

2014年1月7日
東京電力株式会社

福島第一原子力発電所の作業員の内部被ばく線量評価方法

当社は2011年8月2日に作業員の内部被ばく線量評価の方法を定め、これに関する文書を2013年7月5日に当社ホームページに掲載した。この文書の主要な部分については、放射線医学総合研究所の専門家の助言を得て英訳された（本文書はその日本語版である）。この文書では、福島第一原子力発電所において、2011年3月11日から6月30日までの期間で復旧作業に従事した作業員を対象とした内部被ばく線量評価法を述べる。事故当初、利用可能なホールボディカウンタ（WBC）の台数が限られていたために、作業員の多くを事故直後に測定することが不可能であった。そのため、短半減期核種が検出されなかった。内部被ばく線量評価方法の主な検討事項は以下のとおりである。

評価方法において、主に考慮した事項は次のとおりである。

- （1）事故発生から時間が経過して測定した作業員でI-131が検出されなかった場合、I-131からの内部被ばく線量をどのように評価するか
- （2）作業期間中の複数の内部取り込み事象をどのように評価するか

なお、内部被ばく預託実効線量が20mSvを超えた作業員については、日本原子力研究開発機構（JAEA）にて更なる調査を実施した。

1. 体外計測

作業員の全身測定は、2種類のWBCを使用して実施した。

一つは、プラスチックシンチレーション検出器を備えたチェア型WBCを使用した。このWBCは、事故前に当社の原子力発電所で、通常時の個人の内部被ばく線量のモニタリングに使用していた。

もう一つは、大きな二つのNaI(Tl)シンチレーション検出器を備えた立位型のWBC（FASTSCAN、キャンベラ社、米国）を使用した。

立位型のWBCはJAEAが所有している車載式の計測器であり、当社の小名浜コールセンターや支店にて測定を行った。以下、この2つのタイプのWBCをWBC(PL)およびWBC(NaI)と表記する。

甲状腺中I-131の追加測定を、NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを用いて行った。この測定結果は、2011年5月初旬までに福島第一原子力発電所に入域した作業員について、WBC(PL)の測定結果とともに内部被ばく線量の評価に使用した。これは、WBC(PL)の測定では体内のI-131の量を決めることが難しかったためである。

以下、直接測定の詳細について説明する。

1-1 WBC(PL)を用いた全身測定 (6月末まで)

Cs-134 及び Cs-137 からの内部被ばく線量を評価するため、WBC(PL)を用いた全身測定を実施した。WBC(PL)測定での全ての正味計数値は、保守的に Cs-137 によるものとみなした。表面汚染の疑いがある場合には、表面汚染のレベルが低くなった後に、全身測定を行うこととした。

WBC(PL)は、Cs-137 線源と人体を模擬したファントムを用いて校正した。

Cs-134 及び Cs-137 からの預託実効線量を評価する手法は、以下に示すとおりである。

- (1) ファントムから得られた校正定数を用い、WBC(PL)からの正味カウントを 137Cs 等価の全身量に変換する。
- (2) 仮定した摂取日からの経過日数での全身残留率を用い、摂取量を計算する。
- (3) Cs-137 の実効線量係数を乗じて預託実効線量を算出する。
- (4) Cs-134 及び Cs-137 からの預託実効線量当量に、NaI(Tl)サーベイメータでの甲状腺測定(I-131)により得られた預託実効線量を加算する。

注記：

WBC(PL)による測定では、Cs-134 と Cs-137 の全身量を弁別して定量することができない。そのため、WBC(PL)での全ての正味の計数値は、Cs-137 によるものとみなした。例えば、A(Bq)の Cs-134 が体内にあった場合、Cs-137 等価の身体カウントは、Cs-134 と Cs-137 での総放出率の違いを考慮すると、約 $2A(\text{Bq})$ に相当する。よって、Cs-134 による内部被ばく線量は、 $1.34\text{E-}05 \times A(\text{mSv}) (=2A \times 6.7\text{E-}06(\text{mSv}))$ となり、Cs-134 の身体量による評価された預託実効線量 $9.6\text{E-}06 \times A(\text{mSv})$ より大きくなる。このように、WBC(PL)を用いた全身測定では、Cs-134 及び Cs-137 からの預託実効線量において過大評価となる。

1-2 WBC(PL)を用いた全身測定 (7月以降)

甲状腺の I-131 が検出されなくなった為、2011年7月以降、NaI(Tl)サーベイメータでの甲状腺測定は実施しないこととした。したがって、I-131 による預託実効線量は、環境データあるいは、I-131 が有意に検出された被験者の測定データのいずれかに基づき評価を行った。

広野町サッカー場 (J ヴィレッジ近く) に設置した WBC(PL) (復旧作業への従事者用) は、預託実効線量で約 0.5mSv に相当する値をスクリーニングレベル(SL) (正味計数値で 20000cpm) として設定し、スクリーニング用として使用している。測定結果が SL より低い場合は、「記録レベル未満」として報告する。測定結果が SL を超える場合は、個人の預託実効線量を求めるため、WBC(NaI)による更なる測定を行う。

注記：

SL は、1回/月の WBC 測定で約 0.5mSv 相当となるように設定した。SL は下記の計算式により導出。

$$SL=0.5 \text{ (mSv)} / 6.7E-06 \text{ (mSv/Bq)} \times 0.36 / 1.3 \text{ (Bq/cpm)} = 20,666 \text{ (cpm)}$$

0.36 : Cs-137 の摂取後 30 日目における全身残留率

1.3 (Bq/cpm) : WBC(PL) の代表的な校正定数

1-3. NaI(Tl)サーベイメータを用いた甲状腺測定

NaI(Tl)サーベイメータを用いた甲状腺測定は、甲状腺に沈着した I-131 量を直接得るために用いられた。この測定は、2011 年 5 月上旬まで行なった。

この方法による評価は、2011 年 3 月から 5 月上旬まで福島第一原子力発電所に入域した作業員にのみ行なった。これらの作業員の I-131 の摂取は、この期間後は検出されなかった。

(注記)

NaI(Tl)サーベイメータは非スペクトル型の装置であり、通常は環境線量率測定に用いられている。測定は、サーベイメータの検出部を頸部表面に置いて行われる。甲状腺中の I-131 量は、サーベイメータの正味値に、頸部ファントムを用いて評価された校正定数を乗じて得られる。

1-4. WBC(NaI)による測定

WBC(NaI)は、検出された核種ごとの全身量の定量が可能である。頭髮部などに身体汚染が検出された場合には、測定の事前に、非汚染の水により除染を行った。I-131 は甲状腺沈着量としてではなく全身量として定量された。この理由は、WBC(NaI)が全身に核種が均一に分布していると仮定して校正されていたためである：全身ジオメトリの線源を有する Transfer ファントムを用いて校正された (Canberra 社のホームページ参照)。甲状腺計測と全身計測で定量された I-131 量の関係については文献[2]で述べられており、WBC(NaI)から得られた I-131 は甲状腺量としては、約 3 倍ほど過大評価しているものと予想される。しかしながら、これに伴う補正は行わなかった。

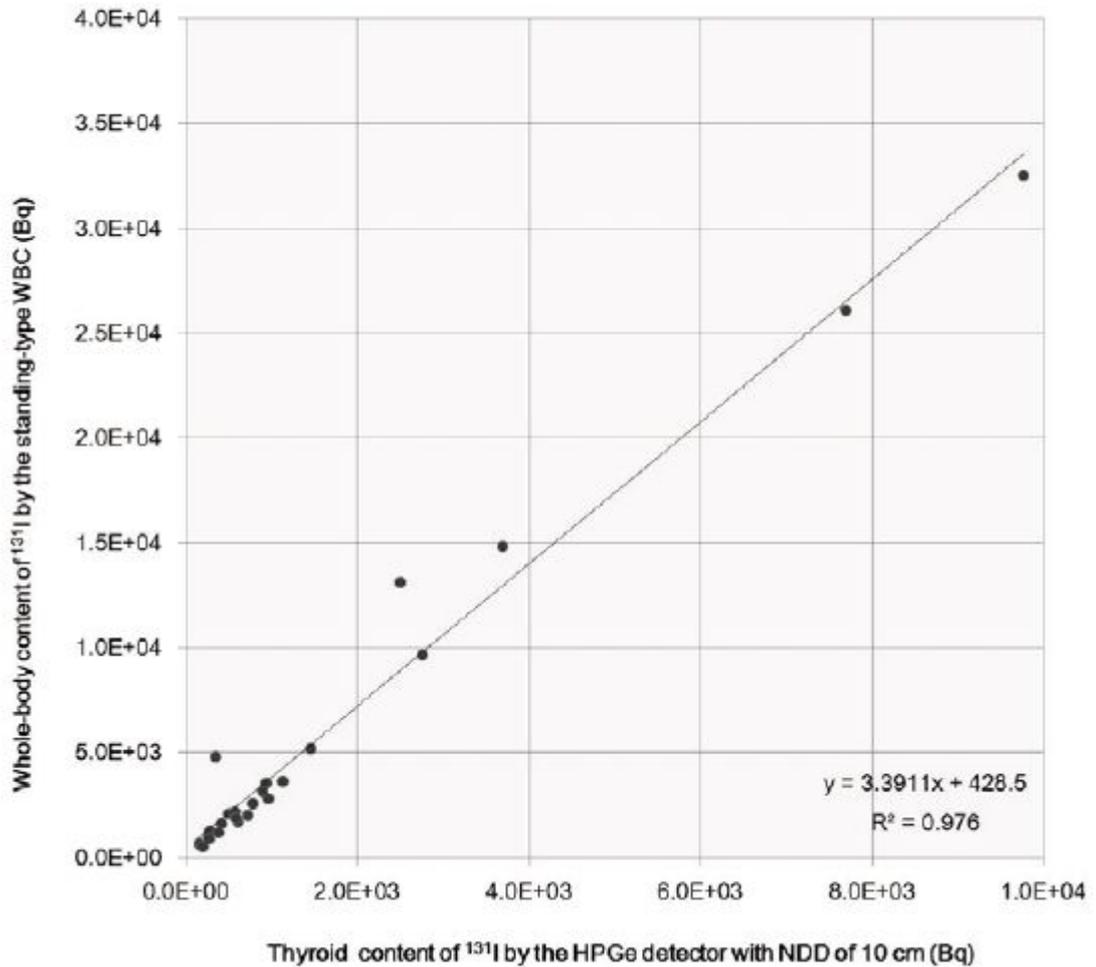


図1. HPGe 検出器と立位式の WBC を用いて測定し甲状腺に沈着した I-131 の比較[2]

1-5 他の機関での精密測定

当社の内部被ばく線量評価で 20 mSv を超えた者については、JAEA においてさらに検査を実施した。当該者については、現実的な摂取シナリオを決定するために、行動調査を併せて行った。JAEA での測定に係る詳細は、文献[2, 3]に述べられている。内部被ばく線量評価は、JAEA から提供された測定結果に基づき、当社が行った。

外部被ばく線量を含む全被ばく線量が暫定的に 250 mSv を超えた 7 名の作業員については、放医研で検査を行った（文献[4]）。内部被ばく線量評価は、放医研から提供された測定結果に基づき、当社が行った。

2. 内部線量の計算

内部線量に必要な項目を表 1 に示す。

表1 内部被ばくにおける項目

| 項目 | 内容 |
|--------------------|---|
| 1. 評価対象核種 (化学形) | ^{131}I (蒸気) $^{132}\text{Te}/^{132}\text{I}$ (蒸気) ^{134}Cs (すべての化合物: タイプ F) (WBC(PL)による測定は対象外) ^{137}Cs (すべての化合物: タイプ F) |
| 2. 預託実効線量係数 | ^{131}I (蒸気): 2.0E-05 mSv/Bq ^{134}Cs (すべての化合物: タイプ F): 6.7E-06 mSv/Bq ^{137}Cs (すべての化合物: タイプ F): 9.6E-06 mSv/Bq 出典 ICRP Publication 68 等 |
| 3. 体内残留率 | 評価コード「MONDAL3」(放医研) [5] および「IDEC」 [6]からの値 |
| 4. 摂取シナリオ | 急性摂取と仮定した。摂取日は以下の通り仮定した。 <ul style="list-style-type: none"> ● 福島第一での作業開始日が2011年の3月または4月の場合, 摂取日を作業開始日とした。(ただし, 作業開始日が3月11日の場合, 摂取日は3月12日とした。) ● 作業開始日が2011年5月以降の場合, 摂取日を作業の中間日を摂取日とした。 |

3. I-131 が検出されない場合の I-131 の内部被ばく評価方法

福島第一原子力発電所作業員の測定が事故から長時間経過した場合、I-131 はほとんど検出されない。福島第一原子力発電所で行われた環境測定では、2011年の7月以降、I-131 はほとんど検出されていない。(図2参照) 従って、2011年7月以降 I-131 の内部被ばく評価は行なっていない。

2011年3月12日から6月末までの I-131 が検出されない場合の内部被ばくの評価は以下のとおりである。

(A) I-131/ Cs-137 の空气中放射性物質濃度比に基づく方法

福島第一原子力発電所の空气中放射性物質濃度より I-131/ Cs-137 の空气中放射性物質濃度比を算出した。データが十分ではないため、内部被ばく評価には摂取日の5日間の移動平均を用いた(表2)。I-131 の内部摂取量は WBC 測定時の Cs-137 の内部摂取量に上記の I-131/Cs-137 を乗じて計算される。3月19日までの移動平均はデータがないので、3月19日から3月24日までの平均121.7を用いた。

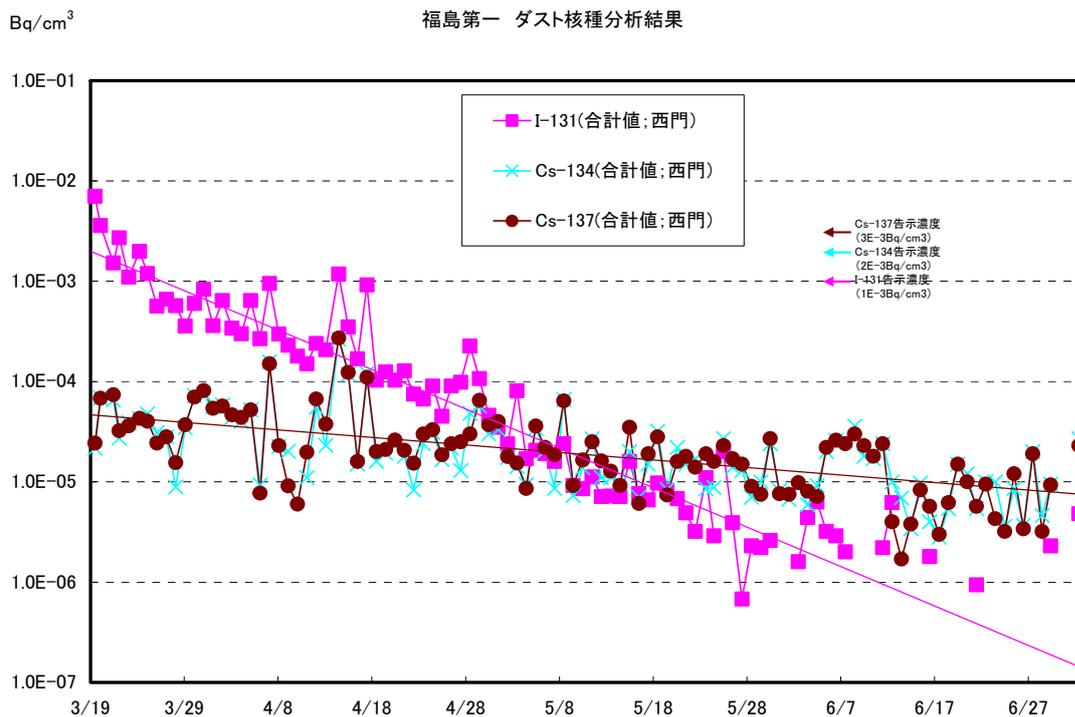


図 2 福島第一原子力発電所における各放射性物質の放射性物質濃度（各核種 (I-131, Cs-134 及び Cs-137) の検出限界値は $10^{-6} - 10^{-5} \text{ Bq/cm}^3$ のオーダー）

(B) I-131 の検出限界に基づく方法

WBC 測定値より得られる全身の I-131 の検出限界値と同じ摂取量が体内に残っていると仮定して I-131 の内部被ばくを計算する。

WBC(NaI)の測定にあたり上記 (A) と (B) の 2つの方法を用いた。最終的な線量は2つの測定のうち低い値となった方を採用した。図3は方法 (A) と (B) の概念図を示している。

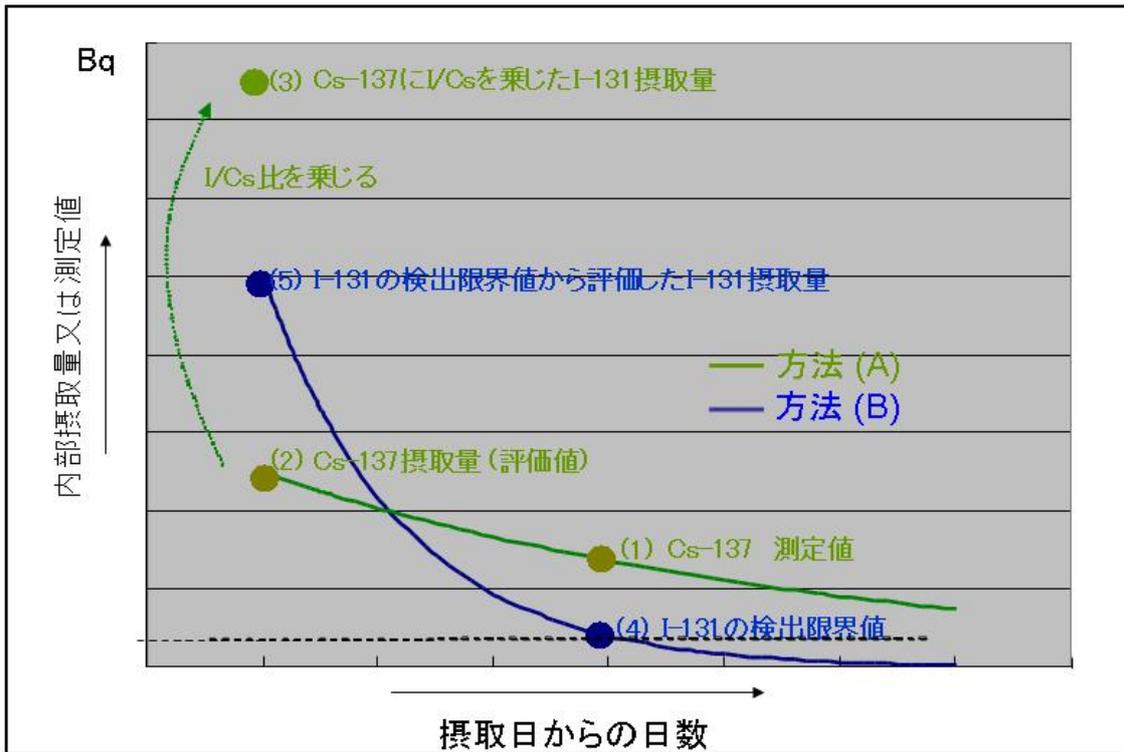


図3 評価方法(A)と評価方法(B)の概念図

評価方法(A)

- ・ Cs-137 の摂取量は、全身測定 of Cs-137 残留率に基づき評価した。((1)→(2))
- ・ I-131 の摂取量は、上記で評価した Cs-137 の摂取量に大気中の I-131/Cs-137(※)の濃度比を用いて評価した。((2)→(3))

評価方法(B)

I-131 の摂取量は、全身測定により得られた I-131 の検出限界値より評価した。((4)→(5))

(※)表2 参照

表2. 1F環境データ（敷地内空气中放射性物質濃度）を用いた I-131/Cs-137 比

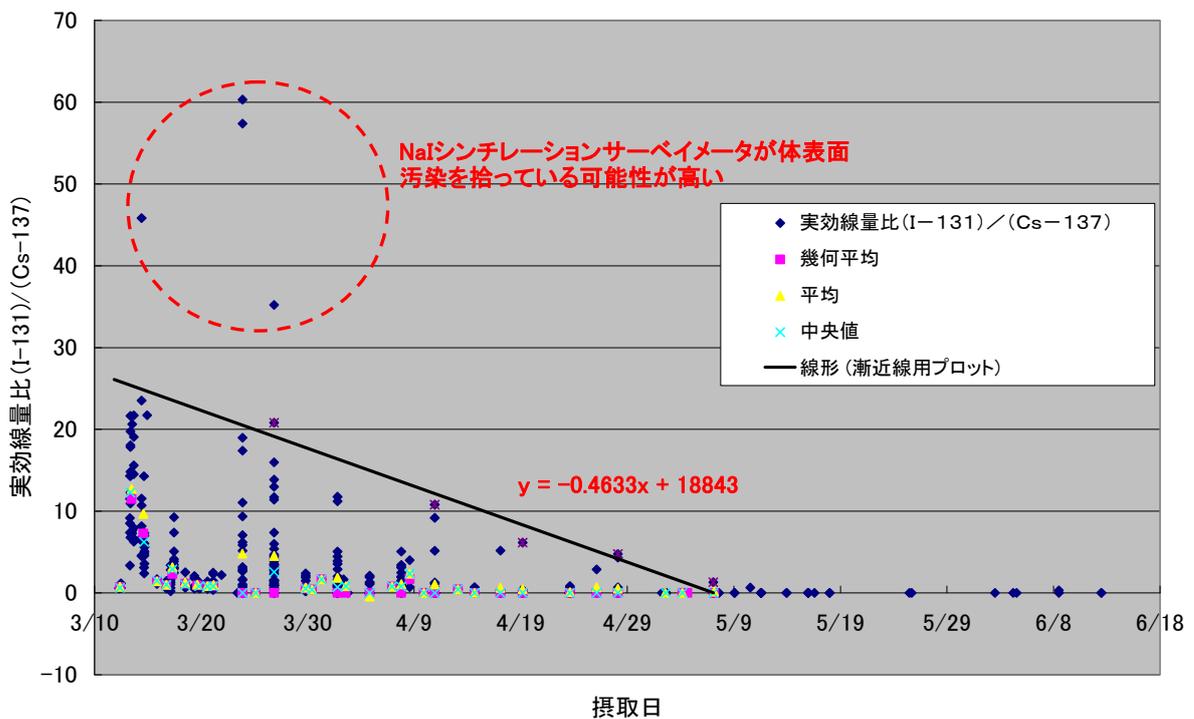
| | I-131 | | | Cs-137 | | | I-131/Cs-137 | | 採取場所 |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|--------|------------|
| | 気体状 | 粒子状 | 合計 | 気体状 | 粒子状 | 合計 | 当日分 | 5日移動平均 | |
| 3月11日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月12日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月13日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月14日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月15日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月16日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月17日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月18日 | | | | | | | | 121.7 | 3/19データを採用 |
| 3月19日 | 5.90E-03 | 1.10E-03 | 7.00E-03 | - | 2.40E-05 | 2.40E-05 | 291.7 | 121.7 | 事務本館北側 |
| 3月20日 | 2.30E-03 | 1.30E-03 | 3.60E-03 | 3.90E-05 | 2.90E-05 | 6.80E-05 | 52.9 | 112.1 | 事務本館北側 |
| 3月21日 | 1.50E-03 | 9.20E-06 | 1.51E-03 | 3.60E-05 | 3.80E-05 | 7.40E-05 | 20.4 | 95.8 | 事務本館北側 |
| 3月22日 | 2.20E-03 | 4.70E-04 | 2.67E-03 | 1.30E-05 | 1.90E-05 | 3.20E-05 | 83.4 | 46.8 | 正門 |
| 3月23日 | 6.70E-04 | 4.30E-04 | 1.10E-03 | 2.30E-05 | 1.30E-05 | 3.60E-05 | 30.6 | 42.2 | 正門 |
| 3月24日 | 1.50E-03 | 5.00E-04 | 2.00E-03 | 3.10E-05 | 1.20E-05 | 4.30E-05 | 46.5 | 42.6 | 正門 |
| 3月25日 | 8.80E-04 | 3.20E-04 | 1.20E-03 | 2.40E-05 | 1.60E-05 | 4.00E-05 | 30.0 | 30.6 | 正門 |
| 3月26日 | 3.00E-04 | 2.60E-04 | 5.60E-04 | 8.80E-06 | 1.60E-05 | 2.48E-05 | 22.6 | 31.8 | 正門 |
| 3月27日 | 4.50E-04 | 2.10E-04 | 6.60E-04 | 1.40E-05 | 1.40E-05 | 2.80E-05 | 23.6 | 24.5 | 正門 |
| 3月28日 | 3.60E-04 | 2.10E-04 | 5.70E-04 | 8.10E-06 | 7.50E-06 | 1.56E-05 | 36.5 | 20.2 | 西門 |
| 3月29日 | 2.40E-04 | 1.20E-04 | 3.60E-04 | 2.30E-05 | 1.40E-05 | 3.70E-05 | 9.7 | 17.7 | 西門 |
| 3月30日 | 4.10E-04 | 1.90E-04 | 6.00E-04 | 4.00E-05 | 3.00E-05 | 7.00E-05 | 8.6 | 14.4 | 西門 |
| 3月31日 | 6.40E-04 | 1.90E-04 | 8.30E-04 | 4.50E-05 | 3.60E-05 | 8.10E-05 | 10.2 | 9.3 | 西門 |
| 4月1日 | 2.50E-04 | 1.10E-04 | 3.60E-04 | 3.40E-05 | 2.00E-05 | 5.40E-05 | 6.7 | 8.8 | 西門 |
| 4月2日 | 4.30E-04 | 2.10E-04 | 6.40E-04 | 3.70E-05 | 2.00E-05 | 5.70E-05 | 11.2 | 8.4 | 西門 |
| 4月3日 | 2.30E-04 | 1.10E-04 | 3.40E-04 | 3.10E-05 | 1.60E-05 | 4.70E-05 | 7.2 | 8.9 | 西門 |
| 4月4日 | 2.00E-04 | 1.00E-04 | 3.00E-04 | 2.80E-05 | 1.60E-05 | 4.40E-05 | 6.8 | 13.3 | 西門 |
| 4月5日 | 4.20E-04 | 2.20E-04 | 6.40E-04 | 2.10E-05 | 3.10E-05 | 5.20E-05 | 12.3 | 12.3 | 西門 |
| 4月6日 | 2.00E-04 | 6.70E-05 | 2.67E-04 | - | 9.30E-06 | 9.30E-06 | 28.7 | 13.4 | 西門 |
| 4月7日 | 7.80E-04 | 1.70E-04 | 9.50E-04 | - | 1.50E-04 | 1.50E-04 | 6.3 | 17.1 | 西門 |
| 4月8日 | 2.10E-04 | 8.70E-05 | 2.97E-04 | 1.40E-05 | 9.00E-06 | 2.30E-05 | 12.9 | 20.6 | 西門 |
| 4月9日 | 1.50E-04 | 8.00E-05 | 2.30E-04 | - | 9.10E-06 | 9.10E-06 | 25.3 | 16.4 | 西門 |
| 4月10日 | 1.30E-04 | 4.90E-05 | 1.79E-04 | - | 6.00E-06 | 6.00E-06 | 29.8 | 15.8 | 西門 |
| 4月11日 | 1.10E-04 | 4.00E-05 | 1.50E-04 | 1.40E-05 | 5.80E-06 | 1.98E-05 | 7.6 | 14.4 | 西門 |
| 4月12日 | 1.30E-04 | 1.10E-04 | 2.40E-04 | 2.90E-05 | 3.80E-05 | 6.70E-05 | 3.6 | 10.2 | 西門 |
| 4月13日 | 9.70E-05 | 1.10E-04 | 2.07E-04 | 1.10E-05 | 2.60E-05 | 3.70E-05 | 5.6 | 4.8 | 西門 |
| 4月14日 | 7.60E-04 | 4.20E-04 | 1.18E-03 | 8.10E-05 | 1.90E-04 | 2.71E-04 | 4.4 | 5.4 | 西門 |
| 4月15日 | 2.20E-04 | 1.30E-04 | 3.50E-04 | 8.10E-05 | 4.20E-05 | 1.23E-04 | 2.8 | 6.3 | 西門 |
| 4月16日 | 1.10E-04 | 5.80E-05 | 1.68E-04 | 1.60E-05 | - | 1.60E-05 | 10.5 | 6.2 | 西門 |
| 4月17日 | 5.70E-04 | 3.50E-04 | 9.20E-04 | - | 1.10E-04 | 1.10E-04 | 8.4 | 6.6 | 西門 |
| 4月18日 | 7.10E-05 | 3.20E-05 | 1.03E-04 | 1.40E-05 | 6.00E-06 | 2.00E-05 | 5.2 | 6.8 | 西門 |
| 4月19日 | 5.00E-05 | 7.50E-05 | 1.25E-04 | 1.40E-05 | 7.00E-06 | 2.10E-05 | 6.0 | 5.9 | 西門 |
| 4月20日 | 7.00E-05 | 3.30E-05 | 1.03E-04 | 1.70E-05 | 9.10E-06 | 2.61E-05 | 3.9 | 5.2 | 西門 |
| 4月21日 | 7.60E-05 | 5.20E-05 | 1.28E-04 | 1.30E-05 | 7.60E-06 | 2.06E-05 | 6.2 | 4.6 | 西門 |
| 4月22日 | 3.70E-05 | 3.80E-05 | 7.50E-05 | 9.00E-06 | 6.30E-06 | 1.53E-05 | 4.9 | 4.0 | 西門 |
| 4月23日 | 4.00E-05 | 2.70E-05 | 6.70E-05 | 1.50E-05 | 1.50E-05 | 3.00E-05 | 2.2 | 3.7 | 西門 |
| 4月24日 | 4.80E-05 | 4.20E-05 | 9.00E-05 | 1.70E-05 | 1.60E-05 | 3.30E-05 | 2.7 | 3.2 | 西門 |
| 4月25日 | 3.10E-05 | 1.40E-05 | 4.50E-05 | 1.00E-05 | 8.60E-06 | 1.86E-05 | 2.4 | 3.0 | 西門 |
| 4月26日 | 5.00E-05 | 4.00E-05 | 9.00E-05 | 1.40E-05 | 1.00E-05 | 2.40E-05 | 3.8 | 4.1 | 西門 |
| 4月27日 | 5.10E-05 | 4.70E-05 | 9.80E-05 | 1.20E-05 | 1.30E-05 | 2.50E-05 | 3.9 | 3.9 | 西門 |
| 4月28日 | 1.60E-04 | 6.60E-05 | 2.26E-04 | - | 3.00E-05 | 3.00E-05 | 7.5 | 3.6 | 西門 |
| 4月29日 | 6.30E-05 | 4.40E-05 | 1.07E-04 | 4.50E-05 | 2.00E-05 | 6.50E-05 | 1.6 | 3.0 | 西門 |
| 4月30日 | 3.30E-05 | 1.30E-05 | 4.60E-05 | 2.50E-05 | 1.20E-05 | 3.70E-05 | 1.2 | 2.5 | 西門 |

| | I-131 | | | Cs-137 | | | I-131/Cs-137 | | 採取場所 |
|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------------|--------|---------|
| | 気体状 | 粒子状 | 合計 | 気体状 | 粒子状 | 合計 | 当日分 | 5日移動平均 | |
| 5月1日 | 2.3E-05 | 1.2E-05 | 3.5E-05 | 1.7E-05 | 2.3E-05 | 4.0E-05 | 0.9 | 2.1 | 西門 |
| 5月2日 | 1.5E-05 | 8.9E-06 | 2.4E-05 | 1.0E-05 | 7.9E-06 | 1.8E-05 | 1.3 | 2.1 | 西門 |
| 5月3日 | 4.0E-05 | 4.1E-05 | 8.1E-05 | 7.2E-06 | 8.2E-06 | 1.5E-05 | 5.3 | 2.0 | 西門 |
| 5月4日 | 8.7E-06 | 8.3E-06 | 1.7E-05 | 8.6E-06 | | 8.6E-06 | 2.0 | 2.0 | 西門 |
| 5月5日 | 1.2E-05 | 8.6E-06 | 2.1E-05 | 2.1E-05 | 1.5E-05 | 3.6E-05 | 0.6 | 1.9 | 西門 |
| 5月6日 | 1.0E-05 | 9.1E-06 | 1.9E-05 | 1.2E-05 | 1.0E-05 | 2.2E-05 | 0.9 | 0.9 | 西門 |
| 5月7日 | 9.0E-06 | 7.0E-06 | 1.6E-05 | 1.2E-05 | 6.6E-06 | 1.9E-05 | 0.9 | 0.7 | 西門 |
| 5月8日 | 1.3E-05 | 1.1E-05 | 2.4E-05 | 2.9E-05 | 3.5E-05 | 6.4E-05 | 0.4 | 0.7 | 西門 |
| 5月9日 | 5.1E-06 | 4.1E-06 | 9.2E-06 | 9.2E-06 | | 9.2E-06 | 1.0 | 0.6 | 西門 |
| 5月10日 | 4.8E-06 | 3.7E-06 | 8.5E-06 | 8.3E-06 | 8.2E-06 | 1.7E-05 | 0.5 | 0.6 | 西門 |
| 5月11日 | 7.3E-06 | 3.9E-06 | 1.1E-05 | 1.1E-05 | 1.4E-05 | 2.5E-05 | 0.4 | 0.6 | 西門 |
| 5月12日 | 4.7E-06 | 2.4E-06 | 7.1E-06 | 1.0E-05 | 6.1E-06 | 1.6E-05 | 0.4 | 0.5 | 西門 |
| 5月13日 | 4.9E-06 | 2.3E-06 | 7.2E-06 | 7.9E-06 | 4.9E-06 | 1.3E-05 | 0.6 | 0.5 | 西門 |
| 5月14日 | | | 7.1E-06 | | | 9.2E-06 | 0.8 | 0.7 | 西門 |
| 5月15日 | | | 1.6E-05 | | | 3.5E-05 | 0.5 | 0.7 | 西門 |
| 5月16日 | | | 7.6E-06 | | | 6.1E-06 | 1.2 | 0.6 | 西門 |
| 5月17日 | | | 6.6E-06 | | | 1.9E-05 | 0.3 | 0.7 | 西門 |
| 5月18日 | | | 9.7E-06 | | | 2.8E-05 | 0.3 | 0.7 | 西門 |
| 5月19日 | | | 8.1E-06 | | | 7.4E-06 | 1.1 | 0.5 | 西門 |
| 5月20日 | | | 6.8E-06 | | | 1.6E-05 | 0.4 | 0.5 | 西門 |
| 5月21日 | | | 4.9E-06 | | | 1.8E-05 | 0.3 | 0.5 | 西門 |
| 5月22日 | | | 3.2E-06 | | | 1.4E-05 | 0.2 | 0.3 | 西門 |
| 5月23日 | | | 7.0E-06 | | | 1.9E-05 | 0.4 | 0.4 | 西門 |
| 5月24日 | | | 2.9E-06 | | | 1.6E-05 | 0.2 | 0.4 | 西門 |
| 5月25日 | | | 2.0E-05 | | | 2.3E-05 | 0.9 | 0.3 | MP 5 付近 |
| 5月26日 | | | 3.9E-06 | | | 1.7E-05 | 0.2 | 0.3 | 西門 |
| 5月27日 | | | 6.8E-07 | | | 1.5E-05 | 0.0 | 0.3 | 西門 |
| 5月28日 | | | 2.3E-06 | | | 9.0E-06 | 0.3 | 0.2 | 西門 |
| 5月29日 | | | 2.2E-06 | | | 7.5E-06 | 0.3 | 0.1 | 西門 |
| 5月30日 | | | 2.6E-06 | | | 2.7E-05 | 0.1 | 0.1 | 西門 |
| 5月31日 | | | 0.0E+00 | | | 7.6E-06 | 0.0 | 0.1 | 西門 |
| 6月1日 | | | 0.0E+00 | | | 7.5E-06 | 0.0 | 0.2 | 西門 |
| 6月2日 | | | 1.6E-06 | | | 9.8E-06 | 0.2 | 0.3 | 西門 |
| 6月3日 | | | 4.4E-06 | | | 8.1E-06 | 0.5 | 0.3 | 西門 |
| 6月4日 | | | 6.3E-06 | | | 7.1E-06 | 0.9 | 0.4 | 西門 |
| 6月5日 | | | 3.2E-06 | | | 2.2E-05 | 0.1 | 0.4 | 西門 |
| 6月6日 | | | 2.9E-06 | | | 2.6E-05 | 0.1 | 0.2 | 西門 |
| 6月7日 | | | 2.0E-06 | | | 2.4E-05 | 0.1 | 0.1 | 西門 |
| 6月8日 | | | 0.0E+00 | | | 3.0E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月9日 | | | 0.0E+00 | | | 2.3E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月10日 | | | 0.0E+00 | | | 1.8E-05 | 0.0 | 0.3 | 西門 |
| 6月11日 | | | 2.2E-06 | | | 2.4E-05 | 0.1 | 0.3 | 西門 |
| 6月12日 | | | 6.2E-06 | | | 4.0E-06 | 1.6 | 0.3 | 西門 |
| 6月13日 | | | 0.0E+00 | | | 1.7E-06 | 0.0 | 0.3 | 西門 |
| 6月14日 | | | 0.0E+00 | | | 3.8E-06 | 0.0 | 0.4 | 西門 |
| 6月15日 | | | 0.0E+00 | | | 8.3E-06 | 0.0 | 0.1 | 西門 |
| 6月16日 | | | 1.8E-06 | | | 5.7E-06 | 0.3 | 0.1 | 西門 |
| 6月17日 | | | 0.0E+00 | | | 3.0E-06 | 0.0 | 0.1 | 西門 |
| 6月18日 | | | 0.0E+00 | | | 6.2E-06 | 0.0 | 0.1 | 西門 |
| 6月19日 | | | 0.0E+00 | | | 1.5E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月20日 | | | 0.0E+00 | | | 1.0E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月21日 | | | 9.5E-07 | | | 5.7E-06 | 0.2 | 0.0 | 西門 |
| 6月22日 | | | 0.0E+00 | | | 9.5E-06 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月23日 | | | 0.0E+00 | | | 4.3E-06 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月24日 | | | 0.0E+00 | | | 3.2E-06 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月25日 | | | 0.0E+00 | | | 1.2E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月26日 | | | 0.0E+00 | | | 3.4E-06 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月27日 | | | 0.0E+00 | | | 1.9E-05 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月28日 | | | 0.0E+00 | | | 3.2E-06 | 0.0 | 0.0 | 西門 |
| 6月29日 | | | 2.3E-06 | | | 9.3E-06 | 0.2 | 0.0 | 正門 |
| 6月30日 | | | 0.0E+00 | | | 0.0E+00 | 0.0 | 0.0 | 西門 |

(C) I-131 が検出された作業員データに基づく評価方法

図 4 は、個々の預託実効線量比 I-131/Cs-137 と摂取日の相関を示している。I-131 と Cs-137 から預託実効線量は、それぞれ NaI(Tl)サーベイメータの甲状腺測定と WBC(PL)から得られた。なお、WBC(PL)から得られる Cs-137 の体内摂取量は先に述べたように Cs-134 の体内摂取量も含まれることに注意する。同図は福島第一原子力発電所に派遣された柏崎刈羽原子力発電所所員約 500 人のデータよりプロットされた。この測定データは体表面汚染を除染後、WBC(PL)と NaI(Tl)サーベイメータで測定したものである。同図の実線はほぼ全てのプロットに対し、保守的な線量評価となるように引いたものである。

図 4 個々の預託実効線量比 I-131/Cs-137 と摂取日の相関



(D) 同一作業期間の作業員から評価する方法

- ・ 方法(C)は、WBC(PL)測定において、I-131 が検出されなかった対象者に適用した。
- ・ 方法(D)は、WBC(PL)または WBC(NaI)の測定において、検出限界値未満の対象者に適用した。

4. まとめ

本文書で述べた内部被ばく線量評価の方法は、国内の規制機関である厚生労働省によっ

て検証され、その妥当性については我が国の専門家によっても確認されている。本法は、保守的な摂取シナリオ（3月12日または作業開始日における急性摂取）及び直接計測に係るその他の保守的な仮定のために、内部被ばく線量を過大に評価している。今回の線量評価においては、I-131以外の短半減期核種（例えば、I-132、I-133、Te-132）が考慮されていないが、これらの核種の寄与は、実際の内部被ばく線量と比較すれば無視できるものと考えられる。しかしながら、更なる線量再構築には、個人の行動情報やソースタームなどの確実な情報及びその他の利用可能なデータに基づいて行われる必要がある。

References

- [1] 東京電力ホームページプレスリリース 福島第一原子力発電所における内部被ばく線量の評価方法について（日本語）
http://www.tepco.co.jp/cc/press/betu13_j/images/130705j0103.pdf
- [2] O. Kurihara, K. Kanai, T. Nakagawa, C. Takada, T. Momose, S. Furuta, Direct measurements of employees involved in the Fukushima Daiichi nuclear power station accident for internal dose estimates: JAEA's experiences. NIRS-M-252, 13-25, 2012.
- [3] O. Kurihara, K. Kanai, T. Nakagawa, C. Takada, N. Tsujimura, T. Momose, S. Furuta: Measurements of ¹³¹I in the Thyroids of Employees Involved in the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident. J. Nucl. Sci. Technol.50, 122-129, 2013.
- [4] T. Nakano, E. Kim, K. Akahane, T. Tominaga, H. Tatsuzaki, O. Kurihara, N. Sugiura, Direct measurements for highly-exposed TEPCO workers and NIRS first responders involved in the Fukushima NPS accident. NIRS-M-252, 27-34, 2012.
- [5] N. Ishigure, M. Matsumoto, T. Nakano and H. Enomoto. Development of software for internal dose calculation from bioassay measurements. Radiat. Prot. Dosim. 109, 235-242 (2004). <http://www.nirs.go.jp/db/anzendb/RPD/mondal3.php>
- [6] 河合勝雄、遠藤章、桑原潤、山口武憲、水戸誠一 ICRP の内部被ばく線量評価法に基づく空气中濃度等の試算, JAERI-Data/cade 2000-001 (2000).（日本語）
<http://jolissrch-inter.tokai-sc.jaea.go.jp/pdfdata/JAERI-Data-Code-2000-001.pdf>