

# 日本の原子力施設全データ

【電子版・第4章】

北村行孝 著  
三島 勇



ブルーボックス



## 第4章 放射線と原子力安全

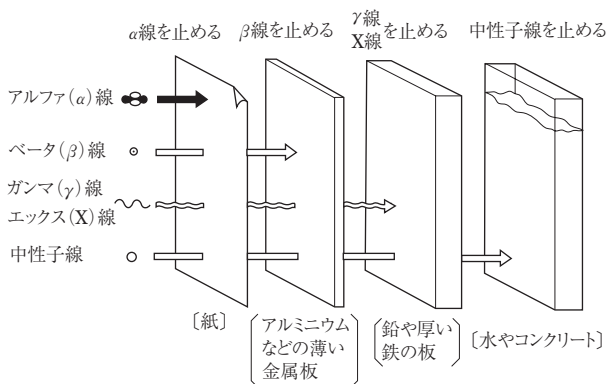
### 放射線の種類

原子力の安全は、つきつめると放射線の害をいかに防ぐかという点にいきつく。安全を考えるときに問題になる放射線には、大きくわけて四種類がある。アルファ線、ベータ線、ガンマ線と中性子線だ（図4-1）。

アルファ線の正体はヘリウムの原子核で、正の電荷を帯び、透過力が弱いのが特徴だ。紙一枚でも防げるほどだが、だからといって安心できるわけではない。アルファ線を出す物質が体内に取りこまれて細胞に付着したままだと、長年にわたって染色体や遺伝子がアルファ線にさらされ、がんなどの危険性が高まる。

ベータ線の正体は電子で、アルファ線に比べると透過力はやや強いが、それでもアルミ箔で防げるほどだ。電子なので、当然のことながら負の電荷を帯びている。

これらに対し、ガンマ線は電磁波の一種で、電気的には中性だ。透過力は強く、かなりの厚さ



4-1 放射線の種類と防護手段

の鉛板などでないといけない。健康診断のレントゲン撮影で使われるエックス線も電磁波の仲間であり、性質もガンマ線とほぼ同じだが、ガンマ線のほうがよりエネルギーが高い。

中性子線は最も透過力が強く、その恐ろしさをJCOの臨界事故で思い知らされた。原子力施設を設計する際に、最も留意されるのは中性子線やガンマ線の透過力で、これらが漏れては困る場所は分厚いコンクリート壁などで覆われている。

中の様子を外部から知りたい実験施設なども、そのき窓は厚さ一メートルとか二メートルもの鉛ガラスがはめられている。ふつうのガラスと違って鉛成分がかなり含まれ、光は通すが中性子線やガンマ線の透過を防ぐ。

これら放射線を出す能力を「放射能」といい、ベクレル(Bq)という単位で表現される。以前はキュリー

(Ci) という単位が使われたが、今はほとんど使われなくなった。

放射線によって人体などが受ける影響を表現するのに使われるのが「線量当量」で、単位はシーベルト (Sv) が使われる。人間が放射線にさらされることを「被曝」というが、原爆の被害にあう「被爆」と発音が同じため、ともすれば混同されることがあるが、別であることに注意したい。

事故などで放射線を受ける形態として、「外部被曝」と「内部被曝」がある。外部被曝は、体の外の線源から放射線を受ける場合で、その線源が放射線を出さなくなったり、線源から遠ざかってしまったりすれば影響はなくなる。

これに対して内部被曝は、放射性物質を含むチリなどを呼吸などで体内に取りこんでしまった場合をいう。すぐに体外に排出されてしまえば問題は少ないが、放射性物質が体内に残存すると、放射線を出し続けて付近の細胞を照射するため、影響が後々まで尾を引くことになる。

## ※コラム⑧

### 放射能、放射線量に関する単位

ベクレル (Bq) とグレイ (Gy)、シーベルト (Sv) は、放射能、放射線に関する単位で、国際

		単位	定義
放射能の単位		1 ベクレル Bq (/s)	1 秒間に1個の放射線粒子を 発射する能力
放射線の量に 関する単位	吸収線量	1 グレイ Gy	1kg あたり1ジュールのエネ ルギー吸収があるときの線量
	実効線量当量	1 シーベルト Sv	グレイに生物学的効果比をかけたもの

放射能、放射線量の単位

単位系 (SI: international system of units) に属する。

一九六〇年の国際度量衡総会で採択されたSI単位には、メートル (m)、キログラム (kg)、秒 (s) など七つの基本単位のほか、ヘルツ (Hz)、パスカル (Pa) などがあり、現在、国際的に広く使われている。

ウランなど、核分裂を起こす放射性物質では、原子核が崩壊し、放射線を放出するが、ベクレルは、一秒間に原子核が崩壊する数を示す単位。つまり、放射能の強さを表す単位だ。過去によく使われた単位キュリー (Ci) との関係は、一キュリー = 三・七 × 一〇の二〇乗 (三七〇億) ベクレル、となっている。

原子核の崩壊によって放出される放射線は、どのくらいの量を受けたら、われわれ生物に影響 (放射線障害) が出るのだろうか。その影響は、生体に吸収された放射線のエネルギーの量に比例するという考えをもとに、「吸収線量」が定義された。グレイはその吸収線量の単位。物質一キログラムあたり一ジュール (J) のエネルギーを放射線から与えられたとき、吸収線

---

量を「グレイ」としている。旧単位ラド (rad) との関係は、一グレイ＝一〇〇ラド。

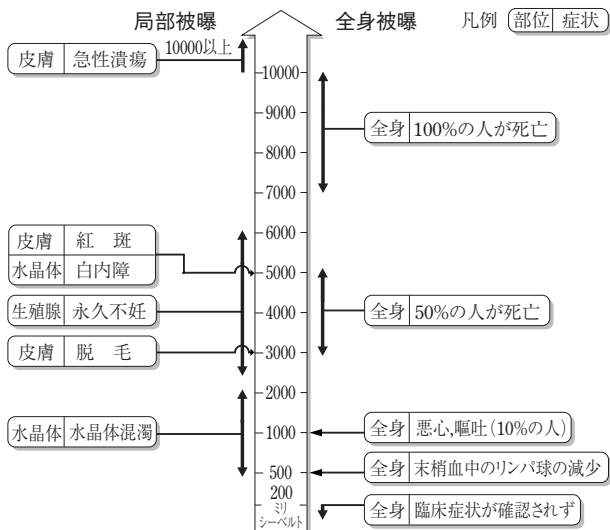
吸収線量がはっきりすれば、放射線を受けた生体への影響の度合は把握できるのだろうか。微生物や細胞を使った放射線照射実験から、同じ生体で吸収線量が同じであっても放射線の種類や性質（エネルギー値）によって障害の程度がかなり異なることがわかってきた。こうした実態を勘案して吸収線量を補正し、同じ障害を与える線量が定められた。これを「線量当量（等価線量）」と呼び、シーベルトが単位として使われる。旧単位レム (rem) との関係は、一シーベルト＝一〇〇レム。

---

## 放射線の害

放射線の危険性は、大きく急性障害と晩発性障害に分けられる。短時間にきわめて強い放射線を浴びた場合に、細胞がそのエネルギーで破壊されたり、染色体が壊れて細胞の再生が不可能になったりする。これが急性障害で、はなはだしい場合は死にいたる（図4-2）。

受けた放射線が二〇ミリシーベルト以下程度だと目立った症状はないとされ、五〇〇ミリシーベルト程度で白血球の一時的な減少、一シーベルトを超えると吐き気や脱毛などの症状が現れる。七〜一〇シーベルトを全身に浴びると死亡するといわれている。



4-2 放射線被曝による人体への被害

JCOの臨界事故では、作業員の一人が一七シーベルトもの中性子を中心とした放射線を浴び、懸命の治療にもかかわらず三日目に亡くなった。もう一人の作業員も六〇一〇シーベルトの放射線を被曝し、やはり七ヵ月後に死亡している。

晩発性の障害は、文字どおり後々になって影響が出てくる障害で、放射線により遺伝子DNAが傷つけられることによって起きると見られている。DNAの一部が傷ついても修復能力があるが、その修復能力が間に合わなかったりすると、がんになる可能性が高まる。

がんといっても、遺伝子の異常で即、発病するわけではなく、環境の影響などさまざまな要因が重なって起きる場合がほとん

どだ。放射線が発病にどの程度、影響を与えるかは、原爆の被害を受けた広島、長崎の被爆者の長期にわたる追跡調査などである程度は解明されてきたが、必ずしも明確に説明しきれてはいない。

人間はふつうに生活しているだけでも、自然界からごく微量の放射線を受けており、その総量は年間に約一ミリシーベルト程度とされている。大地や宇宙から飛来する放射線が主なものだが、食料にもきわめて微量ながら放射性物質が含まれており、体内に入った食料を通して微弱な放射線を受ける。

こうした自然界からの放射線以外にも、医療のために放射線を受けることもある。胃のエックス線による集団検診では、一回の照射で約〇・五ミリシーベルトほどの線量を受けるし、一度の検診で何回もエックス線を照射するCTスキャンでは、六ミリシーベルトほどの線量を浴びる。

放射線の人体影響を検討して、原子力施設などによる放射線の影響をどの程度に抑えるべきかを勧告してきた組織に国際放射線防護委員会（ICRP: International Commission on Radiological Protection）がある。主要国は、このICRPの勧告に基づいて線量限度などを決めている。

日本もやはりICRPの勧告値を国内基準に取り入れており、放射線業務従事者（原子炉の保守・管理や定期検査に携わる人たちが代表的な従事者の例）の場合、「五年平均で二〇ミリシーベルト（ただし、いずれの一年間においても五〇ミリシーベルトを超えない）」を線量限度としている。



一般人の場合の線量限度は、「年間一ミリシーベルト」だ。

ただし、この線量限度は医療によるものを含まない。医療の場合は、エックス線検査などで患者にとってある程度のリスクがあるにしても、病気の発見などリスクを上回る恩恵が期待できるためだ。

### 原子力防災対策

原子力発電所をはじめとする原子力施設は何段階もの安全システムで守られ、施設外へ放射線や放射性物質を出さないように設計されている。これを原子力の世界では「多重防護」と呼んでいるが、その多重防護の壁を次々と破るような重大な事故は本当に起こらないのだろうか。

そんな懸念が現実のものとなったのが、米国で一九七九年に起きたスリーマイルアイランド（TMI）原子力発電所事故だった。敷地外に漏れ出た放射性物質こそそれほど多量ではなかったが、現実には周辺住民を避難させる騒ぎとなり、各国が住民避難などの原子力防災体制を強化する大きなきっかけとなった。

日本でもこの事故の後、原子力防災体制が整備され、原発が立地する県が原子力防災計画を作って、万一の事故に備えることになった。重大事故の場合は、国も通産大臣や科技庁長官をトッ

プに政府対策本部を設けて、事故に対処する仕組みを作った。

ところが、茨城県東海村で起きたJCOの臨界事故は、日本のこうした原子力防災体制に大きな反省を迫ることになった。国が事態の掌握に手間取り、十分な指導力を発揮することができず、国と県や地元自治体の連携も悪かった。このため、地元の東海村が孤立無援の中で、住民避難を実施せざるを得ず、事前の想定がきわめて甘かったことがはっきりした。

この反省から国は、新たに原子力災害対策特別措置法（一九九九年二月公布）を定め、重大事故にあたっては総理を本部長、経済産業大臣を副本部長とする原子力災害対策本部を設け、国が先頭に立って対処することにした。また、現地对策本部の機能も強化し、その活動拠点として原子力施設からそれほど遠くない場所に常設の「オフサイトセンター」と呼ばれる事故対応センターを設けることにした。

経済産業省のもとに二〇〇一年一月に新発足した原子力安全・保安院には、緊急時対応センターが設けられ、各地のオフサイトセンターと専用の通信回線で情報を共有するシステムができ上がっている。

ここでは、全国の原因の運転管理データなどが、必要に応じてリアルタイムに得られるようになっており、関係省庁の担当者や原子力専門家が集まって、現地を支援する計画だ。

臨界事故では、緊急の放射線障害に対する医療体制も不備なことが明らかになったため、拠点

医療施設の整備やネットワーク体制の強化に向けた動きがはじまった。

事故を想定した原子力防災訓練も、従来は地元任せの傾向が強く、住民参加も不十分だった。本格的な事故を想定した訓練に一般住民を巻き込むと、原子力に対する不安をかきたてるというのが、及び腰だった理由といわれている。JCO事故後は国も本腰を入れ、住民参加の本格的な訓練が行われるようになった。

原子力防災体制は、重大な事故にいたる前の「警戒段階」と、本格的な対応を必要とする「緊急事態」の二段構えとなっており、警戒段階では経済産業省に経済産業大臣を本部長とする「原子力災害警戒本部」が設けられる。

「警戒段階」と判断する目安としては、原子力施設の敷地境界で「毎時五マイクロシーベルト」の放射線量が一〇分間継続して観測された場合や、原子炉など原子力施設に緊急事態に発展しそうな兆候が見られる場合が想定されている。

同様に敷地境界で「毎時五〇〇マイクロシーベルト」の放射線量が一〇分間継続して観測されることが、「緊急事態」と判断する目安となっている。