

「藤沢市民病院 院内発生災害初期対応マニュアル」

研究協力者 阿南 英明

(藤沢市民病院 救命救急センター 副部長)

## 資料 1 藤沢市民病院 院内発生災害初期対応マニュアル

### 【院内発生災害とは】

毒劇物の漏えい、散布、爆発などが発生して、院内の患者や職員に被害が及ぶあるいはその可能性がある状態。

### 【災害発生認知】

院内で災害が発生した場合、救命救急センターERに連絡し救急責任者によって非常態勢の準備をする。

### [現場指揮者]

- ・救急担当責任者（救急担当医）は現場指揮者として事態把握をする。
- ・避難者を事前指示退避場所（下記参照）を指定する。
- ・危険エリアを建物の区画に応じて設定し、侵入を防ぐように指示する。
- ・人員の避難を指示する。
- ・スタッフに避難誘導を指示する。
- ・119番通報：藤沢市消防本部に対し緊急事態発生を伝え、可能なら具体的内容を伝える。
- ・院長に連絡して、災害対策本部の設置を要請する。
- ・避難者（患者、職員）の囲い込みを指示する。
- ・緊急院内放送にて災害発生場所と同区域への立ち入りを禁止する内容の指示をだす。
- ・到着した消防と除染、トリアージ、応急救護について相談する。

役割分担：避難誘導、避難場所管理、区画分け・警備

### [災害対策本部長]

- ・院長は災害対策本部を設置し院内緊急対処体制を構築する。
- ・現場指揮者の助言に基づき、災害発生場所、種別から避難の範囲、業務継続の可否を判断、指示する。
- ・発生階と異なる階からの人員の異動を禁止する。

### [警備員]

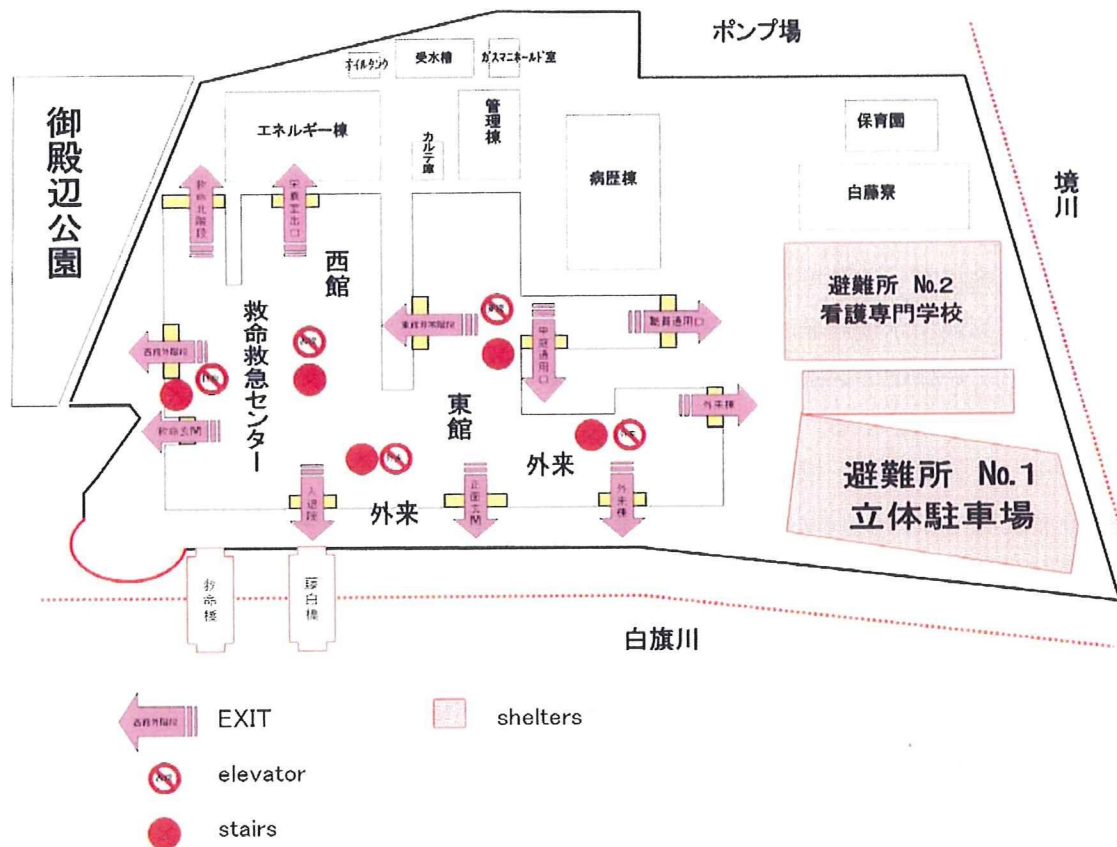
- ・エリア警戒は警備員によって迅速に実施する。
- ・発生階以外からの人員移動を止めるため、階段封鎖とエレベーターを停止させる。
- ・緊急院内放送にて災害発生場所と同区域への立ち入りを禁止する
- ・避難誘導、囲い込みを行う。（避難者が自由に移動しないために）
- ・橋を封鎖し、外からの車、人の侵入を止める。
- ・消防が到着した場合、その指示に従う。

### 【診療】

避難所での応急救護活動を消防と共同で進め、必要に応じ除染と他院への搬送トリアージを行う。

【避難場所】 外来駐車場、看護学校

【図面】 外来駐車場、看護学校、院外出口（救命救急センター、入退院口、外来口、外来東口、薬局前口、リハビリ室脇口）階段（西館、東館、救命救急センター）、エレベーター（東館、西館、救命救急センター）



「中越沖地震放射線災害調査」

研究分担者 明石 真言

(放射線医学総合研究所 緊急被ばく医療研究センター長)

研究代表者 近藤 久禎

(国立病院機構災害医療センター 政策医療企画研究室長)

# 中越沖地震放射線災害調査

放射線医学総合研究所 明石真言  
日本医科大学 近藤久禎

## 1. 背景

原子力発電所における事故は、スリーマイル島原発事故やチェルノブイリ原発事故など過去に大きな事故が起こっている。また、国内においても東海村の臨界事故など死者を出す事故は起こっている。これらの過去の事故をモデルとして、日本国内においては原子力防災体制、緊急被ばく医療体制が整備され、原子力発電所における事故を想定した訓練が実施されている。

しかし、過去に地震災害に伴い大きな被害を出した放射線災害の経験はなく、その問題点についても検討は不十分であった。平成19年7月16日10時13分に起きた中越沖地震における刈羽柏崎原子力発電所における事故は、健康影響を伴う事故ではなかったものの、震災を伴うことでいくつかの問題点が明らかになった。地域住民にとって最大の関心事は、放射性核種の環境への漏洩である。特に五感で感じ取れないため被ばくや汚染がわかりにくいこと、症状がすぐに出ない等、健康影響がない場合でも不安を含めた社会に与える影響は大きい。放射線テロについても同様である。ここでは災害医学の観点より、中越沖地震における課題について、特に低レベル放射性核種の環境への漏洩と住民への情報伝達について検討した。

## 2. 放射線災害・事故の概要

### 2-1 概要

平成19年7月16日(月・祝)10時13分頃、新潟県上中越沖の深さ17kmを震源とするマグニチュード6.8の地震が発生し、新潟県柏崎市、長岡市、刈羽村と長野県飯綱町で震度6強、新潟県上越市、小千谷市、出雲崎町で震度6弱を観測したほか、北陸地方を中心に東北地方から近畿・中国地方にかけて震度5強～1を観測した。

震源地：新潟県上中越沖(北緯37度  
33分、東経138度37分)

震源の深さ：17km

地震発生時に起動操作中であった2号機および通常運転中であった3・4・7号機において原子炉が自動停止するとともに、地震後のパトロールにより、6号機の原子炉建屋(非管理区域)及び1～7号機の原子炉建屋オペレーティングフロア(管理区域)における放射性物質を含む水の漏えい等放射性物質に関わる事象や、その他の不適合事象が確認された(図1)。

### 2-2 問題となる事象

- 6号機からの放射性物質の海水への漏洩
- 7号機主排気筒からの放射性ヨウ素の漏洩
- 作業者の汚染

### 2-3 6号機原子炉建屋内非管理区域への放射性物質を含む水の漏えい

平成19年7月16日12時50分頃、6号機原子炉建屋3階及び中3階の非管理区域において水溜りを確認したため、試料を採取の上、放射能の測定を行った。18時20分、漏えい水中に放射性物質が含まれていることを確認した。漏えい量は、3階においては約0.6リットル、中3階においては約0.9リットル、放射エネルギーはそれぞれ約 $2.8 \times 10^2$ ベクレル、約 $1.6 \times 10^4$ ベクレルであった。その後、20時10分、当該漏えい水が放水口を經由して海に放出されていることが確認された。放出された水の量は約1.2m<sup>3</sup>で、放射エネルギーは約 $9 \times 10^4$ ベクレルと推定された。なお、海水モニタの指示値に有意な変動はなく、放出された放射エネルギーも法令に定める値以下であり、環境への影響はなかった。この量に基づく被ばく線量は、年間自然放射線による被ばくの10億分の1であった。

図1: 刈羽柏崎原発被害状況の公表とDMATの活動

2007年	刈羽柏崎原発被害状況公表	DMATの活動
7月16日 10:13 発災	12:15 原子炉の自動停止 変圧器火災の鎮火 モニタリングポスト異常なし	10:33 待機要請 13:35 活動開始 14:19 近隣県DMAT派遣要請
	21:45 放射性物質の海水への漏洩	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     病院支援 現場活動 救護所活動                 </div> 
7月17日	15:20 主排気筒からの放射性ヨウ素の検出	
7月18日		10:00 活動終了

### 2-4 7号機主排気筒からの放射性物質の検出

平成19年7月17日、7号機において、週に一回実施している主排気筒の定期測定において、ヨウ素及び粒子状放射性物質（クロム51、コバルト60）が検出された。また、7月18日の測定においてもヨウ素が検出された。検出した放射性物質より、主排気筒より放出された放射エネルギーについて評価した結果、放出された放射エネルギーは約 $4 \times 10^8$ ベクレルであり、これにより評価される線量は約 $2 \times 10^{-7}$ ミリシーベルトで、法令に定める一般人の一年間の線量限度（1ミリシーベルト）以下であることが確認された。その後の調査により、原子炉の自動停止後の操作過程において、タービングランド蒸気排風機の停止操作が遅れたため、復水器内に滞留していたヨウ素及び粒子状放射性物質が、タービングランド蒸気排風機により吸引され、排気筒を経て放出に至ったものと推定された。

なお、当該排風機は7月18日に停止した。また、原子炉水のサンプリングの結果、燃料棒から原子炉水への放射性物質の漏えいがないことが確認された。

## 2-5 作業者の汚染

地震発生時に管理区域内には作業員の計 817 名(1号機:418名、2号機:6名、3号機:26名、4号機:1名、5号機:94名、6号機:270名、7号機:2名)がいた。また原子炉建屋オペレーティングフロアにおいて、計 65 名が天井クレーン点検、制御棒点検準備作業、除染作業等に從事していた。そのうち複数名作業員に使用済燃料プールの水が飛散したが、身体に放射性核種による汚染がないことを確認のうえ退出した。

1-2号機においては、定期検査中で約 400 名の作業員が管理区域で作業中であった。地震に伴い、管理区域からの退避指示が出たが、建屋の退出モニタ 7 台中、6 台が故障したため、1 台の退出モニタに作業員が集中した。放射線管理員は、人身優先の観点から、身体汚染を計測する退出モニタを使用せず、管理区域から作業員を退出させた。退出したほとんどの作業員は、防護衣(B装備)の下に着用する管理区域用の下着姿であり、B装備の作業員も数名確認されたが、C装備の作業員は確認されなかった。結果的には、約 400 名の作業員は、B区域(4 Bq/cm<sup>2</sup> 未満)からの退域であり、作業員が退避した非管理区域側の退避経路をサーベイしたところ汚染が検出されなかったことにより、法令に定める表面汚染密度限度の 10 分の 1(4 Bq/cm<sup>2</sup>)を超えていないと推定されるが、約 400 名の表面汚染密度の測定がなされなかった。

## 3. 情報伝達

中越沖地震に伴う刈羽柏崎原子力発電所の被害状況の公表と DMAT の活動について図 1 に示す。DMAT 活動開始時には確認されていなかった放射性物質の漏洩に関わる情報が、DMAT の活動開始以降に公表されている。

これは、漏出した放射性物質が微量であり、モニタリングポストが異常値を示さなかったため、リアルタイムでの状況把握が困難であったためと考えられる。

放射性物質の海水への漏洩については以下のような経緯で公表に至っている。

### 1) 水たまりの発見から非管理区域への漏えいの確認まで

- |               |  |
|---------------|--|
| 12:50 頃       | パトロール中の運転員が、6号機原子炉建屋の非管理区域に水たまりを確認。  |
| 14:15 頃       | 水たまりから採取された試料から放射能を検出したが、不明瞭な点(試料の取り違いの可能性があること等)があり、非常災害対策本部の指示で再度試料採取。                   |
| 15:50 頃       | 再採取した試料でも放射能を検出。   |
| 16:00-16:30 頃 | 試料の採取方法等に誤りがあり、放射エネルギーを算出できないこと、また、非管理区域で放射能が検出されることへの疑いもあったことから、非常災害対策本部の放射線管理員が再々度試料を採取。 |
| 18:20 頃       | 再々採取した試料から放射能を検出。非管理区域に漏えいした水が微量の放射性物質を含むことを確定(非管理区域への放射性物質の漏えいは、法令報告対象のトラブルに当たる)。         |

18:52 柏崎刈羽原子力発電所運転管理部長から東京電力本店原子力運営管理部通報連絡責任者へ通報連絡（FAX 及び電話連絡）し、併せて、東京電力本店から原子力安全・保安院へ通報連絡（FAX 及び電話連絡）。

2) 放射性物質を含む水の海中への放出に関する報告まで

19:30 頃 6号機当直長は、当該漏えい水が、付近の排水口から排水を収集する水だめを通じて、ポンプにより自動的に放水口へ放出されることを確認。

20:10 非常災害対策本部として、放射性物質が柏崎刈羽原子力発電所外の環境へ放出されたものと判断。

20:28 柏崎刈羽原子力発電所運転管理部長から東京電力本店原子力運営管理部通報連絡責任者へ通報連絡（FAX 及び電話連絡）し、併せて、東京電力本店から原子力安全・保安院へ通報連絡（FAX 及び電話連絡）。

20:47～53 頃 非常災害対策本部において、当該水貯めから放出された放射エネルギーを算出（放出された水の放射能濃度は極めて低く、海水に放出できる法令濃度限度以下）。

20:53 柏崎刈羽原子力発電所運転管理部長から東京電力本店原子力運営管理部通報連絡責任者へ通報連絡（FAX 及び電話連絡）。

21:45 「柏崎刈羽原子力発電所 6号機の放射性物質の漏えいについて」として公表。

このように、非管理区域における水たまりを発見するのに時間がかかったこと、汚染および排水系路を確認するのに時間を要している。放射性物質の分析を行う人員の確保が困難であったことも一因と考えられる。

主排気筒からの放射性ヨウ素の検出に関しては、発災後1日を経過してから公表された。これは、週一回実施されている主排気筒の定期測定において発見されたことによるものと考えられる。

一方、原子力発電所の情報連絡に係る設備のトラブルも情報の伝達をさまたげた要因となった。主なトラブルは以下のようである。

- ・ 緊急時対策室のドアが変形して入室できなくなっていた（11時には入室が可能となったが、内部の安全確認に時間がかかり、利用可能となるにはさらに時間を要した。）。
- ・ 地震のため事務本館の常用電源配電盤が損傷し、常用電源系統が停電したことにより、ホームページを表示するためのネットワークサーバ、柏崎刈羽原子力発電所の運転情報を表示する緊急時対策室内の SPDS システムの画面、TV のアンテナブースター等の利用ができなくなった。しかし、非常用電源に接続されていた緊急時対策室内のコンセント等は利用可能であった。
- ・ 転倒防止等の対応を行っていなかったため、事務本館では FAX 等の OA 機器が破損し利用できなくなった。このため、FAX は隣接する宿泊棟のものを利用した。



このように想定されている原子力災害時には起こらない、インフラの破壊が起こっており、それが情報伝達を障害していたことがわかった。

#### 4. 住民への情報提供の遅れ

平成20年1月12日に柏崎市民プラザにおいて開催された原子力・安全保安院による住民説明会で、住民からも放射性核種の漏洩は微量であったにも関わらず、風評被害が広まったこと、夏場であったこともありホテルや観光施設が経済的に大きな被害を受けたこと、安全宣言の遅れに関する質問が出されている。新潟県庁からは、不安を訴える住民のために相談依頼が放射線医学総合研究所（千葉市）寄せられている。正しい情報に基づいた、迅速な情報提供は不可欠である。

地震直後の初動時において、防災行政無線が届かない人々に対してはラジオ等の情報提供手段が有効であるが、原子力安全・保安院においては緊急時における情報提供の体制はなく、情報提供手段も十分に用意していなかった。このため地元住民に対して迅速な情報提供を行えず、新聞広告を出したのは、地震から2週間以上経過してからであった。特に、住民には、変圧器からの火災は柏崎刈羽原子力発電所の安全性にとって重大な火災と映っていたものの、原子力安全・保安院は原子炉の安全性には影響しないとの判断から、事実関係や安全性に関する情報等を十分提供していなかった。

また放射線に関わる特殊な用語については、美浜原子力発電所の事故でも、消防に正しい情報が伝達されなかったこともあった。今回も正確性を期すために専門用語が多用され、かえって安全に関する情報が明示されなかったため、地元住民に最も伝えるべき情報が伝わらなかった。

##### 4-1 難解な表現の多用

地震発生後、原子力安全・保安院や東京電力のプレス発表資料に用いられた放射能の単位である「ベクレル」や「10の何乗」、「10のマイナス何乗」等の表現は、正確で客観的ではあったものの、一般の人には理解が難しく、他方で、「止める」「冷やす」「閉じこめる」といった原子炉の基本的安全性に関わる情報は、口頭では説明が行われたものの、原子力安全・保安院のプレス発表文において明確には掲載されていなかった。

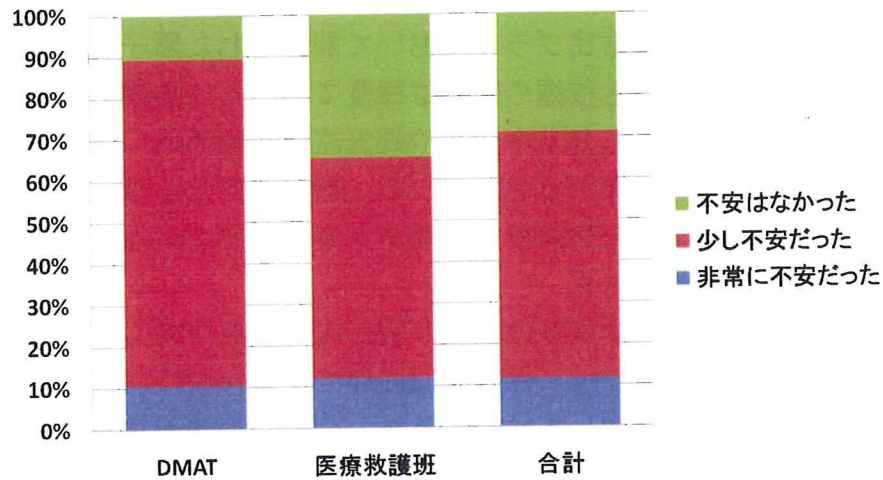
#### 5. 救援者の不安

救援者の不安については、DMAT、救護班へのアンケート調査を行った。被ばくへの不安については、DMATの89%、救護班の66%があったと解答した（図2）。一方、情報提供については、DMATの100%、救護班の93%が不十分であると解答した（図3）。

このように、救護に向かった医療チームは、被ばくの不安を抱えたまま、十分な情報を持たずに活動したことがわかった。また、発災直後から活動していたDMATの方がより不安は多く、情報は不十分であったことも示唆された。

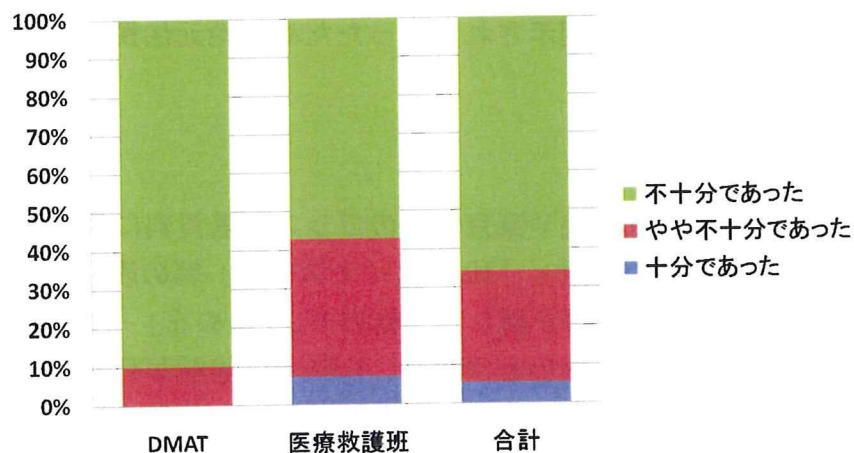
## 図2: 救援者の不安

放射線被ばくに対し不安がなかったか？



## 図3: 医療チームへの情報提供

放射線災害について医療チームへの情報提供は十分であったか？



### 6. 考察

#### 6-1 事故の健康影響

中越沖地震における刈羽柏崎原子力発電所の主な被害は、変圧器における火災、放射性物質の海水への漏洩、主排気筒からの放射性ヨウ素の検出であった。原子炉は停止して、大規模な事故には至らなかった。今回の災害においては、大規模な放射線事故は起こらなかったものの、地震による被害で放射性物質の漏出が起こった。しかし、漏洩した放射性物質の量は、非常に微量であり、人体に影響を及ぼすことはなかった。このように今回の事故は、健康影響を及ぼす事故ではなかったものの、地震による被害で放射性物質の漏出が起こりうるということがわかった。今後は、地震による放射線災害も想定する必要があることが示唆された。

## 6-2 情報伝達、公開と救援者の不安

今回の災害においては放射性物質の漏洩に関する情報は、DMAT の要請、活動開始よりも遅れて伝わっていたことが明らかになった。漏洩した放射性物質が微量であったため、モニタリングポストなどで把握することが困難であったことが主要因と考えられる。しかし、情報インフラの破損が情報伝達を阻害したことも要因の一つとして挙げられた。今回、被害はなかったものの、更に大きな地震においては、モニタリングポストやその情報収集経路が遮断されることも想定する必要があることが示唆された。

一方、DMAT の確立により、医療支援は更に早く行われることになる。今回の中越沖地震においては、このような医療チームへの情報提供が不十分であり、救援者は不安の中で活動した実態が明らかとなった。このような被災地に向かう救援者への情報提供も必要不可欠であることが示唆された。

## 6-3 地震との複合型災害時の対応の特徴

今回明らかになった地震と放射性災害との複合災害時の対応時の特徴は以下のようなものであった。

- 地震災害時には、情報インフラの破壊により、原子力発電所の被害状況などが十分に把握できない可能性がある。
- 地震災害時には、情報インフラの破壊により、救援要請の連絡が阻害される可能性がある。
- 地震災害時には、消防や医療は地震被害による被災への対応もあり、原子力災害に資源を集中することが困難となる可能性がある。
- 地震災害時は、地震災害への救援を目的とした DMAT、緊急消防援助隊などの応援が各地から行われる。このようなチームの安全確保の観点からの情報提供が必須である。

従来、放射線災害の想定や訓練の中では地震との複合災害については深く議論されてこなかった。今後は、このような複合型の災害を想定して計画、訓練していくことが必要であることが示唆された。

## 7. まとめ

中越沖地震における刈羽柏崎原子力発電所における事故について、災害医学の観点より調査を行った。放射性物質の漏洩などの事故は起こったが、健康影響を伴う事故ではなかった。しかし、情報インフラの破壊の可能性、住民への正確で迅速な情報提供、救援医療チームへの情報伝達などの地震災害との複合災害時に特有な課題が明らかとなった。今後は、このような複合型の災害を想定して計画、訓練していくことが必要であることが示唆された。

Editorial Manager(tm) for Health Physics Journal  
Manuscript Draft

Manuscript Number: HPJ-D-09-00014R3

Title: Concerns of disaster medical assistance team (DMAT) members about troubles at the nuclear power plant: experience from the Niigata Chuetsu-Oki Earthquake July 16, 2007, in Japan

Article Type: Notes

Section/Category: Health Physics Journal

Corresponding Author: Dr. Makoto Akashi, M.D., PH.D.

Corresponding Author's Institution: National Institute of Radiological Sciences

First Author: Makoto Akashi, MD, PhD

Order of Authors: Makoto Akashi, MD, PhD; Ken Kumagaya, MD, PhD; Hisayoshi Kondo, MD, PhD; Yasuo Hirose, MD, PhD

Abstract: An earthquake measuring 6.8 on the Richter scale struck the Niigata-Chuetsu region of Japan at 10.13 on the 16th of July, 2007. The earthquake was followed by the sustained occurrence of numerous aftershocks, delaying the reconstruction of community lifelines. The earthquake affected the Kashiwazaki-Kariwa nuclear power plants (NPPs), the biggest NPP site in the world. The earthquake caused damage to NPPs, resulting in a small amount of radioactive materials being released into the air and the sea. However, no significant effects were detected in the public and the environment. As medical response to this earthquake, 42 Disaster Medical Assistance Teams (DMATs) were sent to hospitals and first-aid care centers at the NPP site. In order to evaluate the perceptions of the deployed DMAT personnel regarding concerns about the health effects of radiation and information about the damage to NPPs, questionnaires were sent to 40 facilities that dispatched DMATs to the earthquake area. Most of them were concerned with the effects of radiation, and adequate information about the problems at the NPPs was not communicated to them. This preliminary study suggests that communication of information is extremely important for DMAT members in the case of disasters, and in particular if there exists a possibility of radiation exposure, since radiation cannot be detected by our senses. DMAT members are critical to any mass casualty incident, whether caused by human or nature. We have learned from this earthquake that there is urgent need for an all-hazards approach, including a "combined disaster" strategy, which should be emphasized for current disaster planning and response. This is the first report on DMATs deployed to an earthquake site with damage to NPPs.

Concerns of disaster medical assistance team (DMAT) members about troubles at the nuclear power plant: experience from the Niigata Chuetsu-Oki Earthquake July 16, 2007, in Japan

Makoto Akashi<sup>1)</sup> \*, Ken Kumagaya<sup>2)</sup>, Hisayoshi Kondo<sup>3)</sup>, and Yasuo Hirose<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Research Center for Radiation Emergency Medicine, National Institute of Radiological Sciences, Chiba, Japan.

<sup>2)</sup> Emergency and Critical Care Medical Center, Niigata City General Hospital, Niigata, Japan

<sup>3)</sup> Department of Emergency and Critical Care Medicine, Nippon Medical School, Tokyo, Japan

**\* Address for correspondence:**

Makoto Akashi, MD/PhD

Research Center for Irradiation Emergency Medicine,

National Institute of Radiological Sciences

4-9-1 Anagawa Inage-ku, Chiba-city, Chiba 263-8555, Japan

TEL: +81-43-206-3122

FAX: +81-43-284-1736

E-mail: akashi@nirs.go.jp

**Key words:**

Radiation disaster, earthquake, disaster medical assistance team (DMAT), damage, concern

**Acknowledgement:**

We are grateful to our colleagues for their participation in the special investigation committee of the Niigata Chuetsu-Oki Earthquake organized by The Japanese Association for Disaster Medicine. This work was supported by a special grant for investigation of the Niigata Chuetsu-Oki Earthquake by The Japanese Association for Disaster Medicine. We would like to thank Ms. Aki Yamamoto for her excellent secretarial assistance and Dr. Misao Hachiya for her critical reading of this manuscript.

## ABSTRACT

An earthquake measuring 6.8 on the Richter scale struck the Niigata-Chuetsu region of Japan at 10.13 on the 16<sup>th</sup> of July, 2007. The earthquake was followed by the sustained occurrence of numerous aftershocks, delaying the reconstruction of community lifelines. The earthquake affected the Kashiwazaki-Kariwa nuclear power plants (NPPs), the biggest NPP site in the world. The earthquake caused damage to NPPs, resulting in a small amount of radioactive materials being released into the air and the sea. However, no significant effects were detected in the public and the environment. As medical response to this earthquake, 42 Disaster Medical Assistance Teams (DMATs) were sent to hospitals and first-aid care centers at the NPP site. In order to evaluate the perceptions of the deployed DMAT personnel regarding concerns about the health effects of radiation and information about the damage to NPPs, questionnaires were sent to 40 facilities that dispatched DMATs to the earthquake area. Most of them were concerned with the effects of radiation, and adequate information about the problems at the NPPs was not communicated to them. This preliminary study suggests that communication of information is extremely important for DMAT members in the case of disasters, and in particular if there exists a possibility of radiation exposure, since radiation cannot be detected by our senses. DMAT members are critical to any mass casualty incident, whether caused by human or nature. We have learned from this earthquake that there is urgent need for an all-hazards approach, including a “combined disaster” strategy, which should be emphasized for current disaster planning and response. This is the first report on DMATs deployed to an earthquake site with damage to NPPs.

## INTRODUCTION

The occurrence of radiation or nuclear disasters requiring medical care is fortunately very rare. Nevertheless, countries with nuclear facilities, and especially nuclear power plants (NPP), have established a system for radiation emergency medical preparedness for accidents/disasters and also malicious use of nuclear/radiation materials. In Japan, the system has been reviewed and revised after a criticality accident which occurred in a Japanese company dealing with nuclear fuel conversion at Tokai-mura, Ibaraki prefecture in 1999 (Akashi et al. 2001; HIRAMA and Akashi. 2005); the central and/or local government now performs an annual radiation emergency drill. However, drills using the scenario of radiation/nuclear event caused by an earthquake have never been performed in Japan. Earthquakes can cause not only death and life-threatening injuries, but also have tremendous impact on the infrastructures of public and nuclear facilities. There are many kinds of disasters: earthquake, storm, heavy rain or snow fall, flood, high tide, tsunami, volcano, fire or wild fire, explosion, and major transportation accidents with ship, train, and plane. Among any of these, radiation cannot be detected by our senses and does not cause immediate signs/symptoms. Thus, people cannot become aware of the occurrence of a radiation/nuclear disaster unless an elevated level of radiation can be measured by some device, or information is provided. Moreover, both the public and medical professionals have limited information to share with colleagues or concerned members of the public concerning the frequency and severity of radiation accidents.

A disaster medical assistance team (DMAT) consists of a group of professional and paraprofessional medical personnel designed to provide emergency medical care during a disaster or other emergency. DMAT is principally a community resource available to support local and regional requirements. In Japan, the Ministry of Health, Labor and Welfare (MHLW) is responsible for organizing and maintaining a national medical response capability in the event of a major disaster, per the Disaster Basic Management Plan under the Disaster

Countermeasures Basic Act. In the event of a significant man-made or natural declared disaster, local governments (at prefectural levels) can ask the MHLW to activate individual DMAT, which is a locally organized medical team trained by the national system. The Niigata Chuetsu-Oki Earthquake occurred on July 16, 2007, in Niigata prefecture in Japan. Niigata prefecture requested the MHLW to activate DMATs; 42 DMATs were sent to the site from 40 medical facilities in Japan. Members of DMATs witness severe injuries and death and must make rapid decisions to allocate limited sources (Stevens et al. 2008). Recent studies have shown that those providing immediate response to disasters are at high risk of developing psychiatric morbidity, and stress management is needed for DMATs members (Stevens et al. 2008; Erickson et al. 2004). The Niigata earthquake caused damage to the largest nuclear power station in the world. Fortunately, the earthquake did not cause any significant health effects from the view-point of radiation exposure, although radioiodine and particulate radionuclides ( $^{51}\text{Cr}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ) were released into the air and the sea. Nevertheless, almost no information about the nuclear events at NPPs was provided to these DMATs as part of the pre-deployment briefing. In this preliminary study, a questionnaire about the experience of DMAT personnel deployed to the NPP areas during the earthquake was sent.. Most of their members were clearly concerned with the threats posed by the NPPs. In addition, this earthquake experience resulted in considerations of the possibility of damage to the infrastructure including the radiation monitoring system.

## **THE EARTHQUAKE**

An earthquake measuring 6.8 on the Richter scale ( $M_{JMA}=6.8$  according to the Japanese Meteorological Agency) struck the Niigata-Chuetsu region of Japan at 10.13 on the 16<sup>th</sup> of July, 2007 (Fig. 1). It was followed by another measuring 5.8 on the Richter scale at 15:37 on the same day, and numerous, sustained aftershocks followed. The earthquake and aftershocks left 15 people dead and 2,315 injured (FDMA. 2007). A total of 1,319 houses had



collapsed and 40,335 were partially destroyed in Niigata prefecture. Kashiwazaki City was the most affected in the prefecture, with 14 dead and 1,109 collapsed houses. The earthquake caused damage to the Kashiwazaki-Kariwa NPPs of Tokyo Electric Power Company, Inc. (TEPCO) located along the northwest coast of Japan, approximately 16 km south of its epicenter and 23 km from its hypocenter. This NPP is the largest site in the world; it consists of 7 units with a combined capacity of 8,212 MW (IAEA. 2008). Five reactors are the boiling water reactor (BWR) type and two the advanced BWR (ABWR) type. The five BWR units entered commercial operation between 1985 and 1994 and the two ABWRs in 1996 - 1997. At the time of the earthquake, four reactors were in operation: Units 2, 3, 4 and 7, with Unit 2 being in start-up mode. These units shut down automatically immediately after upon detection of the earthquake. Other units had been already shut down for annual inspection. No significantly increased levels of radiation were detected at the surrounding environmental monitoring posts. On the other hand, leakage of water containing radionuclides was found in non-controlled areas of the third floor and the lower fourth floor in the Unit-6 reactor building on July 17, 2007 (METI. 2007). Investigation of this water leak revealed that an amount of about 0.6 liters on the third floor and about 0.9 liters on the lower fourth floor. The leaked water from these non-controlled areas was also released into the sea via a drainage system in the facility. The amount of leaked water into the sea was 1.2 m<sup>3</sup> and its radioactivity was estimated as 9 x 10<sup>4</sup> Bq: <sup>58</sup>Co, 7.7 x 10<sup>3</sup> Bq; <sup>60</sup>Co, 4.3 x 10<sup>4</sup> Bq; <sup>124</sup>Sb, 3.5 x 10<sup>4</sup> Bq (TEPCO. 2007). Furthermore, radioactive iodine (<sup>131</sup>I, <sup>133</sup>I, <sup>135</sup>I, total activity: 4 x 10<sup>8</sup> Bq), <sup>51</sup>Cr (1.4 x 10<sup>6</sup> Bq) and <sup>60</sup>Co (2.3 x 10<sup>5</sup> Bq) were detected on the main exhaust stack of Unit 7 during the annual weekly measurement (TEPCO. 2007; METI. 2007). Since Unit 7 was automatically shut down, no significantly increased level of radiation was detected on the radiation monitors of the main stack.

Damage to the Kashiwazaki-Kariwa NPP was evaluated according to the International Nuclear Event Scale (INES) (IAEA. 2001). Results are shown in Table 1. The

INES evaluation of two of the four incidents relevant to the Niigata Chuetsu-Oki earthquake showed a score of "0-", indicating no safety significance. The other two incidents could not be detected by the scale (METI. 2008). Thus, this earthquake did not affect the environment significantly from a radiological standpoint. However, it had a major social impact, based on the fact that this nuclear power station is the largest in the world. In addition, the earthquake also triggered a fire outbreak in the Unit 3 transformer.

### **COLLAPSE AND DESTRUCTION OF INFRASTRUCTURE**

Two fires were reported as a result of this earthquake by the Fire Disaster Management Agency (FDMA. 2007); one was at the NPP, but the other was elsewhere. The former fire broke out at an electrical transformer in the Unit 3 of the NPP, as described above. This fire was probably caused by the leakage of oil in the transformer housing, which then ignited. The fire-wall between the transformer and the turbine building prevented the fire from expanding further. Two minutes after the earthquake occurred, an operator on patrol found smoke in the Unit 3 transformer and reported this to his supervisor. The supervisor tried to notify the emergency operation room of the NPP, but it could not be entered due to damage caused by the earthquake. Moreover, the in-house fire extinguishing system including fire hydrant operation was damaged due to soil settlement caused by the earthquake. This means that the infrastructure was badly compromised. Another problem was the delay in notifying the public fire department, which was not accomplished until 14 minutes after the earthquake had struck. The fire department asked the NPP to try to extinguish the fire using their own resources until they could attend. Firefighters finally arrived at the NPP one and a half hours after the operator detected the fire, as earthquake-caused landslides and ground deformation resulted in damage to public roads, and traffic overload and congestion resulted. The fire was finally confirmed to be extinguished almost two hours later. It was pointed out that a lack of first response staff and also appropriate fire fighting training for the first-responder staff at the

NPP was one of the causes for the delay in extinguishing the fire (NISA, 2008). Further investigation found that about 100 drums in the storage house for radioactive solid waste had fallen over, and the lids of several drums had opened. Fortunately, the system for radiation monitoring in the store house surrounding area had not been affected, and no levels over than the background of radiation were detected in this earthquake. Moreover, the telecommunication system was not affected.

## **METHODS**

Niigata prefecture requested the MHLW to send DMATs at 10:33 on July 16, 2007, 20 minutes after the earthquake struck. Niigata prefecture also requested neighboring prefectures to send DMATs to the site. Thus, 42 DMATs were dispatched to the site from 40 medical facilities in Japan. These DMATs were inactivated at 10:00 on July 18, 2007. The Japanese Association for Disaster Medicine organized a special committee for identifying the lessons learnt from the response to the Niigata Chuetsu-Oki Earthquake, and this committee prepared the questionnaire for the DMAT members deployed to the earthquake response zone. This questionnaire consisted of closed questions regarding: (1) awareness of damage to NPP; (2) concern about health effect; and (3) providing DMATs with information about radiation. In December 2007, the questionnaire was sent to the 40 medical facilities that had dispatched DMATs to hospitals and first-aid care centers at the NPP site.

## **RESULTS**

Twenty-one facilities that sent DMATs, including four from Niigata, 10 from neighboring and seven from other prefectures, completed the questionnaire, a response rate of 52.5%. Fig. 2 shows the responses to the questions and answers. Almost half of the DMAT members had some information regarding the damage to the NPP before they left for the site. However, 35% answered that they would not have joined the DMAT if they had known about

the problems at the NPP, and 40% did not answer this question. It is noteworthy that 85% expressed their concern about the health effects caused by the radiation problems at the NPP. Moreover, no DMAT members felt that they had received adequate information about the problems at the NPP.

## DISCUSSION

Radiation cannot be detected by our senses and symptoms/signs do not appear immediately after exposure to radiation. In addition, radiation accidents or disasters requiring medical care are thankfully a rare occurrence. Medical professionals as well as the public usually have limited information on radiation and radionuclides, and are clearly concerned with and afraid of unfamiliar issues. Unfamiliarity with radiation accidents or disasters can be psychologically upsetting. The Niigata Chuetsu-Oki Earthquake caused damage to the NPP; radionuclides were released into the air and the sea. Since the amount of radionuclides released was limited, no adverse radiation-related health effects were detected. However, there were concerns about radiation among the DMAT members who were deployed for the medical response to the disaster site.

The predominant concern for DMAT members was about radiation exposure and/or internal contamination by released radioactive materials from the NPP. The authorities received the report on the leakage of radionuclides at 18:52 on July 16 2007; almost 9 hours had passed since the earthquake struck. At that time, DMATs had already been sent to the field of the site. Thus, the DMAT members were informed about the leakage of radionuclides from the NPP after they had been deployed in the field. Some members of these DMATs probably had little knowledge about radiation including what “Bq” and “Sv” mean. In Japan, local governments with nuclear facilities such as NPPs run the training system of radiation emergency for medical professionals. DMATs from local governments without nuclear facilities were included in the medical response teams for this earthquake. Among the 21