

福島原発事故にともなう放射能汚染



震災特集

飯田 敏行*

Radioactive contamination with the accident of the nuclear power plant
in Fukushima

Key Words : Radioactive contamination, The accident of the nuclear power plant, Disaster

●はじめに

3月11日の東北関東大地震と大津波、そして、それらが故の福島第一原子力発電所事故が、よもやこのような悲惨な事態になるとは思ってもみなかった。今は、人智も大自然の前では木の葉のごとく、人間の傲慢さが厳しく諷められた、人は自然に対してもっと謙虚であるべきであったと心底思っている。大袈裟かもしれないが、この大災害を機に社会システムの在り方や構造の仕組みが変わるような予感がある。

●福島原発事故直後の放射能汚染

3月14日に、福島から避難指示を受けて大阪に戻ってきた一人の卒業生に会った。身体の放射能汚染が心配であると言うので、サーベイメータで調べると、通常のバックグラウンド値の2桁高い値を示し非常に驚いた。これまで放射線に係わって約40年になるが、サーベイメータによる身体(頭髮)や衣服のチェックで、こんなに大きく針が振れた経験は一度もなかった。直ぐに風呂に入るかシャワーを浴びて身体表面を洗い落とし、新しい衣服に着替えた方が良いとアドバイスしたが、今から考えれば、ちょうど福島第一原発の一号機のベント(原子炉格納容器の減圧措置)と水素爆発に伴う環境放射能汚染(原子炉内で生成された放射性物質が環境に漏れ

出ること)の影響を諸に受けたものと思われる。

●原発事故にともなう外部被ばくと内部被ばく

図1に原子力発電所の重大事故にともなう環境放射能汚染のイメージ概観を示した。原子炉圧力容器や格納容器に異常が発生し、やむなく内圧を下げるベントを実施した場合、あるいは、異常事態に対処しきれずそれらの容器や原子炉建屋が破損した場合には、ウラン燃料棒(当然損傷していると考えられる)から漏れ出した種々の放射性物質が大量に環境に放出されることになる。放射性の ^{133}Xe や ^{85}Kr の希ガスや、沸点の低い(蒸発し易い) ^{131}I や ^{137}Cs 等を含んだ放射性プルーム(水蒸気の煙)が風に乗って広い範囲に拡散する。周囲の人々はこの放射性プルームから放出される γ 線(放射線の一種、波長の非常に短い電磁波で透過力が大きい)に曝される。また、放射性プルーム中の重い微粒子は近くに、軽い微粒子は遠くに落下する。降雨の際には雨粒と一緒に落下する。これらの放射性微粒子はフォールアウトと呼ばれ、人々は地面のフォールアウトからの γ 線にも曝されることになる。これらが、周囲の人々が被る主な外部被ばくの概要である。

外部被ばくだけが問題ではない。人が ^{133}Xe や ^{85}Kr の放射性気体や ^{131}I や ^{137}Cs 等を含む放射性微粒子を呼吸で体内に取り込めば、体内で被ばくする、所謂、内部被ばくが起きる。また、フォールアウトからだけでなく放射能汚染水を介して放射性物質を含む野菜や、食物連鎖によって放射能濃度が濃縮された魚やミルクを飲食しても内部被ばくが起きることになる。 ^{235}U の核分裂で生成する放射性元素はほとんどが β^- 壊変し、 β 線(放射線の一種、高速電子である)と γ 線が放出される。 β 線による外部被ばくは、衣服や空気層の遮蔽効果によりそれほど問



*Toshiyuki IIDA

1949年5月生
大阪大学 工学部 原子力工学科
(1973年)
現在、大阪大学 大学院工学研究科 電気電子情報工学専攻 先進電磁エネルギー工学コース 教授 工学博士 放射線応用、放射線計測
TEL : 06-6879-7909
FAX : 06-6879-7363
E-mail : iida@eie.eng.osaka-u.ac.jp



図1 原子力発電所の重大事故にともなう環境放射能汚染のイメージ

題にならないが、体内に取り込まれると、被ばく量は非常に大きな値になる。

^{131}I は、半減期（放射能強度がもとの半分になるまでの時間）が8日と短く、 ^{137}Cs （半減期；30年）に比べて放射能の減衰も早い。しかし、 ^{235}U の核分裂片としての収率が高く、沸点も低く、今回のように炉心損傷に及ぶような重大な事故時には大量に放出する。25年前のチェルノブイリ原発事故の時には、事故直後の放射線防護対策が遅れ、甲状腺に集積しやすい ^{131}I で汚染されたミルクを飲んでいた若年層に甲状腺がんの増加が見られた。今回の福島原発事故では、このような事例を踏まえて、ICRP（国際放射線防護委員会）の勧告をもとに、飲料水・牛乳の摂取制限の放射能濃度（ ^{131}I に対して300Bq/kg、 ^{137}Cs に対して200Bq/kg）が迅速に設定された。

3月23日に、内閣府原子力安全委員会から、緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム（SPEEDI）の試算結果が発表された。SPEEDIは原子炉施設からの放射性物質放出予測データ、気象情報（AMeDASデータ）、地形データをもとに、周辺環境の放射性物質の大気中濃度や被ばく線量を予測計算するシステムで、予測計算結果は、国の原子力災害対策本部（本部長は内閣総理大臣）、助言する原子力安全委員会、現地の緊急事態応急対策拠点施設（オフサイトセンター）、地方公共団体災害対策本部で共有される。発表されたデータは、3月12日から24日までずっと屋外で過ごす（保守的な仮定で、屋内での線量は屋外の1/4～1/10である）として

予測計算した幼児の甲状腺等価線量の結果である。福島第一原子力発電所の位置を中心にして周囲約60kmの地図上に、100mSv～10Svの範囲で線量等値線が描かれていた。原子力安全委員会の報告書「原子力災害時における安定ヨウ素剤の予防服用について」では、小児甲状腺等価線量が100mSvを超えると予測された時に安定ヨウ素剤を予防的に服用することになっている。放射性でないヨウ素剤を予め服用しておけば、 ^{131}I の取り込みを抑えることができ、甲状腺がんの罹患リスクを低減できるということである。

●「ハウレンソウ」の放射能汚染分析

新聞やテレビでは破損した原子炉の状態だけでなく、環境への放射能汚染拡大の状況も頻りに報道されていたが、3月下旬には我々の研究室にも、種々の福島県産試料の放射能分析依頼が届くようになった。図2に、我々の研究室で実施した「ハウレンソウ」試料の放射能汚染の分析結果の例を示している。試料は福島より送られてきたものである。薄い試料をイメージプレート（IP）にしばらくの時間挟んでおけば、IPの吸収線量に比例した濃淡で、試料中あるいは表面の放射能強度の2次元分布を観測することができる。

IPは輝尽性蛍光体フィルムで作られ、細いレーザービームで感光度を読み出せるようにした写真フィルムのようなものである。そして、画像データを容易にパソコンに取り込むことができる。IP画像

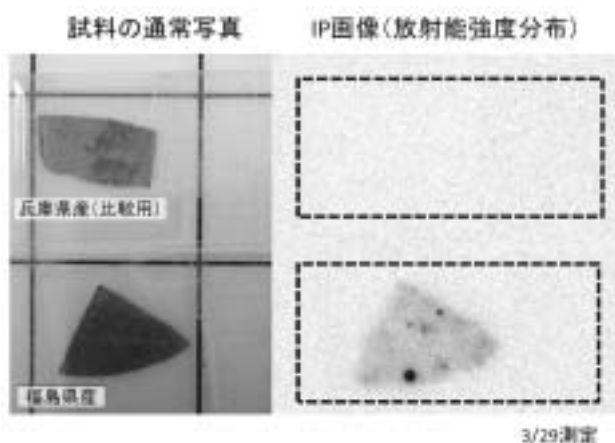


図2 イメージングプレートで観測した「ほうれんそう」試料の放射能汚染画像

の色の濃い(黒い)ところがより放射能の高い場所であることを意味している。図2の例は、福島の「ほうれんそう」試料と、研究室の近くのスーパー店で買ってきた比較用の兵庫の「ほうれんそう」試料の一部を切って、二つを同じ条件で測定した結果である。比較用の「ほうれんそう」試料のIP画像では何も観測できなかったが、福島からの「ほうれんそ

う」試料のIP画像では、試料全体の形状と内部のところどころに黒い斑点があるのがわかる。これは、試料全体に放射能汚染が有り、かつまた、スポット状の汚染濃度の高いところがあることを意味している。

放射能汚染の源(放射性元素)の同定と定量は、Ge半導体検出器を用いて行うことができる。図3に、Ge半導体検出器で測定した福島の試料のγ線エネルギースペクトルの例を示している。Ge半導体検出器は非常に優れたエネルギー分解能を有しているので、バックグラウンドスペクトルには見られず試料のスペクトルに見られるピークが、試料に含まれる放射性元素に対応することになる。また、そのピークの大きさから、試料に含まれている当該放射性元素の数量(放射能強度)を求めることができる。図3の福島の試料のスペクトルから、放射能汚染元素として ^{131}I (365 keV)、 ^{134}Cs (796 keV)、 ^{137}Cs (662 keV)が多く含まれていることがわかる。研究室では現在も「土壌」他の試料の分析が継続中である。

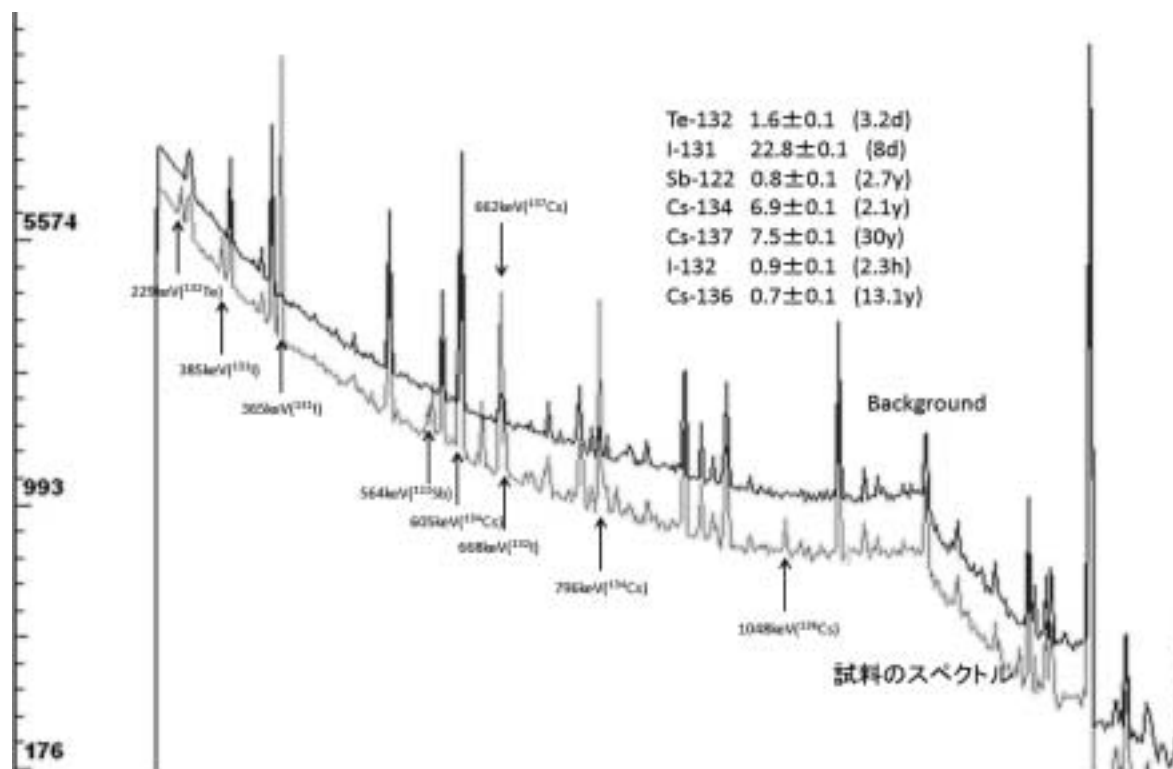


図3 Ge半導体検出器で測定した「ほうれんそう」試料のγ線エネルギースペクトル

●おわりに

福島原発事故に伴う放射能汚染の基本的な事柄について述べてきたが、最後に、この悲惨な原発事故を踏まえて放射能汚染監視の観点から、これまでの放射線・放射能モニタリングシステム以外の、さらに必要な新しいモニタリングシステムのイメージ漫画を描いてみた(図4)。まずは、空気や地表面や飲食物の放射能モニタリングに留まらず、海洋(海上及び海中)や地下水脈(地中)に対する定点放射線・放射能モニタリングが必要と思われる。また、空気や地表面に対しては、これまでの定点モニタリングに留まらずに、広い範囲を2次元画像として捉えることができる新しいモニタリング技術の開発が

必要と思われる。さらに、重大事故が発生した場合に備えて、各種の遠隔操作型の耐高温・耐放射線性の作業機械や、作業現場に整合する人間型自立ロボット群を開発用意しておく必要があると思う。筆者が小学生の頃に漫画で読んでいた鉄腕アトム(確か動力は原子力エンジンで妹はウランちゃん?)や鉄人28号がわかり易い目標ではないかと思う。

福島からの試料の分析で多大のご協力を頂いた、本学ラジオアイソトープ総合センターの清水喜久雄准教授、工学研究科の村田勲准教授、佐藤文信助教に深く感謝いたします。

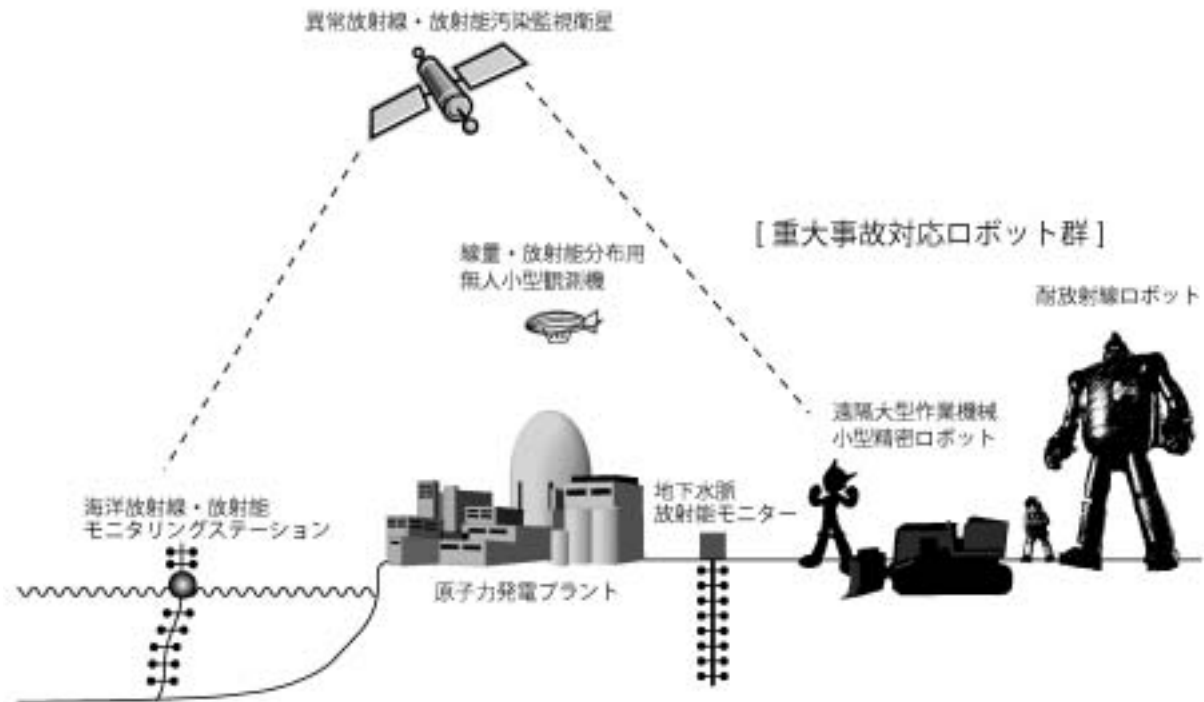


図4 将来の放射線・放射能モニタリングシステムのイメージ漫画