正治先生です。星先生は、放射線生物・物理学がご専門で、現在は広島・長崎の放射線量の見積り、セミパラチンスク、チェルノブイリにおける放射線の人体影響などについてご研究をされています。先生方どうぞよろしく願いをいたします。

また本日は、プログラムの最後に質疑・応答の時間をもちたいと思いますので、皆様よろしく願いをいたします。それでは準備が整いますまでしばらくお待ちください。

講演「暮らしの中の放射線」

講師 遠藤 暁（広島大学 原爆放射線医科学研究所 助教授）

（司会）

お待たせをいたしました。それではさっそく講演に移りたいと思います。まず始めに「暮らしの中の放射線」と題しまして、遠藤暁先生にご講演をいただきます。それでは遠藤先生よろしくお願ひいたします。

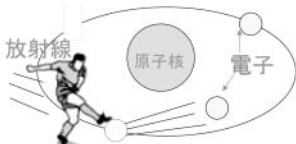
（遠藤）

はじめまして。広島大学原医研の遠藤と申します。よろしくお願ひいたします。まずはこのような機会を与えていただきまして、土肥先生を始めHiCAREの事務局の皆様がこの場を借りてお礼を申し上げたいと思います。それで、今日私のほうからは、「暮らしの中の放射線」という題で、「放射線の基礎」と「身の回りにどのような放射線源があるか」ということを紹介してほしいと伺っております。それに沿いましてお話をさせていただこうと思ひます。

ベータ線、ガンマ線、X線、このようなものを示して放射線と呼ばれておりました。現在はどのように定義が変わっているかと申しますと、「物質と相互作用し、原子を直接または間接的に電離する能力のある粒子線および電磁波の総称」というふうに扱われております。この文を読んでしまうとちょっと何のことかよくわからないということはあるかと思ひます。今日は北朝鮮とのサッカーの試合があるということで一応ここにサッカー選手を入れましたが、この選手が放射線、こちらが原子だと思ってください。原子というのは正に帯電した原子核というものとその回りを回っている電子とで構成されています。放射線がこちらのほうから入ってきてこの電子をスポンとけり出してしまふ。このような現象を電離というふうに呼んでおります。直接でもいいし間接でもいいし、入ってきた粒子または電磁波がこのような電子をけり出すという電離作用を起こすものが放射線というふうに現在呼んでおります。

放射線とは

- 昔： α 線、 β 線、 γ 線、X線のことを示し「エネルギーを持つ素粒子、原子核の総称」
- 現在：「物質と相互作用し、原子を直接または間接的に電離する能力のある粒子線および電磁波の総称」



* 原子の軌道電子が放射線で蹴りだされることを電離という

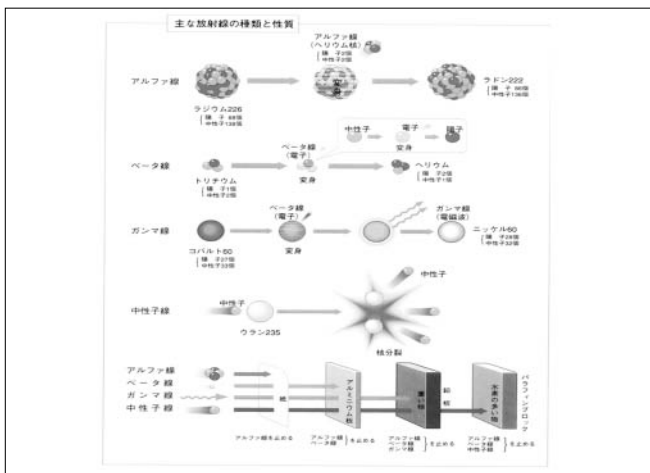
放射線の例

α 線	原子核が崩壊し放出する ${}^4\text{He}$ 原子核： α 崩壊
β 線	原子核が崩壊し放出する電子： β 崩壊
γ 線	原子核が崩壊し放出する電磁波
X線	原子の軌道電子の遷移によって放出される電磁波
中性子	原子核を構成する中性の核子
陽子	原子核を構成する $+e$ の電荷をもった核子
核分裂片	原子核が核分裂を起こしたとき放出される原子核
高速イオン	原子核、または電離した原子
中間子、他	μ 粒子、 π 中間子、 ρ 中間子など

まず、放射線の基礎ということで、放射線というのはどういった定義のものかということを紹介させていただこうと思ひます。放射線というのは、古くはみつかった順番で一番最初にみつかったX線の後、アルファ線、ベータ線、ガンマ線、このような名前をつけられました。このようなアルファ線、

放射線の例としてここにいくつか挙げておりますが、先ほど出てきましたアルファ線、ベータ線、ガンマ線。これは不安定な原子核が崩壊するときに出てくる粒子を呼びます。アルファ線というのは実はヘリウム、ヘリウムというのは、うちにも小さい子どもがいるのですが子供が喜ぶ風船の中につめて浮

いていくやつですね。軽いガスです。その原子核、電子を除いた裸の、正に帯電したものがヘリウム原子核と呼ばれます。それがアルファ線と同じものです。ベータ線というのは原子核が壊れるときに出てくる電子です。これをベータ線と呼ばれます。同じように不安定な原子核が安定になろうとしてガンマ転移するときに出てくる電磁波がガンマ線と呼ばれます。この他にX線や中性子線、陽子線、核分裂線など各種のものが例として挙げられます。



アルファ線の性質をもう少し図を用いて紹介したいと思います。アルファ線を出す原子核の有名なものには、キュリー夫人が発見しましたラジウムがあります。この原子核は不安定で興奮状態だと思ってください。それが安定になるために原子核の中のヘリウム、陽子2個中性子2個で組になったヘリウムの原子核を出してラドン、ラドン温泉のラドンです。ラドンに変わります。このような核の変換がアルファ崩壊と呼ばれています。アルファ崩壊で出てくるヘリウムがアルファ線と呼ばれています。同じようにベータ線というのはベータ崩壊と言われているので、電子が出てくるわけですが、例えばトリチウムという原子核がヘリウム-3に変わるときに出てくる電子をベータ線というふうに呼んでいます。ガンマ線というのは、アルファ線やベータ線を出した原子核というのは不安定なものも多く、更に安定になるためにガンマ線を放出します。このような各々の、それぞれ特徴的な核の変換に対してアルファ線、ベータ線、ガンマ線というのが出てくると

いうことです。

たとえ話をいたしますと、たとえばストレスを感じて、ある人はカラオケで歌ってストレスを発散する。ある人は運動でストレスを発散する。ある人は食べてストレスを発散する。そういうふうな何個かの種類があってそれぞれの種類をアルファ線、ベータ線、ガンマ線だというふうに思っただいて結構です。中性子線を忘れましたが、中性子線は主には自然界では核分裂という、これは原子炉のエネルギー源になっている反応ですが、このような核分裂などで出てくる中性の粒子を中性子線と呼ばれます。また中性子は、原子核を構成する電荷を持たない粒子の1つです。

それぞれの放射線は止めやすさというのをみると一番特徴が出てきます。アルファ線ですと紙1枚で止まってしまいます。それに対してベータ線では紙はスッと通って、アルミニウムもしくはプラスチックの板1センチぐらいで止めることが可能です。それに対してガンマ線では紙は通り、アルミニウムも通ります。重い鉛のような板をもちいて止められます。一番止めにくいのは中性子線で、紙、アルミ、鉛などは通過してしまいます。パラフィンブロックでは効率的にとめることが出来ます。実は中性子の質量は水素の質量とほぼ同じで、同じ重さの水素を含んでいるパラフィンブロックで止めることができるというような性質もっています。

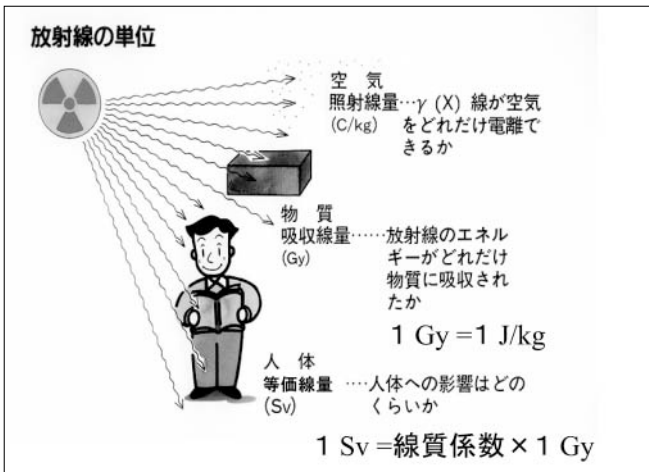
放射能とは

- 不安定な原子核が放射線を放出する能力
- 懐中電灯 = 放射能
- 光 = 放射線



テレビやニュースで放射線と放射能というものが出来来ると思います。昨年まで私は工学部にいて今

年の4月から原医研へ移動しましたが、学生でも時々放射線と放射能がわからないということがありました。一番放射能と放射線の違いの感覚的な理解は、こういうふうにと考えると良いという例を紹介させていただきます。先ほど申しましたように不安定な原子核が放射線を放出する能力、放射線が出てきます。良い例としては懐中電灯が放射能だと、それに対して出てくる光が放射線だと思ってください。つまり、こちらの放射性物質というのは、これは放射能を持っているわけですが、放射能は懐中電灯、出てくる放射線は光だということになります。



次にそのような放射線を扱う単位について紹介させていただきます。放射線の単位というのは、照射線量は今回無視していただいて、大きく分けた2通りを紹介致します。1つは吸収線量、線量と言われています。これは放射線のエネルギーがどれだけ物質に吸収されたかという量になっております。通常、Gyと書いてグレイと読みます。グレイという単位を用います。1グレイというのは1キログラムの物質中に1ジュールのエネルギーを付与された場合を1グレイというふうに呼びます。この量は、これは物理的な線量でありましてどんな物質でも同じように定義します。ところが同じ線量を人が浴びたとしても、先ほど紹介しましたアルファ線を浴びたのかガンマ線を浴びたのかベータ線を浴びたのか、そういう放射線の種類によって生物学的に出てくる影響が変わってきます。このため人間の被ばくを扱うときに生物学的な反応としてみたときには、こちらの等

価線量というのをを用いることが普通です。人体への影響はどのくらいかという量です。これは通常シーベルトという単位を用います。1シーベルトというのは先ほどの吸収線量1グレイに線質係数というものをかけます。通常ガンマ線、電子線の場合にはこの線質係数というのは1で、1シーベルトは1グレイと、同じと考えて頂いて結構です。

吸収線量のエネルギーの比較

(E. Hall 放射線生物学 (篠原出版) より)

全身照射1グレイ(Gy)

体重=70kgの場合

1Gyの線量
=70kg × 1Gy
=70ジュール
=17カロリー

B. 対応するコーヒーのエネルギー

温度差 (°C)

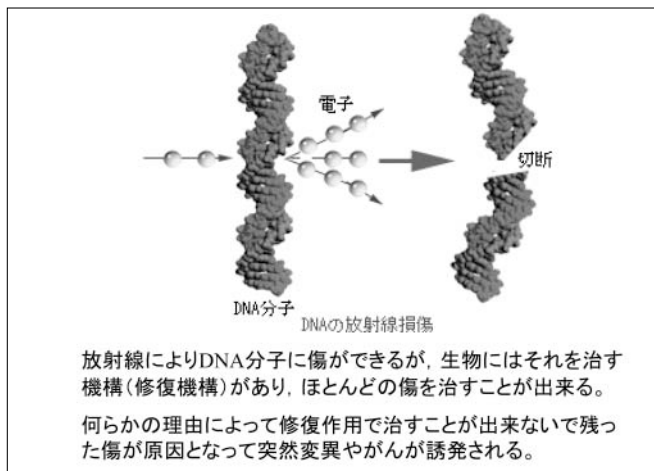
=60° -37° =23°

1 Gy のエネルギーに
等しいコーヒー消費量

=17/23
=0.7ml
=一すすり

先ほどの1グレイというのはどのくらいのエネルギーかというのを比較してみます。たとえば全身照射で1グレイを浴びました。その人の体重は70キログラムだったとします。そうするとグレイというのは1キログラム当たり何ジュールのエネルギーを落としたかという量ですから、70キログラムの人の全体では70ジュールというエネルギーを浴びたということです。これをカロリーで表わすと17カロリー。通常人が1食で食べるのが数百キロカロリーですからかなり少ないエネルギーだということがわか

るかと思ひます。もう少しかみくだくために、たとえばコーヒーを飲むときを例にとってみます。たとえば60度のコーヒーを飲んで体温と同じ37度になったとします。そうすると温度変化としては23度です。1グレイのエネルギーに等しいコーヒーの消費量を計算してみますと、水の23度の温度変化は23カロリーですから17を23で割ると0.7ミリリットル。つまりコーヒーをすつと軽くすすったぐらいのエネルギーぐらいが1グレイということになります。実は放射線のエネルギーの付与というのは熱エネルギーと比べると非常に小さいというのがこれで知っただけるかと思ひます。これは、実は放射線というのが非常に局所的にエネルギーを落とす。たとえばこ



れは生体を構成している遺伝情報が入っているDNAというものですが、このDNAに放射線が当たった際に、局所的に電離作用が起きてDNAが切断されてしまう。これが切れてしまったということから突然変異が起きてがんとかが誘発されるということが起きると考えられています。つまり放射線のエネルギーの付与のしかたは、通常の熱エネルギーと比べると非常に特殊なエネルギーの付与をするということを解かっただけかと思ひます。

放射線の人体への影響についても少し紹介させていただきます。放射線の人体影響としましては、大きく分けまして身体的な影響、遺伝的な影響というふうに分けることができます。身体的な影響というのは被ばくした人、本人が受ける影響です。遺伝的な影響というのは被ばくした人、本人ではなくて子

放射線の人体へ影響

- 身体的影響
 - 被爆した人自身が受ける影響
 - 1. 急性影響
 - 2. 晩発影響
- 遺伝的影響
 - 子孫へ影響



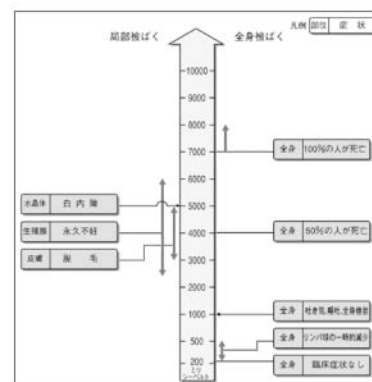
孫、その人が結婚して生まれた子どもに現れる影響です。身体的な影響はさらに2つに分けることができまして、1つは急性影響。被ばくしてすぐに出てくる影響と晩発影響、時間をおいて出てくる影響と、このように分けることができます。

急性影響はこのような被ばく線量に対して症状が

急性影響

γ線被曝線量 (mSv)	症状
250以下	ほとんど臨床的症状無し
500	白血球(リンパ球)一時減少
1000	吐気、嘔吐、全身倦怠リンパ球著しく減少
1500	50%の人に放射線宿酔
3000	5%の人が死亡(骨髄障害)
4000	30日間に50%の人が死亡
6000	14日間に90%の人が死亡(中枢神経障害)
7000	100%の人が死亡

急性の放射線影響



現れるというふうに言われております。ガンマ線被ばくだけに限定し、シーベルトに換算しております。250ミリシーベルト、0.25シーベルト以下ではほとんど臨床症状はなし。500ミリシーベルト程で白血球の一時的な減少というのが起こります。1,000ミリシーベルトでは吐き気、嘔吐、全身倦怠、リンパ球の著しい減少などが起こります。だいたい1シーベルトと言いますと、原爆の例では被曝距離1,300メートル対応致します。更に1,500ミリシーベルトになりますと50%の人が放射線宿酔を起こし、3,000シーベルトでは5%の方が亡くなり、4,000ミリシーベルトでは半分の方が30日以内に亡くなられる。7,000ミリシーベルトでは100%の人が死亡されるというふうに言われております。これは先ほどの表と同じ内容ですが、こちら側から200ミリシーベルトから1万ミリシーベルトまでとってあります。こちらのほうから250ミリシーベルトで臨床症状なし、このように、こちらが全身被ばくですね、7,000ミリシーベルトで100%の人が死亡ということになります。これに対して局所被ばく、部分的な被ばくの場合には少しこちらの全身被ばくとは変わってまいりまして、3,500ミリシーベルトぐらいで皮膚の脱毛、4,000ミリシーベルトで永久不妊、5,000ミリシーベルトで放射線白内障などというものが起こります。

晩発影響

- 数ヶ月以上の期間を経て現れる影響
- 白血病、固形がん、放射線白内障など

表3 放射線誘発ガンの潜伏期間

	最小潜伏期間	中央値	生涯
白血病	2年	8年	40年
その他のガン	10年	16~24年	生涯

(ICRP Publ. 60)

【出典】辻本忠・草間朋子：放射線防護の基礎-第2版-、日刊工業新聞社（1992.4）、p79

晩発影響としましては有名なというかよく出てくるものとしては白血病や固形がん、放射線白内障などがあります。ここに示してありますように晩発影

響には潜伏期というのがありまして、かなりの時間があいて症状が出てくるということがわかります。

遺伝的影響

- 広島や長崎の原爆被ばく者に対して調査現在まで、放射線によってヒトに遺伝的影響が増加したという報告はない
- ICRP(国際放射線防護委員会)
動物実験の結果より、10mSvで1/10000の確率で重い遺伝的影響が現れる

原爆被爆者の遺伝的影響の例

染色体異常の由来	この調査で被爆者の子供たちに発見された染色体異常の数	
	被ばく群 (8,322人)	対照群 (7,976人)
(新たに発生した)突然変異	1	1
遺伝性の染色体異常		
父親から遺伝	4	8
母親から遺伝	0	2
両親のどちらか	6	5
小計	11	16
親の検査ができなかったもの*	7	9
合計	18	25

* 親が死亡したか、調査への協力が得られなかった。

遺伝的な影響につきましては、広島や長崎の原爆被ばく者の方に対して調査がこれまで行われておりますが、放射線によって人に遺伝的な影響が増加したという報告はありません。ただしICRP(国際放射線防護委員会)のまとめによりますと、動物実験の結果では10ミリシーベルトを浴びると1万分の1の確率で遺伝的な障害が現れるというふうに言われております。こちらの表は原爆被ばく者の遺伝的な影響を解析した例ですが、放影研の原爆被爆者における遺伝的影響の解析結果を示しております。被ばくしている人たち8,000人と被ばくしていない対象郡およそ8,000人において、子どもに出てきた遺伝子の突然変異を比べると、被ばく群と対象群ではむしろ被ばく群のほうが少ない。つまり遺伝的な影響がなかったということを示しています。

身の回りの放射線

- 宇宙線
- 自然界の放射性元素
- コンシューマプロダクト
- 放射線を見る

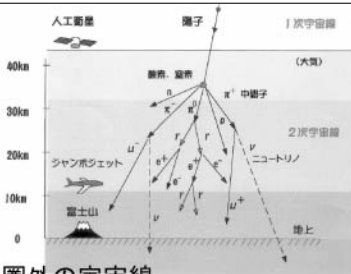
通常地域での年平均実効線量

被曝線量	年実効線量 (mSv)
宇宙線	0.38
宇宙線生成核種	0.01
大地放射線: 外部被曝	0.46
大地放射線: 内部被曝 (⁴⁰ K等(ラドンを除く))	0.23
大地放射線: 内部被曝 (ラドンと娘核種)	
²²² Rnの吸入摂取	1.2
²²⁰ Rnの吸入摂取	0.07
²²² Rnの経口摂取	0.005
合計	2.4

宇宙線由来の被曝線量

年間被曝線量

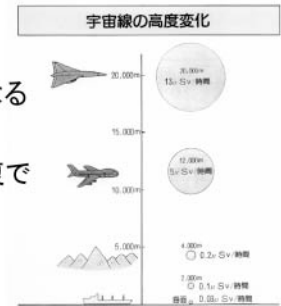
1. 宇宙線



- 1次宇宙線: 大気圏外の宇宙線
陽子95%、He5%、その他
- 2次宇宙線: 大気圏内の宇宙線
μ粒子75%、γ線、ニュートリノ、その他
- ニュートリノ: 小柴のノーベル賞で有名
おおよそ1分、1cm²に1個程度の宇宙線

宇宙線による被曝

- 地上: ~0.4mSv/y
μ粒子、電子、γ線等
- 高度が上がるほど高くなる
陽子、中性子線
- 東京-New York間往復で
0.19mSv程度



次に身の回りの放射線について話をしたいと思うのですが、ちょっと時間が、ゆっくり話しすぎてしまいましたのでところどころスキップさせていただきます。まず身の回りにどんな放射線があるかと申しますと、一番身近な放射線というのは宇宙線というのがあります。実は今、この場所でおおよそ1平方センチメートルあたりに1分間に1個の宇宙線が常時、我々のからだを突き抜けています。それは銀河宇宙線といわれる陽子線が大気圏にはいつてきまして、大気中の窒素や酸素の原子核と衝突してばらばらになって落ちてきます。地表面ではおおよそ75%がμ粒子という粒子で、あとの残り25%が電子とガンマ線という放射線になっています。通常地域において年実効平均でどのぐらい放射線を浴びるかというのをまとめたものがこの表になっております。宇宙線が直接身体を突き抜けることによって被ばくする線量がだいたい0.4ミリシーベルト。宇宙線が大気

パイロット、客室乗務員の被曝

ある航空機関士の1か月間の被曝線量(1994年6月)

日	業務路線	ブロックタイム	被曝線量(μSv)
1	成田 → シカゴ	11時間06分	16.18
3	シカゴ → 成田	12 # 43 #	15.67
10	羽田 → 大阪	1 # 02 #	0.19
10	大阪 → 羽田	1 # 06 #	0.17
10	羽田 → 沖縄	2 # 36 #	0.95
11	沖縄 → 羽田	2 # 13 #	0.95
11	羽田 → 千葉	1 # 32 #	0.54
11	千葉 → 羽田	1 # 32 #	0.48
18	成田 → パリ	12 # 32 #	13.74
20	パリ → 成田	11 # 00 #	12.45
25	成田 → 名古屋	1 # 14 #	0.18
26	名古屋 → ホノルル	7 # 27 #	6.89
27	ホノルル → 名古屋	8 # 00 #	7.57
29	名古屋 → 成田	1 # 12 #	0.14

中でぶつかってできた宇宙線生成核種による被ばくが0.1ミリシーベルトというふうに使われています。宇宙線ですから上のほうに上りますと線量が高くなります。地表面で先ほど紹介しましたように0.4ミリシーベルト/年、1年間に0.4ミリシーベルトの被ばくがありますけれども、高度が上がるほど高くな

ってくる。これがだいたい1万メートル、国際線ぐらいの高さを通過する飛行機では1時間に5マイクロシーベルト。換算致しますと、だいたい東京とニューヨーク間を1往復すると0.19ミリシーベルトの被ばくに対応致します。1年間の宇宙線による被曝は0.4ミリシーベルトですからほぼ半分の被ばくが国際線1往復で浴びるということがわかるかと思えます。

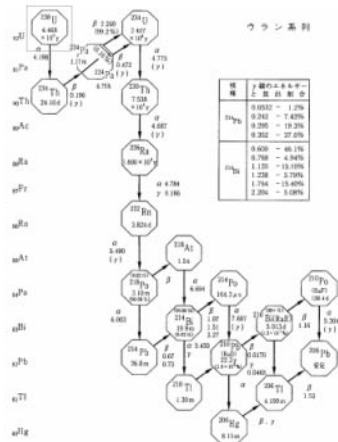
2. 自然界の放射性元素

- ウラン:核燃料として有名
99.3% ^{238}U 、0.7% ^{235}U
- ^{40}K :知名度はないが体内に
~4000Bq
- ^{14}C :年代測定で有名
体内~2500Bq

自然界の放射放射性同位元素

- 系列を作る元素
 ^{238}U (ウラン系列: $4n+2$)
 ^{235}U (アクチニウム系列: $4n+3$)
 ^{232}Th (トリウム系列: $4n$)
- 系列を作らない元素
 ^{40}K , ^{87}Rb , ^{113}Cd , ^{115}In , ^{176}Lu ,.....

系列の例



少しこの辺飛ばさせていただきます、次に身の回りの放射線源としては自然界の放射性元素というのが次に挙げられます。自然界の放射性元素の有名なものとしてはウランを皆さんよく耳にするかと思えます。核燃料として原子力発電所などで用いられているものです。次のカリウム40、これはあまり聞いたことがないかもしれませんが、実は体内中に成人男性で4,000ベクレルぐらいが入っております。その他に炭素の14、年代測定で有名で、人の身体の中にも約2,500ベクレルぐらいが入っております。年代測定で有名というのは、この炭素の14というのは宇宙線が大気中に入ってきてそこで生成される核種です。それが地上に降りて来て生活している動物が炭素14を取り込むわけです。ところが死んでしまうとその取り込みがなくなってしまいます。炭素14は、時間とともに崩壊し減少していきます。死んだ生物では、体内中の炭素14が減少していくのみですから、この量を測定することによって、その生物がいつの時代に死んだのかというのがわかるということです。

通常地域での年平均実効線量

被曝線量	年実効線量 (mSv)
宇宙線	0.38
宇宙線生成核種	0.01
大地放射線: 外部被曝	0.46
大地放射線: 内部被曝 ^{40}K 等(ラドンを除く)	0.23
大地放射線: 内部被曝 (ラドンと娘核種) ^{222}Rn の吸入摂取	1.2
^{220}Rn の吸入摂取	0.07
^{222}Rn の経口摂取	0.005
合計	2.4

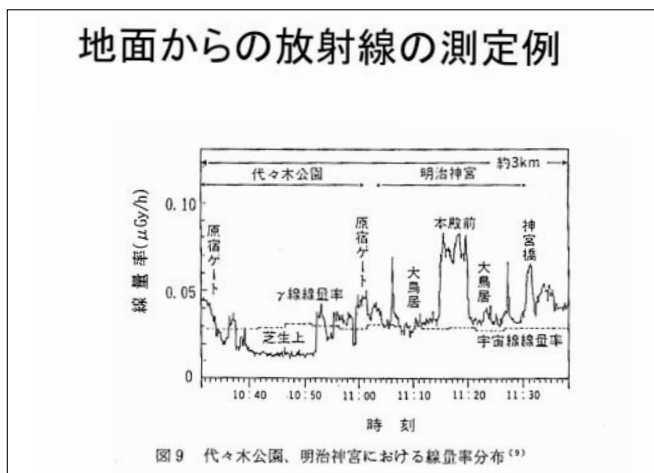
大地放射線由来の被曝線量

先ほど申しましたように、通常地域での年平均の実効線量というのは宇宙線で0.4ミリシーベルトくらい。今の大地放射線、ウランやカリウム40、そのようなものによって大地から出てくる被ばく、外部被ばく、外から入ってくるということですね、この過程で0.46。カリウム40、先ほどだいたい4,000ベクレルぐらい身体の中にありますよというふうに申しましたが、そのようなものから被ばくする量が0.2ベクレルぐらい。あとはウランの原子核からつくら

れます希ガスのラドンを呼吸により身体の中に取り込んでしまいます。このようなガスの吸入によって内部被ばくがほしい1.2ミリシーベルトとなります。これを総計しますと、年ほしい平均的に1人2.4ミリシーベルトぐらゐの被ばくがあるということになります。



これは日本全国で放射線量、放射線のレベルですね、プロットしたものです。黒いところが0.5ミリシーベルト/年。1年間に0.5ミリシーベルトぐらゐ。ちょっとこの灰色っぽいのが0.25~0.5の間。点が打ってあるのが0.2~0.35の間、白いところが0.2というふうに。このようにしてみますと、実は古い地形では放射能レベルが高いことがわかります。これは花崗岩がウランを多く含んでいますので、花崗岩質の地域では放射線レベルが高いことを示します。



これは東京の代々木公園から明治神宮までを放射線の線量計を持って歩いた場合の線量率を示してい

ます。原宿ゲートから歩いていくと芝生の上では線量率が低くて、鳥居本殿前では高くなることがわかります。関東地区というのは関東ローム層でおおわれていまして、そのような花崗岩、火成岩のようなものを遮へいしていることを示しています。つまり芝生のような草の生えているところでは、直接大地からの放射線というのが少ないということを示している例です。鳥居のように花崗岩で作られたものの近くでは線量が高くなります。このようなことから

内部被曝

自然界の放射性核種

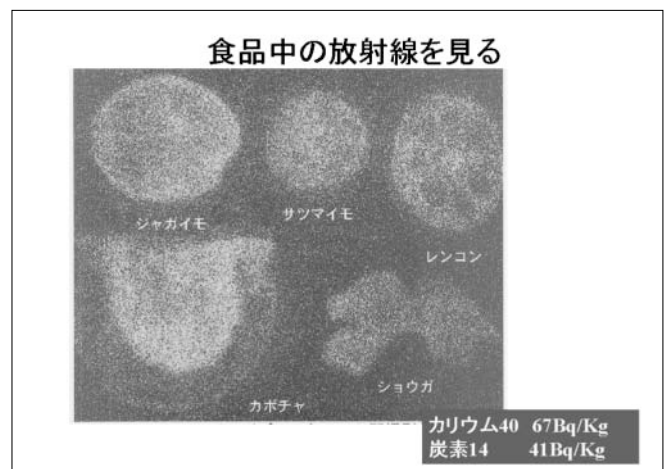
- ラドン及びその娘各種: ~1.2mSv/y
- 食物中⁴⁰K: 体重60kg成人体内3500Bq
- 宇宙線起源¹⁴C: 体重60kg成人体内2500Bq

その他核災害等(大気核実験フォールアウト、チェルノブイリ事故など)

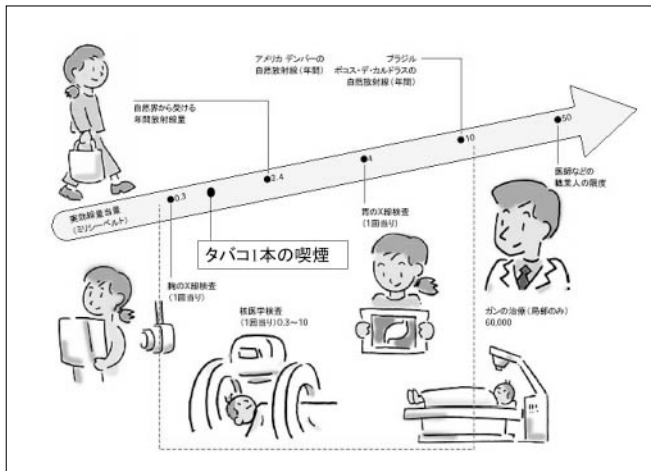
- ¹³⁷Cs(半減期30y)、¹³¹I(半減期8d)、⁹⁰Sr(半減期29y)など

大地から放射線が出ていているということがわかるかと思ひます。

もう一度まとめますと、ほしい自然界からの放射性核種による被ばくというのはラドンおよびその娘核種で1年間1.2ミリシーベルト。食物中のカリウム40でほしい3,500ベクレル、宇宙線起源の炭素14というのはほしい2,500ベクレルというふうな放射能より体内被ばくを受けます。イメージング



プレートと言う装置を用いますと放射線の写真を撮ることができます。これはイメージングプレートにジャガイモ、サツマイモ、レンコン、カボチャ、ショウガを置いてガンマ線の写真を撮ったものです。見ていただくとわかりますように、食品中に含まれているカリウム40から出てくる放射線によって形が写っている事がわかります。レンコンが一番よくわかるかと思いますが、このように空洞のレンコンの形がちゃんと見えております。つまり食品の中にも放射線を発するものが含まれているということがわかります。



これは、医療を受ける際に被ばくする線量を明示したものです。現在では診断にしても治療にしても非常に放射線を使う技術というのが増えてきています。それを見るために横軸に放射線の被ばく線量をとったものです。たとえば胸のX線検査1回をすると、およそ0.3ミリシーベルトの被ばく。先ほどの自然界から受ける年平均の線量というのは2.4ミリシーベルトですからその約10分の1位の被ばくということになります。胃のレントゲン写真を1枚撮るのに4ミリシーベルトの被ばくをするということがわかります。実は私は喫煙者で、たばこの話をあまりしたくないのですが、たばこ1本を喫煙するとだいたい胸のレントゲン写真を5枚撮る被ばくに相当するリスクがあるといわれています。喫煙による発癌リスクを線量に換算し、この上にプロットしますと、だいたい1.5ミリシーベルトとなります。喫煙は実は非常にリスクの高いことだというのがここ

からわかるかと思います。このように考えると、医療・診断による被曝のリスクの程度が想像しやすいかと思います。

3.コンシューマプロダクト

- 一般生活消費製品
RIコンシューマプロダクト
→3.7MBq(法規制以下のRI)
- 身の回りに結構存在する:例
煙感知器(Am-241), グロー(Pm-147, Ni-63, H-3),
マントル(Th-232)、溶接棒(Th-232)、
カリ肥料(K-40, Th-232)、
健康グッズ:トルマリン(Th-232)

コンシューマプロダクトの例



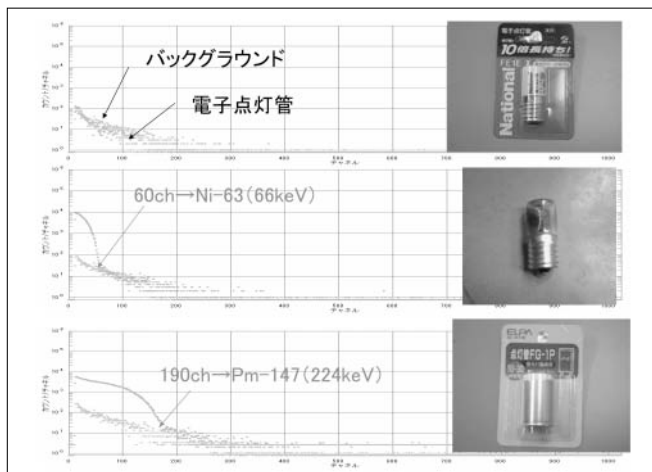
その他に、あまり知られていないかも知れませんが、身の回りには一般生活消費製品というのが、大量消費物品ですね。たとえばプリンタのインクカートリッジとか、そのような常時よく使うもの、そういったものをコンシューマ・プロダクトというふうに呼びます。その中にはRIを含んでいるコンシューマ・プロダクトも存在します。これはRIの法規制3.7メガベクレル以下では、RIとして扱わなくていいということで、このようなRIを含んだ消費製品というのが比較的出回っています。たとえばどんなものがあるかと申しますと煙感知器。これは煙感知器の中にアルファ線源、アメリカウム241というRIを入れておきましてそこから出てくるアルファを逆側でつかまえる。煙がそこに入ってくると煙に

※RI：radio isotope（放射性同位体）

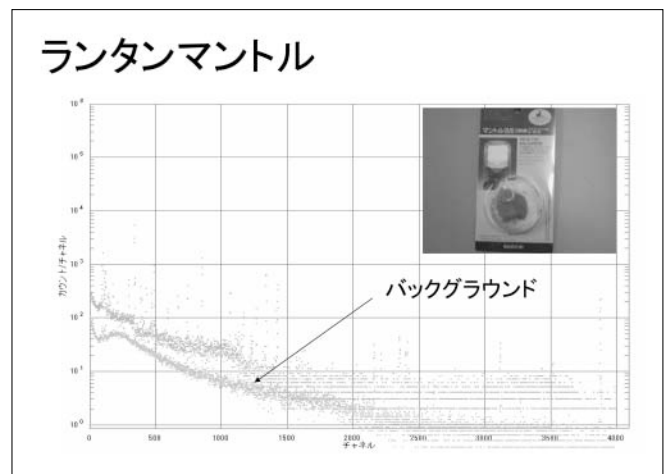
ぶつかって届かなくなる。その届かなくなったこと
によって警報を鳴らすというのがこの煙探知機で
す。これはグロー、これは蛍光灯のスターターに使
うものです。小さな豆電球みたいなものです。あと
はマンテル。マンテルというのはキャンプとかでよ
く使われますランタンという、火をつけて明るくす
るためのランプで、その芯がマンテルです。それ
らの中にもRIが含まれていますし、溶接棒、かり
肥料、健康グッズ、またトルマリンという最近はや
りの健康グッズなどですがこのようなものの中にも
含まれています。

これは、昨年4月に医学部の学生が基礎配属と
言いまして、基礎研究を体験する授業において、
「コンシューマ・プロダクトでRIを使っているもの
を探して測ってみましょう」ということを行ったと
きに彼らがみつめてきたものです。こちらがグロー、
こちらが先ほど申しましたマンテル、こちらがパワ
ーブレスという健康グッズです。学生がコンシュー
マプロダクトを調べてRIを使用していると思われ
る製品を購入しまして、測って見たわけです。

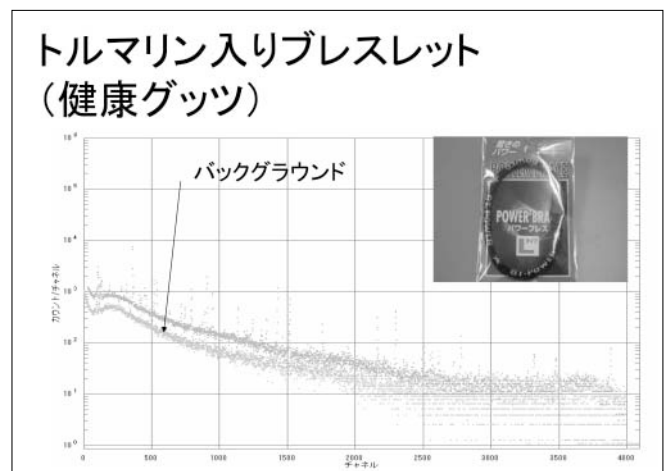
電管式ではグローのあるなしで、バックグラウンド
と変わりませんので放射線は放出されていないとい
うことがわかります。それに対しまして、こちらの
グロー管ではバックグラウンドに対して優位にベ
ータ線が見えるというのがわかるかと思ひます。エネ
ルギーから判断しますと、真ん中のグロー管ではニ
ッケル63、下のグロー管はプロメシウム147が使用
されていることがわかります。つまり比較的気にせ
ず使っております蛍光管のグロー管にも放射線を放
出するRIが使われているということがご理解頂け
ると思ひます。



まずは蛍光灯に使われているグローです。グロー
というのは、グロー管は何種類かあるのですが、上
から電管式のグロー管、下二つがRIを含んでいた
ものです。このスペクトルはベータ線を検出する測
定器で、グローから放出される放射線を測定した例
です。この灰色の部分にはバックグラウンドと言いま
して、自然界にも放射線があるというふうに先ほど
申し上げましたが、自然界の放射線による部分です。



こちらと同じように横軸がエネルギー、縦軸がカ
ウント数で、ガンマ線の測定器でマンテルを測定し
た例です。先ほどと同じように灰色がバックグラウ
ンド。何もなくても数える分です。このランタンの
マンテルを置いて測りますと、そこから優位に高い
カウントがある。つまり「マンテルから放射線が出



てますよ」というのがわかります。せっかく学生が珍しいものをみつけてきましたのでこれも紹介させていただきたいと思います。健康グッズで売っているパワープレスという製品ですが、これも確かにバックグラウンドから優位なものが出ているということが解かります。どちらにもトリウムと呼ばれる自然界にも存在するRIが含まれていました。

・コンシューマプロダクトによる被曝の影響

各線源からの被ばく線量 (mSv/年) の内訳		
A - 自然ガンマ線被ばく	0.38	(10.1%)
B - 宇宙線被ばく	0.29	(7.7%)
C - 自然核種内部被ばく	0.41	(10.9%)
D - ラドンおよび娘核種	0.4	(10.7%)
E - フォールアウト	0.012	(0.3%)
F - 医療被ばく	2.25	(60.0%)
G - 職業被ばく	0.001	(0.0%)
H - 原子力施設関連	0.0000086	(0.0%)
I - コンシューマ・プロダクツ等	0.00005	(0.0%)
J - 航空機利用	0.0046	(0.1%)
合 計	3.75	

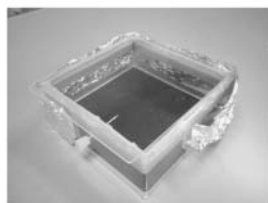
図3-1-2-1 日本人一人当たりの年間被ばく線量
出典：生活環境放射線、原子力安全協会 (1992)

RIコンシューマ・プロダクトというのはノンRIとして法律で認められているもので、普通に正しい使い方をしてると被ばく線量というのはほとんどありません。安全協会のほうからコピーしてきた資料ですが、コンシューマ・プロダクトによる被ばく線量というのは年当たり0.00005というふうに見積もられている。つまり1年間に被ばくする2.4ミリシーベルトに比べるとかなり少ないというのがわかります。

最後に、先ほどのコンシューマ・プロダクトのう

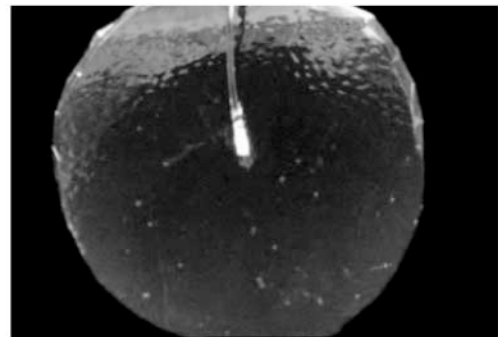
簡易霧箱に用いる材料

- ・ アクリル箱: 100円ショップ
- ・ アクリル板: 100円ショップ
- ・ ランプマンテル: 600円/3枚(~100人分)
- ・ グロー: 130円
- ・ ドライアイス: 250円/kg
- ・ 懐中電灯: 100円ショップ
- ・ 計~600円



ち、マンテルとグロー管の芯から出てくる放射線を見えるのを紹介して終わりにしたいと思います。これは学生といっしょに作った霧箱と呼ばれているものです。材料は100円ショップで買ってきたアクリルのケースとアクリルの板、あとは先ほどのランプのマンテル、グロー、あとはドライアイスを用います。これらを用いまして約600円位で作りました。下側をドライアイスで冷やしてその中にランプのマンテルを針金の先に巻いたものを突っ込んで下をドライアイスで冷やします。そうするとマン

α線画像



ルから出てくるアルファ線がきれいに見えるのが解かりますでしょうか。このようにキャンプに使っているマンテルから放射線が出てくるというのがわかるかと思います。実際には正しい使い方をしていれば、防護のガラスの筒をかぶせますから特に問題は

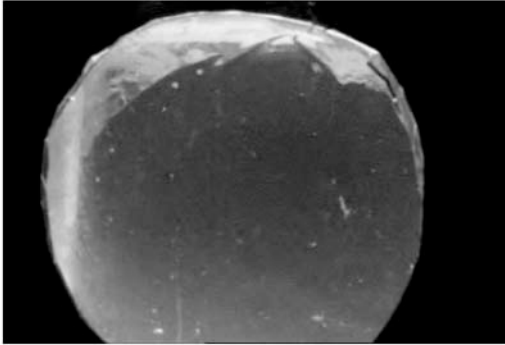
β線画像



ありません。これはグロー管の電極から出てくるベータ線です。これはちょっと見にくいかも知れませ

んがくにゃ、くにゃ、くにゃ、という細い線が出てくるのがわかるかと思います。こちらがグロー管の電極です。この電極にはニッケル63というアイソトープが使用されています。ニッケル63から出てくるベータ線が画像化されているというわけです。

宇宙線、ラドンからの放射線画像



最後に、宇宙線は常時我々の頭上から降ってきているという話を最初にしていますが、宇宙線も観察できます。この画像が宇宙線です。宇宙線が右上から入り、空気分子とぶつかり右下へ飛んだと考えられます。このように身の回りには放射線が、気づいていないところでもけっこうありますというのをご理解いただけたのではないのでしょうか。これで終わらせていただきます。ご清聴ありがとうございました。

(司会)

遠藤先生、大変ありがとうございました。それではここで5分間休憩の時間をとらせていただきます。次の講演は18時45分より行いたいと思います。よろしくお願いいたします。

講演「世界における被ばくの実態」

講師 星 正治（広島大学 原爆放射線医科学研究所 教授）

（司会）

次は「世界における被ばくの実態」と題しまして、星正治先生にご講演をいただきます。それでは先生、よろしくお願いいたします。

（星）

私のほうは、最初に少し遠藤先生と重なるんですが、始めに基礎的なこととお話ししまして、その後で被ばくの事故とかそれが日本や世界のどこで起きているかということをお話しします。その次に私どもの実際、研究の中でホットなところで2つほど、お話します。1つは最近広島・長崎の被ばく線量、DS02が最近決まりましたのでそれに

ついての概要と意味をお話しします。それから時間がありましたらセミパラチンスクでどういう研究を進めているかということをお話しします。

歴史的なことから始めてみますと、大体100年前に放射線の人工的な放射線の発見、それから自然界の放射線の発見というものが始まりました。皆さんご存じですけれども、ドイツのレントゲン先生が1895年に人工的な放射線を発見しました。放電管という真空管を使って高電圧をかけますと中に何か、実は電子が走っていたのですが、それがガラスにぶつくと何か出していることがX線の発見で、すぐ奥さんの手の写真を撮られまして医学に応用できることを証明しました。それが始まりです。

放射線について基礎的な事

第1部 はじめに

放射能の発見

- フランスのベックレル博士
- 1896年
- ウラン化合物を机に入れておいたが、偶然写真乾板が感光することを発見した。
- ウラン化合物が放射線を出していることを発見—放射能の発見

放射線の発見者

ドイツのレントゲン博士
1895年
放電管の実験から
写真乾板を感光させる
X線を発見

それから放射能もほとんど同じ頃、ベックレル先生により発見されました。発見の経緯は有名で、注意深く観察しておれば大きな発見ができるということの例となっています。たまたまウランを含んだ石を机の引き出しの中に入れておいて、たまたま写真のフィルムを入れていたのですが、それが現像してみたら黒くなっていた。黒くなるというのは何かがあるということなんです。普通の光は入らない状態にしていたから、何か紙を透過して写真を感光させる何かがあるんだということで、結局ウラン化合物の中に、自然のウランを含んだ石ということに

なりました。これにより、放射線を出しているということが発見されました。自然界に放射線を出す能力があるもの、すなわち放射能が発見されたということです。

ラジウムの発見

- フランスのキュリー夫妻
- 1898年
- ウランの鉱物からポロニウムとラジウムを化学的に抽出
- 強い放射能であるラジウムの発見

それからこれもご存じですがキュリー夫人、夫妻です。奥さんのほうは2回ほどノーベル賞をとられています。今度はそのウランの中に何が入っているかというのをみつけられた。それはポロニウムとラジウムです。ポロニウムはキュリー夫人の出身がポーランドだからポロニウムとつけたそうです。ラジウムは皆さん非常によく知っていると思います。たとえばラジウム温泉とかあります。そのラジウムです。特に広島は花崗岩の地帯ですからラジウム温泉がたくさんあります。これは濃縮しますと非常に強い放射能となりまして、ミリグラムとかいう単位で抽出されたということですから非常に強い。今では非常に厳重な管理をしないといけない状態の量で

アルファ線、ベータ線、ガンマ線の発見

- イギリスのラザフォード博士
- 1902年
- 放射線がアルファ線、ベータ線、ガンマ線であることを見いだす。
- 原子核の発見

す。白血病になられたと言われますけれども、恐らく放射線が関係しているのではないかと思います。

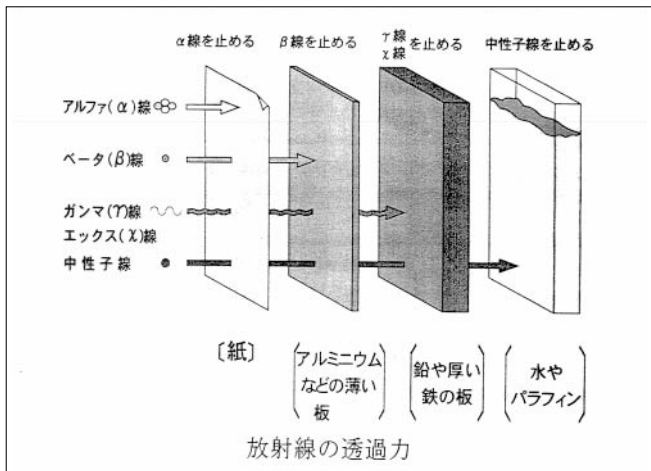
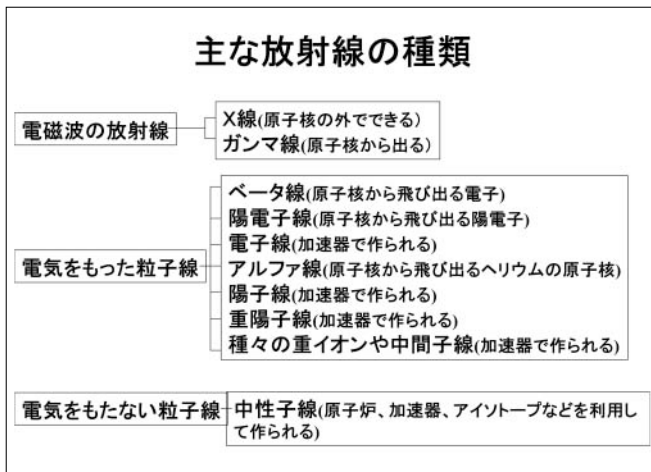
それから先ほどからアルファ、ベータ、ガンマということが出ていますが、放射能から出ているものが何かということが、次の段階です。出ているものが3種類ありました。これをみつけられたのが、ラザフォードというイギリスの方です。やはり同じ頃です。これを磁石の中で走らせますとアルファ線はプラスの電気を持っていますし、電子は、マイナスの電気をもっていて、磁石の中を通すとこの2つは曲がります。これによりアルファ線、ベータ線を発見しました。それからこのラザフォード先生はもう1つ原子核を発見しました。先ほど中性子とか陽子が入っているのは原子核だと言っていましたがこれを発見された。これは実は日本でも、長岡半太郎という先生が原子核のことを予言されていたんですけど、結局最終的なつめができなくて結局ノーベル賞を持って行かれてしまったという非常に残念なことがあります。当時仮説としては最初に長岡先生も言われていたそうです。

20世紀初頭の物理学上の大きな発見

- 1. アインシュタイン博士の相対性理論の発見
- 2. 量子力学の発見。ボーア、プランク、ディラック、ハイゼンベルク、シュレーディンガー博士など一連の研究者たち
- 3. 放射線の発見から始まった一連の物理学上の発見は、現在の科学技術の大発展の元となった。放射線の発見は今日の放射線の応用だけでなく、現在の科学の基礎となっているともいえる。

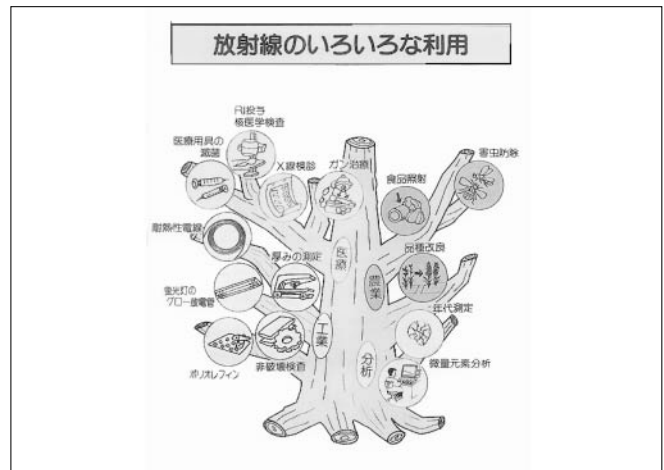
その後、ちょっと難しい話になりますが、相対性理論、それから量子力学の創生というものがあります。これは科学の技術の発展といえますか、これでたとえばコンピュータにしても、電子技術、全部この理論が基礎になっています。医療の装置でも相対性理論がないと、たとえば治療装置もつくれません。つまり放射線が基になって相対性理論や量子力学が創り出されたと言っても過言ではないと思いま

す。こういうことが歴史的に起こって今日に至っているということになります。



放射能線にはX、ガンマ、ベータ、アルファ、中性子、陽子、重陽子とたくさんあります。電気をもっている粒子とかもっていない電磁波であるとかそういう分類ができます。透過に関しては、先ほど遠藤先生から示されたとおりでこれは省きます。アルファ線が紙を通らないという話もそうです。それぞれの性質としてひとこと言いますと、アルファ、ベータはかんたんに止まるのですが、ガンマ線と中性子は止めるときに分厚いコンクリートを必要としまして、こういう放射線の発生装置が中にありますと、壁の分厚い建物を造らないといけないということになります。

どういうところで利用されているかですが、放射線の利用というのは非常に幅広いもので、実際の生活の中では切っても切り離せない状態になっていま



す。医療関係での利用には、診断、治療、滅菌とかあります。その他電線の被覆の線を強くするとか、先ほどのお話にあった蛍光灯の放電管、厚み測定とか非破壊検査があります。非破壊検査というのは、たとえば鉄骨を溶接するとき溶接した部分の中に気泡ができて不完全かどうかをこれでチェックします。食品とか品種改良、年代測定、分析もあります。それから農業ではたとえば沖縄でかんきつ類の天敵でありますウリミバエというのが繁殖したことがありましたが、これも非常に放射線をうまく使って駆除しました。それはオスに放射線を当てまして不妊化しまして、それを大量に飛ばして、そして何回も繰り返すとだんだんほんとのメスがなくなって最後に減ってしまう方法です。それで沖縄の列島から駆除したことはNHKの番組で出ておりました。

放射能に半減期というものがあります。放射能は

半減期の例

核種	半減期
トリチウム	12.3年
コバルト60	5.3年
クリプトン85	10.8年
ストロンチウム90	28.7年
ヨウ素131	8.0日
セシウム137	30.4年
ウラニウム235	7億年
ウラニウム238	44.4億年
プルトニウム239	24,000年

放射線を出して行ってなくなっていきます。半減期には10年とか数分というのあれば、何億年というのもあります。ウランとかいうのは40億年ですから地球の年代くらいです。このウランですが、地球が出来た時に235と238が同じくらいあったとすれば、ウラン235が7億年ですので、今、ほとんどありません。だいたい地球の年代がこういうことから分かってくるということもあります。半減期には短いものもあります。

放射線の単位はわかりにくい

- 吸収エネルギーに基づく単位(吸収線量)
 - Gy【グレイ】
- 放射線の確率的影響を考慮した単位(実効線量)
 - Sv【シーベルト】
- 放射能の強さ(量)の単位
 - Bq【ベクレル】(1秒間に1個の崩壊(壊変))
- 電離作用に基づく単位(照射線量)
 - C/kg【クーロン毎キログラム】

単位の話ですけれども、まずグレイです。これは物理学的な吸収エネルギーに基づきます。先ほどお話ありました、シーベルトはこれを生物学的影響が同じになるように補正したものです。だから1シーベルト被曝すれば身体に対する影響が同じです。たとえば中性子が1シーベルト当たった場合と、ガンマ線が1シーベルト当たった場合は同じ影響になるというぐあいに補正しています。それから放射能の強さはベクレルです。先ほどのベクレル先生の名前が使われています。1秒間に1個崩壊する量を1ベクレルと言っています。1Kg当たりのクローン、これは専門的な単位なんですけど医療の現場の放射線治療で採用されています。非常に根本的な単位なんですけど直接我々には関係しません。

グレイとシーベルトのことですが、これは時々新聞に出てきたりしてよく分からないということを聞かれますので、私はグレイとシーベルトは同じでいいと言っています。同じ。グレイもシーベルトもいっしょでいいと言いますのは、グレイとシーベルト

放射線の被曝では普通グレイ(Gy)もシーベルト(Sv)も同じ数値としてよい

- 通常私どもが体験する放射線は、レントゲンや自然放射線で、X線とガンマ線とベータ線である。
- この場合はグレイとシーベルトは等しい。
- 問題になるのは中性子線やアルファ線であるが、核爆発の際に発生する。原爆や東海村の被曝がその例である。

が違うケースというのは中性子とかアルファだけです。中性子は、私ども体験したというのはまさに原爆被ばくと東海村くらいしかありません。あとは研究室とかそういうところで使われているくらいです。アルファ線は自然界にありますがこれだって人工的に放射線治療で使うこともあるくらいで他はほとんどありません。身近にあるものはX線、レントゲンですね。他にはガンマ線、ベータ線、こういうものですから、これに関してはグレイとシーベルトはイコールです。だから特殊な場合を除いて同じと考えてください。

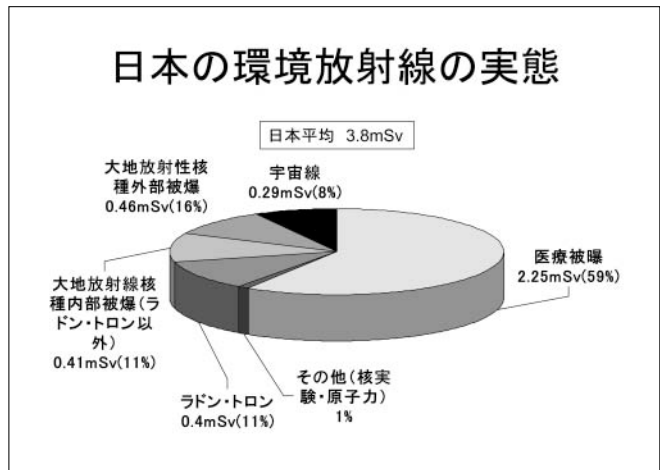
自然界の1年の放射線量を一単位として考えるとわかりやすい

- 自然界の放射線量は一年間に約1ミリグレイ(mGy)である。
- 通常のレントゲン検査では、0.1から4ミリグレイである。
- 放射線の被曝を考えると、1ミリグレイを一単位と考えてみることを提案する。

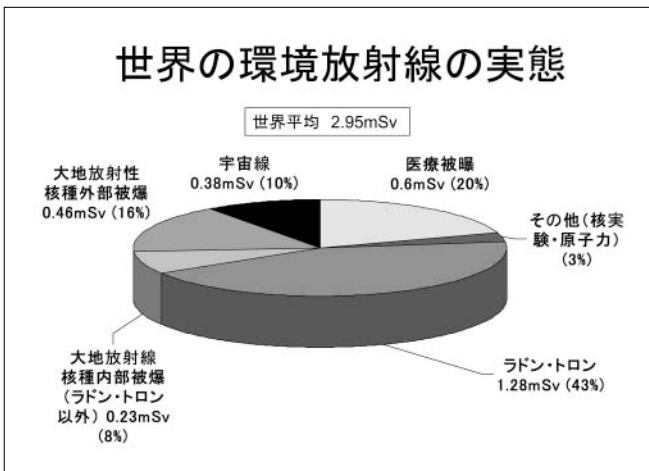
それからもう1つ、グレイとシーベルトはひとつと考えればいいんですが、今度ミリグレイとかグレイとかマイクログレイ、があって、これはごちゃごちゃになってしまいます。

我々も換算しないとよく分からないんです。自然界の1年間の放射線は2.4とか3ミリグレイでした。

身近な量として、1ミリグレイを1単位と考えてしまっただけかといつも言っています。たとえば、私は尿酸値が8.0でちょっと高いんです。土肥先生が「高いですね」と言われるんですけども、あの数字のうしろには実は単位があります。マイクログラム／マイクロリットルなどとは誰も言いませんよね。体温の場合は37度と言いますが、度は単位です。たとえば血圧では90～140、高いですねと言われても、あの数字のあとにパスカル何とかついてますけど誰も言いませんよね。だから放射線でも1単位というぐあいに考えるとしたら1ミリグレイが一番代表的な単位で、これの何倍というぐあいに考えましょうと、そうすると説明も楽です。もうひとつその理由は、身近なレントゲン検査の場合も大体0.1～0.4ミリぐらい、通常のレントゲンの被ばくはこれぐらいになりますから、大体それぐらいのオーダーなんです。



一面でとりあげたんですけど、それはマイナスの面ではあると思います。しかし逆に言いますと日本はCTとかいう優れた医療機器の普及率が世界で最も非常に高く、いい診断をされている。それで病気が見つかっている。それで助かった人もいます。だから一概に放射線が一方的に悪いとは言えないと思います。日本の医療の場合はこういういい診断がされているという見方もできるわけです。



それでこれも先ほどから出てますが、環境放射能を示します。これは国連の報告なんですけど、これは2.95ミリシーベルトとなっています。宇宙線とか医療被ばく、ラドン・トロンによる被曝、身体の中に入って生じる被ばく。大体この図に示す様な実態になっています。

日本の場合は、世界平均に比べてやや医療被ばくが多くなります、この間ランセットというイギリスの非常に優秀な雑誌と言われていますけども、そこで日本の医療被ばくは高くこれ何人がんになっているという話が出ていました。これを読売新聞が

医療機関で用いられている放射線診療機器

X線装置	単純撮影装置、X線透視装置 X線CT、歯科用X線装置など
診療用高エネルギー放射線発生装置	ライナックなど
診療用放射線照射装置	テレコバルト装置など
診療用放射線照射器具	ラルストロン、ゴールドグレインなど
放射性同位元素装備診療機器	骨塩分析装置、ガスクロマト用ECD
診療用放射性同位元素	放射性医薬品

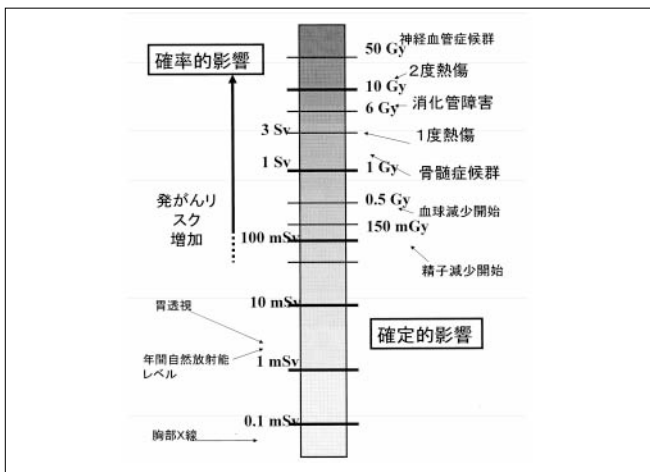
それで医療での現場の放射線。これも皆さんご存じですけども、X線装置、診断用の装置、たくさんあります。治療用の装置もあります、CTもあります。こうやって医療ではたくさん使われています。それから放射能、核医学という放射能、そういうことでも使われています。

撮影でどれぐらい被ばくするかということですが、だいたい0.1ぐらいのところから4ミリグレイぐらいの範囲です。だから多くとも1年間ぐらいの

代表的な撮影部位における入射表面線量

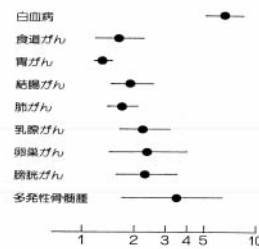
撮影部位	入射表面線量(mGy)
頭部正面	1.26
頸椎正面	0.47
腰椎正面	1.78
腰椎側面	4.21
胸部高圧	0.13
骨盤正面	1.23
足関節	0.12
幼児股関節	0.07
幼児胸部	0.07
乳房撮影	1.80

自然放射線を浴びるとのことになります。この図も先ほどから出ていますので省きます。



これは放射研の調査で、1グレイ、1ミリグレイ1単位としますと1,000倍の被爆の場合、自然放射線の1年分の1,000倍ぐらいをいちどきに浴びたらどうなるかということが示されています。自然放射線というのはもともとあるわけです。生物が生まれてからあるわけなので、それがどういう影響があるか、それはたとえば進化にも関係したかもしれないし、生命の維持にも関係するかもしれない。これはよく分かっていません。もちろんマイナスのこともプラスのこともあるでしょう。ゆっくり被ばくすると傷が起きてても治すことが容易なわけです。たまに修復にミスが起こっておかしくなると言われています。ゆっくり被ばくする場合は1個起こったパッと治す、次起こって治すということになり、これは普通の自然界の状態です。

臓器ごとの放射線誘発がんに対する感受性の違い
(1Gy被ばくの場合の相対リスク=自然発生のがん死亡率を1.0とした場合の放射線誘発がん死亡率の比: 広島・長崎の原爆被爆者を対象とした調査 清水らRERF TR-5-88, 1988)



ところがいっぺんに高い被ばくが起き、一時に多数の傷ができると間に合わないわけです。自然界の1,000倍ぐらいになってくるとそういった問題が起こってきて、たとえば一番感受性の高い病気が白血病です。自然界にも起こりますが、1,000倍当たった場合に自然界に起こるよりも7~8倍くらい多くなる。

放射線感受性の高い細胞

細胞分裂の頻度の高い細胞

将来の細胞分裂の回数が多い細胞

未分化な細胞

胎児、乳幼児 > 成人



幹細胞 > 成熟細胞

それから、一般的にどういう細胞が放射線に感じやすいかというと、若い細胞が大人の細胞よりも感じやすい。この幹細胞というのは、もともと非常に活発な細胞なんですけど、成熟した細胞よりもこれから成熟する細胞のほうが感じやすい。分裂回数が頻繁な細胞ほど感じやすいということになります。その逆の神経細胞は一番感受性の低い細胞です。

それで放射線作業というのはどうしても工場などで避けられない場合があるわけです。病気の診断でもどうしてもレントゲンは必要です。そこで損失と

正当化の判断の方法

放射線利用による損失	放射線利用による利益
放射線のリスク ・確率的影響のリスク ・治療による副作用 放射線利用のコスト ・装置の購入・維持 ・人件費・消耗品 など	診断情報 ・病気の発見 ・症状の特定 治療 病気の回復、治療 病気の予防 など

損失 < 利益

利益というのを考えることになっています。この考え方は基本的に、放射線にリスクがあることを前提にします。それから費用がかかるとかいうことも損失の一つです。利益にはたとえば病気が治るとかいい診断ができるということがあります。必ず利益のほうが十分あることが必要な条件です。工場で働いている人の被ばくの制限とかいうのも、こういう考え方で決められております。今現在は、放射線はいかに微量でもその微量の分だけの影響があるという考え方に基づいておまして、この利益と損失とのバランスが必要なことになっています。

- ① 不必要な放射線被ばくは避ける
(行為の正当化)
- ② 被ばくする線量, 被ばくする人の数を
できるだけ少なくする
(放射線防護の最適化)
- ③ 1人ひとりの個人の線量は, 法令などに
定められた上限値を超えないようにする
(線量の制限)

ただこれにはいろいろな考え方があって、ある程度以下だったら、自然界レベルぐらいだったらいいんじゃないかとかいう考え方ももちろんあります。それが正当化とか、なるべく被ばくする量を少なくしなさいとか、そういった原則になります。

法律で上限が定められております。法律には多種

医療領域の放射線防護関連法令

医療法施行規則第4章(医療法)	厚生省
放射線障害の防止に関する法律 (障防法)	科学技術庁
電離放射線障害防止規則(電離則)	労働省
人事院規則10-5(人事院)	人事院
消防法第9条3	自治省

ありますが、基になる障害防止法があります。これが基になって医療法とか、労働安全衛生法にもあります。それから公務員の場合は人事院規則とか、基本的には同じものが全部入っているということになります。これは今われわれがやっているDS02と関係がありますので、その決定は最終的には法令になっているということを説明しておきます。

国内・国外での 大規模な放射線被曝

第2部

国内・国外での大規模な放射線被曝

国内

1. 広島・長崎の原爆投下 1945年
2. 東海村のJCO事故 1999年

国外

1. セミパラチンスクの核実験 1949-89年
2. テチャ川の汚染事故 1949-56年
3. チェルノブイリ事故 1986年

その他、マヤークのプルトニウム工場、世界各地の核実験など

次に、国内とか国外での大規模な放射線の被ばくとか、小規模の場合も含めて説明します。大規模な放射線被ばくというのは広島・長崎の原爆投下に始まります。それから最近では東海村の事故があって2人の方が亡くなって、他にもう1人が被ばくされています。3人の方が大きな被ばくされました。それからセミパラチンスク。これも最後のところでお話ししたいと思います。旧ソ連のテチャ川というところですが、ウラル山脈の南側にあるんですけど、ここでも貯蔵タンクが爆発してここでストロンチウムが大量に放出されました。チェルノブイリの事故があります。そのほかマヤークのプルトニウム被ばく、これも旧ソ連です。それから世界的な核実験です。そういうところで大きな被ばくが起きている

放射線被ばく事故が起きている所

1. 照射施設（放射線滅菌、食品照射、品種改良）
2. 原子炉、核燃料、再処理施設
3. ラジオアイソトープ生産施設
4. 非破壊検査（γ線カメラ）
5. 非破壊検査（X線）
6. X線、γ線医療・研究用照射装置
7. 非密封ラジオアイソトープ使用施設
8. 運送
9. その他

その他にも、いろんところで被ばくの事故が起るわけです。人間のすることですから、当然ではあります。たとえば、工場などの現場でも起こることがあるし、原子炉とか燃料の再処理等のところでも起こることがあります。それからアイソトープの生産施設でも起こります。非破壊検査の場合もあります。それから研究所、大学とかそういうところでももちろんあります。トラックが運送中に事故を起こして容器がこわれたということももちろんあるわけです。

これは放影研の鈴木先生が調べられたものをお借りしているんですけども、たとえば世界の主要な放射線事故がどのくらい起っているか調べたもの

主要な放射線事故(1944-1998.3) (REAC/TS統計)

臨界事故		19件
臨界集合体	7	
原子炉	7	
化学実験	5	
放射線装置		297件
密封線源	199	
X線発生装置	74	
加速器	23	
レーダー発生装置	1	
ラジオアイソトープ		78件
超ウラン元素	26	
トリチウム	1	
核分裂生成物	10	
ラジウム	1	
診断・治療	27	
その他	13	
合計		394件

放影研鈴木先生より

です。大きな事故としては原子炉関係といえますか、ウランの核分裂関係。それから放射線発生装置関係です。けっこう多いです。件数としても増えています。それから放射線を使う、放射能を使う施設ですね、そういうところでも起こります。大きな被ばく例は確かにそうなんですけど、小さい被ばく例といえますか、たとえば手を被ばくしてやけどが起こったとかいうのは学術雑誌にはときどき報告されています。

日本で発生した被ばく事故

放射線障害防止法に基づき報告された事故 (1958-1994)

線源紛失事故（内2件は被ばく事故）	52
線源盗難	4
被ばく事故	19
密封線源	
加速器	4
RI被ばく	1
線源の破壊事故（汚染）	15
RI施設火災	2
RI排出事故	2
その他	7

放影研鈴木先生より

日本で発生した被ばく例ですが、やはり鈴木先生の資料をお借りして示しますが、この58年から94年の間に起こったことが示されています。放射能が小さい錠剤のような形で密封されたものをよく使うことがあります。われわれのところもたくさんあります。これがなくなったら大変でよく新聞に出ています。それから盗まれた場合もあります。それから被ばくには密封線源をそばに置いていて気がつか

なかったとか、加速器運転中、止まっていると思って入って行ってうっかり被ばくしたという例もあります。火災もあります。だから小規模な被ばくを含めるとけっこう起こっています。

世界で起きたその他の被ばく事故

1990年	イスラエル	Co-60照射施設	1 (1)
	スペイン	治療用加速器	27 (11?)
1991年	白ロシア	Co-60照射施設	1 (1)
	アメリカ	加速器	1
1992年	ベトナム	加速器	1
	中国	Co-60非破壊検査	8 (3)
	アメリカ	Ir-192治療	1 (1)
1994年	エストニア	Cs-137貯蔵所	3 (1)
1996年	コスタリカ	Co-60治療	110 (40?)
	イラン	Ir-192非破壊検査	1
?	英国	Cs-137(トラック ドア)	1 (1)
1997年	グルジア	Ir-137 軍演習場	11
	ロシア	臨界事故	1 (1)
1998年	トルコ	Co-60治療装置	18
1999年	日本	臨界事故	3 (2)
2000年	タイ	Co-60治療装置	10 (3)
?	エジプト	Ir-192非破壊検査	6 (2)
?	ペルー	Ir-192非破壊検査	2

放影研鈴木元先生より

それから世界的にはこの中でいくつかは多分ご存じだと思いますけど、たとえばブラジル…今この中にはないですかね。タイも最近コバルトの治療装置による事故がありました。たぶん鈴木先生も行かれたと思います。コバルト60の治療装置がありますけどこれを鉄くずにするときに、コバルトが入ったまま鉄くずにして廃棄業者のところに放置してあって被ばくしたとかいうケースです。ブラジルのケースも同様です。やはりそういう鉄くずの中にセシウムの粉があって、強い放射能というのは空気中に出すと空気がイオン化して薄紫か何かに光るらしいですね。これをきれいだと言って子どもがさわって食べたら食道の内側をやられたとかいう話があります。台湾で、これもちょっと前だったんですけどコバルト60を溶鉱炉に多分入れて鉄筋にして、建物の中の鉄筋にコバルトが入っていました。それでカラオケバーがあって日本人がよく行って歌っていたということで、測ってみたら100倍ぐらいありましたかね。こうやって被ばく事故が起こるのです。

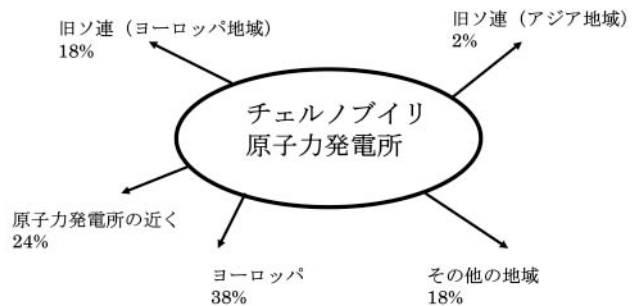
チェルノブイリがそのひとつの例です。非常に多い量が放出されました。量というのはエクサといってもちょっとわからないでしょう。キュリーといってもこれもものすごい量ですね、考えられないぐらいな量です。原子炉の中にあつた量の、10%ぐらい

チェルノブイリ原子力発電所の事故

- 事故発生: 1986年4月26日
- 放射能量: 40 E Bq 原子炉内の放射能量
- 放出量: 3 ~ 4 E Bq
- 単位: (E:10¹⁸, 1 E Bq = 27 M Ci)

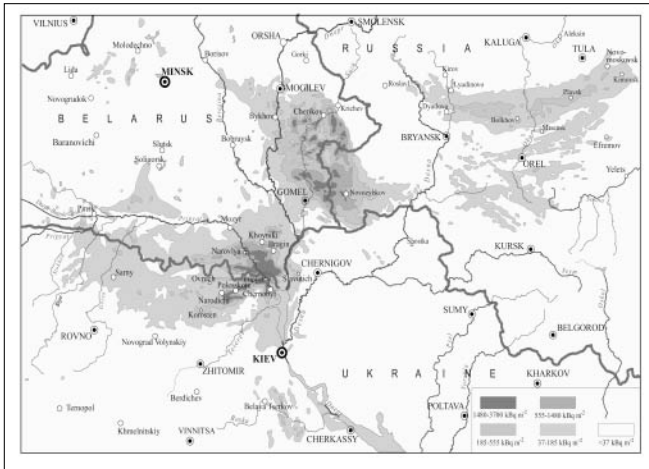
が外へ飛び出したという事故です。すごい事故です。

放射能セシウム137の放出



それで飛んで行ったのはヨーロッパ側が4割なんですけど、原子炉の近くにも放出されました。日本にも少し飛んできました。当時、私はちょうど放射線の施設の管理をしていたんですけども、何か反応するんですけど、普通は、これが感じることはなく、これが反応しびっくりしました。管理している中で起こしたものは事故ではないですが、何か汚れたらすぐ始末しなくてはいけないんです。大変だと思って行ったら中はなんともないんです。実は外が汚れていた。それで反応した。量的には少なくないんですけど感度が非常に高いので検出され、非常にびっくりしました。量的には2%、日本はさらに少ない量なんです。

これは汚染地図です。30キロ圏がこれぐらいなん



です。むしろ30キロ圏の中で非常に汚染しているところもありますけれども、実はその外側にも降ってるんです。一番濃いところは全て立入禁止になっています。ただ幸いとは言っていないかどうか知りませんが、作物ですよ、ネギとか穀物とかそういうものにはあまり入ってきません。問題なのはキノコでそういうものにはむしろ10倍ぐらい濃縮されて入ってきます。そういう食物を避ければ良いし、水も大丈夫でした。強いところは別ですけど黄色ぐらいのところでしたら、生活するにはそんなに大したことはないと思います。向こうに行って現地の人にはそう説明してきてます。ただ、この事故は非常にひどい被ばく事故だったと言えます。

これから実際私どもの研究をやっている内容に関して一番ホットなところをご紹介します。まず最近決まりましたDS02です。2002年に決まったん

放射線の線量評価と 広島・長崎の原爆線量評価体系 2002 (DS02) 第3部

被曝線量評価の意義

1. 被爆者の治療や健康維持のために必要。
確定的影響(白血球の減少、火傷など)
閾値がある
(緊急被曝医療)
2. 一般人の放射線の危険度を知る。
確率的影響(発がんなど)
閾値はないとされている
(放射線防護)

ですけど、今2005年ですがまだ非常に細かいことで検討が続いています。出版物にはまだなっていません。数字的にはもう決まって放影研でも計算しております。その意味なんですけども、私どもは線量を、被ばく者の線量を評価するという仕事をやっているんですが、なぜそういうことをするのかということの説明するとき2つの意味を言っています。1つは被ばく者のためと言っています。被曝者の被ばく線量が分かれば治療しないといけないのかとか、それから全然無視しても問題ありませんよという、ということが分かるわけです。東海村のときもどのくらい被ばくしたかというのが非常に問題になりました。それは治療がどの程度必要かというのがそこから分かるわけなんです。もう1つは一般人、我々のためと言っています。1つは被ばく者でしたが、もう1つは我々のため。なぜかと言いますと、こういう原爆被ばく、戦争の結果ではありますけども、その調査によって放射線の発がんなどのリスクがこれからわかるからです。そういうことを私どもはやっています。ごく簡単に言いますと、がんなどの調査、疫学と言いますが、それを医学的に調査するわけです。

もちろん線量が増えれば健康への害は増えるわけですけどもこの割合が危険度になります。こういう調査で危険度が分かれば、たとえば今私たちが受けているレントゲンがどれくらい将来害を及ぼすかといいますか、危険性のことが議論できるし、自然界の汚染レベルにしてもその危険性が分かってくる。

被曝線量評価の意義

$$\frac{\text{被曝者の健康影響}}{\text{放射線量}} = \text{危険度}$$

このために放射線量をなるべく正確に求めるということが必要だと説明しております。

放射線被曝の実態

1. 外部被曝 外からの放射線による被曝 (DS02)
2. 内部被曝 体内に取り込まれた放射能による被曝

原爆、東海村の事故 外部被曝が主
チェルノブイリ、セミパラチンスク 両方による
緊急被曝医療は両方

それで、先ほどからも遠藤先生が説明されましたけども、外から放射線が飛んできて外から身体に当たることを、外部被ばくといいます。内部被ばくは放射能を飲んだりとか肺に入ったとかして中から被ばくする場合の被ばくです。このDS02は外部被ばくだけ評価しています。というのは先ほどの危険度を求めるためには正確な評価ができないといけませんが、内部被ばくはたぶん黒い雨地域にそういうことが起こったのではないかと思いますけど、今調べてみても当時の汚染が分かりません。核実験がその後起こりましてその中に隠れてしまって、見ても明らかにこうだと言えるデータが出てこないわけです。それで内部被ばくを評価せずに2キロ以内ぐらの外部被ばくを評価しています。内部被ばくの評価がないとよく非難されますけど、我々の目的は

リスクを求めるということで、リスクを求めるためには正確な評価が必要です。もちろん内部被ばくが正確に求められればそれはもちろん含めてやります。そういう意味でセミパラチンスクの場合は内部被ばくもけっこう大きかったので、両方評価するように今努めております。

DS02で測定を行った被曝試料

1. 花崗岩、鉄、コンクリート
放射能の測定
ユーロピウム152, コバルト60など

中性子線量の見積もり

2. 瓦、煉瓦、タイル
含まれる石英の測定、400度までの熱をかけそこから出る弱い光を測定する

ガンマ線線量の見積もり

DS02では被ばく資料を我々たくさん集めまして日米で共同研究しました。日本側としましてはこういう石とか鉄とかコンクリートを集めまして、今倉庫の中に2,000以上ありますけどもそれを砕いて測るわけです。その中に放射能ができていまして中性子を見積もったり。ガンマ線のほうはカワラとかレンガとかタイルを集めましてこの中の石英をつぶして取り出しまして、それからガンマ線の量を測るという作業をやりました。

被曝した試料の測定

吉川旅館の灯籠 (1411m)



たとえばそのひとつで吉川旅館から灯ろうをもらってきたんですが、その灯ろうをこうやって切りと

りました。それで非常に測定が専門性が高いことですが、微量で非常に難しいんです。簡単に測れないんで、これはいくつかの研究所の専門的などところに送りまして、お互いに比べました。相互比較といいます。1つは日本の筑波大学、1つは金沢大学、1つはアメリカのユタ大学、1つはドイツに、4つ分けて比較するという作業をやりました。

計算による線量見積もり

コンピュータを用いたシミュレーション計算

主にアメリカ側による

1. 原爆のシミュレーション
2. 空気中の透過計算
3. 家屋の計算
4. 被曝の計算

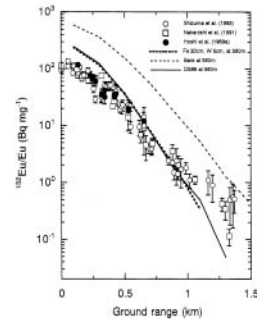
日米で開催された被曝線量評価のための研究会

- | | |
|----------------|------------------------|
| 1. 1994年、8月、 | 広島 |
| 2. 1995年、7月、 | 広島 |
| 3. 1996年、7月、 | 広島 |
| 4. 1996年、5月、 | アメリカ、アーヴァイン、カリフォルニア |
| 5. 1997年、10月、 | 広島 |
| 6. 1999年、1月、 | アメリカ、アーバイン、カリフォルニア |
| 7. 2000年、1月、 | アメリカ、アーバイン、カリフォルニア |
| 8. 2000年、3月、 | 広島 |
| 9. 2001年、3月、 | 広島 |
| 10. 2001年、6月、 | アメリカ、クリーブランド、オハイオ |
| 11. 2001年、11月、 | 広島 |
| 12. 2001年、12月、 | 広島 |
| 13. 2002年、3月、 | アメリカ、ラホイヤ、カリフォルニア |
| 14. 2002年、4月、 | 広島 |
| 15. 2002年、9月、 | 広島 |
| 16. 2003年、1月、 | アメリカ、ラホイヤ、バサデナ、カリフォルニア |

実はこの作業を最後にやりましてDS02というのが最終的に日米で了承されたといえますか、納得するデータが出ました。アメリカ側はどういうことをしたかというコンピュータによるシミュレーション計算です。DS86ができたときもすでに大型コンピュータによるシミュレーションがおこなわれまして、その後、測定や計算してもどうもおかしいということで02ができたわけです。原爆の爆発はちょっとわれわれでは手つきませんが、原爆の爆発とかいうのもかなりの再現ができています。

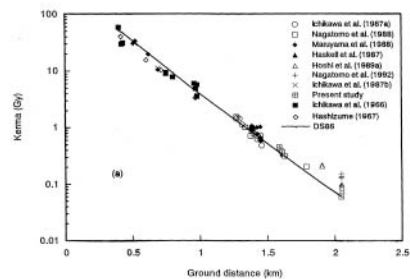
空気中を放射線が透過して家に入って被ばく者に当たる、そういう計算を全部、膨大な計算をやってあります。全部で16回も日米で研究会を開いてやってありました。

今までのユーロピウム152の測定とDS86とのずれ



それで、ここに図がありますけれども、これは距離ですが1キロがここです。このDS86がちよっとおかしいかなとわれわれは言い出したんですが、その理由は黒い実線がDS86なんですけどデータがこうなっていて、近距離ではデータのほうが低くて、それを2~3倍低いんです。遠距離だとけっこう高く出て、全体として傾きが違うんじゃないかということで始めました。これは結論から言いますと、このデータは実は不純物があって下がって、近距離は計算をこう下げて全体がよく合うようになりました。

煉瓦や瓦によるガンマ線線量の測定



これはガンマ線です。レンガとかタイルとか測って多数のデータをプロットしていったわけです。それでこれはDS86の線ですけども、これはDS86から

見てもあまり変わらない。こうやって実験というか測定をしたものと計算とをあわせてよく合うならばこれでいいかという具合にして決めていきました。

**Eu-152とCl-36の相互比較測定で使したサンプル
被爆試料13点、コントロール試料5点**

Table 1. Samples used for intercomparison of Eu and Cl measurements. All of the stone type is granite including exposed samples and background samples.

No.	Sample	Measure- nt	Stone type	Original weight (g)	Extracted weight (g)	Ground range (m)
1	Monoyama Bridge, Barling	Eu, Cl	1000	22.1	22.1	13.5
2	Shirakami Shrine Fence	Eu, Cl	340	5.47	5.47	504
3	Honkaji Temple	Eu, Cl	500	10.7	10.7	896
4	Miyohaji Temple 7	Eu, Cl	800	26.3	26.3	639
5	Old Prefectural office	Eu, Cl	1000	19.7	19.7	877
6	Furyuaji Temple 5-1	Eu, Cl	440	16.5	16.5	925
7	Shingyoji Temple 1	Eu, Cl	600	19.4	19.4	91.5
8	City Office pavement	Eu, Cl	1000	17.2	17.2	102.2
9	Kozengji Temple 6-1	Eu, Cl	1000	23.1	23.1	1177
10	Senagyoji temple	Eu, Cl	Iyo stone	1000	27.8	
11	Karunoji temple	Eu, Cl	1000	21.0	21.0	
12	Senzoubo	Cl	Iyo or Oshima stone			8790*
13	Senzoubo	Cl	local stone			8790*
14	Senzoubo	Eu, Cl	local stone	962.1	20.8	8790*
15	Miyokenji Temple	Eu, Cl	local stone	914.6	14.6	7610*
16	Miyokenji Temple	Cl	local stone			7610*
17	Kikkawa Ryokan	Eu, Cl		1300	40.4	1424
18	Surface core of Old Faculty of Hiroshima University (E-building)	Eu, Cl	0cm-5cm depth			1385
	Deeper core of Old Faculty of Hiroshima University (E-building)	Eu, Cl	5cm-15cm depth			1385

* Ground ranges were shown in original values.

これは花崗岩の被爆試料でこれだけたくさん集めた試料をこの場合は18ですけれど測定しました。

興禅寺 (1163m)



**旧県庁
(877m)**



ユーロピウムの化学分離



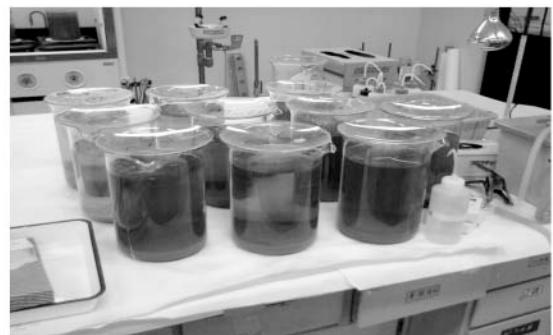
たとえばこれ、先ほどの灯ろうといっしょで、庭に飾っている石灯ろうの角っこを切って、あんまり整理が悪いというのが見えていますけど、ここの墓石もお寺さんに行って建替えのときなんかにはなくなった被ばくした石をもらってきまして、てっぺんを削ってこれを何か所かに配ったり、自分のところでも測ったりしました。

これは昔の県庁があったときの柱ですけども、このてっぺんを切って粉にして測りました。

あと抽出という化学的な処理があるんですがこれが大変で、大体は静岡先生、工学部におられる方が中心にやられました。これが大変で、学生さんとか頼んだ場合に2年間かかって10個もできないとかそんな非常に大変なものでした。このときは日本分析センターという日本の会社がやれるということでやってもらいました。

こうやって大きなビーカーにアルカリ性にしたり

ユーロピウムの化学分離 (2)





ということになりました。近距離は先ほどのこの辺にこうあったんですけど、これは爆発の高さを20メートル引き上げて計算値を変えて全体的に合いました。これは別の塩素という放射能で同じようなよく合うという結果が出ました。

ICP-MS による測定風景



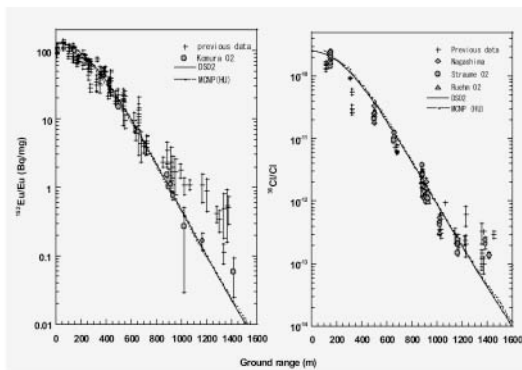
DS86とDS02の相違点(広島)

	DS86	DS02
原爆出力	15キロトン	16キロトン
爆発点	580m	600m
爆心		15m西へ移動
線量		
ガンマ線		2km以内は7%程度の増加
中性子線		1kmで10%くらい増加、 それ以遠で減少し1.8kmで DS86と一致

どこが変わったかということをお示ししますと、広島原爆の場合が変わりました。どれだけウランが燃えたかというのをTNT火薬に換算してキロトンという重さで表わすんですが、15から16キロトン、7%くらい増えました。それから爆発点の高度を20メートル引き上げました。それから爆心を15メートル移動させました。結果としてガンマ線が全体的に7%くらい増えました。中性子は10%増えますけども、これはあとでお示しますが、中性子はもともと少ないのでガンマ線7%増加というのが今回の大きな変更です。

長崎も同様にお示ししますが、出力は変わら

Results of Eu-152 and Cl-36 intercomparison



酸性にしたりと繰り返しながら抽出して行って測定器にかけて測りました。

最終的にこれが一番ホットなところなんですけども、先ほどの線がDS86でした。今回は新しいDS02しか書いていませんけど、実はこの辺の点がピンク点のところの下がってしまって、遠距離は問題ない

DS86とDS02の相違点(長崎)

	DS86	DS02
原爆出力	21キロトン	変化なし
爆発点	503m	変化なし
爆心		2m西へ移動
線量		
ガンマ線		1-2km 約10%の増加
中性子線		1-2km 10~30%の減少

ずに爆発高度も変えずに、爆心も正確にやってみましたがほとんど変更なしです。ガンマ線がやはり約10%同じぐらい増えました。中性子、今回こちらが少し減ったんですが、やはり中性子はもともと小さいのでガンマ線が10%増えたというのが主な違いになります。

DS02による放射線量

放射線量	距離(km)	広島(mGy)	長崎(mGy)
ガンマ線	0.5	35700	83000
	1.0	4220	8620
	1.5	549	983
	2.0	81	138
中性子線	0.5	6480	2970
	1.0	260	125
	1.5	9	5
	2.0	0.4	0.2

放射線量ですが、広島があつて、長崎があつて、ガンマ線があつて中性子があつてと並べてみます。距離がたとえば1キロ、これは単位がミリグレイですから、先ほどの単位から言いますと4,000倍です。広島での先ほどの遠藤先生のお話でいくと4,000倍という被ばくを全身に浴びますとだいたいひと月で半数の方が亡くなると言われています。だからここ1キロでの被ばく、もちろん熱線とか爆風もあるんですけど相当の被ばく量だったということがこれで分かります。1.5キロで550倍。2キロで80倍です。自然界の50倍とか数十倍ぐらいになります。中性子の場合たとえば1.5キロで9ミリグレイですからガンマ線よりふた桁ぐらい小さくて、こちらが少し変わってもあまり変わらないため、全体としてガンマ線が主だということになります。長崎のほうも同様でガンマ線が広島と比べて倍ぐらいになっています。2キロでも2倍弱ぐらいということです。中性子はやはり長崎の場合もガンマ線に比べて小さい。DS02の変更点は、広島・長崎のガンマ線が約7%~10%ぐらい増えたということです。それから先ほど最初にお示しましたリスクは、放射線量が分母で分子が影響としますと、分母が増えますから、リ

スクは10%ぐらい逆に減るといふことになります。これは法律に最終的には取り込まれますが、大体10年ぐらいして日本の法律に取り込まれているのが普通の状態です。ICRPという国際的な機関でどういふリスクにするかということが議論されて、それが決まると日本の法律になるということになります。最近、2年ぐらい前に日本の法律が少し変わりましたが、それはDS86のときの変更が今度影響したということで、大体10年ぐらいかかっていると思います。多分10%減少という値は小さくないので将来法律が変更になると考えております。

共同研究として参加したメンバー (その他にも多数の参加者)

研究機関

- 広島大学、金沢大学、筑波大学、京都大、長崎大学、高エネルギー加速器研究機構、広島国際学院大学、兵大学、奈良教育大学、放射線影響協会、放射研、日本分析センター(以上日本)、
- ユタ大学、SAIC、ORNL、LLNL、ロスアラモス(以上アメリカ)
- ルードヴィヒマクスミリアン大(ドイツ)
- その他

参加者

- 遠藤暁、岡隆光、岩谷和夫、高辻俊宏、高田純、今中哲二、柴田誠一、柴田徳思、小村和久、静岡清、石川正純、藤田正一郎、葉佐井博巳
- 中西孝、長島 泰夫、関 李紀、小松原哲郎、長友恒人、丸山隆司
- ストローメ、ステファン、ヤング、サントロ、カー、カリングス、ホエーレン、リューム
- その他多数

この研究にはここで示しますたくさんの方がこれだけ参加してやってまいりました。

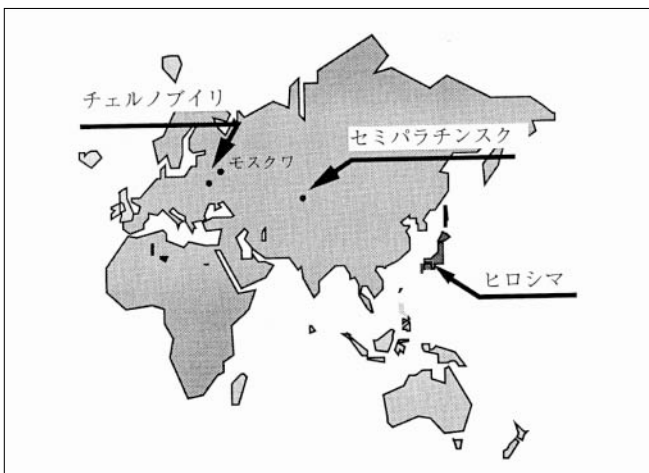
セミパラチンスクでの被曝の実態

第4部

これは最後第4部です。セミパラチンスクでどういふことをしているかということをお話しします。セミパラチンスクでなぜこういうことを始めたかというのは、もちろん大きな被ばくがあるという

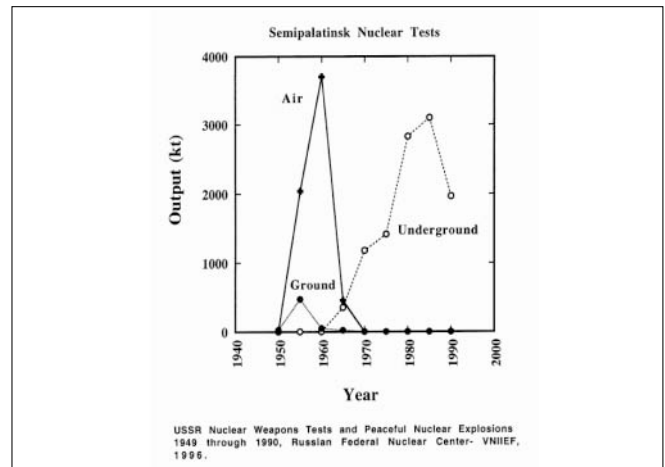
ことが新聞なんかで問題になって、それがきっかけではじめました。被ばくの実態を調べたいというのはもちろんあるわけですが、リスクを求めるといふのを最終的な目標に考えております。原爆被ばく者で放射線のリスクはほとんど決まっています。世界的にもそれで放射線の規制が決められているわけですが、実は原爆被ばくは一瞬の被ばくです。ところが実際放射線の作業をする場合はじわっと当たる場合が多いわけです。じわっと当たる場合は少しずつ傷が付き治していくことができます。

危険度はだいぶ違うんじゃないかという話があるわけです。セミパラチンスクの場合は数か月単位の被ばくです。それからもう1点は原爆被ばくの場合外部被ばくだけ見ているんですが、身体に取り込んだ場合はどうかという問題もまだ残ってまして、それはわからないんです。この地域はだいたい外部被爆と内部被ばくが五分五分と言われていて、内部被ばくの情報もこれで手に入るかなということではじめました。



ただ非常に遠いですね。今は直通便がソウル経由でありますけれど、最初の5年ぐらいはそれがなくて、ヨーロッパに行って、モスクワとかフランクフルトとかに1日かかりで行って泊まって、また半分ぐらいも戻るということをしていました。4日かけて行ったり来たりしてた。非常に遠い国でした。

核実験がどれくらい行われたかということなんですけど、400回以上核実験が行われまして、そのうち1970年ぐらいまで空気中の核実験が行われまし



た。これが世界中のセシウムとかそういう放射能の汚染をさせたということになります。“Ground”というのは地表面で爆破されたことを意味し、この場合は土ぼこりとかが飛んできます。そのあとで地下核実験が行われて、これでもときどき漏れたという話は聞いております。

セミパラチンスクでの活動

- 1990:**
RCC 広島テレビでセミパラチンスクと広島の市民とがテレビで対話
(平岡前広島市長がRCCIに所属された際の計画)
- 1993:**
サケルバエフ博士とローゼンソン博士が来広し、対話。
広島大学との共同研究の始まり。
- 1994:**
広島大学原医研と、武市宣雄医師がはじめて訪問。
- 1995:**
セミパラチンスクの放射線医学環境研究所と広島大学原医研は
研究協定を締結。
- 1999:**
広島セミパラチンスクプロジェクトと
放射線被曝者医療国際協力推進協議会 (HICARE) は
この年より、医師や研究者を派遣。現在まで。

- 1998:**
放射線被曝者医療国際協力推進協議会 (HICARE) は、
この年より、医師や研究者を派遣。
- 2000:**
広島大学歯学部岡本教授が研究を開始。
- 2001 および 2002:**
広島大学はセミパラチンスクの医学アカデミー(医科大学)やがんセンター
と研究協力協定を結ぶ。
- 2005:**
3月広島大学でセミパラチンスクの研究者を世界各地から招待し、これまでの
研究の総括を行う。

歴史ですけれどもよく聞きますと1990年に平岡前市長がRCCの当時社長をされてたそうです。そのときテレビ中継でセミパラチンスクの市民と話したのが最初だということです。これが最初です。大体放射線の影響でも何でもそうなんですけど、こうやってマスコミが問題にし始めて、どうもおかしいというのが最初の発端になるものです。人のカンというのは正しいことが多くて、実際調べてみたらやはり非常に大きな影響があったということがよくあるということです。それがマスコミの仕事でもあるのではないかと思ったりしているわけです。93年にソ連が崩壊してから数年経ったあとですけれども、サケルバウフ先生とローゼンソン先生が来られて、私たちのところにも来られいろいろ話を聞きました。それで実際に被ばくの実態がけっこう大きいということが分かりました。

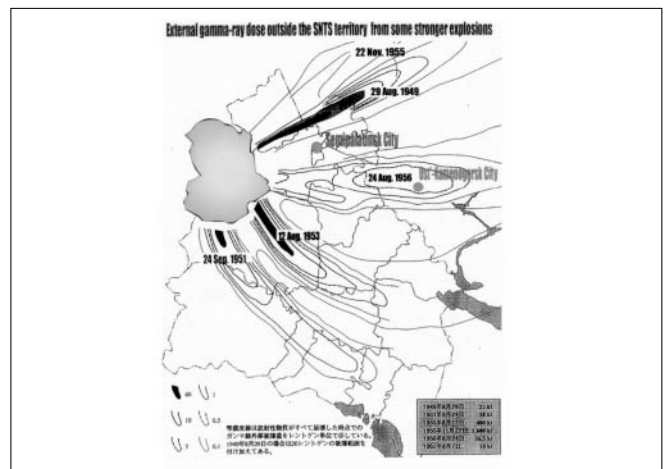
研究内容 線量評価と疫学調査

1. 線量評価
外部被曝線量(煉瓦、歯、放射能の雲からの被曝の計算)
内部被曝(セシウム、プルトニウム、ストロンチウムなど体内からの被曝)
2. 甲状腺なドン検診.
3. 染色体異常.
4. 疫学、統計、データベース.
5. 放射線被曝のリスクの評価

原医研がその後改組になりましたが、そのときのひとつの研究の柱をセミパラチンスクと決めました。それが原医研としての研究の始まりになります。このころ武市先生が行かれています、甲状腺の健診とかされる仕事の始まりがこの辺にあります。向こうの研究所にはそういう専門の研究所がありまして、これは昔第四研究所とか言っていたらしくて、被ばくといいますか核実験のあとにその地域に住んでいる人の健康影響を調べる専門の研究所だったらいいです。それが放射線医学環境研究所という名前が変わりまして、このサケルバウフ先生とローゼンソン先生はここから来られてたんですけど、ここと

いっしょになって今でも続けております。あと広島・セミパラチンスク・プロジェクトがこのあたりで始められて、ここでHICAREですね、被曝者医療国際協力推進協議会も始めています。99年から毎年派遣されております。あと私どものところの岡本先生が2000年から健診されていまして、虫歯でも被ばく地と非被ばく地とで数が違うということなど、被ばく地のほうが虫歯が多いという非常に興味ある研究をされています。あと医科大学ですか、そういうところとも新たにいろいろ始めようとしております。

線量評価がわれわれの専門ではあるんですけど、先ほども原爆の場合でも言いましたが、レンガとか、歯を測り始めたりしています。ロシアにしてもアメリカにしても核実験の専門家がいて、キノコ雲の中に放射能が入っているとそれが流れていくわけですけど、それがいかに被ばくするか計算しています。あとでもう少し説明しますが、それを計算する専門家がいます。それでロシアとアメリカとカザフスタンで比較したとかそういうこともやりました。こういう結果もある程度使わせてもらいます。それから内部被ばくです。セシウム、プルトニウム、ストロンチウム。私どももセシウムぐらひは測れるんですが、他はちょっとしんどいので、専門家の金沢の山本先生に測ってもらっています。武市先生に甲状腺のほうを健診してもらってます。あと染色体異常も一部調べ始めたりしております。それから疫学とか統計も専門家が原医研にいますので。最終

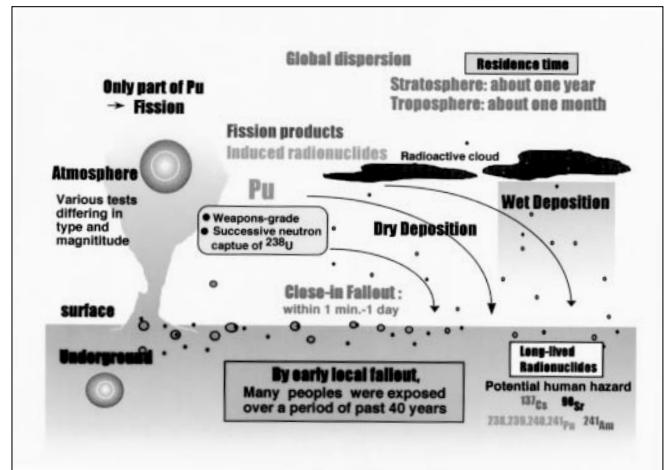


的にはリスク評価まではもってきたいと思っています。ただまだいぶ先のことになりそうです。

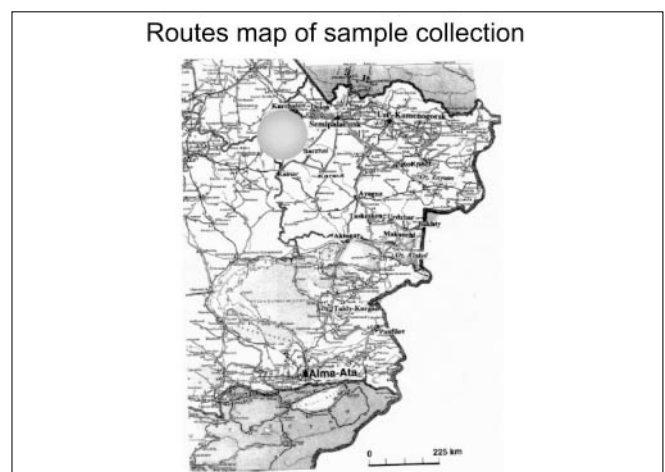
これは核実験場からどのように雲が走っていったかという図なんですが、これが核実験場で四国と同じくらいの大きさと聞いております。ものすごく広いです。主に核実験は3か所でやられているんですが、だいたい風向きが西から東のときに、それもこのちょうど東側の境界でやっているんですね。サケルバユフ先生とローゼンソン先生が2人来られたときに一番最初に聞いたのは、彼らは核実験をやる前に村に行って測定機を置いてきたと言っていました。まさに、人体実験だと言っていました。

ここにサラジャール村とあるんですが、このすぐそばでやってるんです。しかも大体西から東へ吹くときにやっているんで、こちら逆はほとんどないんです。こうやって飛んで行くんですが、もうひとつの特徴は非常に細い領域が被ばくするわけです。この黒いところは、これはレントゲンという単位なんですけど60レントゲンですから1ミリグレイの600倍ということですね。すごく被ばくしてるんです。だから一瞬の被ばくですと半数以上の人々が亡くなってもいいような被ばくなんです。非常に驚きました。チェルノブイリではここまでの被ばくはありません。消防士とか特別な人は別ですが、地域の住民、一般的な人はほとんど被ばく量はありません。むしろ被ばくして何か病気になるのではないかという怖れですね、そういう精神的なものがむしろチェルノブイリでは問題だと言われているんですが、この地域は実際に被ばくされています。そういう意味ではセミパラチンスクと、原爆被ばく者と、あとはマヤークとかそういう特殊なところしかもうないと思います。非常に被ばくのレベルが大きいんです。これがもう核実験毎に何百回もあるわけですから。

これが先ほどの被ばくの実態を図にしたもので、山本先生が実際こうやっていつも説明されているのをお借りしています。大気中で核実験を起こした場合はフォールアウトはこのちょうど火の玉の中に生じるわけです。しかし下にはまずあんまり落ちません。原爆でもそうです。まず、ある程度8,000メー



トルまで上がってあとは水平にずっと、先ほどの細い被ばくの領域が、この水平にずっと風に乗っていくわけです。そしてこの中の放射能ですけどひとつは地面に強烈な風があたりまして、土が舞い上がります。その土は中性子で放射能になります。それからもともとこのキノコ雲の中にはウランとかプルトニウムが分裂して放射能ができます。その2種類の放射能がここに入るわけです。それから漂っていくうちに粒の大きいものが先に落ちていって、だんだんだんだん小さいものが落ちていくわけです。被ばくというのはこの雲の中にある放射能が下まで届いていって被ばくするのと、この粒子から、放射能出ていますからこれが被ばくの原因となります。それが身体の中に入ったりして内部被ばくすることになります。そういうメカニズムで起こります。



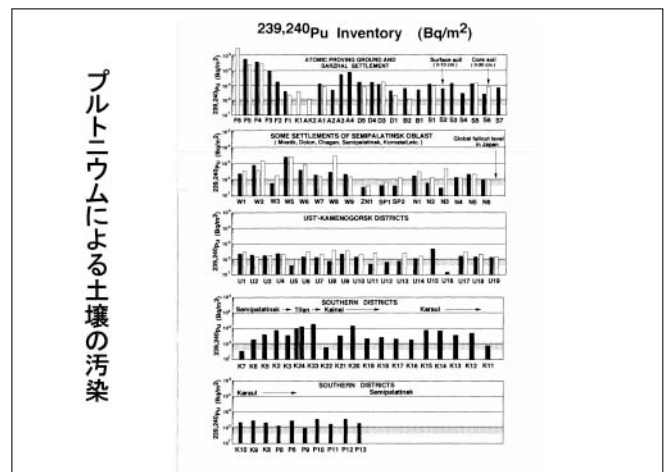
それで調査は、ここは核実験場ですけれども非常に広大な地域で行いました。ここは元首都ですがア

ルマータ。ここに中国があります。国境地帯です。このルートを手で行って土壌を採取しながら行ったんですが約2,000キロありました。2回行きました。だいたい野っ原なんですけど、60キロ単位で車を停めてくれと言って野っ原に入って土掘っていくわけです。ずっと測って。理由は中国の核実験場がこのあたりにあるんです。ロプノールです。しかもそのロプノールというのは中国とソ連が仲のいい時代が昔ありまして、その時ソ連がつくった場所らしいんです。それでその後仲が悪くなりまして、昔はこちらが旧ソ連でしたからこの国境地帯までもっていったそうです。いろんな人に聞いたんですけども実際の核実験のその場所は分かりません。この辺だという見当は大体あるんですが、この辺なんです。実は。それで、しかも彼らが言うにはこの地域は風向きが大体西から東が普通ですが、東から西のとき中国がやったって言うんです。先ほどは雲が西から東へ行っていますでしょう。ちょうどこのあたりで合体しているというか、そういうことがあってこのあたりも調べました。実はセシウムがけっこうこの辺にはあったということが分かりました。そういう調査もやりました。この、ほかの青いところもずっとそういうぐあいに集めて測定しました。



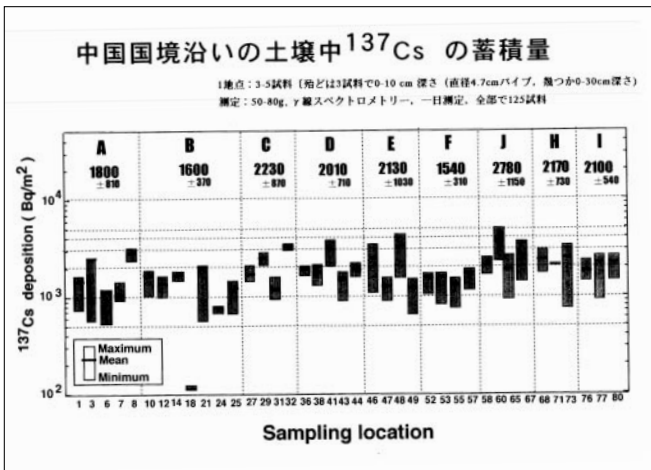
これが現地の状況です。岩山があったり、これは山本先生で土壌の測定の専門家です。これが研究所のグシェフ先生といたしまして唯一の生き証人といえますか、核実験当時から調査を担当したお医者さんで、地域の被ばく健康影響を調べた責任者です。

当時、所長をされていました。今は一応定年で辞められていますが、まだ出ておられます。この方が生き字引的に全てを覚えていて、たとえば千九百何年の爆発の場合は一応この村は避難させた。この大きな町、ちょっと大きな町だったけどもここは雲は通らないと思ったから避難させなかった。ところがまずいことにそこに雲が行ってその町の上で止まってしまった。避難させることができなかったとか、実際そういう話を具体的に聞きました。この人が当事者としては最後の人だと思います。この砂漠ではないんですけど、ほとんど小さい草が生えている乾燥した地域です。



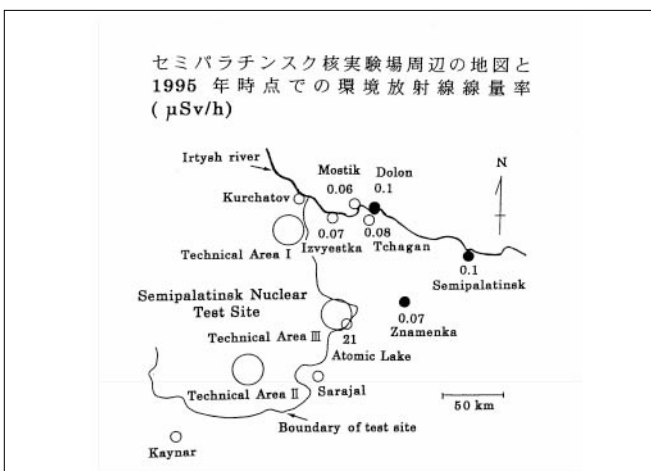
これちょっと見にくいんですが、プルトニウムの汚染の測定の結果です。上に行くほど核実験場に近いかと思ってください。それで日本だとこれぐらいの、ここにちょっと薄い線があるんですが、この太い線のちょっと下側ですけど、日本だとこれぐらいのレベルです。だからプルトニウムは比較的近くに早く落ちて、そこの近くはけっこう高い。10倍かもっと高いところもあります。遠くなるとほとんど日本と同じレベルになってきます。プルトニウムは比較的早く落ちることがわかります。

それから中国国境でのセシウムですが、だいたい日本ですとこの10の3乗(1,000)とあります、このあたりです。だから日本と同じレベルかちょっと高いところがあります。高いところは明らかに中国の国境の近くで、明らかにあったとわかります。彼らの昔の測定データを見ても明らかにあります。この



あたりはフォールアウトであるということがわかります。これは先ほどの図でこの97年というのは非常に乾燥した年で、ボルネオやなんかでも山火事が起った年です。このぼうっとしているのは煙です。近くで火事が起こって煙が一带たちこめていました。

いつも聞かれるんですね。今そこに住んでるが大



丈夫ですかと。

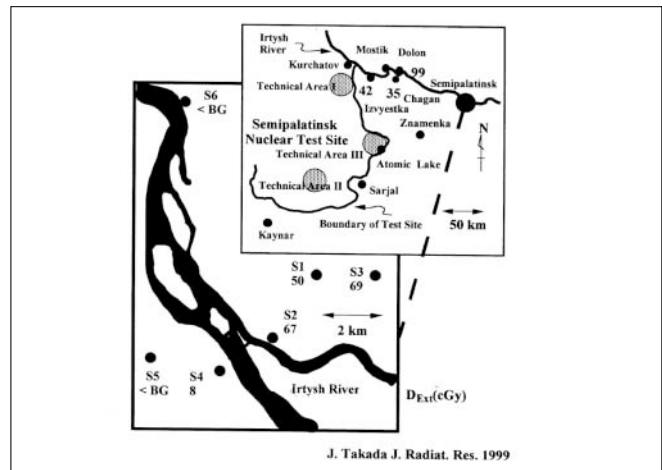
これは、ここは核実験場なんですけれども、私のところにいました高田先生がポータブルでの測定器を持ちましてずっと測ったんです。ややこしい単位ですがこれは1時間当たりのマイクロシーベルトなんです。1単位の1,000分の1ですが、だいたい広島では0.1とか0.08ぐらいが広島で、だから当時非常に被ばくしたと言われるドロン村にしてもこのあたり一帯0.1で広島と同じです。セミパラチンスクもそうです。全部そうです。ここに、ちょうどこのボーダーのところにアトミックレイクという原子の湖というのがあるんですが、核実験によってつくられたクレーターです。ここは21で大体200倍ぐらいあります。これぐらいだとこの辺に住むのはちょっとまずいですね。測っていますとプルトニウムの粒といますか、ホットパーティクと言うんですけどそれも発見されました。グシェフ先生によく連れて行ってもらったんですけども、彼は食事は近くでとりませんでした。風が吹いたりして粉が舞っているからでしょうけど、私もそう思います。行って見るぐらいはたいしたことはありません。



これはレンガを取っているんですけど、こうやって取っています。これは、ドロン村の教会ですけど、レンガをそっくりはずして10個とかそれぐらい持って帰りました。レンガをたとえば20キロ、もっとですかね、100キロぐらい毎年土とあわせて持って帰って測っていました。今頃はもうレンガはほとんどもう終わりましたので採取していません。

セミパラチンスク近郊の村などで測定された放射線量

地名	外部被曝線量 (mGy)			
	ステパネンコ	グシェフ	地図	煉瓦の測定
ドロン	1070	2170	1500	890±70
チャガン	-	540	330	210±80
イズベスチカ	-	-	-	270±70
セミパラチンスク	4	-	5	360±100



放射線量のことのお話をします。外部被ばく線量、これミリグレイだから1単位という単位でいきます。グシェフらによる調査で、ドロン村で2,000倍というわけです。たとえば400倍で半分の人が亡くなる線量なんです。全体で4,000です。だからこれ外部被ばくですから内部被ばくを入れると約倍になり、もうほとんどの人が亡くなっているような線量なんで、非常に驚きました。これも調査をしなくてはいけないと思った一つです。これはステパネンコによる調査でも、やはり同じように大きな値で、先ほどの地図からとってこれくらいです。レンガの測定値は800~900くらいでしたのでそれほど、このあたりとほとんど一致していますしそれほど違わないのかなと勝手に思っていました。それからほかのところも大体そうなんです、セミパラチンスクの市内、これはまだ決着はついていませんが旧ソ連の報告は非常に小さくなっています。今35万人住んでいるところなんで疑っていたりしました。レンガの値がちょっと高い値が出ていまして、もう少し調査が必要な値です。チェルノブイリでレンガを測った場合にはこのように大きな値は出てきません、低すぎてです。広島・長崎の場合は測れます。だからレンガが測れること自体が非常に私としては驚きだったんです。一応、彼らの測った線量がそんなにひどく違ってないということはこれでわかったわけです。

これは地図にしたものですけども、セミパラチンスクの市内ですが、ここに69倍とか50倍という値が

ありますけど、おもしろいことに西側はほとんど線量がなくて、ここもなく一部があるという、どうしたらこんなになるのかわかりませんが、ここだけ雲がこう通ったとかそんなのかなと思ったりしています。非常に分からないことが多いんです。確かにレンガの値はあります。ドロン村にレンガはありましたが、サルジャール村は残念ながらレンガがなくてちょっと測れていません。今は菌を送っていただいて測定中です。いずれデータが出てくると思います。

セミパラチンスクでの汚染調査の結果

1. ポータブル測定器で現在の土壌を測定した限りでは、広島などの自然放射線のレベルと同じであった。
従ってこの地域で生活するには問題はない。

(但し、核実験場内や、当時被曝した被曝者は定期的検診が必要)
2. セシウム137の汚染は広島などの地球全体の汚染と同じレベルであった。

プルトニウムの汚染は日本と比べて数倍から10倍くらい高い。
3. 煉瓦の測定は現在の所、ドロン村で1Gyかそれ以下である。

結論ですけども、この地域で生活するには問題ないでしょう。ただ当時被ばくした人に関してはたとえば広島・長崎と同じぐらいのレベルの人がいます。それで私どもがセミパラチンスクの市長さんにお会いしたときなんかは、広島といえますか日本ではドロン村の被ばく者でしたら定期的な検査を受けていますので、日本同様な検査をするべきだと言っ

ております。向こうとしては国家財政が破綻状態なのでできないということなんです。プルトニウムの汚染は日本と比べて数倍から10倍ぐらい高い。特に核実験場の近くは高かったんですが、セシウムに関しては日本と全体的に同等でした。レンガの測定で値が高いようなところが出てきたというのが現在までの結果です。



これは最後のスライドですが、アトミックレイクです。これもNHKで前、アトミックレイクの放送をしてこういうことがあるということは知っていま

した。実際行ってみました。これは140キロトンというんですから、広島の場合は15とか16ぐらいですから10倍近くある水爆です。爆破させたのは地表面から90メートルの深さで爆破させまして、そして今現在この丘の高さが100メートル。この直径が500メートル。それから湖の深さが100メートルあるそうです。これはちょうど核実験場のボーダーのところにつくられて、近くに細い川が流れていまして平和利用のため、ため池をつくるのが目的だったらしい。近くにダムもありまして。そしてこのところが切れていまして川につながっています。日本だったら絶対ここを閉じますけどね。最終的にはオビ川に流れて北極海に流れていっているみたいですね。ちょっと考えられないですが、こういう状態で放置されているという状況です。この放射線量はだいたい100倍ぐらいありました。プルトニウムの粒も落ちています。高田先生のようにここで泳いだという猛者もおります。

以上です。ご清聴どうもありがとうございました。

質疑応答

(司会)

星先生、どうもありがとうございました。これで本日の講演は終了したわけですが、せっかくの機会でございますので会場の皆様からご質問を受けたいと思います。挙手でもってお願いをいたします。どうぞ。

(質問者 A)

今日のお話では、被ばくという文字が3種類あったと思うんですけど、爆弾というときはもういいと思うんですけど、前のパネルにありますようにひらがなで書くのか漢字で書くのか、その使いわけがあれば教えてください。

(星)

字はふた種類あります。ひらがなが一番いいのかもしれない。「ばく」というのは火の、ファイヤーの爆というのがあるし、日曜日の曝というのがあります。日曜日の曝はおひさまにさらすという意味でわれわれは使っています。だから放射線にさらすという意味で使っています。説明は人によって違うんですけどね。私はだから原爆のように熱線とか爆風とかあった場合、すなわち原爆被爆者の場合だけはファイヤーを使って、あとは日曜日を使うことにしています。放射線だけのときにはさらすという意味です。ただこれはいろんな意見があります。当用漢字になればひらがなでいいんじゃないでしょうか。

(司会)

ほかに。はい、どうぞ。ちょっと待ってくださいね。マイク持っていきます。

(質問者 B)

すいません。今日は大変分かりやすくお話しただきましてありがとうございました。そこでちょっと素朴な疑問なんでございますけど、放射線が人体

におよぼす影響というお話の中で、私は正直なところ放射線を浴びるとなぜ死ぬかというところがよくわからないんですけども。それから放射線がおよぼす人体への影響とは別に、環境におよぼす影響。たとえば身の回りにたくさん放射線を発する物質があって、たとえば地球の温度が上がるとか、それからほかの動物とか植物への影響はどのようなものが考えられるのでしょうか。よろしければ教えてください。

(土肥)

たとえば広島・長崎の原爆で言いますと、近距離被ばくの多くの方はそのときに亡くなっているわけですが、それは必ずしも放射線ということだけではなくて、近距離ですから爆風と熱とそれからもの下敷きとか、それから今度は火事によって亡くなっている方がたくさんおられるんですよ。実際には元気になっても、たとえば2週間から1か月ぐらい経ちますと元気になるんですが、元気になったあとでまた白血球減少とかそれから血小板減少とかいう骨髄の障害によって、肺炎を起こしたり出血を起こしたりして多く亡くなっているんです。これが普通のあれなんで放射線をたとえば単体で、この間のJCOのようなときは、見た目はあのときは本人は気分が悪いとか意識を失ったとかいうことなんです。見た目写真を撮ってもどこもなんにもないんですよ。当たったところ特にひどかったところが何となく赤くなっているだけなんです。しかしそれがそのうち今度は表面に出ている成熟した細胞は、はげていく細胞はいいんですけど、その下に今度はたとえば皮膚の下であれば次に皮膚をつくる細胞があるわけですね。そこが、さっき星先生が言われたように増殖の盛んな細胞ほどやられますから、そこがやられてしまうから新しい次の皮膚が出てこないわけです。身体の中もかなり早い期間で、たとえば白血球だったら2週間とか血小板だったら1週間とか、赤血球だって3か月4か月とかいうことで全部

なくなってしまうから、それだけつくり出しているから正常に保たれているんですが、今度はつくり出す細胞がやられてしまうから、つくり出す細胞がやられるともう何も出てこないということになるんです。だからどんどんたとえば手のほうも次第に皮膚の皮がなくなって、次に皮膚が出てこないものだから骨と筋だけになって、それも崩れてというようにして亡くなっていかれました。今回そこまでなったのは無菌室に入れて、それでいろんな点滴とか抗生剤とかいうことをして、それ以前に亡くなっているはずの方がそういう放射線障害で新しく再生してこないために亡くなるというところまで見られたということで、原爆の当時はそんなこと何もしていませんし、抵抗力なくなると無防備ですからそのまま肺炎とかいうことで亡くなったということなんです。

(星)

環境の影響ですけど、影響というか私が知っていることを説明します。放射能は葉っぱとか草には良くくっつきます。それでたとえばその直後にチェルノブイリでは牛が食べますと、ヨードが牛のお乳になって出て、それを子どもが飲みます。それで放射線被ばくしたという話があります。ただ1年経つと草は枯れてしまって土に還ります。土に還るとだんだんしみこんでいったりして薄くなって行って、だんだんなくなっていく。放射能もそれ自身も半減期がありますからなくなっていく。セシウムの場合は地面に非常にくっつきやすく耕したりしなければ表面10センチのところずっと留まります。ほかはだいたいしみ込んでいくんですけど。それでも混ぜたりしていますとだんだんだんだん薄まっていくといえますか、少しずつ少なくなります。それがだいたい環境汚染への影響です。もちろん動物も、ネズミなんかは歯の中にストロンチウムが入っているというデータも見つかることがありますし、当然そういう動物は非常に危険性が高いとは思いますが、それぐらいでしょうか。私がお答えできるのは。

(司会)

ほかにございますでしょうか。どうぞ。

(質問者C)

最近劣化ウランのことがよくとりあげられておりますけれども、劣化ウランの放射線は放射線被ばくという視点ではどのようにとらえていらっしゃるんですか。

(星)

ちょっと今日の主題とは違うかもしれませんが、私の知っている範囲ではアメリカにドラコビッチ先生という方がおられまして、その方が一番正確にご存じだと思います。その方といろいろ話しして私も納得いったことだけ申し上げますと、劣化ウランの場合は兵士とか近くで戦争の現場の近くにいた方が一番問題だと思います。戦車が燃えるときに赤い炎で燃えると言います。ウランが燃えているのが赤い炎らしく、それが酸化ウランの粉となり数十メートル飛び散っているということらしいんです。その人たちで、湾岸戦争時代ですけども、アメリカの兵士に汚染の影響と見られる症状があるというのを聞きました。ウランというのはそのものはもともと地面にあるもので、地面に還るとそれは自然界と同じですから。劣化というのはそれが何か恐ろしいようなイメージをもつかもありません。しかし、もとのウランの中に原爆に使うわずかなウラン235というウランがあるんですけど、それを取り除いたものが劣化ウランなんです。もともとはほとんどウラン238です。だからひとことで言うと劣化ウランもウランもそういう人への障害として考えたら同じだと私は言ってかまわないと思います。だから地面に還れば普通のウランと同じだと。だから粉自体が散っているところにおいて、肺の中に入る場合問題になります。ある程度の大きさだと肺にとどまるということで、小さいと全身にまわるということらしいです。そして骨に沈着しやすいということも聞きました。それ以上はちょっと私は答えられません。

(司会)

ほかにございますでしょうか。それではほかにご質問ないようでございますので、これで質疑応答を終了させていただきます。今一度先生方に拍手をお願いいたします。どうもありがとうございました。

それではこれもちまして、「世界の放射線被ばくの現状を知る」の講演会を終了いたします。なお

アンケートの記入についてご協力いただきますようお願いいたします。アンケートはご記入後出口のところに置いてあります回収箱に入れておいてください。本日は大変遅い時間にもかかわりませず多数ご参加をいただきまして誠にありがとうございました。お気をつけてお帰りくださいませ。どうもありがとうございました。

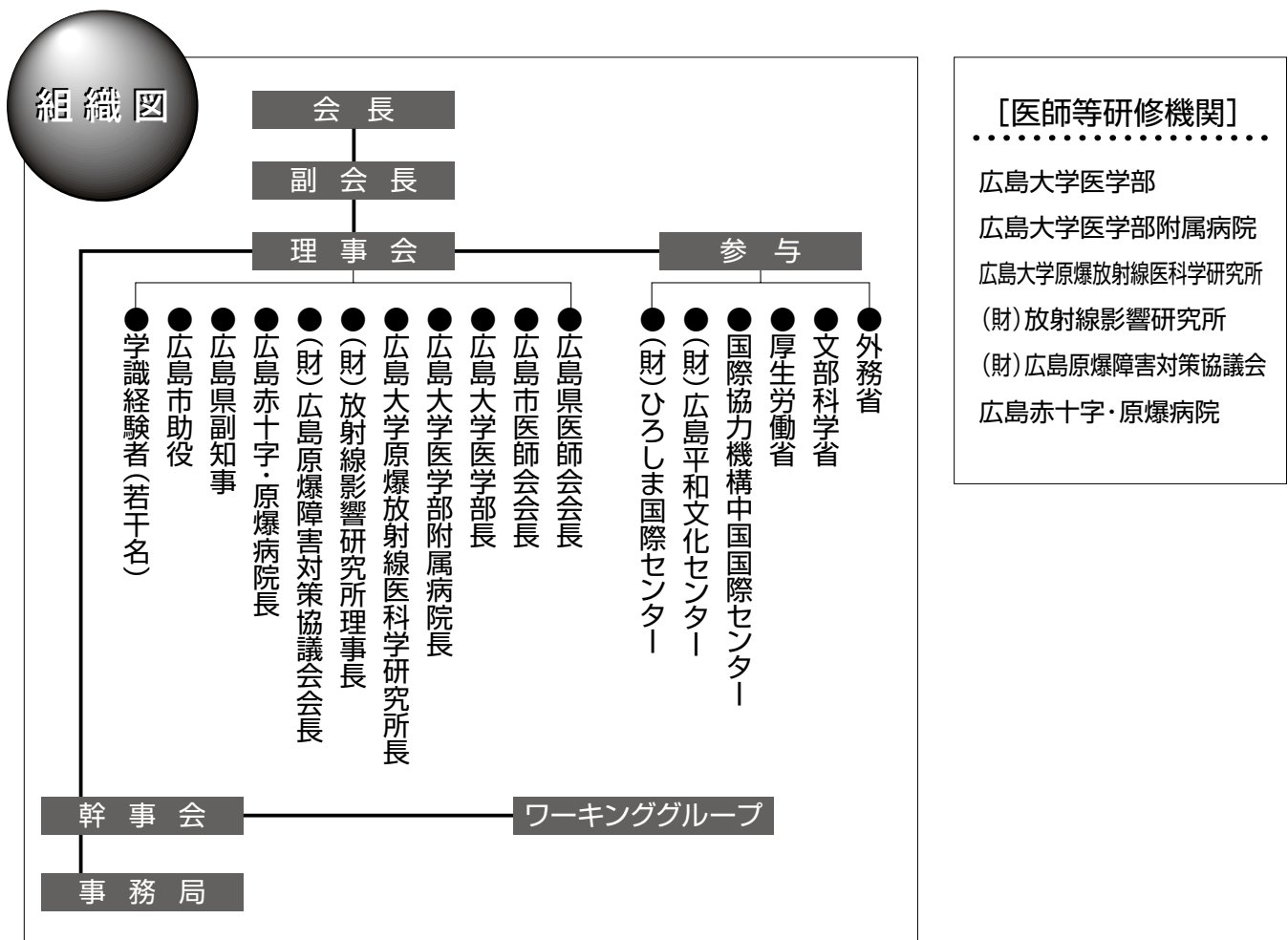


放射線被曝者医療国際 協力推進協議会について

広島の世界への貢献

「放射線被曝者医療国際協力推進協議会」について

平成3年4月1日に発足したこの協議会は、放射線被曝事例が世界各地で発生している現状から、広島が持っている被曝者治療の実績や放射線障害に関する調査研究の成果を、世界の被曝者の医療に有効に生かしていくための体制をつくり、広島の世界への貢献と国際協力の推進に資することを目的としています。



主な事業

- 1 国外からの医師等の研修受入れ
- 2 国外への医師等の派遣
- 3 放射線被曝者医療国際協力に関する普及・啓発事業
- 4 調査・検討事業

主な事業実績（平成3年度～）

■ 国外からの医師等の研修受入れ

世界の被災地で放射線被曝者の治療等に当たっている医療従事者に対して技術指導を行うため、海外から医師などの受入研修を行っています。

● 年度・国別受入研修生（単位：人）

平成3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度	12年度
旧ソ連 25	ロシア連邦 21	ロシア連邦 3	ベラルーシ 22	ロシア連邦 25	ロシア連邦 22	ロシア連邦 10	ロシア連邦 7	ベラルーシ 7	ロシア連邦 7
ベラルーシ 7	ウクライナ 18	ベラルーシ 23	ウクライナ 20	ベラルーシ 8	ウクライナ 8	ブラジル 5	ウクライナ 7	ロシア連邦 5	カザフスタン 7
ロシア連邦 6	ベラルーシ 17	ウクライナ 22	ロシア連邦 16	中国 5	ベラルーシ 7	ウクライナ 4	ベラルーシ 5	カザフスタン 2	ベラルーシ 2
ウクライナ 4	アメリカ 3	ブラジル 2	カザフスタン 5	ウクライナ 5	ラトビア 3	エストニア 3	カザフスタン 2	韓国 2	韓国 2
中国 4	ブラジル 3	アメリカ 2	アメリカ 3	ブラジル 3	リトアニア 3	インド 3	ブラジル 2	ラトビア 2	ウクライナ 1
ブラジル 3	カザフスタン 3		ブラジル 3	アメリカ 3	エストニア 2	ベラルーシ 2			ラトビア 1
他 5	他 35	他 14	他 66	他 44	他 53	他 101	他 17	他 19	
合計 54	合計 100	合計 90	合計 135	合計 93	合計 98	合計 128	合計 40	合計 37	合計 20

13年度	14年度	15年度	16年度
カザフスタン 7	カザフスタン 5	韓国 4	カザフスタン 3
ロシア連邦 4	韓国 3	ベラルーシ 3	ロシア連邦 2
ベラルーシ 4	ベラルーシ 2	カザフスタン 2	ブラジル 2
韓国 1	ブラジル 2	ロシア連邦 2	韓国 2
ブラジル 1	ウクライナ 1	ブラジル 2	
ラトビア 1			
ウクライナ 1			
	他 50		他 49
合計 19	合計 63	合計 13	合計 58

■ 国外への医師等の派遣

世界の被災地で放射線被曝者の治療等に当たっている医療従事者に対して技術指導、医療情報の提供等を行うため、また、関係国際会議において報告を行うため、医師等専門家の派遣を行っています。

● 派遣先国名・人員（単位：人）

平成3年度	4年度	5年度	6年度	7年度	8年度	9年度	10年度	11年度	12年度
ロシア連邦	ロシア連邦	メキシコ	ロシア連邦	ウクライナ	オーストリア	アメリカ	ウクライナ	カザフスタン	カザフスタン
ウクライナ	ウクライナ	ウクライナ	アメリカ	アメリカ	スイス	インド	ロシア連邦	茨城県那珂町	イギリス
ベラルーシ		ブラジル	ベラルーシ	ブラジル	インド	ブラジル	カザフスタン		
ブラジル		イタリア	フランス	スイス	フィリピン				
		インド							
	14	3	9	11	8	4	5	6	16
									4

13年度	14年度	15年度	16年度
カザフスタン	カザフスタン	ベラルーシ	ベラルーシ
ウクライナ	ロシア連邦	韓国	ロシア連邦
	スイス		韓国
	韓国		
	6	9	5
			9

■普及啓発事業

放射線被曝者医療に関する国際協力推進の意義と必要性を啓発するため、講演会の開催や各種 PR 活動を行っています。

1. 講演会等

H3.6.1	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会
H3.10.11	放射線被曝事故の健康影響に関する公開報告会
H4.7.24	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会
H5.3.5	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会
H5.10.5	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会
H6.1.31	チェルノブイリ事故放射線健康影響に関する報告会
H6.11.21	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会
H7.10.14	被曝50周年国際シンポジウム「放射線被曝者医療の現状と展望－世界の事例と広島への貢献」
H7.10.14-25	放射線被曝者医療等に関するパネル展の開催
H8.8.24-25	WHO/HICARE 放射線事故と環境疫学に関する国際会議
H9.10.25-17	緩和ケア国際研修会
H10.10.19	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会「放射線から身を守るために」
H11.10.25	放射線被曝者医療国際協力に関する講演会「放射線 知っていますか」
H12.5.14	HICARE 10周年・IRPA-10開催記念市民セミナー「生活と放射線」
H13.11.26	放射線被曝者医療国際協力推進協議会講演会 「いつでも、どこでも、だれでもが最善の医療を受けられる緊急被曝医療体制をめざして」
H14.11.11	緊急被曝医療体制について考えるシンポジウム「迅速で、実効性のある緊急被曝医療体制をめざして」
H16.1.6	放射線被曝者医療国際協力推進協議会・広島大学講演会「日本・カザフスタン被曝者医療協力の成果と将来計画」
H17.2.9	放射線被曝者医療国際協力推進協議会講演会「世界の放射線被曝者の現状を知る」

2. 出版物

●医療従事者向け解説書

医療従事者向けに作成した「原爆放射線の人体影響 1992」は、原爆医療白書とも言える医療解説書です。

英語版と要約版（日本語、英語、ロシア語）も出版し、世界の被曝者医療と国際協力に貢献しています。

- ・原爆放射線の人体影響1992（日本語版、英語版）
- ・原爆放射線の人体影響1992要約版（日本語版、英語版、ロシア版）

●その他主な印刷・出版物

- ・放射線被曝者医療国際協力推進事業の概要
- ・被曝50周年国際シンポジウム報告書
- ・放射線被曝者医療国際協力推進協議会の歩み：1990 - 1995年度
- ・WHO/HICARE 放射線事故に学ぶ公開国際シンポジウム報告書
- ・緩和ケア国際研修会報告書
- ・講演会報告書－放射線から身を守るために－
- ・講演会報告書－放射線 知っていますか－
- ・講演会報告書－生活と放射線－
- ・被曝者医療の国際協力10年の軌跡（放医協10周年記念誌）：1991年度～2000年度
- ・シンポジウム報告書－迅速で、実効性のある緊急被曝医療体制をめざして－
- ・講演会報告書－日本・カザフスタン被曝者医療協力の成果と将来計画－

放射線被曝者医療国際協力推進協議会事務局

〒730-8511 広島市中区基町10-52 広島県被曝者・毒ガス障害者対策室内

■ TEL : 082-228-9901 FAX : 082-228-3277

■ Eメール : hicare@hiroshima-cdas.ro.jp

■ インターネットホームページ : <http://www.hiroshima-cdas.or.jp/HICARE/>

HICARE 講演会
「世界の放射線被ばくの現状を知る」報告書

発行者 放射線被曝者医療国際協力推進協議会
所在地 〒730-8511 広島市中区基町 10-52
広島県被曝者・毒ガス障害者対策室内
phone:(082)228-9901 fax:(082)228-3277
発行 平成17年3月
印刷 株式会社 タカトープリントメディア
〒730-0052 広島市中区千田町 3-2-30
phone:(082)244-1110 fax:(082)244-1199
