

放射線防護のための被ばくの区分と主に用いられる放射線の単位

被ばくの種類	被ばく線量の名称と単位	
職業被ばく	実効線量 等価線量	Sv (シーベルト)
公衆被ばく	実効線量 等価線量	Sv (シーベルト)
医療被ばく	吸収線量	Gy (グレイ)

- 放射線加重係数は確率の影響を評価するために定義されている。
- Svは100mGy以下の範囲で定義されている。

診断参考レベル

日本の診断参考レベル(2020年版)

National diagnostic reference levels in Japan (2020)

- Japan DRLs 2020 -

- 令和2年7月3日 -

医療被ばく研究情報ネットワーク(J-RIME)、医療放射線防護連絡協議会、日本医学物理学会、日本医学物理士会、日本医学放射線学会、日本インターベンショナルラジオロジー学会、日本核医学会、日本核医学技術学会、日本歯科放射線学会、日本小児心臓CTアライアンス、日本小児放射線学会、日本診療放射線技師会、日本乳がん検診精度管理中央機構、日本脳神経血管内治療学会、日本放射線影響学会、日本放射線技術学会、日本放射線腫瘍学会、日本保健物理学会、

協力：日本画像医療システム工業会、量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所

2020.8.31 一部修正

放射線防護のための被ばくの区分と主に用いられる放射線の単位

表1-3-1 成人CTの診断参考レベル

	CTDI _{vol} (mGy)	実効線量 (mSv)
頭部単純ルーチン	77	1.8
胸部1相	13	7.8
胸部～骨盤1相	16	-
上腹部～骨盤1相	18	-
肝臓ダイナミック	17	-
冠動脈(心臓)	66	-

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

代表的な一般撮影の診断参考レベル

撮影部位	入射表面線量 (mGy)	実効線量 (mSv)
頭部正面	2.5	
胸部正面 (100kV以上)	0.3	0.06
検診胸部正面 (100kV以上)	0.2	
乳児・幼児の胸部正面	0.2	
腹部正面	2.5	
頸椎側面	0.8	
胸椎側面	5.0	
腰椎側面	9.0	

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

マンモグラフィの診断参考レベル

- マンモグラフィシステムでは他のモダリティと比較して標準偏差が小さく、線量分布がまとまっているため95パーセンタイル値を使用する。
- 平均乳腺線量は**2.4mGy** (95パーセンタイル値)である。
- 実効線量は**0.3mSv**である。

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

標準的な口内法X線撮影での診断参考レベル

撮影部位	患者入射線量 (patient entrance dose : PED) (mGy)		
	成人	小児	
上顎	前歯部	1.1	0.9
	犬歯部	1.3	0.9
	小臼歯部	1.6	1.0
	大臼歯部	2.0	1.2
下顎	前歯部	1.0	0.7
	犬歯部	1.1	0.8
	小臼歯部	1.1	0.9
	大臼歯部	1.5	1.0

注1) 患者入射線量は患者の背面散乱を含まないコーン先端自由空気カーマです。

注2) 成人は標準的な体格の成人患者です。

注3) 小児は10歳小児患者です。

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

歯科パノラマ撮影による入射部皮膚表面の線量 (診断参考レベルではありません)

- 平成27年6月7日の「最新の国内実態調査結果に基づく診断参考レベルの設定」では、歯科パノラマ撮影の診断参考レベルは設定されていません。
- 歯科パノラマ撮影は入射部皮膚表面線量で評価されます。
- 日本放射線公衆安全学会によると、歯科パノラマ撮影での入射部皮膚表面線量は 0.40mGy です。
- 歯科パノラマ撮影の被ばく線量は、通常の歯科の撮影に比べ低いことに注意してください。

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

ポータブル撮影装置

- 重症患者で移動困難な場合や救命処置などで緊急の場合に限り、X線装置を移動して病室等で使用することが認められています。
- 一般的には胸部や腹部の仰臥位での正面撮影が行われます。

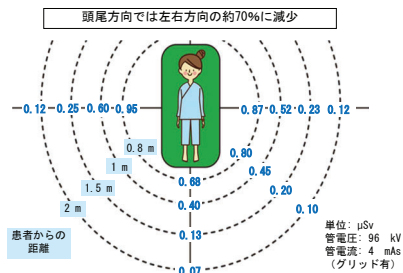
図2 ポータブル撮影装置
ポータブル撮影装置本体の写真です。X線防護衣（プロテクター）を着用し、イメージングプレートが入ったIPカセットを撮影部位にセットして撮影します。（シーメンヘルスケア株式会社）



細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

臥位でのポータブル撮影時の 医師・看護師・同室の患者等の被ばく線量

- 臥位でのポータブル撮影時の左右方向の周辺の線量は、2メートル離れた時には、成人の胸部撮影で 0.1μSv、成人の腹部撮影で 0.5μSvです。



細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

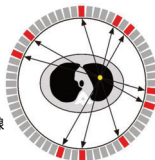
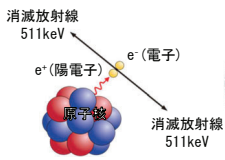
ポータブル撮影の2メートルルール (ポータブル撮影時の医師、看護師の被ばく線量軽減法)

- 一般に、線源からの距離が2倍になると、被ばく線量は4分の1となり、被ばくによる影響は4分の1となります。
- 病室内の撮影では撮影部位から2メートル以上離れば、被ばく線量は十分に低くなります。このことは、“ポータブル撮影の2メートルルール”と呼ばれます。
- 同室内の方には、できるだけ一時的に退室をお願いしたり、退室ができない場合にはX線防護衣（プロテクター）を用いるようにします。

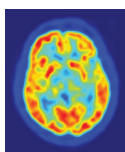
	ポータブル撮影時の 左右方向の周辺の線量		1日あたりの 自然放射線
	胸部撮影 (成人)	腹部撮影(成 人)	
2 m離れたとき	0.1 μSv	0.5 μSv	6.6 μSv

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

¹⁸F-FDGによるPET検査



左側の図は陽電子の対消滅を示し、右側の図はPET装置の原理を示します。陽電子は近傍の原子の陰電子と衝突して対消滅し、電子の静止質量に等しいエネルギー(511keV)の消滅放射線が2個放出されます。おのおののγ線は反対方向へ対で放出されます。



左画像はPET装置で、右の画像は¹⁸F-FDGによる脳のPET画像です。赤い部分は糖の取り込み量が大きく、青色の部分は糖の取り込みが小さい部分です。

¹⁸F-FDG PET検査による被検者の被ばく線量

核種	投与量 (MBq)	赤色骨髄 (mGy)	膀胱壁 (mGy)	実効線量 (mSv)
¹⁸ F-FDG	370	4.07	59.2	7.03

- 標的臓器に取り込まれなかった放射性医薬品が尿を通して排泄されるため、比較的線量が高くなる臓器は膀胱となります。
- 放射性医薬品の投与後から検査までの間、あるいは検査終了後に、水分を十分に補給し頻回に排尿することで、膀胱の被ばく線量を低減することができます。

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

その他のPET検査による被検者の被ばく線量

放射性核種	化学型	検査	投与量 (MBq)	実効線量 (mSv)
¹¹ C	L-メチル-メチオニン	脳腫瘍撮像	400	2
¹¹ C	L-メチル-メチオニン	副甲状腺撮像	400	2
¹³ N	アンモニア	心筋血流量撮像	550	2
¹⁵ O	水	脳血流量撮像	2000	2
¹⁵ O	水	心筋血流量撮像	2000	2
¹⁸ F	FDG	腫瘍撮像	400	10
¹⁸ F	FDG	心筋撮像	400	10
¹⁸ F	フッ化物	骨撮像	250	7

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

PET検査施設の従業者の被ばく線量

職業	実効線量 (mSv)	手指等価線量 (mSv)
常勤医師	0.3	0.7
診療放射線技師	1.7	4.7
薬剤師	0.6	13.4
看護師	1.2	8.6
サイクロオペレータ	1.3	7.9
受付	0.0	-
合成技術者	1.1	12.8

注：日本アイソトープ協会医学・薬学会ポトロン核医学利用専門委員会が、日本核医学会 PET 核医学分科会登録施設 205 施設を対象として、平成 24 年 4 月～平成 25 年 3 月の 1 年間を対象として実施したアンケート結果によります。

細井義夫、神田玲子、放射線健康リスク科学 第5版、2020年

環境省「放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料」令和元年度版

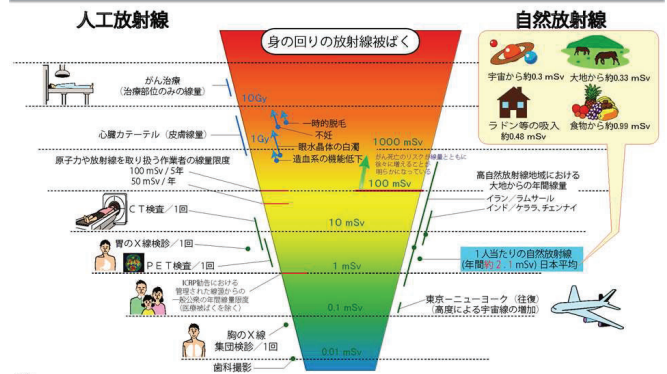
身の回りの放射線 自然・人工放射線からの被ばく線量



mSv：ミリシーベルト

出典：国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、原子力安全研究協会「新環境放射線 (平成23年)」、ICRP103 他より作成

身の回りの放射線 被ばく線量の比較 (早見図)



出典：国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告、原子力安全研究協会 (ICRP) 2007年勧告、日本放射線環境学会「放射線による健康影響」等による、放射線健康影響研究所作成 (2013年5月)

mSv：ミリシーベルト

本日のお話の流れ

- (1) 吸収線量の課題
- (2) 実効線量の課題
- (3) 放射線診断による医療被ばくの線量表記
- (4) 緊急被ばく医療での線量表記
- (5) 放射線診断、放射線治療、核医学、緊急被ばく医療における被ばく線量表記

緊急被ばく医療における線量評価 (東海村JCO臨界事故)

- ・1999年9月30日10時35分頃臨界事故発生
- ・作業3名が中性子線とγ線によって被ばく
- ・被ばく線量と経過は以下の通り
 - ① 作業員A: 16-20GyEq、東京大学医学部附属病院入院 経過: 事故後83日目に死亡
 - ② 作業員B: 6-10GyEq、東京大学医科学研究所附属病院入院 経過: 事故後211日目に死亡
 - ③ 作業員C: 1~4.5GyEq、放射線医学総合研究所入院 経過: 生存

放医研 東海村ウラン加工工場臨界事故に関する放医研報告書 平成13年1月

大洗研究開発センター燃料研究棟 における汚染(日本原子力研究開発機構)

- ・平成29年6月6日(火)11:15頃、燃料研究棟の108号室(管理区域)で、作業員5名がプルトニウムとウランの入った貯蔵容器をフード(H-1)内で点検していたところ、樹脂製の袋が破裂して汚染が発生した。
- ・「大洗研究開発センター燃料研究棟における汚染について(続報)」(6月9日)の添付3である「鼻スミア・肺モニタ測定値」に記載されている6月6日付の測定結果の表の下に、「 $2.2 \times 10^4 \text{Bq}$ のPu-239を吸入摂取した場合、**預託実効線量約12Svに相当する。**」と記載されている。
- ・被ばく線量が100mSvを超えた場合に**日本原子力研究開発機構がDDREFをどのように評価しているかは不明。**

肺に預託実効線量約12Svの意味

- ・ $2.2 \times 10^4 \text{Bq}$ のPu-239 を吸入摂取した場合、MONDAL3で計算すると**預託実効線量は12Sv**となり、**肺の預託等価線量は8.0Sv**となる。
- ・ 8.0Svはすべて α 線による被ばくと仮定すると、 **α 線の放射線加重20**で割ると**0.4Gy**となる。
- ・ 日本原子力研究開発機構では特にDDREFによる補正をしていないと考え、肺の吸収線量は**0.8Gy**相当となる？
- ・ 低線量率 α 線の**細胞死を指標としたRBEを3.0**と仮定すると、被ばく線量は**2.4GyEq**となり、全肺に1回**2.4GyEq**のX線を急性被ばくしても、重篤な急性障害は生じない。
- ・ α 線による、**預託実効線量12Sv**、肺の**預託等価線量8Sv**、50年間に肺の**吸収線量0.8Gy**、50年間の肺の**総被ばく線量2.4GyEq**は生物学的にはほぼ同等の意味だが、印象は大きく異なる。

本日のお話の流れ

- (1) 吸収線量の課題
- (2) 実効線量の課題
- (3) 放射線診断による医療被ばくの線量表記
- (4) 緊急被ばく医療での線量表記
- (5) 放射線診断、放射線治療、核医学、緊急被ばく医療における被ばく線量表記

医師が患者に説明する場合の一般的な単位

1. 放射線診断(一般に100mSvを超えない)
実効線量(Sv)
2. 放射線治療(一般に30-76Gyを照射)
腫瘍内に設定さらたリファレンスポイントにおける吸収線量(Gy)
3. 核医学(一般に100mSvを超えない)
投与量MBqと実効線量(Sv)
4. 緊急被ばく医療(急性放射線障害が問題となる場合には通常は1GyEq以上の被ばく)
Gyまたは**GyEq(gray equivalent)**を用いるべき

医療現場における 実効線量の利用状況

国際医療福祉大学医学部放射線医学
成田病院放射線科
赤羽 正章



診療用放射線に係る 安全管理体制に関するガイドライン

第6章 医療従事者と患者間の情報共有

2 放射線診療を受ける患者に対する診療実施前の説明方針

1. 想定線量とその影響:
他の被ばくとの大小の認識を助ける説明。線量指標の数値は個々の患者の発癌リスクを評価するものではないことに留意。
2. 正当化:
期待される利益と被ばくに伴うリスクを比較し、当該診療の必要性を説明
3. 最適化:
依頼内容の最適化、部門における最適化、線量管理による最適化を含む

医療で必要なリスク表現

他のリスクとの比較

- 他の医療被ばく
- 他の被ばく
- 他の発がんリスク
- 他のリスク

標準的な個体のリスク

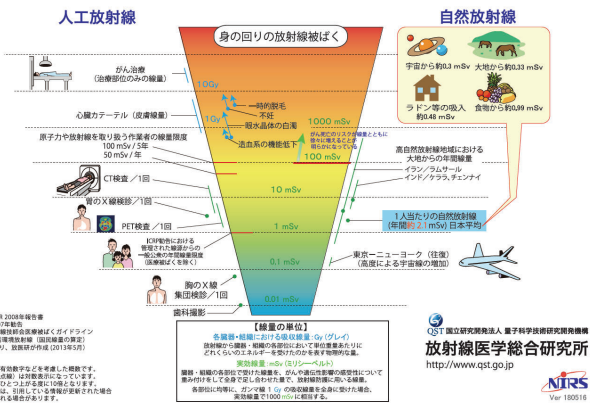
⇒ 臓器のリスク、被ばく部位のリスク

実効線量の定義

1. 各臓器の等価線量に、その臓器の組織加重係数を掛けた値の総和
$$E = \sum_T (W_T \times H_T)$$

※ 組織加重係数の総和は1
2. 同等の確率的影響を与えるような、全身均等被ばくの線量
→ 同じ物差しで、他の被ばくと比較可能

放射線被ばくの早見図



IVR手技別の実効線量比較

Examination	Average E (mSv) ^a	Range of average E (mSv) reported in the literature ^b	References	Range of E (mSv) for individual cases reported in the literature
Abdominal diagnostic angiography or aortography	27.0	8.6-86.8	[9,17,19,23,31]	2-171.9
Abdominal arterial interventions	44.0	27-166	[9,19,23,30,31,34-38,50]	0.7-381
Biliary interventions	9.1	4.0-28.2	[9,23,27,30,31]	0.4-120.1
Percutaneous intestinal access	3.0	4.3	[9]	0.25-67.75
Head and/or neck diagnostic angiography	9.0	2.3-16.9	[9,12,17,30,31]	0.07-45.12
Head and/or neck vascular interventions	16.0	2.9-23.2	[9,12,19,30,31]	2.3-137.9
Hysterosalpingography	0.3	0.15-0.43	[25,26]	0.07-8.17
Inferior vena cava filter placement	8.0	26.4	[9]	3.03-90.76
Lower extremity diagnostic angiography	1.0	0.31-4.4	[9,17,31,59,62]	0.4-171.9
Lower extremity vascular interventions	2.0	0.33-13.2	[9,23,30,31]	0.02-37.9
Nonvascular kidney access/interventions	7.0	7.5-24.2	[9,11,23,30,31]	0.4-149.9
Pelvic diagnostic angiography	10.0	10-22	[9,19]	1.5-57
Pelvic vascular interventions	14.0	13-34	[9,14,19,30]	3.2-182
Venous access	0.2	0.6	[9]	0.07-36.62
Vertebral augmentation	8.0	0.59-41.8	[9,30,52-54]	3.8-150.5

Miller et al. Med Phys. 2020 Mar;47(3):975-982.

環境省 Ministry of the Environment

放射線物質汚染廃棄物処理情報サイト

放射線物質汚染廃棄物とは

放射線物質に汚染された廃棄物について

放射性物質汚染特種廃棄物・カドミウム

放射線の基礎知識

放射線による発がんリスクを比べてみよう

放射線による発がんリスクと、他の要因による発がんリスクについて

放射線被ばくにより、遺伝子のDNA（遺伝子）が正しく複製されない。がんの原因の一つになることは放射線がもたらすリスクの一つであるが、私たちが生きていく上で、がんになる可能性や、他のリスクとなる要因には様々なものがあります。

東京電力福島第一原子力発電所の事故による放射線被ばくのリスクを、喫煙のみから選択できる他のリスクなどと、比較して見ることが出来ます。放射線被ばくと他のリスクや喫煙との比較は、がんになるリスクのレベルを比較するためには有効であるといえます。

一般的な発がんリスク要因が、どの程度の発がんリスクに相当するか、シーベルト（放射線の人体への影響を示す単位）に置き換えてみましょう。

例えば、喫煙は1,000~2,000ミリシーベルト、野菜不足でも100~200ミリシーベルト相当に換算されます。

参考：宇田から、そして大地から受ける自然放射線や、食物や空気中のツトンなど、自然由来の放射線被ばくから受ける放射線は、合計すると年間2.1ミリシーベルト（日本平均）

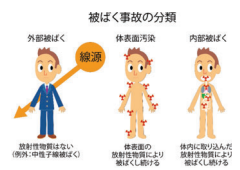
(参考)発がんリスクの管理など

喫煙	1,000~2,000 ミリシーベルト相当
放射線被ばく	100~200 ミリシーベルト相当
肥満	200~500 ミリシーベルト相当
野菜不足	100~200 ミリシーベルト相当

「福島復興再生（バーチャルツアー）」

被ばく/汚染患者対応 場合分け と 目的

- 被ばくのタイプ
 - 全身被ばく — 局所/部分被ばく
 - 高線量 — 低線量
 - 急性被ばく — 慢性被ばく
 - 外部被ばく
 - 体表面汚染
 - 内部被ばく
- 伝達目的
 - 専門家間の情報交換
 - 患者への説明とIC
 - 社会への発信



被ばく医療における線量標記

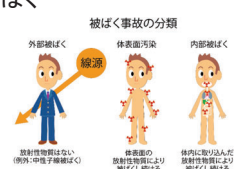
(国立研究開発法人) 量子科学技術研究開発機構
量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター

立崎英夫

第5回Webinar
「医療に関わる領域での実効線量表記の問題点と課題
—線量に関するコミュニケーションの観点から—」
2021年2月22日(月)

被ばく/汚染患者対応 場合分け と 目的

- 被ばくのタイプ
 - 全身被ばく — 局所/部分被ばく
 - 高線量 — 低線量
 - 急性被ばく — 慢性被ばく
 - 外部被ばく — 体表面汚染
 - 内部被ばく
- 伝達目的
 - 専門家間の情報交換
 - 患者への説明とIC
 - 社会への発信



被ばく/汚染患者対応に使用の 量・単位

- 急性期の組織反応(ICRP) (確定的影響)
 - 吸収線量 (Gy)
 - RBEを考慮した吸収線量 (??)
- これに実効線量を使うのは不適当 (そもその目的/放射線加重係数とRBEの違い)
- 確率的影響(ICRP)
 - 実効線量 (Sv)
 - 等価線量 (Sv)
 - 勧告からは外れるが、、、

RBEを考慮した線量の表現の例

- 量 : Quantity:
 - RBE-weighted absorbed dose
 - Equivalent dose
- 単位 : Units:
 - Gy(E)
 - GyE
 - CGE
 - Gy-eq
 - GyEq
 - Gy (RBE)

5

文献上の線量の表現の例

- REAC/TS, Medical-aspects-of-radiation-incidents, 2017
→ARS; Gy
- IAEA; EPR-MEDICAL 2005
→Gy
RBE-weighted absorbed dose; gray-equivalent (Gy-Eq)
- IAEA; EPR-Internal Contamination 2018
→内部被ばく; Gy
GSR Part 7 (2015), Generic Criteria;
→RBE weighted absorbed dose Gy
ケース紹介には、Gy, Sv も使用 (引用による)
- European Consensus Conference (Gourmelon P, et al., 2010.)
→ARS; 症状

6

RBE アルファ線

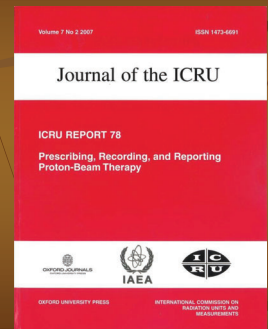
TABLE F1. RBE OF RADIATION FOR SEVERE DETERMINISTIC EFFECTS USED IN THE MANUAL

Radiation	RBE
Photons (gamma- and X rays)	1
Electrons and positrons, including β^- and β^+ particles	1
Neutrons	3
Alpha particles irradiating internally lung	7
Alpha particles irradiating internally red marrow	2
Alpha particles irradiating internally colon	0
Iodine-131 irradiating internally thyroid gland	0.2
Alpha particles irradiating offSpring	10

(IAEA, EPR-MEDICAL 2005, Generic procedures for medical response during a nuclear or radiological emergency, p. 103.)

ICRUの RBE-weighted absorbed dose

- ICRU report 78
陽子線治療レポート
 - Prescribing, Recording, and Reporting Proton-Beam Therapy
 - 2007年刊行
 - IAEAと共同
- 量と単位勧告
RBE-weighted absorbed dose (D_{RBE})
' $D_{RBE} = 70 \text{ Gy (RBE)}$ '



実効線量の意味合いとその適用について

公立大学法人大分県立看護科学大学

甲斐 倫明

ICRP Publication 147 Use of Dose Quantities in Radiological Protection

放射線防護における線量の使用

1. INTRODUCTION
2. HEALTH EFFECTS AND DETRIMENT
3. DOSE QUANTITIES
4. OCCUPATIONAL AND PUBLIC EXPOSURE
5. MEDICAL EXPOSURES
6. CONCLUSIONS

この出版物の目的は、ICRP Pub.103 (2007) に示された説明を強化・拡大するだけでなく、健康へのリスクに関連した線量の使用を明確にし、Pub.103 で示された助言を超えた結論に到達することである。

2

新レポートの要点

1. 吸収線量が組織反応(確定的影響)の制限に使用する最適用量
2. 等価線量は、組織反応(確定的影響)を制限するときの線量として使用するべきでない。次期主勧告までは使用することは可能
3. 等価線量は実効線量計算の中間的な量とみなすべき
4. 実効線量は特定年齢の標準人の男女平均で計算される
5. 実効線量は最適化、限度などの基準比較、コンプライアンスの証明に使用
6. 実効線量は100mSv以下で一般的に使用、例外的に緊急時被ばく状況では1Sv程度まで使用可
7. 実効線量は医療で異なるモダリティや撮影技術の比較に使用できる
8. 実効線量は臨床家と患者に対するリスクの目的に、異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に使用できる
9. 実効線量はリスクの近似指標であるが、特定個人のリスク代替にはならない
10. 集団実効線量は、最適化(とくに職業被ばく)の有用なツールであるが、リスク予測に使用する場合には注意して扱い、文脈を考慮して、バックグラウンドの罹患率との関連で判断されるべきである。

Oita University of Nursing and Health Sciences

実効線量を医療被ばくに使用することの推奨

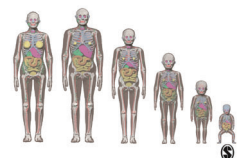
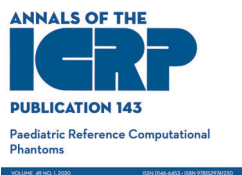
実効線量は

1. 医療で異なるモダリティや撮影技術の比較に使用できる
2. 臨床家と患者に対するリスクの目的に、異なる医療行為を大まかにカテゴリー分けする指標に使用できる
3. リスクの近似指標であるが、特定個人のリスク代替にはならない

Oita University of Nursing and Health Sciences

実効線量は特定年齢の標準人の男女平均で計算される

- 実効線量は、標準人の臓器・組織の平均線量に基づいている
- 組織加重係数は、男女の平均値であり、男女平均の等価線量を用いる
- これまで、内部被ばくに対して大人と小児(乳児を含む)の臓器等価線量、実効線量がPublicationで示されてきた。
- 標準人の年齢別標準値へ(Pub.89):
- MIRDFantomsから、ボクセルファントム(Pub.110)
- 小児標準ファントムの導入(Pub.143)



Oita University of Nursing and Health Sciences

実効線量の使用が推奨されるのは

1. 放射線診断の正当化、ある患者の正当化
2. 画像診断技術の選択
 - ✓ 胸部X線撮影とCT撮影
 - ✓ 実効線量の差も重要であるが、どのモダリティが患者にとってより有益であるかを第一に考える必要
3. 診断技術の最適化
 - ✓ 照射方法 AP PA、管電圧の設定
4. 研究ボランティアの線量評価
5. 予期しない過剰な被ばくの報告
 - ✓ 数10mSvを超える場合、詳細な情報が必要となる可能性
6. 健康診断、医療目的でない適用するときの効果の評価
7. 患者介護者の線量
8. 臨床家や他の医療専門家の教育訓練

Oita University of Nursing and Health Sciences

実効線量の使用が推奨されないのは

1. 患者の体内線量分布に影響しない状況での比較
例) 施設間、機器間、撮影技術間
入射表面空気カーマ、面積カーマ、CTDI、DLP
2. 診断参考レベルの設定
3. 患者線量情報の医療記録
4. 患者線量情報の追跡
5. 単一の臓器が被ばくしたときの線量評価

Oita University of Nursing and Health Sciences

患者とのコミュニケーション

- 患者に起こりうるリスクを説明する際に、わかりやすく伝えるために使用することが可能
- ✓ バックグラウンド放射線や航空旅行中の宇宙線からの線量など、他の被ばく源との比較が可能になる。
- 患者に対するリスクの値を引用することは、不確実性があることと、リスクが正確に知られているかのような印象を与えることの懸念に対して;
- ✓ 患者へのリスクを記述する際には、一般的な用語を使用することが推奨される:
 - ① 無視できる程度 (<0.1 mSv)、
 - ② 最小限 (0.1-1 mSv)、
 - ③ 非常に低い (1-10 mSv)、
 - ④ 最初のインスタンスでは低い (10-100 mSv)。

Oita University of Nursing and Health Sciences

1Sv当たりの生涯がん罹患リスクは

30歳代での被ばくのリスクと比較して、

0-9歳では、 **約2倍**

60歳代では、 **約半分**

70歳代では、 **約3分の1以下**

80歳代では **約10分の1**

低線量でのリスク予測に伴う不確実性が大きいことを考慮すると、実効線量Svあたりのリスクのばらつきを臨床医や患者への情報伝達に反映させることは合理的

Oita University of Nursing and Health Sciences

Effective dose and cancer risk for radiation diagnosis

Effective dose (mSv)	Risk of cancer	Term for dose level	Examples of medical exposure
< 0.1	Inferred < 10^{-5} on LNT model	Negligible	Radiographs of chest, etc.
0.1 - 1	Inferred < 10^{-5} - 10^{-4} on LNT model	Minimal	Radiographs of spine, abdomen, etc.
1 - 10	Inferred < 10^{-4} - 10^{-3} on LNT model	Very low	Barium meals; CT scans of head
10 - 100	Risk 10^{-3} - 10^{-2} on LNT model and epidemiology	Low	CT scans of chest, abdomen, and pelvis
100s	> 10^{-2} based on epidemiology	Moderate	Multiple procedures and follow-up

ティエリー・シュナイダー博士へのインタビュー全文

実施日: 令和2年11月12日 18時~18時30分

インタビュー: 神田玲子(量研)、加藤尊秋(北九州立大学)、川口勇生(量研)

神田

ありがとうございます。お忙しい中このインタビューに応じていただき、誠にありがとうございます。

ティエリー・シュナイダー博士

こちらこそ。

神田

まず、私の隣にいる、2年前にICRPの委員を務めていた川口先生をご紹介させていただきたいのですが、ご存じでしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

ええ。

川口

去年、私が日本でタスクグループの会議を主催しましたが、あなたにもご参加いただきました。

ティエリー・シュナイダー博士

ええ。

神田

加藤先生も日本リスク学会のタスクグループの共同議長を務めています。加藤先生、自己紹介をお願いいたします。

加藤

加藤尊秋と申します。博士にお目にかかるのは初めてです。はじめまして。政策評価と経済ツールの活用について研究を行っております。本日の会議にご参加いただき、ありがとうございます。

ティエリー・シュナイダー博士

ええ。

神田

では始めましょう。前もってお伝えしましたとおり、私たちの方からは質問が五つあります。

ティエリー・シュナイダー博士

どう進めましょうか？どのように取り組めばよいか、ご説明いただけませんか？オーケー。

神田

まずここからは、一つ一つ質問を読み上げていきたいと思います。

ティエリー・シュナイダー博士

目的は五つの質問に別々に答えることだと思います。中には相互に関連しているものもありますが、

違う質問にお答えすることもできます。

神田

ありがとうございます。一つ目の質問は、緊急時に高リスクの区域から避難しないことを選ぶ可能性はあるでしょうか？その場合、どのような状況でしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

一つ目の質問をしていただきありがとうございます。

実は、ほとんどの場合は、一般的に避難が想定されています。これがフランスで想定されている最初の選択肢です。議論の余地があるかもしれない唯一の論点は、病院や高齢者の団体など、高齢者の方々が関わっていると考えられる特定の設備または施設です。しかしながら、正直に申し上げますと、この問いは、避難することが本当に必要なかどうかを疑った議論に一部の人が関わった福島原発事故の後に議題として上がったものです。しかし、原則としては、全ての避難の演習について議題に上がっている最初の問いのは避難のために何ができるのかということです。

神田

ありがとうございます。加藤先生、川口博士、この回答につきまして、なにかご質問やコメントはございますでしょうか？

加藤

ご回答いただき、誠にありがとうございます。一部の集団については実際に避難しないと仰ったと思うのですが、誰が避難すべきで誰が避難すべきでないのかを区別する主な基準は何でしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

実は、避難するかしないかという判断は、まずもちろん、専門家によるリスクの計算によって検討されます。しかしそれが唯一の基準ではなく、曝露量や予測によっては避難は必須ではありません。実際、フランスの意思決定の過程は地域の各州の責任ある代表者にかかっていますが、彼らは日本の県知事のようなものだと言えるでしょう。

それで、この意思決定者は専門家から情報を得ます。しかし、彼は異なる懸念事項にも目を向けます。特に、状況がどのように進化しうるのか、経済的な状況という意味で何がデリケートな問題となるのか、農業に関してはどのような状況か、家畜の世話をする必要性によって一部の人をそこに残しておく必要があるかどうかといったことが見えるのです。同時に、産業分野の一部においても避難させる対象が全員ではないという可能性があります。産業によってはそれを維持するために人を配置するのです。例えばいくつかの原子力発電所に近い化学産業がそれにあたります。そうなると、議論は変わってきます。それから、ダイナミクスにもよります。

加藤

ありがとうございます。

神田

誠にありがとうございます。次の質問は、避難するという判断を下す際に、放射能、経済、文化的な要件、その他の検討事項以外のリスクも考慮しているのでしょうか。

ティエリー・シュナイダー博士

これは先ほどの私の回答に近いです。申し上げましたとおり、リスクは評価基準ではありますがそれだけではありません。意思決定者はまず専門家と相談しなくてはなりませんが、地域内の各組織

の責任者とも話をします。

短期的な避難に関する要素の一つですが、それから長期的な場合は何なのかといった疑問もありますがそれは後でお話しましょう。

最初の問いも、事故において私たちがどういう状態にあり、避難を適切に組織するために十分な時間があるのか、それとももう手遅れなのか、についての問いです。そして、手遅れの場合は避難しない方が良いのです。これが一つ目の要素です。

二つ目の要素は何を大切にし、どこまで逃げるのか、また最初の 1km だけを避難させればよいのかといったことです。現在フランスでは、緊急時対策を検討しなくてはいけない区域を拡大する話が出ています。原子力施設から数キロまでのところを 10 キロまで拡大させるのです。多分、重大事故の場合は皆さんもより広範な地域を検討することでしょう。

それから、これらの全ての要素は場所や状況にも左右されます。これが意思決定者の責任であって、いくつかの助言を元に判断をします。しかし、あなたが申しました通り、避難をしっかり行うために検討する必要があるいくつかの経済や文化の観点はなく、避難を実施する手段もあるのです。

神田

ありがとうございます。加藤先生、何か他にご質問はございますか？大丈夫でしょうか？

では、三つ目の質問ですが、これは少し長めです。フランスでは、原子力事故に対する予防措置として大規模な避難訓練が行われていると聞いています。これは本当ですか？

ティエリー・シュナイダー博士

実際には、避難という選択肢は最初にアジェンダに上がります。しかし、どこまで避難するかについては議論の余地があります。短距離については、間違いなく、予防的な状況を検討し、避難行動が組織されます。しかし、申し上げました通り、問題はどのくらい遠くまで避難するのかです。最初の 2 キロまでなのか、最初の 5 キロか、10 キロか、それともさらに広範囲を対象とすればよいのか？それから、常に議論が伴います。しかし間違いなく、事故が起き、環境への放出の可能性が真剣に検討される場合は避難を回避することは難しいでしょう。

神田

避難区域はどのように決めているのでしょうか？訓練や目標に参加する一般市民の数はどのように決めるのでしょうか？例えば、弱者は除外されるのでしょうか？避難民として参加する人たちはどのように訓練を見ているのでしょうか？訓練によって原子力発電に対する恐怖に至らないのでしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

失礼しました、混乱していたようでした。

実際、現在ほとんどの場合において一般市民が直接訓練に参加することはあまりないか、原子力施設に非常に近い場所にいる一般市民だけが参加しています。一般的に、訓練のほとんどは意思決定者や専門家の反応、そして主に地域の責任者との組織化、意思決定の過程の組織化を試すために行われています。これが重要な課題です。

これについては、もっと多く実施し、利害関係者をより深く巻き込むようにするために議論が行われています。特に、原子力施設周辺の地元のリエゾンである有名な CLI にも影響を与え、人々は訓練

により参加するようになりつつあります。

それから、どこまで避難するのか、どのような疑問があるのか、どう避難区域を定義するのかを意思決定者が考慮するという点ですが、これはまず、予測やリスク評価、それに伴う可能性に基づいて考慮されます。しかし同時に、特に福島原発事故の後に徐々に注目されるようになったことですが、長期的な観点から緊急時の判断を検討する必要もあります。これはかなり重要なことです。

このテーマについては機密の欧州の研究プロジェクトでいくつか議論が行われています。特にフランスでは、意思決定に伴う不確実性への対応方法について議論をしています。意思決定者は非常に素早く意思決定を行う必要があります。しかし、特に避難に関しては、数時間程度を対象とするような判断ではありません。日本でも実験されている通り、これは人々の生活やコミュニティの命に複数年間にわたって影響するものなのです。ですから避難のダイナミクスが本当に何なのか、そしてそれをどう組織化すればよいのか、慎重に検討する必要があります。

長い質問でしたので、お答えできているといいのですが。いくつかの要素を取り上げました。ご期待に沿うようにお答えできているのか分かりません。

神田

ありがとうございます。加藤先生、ご質問はございますか？

加藤

関連する質問があります。私たちの場合は自然災害やその他の大規模などの事故など、人々を避難させなくてはならない機会には他にもありますが、原子力の緊急事態と自然災害のようなその他の種類の緊急事態では共通の枠組みを用いているのでしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

いいえ。実際、最終的には意思決定者は同一人物です。地元のレベルではこれは地域の知事となり、自然災害であろうと原子力事故であろうと意思決定を担当します。国家レベルでの国民保護も同じです。しかし原子力事故に関しては特定の規制があり、特定の枠組みを用意しています。もちろん、議論は自然災害の管理を担当する人たちとともに行っていますが、実際にはこれらは異なるダイナミクスです。

それからもちろん経験の話もあります。私たちが経験している自然災害は日本のそれとは同じではありませんが、過去数年の間に私たちもいくつか経験しています。実のところ、避難のダイナミクスは少し異なります。手段やメッセージの伝え方という意味ではこれらの経験からいくつかフィードバックも得られます。それから、回復の過程、避難や緊急事態からどのように回復すべきか、どのように組織化することが考えられるのか、そういったことに関する議論が増えています。徐々に、原子力セクターとの意見交換が一部行われるようになっていますが、枠組みは異なります。

神田玲子

ありがとうございます。では、四つ目の質問です。フランスでは、原子力の先進国として、原発事故の管理においてどのように利害関係者を巻き込んでいるのでしょうか？誰がどのように何を、どのような議論が行われているのでしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

これは重要な質問です。

実際、フランスでは 2005 年から CODIRPA という組織によるプロセスを始めています。CODIRPA は

フランスの原子力安全機関が管理する理事委員会のことであり、事故後の状況について議論しています。初期の対策ではなく、移行期や回復の過程についてです。特に、避難命令を出した後、それにどう対応すべきかといったことです。

このプロセスは15年以上続いており、できるだけ多くの利害関係者、つまり異なる省庁、行政機関、さらに原子力業界、運営会社、主に全国的に編成した地域連絡組織を通じた専門家や地元の市民などを巻き込んでいます。また、専門家やNGOもこのダイナミクスに関わっています。

このプロセスは準備に関する対話を人々が組織できるプラットフォームであり、異なる対策によって考えられる影響について疑問を呈することができるのです。特に、この避難と避難による影響という問いは主にこのプラットフォーム上で議論されており、それがCODIRPAなのです。

これは利害関係者が極めて効果的に交流できている主な領域です。

それから、申しあげました通り、各原子力施設について地域連絡委員会が組織されています。また、彼らは異なる原子力関連の演習だけでなく、国民保護や原子力による緊急時について担当している省庁とも極めて定期的に話をしています。これについては定期的に行動しているのです。

現在、一部の利害関係者を巻き込んだ具体的な訓練を来年行う予定が計画されています。来年中ごろを予定していたと思います。可能な限りの異なる利害関係者を関与させて、安全機関や運営会社による事故の管理だけでなく、初期の対策や事故後の状況にまず対応することも行うように、かなり規模の大きい訓練を準備しているところです。数年前にも同じような訓練を行いました。それから、来年の実施に向けて現在準備中の新しい訓練があります。

神田

ありがとうございます。日本では、政策を立案する上での利害関係者の関与についてはまだ経験が少ないです。私自身、あなたの国における利害関係者の巻き込み方について関心がありましたので、お話しいただき誠にありがとうございます。川口さん、加藤先生、コメントや質問等はございますか？

加藤

いえ、大丈夫です。

神田

ありがとうございます。では最後の質問ですが、CEPN や IRSN に所属する研究者の多くが来日し、福島原発事故の余波を観察し調査しています。彼らによる研究はフランスの防護対策にどのように反映、またはこれから反映されていくのでしょうか？

ティエリー・シュナイダー博士

実のところ、福島原発事故での経験はいくつかの重要な課題を指摘するものであったことは明らかなので、これは重要な質問だと思います。あの状況から得られた教訓を共有し、準備度を高めるためにあの経験によるフィードバックを受けることは重要です。

実際、事故以来日本に来てから私たちが得た教訓によるフィードバックは全て、異なる分野でそれらを共有する機会がありました。事故後の状況に関するフランスの規制や枠組みに関しては、主に対話のための開かれた場であるCODIRPAのプロセスを通じて反映しています。現在、このCODIRPAの新しいロードマップが見直されています。この新しいロードマップは福島原発事故から学んだ教訓の一部による影響を明らかに受けています。

その中で、網羅的に話すわけにはいきませんが、いくつかの要素が上がっています。

重要な論点の一つが避難のダイナミクスであり、なぜなら、福島原発事故以前は焦点がどの距離まで避難させるか、どのように避難するのかがであったことは明らかでした。しかし、事故以降は明らかに、移行期の準備も整え、避難命令の解除方法についても確実にしておくことも重要であることを認識したのです。避難命令の解除はそう簡単なことではありません。避難をどのように組織するのかによって避難命令の解除の在り方も変わってきます。

これは当局による判断だけではなく、格段に複雑なことです。それから、対話を行い、それに伴う施策を実施するための適切なプロセスを設計しておく必要もあります。これは極めて重要なことです。避難命令を解除することによって直面する状況、社会経済的な課題、倫理的な問題、これらのことは全て検討した方が良い重要な事柄です。これが、現在上がっている要素の一つです。

二つ目のポイントは除染についてですが、これは避難の問題が除染プログラムとも明らかに関係しているからです。避難すれば、人々が戻れることを想定するのであれば、行動しなければなりません。そうすると、除染の問題が浮かび上がります。これについては、フランスのみならず世界各地で何が除染の論拠となりえるのか議論が行なわれています。

しかし、自己の場合は私たちが何をするのは難しいところです。それでも間違いなく、除染をどこまでやり、除染の問題を地域の社会経済活動や環境保護、廃棄物の管理などについて考えられる未来に関する広範な観点にどう取り込んでいくのか、検討していく必要があります。これはさらなる省察を必要とするものです。

それから、食糧生産、農業、海洋環境に関する他の重要な要素もあります。間違いなく、事故が起きた時点で行われる意思決定は長期的に見て極めて重要なのです。これはよりよく明確化し準備しておく必要があることです。

神田

ありがとうございます。どうもありがとうございます。加藤先生と川口博士、別のコメントや質問、または全体的なコメントなどはありますか？お二人とも大丈夫でしょうか？

川口

ええ。

神田

誠にありがとうございます。あなたの国からは多くのことが学べます。ありがとうございます。

ティエリー・シュナイダー博士

非常によい協力体制があり、柔軟な考え方に基づいたディスカッションができたので、日本の同僚の皆さんにはお礼を申し上げたいと思います。ありがとうございます。経験を共有していただき、極めて重要な緊急自体や回復の管理に関連する課題について議論をさせていただき、誠にありがとうございます。

神田

誠にありがとうございました。今後の議論にもぜひご参加ください。重ねてお礼を申し上げます。

ティエリー・シュナイダー博士

どういたしまして。ありがとうございました。では、失礼いたします！

令和二年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費
(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークと
アンブレラ型統合プラットフォームの形成)事業

「緊急時放射線防護に関する検討」 成果報告書

令和3年2月

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
核燃料サイクル工学研究所

目次

1	事業目的	1
2	事業内容	1
3	事業報告	2
3.1	緊急時放射線防護ネットワークの活動	
3.1.1	緊急時放射線防護 NW 検討会	
3.1.2	環境モニタリング Gr	
3.1.3	放射線管理 Gr	
3.1.4	個人線量評価 Gr	
3.2	専門家と行政機関関係者を結ぶ防護 NW 構築のあり方に関する提言の検討	
3.2.1	東京電力福島第一原子力発電所事故等過去の原子力事故を教訓とした 防災体制に適応した防護 NW 活動制度設計の検討	
3.2.2	人材の登録・認定・管理方法の検討	
3.2.3	原子力事業者へのアンケート実施	
3.3	ステークホルダー会合の開催	
4	まとめ	15
別添 1	緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第 1 回検討会議事録	20
別添 2	緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第 2 回検討会議事録	27
別添 3	緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第 3 回検討会議事概要	33
別添 4	茨城県東海・大洗地区における福島第一原子力発電所事故後の環境放射 線モニタリングデータの共有と課題検討活動	
別添 5(1)	環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案	
別添 5(2)	環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案	
別添 6	避難退域時検査専門家力量ガイド	
別添 7	宮城県避難退域時検査事前演習視察報告	
別添 8	日本保健物理学会第 53 回研究発表会 要旨	
別添 9	日本放射線安全管理学会第 19 回学術大会 要旨	

1. 事業目的

原子力規制委員会(以下「委員会」という。)は原子力に対する確かな規制を通じて人と環境を守ることを使命としており、委員会が平成 24 年 9 月に設置されて以来、課題に応じた安全研究を実施し科学的知見を蓄積してきた。平成 28 年 7 月 6 日には「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」を公表し、放射線源規制・放射線防護分野に対しても調査研究活動の推進をしているところである。

こうした状況を踏まえ、放射線源規制・放射線防護による安全確保のための調査研究を体系的かつ戦略的に実施するために放射線安全規制研究推進事業、放射線防護研究ネットワーク形成推進事業を実施している。

本事業では、原子力規制委員会、放射線審議会等が明らかにした技術的課題の解決につながるような研究を推進するとともに、研究活動を通じた放射線防護分野の研究基盤の強化を図り、得られた成果を最新の知見の国内制度への取入れや規制行政の改善につなげることで研究と行政施策が両輪となって、継続的かつ効率的・効果的に放射線源規制・放射線防護による安全確保を最新・最善のものにすることを目指す。

2. 事業内容

本事業の受託者である日本原子力開発機構(以下「受託者」あるいは「JAEA」という。)は規制事業を支える放射線防護に関する調査研究を効果的に推進することに寄与するような関連機関・専門家によるネットワークを構築するために、下記(1)の事業を実施した。また、受託者は事業の実施結果について、原子力規制庁が開催する成果発表会で報告し、評価を受けた。研究の実施に当たっては原子力規制庁が指定するプロジェクトオフィサーの指示に従った。

(1)緊急時放射線防護に関する検討

東京電力福島原子力発電所事故における災害支援活動においては、教育研究機関や原子力事業所等の放射線管理に関連する研究者、技術者は、それぞれの専門性を生かして放射線モニタリング、住民避難、被災地域や避難先における住民サーベイ、生活環境における除染活動等を支援した。一方で、激甚、複合災害における対応のスキームの整備が必ずしも十分ではなく、様々な災害現場で直面する放射線防護上の課題に対する対応方針についての専門家間の意見の違いが社会的な不安を助長するなどの教訓を残した。これらのことを踏まえて、万一の緊急事態発生時に、教育研究機関、原子力事業所等の放射線防護分野の研究者、技術者、放射線管理員が、専門性を生かして適材適所で災害支援をするには平常時からどのような活動を行っていくことが必要かを検討し、その標準化、定着化に向けた活動を展開することとした。

その具体化に向けて、指定公共機関としての機能を持ち比較的所属する人数の多い JAEA

の原子力緊急時支援組織等をコアとして放射線防護分野の関係者のリストを整備し、関係者間の協議等によって災害対応に係る技術的課題等に関する問題意識を共有し、その改善に向けた活動を提案・実現する活動を継続する人的なネットワークを構築していくこととした。

①緊急時放射線防護ネットワークの活動

緊急時放射線防護ネットワーク(以下防護 NW という)と原子力防災対策組織の関係及びネットワーク活動項目の概要を図 1 に示す。また、今年度の防護 NW の組織と活動の概要を図 2 に示す。

防護 NW の活動に当たっては、実施方針等の適切性確保のため、防護 NW 構成員から専門家を招集し、TV 会議により緊急時放射線防護ネットワーク検討会(以下検討会という)を開催した。この検討会は令和 2 年 11 月 11 日、令和 3 年 2 月 5 日、令和 3 年 2 月 25 日の 3 回実施した。

防護 NW には、環境モニタリング、放射線管理、個人被ばく線量測定 of 分野別に 3 つの Gr を編成し下記の活動を実施した。また、各 Gr の主査及び幹事と本事業の責任者及び副責任者から構成する緊急時放射線防護ネットワーク検討 Gr を設け、活動計画案の策定、ネットワークの制度設計や運営のあり方検討、各 Gr の進捗管理、防護 NW 構成員のリストの維持管理等を行った。

i) 専門家の要件(人材スペック)の明確化と改善に係る検討

環境モニタリング Gr は、緊急時モニタリングセンター(EMC)が実施する環境モニタリング活動を支援する専門家の力量等に関する検討を継続するとともに、原子力防災訓練関係者からのヒアリングを行なって専門家として期待される役割と対応するための力量についてまとめた。

放射線管理 Gr は、避難退域時検査を支援する専門家の力量等に関する検討を継続するとともに、1/15 宮城県(避難退域時検査訓練)へ参加し使用されている資機材の調査や参加者等からのヒアリングを行なって専門家として期待される役割と対応するための力量についてまとめた。

個人線量測定評価 Gr は、個人線量評価の枠組み整備の動向について情報収集を行った。

ii) ガイドの素材整理とガイド素案の作成、教育・訓練カリキュラムの検討

災害時に派遣される放射線防護分野の専門家に必要な情報や資料について既存の情報を中心に整理した。具体的には環境モニタリングの分野を中心に IAEA 等が公表している文献の翻訳状況をリスト化した。また、教育・訓練カリキュラムの検討に向けて内閣府が災害対応要員向けに行っている教育研修事業に関する情報の収集や訓練等の視察による定着状況の把握を行った。

iii) グッドプラクティスの把握とネットワーク活動への反映

防護 NW 活動に期待される内容や活動の進め方に参考となる良好事例収集のため、原子

力事業者が実施している原子力防災に係る教育訓練状況について電気事業連合会の協力を得てアンケート調査を令和3年1月に実施した。

さらに専門家と行政機関関係者を結ぶ防護NWのあり方に関する提言に向けて下記の活動を実施した。

i) 東京電力福島第一原子力発電所事故等過去の原子力事故を教訓とした防災体制に適應した防護NW活動の制度設計

ii) 人材の登録・認定・管理方法の検討

これらの検討結果を踏まえて平常時及び緊急時における防護NW活動の全体像について図にまとめ、下記のステークホルダー一会合において発表し、関係者からの意見集約を経て案としてまとめた。

②ステークホルダー一会合の開催

国内専門家からの意見等の反映のため、日本保健物理学会、日本放射線安全管理学会のそれぞれの年次大会において企画セッションを設け、上記の防護NWのあり方の検討結果を発表し、学会関係者からの意見集約と防護NW制度設計への反映を行った。

3. 事業報告

3.1 緊急時放射線防護ネットワークの活動

3.1.1 緊急時放射線防護NW検討会

(1)出席者

外部有識者：松田尚樹（長崎大）、渡部浩司（東北大）、床次眞司（弘前大）、立崎英夫（QST）、栗原治（QST）、宮澤晃（東電 HD）、佐藤将（原安協）、谷口和史（千代田テクノル；オブザーバー）

アンブレラ事業関係者：高橋知之（京大炉／PO）、神田玲子（QST／NW 形成事業代表者）、大町康、野島久美恵（原子力規制庁）

JAEA：百瀬琢磨、早川剛、高田千恵、中野政尚、吉田忠義、渡邊裕貴、木内伸幸、住谷秀一、高崎浩司、石川敬二、中根佳弘、山田純也、前田英太、横須賀美幸、富岡哲史

(2) 活動実績

3回のWebによる会合を開催し、緊急時放射線防護ネットワークの運営に関する意見交換、調査検討状況の報告等を行った。

①第1回検討会（令和2年11月11日）（別添1）

1) 令和2年度活動計画及び実施体制について

2) 緊急時放射線防護ネットワークのあり方の検討状況について

・日本保健物理学会第53回研究発表会企画シンポジウムの報告

・現行の原子力防災体制の整理及び緊急時放射線防護ネットワークの全体像について

3) 要件リスト及び専門家向けガイドの検討状況について

- ・環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案
- ・放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案
- ・電力事業者を対象とした原子力防災訓練に関するアンケート調査

4) 放射線安全管理学会企画セッションについて

②第2回検討会(令和3年2月5日)(別添2)

1) 第1回検討会からの活動状況

- ・日本放射線安全管理学会第19回学術大会企画セッションの報告
- ・原子力防災訓練に関するアンケート調査の実施状況
- ・宮城県避難退域時検査事前演習の視察報告
- ・民間企業における原子力防災の取り組み状況についての情報提供

2) 今年度のまとめ、来年度の予定

③第3回検討会(令和3年2月25日)(別添3)

1) 緊急時放射線防護ネットワークの制度設計

2) 要件リスト及び専門家向けガイドの検討状況について

- ・環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案
- ・放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案

3) まとめ、今後の予定

3.1.2 環境モニタリング Gr

緊急時の支援に際して環境モニタリング分野における専門家に望まれる要件(力量)、力量項目を獲得するために必要なガイド等の検討を継続した。なお、検討過程においては、ネットワーク検討会参加の外部有識者やオブザーバの他、緊急時に立ち上がる EMC において重要な任務を担う原子力規制庁の上席放射線防災専門官や茨城県環境放射線監視センター職員のような国・県の立場の方々からも意見を伺い、参考にした。

(1)参加者

主査 : JAEA 中野政尚

幹事 : JAEA 山田純也、前田英太

参加者所属 : JAEA 核サ研、JAEA 原科研、JAEA 大洗研

(2)活動実績

①福島第一原発事故による環境影響の検討及び論文作成

令和元年度に日本保健物理学会の学会誌「保健物理」に投稿した、茨城県東海・大洗地区の4つの事業所(JAEA 原科研、核サ研、大洗研ならびに日本原電東海・東海第二発電所)における環境放射線モニタリングデータの収集・統合・検討結果が、下記の通り掲載された。この活動により、環境モニタリング Gr 参加者及び関係者の福島第一原子力発電所事故後の環境放射線モニタリングデータについての理解が深まるとともに、今後の環境モニタリング結

果を解釈するうえで重要な基礎データを持つことができた。

論文：中野政尚他，茨城県東海・大洗地区における福島第一原子力発電所事故後の環境放射線モニタリングデータの共有と課題検討活動，Jpn. J. Health Phys., 55 (2), 102 ~ 109 (2020) (別添4)

②専門家の要件(人材スペック)の明確化と改善に係る検討

昨年度に検討した、ネットワークの対象として想定する人材(EMC各グループを構成する各班への派遣専門家)が身に着けるべき力量項目及びその詳細についての明確化と改善を継続するとともに、随時ネットワーク検討会や国・県の立場からのコメントを受け、検討を進めた。

③ガイドの素材整理とガイド素案の作成、教育・訓練カリキュラムの検討

②で検討している力量項目を獲得するために必要となる、ガイドの素材整理とガイド素案の作成、教育・訓練カリキュラム等を検討するために、国内外の法令、指針、環境モニタリング、放射線影響に関する知識、スキル、立地県特有の防災・避難・モニタリング等のマニュアル類、リスク管理・公衆コミュニケーション手法に関する文書等を収集し、記載内容から収集文書を取捨選択することで、環境モニタリング分野における専門家が力量を獲得するに必要な教育・訓練カリキュラムの一覧表を作成している。また、コロナ禍の下で、教育・訓練を安全にそして効果的に進めるための e ラーニングの一部適用についても検討を開始した。(別添5)

④次年度の活動予定

身に着けるべき力量項目等の検討については、引き続きネットワーク検討会等で外部有識者等の意見を伺いながら内容を深めていく。なお、令和2年度においては EMC 訓練を視察することで、訓練内容の調査の他、訓練参加者(国・県の他、訓練の企画者・評価者)から意見を聴取して、専門家力量項目等に対する考え方をまとめる予定であったが、令和3年の年明けに発出された新型コロナ緊急事態宣言発出のため中止した。そのため、次年度に EMC 訓練を視察し、力量項目等の検討に反映する予定である。

3.1.3 放射線管理 Gr

避難退域時検査を支援する放射線防護分野の専門家が備えるべき力量と、力量を付与するための教育用の素材に関する検討を行った。また、検討にあたって、避難退域時検査に用いられる汚染検査測定器や除染資機材、検査における一連の流れを把握、理解するため、資機材展示場及び原子力防災訓練の事前演習への視察を行った。

(1)参加者

主査： JAEA 吉田忠義

幹事： JAEA 横須賀美幸、富岡哲史

参加者所属： JAEA 本部、JAEA 核サ研、JAEA 原科研

(2)令和2年度活動実績

①専門家の要件(人材スペック)の明確化と改善に係る検討

昨年度に引き続き、避難退域時検査における検査要員の役割等を想定し、自治体から依頼を受けて放射線技師会や事業者等から派遣された多様なレベル・職種・職歴の検査要員に対して必要な指導・監督を行うと共に、検査会場の管理運営を担う自治体職員（検査責任者）に対して専門家の視点で指導・助言を行うために備えるべき要件（力量）を整理した。

②ガイドの素材整理とガイド素案の作成、教育・訓練カリキュラムの検討

整理した専門家が備えるべき力量を基に、力量におけるポイントとして更にブレークダウン（必要な知識の具体化）を行い、それに応じた教材の選定等を進めた。

また、力量のクラス分け（初級、中級、上級）を行うことで、専門家の派遣を依頼する側でどのクラスの専門家が必要かを明確にすると共に、専門家としての研鑽の目標を明確にした。（別添6）

力量におけるポイントを整理するにあたり、避難退域時検査に用いられる汚染検査測定器や除染資機材、検査における一連の流れを把握、理解するため、茨城県東茨城郡大洗町にある株式会社千代田テクノルの原子力防災機器展示棟への視察及び宮城県原子力防災訓練に向けて実施した避難退域時検査訓練の事前演習への視察を行い、知見を反映した。（別添7）

③次年度の活動予定

専門家が備えるべき力量項目等の検討については、引き続きネットワーク検討会等で外部有識者等の意見を伺いながら内容を深めていく。また、実際に避難退域時検査で用いられている資機材の情報を収集すると共に、継続して原子力防災訓練への視察等による情報収集を行い、ガイドの充実化を図る予定である。

3.1.4 個人線量評価 Gr

(1)参加者

主査： JAEA 高田千恵

幹事： JAEA 渡邊裕貴

参加者所属： JAEA 核サ研

(2)令和2年度活動実績

①個人線量評価分野における NW 活動のあり方についての検討

昨年度までの調査において、防災基本計画や原子力災害対策マニュアル等の国文書を確認し、原子力災害対応における個人線量評価に係る要求（線量評価を実施すべき者、対象と具体的な時期等）は明確化されているものの、前述した環境モニタリングや避難退域時検査と異なり、具体的な活動の目的、スキームが明確にはなっていない現状を確認した。また、福島原発事故対応において混乱の一因となった可能性のある、個人モニタリングの目的（事故影響の全体像を把握するための水準調査と個人に対する医療を含めた介入要否の判断のいずれと考えるのか）等、活動の土台となる考え方が明確化できていない状態であることも明らかとなった。

このような現状から、当グループにおいては専門家に求められる力量を決定し、ガイドを作成するには時期尚早と考えられることから、国の検討状況等を適宜把握し、適切なタイミングでガイド作成の計画をたてることとした。このため、情報収集を継続して行っていたが、今年度中にガイド作成の計画をたてる状況にはないと判断した。

②次年度の活動予定

令和3年2月3日に原子力規制委員会が緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する基本的事項の検討を行うことを目的として「緊急時の甲状腺被ばく線量モニタリングに関する検討チーム」を設置した。次年度はこのチームにおける検討状況を確認するとともに、必要に応じて関係省庁(環境省 放射線健康管理担当参事官室、原子力規制庁 放射線防護企画課、内閣府 原子力防災担当)、指定公共機関(QST、JAEA)及び他の組織(電力事業者、大学、病院等)における当分野の専門家の在否の把握のための調査を行い、当グループに求められる活動項目とその優先度をまとめることとする。

3.2 専門家と行政機関関係者を結ぶ防護 NW 構築のあり方に関する提言の検討

3.2.1 東京電力福島第一原子力発電所事故等過去の原子力事故を教訓とした防災体制に適応した防護 NW 活動制度設計の検討

(1) 緊急時放射線防護ネットワーク制度の仕組み検討

東京電力福島第一原子力発電所事故等過去の原子力事故を教訓として構築された現在の原子力防災対応組織の状況に適合した防護 NW 活動とするため、昨年度までに、防護 NW と原子力防災対策組織の関係について整理し図示した。また、ネットワーク活動項目として当面取り組むべき項目及び継続的に取り組むべき項目を明確にした。(図2参照)

- 運営主体：防護 NW の運営が自律的、継続的になる見通しが得られた段階で国の適切な委託事業として運営し、その事業に適合する組織を運営の主体とする。
- 構成員：JAEA、量研機構、大学、研究所、原子力事業所、自治体等に所属職員等で、各自の専門分野に応じて分野別に設置されるサブ Gr に所属する。緊急時放射線防護ネットワーク検討 Gr は現在の JAEA と QST を主とした構成員に加えてサブ Gr のコアとなるメンバーを関係学会からの推薦等により選定する。
- サブ Gr：環境モニタリング、放射線管理、線量評価を置く。なお、放射線(線量)計測、緊急時対応計画についてのサブ Gr の設置が望ましいが、現段階では原子力緊急時支援・研修センター指名専門家やその他の拠点、機関の放射線防護専門家の人数が限られているため、その取扱いについては今後の課題とする。
- ネットワークの運営のあり方
ネットワークの運営のあり方は活動を進めながら評価改善を行っていくが、自律的かつ継続的に発展する仕組みとする。

また、昨年度抽出したネットワーク制度の運営に係る課題について対応策の方針を下表のとおりまとめた。

表1 ネットワーク制度の運営に係る課題と対応策

	課題	対応策
1	発展的に持続可能な仕組み	<ul style="list-style-type: none">・国の適切な支援を得て原子力災害における中核機関を指定公共機関(QST、JAEA)とすることについて検討する。指定公共機関の緊急時支援組織の構成員をコアメンバーとして活動を展開する。指定公共機関から派遣される専門家等に対して定期的に実施されている教育研修の仕組みの中に、外部のメンバーが加わる形でネットワーク活動を維持、拡大させていく。外部のメンバーは受講者あるいは講師として教育訓練に参加する。・事務局機能を確保するため適切な方法で予算を確保する。

2	既存のネットワークとの連携	<ul style="list-style-type: none"> ・関連する学会と連携して「原子力防災×放射線防護」に関連するシンポジウムを定期的に開催していく。 ・大学で実施している専門教育講座(例:弘前大学緊急被ばく医療プロフェッショナル養成講座)との連携。
3	シーズ、ニーズがマッチしたネットワークサブ Gr の設定	<ul style="list-style-type: none"> ・原子力災害対応体制を考慮して緊急時環境モニタリング、放射線管理(避難退域時検査)、個人被ばく線量測定・評価の3分野でのサブ Gr を設置している。
4	ネットワーク構成員のリストの整備	<ul style="list-style-type: none"> ・ネットワーク登録にあたって実施する教育研修の受講歴、防災訓練参加歴をリストとして維持管理していく。個人の履歴に関する情報のインプット方法は、自己申告、教育訓練主催者等の参加者名簿からの入力など複数の方法を来年度検討する。
5	人材の確保、育成が図られるような教育的な事業の取り組み	<ul style="list-style-type: none"> ・ネットワーク活動の中心的な事業として力量の明確化と力量の付与のあり方を明確化して教育訓練を行う活動を実施する。
6	ネットワークとして取り組むべき技術的な課題の設定とその解決に向けた活動の展開	<ul style="list-style-type: none"> ・教育訓練を通じて見出された技術的な課題に対して、ネットワーク構成員が主体的に研究体制を編成し、研究公募等の仕組みを利用して課題解決を行う。また、関連学会と連携して専門研究会の設置やシンポジウムの開催等課題解決に向けた活動を行う。
7	国際的な標準と整合したアウトプットの創出	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急時放射線防護に関連する国際機関の文書等のリスト等を整備しネットワークメンバーが活用できるようにする。

上記の対応策の方針及び学会企画シンポジウムの議論を踏まえて防護NWの平時における取組と緊急時における取組について次のようにまとめた。

①平時における取組

防護NW制度の全体像を図3に示す。

- ・原子力災害における中核機関(以下、中核機関)を設置し、中核機関は、平時より地域内のローカルなネットワークの構築を支援できるよう、専門家に対する研修開催(力量付与)やNW登録管理(力量管理)を行う(図4参照)。また、原子力防災に係る最新情報を収集し、メーリングリストを用いて防護NW構成員へ情報提供を行う。

- ・防護NWの応募者及び構成員として、指定公共機関、大学、電力事業者、自治体、医療機関等の技術者、研究者及び診療放射線技師を対象とし、防護NWの応募者及び構成員は、中核機関が開催する専門研修に参加する。また、力量付与された防護NW構成員は、立地道府県等が開催する地域の基礎研修の講師や原子力防災訓練の評価者として、地域の活動に参画する。

- ・以上の活動を踏まえて、立地道府県等の自治体は、地域活動に参加する専門家を先導的な防災要員としてお声掛けし、地域の防災要員リスト等に反映する。

- ・サブ Gr(緊急時環境モニタリング、避難退域時検査等)で挙げた課題や人材確保について、関連学会と連携して検討を行う。

②緊急時における取組

緊急時における活動を図 5 に示す。

- ・上記①の平時における活動を踏まえて、平時より防災要員等のリスト化がなされ、緊急時には防護 NW 構成員による専門的な支援が可能となる。
- ・中核機関は、適宜、国等の組織と情報共有を行い、メーリングリストを用いて緊急時の発災情報等を防護 NW 構成員に発信することで、防護NW構成員自身が正確な情報を受け取ることが可能である。

※今回、防護 NW 構成員の派遣調整等の活動については、地域の防災計画や専門家等の所属機関の災害支援の枠組みに基づき行われることから対象外とした。ただし、各地域において平時より緊急時対応の体制を構築するため、中核機関はそれら活動に協力するものとする。

以上の①②を踏まえて、以下のように中核機関の機能、要件に係る試案をまとめた。

○中核機関に求められる機能

- ・防護 NW の運営
- ・力量付与(研修開催)、力量管理(防護NWへの登録管理)
- ・NW 構成員間の情報交換、課題解決に向けた取り組みに係る支援
- ・手引きの改訂

※緊急時における取り組みとしては、防護NW構成員への情報発信が挙げられる。

○中核機関の要件

- ・国の動向や、国際的な最新情報を随時収集できる組織であること
- ・防災訓練や教育研修などを含む地域の活動に参画している組織であること
- ・課題解決に向けて、専門機関、専門家とともに技術的な検討を実施できる組織であること
- ・緊急時には情報を収集し、防護NW構成員に発信する機能を持たせるため、緊急時においても中核的な組織であること

3.2.2 人材の登録・認定・管理方法の検討

人材の登録・認定・管理方法の検討にあたって、先行して実施されている教育研修事業の概要と NEAT 指名専門家に期待される役割についてまとめ、それらの調査結果を踏まえてネットワーク活動に反映すべき事項についてまとめた。

- (1) 内閣府が実施している原子力災害対応要員向けの教育研修事業の活用に関する検討

放射線防護分野の専門家に対し、関係法令や現在の原子力防災体制の枠組みなどの事項についての情報を得る機会を提供する必要があると考えられることから、内閣府が実施している原子力災害対応要員向けの教育研修事業の概要についてまとめるとともに、防護 NW 活動との関係整理及び活用について検討した。

A. 基礎研修

内閣府は、国及び地方公共団体など原子力災害対策を行う公的機関への支援の一環として、防災業務関係者自らが活動時に放射線被ばくや汚染を防護するための基礎研修を行っている。研修の内容は、原子力災害対応業務に必要となる自らの放射線被ばく防護対策、汚染防護対策や放射線量の測定方法などを、福島原発事故の実例を交え、講義で紹介し実習で体験・習得するものであり、災害発生時に現地や避難退域時検査等で対応する職員の被ばく管理に役立つ実践的な内容となっている。対象者は、国、地方公共団体、警察、消防等公的機関に所属する防災業務関係者としている。

本研修は、放射線防護分野の専門家にとっては基礎的な内容であり、必ずしも受講の必要はないと考えられる。

B. 専門研修

内閣府は、原子力緊急事態において原子力施設周辺の住民等に対する防護措置を確実に実施するために、現地で防護措置の実務を行う地方公共団体の要員(実務人材)の研修を行うこととしており、その一環として JAEA 原子力緊急時支援・研修センターは、内閣府からの委託事業として原子力防災研修を実施した実績がある。その中で、実務人材研修(避難退域時検査等研修(講義と図上訓練))が行われている。内閣府等の資料によれば、この研修の目的は、避難退域時検査の具体的計画及びマニュアル等を作成できる人を育成すること、バスによる避難等の対応の具体的計画及びマニュアル等を作成できる人を育成することであり、研修対象は原子力防災及び原子力災害対応業務に従事する指定行政機関、指定地方行政機関、地方公共団体等の職員である。研修内容は防護 NW 構成員が原子力災害時に直接実施するものは含まれていないものの、防護 NW 構成員が避難退域時検査を支援することを想定した場合に有益な情報が得られる研修と思われる。この他、同様に内閣府からの委託事業として、国及び地方公共団体の災害対策本部において住民の避難指示など意思決定に関わる職員及び本部やオフサイトセンター等の拠点で中心的な役割を果たす職員を対象とした研修(①講義と図上訓練、②講話)も行われている。これらの研修の対象者は、国職員等、道府県職員等となっており、一般には公開されていない。

本研修は、放射線防護分野の専門家にとっても原子力防災の枠組みを包括的に理解できる有益な内容を含んでいるが、受講対象が限定されているため、教育研究機関や原子力事業者等に所属する放射線防護分野の専門家がこれらの研修を受講する機会が得られにくいと考えられる。一方、原子力機構の職員等は、内閣府の委託事業として講師の派遣を含む教

育研修事業を運営した経験を有することから、内閣府の承認が得られれば、教材等を利用して防護 NW 活動の一環として防護 NW の構成員に対して教育研修を行うことができる可能性がある。防護 NW 活動では、それらの経験を活用することで適切かつ合理的に人材の育成に取り組むことができると考えられる。また、将来的には内閣府や自治体の理解を得てこれらの研修に参加することや講師として協力する形に発展していくことが望ましいと考えられる。

(出典)原子力機構 HP URL: https://www.jaea.go.jp/04/shien/task_j.html

(2)放射線防護分野における NEAT 指名専門家の役割

国・地方公共団体の災害対策本部、緊急時モニタリングセンター(オフサイトセンター)等の原子力災害活動実施場所へ派遣される原子力緊急時支援・研修センター(NEAT)指名専門家(放射線防護分野)が従事する活動項目は下記の通りである。実際には、それぞれの活動を行う要員は、関係各機関から参集した原子力災害対応を行うための基礎的な教育訓練を受講した関係者であるものの、放射線測定等を日常的に実施する業務に従事している関係者は限られていることが多いため、指名専門家はそれぞれの活動において指導的な役割を期待されることが多い。また、これらの活動を適切に行うためには原子力防災に関する知識(法令、機構防災業務計画等)や原子力緊急時対応概要に関する知識(緊急時の体制、活動概要、連絡体制、活動場所、招集・参集の方法)なども必要となる。

①緊急時モニタリングセンター(EMC)での活動

- ・モニタリングデータ収集/結果の整理
- ・EMC 活動内容の記録
- ・ERC 放射線班との情報伝達
- ・モニタリングポスト等の稼働状況の監視
- ・異常値への対応
- ・測定分析
- ・屋外で活動する緊急時モニタリング要員のスクリーニング及び屋外で使用する資機材等の汚染管理(養生、除染等の汚染管理を含む)

②避難退域時検査での活動

- ・車両指定箇所検査
- ・車両確認検査/簡易除染
- ・住民指定箇所検査(WBC 車の WBC の操作を含む)
- ・住民確認検査/簡易除染

③救護所での活動

- ・住民の汚染検査(スクリーニング)及び除染ブースでの対応

防護 NW の構成員は、基本的に NEAT 指名専門家と同様の役割を担うことが期待されると考えられることから、人材登録にあたってはこれらの活動を支援することができる力量を付与

していくことが望ましい。

(3)人材の登録、認定、管理方法の検討結果

環境モニタリング、放射線管理、個人線量評価等の分野別に専門家の防災対応に係る力量を明示し、標準化された教育教材を用いた講習及び訓練への参加を通じて対応能力の維持向上を進める。

今年度は、オフサイトセンターに設置される緊急時モニタリングセンター(EMC)が実施する緊急時環境モニタリングと避難退域時検査の対応に係る専門家の力量と力量を付与するための教材に関するリストの作成をおこなった。

講習等を受講した人材のリストを整備し、緊急時には行政機関関係者が活用できる仕組みを構築していく。

②専門家向けのガイドの構成案の検討結果

原子力防災を支援する放射線防護関係者のための手引き(仮称)として、共通編と個別編として以下の項目についてA4、10ページ程度にまとめる。

共通編

I 原子力防災の枠組みに関する基礎

1. 原子力防災に関する法令等と原子力防災体制

- ・原子力災害対策に関する法令・指針等の要点及び原子力防災体制

2. 災害支援の仕組みに関する事項

- ・指定公共機関とその役割
- ・その他の公益組織とその役割
- ・JAEA/QST/その他の組織における機構防災業務計画、国民保護業務計画等の内容

3. 災害支援の具体例

- ・災害時の QST の活動
- ・災害時の NEAT の活動

II 原子力施設に関する情報の概要紹介、入手方法

防災対応に必要な情報をカタログ的にまとめる。各地の情報の入手方法の提示(内閣府の防災訓練 URL の紹介など)を行う。

個別編

1. 緊急時環境モニタリングの概要

2. 避難退域時検査の概要

3. 専門家の力量のめやす及び力量付与のための教育素材

※原子力防災支援のシーンに合わせて適宜、個別項目を追加していく。

資料編

防護 NW で作成したオリジナルの教育資料

収集した情報で採録すべきもの

3.2.3 原子力事業者へのアンケート実施

原子力防災に取り組む事業所等のグッドプラクティスを把握し、防護 NW 活動の制度設計に資するため、原子力施設の放射線管理を専門的に行う人材を擁する原子力事業者に対してアンケートを実施している。アンケートは電気事業連合会 放射線管理委員会の協力を得て、令和 3 年 1 月に 12 社の原子力事業者に対して実施し、2 月に各社から回答を受領したところ(回答率 100%)である。分析とその結果の反映は次年度実施する予定である。

3.3 ステークホルダー会合の開催

①日本保健物理学会第 53 回研究発表会(別添8)

日時: 令和 2 年 6 月 29 日(月)～6 月 30 日(火)

企画シンポジウム:放射線防護の喫緊課題への提案

「第2部 緊急時対応人材の確保 ～ネットワーク構築の条件～」

座長:吉澤道夫(JAEA)、ラポータ:高田千恵(JAEA)

演者:百瀬琢麿(JAEA)、松田尚樹(長崎大)、込山有人(東電)、床次眞司(弘前大)

②日本放射線安全管理学会第19回学術大会(別添9)

日時:令和2年12月9日(水)～12月11日(金)

企画セッション:令和2年度放射線防護アンブレラ事業 緊急時放射線防護ネットワーク構築「緊急時放射線防護ネットワークのあり方について～緊急時環境モニタリングと避難退域時検査の支援のために～」

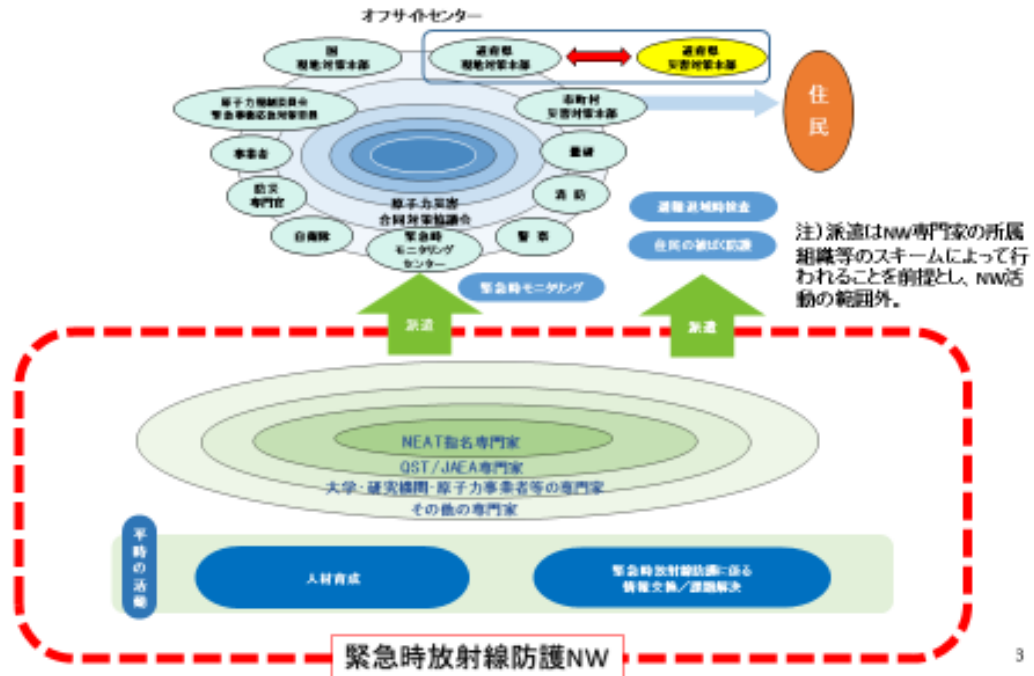
座長:高田千恵(JAEA)

演者:百瀬琢麿(JAEA)、渡邊裕貴(JAEA)、中野政尚(JAEA)、吉田忠義(JAEA)

4. まとめ

JAEAを運営主体とし、JAEA、量研、原安協、大学、日本保健物理学会、日本放射線安全管理学会、日本放射線事故・災害医学会等に所属する専門家で構成された防護NWのあり方について検討を行った。専門分野別に設置したサブGrにおいて、参加者の相互の情報交換や共通する課題の検討、専門家向け緊急事態対応ガイドの作成に資するための専門家の力量に関する検討を行った。

原子力災害対策組織と緊急時放射線防護ネットワーク



緊急時放射線防護ネットワーク活動項目

- NW構成員が緊急時に従事する活動の想定範囲
- 緊急時環境放射線モニタリングの支援
 - 避難・退域時検査の支援
 - その他災害支援活動等における放射線防護に関する技術的支援

- (R3年度末までに実施する項目)
- 放射線防護専門家向け緊急事態対応ガイドの作成
 - ✓ 専門家が備えるべき要件(力量、役割認識)の明確化
 - ✓ ガイドの作成及び教育訓練の実施
 - 専門家と行政機関関係者を結ぶネットワークのあり方に関する提言
 - ✓ 1F事故等過去の原子力事故を教訓とした防災体制に適應したNW活動の制度設計
 - ✓ 人材の登録・認定・管理方法
- (継続的に実施する項目)
- 人材育成(教育訓練)
 - 緊急時放射線防護に係る情報交換/課題解決

図 1 緊急時放射線防護ネットワークと原子力防災対策組織の関係及びネットワーク活動項目

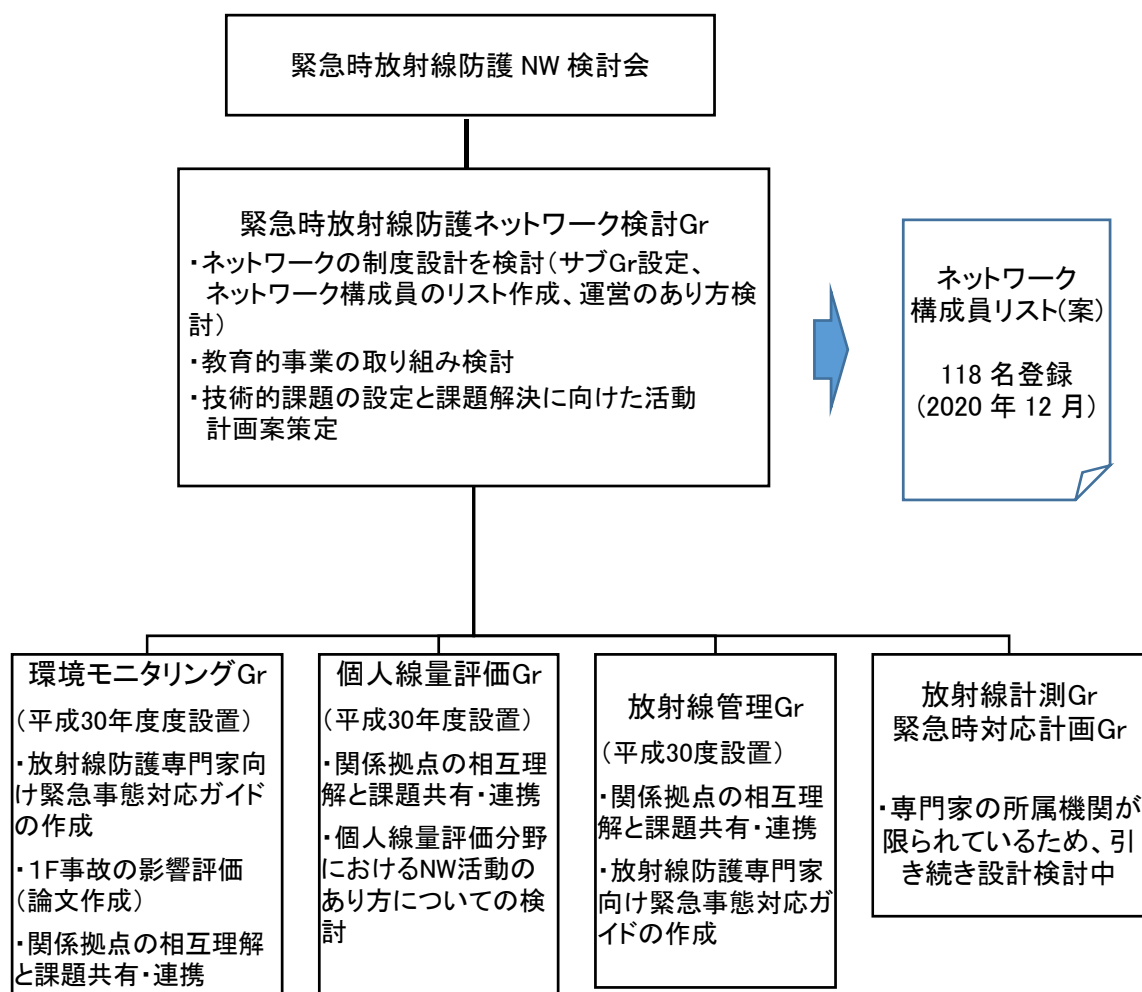


図 2 緊急時放射線防護ネットワークの組織と今年度の活動

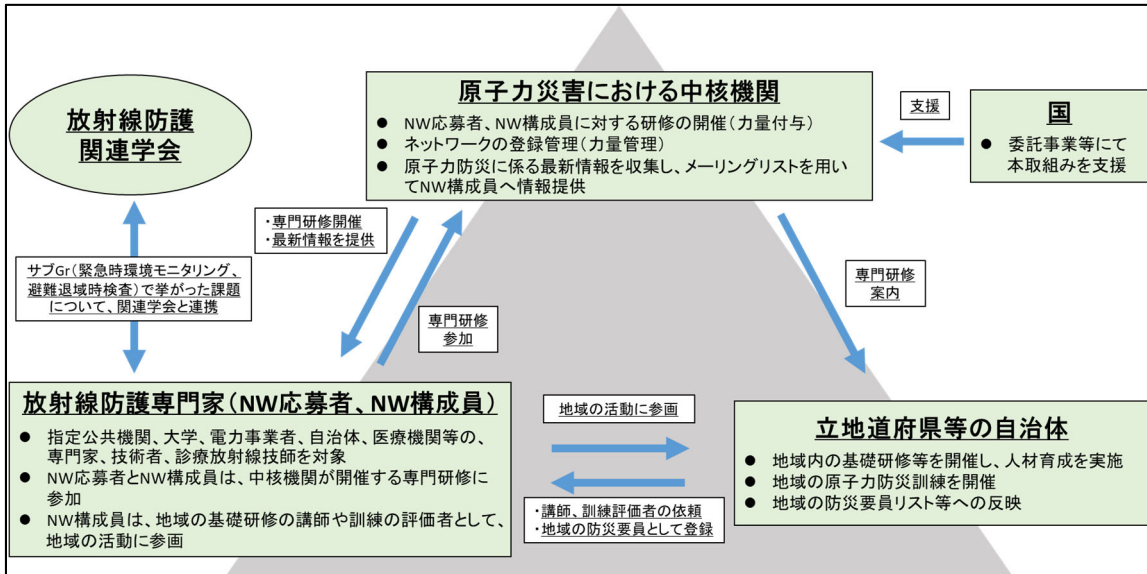


図3 緊急時放射線防護ネットワーク制度の全体像

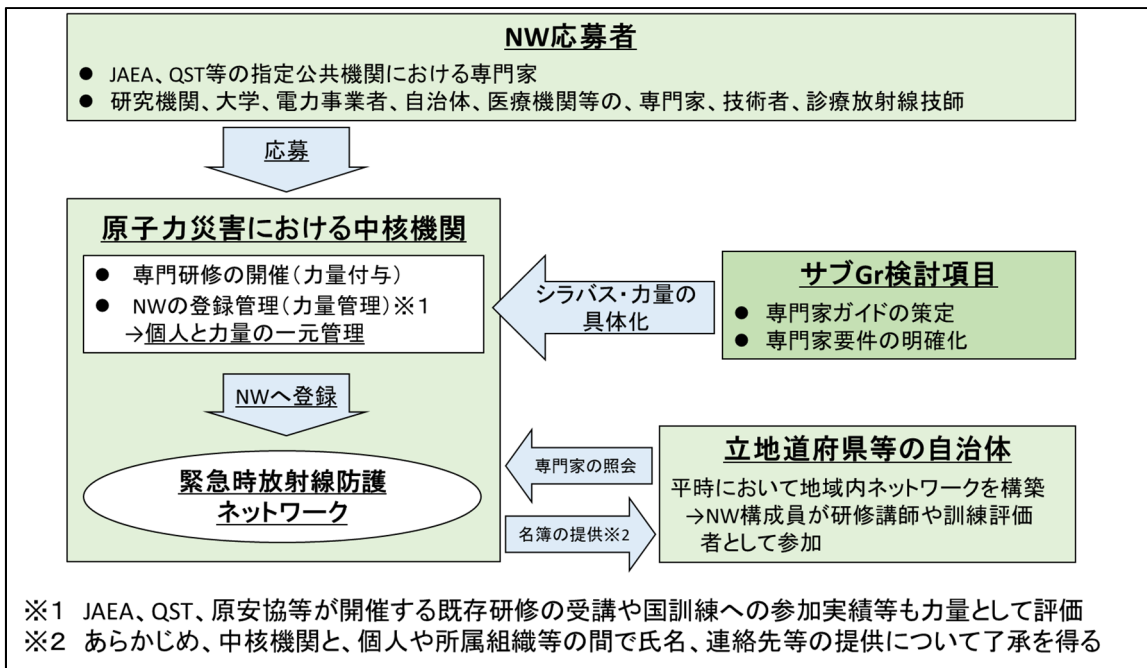


図4 緊急時放射線防護ネットワーク制度の力量付与及び力量管理

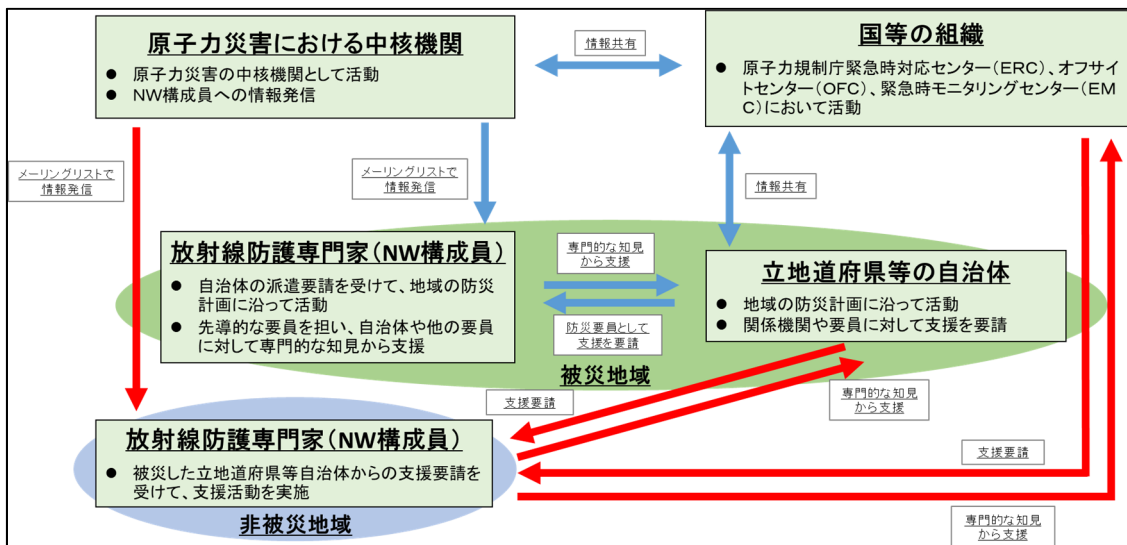


図 5 緊急時における活動

令和 2 年度緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第 1 回検討会
議事録

1. 日 時：令和 2 年 11 月 11 日（水） 13 時 10 分～15 時 10 分
2. 場 所：WEB 開催（Zoom ミーティング）
3. 出席者：別紙参照
4. 概 要：
 - (1) 令和 2 年度活動計画及び実施体制について
百瀬琢磨 核燃料サイクル工学研究所（以下、サイクル研）副所長から、令和 2 年度の活動計画及びその実施体制について説明を行なった。
 - (2) 環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案
中野政尚 サイクル研放射線管理部次長から、環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案について説明を行なった後、意見交換を行なった。主な内容は以下の通り。
（渡部先生）専門家の力量として、技術的な項目だけではなく、コミュニケーションやリスクマネジメントに係る力量も必要ではないか。
→（中野）今後、IAEA 等の国際文書を参照しながら、そのような観点も加えて検討していきたい。
→（百瀬）コミュニケーションの基礎的な知識は、各分野にまたがる共通的な項目だと考えられるので、共通項目として整理していく。
（渡部先生）e ラーニングの予算について、少し高めの見積りだと思われる。大学等ではフリーの Moodle 等を使用している。
→（中野）今回は HP 上の金額をそのまま載せているが、今後、本教育システムを
実用化する際に金額も精査していく予定。
（松田先生）EMC の専門家は測定することが最優先であり、まずは正しい測定を実施することに注力する必要がある。ただし、自治体によって緊急時モニタリング計画、実施体制や線量限度等が異なるため、専門家が各地域の緊急時モニタリング計画を知っておくことが重要である。
→（中野）各地域の緊急時モニタリング計画については、掲載している URL 等をリスト化してまとめていく。
（松田先生）近年、EMC 要員の e ラーニングに対する理解度確認の合格基準が厳しくなっており、何度も受けることはできるが、満点を取る必要がある。e ラーニングを導入する場合には、そのような合格基準を検討する必要がある。

(百瀬) 松田先生に伺いたいが、自治体や地域の大学から EMC に派遣される方々に対する教育については、県毎に実施されているのか。それとも、国や NEAT 等の専門機関が主導的に実施されているのか。

→ (松田先生) 道府県だと平時業務の OJT として、水準測定を通じて測定器の使い方等を教育しているが、原子力防災に係る教育は外部委託にて実施している。なお、国の原子力防災訓練の前に予行練習として、教育訓練を受けるようなスケジュールである。

(床次先生) e ラーニングや Webinar で実施する場合には理解度を確認するためにも確認テストをセットにして実施するのが良いと思われる。また、コロナ禍によりオンラインの講座を検討されているが、実習等の対面式講座でしか実施できない内容もあると思われる。それらの点を整理いただくと分かりやすいと思われる。

→ (中野) 今後、それらの点についても明確にできるよう検討していく。

(野島専門職) 兼務先の内閣府原子力防災担当(以下、内原防)の立場からお話すると、EMC については県の環境放射線監視センターで要員選定等を行っている。是非とも、本検討の有用性を高めるために茨城県の環境放射線監視センターにも相談し、研修等の内容を検討していただきたい。なお、EMC は、内原防の主導ではなく、原子力規制庁監視情報課のもとに動くこととなる。

→ (中野) 拝承。今後、茨城県の環境放射線監視センターにも相談し検討していく。

(3) 放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案

吉田忠義 安全・核セキュリティ統括部危機管理課マネージャーから、放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案について説明を行なった後、意見交換を行なった。主な内容は以下の通り。

(渡部先生) 検査要員や専門家に必要な力量が多岐に渡っている。一人の者がすべての力量を持つというイメージか。それとも、チームとして網羅的に持つというイメージか。

→ (吉田) 検査要員は、各地域の自治体や診療放射線技師等の方々が担うと想定されており、車両指定箇所検査や住民指定箇所検査等のチームに分かれて、各力量項目に応じて対応すると考えている。一方で、専門家として派遣される方々については、避難退域時検査について網羅的に知っておく必要があると考える。

→ (百瀬) 力量項目について、例えば、ステップ1、ステップ2のような段階分けの力量付与とするのか。それとも、初めから全ての力量項目の習得を目指すのか。

→ (吉田) 専門家は、最低限のレベルとして検査要員に必要な力量を知っておいていただきたい。緊急時には教育訓練を受けたことがない検査要員が派遣される可能性もあるため、その方々に対して指導できる立場であってほしい。その次

のステップとして、測定器の特性や値の根拠等について把握し、他の要員に助言できる方が想定される。また、次なるステップとして、住民に対する科学的な説明や自治体責任者に助言できる方が想定されるが、初級、中級、上級のよう
に力量を細かく識別するのは難しいと考えている。

→ (P0 高橋先生) 力量項目の分け方について、力量の種類で分けるのか、それとも、力量のレベルで分けるのか。今後、力量項目の適切な分け方や分類方法について検討していただき、できれば今年度中にその案を提示していただきたい。また、実際にその力量を見て派遣要請等を実施するのは行政であり、行政ニーズも踏まえて検討していただきたい。

→ (吉田) 力量項目の分け方や分類方法については、環境モニタリング分野とともに検討していきたい。

(松田先生) 福島原発事故等の経験から指導的な専門家がいると、各地から集まった要員に対して測定方法、リスクコミュニケーション方法等を指示し、統一的なルールで対応できると思われる。緊急時には、そのような力量を備えた専門家が必要となる。

→ (百瀬) 緊急時には多くの会場が設営され、各地から集まった要員がそれぞれ対応すると想定される。その要員の中で、誰かがリーダー的な役割を担う必要があり、そのリーダーの養成のためにも平時の NW 活動が役に立てばと考えている。

(床次先生) 力量付与のための教材として、既存のものを使用するのか。それとも、新たに教材を開発するのか。また、教育、実習等について挙げているが、具体的にはどのような方法で力量を付与するのか。

→ (吉田) 教材について、現時点では既存の教材を紐付けるといった引用リストを作成することを考えている。ただし、力量の認定制度を考えると、eラーニング等を実施するには新たな教材が必要になると考えている。本研究事業においては、まずはその研修等のイメージを固めていきたい。

→ (百瀬) 限られた活動期間の中で、本ネットワークの制度設計やたたき台となる教材等を検討していく予定。また、eラーニング等の研修の在り方については、本研究事業内で提言としてまとめていく。

(野島専門職) 内原防の立場からお話すると、今年度、内原防から自治体に向けて、購入すべき避難退域時検査の資機材について指示を出している。その資機材の設営及び運用マニュアルを現在作成中であり、今回説明があったスライド P. 4 の検査要員の内容については内原防でマニュアル化する予定である。なお、NEAT の実務人材研修等において、そのマニュアルを紹介していく形となる。一方で、検査要員は自治体や電力事業者を想定していることから、スライド P. 5 の専門家の力量項目については是非とも検討していただきたい。また、教材に関して、検査要員に係る内容

は内原防でマニュアル化するため、その点を新たに検討する必要はないが、専門家に係る内容として技術的な考え方やその根拠等については是非ともまとめていただきたい。今後、内原防ともコミュニケーションを取っていただき、本研究事業を進めていただきたい。

→（百瀬）例えば、その NEAT の実務人材研修等の事業において、JAEA や QST 等の専門家が講師として参画することも可能か。

→（野島専門職）その点については、まずは NEAT と相談して検討いただきたい。

→（百瀬）この NW 活動を継続的に運用していくためには、NW 構成員がそのような研修において講師になり、現場の状況を把握していくことが重要だと考えている。今後、関係機関の意向も踏まえて検討していきたい。

→（吉田）それらマニュアルについては最終的に HP 等で公開されるものなのか。

→（野島専門職）作成したマニュアルについては、国会図書館等にも納められるが、内原防の HP で公開する予定である。

→（大町補佐）その他必要な教材があれば、関係省庁に照会することは可能である。

(4) 緊急時放射線防護ネットワークのあり方の検討状況について

①日本保健物理学会第 53 回研究発表会企画シンポジウムの報告

②現行の原子力防災体制の整理及び緊急時放射線防護ネットワークの全体像について
渡邊裕貴 サイクル研放射線管理部線量計測課員から、日本保健物理学会企画シンポジウムの報告及びその議論を踏まえた検討内容について説明を行なった後、意見交換を行なった。主な内容は以下の通り。

（P0 高橋先生）これまでの議論と同様に、本 NW の制度設計についても、規制庁や内原防等の関係機関とも密に連絡を取りながら進めていただきたい。

（立崎先生）医療従事者の力量管理については量研機構が研修受講者の一元管理を進めているところであり、診療放射線技師については医療分野と放射線防護分野で登録の重なりがでてくるかもしれない。また、専門家の中には緊急時モニタリング、避難退域時検査、個人線量評価の全ての分野に関わる方もいるため、NW 登録時にあらかじめ整理しておくことが一案として考えられる。最後に、支援要請について所属する機関によって要請の流れ等が異なるため、その点を考慮する必要があると思われる。

→（渡邊）現時点では NW に登録する際に、その方の専門分野や力量を登録することを想定している。また、各機関で要請の流れが異なる点も考慮して、本 NW の制度設計をより明確にしていく。

（栗原先生）中心的な専門家は、緊急時において各組織の委員等になっているのが現状である。それら緊急時対応に係る優先順位付けを行うためにも、原子力災害における中核機関の上位組織として、国組織による指揮系統が必要だと考えられる。

→（百瀬）その点について JAEA でも同様な議論を行ったが、各地域の防災計画等において緊急時の活動計画が定められていることから、中核機関は、緊急時には専門家への情報共有を主な役割とし、平時の役割として専門家の力量管理等を行っていくことがメインになると考えている。

（野島専門職）平時における取組みについて、国の組織は規制庁をイメージしていると思うが、立地道府県等が抱える課題については内原防がすくい上げているので、内原防ともコミュニケーションを取っていただきたい。また、内原防としても専門家に確認したい技術的な内容があるため、その点についても意見交換ができればと考えている。

→（百瀬）今後、内原防との意見交換等についても、野島専門職にお力添えいただければと考えている。

（野島専門職）平時よりモニタリングポストの情報が公開されており、発災時には放射性プルーム等の情報がリアルタイムに挙がってくることになる。専門家には、それらモニタリング情報の問合せ対応にもお力添えいただくこととなる。

（田中企画官）今後も規制庁や内原防と密に連絡を取りながら進めていただきたい。また、将来的に例えば、原子力災害対策マニュアル等に明記された枠組みに、本 NW を取り込んでいければと考えている。

(5) 電力事業者を対象とした原子力防災訓練に関するアンケート調査

渡邊裕貴 サイクル研放射線管理部線量計測課員から、電気事業者を対象とした原子力防災訓練に関するアンケート調査について説明を行なった後、意見交換を行なった。主な内容は以下の通り。

（宮澤先生）アンケートの実施に関して、コロナ禍により自治体で実施する訓練の内容は従来から変更されている点があるかもしれないが、電力事業者の訓練対応については大きく変わらないと考えられる。今後、電力事業者等の意見を踏まえて、アンケートを実施していただければと思う。

(6) 放射線安全管理学会企画セッションについて

百瀬琢磨 サイクル研副所長より、令和 2 年 12 月 9 日～11 日に開催される日本放射線安全管理学会第 19 回学術会議内企画セッション案について説明を行なった。

（百瀬）令和 2 年 12 月 10 日（木） 14:30～15:30 の時間帯において企画セッションを開催する予定。企画セッションでの議論を踏まえて、NW 制度をより明確化していく。

以上

令和2年度第1回検討会 出席者名簿

(順不同、敬称略)

外部有識者等	
松田 尚樹	国立大学法人長崎大学 原爆後障害医療研究所 放射線リスク制御部門 放射線生物・防護学研究分野 教授
渡部 浩司	国立大学法人東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 放射線管理研究部 教授
床次 眞司	国立大学法人弘前大学被ばく医療総合研究所 計測技術・物理線量評価部門 教授
宮澤 晃	東京電力ホールディングス(株) 原子力運営管理部 放射線管理グループマネージャー
立崎 英夫	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 副センター長
栗原 治	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 計測・線量評価部 部長
オブザーバ(アンブレラ事業関係者)	
神田 玲子	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター センター長
高橋 知之	国立大学法人京都大学 複合原子力科学研究所 原子力基礎科学研究本部 放射線安全管理工学研究分野 准教授
田中 桜	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 企画官
大町 康	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 課長補佐
野島 久美恵	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 専門職兼 内閣府政策統括官(原子力防災担当) 付
小林 駿司	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 係長
角田 潤一	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 係長
原子力機構(核燃料サイクル工学研究所以外)	
早川 剛	安全研究・防災支援部門 原子力緊急時支援・研修センター 副センター長
石川 敬二	敦賀廃止措置実証部門 敦賀廃止措置実証本部 安全・品質保証室長
吉田 忠義	安全・核セキュリティ統括部 危機管理課 マネージャー
木内 伸幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部長
横須賀 美幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部 放射線管理第2課 マネージャー
清水 勇	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 次長
山田 純也	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 主査
前田 英太	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 課員
原子力機構(核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所)	
百瀬 琢磨	副所長
中野 政尚	放射線管理部 次長
高田 千恵	放射線管理部 次長 兼 線量計測課長
渡邊 裕貴	放射線管理部 線量計測課 課員
富岡 哲史	放射線管理部 放射線管理第2課 課員

令和2年度緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第2回検討会
議事録（案）

1. 日 時：令和3年2月5日（金） 16時00分～18時05分
2. 場 所：WEB開催（Zoomミーティング）
3. 出席者：別紙参照
4. 概 要：

(1) 第1回検討会からの活動状況

①日本放射線安全管理学会第19回学術大会企画セッションの報告

高田千恵 核燃料サイクル工学研究所（以下、サイクル研）放射線管理部次長兼線量計測課長から、日本放射線安全管理学会第19回学術大会企画セッションについて報告を行った。

②原子力防災訓練に関するアンケート調査の実施状況

渡邊裕貴 サイクル研放射線管理部線量計測課員から、原子力事業者を対象とした原子力防災訓練に関するアンケート調査の実施状況について報告があった後、意見交換を行った。主な内容は以下の通り。

（谷口氏）例えば、医療機関等の他組織へのアンケートは実施しないのか？

→（渡邊）放射線防護の専門家として原子力事業者が各地域の原子力防災訓練に数多く参加しており、今回は原子力事業者にターゲットを絞り、アンケート調査を実施している。

③宮城県避難退域時検査事前演習の視察報告

吉田忠義 安全・核セキュリティ統括部危機管理課マネージャーから、宮城県避難退域時検査事前演習の視察について報告があった後、意見交換を行った。主な内容は以下の通り。

（早川）検査後に通行許可証が配布されていたかと思うが、どのような内容が記載されていたのか？

→（吉田）配布している様子を見たが、今回の視察では内容を確認できなかった。

（立崎先生）車両検査について、ゲートモニタのほかに手作業による検査も実施していたのか？また、安定ヨウ素剤の配布について、例えば、すでに安定ヨウ素剤を持っているか等の質問を行い条件付けて配布していたのか、それとも、条件等はなく全員に配布していたのか？

→（吉田）車両検査について、本演習において車両の指定箇所検査は全てゲートモニタを使用して実施していた。その後、指定箇所検査にて有意となった車

両については、手作業による確認検査を実施する流れであった。安定ヨウ素剤の配布について、避難退域時検査の会場から退出する際、薬剤師等による確認を行った上で、安定ヨウ素剤を配布していた。ただし、どのように条件付けて配布していたかまでは確認できなかった。

→（野島専門職）今回の事前演習は、今年度実施する予定であった女川地域の原子力総合防災訓練に備えて行ったものである。今回の車両検査は、ゲートモニタで指定箇所検査を実施し、確認検査を GM サーベイメータで行うこととしていた。安定ヨウ素剤の配布について、宮城県ではバスで避難する方々には一時集合場所で配布し、乗用車の方々は避難退域時検査場所で配布することとしている。また、ゲートモニタを通過する前に、安定ヨウ素剤服用に係る確認表を渡して車両検査中に回答していただき、ヨウ素に対するアレルギー等がある場合には、薬剤師に相談できる体制を設けている。

（P0 高橋先生）最後のスライドの気づき点が、力量管理において重要な観点になると思われる。最新機器に関する知識については、常時更新していく必要がある。最終的な力量管理の方法として、メインの講義を行ったうえで機器等の最新情報に関する講義を実施し、専門家自身の知識を更新することが重要かと思われる。

→（吉田）力量管理の観点で、最新機器に関する知識は重要な項目だと考えている。常にアップデートすべき内容であり、例えば、力量管理における認定から切り離すことも一つの手である。その場合、平時のネットワーク活動として意見交換の場にて最新情報を共有していくことが、本ネットワークの価値のある活動の一つになると考えている。

→（P0 高橋先生）それら NW の制度設計も含めて、今後検討していただきたい。

→（野島専門職）自治体が整備する避難退域時検査の資機材については、内閣府原子力防災担当が把握しているので、その点で連携が必要だと思われる。また、今回の視察において車両用ゲートモニタ警報設定の考え方の違いについても挙げていただいたが、内閣府でも認識しており、今後も技術的な観点で連携ができればと考えている。

（松田先生）体育館ロビーでの住民確認検査は一人あたり何分ほど掛かっていたのか？また、簡易除染は具体的にどのようなことを実施していたのか？

→（吉田）今回、車両検査を重点的に視察していたこともあり、住民の検査については指定箇所検査のみを確認していたが、2、3分程度であった。なお、過去の訓練視察においては、確認検査でも一人あたり2、3分程度であった。避難退域時検査のマニュアル上、サーベイ速度を毎秒 10 cm で測定するので、管理区域内で行う汚染有無を確認する検査よりは、迅速に行うことができていた。また、簡易除染について、これも過去の訓練視察ではあるが、住民の方にウェットティッシュを渡して、汚染の周囲から一方向に拭くように指導し

て除染を行っていた。そして、拭いた後のティッシュはビニール袋に入れていただくという流れであった。

(百瀬) 環境モニタリングについても EMC 訓練視察を予定していたが、コロナウイルス感染症対策のため中止となってしまった。今後も可能であれば、環境モニタリング分野に係る訓練視察を行う予定である。また、避難退域時検査の視察についても可能であれば、今後、検討会メンバーや先生方にも是非加わっていただき、新たな視点でコメントいただきたいと考えている。

④民間企業における原子力防災の取り組み状況についての情報提供

株式会社千代田テクノルの谷口氏から、民間企業における原子力防災の取り組み状況について説明があった後、意見交換を行った。主な内容は以下の通り。

(百瀬) 内閣府原子力の予算で各自治体に最新機器が整備されているが、それら最新機器の技術的な情報の公開や提供についても、企業の取り組みとして位置づけられているものと考えてよいものか？

→ (谷口氏) そのような理解でよい。千代田テクノル原子力事業本部では、原子力防災に対し、積極的に取り組んでいくと考えているところ。

→ (百瀬) 例えば、本 NW の枠組みにおいて、機器の最新知見をお知らせいただく等の連携も考えられるのか？

→ (谷口氏) 基本的には問題ないが、内容によっては関係機関への確認は必要となると思われる。

(百瀬) 緊急時には放射線に関してあまり馴染みのない自治体関係者が多く参集すると思われるが、教育のプログラムや教材について、専門家ではなく、そのような方々に対して伝えるという視点で、工夫などはあるのか？

→ (谷口氏) 自治体が実施する基礎研修や関係者研修に、積極的に参画しているが、それら研修には国が作成した標準テキストを使用している。基礎研修では、過去に似たような教育を受けた方もいたが、サーベイメータを初めて操作する方も多かった。また、関係者研修はバスやタクシーの運転手が対象であり、理解促進のため、標準テキストのほかに補足資料等を用意して研修を行っている。本検討会で議論すべき内容ではないと思うが、今後、それら標準テキストの見直し等の活動も必要だとは考えている。

→ (百瀬) 研修事業の内容に係る見直しについては、例えば、その事業において適切に評価され、アップデートされていくものだと理解している。ただし、本 NW の枠組みの中で、専門家間でそのような問題意識を共有し、関連学会と連携する働きかけは可能であると考えている。

(中野) メーカーが取り扱う機器について、例えば、その使用方法の動画をホームページ等で公開していただきたい。そうすれば、教育を受ける前に、事前学習が可能

になると思われる。また、実習に行けない場合でも、その動画を見ることで機器の操作等のイメージがつきやすくなる。

→（谷口氏）いただいた意見については社内で検討する。また、JAEAでもサーベイメータの使い方の動画をYouTube等で公開していたかと思われるが、我々の教育においてもそのような動画を参考にさせていただいた。

（渡邊）NW制度の全体像の図にも関連するが、民間企業は平時における基礎研修や訓練等に参画することが想定されるのか？また、そのような平時の活動を踏まえると、自治体から緊急時においても何かしらの支援をいただきたい等の話が挙がるのではないかと考えている。

→（谷口氏）平時の基礎研修や訓練については、今後も積極的に関与していくところであり、現在も基礎研修の実習部分において、マントル線源や霧箱等を用いて工夫しながら研修を行っている。また、緊急時の支援については、各地域で個別の対応になると思われるが、医療分野では汚染検査の支援として、2つの県において緊急時医療支援に係る協力体制に参加しており、緊急時において可能な範囲での支援を行うこととしている。

(2) 今年度のまとめ、来年度の予定

百瀬琢磨 サイクル研副所長より、今年度のまとめ及び来年度の予定について説明があった後、意見交換を行った。主な内容は以下の通り。

（高田）スライドP.4の「令和3年度実施計画」について、人材の登録・認定・管理方法は中核機関の機能の一つになると思われる。中核機関の機能として、手引きの提供や、それら情報のブラッシュアップについても担う必要があるため、令和3年度にはそれらを含めた中核機関の在り方を提案していく予定である。具体的には、スライドP.2の「NW運営の概要」にて示した中核機関の活動について、本研究事業終了後にどのように実現していくのかという点をお話しできればと考えている。原子力規制庁、内閣府等の国や他機関の動きも可能な限り考慮したうえで、中核機関の在り方について提案していく。

（野島専門職）内閣府の立場として、避難退域時検査については、これまで様々な検討を行ってきた。今年度、内閣府から自治体に対し、来年度より整備すべき資機材をお知らせしており、それら資機材の運用に係るマニュアル作成を委託事業として千代田テクノルにお願いしている。そして、来年度には、作成したマニュアルを使用し、避難退域時検査を上手く運用できるのか検討を行う予定である。機会があれば、そのような内閣府の動きについても今後、紹介できればと考えている。また、自治体の基礎研修についても内閣府原子力防災担当が費用支援や検討を行っており、また、JAEA-NEATとも様々な取り組みを行っているので、さらに連携し本研究事業を進めていただければと思う。

(立崎先生) 手引きについて、個別活動として環境モニタリングと避難退域時検査に係る検討を行っているが、それら以外の緊急時活動も考えられる。それらの活動についても網羅して簡単に説明するのが良いと思われる

→ (百瀬) まずは本研究事業のスコープとして、環境モニタリングと避難退域時検査にターゲットを絞っているところであるが、最終的な報告としては、その他の緊急時活動も考慮してまとめていきたい。

(百瀬) スライド P.2 の「NW 運営の概要」について、大学の先生方に伺うが、大学組織の位置付け方について意見等をいただきたい。

→ (松田先生) 過去に大学間のネットワークの構築を検討したが、学生の中にも原子力防災分野に興味を持っており、何らかの形で大学からも本 NW 活動に参加できる仕組みがあると良い。ただし、個人の興味で NW に応募ができるのか、少し分からないところである。また、実災害に派遣されるのは限られた人達だと思われるが、人材のベースを広げることは重要だと考えている。大学組織としては、力量付与の視点で、教育コンテンツや評価システムの作成について協力可能だと考えている。

→ (床次先生) 弘前大学では、被ばく医療プロフェッショナルという社会人向け養成コースを、JST の予算で実施していた。事業は終了したが、技能維持を目的として年 1 回の研修を行っている。また、大学院に被ばく医療コースを設けており、将来的に原子力防災にも関わられるように教育実習を行っている。

(P0 高橋先生) 今後の議論として、中核機関の役割を明確にしていきたい。今回参加いただいた千代田テクノル 谷口氏の意見も本 NW 制度に反映していただくとともに、来年度前半には自治体の方々や、NW 応募者になられる方々に、本 NW に応募できるのか、ネックとなる部分はどのような点かなどを伺い、実効性の高いシステムを提案いただきたい。高田氏からも説明があったが、学会にてアンケートを行うなどして、幅広く関係者の意見を取り込んでいただきたい。

5. 今後の予定：

(百瀬) 第 3 回検討会を 2 月 25 日 (木) 10:30 から開催する。

以上

令和2年度第2回検討会 出席者名簿

(順不同、敬称略)

外部有識者等	
松田 尚樹	国立大学法人長崎大学 原爆後障害医療研究所 放射線リスク制御部門 放射線生物・防護学研究分野 教授
渡部 浩司	国立大学法人東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 放射線管理研究部 教授
床次 眞司	国立大学法人弘前大学被ばく医療総合研究所 計測技術・物理線量評価部門 教授
宮澤 晃	東京電力ホールディングス(株) 原子力運営管理部 放射線管理グループマネージャー
佐藤 将	公益財団法人原子力安全研究協会 放射線災害医療研究所 主任研究員
立崎 英夫	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 副センター長
栗原 治	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 計測・線量評価部 部長
谷口 和史	株式会社千代田テクノロ 原子力事業本部
野村 直生	株式会社千代田テクノロ 原子力事業本部
オブザーバ(アンブレラ事業関係者)	
神田 玲子	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター センター長
高橋 知之	国立大学法人京都大学 複合原子力科学研究所 原子力基礎科学研究本部 放射線安全管理工学研究分野 准教授
大町 康	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 課長補佐(調査提言担当)
野島 久美恵	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 専門職兼 内閣府政策統括官(原子力防災担当) 付
原子力機構(核燃料サイクル工学研究所以外)	
早川 剛	安全研究・防災支援部門 原子力緊急時支援・研修センター 副センター長
石川 敬二	敦賀廃止措置実証部門 敦賀廃止措置実証本部 安全・品質保証室長
吉田 忠義	安全・核セキュリティ統括部 危機管理課 マネージャー
木内 伸幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部長
横須賀 美幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部 放射線管理第2課 マネージャー
高崎 浩司	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部長
山田 純也	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 主査
前田 英太	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 課員
原子力機構(核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所)	
百瀬 琢磨	副所長
住谷 秀一	放射線管理部長
中野 政尚	放射線管理部 次長
高田 千恵	放射線管理部 次長 兼 線量計測課長
渡邊 裕貴	放射線管理部 線量計測課 課員
富岡 哲史	放射線管理部 放射線管理第2課 課員

令和2年度緊急時放射線防護ネットワークの構築事業に係る第3回検討会
議事概要

1. 日 時：令和3年2月25日（木） 10時30分～12時30分
2. 場 所：WEB開催（Zoomミーティング）
3. 出席者：別紙参照
4. 概 要：
 - 1) 緊急時放射線防護ネットワークの制度設計
渡邊裕貴課員から、緊急時放射線防護ネットワークの制度設計の検討状況について報告があった。
 - 2) 要件リスト及び専門家向けガイドの検討状況について
 - ①環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案
中野政尚次長から、環境モニタリング分野における力量の目安及びガイドの目次案の検討状況について報告があった。
 - ②放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案
吉田忠義マネージャーから、放射線管理分野(避難退域時検査)における力量の目安及びガイドの目次案について報告があった。
 - 3) まとめ、今後の予定
百瀬琢磨副所長から、今年度のまとめ及び今後の予定について説明があった。

以上

令和2年度第3回検討会 出席者リスト

(順不同、敬称略)

外部有識者等	
松田 尚樹	国立大学法人長崎大学 原爆後障害医療研究所 放射線リスク制御部門 放射線生物・防護学研究分野 教授
渡部 浩司	国立大学法人東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター 放射線管理研究部 教授
床次 眞司	国立大学法人弘前大学被ばく医療総合研究所 計測技術・物理線量評価部門 教授
宮澤 晃	東京電力ホールディングス(株) 原子力運営管理部 放射線管理グループマネージャー
佐藤 将	公益財団法人原子力安全研究協会 放射線災害医療研究所 主任研究員
栗原 治	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 計測・線量評価部 部長
谷口 和史	株式会社千代田テクノロ 原子力事業本部
オブザーバ(アンブレラ事業関係者)	
神田 玲子	国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 放射線医学総合研究所 放射線防護情報統合センター センター長
高橋 知之	国立大学法人京都大学 複合原子力科学研究所 原子力基礎科学研究本部 放射線安全管理工学研究分野 准教授
大町 康	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 課長補佐(調査提言担当)
野島 久美恵	原子力規制庁 長官官房 放射線防護グループ 放射線防護企画課 専門職 兼 内閣府政策統括官(原子力防災担当) 付
原子力機構(核燃料サイクル工学研究所以外)	
早川 剛	安全研究・防災支援部門 原子力緊急時支援・研修センター 副センター長
石川 敬二	敦賀廃止措置実証部門 敦賀廃止措置実証本部 安全・品質保証室長
吉田 忠義	安全・核セキュリティ統括部 危機管理課 マネージャー
木内 伸幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部長
横須賀 美幸	原子力科学研究部門 原子力科学研究所 放射線管理部 放射線管理第2課 マネージャー
中根 佳弘	原子力科学研究部門 J-PARCセンター 安全ディビジョン 副ディビジョン長 兼 放射線管理セクションリーダー
高崎 浩司	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部長
山田 純也	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 主査
前田 英太	高速炉・新型炉研究開発部門 大洗研究所 放射線管理部 環境監視線量計測課 課員
原子力機構(核燃料・バックエンド研究開発部門 核燃料サイクル工学研究所)	
百瀬 琢磨	副所長
住谷 秀一	放射線管理部長
中野 政尚	放射線管理部 次長
高田 千恵	放射線管理部 次長 兼 線量計測課長
渡邊 裕貴	放射線管理部 線量計測課 課員
富岡 哲史	放射線管理部 放射線管理第2課 課員

レポート

茨城県東海・大洗地区における福島第一原子力発電所事故後の
環境放射線モニタリングデータの共有と課題検討活動

中野 政尚*^{1, #}, 細見 健二*¹, 西村 周作*¹, 松原 菜摘*¹, 大倉 毅史*², 倉持 彰彦*²,
川崎 将亜*², 竹内 絵里奈*², 藤井 裕*³, 神野 職*³, 東島 宙*³, 橋本 周*⁴,
山田 純也*⁴, 前田 英太*^{4, †}

(2020年3月17日受付)

(2020年4月28日採択)

A Knowledge-Sharing Activity on the Environmental Radiation Monitoring Results Affected by the Fukushima-Daiichi
Nuclear Power Plant Accident at Tokai-Oarai Area in Ibaraki Prefecture

Masanao NAKANO,*^{1, #} Kenji HOSOMI,*¹ Shusaku NISHIMURA,*¹ Natsumi MATSUBARA,*¹ Takehisa OKURA,*²
Akihiko KURAMOCHI,*² Masatsugu KAWASAKI,*² Erina TAKEUCHI,*² Yutaka FUJII,*³ Tsukasa JINNO,*³
Oki HIGASHIJIMA,*³ Makoto HASHIMOTO,*⁴ Junya YAMADA*⁴ and Eita MAEDA*^{4, †}

After the Fukushima-Daiichi Nuclear Power Station (1F) Accident in March 2011, the increase was significantly observed in a part of the result of the environmental radiation monitoring in Ibaraki prefecture. “The review meeting of the environmental effect from 1F accident” was established to discuss technically the fluctuation of monitoring data. The review meeting collected the monitoring data from the four nuclear operators, and discussed a fluctuating trend, ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs activity ratio, and so on. In this report, the results of the dose rate and ¹³⁷Cs in fallout, surface soil, flatfish and seabed sediment are introduced. Also the problem solving in the review meeting is introduced.

KEY WORDS: environmental monitoring, dose rate, ¹³⁷Cs concentration, ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs activity ratio, Fukushima Daiichi Nuclear Power Station.

I 緒 論

茨城県東海地区に位置する(国研)日本原子力研究開発機構原子力科学研究所(以下, 原科研), 同機構核燃料サイクル工学研究所(以下, サイクル工研), 日本原子力発電(株)東海発電所・東海第二発電所(以下, 原

電)では茨城県環境放射線監視計画に基づくモニタリング地点がオーバーラップしていることから, 1972年より平常時環境モニタリングに関して環境放射線監視担当者が相互に協力するための「東海地区環境評価委員会(以下, 委員会)」を3か月に1回の頻度で開催している。

2011年3月の東京電力(株)福島第一原子力発電所(以

*¹ (国研) 日本原子力研究開発機構核燃料サイクル工学研究所放射線管理部; 茨城県那珂郡東海村村松 4-33 (〒319-1194)
Radiation Protection Department, Nuclear Fuel Cycle Engineering Laboratories, Japan Atomic Energy Agency; 4-33 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1194, Japan.

*² (国研) 日本原子力研究開発機構原子力科学研究所放射線管理部; 茨城県那珂郡東海村白方 2-4 (〒319-1195)
Radiation Protection Department, Nuclear Science Research Institute, Japan Atomic Energy Agency; 2-4 Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1195, Japan.

*³ 日本原子力発電(株)東海発電所・東海第二発電所安全管理室; 茨城県那珂郡東海村白方 1-1 (〒319-1198)
Plant Engineering Office, Tokai/Tokai-II Power Station, The Japan

Atomic Power Company; 1-1, Shirakata, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1198, Japan.

*⁴ (国研) 日本原子力研究開発機構大洗研究所放射線管理部; 茨城県東茨城郡大洗町成田町 4002 番地 (〒311-1393)
Radiation Protection Department, Oarai Research and Development Institute, Japan Atomic Energy Agency; 4002 Narita-cho, Oarai-machi, Higashi-ibaraki-gun, Ibaraki 311-1393, Japan.

† 現所属: (国研) 日本原子力研究開発機構構造改革推進室; 茨城県那珂郡東海村舟石川 765-1 (〒319-1184)
Present Address: Smart Operation Promotion Office, Japan Atomic Energy Agency; 765-1 Funaishikawa, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan.

Corresponding author; E-mail: nakano.masanao@jaea.go.jp

下, 1F) 事故以降, 1F から南南西約 110 km に位置する東海地区の環境放射線モニタリング結果の一部に上昇が観測された。当初, 主な放出核種である ^{134}Cs および ^{137}Cs については $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比を定量することで, その原因が 1F 事故の影響であることが明確にできていたものの, ^{134}Cs の半減期 (約 2.1 年) が ^{137}Cs の半減期 (約 30 年) に比べて短いため, 近年では, 環境試料の種類によっては $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比を定量することが困難なケースもあり, ^{137}Cs 検出の原因を 1F 事故影響と明確に判断することが困難になりつつあった。

このような観点から, サイクル工研では核原料物質, 核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律および使用済燃料の再処理の事業に関する規則に基づき, 四半期毎に原子力規制委員会に報告している環境放射線管理報告書に記載する「平常の変動幅」について, これまで 1F 事故前のデータで設定した「平常の変動幅①」に代わり, 1F 事故後のデータを含めて設定した「平常の変動幅②」を決定する必要があった。「平常の変動幅②」の設定方法については, 多分に 1F 事故影響を含むため, 環境試料の種類によっては「平常の変動幅①」の設定方法を大きく変える必要があり, 委員会メンバーを交えて検討し, その結果¹⁾を 2018 年度から環境放射線管理報告書に記載する「平常の変動幅」に使用している²⁾。

さらに, 技術的観点から 1F 事故起源の環境放射線(能)変動等について意見交換する場として, 委員会メンバーに(国研)日本原子力研究開発機構大洗研究所(以下, 大洗研)を含めた 4 つの事業所による「福島第一原発事故による環境影響検討会」を立ち上げ, それぞれで取得したモニタリング結果について担当者ベースで情報交換をするとともに, 環境試料中 ^{134}Cs および ^{137}Cs 濃度の測定値および放射能比を収集し, 種々の角度から変動傾向等を検討した。第 1 次活動として, 2016 年 10 月～2017 年 4 月の期間でデータ収集, 検討を行った。さらに, 第 2 次活動として, 2018 年 5 月～2019 年 6 月の期間でデータ収集を行い, 2017 年度までのデータを追加して検討した。

本報告では, データ収集・検討過程で得られた主な結果とそれに関連する課題検討について紹介したい。

II データ収集項目

データ収集の対象としては, 2017 年度終了時点でも 1F 事故の影響を受けている以下の項目とした。

・陸上監視項目……空間放射線線量率, 大気中塵埃, 降

下じん, 表土, 河川・湖沼水, 精米, 葉菜

・海洋監視項目……海水, 海産生物(シラス, カレイ・ヒラメ, 貝類, 褐藻類), 海底土

本報告ではこの中で空間放射線線量率と環境試料のうち降下じん, 表土, 海産生物(カレイ・ヒラメ), 海底土についての結果を紹介する。線量率測定地点を Fig. 1 に, 環境試料採取地点を Fig. 2 に示す。

なお, 原科研, サイクル工研, 大洗研においては, 自主測定データを含めて統計的に有意になった全データを, 原電においては茨城県環境放射線監視計画に対する報告に使用したデータを用いた。また, 一部グラフ(Fig. 3, 5, 7)中の凡例において, 事業所名に略号を使用しているが, その意味は以下の通りである。

T: 原電, G 原科研, C: サイクル工研, O: 大洗研
合わせて, 収集過程で抽出された線量率の将来予測に関する検討結果【課題 1】、測定に関する情報共有【課題 2】についても紹介したい。

III データ収集・検討結果

1. 空間放射線線量率

原電, 原科研, サイクル工研, 大洗研の固定観測局 51 か所(モニタリングステーションおよびモニタリングポスト)に設置している NaI(Tl) シンチレーション検出器で測定した空間放射線線量率の月平均値について収集・検討した。

- » 線量率の月平均値は 1F 事故以降減少傾向が続いている。1F 事故前(2011 年 2 月)は, 主に天然放射性核種(U 系列, Th 系列, ^{40}K)からの線量率で月平均値は 30 ~ 53 nGy/h の範囲であったが, 1F 事故後は数回にわたって放射性プルームが飛来し³⁾, 線量率計周辺の樹木や地表等に沈着した放射性物質の影響により, 2011 年 4 月の月平均値で 110 ~ 1,100 nGy/h と大きく上昇した。その後線量率は減少を続け, 2018 年 3 月時点の月平均値で 42 ~ 119 nGy/h であった (Fig. 3)。
- » 1F 事故による線量率の上昇幅は, 周辺環境や検出器高さに大きく左右された。特に周りに木が生い茂っているモニタリングポストで線量率が高い傾向が観測された。
- » ある年の基準日(4 月 1 日)を初期値とした ^{134}Cs および ^{137}Cs の物理的減衰から計算される線量率の理論値^{*1}と実測値の差分は年々少なくなりつつあり, 1F 事故から数年が経過してウェザリング効果による影響

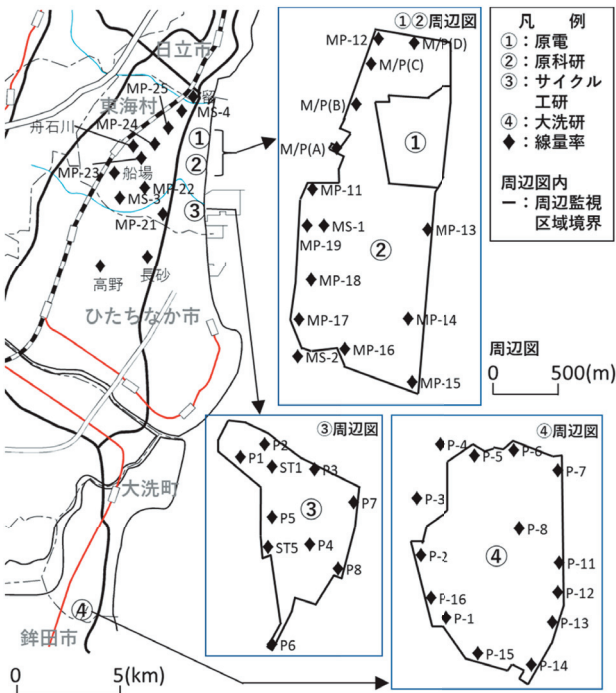


Fig. 1 Measurement points for dose rate.

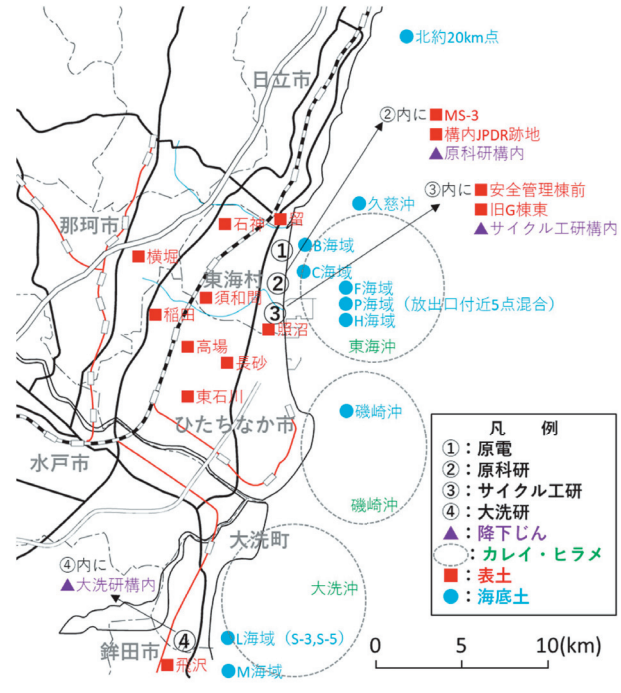


Fig. 2 Sampling points for the environmental samples.

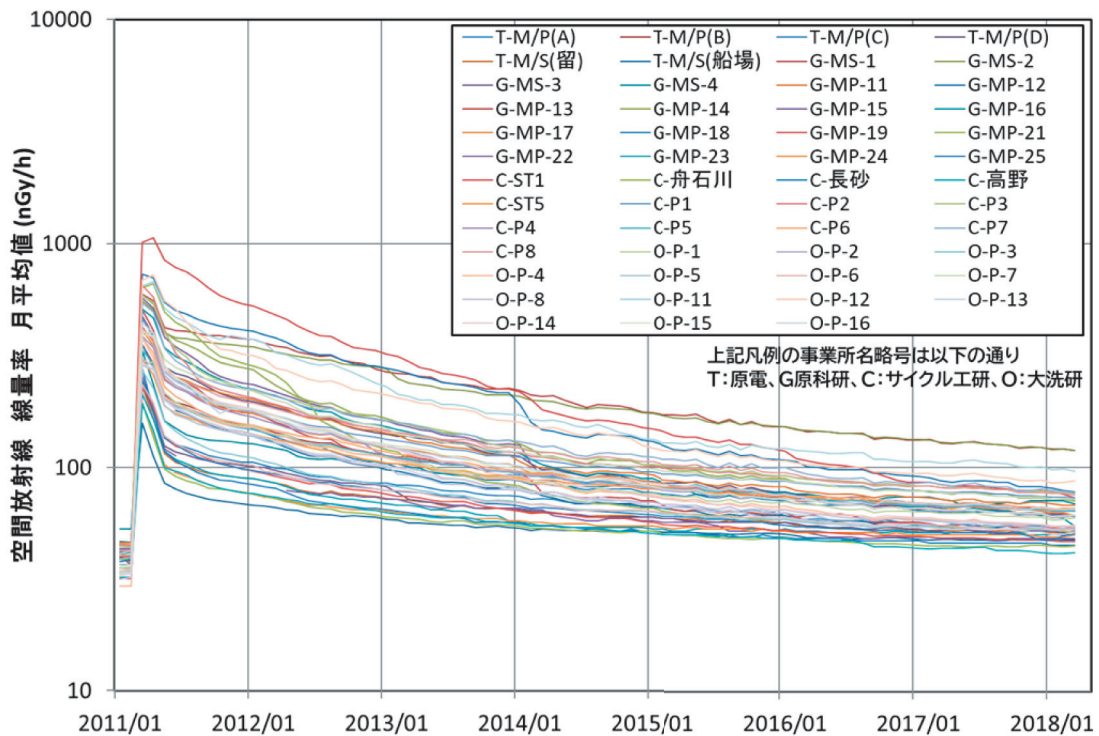


Fig. 3 Monthly averaged dose rate of ambient radiation.

が少なくなってきたと思われるが、一部で理論値よりも大きく減少している局舎も見られた。これらについては個別に調査し、学会発表等を行った^{4,5)}。

》今後の線量率の予測方法については、¹³⁴Cs および ¹³⁷Cs の線量率への寄与割合やウェザリング効果を踏まえた将来予測式を 2018 年にサイクル工研が保健物

理誌¹⁾で発表しているが、1F事故から7年が経過した時点でより簡便で精度の良い方法について検討した。→【課題1】

※1 線量率の理論値 ((1)式)

$$A(t) = (A_0 - BG) (r_{134} \cdot 0.5^{\frac{t}{2.0648}} + r_{137} \cdot 0.5^{\frac{t}{30.1671}}) + BG \quad (1)$$

A_0 : 基準日の線量率

t : 基準日からの経過年 (y)

r_{134} : 基準日の ^{134}Cs および ^{137}Cs からの線量率における ^{134}Cs の寄与割合*

r_{137} : 基準日の ^{134}Cs および ^{137}Cs からの線量率における ^{137}Cs の寄与割合*

※基準日における $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比と両核種の空気衝突カーマ率定数から算出

2.0648 : ^{134}Cs の半減期 (y)

30.1671 : ^{137}Cs の半減期 (y)

BG : 1F事故前の線量率 (ほとんどが天然核種からの寄与)

2. 降下じん

原科研, サイクル工研, 大洗研の構内建家屋上に設置した大型水盤 (0.5 m²) において, 1 か月間採取した降下じん試料を月初めに回収し, 加熱による乾燥後, ゲルマニウム半導体検出器 (以下, Ge 検出器) で 80,000 秒測定された 3 か所の降下じん中 ^{137}Cs 濃度 (月間降下量) について収集・検討した。

※ ^{137}Cs 月間降下量は 1F 事故前では不検出の場合が多かったが, 1F 事故後は 10,000 Bq/m²/月程度まで上昇した。その後 1 年間で 10 Bq/m²/月程度まで減少し, 2015 年までは引き続き減少傾向がみられたが, それ以降の減少はあまり見られない。また, 3 つの事業所間の濃度のばらつきは他の項目に比べて少なかった (Fig. 4)。

※ 月間降下量が春先 (2 ~ 4 月) に高くなるという季節変動が顕著に見られる。その時期の茨城県においては耕作していない畑が多くあり, 乾燥状態で強風が吹く場合に土が舞い上がるため, 採取される降下じんの重量も多めになる傾向があり, その結果 ^{137}Cs 月間降下量も多くなることを観測された。

※ ^{134}Cs についてサム効果補正を開始した時期は事業所によってそれぞれであるが, 4 つの事業所全てでサム効果補正を実施した 2013 年以降, $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の実測値は, 1F から大気中に放出された ^{134}Cs および

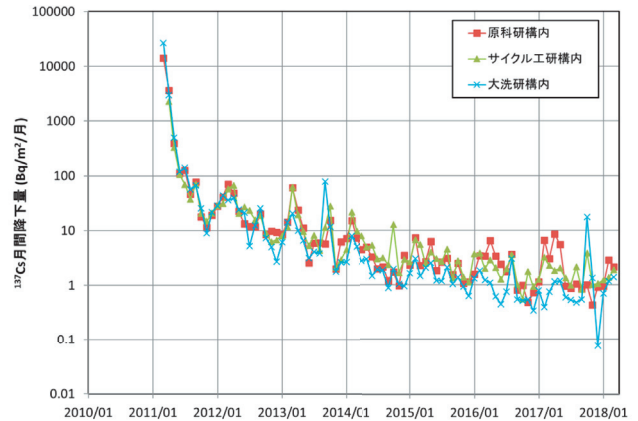


Fig. 4 Monthly amount of ^{137}Cs in fallout.

^{137}Cs の推定総放出量⁶⁾を減衰補正して得られる理論値^{*2)}の上下に均等して分布した。

※ サイクル工研において, 1F 事故後約 1 年半にわたって, 降下じんの全 β 放射能測定および γ 線放射核種分析, 一部試料について ^{90}Sr およびプルトニウム ($^{239}, ^{240}\text{Pu}$ および ^{238}Pu) 分析を実施した結果については, 学会発表等を行った^{7, 8)}。

※2 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の理論値 (式 (2))

$$\frac{^{134}\text{Cs}}{^{137}\text{Cs}}(x) = \frac{9.01 \times 0.5^{\frac{x}{2.0648}}}{8.83 \times 0.5^{\frac{x}{30.1671}}} \quad (2)$$

x : 1F 事故からの経過年数

9.01 : 1F 事故による ^{134}Cs 大気放出量 (PBq)

8.83 : 1F 事故による ^{137}Cs 大気放出量 (PBq)

3. 表土

日立市, 東海村, ひたちなか市, 那珂市, 銚田市で採取した表土については, 105°C で数日間乾燥した後, 2 mm メッシュの篩を通し, 乾燥重量 0.2 ~ 3 kg を測定容器に封入したものを測定試料とした。Ge 検出器で 50,000 ~ 80,000 秒測定された表土中 ^{137}Cs 濃度について収集・検討した。

※ 表土中 ^{137}Cs 濃度は 1F 事故前では過去の大気圏内核実験等の影響により 1 ~ 100 Bq/kg 乾であったが, 1F 事故により大気放出された放射性物質が表土に沈着することで表土中の ^{137}Cs が 100 ~ 1,000 Bq/kg 乾まで上昇した。その後も表土に沈着した ^{137}Cs は急激に移行することはないため減少量は少なかった。一方で, 表土付近の樹木が枯れて地表に落下し, その後腐葉土にな

り、土壌に混合されることで、新たな ^{137}Cs の供給源になるために、減少どころか事故後数年を経過しても ^{137}Cs 濃度はさらに増加する場合があった (Fig. 5)。

» $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の実測値については、(2) 式で求めた理論値に比べて系統的に約 5% 低くなっていた。1F 事故前の ^{137}Cs 濃度分を差し引いたとしても系統的に低くなっており、何か別の原因が考えられる。既報告⁹⁾ においても ^{134}Cs のサム効果補正不足が報告されている。

4. 海産生物 (カレイ・ヒラメ)

東海沖、磯崎沖、大洗沖で採取したカレイ・ヒラメについては、部分け後可食部のみを 105°C で数日間乾燥し、 450°C で灰化した後、灰重量 50 ~ 240 g を測定容器に封入したものを測定試料とした。Ge 検出器で 80,000 秒測定されたカレイ・ヒラメ中 ^{137}Cs 濃度について収集・検討した。

» カレイ・ヒラメ中 ^{137}Cs 濃度は 1F 事故前では過去の大気圏内核実験等の影響により約 0.1 Bq/kg 生であったが、1F 事故による海洋への直接放出または大気拡散後の海面沈着により海水中の ^{137}Cs 濃度が上昇し、カレイ・ヒラメに移行した結果、30 Bq/kg 生程度まで上昇した。その後ゆるやかに減少を続け、幾何平均値は 2015 年で 1.1 Bq/kg 生、2017 年で 0.65 Bq/kg 生となった (Fig. 6)。

» カレイ・ヒラメ中 ^{137}Cs 濃度は、採取地点によるばらつきよりも、魚種・魚体の大きさに依存すると思われる。ヒラメの体長とヒラメ中 ^{137}Cs 濃度の関係については個別に調査し、学会発表等を行った¹⁰⁾。

» 1F 事故から年月が経ち ^{137}Cs 濃度が事故前レベルに近づくにつれて、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の実測値は理論的計算値に比べて系統的に数% 低くなっている。測定値には過去の大気圏内核実験等により放出された ^{137}Cs が含まれているため、1F 事故前の典型的な ^{137}Cs 濃度 (0.1 Bq/kg 生) を差し引いて計算したところ、(2) 式で求めた理論値とはほぼ一致した。

5. 海底土

日立市地先、東海村地先、ひたちなか市地先、大洗町地先、銚田市地先で採取した海底土については、 105°C で数日間乾燥した後、2 mm メッシュの篩を通し、乾燥重量 0.4 ~ 3 kg を測定容器に封入したものを測定試料とした。Ge 検出器で 50,000 ~ 80,000 秒測定された海底土中 ^{137}Cs 濃度について収集・検討した。

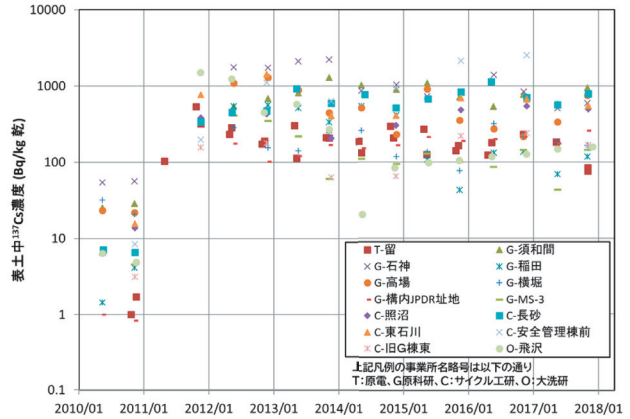


Fig. 5 ^{137}Cs concentration in surface soil.

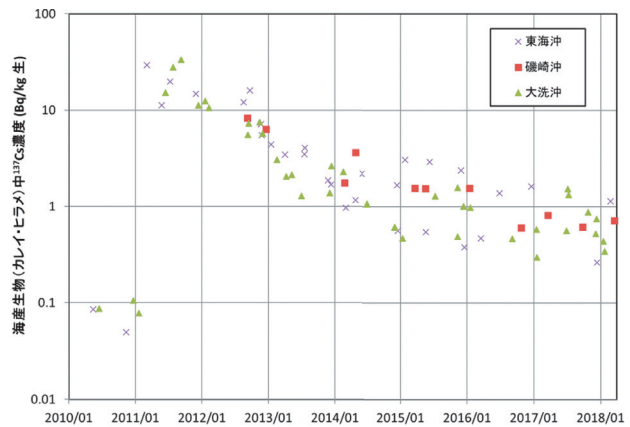


Fig. 6 ^{137}Cs concentration in flatfish.

» 海底土中 ^{137}Cs 濃度は 1F 事故前では過去の大気圏内核実験等の影響により 0.1 ~ 1 Bq/kg 乾であったが、1F 事故による海洋への直接放出または大気拡散後の海面沈着により海水中の ^{137}Cs が上昇し、それが海底土に移行した結果、100 Bq/kg 乾程度まで上昇した。その後は表土とは異なり、ゆるやかに減少を続け 2015 年で 10 Bq/kg 乾程度となったが、それ以降の減少はさらにゆるやかで、2018 年で 10 Bq/kg 乾未満となった (Fig. 7)。

» 海底土は採取地点による濃度のばらつきは大きく、約 10 倍の幅があったが、1F からの距離には依存していなかった。本試料についての粒径分布の測定は行っていないが、既報¹¹⁾ により、濃度のばらつきは海底土の土質 (直径 77 μm 未満の微粒子の存在量) に依存していることが分かっている。

$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の実測値については、(2) 式で求めた理論値に比べて系統的に約 10% 低くなっていた。1F 事故前の ^{137}Cs 濃度を差し引いたとしても系統的に低

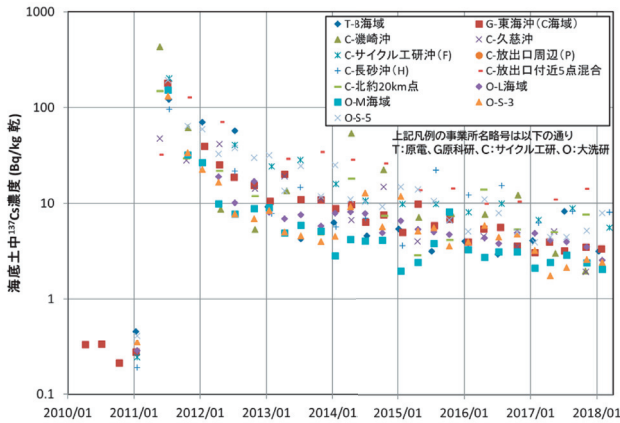


Fig. 7 ^{137}Cs concentration in seabed sediment.

くなっており、何か別の原因が考えられる。既報告⁹⁾においても ^{134}Cs のサム効果補正不足が報告されている。

IV 課題検討

III に示したデータ収集・検討過程で抽出された課題等について、以下の通り取り組んだ。

課題 1：空間放射線線量率（月平均値）の予測方法

保健物理誌で発表した方法¹⁾は、1F 事故後数年後から検討を重ね、 ^{134}Cs および ^{137}Cs の寄与割合やウェザリング効果を踏まえて、指数関数のべき乗部分を予測することにより将来の線量率範囲を推定する方法であるが、1F 事故後 7 年を経過して以下の状況にあることから、物理現象を踏まえて予測するよりも、より簡便に数値を合わせるだけの予測方法を検討した。

- » 2018 年 4 月の周辺環境の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比の理論値が 0.11 となり、 ^{134}Cs の存在比が約 1 割となった。
- » 天然核種を除いた線量率存在比としては、 $^{134}\text{Cs} : ^{137}\text{Cs} = 0.11 : 1$ の放射能存在比に空気衝突カーマ率定数 (^{134}Cs および ^{137}Cs で 0.208 および 0.0771 [$(\mu\text{Gy}/\text{h})/(\text{MBq}/\text{m}^2)$]¹²⁾ を乗じた線量率寄与割合が $^{134}\text{Cs} : ^{137}\text{Cs} = 1 : 3$ である。
- » ウェザリング効果による影響が少なくなってきた、人為的な環境変化がない限りは大きく線量率が変化することはない。

51 局舎のうち、2018 年 3 月時点で最も線量率の高い原科研 MS-1 において線量率は 119 nGy/h であった。その内訳は 1F 事故前の線量率 (BG) および 2018 年 4 月現在の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比を考慮して BG : 40 nGy/h, ^{134}Cs : 19 nGy/h, ^{137}Cs : 60 nGy/h と推定される (Table

1)。また、 ^{134}Cs および ^{137}Cs の物理的減衰のみを考慮すると、1F 事故から 10 年経過する 2021 年 4 月の線量率は 103 nGy/h (内訳は BG : 40 nGy/h, ^{134}Cs : 7 nGy/h, ^{137}Cs : 56 nGy/h) であり、1F 事故による線量増加に対する ^{134}Cs の寄与は 10% 程度に減少する。

1F 事故以降の線量率は、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比が刻々と変化する ^{134}Cs および ^{137}Cs の物理的減衰および同じく刻々と変化するウェザリング効果に支配されていた (事故後 2 か月は放射性ヨウ素や放射性テルムも空気試料から検出されていた³⁾ ことからこれら短半減期核種からの寄与もあった)。しかし年月が経過するにつれ、 ^{134}Cs からの寄与は相当に小さくなり (Fig. 8), また 1F 事故後 10 年が経過してウェザリング効果による影響が少なくなってきた。このような状況においては、線量率の変化は ^{137}Cs の物理的減衰と安定したウェザリング効果に起因するものになり、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比やウェザリング効果の変化にはさほど依存しなくなるため、観測された線量率から BG を差し引いた線量率は、前年度の線量率を近似した指数関数でより簡便な方法で推定が可能になると考えられる。

以上より、①前年度の各月の BG 減算線量率月平均値 12 個を指数関数で近似して、②外挿することで当該年

Table 1 Monthly averaged dose rate and breakdown of ambient radiation at MS-1 in 2018 and 2021.

年月	空間放射線線量率 (nGy/h)		
	BG から	^{134}Cs から	^{137}Cs から
2018 年 3 月 (1F 事故後 7 年)	40	19	60
2021 年 3 月推定 (1F 事故後 10 年)	40	7	56

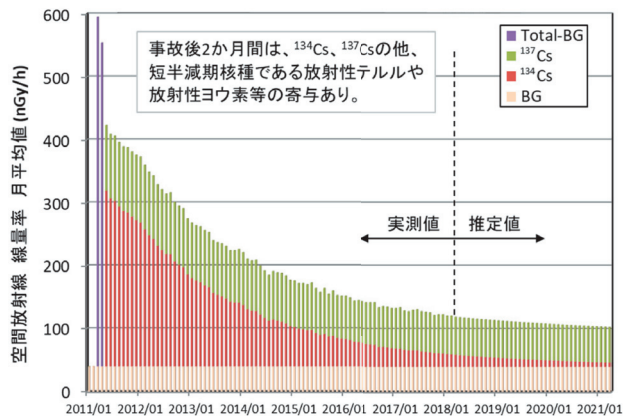


Fig. 8 Monthly averaged dose rate and breakdown of ambient radiation at MS-1.

度の中央値とする。③前年度の各月の線量率（BG 減算）と指数関数で近似値との差分絶対値の平均値を Δ とし、④その3倍の値（ 3Δ ）を外挿値に加算・減算し、それらにBGを加算して当該月の上限値・下限値とするのが妥当であろう（Fig. 9）。

課題2：Ge測定に関する情報共有

第2次活動においては、Ge検出器による γ 線放出核種測定方法に関する情報共有を実施した。これは各事業所が工夫している良い点をそれぞれ取り入れることで、より効率的、合理的な測定が実現できることが期待できる。

例えば海水、河川水、飲料水中の ^{134}Cs および ^{137}Cs 等の分析においては、原電と原科研は放射能測定法シリーズ¹³⁾に従い、リンモリブデン酸アンモニウム-二酸化マンガン吸着法（以下、AMP法）を使用して沈殿を作成しているが、サイクル工研と大洗研ではAMP法と同等の回収率が得られるヘキサシアノ鉄（II）酸ニッケル-水酸化鉄（III）共沈法¹⁴⁾を使用している。本法は放射能測定法シリーズに記載のない方法ではあるが、操作が簡便であるためより実用的な方法である。

Ge検出器に必要な校正（バックグラウンド測定、エネルギー校正、効率校正）の頻度や測定時間、測定に使用する容器の形状やサイズについても、事業所それぞれに違った方法となっており、興味深いものがあった。線源容器については、サイクル工研と大洗研ではすでに共通化して校正用体積線源を共有しているが、将来的に測定容器の統一化ができれば事業所間の測定誤差の低減に寄与するだけでなく、Ge検出器用標準線源の共有によるコスト低減に資する可能性がある。

V ま と め

「福島第一原発事故による環境影響検討会」において1F事故影響を受けた環境モニタリングデータを収集・共有した。データの特徴、変動傾向等についての議論を通して担当者のスキルアップ、人脈形成に資することができた。これは将来の環境モニタリング業務を担う人材育成や技術伝承にもつながるものであり、所期の目的以上に大きな成果を得ることができた。

謝 辞

環境モニタリングデータの収集・検討にあたり、関係する多くの方々のご協力をいただきました。関係各位に深く感謝申し上げます。なお、本活動は放射線安全規制

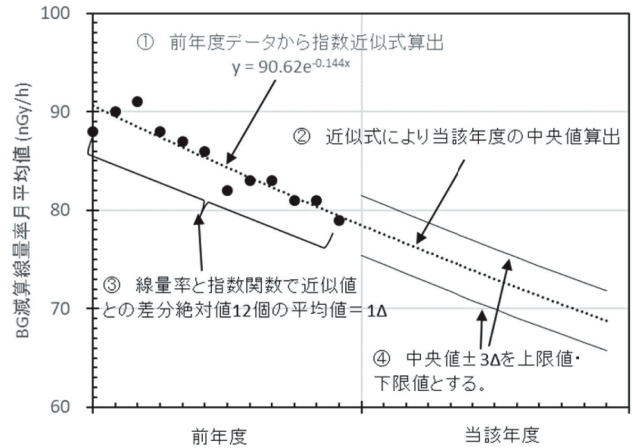


Fig. 9 Estimation method of the upper and lower values of monthly averaged dose rate.

研究戦略的推進事業放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成「放射線緊急時対応人材育成・確保ネットワークの構築」の一部として実施したものである。

利益相反事項

本稿に関連する申告すべき利益相反事項はありません。

参 考 文 献

- 1) M. NAKANO, K. HOSOMI and T. HOKAMA; Setting of the normal variation range for the environmental radiation monitoring around the tokai reprocessing plant after the TEPCO's nuclear accident, *Jpn. J. Health Phys.*, **52** (4), 275–284 (2017) (in Japanese).
- 2) Japan Atomic Energy Agency; Heisei 30 nendo dai 1 shihanki kankyohousyasen kanri houkokusyo [Environmental radiation monitoring report for the first quarter in the fiscal year 2018] (in Japanese), Nuclear Regulation Authority Website [online]. Available at: <https://www.nsr.go.jp/data/000241081.pdf>, Accessed 19 February 2020.
- 3) S. FURUTA, S. SUMIYA, H. WATANABE, M. NAKANO, K. IMAIZUMI, et al.; Results of the environmental radiation monitoring following the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant —interim report (ambient radiation dose rate, radioactivity concentration in the air and radioactivity concentration in the fallout)—, JAEA-review 2011-035 (2011) (in Japanese).
- 4) T. MIZUTANI, T. ONUMA, M. MORISAWA, H.

- WATANABE, M. SUGAI, et al.; Influence of the radioactivities released from the accident of Fukushima Dai-ichi NPP on the monitoring of environmental gamma-ray dose rate around TRP, the 44th Annual Meeting of Japan Health Physics Society (2011) (in Japanese).
- 5) T. NISHIMURA, T. MIZUTANI, M. NAKANO and H. WATANABE; Secular variation of ambient dose rate for three years after the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident around the Tokai reprocessing plant, the 13th Annual Meeting of Japanese Society of Radiation Safety Management (2014) (in Japanese).
- 6) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation; “Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation, UNSCEAR 2013 REPORT Vol. I” (2014), United Nations, New York.
- 7) M. NAGAOKA, H. FUJITA, M. NAKANO, H. WATANABE and S. SUMIYA; Radionuclide concentrations in fallout around Tokai Reprocessing plant after Fukushima Nuclear Power Plant incident, The 56th Symposium on Radiochemistry (2012) (in Japanese).
- 8) M. NAGAOKA, H. FUJITA, M. NAKANO, H. WATANABE and S. SUMIYA; The result of radionuclide concentrations in fallout around Tokai Reprocessing Plant after Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, *Jpn. J. Health Phys.*, **48** (2), 104–113 (2013) (in Japanese).
- 9) C. YONEZAWA, K. KAKITA, T. TAKAHASHI, T. AONO, S. MAEDA, et al.; The result of radionuclide concentrations in fallout around Tokai Reprocessing Plant after Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, *BUNSEKI KAGAKU*, **67**, 213–220 (2018) (in Japanese).
- 10) N. MATSUBARA, M. NAGAOKA, H. FUJITA and M. NAKANO; Investigation of the radioactive cesium concentrations in flatfish depended on its growth, the 50th Annual Meeting of Japan Health Physics Society (2017) (in Japanese).
- 11) M. NAGAOKA, H. YOKOYAMA, H. FUJITA, M. NAKANO, H. WATANABE, et al.; Spatial distribution of radionuclides in seabed sediments off Ibaraki coast after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident, *J. Radioanal. Nucl. Chem.*, **303**, 1305–1308 (2015).
- 12) Japan Radioisotope Association; “Radioisotope Pocket Data Book 11th Edition” (2011) (in Japanese).
- 13) Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology; “The sample pretreatment for the instrumental analysis by Germanium Semiconductor Detector, Radioactivity Measurement Series No. 13” (1982) (in Japanese).
- 14) M. NAKANO, Y. KOKUBUN, T. SASAKI and M. TAKEISHI; Analytical method of gamma emitters in seawater using coprecipitation with nickel hexacyanoferrate (II) and iron (III) hydroxide, *RADIOISOTOPES*, **58**, 61–69 (2009) (in Japanese).

環境モニタリング分野における 力量の目安及びガイドの目次案

1. 力量の目安について

- ① EMCでの各役割
 - ② EMC各グループにおける力量の目安
- ## 2. ガイドの目次について

- ① 力量評価のための構成要素
- ② 環境モニタリンググループの教材(例)

3. NWWの力量認定制度設計について

令和2年11月11日

環境モニタリンググループ 中野 政尚

1. 力量の目安について

- ① EMCでの各役割(緊急時モニタリングセンター設置要領より抜粋)
 - (1) **企画調整G**・・・EMC内の総括的業務を担うとともに、緊急時モニタリングの実施内容の検討、指示等の業務ができること。
 - (2) **情報収集管理G**・・・EMC内における情報の収集及び管理業務を担うとともに、緊急時モニタリングの結果の共有、緊急時モニタリングに係る関連情報の収集等の業務ができること。また情報共有システムの維持・異常対応等の業務ができること。
 - (3) **測定分析担当**・・・企画調整グループで作成された指示書に基づき、測定対象範囲の測定業務ができること。

⇒ EMC派遣要員として十分な資質 + 専門家としての知見

(必要と思われる力量については次ページ参照)

② EMC各グループにおける力量の目安

グループ	力量の目安
企画調整 Gr	<ul style="list-style-type: none">● 国や自治体が定める法令、指針類を踏まえつつ、限られた人員を用いて、何のために、どのようなモニタリングをすべきかを判断し、国が定める緊急時モニタリング案について過不足があれば根拠をもって指摘できること。● 作業者の線量管理について過不足があれば根拠をもって指摘できること。
情報収集 管理Gr	<ul style="list-style-type: none">● 環境放射能のBGLレベルや過去の原子力事故によって、何がどの程度上昇したか等の知識を有し、放出源や気象情報、測定方法等から、測定分析担当が実施したモニタリング結果の妥当性について根拠をもって判断できること。
測定分析 担当	<ul style="list-style-type: none">● 過去の原子力事故で検出された核種や防護装備の実例について理解しており、現場での緊急時モニタリング活動(サーベイ、測定、防護装備等)の細かい部分に関し、実践的なアドバイスができること。

モニタリング計画や結果について、根拠をもって指摘、判断できる
専門家に必要な知識(ガイドの目次)は何か？

2. ガイドの目次について

①力量評価のための構成要素

例えば、下記構成要素のうち、◎の項目を習得・理解していることを確認できれば、各グループ専門家の力量が認定されるものとする。

I 4 4.8	構成要素		企画調 整Gr	情報収集 管理Gr	測定分 析担当
	大分類	小分類			
1. 法令		1.1 実用炉関係	◎	○	○
		1.2 RI法及び一般	○	○	○
		2.1 国内指針(緊急時)	◎	◎	○
2. 指針類		2.2 国内指針(平常時)	○	○	○
		2.3 国際指針	◎	○	○
3. 県協定、指針等		—	◎	◎	◎
4. モニタリングに関するスキル		4.1 一般的知識	◎	◎	◎
		4.2 過去の事故事例	◎	◎	◎
		4.3 緊急時モニタリングの知識・経験	◎	◎	◎

(◎:必須、○:あればベター)

② 環境モニタリンググループの教材(例)

インターネット公開資料を活用すべく、緊急時モニタリングに関する資料を幅広くサーベイして「ネット索引」を作成中。

1. 国内法令・指針
2. IAEAの安全基準文書(英語版、和訳版)
3. その他関連文書、サイト

1. IAEAの安全基準文書(新体系)			
IAEA安全基準の階層構造(クリアランスの例)			
Safety Fundamentals 安全原則			
SF-1	Fundamental Safety Principles	2006	原文 日本語
General Safety Requirements 一般安全要件			
Part 1. (R1)	Governmental, Legal and Regulatory Framework for Safety	2016	原文
Part 2.	Leadership and Management for Safety	2016	原文
Part 3.	Radiation Protection and Safety of Radiation Sources	2014	原文 日本語(仮訳入手)
Part 4.(R1)	Safety Assessment for Facilities and Activities	2016	原文
Part 5.	Predisposal Management of Radioactive Waste	2009	原文 日本語
Part 6.	Decommissioning of Facilities	2014	原文 日本語
Part 7.	Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency	2015	原文 日本語(仮訳入手)
General Safety Guides 一般安全指針			
GSG-1	Classification of Radioactive Waste	2009	原文 日本語
GSG-2	Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency	2011	原文 日本語

※ 日本語のリンクの無いものは現

今後、必要なものをスクリーニングして、webinarやeラーニングに使用する教材ネタを選定する。



3. NWの力量認定制度設計について

コロナ禍により対面形式での講義が難しくなった現在において
は、習得・理解を確認していくツールにオンラインを活用してはど
うでしょうかが。

手段	長所	短所
Webinar 450	<ul style="list-style-type: none">パワーポイント等を活用したリアルタイムオンライン講義は臨場感があり、質疑もできる。	<ul style="list-style-type: none">その時間に受講できなかった人は再視聴できない(録画してアーカイブ配信は可能)。参加者の習得・理解度の確認や履歴管理が難しい。
eラーニング	<ul style="list-style-type: none">いつでもどこでも均質なビデオ講義(または自習教材)を受けられる。教育履歴管理が可能。	<ul style="list-style-type: none">リアルタイムならではの臨場感がない、質疑ができない。システム構築と運用に多額の予算(初期費用約200万、年間維持費約400万)が必要となる*。

* インターネット利用、外部サーバー利用、ID数500、30分動画36本製作、動画の画質:1Mbps、教育履歴管理ありの場合、NTTスマートコネクタの光webスクールサービスでの見積もり例として初期費用173万円、年間利用料323万円。 <https://www.smartstream.ne.jp/school/company.html>より。

避難退域時検査における専門家力量ガイド（案）

力量区分	必要な力量	ポイント	教材等
検査要員	車両ゲートモニタの設置・操作方法	検査責任者等の指示に従い、機器の設置及び操作を行い、表面汚染測定を行う。	・原子力災害時における避難退避時検査及び簡易除染マニュアル（規制庁） https://www.nsr.go.jp/data/000119567.pdf
	サーベイメータ等の操作方法	サーベイメータ等を適切に操作して、表面汚染測定を行う。	・原子力災害時における防災関係者のための防護装備及び放射線測定器の使用方法について https://www8.cao.go.jp/genshiryoku_bousai/pdf/02_genboupafu.pdf
	車両・住民の指定箇所検査方法	指定箇所検査における方法（測定場所（車両：ワイパー、タイヤ、人：頭・顔、手部、足裏）、走査速度10 cm/s、判定基準“6 kcpm”など）を理解し、適切にスクリーニングできる。	・平成30年度原子力施設等防災対策等委託費事業「原子力災害時の医療に関わる実践研修テキスト－避難退域時検査・簡易除染－」（原安協；非公開）
	車両・住民の確認検査方法	確認検査における方法（走査速度10 cm/s、高い箇所で10秒固定、判定基準“40 kcpm”など）を理解し、適切にスクリーニングできる。	・避難退域時検査の資機材設営及び運用マニュアル（内閣府原防；整備中）
	車両・住民の簡易除染方法	簡易除染方法（汚染箇所の周囲から中心に向けて、1枚1拭き、1拭きで測定、拭き取り2回までなど）を理解して、適切に簡易除染できる。	
	車両・住民の誘導方法	検査責任者等の指示に従い、適切に誘導する。	
	作業装備の着脱装方法	タイベックスーツなど適切に着脱装できる。	
	除染廃棄物の処理方法	検査責任者等の指示に従い、適切に廃棄物処理する。	

力量区分		ポイント		教材等	
専門家	必要な力量	必要力量をレクチャーできる	前述（検査要員）した力量の発揮に必要な指導・助言を現地で実施できる。	検査要員用教材と同様	
初級					
中級	車両ゲートモニターやサーベイメータ等の構造、特性の知識を有する		測定器の特徴（検出器面積、温度ドリフト、測定可能なBG上限、走査速度と応答性、光ノイズ、耐衝撃性、方向特性など）を理解し、助言できる。		
			表面汚染サーベイメータの操作方法 <ul style="list-style-type: none"> 電源投入方法 使用前点検の方法 測定レンジ・時定数・モニタ音等の設定方法 警報設定の方法（ある場合） など 測定器による検出器面積の違い <ul style="list-style-type: none"> 汚染判定基準（6 kcpm/40 kcpm；20 cm²の場合）が検出器面積に依存する。 実際に取り扱う測定器の検出器面積（及び機器効率）から判定基準を算出できる。 β線エネルギーによる感度の違い（エネルギー特性） <ul style="list-style-type: none"> 汚染核種（¹³¹I or ¹³⁷Cs or 他）により機器効率が変化する。 実際に取り扱う測定器のエネルギー特性を把握する。 温度変化による測定値のふらつき（温度ドリフト） <ul style="list-style-type: none"> 測定器周辺温度によって検出効率の変化（温度ドリフト）が生じることがある。 温度補償回路を有していても、急激な温度変化（温度衝撃）でふらつくこともあり。 実際に取り扱う測定器の温度ドリフトを知る。 GMサーベイメータの線量率感度 <ul style="list-style-type: none"> γ線感度2.4 nSv/h/cpmであり、1 uSv/h当たり約400 cpmのB.G.上昇に繋がる。 避難退域時検査場の環境バックグラウンドの上昇により検査に影響が生じるおそれあり。 	<ul style="list-style-type: none"> メーカーパンフレット・取扱説明書等 TGS-146B https://aiming.as-1.co.jp/c/4/717/01/60/047170160manuals.pdf?v=c6ecd7c226cabbd8b271c596c8082e3e8567e27 TGS-1146 http://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/products-support/catalog/radiation/pdf/TGS-1146_BR-057_j.pdf TGS-316H http://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/products-support/catalog/radiation/pdf/TGS-316H-BR-042P_j.pdf NHJ120 https://www.fujielectric.co.jp/products/radiation/servy/doc/NHJ120.pdf B20J https://www.c-technol.co.jp/cms/wp-content/uploads/2018/02/doc_nuclear_b20j.pdf ペーパーパネルΣ 	
					<p>J. Saegusa, et al., Temperature performance of portable radiation survey instruments used for environmental monitoring and clean-up activities in Fukushima, Radiat. Phys. and Chemistry, 137, p. 210-215 (2017)</p> <p>N. Tsujimura, T. Yoshida, Beta dose rate measurements with an end-window GM survey meter in environments contaminated by the Fukushima Daiichi nuclear accident, P. Nucl. Sci. and Tech. Vol 4, p. 85-89 (2014)</p>

力量区分	必要な力量	ポイント	教材等
専門家 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	車両用ゲートモニタの操作方法 ・ 組立方法 ・ 測定方法 (開始から終了までの流れ) ・ 警報設定値の設定方法	・ メーカーパンフレット・取扱説明書等 緊急時可搬型車両用ゲートモニタ (ガンマ・ポール) https://www.c-technol.co.jp/nuclear_power/power08 LUDLUM Model 52-1 https://ludlums.com/products/all-products/product/model-52 Thermo LFM-3 https://www.sii.co.jp/jp/segg/files/2014/03/LFM-3_D17435.pdf Thermo TPM-903C https://www.sii.co.jp/jp/segg/files/2019/07/TPM-903CR3.4.pdf
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	車両用ゲートモニタの警報発生ロジック ・ 120 Bq/cm ² (131I) の汚染レベルの検知 ・ BG変動3σ超 ・ 137Cs 1uCi相当をもって発報するなど。	・ 白川, サーベイメータの適切な使用のための応答実験, ISOTOPE NEWS, 635 (2007) https://www.jrias.or.jp/seminar/pdf/kyouiku-jikken-note.pdf
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	測定可能な環境バックグラウンド上限 ・ 環境バックグラウンドの上昇に伴い, 検出下限値が上昇する。 ・ 120 Bq/cm ² (131I) の汚染を検知する上で許容可能な環境バックグラウンド上限値を把握する。	・ 白川, サーベイメータの適切な使用のための応答実験, ISOTOPE NEWS, 635 (2007) https://www.jrias.or.jp/seminar/pdf/kyouiku-jikken-note.pdf
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	時定数と応答性の関係 ・ 指示値が最終値の63% (1-1/e) に達するまでの時間が時定数である。 ・ 時定数が短いほど応答性がよく指示値が不安定, 長いほど応答性が悪く指示値が安定する。 サーベイ走査速度と応答性の関係 ・ 時定数が同じ場合, 走査速度が速いほど, 応答性が悪くなる。 ・ 一般的なGMサーベイメータ (20 cm ²) の場合, 時定数3秒, 走査速度10 cm/sのとき, 静止状態40 kcpmに對して, 6 kcpmの指示値となる。	・ 白川, サーベイメータの適切な使用のための応答実験, ISOTOPE NEWS, 635 (2007) https://www.jrias.or.jp/seminar/pdf/kyouiku-jikken-note.pdf
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	サーベイメータを用いた放射線測定全般の知識	・ QST WEBページ放射線教育シミュレータ サーベイメータの取扱い https://www.nirs.qst.go.jp/publication/movie/education/education-dvd_survey/index.html
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	GMサーベイメータの特徴 (数え落とし, 窒息現象) ・ 汚染/線量率レベルが高いと, 数え落としにより指示値が低下することがある。 時定数とは ・ 指示値が最終値の63% (1-1/e) に達するまでの時間が時定数である。	・ QST WEBページ放射線教育シミュレータ サーベイメータの取扱い https://www.nirs.qst.go.jp/publication/movie/education/education-dvd_survey/1_7.html ・ QST WEBページ放射線教育シミュレータ サーベイメータの取扱い https://www.nirs.qst.go.jp/publication/movie/education/education-dvd_survey/1_4.html
中級 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造, 特性の知識を有する (つづき)	表面汚染の測定方法 (一般的な測定方法)	・ QST WEBページ放射線教育シミュレータ サーベイメータの取扱い https://www.nirs.qst.go.jp/publication/movie/education/education-dvd_survey/1_12.html

力量区分	必要な力量	ポイント	教材等
専門家 (つづき)	車両用ゲートモニタやサーベイメータ等の構造、特性の知識を有する(つづき)	線量率サーベイメータの操作方法、エネルギー特性、方向特性など	・メーカーパンフレット・取扱説明書等 ICS-172B https://aiming.as-1.co.jp/c/4/620/01/71/046200160manuals.pdf?v=961c2c3575fe4979f9be3d1514177e2471a0b9821 ICS-1172 https://www.hitachi.co.jp/products/healthcare/products-support/catalog/radiation/pdf/TCS-1172-BR-074_j.pdf NHC6 https://www.fujielectric.co.jp/products/radiation/servy/doc/NHC6.pdf
		サーベイメータ測定値(cpm)から表面汚染密度(Bq/cm ²)を算出する方法	・ JIS Z4504, 放射性表面汚染の測定方法
		表面汚染サーベイメータに要求される性能(光ノイズ, 耐衝撃性などを含む) ・強い日差しによる偽計数(光ノイズ) ・落下衝撃による偽計数, 破損 など	・ JIS Z4329, 放射性表面汚染サーベイメータ
		線量率サーベイメータに要求される性能 ・線量率直線性 ・測定下限, 上限 ・エネルギー特性 ・方向特性	・ JIS Z4333, X線, γ線及びβ線用線量当量(率)サーベイメータ
		サーベイメータの故障しやすい箇所 ・GM計数管の破損(プラスチックなら膜破れ, PMT破損) ・検出器ケーブリングの接触不良 ・メータ破損 ・乾電池の液漏れ など	

力量区分		ポイント		教材等	
専門家 (つづき)	必要な力量 検査方法に対する根拠(指定箇所, 走査速度, 判定基準など)を理解している	指定箇所検査の測定理由, 走査速度10 cm/s, 判定基準“6 kcpm”の根拠などを理解し, 状況に応じた助言ができる。	—	—	—
中級(つづき)		指定箇所検査の測定理由 ・車両：ワイパー, タイヤ ・人：頭・顔, 手部, 足裏 ・大気拡散後の沈降時に付着しやすい部位。(上部からの沈降, 路面, 物品表面に接する場所)	・原子力災害時における避難退避時検査及び簡易除染マニュアル(規制庁) ・原子力安全基盤機構, 警戒区域から持ち出された車の整備による整備士の外部被ばく線量評価に関する調査報告書, JNES-RE-2011-0003	・原子力災害時における避難退避時検査及び簡易除染マニュアル(規制庁) ・白川, サーベイメータの適切な使用のための応答実験, ISOTOPE NEWS, 635 (2007)	
		指定箇所検査における, 走査速度10 cm/sで判定基準“6 kcpm”の根拠 ・一般的なGMサーベイメータ(20 cm ²)の場合, 時定数3秒, 走査速度10 cm/sのとき, 120 Bq/cm ² (131I)の汚染(静止状態40 kcpm)に対して, 応答性を考慮すると, 6 kcpmの指示値となる。	確認検査における判定基準“40 kcpm(1か月後以降は13 kcpm)”の根拠 ・一般的なGMサーベイメータ(20 cm ²)の場合, 時定数3秒, 高い箇所で10秒固定したとき, 120 Bq/cm ² (131I)の汚染に対して, 40 kcpmの指示値となる。 ・事故発生1か月以内は, バックグラウンドのノイズに信号が埋まらないレベルとして3倍を見込む。1か月以降は, 40 Bq/cm ² (131I)の汚染に対して, 13 kcpmの指示値となる。 ・40 Bq/cm ² (131I)の汚染は, 放射性プルームに晒された幼児が131I取り込みにより甲状腺等価線量100mSv(安定ヨウ素剤服用指標)に達する環境で生じえる汚染。	・原子力災害時における避難退避時検査及び簡易除染マニュアル(規制庁) ・原子力災害対策指針 https://www.nsr.go.jp/data/000024441.pdf ・日本保健物理学会, 緊急時被ばく状況における汚染した物の搬出のためのガイドライン【解説】 http://www.jhps.or.jp/pdf/kinkyujihibaku_commentary.pdf ・原子力規制委員会, 原子力災害事前対策等に関する検討チーム, 平成25年2月の原子力災害対策指針改定における防護措置の実施の判断基準(OIL:運用上の介入レベル)の設定の考え方, 平成25年3月 https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/8752122/www.nsr.go.jp/committtee/yuushikisya/pre_taisaku/data/121220_hosoku.pdf	

力量区分		必要な力量		ポイント		教材等	
専門家 (つづき)	上級	検査・除染の内容を住民等に分かりやすく説明できる	検査の目的・意義を一般の方に分かりやすく説明するとともに、検査にかかるときの疑問に回答することができる (放射線防護的観点で)	一般住民とのコミュニケーションを円滑に図る。 ・不安を抱える住民に対する接し方(受容、傾聴、共感)	・コミュニケーション関係の教科書 ・対人援助の作法、竹田伸也、中央法規 ・村上道夫、リスクコミュニケーションにおいて専門家に求められる7つのエッセンス、イルシー No.130 (2017) https://www.fmu.ac.jp/home/risk/cow/images/ILSI_No130-Murakami.pdf ・JAEA原子力人材育成センター「リスクコミュニケーション基礎講座」 https://nutec.jaea.go.jp/training_other01.html	・暮らしの放射線Q&A、日本保健物理学会 https://warp.da.ndl.go.jp/info:ndl.jp/pid/8699165/radi-info.com/index.html ・復興庁：風評払拭・リスクコミュニケーション強化戦略 ポータルサイト https://www.fukko-pr.reconstruction.go.jp/2017/senryaku/	・菅蒲信博ら、原子力専門用語を分かり易く言い換える検討、JAEA-Review 2009-043
			原子力事故発災時に抱く一般住民の疑問に答えられる。 専門用語を分かりやすく伝える。				
		放射線状況の変化に即応して、汚染管理方法や検査所の移転・退避など助言できる	事故状況に応じて変化し得る放射線状況に対して適切な助言(BG差し引きの要否、測定継続可否、OILに基づく退避・避難など)ができる。				
		自治体責任者等に検査所運営方法の改善等を提言できる	検査要員配置・検査動線の最適化、放射線状況に応じた検査方法の最適化などの助言ができる。				・実務人材研修(避難退域時検査等) 試行研修「避難退域時検査等」において検査責任者等が知っておくべき項目 テキスト (JAEA-NEAT; 非公開)

避難退域時検査事前演習（宮城県） 視察報告

放射線管理グループ 吉田 忠義

演習概要

- 日時, 場所
 - 令和3年1月15日(金) 9:00~15:00 南郷体育館 (宮城県遠田郡美里町)
- 参加機関
 - 宮城県環境生活部原子力安全対策課
 - 宮城県保健福祉部薬務課
 - 宮城県北部保健福祉事務所, 東部保健福祉事務所, 登米地域事務所,
 - 気仙沼保健福祉事務所 他
 - 東北電力株式会社

458

- 訓練項目
 - (1) ゲートモニタの組み立て, 設営
 - (2) 避難退域時検査 (指定箇所検査, 確認検査, 簡易除染)
 - (3) 安定ヨウ素剤の緊急配布
- 視察参加者
 - 百瀬, 吉田, 渡邊, 富岡 計4名

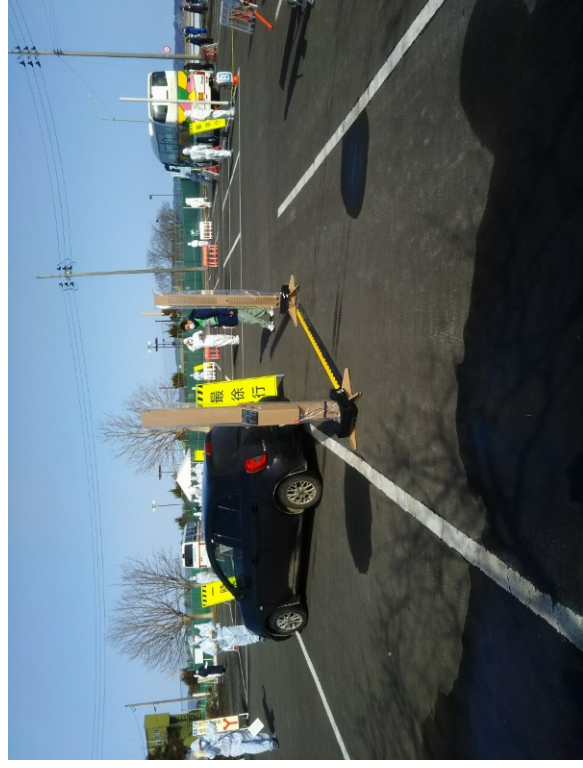
演習の流れ

- 全体概要説明（体育館内；県担当者による）
- 車両ゲートモニタ組立・操作説明（体育館内；メーカーによる）
- 検査場シイアウトに基づくコース設置・機器組立配置（屋外）
- 模擬車両を用いた指定箇所／確認検査／簡易除染及び安定ヨウ素剤／
通行証配布の実技（屋外）
459 | （タイベックスーツを着用して）
- 車両の検査に係る一連の流れに要する時間測定（屋外；プレス公開）

演習の様子 (1/2)



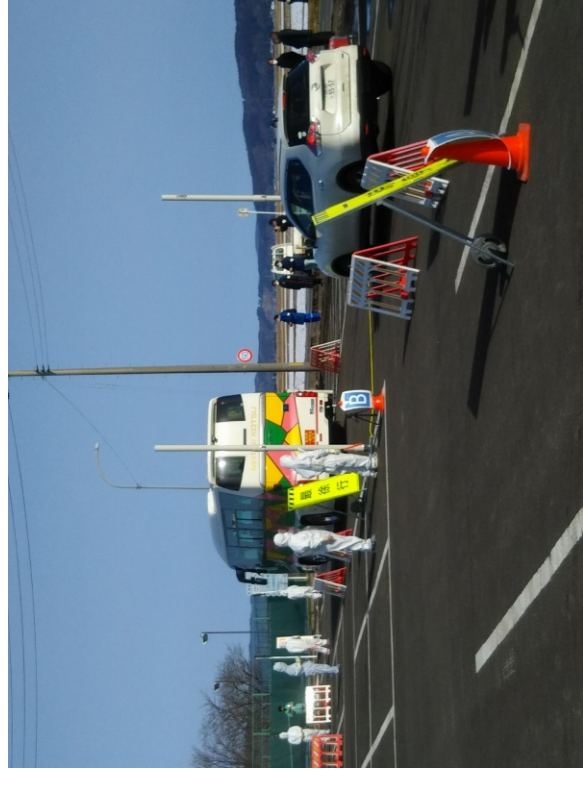
検査場レイアウトに
基づくコース設置



自家用車用

(LUDDLUM 52-1)

車両用ゲートモニタを用いた車両指定箇所検査
(有意な汚染が検出されたら、確認検査へ)



自家用車・バス用

(ガンマ・ポール)

演習の様子 (2/2)



車両確認検査・簡易
除染



住民確認検査・簡易除
染（体育館ロビー）



安定ヨウ素剤・通行証
配布

演習視察における気づき点（1/2）

- 今回の視察によって、避難退域時検査の一連の流れ（レイアウト配置、機器組立・設置、検査における作業動線など）や車両用ゲートモーターの組立・設置などを把握することができた。
- 汚染検査の実態を理解するには、種々の機器（今回は車両ゲートモーター）の特徴や特性を把握する必要あり
→ ガンマホールとLUDLUM 52-1では、警報設定値の考え方が異なるなど
- 避難退域時検査の専門家としては、放射線管理員だけでなく、測定器メーカー技術者なども含むべき
- 汚染検査だけでなく、除染しきれない携行物品の処置等についても専門家が助言する必要があるかもしれない
- 避難退域時検査場所での活動する薬剤師等（安定ヨウ素剤配布）は避難退域時検査の知識も必要となるはず

演習視察における気づき点 (2/2)

- 専門家に必要な力量の観点で以下は重要
 - 避難退域時検査場で用いられる最新の機器に関する知識
 - 車両用ゲートモニタ警報設定の考え方
- 教材（手引き）に含められるとよい事項
 - 最新の機器の取扱説明書や技術資料のリスト，入手先（メーカー名，連絡先または技術情報入手できるURL）
 - 警報設定の考え方の一覧…機器毎にまとめるなど

緊急時放射線防護ネットワーク構築の検討状況

Conceptual study of networking with radiation protection experts for nuclear emergency

○百瀬琢磨、早川剛、高田千恵、中野政尚、吉田忠義（原子力機構）

○T. Momose, T. Hayakawa, C. Takada, M Nakano, T. Yoshida (JAEA)

1. はじめに

2011年3月11日の東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故における災害支援活動においては、教育研究機関や原子力事業所等の放射線管理に関連する研究者、技術者は、それぞれの専門性を生かして放射線モニタリング、住民避難、被災地域や避難先における住民サーベイ、生活環境における除染活動等を支援した。このような原子力災害等の緊急時に現場で直面する放射線防護上の課題について平時から事前に関係者間で共通認識を持つことは有益であると考えられる。そこで、放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワーク（NW）とアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業の一環として緊急時放射線防護NW構築に関する検討に取り組み、万一の緊急事態発生時に、教育研究機関、原子力事業所等の放射線防護分野の研究者／技術者、放射線管理員が、専門性を生かして適材適所で災害支援をするには平常時からどのような活動を行っていくことが必要かを検討し、その標準化、定着化に向けた活動を行うこととした。

2. 緊急時放射線防護ネットワーク

原子力緊急事態発生時にオフサイトセンターに設置される原子力災害対策組織とNWの関係を右図に示す。平時において、指定公共機関としての機能を持ち比較的所属する人数の多いJAEAの原子力緊急時支援組織等をコアとして、それ以外の機関に所属する放射線防護分野の関係者も含む専門家等のリストを整備し、関係者間の協議等によって災害対応に係る技術的課題等に関する問題意識を共有し、その改善に向けた活動を提

案・実現する人的なNWを構築する。なお、災害発生時の活動は専門家等の所属機関の災害支援の枠組みに基づき行われることから、そのあり方についてはNW活動の検討対象外とした。

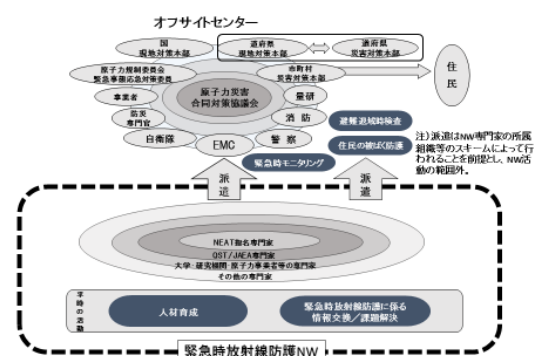
3. 人材育成のあり方検討

放射線防護に関連する3つの分野（環境モニタリング、放射線管理、個人線量測定・評価）毎にサブGrを設け、人材の確保、育成プラン作り及び教育用教材（専門家向け緊急事態対応ガイド）の作成等に関する検討を行っている。これまでに、現地等へ派遣される環境モニタリング、放射線管理の専門家等が原子力災害後比較的早期の段階で活動が期待される場面は、緊急時環境モニタリング、避難退域時検査であると想定して、そのような場面において的確な助言等が行えるよう力量、役割認識について整理した。

4. 今後の取り組みについて

災害支援を行う専門家向けの対応ガイドを作成するとともに、平時から教育や情報交換を行いながら関係者間の交流を深めていく活動を発展させていく方策について学会等関係者の意見をまとめ活動に反映していく。

原子力災害対策組織と緊急時放射線防護ネットワーク



緊急時放射線防護ネットワークのあり方について

～緊急時環境モニタリングと避難退域時検査の支援のために～

Conceptual study of networking with radiation protection experts for nuclear emergency preparedness
-Focuses on technical support for environmental monitoring and contamination survey for residents -

渡邊裕貴¹⁾、中野政尚¹⁾、吉田忠義¹⁾、高田千恵¹⁾、早川剛¹⁾、百瀬琢磨¹⁾

Yuki WATANABE¹⁾, Masanao NAKANO¹⁾, Tadayoshi YOSHIDA¹⁾, Chie TAKADA¹⁾,

Tsuyoshi HAYAKAWA¹⁾, Takumaro MOMOSE¹⁾

日本原子力研究開発機構¹⁾

Japan Atomic Energy Agency¹⁾

1. はじめに

放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワーク（NW）とアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業の一環として緊急時放射線防護NW構築に関する検討に取り組み、万一の緊急事態発生時に、教育研究機関、原子力事業所等の放射線防護分野の研究者／技術者、放射線管理員が、専門性を生かして適材適所で災害支援をするには平常時からどのような活動を行っていくことが必要かを検討してきており、その概要を2020年6月の日本保健物理学会において報告してNWのあり方等について意見を集約した。ここでは、NWの制度設計の概要と緊急時環境モニタリングや避難退域時検査を専門的な立場で支援する要員の育成のあり方の検討状況を報告する。

2. 緊急時放射線防護ネットワーク

NW制度の全体像を右図に示す。本NWは平時における取組みを主眼としており、指定公共機関としての機能を持ち比較的所属する人数の多いJAEAの原子力緊急時支援組織等をコアとして、それ以外の機関に所属する放射線防護分野の関係者も含む専門家等を対象とした情報共有、教育研修の機会を設け、人材育成、技術的課題の抽出と改善に向けた活動に取り組む人的なNWを構築する。また、自治

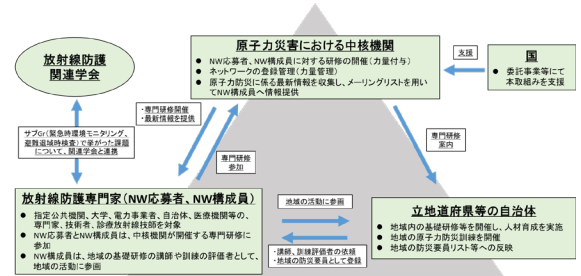


図. ネットワーク制度の全体像（平時における取組み）

体等が開催する基礎研修や訓練を通じて地域内のネットワークを構築するために、それらの活動への参加者リストを整備して必要に応じて自治体等に提示する。なお、災害発生時の活動自体は、地域の防災計画や専門家等の所属機関の災害支援の枠組みに基づき行われることから、NW活動の対象外とした。

3. 人材育成のあり方検討

放射線防護に関連する3つの分野（環境モニタリング、放射線管理、個人線量測定・評価）毎にサブGrを設け、人材確保、育成プラン作り及び教育用教材（専門家向け緊急事態対応ガイド）の素案作成等を行っている。これまでに、現地等へ派遣される環境モニタリング、放射線管理の専門家等が原子力災害後比較的早期の段階で活動が期待される場面は、EMCが行う緊急時環境モニタリングと避難退域時検査であると想定して、そのような場面での的確な助言等が行えるよう力量、役割認識について整理した。

4. 今後の取り組みについて

NWの制度設計についてアンケートや学会等を通じて引き続き意見集約するとともに、防災訓練の視察・参加を通じて対応の留意点等をまとめ、災害支援を行う専門家向けの対応ガイドの素案を作成する。

付属資料 3

令和 2 年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費
(放射線防護研究分野における課題解決型ネットワーク
とアンブレラ型統合プラットフォームの形成) 事業

「職業被ばくの最適化推進に関する検討」
成果報告書

令和 3 年 2 月

国立研究開発法人 日本原子力研究開発機構
原子力科学研究部門原子力科学研究所
放射線管理部

本報告書は、原子力規制委員会の令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業による委託業務として、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構 原子力科学研究部門原子力科学研究所放射線管理部が実施した課題解決型ネットワーク「職業被ばくの最適化推進に関する検討」の成果をとりまとめたものである。

目 次

1. 事業名	1
2. 事業全体の目的	1
3. 委託事業の内容	1
4. 委託事業実施期間.....	1
5. 委託事業の概要及び背景・目的等.....	2
5.1 ネットワークの概要	2
5.2 ネットワーク形成の背景・必要性、目的及び今年度の計画	2
6. 委託事業の実施内容及び成果	4
6.1 職業被ばくの最適化推進に関する検討.....	4
6.2 放射線防護アンブレラによる情報共有と合意形成	14
6.3 事業進捗の PDCA	15
7. まとめ	15
別添 1 国家線量登録制度検討グループ会合について.....	16
別添 2 学会での報告内容	91
別添 3 基礎データ収集作業及びデータ解析作業 報告書	114
別添 4 外国調査の報告	154
別添 5 ネットワーク合同報告会での報告内容	157

1. 事業名

令和2年度放射線安全規制研究戦略的推進事業費（放射線防護研究分野における課題解決型ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成）事業の一部「職業被ばくの最適化推進に関する検討」

2. 事業全体の目的

原子力規制委員会（以下「委員会」という。）は原子力に対する確かな規制を通じて人と環境を守ることを使命としており、委員会が平成24年9月に設置されて依頼、課題に応じた安全研究を実施し科学的知見を蓄積してきた。平成28年7月6日には「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」を公表し、放射線源規制・放射線防護による安全確保のための調査研究を体系的かつ戦略的に実施するために放射線安全規制研究推進事業、放射線防護研究ネットワーク形成推進事業を実施する。

本事業では、原子力規制委員会、放射線審議会等が明らかにした技術的課題の解決に繋がるような研究を推進するとともに、研究活動を通じた放射線防護分野の研究基盤の強化を図り、得られた成果を最新の知見の国内制度への取入れや規制行政の改善につなげることで研究と行政施策が両輪となって、継続的かつ効率的・効果的に放射線源規制・放射線防護による安全確保を最新・最善のものにすることを目指す。

3. 委託事業の内容

本事業の受託者である日本原子力研究開発機構原子力科学研究所放射線管理部（以下「受託者」と言う。）は、規制事業を支える放射線防護に関する調査研究を効果的に推進することに寄与するような関連機関・専門家によるネットワーク（NW）を構築するために、全体事業計画の一部である以下のものを実施した。

1. 課題解決型NWによるアウトプット創出
 - (3) 職業被ばくの最適化推進に関する検討
2. 放射線防護アンブレラによる情報共有と合意形成
 - (2) 放射線防護に関するアンブレラ内の意思決定
3. 事業進捗のPDCA

また、受託者は事業の実施結果について、原子力規制庁が開催する成果発表会で報告し、評価をうけた。研究の実施に当たっては原子力規制庁が指定するプロジェクトオフィサーの指示に従った。

4. 委託事業実施期間

令和2年4月1日～令和3年2月26日

5. 委託事業の概要及び背景・目的等

5.1 ネットワークの概要

放射線防護の最適化(ALARA)は、国際放射線防護委員会(ICRP)が勧告する線量低減の精神として広く浸透している。しかし、最適化施策検討の基礎データとなる職業被ばくの実態（放射線業務従事者の人数、線量分布等）については、原子力分野以外の実態は明らかでない。日本学術会議から国家線量登録制度の確立の提言が出されているが、その実現に向けた活動が進んでいない。このため、この制度確立に向けての具体策を関係機関が共同して検討・提案することにより、放射線安全規制への効果的活用が可能となる。

また、登録する個人線量データの信頼性確保についても、国際原子力機関(IAEA)の規制レビュー(IRRS)の勧告を受けて、一部の検討は進められているが、測定機関全体の制度設計はこれからの課題である。このため、個人線量測定、標準校正、品質保証の関係機関が協力して検討し制度を提案することにより、国際基準に適合した認証制度が確立でき、国際的な信頼を得ることが可能となる。

さらに、我が国には、欧州 ALARA ネットワークのような、全職業分野を対象として最適化を推進する体制ができていない。このため、全職業分野を対象とした最適化推進ネットワークを立ち上げることで、原子力先進国である我が国の国際的プレゼンスを向上できる。

本ネットワークは、量子科学技術研究開発機構が運営するアンブレラの傘下で日本原子力研究開発機構が運営し、当該分野の関係機関（放射線影響協会、個人線量測定機関協議会、産業技術総合研究所、放射線計測協会、日本適合性認定協会）が結集して、効果的なアウトプットを創出する。

5.2 ネットワーク形成の背景・必要性、目的及び今年度の計画

(1) 背景・必要性

職業分野の特徴を踏まえた最適化を検討するための基礎データとなる職業被ばくの実態（放射線業務従事者の人数、線量分布等）については、放射線業務従事者の被ばく線量登録・管理制度が原子力分野に限られていることから、原子力分野以外は明らかでない。このため、日本学術会議から国家線量登録制度の確立の提言が出されているが、実現に向けて進んでいない。このため、国内の関係機関が広く協働して、そのデータを活用した最適化の推進を含めた具体的提案を行う必要がある。

また、登録する個人線量データの信頼性確保についても、国際原子力機関(IAEA)の規制レビュー(IRRS)の勧告を受けて、個人線量測定サービス機関についての検討は進められているが、自組織の従事者の個人線量測定を行う機関（以下、「インハウ

ス事業者」と言う。)を含めた我が国全体の制度設計はこれからの課題である。さらに、環境モニタリングについても測定の信頼性確保が課題である。このため、個人線量測定サービス機関の他、大規模なインハウス事業者、標準校正機関、品質保証認定機関等が協力して制度確立に向けた活動を行う必要がある。

さらに、我が国には、欧州 ALARA ネットワークのような、全職業分野を対象として最適化を推進する体制ができていない。このため、我が国全体で職業被ばくの最適化を推進し、効果的な線量低減を行うためのネットワーク構築が必要である。

(2) 目的

課題解決型ネットワークの一つとして、職業被ばくの最適化推進を目的としたネットワークを立ち上げる。本ネットワークは、原子力以外を含めた我が国の全ての職業分野を対象として、

- ① 基礎データとなる放射線業務従事者の被ばく状況を把握するために必要な国家線量登録制度の確立、
- ② 登録する個人線量の測定の信頼性確保のための認定制度（線量測定機関認定制度）の確立、及び、
- ③ 職業被ばくの最適化を効果的に推進するための体制の構築

に係る調査・議論を行い、具体的な制度設計案を提案する。

(3) 今年度の計画

課題解決型ネットワークの一つとして、職業被ばくの最適化推進を目的としたネットワークを立ち上げる。本ネットワークは、日本原子力研究開発機構を事務局とした二つのサブネットワーク（以下、サブネットワーク）で構成され、以下の事業を行う。両サブネットワークは、日本原子力研究開発機構を中心に有機的に結合して全体目標を共有しつつ検討を進める。検討を進めるにあたり、事業担当者間の打合せ並びに本事業に関する打合せ・成果報告を行う。

①国家線量登録制度の検討

国家線量登録制度に関し、これまでの調査結果に基づき、複数の制度案の検討を行い、各制度案の長所・短所及び具体化にあたっての課題を整理する。検討に当たっては、国家線量登録制度検討グループ(構成員 7 名、うち 3 名は量研および原子力機構、検討の必要性に応じて関係者を追加)による全体会合を 2 回程度開催する。また、検討内容を日本保健物理学会の年次大会等で報告し、ステークホルダーからの意見を求める。

②線量測定機関認定制度の検討

日本適合性認定協会（J A B）が事務局を務める「放射線モニタリングタスクフォースグループ(TFG)」と連携して、令和元年度に改定した認定基準・技能試験等の具体的な運用・解釈に関する検討を継続する。この検討のため、これまで技能試験に関する基礎データが少ない線種に対する照射試験及び試験結果のデータ解析を外注により行う。また、認定分野の環境放射線モニタリング等への拡大の方向性については、規制庁検討チームの動向に応じて検討する。検討に当たっては、J A B「放射線モニタリング TFG メンバー（7名、必要に応じて関係者を追加）により、TFG 会合に合わせて2回程度検討会を開催する。また、昨年度に引き続き、①の調査と合わせて、国際標準化機構（ISO）の原子力専門委員会（TC85）/放射線防護分科会（SC2）/中性子サブグループ会合等の会合に専門家を派遣し、放射線標準校正等に係る最新動向を調査する。

6. 委託事業の実施内容及び成果

6.1 職業被ばくの最適化推進に関する検討

(1) 概要

課題解決型ネットワークの一つとして、職業被ばくの最適化推進を目的とした、次の2つの検討グループの活動を継続した。

- ① 国家線量登録制度検討グループ、及び
- ② 線量測定機関認定制度検討グループ

①について、今年度は、昨年度の検討結果を踏まえ、4つの制度案と各制度案の長所・短所を整理した内容を日本保健物理学会第53回研究発表会（令和2年6月）及び日本放射線安全管理学会学術大会（令和2年12月）の企画セッションで報告し、ステークホルダーからの意見を求めた。その議論を踏まえて、制度案導入により管理を合理化出来る点や制度構築に向けた展開案を整理するとともに、実現に向けての具体的な課題を明らかにした。

また、昨年度検討した国外における制度の例及び登録すべき情報に関して、欧州のガイドラインの翻訳を行い、その内容に基づき、昨年度の結果を確認した。

②については、個人線量測定サービスの認定制度が開始されたことから、今後定期的に実施する技能試験のために、これまでデータの少ない線種（今年度はβ線）に対する基礎データの収集及び試験結果の解析を実施した。また、次年度の眼の水晶体のモニタリングの変更に備えた3mm線量当量への認定対象の拡大も検討した。環境モニタリングへの拡大については、規制庁検討チームの動向を調査したが、拡大方針が示されなかった。

さらに、認定に必要な技能試験に係る放射線標準に関する国際規格について、国際規格の改訂に関する外国調査を実施した。

(2) 国家線量登録制度検討グループ

(ア) 検討内容

放射線防護の最適化(ALARA)は、国際放射線防護委員会(ICRP)が勧告する線量低減の精神として広く浸透している。しかし、最適化施策検討の基礎データとなる職業被ばくの実態(放射線業務従事者の人数、線量分布等)については、原子力分野以外は明らかでない。日本学術会議は、これら職業被ばくの実態を把握するとともに我が国全体の放射線業務従事者の個人線量管理を一元的に実施する必要があることから、国家線量登録制度の確立について提言を出している。しかし、その実現に向けた活動が進んでいない。このため、この制度確立に向けての具体策を関係機関が共同して検討・提案することにより、放射線安全規制への効果的活用が可能となる。

国家線量登録の確立に向けての具体策を関係機関が共同して検討するため、日本原子力研究開発機構(JAEA)を運営主体とした「国家線量登録制度検討グループ」での検討を昨年度に引き続き実施した。検討グループのメンバーを表1に示す。なお、検討グループ会合開催時には、オブザーバーとして原子力規制庁放射線防護企画課、厚生労働省労働基準局労働衛生課電離放射線労働者健康対策室及び厚生労働省医政局地域医療計画課担当者に出席案内をし、可能な範囲で出席いただいた。また、プロジェクトオフィサーにも参加いただいた。

検討グループの会合は、令和2年9月10日及び令和3年1月15日の2回開催した。今年度は、新型コロナウイルス感染拡大防止対策のため、2回ともオンライン会議開催とした。会合では、昨年度検討した4つの制度案について、日本保健物理学会及び放射線安全管理学会でのステークホルダーからの意見を踏まえた検討を進めた。

2回の会合の資料一式及び議事概要を各々別添1-1及び別添1-2に示す。

表1 国家線量登録機関検討グループ

	氏名	所属
主査	吉澤 道夫	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
委員	飯本 武志	東京大学 環境安全本部
委員	伊藤 敦夫	放射線影響協会 放射線従事者中央登録センター
委員	岡崎 龍史	産業医科大学 産業生態科学研究所
委員	渡部 浩司	東北大学 サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター
委員	神田 玲子	量子科学技術研究開発機構
委員	百瀬 琢磨	日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所

○第1回検討会の概要

1回目の検討では、昨年度に検討した4つの制度案とその長所・短所等の比較について、日本保健物理学会第53回研究発表会企画セッション（令和2年6月29日）（以下、保物学会と略す。）で報告した結果及び今後の進め方（特に医療分野へのアプローチ）を検討した。

1) 保物学会での発表について

昨年度の議論に基づいた以下の4つの制度案（制度導入に伴う個人線量管理の合理化を追加したもの）

- ①国家線量登録機関による中央一括管理
- ②全事業者が共同で線量登録機関を設置して一括管理（全放射線作業）
- ③全事業者が共同で線量登録機関を設置して一括管理（一部の放射線作業）
- ④業界・分野別に線量管理制度を運用

並びに、制度案の長所・短所の比較（制度の完全さ、役割分担の明確さ、費用負担及び個人情報管理の徹底度）を保物学会で報告した。質疑においては4つの制度案のどれを進めるのがよいかをWeb投票でアンケートを実施した。その結果、①国家線量登録機関による一括管理が54%、②及び③の事業者設置機関が30%、

④業界・分野別が14%となり、最も理想的な制度①を支持する者が多かった。ただし、④が支持されなかった理由としては、具体的イメージがわからないことも考えられた。

質疑においては、

- ・大学単体ではシステム整備が困難なため情報の共通化・標準化が望まれる
- ・医療分野では線量管理自体が課題である
- ・線量管理の一元化の問題は政治的な働きかけがないと進まない
- ・制度案3と4の違いが判りづらい

などの意見・コメントが出された。

2) 今後の進め方

上記の報告を基に今後の進め方について以下の議論を行った。

- ・医療関係の参加が少ないのは保健物理学会員に医療関係者が少ないからであろう。大きなステークホルダーである医療関係者へのアプローチの検討が必要。
- ・医療放射線防護連絡協議会で扱ってもらうのがよいのではないか。医療放射線防護連絡協議会での話題提供も考えられる。関係者と相談するのがよい。
- ・次は放射線安全管理学会（Web開催）でも保物学会と同様に企画セッションを提案する。ただし、放射線安全管理学会では、保物学会と異なり、各々が独立したアンブレラ事業である線量登録制度と渡部先生の大学ネットワークの報告とを分けて、個別に議論できるように提案する。

3) 制度案について

・制度案④の具体例としては、大学関係ネットワークの活動がある。また、中央登録センターの登録制度は原子力分野の業界・分野別管理である。除染従事者の制度は、建設業界からの要請で制度立上げに協力してきた実績がある。原子力分野と除染分野のデータは独立しているが、個人に割り振られる中央登録番号は共通となっており、個人被ばくの合算は可能となっている。制度構築の相談があれば、これまでの経験等を踏まえて協力したい。

・4つの制度案はそれぞれ独立ではなく制度案④をスタートとして、そこから案②や③などに展開していくことが考えられる。業界・分野別管理でばらばらに検討してしまうとその後の展開が難しくなるので将来的な制度を念頭に置いて検討してゆくことが重要である

・費用負担が具体的に示せるのは、中央登録センターの登録費用であろう。その額は、従事者一人当たり年間3,000～4,000円である。費用の内訳は、人件費、シ

システム運用費の割合が多い。登録制度のコスト試算では、どこまでのサービスを行うか、どのように線量を吸い上げるか、登録者数スケールメリットを考慮する必要があり、簡単には試算できない。ただし中央登録センターでは線量登録だけではなく被ばく記録の引き渡し機関としての事業も行っている。

・大学の場合は被ばく線量が低いので、線量の一元化により、放射線業務従事者に付随する管理（健康診断、教育歴等）が合理化されることは意味がある。

・原子力分野の放管手帳の電子化の議論は中央登録センターでも進めていたが既存の手帳制度が緻密に出来上がっているため、これを大きく変更するのは難しく、現在の制度を継続する方向である。新しい管理制度を構築するのであれば、過去に縛られることはないため新しいシステムを考えることはできるだろう。

・大学では必要最小限のデータのみ電子化管理する仕組みを検討している。

これらの議論を踏まえて、発表内容を修正し、放射線安全管理学会企画セッションでの報告を行うこととした。発表内容については、事務局が作成しメールで確認することとした。

○第2回検討会の概要

2回目の検討では、日本放射線安全管理学会第19回学術大会企画セッション（令和2年12月10日）（以下、安全管理学会と略す。）での報告を受けた課題等の検討及び今後の進め方について議論した。

1) 安全管理学会での発表について

第1回会合での議論を踏まえて、各制度案に管理の合理化に関する事項を追加するとともに、各制度の展開案（制度案④をスタートとして、そこから案②や③などに展開していく）を追加した報告を行った。また、各分野での制度構築の具体例として、原子力（除染）分野の制度立上げ及び大学連携ネットワークでの先行事例も報告いただいた。保物学会と異なり、Webアンケートは行わず、また質疑の時間がとれず、意見・コメントはチャットのみであった。ここで出された意見・コメントとしては、内部被ばく管理の扱い、線量の精度の検討があったが、やはり費用に関するコメントが多かったことから、この点を更に検討する必要性が認識された。

これを受けて、費用の検討を更に進めること及び制度構築を分野全体に進めるには国の関与（制度構築に向けた働きかけ等）がやはり必要であることなどを議論し、次年度に更に検討する事となった。

2) 今後の進め方

今後の進め方については、主に医療分野へのアプローチと次年度が事業最終年度となることを念頭においた次年度の活動について検討した。

・医療分野へのアプローチについては、第1回検討会での提案に沿って医療放射線防護連絡協議会関係者へコンタクトした。その結果、活動に協力はいただけるが、やはり合意形成には多くの困難が予測されることから、まず研修会等の機会を活用して説明から始めることが提案され、この方向で進めることとした。

・次年度については、事業最終年度としてのまとめを行うとともに、更に検討を継続するための方策について検討することとした。まとめにおいては、ステークホルダーの視点での課題の整理を行うが、ステークホルダーとしては国から事業者まで種々考えられることから、ステークホルダーを明確にして、各々の視点で課題（歴史的経緯を含む）を整理することとした。また、活動の継続については、上記の医療分野への継続的な働きかけとともに、引き続き大学関係ネットワークとの連携を進めることとした。

(イ) 検討結果の報告について

(ア) で記載したとおり、今年度はステークホルダーからの意見を求めることを目的に、以下のとおり検討結果の報告を行った。なお、両学会ともオンライン開催であった。

① 日本保健物理学会第53回研究発表会（発表日：令和2年6月29日）

○企画セッション名：「放射線防護の喫緊課題への提案～職業被ばくの個人線量管理と緊急時対応人材の確保～」

第1部 職業被ばくの個人線量管理～流動性の高い現場の問題～

（座長： 百瀬琢磨（JAEA）、ラポータ：神田玲子(QST)）

○発表項目

1) 職業被ばくの個人線量管理方法の検討状況（13分）

吉澤道夫（日本原子力研究開発機構）

2) 大学間の放射線業務従事者一元管理システムの構築(13分)

渡部浩司（東北大学）

3) 指定発言(21分)

- | | |
|-------------|--------------|
| ・大学の実状と課題 | 寺東宏明（岡山大学） |
| ・医療現場の問題（1） | 樫田尚樹（産業医科大学） |
| ・医療現場の問題（2） | 渡辺浩（群馬パース大） |

4) 質疑応答及びWeb アンケート

- ② 日本放射線安全管理学会第 19 回学術大会(発表日:令和 2 年 12 月 10 日)
○企画セッション名:「令和 2 年度放射線防護アンブレラ事業～職業被ばく
の一元化のネットワーク事業～」
(座長: 百瀬琢磨 (JAEA))
○発表項目
- 1) 職業被ばくの個人線量管理方法の検討状況(15 分)
吉澤道夫 (日本原子力研究開発機構)
 - 2) 被ばく線量登録管理制度の現状(10 分)
伊藤敦夫 (放射線影響協会)
 - 3) 大学等における放射線業務従事者管理の現状と課題解決
への取り組み (10 分)
渡部浩司 (東北大学)
 - 4) 医療従事者における個人被ばく線量管理の課題(10 分)
樺田尚樹 (産業医科大学)
 - 5) 質疑応答(15 分)

保物学会及び安全管理学会における要旨及び本検討グループからの発表内容を別添 2 - 1 及び別添 2 - 2 に示す。

質疑等の内容は、(ア) 検討内容の各会合の概要に記載したとおりである。

(ウ) 文献調査

昨年度、諸外国における線量登録制度の現状(職業被ばくの種類を含む)について調査したが、その際、注目すべき文献として、欧州におけるガイドライン Radiation Protection No.160 (2009) “Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation”があった。今年度、本文献を翻訳し、欧州における登録制度及び職業被ばくの種類について調査した。その結果、各組織が図 1 に示す役割で登録等を行っていること、また、その職業分類が表 3 のとおりとなっていることがわかった。

その特徴としては、欧州では測定機関からの線量データ(我が国の 1 cm 線量当量等)が主体であること、また、職業分類はかなり幅広く、自然線源(いわゆる NORM)からの被ばくも含めていることが挙げられる。

欧州の職業被ばく線量データ管理

• 個人線量測定・管理に関する技術的勧告

- Radiation Protection No.160 (2009)
 “Technical Recommendations for Monitoring Individuals Occupationally Exposed to External Radiation”

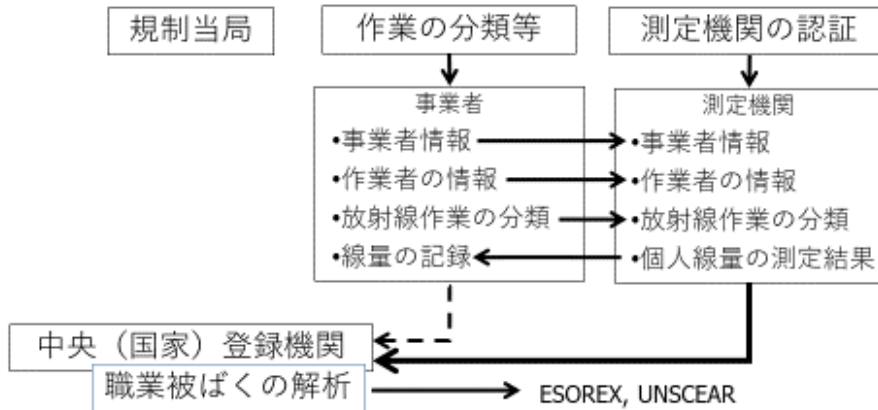


図1 欧州における職業被ばくデータ管理

表2 欧州における職業被ばくの種類 (標準例)

活動分野	具体的な行為
原子力	ウラン採鉱(地下/地上)、ウラン精錬、ウラン濃縮及び転換 原子炉運転(常勤)、原子炉運転(保守) 燃料再処理(酸化物/金属) 核燃料サイクルに関する研究
医学	放射線診断(従来法、特殊な方法)、歯科放射線学 放射線治療(外部線源)、小線源法(手動、アフターローディング) 生物医学研究 その他すべての医学利用
工業	工業照射、工業用ラジオグラフィ、発光剤、RI製造、検層、 加速器運転、その他すべての工業利用
自然線源	民間飛行、ラドン、 採掘(石炭:地下/地上)、採掘(石炭以外:地下/地上) その他の採掘(リン酸塩、石油・ガスなど)
その他	教育機関、獣医学、他 原子力船及び補助施設、その他軍事利用

(3) 線量測定機関認定制度の検討

(ア) 検討内容

個人線量測定の信頼性確保に係る認定制度の検討については、昨年度と同様に、日本適合性認定協会（JAB）が運営主体である「放射線モニタリングタスクフォースグループ(TFG)」(以下、「TFG」と言う。)に一本化して検討を進めた。線量測定機関認定制度検討グループのメンバー（TFGメンバーと同じ）を表3に示す。

表3 線量測定機関認定制度検討グループ

	氏名	所属
主査	吉澤 道夫	日本原子力研究開発機構 原子力科学研究所
委員	辻村 憲雄	日本原子力研究開発機構 核燃料サイクル工学研究所
委員	黒澤 忠弘	産業技術総合研究所 計量標準センター
委員	柚木 彰	産業技術総合研究所 計量標準センター
委員	當波 弘一	放射線計測協会
委員	中村 吉秀	株式会社千代田テクノル
委員	寿藤 紀道	個人線量測定機関協議会
オブザーバ	小口 靖弘	個人線量測定機関協議会
オブザーバ	担当者	原子力規制庁
オブザーバ	担当者	厚生労働省労働基準局労働衛生課
オブザーバ	担当者	関係電力事業者

個人線量測定の信頼性確保に係る認定制度については、審査基準（ISO/IEC 17025「試験所及び校正機関の能力に関する一般要求事項」）に追加される個人線量測定についての補足要求事項（JAB RL380）にしたがって、個人線量測定サービス機関の認定が実施された。一方、原子力事業者の中には、現在の JAB RL380 が対象としていない電子式個人線量計を用いている事業者があることから、昨年度に認定範囲に電子式線量計を含める改訂を検討し、令和2年度4月に JAB RL380 の改訂版が発行した。

今年度は、次年度に眼の水晶体の線量限度が変更されることに伴い、3 mm 線

量当量を用いた眼の水晶体のモニタリングが開始されることから、これに向けた改訂を検討した。2回の会合（令和2年4月27日及び6月18日、いずれもオンライン会議）を行い、認定対象に眼の水晶体モニタリング用の個人線量計及び3mm線量当量を導入することを検討した。

各回の検討項目は以下のとおりである。

① 令和2年4月27日

- 眼の水晶体の個人線量（Hp(3)）測定の認定に係る方針の検討
 - 改訂のマイルストーン
 - 改訂のポイントについて
 - 技能試験について
 - 今後の進め方
- その他（環境モニタリングへの拡大への対応について）

② 令和2年6月18日

- 眼の水晶体の個人線量（Hp(3)）測定の認定に係る方針の検討
 - 改訂のマイルストーンの確認
 - 改訂内容の検討
 - 技能試験について
 - 今後の進め方

この会合の後、メールによる改訂内容の検討を行い、パブリックコメント等の手続を経て、令和2年10月1日付けでJAB RL380の改訂版が発行した。

環境モニタリングへの拡大については、昨年度に原子力規制庁「環境放射線モニタリング技術検討チーム」（技術検討チーム）から基本方針が示された後に検討する方針としていた。このため、今年度は技術検討チーム会合の動向に着目していたが、基本方針が示されなかったことから、引き続き基本方針が示された後に検討を進める方針を確認した。

(イ) 基礎データ収集作業

個人線量測定機関の認定においては技能試験が義務づけられている。この技能試験では、測定機関の個人線量計に放射線の種類、エネルギー、入射角度等の様々な条件を変えて照射を行い、測定機関には照射に関する情報は与えずに測定機関から測定値を報告してもらい、その測定値と基準照射量を比較して、一定の許容範囲に入っているかを試験する。現在の許容範囲は、我が国における基礎データが少ないことから、個人線量測定機関の認定を先行して運用している米国自主試

験所認証プログラム (NVLAP) を参考に設定しているが、その妥当性は確認されていない。このため、データが少ない線種で基礎データの収集を行ってきた。

昨年度までは X 線に対するデータを取得したが、今年度は β 線の入射角度を変えた照射について基礎データの収集を行った。照射は、国家標準とトレーサビリティを有する (JCSS 登録機関) で行った。また、関連する JIS の基準及び技能試験の判定基準との比較を行うデータ解析も実施した。

収集したデータを別添 3 - 1 に、またデータ解析の結果を別添 3 - 2 に示す。

β 線の角度を変えた照射に対しても、昨年度までの X 線と同様、現在の技能試験の判定基準は妥当であることが明らかになった。

(ウ) 外国調査

技能試験等において重要な放射線標準校正技術に関する最新情報を調査するため、国際標準化機構 (ISO) の放射線防護分科会 (TC85/SC2) 基準中性子場に係るサブグループ (WG2/SG3) 専門家会合 (令和 2 年 11 月 17 日から 19 日) に専門家を参加させ、放射線標準校正技術関連の国際規格に関する情報を収集した。なお、今回はオンライン会議開催となったため外国出張はしなかった。

サブグループ会合では中性子標準場における中性子線の発生方法に関する規格 (ISO8529-1) の改訂案について前回に引き続き議論した。中性子に対する技能試験で使用される (又は可能性のある) 中性子線源 (^{252}Cf 、 $^{241}\text{Am-Be}$ 、重水減速 ^{252}Cf 等) や新しい中性子線の基準スペクトル等に関する改訂内容等が検討された。また、現在入手が困難となっている ^{252}Cf 線源の代替となり得る中性子線源の情報を提供し、採用されることとなった。中性子標準場において個人線量計や中性子モニタを校正するときに必要なフルエンスから線量当量への換算係数等を規定した ISO8529-3 の改訂ドラフトについては、次回に議論されることになった。詳細を別添 4 に示す。

6.2 放射線防護アンブレラによる情報共有と合意形成

(1) ネットワーク合同報告会

6.1 で記載した職業被ばく最適化推進ネットワークの活動の概要については、令和 3 年 2 月 9 日に開催された「第 4 回ネットワーク合同報告会」において報告を行った。報告会で使用したスライドを別添 5 に示す。

(2) 代表者会議

アンブレラ構成団体の代表者からなる会議に受託者も実施側として参加し、職業被ばく最適化推進ネットワークの計画及び活動の概要について適宜報告した。

6.3 事業進捗の PDCA

受託者は、委託契約期間内において、全体を統括する量子科学技術研究開発機構放射線医学総合研究所の代表者と密接に連絡を取り、進捗状況を報告するとともに助言を仰いだ。また、研究の実施に当たっては原子力規制庁が指定するプログラムオフィサーの指示に従った。

さらに、事業の実施結果について、原子力規制庁が開催する成果発表会（令和2年2月18日）で他の活動と合わせて報告し、評価をうけた。

7. まとめ

放射線安全規制事業を支える放射線防護に関する調査研究を効果的に推進することに寄与できる関連機関・専門家によるネットワークを構築するために、課題解決型ネットワークとして、職業被ばくの最適化推進を目的とした、国家線量登録制度検討グループ、及び、線量測定機関認定制度検討グループの活動を継続した。

国家線量登録制度検討グループについては、これまでの検討してきた内容（4つの制度案とその長所・短所、制度構築に向けての展開案など）を日本保健物理学会及び日本放射線安全管理学会の企画セッションで報告し、ステークホルダーからの意見を求めた。その結果、制度構築に向けてのモチベーション及び費用負担が最も大きな課題であることが明らかになった。次年度、医療分野へのアプローチを行うとともに、事業最終年度として成果をまとめる。また、線量登録制度については、事業終了後も制度構築に向けた活動を実施する必要があることから、その具体的方策を検討する。

線量測定機関認定制度検討グループについては、次年度に眼の水晶体の線量限度の変更に伴い3mm線量当量のモニタリングが開始されることから、認定範囲の拡大を行った。また、これまでデータが少なかった技能試験領域（ β 線に対する角度依存性）における基礎データを収集するとともにデータ解析を行い、現在の技能試験の判定基準が妥当であることを確認した。次年度は、これらの成果をまとめる。

以上

別添1 国家線量登録制度検討グループ会合について

- 別添1－1 国家線量登録制度検討グループ第1回会合 資料
- 別添1－2 国家線量登録制度検討グループ第1回会合議事概要
- 別添1－3 国家線量登録制度検討グループ第2回会合 資料
- 別添1－4 国家線量登録制度検討グループ第2回会合議事概要（案）

別添 1 - 1 国家線量登録制度検討グループ第 1 回会合 資料

令和2年度原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費
(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)

職業被ばく最適化推進ネットワーク

国家線量登録制度検討グループ令和2年度第1回会合 議事次第

1. 日時 : 2020年9月10日(木) 13:30~16:00頃

2. 場所 : Webexによるオンライン会合

3. 出席予定者(敬称略)

検討会メンバー 飯本武志、岡崎龍史、渡部浩司、伊藤敦夫、
神田玲子、百瀬琢磨、吉澤道夫

オブザーバー 高橋PO(京都大学)

原子力規制庁(放射線防護企画課):大町、他

厚生労働省(地域医療計画課):

同上 (労働衛生課電離放射線労働者健康対策室);

放射線影響協会: 浅野

事務局: 原子力機構(原科研)放射線管理部:木内、橘、高橋(聖)、小野瀬

4. 議題

(1)保健物理学会企画セッションの報告

(2)線量登録制度案についての検討

(3)今後の進め方

(4)その他

5. 資料

資料1: 令和元年度第2回検討会議事概要

資料2: 日本保健物理学会での質疑・アンケート

資料3: 線量登録制度案についての検討

資料4: 今後の進め方について

参考資料: 日本保健物理学会発表資料

①吉澤、②渡部、③寺東、④樺田、⑤渡邊

国家線量登録制度検討グループ第2回会合 議事概要(案)

1. 日時:2019年12月22日(日)13:30~16:00

2. 場所:日本原子力研究開発機構 東京事務所 第7会議室

3. 出席者(敬称略):

検討会メンバー主査:吉澤道夫

委員:岡崎龍史、渡部浩司、伊藤敦夫、神田玲子、百瀬琢磨、飯本武志

原子力規制庁 放射線防護企画課 大町康、荻野晴之

厚生労働省 労働基準局 労働衛生課 電離放射線労働者健康対策室(欠席)

厚生労働省 医政局 地域医療計画課(欠席)

オブザーバ 高橋知之(PO)、浅野智宏

事務局 木内伸幸、小野瀬政浩、高橋聖

4. 主な議事項目

(1)線量登録制度案についての検討

(2)職業被ばく分類等について

(3)今後の進め方

5. 配布資料

資料1 国家線量登録制度検討グループ第一回会合 議事概要(案)

資料2 海外の線量一元化の現状

資料3-1 線量登録制度案の検討

資料3-2 登録すべき情報について

資料3-3 原子力被ばく線量登録管理制度におけるID登録について

資料4 職業被ばく分類等について

資料5 今後の進め方について

参考資料 RADIATION PROTECTION NO 160

6. 議事概要

6.1 前回議事概要(案)の確認

主査より、前回議事概要(案)の説明があり、了承された。

6.2 海外の線量一元化についての報告

主査より、資料2に基づき海外の線量一元化の現状について欧州、韓国及び米国の例の説明があった。

欧州では、線量の中央登録が進んでおり欧州委員会の EU 指令(RP160)に基づいて各国が統一的な形で国家線量登録制度を構築することが推進されている。欧州では、国が登録機関を設置し、測定機関が直接線量測定データを登録することとなっている。また、ESOREX(European Study on Occupational Radiation Exposure)という枠組みにより、各国の規制制度、職業被ばくの現状がレビューされている。被ばくの種類に NORM が入っているのが特徴である。

韓国では、韓国原子力安全技術院(KINS)が KISOE(Korean Information System on Occupational Exposure)を運用し、韓国 RI 協会が線量測定データを、原子力事業者が健康診断等のデータを提供する形で国家線量登録を行っている。

米国は NRC(Nuclear Regulatory Commission)が REIRS(Radiation Exposure Information and Reporting System)を運用し、各事業者が個人線量を識別番号とともに電子的に登録し、NRC が名寄せ、統計解析や個人線量の照会に対する回答を行っている。

6.3 線量登録制度案の検討

- 主査より、資料3-1に基づき次の説明があった。

前回の議論では、制度を誰のために構築するのかといった意義を明確にすべきであるとの意見があった。これを受けて、今回は、線量登録制度に組み込む対象者の範囲について議論したい。放射線作業者の多くが検出下限値未満であることから、制度を構築すべき対象者として、従事する事業所を頻繁に異動する者や一定以上の被ばく線量(例えば、労災認定等の対象となる年数 mSv 以上)のある者を対象とする案が考えられる。例えば、欧州では線量限度の $3/10$ を超えるか超えないかによってカテゴリー分けしている。この考え方を制度案に組み込むことについて検討したい。

- これについて、議論が行われた。主な意見・コメントは以下のとおり。

- ① $1mSv$ 以下の従事者がほとんどなので、コストがかかる制度を新たに導入する必要はないという意見がいつもでる。対象者を被ばく線量で限定することで制度の目的が明確化しやすい。
- ② 対象者を限定すると制度の目的である被ばく前歴の完全さが失われるため疑問である。
- ③ 複数の制度案に含めて、広く議論することはよい。
- ④ 検出限界を対象者の閾値とすると、測定機関(線量計のタイプ)でばらばらとなり煩雑になるので、全体として記録レベル以上を対象者とした方がよいのではないかと。
- ⑤ 線量で区分する場合は明確な説得力ある理由が必要。単独事業所の場合、登録の対象者となる閾値が年 $5mSv$ は高いのではないかと。記録レベルの $1\sim 2 mSv$ が妥当であろう。
- ⑥ 年 $1mSv$ を制度へ登録する閾値としていけば、5年積算線量の閾値は不要である。

- ⑦ 実効線量のみで区分するのではなく、水晶体線量(組織線量)も考慮して良いのではないか。整形外科医などは水晶体の被ばくが高くなり、リミットとなることが多い。
- ⑧ 有意な被ばくがあつて制度の対象者となった場合、それ以前の被ばくも合わせて登録する必要がある、これを確実に行う必要がある。
- ⑨ 下請け会社ほど被ばく線量が大きい傾向があるため、対象者の割合が大きくなることが予想される。費用負担に不公平感がでないような課金の仕組みが必要である。
- ⑩ 単年で複数の事業所で被ばくする場合、対象者となる閾線量を超えたかどうかをしっかりと把握できるようにする必要がある。雇用主が前歴を確認し、対象者に該当する場合は制度に登録するような仕組みにするべき。
- ⑪ 制度の第4案(業界・分野別の管理)の目的・役割に“疫学研究等へのデータ提供”がないが、限定的なデータ提供は可能なので、目的に追加すべき。
- ⑫ 個線協の被ばく線量分布データによると、約 54 万人の業務従事者のうち、1mSv 以上の被ばくのある者は3万人程度になる。しかし、医療分野の管理状況等を考えると、線量管理が必要とされる者がどの程度かの実態調査が必要ではないか。
- ⑬ 学会を通じて在籍した職場の数についてアンケート調査を実施したことがあるが、アンケート調査では質問の仕方に注意が必要である。
- ⑭ 次年度に実態調査を行うことを検討する。なお、調査方法等の検討は早く始める必要がある。
- ⑮ 本日の議論を踏まえ、対象者を線量で絞る案についても本検討グループからの提案として挙げることにしたい。
- ⑯ 国家公務員や自衛隊の扱いも要検討課題として認識しておく必要がある。

6.4 登録すべき情報について

- 主査より資料3-2に基づき、制度に登録すべき情報について日本学術会議報告書(記録)の検討結果について説明があった。また、伊藤委員より資料3-3に基づき、中央登録センターの個人識別番号の制度について説明があった。これらに基づき、線量関連情報をどこまでにするか、個人識別情報をどうするかを議論した。主な内容は以下のとおりである。

<線量関連情報について>

- ① 中央登録センターでは現状、実効線量のみ登録しており、令和3年度から水晶体線量も導入予定である。外部被ばくと内部被ばくを分けて登録していない。緊急時被ばくは分けている。
- ② 登録情報としては、中央登録センターと同じでよいのではないか。
- ③ 欧州等では NORM を対象に含めているが、我が国では実態も把握できておらず、まず規制レベルの検討からであろう。放射線審議会の中間とりまとめには今後の検討課題としては挙げられている。

<個人識別情報について>

- ① 個人識別番号は名寄せ等のために必須であり、新登録制度でも ID 付番は必要である。中央登録センターの ID 保有者はそれを使えばよい。医師、技師、看護師の場合は免許等の個人番号を持っており利用できるのではないか。
- ② マイナンバーの使用は、法的な制約があり困難である。
- ③ 大学等の RI 事業者は、医療関係者のような独自の番号を持たないため、新たに ID 番号の付与が必要であろう。これには既存の中央登録センターの制度を活用することが考えられる。ただし、付与機関(手帳発行機関)が原子力施設周辺に限られているため拡大する必要がある。また費用負担の問題もある。
- ④ 分野・業種別の制度案では業種ごとに登録システムを持つため ID による識別ができず二重登録の可能性がある。これは、制度の比較検討における課題として明記しておく必要がある。

6.5 職業被ばく分類等について

- 主査より資料4に基づき職業被ばく分類についての調査結果の報告があった。

将来的に欧州のような職業被ばく全体の実態分析、最適化のためには、職業被ばくの分類を標準化しておく必要がある。欧州では細かく分類され、欧州全体で標準化するための文書がされている。国連科学委員会(UNSCEAR)の分類は、欧州の分類とほぼ同一で有り、国際的な標準になってきている。

これについて、実態として複数に該当する場合があるが、この場合はどうしているのかとの質問があり、欧州でも実情は同じだが、登録する者が代表的なものに割り切って運用しているようであるとの回答があった。

6.6 今後の進め方について

- 主査より資料5に基づき、制度案についてステークホルダーを巻き込んだ議論を進めてゆくために、学会での発表をとおして議論していきたいとの説明があり、具体的な発表先を議論した。その結果、次年度は、以下の学科等で発表していくこととした。

- ① 日本保健物理学会(2020年6月29-30日、大阪)： できればネットワーク事業全体でセッションを組んで議論したい。
- ② アイソトープ・放射線研究発表会(2020年7月7日～9日、東京)： 各セッションに特別講演を考えているので、この枠での発表を検討する。
- ③ 日本放射線安全管理学会(沖縄)： 予定がわかり次第、発表の方向で検討する。
- ④ 医療関係で議論を進めることが重要であるが、医療分野では職業被ばくの管理自体が大きな課題であるので、これらの議論の中で線量登録制度も扱う方向がよい。循環器診療における

放射線被ばくに関するガイドラインが複数の医療系学会の共同で作成された。

- ⑤ 対象となる学会には、日本循環器学会、日本脳神経血管内治療学会、日本医学放射線学会、IVR 学会、日本整形外科学会、日本消化器病学会、核医学学会がある。これらの学会にアプローチしていく。

以上

保健物理学会（企画シンポジウム） の質疑・アンケート

アンケートの内容

○質問 1 あなたの職業分野を教えてください。

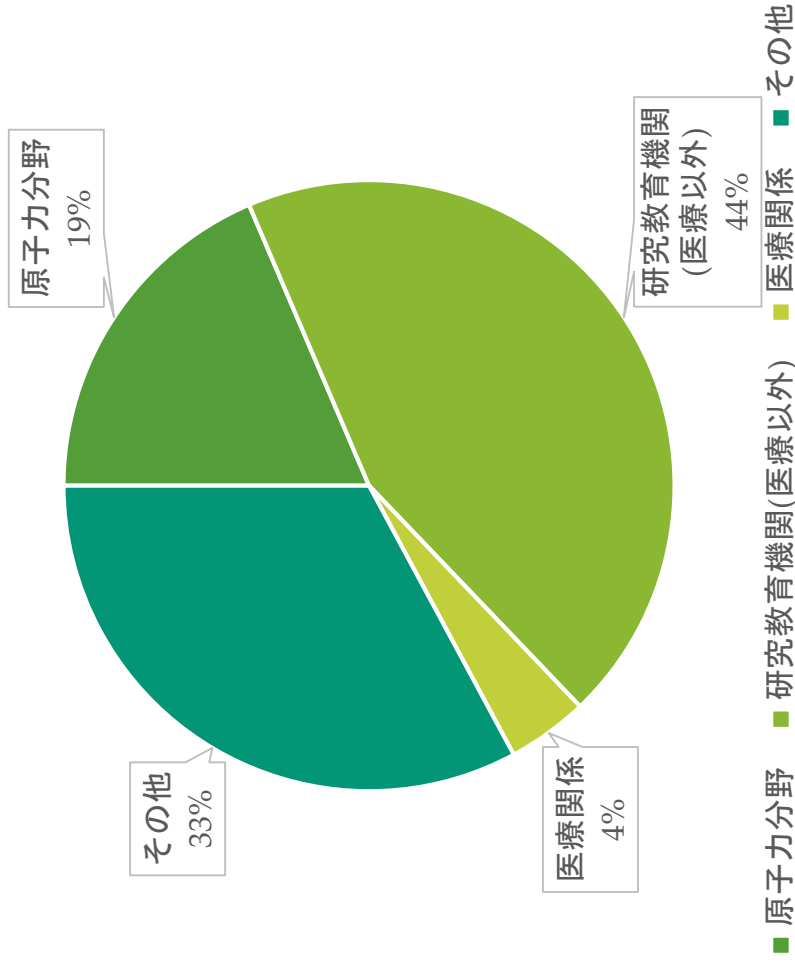
- ①原子力分野（除染を含む）
- ②大学等の研究教育機関（医療関係を除く）
- ③医療関係
- ④非破壊測定
- ⑤その他

○質問 2 どの個人線量管理制度を進めていくのがよいと思いますか？

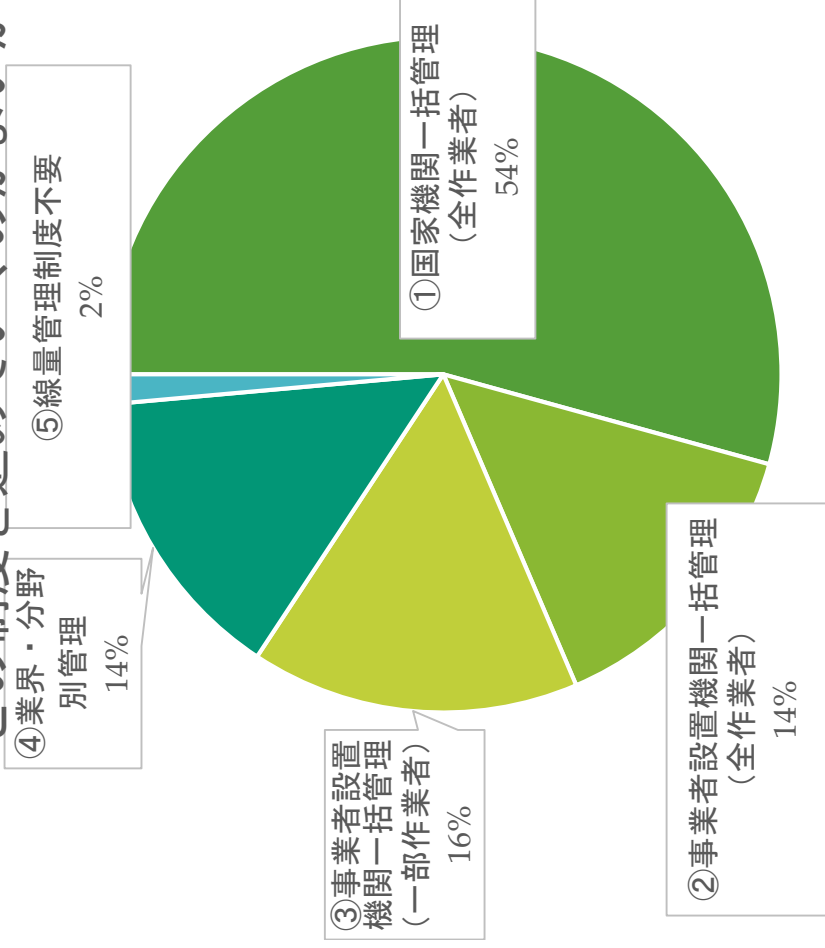
- ①国家線量登録機関による一括管理（全作業対象）
- ②事業者共同の線量登録機関による一括管理（全作業対象）
- ③事業者共同の線量登録機関による管理（一部の作業対象）
- ④業界・分野別の線量登録管理制度の運用
- ⑤線量登録管理制度は不要

アンケートの結果（その1：全体）

所属分野（全70名）

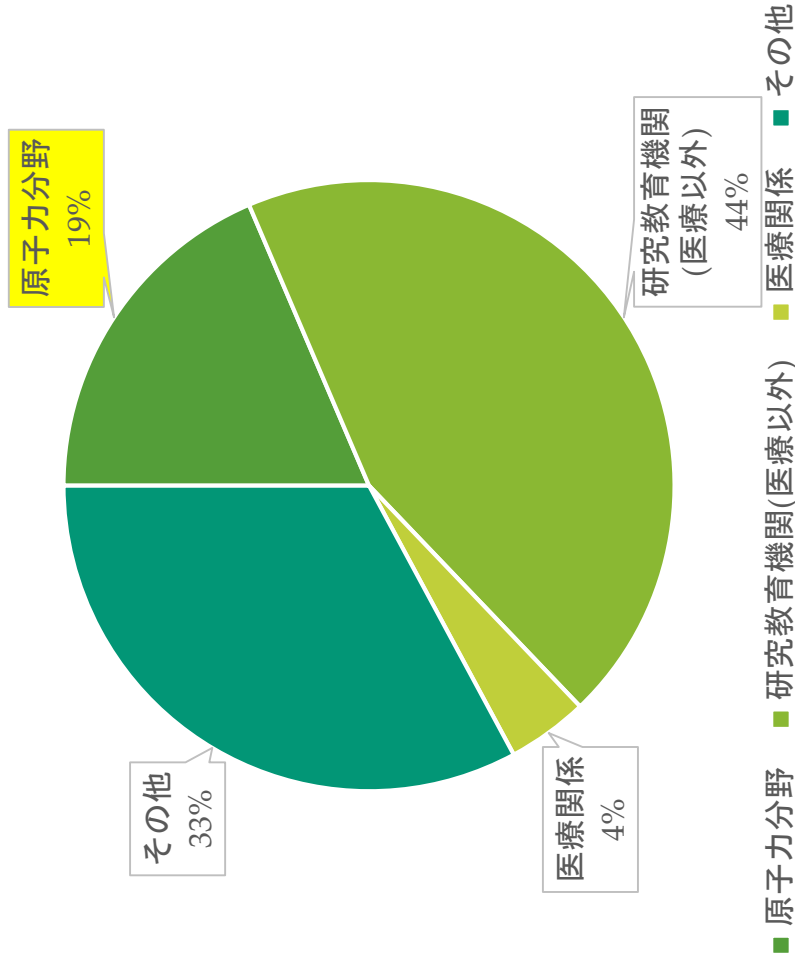


どの制度を進めていくのがよいか

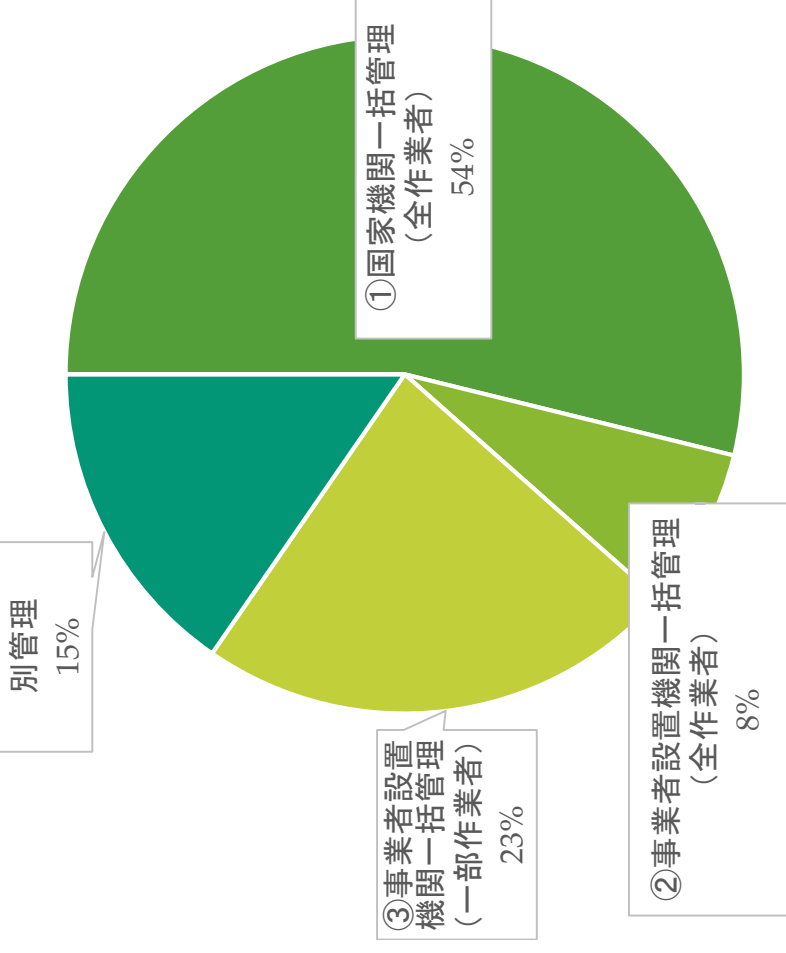


アンケートの結果 (その2：原子力分野)

所属分野 (全70名) (原子力：13名)



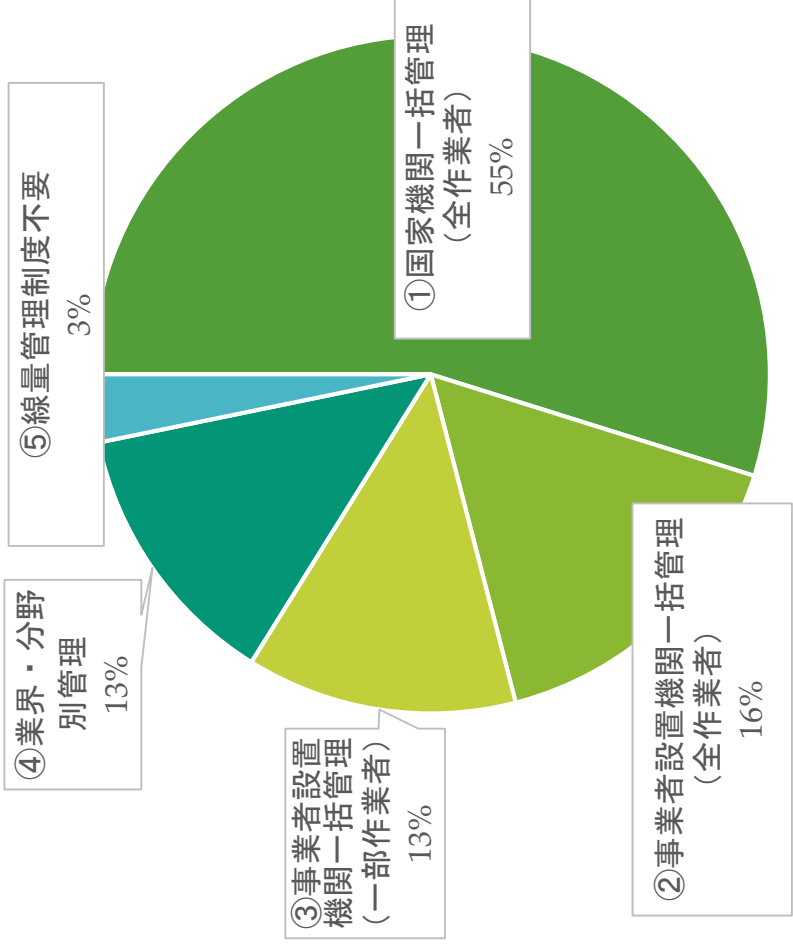
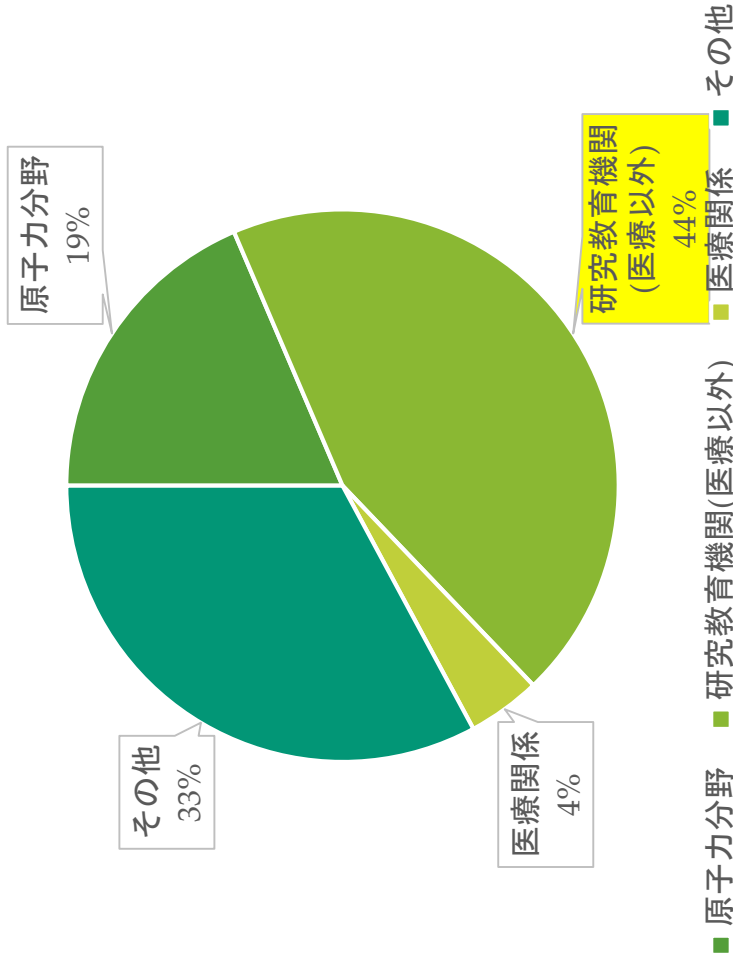
どの制度を進めていくのがよいか



アンケートの結果（その3：研究教育機関）

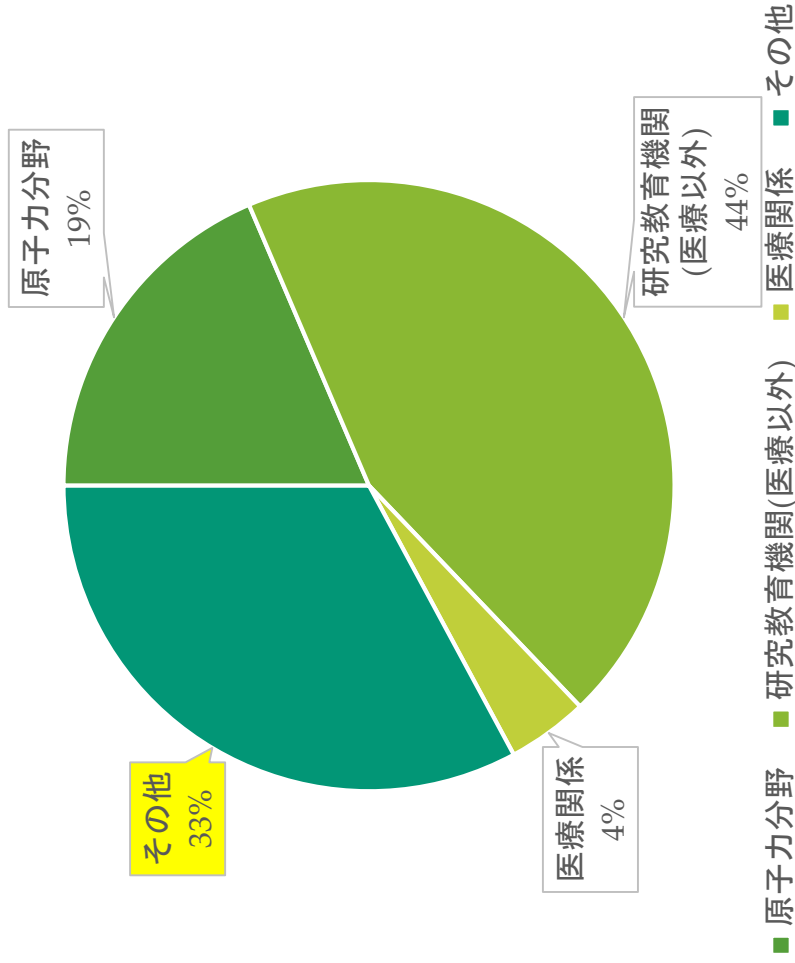
どの制度を進めていくのがよいか

所属分野（全70名）
（研究教育機関：31名）

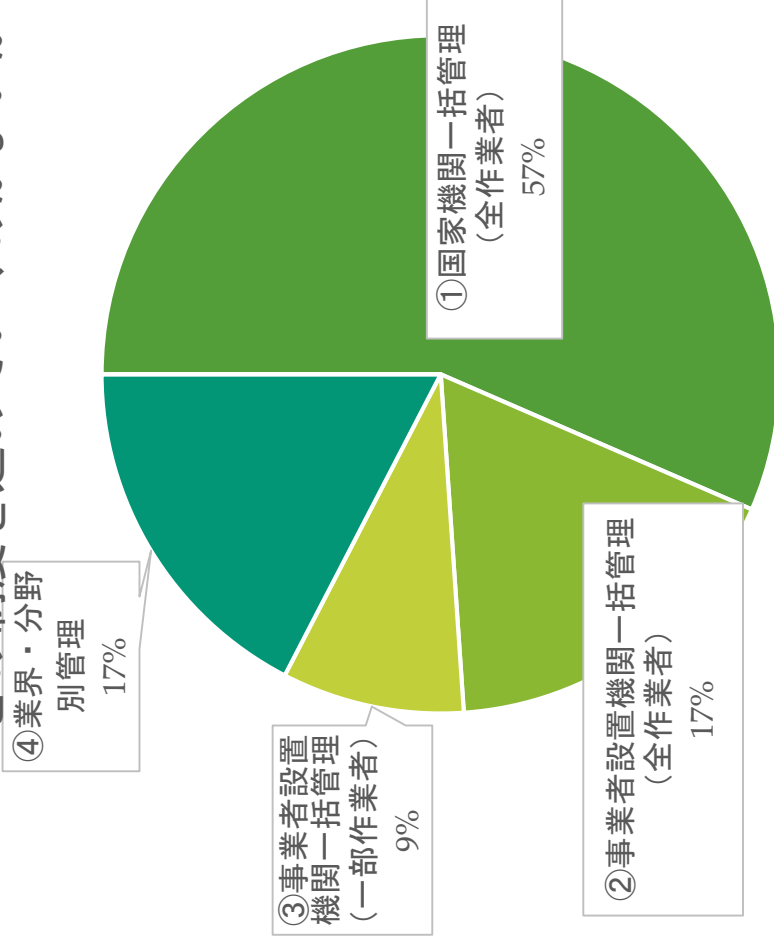


アンケートの結果（その4：その他）

所属分野（全70名）（その他：23名）



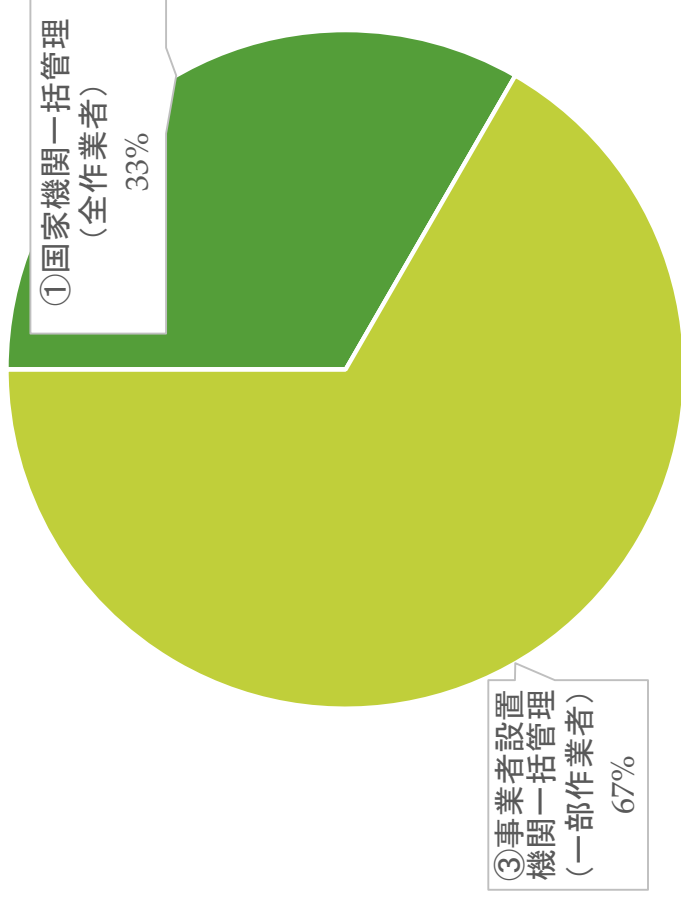
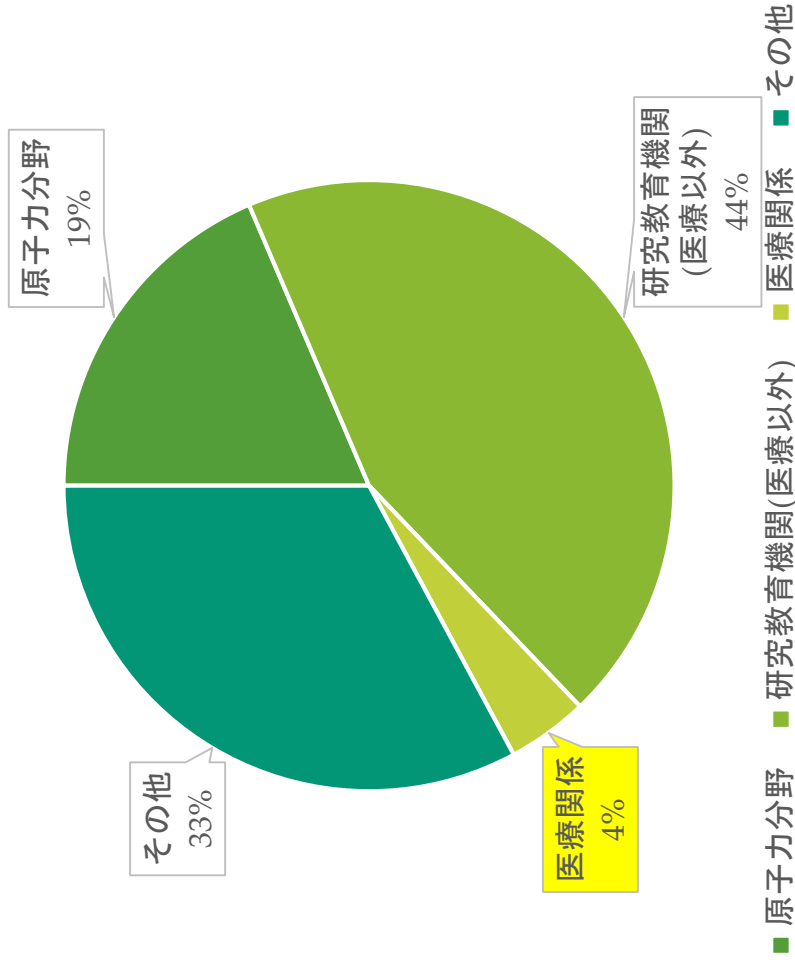
どの制度を進めていくのがよいか



アンケートの結果（その5：医療関係）

どの制度を進めていくのがよいか

所属分野（全70名）（医療関係：3名）



アンケート結果のまとめ

- アンケート回答者： 全70名
 - 原子力分野:19%、研究教育機関:44%、医療:4%、その他:33%
 - ✓ 医療関係者の回答が少ない(3名のみ)
- どの制度案を進めていくのがよいか
 - 国家機関一括管理：54%、事業者設置機関：30%、業界・分野別：14%
 - 国か事業者かの観点： ほぼ半々
 - ✓ 業界・分野別の支持は少ない(具体的イメージがわからなかった可能性も)
 - ✓ 所属分野別で意見に大きな差はなかった。

主な質疑・コメント（その1）

- 指定発言から
 - ✓ 大学関係の業務従事者情報ネットワーク化の課題
 - ✓ 学内での整備：情報の共通化、一元管理、標準化
 - ✓ 医療分野の課題は、線量管理そのものの適正化
 - ✓ 職業被ばく管理の抜本的改革
 - ✓ 一元化が管理業務の合理化や支援に繋がれば
 - ✓ 異動時の管理業務簡素化、高線量従事者への注意喚起等
特に医師の5年間管理は必須
 - ✓ 一元化は政治判断

主な質疑・コメント（その2）

- 質疑から
 - ✓ 本来の目的である全ての従事者の(生涯)線量管理に基づき安全性の確保の観点から見ると、50年以上の長期間にわたるデータ管理という事業は、国以外の実施機関においてはその存続そのものを保証できるのか？
 - ✓ 案3と案4の区別がよくわからない
 - ✓ 一部の従事者だけ登録することは、それを選別するための負担、抜けへの対応が難しいのでは
 - ✓ 費用負担が大きな課題。他国では国が実施しているが、日本でできないのか。

線量登録制度案の検討

日本保健物理学会（企画シンポジウム）を受けて

今回の議論

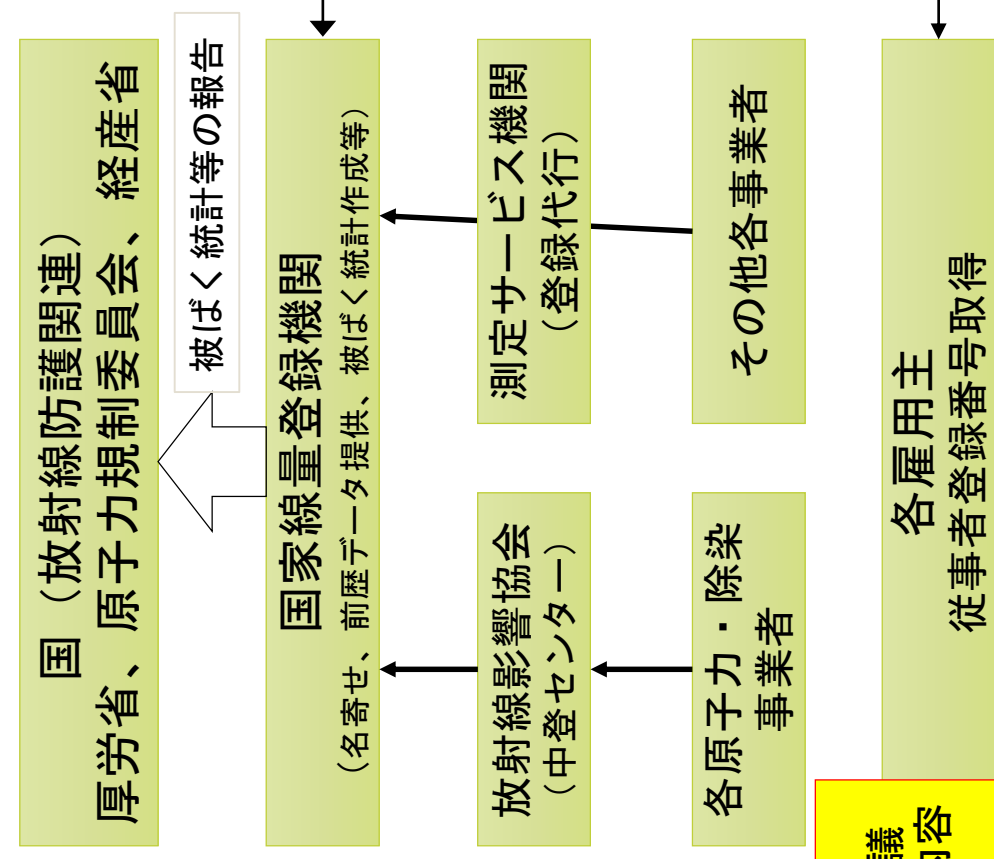
- 保健物理学会を受けて、検討案をどうしていくか
- 保健物理学会での議論のポイント
 - ✓ 国が制度としてやって欲しいという希望が強い傾向
 - ✓ やはり懸案は費用
 - ✓ 制度構築による管理の合理化(メリット)が欲しい
 - ✓ 例えば、記録保存義務の免除(軽減)、一定線量以上の警告等

事務局からの提案

- ① 4つの検討案はそのまま
 - ただし、(案4) 業界・分野別の管理 については具体化が必要
- ② 費用負担がどの程度になるか
 - 特に(案2&3) 事業者設置機関による管理 (中央登録センターの対象拡大) について
- ③ 制度構築による管理の合理化 (メリット) の提示
 - 次ページ以降のように

① 国家線量登録機関による中央一括管理

- **対象**：全ての放射線業務従事者
- **目的・役割**：
 - ① 規制の有効性確認
 - ② 日本人の完全な職業被ばく線量統計の作成、国民線量の把握
 - ③ 疫学研究、UNSCEAR等へのデータ提供
 - ④ 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ⑤ 被ばく前歴等の把握（照会対応）
 - ⑥ 個人被ばく線量記録の一括保存
- **費用負担**：
 - 機関の運営は国の予算
 - 各事業者は人数に応じた手数料負担
- **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**
 - ✓ 被ばく前歴の照会対応
 - ✓ 線量記録の保管義務の免除
 - ✓ ある線量レベルに達した場合の作業者及び雇用主への通知

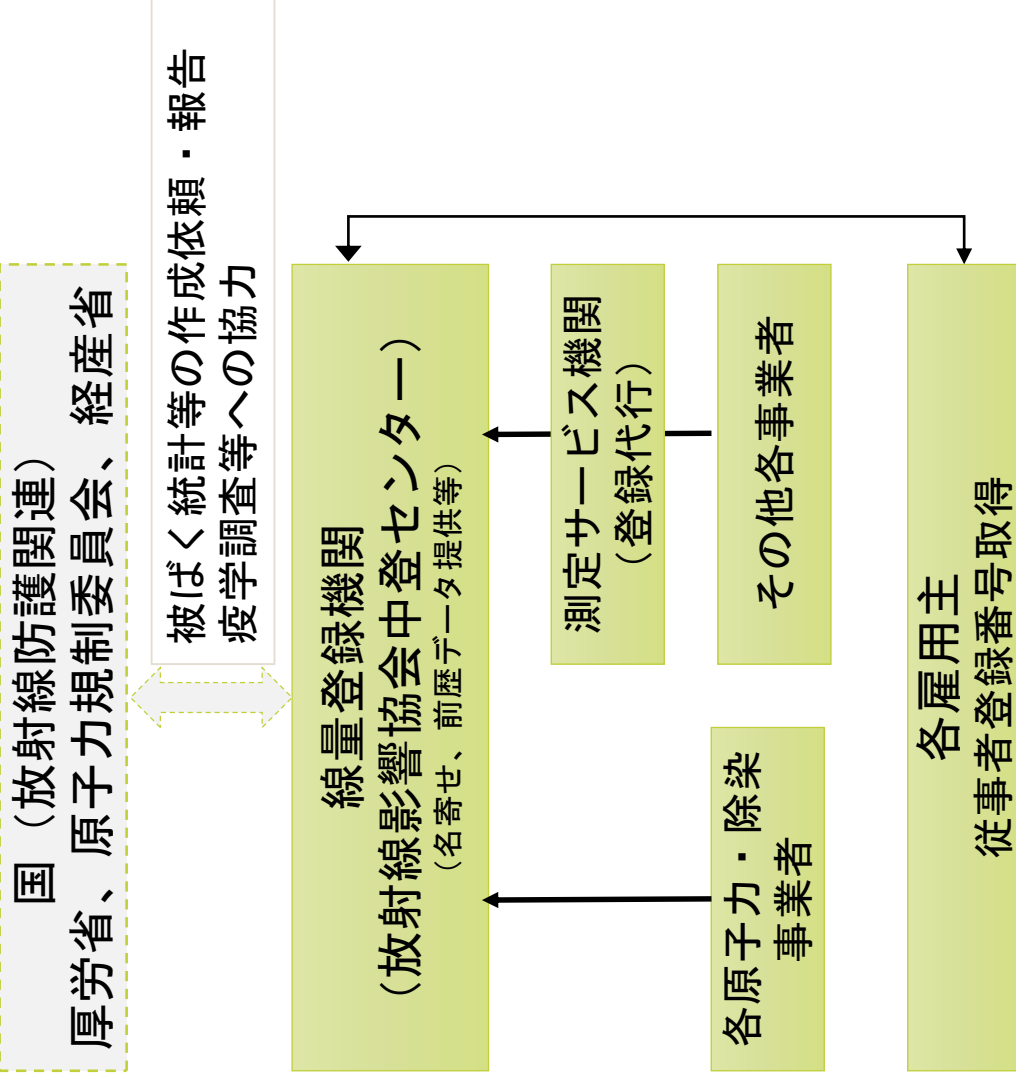


②事業者設置機関による一括管理

- **対象**：全ての放射線業務従事者
- **目的・役割**：
 - ① 被ばく前歴等の把握（照会対応）
 - ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ③ 個人被ばく線量記録の一括保存
 - ✓ 法的位置付け要

<国からの委託等があれば対応>

 - ① 規制の有効性確認
 - ② 日本人の完全な職業被ばく線量統計の作成、国民線量の把握
 - ③ 疫学研究、UNSCEAR等へのデータ提供
- **費用負担**：
 - 各事業者が人数に応じた費用を負担
- **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**
 - ✓ 被ばく前歴の照会対応
 - ✓ 線量記録の保管義務の軽減？
 - ✓ 5年間積算の代行？（眼の水晶体線量？）



③事業者設置機関による管理

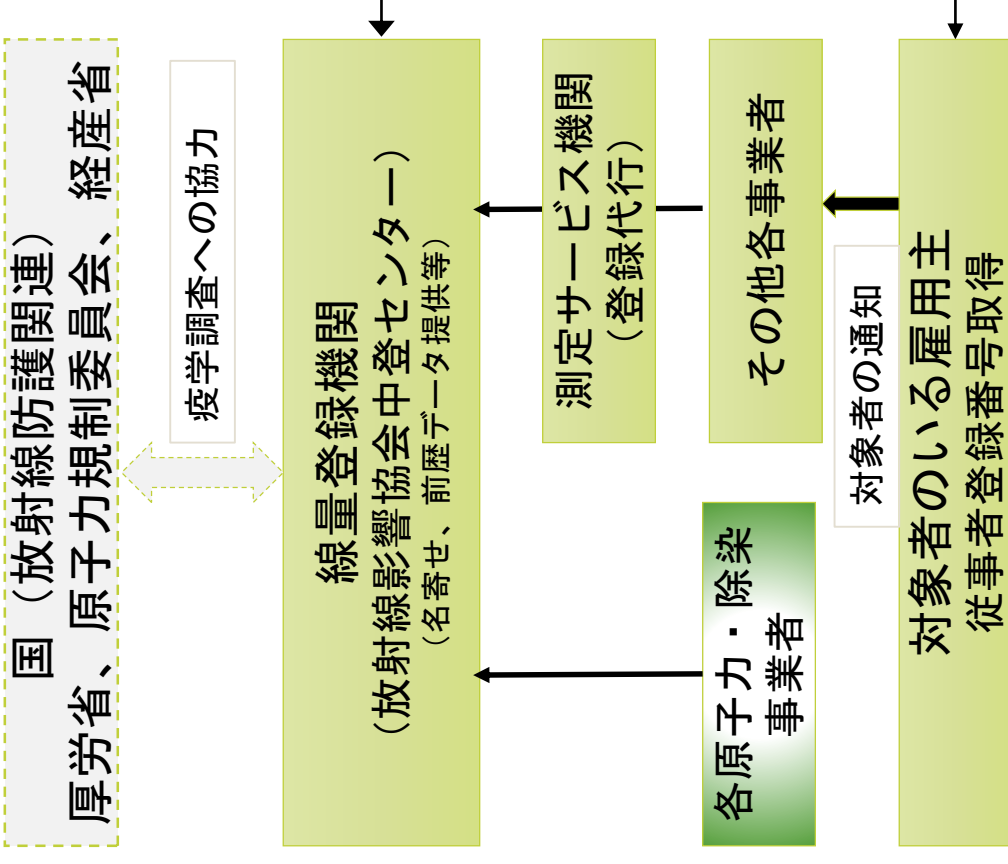
- **対象**：一部の放射線業務従事者
 - 複数事業所や異動が頻繁な作業者
 - 一定線量(1 or 2mSv)以上の作業者
 - ただし原子力・除染は全て (制度有)

- **目的・役割**：

- ① 被ばく前歴等の把握 (照会対応)
 - ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ③ 疫学研究等へのデータ提供
- **費用負担**：
 - 各事業者が人数に応じた費用を負担

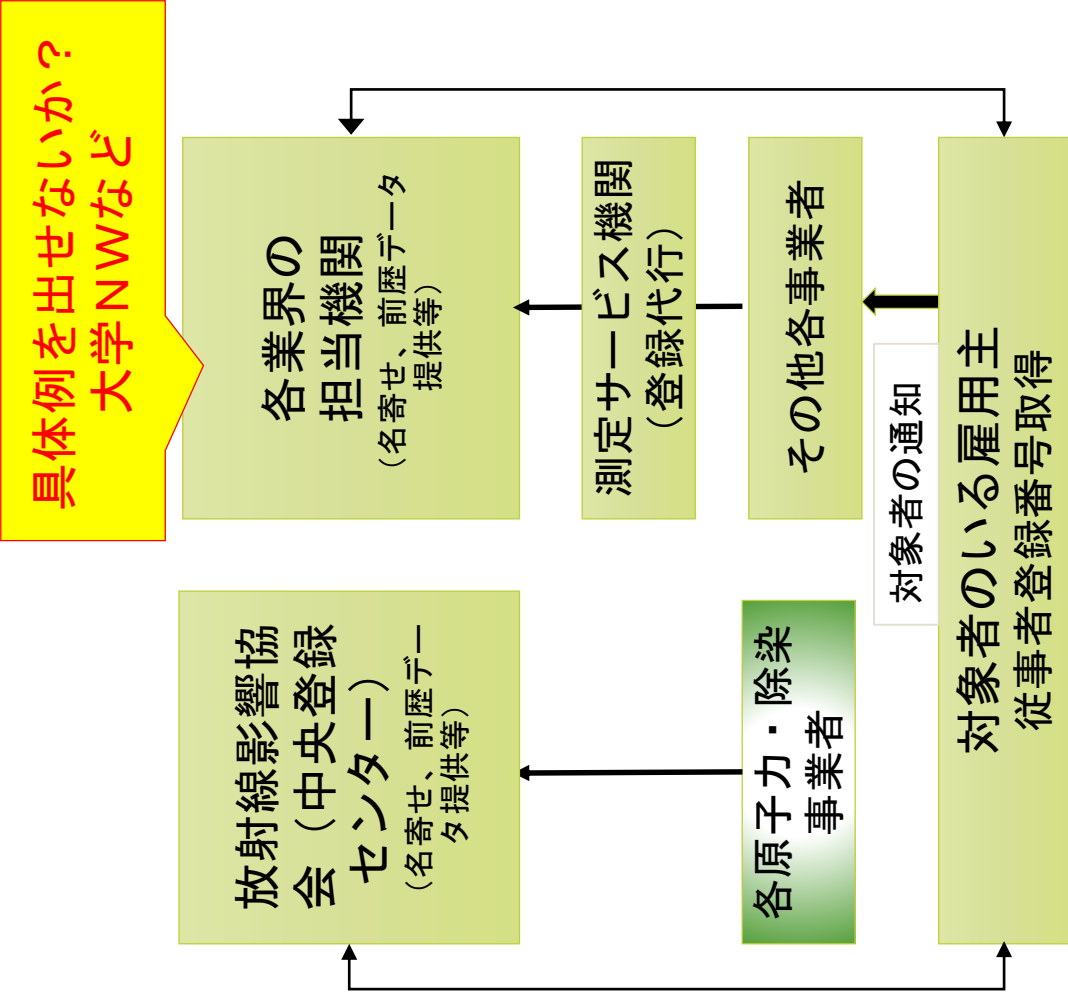
- **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**

- ✓ 被ばく前歴の照会対応
- ✓ 線量記録の保管義務の軽減?
- ✓ 5年間積算の代行? (眼の水晶体線量?)



④ 業界・分野別の管理

- 対象：一部の放射線業務従事者
 - 複数事業所や異動が頻繁な作業者
 - 一定線量(1 or 2 mSv) 以上の作業者
 - ただし原子力・除染は全て (制度有)
- 目的・役割：
 - ① 被ばく前歴等の把握 (照会対応)
 - ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ③ 疫学研究等へのデータ提供
- 費用負担：
 - 各業界での取組み
- 制度導入に伴う個人線量管理の合理化
 - ✓ 被ばく前歴の照会対応
 - ✓ 線量記録の保管義務の軽減?
 - ✓ 5年間積算の代行? (眼の水晶体線量?)



今後の進め方について

- 今年度の活動：
検討した結果を学会等で発表し、議論を進める。

1. 対象学会
 - ① 日本保健物理学会(6月29～30日) Web開催
→ 企画セッションとして実施(6月29日)
 - ② アイソトープ・放射線研究発表会(2020年7月7～9日)
→ 中止
 - ③ 日本放射線安全管理学会(12月9～11日) Web開催
→ 保健物理学会等同様のセッション

発表申込み(まもなく開始) 演題締切:10月31日(土)17時^[41]

医療分野へのアプローチ

- ① 放射線を扱う学会におけるシンポジウムあるいはワークショップ
 - ▶ 線量管理を扱う際に混ぜてもらったのが適当か？
 - ▶ 日本循環器学会、脳神経血管内治療学会、医学放射線学会、IVR学会、整形外科学会、消化器病学会、核医学学会
 - ▶ 複数学会共同のガイドライン(循環器関係)
 - ▶ こちらから申込み、依頼をする必要あり

↑

上記は前回の検討内容

これを具体的にどう進めるのがよいか？

別添 1 - 2 国家線量登録制度検討グループ第 1 回議事概要

令和2年度国家線量登録制度検討グループ第1回会合 議事概要

1. 日時:2020年9月10日(木)13:30~15:40

2. 場所:Web会議開催

3. 出席者(敬称略):

検討会メンバー主査:吉澤道夫

委員:飯本武志、伊藤敦夫、岡崎龍史、神田玲子、百瀬琢磨、渡部浩司

オブザーバ 高橋知之(PO)

原子力規制庁 放射線防護企画課 大町康、他

厚生労働省 労働基準局 労働衛生課 電離放射線労働者健康対策室(欠席)

厚生労働省 医政局 地域医療計画課(欠席)

放射線影響協会 浅野智宏

事務局 谷村嘉彦、小野瀬政浩、高橋聖

4. 議事項目

(1)保健物理学会企画セッションの報告

(2)今後の進め方

(3)線量登録制度案についての検討

(4)その他

5. 配布資料

資料1 令和元年度国家線量登録制度検討グループ第2回会合議事概要(案)

資料2 保健物理学会(企画シンポジウム)の質疑・アンケート

資料3 線量登録制度案の検討

資料4 今後の進め方について

参考資料 保健物理学会第53回研究発表会発表資料

6. 議事概要

6.1 前回議事概要について

資料1の前回議事概要については、気付きの点があれば事務局に連絡することで了解された。

6.2 保健物理学会企画セッションの報告

主査より、資料2に基づき保健物理学会企画セッションの質疑及びアンケート結果の分析につ

いて説明があった。セッションには 130 名以上の参加登録があったが、アンケート回答数は 70 件であった。回答者の所属は原子力分野 19%、研究教育機関 44%、医療関係 4%、その他 33%であり、残念ながら医療関係は 3 名のみであった。推進すべき制度案についての回答としては、国家登録機関による一括管理が 50%強、事業者実施機関による管理方式が半数以上であった。分野別の回答の差はほとんどなかった。

質疑・コメントでは、大学単体ではシステム整備が困難なため情報の共通化・標準化が望まれる、医療分野では線量管理自体が課題、一元化の問題は政治的な働きかけがないと進まない、制度案 3 と 4 の違いが判りづらい、などが寄せられた。

○保健物理学会の報告について以下の議論があった

- ・医療関係の参加が少ないのは保健物理学会員に医療関係者が少ないからであろう。大きなステークホルダーである医療関係者へのアプローチの検討が必要。
- ・Web 会議に不慣れのためにアンケート回答数が増えなかったことも考えられる。今後も Web 会議形式は続くと考えられるので改善策を検討したい

6.2 今後の進め方について

主査より、上記の議論を踏まえて議事の順番を入替、今後の進め方を先に議論することとした。資料4に基づき、今後の進め方について説明があり、議論が行われた。

○今後の学会での報告についての主な議論と方針

- ・次は放射線安全管理学会(沖縄開催が中止となり Web 開催が決まった)での報告を考える。保健物理学会と同様に企画セッションを提案することとする。
- ・放射線安全管理学会では、保物学会と異なり、各々が独立したアンブレラ事業である線量登録制度と渡部先生の大学ネットワークの報告とを分けて、個別に議論できるようにして欲しい。
- ・アンブレラ事業のセッションとしては、百瀬先生の緊急時活動の人材育成もセッションを設けて欲しい。

○医療分野へのアプローチについての議論と今後の方針

- ・医療分野は大きなステークホルダーである。現在、線量管理自体が問題となっているので、それらの議論の中で線量登録管理制度も扱ってもらうのがよい。
- ・どの制度が良いかのアンケートを実施することは可能だが、説明がなければ難しいであろう。
- ・医療放射線防護連絡協議会で扱ってもらうのがよいのではないか。10 月、12 月、2 月に医療放射線防護連絡協議会が開催されるのでその場で話題提供してもよい。連絡協議会で一元化について説明を行ったうえでアンケート調査を行うなどのアプローチが考えられる。大野先生、菊池先生と相談するのがよい。

- ・医療放射線防護連絡協議会に参加していないが被ばくが課題となっている学会（循環器、整形外科など）もある。これらについては、個別にアプローチする必要がある。
- ・医療分野では水晶体の被ばく管理の変更によってようやく注意がむいてきたところである。医療関係の注意が向いているうちに少しずつでも一元化の啓蒙を進めるべきである。
- ・医療分野と言っても放射線技師と医師では温度差がある。樺田先生など被ばく管理の実態把握の実績のある医師の先生方と一緒に進めるべき。しっかり動いていただける医療分野の先生に協力を求めて、そのための情報提供を行っていくべきである。
- ・厚労省が本格的に被ばく管理に取り組むことも重要なモチベーションとなる。厚労省労働基準局から線量管理に関する自主点検アンケートが各事業者を対象に行われており、対応に苦慮しているとの声もあるようだ。その印象が残っているうちにアプローチするとよい。

6.3 線量登録制度案の検討

主査より資料3に基づき、保健物理学会企画セッションでの議論を踏まえた制度案の改善のポイントについて説明があった。

- ①制度案 4 の業界・分野別管理が分かりづらいとの回答が多かったので具体的イメージを伝える必要がある。
- ②事業者設置機関による管理（中央登録センターの対象拡大）では、やはり費用負担がどの程度になるかの提示が必要である。
- ③制度導入に伴う管理の合理化についてもセットで示したい。

これらの改善ポイントについて以下の議論があった。

○制度案の具体化

- ・制度案4の具体的な例としては、大学関係ネットワークの活動があげられる。現在、大学内では病院施設と研究施設では管理が分かれている。将来的にはネットワーク事業を拡大して統合を進めたい。
- ・医療分野については、まだ線量管理自体の課題がある状況なので、管理制度の具体化には時間がかかるであろう。
- ・中央登録センターの登録制度は原子力分野の業界・分野別管理である。除染従事者の制度は、建設業界からの要請で制度立上げに協力してきた実績がある。原子力分野と除染分野のデータは独立しているが、個人に割り振られる中央登録番号は共通となっており、個人被ばくの合算は可能となっている。医療分野から制度構築の相談があれば、これまでの経験等を踏まえて協力したい。
- ・4つの制度案はそれぞれ独立ではなく制度案4をスタートとして、そこから案2や3などに展開していくことが考えられる。業界・分野別管理でばらばらに検討してしまうとその後の展開が難しくな

るので将来的な制度を念頭に置いて検討してゆくことが重要である。

- ・今回の議論を踏まえて事務局で提案を練り直すこととする。

○費用負担について

- ・費用負担が具体的に示せるのは、中央登録センターの登録費用であろう。その額は、従事者一人当たり年間 3,000～4,000 円である。費用の内訳は、人件費、システム運用費の割合が多い。登録制度のコスト試算では、どこまでのサービスを行うか、どのように線量を吸い上げるか、登録者数スケールメリットを考慮する必要があり、簡単には試算できない。ただし中央登録センターでは線量登録だけではなく被ばく記録の引き渡し機関としての事業も行っている。

○制度導入による管理の合理化について

- ・大学の場合は被ばく線量が低いので、線量の一元化により、放射線業務従事者に付随する管理（健康診断、教育歴等）が合理化されることは意味がある。
- ・中央登録制度では、放管手帳により健康診断や教育歴などが統一的に記載されており、各事業者がそれらを活用している。これらの線量以外の情報は中央登録センターのシステムには登録されず、個人や事業者により管理が行われている。
- ・原子力分野の放管手帳の電子化の議論は中央登録センターでも進めていたが既存の手帳制度が緻密に出来上がっているので、これを大きく変更するのは難しく、現在の制度を継続する方向である。新しい管理制度を構築するのであれば、過去に縛られることはないので新しいシステムを考えることはできるだろう。
- ・大学では必要最小限のデータのみ電子化管理する仕組みを検討している。
- ・線量管理のメリットの一つとして線量レベルによるアラート機能の提案があるが、労災認定と線量限度の関係が明確ではないので検討が必要であるとの意見があった。これについて、学術会議での提案は、労災までを考えているわけではなく、線量限度以下に制限するための管理レベル（線量限度より下の管理レベル）を想定しているとの説明があった。

○その他

- ・渡部先生より大学における従事者管理についてプレゼンがあり、大学ではクロスアポイントメントが進み部局間をまたいだ従事者作業が多くなってきたため管理が複雑化していること、職員と学生の管理、RIとX線発生装置でも規制する法律が異なることも複雑化を助長していること、各大学の現状の管理方法についてアンケート調査により現状把握を進めていることの説明があった。
- ・大学、医療以外にも検討が必要な分野がないか全体を俯瞰していただきたい。例えば民間の非破壊事業者などとりこぼしがないようにしてほしい。

- ・線量拘束値を用いた放射線防護の最適化も念頭に置いておくことと将来的により議論ができるのではないかと提案があった。

6.4 今後の予定

主査より今後の会合について以下の提案があり了解された。

制度案について本日の議論を踏まえて主査の方で資料を整理する。放射線安全管理学会が12月にあるのでその前までにメールベースで制度案を議論し、学会後に第2回会合を開催する。

以上

別添 1 - 3 国家線量登録制度検討グループ第 2 回会合 資料

令和2年度原子力規制委員会委託事業「放射線安全規制研究戦略的推進事業費
(放射線防護研究分野における課題解決ネットワークとアンブレラ型統合プラットフォームの形成)

職業被ばく最適化推進ネットワーク

国家線量登録制度検討グループ令和2年度第2回会合 議事次第

1. 日時 : 2021年1月15日(木) 13:30~15:30頃
2. 場所 : Webexによるオンライン会合
3. 出席予定者(敬称略)
 - 検討会メンバー 飯本武志、岡崎龍史、渡部浩司、伊藤敦夫、
神田玲子、吉澤道夫
(欠席)百瀬琢磨
 - オブザーバー 高橋PO(京都大学)
原子力規制庁(放射線防護企画課):欠席
厚生労働省(地域医療計画課):欠席
同上 (労働衛生課電離放射線労働者健康対策室):欠席
放射線影響協会:浅野
 - 事務局: 原子力機構(原科研)放射線管理部:小野瀬、他
4. 議題
 - (1)日本放射線安全管理学会企画セッションの報告
 - (2)線量登録制度案についての検討
 - (3)今後の進め方
 - (4)その他
5. 資料(変更の可能性が有ります)
 - 資料1: 令和2年度第1回検討会議事概要(案)
 - 資料2: 日本放射線安全管理学会企画セッションでの報告(発表資料抜粋+質疑)
 - 資料3: 医療分野へのアプローチについて
 - 資料4: 今後の進め方について参考資料:日本放射線安全管理学会発表資料一式

令和2年度国家線量登録制度検討グループ第1回会合 議事概要(案)

1. 日時:2020年9月10日(木)13:30～15:40

2. 場所:Web会議開催

3. 出席者(敬称略):

検討会メンバー主査:吉澤道夫

委員:飯本武志、伊藤敦夫、岡崎龍史、神田玲子、百瀬琢磨、渡部浩司

オブザーバ 高橋知之(PO)

原子力規制庁 放射線防護企画課 大町康、他

厚生労働省 労働基準局 労働衛生課 電離放射線労働者健康対策室(欠席)

厚生労働省 医政局 地域医療計画課(欠席)

放射線影響協会 浅野智宏

事務局 谷村嘉彦、小野瀬政浩、高橋聖

4. 議事項目

(1)保健物理学会企画セッションの報告

(2)今後の進め方

(3)線量登録制度案についての検討

(4)その他

5. 配布資料

資料1 令和元年度国家線量登録制度検討グループ第2回会合議事概要(案)

資料2 保健物理学会(企画シンポジウム)の質疑・アンケート

資料3 線量登録制度案の検討

資料4 今後の進め方について

参考資料 保健物理学会第53回研究発表会発表資料

6. 議事概要

6.1 前回議事概要について

資料1の前回議事概要については、気付きの点があれば事務局に連絡することで了解された。

6.2 保健物理学会企画セッションの報告

主査より、資料2に基づき保健物理学会企画セッションの質疑及びアンケート結果の分析につ

いて説明があった。セッションには 130 名以上の参加登録があったが、アンケート回答数は 70 件であった。回答者の所属は原子力分野 19%、研究教育機関 44%、医療関係 4%、その他 33%であり、残念ながら医療関係は 3 名のみであった。推進すべき制度案についての回答としては、国家登録機関による一括管理が 50%強、事業者実施機関による管理方式が半数以上であった。分野別の回答の差はほとんどなかった。

質疑・コメントでは、大学単体ではシステム整備が困難なため情報の共通化・標準化が望まれる、医療分野では線量管理自体が課題、一元化の問題は政治的な働きかけがないと進まない、制度案 3 と 4 の違いが判りづらい、などが寄せられた。

○保健物理学会の報告について以下の議論があった

- ・医療関係の参加が少ないのは保健物理学会員に医療関係者が少ないからであろう。大きなステークホルダーである医療関係者へのアプローチの検討が必要。
- ・Web 会議に不慣れのためにアンケート回答数が増えなかったことも考えられる。今後も Web 会議形式は続くと考えられるので改善策を検討したい

6.2 今後の進め方について

主査より、上記の議論を踏まえて議事の順番を入替、今後の進め方を先に議論することとした。資料4に基づき、今後の進め方について説明があり、議論が行われた。

○今後の学会での報告についての主な議論と方針

- ・次は放射線安全管理学会(沖縄開催が中止となり Web 開催が決まった)での報告を考える。保健物理学会と同様に企画セッションを提案することとする。
- ・放射線安全管理学会では、保物学会と異なり、各々が独立したアンブレラ事業である線量登録制度と渡部先生の大学ネットワークの報告とを分けて、個別に議論できるようにして欲しい。
- ・アンブレラ事業のセッションとしては、百瀬先生の緊急時活動の人材育成もセッションを設けて欲しい。

○医療分野へのアプローチについての議論と今後の方針

- ・医療分野は大きなステークホルダーである。現在、線量管理自体が問題となっているので、それらの議論の中で線量登録管理制度も扱ってもらうのがよい。
- ・どの制度が良いかのアンケートを実施することは可能だが、説明がなければ難しいであろう。
- ・医療放射線防護連絡協議会で扱ってもらうのがよいのではないか。10 月、12 月、2 月に医療放射線防護連絡協議会が開催されるのでその場で話題提供してもよい。連絡協議会で一元化について説明を行ったうえでアンケート調査を行うなどのアプローチが考えられる。大野先生、菊池先生と相談するのがよい。

- ・医療放射線防護連絡協議会に参加していないが被ばくが課題となっている学会（循環器、整形外科など）もある。これらについては、個別にアプローチする必要がある。
- ・医療分野では水晶体の被ばく管理の変更によってようやく注意がむいてきたところである。医療関係の注意が向いているうちに少しずつでも一元化の啓蒙を進めるべきである。
- ・医療分野と言っても放射線技師と医師では温度差がある。樺田先生など被ばく管理の実態把握の実績のある医師の先生方と一緒に進めるべき。しっかり動いていただける医療分野の先生に協力を求めて、そのための情報提供を行っていくべきである。
- ・厚労省が本格的に被ばく管理に取り組むことも重要なモチベーションとなる。厚労省労働基準局から線量管理に関する自主点検アンケートが各事業者を対象に行われており、対応に苦慮しているとの声もあるようだ。その印象が残っているうちにアプローチするとよい。

6.3 線量登録制度案の検討

主査より資料3に基づき、保健物理学会企画セッションでの議論を踏まえた制度案の改善のポイントについて説明があった。

- ①制度案 4 の業界・分野別管理が分かりづらいとの回答が多かったので具体的イメージを伝える必要がある。
- ②事業者設置機関による管理（中央登録センターの対象拡大）では、やはり費用負担がどの程度になるかの提示が必要である。
- ③制度導入に伴う管理の合理化についてもセットで示したい。

これらの改善ポイントについて以下の議論があった。

○制度案の具体化

- ・制度案4の具体的な例としては、大学関係ネットワークの活動があげられる。現在、大学内では病院施設と研究施設では管理が分かれている。将来的にはネットワーク事業を拡大して統合を進めたい。
- ・医療分野については、まだ線量管理自体の課題がある状況なので、管理制度の具体化には時間がかかるであろう。
- ・中央登録センターの登録制度は原子力分野の業界・分野別管理である。除染従事者の制度は、建設業界からの要請で制度立上げに協力してきた実績がある。原子力分野と除染分野のデータは独立しているが、個人に割り振られる中央登録番号は共通となっており、個人被ばくの合算は可能となっている。医療分野から制度構築の相談があれば、これまでの経験等を踏まえて協力したい。
- ・4つの制度案はそれぞれ独立ではなく制度案4をスタートとして、そこから案2や3などに展開していくことが考えられる。業界・分野別管理でばらばらに検討してしまうとその後の展開が難しくな

るので将来的な制度を念頭に置いて検討してゆくことが重要である。

- ・今回の議論を踏まえて事務局で提案を練り直すこととする。

○費用負担について

- ・費用負担が具体的に示せるのは、中央登録センターの登録費用であろう。その額は、従事者一人当たり年間 3,000～4,000 円である。費用の内訳は、人件費、システム運用費の割合が多い。登録制度のコスト試算では、どこまでのサービスを行うか、どのように線量を吸い上げるか、登録者数スケールメリットを考慮する必要があり、簡単には試算できない。ただし中央登録センターでは線量登録だけではなく被ばく記録の引き渡し機関としての事業も行っている。

○制度導入による管理の合理化について

- ・大学の場合は被ばく線量が低いので、線量の一元化により、放射線業務従事者に付随する管理（健康診断、教育歴等）が合理化されることは意味がある。
- ・中央登録制度では、放管手帳により健康診断や教育歴などが統一的に記載されており、各事業者がそれらを活用している。これらの線量以外の情報は中央登録センターのシステムには登録されず、個人や事業者により管理が行われている。
- ・原子力分野の放管手帳の電子化の議論は中央登録センターでも進めていたが既存の手帳制度が緻密に出来上がっているので、これを大きく変更するのは難しく、現在の制度を継続する方向である。新しい管理制度を構築するのであれば、過去に縛られることはないので新しいシステムを考えることはできるだろう。
- ・大学では必要最小限のデータのみ電子化管理する仕組みを検討している。
- ・線量管理のメリットの一つとして線量レベルによるアラート機能の提案があるが、労災認定と線量限度の関係が明確ではないので検討が必要であるとの意見があった。これについて、学術会議での提案は、労災までを考えているわけではなく、線量限度以下に制限するための管理レベル（線量限度より下の管理レベル）を想定しているとの説明があった。

○その他

- ・渡部先生より大学における従事者管理についてプレゼンがあり、大学ではクロスアポイントメントが進み部局間をまたいだ従事者作業が多くなってきたため管理が複雑化していること、職員と学生の管理、RIとX線発生装置でも規制する法律が異なることも複雑化を助長していること、各大学の現状の管理方法についてアンケート調査により現状把握を進めていることの説明があった。
- ・大学、医療以外にも検討が必要な分野がないか全体を俯瞰していただきたい。例えば民間の非破壊事業者などとりこぼしがないようにしてほしい。

- ・線量拘束値を用いた放射線防護の最適化も念頭に置いておくことと将来的により議論ができるのではないかと提案があった。

6.4 今後の予定

主査より今後の会合について以下の提案があり了解された。

制度案について本日の議論を踏まえて主査の方で資料を整理する。放射線安全管理学会が12月にあるのでその前までにメールベースで制度案を議論し、学会後に第2回会合を開催する。

以上

日本放射線安全管理学会企画セッションでの報告

発表資料抜粋＋質疑

放射線安全管理学会企画セッション 令和2年度放射線防護アンブレラ事業 職業被ばくの一元化のネットワーク事業



12月10日(木) 15:40～16:40

座長： 百瀬琢磨(日本原子力研究開発機構)

1. 職業被ばくの個人線量管理方法の検討状況

吉澤道夫(日本原子力研究開発機構)

2. 被ばく線量登録管理制度の現状

伊藤敦夫(放射線影響協会)

3. 大学等における放射線業務従事者管理の現状と課題解決への取り組み

渡部浩司(東北大学)

4. 医療従事者における個人被ばく線量管理の課題

櫻田尚樹(産業医科大学)

5. 質疑応答 *各講演に対する質問もまとめて行います。

15分

10分

10分

10分

15分

令和2年度放射線防護アンブレラ事業 職業被ばくの一元化のネットワーク事業

職業被ばくの個人線量管理方法の検討状況

アンブレラ事業国家線量登録制度検討グループ

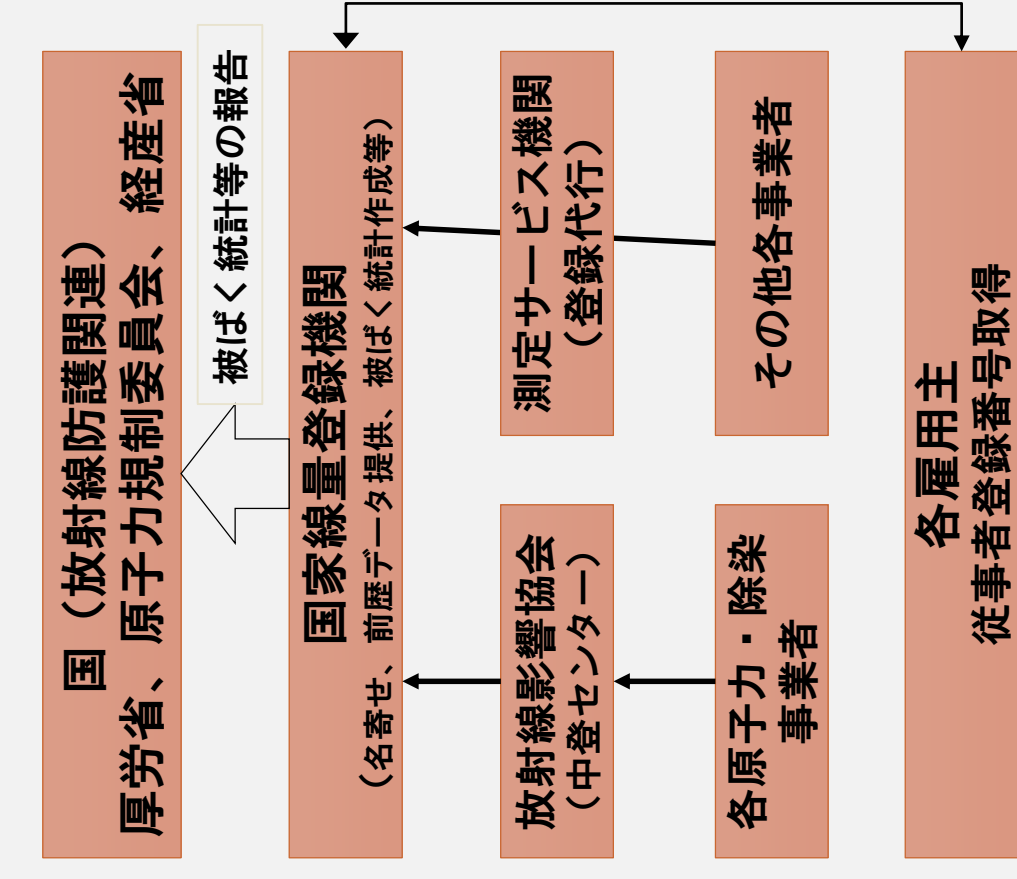
吉澤 道夫

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

原子力科学研究所

① 国家線量登録機関による中央一括管理

- **対象:** 全ての放射線業務従事者
- **目的・役割:**
 - ① 規制の有効性確認
 - ② 日本人の完全な職業被ばく線量統計の作成、国民線量の把握
 - ③ 疫学研究、UNSCEAR等へのデータ提供
 - ④ 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ⑤ 被ばく前歴等の把握(照会対応)
 - ⑥ 個人被ばく線量記録の一括保存
- **費用負担:**
 - 機関の運営は国の予算
 - 各事業者は人数に応じた手数料負担
- **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**
 - ① 被ばく前歴の把握が容易
 - ② 線量記録の保管義務の免除
 - ③ ある線量レベルに達した場合の作業員及び雇用主への通知

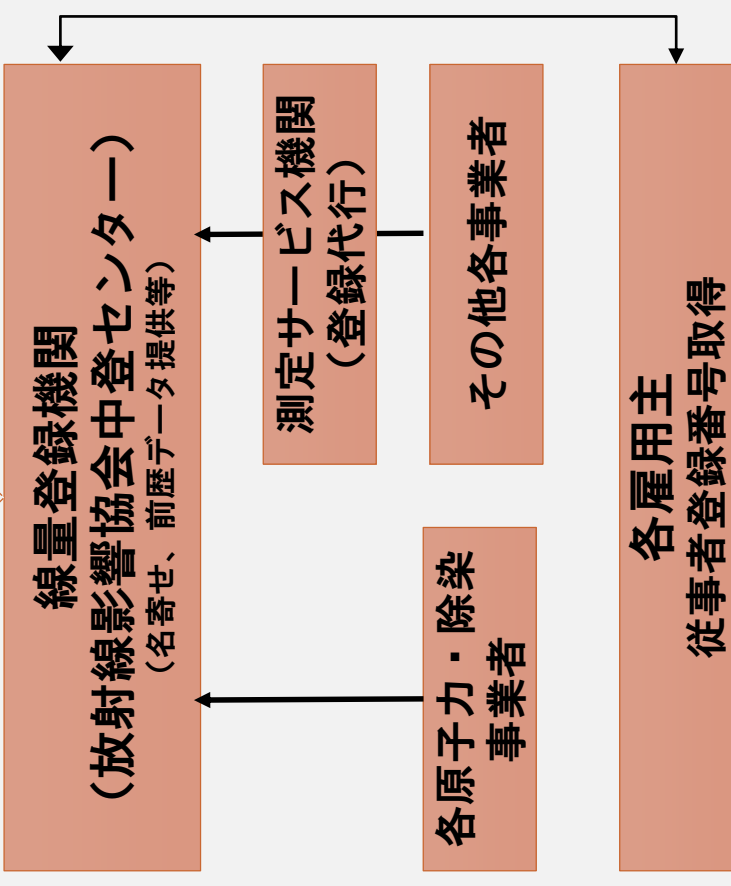


②事業者設置機関による一括管理

- **対象:** 全ての放射線業務従事者
- **目的・役割:**
 - ① 被ばく前歴等の把握(照会対応)
 - ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ③ 個人被ばく線量記録の一括保存
 - ✓ 法的位置付け要
- <国からの委託等があれば対応>
 - ① 規制の有効性確認
 - ② 日本人の完全な職業被ばく線量統計の作成、国民線量の把握
 - ③ 疫学研究、UNSCEAR等へのデータ提供
- **費用負担:**
 - 各事業者が人数に応じた費用を負担
- **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**
 - ① 被ばく前歴の把握が容易
 - ② 線量記録の保管義務の軽減
 - ③ 5年間積算(実効線量、眼の水晶体線量)が容易

国(放射線防護関連)
厚労省、原子力規制委員会、経産省

被ばく統計等の作成依頼・報告
疫学調査等への協力



③事業者設置機関による管理

- **対象:** 一部の放射線業務従事者
 ① 複数事業所や異動が頻繁な作業者
 ② 一定線量(1 or 2mSv)以上の作業者
 ただし原子力・除染は全て(制度有)

● **目的・役割:**

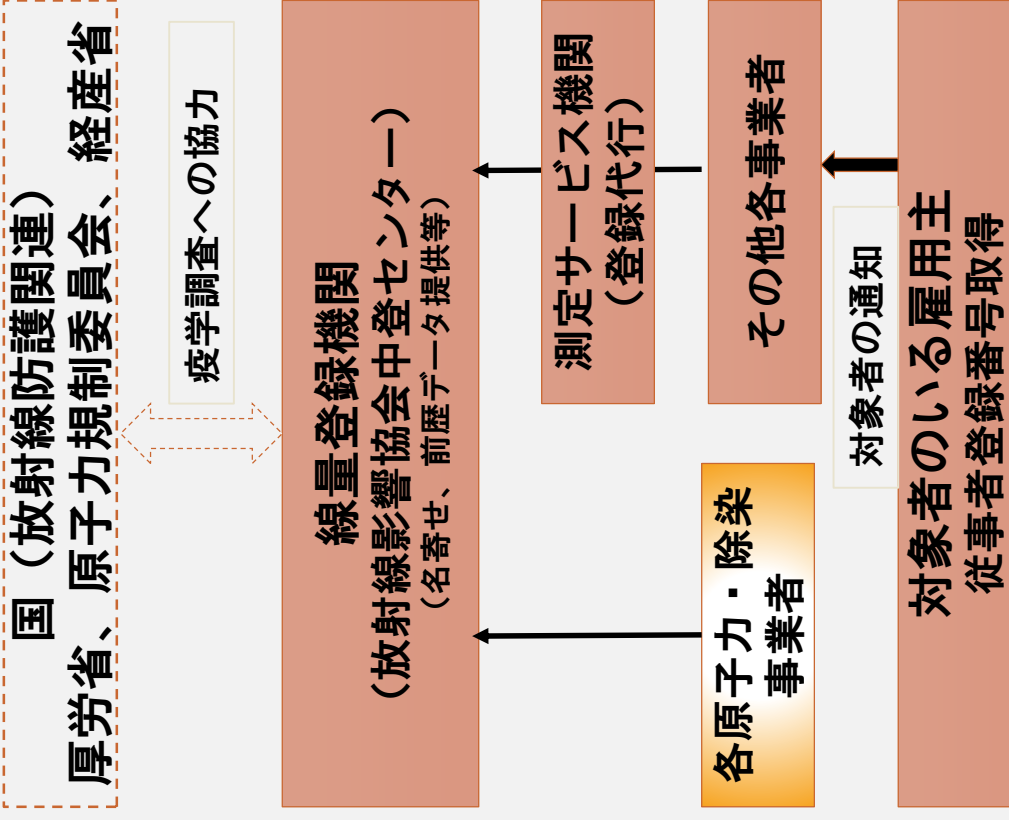
- ① 被ばく前歴等の把握(照会対応)
- ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
- ③ 疫学研究等へのデータ提供

● **費用負担:**

➤ 各業界での取組みに依存

● **制度導入に伴う個人線量管理の合理化**

- ① 被ばく前歴の照会対応
- ② 線量記録の保管義務の軽減?
- ③ 5年間積算(実効線量、眼の水晶体線量)が容易



④ 業界・分野別の管理

必要な業界が独自に構築

先行事例：原子力・除染
大学連携ネットワーク

- 対象：一部の放射線業務従事者
- ① 複数事業所や異動が頻繁な作業者
- ② 一定線量(1 or 2mSv)以上の作業者
ただし原子力・除染は全て(制度有)

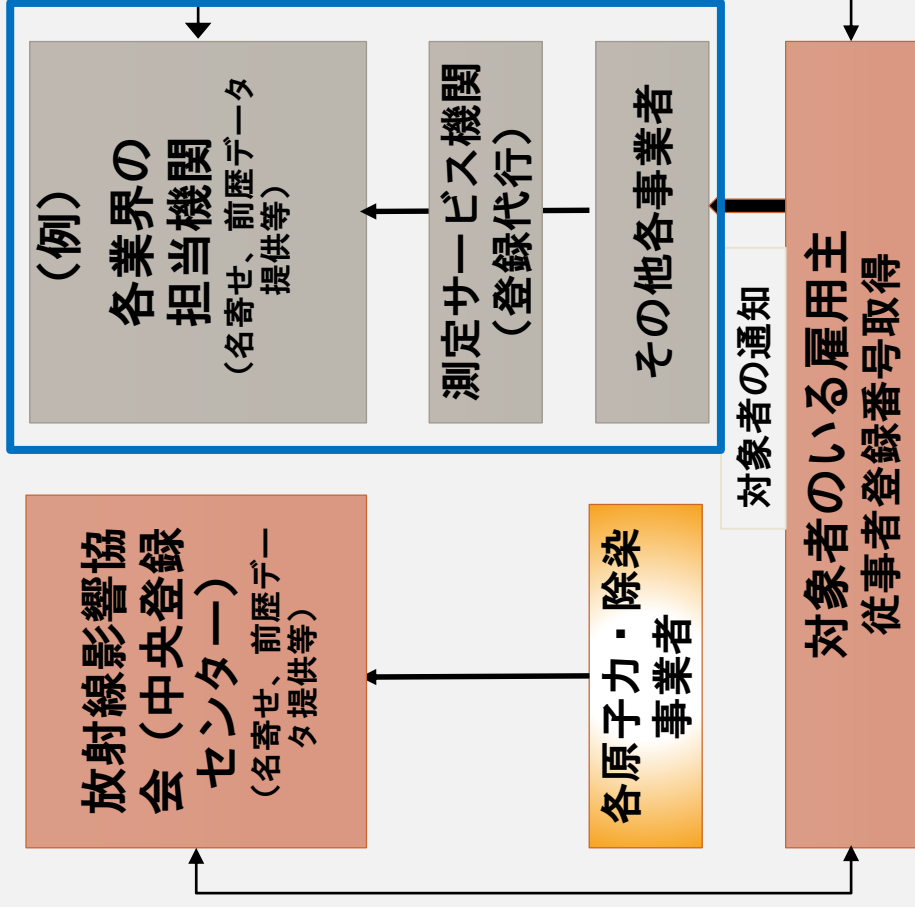
- 目的・役割：
 - ① 被ばく前歴等の把握(照会対応)
 - ② 労災保険に係る被ばくデータ提供
 - ③ 疫学研究等へのデータ提供

● 費用負担：

➤ 各業界での取り組み

● 制度導入に伴う個人線量管理の合理化

- ① 被ばく前歴の把握が容易
- ② 線量記録の保管義務の軽減？
- ③ 5年間積算(実効線量、眼の水晶体線量)が容易



各制度体系案の比較

制度	①国家線量登録機関による一括管理	②事業者設置機関による一括管理	③事業者設置機関による管理（対象限定）	④業界・分野別の管理（対象限定）
線量管理制度としての完全さ	国としての運用で、完全さは高い	参加状況に依存（規制要求必要）	必要な者に限定した制度（規制要求必要）前歴把握の完全さには欠けるおそれ	必要な者に限定した制度。業界の取り組みに強く依存
役割分担の明確さ	国がここまで実施する必要性が論点	基本機能の分担が明確	基本機能の分担が明確	管理制度が統一されな いため、曖昧さが残る
費用負担	国の負担が大	受益者負担が明確 事業者の負担大	受益者負担が明確 事業者の負担は②より限定的	管理方式に依存
個人情報管理の徹底度	一括管理のため◎ ただし、国としては重い。	設置機関が一括管理 するため◎	設置機関が一括管理 するため◎	各々の制度に依存する が、他に比べて低い。

線量登録管理制度構築の進め方

- 理想的な制度は、①国家線量登録機関による中央一括管理 であるが、実現に向けた関係者のコンセンサスは低い
- 現実的な路線としては、以下が考えられる。④(③)→②・・・>①
 - ④業界・分野別の構築を進める。(この中で③が検討の範囲に入る)
 - 原子力・除染分野は、構築済み
 - 線量管理の必要性の高い業界(人材流動化、線量管理の必要性の高まった業界が、現実的・合理的な管理方法を導入(ただし、将来展開を見据えた検討が必要))
 - (理工系) 大学関係は、ネットワークによる一元管理を検討中
 - 医療分野の線量管理の必要性・重要性の認識が高まっている。議論はこれから。
 - その上で、②事業者設置機関による管理(中央登録センターの拡大と分野統一)
(又は①国家線量登録機関による中央一括管理)を目指す。

まとめ

- 我が国の制度や各々の現場の実態を考慮し、既存システムをできるだけ活用した実現可能性のある合理的方法を複数提案するとともに、展開を提案。
- 本日の論点
 - ▶ 議論の中心は、人材流動性のある大学等、医療関係
 - ▶ 複数施設を利用する者、異動がある者に対して、どのような管理制度が合理的か？
また、これらをどのように実現してゆけばよいか？
 - 大学等： 被ばく線量は低い。合理的な管理は？
 - 医学関係： 比較的高い被ばくをする者あり。複数施設での業務の実態は？
眼の水晶体の積算管理も必要。どのような管理を実現してゆけばよいか？
- これらについて、是非、意見をいただきたい。

被ばく線量登録管理制度の現状

中央登録管理制度の紹介と除染登録管理制度の立ち上げの経緯

公益財団法人 放射線影響協会
放射線従事者中央登録センター
伊藤敦夫



3. 「除染等業務従事者等被ばく線量登録管理制度検討会」の発足

- 2013年8月8日 : **制度検討会が発足**。除染事業を受注しているゼネコン7社、線量管理関係の事業者2社、その他1社が参集。オプザーバーとして、厚生労働省、環境省、環境省、日本建設業連合会、全国建設業協会、電気事業連合会等。事務局は放射線影響協会。
- 2013年11月15日 : **環境省直轄工事について、制度の暫定運用を開始。**
- 2013年12月26日 : **検討会「最終とりまとめ」公表。これに伴い厚生労働省「ガイドライン」改正。**
- 2014年4月1日 : **地方自治体及び環境省以外の国の機関の発注事業について運用を開始。**

参集者企業名	備考
株式会社大林組	日本建設業連合推薦
島建設株式会社	日本建設業連合推薦
清水建設株式会社	日本建設業連合推薦
大成建設株式会社	日本建設業連合推薦
株式会社熊谷組	日本建設業連合推薦
株式会社奥村組	建設労務安全研究会推薦
前田建設工業株式会社	建設労務安全研究会推薦
株式会社アトックス	除染・廃棄物技術協議会推薦
株式会社千代田テクノル	除染・廃棄物技術協議会推薦
東京パワーテクノロジー株式会社	除染・廃棄物技術協議会推薦

オプザーバー
厚生労働省
環境省
(一般社団)日本建設業連合会
(一般社団)全国建設協会
電気事業連合会
東京電力(株)
日本原子力発電(株)
事務局
(公益財団)放射線影響協会