

平成 23 年 7 月 22 日

放医研線量評価システムの積算線量計算方法と今後の検討課題

放射線医学総合研究所 緊急時線量評価チーム

放医研線量評価システムは、調査対象住民が入力した行動パターンを、予めシステムに用意する一日毎線量率マップと照合することにより、外部被ばくによる積算線量を算出する。適宜線量率マップを更新することにより、より最新のデータを用いた線量評価結果を提供することが可能である。

以下、現在の本システムで用いている積算線量算出方法及び線量率マップについて説明する。また、資料 5「外部被ばく線量評価に係る対処方針について（案）」に示す通り、適宜、本システムを改修することを予定している。その際の検討課題についても、以下に記す。

1. 行動パターンについて

行動パターンは福島県が作成、配布、回収する問診票の記録を使用する。問診票は紙媒体であるが、本システムの線量計算に必要なデータは福島県立医大が電子化を行い、放医研に送付する。図 1 に示す通り、問診票では一日の時系列で記載を求めているが、現在のシステムでは時間の概念はなく、一日自宅に何時間滞在したなど、(場所、時間、建物の造り)の組み合わせを入力データとする。

区分 月日	滞在 場所	時 刻								地名・施設名	
		0	3	6	9	12	15	18	21		24
記 入 例	屋内	①			④			④			① 自宅 ② 自宅の畑 ③ 車内 ④ 避難所 (○○市××中学校 ⊙) ⑤ ○○市××町字△△
	移動			③							
	屋外			② (80分)				⑤ (120分)			

図 1：問診票の行動パターン例 (<http://www.pref.fukushima.jp/imu/kenkoukanri/monshin.pdf>)

2. 積算線量計算方法について：

活動した場所に応じた一日毎の線量を以下の式から計算する。

① 居住場所屋内での線量：

＝居住場所が位置する領域の当該日の線量率($\mu\text{Sv/h}$)×(居住場所屋内での活動時間)×建物の造りによる線量低減係数*1

*1：本システムで用いる線量低減係数

・国際原子力機関 (IAEA) で設定された沈着した放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数 (表 1) を用いる。(出典：“Planning For Off-Site Response to Radiation Accidents in Nuclear Facilities”, IAEA-TECDOC-225)。実際には次の屋内/屋外の 2 つの係数を使用する予定である。；屋外：1.0、屋内：0.4。文科省公表の積算線量算出においても屋内は一律 0.4 (平屋あるいは 2 階だての木造家屋) としている。

・表2に浮遊放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数を示す。ブルームが通過したと考えられる事故初期は浮遊放射性物質の影響を考慮し、浮遊放射性物質に対する係数を使用する必要があるかもしれない。(例えば、屋外：1.0、屋内0.9(木造家屋)とするなど。)しかし、線量評価に浮遊放射性物質と沈着放射性物質の低減係数を導入するためには、それぞれの物質による線量寄与の割合を評価する必要がある。後述する現在用いる予定の線量率マップでは、それらの寄与割合の情報を持っていないため、線量評価を行う全日について沈着した放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数を用いることとした。(例えば、3月15日までは浮遊放射性物質に対する低減係数を使うなど、時期により係数を変えることは現在のシステムでも対応可能である。)

② 居住場所屋外での線量：

= 居住場所が位置する領域の当該日の線量率($\mu\text{Sv/h}$) \times 居住している場所周辺屋外での活動時間(h)

③ 外出先屋内での線量：

= 外出先が位置する領域の当該日の線量率($\mu\text{Sv/h}$) \times 外出先屋内での活動時間(h) \times 建物の造りによる線量低減係数

④ 外出先屋外での線量：

= 外出先が位置する領域の当該日の線量率($\mu\text{Sv/h}$) \times 外出先屋外での活動時間(h)

⑤ 移動元から外出先(移動先)までの移動中の線量：

今回の行動調査では、行動パターン入力が増雑になりすぎることを考慮し、交通手段、移動経路の質問は行っていない。そのため、本線量評価では、「移動元が位置する領域の線量率」と「外出先が位置する領域の線量率」の平均値に移動時間をかけることで移動中の線量を評価する。

③から⑤については、複数入力されていれば、その分が加算される。ただし、本システムで1日に扱える外出は、任意の8箇所(屋内/屋外)及びそれらの間の移動となる。

上記、①から⑤の合計が一日の線量となり、調査期間における合算値が積算線量となる。

3. 線量率マップについて：

本システムで用いる一日毎の線量率マップは、文科省がモニタリングデータを公表している期間についてはその実測値*2を基に構築し、それ以外の期間、つまり、事故初期の数日間についてはSPEEDIによる計算値*3から構築する。線量率マップの領域メッシュには、国土地理院が定める二次メッシュ(経度：7.5分、緯度5分)を5分割した領域(約2km \times 約2km)を設定する。

*2：東京電力株式会社福島第1及び第2原子力発電所周辺の放射線量等分布マップ

このデータには文科省測定データのみにならず、福島県が測定したデータも含んでいる。

(http://www.mext.go.jp/a_menu/saigaijohou/svousai/1305520.htm)

*3：住民の被ばく線量推定のためのSPEEDIによる計算の実施について

(<http://www.meti.go.jp/press/2011/06/20110628007/20110628007.html>)

文科省公表のモニタリングデータを基にした線量率マップの構築には、市販の地図情報処理ソフト (ESRI 社製 ArcGIS) を用いた。構築手順は以下のとおりである。

- 1) 離散データであるモニタリングデータを「Natural Neighbor」法を用いて内挿
- 2) 定義した約 2km×約 2km メッシュ領域毎にゾーン集計し、その平均値を各メッシュ領域の当該日の線量率とする。

SPEEDI は、1 時間毎の外部被ばく実効線量を、図 2 に示す領域内(98km×98km)において、1km×1km のメッシュで出力する。これらは上述した放医研システムの線量率マップ領域及びメッシュ定義と異なるため、以下の手順で本システムにおいて使用可能な線量率マップを構築する。

- 1) SPEEDI 出力結果を 1 日 24 時間で平均化。
- 2) 市販の地図情報処理ソフト (ESRI 社製 ArcGIS) を用いて、本システムのメッシュ定義で再構築。

図 2 に、上記の方法を用いて、線量率マップを構築することが可能な領域を示す。この領域は、全評価期間において、文科省モニタリングデータを基に構築した線量率マップ領域及び SPEEDI を基に構築した線量率マップ領域の重なる領域 (図 2: 線量率マップ構築可能領域) である。図 2 の拡大図に示すように、文科省モニタリングデータを基に構築した線量率マップでは、上述の通り内挿を行うため、モニタリングデータのない海岸付近の線量率を算出することができない (図 2: 文科省公表モニタリングデータから算出できない海岸線のメッシュ領域)。現状、この海岸沿いメッシュ領域では西隣のメッシュ領域の線量率を線量評価に用いる。よって、現状において本システムで線量評価可能な領域は、図 2 に示す「線量率マップ構築可能領域」と「文科省公表モニタリングデータから算出できない海岸線のメッシュ領域」の領域である。また、この領域の外で滞在中の線量は加算しない。

4. 今後の検討課題

SPEEDI の出力を用いることで、1 時間毎の行動調査記録及び 1 時間毎の線量率マップから線量を評価することも可能である。現在のシステムではその処理に対応することができないが、資料 5「外部被ばく線量評価に係る対処方針について (案)」の通り、20 万人を対象とする詳細調査で対応することを予定している。

全福島県民を対象とした場合、福島県全域を網羅する拡張方法について検討する必要がある。(図 2 参照) WSPEEDI の結果や文科省の線量測定マップの取り入れを図るとともに、航空機サーベイ結果等を参考にすることも考えられる。また、他県への移動した場合、その期間の線量をどの程度精緻に評価するかについても検討を必要とする。

表 1 沈着した放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数（原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」より抜粋）。

場 所	低減係数
理想的な平滑な面上1m（無限の広さ）	1. 00
通常の土地の条件下で地面から1mの高さ	0. 70
平屋あるいは2階建ての木造家屋	0. 40
平屋あるいは2階建てのブロックあるいは煉瓦造りの家屋	0. 20
その地下室	0. 10以下
各階が約450～900m ² の面積の3～4階建て建物1階及び2階	0. 05
その地下室	0. 01
各階の面積が約900m ² 以上の多層建築物上層	0. 01
その地下室	0. 005

表 2 浮遊放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数（原子力安全委員会「原子力施設等の防災対策について」より抜粋）。

浮遊放射性物質のガンマ線による被ばくの低減係数

場 所	低減係数
屋外	1. 0
自動車内	1. 0
木造家屋	0. 9
石造り建物	0. 6
木造家屋の地下室	0. 6
石造り建物の地下室	0. 4
大きなコンクリート建物（扉及び窓から離れた場合）	0. 2以下

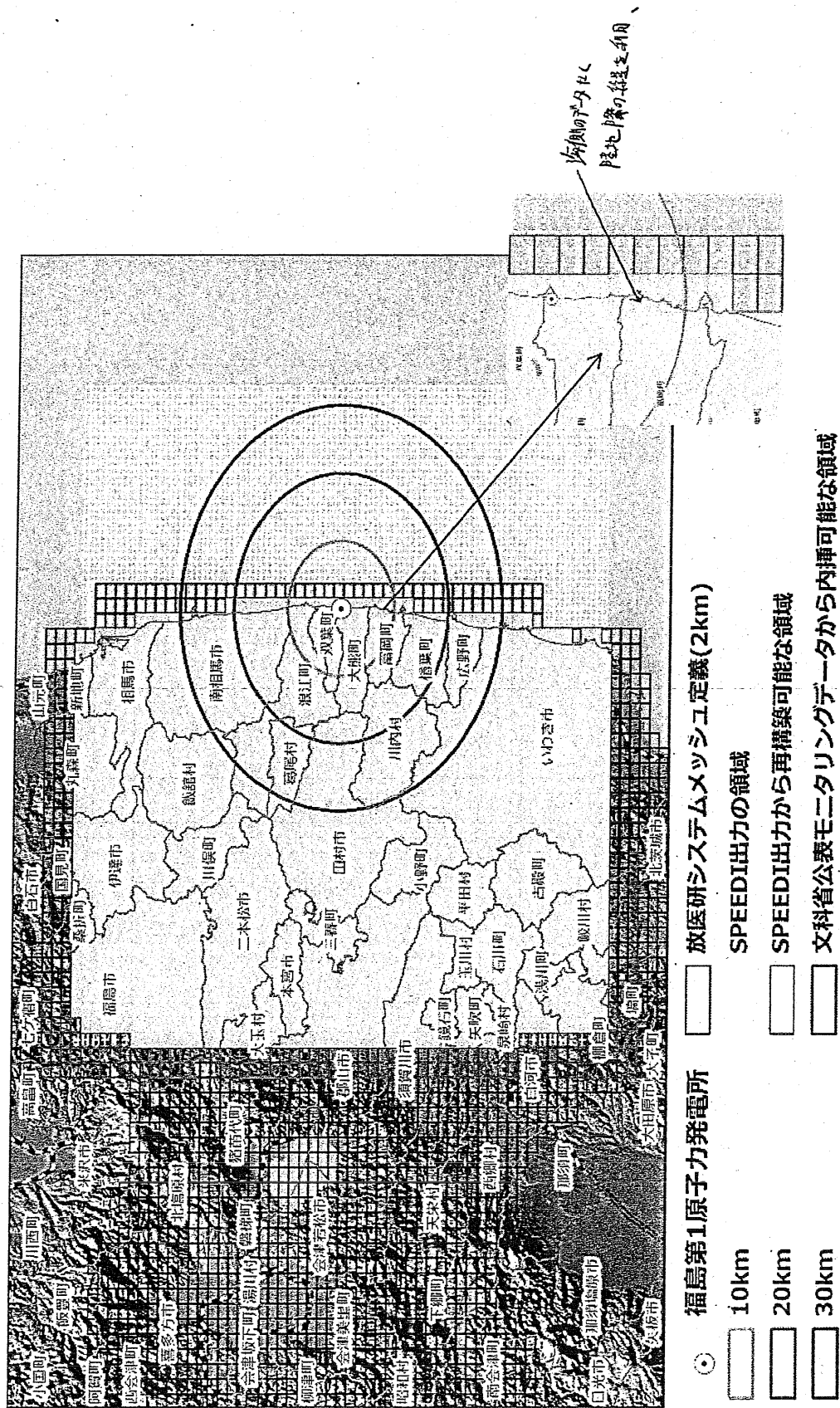


図 2：線量率マップを構築することが可能な領域