

厚生労働科学研究費補助金 地域医療基盤開発推進研究事業
「医療放射線防護に関する研究」(H24-医療-一般-017) (研究代表者：細野眞)

平成 24 年度 分担研究報告書
「災害等による事故の場合の措置や事故防止に関する検討」
震災発生時の医療機関の対応について (震災時の放射線部門の事業継続計画策定のために)

研究分担者 山口 一郎 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官

研究協力者

小高 喜久雄	公益財団法人原子力安全技術センター
佐藤 幸光	純真学園大学保健医療学部放射線技術科学科
奥山 康男	駒澤大学大学院医療健康科学研究科
平出 博一	一般社団法人日本画像医療システム工業会 (J I R A)

研究要旨

【目的】

医療機関の放射線部門の特性に配慮した災害時対応として、放射線障害の防止も念頭に置いた災害に備えた訓練の質の向上策と、災害後に医療機関として最低限の放射線診療が提供できるように可能な範囲で準備する方策を明らかにすることを目的とする。

【方法】

阪神・淡路大震災、新潟県中越地震、東日本大震災に関する報告書などに基づく、医療機関の放射線部門を対象とした、災害時対応訓練シナリオを作成する。また、災害時に放射線診療が継続できるような対策を検討する。

【結果及び考察】

医療機関では、特性や期待される機能を考慮した震災に向けた対応が求められる。その中でも放射線部では、その特殊性に配慮した備えが必要であり、災害時に脅威となり得る線源や機器に関する備えを重点的に行うことが求められる。また、放射線遮へいの構造が、災害時に患者やスタッフを閉じ込める要因になることを認識すべきである。排気設備故障時の線量推計例からは、少なくとも一回のエピソードで、医薬品製造部署でなければ、災害時の空調の故障は、核医学施設では深刻な影響はもたらさないものと考えられた。

【結論】

放射線部での災害対応のこれまでの取り組みを踏まえて、医療機関の放射線部の特性や期待される機能を考慮した災害時対応訓練シナリオを作成した。また、災害時に放射線診療を継続することを旨とした対策法を提示した。

目次

訓練シナリオ集	4
医療機関向けの震災シナリオ No1（日勤時）	4
医療機関向けの震災シナリオ No2（時間外：夜間時・休祭日時）	4
保健所向け震災シナリオ No3（保健所）	5
A. 目的	6
B. 方法	6
C & D. 結果及び考察	6
1. 医療提供施設（病院・診療所）の中の放射線部門	6
2. 放射線施設(医療施設)の震災対策のポイント	7
2.1 医療施設の震災対策	7
2.2 患者搬送等に使用するエレベータ機能と地震	8
2.3 高圧ガス等の配管と地震	9
2.4 建築構造及び付帯構造と震災発生時の対応（患者の安全）	10
2.5 災害時の診療継続のための電源確保対策	12
3. 阪神大震災、東日本大震災における被害状況から	12
3.1 震災地域に位置する医療施設を中心に放射線施設の特徴的な被害状況について	12
3.2 医療機関としての平時の対応及び医療法立入検査時の検査員の立場	15
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	23
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	25
4.1 医療スタッフの確保	25
4.2 患者の安全と状況把握	25
4.3 情報連絡体制（被災者用を含む）	25
4.4 警戒宣言と訓練	25
5. 震災に向けた対応	26
5.1 施設構造物の耐震に関して	26
5.2 震災に伴う洪水（津波）に関して	26
5.3 設備機器あるいは重量物等	27
6. 医療機関のマンパワー確保と支援委嘱状	27
7. 震災発生時のシナリオ	28
7.1 放射線部門（日勤時：地震発生 10:00 想定）	28
7.2 放射線部門（時間外：夜間時・休祭日時）	30
8. 震災発生時の保健所（放射線）担当者シナリオ	32
8.1 ライフライン及び備蓄	32

8.2	所轄内の放射線関連の把握と関係機関との連携	32
8.3	災害シナリオ（保健所）	33
9.	施設設備の予防対策	35
9.1	建物、ならびに付帯設備等	35
9.2	電子機器類等	38
10.	通報・緊急連絡体制	38
11.	施設点検体制	39
E.	結論	39
	参考資料	40

訓練シナリオ集

医療機関向けの震災シナリオ No1（日勤時）

冬の平日の午前 10:00 頃、〇〇市中心域を震源とするマグニチュード 7.5 規模の地震が発生した。同時刻は、勤務時間中であり医療施設内には外来患者、入院患者が多く受診していた。〇〇市地域の幹線道路、鉄道網等の交通機関は機能を停止し、人があふれ始めていた。震度 4～5 程度の余震は頻繁に発生していた。

報道関係からは、〇〇市地域は広範囲にわたり家屋が倒壊し、各道路は寸断されている。また、高速道路の高架橋は落下している。現在の所、火災発生は数件のみである。震度 6 以上の地域は、▽地域から■地域にまでにおよぶ広範囲で観測されていた。▽川の河川敷、堤防は震源に近いため数カ所でひび割れや破壊が発生し洪水の危険性があると言われていた。

医療施設内の固定していない事務戸棚等は転倒し書類が散乱、天井から釣り下げた案内板は落下した。有感地震はすでに 100 回以上を数えた。

通信網については、携帯電話不通、NTT 回線電話不通で外部への通常連絡は不能となった。

医療機関向けの震災シナリオ No2（時間外：夜間時・休祭日時）

秋も深まる 10 月下旬（金曜日）の午後 7:00 頃、◎◎地区と▽地区を震源とする震度 7.8 規模の複合地震が発生した。医療機関に勤務する職員（日勤職員）の殆どは帰宅し自宅に着いた頃であった。木造住宅の多くは倒壊、ビルにあっては、窓ガラスの多くが割れて道路に落下し、帰宅途中と思われる多くの人が怪我をした。

免震構造であった医療機関は、外観上の損傷は少ないが、内部では大きな横揺れからキャスターロックをしていない医療機器及びコピー機等の事務用具は暴走し壁に激突、又は何度もの暴走により部屋の扉を破壊し、扉開閉ができなくなった。廊下に置かれた待合用の椅子は全てが移動し、廊下を塞いでいた。避難経路の確保が行えない状況であった。

◎◎鉄道、◎◎地下鉄等の鉄道網は鉄橋落下、幹線道路は道路に隣接したビルの倒壊により数カ所で寸断され、救急車、消防車、警察車両等の緊急車両の通行を妨げていた。

通信網については、携帯電話不通、NTT 回線電話不通で外部への通常連絡は不能となった。

震災発生直後◎◎地区と▽地区は停電となった。院内エレベータは緊急停止。緊急自家発電機能が作動した。

保健所向け震災シナリオ No3（保健所）

春の平日の午後 2:00 頃、◇市中心域を震源とするマグニチュード 7.0 規模の地震が発生した。同時刻は、勤務時間中であり保健所内では検診の妊婦が数十人来所していた。◇市地域の主要道路、主要鉄道等の交通機関は機能を停止し人があふれ始めていた。

報道関係からは、◇市地域は広範囲にわたり家屋が半壊、倒壊し各道路は寸断されている。また、高速道路上では車の追突事故により火災が発生していた。震度 6 以上の地域は、◇地域から◎地域にまでにおよぶ扇状の範囲で観測されていた。◇湾の防波堤が数カ所で倒壊し津波に対する危険性が報道されていた。

保健所は、10 階建耐震構造であることから倒壊は免れたが、所内は書類が散乱していた。

通信網については、携帯電話不通、NTT 回線電話不通で外部への通常連絡は不能となった。

A. 目的

2011年3月11日、東日本大震災において岩手、宮城、福島3県を中心に多くの医療機関が被災し医療活動に支障を来す事態が発生した。今後、首都直下型地震、東海・東南海・南海地震と今までに想像しえなかった大型の地震が発生する可能性が指摘されている。震災発生時に医療機関が機能停止に陥らないためには、震災時に何が起きるのかを知って、医療提供機関として、どこまで施設内部の被害を軽減できるかを考える必要がある。阪神淡路大震災以後の震災状況を調査・検討し、医療機関内の放射線施設での震災への備え、震災直後の初動のあり方について報告するとともに、医療機関の放射線部門の特性に配慮した初動訓練の参考となるよう纏める。

B. 方法

2011年3月11日に発生した東日本大震災での報告『東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について、内閣府緊急対策本部』等、及び日本国内で発生した震災に関する報告『阪神・淡路大震災について（確定報）2006年5月19日消防庁より』『新潟県中越地震（確定報）2009年10月21日消防庁より』『東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第7回会合』『災害医療等のあり方に関する検討会報告、平成23年厚生労働省』『災害時エックス線撮影装置の安全な使用に関するガイドライン、災害時X線安全使用ガイドライン作成WG、社団法人日本画像医療システム工業会』等々多くの報告書から医療機関が行うべき初動について検討し、今後発生すると言われている震災に対し想定外を想定内にするための訓練シナリオを提案する。

C & D. 結果及び考察

1. 医療提供施設（病院・診療所）の中の放射線部門

医療提供施設の中での放射線施設にあって震災発生時のスタッフの初動に関しては、一般企業の放射線施設とは大きく異なった対策がとられる。理由として以下に幾つかをあげてみた。

第1に、放射線を照射（投与）する対象物は物体（試料）ではなく、患者（人体）である。その患者の多くは疾病を抱えており自力では移動不可能な方も多く、また放射線部門へ検査のために来院する患者は検査が初めてで案内掲示を見ながら移動するという状況下であることから、避難経路の把握などできる状態ではない。健康人が自分から望んで旅行・観光などに出かけホテル・旅館に宿泊するのは全く条件が異なる。医療提供施設が抱えているのはこのような状況下であることから、震災（災害）発生時のスタッフの初動が患者の生命に大きく左右することを知っておくことも重要である。

さらに、入院中の患者（外来の患者）の中には車椅子、ストレッチャー等にて検査・治療のため放射線部門に搬送される方も多く、震災発生時の避難誘導等をどうすべきか、医療スタッフの初動について検討をすることが必須である。震災発生時、発生直後は患者搬送に最も重要なエレベーターが使用できなくなる。よって、点滴、酸素等を使用中の患者に対して放射線部門ではどのように対

応するかによって、震災発生時に無事であった患者でも、容態急変が起こる可能性がある。

第2に、医療提供機関の建物構造により震災発生時の初動が異なる。今までは多くの医療提供施設は地震動があっても壊れない頑強な構造体（耐震構造）を要求されていたが、最近では、地震動を構造物内部に伝えないような免震機能をもつ構造体が主流となりつつあり、医療施設も免震構造体を採用する施設が多くなっている。この免震構造も地震動の全ての振動には対応できなく、構造物が置かれた地盤により起こりうる長周期地震動に対しては、想像を上回るゆっくりとした大きな揺れが長時間にわたり建物内部に影響をおよぼすことが明らかになっている。

自施設が耐震構造であるか免震構造であるかによって震災対応の初動が左右されることから、一般的な初動訓練を行うのではなく、自施設に最適な初動訓練を行うことが重要である。

第3に、特殊検査（治療）中の震災発生に対して、どのような初動をするかによって患者の生命に大きな影響がある。一般的な検査（胸部撮影等）では、患者転倒、機器との接触等による複合事故を防ぎ患者の安全を確保することが第一優先として初動をする。

特殊検査（治療）として心臓血管造影治療では、カテーテルが心臓血管にある状況で震災することから初動は様々な展開を要する。さらに放射線治療実施時（照射中）の震災では、治療室内には患者一人であり、地震動発生時に入口の重量扉が停電又は変形により開かなくなる可能性も考慮した初動を行わなければならない。

第4に、放射線部門に設置された大型機器類（CT・MRI・PET・加速装置等）は、装置自体にかなりの重量がある。これら大型機器類は地震動による移動・転倒を考慮して設置されているとは限らない。検査（治療）中は患者が装置ガントリ内、又は装置の直下にいることから患者の安全をどのように確保するかが初動の最重要課題である。

第5に、放射線核医学部門及び放射線治療部門にあっては放射性同位元素を体内に投与（挿入）し検査（治療）を実施していることから、震災時に他の者への放射線被ばくを最小限にしつつ当該患者の安全を確保するための初動のあり方を検討することが重要である。

以上のように一般企業の放射線施設とは異なる初動が行われなくては患者の安全は確保することができない。また、東日本大震災等のような大震災では多くの死傷者が発生し、災害医療（救急医療）提供施設として医療機関の役割は極めて大きいことから、大震災に遭遇しても医療活動に支障をきたさないことが望まれる。大震災に耐えうるように平時より震災（災害）対応に対する施設のあり方と、スタッフの初動についての防災訓練を含め再検討する必要に迫られている。

2. 放射線施設(医療施設)の震災対策のポイント

2.1 医療施設の震災対策

- ①患者の安全を確保する。
- ②職員、医療スタッフの安全を確保する。
- ③大型医療装置等、移動しないものは固定する。
- ④移動するものは、移動しないときは固定する。
- ⑤キャスター等は、固定する。
- ⑥落下しにくい工夫をする。

⑦転倒しにくい工夫をする。

医療施設の施設構造（耐震構造、免震構造、制震構造）によって震災対策の詳細部分は異なるが、基本的震災対策は上記の7つに纏めることができる。

また、上記7つに加え、地震動に耐え震災後の医療活動を適切に行うために必要なものとして、

①ライフラインの確保

ライフラインが確保できないことを想定した、

飲料水及び食料の確保・備蓄

電気設備（発電設備）の確保・・・自家発電稼働用の燃料確保・備蓄

医療ガスの確保・備蓄

②医薬品の確保・備蓄

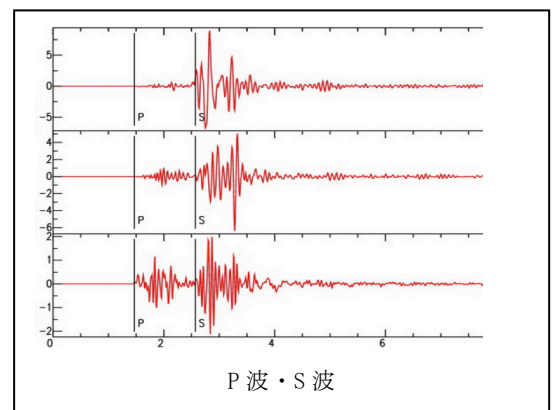
③人の確保（応援要員の適切確保・配置）

等々があげられる。

2.2 患者搬送等に使用するエレベータ機能と地震

医療機関においては様々な震災対策を行ってはいるものの、震災発生時に大きな影響を与えるものが、エレベータである事を知っている方はいるだろうか。多くの医療施設は高層化が進みエレベータ無くしては患者の移動、物資搬送等々が行えないのが現状である。このエレベータが停止することは医療機能停止に匹敵するくらい大変な事態である。

現在のエレベータには地震対策機能が装備され安全運転をつかさどっている。地震波は初期の微振動を起こすP波と、大きな揺れを起こすS波に分けられる。P波はS波に比べて地中、水中での伝搬速度が速いため、大きな揺れのS波より先に到達する。P波は大きな揺れのS波より数秒前にやってくるのでP波検出器がキャッチして、エレベータを最寄りの階に着床して扉を開くというような安全装置が組み込まれている。



また、最寄りの階へ着床する前に安全装置が作動した場合、いったん緊急停止するが安全装置が復帰し安全であることが確認できれば、運転を再開し最寄り階に着床して扉を開くというようなりスタート機能もある。エレベータはP波を感知し、いったん最寄り階に停止後、その後到達した本震の大きさをS波検出器で確認。本震が小さい場合には、エレベータは自動的に通常の運転となる。と言うように現在は多くのエレベータに地震対策機能が装備されているので、自施設のエレベータの機能を確認する事も重要である。

例：地震時管制運転装置の動作

ア) 地震P波検知器が動作すると地震時管制灯が点灯する。

イ) 運転中のエレベータは、自動的に最寄り階で着床し扉が開となる。乗客が降りた後は扉が閉じて自動的に停止する。

り) 扉が全開になり、エレベータ内の照明が消える。“扉開”ボタンが点灯して15～20秒経過後には扉閉となる。(エレベータ内に乗客がいる場合)

扉が全閉した後、エレベータ内の扉開ボタンが押された場合には乗客が降りるまでりを繰り返す。乗客が降りた後、扉を閉じて運転を停止する。

★強い地震(震度5弱以上)を感知して停止したエレベータは、エレベータがレールから外れている可能性もあるので、運転停止状態のままとなる。

★地震探知機が作動しエレベータが最寄りの階に停止した場合、または、エレベータが地震動によって、扉が開いたという信号を検出するスイッチが作動した場合は、急停止する。

(2005年7月23日発生の千葉県北西部地震の時は、78台のエレベータに乗客が閉じこめられた。)安全装置の誤作動で急停止した場合、エレベータ内に乗客がいれば閉じ込められることとなる。よって、地震発生直後はエレベータ内の確認も重要事項である。

大きな地震を感知して停止したエレベータは、点検を行わないと動かすことができないので、医療機関では大きな問題となる。このような事態をある程度想定し対策をとることも必要である。

東日本大震災時は、エレベータが3日間停止したため上層階への患者搬送を職員が背負って行った。入院患者の食事の搬送についても、職員全員で非常階段を使い配膳作業を行った、との報告もある。このようなことは想定可能な事態であるので、病棟には数食分の患者非常食を保管(保管場所確保も含み)することも重要である。また、患者容態急変時には、病棟より階下にある集中治療棟(ICU等)への搬送は困難であることから、予め患者容態急変時に対応する搬送可能な必要機材の準備も行っておくことが望まれる。

世界でも注目の地震国である日本にあつては、平時より震災を予想し、あらゆる面での被害も予測した対応が行えるようなシステムを構築することが重要である。

2.3 高圧ガス等の配管と地震

高圧ガスに関しては“高圧ガス保安法(昭和二十六年六月七日法律第二百四号)”によりその安全について規定されている。医療機関においては高圧ガス等の使用について危害予防規程に定め適切な管理を行っていることと思う。特に医療機関は、高圧ガス保安法に規制される消費施設、貯蔵施設に該当するので、法に定められた技術上の基準、及び保安管理に関する規定を十分遵守しなければならない。

高圧ガス保安法で示されているガスとは、

- 1) 不活性ガス：ヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン、窒素、二酸化炭素、フルオロカーボン(可燃性のものを除く。)又は空気(以下「第一種ガス」という。)
- 2) 可燃性ガス：アセチレン、水素など40種及び爆発限界が一定の条件を満たすもの。
- 3) 毒性ガス：一酸化炭素、硫化水素など33種及びじょ限量(許容濃度に相当)が200ppm以下のもの。
- 4) 特殊高圧ガス：アルシン、ジシラン、ジボラン、セレン化水素、ホスフィン、モノゲルマン、モノシランの7種

以上の4種類に分類している。

放射線部門で使用されるMRI装置の内部には液体ヘリウムが充填されており、超伝導コイルの冷却に使用している。建屋構造物又は附属構造物等で使用されている磁性体（釘・ボルト等）が震災により離脱し、液体ヘリウム容器に吸い寄せられ容器・配管等が損傷するなど超伝導状態から常伝導状態に相転移してしまうとクエンチ（電気抵抗）が生じ、そのまま電流が流れ続けるとジュール熱により液体ヘリウムが蒸発してしまう。急激なヘリウムガス流出の場合は、直ぐに気がつき対応をすることとなるが、穏やかな流出がMRI装置のカバー内で発生した場合、気づかずに検査室内が酸欠状態になることもあるので震災発生後は注意すること。



このように液体ヘリウムの蒸発漏えいは二次災害を引き起こす可能性があるため、震災発生後の点検等は熟達したスタッフによる細部にわたる点検が必要である。更に室内には、これらガス漏洩に対し室内酸素濃度の測定警報装置等の設置と酸欠防止策を講じることも重要である。JIRA から「MR装置の停電時の対処方法について（暫定版）」と「被災地で救援活動をされている方々へのMR装置に係わる重要な情報提供」が発行されているので、訓練時に活用願いたい。

2.4 建築構造及び付帯構造と震災発生時の対応（患者の安全）

施設耐震化構造	耐震化無し	耐震構造	免震構造
地震動の衝撃及び損傷について	地震動の衝撃を直接に受けることから、施設構造部に大きな損傷発生が予測され、時には施設倒壊も起こることも考慮した対策が必要である。また、地震の本震に加え余震による被害増大が懸念されることから、余震発生前に行うべき事項を把握することは重要である。	地震動の衝撃を直接には受けるが、施設構造が頑強であることから施設自体が損傷をきたすことは少ないが、施設内部の設備等、特に電気・ガス・水道等のライフラインに損傷を受けてしまうこともある。また、大型医療装置から小型機器等も、大きな損傷を起こすことも予測される。	地震動の衝撃はダンパー等の振動吸収体により吸収され施設構造物に対する衝撃は減少する。よって、施設内の設備等、ライフラインの損傷は最小限にとどめる事ができると考えられている。しかし、長周期地震動に対しては、施設構造物が予想以上に大きな揺れを起こすのでその対策は必須である。

<p>全体的、初動について</p>	<p>自らの安全と共に患者の安全を確保する。</p> <p>1, 壁の破損、天井石膏ボードの落下、医療酸素関連機器、機材棚の転倒等々の被害が予測される。</p> <p>2, 検査等中止し振動が収束するまで、患者に対しての落下物・転倒物をさけ安全を確保する。</p> <p>3, 避難経路の確保。余震等を考慮し、避難経路の確保。落下物、転倒物等々により避難経路の確保が困難になることから、平時から避難経路を複数想定する必要がある。</p> <p>4, 施設倒壊も考慮した初動。患者の避難優先を考え、平時より安全と考えられる場所を設定し周知する。</p> <p>5, 出火の有無の確認。(不使用の医療機器の電源プラグは火災予防のため抜くこと)</p>	<p>自らの安全と共に患者の安全を確保する。</p> <p>1, 施設構造物は頑強であるが、内部構造物、扉、窓、天井等々が損傷を受ける。</p> <p>2, 検査等中止し振動が収束するまで、患者に対しての落下物・転倒物をさけ安全を確保する。</p> <p>3, 避難経路の確保。余震等を考慮し、避難経路の確保。落下物、転倒物等々により避難経路の確保が困難になることから、平時から避難経路を複数想定する必要がある。</p> <p>4, 機材等の転倒・移動を考慮した初動。患者の避難を優先する。平時より避難経路を複数決定しておくと共に安全と考えられる場所を設定し周知する。</p> <p>5, 出火の有無の確認。(不使用の医療機器の電源プラグは火災予防のため抜くこと)</p>	<p>自らの安全と共に患者の安全を確保する。</p> <p>1, 短周期地震動の地震動はほぼ吸収できることから、施設内部損傷は防ぐことができる。しかし、長周期地震動では、施設内部は予想以上に大きなゆっったりとした長時間の揺れを起こす。ゆっったりとした揺れであることから、内部構造物等の損傷も少ないと考えられるが、設置されている医療機器、物品類等転倒・移動する可能性もあるので対策が必要。</p> <p>2, 検査中止し振動が収束するまで、患者に対しての落下物・転倒物をさけ安全を確保する。</p> <p>3, 避難経路の確保。余震等を考慮し、避難経路の確保。落下物、転倒物等々により避難経路の確保が困難になることから、平時から避難経路を複数想定する必要がある。</p> <p>4, 出火の有無の確</p>
-------------------	---	--	--

			認。(不使用の医療機器の電源プラグは火災予防のため抜くこと)
	【エレベータ】 エレベータ等は使用不可。患者避難・搬送について事前に検討する。	【エレベータ】 エレベータ等は使用不可。患者避難・搬送について事前に検討する。(損傷を受け使用不可能になる事もある。)	【エレベータ】 エレベータ等は使用不可。(耐震構造に比べ損傷は少ないが、稼働するまで長時間を要する。)患者避難・搬送について事前に検討する。
エレベータは、震度4を超える地震動を感知すると運転を停止する機能を有している。停止した場合は設置メーカーの点検後でなければ運転することができない。(短時間での復旧は見込まれないことを知っておく。)地震動により停電を伴う場合、非常用電源により非常用エレベータの復電が行われるが、前述同様に設置メーカーの点検後でなければ運転は行えない。			

2.5 災害時の診療継続のための電源確保対策

国公立の大規模な病院では非常用電源を備えている施設が殆どであるが、民間の病院では患者誘導灯や手術室での整備にとどまり、放射線部門を網羅できる大型の非常用電源は整備されていない。このために、放射線源が格納容器から出された状態であったり、心カテなどカテーテル挿入中の停電での対応が困難になる。

これに対して、経産省では定置用リチウム電池導入の補助金制度を設けており¹、院内の電子カルテ等の緊急避難バックアップに利用できうると考えられる。また、総務省においても類似した補助制度がある²。

放射線部門において、診療に必須の装置の電源バックアップが課題として考えられる。

3. 阪神大震災、東日本大震災における被害状況から

3.1 震災地域に位置する医療施設を中心に放射線施設の特徴的な被害状況について

1) 出入り扉の変形のため出入口の開閉困難

放射線施設の出入口(放射線障害防止法・医療法・電離放射線障害防止規則等々)は、通常1箇所となっているので、扉の変形・損傷等により使用施設内に閉じ込められる危険性があることから、脱出方法も考えておく必要がある。また、鉛衝立、関連医療機器・医療器具等

¹ http://www.kyowamicro.co.jp/news/2012/battery_hojo.pdf

² http://www.soumu.go.jp/main_content/000130210.pdf

の転倒により避難経路が遮断することも考慮に入れ対処する必要がある。

2) 放射線使用室内の床・壁のひび割れ（クラック）

放射線使用施設の多くは地上階に設置されていることから、床・壁のクラックに対しては放射線防護に悪影響を与えてしまい、放射線漏えいという二次災害を引き起こす場合もある。発災後の放射線使用に先駆けて必ず部屋の点検をする必要がある。また、放射線使用施設が地下にある場合の、床・壁のクラックは放射線の漏えい以上に懸念される状況として地下水の漏水又は建物の破壊等につながる可能性があるので前者同様点検を怠ってはならない。

3) 工作機械（およそ1tのボール盤）が台上からジャンプして移動

放射線治療部門等には工作機械が幾つか設置されている。これら工作機械は重量物であることから強固な机の上に置かれているだけである事が多い、地震動により大きく移動することを考え適切な固定を行うことと、設置台のアンカーボルト固定も実施する必要がある。

4) 床に固定されたR I貯蔵容器（およそ11tのガンマナイフ）が5cm移動

ガンマナイフ（放射線照射装置）はアンカーボルトにより床に固定されていたが、移動したことを考えると適切なアンカーボルト固定であったかが疑問視される。

5) ガンマカメラの移動による間仕切りの破損、転倒による寝台の破損、CT装置・MRI装置のガントリ移動及び寝台のずれ

ガンマカメラ、CT装置、MRI装置共にガントリと寝台が個別に設置されている。特にMRI装置は重量物であることと磁場漏えいを懸念しアンカーボルトにて固定していないことが殆どである。また、ガンマカメラ装置も重量があることと放射性同位元素の汚染等の観点からアンカーボルト固定を行っていない事が多いので注意する必要がある。

6) R I貯蔵箱の移動、扉の開放、廃棄物保管容器の転倒、移動

R I貯蔵箱等の固定は多くの施設で行われていないのが実態である。また廃棄物保管容器（R I協会製のドラム缶）についても同様に、廃棄物保管室に並べて置かれているのが現状であり、蓋を閉めている施設は少ないと考える。平時にも蓋を閉めることを推奨する。

7) 放射線遮蔽用鉛ブロックの落下崩落、防護衝立の転倒、コリメータの移動

遮蔽用鉛ブロック等は常時使用し設置場所も少なからず変更をすることから机の上に無造作に置かれているのが殆どである。また防護衝立なども同様にアンカーボルト固定をしていない状況にある事から、震災時には非常に危険なものと判断し対応をすることが必要である。

8) 放射線治療病室の遮蔽シールドが移動

放射線治療病室の遮蔽シールドは重量物であるが患者の治療部位毎に適切に移動できるよう大型キャスターが着いている。よって震災時には大きく暴走移動することも考慮してキャスターロックを常に行うことが必要である。

9) フード、グローブボックスの配管結合部の破損、排気管の破損、給排水管の破損

施設の耐震性の違いにより接合部の破損状況は大きく変わるが、免震構造であっても接合部の破損により周囲を汚染する可能性があるので点検を怠ってはならない。

10) 屋上、給水タンク破損、階下室内（撮影室）水漏れ

多くの施設では屋上には給水タンクが設置されている。施設の耐震性の違いにより屋上における揺れに大きな差はあるものの、一番大きく揺れるのは屋上であることから地震動が収束次第、屋上の給水タンクの点検を怠ってはならない事に注意する。

11) 使用施設内の戸棚類の転倒、転落

使用施設内の戸棚類については、後設置が多いので転倒防止機能が施されていない場合が多くある。震災により負傷するのはこれらの転倒によることが多く、転倒防止機能を施すことを必須とする。

12) 高圧ガスボンベ、その他の器具・器材の転倒

使用室内、廊下等に置かれているボンベ類の転倒を考慮しチェーン等で常に固定する事を推奨する。これらボンベ類は転倒にともない床上を転がり廻り他の機材との接触を起こすので要注意機材である。

13) 液状化による使用室内への浸水（30cm程度）

発災により誘発される二次災害として液状化、津波、火災等々があるので使用施設構造物の損傷具合を点検すること。また、二次災害発生に伴い避難すべきかの対応についても常に考慮する必要がある。

14) リニアック、放射線発生装置の損傷

リニアック等の放射線発生装置の多くは震度6に耐えられるようにアンカーボルト固定はされている。しかし、激震による天井からの落下物、装置本体の遮蔽ボルトの断裂等の発生により損傷を受ける場合があるので、地震動が収まったら各部の点検を行うこと。

15) X線施設のX線管球、トランス、制御装置などの転倒、落下、移動

X線撮影装置等の制御装置（制御板）は背丈も高く背面下部には高圧ケーブル等の配線が出ている。更に床下ピットと隣接していることが多いので少しの移動でピットに落ち込み転倒することが懸念されることから、アンカーボルト固定は必須条件として認識すべきである。

16) 自動現像機の転倒、液混濁

現在は、ウェットによる画像処理を行っている医療機関は少なくなった。多くの医療機関はドライによる画像処理から、電子化されたネットワークによる画像処理になった。よってこれら事象より、画像診断用モニタの落下、転倒及び画像処理ケーブルの断線等により画像作成ができてモニタ投影ができず診断機能に大きなダメージを与えてしまうことも予測される。これら画像診断用ネットワークは勿論、モニタ等々についても固定及びネットワーク回線の補助回線の設営なども考慮する必要がある。

17) 使用室出入口の開閉不良、放射線部門との自動扉の変形による開不能

加速装置使用室、MRI 検査室等にあつては重量扉であることから地震動による損傷を最小限に抑さえる工夫が必要である。また、電動扉にあつては停電を想定した訓練を常に行い非常時に備えることが必須である。

18) 代表的医療機器の損傷状況

代表的医療機器としてX線装置、CT装置、その他の損傷及び修理復旧状況を表に示す。

代表的医療機器の損傷状況

	X線装置	CT装置	人工透析装置	自動分析器
点検した台数	3960	542	2654	1048
総台数に対する%	30%	20%	6%	16%
稼働できたもの (損傷機器のうち)	83%	95%	79%	85%

阪神淡路大震災時の放射線装置等の被災、復旧状況報告として：日本画像医療システム工業会資料より

3.2 医療機関としての平時の対応及び医療法立入検査時の検査員の立場

医療機関として何をすべきかを記述してきた。ここでは発災時の患者の安全性を第一とする考え方に立ち、便利性的のみを追求した医療施設にならないように願います。

1) 回診用X線装置

常に移動し、病室・OP室等で撮影を行うことから通常停止状態でのキャスターロックがされる構造である。また、モータ電源遮断によりモータの回転負荷により固定される装置もある。

ポータブル装置のような大型機器については、移動の使用のためにキャスター（駆動車輪）がついている。このように大型の医療機器は、発災時の地震動により床の上を自由に動き回る事で運良く転倒がおこらなかった場合もある。また、転倒を免れたことで損傷軽減になった例も報告されている。ただし、大型の医療機器は重量物であることから、「暴走現象」により他の医療機器及び建築物本体と衝突して、大きな損傷を起こす恐れもある。地震発生時に、無人の場合は良い面もあるかもしれないが、診療時間帯など、患者やスタッフが室内にいる場合に、回診用X線装置（大型医療機器（重量機器））が激しく動くことは非常に危険である。「確実に固定する」ことが原則である。



・回診用X線装置は、震災直後の医療活動に最も重要な装置であることから常に対応を考慮しておく必要がある。

ア) バッテリー使用が可能な状態としておく。

- ① 災害発生後は充電設備が確保できるか速やかに確認する。
- ② 装置が十分に充電済みかどうかを確認する。

イ) 交流電源(100V)が必要な場合

- ① 交流電源（発電機による電源）の電圧・容量が十分に確保可能か確認する。
- ② 交流電源の確保が蝸足配線となる場合には、他の機器への影響を考慮する。

ウ) 電源容量が多少不足の場合での使用

- ① 管電圧を上げて、実効稼働負荷（mAs）を下げる方法で、出力量を下げること等を考えた撮影をする。

②撮像面が CR・DR 等の場合、出力量を下げた撮影でも診断可能な画像提供ができるか確認をする。

e) 回診用 X線装置は、感電等の防止のためアース接続は重要である。アースの確保を忘れずに行うこと。

わ) 災害発生後に回診用 X線装置を使用する場合の点検項目として、

- a, 外装の緩み、がたつきが無いこと。
- b, X線発生器の油漏れが無いこと。
- c, ケーブルの状態 亀裂、配線高圧ケーブル等被覆亀裂、むき出しがないこと。
- d, コネクタ・プラグの曲がりがないこと。外装の歪みがないこと。
- e, 可動絞りの羽根の開閉が円滑に動くこと。
- f, 可動絞りのランプが点灯すること。
- g, 撮影条件設定の各表示と可変等が可能であること。
- h, X線照射試験においてエラーがでない、異音・異臭がないこと。
- i, アースケーブルの損傷がなく、アース可能であること。

★医療監視員の立場として

- ・医薬発第 188 号通知にあるように、保管場所と施設はもちろんのこと、震災発生時の事も考え、固定状況・充電状況・アース確保指導等と確認を怠らないこと。

2) CT 撮影装置

CT 撮影室内には、CT 装置本体・撮影用寝台・変圧器・制御装置・インジェクター等が設置されている。CT 装置本体ガントリ部はアンカーボルトによって固定されているのが一般的であるが、アンカーボルト工法も各社様々であり耐震性については一様ではない。撮影寝台に於いても的確にアンカーボルト工法を行っているか確認することと、緊急時（震災時）に手で速やかにガントリ内から引き戻せる機構についても各社独自の方法があるので、装置毎の特徴を理解し、緊急時（震災時）を想定した訓練を常に実施すること。

CT 撮影室内にある変圧器・制御装置についての多くはアンカーボルト固定が行われていないこともあり、地震動により大きく移動するか、転倒することも想定しておかなくてはならない。また、インジェクターにおいては、天井吊りと床移動型のインジェクターがある。天井吊りの場合は建物構造物（天井）に強固な固定が行われているか確認をすることと、吊り下げられたインジェクターが地震動により激しく揺れること、本体継ぎ手部分が損傷により落下することを想定しておかなくてはならない。床移動型インジェクターにおいては、地震動により床を走り回るか、転倒する危険性があるので、キャスターロックを常に実施すること。更に注意しなくてはならないことは、インジェクター使用時は血管ルート確保が行われていることから、インジェクターが揺れるとか、動き回ってしまうと患者血管に損傷を起こしてしまうことも予測される。

これらの危険性を常に意識して日常管理を行うことが重要である。

★医療監視員の立場として

患者の安全性を考慮し、装置の固定状況・緊急時の患者退避方法・日常点検実施状況を指導・

確認することが重要である。(各種アンカーボルトに於いては、年1回は打音検査が推奨されることを指導する³⁾。)

3) 一般撮影装置

現在の一般撮影室は、床面の多くをワークスペースとして活用するために、X線装置は天井走行型を使用している施設が多くある。天井走行型にあつては天井レールの固定が最も重要であり、建物構造物(天井)への固定法について確認すること。X線管球自体(約50kg)重量があるので、地震動発生時に吊り下がった状態であると共振現象を発生し管球落下の原因となる可能性がある。よつて、撮影中の地震動にあつては患者近傍からX線管球を回避させることを最優先する。また、業務終了後には装置が一番安定した位置(装置各部への負担が最小限である位置)に収納することが重要である。例として、天井走行範囲の一番端で管球は最上部へ位置しロックして電源をOFFとする。各社によつて安定位置が異なるので使用装置毎に周知徹底すること。

各種リーダ撮影台においては、アンカーボルト工法による固定が転倒による危険性を回避するために有効である。

各種ブッキ撮影台においては、新タイプではFP(フラットパネル)等の使用にともない多くの通信ケーブルがあることから、床面ピットに隣接した設置によりケーブル配線を行っていることから、地震動によりブッキ撮影台の移動があつた時などに床面ピットに寝台が落ち込む危険性がある。新タイプのブッキ撮影台は固定することで危険性は回避できると考える。

★医療監視員の立場として

CT装置同様に、装置の固定状況・緊急時の患者退避方法・日常点検実施状況を指導・確認することが重要である。(各種アンカーボルトに於いては、年1回は打音検査が推奨されることを指導する。)

4) 血管撮影装置

血管撮影室に於いても一般撮影室同様に、床面のワークスペースをより多く確保するために、天井走行型、Cアーム型等の血管撮影装置を設置することが多い。また、近年では同室にCT撮影装置を設置することも多くなつている。よつて、前述した一般撮影装置・CT撮影装置同様の危険性を考慮する必要がある。加え、天井から吊り下げられている、インジェクター装置、モニタ装置各種(画像モニター・心電モニタ等々)について、地震動により大きく揺れ・移動し互いに激突する可能性が大きいことも考慮しておく必要がある。

一番重要であるのは、血管造影等の検査時に震災発生があつた時、関係スタッフがどのような行動をしなくてはならないかを検討し、訓練することが重要である。

更に、震災と同時に停電が発生した場合を想定し、発生装置等には無停電電源装置(UPS)の設置が施行されていることを推奨する。(震災発生後に検査を中止する場合でも血管内に挿入されたカテーテルを引き戻さなくてはならないことから、UPSの設置により数分間でもX線

³検査室内の床のアンカー部に、消毒薬品や造影剤が通常の床掃除等で浸透してしまい、ボルト自体を腐食させることがある。アンカーの質が担保されていない場合には、使用者独自でおこなう打音検査が重要な可能性があると考えられる。(広沢雅也、松崎育弘 編集『あと施工アンカー設計・施工読本: 初歩から応用まで』)

透視が可能であることが望まれる。)

★医療監視員の立場として

一般撮影装置・CT装置同様に、装置の固定状況・緊急時の対策・日常点検実施状況を指導・確認することが重要である。(各種アンカーボルトに於いては、年1回は打音検査も必要かもしれないことを指導する。) また、停電発生時の対応については、質問し、その対応策についての回答を得ることで、注意喚起となる。

5)MRI装置

医療機関に設置されるMRIの磁場強度としては、数年前までは0.5テスラが主流であったが現在は1.5テスラが一般的になりつつある。更に3テスラMRIも設置される医療機関が増えつつある。MRI装置においては、MRI室は全面に磁気シールドを行う都合上、建物構造体に装置本体をアンカーボルト工法固定が行えないのが現状であり、MRI装置本体の重量としては5t~6tあることから、多少の地震動では移動・転倒はないものとの想定である。しかし、過去の震災で移動したとの報告も受けている。本体が移動することでヘリウム排出口との連結に損傷が起きた場合は二次災害を引き起こすことも懸念される。

MRI装置のクエンチ(極まれではあるが、超伝導コイルの冷却用液体ヘリウムが突如ガス状になる。超伝導状態が遮断された場合、コイルにより発生する電気抵抗がコイルを発熱させ液体ヘリウムを蒸発させるため、超伝導状態から常伝導状態になる現象。)は、ヘリウムの急激な膨張を伴うので非常に危険である。また、気体となったヘリウムが検査室内に充満することも考え、通常MRI装置は、窒息の危険がないようにヘリウムガスを外部に排気するシステムになっている。このようなクエンチ発生時に、排気システムが正常に動作しない場合等を想定し、速やかに患者をMRIガントリーマグネット内から引出し、検査室の外へ退避させなければならない。震災発生時は、地震動により建物構造物の変形でMRI検査室入口の磁気シールド扉の開閉が困難となる場合があることも鑑み、監視用の窓ガラスを割り検査室に入る等も想定しておくことが必要である。緊急事態の対処法を確立しておくこと。

また、強磁場発生装置であることを医療機関内職員に周知することも必要である。震災発生時の医療機関にあっては様々な人が出入りすることから、関係スタッフによる監視が必要となる。トラロープ等による立入禁止措置も考慮しておくことなども必要である。

★医療監視員の立場として

施設建物外側にある、ヘリウム排出口の標識・注意事項等の確認をする。(クエンチ時に人が近づかないように注意喚起を行っているか。)

強磁場発生場所として、警察・消防関連への報告が行われているか確認する。

MRI検査専用の非磁性体等の装備状況と磁性体との識別方法について確認する。

(MRI:参考1)

許容できる磁場強度と各種装置

磁場強度	影響機器類
0.05mT \geq	ガンマカメラ, X線透視装置のイメージ, 電子顕微鏡
0.10mT \geq	PET, サイクロトロン, 直線加速器, CT, 超音波装置, 結石破碎装置,

	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 (非常用発電機, 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える。

（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な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、常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}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、治療中にあつては患者と装置はアプリケータ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つては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つた。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タ等の付属機器・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。

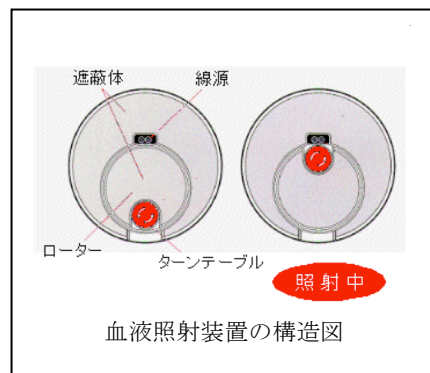
更に、停電時に治療室内は暗所となることから、その対応策が講じられているかを確認する。照射中の停電に遭遇した場合、復旧後の線量確認手順は確立されているか確認・指導する。治療寝台の手動下降手順等についても訓練をしているか確認する。

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 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： 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を混ぜられているが、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。



これら血液照射装置は線源の量が大きいため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ため、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実地的ではなく、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ルを、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。

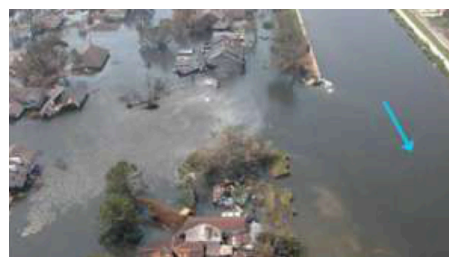
国土交通省が作成したハザードマップから施設が置かれている現状を把握し震災発生直後に起こりうる洪水等（津波）の適切な対応策について考えておく必要がある。海岸から数 km 離れているから津波による洪水の心配はないと思いがちであるが、震災により近隣河川の堤防の破壊等で河川氾濫が発生する場合がある。また、震災に伴い地下水道管の破断に伴って大量の水が流出し狭い地域ではあるが洪水と同様の被害が発生するので、震災対策と同等に洪水対策も考える必要がある。

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。



堤防の破壊と流水 国土交通省資料



平成 17 年台風 14 号被害 国土交通省資料

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事が必要な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、机上訓練に使うて欲しい。

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"> 大きな揺れによって立っていることができない。 患者の安全を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 大きな揺れによって立っていることができない。 患者の安全を確保 	<ul style="list-style-type: none"> 大きな揺れによって立っていることができない。 患者の安全を確保
	(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"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。

	・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。
◎揺れが収まっても、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"> 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) 災害医療活動開始とその方針の確認。 緊急救護所の設営及び職員の配置実施。 ☆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"> 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。 重篤患者への対応と病室への帰棟方法の検討、確保。 外来患者の院内避難場所への誘導。 入院患者の帰棟及び誘導。 		
	<ul style="list-style-type: none"> 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。 サーベイメータの確保。 	<ul style="list-style-type: none"> サーベイメータの確保。 放射線照射室の線源の安全性の確認・報告。 	<ul style="list-style-type: none"> 全てのサーベイメータの確保。 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。)
発生後 (25分後) 10:25	<ul style="list-style-type: none"> 院内災害医療活動にスタッフ全員参加。 <p style="text-align: center;">—————災害医療活動開始—————</p>		

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"> 大きな揺れによって立っていることができない。 患者の安全を確保 	/	/
	(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"> 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。 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。 		
発生直後 (2分後) 19:02	<ul style="list-style-type: none"> 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。 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"> ・院内電話・院内 PHS は通じるが、院外通信が不通。 ・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) <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</p> <p>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"> ・院内エレベータ、エスカレータの停止。 ・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。 ・現状確認。 ・患者避難の必要性の確認。 ・放射線部門リーダーより災害対策本部への通信開始。
<p>発生後 (5 分後) 19:05</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・患者の安全を再確認、避難場所へ誘導。 ・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、安全確保。 ★災害時稼働装置の状況確認・点検。
	<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"> ・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。 ・災害医療活動開始とその方針の確認。 ・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。 ☆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。
<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"> ・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。 ・重篤患者への対応と病室への帰棟方法の検討、安全確保。 ・外来患者の院内避難場所への誘導。 ・入院患者の帰棟及び誘導。
	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・サーバイメータの確保。
	<ul style="list-style-type: none"> ・緊急招集によりスタッフが集合し始める。 ・スタッフの配置。 ・各部門の放射線安全確認。 ・サーバイメータの確保。
<p>発生後 (25 分後) 19:25</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・院内災害医療活動に緊急招集スタッフ全員参加。 ——災害医療活動開始——

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。

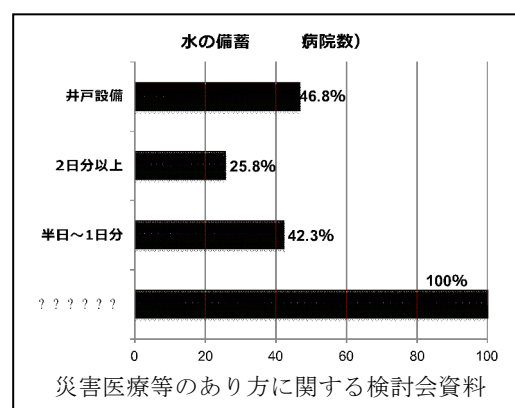
また、電気関連では長期間に及ぶ停電が発生した。（3 月 11 日地震発生後、東北電力管内約 466 万戸、東京電力管内約 405 万戸。）災害拠点病院では、被災者に対する初期診療、入院患者への対応等々を実施した。これらは災害拠点病院に設置された自家発電装置の発電能力一杯での診療であったと報告されている。

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。所轄する区域内的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つては、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"> ・ 保健所内部の連絡体制の把握 ・ 外部への連絡体制の把握（災害時用の特別な電話） ・ 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） ★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 ★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

	<p>とが必要と思われる。</p> <p>○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）</p> <p>○警察、消防との連携</p> <ul style="list-style-type: none"> ・所轄医療施設の安全対策・耐震性の把握。事前調査。 ・所轄医療施設の立地状況の把握。事前調査。 ・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。 ・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。 ・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。 ・救護所設営可能医療機関の事前把握。事前調査。 ・住民避難所の確保と把握。事前調査。 ・救護所・避難所における感染症防止策の検討。 ・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） ・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。 <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"> ・大きな揺れによって立っていることができない。 ・自身の身を守る。来所している検診者の安全確保。 ・落下物、転倒物、移動物に注意する。 <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"> ・所内の被害状況の確認。 ・所轄内の被害状況の把握。 ・来所者の避難誘導。 <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"> ・防災用具の配布、所内被害状況の確認。 ・所内に住民がいる場合は、住民の安全確保と避難誘導。
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"> ・外部への連絡体制の確認。 ・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) <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装置にあつ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"> ・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・・・

	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・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。 <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"> ・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。 ・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) ・救護所・避難所における感染症防止策の検討。 ・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。
発生後 (25分後) 14:25	<ul style="list-style-type: none"> ・所轄する地域住民へ避難所の案内。 ・救護所の案内。
	<ul style="list-style-type: none"> ・避難所、救護所の衛生管理に関する指導職員の配置。 ・二次災害への対応。

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もあるかもしれない。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 10MBq/10t=1kBq/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 程度に達しているため、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、飛散率が低くなく、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気中濃度は、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 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 1Bq/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 0.2mBq 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、比較的數量が大きい線源は、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

連絡招集体制に頼ることなく、管理者、作業者などが自主的に参集する体制も必要であり、災害時に対応した新しく堅牢な連絡システムの確立が望まれる。

11. 施設点検体制

放射線管理上の「自主点検項目」に決められた事項はもちろんのこと、その他、建物、付帯設備、備品類、各種消耗品類（これには器具、小容器、溶媒等も含まれる）等の点検を、定期的に行う必要がある。震災発生時には、日頃の点検の経験が活用されることになる。点検を実施し易くするために点検体制・点検方法や基準を明確にし、その内容の周知徹底を図るために教育、実地訓練等も必要に応じ計画すべきである。

立入検査指導事例から懸念されることとして、施設点検の要領を把握し習熟している者が「主任者及び管理担当者だけという状況があった」という事実を指摘したい。このような施設は、職員が施設の概要を理解できるような機会を設け、すみやかに施設点検体制の改善を図るべきである。主任者以外に補助者等、複数の担当者が日頃から施設点検体制に加わっておくことは災害時への備えの観点からも有益であると考えられる。

震災時の応急対策では、立入禁止措置、立入制限措置について「対処の基準」と「判断責任者」明確にしておくことと、施設の使用の再開に対しては、施設点検、設備動作確認など十分な安全確認を行った後に検討し決定すべきである。

E. 結論

医療機関では、特性や期待される機能を考慮した震災に向けた対応が求められるが、放射線部では、その特殊性に配慮した備えが必要である。特に、災害時に脅威となり得る線源や機器に関する備えを重点的に行うことが求められる。また、放射線遮へいの構造が、災害時に患者やスタッフを閉じ込める要因になることを認識すべきである。これらの観点から、災害時対応訓練シナリオを作成した。また、排気設備故障時の線量推計例を示した。

参考資料

- 1, 東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）について 内閣府緊急対策本部
<http://www.kantei.go.jp/saigai/report.html>
- 2, 阪神・淡路大震災について（確定報）2006年5月19日消防庁より
- 3, 新潟県中越地震（確定報）2009年10月21日消防庁より
- 4, 東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第7回会合
- 5, 災害医療等のあり方に関する検討会報告、平成23年厚生労働省
- 6, 災害時エックス線撮影装置の安全な使用に関するガイドライン
災害時X線安全使用ガイドライン作成WG、社団法人日本画像医療システム工業会
- 7, 消防用設備等に関する指導指針 別記第9より
- 8, 災害時におけるMR装置の安全管理について（周知依頼）
平成22年3月16日 厚生労働省医政局総務課
- 9, 核医学診療事故防止指針 日本核医学会
- 10, 東日本大震災に伴う火災の調査から得られる教訓
2011年8月11日 田中哮義（京都大学防災研究所）
- 11, 内閣府「防災に関してとった措置の概況」及び「平成23年度の防災に関する計画」
「平成23年版 防災白書」
- 12, 地震災害に対応した医療施設の配置計画に関する研究
平成17年度厚生労働科学研究費補助金 主任研究者：小林健一
- 13, 災害時における広域緊急医療のあり方に関する研究
平成17年度厚生労働科学研究費補助金 分担研究者：大友康裕
- 14, 大規模災害に対応した保健・医療・福祉サービスの構造、設備、管理運営体制等に関する研究
平成23年度厚生労働科学研究費補助金 分担研究者：小林健一
- 15, 自然災害発生時における医療支援活動マニュアル
平成16年度 厚生労働科学研究費補助金 特別研究事業
- 16, 水害による被害推計の手引き（試行版） 国土交通省
- 17, U.S. House of Representatives : A Failure of Initiative, 2006.
<http://www.gpoaccess.gov/katrinareport/mainreport.pdf>
- 18, 総務省統計局 HP：統計データ，産業連関表。
<http://www.stat.go.jp/data/io/index.htm>
- 19, 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」
第34回専門調査会資料5、2008.
- 20, 山口県：災害記録～平成22年7月大雨災害～
<http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a10900/bousai/h220715oame.html>

- 21, Interagency Performance Evaluation Task Force: Performance Evaluation of the New Orleans and Southeast Louisiana Hurricane Protection System - Final Report, Volume VII, pp108-109, US Army Corps of Engineers, 2007.
- 22, NTT 東日本 HP: 東日本大震災における復旧活動の軌跡
http://www.ntt-east.co.jp/info/detail/pdf/shinsai_fukkyu.pdf
- 23, 医療機関における地震防災対策のポイント
愛知県健康福祉部健康福祉総務課
<http://www.pref.aichi.jp/kenko-somu/iryokikan/iryokikan.htm>
- 24, 大規模地震災害発生時における医療機関の事業継続計画 (BCP) 策定ガイドライン
東京都福祉保健局
- 25, 医療機関における緊急地震速報の利活用 堀内義仁
映像情報メディア学会誌 Vol. 62, No. 9, pp. 1377~1380 (2008)
- 26, 東日本大震災からの医療機関の復旧状況と業務継続の観点からみた地震対策のあり方
NKSJ リスクマネジメント (株) NKSJ-RM レポート 68 より
- 27, 震災時における建物の機能保持に関する研究開発
防災科学技術研究所 佐藤栄児
文部科学省委託研究 首都直下地震防災・減災プロジェクト総括成果報告書 平成 24 年 3 月
- 28, 首都直下地震防災・減災特別プロジェクトーその 1
想定される直下地震の全体像から減災技術、復興計画までを研究
地震本部ニュース 2008 年 6 月号 p. 10-11 2008. 06
- 29, 海溝型巨大地震による長周期地震動と土木・建築構造物の耐震性向上に関する共同提言
2006. 11 (社) 土木学会、(社) 日本建築学会
- 30, 海溝型地震の長期評価の概要 (算定基準日 平成 25 年 (2013 年) 1 月 1 日)
地震調査研究推進本部
- 31, 医療施設の防災対策. 第 273 回東京核医学技術研究会定例会
1996. 05. 30 社団法人日本アイソトープ協会 学術部長 池田 正道