

	カラーテレビ, カラーモニタ
0.15mT $\geq$	白黒モニタ
0.3mT $\geq$	トランス, 鋼材が含まれていて動くもの(例-自走台車, フォークリフト, エスカレータ, エレベータ, 貨物自動車, 電動カート, ヘリコプタ等)
0.5mT $\geq$	ペースメーカー, 神経刺激装置
1.0mT $\geq$	コンピュータ, 磁気テープおよび磁気テープドライブ, 磁気ディスクドライブ, フロッピーディスク, 光ディスクドライブ, ハードコピーカメラ, ラインプリンタ, 水冷設備, X線管球, クレジットカード, 時計, 現像機, 電話交換機, 大きな鋼材を使用した設備(非常用発電器, コインランドリー, 調理準備室, 空調用チラー, 燃料貯蔵タンク, 5馬力以上のモータ等)
3.0mT $\geq$	電子機器
5.0mT $\geq$	MRのRFアンプ, 電話機, 金属探知器
10mT $\geq$	超伝導磁石の電源, 酸素モニタおよびセンサ, 緊急システム停止スイッチ
20mT $\geq$	傾斜磁場アンプ

日本画像医療システム工業会資料より

(MRI: 参考2)

事例1: 震災により建物が倒壊、MRI検査室も倒壊した。

- ア) 強磁場の危険性を検討し立入制限をする。
- イ) ・クエンチが発生し磁場消失となったか。
  - ・磁場消失を確認した場合、重量物であるMRIは二次災害の危険性があるので余震が無くなるまで立入禁止措置を行うこと。
  - ・磁場が継続されている場合は、立入制限措置と共に警告表示も行う。

事例2: MRI装置が設置位置から移動している。電源投入後異常音がする等々通常と異なる場合。

- ・MRI装置の電源をOFFにして使用禁止とする。メーカー保守点検員の点検を待つ。

事例3: MRI装置が設置されている検査室が損傷を受けている。

- ・検査室の壁等の損傷により、磁気シールドが効果を示さないこともあるので、シールド状況の確認をする。
- ・建物損傷状態によっては、火災発生・クエンチ発生等も考慮した行動をとる。
- ・高磁場発生のための高電圧電気回路を有している。

#### 6) 核医学部門系

医療用放射性同位元素を使った核医学検査等に関して、震災発生時は核種の入ったバイアル、注射器等の入ったトレイが、机から床に落下し周囲を汚染する可能性がある。また、測定装置(ハンドフットクロスモニタ、各種サーベイメータ等)、鉛ブロック、各種医療用具等が落下し二次災害の危険があるので、日頃より落下・転倒・損傷を起こさないような対策を取ることが重要である。

なお、核医学検査に使用するガンマカメラにおいては、装置本体が2t以上と言われている。

放射性同位元素による汚染拡大防止のために床面ロンリウム貼りの施設がほとんどであることから、核医学検査装置（ガンマカメラ等）の多くがアンカーボルトによる固定は施されていないのが現状である。過去にあった震災では装置本体が移動、転倒した報告があることから、今後何らかの固定方法が必要であると考えられる。

（今後の対策としては、核医学施設建築時に予め装置固定ボルト打ち込み部分想定し、床面に固定ナットを数カ所に埋め込んだ施工を行うことが震災時の移動・転倒防止になる。）

核医学管理部門においては、排気関連のダクトの損傷、給排水関係ではパイプ接続部からの水漏れ等々が多く発生している。放射性同位元素による汚染拡大を防ぐためにも念入りの確認が求められることとなる。

#### ★医療監視員の立場として

各種放射線測定器（特にサーベイメータ）に関しては、震災発生後に放射線漏えい等の検査で使用することから、平日頃から適切な方法（落下・転倒防止等）で保管しているか確認をする。適切な管理方法については、法的規制はないが単に机の上に置いてあるだけでは地震動により落下し使用困難になることも懸念されるため、落下、損傷を起こさないような保管方法を指導することも重要である。（例：滑り止めゴム布を測定器の下に引くなど。）

保管核種の確認、汚染拡大防止策、管理関連の点検方法について確認をする。

また、放射性同位元素を投与した患者さんの退避場所等について、事前に検討しておくことも必要である等の指導をおこなう。

#### 7) 放射線治療部門

放射線加速装置（リニアック）、放射線照射装置（コバルト装置）等の治療装置の治療寝台はその構造から床上 1mを超える高さで治療を行わなくてはならない。震災発生時は、患者の落下・転落は免れない。更に別室にある操作室から治療寝台まで駆けつけるには、距離があるために迅速な対応が行えない。普段より患者の固定方法及び転落・転倒時の安全対策の検討も必要である。また、衝撃吸収を考えた床の構造のあり方も今後考慮しなくてはならないと考える。

密封小線源治療（RALS：腔内照射装置）の場合は、患者の体内に照射器具アプリケーションが挿入されているため、リニアック等による体外照射の場合より患者の被害は増大する可能性がある。RALS の場合は、特に支持器の固定も含めた改善策が必要である。

更に震災に伴う供給電源遮断により発生する停電時においては、自動的に線源が収納庫へ戻らない場合を想定し、線源収納容器への収納作業が迅速に行えるように日常の訓練を怠らないようにすること。

次に、放射線管理区域である放射線治療室（リニアック室・RALS 室・照射装置使用室等）において震災（災害）時には、放射線障害防止法等の法令に従った速やかな対応も必要であり、また訓練も必要である。

##### a. 放射線加速装置（リニアック等）

東日本大震災において、医療機関内の大型装置の被害比率からみると放射線発生装置（リニアック装置）が最も多く被害を受けているとの報告もある（Isotope News 2012 年 7 月号：

公益社団法人日本アイソトープ協会発行)。リニアック装置においてはヘッド部分だけでも 1 t を超える重量であり、架台のシャフトによってヘッドを含むガントリ部（加速管等主要部分）が回転する構造となっていることから、架台が建築構造物にしっかりとアンカーボルト固定が行われていないと転倒・移動等の被害を受けることとなる。しかし、このアンカーボルト固定においても震度 6 以上には耐えることができないと言われている。

最新のリニアック治療室内には、天井から照合用モニタ、体動監視用装置、点滴保持装置等々様々な装置が吊り下げられている。これら天井吊り装置にあっては地震動で想像しない動きをしてしまうので要注意装置としてその対策を考えることが重要である。

最も注意しなくてはならないことは、入口扉である。リニアック治療室入口扉の多くは遮蔽効果を持たせるために鉛を厚くした構造に加え、(6MeV 以上の X 線を使用する場合) 中性子遮蔽としてホウ素を使用することから、厚さ及び重量が想像以上となる。これら重量扉の多くは、電動型吊り扉タイプが使われ、電動開き扉タイプは少ない。

これら電動の重量入口扉にあっては、震災時に停電又は吊りレールから滑車が外れる（脱輪）、その複合現象に遭遇する可能性を考慮し日常より訓練をすることが重要である。停電に備えて、停電時の重量扉の開閉方法とその用具の確保、身近に懐中電灯を用意する。

また、重量扉の脱輪による開閉困難を想定して大型の鋼鉄製バール等を準備しておくことも想定内に加えるべきである。

治療中の停電では、室内は暗所となってしまうので、日常からその対策を考える必要がある。治療室内への非常用電源増設は早急にはできないこともあるので、治療室内に、暗所を感知したら自動的に点灯する電池式ランタン等（ホームセンター等で販売）の用意をすることも 1 つの備えである。

## b. 放射線照射装置

外照射と内照射装置に分けることができる。外照射装置と内照射装置では災害時の対応は大きく異なるので、それぞれについて記述する。

1) 外照射装置として代表的な 2 種類の装置としては、コバルト 60 遠隔治療装置（ガンマ線を発生する装置で、通称テレコバルト装置ともいう。20 年ほど前までは、放射線治療の主力装置であったが、現在はあまり保有されていない。）また、ガンマナイフ治療装置（脳疾患のみに使用される特殊な装置で 201 個のコバルト線源から発生するガンマ線を一点に集中して多量の放射線照射を可能とした装置である。）

これらの装置は、線源量 (Bq 数) も大きく照射ヘッド部分が線源収納容器となることから、線源量によって遮へい厚が大きく異なり、その重量は 1.5~2 t にもなることから放射線加速装置（リニアック等）同様に、地震動に耐えうるように照射装置架台のアンカーボルト固定確保は必須である。わが国のガンマナイフ治療装置は、設置時にアンカーボルトでの固定がなされており、阪神・淡路大震災でも、アンカーボルトで固定してあったために移動が 5cm にとどまったことが報告されている。更に治療室内に設置された附属機器に関しても地震動に対する適切な振動防止・振動抑制等の処置を行うことが重要である。

2) 内照射装置として代表的な装置としては、RALS（リモートアフターローダ装置）が挙げ

られる。現在多く使用されている  $^{192}\text{Ir}$  線源 (370GBq) を使用した RALS の場合、装置重量は約 120kg 程度でキャスターにより移動可能となっている。装置重量としては回診用 X 線装置より軽いことから地震動に対して大きく移動すると考えられるので、平時よりキャスターロックを行うことは必須である。また、治療中にある場合は患者と装置はアプリケーションにより一体化していることから、装置本体が地震動により移動してしまえば患者へ重篤な被害を及ぼすことが予測されるので、その対応策を事前に検討し訓練しておくことも重要である。阪神・淡路大震災では震度 6 の地域で装置の移動が報告されているが、装置の放射線シールドの健全性は保たれた。ただし、地下にある装置では、地震での液状化現象で室内が浸水し、装置が水没した事例があった。このような事例は、これまでの地震被害でたびたび報告されているが、装置の水没に伴い線源が溶け出し汚染が拡大した事例は確認できなかった。また、火災により線源の密封性が破れた事例は、火葬時の小線源 (タングステン合金は熔融には耐えるが、薄いために熱を加えると破裂する) 以外は確認できなかった。この例は海外での事例であり、日本よりも火葬の温度が高いとも考えられる。

更に様々なアプリケーション等の付属機器・器具を保管する管理棚等が治療室内に置かれることが多いため、それらは建築構造物に固定することも必須である。

#### ★医療監視員の立場として

震災発生に伴う停電に備えているかを確認する。治療室入口の重量扉の多くは電動式であるので、停電時に手動で開くことができるかを確認する。また、その訓練を行っているか確認・指導する。

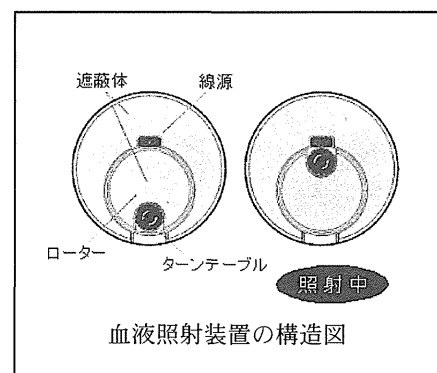
更に、停電時に治療室内は暗所となることから、その対応策が講じられているかを確認する。照射中の停電に遭遇した場合、復旧後の線量確認手順は確立されているか確認・指導する。治療寝台の手動下降手順等についても訓練をしているか確認する。

RALS 装置について、停電等により線源が収納できない場合の対応について、従事者への訓練がなされているか確認・指導する。(例：ワイヤーカッターにより線源ワイヤーを切断、緊急用線源容器に収納する等。)

#### C. 線源を利用した血液照射装置

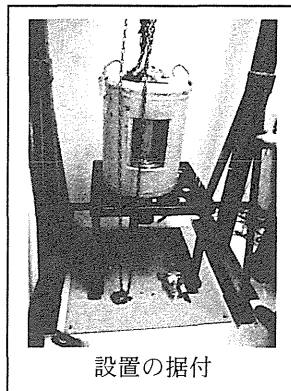
当該装置は現在使用されていないものも含め国内に 120 箇所程の施設が保有している。

輸血用血液製剤中のリンパ球を不活性化する。このために放射線を 15~50Gy 照射する。放射線の線源としては  $\text{Cs-137}$  を装備し、線源形状は円柱状または棒状で、輸送 (保管) 容器を兼ねた照射装置の容器内に納められている。その上部に制御装置部分が置かれた構造をしている。当該装置はカナダ又はフランスから輸入される。(内部線源の詳細としては、核種： $\text{Cs-137}$  (半減期：30.1671 年)、形状：棒状、寸法 (mm)： $\phi 12.6 \times 270$ 、放射能：10 TBq~100TBq。化学形は塩化セシウムでそれにレジンが混ぜられているが、密封性が破られると粉末が散らばり周囲を容易に



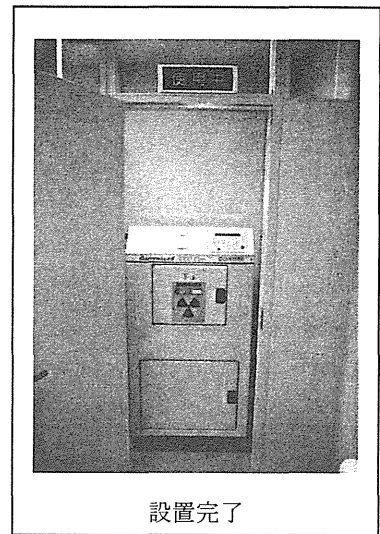
汚染する。)

当該装置の据付状況としては写真（装置の据付）のように、床面には分散板として鉄板（8～10mm）を置き、アンカー4本を打込み、鉄板中央部に本体台座を置き、その上に線源保管容器（照射装置）本体：約1.4tを据付け、上部に制御部とカバーを施すことで設置が終了す



設置の据付

る。さらにテロ対策としての盗取防止のためにカバーが固定され容易に持ち去れないような措置が講じられている。この構造から判断すると震災発生時に転倒・移動は起こる可能性が懸念される。



設置完了

これら血液照射装置は線源の量が大きいので線源が露出した場合など周囲への影響は大であり、近寄ることすらできなく非常に危険な状況となる。GM管の計測では窒息現象が起きる可能性がある。法的にも、震災（震度4以上）発生時には速やかに安全を確認し文部科学省への報告義務が課せられている。

血液照射を実施している医療施設の多くでは、当該装置は放射線部門ではなく血液検査部門等に設置され管理されているのが現状である。また、近年では日赤からの照射済み血液の提供が改善され、装置を使用せずに保管している例もあると考えられる。震災（災害）等の発生時の放射線安全を考えた場合、防災に関する教育・訓練には当該装置担当者への周知徹底を図ることも重要である。

また、施設の放射線取扱主任者、放射線安全管理責任者等は、部門を超えた行動と指導に尽力されることを願います。

#### ★医療監視員の立場として

血液照射装置の使用・保管状況を把握する。使用が停止した場合などは、適切な管理がなされないこともある。また、震災（災害）時の法的点検報告も怠ってしまう可能性があるのので、立入検査時の適切な指導が必須である。

### 3.3 大地震に対する医療機関における画像診断装置等の備えの充実に向けた日本画像医療システム工業会の取り組み

#### 3.3.1 大震災に対する工業会としての活動経緯

平成7年に発生した阪神淡路大震災以前は地震に対する基準は必ずしも实际的ではなく、阪神淡路大震災で画像診断装置等は想定しなかった被害に遭遇した。その反省から一般社団法人日本画像医療システム工業会（JIRA）では医療機関関係者はもとより関係学会の協力のもと「医用放射線機器等の対地震設置に関する動向調査研究」を3年間行い、地震によって装置が転

倒・移動して直接的あるいは間接的に患者や医療関係者に危害を与えたり、装置自身の機能喪失を招いたりすることを防ぐことを目的に、平成12年に JIRA 規格として「医用画像診断装置の耐震設計指針」を制定し、各企業はこの指針に基づく対応を順次実施した。

### 3.3.2 東日本大震災による画像診断装置等の被害

東日本大震災では免震構造の普及による効果もあって、阪神淡路大震災で経験した天井走行式 X 線管保持装置の天井からの落下等、画像診断装置等の重大な被害こそ報告されていないが、多数の装置が床等への装置固定用アンカーボルトの損傷により稼動不能となった。

更に、復旧された装置がその後発生した度重なる余震により再度アンカーボルトが損傷した事例も報告されている。

この原因については詳細な調査結果を待つが、アンカーボルト固定強度そのものと共に、地震発生時の装置位置の状態に依存する被害も報告されている。

一例として、X 線テレビ装置 (X 線透視診断装置) で地震発生時に寝台が床に垂直な立位の位置にあって、画像センサー系である映像系が寝台の上方に設定され、重心が高い位置にあったためアンカーボルトの片側半分が抜けて装置が傾く事例があった。

なお、通常建物に固定されない MR 装置は数十 cm 移動した事例が報告されているが、超電導状態を維持するために使用しているヘリウムガス漏洩による被害発生の報告はない。

### 3.3.3 来るべき大震災に備えて

早急に検討すべき事項としては、製造業者による装置の床等へのアンカーボルト固定方法の再検討と、前述した X 線テレビ装置の事例のように、製造業者側からの使用上の留意事項として「診断終了後には、寝台を水平位にして重心位置を下げておく」ことを JIRA 規格では求めている。これに対して、健診を実施している医療機関では、X 線診療室のレイアウトに制限があるだけではなく、検査後天板が立位になっていたほうが、次の被検者がそのまま天板に乗れるため便利であるという理由で、通常立位を採用していると考えられる。このような施設では、震災時の被害は大きくなることもあり、JIRA では改善を推奨しているが、現場との齟齬が生じている。より現実的に考えると、災害時にも拠点になるような医療機関でのみ、このような対策を一般化しておくのがよいのかもしれない。ほとんどの X 線装置では、検査終了後ワンタッチで被検者の昇降位置に天板が移動する機構をそなえており、この場合、ほとんど被検者昇降位置に設定されている。健診以外では、デフォルトが水平位であり、この機構が活用されている。このような工夫は、医療機関現場の実情も踏まえて、事例毎に考える必要があると思われる。

#### この節の参考資料

1. 医用放射線機器等の対地震設置に関する動向調査研究  
社団法人日本画像医療システム工業会 平成11年3月
2. 医用画像診断装置の耐震設計指針 JESRA X-0086-2000  
社団法人日本画像医療システム工業会 平成12年4月

#### 4. 震災発生に向けた医療機関内部の災害対応規定の充実

##### 4.1 医療スタッフの確保

震災発生時の職員招集と役割分担の計画策定及び医療施設内防災訓練等により活動の要点をチェックすること。

放射線部門には、二次災害の防止に重点を置いた対策も必要である。放射性同位元素等により医療施設内が汚染されてしまうと緊急医療活動に障害が起こる可能性があることに鑑み、担当職員の徹底教育が必要である。

- 1) 気象庁の震度情報によって医療職員の自主的参集規程の構築（診療時間外の対応）
- 2) 震災時の役割分担と初期活動マニュアルの充実
- 3) 防災訓練実施による初期活動の弱点等のチェックと見直し
- 4) 入院患者（外来患者）等の安全確保対策

##### 4.2 患者の安全と状況把握

入院施設を有する医療機関にあっては、入院患者への対応が最優先となることから、平時に於いても患者状況を把握し、最適な対応が実施できるようにしておくこと。

- 1) 重症者の把握
- 2) 点滴・人工呼吸器、生命維持装置等を装着している患者の状況把握
- 3) 他の医療機関、消防・警察・保健所等、関係機関及び患者家族との連絡体制の周知
- 4) 患者を移送する場合の移送手段、移送先医療機関の確保と連携充実

##### 4.3 情報連絡体制（被災者用を含む）

他の医療機関、消防・警察・保健所等の関係機関や患者家族との連絡方法について事前確認をすること。（最近の医療機関に於いては院内に加入電話（プッシュ回線、ダイヤル回線）、公衆電話、ISDN、災害時にNTT回線が設置されていない場合がある。このような場合はPHSや一部のIP電話からの利用を促すように携帯電話使用場所を設定する必要がある。）

また、災害時に応援協力を得るため、平時から関係団体との交流（合同訓練等）を実施、施設内で適切な活動が行えるように活動マニュアル（要領）の作成をすること。

- 1) 災害用伝言ダイヤルサービス“171”の利用などによる患者・家族との連絡方法の確保
- 2) 地元消防署・地元警察署等との連絡体制の確保
- 3) 医療応援機関、DMAT（災害派遣医療チーム：Disaster Medical Assistance Team）等との連絡体制の確保と活動域体制の確認
  - ・他の医療機関、NPO、ボランティア団体などとの協力体制確保
  - ・医療救護班の派遣、応急救護所の設置及び役割確認
  - ・人工透析、在宅酸素等を要する在宅患者等への対応と救護策の確認

##### 4.4 警戒宣言と訓練

警戒宣言時には、公共交通機関の運行停止及び交通規制が実施される。警戒宣言の前段階から確実な準備体制を行うこと。

- 1) 警戒宣言発令時において、医療施設の耐震構造に応じた診療体制の確認と実施
- 2) 注意情報の発令、警戒宣言発令時に職員が取るべき行動の確認と周知徹底

3) 注意情報の発令時点から、職員及び患者等への情報の開示と伝達

- ・避難経路、避難方法、避難場所等の情報伝達
- ・施設内の被害状況の情報伝達

放射線部門に於いては、この注意情報の発令段階において、放射性同位元素（密封・非密封）を問わず、最も安全である手段の実施が行えるよう平時より周知徹底すること。

例えばガンマカメラのレーンを、容易に外れない、転倒、移動のない構造に改造する必要がある。

5. 震災に向けた対応

5.1 施設構造物の耐震に関して

施設建物の地震に対する耐震診断を専門家に依頼することや、一般的な付帯設備の作動点検や手入れを心がけることにも注意が必要である。耐震診断については、今回、一般的な建物について、その必要があらためて指摘されているが、放射線施設そのものについては、特に古くに施工されたものに、その必要性・緊急性が高いので注意すること。

5.2 震災に伴う洪水（津波）に関して

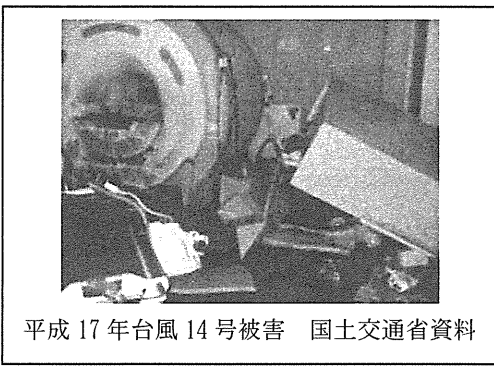
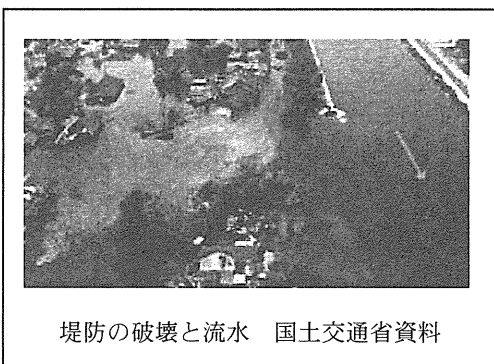
医療施設の立地条件などから地域ならびに施設の洪水に関する脆弱性を知る必要がある。国土交通省が作成したハザードマップから施設が置かれている現状を把握し震災発生直後に起こりうる洪水等（津波）の適切な対応策について考えておく必要がある。海岸から数 km 離れているから津波による洪水の心配はないと思いがちであるが、震災により近隣河川の堤防の破壊等で河川氾濫が発生する可能性がある。また、震災に伴い地下水道管の破断に伴って大量の水が流出し狭い地域ではあるが洪水と同様の被害が発生するので、震災対策と同等に洪水対策も考える必要がある。

放射線部門では、洪水により放射性同位元素が流出することも視野に入れて防災計画を立案する。

洪水等の被害として、

- 1) X線装置等の放射線発生装置の水没により  
高圧電源供給不能
- 2) 低層階（地下）にある放射線装置が水没。水没を免れたが、構造物（建物）の壁のひび割れ等からの浸水
- 3) 核医学検査室内の放射性医薬品（バイアル）が流出

放射性医薬品等の取扱に関して、廃棄物保管庫の蓋、扉等は平時より確実に閉鎖しておくことが二次災害防止に繋がる。また、壁からの流水に関しては常に壁紙等の状況を確認することも必要である。





もし、放射性医薬品等の流出・破損等により施設が汚染した場合には、放射線障害の防止に関する予防措置の概要に明記された除染作業を行うことも必要になることから、常に訓練を行うこと。

### 5.3 設備機器あるいは重量物等

- ・大型重量機器の転倒防止のための固定およびキャスター付機器の固定

大型機器（実験台、棚、ドラフト、冷蔵庫や貯蔵箱、貯蔵容器等）の地震による移動・転倒・転落等が、相当数の施設内で見られた。また、通常動かすことも困難な重量物ほど移動した例が多くみられ、驚かされた例が多い。重量のある設備機器の固定は必要である。なお、大型機器については、キャスターがついていることにより、地震発生時に床の上を自由に動き回り、結果的にその転倒がおこらなかった場合もあり、損傷が少なかった例も報告されている。ただ、一般的にはこのような「動き回り」により、重量物であることから、他の固定物品や建物本体と衝突して、互いに損傷する恐れもある。今回の地震発生時のように、無人の場合は良い面もあるかもしれないが、勤務時間帯など、室内に人がいる場合には、大型重量機器が激しく動くことは危険であるから、「固定する」ことが原則である。

医療機関では、患者の安全性を第一とする考え方に立ち、利用性や利便性を追求し過ぎないように留意する。放射線医療機器、例えばガンマカメラのレールを、容易に外れない、転倒、移動のない構造にする必要がある。

装置のアンカーボルト等による固定や、キャスターのストッパーの確認により、かなり多くの事故を防ぐことができる。操作する者の利用性を重視するため、また移動困難な患者にも検査・治療ができるように、医療機器・器具は移動式（キャスター付）の装置が多い。また、人体の計測方法が複雑化したため、コンピュータ化された装置が大型化している。これら装置は重量物のため簡単には動かないという観点から固定されていないことが多い。このため、床に置かれているとか、レールの上に乗っているだけという装置も多くある。また、保守管理、修理の為に少し移動させるなどの作業の簡便化のため固定されていない場合も多い。

ガンマナイフは現在日本に 54 台程度設置されているが、すべての装置は鉄筋に鉄板を溶接しコンクリートで固定し、アンカーボルトでその鉄板に本体を固定してある。それにもかかわらず、今回の東日本大地震ではボルトが破損し 5 cm 移動した報告がある。

X線装置や自動現像機の転倒、落下、移動による人身事故の防止にも注意が必要である。また、病院の救急業務に支障が生じないためにも、これらの装置の損傷は最小限にすることも重要である。

## 6. 医療機関のマンパワー確保と支援委嘱状

震災発生が勤務時間内である場合には、人的確保はスムーズとは行かないまでもそれなりに対応が行えるはずであるが、医療施設自体の被害状況によっては難しい場合もある。また、時間外での震災発生にあっては想像するまでもなく大変な状況となる。

マンパワー確保については、人道的観点から自発的に支援・援助協力が行われるものであるが、被災地医療機関にとって負担とならないかが大きな課題である。これら支援・援助協力等について

は、全て受入施設側に責任が発生するということから、援助・支援要請を躊躇してしまう場合もあり、医療活動の遅れに繋がることも心配される。このような社会的仕組みを大幅に見直す必要がある時期ではないだろうか。

震災発生時の対応として、災害の拠点となる医療施設が近隣の医師・看護師・診療放射線技師等々にあらかじめ“支援委嘱状”を配布し、震災発生時には自発的に参集を促すことにより医療スタッフを確保し、迅速な医療活動を行うというような策も考えるべきである。“支援委嘱状”については地域保健所による認定された人への公布ということで、政府責任下での援助・支援行動として行うべきである。

## 7. 震災発生時のシナリオ

震災発生時の放射線各部門の初動について記述した報告は過去に幾つかあるものの、詳細については各施設の取組もあり、明確なものは示されていない。ここでは過去の震災事例から初動シナリオとして、人員が確保できる日勤時と、人員確保が困難な勤務時間外（時間外：夜間時・休祭日時等）について記述したので、机上訓練に使って欲しい。

### 7.1 放射線部門（日勤時：地震発生 10:00 想定）

シナリオ1を作成した。

シナリオ1の経時的な推移を表で示す。

時間軸	診療部	治療部門	核医学部門
地震発生 10:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな揺れによって立っていることができない。</li> <li>患者の安全を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな揺れによって立っていることができない。</li> <li>患者の安全を確保</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな揺れによって立っていることができない。</li> <li>患者の安全を確保</li> </ul>
	（検査中、患者の傍にいる） 対応：患者転倒、撮影台からの落下防止に配慮すること。患者上部にある天井走行の状況に注意すること。 CT・MRI 検査施行の場合も同様に患者の安全確保に努めること。	（治療中、患者の傍にいる） 対応：患者の治療寝台からの落下防止に配慮すること。速やかに治療寝台を引き戻し下降させること。患者の安全確保に努めること。	（検査中、患者の傍にいる） 対応：患者の検査寝台からの落下防止に配慮すること。速やかに検査寝台をガントリ内から引き戻し下降させること。患者の安全確保に努めること。
	（操作室にいる場合） 対応：撮影等を中止する。大きな揺れにより検査室内へ行くことができない事も想定される。入口扉を開け患者への声かけにより不安解消に努める。揺れが少なくなったらすぐに患者の傍へ行き安全を確保する。	（操作室にいる場合） 対応：治療を中止する。大きな揺れにより治療室内へ行くことができない事も想定される。入口扉を開け患者への声かけにより不安解消に努める。揺れが少なくなったらすぐに患者の傍へ行き安全を確保する。	（操作室にいる場合） 対応：検査を中止する。大きな揺れにより検査室内へ行くことができない事も想定される。入口扉を開け患者への声かけにより不安解消に努める。揺れが少なくなったらすぐに患者の傍へ行き安全を確保する。
	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生時より壁・天井からの落下物がある。机や棚の上のものがほとんど落下しさらに崩れる危険がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生時より壁・天井からの落下物がある。机や棚の上のものがほとんど落下しさらに崩れる危険がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生時より壁・天井からの落下物があり、薬品棚からの薬品及び机上のものがほとんど落下しさらに崩れる危険がある。</li> </ul>

	・検査室内の照明が消えるが、地震の程度は不明。直ぐに非常灯が点灯する。	・治療室内の照明が消えるが、地震の程度は不明。直ぐに非常灯が点灯する。	・検査室内の照明が消えるが、地震の程度は不明。直ぐに非常灯が点灯する。
発生直後 (2分後) 10:02	・検査室入口確保 停電発生時マニュアル：例・検査室内は薄暗い状態、患者避難に対して十分な注意が必要。対処方法を事前に検討しておくこと。	・治療室入口確保 停電発生時マニュアル：例・治療室内は暗所、インターホンは不通となる。入口扉は電動であるので手動開閉となる。治療寝台は高所でロックされたままになる。対処方法を事前に検討しておくこと。	・検査室入口確保 停電発生時マニュアル：例・検査室内は薄暗い状態、各検査薬品棚からは薬品、検査装置付属品が落下等の可能性があるため、患者避難時に対し事前に検討しておくこと。
	火災発生時マニュアル：マニュアルに従った対応を検討しておくこと。	火災発生時マニュアル：マニュアルに従った対応を検討しておくこと。	火災発生時マニュアル：マニュアルに従った対応を検討しておくこと。
	◎揺れが収まって、余震に注意すること。		
	・院内電話・院内 PHS は通じるが、院外通信が不通。		
	・院内エレベータ、エスカレータの停止。		
	・放射線部門責任者へ現状連絡。	・放射線部門責任者へ現状連絡。	・放射線部門責任者へ現状連絡。
・放射線部門責任者より災害対策本部への通信開始。			
発生後 (5分後) 10:05	・患者の安全を再確認、避難場所へ誘導する。 ・院内指定避難場所への経路の安全確認。 ・検査部門の患者数及び氏名の確認。 ・全ての検査装置の電源 OFF。余震に備え安定位置に待避・固定。 ・放射線部門被害状況の確認。 ★災害時稼働装置の状況確認・点検。	・患者の安全を再確認、避難場所へ誘導する。 ・院内指定避難場所への経路の安全確認。 ・治療部門の患者数及び氏名の確認。 ・放射線部門被害状況の確認。 ・全ての治療装置の電源 OFF。余震に備え安定位置に待避・固定。	・患者の安全を再確認、避難場所へ誘導する。 ・院内指定避難場所への経路の安全確認。 ・放射線部門被害状況の確認。 ・核医学検査部門の患者数及び氏名の確認。 ・全ての検査装置の電源 OFF。余震に備え安定位置に待避・固定。 ・核医学検査室入口入室禁止処置実施。
	(外来患者) 患者の容態別マニュアルを作成しておくこと。 独歩患者： 補助歩行患者： 車椅子患者： 酸素患者：	(外来患者) 患者の容態別マニュアルを作成しておくこと。 独歩患者： 補助歩行患者： 車椅子患者： 酸素患者：	(外来患者) 患者の容態別マニュアルを作成しておくこと。 独歩患者： 補助歩行患者： 車椅子患者： 酸素患者：
	(入院患者) エレベータ停止状態での病室への帰棟手段の検討。 酸素患者： 点滴患者： 車椅子患者 ストレッチャー患者：	(入院患者) エレベータ停止状態での病室への帰棟手段の検討。 酸素患者： 点滴患者： 車椅子患者 ストレッチャー患者：	(入院患者) エレベータ停止状態での病室への帰棟手段の検討。 酸素患者： 点滴患者： 車椅子患者 ストレッチャー患者：

	<ul style="list-style-type: none"> <li>放射線部門責任者より災害対策本部への被害状況の報告。 (各職場より部門責任者集合による、対策の検討・指示)</li> <li>災害医療活動開始とその方針の確認。</li> <li>緊急救護所の設営及び職員の配置実施。</li> </ul> ☆所轄の警察・消防署・保健所へ被害状況・災害医療救護関連の連絡。		
発生後 (10分後) 10:10	《余震に対する注意を怠らないこと。》 <ul style="list-style-type: none"> <li>現在、放射線部門に待避している患者数(氏名)を対策本部へ連絡。</li> <li>重篤患者への対応と病室への帰棟方法の検討、確保。</li> <li>外来患者の院内避難場所への誘導。</li> <li>入院患者の帰棟及び誘導。</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>災害時稼働装置の点検及び非常用電源供給状況の確認・報告。</li> <li>サーベイメータの確保。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>サーベイメータの確保。</li> <li>放射線照射室の線源の安全性の確認・報告。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>全てのサーベイメータの確保。</li> <li>各室内の放射能汚染状況の確認と報告。(余震発生が予測されるので、汚染箇所は区画しておくこと。)</li> </ul>
発生後 (25分後) 10:25	<ul style="list-style-type: none"> <li>院内災害医療活動にスタッフ全員参加。</li> </ul> -----災害医療活動開始-----		

## 7.2 放射線部門 (時間外：夜間時・休祭日時)

シナリオ2を作成した。

シナリオ2の経時的な推移を表で示す。

時間軸	診療部	治療部門	核医学部門
地震発生 19:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>大きな揺れによって立っていることができない。</li> <li>患者の安全を確保</li> </ul>		
	(検査中、患者の傍にいる) 対応：患者転倒、撮影台からの落下防止に配慮すること。患者上部にある天井走行の状況に注意すること。CT・MRI 検査施行の場合も同様に患者の安全確保に努めること。		
	(操作室にいる場合) 対応：撮影等を中止する。大きな揺れにより検査室内へ行くことができない事も想定される。入口扉を開け患者への声かけにより不安解消に努める。揺れが少なくなったらすぐに患者の傍へ行き安全を確保する。		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>発生時より壁・天井からの落下物がある。机や棚の上のものがほとんど落下しさらに崩れる危険がある。</li> <li>検査室内の照明が消えるが、程度は不明。直ぐに非常灯が点灯する。</li> </ul>		
発生直後 (2分後) 19:02	<ul style="list-style-type: none"> <li>検査室入口確保</li> </ul>		
	停電発生時マニュアル：例・検査室内は薄暗い状態、患者避難に対して十分な注意が必要。対処方法を事前に検討しておくこと。		
	火災発生時マニュアル： マニュアルに従った対応を検討しておくこと。		

<p>◎揺れが収まっても、余震に注意すること。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・院内電話・院内 PHS は通じるが、院外通信が不通。</li> <li>・災害発生時のマニュアルに従い連絡。(院外通信可能な場合)</li> </ul> <p>【自宅職員に関しては、災害マニュアル(震度によって自動的、緊急招集)に従い自主的に病院へ向かう。緊急招集】</p> <p>5～10分以内で駆けつける職員数：〇〇人、10～30分以内で駆けつける職員数：〇〇人 30～60分以内で駆けつける職員数：〇〇人、60分以上かかる職員数：〇〇人</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・院内エレベータ、エスカレータの停止。</li> <li>・緊急招集により病院に到着した人員中より災害マニュアルによりリーダー決定。</li> <li>・現状確認。</li> <li>・患者避難の必要性の確認。</li> <li>・放射線部門リーダーより災害対策本部への通信開始。</li> </ul>
<p>発生後 (5分後) 19:05</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・患者の安全を再確認、避難場所へ誘導。</li> <li>・院内指定避難場所への経路の安全確認。</li> <li>・検査部門の患者数及び氏名の確認。</li> <li>・全ての検査装置の電源 OFF。余震に備え安定位置に待避・固定。</li> <li>・放射線部門被害状況の確認、安全確保。</li> <li>★災害時稼働装置の状況確認・点検。</li> </ul>
	<p>(外来患者)</p> <p>患者の容態別マニュアルを作成しておくこと。</p> <p>独歩患者： 補助歩行患者： 車椅子患者： 酸素患者：</p>
	<p>(入院患者)</p> <p>エレベータ停止状態での病室への帰棟手段の検討。</p> <p>酸素患者： 点滴患者： 車椅子患者 ストレッチャー患者：</p>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射線部門リーダーより災害対策本部への被害状況の報告。</li> <li>・災害医療活動開始とその方針の確認。</li> <li>・緊急救護所の設営及び職員の集合連絡と現在集合している職員の配置。</li> <li>☆所轄の警察・消防署・保健所へ被害状況・災害医療救護関連の連絡。</li> </ul>
<p>発生後 (10分後) 19:10</p>	<p>《余震に対する注意を怠らないこと。》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・現在、放射線部門に待避している患者数(氏名)を対策本部へ連絡。</li> <li>・重篤患者への対応と病室への帰棟方法の検討、安全確保。</li> <li>・外来患者の院内避難場所への誘導。</li> <li>・入院患者の帰棟及び誘導。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・災害時稼働装置の点検及び非常用電源供給状況の確認・報告。</li> <li>・サーベイメータの確保。</li> </ul>
<p>発生後 (25分後) 19:25</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・院内災害医療活動に緊急招集スタッフ全員参加。</li> <li>———災害医療活動開始———</li> </ul>

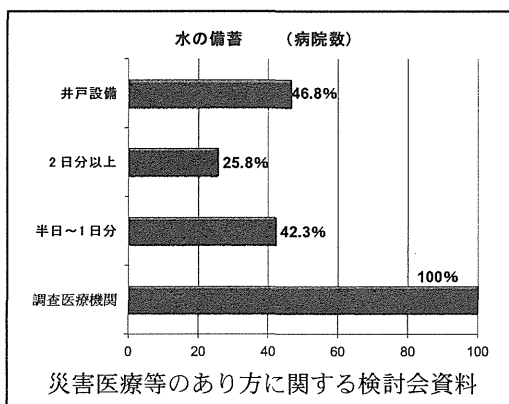
## 8. 震災発生時の保健所（放射線）担当者シナリオ

### 8.1 ライフライン及び備蓄

東日本大震災においては、多くの被災地域において断水が発生したとの報告があがっている。（概算ではあるが、累計で約 229 万戸：2011 年 10 月、“災害医療等のあり方に関する検討会”報告より）が、災害医療の最前線となる災害拠点病院にあっては、受水槽や井戸設備での対応、水道局等の水道事業所からの給水車の給水により、最低限必要な水は確保されたと言われている。しかし、受水槽、井戸設備等が損傷を受けた場合等は、最悪な状況となることを想定し今後の対策をとる必要がある。

“災害医療等のあり方に関する検討会”の平成 23 年度の調査では、489 病院から回答があり、その中、受水槽容量は半日～1 日分が 207 病院（全体の 42.3%）、2 日以上が 126 病院（全体の 25.8%）であった。井戸設備を備えている病院は 229 病院（全体の 46.8%）であった。

また、電気関連では長期間に及ぶ停電が発生した。（3月11日地震発生後、東北電力管内約466万戸、東京電力管内約405万戸。）災害拠点病院では、被災者に対する初期診療、入院患者への対応等々を実施した。これらは災害拠点病院に設置された自家発電装置の発電能力一杯での診療であったと報告されている。



食料、医薬品関連について、災害拠点病院では食料は2～3日分備蓄している。しかし、患者用であって医療スタッフの食料は自前確保と言うのが現実であった。医薬品に関しては緊急的な流通が確保されたこともあり3日分程度の備蓄で十分であったと報告されている。

### 8.2 所轄内の放射線関連の把握と関係機関との連携

医薬発第188号通知 第二（四）13 事故の場合の措置（第30条の25）に、“事故による放射線障害の発生又は放射線障害のおそれがある場合は、病院又は診療所のみならず周辺社会に与える影響が大きいことにかんがみ、ただちに病院又は診療所の所在地を所轄する保健所、警察署、消防署その他関係機関に通報すること。”と示されていることから、保健所として適切な指示をすることは義務である。所轄する区域内の放射線使用施設等の把握と事故発生時の措置・住民避難等をシミュレーションすることも重要であるとともに、保健所職員が放射線関連事故に対応するために必要な知識・技術などを得るための教育・講習なども必須である。保健所が関与する放射線関連事故では、今回発生した原子力関連事故が代表的であるが、他にも医療施設での放射線事故、所在不明放射線事故、放射性物質輸送時の事故、放射線関連のテロ等がある。このような色々な放射線事故に対応できるように平時から危機管理に関する、教育と訓練を行うべきである。

放射性同位元素等取扱事業所の許可等に関する書類（写し）は、放射性同位元素等による放射線障害の防止に関する法律第47条の規定に基づき、文部科学大臣から消防庁に連絡される。消防庁は、その書類を関係都道府県消防防災主管部長あて通知し、都道府県は市町村にその情報を伝えている。消防の事務を単独で処理する市町村の場合は、市町村部局を通じ消防機関へ通知し、

消防の事務を組合で処理する市町村や他市町村に事務委託している市町村の場合は、当該組合や受託市町村と構成市町村又は委託市町村に通知されている。これら、消防庁の対応は、「原子力施設等における消防活動対策マニュアルについて」（平成13年5月22日付け消防特第83号）に基づいており、施設の実態に関する的確な情報を把握し、施設の実状に即して、実践的な消防活動計画の作成、その計画に基づく訓練の実施、事業者との円滑な連携など、適切な対応体制の整備が図られるよう、各都道府県消防防災主管部長に対し、管内の市町村に対し改めて周知するよう伝えてられている【（消防特第71号平成14年6月7日）放射性同位元素等取扱事業所に関する情報の周知等について】。

- ・ 所轄する管内に原子力関連の施設を有しない保健所であっても、一定以上（程度）の危機管理対応能力を備えておく必要がある。
- ・ 特に所轄する管内に原子力関連の施設を有する保健所の関係職員は、以下に示す研修を毎年受講する事も必要である。
  - 1) 放射線の基礎知識
  - 2) 被ばく者等に関する保健所の対応
    - ・ 被ばく測定（サーベイメータの取扱）と測定結果の評価
    - ・ 除染とその方法（汚染されたものの処置について）
    - ・ ヨウ素剤の服用（服用基準及び適応の判定）
    - ・ 放射線被ばくに関する健康への影響（住民への説明・相談・メンタルヘルス）
  - 3) 放射線事故発生時の避難誘導のあり方
    - ・ 避難所における対応

このように、保健所の職員として住民の安全を考え、放射線に関する知識習得を行う。

### 8.3 災害シナリオ（保健所）

放射線関連を管轄する保健所スタッフにあっては、7及び8.1に記述した報告等を考慮し、医療関係機関を含む多様な関係機関（警察・消防・自衛隊・市町村役所・物流事業機関等々）との連携を確保するための調整能力に期待するものであり、平時より最悪のシナリオを想定した訓練を行うべきである。

所轄内の医療施設立入検査時には、震災等の災害時に医療機関の対応状況、訓練状況を確認し、保健所として震災発生時に迅速な指揮・活動が実施できるようにすべく、シナリオ3を作成した。

シナリオ3の経時的な推移を表で示す。

日勤時

時間軸	対 応
発生前の 事前活動	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 保健所内部の連絡体制の把握</li> <li>・ 外部への連絡体制の把握（災害時用の特別な電話）</li> <li>・ 所轄内における危険物・有害物の状況の把握。事前調査。 （医療施設内の危険物、有害物の量、場所の把握。及び危険物に対する測定器等の保有状況の確認）</li> <li>★医療機関、その他の事業所における放射性同位元素等の保有状況</li> <li>★保健所においては、放射線測定器（サーベメータ）、及び磁場測定器（ガウスメータ）、温度探知装置、ガス検出器等は最低保有しておくこ</li> </ul>

	<p>とが必要と思われる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○震災による放射性同位元素等による汚染発生、及び除染に関する対応策の検討（二次災害に対する対策）</li> <li>○警察、消防との連携</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・所轄医療施設の安全対策・耐震性の把握。事前調査。</li> <li>・所轄医療施設の立地状況の把握。事前調査。</li> <li>・被害状況レベル、備蓄医薬品等医療器材の確保手段の把握。</li> <li>・各医療機関における、医療職員の参集可能状況の確認と緊急医療活動実施可能施設の把握。事前調査。</li> <li>・所轄医療機関との災害時連絡体制の確認と確保。事前訓練。</li> <li>・救護所設営可能医療機関の事前把握。事前調査。</li> <li>・住民避難所の確保と把握。事前調査。</li> <li>・救護所・避難所における感染症防止策の検討。</li> <li>・ライフライン中断時の対応策の事前検討と対策。事前調査。 （衛生活動及び飲料水等の震災時の確保状況の確認）</li> <li>・二次災害防止に向けた避難経路と避難場所の確認と対策。事前調査。</li> </ul> <p>◎消防機関、警察機関、自衛隊関連、厚労省との連絡体制に関する確認。 最も重要な事項である、各関係機関との連携無くして災害救助活動は困難である。平時より連携強化に向けた全機関との関係作りが必要である。</p>
地震発生 14:00	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大きな揺れによって立っていることができない。</li> <li>・自身の身を守る。来所している検診者の安全確保。</li> <li>・落下物、転倒物、移動物に注意する。</li> </ul> <p>◎揺れが収まっても、余震に注意すること。</p>
発生直後 (2分後) 14:02	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所内の被害状況の確認。</li> <li>・所轄内の被害状況の把握。</li> <li>・来所者の避難誘導。</li> </ul> <p>災害マニュアルに従った、各部署の点検、報告、職員の配置。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・防災用具の配布、所内被害状況の確認。</li> <li>・所内に住民がいる場合は、住民の安全確保と避難誘導。</li> </ul>
発生後 (5分後) 14:05	<p>《通信網に被害がない場合》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・外部への連絡体制の確認。</li> <li>・所轄内における危険物・有害物の被害状況等の情報収集。 (医療施設内の危険物、有害物の被害状況の確認)</li> </ul> <p>◎医療施設内にある、薬物（毒物、劇物）、放射性医薬品、放射性同位元素、有害ガス関連の情報収集に努めること。薬物（毒物、劇物）等の流出が疑われる場合、立入禁止措置の発令と同時に、消防等の劇物・毒物等処理班へ連絡。放射性物質に関しても同様の対応を行う。</p> <p>◎危険物には、高圧使用室（X線装置関連）及び、高磁場発生室（MRI）関係があげられる。MRI装置にあっては建物が破壊された場合など、装置本体がむき出しになるため、非常に危険な状況となる。 更に磁場による危険性だけでなく、クエンチによる危険性も含んでいるので、所轄する医療機関内のMRI装置保有施設の被害状況を確認することについては早急に行うべき情報収集である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・所轄医療施設の被害状況の情報収集 建屋の損傷、ライフラインの損傷、医療装置の損傷、医療器材の被害状況を確認し、医療活動に支障がないか判断する。 ・・・患者を他院へ転送、又は他院からの受入、救護所等の設営可能状況の把握等により災害医療が可能か、不可能か・・・</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>・被害状況レベル、備蓄医薬品等医療器材の損傷状況の確認。</li> <li>・各医療機関における、医療職員の参集可能状況の確認と緊急医療活動実施可能施設の情報確認と実施状況の把握。</li> </ul> <p>《通信網に甚大な被害がある場合》 上記情報収集に関して、マンパワーでの対応になるかは、所内で決定しておくことも重要である。</p> <p>《救護と避難誘導》</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・救護所設営可能医療機関の情報収集と収容可能人数の確認。</li> <li>・住民避難所の安全確保と収容可能人数の確認。 (避難所のライフライン確保状況の把握)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>・救護所・避難所における感染症防止策の検討。</li> <li>・二次災害防止に向けた避難経路と避難場所の確認と対策。事前調査。</li> </ul>
発生後 (25分後) 14:25	<ul style="list-style-type: none"> <li>・所轄する地域住民へ避難所の案内。</li> <li>・救護所の案内。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・避難所、救護所の衛生管理に関する指導職員の配置。</li> <li>・二次災害への対応。</li> </ul>

上記シナリオは、ほんの一部である。時々刻々と変化する震災(災害)被害状況に対応すべく、保健所においては、上記シナリオ以外にも多くの業務を行わなくてはならないと考える。地域住民の安全確保、避難所、食料の配給、感染症の防止、危険物の除去、住民各人の消息調査と掲示、震災後の地域巡回、等々多くの業務が発生するので、平時より計画をしておくことが重要である。

## 9. 施設設備の予防対策

### 9.1 建物、ならびに付帯設備等

#### ア) 給水用タンクの複数設置とその分散配置

地震・火災の発生時には、防火用、除染用など、水の確保はきわめて重要である。給水用タンク複数設置とその分散配置を考慮することが望ましい。給水が止まることにより、医療施設では、人命にかかわる場合もあり、給水用タンクを複数個分散設置することは、各施設とも今後真剣に検討し、計画する必要がある。施設周辺の給水管等に損傷がなかったにもかかわらず、数日以上断水したため、その間、日常活動が全くできなかった施設も多い。

#### イ) 放射線施設の高層階設置

近年医療施設も高層建築の増加に伴い、RI 使用施設が高層階に設置されるようになった。地震に対して高層建築の損傷は避けられても、建物内部の設備に加わる地震エネルギーは高層階ほど大きくなる。非密封 RI 使用施設では、排水貯留槽の設置場所によって RI 排水配管は長い距離となり、加わる震動動の大きさも無視できず、配管の破断等のおそれも増加し、汚染が発生する恐れもある。もっとも、この場合の汚染により受ける線量は一時的なものであり限定的である。高層階に放射線施設を設置することには利点もあるので、各施設の事情に合わせて検討することになるだろう。

#### ウ) 放射線施設の地下設置

地下に放射線部門を設置した場合には、洪水の他に、地震後の湧き水の増加への対応が必要となることがあるかもしれない。放射線管理区域からの排水を特別な排水設備を経由して外に出している場合には、災害後のドレイン水の増加への対応が必要になることがあるかもしれない。また、病院地下に核医学部門や RI 排水の貯留槽や希釈槽を設けている場合には、洪水での汚染拡大が懸念される。調べた範囲では、公式には、洪水にともなう事例報告は確認できなかったが、大雨により RI 貯留槽からの排水のあふれは過去に事例があった。少量のあふれであれば、排水設備外側の溝や傾斜で拡大が阻止されるが、その防止能力には限界がある。その外側に汚染が拡大した場合の周辺住民等へのインパクトは、排水設備内に存在していた放射性核種の数量から見積もることができる。東日本大震災では広範囲な津波被害に見舞われたが、核医学施設を有する医療機関で津波被害を受けたものはなく、津波による放射性医薬品の散逸は報告されていない。

もっとも、環境への放射性物質の放出の観点からは、放射線管理区域の排水設備を介するものよりも患者の排泄を通じた公共下水への直接排出の方が、インパクトが大きい現状にある。例えば、東京電力福島第一原子力発電所事故後に岩手県奥州市では下水汚泥中の I-131 の濃度が 3kBq/kg 程度に達したことがある。汚泥中の濃度は環境への排出量と汚泥量などから推計できるが、管内人口が小さい小規模の施設では、検出時の値が高くなると考えられる。岩手県奥州市の事例で考えると、人口規模から、汚泥の量が一日 10t であるとし、患者さんへの I-131 の投与量が 1.1GBq だとすると、そのうち 1%の下水移行で  $10\text{MBq}/10\text{t}=1\text{kBq}/\text{kg}$  の濃度となり得る。都会では、これより低い濃度でコンスタントに検出され、食べ残しやオムツなどを介すると清掃工場でも医療由来と考えられる放射性核種が検出されることがある。放射性ヨウ素の使用量は年々増加しており、年間 13TBq 程度に達しているので、濃縮係数の高い海藻でも以前よりも検出されやすくなっていると考えられる。医療系核種のうち、Tl-201 と Tl-202 が検出された場合には、一定の仮定を置くことで患者への投与時刻から検出されるまでの経過時間が推定できる。

#### エ) 排気設備の破損

災害時には排気設備が損傷することも考えられる。医療機関で使われる非密封 RI は、通常、飛散率が高くなく、比較的大量に使われる放射性ヨウ素でも治療病室内の空气中濃度は、東電福島原発事故時に関東地方の到達したプルームによる最大濃度程度にとどまっている。

ガス状の放射性物質としては、肺換気シンチなどでのサブマージョン核種が医療機関で使われている。サブマージョン核種として Kr-81m を用いた検査時に災害などで排気設備が故障した場合の放射線安全評価例を示す。

##### 【計算条件】

排気設備の故障時の Kr-81m の親核種である Rb-81 の量：185MBq

ジェネレータから Kr-81m の取り出し割合：62%

排気設備の故障時間：1時間

この間、核医学検査室の隣の救急救命部のスタッフが曝露  
救急救命部を合わせた空間の広さは、 $10\text{m} \times 20\text{m} \times 4\text{m} = 800\text{m}^3$   
Kr-81m は瞬時にこの空間に拡散 (=安全側評価)

【空气中濃度計算】

親核種 (Rb-81) に比べて半減期が短い子孫核種 (Kr-81m) の放射能の量は親核種と等しくなる。

このため、185MBq の Rb-81 があれば、Kr-81m の量も 185MBq

Kr-81m は半減期 13 秒で減衰するが、減衰した分が Rb-81 の壊変により生成される。

60 分間に Rb-81 は、半減期 4.6 時間で減衰する (=1 時間後に 159MBq になる)。

それに伴い存在する Kr-81m も 159MBq になる。

ジェネレータから取り出し割合は 62% であることから、60 分間の検査でジェネレータから放出される Kr-81m の平均存在数量は、107MBq となる。

$$185[\text{MBq}] \times \left( \int_0^{60} e^{-\lambda t} dt \right) \times 0.62 \div 60$$

ここで Rb-81 の崩壊定数は  $\ln(2) / (T_{1/2}) = 2.5\text{E-}03 \text{ min}^{-1}$

この数量が時間 0 分で室内に拡散したとすると、その数量を [室内の容積  $\times$  1 時間の換気回数 (故障のため 1 時間は換気がされなかったと想定)] で割ると、1 時間の平均室内濃度として  $0.133 \text{ Bq/cm}^3$  が得られる。

Kr-81m の空气中濃度限度は医療法施行規則 別表第 3 第 2 欄より  $1\text{Bq/cm}^3$  であることから、この想定では、室内は Kr-81m の空气中濃度限度以下であると考えられる。

また、1 時間後の生成 Kr-81 の量は  $0.2\text{mBq}$  と考えられる。

【考察】

サブマージョン核種を扱う場合であっても、排気設備の損傷がもたらす放射線防護上のダメージは限定的であると推測される。最もクリティカルであるのは、医薬品製造部署での配管の損傷であろう。過去には、配管からのリークにより排気中濃度限度を超える排出がなされたと考えられる事例が複数ある。いずれにしても、このように災害時の機器損傷を考慮した放射線事前安全評価を行っておくと、災害時のリスクが推計でき、災害時対応の優先度の検討に役立つと考えられる。

この課題は、廃棄設備でどこまで災害を想定した対応をしておくかということと共通する。例えば、核医学施設で用いた使用済み排気フィルタは、廃棄を委託するまでの間、梱包箱に詰めて保管廃棄されている。排気フィルタの保管廃棄容器を耐火性にして保管廃棄している例はなく、梱包箱は耐火性ではないため、保管廃棄室に火の手が迫ると延焼する可能性が考えられる。このような場合でも、火災時の影響に関して、あらかじめ、消防関係者に理解を得ておくのがよいのではないかと思われる。

(医療法施行規則 第30条の14の3より抜粋)

ハ 耐火性の構造で、かつ、前項第四号に掲げる要件を満たす保管廃棄容器を備えること。ただし、放射性同位元素によって汚染された物が大型機械等であってこれを容器に封入することが著しく困難な場合において、汚染の広がりを防止するための特別の措置を講ずるときは、この限りでない。

## 9.2 電子機器類等

### ア) コンピュータ機器の固定

パソコン等の電子機器は固定しておかないと転落・転倒により機能しなくなることが考えられる。転落等により見かけが健全であっても、「地震後途中で動かなくなった」との事例もあった。現在はコンピュータを内蔵した多くの医療機器が使われているが、衝撃に弱いものと考え、床、壁、台上に固定する必要がある。

#### ・管理・診療記録のバックアップと多重保管

イ) 危険物管理などを含め、放射性同位元素や放射性廃棄物に関しては、各種記録・記帳があるから、それらと現物の照合が必要である。地震後にもすべての施設において点検を実施することになるが、管理記録の照合可能を確保するため、常に記録類の二重・三重の保管管理ができる仕組みづくりが課題である。診療検査記録についても同様である。

このうち、比較的数量が大きい線源は、セキュリティ対策の観点から、施設外のサーバで受け入れや払出の記録が保持される環境が既に実現している。電子化を活用するという観点では、二次医療圏内の他の医療機関と連携し、災害拠点病院となる施設が二次医療圏内の患者カルテの一括電子保管・管理用サーバを設置する。また、その更なるバックアップとして地域保健所にもサーバを設置し保管・管理することで震災（災害）時にも患者の診療を継続できるようにする構想が考えられているが、そこに放射線管理情報も連動させることも考えられよう。

## 10. 通報・緊急連絡体制

通報・緊急連絡体制は、それぞれの医療機関において確立していると考えられるが、とくに休日夜間の体制の見直しと改善を図り、確実に機能するよう計画を明確にしておく必要がある。

通報・緊急連絡体制は、勤務時間外（休日・夜間等）と勤務時間中とで全く異なる。たとえば、勤務時間外の場合は、医療スタッフも少ないことから、患者の安全確保だけで手一杯の状況と考え、各職場の細部にいたる被害状況の把握を行うことは不可能であり、それを通報連絡すべき相手、通報連絡の内容など限られたものとなる。詳細にわたる状況把握等の通報は、医療施設外にいる（休暇中等の）スタッフが、職場へ参集したのち、各職場の被害状況を正確に把握し報告となる。また、勤務時間中では、外来等の患者も多く来院しているので、多くのスタッフは患者の安全確保が最優先となる。更に避難経路、避難先等の指示と実際の誘導などが必要になる場合が多く、様々な点で時間外での対応とは異なる。

緊急招集連絡等において、「誰が」「誰に（またはどの部署に）」連絡をするか、連絡の内容が的確か、様々な場面を想定し綿密に話し合う必要がある。緊急招集連絡体制は、二重・三重に連絡網を考慮しておくことが必要である。災害時緊急参集計画などに従い、一定の災害レベルに対し緊急