

## 特別講演

# 「福島第一原子力発電所事故災害に学ぶ： 緊急被ばく医療体制の現状と課題」

Special Lecture

Lessons learned from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident

- The Current Status and Issues of the Radiation Emergency Medical System

### 【司会】

それでは、時間になりましたので、最後のプログラムになります、特別講演を行いたいと思います。本日、特別講演をお願いしておりますのは、広島大学救急医学講座の教授でございます、谷川攻一先生でございます。谷川先生は、既に福島原発事故の当初から福島地区にも出入りをされております。今日その講演の座長をお願いしておりますのは、HICAREの幹事でございます、佐々木英夫でございます。ここからは佐々木先生に司会をお任せいたします。佐々木先生、それではよろしく願います。

### 座長

HICARE 幹事

佐々木 英夫 (ささき ひでお)

「福島第一原子力発電所事故災害に学ぶ 緊急被ばく医療体制の現状と課題」について、谷川攻一先生にご講演いただきます。ここで、谷川先生の略歴をご紹介します。昭和32年福岡生まれ、現職は広島大学大学院医歯薬学総合研究科救急医学講座の教授です。広島大学病院副院長、高度救急救命センター長、集中治療部長を兼任しておられます。また、特に、広島大学緊急被ばく医療推進センターの副センター長をお務めでもあります。先生は、昭和57年九州大学医学部をご卒業後、九州厚生年金病院等を経て、平成4年より米国ピッツバーグ大学メディカルセンター集中治療部クリニカルフェロー、平成10年より福岡大学病院救急救命センター講師、平成14年より広島大学にお勤めです。主な研究領域は、虚血後再灌流障害、心肺蘇生救急災害医療、緊急被ばく医療であります。日本救急医学会及び同会中国四国地方会、日本集中治療医学会、臨床救急医学会等の評議員であられるとともに、現在、内閣府原子力安全委員会緊急事態応急対策調査委員をお務めです。広島県地域対策協議会の救急医療体制専門委員会委員長、HICARE幹事などの要職にも就いておられます。

### Chair

We have reached the time for the final item on our program, which is a special lecture. The person we have invited to give today's special lecture is Professor of Emergency and Critical Care Medicine at Hiroshima University. He is Dr. Koichi Tanigawa. Dr. Tanigawa has been in and out of the Fukushima area since the initial time of the Fukushima Power Plant Accident. And we have asked Dr. Hideo Sasaki, who is HICARE's Executive Secretary, to chair Dr. Tanigawa's lecture. So from this point on, it's Dr. Sasaki in the chair. Over to you, Dr. Sasaki.

Hideo SASAKI, MD, PhD,

Executive Secretary of HICARE

The special lecture about the "Lessons Learned from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident - The Current Status and Issues of the Radiation Emergency Medical System" will be given by Dr. Koichi Tanigawa. Here I will provide a brief run-down of Dr. Tanigawa's career. He was born in 1957 in Fukuoka, and his current post is Professor of Emergency and Critical Care Medicine in the Graduate School of Biomedical Sciences at Hiroshima University. He concurrently holds the posts of Deputy Director of the Hiroshima University Hospital, Chief of its Advanced Emergency and Critical Care Center, and Head of its Intensive Care Department. Also, and of particular relevance, he serves as Vice Director of the Radiation Emergency Medicine Promotion Center of Hiroshima University. After graduating from Kyushu University Faculty of Medicine in 1982, he worked for institutions including Kyushu Kosei Nenkin Hospital before becoming a Clinical Fellow in the Department of Critical Care Medicine at University of Pittsburgh Medical Center, U.S.A., in 1992. Then from 1998 he was Associate Professor in Fukuoka University Hospital's Department of Emergency and Critical Care Medicine, until coming to work at Hiroshima University since 2002. His main areas of research are post-ischemic reperfusion injury, cardiopulmonary resuscitation emergency disaster medical care, and emergency exposure medical care. He is a trustee of the Japanese Association for Acute Medicine and its Chugoku-Shikoku Regional Chapter, of the Japanese Society of Intensive Care Medicine, the Japanese Society for Emergency Medicine, and similar bodies. He is currently serving as a member of the Emergency Response Investigation Committee of the Cabinet's Nuclear

先生がなぜ救急医学をお選びになったかという、医師に就いた当初より「生命に直接関係する分野」に関心が高かったとのこと。広島大学では神谷先生、谷川先生を中心に、数年前より緊急被ばく医療推進センターを準備しておられ、これはあってはならないことのために準備をしていたのですが、3月11日に東日本大震災が発生しました。先生はすぐさま福島にかけつけ、作業にあっていた人々や住民の方々の治療をされ、最近でも定期的に福島へおいでだと伺っております。先生のような非常に大切なお経験をもとに、今後の課題、それから方向性について拝聴したく存じます。

広島大学救急医学教授  
谷川 攻一 (たにがわ こういち)

私は、現在、救急医学の道を歩んでおりますが、今回の福島第一原子力発電所事故に関しましても、長期的というよりは急性期、しかも生命に直結という観点から現地を訪れました。自分の見たものを皆さんと共有し、仮に今後このような事態が起きた場合、同じ轍を踏まないよう願って、お話いたします。

### 基本的な知識 Key Concepts

- 外部被ばくした人には放射能はない
- 被ばくは直後死の原因とはならない  
緊急避難や救急医療対応では外傷(怪我)や心臓病、脳卒中、持病の悪化などの方が遙かに危険である
- 帽子、衣服、手袋、マスクで汚染を低減することができる
- 放射線プルーム(放射線雲)の影響を避けるために、屋内退避は極めて有効な手段である
- 放射線は測定することができる
  - Exposed (irradiated) persons are not “radioactive” .
  - Radiation is not responsible for immediate death. Trauma or heart attack, stroke, or exacerbation of underlying medical problems during evacuation or emergency care are more dangerous.
  - Simple gears such as caps, cloths, gloves and masks alleviate risk of contamination.
  - Sheltering (in-house evacuation) is very effective to avoid exposure from radioactive plume.
  - Radiation can be easily measured.

この度は一般のご出席者もおられますので、まずは基本的な共通認識ということで、いくつか確認させていただきます。外部被ばくした方、X線治療の検査を受けた方々に放射能はありません。レントゲン検査を受けたからといって、自分に放射能があり、人に影響を与えるということはないと皆さんご存じかと思

Safety Commission. He additionally holds other major posts including Chairman of the Hiroshima Prefecture Regional Council's Emergency Medical Care System Expert Committee, and Executive Secretary of HICARE.

Why did Dr. Tanigawa choose to specialize in emergency medicine? He tells us that from the time when he first became a physician, he had high interest in “the fields directly connected with saving life”. At Hiroshima University, Dr. Tanigawa, together with Dr. Kamiya, has for several years been at the core of preparations for a Radiation Emergency Medicine Promotion Center, and as events have turned out, those preparations have been for an event which everyone wishes had never happened – the occurrence of the Great Eastern Japan Earthquake on March 11th. The doctor immediately set out for Fukushima, where he treated people engaged in rescue work and the residents themselves. More recently too, as I am told, he has been making periodic visits to Fukushima. I am sure we are all eager to hear the doctor's talk about the issues ahead and future orientations based on his immensely important experience. So, I yield the floor to Dr. Tanigawa.

Koichi TANIGAWA, MD, PhD,  
Professor of Emergency and Critical Care Medicine,  
Hiroshima University

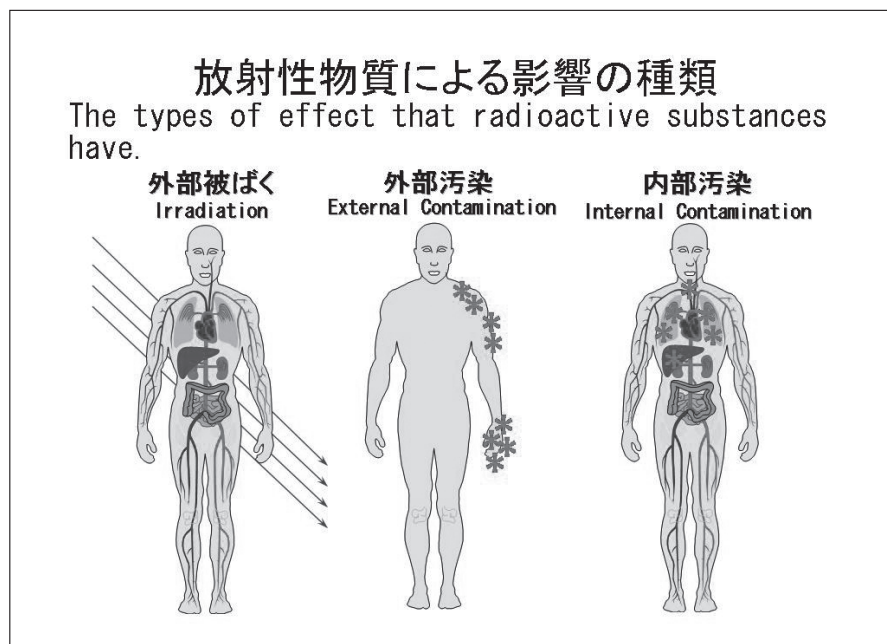
I am currently treading the path of emergency medicine, and in connection with the recent Fukushima Daiichi Power Plant Accident I have made visits to the affected areas, not so much from a long-term perspective as from an acute-phase one, and moreover one directly concerned with saving life. I am giving this talk to share with you what I have seen, in the hope that if another such event should happen in the future, people will not repeat the same mistakes.

As we have members of the general public among those attending here today, I would like first of all to get straight a few basic facts which should be common knowledge. One fact is that people who have been externally exposed to radiation, and people who have undergone examinations for x-ray therapy, do not have any radioactivity in them. If you

います。また、被ばくは直接、直後死の原因とはなりません。非常に高線量被ばくを受けた場合も、すぐにそれで亡くなることはありません。JCOの事故の時に3名の作業員が高線量被ばくを受け、残念ながら2名が亡くなりました。かなりの被ばく量ですが、直後死にはなっていません。実は、多くの被ばく汚染に関連した死亡というのは、外傷、怪我あるいは疾病、病気が中心です。今回も、汚染や被ばくそのものというより、緊急避難に伴って亡くなった方はおられました。原発の作業員にも、当初亡くなられた方が2名おられましたが、これは津波による影響です。繰り返しますが、被ばくそのものは直後死の原因とはならないのです。放射性物質に関しては、帽子・衣服・手袋・マスク等の非常に簡単な手技で、その汚染を低減できます。通常、外科手術をする場合の防護服、外科手術着等でこの汚染の低減は可能です。また、放射線プルーム(放射線が含まれている雲)の影響を避けるために、屋内待機は極めて有効な手段です。これも今回、私が非常に痛感したところです。緊急避難しようとして無防備のまま屋外へ出て、逆に汚染・放射線に曝露されてしまうことの方が有害です。もう一つは、他の物質と違い、放射線は測定器さえあればとても簡単に測定できます。例えば、地下鉄サリン事件の場合、サリンだと分かるまで時間がかかりました。ところが、放射性物質は何種類かに限られていますので、ディテクターやサーベイメーター等で検知できます。放射線には、このような特徴があることをまず理解していただきたいと思います。

have had an x-ray examination, it is not the case that you will have radiation in you and affect other people as a result – this is a fact that I think you all probably know. Also, exposure to radiation does not immediately cause death right afterward. Even if you get exposed to an extremely high dose of radiation, you will not die immediately after because of it. At the time of the JCO accident, three workers were exposed to a high dose, and regrettably two of them died. But even though it was a considerable exposure dose, they did not die immediately after it. In fact, most of what are referred to as deaths in connection with exposure contamination are principally due to external wounds, injuries, illness and disease. Similarly in the recent disaster, people died as a result of the emergency evacuation rather than from contamination or exposure as such. There were also two of the nuclear power plant workers who died at the beginning, but that was due to the tsunami's effects. Let me repeat once more: exposure itself does not cause immediate death. As for radioactive material, contamination from it can be lessened by extremely simple expedients, such as wearing hats, clothes, gloves, masks and so forth. It is possible to lessen such contamination with the protective clothing – the surgical gown and so forth – that surgeons normally wear when performing operations. Also, an extremely effective means of avoiding the effects of the radioactive plume (the cloud containing the radiation) is to shelter indoors. This is another thing that I have become acutely

aware of in this disaster. Going outdoors unprotected for emergency evacuation, and then on the contrary getting exposed to contamination or radiation – that is what is harmful. Another thing is that unlike other substances, radioactive ones can be measured easily if you have the measuring instruments available. For instance, take the subway sarin attack incident – it took hours until the fact that it was sarin could be determined. Whereas there are only a few different types of radioactive substances, and so they can be sensed using a detector, survey meter or similar instrument. I would like you, in the first place, to understand this feature of radiation.



放射性物質による影響の種類についてお話いたします。大きく分けて3つのタイプがあります。外部被ばくとは、外側から放射線を浴びることです。皆さんが飛行機でニューヨークへ行った場合も自然の放射線を浴びます。あるいはX線検査やCT検査を受ける場合も同様で、これらを外部被ばくといいます。一方、汚染とは放射性物質が皮膚や服に付くことをいいます。内部汚染は放射性物質が体内に入る場合を指します。内部汚染では、長期に体の一部に滞在し様々な臓器に影響を与える、場合によってはがんにつながる可能性があります。これは今回福島でも少し問題になっています。

Let me talk about the types of effect that radioactive substances have. The effects can be broadly divided into three types. “External exposure” means being exposed to radiation from the outside. If you travel to New York by airplane, you will be exposed to natural radiation. Similarly when you have an x-ray examination or a CT examination, that is referred to as external exposure. “Contamination”, on the other hand, refers to radioactive substances getting attached to the skin or clothes. “Internal contamination” refers to the case where radioactive substances enter inside the body. With internal contamination, the substances may stay in a part of the body for a prolonged period and exert effects

放射線にはいくつか種類があります。しかし、その種類は、いわゆる化学物質・生物・ウイルス・細菌に比べれば、はるかに少ないといえます。例えば、原子炉での核分裂では中性子が発生します。ウラニウムやプルトニウムといった放射性物質は、 $\alpha$ 線という放射線を出します。最近の事例ですが、都民の方が自宅周辺をサーベイメーターで検査していたところ、非常に高い場所があり、行政に届けました。結果的には、それはビンに入ったラジウムであったと分かりましたが、ラジウムは、 $\alpha$ 線を出すものとして、一般的に扱われている物質の一つです。ただ、ラジウムは、ラドンへ崩壊する時に  $\gamma$ 線という放射線を出します。サーベイメーターではこれを検知したのです。今問題になっているセシウムは、 $\beta$ 線や  $\gamma$ 線といった放射線を出します。 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線は比較的簡単にブロックできます。例えば、 $\alpha$ 線は紙一枚で、 $\beta$ 線は少し厚いアルミ箔でブロックできます。通常、服を着ている、 $\alpha$ 線自身が衣服や皮膚に付いたレベルであれば、大きな影響はありません。ところが、 $\gamma$ 線は非常に透過性が高いのです。福島(特に原子力発電所)で、非常に高線量の場所がありますが、この  $\gamma$ 線が問題になっています。 $\gamma$ 線をブロックするには分厚い鉛の鎧を着るしかないので。これではとても作業ができません。ですから、放射線に曝露されている時間をコントロールすることによって被ばく量を制御します。

on various organs. Depending on the case, there is a possibility that this may lead to cancer. To a small extent, this has been a problem in the recent Fukushima incident.

There are several types of radiation. However, we can say that these different types are far fewer than the many types of chemical substances, biological organisms, viruses, and bacteria. For example, neutrons are produced by nuclear fission in a nuclear reactor. Radioactive substances such as uranium and plutonium give off radiation that is known as alpha rays. In a recent case, a Tokyo resident who was examining the area around his residence with a survey meter came across a place where the reading was extremely high, and he notified the public administration. An investigation found that it was due to some radium in a bottle. Radium is one of the commonly handled substances that emit alpha rays. But radium also emits what are called gamma rays when it decays into radon. These were what the survey meter detected. Cesium, which is in question at the moment, emits radiation called beta rays, and also gamma rays. Alpha rays and beta rays can be blocked relatively easily. For example, alpha rays can be blocked with a single sheet of paper and beta rays can be blocked with slightly thick aluminum foil. Normally, if you are wearing clothes and exposure is only at a level where alpha rays have gotten attached to your skin or clothes, there will be no major effect. Gamma rays, however, are extremely penetrative. In Fukushima (especially at the nuclear power plant), there are places with extremely high radiation levels, and it is gamma rays that are the problem there. The only way to

block gamma rays is to wear thick lead armor. But it's just not possible to do work wearing that. So what is done instead is to control the amount of exposure by controlling the duration for which one is exposed to radiation.

## 原子力発電所事故後の放射性塵による汚染 Contamination with radioactive dusts following nuclear power plant accidents.

- 外部汚染: External contamination  
大気中に漂う放射性塵が衣服や皮膚に付着した程度では被ばくによる健康への影響は極めて小さい  
Radioactive dusts may attach clothes or skin surface.  
However, irradiation by those dusts does not pose any significant health risk.
- 内部汚染: Internal contamination  
体内に取り込まれた放射性物質は持続的な被ばくの原因となり、特定臓器の障害を引き起こす可能性がある  
例: チェルノブイリ発電所事故においては放射性ヨウ素(ヨウ素-131)が甲状腺癌の原因となった  
• Incorporation of radioactive materials may poses hazard because of continuous irradiation;  
• Example; I-131( $\beta$ -ray) caused thyroid cancer in Chernobyl accident.

今回、原子力発電所事故の放射性塵が問題になりました。これによる影響についてですが、放射性物質の塵が、20 km 圏内から避難された方の衣服や頭部等に見受けられました。塵そのものが体の外側に付いたとしても、健康に大きな影響を与えるものではありません。ただし、内部に入った場合、例えば、放射性ヨウ素が空気中から吸入によって体内に取り込まれたり、ミルクや乳製品を介して体内に入ったりした場合には、特定の臓器に障害を起こす可能性があります。チェルノブイリでの甲状腺がんは放射性ヨウ素の関係もその一例です。放射性塵は、

In the recent nuclear power plant accident, radioactive dust has been a problem. Regarding the effects of this, radioactive substance dust was observed on the clothes and on the heads and adjacent parts of the people who were evacuated out of the 20 km zone. Even when the dust itself gets attached to the outside of the body, it will not have any large effect on health. However, if it enters inside - for instance if radioactive iodine is taken into the body from the air through inhalation, or enters inside the body via milk or dairy products, it could cause impairment of specific organs. An example of this is the relationship between

外部に付着したものはそう問題はありませんが、口の中に入ったり、吸入した場合は注意が必要です。

thyroid cancer and radioactive iodine at Chernobyl. Radioactive dust is not much of a problem when it adheres to the exterior, but if it gets inside the mouth or is inhaled, and so forth, it will require attention.

原子力発電所事故による放射性塵に内部汚染された人のそばに居ることは危険であるか？  
Is there any health risk to families of a person internally contaminated with radioactive dusts in a nuclear accident?



危険ではない！  
そばに居る人の被ばくリスクは極めて小さい  
No, it does not pose any significant health risk for families or care takers!

放射性塵を内部に吸い込んでしまった場合、その傍にいる人は危険なのでしょうか？例えば、20km圏内から逃げた方がいるとします。外部汚染はないが、もしかしたらヨウ素をかなり吸い込んでいるかも知れません。そのような方々が避難所に行き、他の避難されている方に影響があるのでしょうか？これについては、危険性はありません。傍にいる人の被ばくのリスクは極めて小さいと言えます。

If someone winds up breathing radioactive dust into their inside, will it be dangerous for people nearby them? For example, suppose there are some people who have fled from the 20 km zone. They have no external contamination, but they may perhaps have breathed in quite a lot of iodine. When such people go to a shelter, will they have effects on the other people who are taking refuge there? Regarding this, there is no hazard. We can say that the risk of people nearby them being exposed to radiation is extremely small.

甲状腺癌や甲状腺機能亢進症に対して放射性ヨウ素 (I-131) を投与された患者の管理区域からの退出基準

Criteria for discharge from controlled areas of hospital in patients with I-131 treatment for thyroid cancer, hyperthyroidism.

体内残余の放射性ヨウ素量が500MBq (500,000,000Bq)の場合  
Residual dose of I-131 in body, 500MBq (500,000,000Bq)

- 
- 同居する家族の被ばく線量 < 1 mSv/年  
Exposure to care takers < 1 mSv/yr
- 
- 放射線管理区域からの退出が許可  
Clear for discharge!

放射性医薬品を投与された患者の退出について。  
厚生労働省、医薬安発第70号、平成10年6月30日

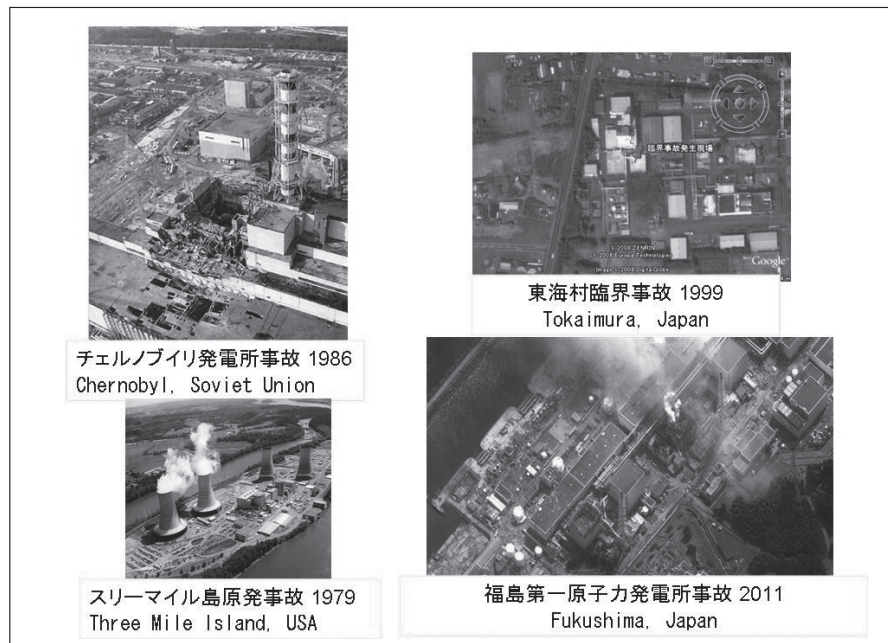
Health and Labor ministry, 1998/06/30

放射線業務従事者に対する被ばく許容量  
100mSv/5年間, 50mSv/年間 (妊婦:2mSv/年間)

普段、医療機関では放射性物質を治療に使っています。例えば、甲状腺ガン、甲状腺機能亢進症に対し、放射性ヨウ素を投与します。病気の治療として内部被ばくを利用しているのです。放射性物質を投与された患者さんに対しては、放射線管理区域から外へ出て自宅に帰って良いかどうかという外出基準が設けられています。この基準は厚生労働省が定めています。体の中に残っている放射性ヨウ素の量が500メガベクレル以下

Medical care institutions routinely use radioactive substances for medical treatment. For example, they administer radioactive iodine against thyroid cancer and hyperthyroidism. They make use of internal exposure as treatment for disease. Regarding patients who have been administered radioactive substances, release criteria have been established for deciding whether it is OK for such patients to go out of the radiation controlled area and return home. These

であることが一つの基準です。これ程の量を使っている、同居する家族の被ばく線量は年間1mSv以下になるということであり、このレベルであれば、放射線管理区域から退出可能となります。実際に今回の福島でも、放射性ヨウ素は大量に出ましたが、個人でこれだけの量を吸い込んだ方はおそらくおられません。したがって、仮に、放射性ヨウ素を大量に体内に取り込んだ方が避難所等へ行ったとしても、体内に取り込んだ放射性物質によって、周りの方が被ばくして健康を害することはないと考えて良いでしょう。以上、放射線に関する簡単な共有知識として紹介いたしました。



次に、我が国の被ばく医療体制について紹介いたします。過去にいくつか重大な原子力発電所、あるいは事業所の事故がありました。今から20年以上前、米国ペンシルバニア州のスリーマイル島で、人為的ミスによって大量の放射性物質が空气中に放出されるという事故がありました。また、チェルノブイリでは、爆発等が起き、甚大な環境汚染と直接の高線量被ばく・内部被ばく等で多くの方が亡くなりました。東海村では、3名の作業員が臨界事故によって中性子を体に浴び、そのうち2名が全身への高線量被ばくで亡くなりました。そして今年、福島で原子力発電所事故が起きました。ただ、世界的な放射線事故の調査によりますと、このレベルの重大事故の発生は極めて少ないといえます。

criteria have been determined by the Ministry of Health, Labor and Welfare. One criterion is that the amount of radioactive iodine remaining inside the body must be no more than 500 megabecquerels. Even with such an amount being used, the dose to which the cohabiting family members will be exposed will be no more than 1 mSv a year, and so provided the radiation is of this level, it is possible for the patient to leave the radiation controlled area. Actually, in the recent Fukushima incident, large amounts of radioactive iodine have been emitted, but even so, there are probably no individuals who have breathed in a quantity of that level. Thus, we may consider that, supposing people who have taken radioactive iodine into their bodies in large amounts go to shelters or elsewhere, the radioactive matter that they have taken inside them will not result in the people around them being exposed to radiation and having their health harmed. That completes my brief account of common knowledge concerning radiation.

Next, I turn to talk about the radiation emergency medical system in Japan. In the past there have been several serious accidents at nuclear power plants and nuclear sites. More than 20 years ago, there was an accident at Three Mile Island in Pennsylvania, U.S.A., in which large quantities of radioactive material were released into the atmosphere due to human error. Then at Chernobyl an explosion and attendant troubles occurred, resulting in severe environmental contamination and large numbers of people dying from direct high-level radiation exposure, internal exposure and related causes. At Tokaimura, three workers were exposed to neutrons because of a criticality accident. Two of them were exposed to high radiation levels all over their bodies and died as a result. And this year there occurred a nuclear power plant accident in Fukushima. But according to global surveys of radiation accidents, it can be said that major accidents on this level are extremely rare.

**世界における主な放射線事故**  
**Major radiation accidents worldwide**  
 (1944-2006, Radiation Emergency Assistance Center/Training Site Registryより)

臨界事故 Criticalities	臨界集合体	7	19
	原子炉	6	
	化学処理	6	
放射線発生装置 Radiation Devices	密封線源	208	316
	X線装置	82	
	加速器	25	
	レーダー発生装置	1	
ラジオアイソトープ Radioisotopes	超ウラン元素	28	93
	トリチウム	2	
	核分裂生成物	11	
	ラジウム	1	
	診療(診断・治療)	38	
	その他	13	
		合計	428

特に、原子炉に関連する臨界事故は、今回の福島を除くと、過去60年間の中で6件しかありません。臨界事故自体も19件しかなく、実は圧倒的に多いのは、放射線発生装置による事故です。主に、密封線源やX線装置で、普段から医療や産業で使っております。これらに関連した事故が大多数を占めています。他にはアイソトープ関係もあります。ただ、発生頻度は極めて低いです。原子炉関連の事故は、一旦起きた際には非常に甚大な環境被害を起こす可能性があります。

**背景**  
**Background**

1999年9月、(株)ジェー・シー・オー東海事業所のウラン転換試験棟において臨界事故が発生した。現場で作業をしていた3名が重篤な被ばくを受けた。このうち、被ばく線量の高い2名は死亡した。この事故では専門家によるネットワークと高線量被ばくへの集学的集中治療の重要性が明らかにされた。

1999年12月に原子力災害特別措置法が制定。

2003年には原子力安全委員会は“緊急被ばく医療のあり方”を提示した。この提言に基づいて、大量の放射性物質の放出や高線量被ばくといった特定の原子力事業所事故を想定した被ばく医療体制が求められてきた。しかしながら、自然災害、特に大地震や津波に引き続く複合型災害は想定されていなかった。

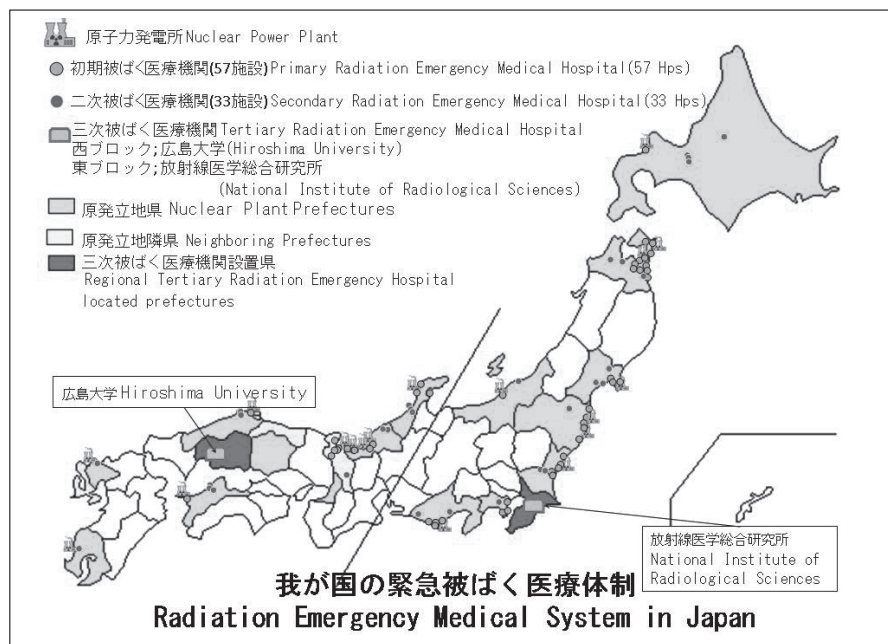
これまでの放射線事故を経験に、我が国の被ばく医療体制は整備されてきました。被ばく医療体制が整備される一つのターニングポイントとなったのは1999年のJCOの事故です。この事故により、3名が全身に高度の被ばくを受け、この内2名が後に死亡しました。当時、このようなことが起こるとは誰も想定していませんでしたが、幸いにも事故の直前に、専門家を交えたネットワークが整備されており、そのネットワークが医学的な対応において非常にうまく機能しました。2名に対しては集学的な

Especially as regards criticality accidents pertaining to nuclear reactors, there have only been six such accidents in the course of the past 60 years, excluding the recent Fukushima accident. There have been no more than 19 cases of criticality accidents as such, and the overwhelming majority of them have been accidents due to radiation generators. These are mainly sealed sources and x-ray apparatuses which are routinely used in medicine, industry and other fields. Accidents pertaining to these account for a large majority.

Besides those, there are isotope-related accidents. Although they have an extremely low frequency of occurrence, such accidents have the potential to cause extremely severe environmental damage once they occur in connection with a nuclear reactor.

Japan's radiation emergency medical system has been put in place with the experience of the radiation accidents that have occurred to date. A turning-point in the putting in place of the radiation medical system was the JCO accident of 1999. In that accident, three persons suffered high-level whole-body radiation exposure and two of them later died. No-one imagined at that time that such an accident would happen. Fortunately, just before the accident a network joining experts together had been put in place, and that network functioned extraordinarily smoothly during the

集中治療が実施され、通常であれば非常に生存期間が短いのですが、1名の方は極めて高度の被ばく線量にもかかわらず、長期間生存することができました。こうした経験から、同年12月に原子力災害特別措置法が設置され、原子力安全委員会で、緊急被ばく医療体制のあり方が改訂されました。2003年以降、先程のスリーマイル型の環境汚染タイプの原子力事業所事故、あるいは、個別の高線量被ばく(全身に高度な被ばくを受けた)傷病者に対する医療体制を中心に整備が進められました。ただ、自然災害、特に大地震や津波、それに引き続く原子力発電所事故などのいわゆる複合災害に対しては整備されてきませんでした。これは今回の福島事故における最大の反省点です。



1999年以降、原子力災害特別措置法とその整備等により、我が国では原子力発電所の立地県に被ばく医療機関を設置しました。全国19都道府県に原子力発電所が整備され、初期被ばく医療機関と指定された医療機関が57施設あります。二次被ばく医療機関は33施設、三次被ばく医療機関は広島大学と放射線医学総合研究所(放医研)の2医療機関が指定されています。

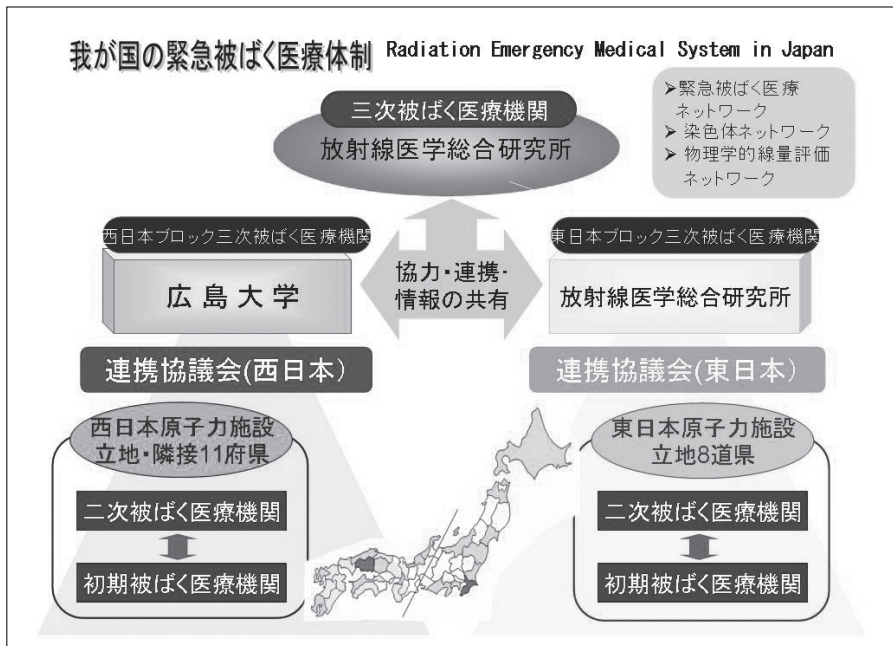
上記の日本全体地図をご覧ください。原子力発電所が全国に54か所ありますが、それぞれの周囲に被ばく医療機関が整備されています。初期被ばく医療機関は、初期対応、特に除染を行います。二次被ばく医療機関は入院が必要な加療を行います。ホールボディカウンターがある施設では線量評価を行います。さらに高度の汚染、内部汚染を伴う、あるいは専門家の派遣が必要である場合には三次被ばく医療機関がその役割を果たします。国内を2つに分け、西ブロックは広島大学が、東ブロックは放射線医学総合研究所が管轄するという体制で、整備が進められてまいりました。

medical responses. The two persons who died were given multidisciplinary intensive treatment that prolonged their survival period, which normally would have been extremely short, and the other person was able to survive over the long term, despite having been exposed to an extremely high-level dose of radiation. As a result of such experience, the Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness was established in December of the same year, and the appropriate shape of the Radiation Emergency Medical System was revised by the Nuclear Safety Commission. The work of putting such system in place proceeded from 2003 onward, focusing on environmental contamination type nuclear power establishment accidents of the just-mentioned Three Mile Island type and medical care for high-level radiation exposure injured (who have sustained whole-body high-level exposure). However, no provision has been made in the system for natural disasters – more particularly for what are called complex disasters, with a major earthquake and/or tsunami followed by an incident such as a nuclear power plant accident. This was our biggest point for introspection in the recent Fukushima accident.

Since 1999, under the Act on Special Measures Concerning Nuclear Emergency Preparedness and improvements to that Act, radiation emergency medical institutions have been put in place in those of Japan's prefectures where nuclear power plants are sited. Nuclear power plants have been provided in 19 prefectures across the nation, and there are 57 medical institutions that have been designated as primary radiation emergency medical care facilities. There are 33 secondary radiation emergency medical care facilities, and two medical institutions have been designated as tertiary radiation emergency medical care facilities – Hiroshima University and the National Institute of Radiological Sciences.

I'd like you to look at this map of Japan up here. There are 54 nuclear power plants nationwide, and each of them has radiation emergency medical institutions in its surrounding area. The primary radiation emergency medical care facilities carry out initial responses – particularly decontamination. The secondary radiation emergency medical care facilities carry out medical treatment that requires hospitalization. Those facilities that have a whole body counter carry out dose assessment. The tertiary radiation emergency medical care facilities come into play in situations that further involve high-level or internal contamination or that require dispatching of specialists. A system has been progressively put in place





それぞれの担当都道府県を中心にした緊急被ばく医療体制の整備が基本的な役割です。平時におけるネットワークの整備, 研修・教育・検証が, 三次被ばく医療機関の大きな役割となっています。広島大学と放射線医学総合研究所が協同しながら, この体制を整備していくというスキームで進展してまいりました。

The basic role of each is to provide a radiation emergency medical system centering on the prefectures for which it is responsible. At ordinary times, the major roles of the tertiary radiation emergency medical care facilities are network creation, training, education and verification. We have been proceeding under a scheme whereby Hiroshima University and the National Institute of Radiological Sciences collaborate together as they put these systems in place.



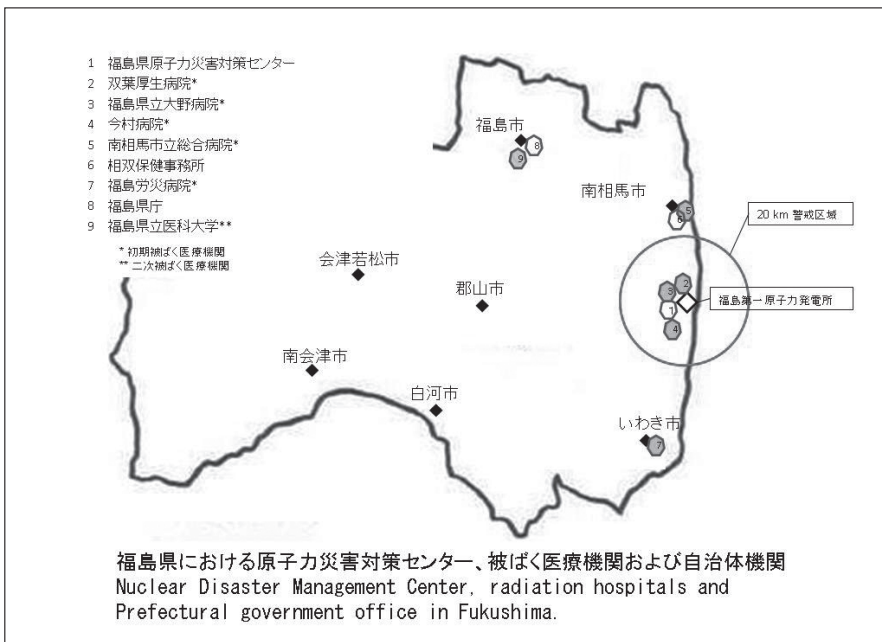
左上が放射線医学総合研究所, 右が広島大学病院です。

The upper left picture shows the National Institute of Radiological Sciences, and the bottom right picture shows Hiroshima University Hospital.



ここに示したのは、福島県の初期及び二次被ばく医療機関です。福島県には初期被ばく医療機関が5か所あります。県立福島大野病院、双葉厚生病院、今村病院、労災病院、南相馬市立総合病院です。二次医療機関は福島県立医科大学が指定されています。原子力発電所事故が起き、住民や作業員がケガをした場合には、これらの初期被ばく医療機関で除染や初期対応を行います。入院が必要であれば、県立医科大学で受け入れ、線量評価が必要であれば、ホールボディカウンター等を使って線量評価を行います。

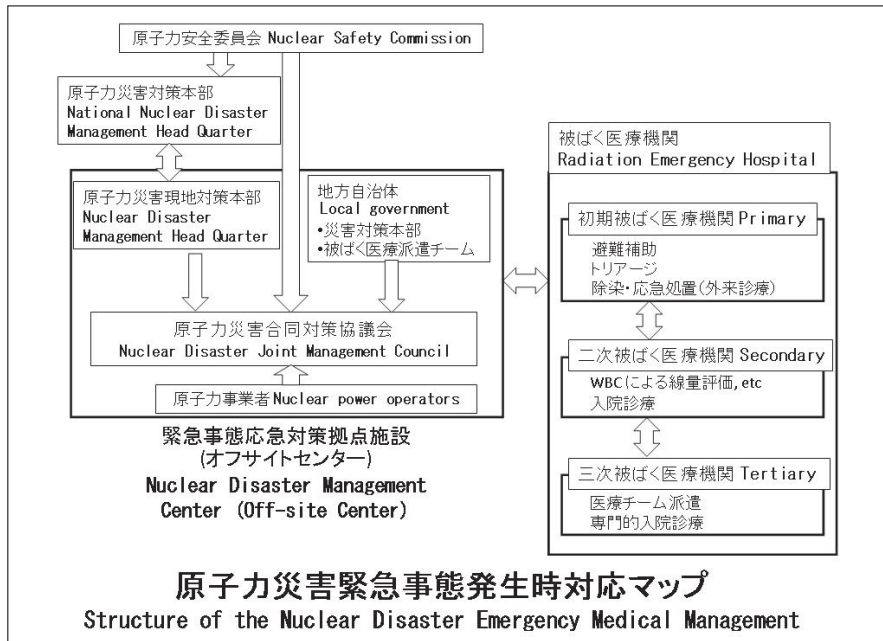
Here you see pictured Fukushima Prefecture's primary and secondary radiation emergency medical care facilities. Fukushima Prefecture has five primary radiation emergency medical care facilities. They are the Fukushima Prefectural Ono Hospital, the Futaba Kosei Hospital, the Imamura Hospital, the Rosai Hospital, and the Minamisoma Municipal General Hospital. The designated secondary radiation emergency medical care facility is Fukushima Medical University. If a nuclear power plant accident happens and residents or workers are injured, decontamination and initial responses are carried out at these primary radiation emergency medical care facilities. If hospitalization is necessary, the patients are taken in by Fukushima Medical University Hospital where, if necessary, dose assessment is carried out using a whole body counter or the like.



福島県における被ばく医療体制ですが、地理的にはこのような配置になります。20kmの警戒区域を円で示しています。福島第一原子力発電所が丸の中心にあります。このあたりは「浜通り」といわれている場所ですが、この太平洋側沿岸部中央に福島第一原子力発電所が位置しています。実は、初期被ばく医療機関5施設のうち3機関(双葉厚生病院、福島県立大野病院、今村病院)は、20km圏内に位置しています。また、南相馬市

Geographically, this is the deployment of the radiation emergency medical system in Fukushima Prefecture. The 20 km evacuation zone is indicated by the circle. The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant is at the center of this stretch of Pacific Ocean coast. In fact, three out of the five primary radiation emergency medical care facilities are

立総合病院は、福島原子力第一発電所より26km周辺、いわきは、およそ40km南に位置しています。福島は60km北西部に位置しています。原子力発電所事故が起きた場合に災害対策本部となるオフサイトセンターは、福島県では福島県原子力災害対策センターに設置されるようになっていきます。この災害対策センターは、原子力発電所から西へ4～5km周辺にあり、今回の警戒区域となっている20km圏内にあります。日本の他の地域でも福島県と同じような被ばく医療体制が整備されてきました。そして、もし、原子力発電所事故・災害が起きた場合には、どのような形で全体の作業が始まるのかという緊急対応マップが整備されています。



これは、国が紹介しているマップを少し分かり易く模式的にしたものです。オフサイトセンターは、原子力災害対策センターに設置されますが、国から経済産業省や文部科学省等の職員が原子力災害対策本部と現地の対策本部に派遣されます。地方自治体には災害対策本部ができ、東日本での事故であれば、放医研、西日本であれば、広島大学及び放医研が被ばく医療チームとして参画します。医療チームには地域の医療機関、特に、保健所等の担当者が入ることになっています。そして、原子力事業者も含めて、原子力災害合同対策協議会が設置され、放射線情報や被害情報等を集め、対策を練ります。

原子力災害合同対策協議会と、初期・二次・三次の被ばく医療機関とが連携し、汚染患者に対する除染や被ばく医療を提供する体制が整います。なお、この合同対策協議会には原子力安全委員会から助言が入ることになっています。

located inside the evacuation zone (specifically they are the Futaba Kosei Hospital, the Fukushima Prefectural Ono Hospital and the Imamura Hospital). Also, the Minamisoma Municipal General Hospital is located 26 km distant from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, and Iwaki roughly 40 km to the south of it. Fukushima City is located 60 km to the northwest. In Fukushima Prefecture, the off-site center to serve as the disaster management headquarters in the event of a nuclear power plant accident has been set up at the Fukushima Prefectural Nuclear Disaster Management Center. This Disaster Management Center is located at a distance of 4 or 5 km from the nuclear power plant, inside the 20 km evacuation zone for the recent accident.

Radiation emergency medical systems of the same kind as the one in Fukushima Prefecture have been put in place in the other regions of Japan. So, the overall operations would begin in what form in the event of a nuclear power station accident or disaster? An emergency management map explaining this has been created.

This is a map put out by the government, but I have schematized it a little to make it simpler to understand. The off-site centers are set up at the Nuclear Disaster Management Centers. The national government dispatches personnel from organs such as the Ministry of Economy, Trade and Industry and the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology, to the Nuclear Disaster Management Headquarters and the local Nuclear Disaster Management Headquarters. The local governments have their disaster management headquarters in place. For an accident occurring in eastern Japan, a radiation exposure medical care team formed by the National Institute of Radiological Sciences participates in the managements, and for accident occurring in western Japan, Hiroshima University and the National Institute of Radiological Sciences jointly form such a team to take part in the managements. These medical care teams include responsible personnel from local medical care institutes, especially from public health centers and the like. Also, a Nuclear Disaster Joint Management Council including nuclear power operators among its members is set up, which gathers information on radiation and damage and formulates the management measures.

The Nuclear Disaster Joint Management Council links up with the primary, secondary and tertiary radiation emergency medical care facilities to form a system that will provide decontamination and radiation emergency medicine for contamination patients. Also note that the



福島原子力災害対策センター  
Fukushima Nuclear Disaster Management Center

Nuclear Disaster Joint Management Council includes advisors from the Nuclear Safety Commission.

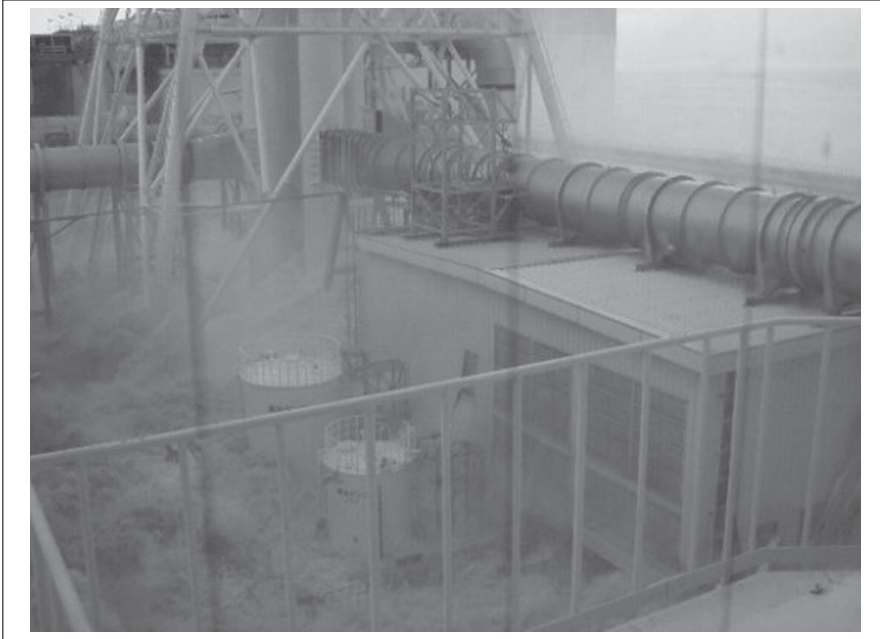
実際、福島原子力災害対策センターは、様々なコンピュータ、データ、映像伝送等の最新のシステムを用いて、リアルタイムの情報交換が行えるように整備されています。基本的に我が国の緊急被ばく医療体制は、このような形で原子力災害時の対応を行います。

The Fukushima Nuclear Disaster Management Center has, in fact, been fitted out to be able to carry out real-time information exchange using various computers, data, video transmission and other up-to-date systems. In the event of a nuclear disaster, Japan's Radiation Emergency Medical System would, basically speaking, respond in the form I have just outlined.



ここで、福島での事故について、話を進めます。3月11日2時46分、津波が発生し、原子力発電所があった浜通りにも、津波が押し寄せてきました。

Now I will move on to talk about the accident at Fukushima. At 2:46 pm on March 11th, a tsunami occurred which surged over the coastline including the Hamadori district where the nuclear power plant was.



サージタンクという重油タンクがありますが、このあたりに大津波が何波も来しました。第一波、第二波、第三波という形で、次第に水位が上がってきています。さらに水位が上がり、最終的には、このタンクは完全に水没してしまいました。車も浮くような状態だったわけです。一方、福島第一原子力発電所には、停電に対し、バックアップ電源が2系統ありました。1つは送電線を通じた系統、もう1つは地下の自家発電です。送電線は、地震で鉄塔が倒れてしまい、1つ目のバックアップ電源が失われました。そして、原子力発電所の敷地内にも次第に水が上がってきました。水の勢いは強く、あっという間に水没してしまい、残された地下のバックアップ電源も失われました。こうして、全てのバックアップ電源が失われた結果、冷却機能が失われ、原子炉の中の核燃料が暴走しました。わずか2時間で取り返しのつかない事態が起きてしまったのです。

This is a heavy-oil tank referred to as a surge tank, and the huge tsunami hit this area in repeated waves. A first wave, a second wave, a third wave – in this way, the water level steadily rose. The water level rose further, and finally the tank was completely submerged. You can see what a state it was, with cars floating on the water. Meanwhile, at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant, there were two backup power supply systems for use in a power outage. One system was connected to a power transmission line, and the other was an independent generation system located underground. A power pylon had fallen onto the transmission line due to the earthquake, so the first back-up power supply had been lost. Then the water level steadily rose inside the nuclear power plant site too. The water had tremendous force, and all of a sudden the site was flooded and the remaining underground back-up power supply also was lost. As a result of all the backup power supplies being lost in this way, the cooling capability was lost, and the nuclear fuel inside the nuclear reactors went out of control. A mere two hours later, an irretrievable situation had arisen.

日	時刻	事象
2011/3/11	14:46	東日本大震災が発生。巨大津波により東北部沿岸が甚大な被害を受ける
	19:03	政府より原子力緊急事態宣言が発令される
	21:23	2km圏内から避難指示、2-10km圏内では屋内退避の指示あり
2011/3/12	5:44	10km圏内の48,272名の住民に対して避難勧告が出される
	15:36	1号建屋にて水素爆発。4名の作業員が負傷
	18:25	20km圏内からの避難指示あり。自家用車やバスにて住民が緊急避難開始
2011/3/13		20km圏内の医療機関の入院患者や介護施設の入所者の避難調整が行われ、多くは20km圏域外の施設へ避難した。しかしながら、その後およそ840名が20km圏内に残っていた。
2011/3/14	0:47	20km圏内の医療機関や介護施設の患者に対して緊急の避難指示が出される
	11:01	3号機にて水素爆発が発生。11名の作業員が負傷した
2011/3/15	6:00	2号機の損傷、4号機の爆発 福島市の空間線量率は午前の0.09 μSv/時から夕方には24.08 μSv/時へ急上昇した
	11:00	20 kmから30 km 圏内の住民に対して屋内退避指示あり
	15:00	20km圏内からすべての住民の避難が完了

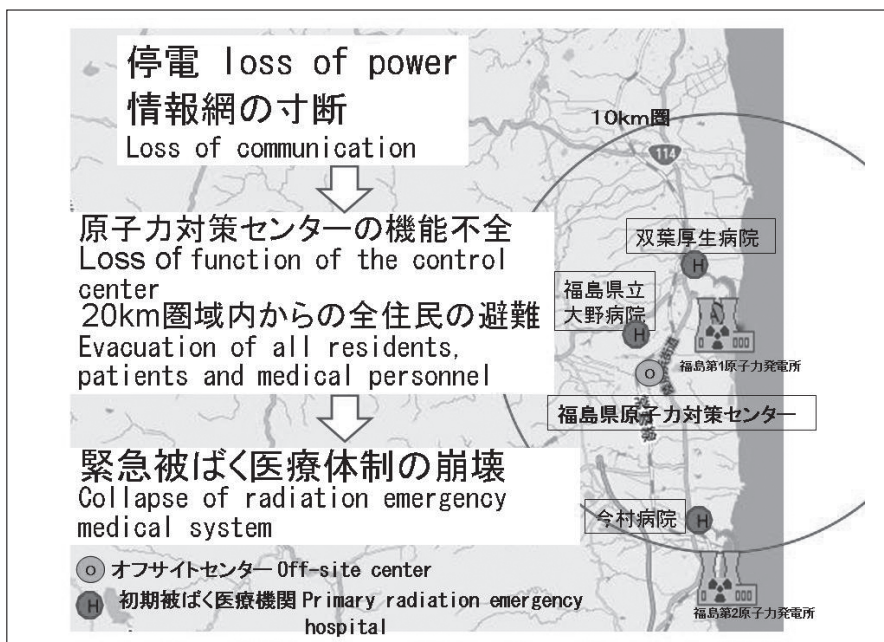
東日本大震災発生後の主要事象の時系列  
Chronological order of events in the Great East Japan Earthquake's aftermath.

大震災発生後の事象を時系列にまとめたものです。先程申しあげたとおり、午後2時46分に、東日本大震災が発生しまし

Here we have the events in the great earthquake's aftermath, listed in chronological sequence. As I stated earlier, the Great Eastern Japan

た。その後、早い時間に原子炉がメルトスルーを起こしていたかも知れません。午後7時3分には、政府から原子力緊急事態宣言(原子力発電所内のある時点において、空間線量率が急上昇しそれが続いている状態。あるいは、それに相当する非常に危険な状態であるという宣言)が発令されました。それから2時間後に、2km圏内からの避難指示が出されました。翌朝3月12日5時には、10km圏内の約5万人の住民に対し避難勧告が出されました。早朝にもかかわらず、住民は非常に慌ただしく避難したと伺いました。その日の午後3時に1号建屋で爆発が起きました。当初、我々は何の爆発か分かりませんでした。後で水素爆発と判明しました。このとき、4名の作業員が負傷しています。その夕方に、原子炉の状態が不安定になる中で、20km圏内からの避難指示が出されました。そして、多くの住民が着の身着のまま、人によっては家の中に通帳や財布等も残したまま、あるいは農作業中にそのまま逃げるといって、自家用車やバスで緊急避難したと伺いました。また、この20km圏内には、最大2,000名強の入院患者、あるいは施設入所者がいたと伺っています。これらの患者や入所者に対しては、自衛隊機等を使って避難が開始されていましたが、3月13日の夜の時点で、まだ約840名(当初の情報では700名と言われていた)が20km圏内に残されていました。そして、3月14日0時47分に、政府から20km圏内の医療機関の患者や介護施設の入所者に緊急避難指示が出されました。同日午前11時に3号機で爆発が発生し、11名の作業員が負傷しています。さらに、3月15日の午前6時に2号機が損傷し、4号機が爆発しています。この際、原子力発電所から北西に60km離れた福島市において、午前の段階で0.09  $\mu$ Sv/hだった空間線量率が、午後には24  $\mu$ Sv/hまで急激に上がりました。政府より、3月15日午前11時に20km~30km圏内に対し、屋内退避の指示が出されました。同日午後3時には、20km圏内から全ての住民の避難が完了しました。発生直後の4日間は、このような事象が刻々と起きていました。ただし、これらの状況には、後日集めた情報から把握したものもあり、当時は実際の状況が全く分かりませんでした。

Earthquake occurred at 2:46 pm. The nuclear reactors may have undergone melt-through a short time after that. At 7:03 pm, the government issued a declaration of a nuclear emergency situation (declaration of a situation where the spatial dose rate rises inside a nuclear power plant at a certain point of time and continues at the high level, or where there is some other state of equivalent extreme danger). Two hours after that, instructions were issued to evacuate within a radius of 2 km. At 5 o'clock on the next morning, March 12th, an evacuation advisory was issued to the roughly 50,000 residents within a radius of 10 km. I have been told that despite the early morning hour, the residents evacuated extremely hurriedly. In the afternoon of that day at three o'clock, an explosion took place at the Unit No. 1 building. At first we didn't know what kind of an explosion it was, but it was later determined to be a hydrogen explosion. Four workers sustained injuries in that incident. In the evening, as the reactors' condition became unstable, instructions to evacuate within a radius of 20 km were sent out. So the residents did an emergency evacuation in their own cars or in buses. I am told that many of them wore simply the clothes they had on their backs, some left bankbooks, wallets and other valuable items behind them in their homes, and others fled in the middle of agricultural work, just as they were. I am also told that inside this 20 km radius there were as many as something over 2,000 hospital patients or facility inmates. Evacuation of these patients and inmates by means of Self-Defense Forces aircraft and so forth was begun, but by the night of March 13th there were still 840 of them (or 700 according to initial reports) left inside the 20 km zone. Then at 0:47 am on March 14th, the government issued emergency evacuation instructions to inmates of medical care institutions and nursing facilities within the 20 km zone. At 11:00 am on that same day, an explosion took place at Unit No. 3, and 11 workers sustained injuries. Further, at 6:00 am on March 15th, Unit No. 2 became damaged and Unit No. 4 exploded. At this time, the spatial dose rate in Fukushima City, 60 km to the northwest from the nuclear power plant, rose abruptly up to 24  $\mu$ Sv per hour in the afternoon, from a level of 0.09  $\mu$ Sv per hour in the morning. At 11:00 am on March 15th, the government issued instructions to those inside a 20 to 30 km radius to take shelter indoors. At three in the afternoon on the same day, evacuation of all the residents from the 20 km zone was completed. For four days after the occurrence, events like these arose in quick succession. However, these circumstances include some that were determined from information gathered at a later date, and the actual circumstances were not known at all at the time.



先程お話したとおり、10km圏内に避難勧告が出されましたが、実は、この中に初期被ばく医療機関の3つと原子力災害対策センターが入っていました。もちろん、地震や津波等によって停電状態でした。また、通信障害で電話が通じず、FAXがどうにか通じる状況でした。衛星回線もありましたが、それは、2台しか原子力災害対策センターに準備されておらず、事実上、停電状態と情報網の寸断がこの圏域内で起きたわけです。さらに、圏域内から病院関係者、患者さんも含めて全て退避することとなりました。結果として、福島県で築かれてきた、本来機能するはずの被ばく医療体制が最初から骨抜き状況となりました。さらに、その根幹である原子力災害対策センターまでも機能不全となる事態が、実際に福島で起きたのです。



こうした中で、三次被ばく医療機関に指定されている広島大学が、緊急被ばく医療チームを派遣するよう任務を受けました。ただし、放射線医学総合研究所(放医研)の原子力対策本部にも情報がわずかしかならず、とても全体像をつかめる内容ではありませんでした。現地で情報を収集するしかなく、持てるものは全て用意して現地へ出動することになりました。具体的には、サーベイメーター、大量の水、簡単な食事、防護服等です。幸い自衛隊に大きな自衛機ヘリコプターを準備していただきましたので、それらの物品を全部持ち、福島へと出動した次第です。

As I have said earlier, an advisory was issued to evacuate within a 10 km radius, and in fact the three primary radiation emergency medical care facilities and the Nuclear Disaster Management Center were inside that radius. Of course, the power was out due to the earthquake and tsunami. Because of communications failures, telephones were not working and fax machines were somehow working. There were satellite connections, but as only two of these had been provided in the Nuclear Disaster Management Center, the actual situation inside this zone was that the power was out and the communication network was disrupted. Further, all of the hospital related people, including the patients, withdrew out of the zone. As a result, it was a situation where the radiation emergency medical system that had been built in Fukushima Prefecture and should rightly have functioned was crippled from the start. Further, in actuality a state of dysfunctional inadequacy had arisen in the Fukushima system, affecting even the Nuclear Disaster Management Center which was its nucleus.

Amid all this, Hiroshima University, which had been designated as a tertiary radiation emergency medical care facility, was assigned the task of dispatching a radiation emergency medical team. However, even the Nuclear Disaster Management HQ of the National Institute of Radiological Sciences (NIRS) had acquired only a meager amount of information, and its informational content was a long way from giving an overall picture. There was nothing for it but to gather information at the actual disaster site, so we got ready everything we had and headed out for the disaster site. Specifically, we took survey meters, large amounts of water, simple meals, protective clothing, and so on. Luckily the Self-Defense Forces put one of their big helicopters at our disposal, so we were able to take all those goods with us when we headed out to Fukushima.



20km圏域から避難した住民や患者に対するトリアージと除染  
 Triage and decontamination for patients transported from 20km zone. (二本松男女共生センターにて, 2011.3.12)  
 3月12日の最初の水素爆発発生時には20km圏内におよそ2,200名の入院患者や施設入所者が存在したと推測されている  
 避難後に容態が悪化する患者が発生し、派遣チームはその対応に追われた

福島県では、既に20km圏内から、入院患者さんの退避が進んでいました。二本松市の福島県男女共生センターでは、汚染のあった住民に対する除染、患者のトリアージ等が開始されていました。しかし、入院患者に対する必要なケアがまったく行われていませんでした。

住民に対する除染は、基本的には自衛隊が担当していました。ただ、この時は、福島県のほとんどの地域で断水状態となり、水は非常に貴重でした。同時に外気温はかなり低いという状況でした。多くの住民の方は、着の身着のまま出てきますから、除染後も着替えはありませんでした。



**緊急被ばくについて最初に検討された課題(福島県自治会館)**  
*Critical issues discussed at the first meeting in Fukushima*  
 > 医療活動の調整のための医療本部の立ち上げ  
 Establish the medical control panel to organize the activities  
 避難患者に対する除染基準の設定  
 Screening for evacuees including hospitalized patients  
 緊急被ばく医療体制の再整備  
 Re-build the radiation emergency medical system in Fukushima

このような事情を加味し、まず何をしなければならないかを現地に行って検討しました。原子力災害対策センター(本来はオフサイトセンター)も十分に機能できない状況で、少なくとも緊急被ばくに関しては、一刻も早く医療対策本部を作らなければなりません。当時は、地震により福島県庁が損壊を受けてお

In Fukushima Prefecture, the work of evacuating hospital patients out of the 20 km zone was already underway. At the Fukushima Gender Equality Center in Nihonmatsu City, decontamination of residents who had been contaminated had begun, along with triage of patients and other efforts. However, the necessary care for the hospital patients was not being carried out at all.

The decontamination for residents was basically in the hands of the Self-Defense Forces. But at this time, the water supply was off in almost all the districts of Fukushima Prefecture, and water was extremely scarce. At the same time, there was also the fact that the air temperature was rather low. Most of the residents had left home just with the clothes on their backs, and so they had nothing to change into after the decontamination.

We took such circumstances into account as we considered what we ought to do to begin with, after arriving at the site. The Nuclear Disaster Management Center (originally the off-site center) was in a state where it could not function adequately, and we had to construct a medical management HQ just as quickly as possible so as to deal with at least the emergency radiation



り、福島県の災害対策本部は、隣接する福島県自治会館の3階に移動していました。ただし、その対策本部は、地震への対応で非常にごった返しており、とても緊急被ばくに対応できる状態ではありませんでした。その中で、私たちは自治会館4階の一室を借りて緊急被ばく医療調整会議を立ち上げました。この部屋には電話一本があるだけでした。ここで緊急被ばくに対する情報を集め、対応を練ってまいりました。最初に検討したのは、避難患者さんに対する除染基準の設定です。また、20km圏内の被ばく医療機関は完全にダウンしています。南相馬市では、市立総合病院も屋内退避地域に入っていましたので、物資が入らず機能低下し、外来対応だけに診療を制限していました。もう一つの初期被ばく医療機関である福島労災病院も建物の一部損壊し、被ばく放射線の風評被害で多くのスタッフが避難してしまっただけで、機能低下していました。一刻も早く被ばく医療体制を再整備しなければなりません。私たちは、これらの二つの課題にどう対応していくかを検討した次第です。

ここで、今回の福島第一原子力発電所事故で、最も反省すべきことについてお話したいと思います。それは、3月14日の20km圏域からの避難に伴う犠牲者の発生です。3月13日夜に3号機の原子炉の状態が非常に不安定になりました。14日の真夜中、20km圏内に患者がまだ残っており、緊急避難が必要であると、政府から連絡がありました。我々は14日の深夜に福島市を出て、原子力発電所から北西に25～26kmにある相双保健福祉事務所へまいりました。ここは、避難してくる患者や施設入所者にサーベイを行うサーベイポイントとして設定されていました。

exposures. The Fukushima Prefectural Office building had suffered damage in the earthquake, and at that point the prefectural government's Disaster Management HQ had moved to the third floor of the adjacent Fukushima Prefecture Community Hall Building. However, that Disaster Management HQ was completely overwhelmed with management to the earthquake, and was in no condition to handle emergency radiation exposures. Given that, we borrowed a room on the Community Hall Building's fourth floor and started up an Emergency Radiation Medical Coordination Council. This room had just a single telephone. Here we gathered information on emergency radiation exposures and worked out our management. What we deliberated first of all was the setting of decontamination criteria for the evacuated patients. Also, all the radiation exposure medical care facilities inside the 20 km zone were completely out of action. The Municipal General Hospital in Minamisoma City was inside the sheltering-indoors zone and so it was also functioning at a low level, with no supplies coming in, and had limited its medical services to just outpatient support. Another primary radiation emergency medical care facility – the Fukushima Rosai Hospital – was also functioning at a low level because its buildings had been partially damaged and most of its staff had evacuated due to harmful rumors about radiation exposure. We had to put another radiation emergency medical system in place as soon as possible. We deliberated how we should go about coping with these two issues.

At this point, I would like to speak about the thing which is our biggest cause for introspection in the recent Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. It is the casualties which occurred during the evacuation out of the 20 km zone on March 14th. On the night of March 13th, the status of the Unit No. 3 reactor had become extremely unstable. In the midnight hours of the 14th, there were still some patients remaining inside the 20 km zone and a notification was received from the government that it was urgently necessary to evacuate them. Middle of the night on 14th, we left Fukushima City and made our way to the Public Health and Welfare Office in Soso,

which is 25 or 26 km northwest of the nuclear power plant, and which had been designated as a survey point for surveying the patients and facility inmates who evacuated out of the zone.



3月14日未明、我々が現地に到着してしばらくして、避難患者がチャーターされたバスに乗せられて整然と搬送されてきました。本来、スクリーニングは、然るべき手順に従い、一方向の導線を作って行うのですが、高齢者・認知症患者・寝たきり患者が多く、バスの車外へ出すことが出来ず、車内でサーベイ・スクリーニングを行うことにしました。

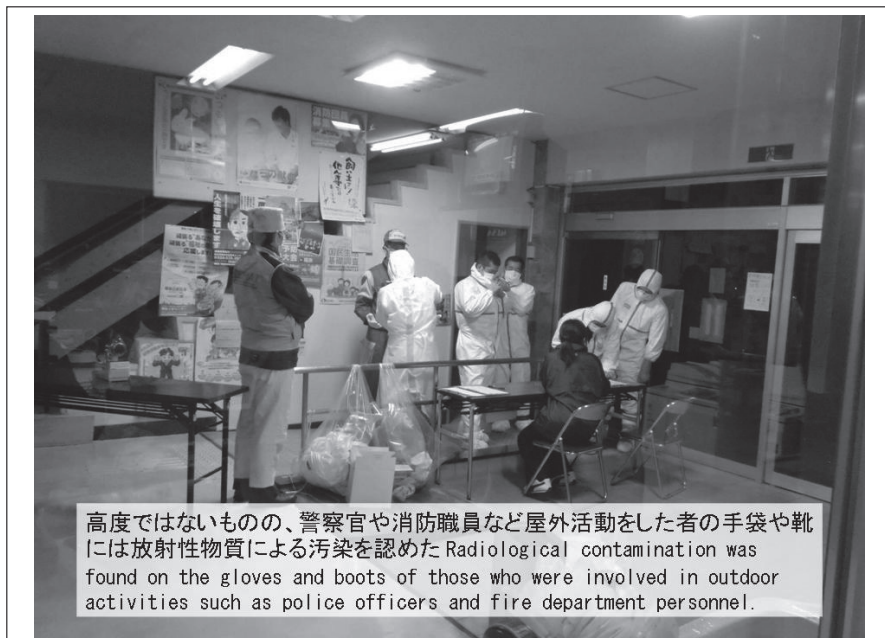
We arrived at the site just before dawn on March 14th, and not long afterward the patients to be evacuated were put onto chartered buses and transported out in orderly fashion. The screening ought normally to be carried out according to the proper procedure, with a one-way line of movement being created for the patients, but with so many patients who were elderly, suffering from dementia, or bedridden, it was not possible to have them go outside the buses, and so we decided to do the survey screening inside the buses.



放射線サーベイチームはバスの車内で避難者の放射線サーベイを実施 Radiological survey was performed in the vehicles. 避難者のほとんどは高齢者であり、認知症など基礎疾患を有する患者であった

上図は、車内でスクリーニングを行っている模様です。ほとんど空席はなく、患者さんが密集した状態で着座しており、その状態でスクリーニングを開始しました。避難患者に対するサーベイを行う一方、20km圏内で作業活動をしていた警察や消防関係者が圏内を出る時にもサーベイを行いました。

The upper picture shows the screening being carried out inside a bus. The patients are seated closely together, with almost no seats left empty. That's how it was when we began the screening. Besides doing a survey of the evacuated patients, we also did surveys of police and firefighters who had been doing work activities inside the 20 km zone, when they came out of the zone.



高度ではないものの、警察官や消防職員など屋外活動をした者の手袋や靴には放射性物質による汚染を認めた Radiological contamination was found on the gloves and boots of those who were involved in outdoor activities such as police officers and fire department personnel.

屋外で作業をされていた方は、特に、手と足の裏には放射性物質の汚染を認めていました。ただし、そのレベルは、8,000ベクレルから26,000ベクレルであり、高度の汚染ではありませんでした。頭には認めておりません。一方、ほとんどの患者や施設入所者は、20km圏内の施設の中において、外に出ることはありません

We found that those persons who had been doing work outdoors were particularly contaminated with radioactive substances on the palms of their hands and the soles of their feet. But the level was from 8,000 to 26,000 becquerels - which is not high-level contamination. We found none on their heads. Almost all of the patients and facility inmates, on the other hand, had

せんでした。

kept inside their facilities within the 20 km zone, and had not gone outside.



バス車内における放射線サーベイの様子  
Radiological survey for patients  
汚染の可能性の高い頭部、手、そして足(特に足底)を中心にサーベイを実施した  
入院患者や入所者に放射性物質による汚染は認められなかった

車内での避難患者の放射線サーベイでは、基本的に頭や鼻の周りを調べました。放射性物質を吸い込んでいる可能性があるためです。手、足の裏もサーベイしましたが、3月12日から2日程経っていたにも関わらず、汚染は認めませんでした。つまり、入院・入所中の患者は、車内にいることで屋内退避を自動的にしていたわけです。屋内退避が非常に有効であることを実感しました。

In the radiation survey of the evacuated patients conducted inside the buses, we basically examined their heads, noses and surrounding areas. This was because of the probability that they had breathed in radioactive substances. We surveyed their palms and soles, but found no contamination on them, despite two days or so having passed since March 12th. This means that the patients who had been in hospitals or facilities had also automatically “sheltered indoors” by being inside the buses. We were made keenly aware that sheltering indoors is extremely effective.



避難者を搬送する警察車両 Police vehicles packed with evacuees  
日中はチャーターされたバスにより整然と搬送されてきたが、夜間にかけて護送車など警察車両に乗せられて避難するようになった。また、医療機関や施設入所中の患者に加えて、20km警戒区域に残っていた一般市民も紛れて搬送された

夜が近づくにつれ、ますます多くの患者や施設入所者が搬送されてきました。3月14日午前11時に3号機の爆発が起き、さらに原子炉の状態が不安定になりました。相当切迫した状況であるということで、その夜にはほとんどの避難者が警察車両で搬送されてきました。この警察車両には、患者だけでなく残された住民も混ざっていて、かなり混雑した状態でした。この状況が深夜までずっと続きました。受入医療機関や避難所が決まっていない状況で搬送されてこられる患者や施設入所者が増え

As the night drew near, increasingly large numbers of patients and facility inmates were transported out. At 11 o'clock in the morning of March 14th, the explosion of Unit No. 3 occurred and the reactor status became even more unstable. As it was a considerably pressing situation, almost all the evacuees were transported out in police vehicles that night. In those police vehicles there were not only patients but also some of the remaining residents mixed in, so it was rather crowded. This situation continued late into the

てきました。昼間にもそのような患者は一部に見受けたのですが、夜になって、同じ医療機関から受入先の決まっていない患者の搬送が増えてきました。保健所の医師が県に交渉し、搬送先医療機関を探したのですが、福島県内どこも受け入れられませんでした。20km圏内から避難している状況で、なかなか受入先が見つからないのです。搬送先が見つからないといて、いつまでも警察車両の中に患者を留めていることはできません。そこで、相双保健事務所の会議室を一旦空け、患者の一時預かりを行うことになりました。

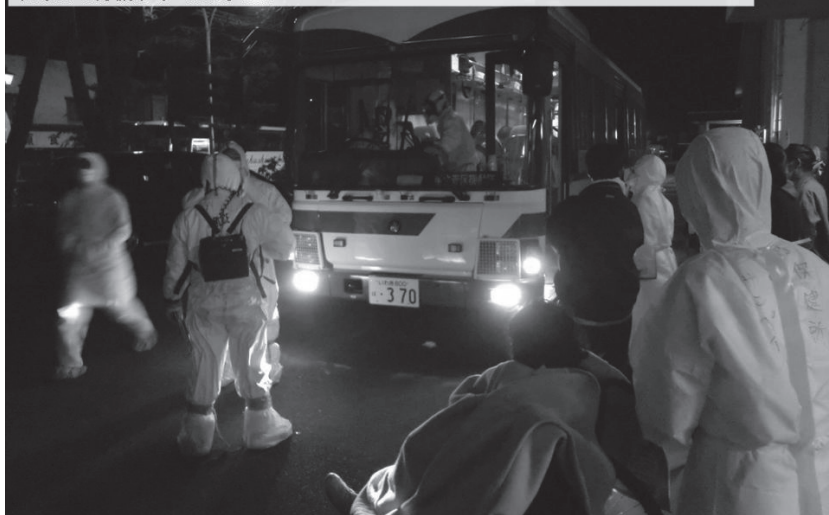
night. There was an increasing number of patients and facility inmates who were transported out without a medical institution or shelter to receive them having been determined. After night fell – and this had been seen with some of the patients in the daytime too – there was an increasing number of such patients transported out, from the same medical institutions, with no place to receive them having been determined. The doctors at the public health centers negotiated with the prefectural government, trying to find medical institutions that the patients could be transported to, but there was nowhere in Fukushima

Prefecture that could take them. After having evacuated out of the 20 km zone, nowhere could be found to take them in. But having said that nowhere could be found to transport them to, the patients couldn't be lodged inside the police vehicles for ever. Accordingly, we emptied out a meeting room at the Public Health and Welfare Office in Soso, and there we took the patients temporarily under our care.

搬送された警察車両から一旦降りる避難者

Patients were required to step out of the buses

受入先が決まっていないため、相双保健事務所内会議室において受入先が調整されるまで待機することとなった

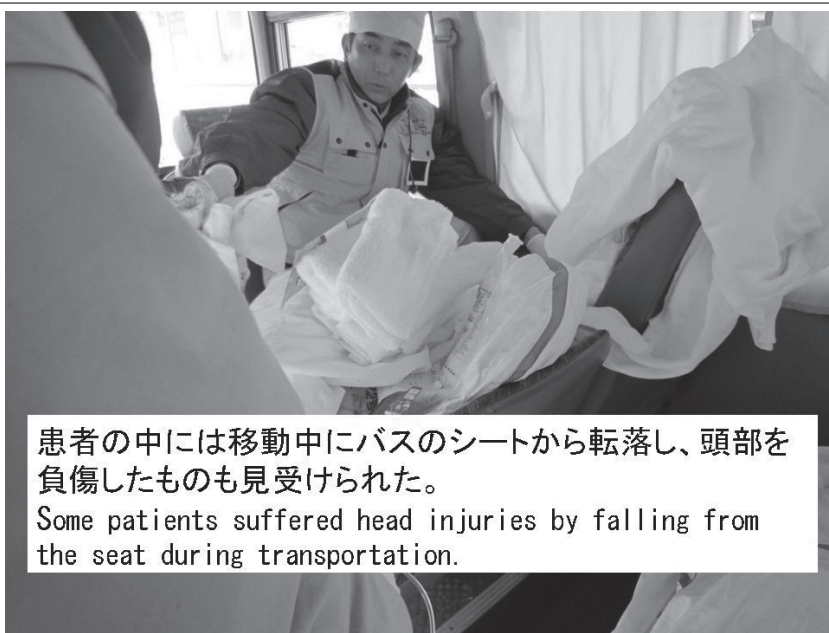


図は避難してきた患者と施設入所中患者です。導尿されている(尿道内に管が入っている)患者、中心静脈栄養という特殊な栄養管理のための点滴が入っている患者、寝たきりの患者も多くいました。これらの患者の受入先医療機関が決まっておらず、一時預かりのための会議室もガスやストーブ等はありません。非常に寒い状況で重症患者を一時預かりせざるを得ない状況でした。

In the upper picture you see patients and facility inmates who were transported out to us. There were many patients who were catheterized (had catheters inserted in their urinary tracts) or were attached to intravenous drips for the special nutritional management known as central venous hyperalimentation, or were bedridden. No medical institution to take these patients in had been determined, and the meeting room where they were temporarily under our care had no gas or heaters, etc. It was a situation where we had no choice but to take seriously ill patients temporarily under our care in extremely cold conditions.

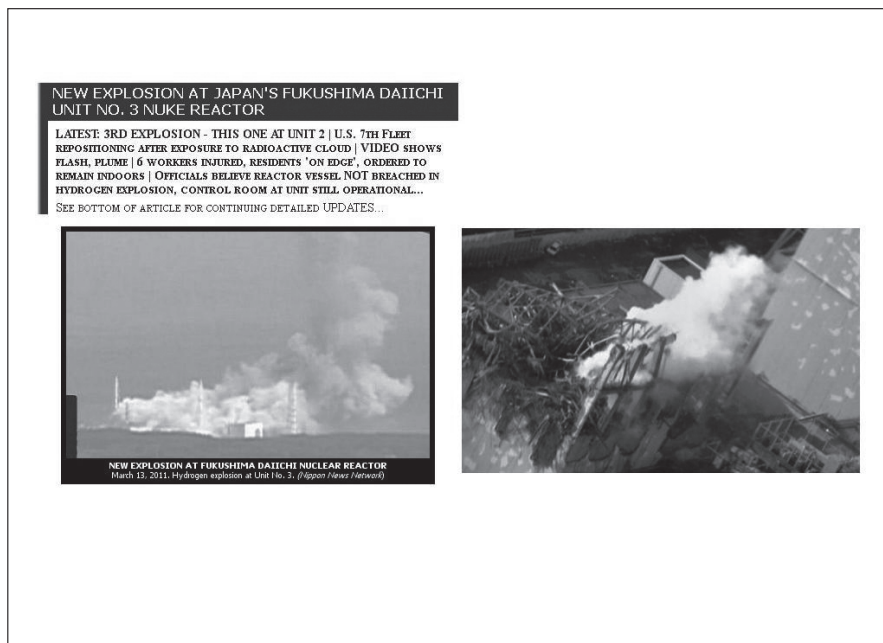
患者の中には移動中にバスのシートから転落し、頭部を負傷したものも見受けられた。

Some patients suffered head injuries by falling from the seat during transportation.



避難搬送では、認知症のある患者がバスの中で徘徊してシートの下にもぐり込み、なかなか救出できないということも起こりました。シート2列を横にして、そのまま寝かされている患者も多かったのですが、バスの移動に伴い、シートから落ちて頭部を負傷した患者もいました。

3月下旬に掲載されたあるインターネットニュースには、3月14日深夜の相双保健事務所での避難患者の状況とその後についての記事が掲載されていました。「夜9時に、〇〇病院の患者27名が警察車両で到着したが、受入先がありません。透析中など重症の患者さんもいました。胸には紹介状の入った封筒がガムテープで貼られており、医師や看護師はついてきていませんでした」。20km圏内の医療機関では、既に食料や水の供給等が途絶えていました。原子炉の状況が不安定になる中で、おそらくかなり逼迫した状態で、患者を避難搬送したのであることが察せられます。最近のNHKの番組でも当時の様子が振り返られていましたが、やはり、状況が分からない中での緊急避難であるために、かなり無理な状況で避難させてきていました。紹介状等がガムテープで貼られていたことは、それを象徴していたのではないかと思います。残念ながら、これらの患者の12名が亡くなられたと報道されました。その内10名がバスの中で亡くなられたとのこと。死因は想像に難くありませんが、やはり脱水・低体温・基礎疾患悪化等が疑われています。これは「不用意で無防備な避難は、逆に命を奪う可能性がある」という非常に重要なメッセージとして捉える必要があると考えます。



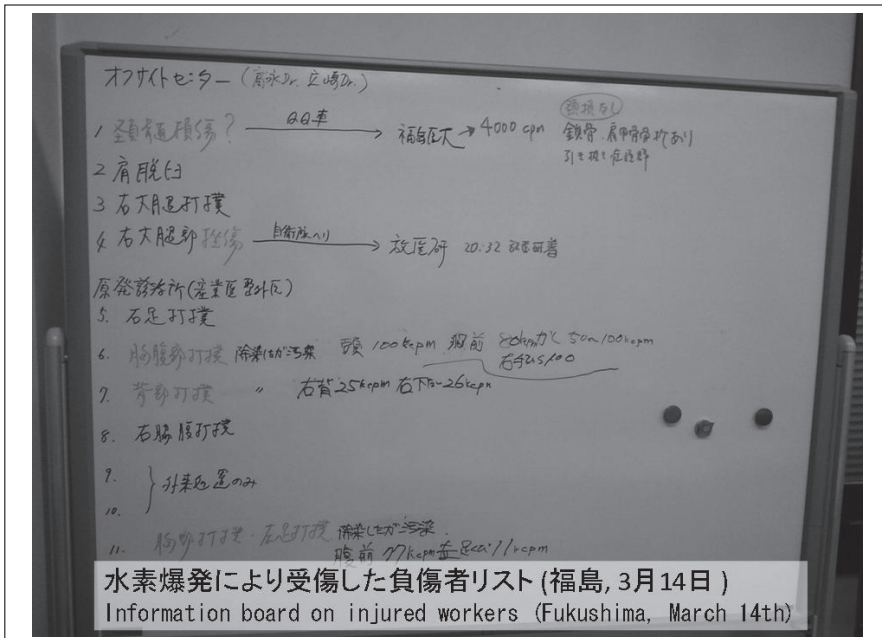
次に、被ばく医療体制の崩壊です。先程申しあげましたように、20km圏内の3つの初期被ばく医療体制が全く機能しなくなりました。こうした中で、3月14日に3号機が爆発し、11名が負傷しました。

While being evacuated out, some of the dementia patients wandered about inside the bus and in some cases hid themselves under the seats. It was very hard to get them out. Many of the patients had been put to sleep by simply reclining the seats arranged in two rows, and then due to the bus's motion, some of them had fallen off the seats and injured their head parts.

In late March, an article about the condition of the evacuated patients at the Public Health and Welfare Office in Soso late at night on March 14th, and how they fared afterward, was posted on an internet news site. It ran as follows. "At around 9 o'clock at night, 27 patients from the XXX Hospital arrived in a police vehicle, but with no accepting institutions to go to. There were patients with serious illnesses among them, such as patients on dialysis. Envelopes containing letters of introduction had been stuck onto their chests with adhesive tape, and no doctors or nurses had come with them." Supplies of food and water had already stopped at the medical care institutions inside the 20 km zone. As the status of the nuclear reactors had become unstable, one can understand that probably they put the patients onto the evacuation transport under rather tight circumstances. A recent NHK TV program took a look back over how things were at that time, and because it was a case of emergency evacuation where the exact situation was not known to them, they had had the patients evacuated in rather demanding circumstances. The fact that letters of introduction were stuck to the patients with adhesive tape would seem to be symbolic of this. As the article goes on to report, 12 of these patients unfortunately died. 10 of them died inside the buses. The suspected causes of death are – as you

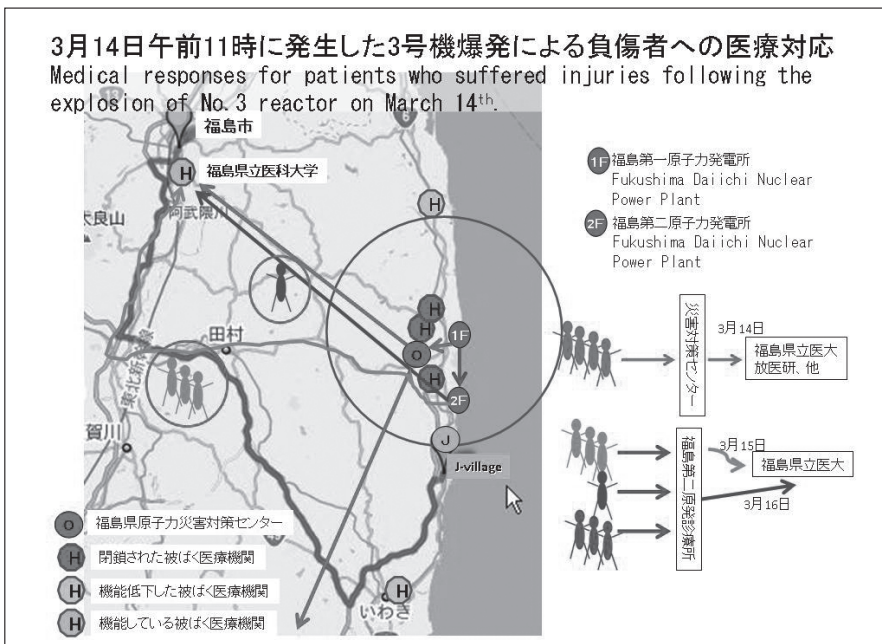
can easily imagine – dehydration, hypothermia, aggravation of a pre-existing disease, and so forth. I believe that we must take this as an extremely important message – that "Unprepared and unprotected evacuation may cost lives instead of saving them."

I now turn to the collapse of the radiation medical system. As I said earlier, all three of the primary radiation emergency medical care facilities inside the 20 km zone had completely ceased functioning. In the midst of that, Unit No. 3 exploded on March 14th, and 11 persons sustained injury.



これは、福島市の自治会館にある被ばく医療調整会議で、当時統括医師が患者の状況をホワイトボードに記したものです。負傷した作業員は11名でした。4名は比較的重症で、福島県立医科大学病院や放医研に搬送されました。汚染を認める負傷者もありました。残り7名は、すぐには医療機関への搬送は必要ないということで、福島第二原子力発電所にある医務室へ一旦搬送されています。ただ、彼らにも汚染が認められていました。

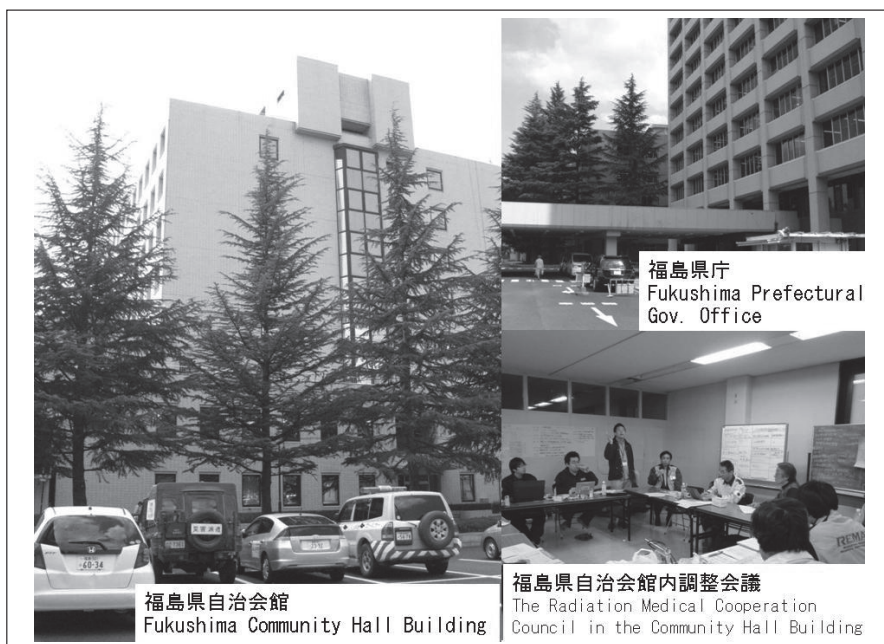
This is a list of patient situation that the physician in overall charge at the time wrote on a whiteboard at the Radiation Medical Coordination Council in the Community Hall Building in Fukushima City. The injured workers numbered 11. Four of them had relatively severe injuries and were transported away to Fukushima Medical University Hospital or the NIRS. Some of the injured were found to be contaminated. The remaining seven injured did not need to be transported to a medical care institution immediately, and so they were transported temporarily to a sickbay in the Fukushima Daini Nuclear Power Plant. Only, they also had been found to be contaminated.



その後、負傷した作業員がどのように搬送されたのか説明します。全体で11名の負傷者で、その内4名は1F (第一原子力発電所)から福島県立医科大学、1名はヘリコプターで放医研、2名は近隣の医療機関へ搬送されています。これは3月14日の話です。ところが、残り7名の内3名については、福島第二原子力発電所の産業医が診察し、やはり、医療機関での診療が必要であると判断されました。そこで、その日の内に受入先医療機関を見つけようと各機関へ交渉したのですが、なかなか見

Let me describe where and how the injured workers were transported subsequently. There were 11 injured in all. Four of them were transported from the first floor (of the Daiichi Nuclear Power Plant) to Fukushima Medical University Hospital, one of them was transported by helicopter to the NIRS, and two of them were transported to a medical care institution in the neighborhood. This was on March 14th. Meanwhile, the remaining seven injured were examined by an industrial physician at the Fukushima Daini Nuclear Power Plant, and three of them were judged to

つきませんでした。最終的には、事故の翌朝の15日早朝になって、ようやく福島県立医科大学へ搬送されました。医療機関搬送まで20時間近くかかったということです。さらに、別の1名は、具合が悪いと訴えて、第二原子力発電所の医務室で診察を受けていました。この作業員は、爆発した建屋のコンクリートが胸に当たって受傷しており、胸部外傷の可能性もあるということで、3月16日に緊急搬送の依頼がありました。この時、自衛隊のヘリコプターにより、第二原子力発電所で患者をピックアップし、福島県立医科大学へ搬送しました。この作業員は頭部と脇腹に汚染を認めました。受傷から2日経ってようやく医療機関に運ばれたということになります。当時は、20km圏内の医療機関は機能せず、さらには、南相馬市立総合病院や福島労災病院(いわき市)も機能低下していたため、福島県立医科大学しか受ける医療機関がありませんでした。多数の傷病者が発生した場合は、放医研と広島大学を含め、越県の広域搬送により医療対応せざるを得ない状況が発生していたのです。



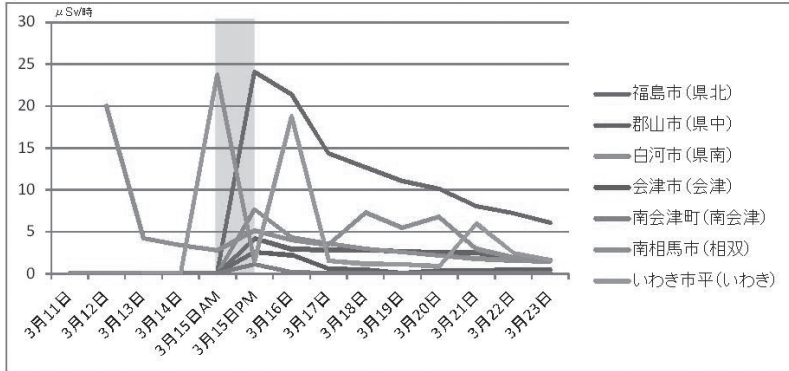
また、放射線に関する情報の欠如も非常に大きな問題でした。福島の災害対策本部は、県庁が地震の影響で一部損壊していたため、自治会館に移りました。自治会館の緊急被ばく医療調整会議において、放射線に関する情報をできるだけ集めるようにしました。ただ、当初(特に3月13~14日)は自分たちで様々な部署へ情報集めに行かない限り、情報が集まらなかったのが実状です。

require treatment at a medical care institution. So, we had negotiations with various medical institutions, trying to find one that could take these injured in during that day, but it was difficult to find one. Eventually, early in the morning of the 15th – the day after the accident – they were at long last transported to Fukushima Medical University Hospital. That means it took nearly 20 hours until they were transported to a medical institution. Further, the other worker complained of not feeling well and was given an examination in the sickbay at Fukushima Daini Nuclear Power Plant. This worker had been injured by being struck in the chest by a piece of concrete of the building which exploded. Thus there was a possibility of an external chest wound, and on March 16th a request was made for him to be urgently transported out. A Self-Defense Force helicopter then picked him up at the Daini Nuclear Power Plant and transported him to Fukushima Medical University Hospital. This worker was found to be contaminated in his head portion and in his sides. He was

finally taken to a medical institution after two days had passed since he was injured. There was no medical institution except Fukushima Medical University Hospital that could take him in, because at that time there were no medical institutions functioning inside the 20 km zone and Minamisoma Municipal General Hospital and Fukushima Rosai Hospital (in Iwaki City) were functioning at reduced levels. If there had been large numbers of sick and injured, then a situation would have arisen where there was no choice but to take care of them by means of wide-area transportation beyond the prefecture to places including the NIRS and Hiroshima University.

Also, the lack of information concerning radiation was an extremely large problem. The Fukushima Disaster Management HQ had moved into the Community Hall Building because the Fukushima Prefectural Office building had been partly damaged by the effects of the earthquake. At the Radiation Medical Coordination Council in the Community Hall Building, we tried as much as possible to gather information concerning radiation. But initially (especially on March 13th and 14th) the fact is that the information could not be gathered unless we go to gather information to various departments by ourselves.

福島県内7方部 環境放射線空間線量率測定結果(暫定値、福島県)  
Spatial dose rate in Fukushima Prefecture



3月12日には南相馬市で高い空間線量率を示したが、その後急速に低下。3月15日午前5時にはいわき市で、午後4時には福島市で20 μSv時を超える空間線量率が報告されていた

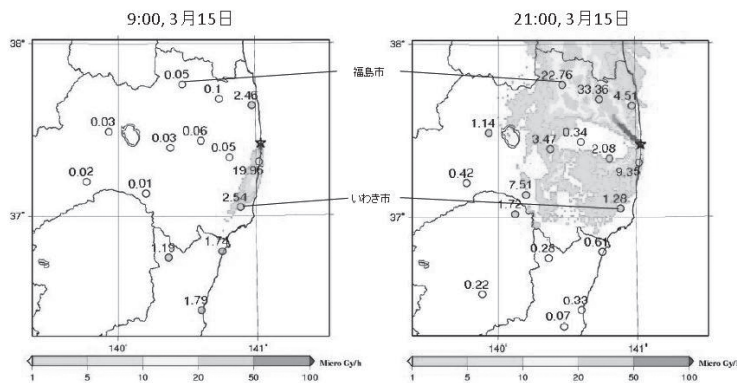
縦軸は空間線量率(μSv時)を、横軸は測定日を示す

3月24日に、福島県から県内の7地点における空間線量率の情報提供がありました。報告書は、日時と空間線量率を数値として報告しているのですが、エクセルでプロットすると、実際に何が起きていたのか分かりました。まず、南相馬市は3月12日の爆発により、おそらく風向き関係で空間線量率が一時上がっていましたが、その後は一気に下がっています。いわき市は、3月15日の朝に急上昇し、そして一旦下がっています。16日に再び上がり、また下がり、その後ずっと下がった状態でした。原子力発電所から北西に60km離れた福島市は、3月15日の午後から夕方急上昇し、そのままずっと高い状態が続いていました。当日の夕方、福島市にいた私が実際に測定すると、やはり、高い数値が出ました。福島県の行政に確認すると、20マイクロシーベルト以上あるとの回答でした。最初は、モニターの不調ではないかと考えていましたが、実は正しい値だったので。福島市でその後も空間線量率の高い状態が続いたのは、降った雨や雪の影響のためです。チェルノブイリでも雨の影響が問題になりましたが、福島市では3月15日に雪が降り、放射性プルーム中の放射性物質が地面に落ちてしまったのです。そのため、福島では高い状態が続きました。ただ、後日の空間線量率を見ると急降下していますので、多くは半減期の短い放射性ヨウ素であったらと考えます。

On March 24th, the Fukushima Prefectural Government provided information on spatial dose rates at seven locations inside the prefecture. This report presented dates, times and spatial dose rates in figures. When we plotted these as a graph on an Excel sheet, we were able to see what had actually happened. Initially, with the explosion on March 12th, the spatial dose rate in Minamisoma City had been temporarily high, probably on account of the wind direction, but later it dropped all at once. In Iwaki City the dose rate rose sharply in the morning of March 15th, but then went down for a time. On 16th it went up again, then down again, and after that stayed low all along. In Fukushima City, which is 60 km distant to the northwest of the nuclear power plant, the dose rate rose sharply in the pm of March 15th toward evening, and continued to stay at a high level all along. I was in Fukushima City on the evening of that day and when I actually measured the dose rate I indeed got a high reading. I checked with the Fukushima Prefecture public administration, and they responded that the level was over 20 microsieverts. At first I had wondered if my monitor might not be faulty, but in fact it was a correct reading. The reason why the spatial dose rate continued high in Fukushima City afterward was the effects of the rain and snow that fell. The effects of rain had also been a problem at Chernobyl. Snow fell on March 15th in Fukushima City, washing the radioactive substances in the radioactive plume down onto the ground surface. It is because of that the high dose rate level continued in Fukushima City. But looking at the dose rate a few days later, one sees that it has suddenly fallen, and so I think that probably the high rate had been mostly due to radioactive iodine, which has a short half-life.



### 3月15日の9時と21時の福島県内の空間線量率の変化 The variation of spatial dose rate in Fukushima Pref.

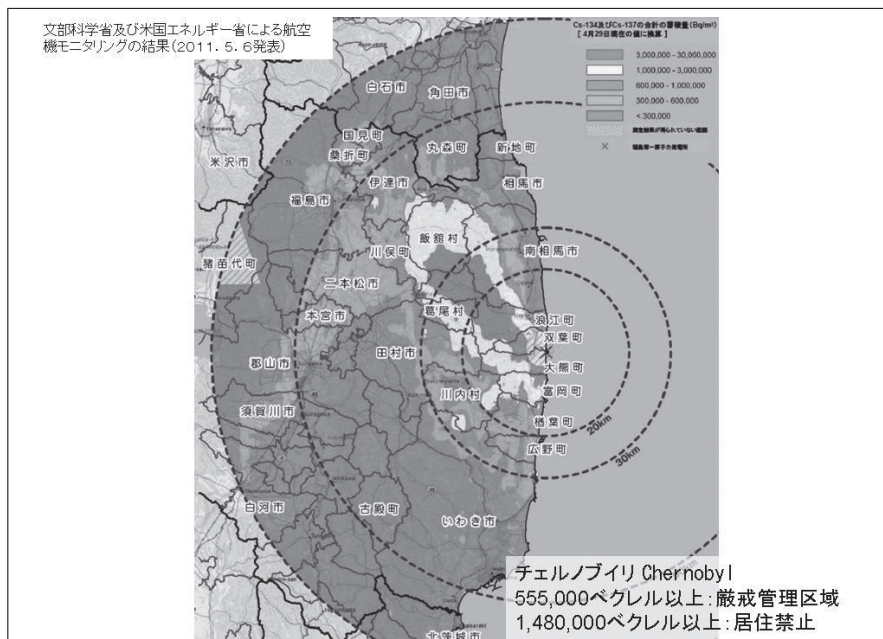


午前9時にはいわき市方面へ、21時には福島市におよぶ北西方向に空間線量率が上昇している

下段のバーは空間線量率を示す

2011年6月に、3月15日の全体空間線量率の変化をシミュレーションした記事が掲載されましたので、紹介させていただきます。3月15日の朝、2号機の損傷と4号機の爆発があった日です。午前中は南方向の風が吹き、いわき市の空間線量率が若干高かったのですが、その後、風向きは時計回りに変わってゆき、夜には福島市など、北西方向で空間線量率が高くなっていました。この時に雪が降ったのです。原子力発電所の事故では、放射性プルームが出たり漂ったりし、これらの動きは刻々と変化します。原子炉の状態、風向き、地形により変化は様々です。そして、何よりも気候(特に雨や雪)が非常に大きな影響を与えることを今回の福島の実験は物語っています。

In June 2011, an article appeared that gave simulations of the variation in the overall spatial dose rate on March 15th, and I'd like to describe this to you now. This is the morning of March 15th – the day when Unit No. 2 developed damage and there was an explosion at Unit No. 4. During the morning the wind direction was southward, and the spatial dose rate in Iwaki City was somewhat high. Later, the wind direction changed progressively clockwise, and at night the spatial dose rate had become high in Fukushima City and other locations to the northwestward. At this point, snow fell. An accident at a nuclear power plant produces a radioactive plume that floats around, its movements varying from moment to moment. The changes are many and various, depending on the status of the reactors, the wind direction, and the topography. And as the recent Fukushima experience has demonstrated, they are affected to an extremely greater extent by the weather (especially rain and snow) – more than by anything else.



2011年5月に、米国エネルギー省と文科省が航空機モニタリングを行いました。これにより、汚染状況が全体的に明らかになりました。上図の赤い部分、黄色い部分は、チェルノブイリの厳戒管理区域、あるいは、閉鎖区域に相当します。これを見ると、汚染は、決して同心円状には広がらないことが分かります。

In May of 2011 the U.S. Department of Energy and Japan's Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology carried out airborne monitoring. This rendered the contamination situation clear in an overall manner. The red area and yellow area in the map above correspond to the Control Zone or Closed Zone at Chernobyl. Looking at this, we see

また、10kmや30kmという距離のみでは予測できないし、汚染は連続的には広がりません。ベラルーシの場合、160kmまでホットスポットが及んでいるようです。

福島における汚染の広がりから、同心円上に1-2か所の医療機関・シェルター・避難所を設けるのは現実的ではなく、距離を変えて複数か所に整備しておく必要があると考えます。今回、住民は20km圏内から、着の身着のまま、心の準備もないまま避難しました。安定ヨウ素剤をどう服用して良いのか、あるいは、服用してはいけないのかということも、しばらく明確にならないままでした。誰しも災害が起きたときは無防備な状態です。特に、原子力災害ではそうでしょう。もちろん、個々人の備えも大切ですが、直轄の自治体が防災の責任主体です。また、避難に関しては風向きに注意しなければならず、避難先には放射線測定や医療の体制が必要です。日本の緊急被ばく医療体制は国が直轄します。ところが、今回の福島では、例えば、原子力安全委員会からのヨウ素服用に関する情報が現地には届いていませんでした。情報が全く伝わらないことは仕方ありません。これまでに経験したことのないような甚大な自然災害があり、情報網が寸断されているのです。その中で、国から情報を得たり、国の指揮・命令に従ったりすることは非常に困難です。やはり、発災地域に一番近い自治体が防災の責任主体になるべきであろうと考えられます。その努力をバックアップするのが国や県の役割ではないかと考えます。

- ✓ 住民は原発防災に対してまったく無防備である
  - ✓ 自治体が防災の責任主体
  - ✓ 自治体の努力をバックアップするのが国や県の役割
  
  - ✓ 避難に際して風向の変化に要注意
  - ✓ 避難先には放射線測定の体制や医療の体制が必要
  
  - ✓ 「事故時の避難のための計画を詳細に検討すること。人口分布、使用可能な車の台数、道路状況などの調査をして、避難に要する時間を検討しておくこと。特に保育園、学校、病院などの施設や老人への対策を具体的に検討しておくこと」
  - Residents have no protections themselves in nuclear disasters.
  - Local government assumes responsibility in preparation and countermeasures for disasters.
  - Prefectural and National government support the efforts made by the local government.
  - Take wind direction into consideration in evacuation.
  - Evacuation facilities should be equipped with monitoring systems and medical supports should be readily available.
  - Establish detailed plans for evacuation in advance. Look into distribution of population, available vehicles, routes and estimate time required for evacuation. In particular, set up specific plans for nurseries, schools, and hospitals as well as for elderly.
- 山本定明 原発防災を考える-自治体の責務とひとりができること 桂書房 1993  
 Yamamoto S, Preparedness for nuclear disasters: Roles of local government and individuals. Katsura publishing Co. 1993

この課題については、故・山本定明氏(名古屋大学アイソトープセンター)が、今から18年程前に「原発防災を考える」という著書で指摘していました。最後に彼が強調していたのが、事故時の避難計画を詳細に検討することでした。そして、人口分布、使用可能な車の台数、道路状況、避難に対する所要時間を予め熟知しておくのです。特に、保育園、学校、病院は要所です。今回は高齢者等いわゆる災害弱者が犠牲となりました。詳細までしっかり検討するようにと、彼は正しく指摘していました。

that the contamination is not at all concentrically spread out. Also, the contamination cannot be measured only by a distance of 10 or 30 km, and it is not continuously spread. In Belarus, as we are told, the hot spots extend to 160 km.

From the spread of radiation in Fukushima, we believe it is not practical to provide one or two medical institutions, shelters or refuges in concentric circles, but rather it is necessary to create multiple such facilities at varied distances. In this incident, the residents evacuated out of the 20 km zone wearing just the clothes on their backs and without any psychological preparation. For some time they were not even clear about how to take iodine tablets or if they must or mustn't take them. Everyone is unprotected when disaster strikes. That is particularly so with a nuclear disaster. Of course, preparedness of individuals is also important. But the local government with direct jurisdiction is the responsible actor in disaster prevention. Moreover, regarding evacuations, attention must be paid to the wind direction, and there must be systems for radiation measurement and medical care at the places that the people are evacuated to. Japan's Radiation Emergency Medical System is under the direct control of the national government. Nonetheless, in the recent Fukushima disaster, no information concerning the taking of iodine reached the affected area from the Nuclear Safety Commission - to give one example. But there is nothing to be done about the fact that information completely fails to get through. There

was a huge natural disaster such as has never been experienced before, and the information network has been cut into shreds. In the midst of that, it is extremely difficult to obtain information from the national government or follow its directions or orders, and so forth. We may assume that, as would seem natural, the local government that is nearest to the disaster-struck area ought to be the responsible actor for the disaster prevention. I believe that the role of the national and prefectural government may be to back up the local government's such efforts.

The late Mr. Sadaaki Yamamoto (of Radioisotope Research Center, Nagoya University) made some points concerning this issue some 18 years ago in a book titled Preparedness for nuclear disasters: Roles of local government and individuals. What he stressed at the end was detailed deliberation of plans for evacuation in time of accident. He also advocates knowing thoroughly in advance the population distribution, number of vehicles available, road conditions, and time required for evacuation. Nurseries, schools and hospitals will especially be key locations. In the recent incident, elderly and other "disaster-vulnerable" people were casualties. He correctly pointed out that disaster planning should be

thoroughly thought out, right down to the details.

福島県  
Fukushima Pref.

被ばくによる死者なし  
爆発による死者なし

**緊急避難による犠牲者あり**

However, evacuation was accompanied by casualties!!

医療機関: 8施設、入院患者1,240名  
福祉施設: 17施設、入所者983名

福島県では、この20km圏内に8つの医療機関があり、それぞれが満床であるとする、入院患者さんが1,240名いたこととなります。福祉施設は17施設(入所者数が最大で983名)あり、2,200人近くの方がおられた可能性があります。チェルノブイリやJCOとは異なり、幸運にも被ばくによる死者は現時点ではありません。爆発による死者もありませんでした。ところが、緊急避難によって犠牲者が出ました。先程20名とお話しましたが、避難後に避難所内等で急に亡くなられた方を含めて、50名ということが後の調査で分かりました。これは、今後の体制を練る上で、教訓として踏まえておくべきだと考えます。

There are eight medical care institutions inside this 20 km zone in Fukushima Prefecture, and supposing each of them to have been full, there were 1,240 hospitalized patients. There are 17 welfare facilities, with a maximum capacity of 983 persons, so there may have been close to 2,200 persons. Unlike Chernobyl and JCO, there have fortunately been no deaths due to radiation exposure at the present time. Nor were there any deaths due to the explosions. Nonetheless, casualties did occur as a result of the emergency evacuation. I said earlier that it was about 20 persons, but in later investigations it was found to be 50, including persons who had died suddenly inside the refuges and similar after the evacuation. This, I think, should be used as a lesson in working out the future system.

島根県  
Shimane Pref.

医療機関: 30施設、入院患者3,800名  
福祉施設: 83施設、入所者3,144名

ところで、中国地区には原子力発電所が1か所あります。それは島根県の島根原発です。この資料はNHKから拝借したのですが、島根原発の10km付近に県庁があり、オフサイトセンターもそこに整備されています。そして、20km内に初期被ばく医療機関である市民病院と赤十字病院があります。島根県松江市の人口は約20万人です。もし、ここで事故が起きた場合、20万

By the way, the Chugoku Region also has a nuclear power plant. It is the Shimane Nuclear Power Plant in Shimane Prefecture. This is a map that I have borrowed from NHK; the prefectural office building is at a close distance – 10 km – from the Shimane Nuclear Power Plant, and the off-site center has been provided there also. The primary radiation emergency medical care facilities, which are the Civic Hospital and

人をどう避難させるのか考えておかなければなりません。圏内に医療機関は30施設あり、入院患者さんは最大で3,800名です。福祉施設は83施設、入所は3,100名です。これら約7,000人の患者や入所者をどう動かすのか、福島の場合よりはるかに困難な課題です。十分な備えもなく、その場で「今から緊急避難してください」と言っても、とてもできるものではありません。福島でさえ、避難による犠牲者が少なくとも50人出ており、島根県では、より多くの犠牲者が発生する可能性があります。どのようにすれば計画的な避難ができるのか、避難に関わる人員をどう確保するのか検討が必要です。また、避難した患者を受け入れる20km圏外の医療体制も考えておく必要があります。

### まとめ Summary

1. 20km圏内からの患者避難では避難行為そのものにより貴重な人命を失った。一方で屋内退避は放射線汚染を防止する上で極めて有効であった。被ばくそのものは直後の生命リスクにはならない。従って、十分に計画された避難を考慮すべきである。患者の受け入れとなる医療機関や輸送方法も事前に調整しておくべきである。
  2. 汚染のある負傷者の受入医療機関の検索には困難を極めた。被ばく患者に対して適切な対応ができるよう、医療体制の整備やスタッフ、学生の教育を充実すべきである。
  3. 放射線に関する情報が乏しく、避難者や医療チームは放射線リスクを負った。放射線プルーム（放射線雲）は同心円状には拡大せず、非連続的に、風向き、地形、天候により刻一刻と変化する。より多くのモニタリングポストを設置すべきであり、放射線情報が共有できるように整備する必要がある。
  4. 放射線に関する適切な理解により、放射線による健康リスクを低減することができる。同時に被災者への誤解や差別を払拭することができる。
  5. 自然災害と原子力発電所事故という複合型災害へ備えておく必要がある。その備えは住民が中心となり、自治体が防災の責任主体であるべき。
1. Evacuation from 20 km zone was accompanied by loss of life. On the other hand, sheltering was quite effective to avoid nuclear plume. Because irradiation itself does not pose any immediate life-threatening conditions, well planned evacuation should be considered. Admitting facilities should be designated in advance.
2. Significant difficulties were encountered to determine hospitals for evacuated patients. Education for medical personnel and students should be emphasized and Radiation emergency medical system needs to be refined.
3. Due to lack of information, medical teams were exposed to radiation risk. Nuclear plume does not spread in a concentric fashion. It spreads discontinuously and changed its direction quickly by wind direction, geographic, and weather. More monitoring posts should be in place and information on radiation should be readily available for citizens.
4. Proper knowledge on radiation mitigates health risks, overcomes misunderstandings and prejudice for evacuees.
5. We should prepare for combined disasters, i.e. nuclear accidents following a disaster. Local residents are the core member of the system, and the local government should assume responsibilities in developing plans.

今回、20km圏内からの避難により、貴重な人命を失いました。一方で、屋内退避は非常に有効でした。特に、医療機関はコンクリート建築が多く、屋内避難には良い環境と考えます。避難可能な時間は限られますが、屋内退避を有効に活用すべきです。

被ばく自体は、直後の生命リスクにはなりません。緊急時でも十分に計画し、避難を考えておくことが重要です。また、受入医療機関を事前に検討しておく必要もあります。島根県の重症患者さんを、どういうルートで、どこを中継地にし、どの医療機関で受け入れるのか。受入側では、具体的にどんな症状の患者さんを何名くらい対応できるのか、汚染患者さんはどこが受け入れるのか…等を確認しておく必要があります。特に、汚染のある患者さんは、受入困難を極めます。福島県では、3名の作業員に関しては、汚染があるというだけで、福島県立医科大学以外に、どこの医療機関にも受け入れてもらえませんでした。放射性物質は、その扱い方と測定法を知っていれば対応可能です。決して、例えば、サリンのようにわずかに何ccで瞬時に周りの人が倒れてしまうという危険なものではないのです。何よりも、医学医療の中で放射線に関する教育、緊急被ばく医療の周知と啓発を進めていくことが重要です。全国には54の原子力発電所が

the Red Cross Hospital, are within 20 km of the plant. The population of Matsue City, in Shimane Prefecture, is about 200,000. You have to consider in advance how 200,000 people would be evacuated if an accident happened here. There are 30 medical care institutions inside the zone with a maximum of 3,800 hospitalized patients. And there are 83 welfare facilities, with 3,100 inmates. How to shift these roughly 7,000 patients and inmates is an issue far more difficult than in the case of Fukushima. If you told them to “Please urgently evacuate at once” there and then, without adequate preparedness, it would hardly be possible. Even in Fukushima there were at least 50 casualties due to the evacuation, and it is possible that in Shimane Prefecture more casualties would occur. It will be necessary to deliberate how a systematic evacuation could be done, and how the personnel for the evacuation could be secured. It will also be necessary to think of a medical care system outside the 20 km zone that could take in the evacuated patients.

In the recent disaster, precious lives were lost as a result of evacuation out of the 20 km zone. By contrast, sheltering indoors was extremely effective. I think that medical care institutions, which are built of concrete in many cases, make particularly good environments for indoor sheltering. Although the time to evacuate is limited, but still, indoor sheltering should be effectively made use of.

The radiation exposure itself does not constitute an immediate risk to life. Even in an emergency, it is important to plan adequately and to think the evacuation through. Also, one must deliberate in advance which medical institutions are to take in the evacuees. Which medical institutions would take in Shimane Prefecture’s seriously ill patients, and by what routes, and using what places as stopover points? – These matters would have to be determined, as would also how many patients with what specific diseases the receiving institutions could cope with, what places could take in contamination patients, and so forth. Patients with contamination, in particular, are difficult in the extreme to take in. In Fukushima Prefecture we couldn’t get any medical institution, except Fukushima Medical University, to take in the three workers, simply because they had contamination. Radioactive substances can be dealt with, provided that one knows how to handle them and to measure them. They are definitely not hazardous in such a way as, for example, sarin – just a few cubic centimeters of which will have the surrounding

あります。ほとんどは稼働していませんが、福島を見て分かるように、放射線事故の影響は一つの県ではとても収まりません。医療において慣れ親しんでいる薬剤と同じように、放射線に関する教育を今後の医学、あるいは、医療教育の一貫として組み込んでいく必要があると考えます。

福島では放射線情報が非常に不足していました。ただ、放射線は測定できます。線量計はそれほど高価なものではありません。一方で、放射性物質は予測できない広がりがあります。やはり、モニタリングポストが必要でしょうし、放射線情報は、出来るだけ住民も共有できるよう整備しておくべきだと考えます。

住民も医療関係者も、放射線に関する適切な理解により、放射線が影響する健康リスクを低減できます。チェルノブイリの事故後、ベラルーシの住民は放射線を真正面から捉え、放射線による健康リスクを様々な形で少しでも減らそうと工夫し、生活していると言われています。「あなたは30km圏内から来たので、放射線が感染する」といった誤解や差別も、正しい理解によって払拭できると期待しています。

最後になりますが、日本はやはり地震大国です。津波も台風もきます。これまで原子力発電所の事故を単独で人為的な事故に限定して想定してきましたが、今後は改めるべきだと考えます。大規模自然災害と原子力災害との複合型災害を想定した防災体制を作っておく必要があります。その中で大切なのは、住民が中心であるということです。住民を中心とし、住民を県が支え、県を国が支えるという、下からの積み上げの防災体制が重要かと考えます。

#### 【佐々木】

谷川先生は、放射線障害の基礎的な事項、我が国の緊急被ばく医療体制、その体制の中で現実に起こった事例と課題を、非常に的確かつリアルに示されました。特に、様々な教育や医療スタッフの養成が重要だと考えられますが、まさにIAEAやHICAREの協働事業の役割もそこに示されたように思われます。非常に有益な講演でした。谷川先生は常に冷静沉着であり、かつ、事に及んでは瞬発力を発揮なさる方です。現在の福島の事故では、引き続き問題が発生しており、広島も尽力しておりますが、今後も「ALL JAPAN, ALL 広島」としてサポートしていかなければなりません。谷川先生がそのチーム広島のリーダーの一人として、ますますご活躍されることをお祈りし、この

people dropping to the ground instantly. More than anything, it will be important to educate about radiation in the medicine and medical care and to promote the dissemination of radiation emergency medical care among them. There are 54 nuclear power plants across the nation. Almost all of them are not operating, but even so, we have seen from the case of Fukushima that the effects of a radiation accident cannot possibly be contained in a single prefecture. I believe it will probably be necessary in the future to incorporate education about radiation into medical studies and medical care education, as an integral part of them, in the same way as the drugs that are so familiar in medical care.

Radiation data was extremely insufficient in Fukushima. Yet, radiation is measurable. Dosimeters are not such expensive things. On the other hand, radioactive substances sometimes spread in ways that cannot be predicted. This means of course that monitoring posts will be required, and, I think, that radiation data should be provided in ways that allow it to be shared with the residents as much as possible.

The risk of health effects from radiation can be reduced for both residents and medical personnel through correct understanding regarding radiation. After the Chernobyl accident, the residents of Belarus are said to have grasped radiation head-on and made various resourceful efforts in their daily lives to reduce the health risks from radiation, by however small an amount. I hope that the mistaken and discriminatory attitude of “You’re going to contaminate people with radiation because you’ve come from inside the 30 km zone” can be wiped out through correct understanding.

I have now come to the end of my talk. Japan is, of course, a major earthquake nation. It also gets tsunamis and typhoons. Hitherto we have only envisioned nuclear power plant accidents as occurring on their own and being due to human factors, but I think that will have to be changed in the future. We will need to construct antidisaster systems that envision complex disasters comprising a large-scale natural disaster and a nuclear disaster. What will be important in that is that the residents form the core. I believe it will likely be important to have antidisaster systems that are built from the bottom upward, with the residents forming the core, the prefecture supporting the residents, and the government supporting the prefecture.

#### SASAKI

Dr. Tanigawa has set forth in a very accurate and vivid manner the basic matters concerning radiation damage, Japan’s emergency radiation medical system, and specific cases and issues that have actually arisen within that system. He believes that education of various kinds and training of medical staff are particularly important, and it would seem that those are just the areas where the roles of the joint operations by IAEA, HICARE and others have been demonstrated. This was an exceedingly useful lecture. Dr. Tanigawa is always calm and collected, and commands great powers of action when things come to the crunch. Currently problems are continuing to arise with the Fukushima accident, and Hiroshima is doing its utmost. In the near future we must keep up “All Japan,

講演を閉じさせていただきます。

All Hiroshima" support for Fukushima. I close this lecture with the wish that Dr. Tanigawa will be increasingly active as one of the leaders of Team Hiroshima.

