

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

福島第一原子力発電所（1F）における内部被ばく線量評価は、主な取り込み核種が従来の核種と異なっている（Co-60→I-131, Cs-137）ことや、内部取り込み後再び内部摂取する（追加摂取）場合の評価もありうるなど、従来線量評価に用いていた「線量管理マニュアル」（以下、「マニュアル」という）では評価が困難な場合が発生している。ここでは、1Fにおいて緊急作業に従事した者を対象として、内部被ばく線量の評価方法を定める。

1. 評価方法

(1) 測定方法

【決定事項】

プラスチックシンチレーション検出器を用いたホールボディカウンタ（以下、「WBC(PL)」という：発電所のチェア型WBCが該当）による測定の場合、NaIシンチレーションサーベイメータ（以下、「NaIサーベイメータ」という）を用いた頸部甲状腺の線量測定を併用して評価する。なお、「NaIサーベイメータ」を用いた測定は、当面、震災後の初回測定者を対象とし、3月～5月上旬までの1F入域者において退域から数日以内に測定することが好ましく、7月以降は測定を行わない。

NaIシンチレーション検出器を用いたホールボディカウンタ（以下、「WBC(NaI)」という：JAEAから借用した小名浜と支店巡回用のWBC車が該当）による測定の場合は、NaIサーベイメータによる測定は不要とする。

【根 拠】

WBC(PL)による測定の場合、主要核種であるI-131の体内量が同定できないため、頸部甲状腺の線量測定を併用して実施する。

(2) WBC(PL)による評価方法(6月末測定分まで)

【決定事項】

主にCs-137の摂取量を評価する目的で測定し、マニュアルの「4.2(1)体外計測法による内部被ばく評価」に準じて評価を行う。検出器を塞がない位置（後頭部頭髪など）に身体汚染が認められた場合、当該部位を遮へいして測定する。

【詳細】

WBC(PL)により Cs-137 で校正したファントム効率を用いて評価する。

【評価方法】

- ・ WBC (PL) 計数率(cpm)をファントム効率 (cpm/(γ /m)), 60(s/m)及びガンマ線放出率で除して、Cs-137 換算の体内量 (Bq) を算出する。
- ・ 体内量を全身残留率で除することにより摂取量 (Bq) を算出する。
- ・ 摂取量に実効線量係数 (mSv/Bq) を乗じて、預託実効線量 (mSv) を算出する。

(3) WBC(PL)による評価方法(7月以降測定分)

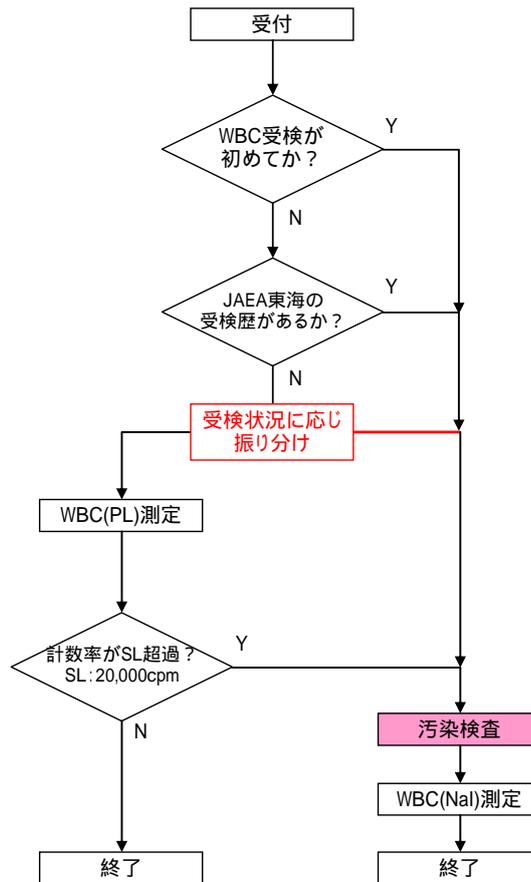
【決定事項】

7月以降の測定については、NaI サーベイメータによる甲状腺測定は実施しない。これに伴い、以下の運用を行うこととする。

Jービレッジには7月以降順次 WBC(PL) および WBC(NaI)が設置されるが、WBC(PL)によるスムーズな測定ができる台数が確保されるまで*は、WBC(PL)と WBC(NaI)を併用する。併用時の割り振りについては、過去に内部被ばく線量が高かった(20mSv 超過目処)者は追加摂取分を評価する必要があるので、WBC(NaI)による測定を実施する。また、初回測定者も WBC(NaI)による測定を行う。(図1)

Jービレッジにおける WBC(PL)のスクリーニング測定に十分な台数が確保された後は、WBC(PL)をスクリーニング判定用として使用し、スクリーニングレベル(SL)を超過した者に対して、WBC(NaI)による測定を実施し、線量評価を実施する。SLはNETで20,000cpmとし、それ以下の者は「記録レベル以下」とする。

なお、原則として、7月以降の摂取についてはI-131の補正は実施しない。ただし、WBC(PL)でSLを超過しWBC(NaI)による測定を実施した際に追加摂取のおそれがありI-131が検出されない場合については、I-131の補正を実施する。



汚染検査は、精密な線量評価を行うWBC(NaI)での測定に際し、測定された結果に表面汚染の寄与があるか否かを判別するために実施する。

WBC(PL)だけでスムーズな測定ができる台数が確保された後は赤字部分の振り分けは実施せず、原則WBC(PL)でスクリーニング測定を実施する。

図1. スクリーニング測定方法

【根拠】

- 5月月初の環境中の I-131/Cs-137 比は約 1 であり、6月月初は約 0.1 である。これ以降、I-131 は検出限界値となるデータが多くなってきているため、7月月初は単純計算できないので、トレンドから求め 0.01 (1%) と仮定する。(I-131 の物理的半減期は 30 日で 7.4% まで減衰するので、I-131/Cs-137 比は1月経過すると 7.4% となる)
7月月初における I-131 の摂取量を Cs-137 の 1%、Cs-137 と Cs-134 がほぼ同量存在すると仮定すると、I-131 の実効線量への寄与は 1.5% となる。
($2.0E-05/6.7E-06 \times 0.01/2 = 0.015$) 従って、7月以降の測定では I-131 の線量を無視することとする。
- 6月末に小名浜の WBC (NaI) で測定した者のなかで I-131 が検出された者は、約 150 人に 1 人 (4 人/640 人) である。NaI サーベイメータは、WBC

(NaI) よりも感度が悪いので NaI サーベイメータによる甲状腺測定を実施しても I-131 を測定しているのではなく、全身分布の Cs-137 の γ 線を測定している。従って、7 月以降 NaI サーベイメータによる評価は実施しないこととする。

- ・ 従来 3 ヶ月に 1 回の測定で記録レベルを 2mSv と設定していたが、今回 1 ヶ月に 1 回の測定を標準としており、同等以上の記録レベルを担保するため、Cs-137 でその 1/4 の 0.5mSv 相当の計数率 20,000 (cpm) を S L とする。

$$0.5(\text{mSv}) / 6.7\text{E-}06(\text{mSv/Bq}) \times 0.36(30 \text{ 日残留率}) / 1.3(\text{Bq/cpm}) \\ = 20,666(\text{cpm})$$

- ・ 追加摂取のおそれがある場合に I-131 の補正を行うのは、環境中に I-131 が全く検出されなくなったわけではないための措置である。

(4) NaI サーベイメータによる評価方法

【決定事項】

甲状腺に沈着した I-131 の摂取量を評価する目的で測定し、マニュアルの「4.2(3)甲状腺における内部被ばく評価」に準じて評価を行う。ただし、この測定は摂取から一定時間経過すると、甲状腺に沈着したヨウ素ではなく、全身分布のセシウムを計測してしまうので、7 月以降の測定について、実施しない。

また、同じ理由で 3 月～5 月上旬までの 1 F 入域者において摂取日から約 1 ヶ月以上経過した後の測定結果から I-131 による内部被ばく量进行评估する場合には過去の統計に基づいた補正を行う。

【評価方法】

以下のとおり評価する。

① NaI サーベイメータを用いた測定・評価

3 月～5 月上旬までの入域者において 1 F 退域から数日以内に測定することが好ましい。

- ・ NaI サーベイメータの検出器の先端を甲状軟骨（のどぼとけ）の下にあてて、甲状腺線量率 S ($\mu\text{Sv/h}$) を求める。
- ・ 甲状腺線量率 S からバックグラウンド線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) を減じ、甲状腺沈着量換算係数 ($\text{Bq}/(\mu\text{Sv/h})$) * を乗じて体内量 (Bq) を算出する。
- ・ 体内量を甲状腺残留率で除することにより摂取量 (Bq) を算出する。
- ・ 摂取量に実効線量係数 (mSv/Bq) を乗じて、預託実効線量 (mSv) を算出する。

※ 甲状腺沈着量換算係数：頸部ファントムにより算出する。

(緊急被ばく医療ポケットブックでは、TCS-161 の場合、 20×10^3 ($\text{Bq}/(\mu\text{Sv/h})$))

② 統計に基づく補正を加えた評価 (I-131 による実効線量評価)

NaI サーベイメータの測定結果を用いず、WBC(P1)の測定結果から Cs-137 の実効線量を算出し、その値に統計に基づく実効線量比 (I-131/Cs-137) を掛けることにより I-131 の実効線量を算出する。
補正式は下記に定める。

$$Y = -0.4633X + 18843$$

Y : 実効線量比 (I-131/Cs-137)

X : 摂取日 (明治33年1月1日を「1」として開始する値)

なお、この評価方法が適用される場合は下記の通りである。

- (I) 甲状腺に沈着した I-131 起源の線量率が、NaI サーベイメータ測定によって得られた線量率に占める割合が低いと考えられる場合
- 例) ・ 体表面汚染の影響が無視できない場合
- ・ 体内に存在する Cs-134, 137 の放射エネルギーの影響が無視できない場合
 - ・ NaI サーベイメータ測定日が摂取日から約1ヶ月以上経過しているときなど測定時期が適切ではない場合
- (II) WBC(P1)測定のみを行い、NaI サーベイメータの測定を行っていない場合 (定期・オフライン WBC 受検)

【根拠】

NaI サーベイメータを用いた測定・評価には下記の点に注意する必要がある。

- ・ NaI サーベイメータにより得られた線量率は Cs-137 を起源とする線量も拾っているため、その線量率が I-131 起源のみであると仮定して I-131 摂取量を評価すると過大評価となる。
- ・ 体表面汚染を拾ってしまうと過大評価となるので1F 退域直後に測定することは好ましくないが、I-131 の半減期も考慮すれば1F 退域から数日以内に計測することが好ましい。
- ・ 3月～5月上旬までにおいて I-131 が1F 構内に豊富に存在していたことにより、NaI サーベイメータにより得られた線量率に占める I-131 起源の線量率の割合は低いと考えられるが、5月中旬以降では I-131 よりもむしろ Cs-137 の濃度が高く、5月中旬以降の入域者の NaI サーベイメータにより得られた線量率に占める I-131 起源の線量率は低いと考えられる。

上記の注意点により NaI サーベイメータを用いた測定・評価方法は3月～5月上旬までの入域者において1F 退域から数日以内に測定することが好ましく、それを越えた時期に測定を行った場合、I-131 による実効線量評価は過大または過小評価になる可能性がある。

統計に基づく補正評価（I-131による実効線量評価）に関する根拠は別紙1-4を参照。

(5) WBC(NaI)による評価方法

【決定事項】

核種の分別能力（エネルギー分解能）はGeに比べ相対的に低いものの、核種ごとの評価が可能であることから核種別の体内摂取量から線量評価を行う。なお、評価手順はマニュアルの「4.2(1)体外計測法による内部被ばく評価」に準じる。検出器を塞がない位置（後頭部頭髪など）に身体汚染が認められた場合、必要に応じて当該部位を遮へいして測定する。

なお、7月1日以降の測定については、「1.(4)WBC(PL)による評価方法（7月以降測定分）」を参照のこと。

【評価方法】

以下のとおり評価する。

- ・WBC(NaI)により測定した結果を核種ごとに体内量(Bq)を算出する。
- ・体内量を全身残留率で除することにより摂取量(Bq)を算出する。
- ・摂取量に実効線量係数(mSv/Bq)を乗じて、預託実効線量(mSv)を算出する。

(6) 詳細測定

【決定事項】

線量評価の結果20mSvを超過した者は、行動調査を実施した上で、WBC(Ge)により詳細測定を実施する。行動調査は、摂取日を正確に設定することにより正確な線量評価のために実施する。

50mSvを超過した者は、行動調査による再評価に先行して詳細測定を行うことを可とする。

【根拠】

ICRP103パラグラフ(244)線量限度の項に職業被ばくの線量限度に関して「その限度は定められた5年間の平均で年間20mSv(5年で100mSv)の実効線量として表されるべき・・・」とありこの数値と同じである。ICRP103にはさらに(241)項において20mSvより大きく100mSvまでの線量に関しては放射線防護の要件として

「個人は放射線リスク及び線量を下げるべき対策について情報を知らされるべきである。個人線量の評価が行われるべきである。」とあり、20mSvはこの基準の最小値である。

年摂取限度である20mSvを超過した者は、WBC(Ge)による詳細測定を実施し、外部被ばく線量と合算することにより線量限度を超過していないことを確認する。

また、摂取日は保守的に作業員から聞き取りを行った作業開始日を設定しているが、行動調査により摂取日を正しく設定し再評価した上で、WBC(Ge)により詳細測定する。

以上の検討を踏まえ、WBC(NaI)による測定・評価のフローを図3、4に示す。

WBC(NaI)測定フロー

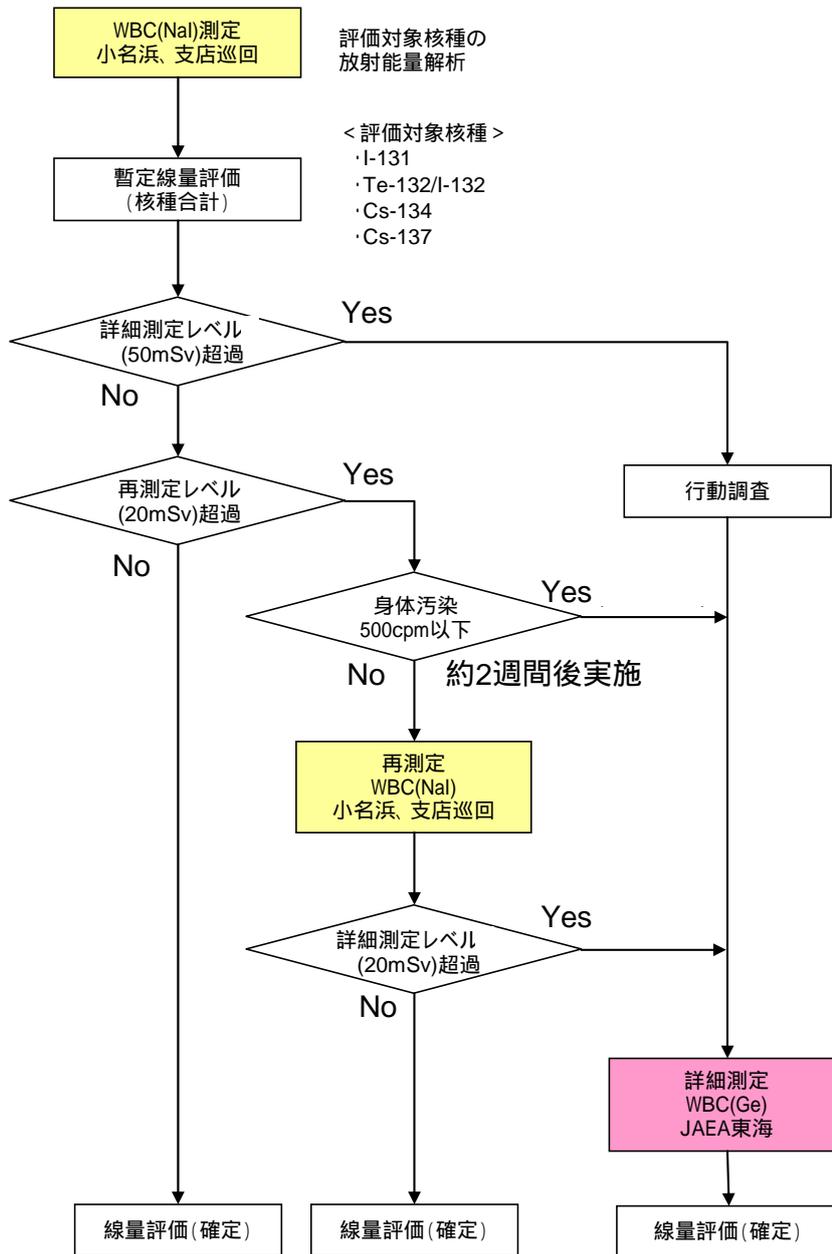


図3 . W B C 測定・評価フロー（当初）

WBC(NaI)測定フロー

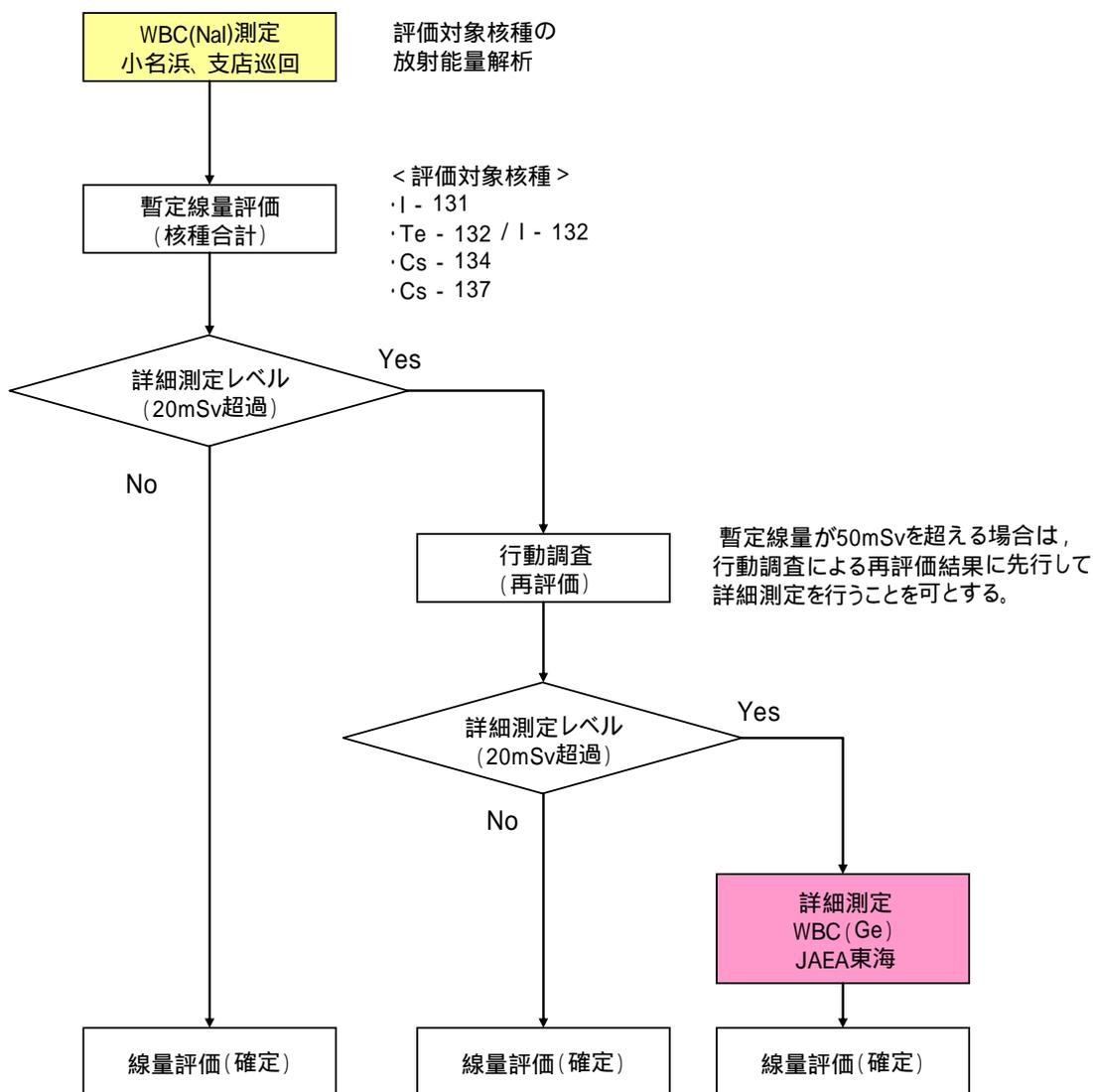


図4 . WBC 測定・評価フロー (身体汚染が発生しなくなった場合)

2 . 評価条件

内部被ばく線量評価に用いる評価条件は、別紙1のとおりとする。

以 上

内部被ばく線量評価条件等について

福島第一原子力発電所の作業者における内部被ばく線量評価に係る評価条件等を以下のとおり設定する。

評価条件項目	評価条件設定内容	別表
1. 評価対象核種（化学形） ^{※1}		
①WBC (NaI) 測定対象者	<ul style="list-style-type: none"> ・ I-131（蒸気） ・ Te-132/I-132（蒸気） ・ Cs-137（すべての化合物：タイプ F） ・ Cs-134（すべての化合物：タイプ F） 	
②WBC (PL) 測定対象者	<ul style="list-style-type: none"> ・ I-131（蒸気）^{※2} ・ Cs-137（すべての化合物：タイプ F）^{※3} 	
2. 実効線量係数	<p>実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示 別表第2 第2欄「吸入摂取した場合の実効線量係数」</p>	別表 1
3. 体内残留率（全身又は甲状腺残留率）	<p>内部被ばく線量評価コード「MONDAL3」（放射線医学総合研究所）の残留率^{※4}</p>	別表 2
4. 摂取日	<p>作業開始日が3月、4月の場合： 摂取日を作業開始日とする なお、作業開始が3月11日以前の場合、摂取日を3月12日とする。^{※5}</p> <p>作業開始日が5月以降の場合： 摂取日を作業開始日と終了日の中間日とする。^{※6}</p>	
5. WBC (NaI) 測定時期遅れによる I-131 が ND となった場合の補正	別紙 1-2 参照	
6. 前回評価分の残留量	別紙 1-3 参照	
7. 線量評価値の有効数字	小数点以下2桁（3桁目を四捨五入）	
8. 統計に基づく補正評価（I-131による実効線量評価）	別紙 1-4 参照	

※1 作業環境測定結果及びWBC (Ge)測定による精密測定結果より設定

※2 NaI サーベイメータによる甲状腺測定値(μ Sv/h)より、I-131の残留量を算出

※3 WBC (P1)測定による全身測定値(cpm)より、Cs-137の全身残留量を算出

- ※4 詳細測定（JAEA）の評価条件及び評価コードの公開性の観点から、同コード「MONDAL3」の体内残留率を用いる。ただし、MONDAL3 に掲載されていないTe-132(I-132)の体内残留率については、「IDEC Ver.1」の値を用いる。
- ※5 環境中の放射性物質濃度は、水素爆発後急激な上昇・下降を示し、その後徐々に低下傾向にある。従って、3月、4月入域者の摂取は前半に偏っていると考えられるので、摂取日を作業開始日に設定する。なお、最初の水素爆発は3月12日なので、摂取日は最大遡っても3月12日とする。
- ※6 内部被ばくの主要核種であるヨウ素について、環境中の放射性物質濃度は5月以降十分低い値となっていることから、摂取日は作業期間の中間日を設定する。

別表1 実効線量係数

核種	実効線量係数 (mSv/Bq)
I-131 (蒸気)	2.0×10^{-5}
Te-132/I-132 (蒸気)	$5.1 \times 10^{-6} / 3.2 \times 10^{-7}$
Cs-137 (すべての化合物：タイプ F)	6.7×10^{-6}
Cs-134 (すべての化合物：タイプ F)	9.6×10^{-6}

別表2 体内残留率(全身又は甲状腺残留率)

残留率関数 経過日数	I-131		Te-132	I-132	Cs-137	Cs-134
	全身	甲状腺	全身	全身	全身	全身
0.2	8.11E-01	1.04E-01	9.10E-01		7.58E-01	7.58E-01
1	3.31E-01	2.29E-01	5.90E-01	5.6E-01	5.97E-01	5.96E-01
2	2.41E-01	2.23E-01	3.70E-01	3.4E-01	5.05E-01	5.04E-01
3	2.12E-01	2.03E-01	2.60E-01	2.4E-01	4.65E-01	4.63E-01
4	1.92E-01	1.85E-01	1.90E-01	1.7E-01	4.45E-01	4.43E-01
5	1.75E-01	1.68E-01	1.40E-01	1.3E-01	4.34E-01	4.32E-01
6	1.60E-01	1.53E-01	1.10E-01	9.9E-02	4.26E-01	4.24E-01
7	1.46E-01	1.39E-01	8.90E-02	8.1E-02	4.21E-01	4.18E-01
8	1.34E-01	1.27E-01	7.10E-02	6.4E-02	4.16E-01	4.13E-01
9	1.23E-01	1.15E-01	5.70E-02	5.2E-02	4.12E-01	4.09E-01
10	1.12E-01	1.05E-01	4.50E-02	4.0E-02	4.09E-01	4.05E-01
11	1.03E-01	9.57E-02	3.61E-02	3.3E-02	4.05E-01	4.02E-01
12	9.40E-02	8.71E-02	2.80E-02	2.6E-02	4.02E-01	3.98E-01
13	8.60E-02	7.93E-02	2.35E-02	2.1E-02	4.00E-01	3.95E-01
14	7.86E-02	7.22E-02	1.80E-02	1.6E-02	3.97E-01	3.92E-01
15	7.19E-02	6.58E-02	1.40E-02	1.3E-02	3.94E-01	3.89E-01
16	6.57E-02	5.99E-02	1.20E-02	1.1E-02	3.92E-01	3.86E-01
17	6.01E-02	5.45E-02	9.35E-03	8.5E-03	3.89E-01	3.83E-01
18	5.49E-02	4.97E-02	7.14E-03	6.5E-03	3.87E-01	3.81E-01
19	5.01E-02	4.52E-02	6.25E-03	5.6E-03	3.84E-01	3.78E-01
20	4.58E-02	4.12E-02	4.50E-03	4.1E-03	3.82E-01	3.75E-01
21	4.19E-02	3.75E-02	3.88E-03	3.5E-03	3.79E-01	3.72E-01
22	3.82E-02	3.42E-02	3.30E-03	3.0E-03	3.77E-01	3.70E-01
23	3.49E-02	3.11E-02	2.39E-03	2.2E-03	3.74E-01	3.67E-01
24	3.19E-02	2.84E-02	2.00E-03	1.8E-03	3.72E-01	3.64E-01
25	2.91E-02	2.58E-02	1.69E-03	1.5E-03	3.70E-01	3.62E-01
26	2.66E-02	2.35E-02	1.40E-03	1.3E-03	3.67E-01	3.59E-01
27	2.43E-02	2.14E-02	9.52E-04	8.6E-04	3.65E-01	3.57E-01
28	2.22E-02	1.95E-02	7.90E-04	7.1E-04	3.63E-01	3.54E-01
29	2.02E-02	1.78E-02	6.49E-04	5.9E-04	3.60E-01	3.51E-01
30	1.85E-02	1.62E-02	5.40E-04	4.9E-04	3.58E-01	3.49E-01
31	1.68E-02	1.48E-02	4.27E-04	3.8E-04	3.56E-01	3.46E-01
32	1.54E-02	1.35E-02	3.38E-04	3.0E-04	3.53E-01	3.44E-01
33	1.40E-02	1.23E-02	2.67E-04	2.4E-04	3.51E-01	3.41E-01
34	1.28E-02	1.12E-02	2.12E-04	1.9E-04	3.49E-01	3.39E-01
35	1.17E-02	1.02E-02	1.68E-04	1.5E-04	3.47E-01	3.37E-01
36	1.07E-02	9.29E-03	1.33E-04	1.2E-04	3.45E-01	3.34E-01
37	9.73E-03	8.46E-03	1.06E-04	9.5E-05	3.42E-01	3.32E-01
38	8.88E-03	7.71E-03	7.81E-05	9.5E-05	3.40E-01	3.29E-01
39	8.10E-03	7.03E-03	7.81E-05	7.1E-05	3.38E-01	3.27E-01
40	7.39E-03	6.41E-03	5.81E-05	5.3E-05	3.36E-01	3.25E-01
41	6.74E-03	5.84E-03	4.31E-05	3.9E-05	3.34E-01	3.22E-01
42	6.15E-03	5.32E-03	4.31E-05	3.9E-05	3.32E-01	3.20E-01
43	5.61E-03	4.85E-03	3.21E-05	2.9E-05	3.30E-01	3.18E-01
44	5.11E-03	4.42E-03	2.38E-05	2.2E-05	3.27E-01	3.15E-01
45	4.67E-03	4.03E-03	1.77E-05	1.6E-05	3.25E-01	3.13E-01
46	4.26E-03	3.67E-03	1.77E-05	1.6E-05	3.23E-01	3.11E-01
47	3.88E-03	3.35E-03	1.31E-05	1.2E-05	3.21E-01	3.09E-01
48	3.54E-03	3.05E-03	1.31E-05	1.2E-05	3.19E-01	3.06E-01
49	3.23E-03	2.78E-03	8.77E-06	7.9E-05	3.17E-01	3.04E-01
50	2.94E-03	2.53E-03	8.77E-06	7.9E-06	3.15E-01	3.02E-01

残留率関数	I-131		Te-132	I-132	Cs-137	Cs-134
経過日数	全身	甲状腺	全身	全身	全身	全身
51	2.68E-03	2.31E-03	5.88E-06	5.3E-06	3.13E-01	3.00E-01
52	2.45E-03	2.10E-03	3.95E-06	3.6E-06	3.11E-01	2.98E-01
53	2.23E-03	1.92E-03	3.95E-06	3.6E-06	3.09E-01	2.96E-01
54	2.04E-03	1.75E-03	2.65E-06	2.4E-06	3.07E-01	2.93E-01
55	1.86E-03	1.59E-03	2.65E-06	2.4E-06	3.05E-01	2.91E-01
56	1.69E-03	1.45E-03	1.78E-06	1.6E-06	3.03E-01	2.89E-01
57	1.54E-03	1.32E-03	1.78E-06	1.6E-06	3.01E-01	2.87E-01
58	1.41E-03	1.21E-03	1.19E-06	1.1E-06	3.00E-01	2.85E-01
59	1.28E-03	1.10E-03	1.19E-06	1.1E-06	2.98E-01	2.83E-01
60	1.17E-03	1.00E-03	8.00E-07	7.2E-07	2.96E-01	2.81E-01
61	1.07E-03	9.14E-04	8.00E-07		2.94E-01	2.79E-01
62	9.73E-04	8.33E-04	8.00E-07		2.92E-01	2.77E-01
63	8.87E-04	7.60E-04	8.00E-07		2.90E-01	2.75E-01
64	8.09E-04	6.92E-04	8.00E-07		2.88E-01	2.73E-01
65	7.38E-04	6.31E-04	8.00E-07		2.87E-01	2.71E-01
66	6.73E-04	5.75E-04	8.00E-07		2.85E-01	2.69E-01
67	6.13E-04	5.24E-04	8.00E-07		2.83E-01	2.67E-01
68	5.59E-04	4.78E-04	8.00E-07		2.81E-01	2.65E-01
69	5.10E-04	4.36E-04	8.00E-07		2.79E-01	2.63E-01
70	4.65E-04	3.97E-04	8.00E-07		2.78E-01	2.61E-01
71	4.24E-04	3.62E-04	8.00E-07		2.76E-01	2.59E-01
72	3.86E-04	3.30E-04	8.00E-07		2.74E-01	2.58E-01
73	3.52E-04	3.01E-04	8.00E-07		2.72E-01	2.56E-01
74	3.21E-04	2.74E-04	8.00E-07		2.71E-01	2.54E-01
75	2.93E-04	2.50E-04	8.00E-07		2.69E-01	2.52E-01
76	2.67E-04	2.28E-04	8.00E-07		2.67E-01	2.50E-01
77	2.43E-04	2.08E-04	8.00E-07		2.65E-01	2.48E-01
78	2.22E-04	1.89E-04	8.00E-07		2.64E-01	2.47E-01
79	2.02E-04	1.73E-04	8.00E-07		2.62E-01	2.45E-01
80	1.84E-04	1.57E-04	8.00E-07		2.60E-01	2.43E-01
81	1.68E-04	1.43E-04	8.00E-07		2.59E-01	2.41E-01
82	1.53E-04	1.31E-04	8.00E-07		2.57E-01	2.40E-01
83	1.40E-04	1.19E-04	8.00E-07		2.55E-01	2.38E-01
84	1.27E-04	1.09E-04	8.00E-07		2.54E-01	2.36E-01
85	1.16E-04	9.91E-05	8.00E-07		2.52E-01	2.35E-01
86	1.06E-04	9.03E-05	8.00E-07		2.51E-01	2.33E-01
87	9.66E-05	8.23E-05	8.00E-07		2.49E-01	2.31E-01
88	8.80E-05	7.50E-05	8.00E-07		2.47E-01	2.30E-01
89	8.03E-05	6.84E-05	8.00E-07		2.46E-01	2.28E-01
90	7.32E-05	6.24E-05	8.00E-07		2.44E-01	2.26E-01
91	6.67E-05	5.69E-05	8.00E-07		2.43E-01	2.25E-01
92	6.08E-05	5.18E-05	8.00E-07		2.41E-01	2.23E-01
93	5.54E-05	4.72E-05	8.00E-07		2.40E-01	2.21E-01
94	5.05E-05	4.31E-05	8.00E-07		2.38E-01	2.20E-01
95	4.61E-05	3.93E-05	8.00E-07		2.37E-01	2.18E-01
96	4.20E-05	3.58E-05	8.00E-07		2.35E-01	2.17E-01
97	3.83E-05	3.26E-05	8.00E-07		2.34E-01	2.15E-01
98	3.49E-05	2.97E-05	8.00E-07		2.32E-01	2.14E-01
99	3.18E-05	2.71E-05	8.00E-07		2.31E-01	2.12E-01
100	2.90E-05	2.47E-05	8.00E-07		2.29E-01	2.10E-01

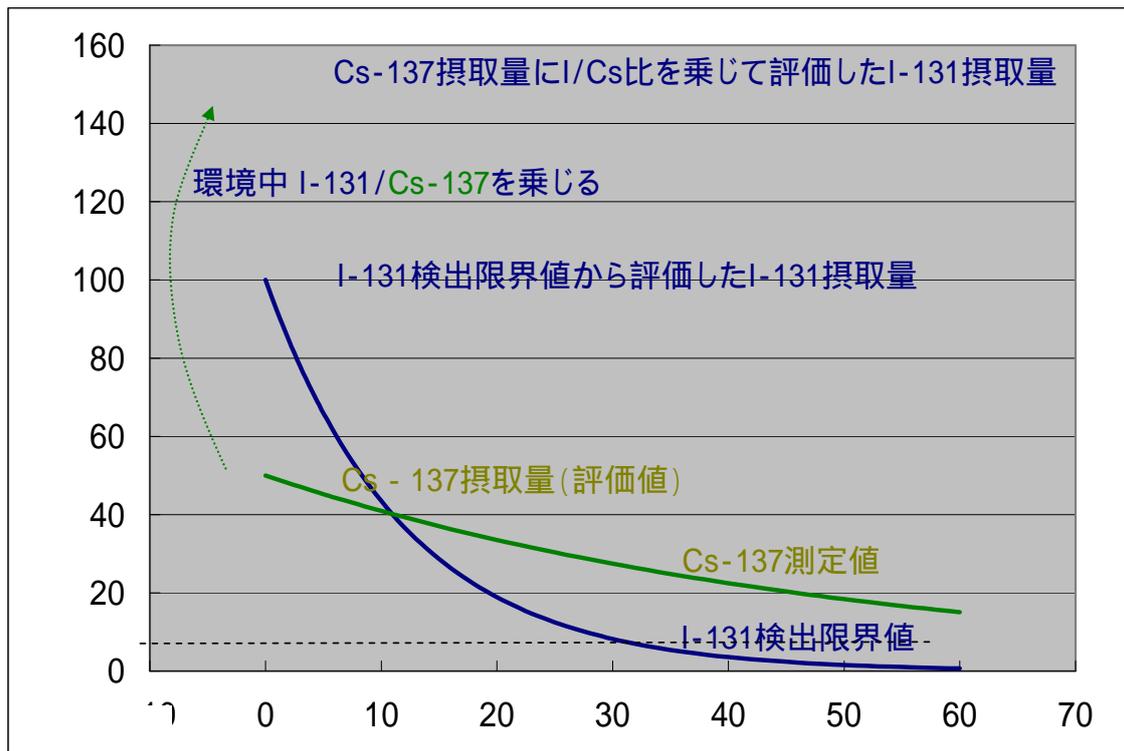
Te-132の61日目以降の残留率は、60日のデータを入力してある。

別紙 1 - 2 測定時期遅れによる I-131 が ND となった場合の補正方法について

I-131 は半減期が 8 日と短いので、摂取から測定まで時間が経過してしまうと検出されない場合がある。ここでは、I-131 が検出されない場合の補正方法を定める。

1 . 摂取時期が 3 月～ 6 月の場合

摂取日が 3 月～ 6 月で、I-131 が検出されていない場合、以下の補正を行い I-131 の摂取量を計算により求め、実効線量を評価する。



(1) 環境データに基づく I-131/Cs-137 比を用いた補正

I-131 が検出されず、Cs-137 が検出された場合、以下の補正を行う。

- ・ Cs-137 測定値を Cs-137 の残留率で除し、Cs-137 摂取量とする。(①→②)
- ・ Cs-137 摂取量に摂取日の環境中 I-131/Cs-137 比^{*}を乗じて、I-131 摂取量とする。(②→③)

(2) I-131 検出限界値を用いた補正

- ・ I-131 検出限界値を I-131 残留率で除し、I-131 摂取量とする。(④→⑤)

(3) 補正值の決定

- ・ 環境データに基づく補正值と検出限界値に基づく補正值を比較し、低い方を

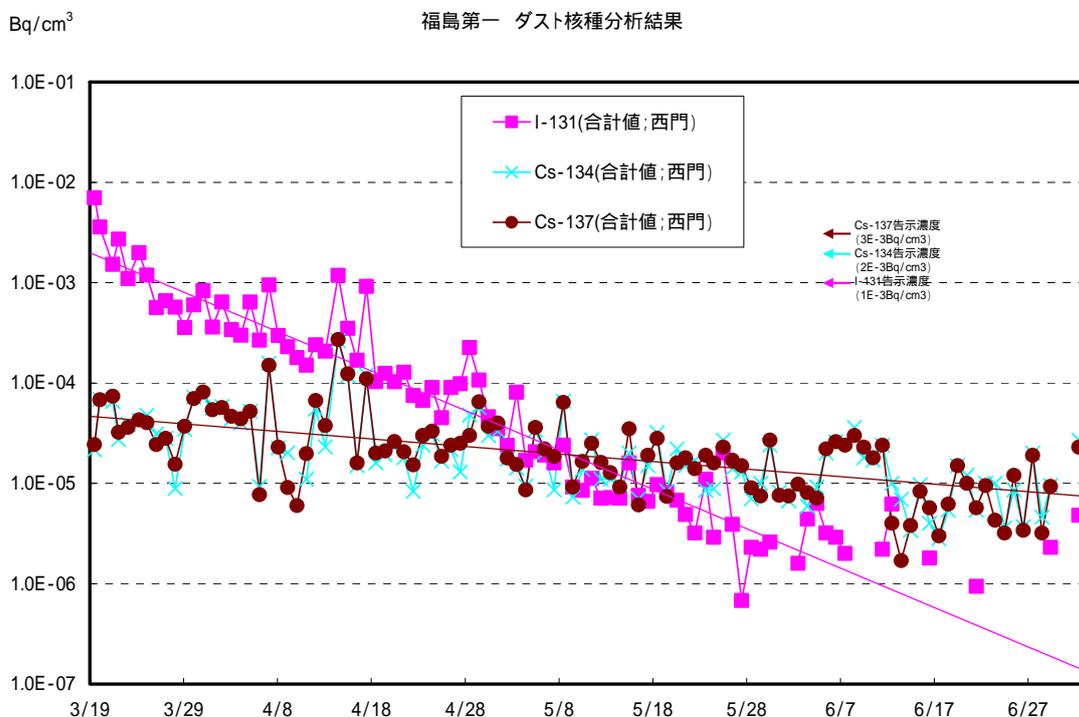
I-131 摂取量とする。

(4) 同時期の作業者の摂取量等のデータから評価

・同時期の作業者の摂取量等のデータから評価することも可能とする。

※ I-131/Cs-137 比

当該摂取日に測定した環境データから「I-131/Cs-137 存在比」を設定する。データのばらつきを防ぐため、摂取日とその前後 2 日ずつを含む 5 日間の移動平均をとることとする。参考として環境中の I-131 および Cs-137 のダスト濃度のトレンドを下図に示し、「I-131/Cs-137 存在比」を下表に示す。グラフの右端で I-131 のプロットがない部分は、検出限界値以下のデータである。



図．福島第一原子力発電所 ダスト核種分析結果

2 . 摂取時期が7月以降の場合

7月以降、ダスト核種分析結果の I-131 濃度は、検出限界値以下のデータが多くなってきているため、7月以降の I-131/Cs-137 存在比をトレンドにより求めると 0.01 となる。I-131 の実効線量換算係数は Cs-137 の 3 倍であること、Cs-137 と Cs-134 を同量摂取したと仮定すると、7月以降の摂取では、実効線量に占める I-131 の寄与分は 1～2%となる。従って、7月以降 I-131 の線量寄与は十分低いものとして、線量評価上無視することとする。

表. 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	1.80E-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	4.80E-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	6.80E-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
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-06	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			1.1E-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	M P. 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	0.1	正門
6月30日			0.0E+00			0.0E+00	0.0	0.1	西門

内部被ばく線量評価のための1F敷地内空气中放射性物質濃度を用いたヨウ素-131とセシウム-137比 (ホームページ掲載データより)

別紙 1 - 3 追加摂取時の評価方法について

WBC測定初期の身体汚染や、甲状腺への局在化への計数効率の違い（全身型WBC(NaI)の特性)、またはヨウ素補正による過剰評価分を排除するため、複数回測定を行った者は、過大評価となるデータを棄却し、より確からしい測定データを採用してきた。

しかしながら、作業環境中の放射性物質濃度の低減が進むにつれ、上記のような過剰評価は減少してきていることや、定期的に内部被ばく線量を評価するためには、2回目以降の測定データを生かす必要がある。

従って、以下のような【棄却基準】を満たす場合を除き、2回目以降の測定データは前回測定以降、どの程度追加で摂取したか評価し、追加摂取分を2回目以降の線量とする。追加摂取の評価方法は【追加摂取評価方法】のとおりである。

【棄却基準】

- ① 身体汚染による影響が疑われる場合
- ② 全身型WBC(NaI)による測定で、甲状腺への局在化による計数効率の違いから評価値が過剰と疑われる場合
- ③ WBC(PL)+NaIサーベイメータによる測定で、過剰評価が疑われる場合
- ④ ヨウ素補正による過剰評価が疑われる場合

【追加摂取評価方法】

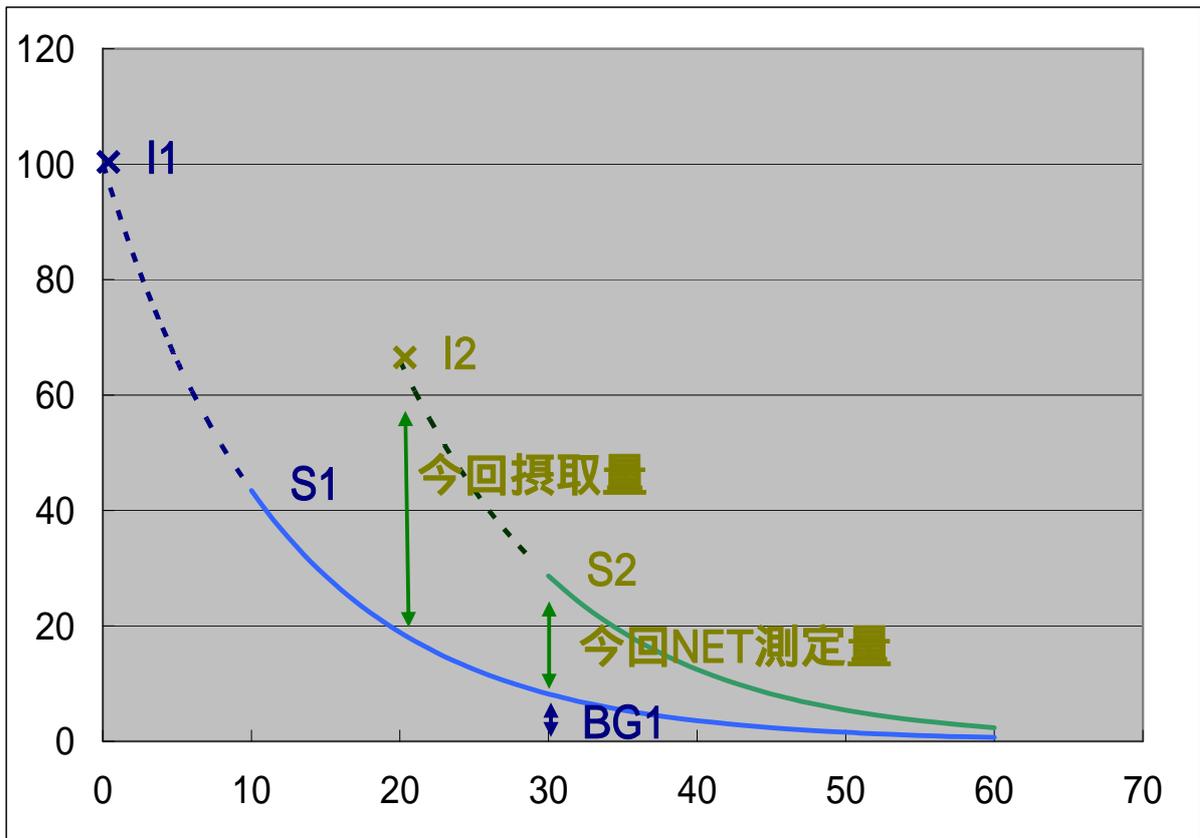


図. 追加摂取時の評価方法について

- ① 各核種ごとに前回測定値(S1)を今回測定(S2)時点に残留率で減衰させ、前回測定値の残留分(BG1)を求める。
- ② 今回測定値(S2)から前回測定値の残留分(BG1)を引き、今回 NET 測定量(S2-BG1)とする。
- ③ 今回摂取日(2回目以降)は、前回測定と今回測定の間の日とする。
- ④ 今回 NET 測定量(S2-BG1)を I2 時点→S2 時点の残留率で除し、今回摂取日に割り戻し、今回摂取量とする。
- ⑤ 今回摂取量に線量換算定数を乗じ、今回線量(追加摂取分)とする。

別紙1 - 4 統計に基づく補正評価 (I-131 による実効線量評価)

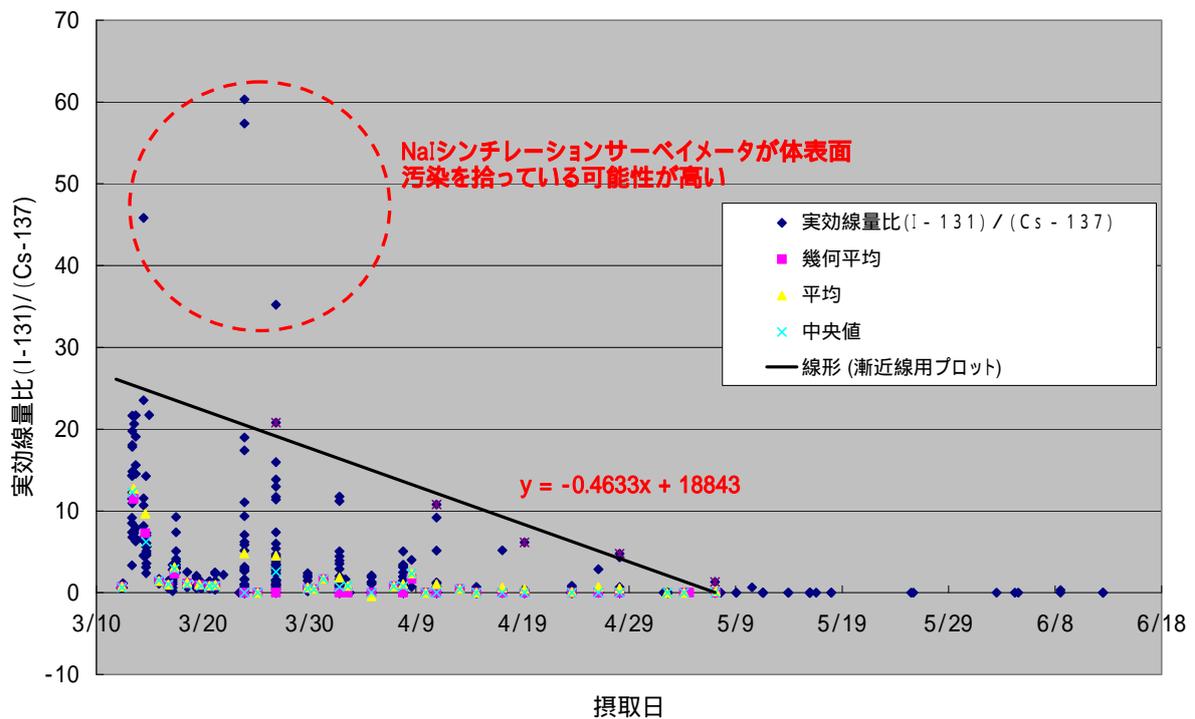


図. 実効線量比 (I-131) / (Cs-137) と摂取日の相関

上記は実効線量比 (I-131) / (Cs-137) と摂取日の相関を示している。統計に用いたデータは下記に示すとおりである。

- ① 福島第一原子力発電所の応援に行った柏崎刈羽原子力発電所所員の測定データ (約 500 サンプル) を使用。
- ② 測定器は WBC (P1)、NaI シンチレーション測定器を使用。
- ③ WBC (P1) による測定結果は、1F 退所後約 1 ヶ月以内に 1 ~ 3 回測定を行い、体表面汚染汚の影響が低いと思われる値を採用した。
- ④ NaI シンチレーションサーベイメータの測定は数日以内 (平均約 2 日後) に実施。

以上より WBC (P1) 測定結果から算出した Cs-137 による実効線量ならびに NaI サーベイメータ測定結果から算出した I-131 による実効線量は適切に測定・評価されている。

それらのデータから汚染を拾っている可能性があるサンプル 4 点を除くその他のサンプルを用いて保守的な補正直線を算出した。