

# 原子力発電所作業員の安全

文責：秦、前多、山本

2014.7.7 @瀧川ゼミ

## I 原子力発電の仕組み

### (1) 原子力発電とは

原子力を利用した発電のこと。現代の多くの原子力発電は、原子核分裂時に発生する熱エネルギーで高圧の水蒸気をつくり、蒸気タービン及びこれと同軸接続された発電機を回転させて発電する。

### (2) 原子力発電所の類型

- ①沸騰水型軽水炉
- ②加圧水型軽水炉
- ③高速増殖炉

軽水炉で使う燃料（ウランの構成比はウラン 235 が 3～5%、残りはウラン 238）は、ウラン 235 を核分裂させることを目的としているが、高速増殖炉はプルトニウム 239 を含む MOX 燃料（プルトニウム 239 が約 18%、燃えないプルトニウム 240 が約 7%、残りは、ウラン 238）を使用する。

## II 核燃料サイクルについて

### (1) 核燃料サイクルとは

原子炉で使用する燃料は、3～4年で新しいものと交換される。アメリカなどでは、原子炉から取り出された「使用済み燃料」は廃棄物としてそのまま地下へ埋設する「ワンス・スルー方式」をとっている。

一方、日本では使用済み燃料を「再処理」し、ふたたび核燃料として利用する「核燃料サイクル」の方針をとっている。

使用済み核燃料から、まだしよできるウランや、原子炉で燃やしている間に生じたプルトニウムなどを取り出して、核燃料として再加工しようというものである。ただし、日本での再処理はまだ試験的に行われている段階で、核燃料の完全なサイクルは（循環）は達成されていない。

## (2) 高速増殖炉「もんじゅ」について

軽水炉で使用するウラン 235 は、天然ウランに 0.7%ほどしか含まれない。つまり、軽水炉を使う限り、天然ウランの 1%未満しか発電に利用できない。

ところが、高速増殖炉では、天然ウランの約 60%を発電に利用できる。ただし、世界的にも商業的に運転している高速増殖炉はまだなく、研究開発段階の原子炉といえる。

高速増殖炉の炉の中心部では、燃料 (MOX 燃料) のプルトニウムが核分裂をおこしている。そこでは大量の熱とともに、高速の中性子が生じる。その高速の中性子が、プルトニウム燃料を取り囲むように配置してある。核分裂させにくいウラン (ウラン 238) に吸収されると、ウランはプルトニウムに変化する。こうして、**核分裂で消費したプルトニウム以上 (約 1.2 倍) のプルトニウムが生産される。つまり、燃料が増殖するのだ。**

高速増殖炉と軽水炉で違うのは、燃料から熱を受け取る**冷却材に使われるのが、水ではなく「ナトリウム」という金属の液体である**ということだ。ナトリウムは、水よりも沸点が高く、熱伝導率が 100 倍あるため、冷却材としては水よりすぐれている。また、水と違い、プルトニウムから出てきた高速の中性子を減速させない。この特徴は、燃料を増殖させるために必要不可欠である。

ただし、ナトリウムには、おおきな問題がある。それは、**水や空気 (酸素) に触れると、水素や熱を発生してはげしく反応する**ということである。現在、「もんじゅ」では、1995 年に配管の一部から高温のナトリウムがもれでる事故がおき、火災が発生した。当時、事故の隠ぺいなどが大きな問題となり、事故後 15 年近く運転停止を余儀なくされた。

また、2010 年には、燃料を交換するための装置の一部を原子炉内で落下させてしまい、長期の運転休止となった。

## III 福島第一原子力発電所の現状

### (1) 「廃炉」の主な作業項目

- ①使用済み燃料プールからの燃料取り出し
- ②燃料デブリ (溶融燃料) の取り出し
- ③原子炉施設の解体等

### (3) 汚染水対策

事故で溶けた燃料を冷やした水と地下水が混ざり、1 日約 400 トンの汚染水が発生している。東京電力は多核種除去設備 (ALPS) で、汚染リスクの低減に取り組んでいる。

## 放射線と被ばくについて

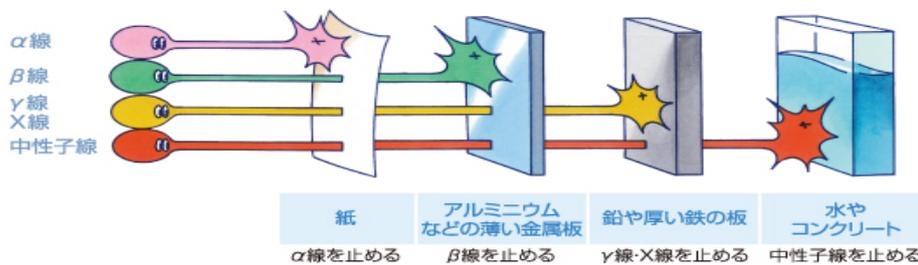
放射線とは、科学的にいうと、高いエネルギーをもち高速で飛ぶ粒子（粒子線）と、高いエネルギーをもつ短い波長の電磁波の総称です。

放射線の種類…アルファ線（ $\alpha$ 線）・ベータ線（ $\beta$ 線）・ガンマ線（ $\gamma$ 線）・X線・中性子線

アルファ線（ $\alpha$ 線）・ベータ線（ $\beta$ 線）・中性子線 →粒子線

ガンマ線（ $\gamma$ 線）・X線 →電磁波

### 【放射線の種類と特徴】



出典:電気事業連合会「原子力エネルギー図面集2012」より作成

### ○放射線の単位

・シーベルト(Sv)…放射線が人体に当たり通過して臓器に当たる強さを表す単位

$$1\text{Sv}=1000\text{mSv} \quad 1\text{mSv}=1000\text{nSv}$$

(参考)・ベクレル(Bq)…放射性物質が出す放射性の強さを表す単位

### ○放射線の人体への影響 (Sv) → (資料参照)

- ・一度に  $7000\text{mSv}$  以上被ばくすると  $100\%$  の人が急性障害で死亡する。
- ・被ばく直後に生存していたものの急性放射線障害で亡くなった人たちの研究では、 $4000\text{mSv}\sim 5000\text{mSv}$  の被ばく線量で  $50\%$  (100人中50人) の死亡率になると考えられている。
- ・ $100\text{mSv}$  を超えるところから、がんや白血病の発生率が有意に(確率的に偶然とは考えにくく意味があると考えられること) 上がり始めることが確認されている。
- ・確定的影響と確率的影響 → (資料参照)

ある線量(しきい線量)を超えた場合、確実にその症状が出ることから、確定的影響と呼ばれている。一般的に  $100$  ミリシーベルト以下では確定的影響は現れないと考えられている。一方、遺伝子に損傷を受けた細胞が損傷を完全に回復しないまま増殖し、何年もの後にがんとして現れる障害を確率的影響と呼ぶ。損傷を受けた細胞ががんに変化する数は損傷を受けた細胞の数に比例するため、がんの発生する確率は受けた線量に比例すると考えられている。

⇒白血病やがんは確率的影響なので、200mSv 以下での被ばくにおいて因果関係を認めるかどうかは難しい→労災認定

### <労災認定に関する記事>

#### 原発作業員：被ばくでがん 労災 10 人（毎日新聞 2011 年 7 月 26 日）

東京電力福島第 1 原発事故で収束作業にあたる作業員が緊急時の上限 250 ミリシーベルトを超えて被ばくするケースが相次いだ。過去にがんを発症して労災認定された原発作業員 10 人のうち 9 人は累積被ばく線量が 100 ミリシーベルト以下だった。遺族からは福島第 1 原発の作業員を案じる声上がる。

厚生労働省によると、10 人は作業中に浴びた放射線を原因として労災認定された。内訳は白血病 6 人、多発性骨髄腫 2 人、悪性リンパ腫 2 人。累積被ばく線量が最も高かった人は 129.8 ミリシーベルト、残り 9 人は 100 ミリシーベルト以下で、最も少ない人は約 5 ミリシーベルトだった。

#### 被ばくによる労災を認定された原発作業員

決定年月日	申請労基署	病名	被ばく線量	氏名
91.12.26	富岡（福島県）	白血病	【 40.0 ミリシーベルト】	不明
94. 7.27	磐田（静岡県）	白血病	【 50.6 ミリシーベルト】	嶋橋伸之さん(静岡県)
94. 7.27	神戸西(兵庫県)	白血病	【 72.1 ミリシーベルト】	不明
99. 7.30	日立（茨城県）	白血病	【129.8 ミリシーベルト】	不明
00.10.24	富岡（福島県）	白血病	【 74.9 ミリシーベルト】	不明
04. 1.13	富岡（福島県）	多発性骨髄腫	【 70.0 ミリシーベルト】	長尾光明さん(大阪府)
08.10.27	淀川（大阪府）	悪性リンパ腫	【 99.8 ミリシーベルト】	喜友名正さん(沖縄県)
以下は病名、被ばく線量以外は不明				
		白血病	【 5.2 ミリシーベルト】	
		多発性骨髄腫	【 65.0 ミリシーベルト】	
		悪性リンパ腫	【 78.9 ミリシーベルト】	

※厚生労働省、原子力資料情報室、福島県双葉地区原発反対同盟の資料を参考に作成(厚生労働省は病名、被ばく線量以外は非公表)

#### 1 万人 白血病労災基準超す 福島第一で被曝の作業員

（朝日新聞デジタル 2013 年 8 月 5 日）

福島第一原発で事故から 9 カ月間の緊急作業時に働いた約 2 万人のうち、白血病の労災認定基準「年 5 ミリシーベルト以上」の被曝（ひばく）をした人が約 1 万人にのぼることが、東京電力が 7 月に確定した集計から分かった。作業員の多くは労災基準を知らず、支援体制の整備が課題だ。

原発作業員は年 50 ミリ超、5 年で 100 ミリ超を被曝すると働けなくなる。これとは別にがんの労災を認定する基準があり、白血病は年 5 ミリ以上被曝した人が作業開始から 1 年過ぎた後に発病すれば認定される。原発事故後には胃がんなどの労災基準もできた。

東電の集計によると、福島第一原発で 2011 年 3 月 11 日の事故から同年 12 月末までに働いた 1 万 9592 人の累積被曝線量は平均 12.18 ミリで、約 5 割にあたる 9640 人が 5 ミリ超の被曝をした。この人たちは白血病を発病すれば労災認定される。今年 6 月末には累積で 5 ミリ超の被曝をした人は 1 万 3667 人になった。今後も汚染水対策など被曝の恐れが高い作

業が予定され、白血病の「年 5 ミリ以上」の労災基準に該当する人は増え続けるとみられる。

### 東海村 JCO 臨界事故

1999 年 9 月 30 日に、茨城県那珂郡東海村に所在する住友金属鉱山の子会社の核燃料加工施設、株式会社 JCO が起こした原子力事故（臨界事故）である。日本国内で初めて、事故被曝による死亡者を出した。被爆者のうち放射線（中性子線）を浴びた作業員 3 名中、2 名が死亡、1 名が重症となった他、667 名が被曝した。

<放射線を浴びた作業員 3 名について>

①推定 16・20 シーベルト以上の被曝をした作業員 A（当時 35 歳）は、高線量被曝による染色体破壊により、新しい細胞が生成できない状態となる。まず白血球が生成されなくなったため実妹から提供された造血幹細胞の移植が行われた。移植術自体は成功し移植直後は白血球の増加が見られたが、時間経過と共に新細胞の染色体にも異常が発見され、白血球数が再び減少に転じた。59 日後の 11 月 27 日、心停止。救命処置により蘇生したものの、心肺停止によるダメージから各臓器の機能が著しく低下、最終的に治療手段が無くなり、事故から 83 日後の 12 月 21 日、多臓器不全により死亡した。

②推定 6・10 シーベルトの被曝をした作業員 B（当時 40 歳）も A と同様に高線量被曝による染色体破壊を受け、造血細胞の移植が一定の成果をあげたことにより一時は警察への証言を行うまでに回復した。しかし放射線障害により徐々に容態が悪化、さらに肺炎を併発し、事故から 211 日後の 2000 年 4 月 27 日、多臓器不全により死亡した。

③推定 1・4.5 シーベルトの被曝をした作業員 C（当時 54 歳）は、一時白血球数がゼロになったが、放医研の無菌室において骨髄移植を受け回復。12 月 20 日に放医研を退院した。

<会社側の刑事責任>

事故から約 1 年後の 2000 年 10 月 16 日には茨城労働局・水戸労働基準監督署が JCO と同社東海事業所所長を労働安全衛生法違反容疑で書類送検、翌 11 月 1 日には水戸地検が所長の他、同社製造部長、計画グループ長、製造グループ職場長、計画グループ主任、製造部製造グループスペシャルクラス副長、その他製造グループ副長の 6 名を業務上過失致死罪、法人としての JCO と所長を原子炉等規制法違反及び労働安全衛生法違反罪でそれぞれ起訴した。2003 年 3 月 3 日、水戸地裁は被告企業としての JCO に罰金刑、被告人 6 名に対し執行猶予付きの有罪判決を下した。

なお、被害者でもある作業員 C は製造グループ副長としての現場責任を問われ有罪判決を受けた。

（参考資料）

- ・朝長万左男(2011)『放射能汚染の基礎知識』マガジンハウス
- ・放射線の基礎知識 [http://www.st-c.co.jp/air-counter/influence/influence\\_001.html](http://www.st-c.co.jp/air-counter/influence/influence_001.html)
- ・電気事業連合会 HP <http://www.fepec.or.jp/theme/hoshasen/>
- ・東海村 JCO 臨界事故 Wikipedia  
<http://ja.wikipedia.org/wiki/%E6%9D%B1%E6%B5%B7%E6%9D%91JCO%E8%87%A8%E7%95%8C%E4%BA%8B%E6%95%85>

### Ⅲ. 原発作業員の現状・実態

#### ● 普通の原発作業員

トビ職 原発専従

建設中だけじゃなく、定期点検の仕事が多い（配管点検のための足場作りとか）

給料は他の仕事と変わらない（月 20～30 万程度）

平時の原発の作業は、被曝のリスクほとんどなし

危ない区域＝レッドゾーン 線量計のスイッチは勝手に切れない

鳴ったら監督はそれ以上働かせない

一回の作業で被曝量はほぼゼロ

被曝手帳はもちろん持っている

ひとつの現場に行ったら最初の一週間はみっちり研修だけ

6ヶ月に一回、内部被曝検査

#### ● 福島第一原発事故後の原発作業員

##### a. 労働力

東電や大手建設会社をはじめ 800 の企業が従事

補助的な作業には孫請けが募集してきた日雇い労働

収束・廃炉には 30 年かかる

素人

893（ペーパーは交わさない）

刺青をしている人（自分が 893 経由で来ていることを知らない）

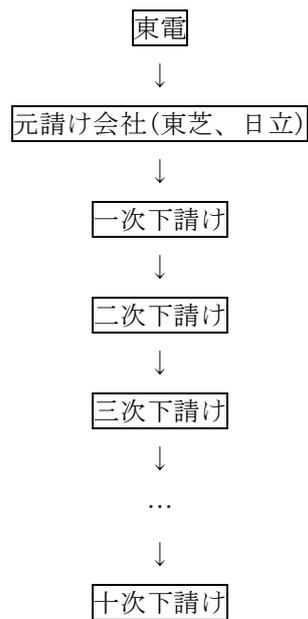
毎日約 3000 人が働いている



←タイベックス(防護服)

東電が貸し出す APD、PD(ポケット線量計)、  
企業が貸し出す GB(ガラスバッジ)、FB(フィルム  
バッジ)の二種類の測定器をつけることにな  
っている

b. 給料



どんなに安くても日当で約4万

孫請け会社の派遣社員なら、東電が支払う賃金の8、9割は中間搾取される  
賃金のピンハネ 危険手当までもピンハネ  
重層下請け構造は賃金のピンハネの温床  
東電は危険手当を出していない（出すと危険だと認めたことになる）  
協力会社が作業員に危険手当を出している  
6次下請けから5次下請けになる（一次変わる）だけでも収入は1日500円～1000円の差  
小さい下請けに入ってしまうと16時間拘束されることもある。  
長時間労働・低賃金・残業手当なしの世界

### c. 作業環境

#### いい加減な現場

**作業員 A** 先日もホースの交換中に汚染水が漏れて作業員6人が被曝するトラブルがあったけど、原発汚染水漏れはほとんどが初歩的なミス。8~9割がヒューマンエラーだと思う。

**作業員 B** 作業員の士気、相当低いからね。とにかくコロコロ人が替わるから、責任感みたいなものがない。いま一緒に作業しとる仲間の前職は新宿の居酒屋店員、プールの監視員、塾の講師、トラック運転手と、ど素人ばかり。熟練さんがおらん。

**作業員 C** 僕はフリーターでした。原発内の前線基地である免震重要棟と隣接するプレハブ小屋に出入りする作業員たちの、備品や汚染度の管理をする仕事をやっています。同僚は10代後半から60代まで数十人。北海道から九州まで全国から来ていますけど、地元の福島の人が一番多いかな。

それはいいんですが、とにかく現場がいい加減。被曝講習がJヴィレッジ(福島第一原発から20kmの距離にある東電の後方拠点)で行われたんですが、ビデオを観た後にテストがあって、それをクリアすると講義を受けてまたテスト。中には居眠りしている同僚もいたんですが、全員合格。ようは形だけなんです。

#### 熟練作業員の不足

**作業員 A** 熟練作業員の不足は深刻。素人が10人いるより、技術を持った一人のほうが仕事は捗る。震災後、原発作業員の年間被曝量の上限が50から250ミリシーベルトに上げられたけど、福島第一原発ではそれでもすぐ、被曝限度を喰ってしまっって、働けなくなる。熟練工は『高線量部隊』と呼ばれる、原発により近い現場で働くので、だいたい1~2週間で限度オーバーになってしまう。

**作業員 B** そんなリスクをおかして、手当もピンハネされてロクにもらえんなら、イチエフを選ぶ理由はない。

**作業員 C** 作業員には通いと泊まりがありますが、小さい下請けに入ってしまうと、16時

間も拘束されることがある。長時間労働、低賃金、残業手当なしの世界。

(現代ビジネス：<http://gendai.ismedia.jp/articles/-/37310>)

東電は2013年11月、下請け監視の強化と数千の労働者の賃金倍増を約束。

(<http://newsphere.jp/national/20131212-2/>)

#### c. 作業員の被曝量

**作業員の被ばく線量**1年間で50ミリシーベルト、または、5年間で100ミリシーベルトまでと労働安全衛生法で限度を定めている。

しかし国は事故後、年間250ミリシーベルトに引き上げ

国際放射線防護委員会(ICRP)の国際基準では緊急作業の場合は条件付きながら500ミリシーベルトまで許容されるから問題ない。国際原子力機関(IAEA)の基準も満たしている。

国際基準という聞こえがよいがIAEAは原爆を所有、原発建設を推進する一部の先進国が中心となって設立した機関。ICRPは広島・長崎の原爆被曝調査のために発足した。

最も累積被曝線量が多かった労働者は678ミリシーベルト。

100ミリシーベルトを超えた労働者は134人(東電社員、協力企業含む/東京電力発表)

(<http://nikkan-spa.jp/426915>)

50ミリシーベルトを越えると体調が悪くなる

文部科学省は、校庭など、幼稚園や学校の屋外で子供が活動する際の放射線量の基準、年間被曝許容量を20ミリシーベルト(2万マイクロシーベルト)としている。

事故のあと、2013年3月までに被ばく線量が100ミリシーベルトを超えた作業員が167人に上り、すでに現場で働けなくなっている。

現場は今も放射線量が高く、厚生労働省によりますと、4月以降の3か月間で、被ばく線量が200ミリシーベルトを超えた人が79人、10ミリから20ミリシーベルトの人は215人。

(<http://www9.nhk.or.jp/kabun-blog/200/129464.html>)

一般人の年間被曝上限 1ミリシーベルト

#### d. 被曝隠し

被曝の管理責任→下請け業者の事業者がやらなきゃいけない。しかし、原発の場合はほとんど元請けが管理責任となっている。

理由:原発業界の下請けは少人数の小規模な会社が多く小さな会社では放射線管理業務までできない。国家試験資格者も必要で放射線管理計画書を作成したり、労基にも報告したり経費がかか

る。だからほとんどの下請けは、契約時に元請けと放射線管理の委託契約を結ぶ

#### 【参考文献】

山岡俊介、『福島第一原発潜入記』、双葉社

ハッピー、『福島第一原発収集作業日記』、河出書房新社

鈴木智彦、『ヤクザと原発 福島第一潜入記』、文藝春秋

## 論点

福島原発における作業員の被曝量は、政府により電離則4条の基準を年間50ミリから年間250ミリシーベルトに引き上げた。震災直後、線量の高いエリアで作業した人の中には、1日5ミリシーベルト被曝した作業員もいた。今後、年間250ミリシーベルトの基準のままでは、作業員の不足が問題となり、作業員自身4日で仕事を失う例もあり、不都合が生じる。よって、電離則4条の基準をICRPの国際基準である500ミリシーベルトにまで引き上げるべきである。