

# 教育訓練アドホック委員会中間報告 -基本体系と論点の整理-

An Interim Report on Activities of ad hoc Committee Concerning Education and Training –Basic System and Rearrangement of the Point at Issue–

中島 覚 (Satoru Nakashima)

広島大学自然科学研究支援開発センター

(Natural Science Center for Basic Research and  
Development, Hiroshima University)

# 放射性同位元素使用施設等の規制 に関する検討チームの議論

- 教育訓練の実施時期を、前回の教育訓練を行った日の属する年度の翌年度の開始の日から1年以内とする。
- 法令と法令を踏まえて各事業者が定めている予防規程の内容を関連付けて教育訓練を行うことができるように、「放射線障害の防止に関する法令」と「放射線障害予防規程」の科目を統合する。

# 放射性同位元素使用施設等の規制 に関する検討チームの議論(続き)

- 最低限必要な時間数を告示で定め、各事業者の実態に合わせ、事業者が項目ごとに必要な時間数を定める手順を予防規程に定めることとする。また、実施した教育訓練の時間数を項目ごとに記帳するよう要求することとする。
- 使用の目的及び方法が限定的な放射性同位元素装備機器又は放射線発生装置を1台しか使用していない許可届出使用者を念頭において、各項目の最低限必要な時間数を下記の通り定める。
  - ・放射線の人体に与える影響 30分以上
  - ・放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱  
1時間以上
  - ・放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防  
規程 30分以上

6時間以上→2時間以上

# 問題点

- 放射性同位元素等又は放射線発生装置の  
安全取扱 **4時間以上**
- ↓
- 放射性同位元素等又は放射線発生装置の  
安全取扱 **1時間以上**
- **どういう内容に絞って、その施設で必要な教育訓練を行うか？**

# 問題点

- 放射線障害の防止に関する法令 1時間以上
- 放射線障害予防規程 30分以上



- 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程 30分以上（両者を合わせて講義することは効率的だと思うが、何故30分以上？ルール(予防規程)だけを講義すればよいのか？)

# 問題点

- これまで6時間の教育訓練をしていれば、暗黙のうちに一通りのことを知っている放射線業務従事者として認められてきた。(どこに出しても恥ずかしくない、と思っていた)
- これからはそれぞれの施設に応じた2時間以上の教育訓練でよくなる→非密封施設での教育訓練を受けた放射線業務従事者を放射線発生装置を利用する施設に放射線業務従事者として自信をもって出せるか？
- 教育訓練内容がますます重要になる

# 教育訓練の時間と内容に関するアド ホック委員会

目的: 改正案を踏まえて、放射線安全管理学会として、どのような教育訓練の内容で何時間程度行えばよいかを検討し、ガイドラインを提案する。また、他機関を利用する場合の問題点も検討する。

- 中島 覚(委員長、広島大学)
- 角山雄一(京都大学)
- 桧垣正吾(東京大学)
- 矢永誠人(静岡大学)
- 稲田晋宣(広島大学)
- 秋吉優史(大阪府立大学)
- 鈴木智和(大阪大学)
- 西 弘大(長崎大学)
- 藤淵俊王(九州大学)



Young Generation

- オブザーバー: 松田尚樹(会長、長崎大学)、野村貴美(顧問)  
原子力規制庁放射線規制部門

# アドホック委員会 検討の概要

- 平成29年6月28日(水)、ホルトホール大分でキックオフミーティング: **新法令で要求される科目(コアカリキュラム)と使用実態に合わせた安全取扱いに分ける。分担を決める。**
- 平成29年10月23日(月)、名古屋大学工学部で各担当の検討内容をメンバーで議論した。



# コアカリキュラム

- a) 放射線の人体に与える影響 30分以上
- b) 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱(基礎) 1時間以上
- c) 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程 30分以上または1時間以上

# 使用実態に合わせた安全取扱

- a) 非密封RIの安全取扱 30分以上
- b) 密封RIの安全取扱 30分以上
- c) 放射線発生装置の安全取扱 30分以上
- d) 動物実験での安全取扱 30分程度
- e) 病院での安全取扱 施設の規模により1時間以上から3時間以上

# 放射線の人体に対する影響

- イントロダクション

自然放射線、放射線障害の歴史、広島・長崎での原爆影響、チェルノブイリ原発事故、JCOの事故、等

- 細胞レベルでの放射線影響

DNA損傷と修復

ベルゴニ・トリボンドーの法則

- 臓器・個体レベルでの影響

被ばくの仕方

被ばくの人体影響の分類

確定的影響と確率的影響の説明

身体的影響と遺伝的影響の説明

急性影響と晩発影響の説明

- 低線量被ばくの影響

# 放射線の人体に対する影響

受講者の興味、レベルに合わせて、アドバンストとして以下の内容を講義することも可能である

- 放射線被ばく後に起こる生体反応の経時変化
- 電離放射線による水分子の電離と励起
- DNA損傷の修復機構：DSB二本鎖切断により生じる染色体異常、等
- 放射線影響を受けやすい臓器・組織の詳細な説明
- 染色体異常の説明
- 動物実験における遺伝的影響研究例

# 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱(基礎)

## • 放射線・放射性物質の基礎

言葉の定義: 放射性物質・放射能・放射線

原子と原子核

同位体、放射性同位体

放射壊変の種類:  $\alpha$ 壊変、 $\beta$ 壊変( $\beta^-$ 壊変、 $\beta^+$ 改変、EC壊変)、 $\gamma$ 遷移

半減期

X線の発生: 特性X線、制動X線

放射線の種類と透過力: 放射線の遮へい

# 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱(基礎)

## • 放射線防護の基礎

放射能と放射線の単位

放射線の発生量と到達量: 逆二乗則

吸収線量: Gyの定義

等価線量と実効線量:  $H_T = D_{T,R} \times w_R$        $H_E = \sum w_T \times H_T$

放射線加重係数・組織加重係数

防護量と実用量

外部被ばくと内部被ばく

外部被ばくに対する防護の3原則: 時間、距離、防護

内部被ばくの3経路と対策: 経気道、経口摂取、経皮吸収

内部被ばくへの対策、3D2C

# 放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱(基礎)

- **管理区域での注意事項**

- 管理区域への入退域

- 個人線量計:個人線量計の種類と取扱

- サーベイメータ:GM管式、電離箱式、シンチレーション式

- **緊急時対応**

- 事故・異常時の対応

- 緊急時の対応

## コアカリキュラム

# 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程

- 放射線障害の防止に関する法整備の背景 (省略可)
- 放射線・放射性同位元素に関する法令 (省略可)
- 法の目的
- 法の特徴
- 放射線
- 放射性同位元素(1)
- 放射性同位元素(2)
- 放射性同位元素(3)
- 放射線発生装置
- 放射線業務従事者 (予防規程)



## コアカリキュラム

# 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程

- 管理区域
- 放射線施設(1)
- 放射性施設(2)
- 使用の許可・届出
- 放射線障害予防規程
- 放射線安全管理体制(1)(予防規程)
- 放射線安全管理体制(2)(予防規程)
- 放射性同位元素の受入れ及び保管(予防規程)
- 放射性同位元素の使用(1)(予防規程)
- 放射性同位元素の使用(2)(予防規程)
- 放射性同位元素の使用(3)

## コアカリキュラム

# 放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程

- 放射性同位元素の廃棄
- 放射性同位元素の運搬
- 記帳(1)
- 記帳(2)
- 記帳(3)
- 測定
- 教育及び訓練
- 健康診断
- 通報
- 地震、火災その他の災害が起こった時
- 危険時の措置
- まとめ(連絡通報体制)(**予防規程**)

本当に30分以上とすることができるのか？

使用実態に合わせた安全取扱

# 非密封RIの安全取扱

- 非密封線源の特徴
- 安全取扱のルール
- 作業する前に確認を
- 管理区域での注意事項
- 個人線量計の着用
- サーベイメータ使用の基本的注意
- 非密封RI利用に必要な記録
- 保管の記録(必要な項目)  
    保管の記録(例)
- 非密封RIの貯蔵  
    RIの保管時の注意事項

使用実態に合わせた安全取扱

# 非密封RIの安全取扱

- 使用の記録(必要な項目)  
使用・払出しの記録(例)
- 実際の作業に関する準備
- 安全のための器具の例  
防護衣の着用、遮蔽材の選択、作業環境の準備
- 内部被ばく(体内摂取)の防護  
フード、グローブボックス(内部被ばく防護)
- 容器の取扱い方法に注意
- 施設内の移動時の注意  
放射性廃棄物の分別、処理の注意  
廃棄の記録(例)、廃棄方法(例)

使用実態に合わせた安全取扱

# 非密封RIの安全取扱

- 汚染についての説明

小規模汚染の例、汚染とは、汚染の除去・拡大防止、汚染検査のタイミング、汚染検査(直接法)、除染作業(ポリエチレンろ紙の場合)、除染作業(実験台、床面など)、汚染検査(スミヤ法、間接法)、汚染検査(ハンドフットクロスモニタ)、除染時の注意事項

- 災害時の対応

- 再度、安全取扱のルールの確認を

- 運搬の記録(必要な項目)

事業所外運搬(A型輸送)、事業所内運搬

- 教育訓練後の実習案

東京大学の事例

鳥取大学の事例

広島大学の事例

使用実態に合わせた安全取扱

# 密封RIの安全取扱

- 密封線源とは  
密封線源の定義、様々な密封線源、自施設の密封線源の紹介  
密封線源の特徴:被ばく管理上、取扱上、廃棄上の特徴  
密封線源の等級と試験
- 注意事項:密封性の確認
- 密封線源に用いられる核種  
代表的な核種、主な核種とその特性
- サーベイメータによる放射線計測  
使用する密封線源に応じた放射線検出器を使用する
- 密封線源の用途  
校正用線源、放射線利用計測機器用線源、放射線透過試験用線源、照射用線源
- 放射線防護・遮蔽
- インターロックと自動表示灯
- 事故事例

使用実態に合わせた安全取扱

# 放射線発生装置の安全取扱

- 加速器と加速原理

  - 加速器発明前の核反応実験

  - 電場中、磁場中の荷電粒子

  - 静電場のみを利用した加速器

  - 直線加速器

  - サイクロトロンでの粒子の加速

  - 研究用大型サイクロトロン

  - Hを加速するサイクロトロン

- 放射線発生装置と放射化物

  - 加速器による放射化

  - 規制される放射化物

  - 「放射化物」と「放射化していない物」

  - 放射化によって生成される核種

  - 放射化物の流れ

  - 放射化物の加工

  - 放射化物の輸出

使用実態に合わせた安全取扱

# 放射線発生装置の安全取扱

- 表面汚染と放射化
  - 表面汚染密度限度とクリアランスレベル
  - 表面汚染と放射化
  - 表面汚染と放射化の測定手順
  - 危険予知と汚染検査・放射化検査
  - トラブル事例：放射化物の他施設管理区域への無断持ち出し
- インターロックと自動表示灯
  - インターロック
  - インターロック・自動表示装置の例
  - トラブル例・安全キーの紛失
  - 避難路の確認
- 放射線発生装置使用の承認内容のポイント(1)
- 放射線発生装置使用の承認内容のポイント(2)
- 放射線発生装置使用上の安全・まとめ



使用実態に合わせた安全取扱

# 動物実験での安全取扱

- 動物実験の流れ
- RIの投与
  - 何を、どこから、どれだけ投与するか
  - 針の取扱い
  - 針の廃棄
- 動物の飼育と廃棄
  - 飼育の注意点
  - 動物の処理
  - 動物以外の処理
- 動物実験
  - 作業の効率化・事前準備
  - 防護・被ばく低減の工夫
  - 汚染防止の工夫
  - モニタリング
- イメージング実験中の注意

使用実態に合わせた安全取扱

# 病院での安全取扱

- **治療用加速器**
  - リニアック、サイバーナイフ、トモセラピー、Vero4DRT、粒子線治療装置等
- **治療用密封線源**
  - RALS、永久挿入線源、血液照射装置
- **ガンマナイフ**
- **PET装置(校正用線源)**
- **PET核種製造用サイクロトロン**

# 使用実態に合わせた安全取扱 病院での安全取扱

- 治療用加速器

加速理論、装置の構造、放射化物の取扱(6MV超の場合)、日常運用、緊急時対応、管理区域立ち入り実習

- 治療用密封線源(RALS,永久挿入線源)

密封放射性同位元素の取扱、装置の構造、日常運用、緊急時対応、線源格納と緊急事態の対処法(RALS)、余剰線源と緊急事態の対処法(永久挿入)、管理区域立ち入り実習

- ガンマナイフ

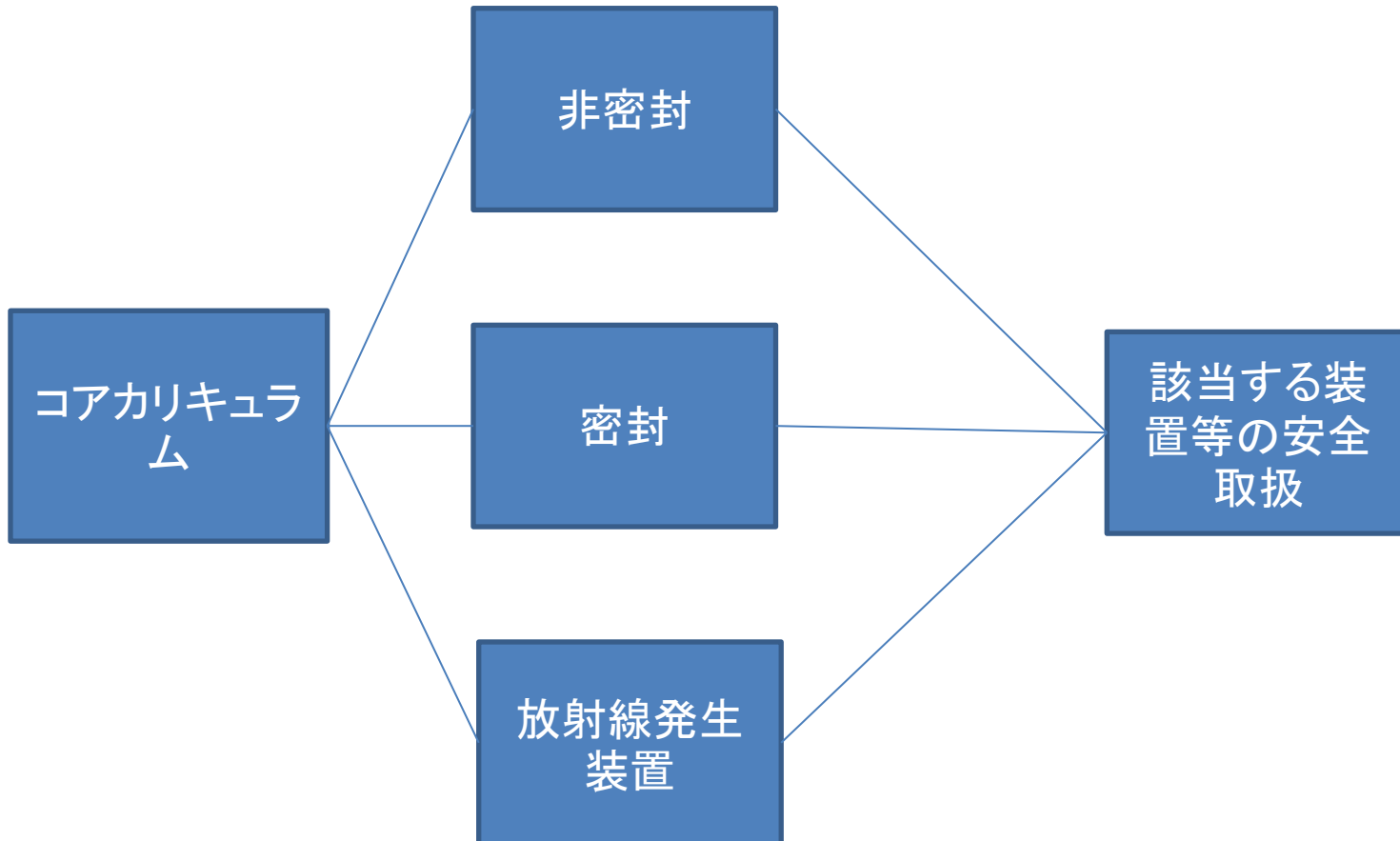
密封放射性同位元素の取扱、装置の構造、日常運用、緊急時対応、  
管理区域立ち入り実習

- PET装置、放射性同位元素の特徴、装置の構造、日常運用密封放射性同位元素の取扱、緊急時対応、管理区域立ち入り実習

- PET核種製造用サイクロトロン加速理論

装置の構造、放射化物の取扱、非密封放射性同位元素及び密封放射性同位元素の取扱、日常運用、緊急時対応、管理区域立ち入り実習

# 病院や動物施設での教育訓練



# さらに検討すべき点

- 法令と予防規程は、これまで、それぞれ1時間以上、30分間以上の内容であったが、改定案では、両方を合わせて30分以上となった。これまでの法令の講義に基づいた内容にすると最低1時間は必要である。また、利用者にとって必要な部分のみに絞った項目にすることにより、そして法令と予防規程で重複する内容を整理することにより、30分の内容にすることができないか現在検討している。なお、法令の考え方や哲学も含めた内容も重要であるので、学会としては1時間バージョンを標準とするのも選択肢の一つである。これは引き続き検討する。

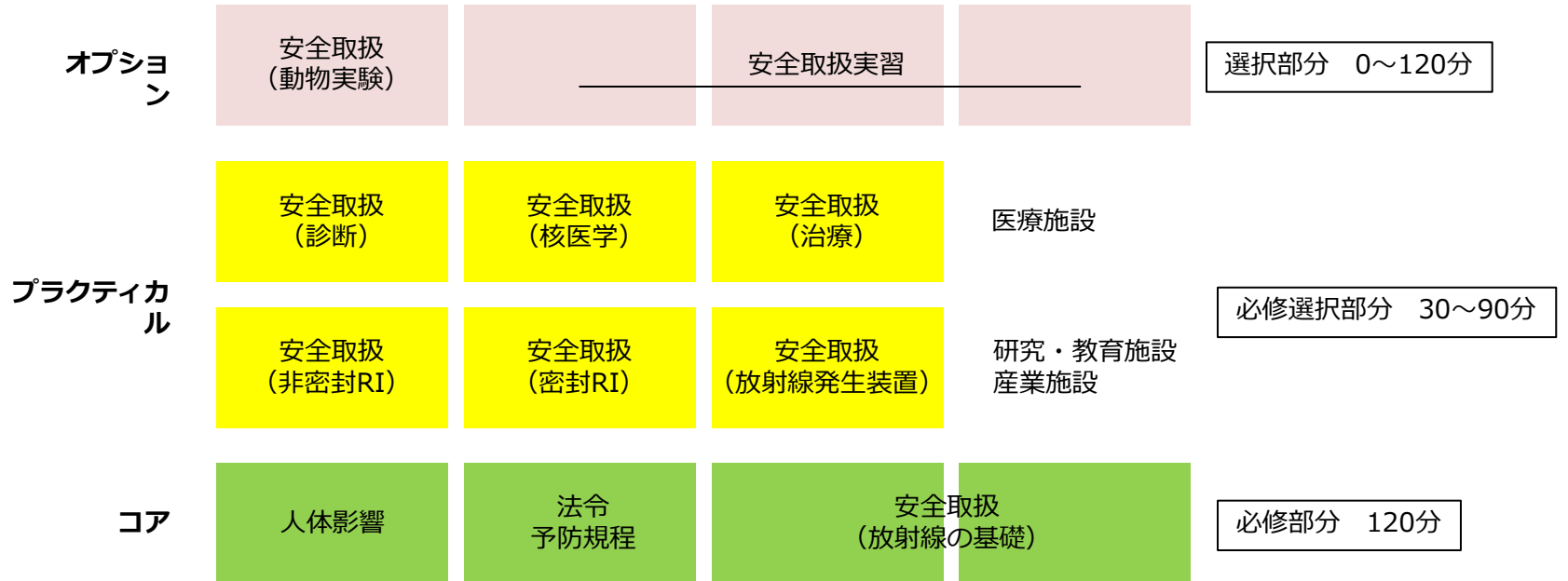
# さらに検討すべき点

- コアカリキュラムと使用実態に合わせた安全取扱に分けてカリキュラムを検討した。しかし、使用実態に合わせた安全取扱に分けたカリキュラムのなかで、非密封RIの安全取扱、密封RIの安全取扱、放射線発生装置の安全取扱と動物実験での安全取扱、病院での安全取扱を分けて考えた方が良いことが判明した。すなわち、動物実験と病院での取り扱いは、非密封RI、密封RI、放射線発生装置の安全取扱いの上に成り立っている。そこで、今後以下のようにまとめることを検討する。

# さらに検討すべき点

- コアカリキュラム
  - ・放射線の人体に与える影響 30分以上
  - ・放射性同位元素等又は放射線発生装置の安全取扱(基礎) 1時間以上
  - ・放射線障害の防止に関する法令及び放射線障害予防規程  
30分以上または1時間以上
- 線源の種類による安全取扱
  - ・非密封RIの安全取扱 30分以上
  - ・密封RIの安全取扱 30分以上
  - ・放射線発生装置の安全取扱 30分以上
- 放射線を受ける側から見た安全取扱(アドバンスト)
  - ・動物実験での安全取扱 30分程度
  - ・病院での安全取扱 施設の規模により1時間以上から3時間以上

# 教育訓練カリキュラム体系



- 1コマ30分
- コアは必修
- プラクティカルは該当する対象を必ず選ぶ
- 安全取扱実習はコアに組み入れても良い



## モデルカリキュラム例

施設	コア	プラクティカル			オプション		総時間数	備考
		非密封RI	密封RI	放射線発生装置	動物	安全取扱実習		
非密封RI	120	30					<b>150</b>	非密封シンプルコース
	120	30				90	<b>240</b>	非密封標準コース
	120	30			30	90	<b>270</b>	非密封動物実験コース
密封RI	120		30			30	<b>180</b>	密封標準コース
放射線発生装置	120			30		30	<b>180</b>	発生装置標準コース
非密封+密封RI	120	30	30			120	<b>300</b>	非密封+密封標準コース
診断	120			30			<b>150</b>	診断コース
核医学	120	30				90	<b>240</b>	核医学コース
治療	120		30	30			<b>180</b>	治療コース

# さらに検討すべき点

- 病院では、その規模、所有する機器の種類に応じて教育内容、時間が変わってくる。放射線業務従事者も、放射線技師、臨床検査技師、看護師、医師等、様々であり、放射線の知識も異なるので、単に項目を提案するだけでなく、内容の詳細を工夫する必要がある。
- 非密封RI、密封RI、放射線発生装置のいずれかを使用する多彩な受講者に教育訓練を実施する際、プログラム編成を工夫して、空き時間ができるだけ少ないように工夫する必要がある。
- 教育訓練の記録

# さらに検討すべき点

- 学外の共同利用施設を利用する際、所属機関での放射線業務従事者としての証明があれば、共同利用施設では予防規程のみ受講することにより、その施設の放射線業務従事者となることができた。ところが、今回の改正で、共同利用施設での安全取扱について送り出し側と受け手側のどちらの施設がどのような内容で教育すべきかが問題となる。このアドホック委員会で、放射線発生装置について行うべき内容が明確になれば、あとはどちらが教育を行うかだけである。なお、この点に関しては、鈴木委員により大阪大学核物理研究センターでのワークショップが提案されている。

# 最後に

- 来年3月末までに日本放射線安全管理学会としてのガイドラインを作成予定
- コメントがあればご連絡ください。