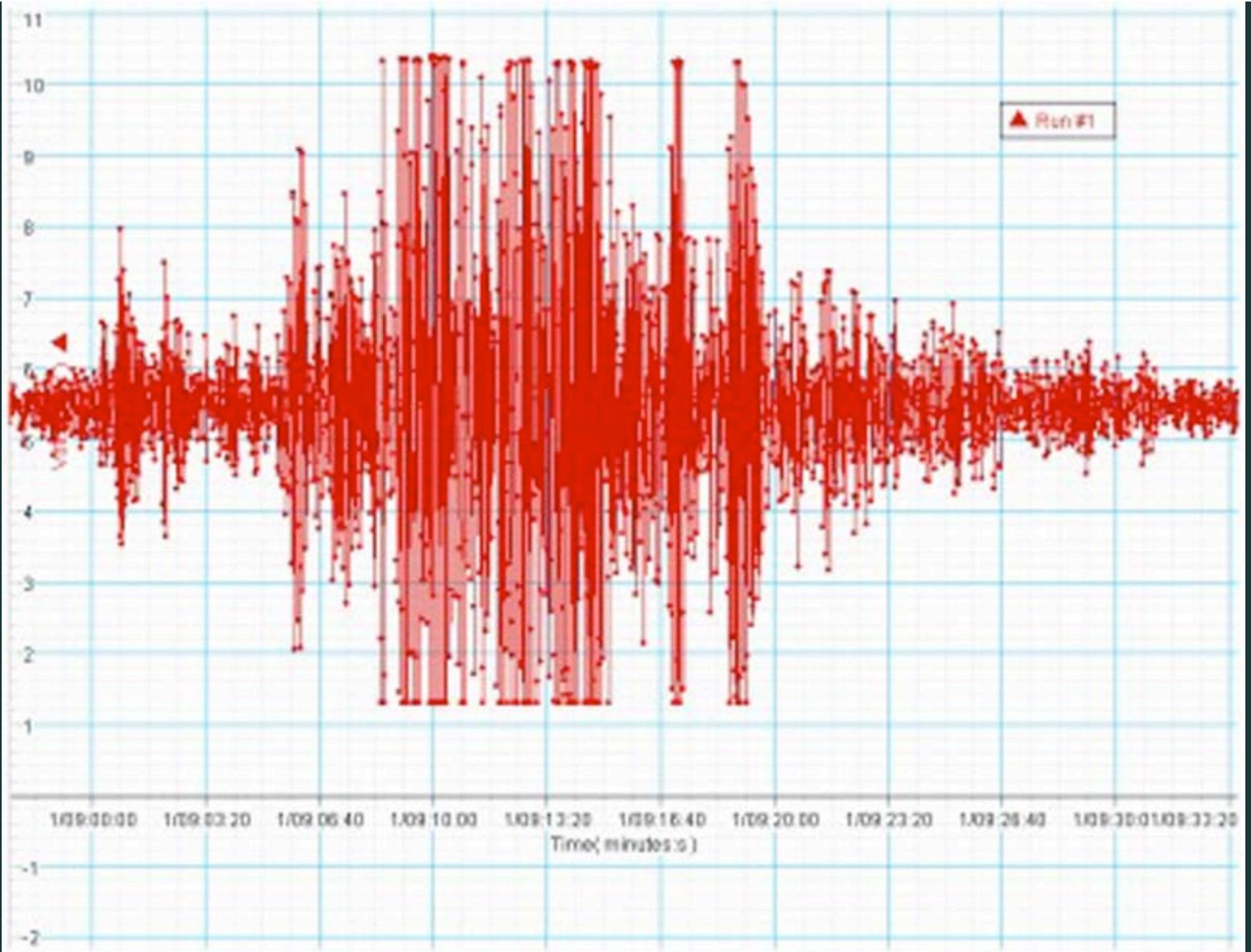
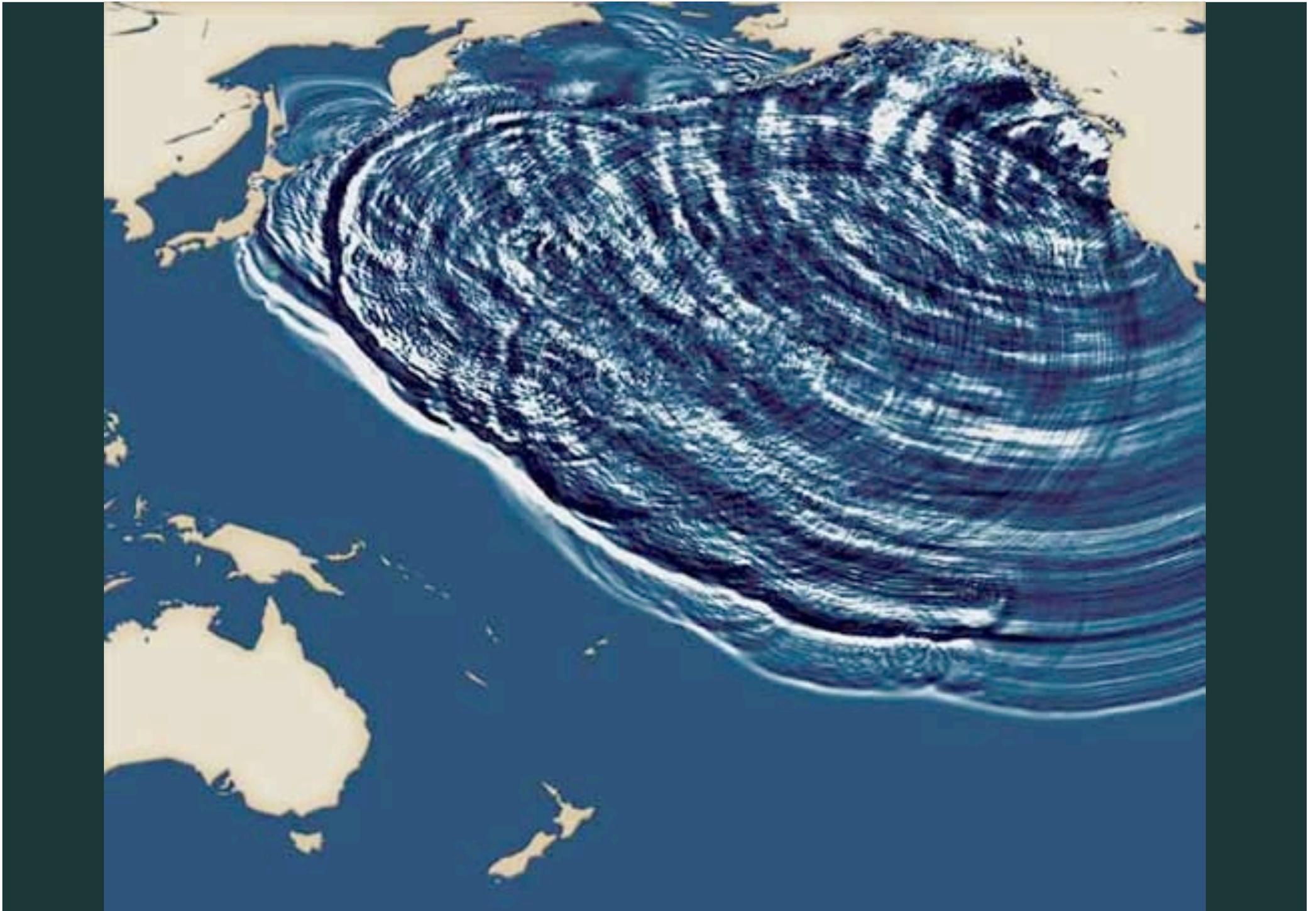


Fukushima
11-30 marzo 2011

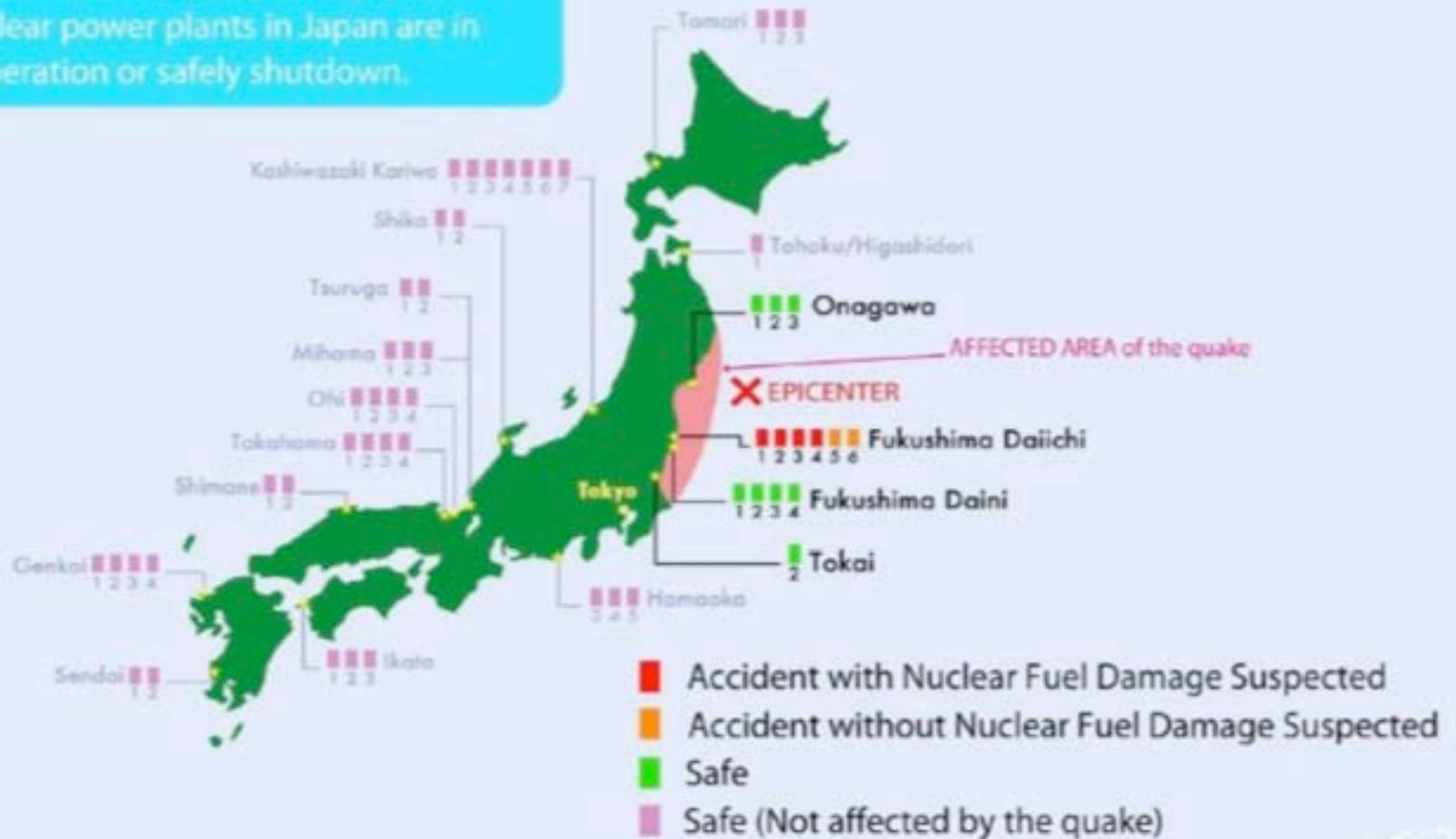
diario ed effetti





Status of the Nuclear Power Plants after the Earthquake

Every efforts and measures have been taken at Fukushima Daiichi nuclear power plants. Other nuclear power plants in Japan are in normal operation or safely shutdown.

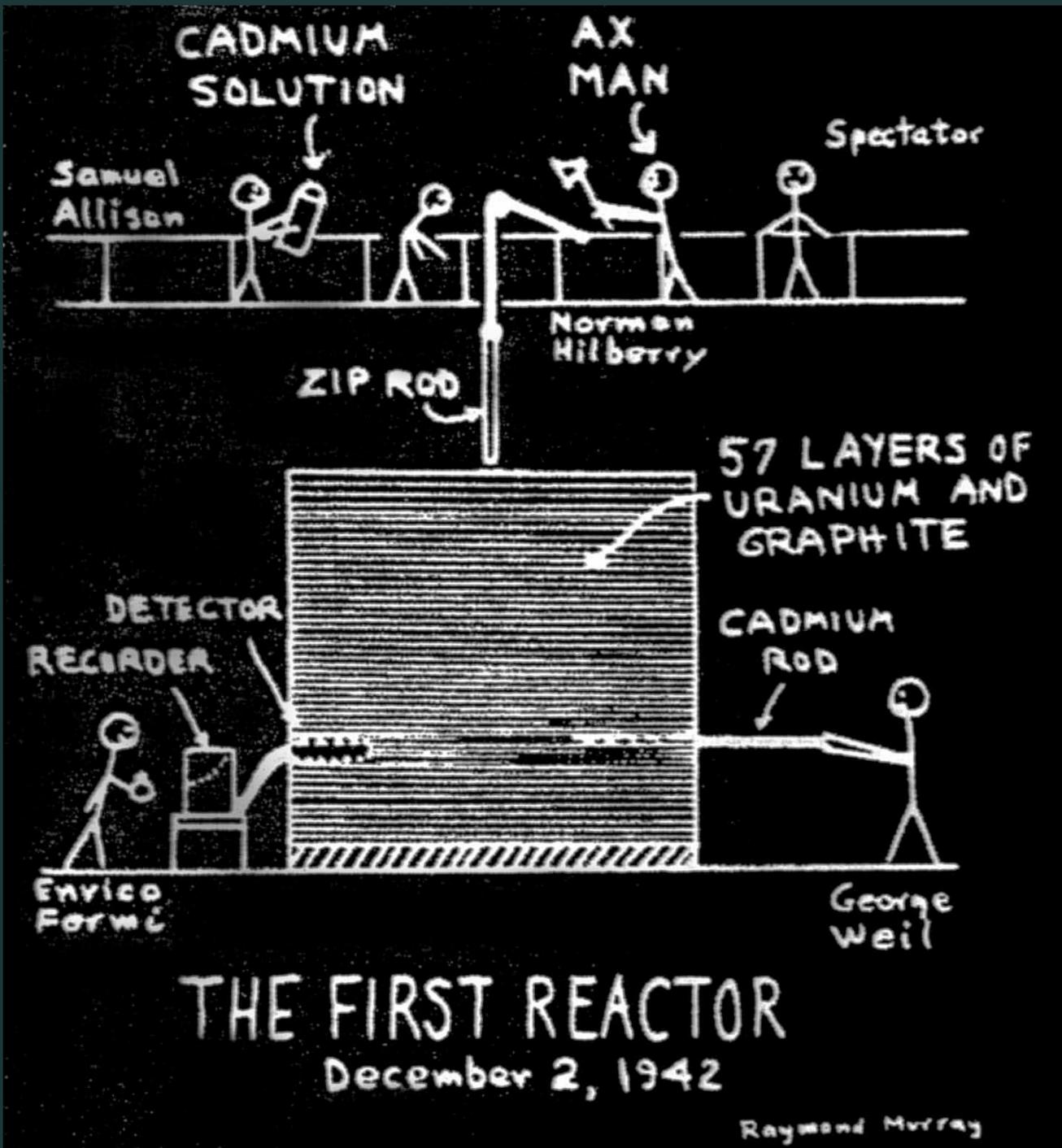


2011
SAFE
2011

Gli effetti immediati del terremoto e dello tsunami

Nella regione erano attivi 11 reattori in quattro centrali (Fukushima Dai-ichi, Fukushima Daini, Onagawa e Tokai) e i sistemi di sicurezza antisismici all'arrivo dell'onda sismica spengono automaticamente tutti i reattori, interrompendo le reazioni di fissione con l'inserzione tra gli elementi di combustibile le barre di controllo che bloccano il flusso di neutroni (SRAM).

A Fukushima Daini, Onagawa e Tokai gli impianti ausiliari di raffreddamento hanno funzionato regolarmente portando nel giro di qualche giorno i reattori alla condizione di spegnimento "freddo" evitando danni alle centrali ed emissioni radioattive nell'ambiente.



A Fukushima Dai-ichi le unità 1, 2 e 3 si spengono automaticamente all'arrivo dell'onda sismica, che raggiunge l'accelerazione di 507 Gal, mentre le unità 4, 5 e 6 sono già spente.

Il terremoto danneggia la rete elettrica della zona, la centrale resta senza corrente e i generatori diesel d'emergenza provvedono alle pompe per il raffreddamento del nocciolo dei reattori.

Dopo un'ora arriva un'onda tsunami di 14 m, che allaga l'edificio dei generatori diesel, spegnendoli.

Entrano allora in funzione le batterie per i sistemi di controllo (in grado di operare per 8 ore) e i sistemi ausiliari di raffreddamento pilotati dal vapore per i reattori 1,2 e 3 e, per il reattore 3, anche un sistema di iniezione di refrigerazione ad alta pressione.

Stato delle unità all'11 marzo

	Unità 1	Unità 2	Unità 3	Unità 4	Unità 5	Unità 6
potenza (MWe)	460	784	784	784	784	1100
tipo	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-5
entrata in funzione	1971	1974	1976	1978	1978	1979
moduli di combustibile nel nocciolo	400	548	548	0	548	764
moduli di combustibile esausto	292	587	514	1331	946	876
calore residuo nel combustibile esausto (kW)	60	400	200	2000	700	600
tipo di combustibile	LEU	LEU	LEU e MOX	LEU	LEU	LEU
stato	attivo	attivo	attivo	spento	spento	spento

La devastazione del terremoto e dello tsunami nell'area circostante rende impossibili aiuti immediati dall'esterno. Si devono affrontare, senza energia elettrica e acqua fresca, simultaneamente i problemi posti dallo tsunami, in particolare l'allagamento degli edifici dei servizi e i danni all'impianto elettrico, e il controllo dei 6 reattori.

La TEPCO (Tokyo Electric Power Company) segnala la situazione di emergenza alla NISA (Nuclear and Industrial Safety Agency) e viene emesso l'ordine di evacuazione per le persone entro 2 km dalla centrale.

Inizialmente l'obiettivo è di riprendere il controllo degli impianti, portare tutti i reattori a uno spegnimento freddo e liberare le zone allagate; rapidamente si rinuncia al salvataggio operativo dei reattori 1, 2 e 3 puntando ad impedire la fusione dei noccioli e al mantenimento delle strutture di contenimento primario della radiazione; sorti problemi anche alle vasche di raffreddamento del combustibile esausto, alla terza settimana dall'incidente si cerca di limitare al minimo la contaminazione radioattiva dell'ambiente.

Sabato 12 marzo

- le batterie di emergenza si esauriscono
- le capacità di raffreddamento dei 3 reattori diminuiscono e il materiale e vapore si surriscalda
- la parte superiore degli elementi di combustibile viene esposta con produzione di idrogeno
- aumenta la pressione nel contenitore primario dei 3 reattori
- si inizia a sfogare vapore (filtrato per bloccare la radioattività) dal reattore 1
 - per ridurre la pressione e raffreddare il nucleo
- evacuazione per le persone entro 10 km dalla centrale
- esplosione di idrogeno nell'edificio del reattore 1 con distruzione della copertura della parte superiore che ospita la vasca per il combustibile esausto; 4 operai rimangono feriti
- arrivano da altre centrali batterie e generatori elettrici
- la zona d'evacuazione estesa a 20 km dalla centrale (170.000 persone)
- si pompa acqua di mare nel reattore 1
- distribuzione profilattica di iodio alla popolazione per contrastare l'assorbimento di iodio radioattivo



Domenica 13 marzo

- accumulo di idrogeno nel reattore 3
- si sfoga vapore dai reattori 1 e 3
- si pompa acqua di mare nel reattore 3
- un lavoratore rimane esposto a dosi superiori ai limiti previsti

Lunedì 14 marzo

- esplosione di idrogeno nell'edificio del reattore 3 con danni alla copertura della parte superiore e ferimento di 11 lavoratori
- si sospetta che il livello dell'acqua nei 3 reattori non copra completamente il combustibile, con possibili danni alle barre
- le strutture di confinamento del reattore 3 rimangono intatte ma viene danneggiato il sistema di raffreddamento dell'unità 2
- si pompa acqua di mare anche nel reattore 2

Image Credit: DigitalGlobe
Image Annotation: ISIS
Image Date: March 14, 2011

Smoke or dust plume from the explosion

After the explosion at Unit 3, damage to the reactor building can be seen. Steam can be seen venting out of the reactor building

Steam venting out of the building

After the explosion at Unit 1, the top of the reactor building is damaged



Martedì 15 marzo

- gravi difficoltà a raffreddare l'unità 2
- si inizia a sfogare vapore e idrogeno dal reattore 2
- esplosione di idrogeno nell'edificio del reattore 2
- si sospettano danni al serbatoio di sfioro nel contenitore primario
- l'edificio del reattore 2 rimane intatto
- incendio nel settore del combustibile spento del reattore 4, con emissione di radioattività nell'atmosfera
- esplosione di idrogeno (generato nelle vasche del combustibile esausto) nell'edificio del reattore 4, con ulteriori danni
- rischio che l'acqua della vasca per il combustibile esausto del reattore 4 inizi a bollire
- il livello dell'acqua nel reattore 5 scende a 2 m sopra il combustibile attivo
- i due generatori diesel d'emergenza del reattore 6 forniscono energia per i sistemi di raffreddamento dei reattori 5 e 6
- dosi di radioattività fino a 400 mSv/h misurate presso l'unità 3
- i residenti entro 30 km dalla centrale invitati a rimanere in casa

Mercoledì 16 marzo

- nuovo incendio nella zona del combustibile esausto del reattore 4
- completata l'evacuazione della zona di 20 km
- emissione di vapore dalla zona del combustibile esausto del reattore 3: probabilmente l'acqua di copertura sta bollendo
- controlli alle condizioni del combustibile esausto nelle 6 unità, i cui impianti di raffreddamento non sono operativi
- il personale non direttamente impegnato nelle operazioni di recupero viene allontanato

Giovedì 17 marzo

- elicotteri versano acqua nella vasca del combustibile esausto del reattore 3e 4, riempiendole
- iniziano i lavori per connettere le 6 unità alla rete esterna con nuove linee di alimentazione

Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant



Unit 1

Unit 2

Unit 3

Unit 4



AP Photo/TEPCO
Annotation: ISIS

**Reactor building
for unit 4**

**Smoke or
steam plume**



Image Credit: DigitalGlobe - ISIS
Image Date: March 17, 2011

Roof of reactor building for Unit 4 appears different than in the March 16, 2011 image

Steam still venting from the top of Unit 3 reactor building

Steam likely still venting from side of Unit 2 reactor building

Reactor building for Unit 1; top portion of building damaged from explosion



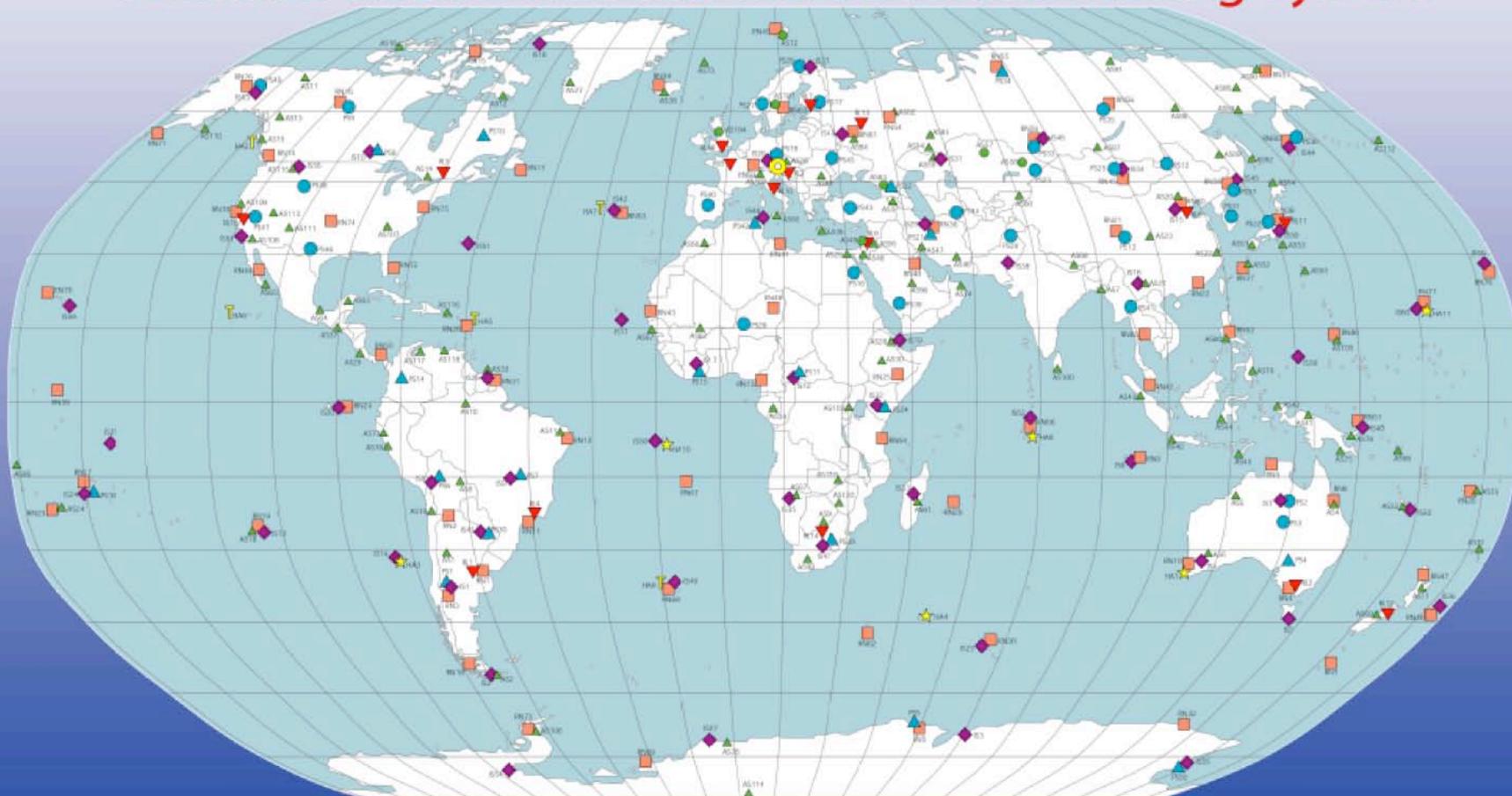
Venerdì 18 marzo

- personale d'emergenza e 139 vigili del fuoco da Tokyo usano autopompe speciali, camion per iniezioni di cemento e cannoni d'acqua antisommossa per fornire acqua al reattore 3
- si continua a versare acqua nella vasca del combustibile esausto del reattore 3
- problemi nelle vasche del combustibile esausto dei reattori 4 reattori
- arriva acido borico dagli USA
- l'Organizzazione per il CTBT raccoglie dati sulla radioattività nelle sue stazioni distribuite in tutto il mondo
- le dosi di radiazione nella centrale sono 265 microSv/h
- i limiti di radiazione in situazione di emergenza viene fissata dal Giappone a 250 mSv; il limite internazionale è di 500 mSv)



Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear-Test-Ban Treaty (CTBTO)

Facilities of the CTBT International Monitoring System



- Seismic primary array (PS)
- ▲ Seismic primary three-component station (PS)
- ★ Hydroacoustic (hydrophone) station (HA)
- Radionuclide station (RN)
- Seismic auxiliary array (AS)
- ▲ Seismic auxiliary three-component station (AS)
- ⊥ Hydroacoustic (T-Phase) station (HA)
- ▼ Radionuclide laboratory (RL)
- ◆ Infrasound station (IS)
- International Data Centre, CTBTO PrepCom, Vienna



Unit 1 reactor building; top portion damaged from earlier explosion

Unit 3 reactor building; steam is no longer visible venting from the building

Unit 4 reactor building

Unit 2 reactor building; steam can still be seen venting through a hole from removed panel

**Image Credit: DigitalGlobe - ISIS
Image Date: March 18, 2011**

Sabato 19 marzo

- 100 vigili del fuoco da Tokyo e 53 da Osaka sostituiscono la squadra precedente per pompare acqua nella vasca del combustibile esausto dell'unità 3
- i due generatori diesel d'emergenza del reattore 6 forniscono energia per i sistemi di raffreddamento dei reattori 5 e 6
- si inizia il raffreddamento delle vasche del combustibile esausto dei reattori 5 e 6
- latte, ortaggi e acqua potabile in prossimità alla centrale superano i livelli di radioattività previsti
- tracce di iodio e cesio radioattivi (entro i limiti) nei sistemi idrici fino a Tokyo

Fukushima Daiichi Summary Table - Units 1-6

LEGEND	No Immediate Concern	Concern	Severe Condition
--------	----------------------	---------	------------------

Unit	1	2	3	4	5	6
Power (MWe/th)	460/1380	784/2381	784/2381	784/2381	784/2381	1100/3293
Type of Reactor	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-5
Status at the time of event	In service – auto shutdown following earthquake			Shut down for outage before earthquake		
Core and Fuel	Damaged			No fuel rods	No damage expected	
Containment Integrity	No damage reported	Damage suspected	No information	Outage configuration	No damage expected	
Off-site power	Recovery ongoing		Not available			
Diesel generators	Not available				Two emergency diesel generators powering Units 5 and 6	
Building	Severe damage	Slight damage	Severe damage		No damage reported	
Water level in reactor pressure vessel	About half of fuel assembly				Outage configuration	Above fuel
Pressure of reactor pressure vessel	Stable	Unreliable data	Stabilised	Outage configuration	No information	
Containment Pressure Drywell	No information	Stable	Stable	Outage configuration	No information	
Water injection to reactor pressure vessel	Sea water	Sea water	Sea water	Outage configuration	Not necessary	
Water injection to containment vessel	Not available			Not necessary		
Spent fuel pool temperature	No information				Stabilising	

Domenica 20 marzo

- diminuisce la temperatura nelle vasche del combustibile esausto dei reattori 5 e 6
- i reattori 5 e 6 raggiungono la condizione di spegnimento "freddo"
- si continua a versare acqua di mare nelle vasche del combustibile esausto dei reattori 2 e 3 e nei reattori 1, 2 e 3
- arriva corrente elettrica al sistema di emergenza del reattore 2
- si inizia a versare acqua nella vasca del combustibile esausto del reattore 4
- il presidente del Giappone dichiara che la centrale, una volta posta sotto controllo, non verrà riattivata.

Lunedì 21 marzo

- fumo grigio esce dall'edificio dell'unità 3, ma non ci sono segni di aumento di radioattività
- arriva corrente elettrica ai reattori 2, 5 e 6
- si lavora per connettere alla rete le unità 3 e 4
- inizia il controllo delle strutture danneggiate delle unità 1 e 2

Fukushima Daiichi Summary Table - Units 1-6 (20 March 2011, 21:00 UTC):

LEGEND No Immediate Concern Concern Severe Condition

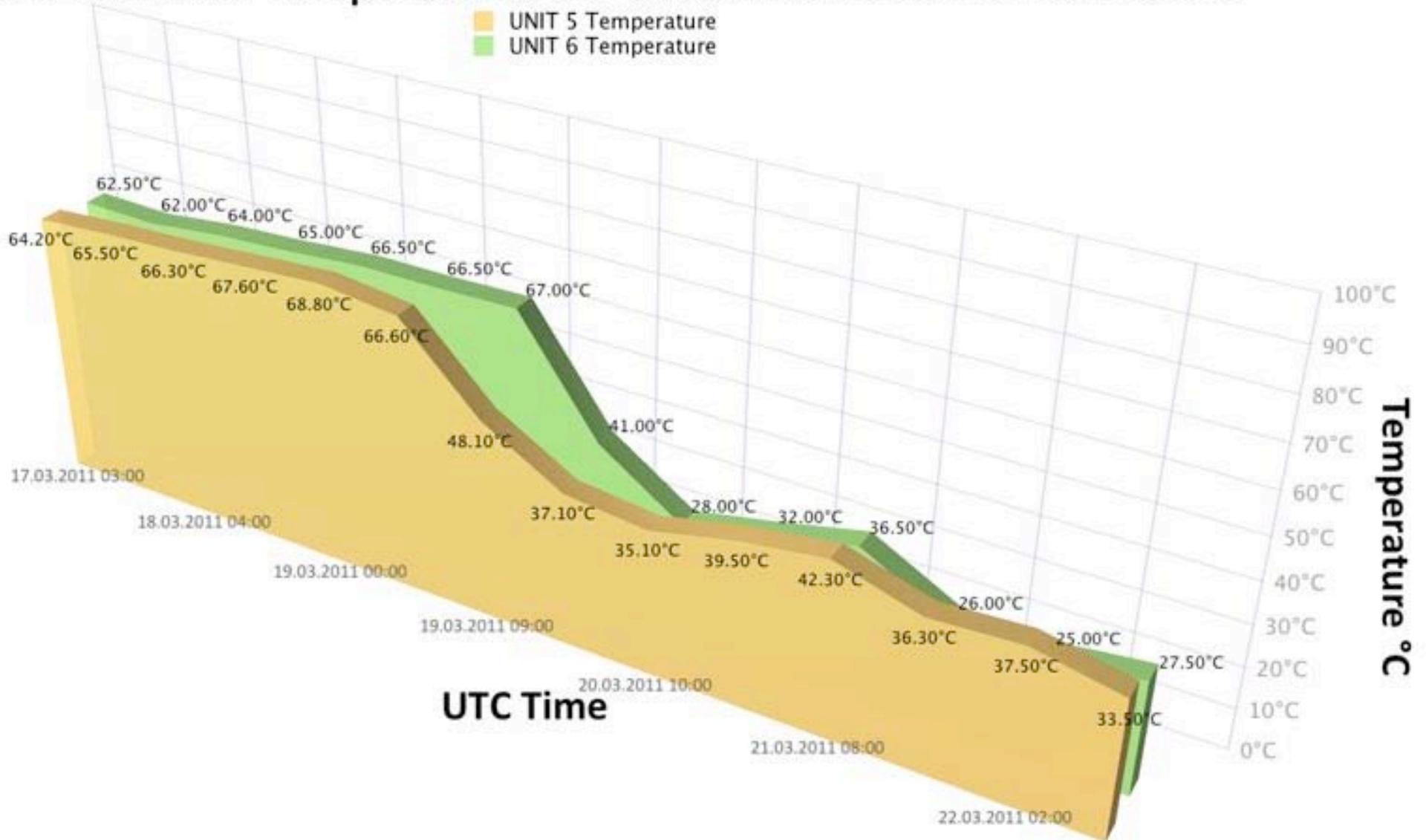
Unit	1	2	3	4	5	6
Power (MWe/th)	460/1380	784/2381	784/2381	784/2381	784/2381	1100/3293
Type of Reactor	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-4	BWR-5
Status at Time of Event	In service - auto shutdown following earthquake			Shut down for outage before earthquake		
Core and Fuel	Damaged			No fuel rods	Cold shutdown	
Containment Integrity	No damage reported	Damage suspected	No information	Outage configuration	No damage expected	
Off-site Power	Substation connected	Power center (in Unit) connected	Not available		Not available	
Diesel Generators	Not available				Two emergency diesel generators powering Units 5 and 6	
Building	Severe damage	Slight damage	Severe damage		No damage reported	
Water Level in Reactor Pressure Vessel	About half of fuel assembly (stable)			Outage configuration	Above fuel	
Pressure of Reactor Pressure Vessel	Stabilised	Unreliable data	Elevated	Outage configuration	Stabilised	Stabilised
Containment Pressure Drywell	Stable	Stable	Elevated	Outage configuration	No information	
Water Injection to Reactor Pressure Vessel	Sea water	Sea water	Sea water	Outage configuration	Freshwater injection in progress	
Water Injection to Containment Vessel	Not available			Not necessary		
Spent Fuel Pool Temperature	No information	Spraying from outside	Spraying from outside	Spraying from outside	Cooling restored	

Martedì 22 marzo

- esce vapore dalle unità 2 e 3, ma senza aumenti di radioattività**
- continua l'immissione di acqua di mare nelle unità 1, 2 e 3**
- arriva corrente elettrica a tutta la centrale**
- giunge un pontone americano con acqua fresca per ridurre la corrosione**
- continuano i controlli dei componenti delle unità 1 e 2 prima di collegarle alla rete**
- continua il raffreddamento delle vasche del combustibile esausto dei reattori 5 e 6**
- radioattività per iodio-131 e cesio-134 e 137 superiore ai limiti nei canali di scarico in mare dei reattori 1,2,3 e 4**



Spent Fuel Pool Temperatures at Fukushima Daiichi Units 5 and 6



Mercoledì 23 marzo

- fumo nero e grigio dall'unità 3 di origine non identificata e si sospende il lavoro**
- si continua a versare acqua di mare nelle vasche del combustibile esausto dei reattori 3 e 4**
- riparato il sistema di iniezione d'acqua dell'unità 1**
- continuano i controlli degli impianti elettrici delle 6 unità prima di collegarle alla rete**
- ritorna la luce nella sala controllo del reattore 3, ma non alla strumentazione e impianto**
- nei reattori 5 e 6 si usano generatori diesel per fornire energia elettrica**
- materiali protettivi e acido borico giungono dalla Francia**

Giovedì 24 marzo

- il reattore 1 raggiunge la temperatura di quasi 400 °C, mentre quella di progetto è 302 °C; si aumenta il raffreddamento del nocciolo
- fumo nero esce dall'unità 3 e si sospende il lavoro
- non si osservano aumenti di radioattività
- esce vapore dalle unità 1, 2, 3, e 4 (prima volta dalla 1)
- tre lavoratori che stanno installando cavi elettrici alla turbina dell'unità 3 immersi in acqua sono esposti a alte dosi di radiazione, oltre 2000 mSv
- due lavoratori ospedalizzati con sospetto di ustioni da intense radiazioni beta
- tre lavoratori esposti a dosi di radiazione fra 170 mSv/h e 180 mSv/h
- TEPCO informa che 17 lavoratori hanno ricevuto dosi di 1000 mSv
- la temperatura superficiale della vasca del combustibile esausto dell'unità 3 raggiunge i 56°C
- la temperatura delle superfici esterne dei reattori 1, 2 e 3 diminuisce sotto i 20 °C

Venerdì 25 marzo

- ritorna potenza elettrica nella sala controllo principale dell'unità 2 e strumentazione inizia a funzionare nelle unità 1, 2 e 4
- nel reattore 1 la temperatura scende a 204,5 °C
- TEPCO sospetta che il combustibile attivo nel reattore o quello esausto nelle vasche si sia danneggiato e che l'acqua contaminata da alta radioattività sia sparsa negli ambienti di lavoro.
- le temperature superficiali esterne delle unità 1,2,3 e 4 sono inferiori a 20°C
- la temperatura superficiale della vasca del combustibile esausto dell'unità 3 scende a 31°C
- si misura alta contaminazione di iodio-131 in mare (1250 volte il livello normale)

FUKUSHIMA DAIICHI

Reactor Unit 4

No vapour plume observed

Reactor Unit 3, possible vapour plume

Reactor Unit 2

No smoke or vapour plume observed

Reactor Unit 1

19 MAR 2011, 10:44 am local time

Sabato 26 marzo

- giungono nuovi pontoni americani con acqua fresca (2280 metri cubi) per ridurre la corrosione
- si passa dall'iniezione di acqua marina ad acqua fresca con acido borico nel recipiente a pressione delle unità 2 e 3 usando pompe elettriche al posto delle autopompe
- ritorna potenza elettrica nelle sale controllo 1, 2 e 3
- la dose di radioattività attorno alla centrale scende a 170 microSv/h
- si teme che il contenitore primario del reattore 3 sia danneggiato

Domenica 27 marzo

- vapore viene emesso dalle unità 2, 3 e 4
- si pompa acqua fresca nei reattori 1, 2 e 3
- si continua a versare acqua nella vasca del combustibile esausto del reattore 4
- si inizia a rimuovere acqua dal locale turbine dell'unità 1 al condensatore principale, per poter connettere gli impianti alla rete
- la radioattività dell'acqua nei locali turbine è molto alta (60 mSv/h nell'unità 1, 750mSv/h nell'unità 3 e 1000mSv/h nell'unità 2)
- TEPCO riduce la quantità d'acqua versata nel reattore 2 per evitare fuoriuscite nell'edificio delle turbine

Lunedì 28 marzo

- viene rivelato plutonio nel sito della centrale a livelli che non pongono problemi di salute, ma è isotopicamente diverso da quello disperso dalle esplosioni nucleari sperimentali
- alti livelli di radioattività vengono misurati in una canaletta fuori dell'edificio delle turbine dell'unità 2
- si presume che nel reattore 2 parte delle barre si siano rotte liberando materiali radioattivi che giungono per vie non identificate nel locale turbine
- continua il monitoraggio della radioattività in mare e in tutto il Giappone

Martedì 29 marzo

- si passa dall'iniezione di acqua marina ad acqua fresca con acido borico nei recipienti a pressione delle unità 1, 2 e 3 usando pompe elettriche al posto delle autopompe
- si trovano alti livelli di radioattività nell'acqua attorno ai reattori e nelle canalette di scarico, e ciò ritarda il progresso dei lavori

Mercoledì 30 marzo

- continua l'iniezione di acqua fresca con acido borico nei recipienti a pressione delle unità 1, 2 e 3
- non si riesce a ricostruire il percorso dell'acqua radioattiva presente nella centrale
- dispersione di aria radioattiva dal reattore 2, ma non da aperture significative del contenitore primario

Unit	1	2	3	4
Power (MWe /MWth)	460/1380	784/2381	784/2381	784/2381
Type of Reactor	BWR-3	BWR-4	BWR-4	BWR-4
Status at time of EQ	In service – auto shutdown	In service – auto shutdown	In service – auto shutdown	Outage
Core and fuel integrity	Damaged	Severe damage	Damaged	No fuel in the Reactor
RPV & RCS integrity	<u>RPV temperature decreased</u>	<u>RPV temperature increased</u>	RPV temperature stable	Not applicable due to outage plant status
Containment integrity	No information	Damage suspected	Damage suspected	
AC Power	AC power available - Power to instrumentation – Lighting to Central Control Room	AC power available – power to instrumentation – Lighting to Central Control Room	AC power available – Lighting to Central Control Room	
Building	Severe damage	Slight damage	Severe damage	Severe damage
Water level of RPV	Around half of Fuel is shown uncovered (Stable)	Around half of Fuel is uncovered (Stable)	Around half of Fuel is uncovered (Stable)	Not applicable due to outage plant status
Pressure of RPV	<u>Stable</u>	Stable	Stable	
CV Pressure Drywell	<u>Decreased</u>	Stable	Stable	
Water injection to RPV	Injection of freshwater- via Mobile electric pump with diesel backup power	Injection of freshwater – via mobile electric pump with diesel backup power	Injection of freshwater – via mobile electric pump with diesel backup power	
Water injection to CV	No information	No information	No information	
Spent Fuel Pool Status	Spraying to be considered	<u>Freshwater injection via Fuel Pool Cooling Line and temporary electric pump</u>	Seawater injection via Fuel Pool Cooling Line and Periodic spraying	Seawater injection via Fuel Pool Cooling Line and Periodic spraying

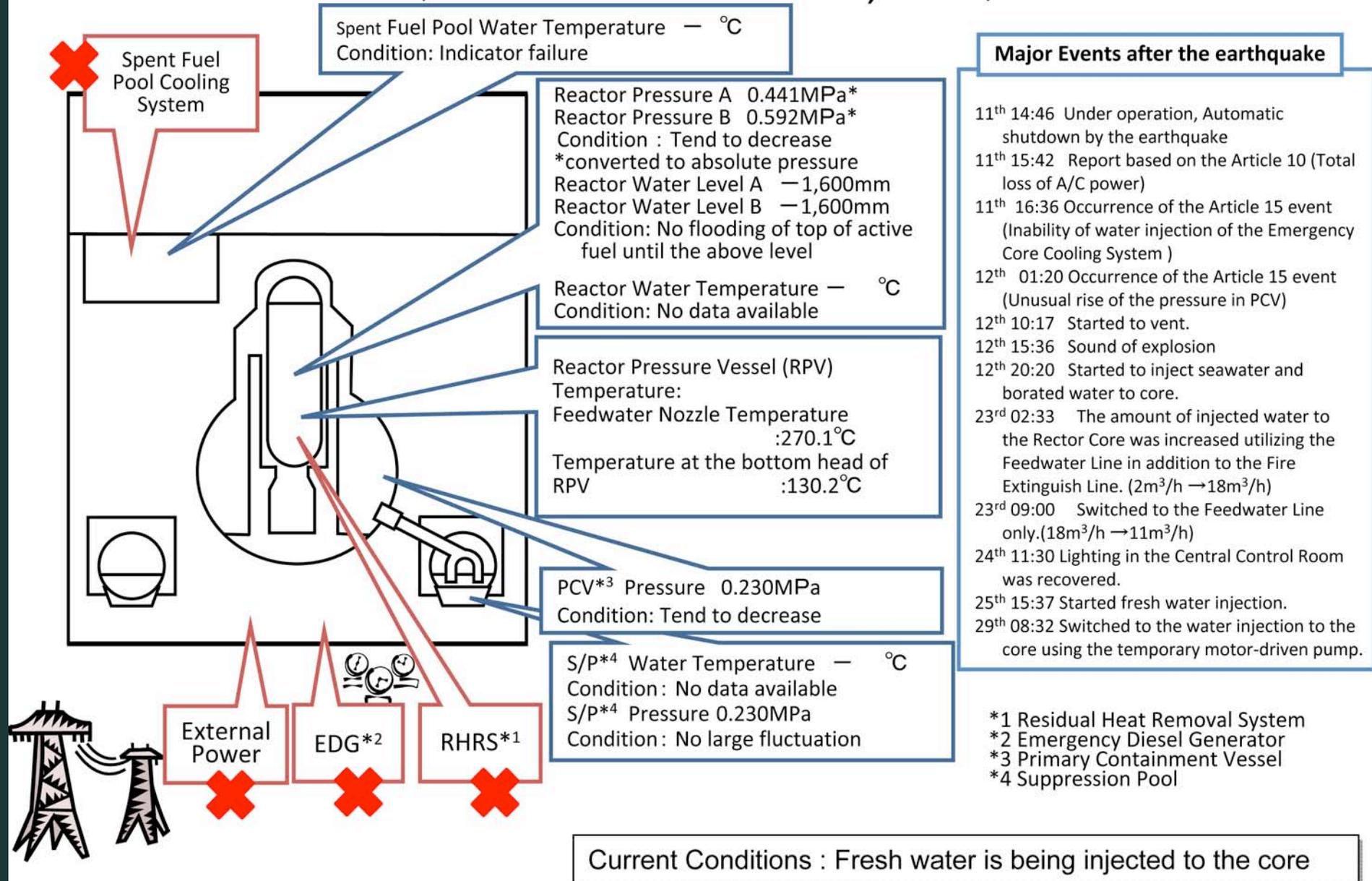


Unit	5	6
Power	784/2381	1100/3293
Type of Reactor	BWR-4	BWR-5
Status at the EQ occurred	Outage	Outage
Core and Fuel	<p>Cold Shutdown Being maintained using off-site electrical power and existing plant equipment.</p>	<p>Cold Shutdown Being maintained using off-site electrical power and existing plant equipment.</p>
RPV & RCS integrity		
Containment int.		
AC Power		
Building		
Water level of RPV		
Pressure of RPV		
Containment Pressure		
Water injection to RPV		
Water injection to CV		
Spent Fuel Pool Status		

 **Severe condition**
 **Concern**
 **No immediate concern**

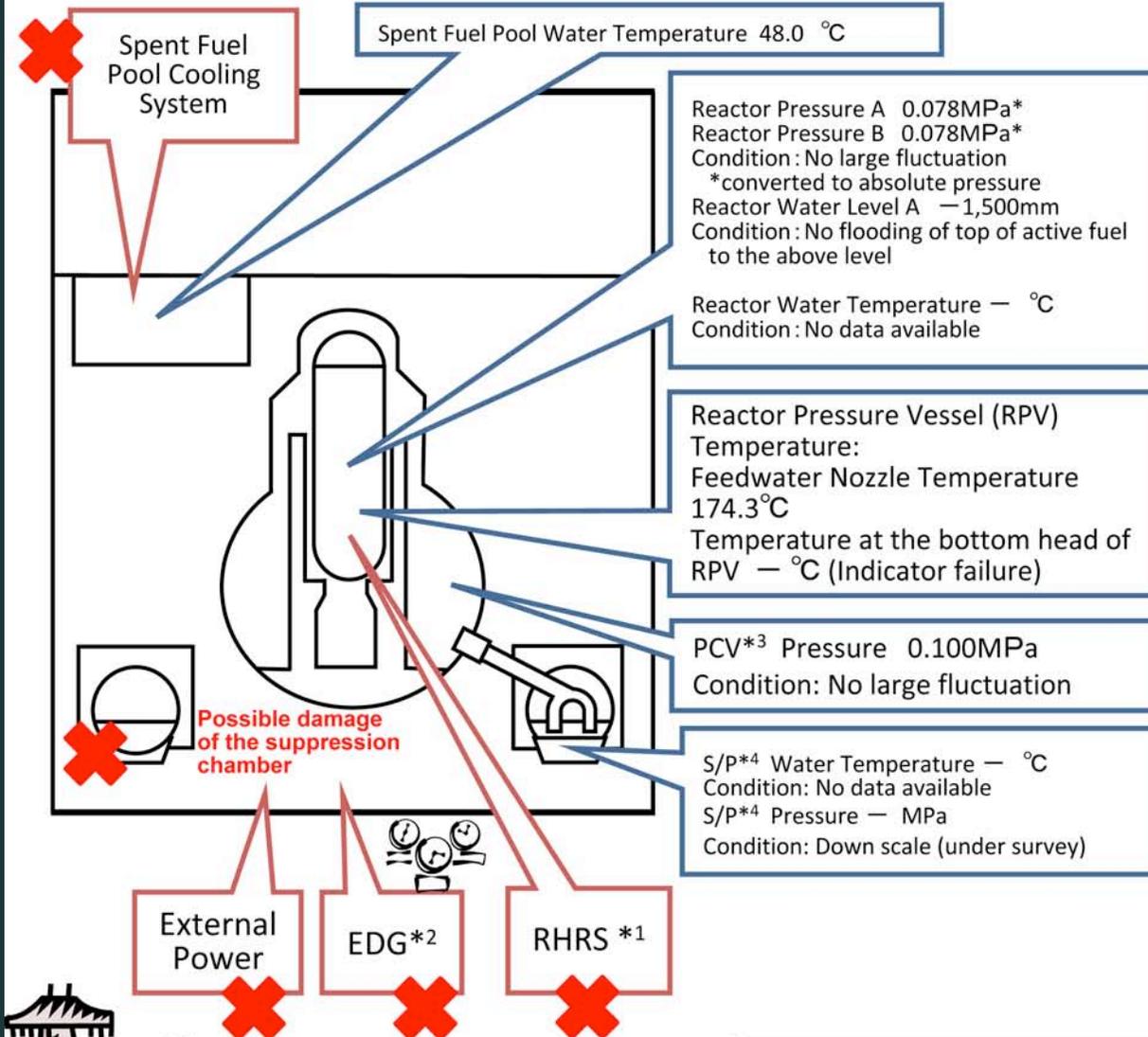
General status from all sources regarding reactor cores	Stabilized by injecting sea water and boron ^[336]	Stabilized by injecting sea water and boron ^[336]	Stabilized by injecting sea water and boron; pressure elevated on 20 March ^[336]	Defueled	Cold shutdown on 20 March 14:30 JST ^{[61][336]}	Cold shutdown on 20 March 19:27 JST ^{[61][336]}
General status from all sources regarding Spent Fuel Pools (SFP)	Water injection to be considered, 60 °C on 20 March by infrared helicopter measurement ^[337]	Seawater injection continues, 46 °C on 29 March 10:00 JST ^[338]	Sprayed seawater injection continues, 60 °C on 20 March by infrared helicopter measurement ^[337]	Sprayed seawater injection continues after hydrogen explosion from pool, 40 °C on 20 March by infrared helicopter measurement ^[337]	Cooling system restored, 38.8 °C on 29 March 12:00 JST ^[338]	Cooling system restored, 21.0 °C on 29 March 12:00 JST ^[338]

Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 1 (As of 14:00 March 30th, 2011)



Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 2 (As of 14:00 March 30th, 2011)

Major Events after the earthquake



- 11th 14:46 Under operation, Automatic shutdown by the earthquake
- 11th 15:42 Report based on the Article 10 (Total loss of A/C power)
- 11th 16:36 Occurrence of the Article 15 event (Inability of water injection of the Emergency Core Cooling System)
- 13th 11:00 Started to vent.
- 14th 13:25 Occurrence of the Article 15 event (Loss of reactor cooling functions)
- 14th 16:34 Started to inject water to the Reactor Core.
- 14th 22:50 Occurrence of the Article 15 event (Unusual rise of the pressure in PCV)
- 15th 00:02 Started to vent.
- 15th 06:10 Sound of explosion
- 15th around 06:20 Possible damage of the suppression chamber
- 20th 15:05~17:20 Approximately 40 ton seawater injection to the Spent Fuel Pool (SFP) via the Fuel Pool Cooling Line (FPC)
- 20th 15:46 Power Center received electricity.
- 21st 18:22 White smoke generated. The smoke died down and almost invisible at 07:11 March 22nd.
- 22nd 16:07 Injection of around 18 tons of seawater to SFP
- 25th 10:30~12:19 Sea water injection to SFP via FPC
- 26th 10:10 Started to inject fresh water to the Reactor Core.
- 26th 16:46 Lighting in the Central Control Room was recovered.
- 27th 18:31 Switched to the water injection to the core using the temporary motor-driven pump.
- 29th 16:30~18:25 Switched to the temporary motor-driven pump injecting fresh water to SFP.
- 30th around 9:45 Confirmed malfunction of the temporary motor-driven pump injecting water to SFP.
- 30th around 12:45 Switched to the injection using the fire pump Truck, but suspended as cracks were confirmed in the hose.

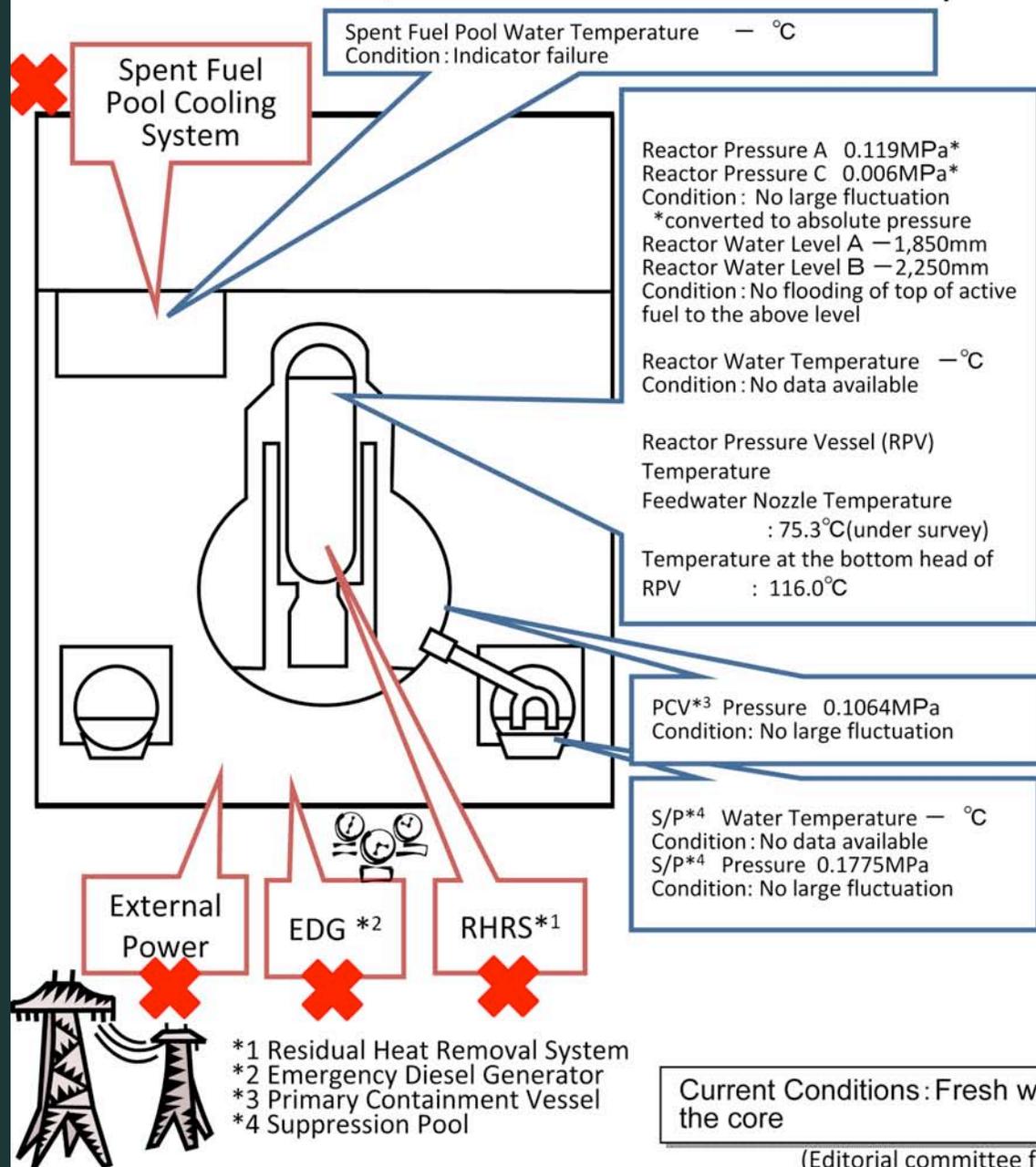
Current Conditions: Sea water is being injected to the Spent Fuel Pool and fresh water is being injected to the core

- *1 Residual Heat Removal System
- *2 Emergency Diesel Generator
- *3 Primary Containment Vessel
- *4 Suppression Pool

Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 3

(As of 14:00 March 30th, 2011)

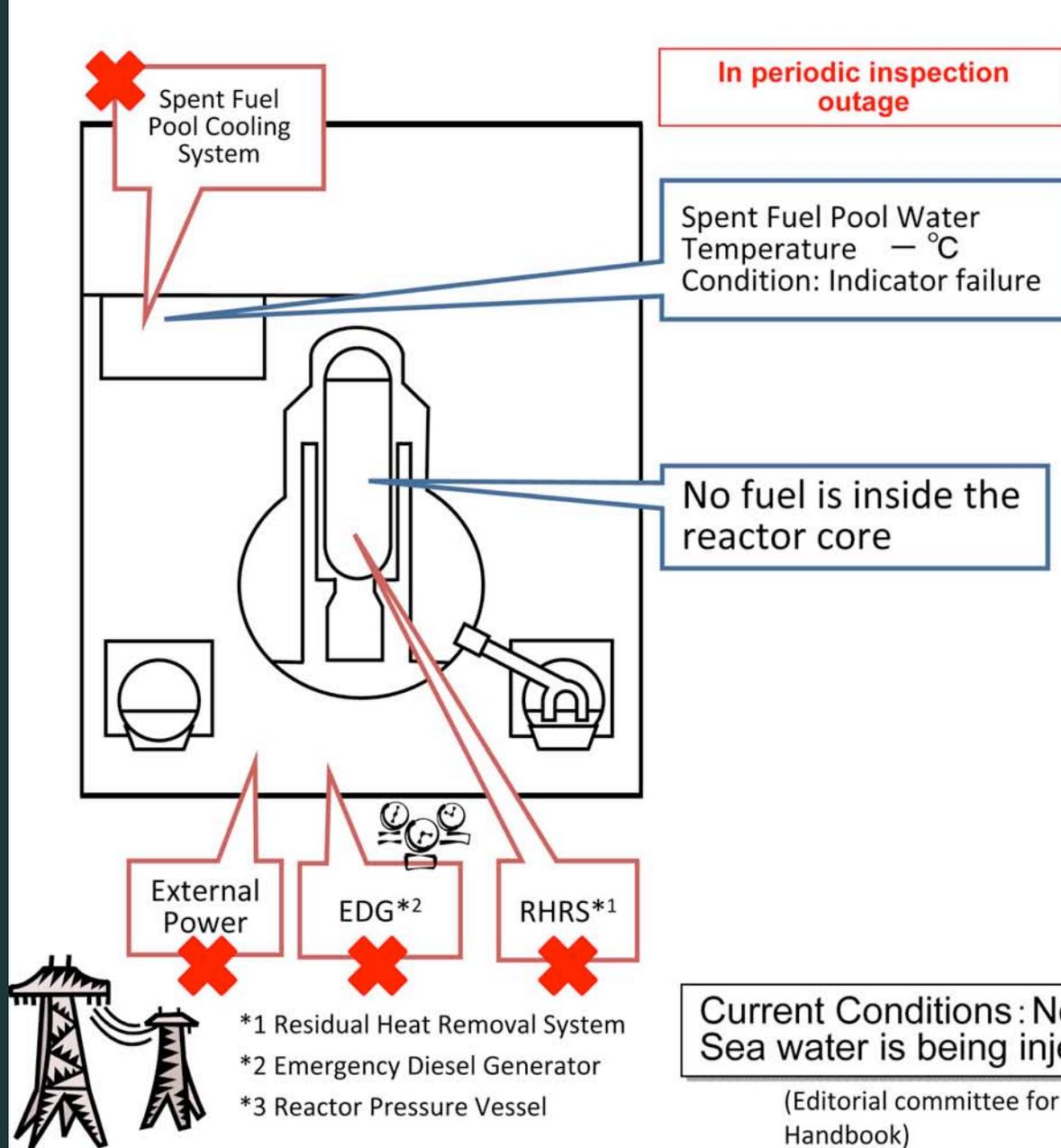
Major Events after the earthquake



- 11th 14:46 Under operation, Automatic shutdown by the earthquake
- 11th 15:42 Report based on the Article 10 (Total loss of A/C power)
- 13th 05:10 Occurrence of the Article 15 event (Inability of water injection of the Emergency Core Cooling System)
- 13th 08:41 Started to vent.
- 13th 13:12 Started to inject seawater and borated water to core.
- 14th 05:20 Started to vent.
- 14th 07:44 Occurrence of the Article 15 event (Unusual rise of the pressure in PCV)
- 14th 11:01 Sound of explosion
- 16th around 08:30 White smoke generated.
- 17th 09:48~10:01 Water discharge by the helicopters of Self-Defense Force
- 17th 19:05~19:15 Water spray from the ground by High pressure water-cannon trucks of Police
- 17th 19:35~20:09 Water spray from the ground by fire engines of Self-Defense Force
- 18th before 14:00~14:38 Water spray from the ground by 6 fire engines of Self-Defense Force
- 18th ~14:45 Water spray from the ground by a fire engine of the US Military
- 19th 00:30~01:10 Water spray by Hyper Rescue Unit of Tokyo Fire Department
- 19th 14:10 ~ 20th 03:40 Water spray by Hyper Rescue Unit of Tokyo Fire Department
- 20th 11:00 Pressure of PCV rose(320kPa).Afterward fell.
- 20th 21:36 ~ 21st 03:58 Water spray by Hyper Rescue Unit of Tokyo Fire Department
- 21st about 15:55 Grayish smoke generated and was confirmed to be died down at 17:55.
- 22nd 15:10 ~16:00 Water spray by Hyper Rescue Unit of Tokyo Fire Department and Osaka City Fire Bureau.
- 22nd 22:46 Lighting in the Central Control Room was recovered.
- 23rd 11:03 ~13:20 Injection of about 35ton of sea water to the Spent Fuel Pool (SFP) via the Fuel Pool Cooling Line (FPC)
- 23rd around 16:20 Black smoke generated and was confirmed to be died down at around 23:30 and 24th 04:50.
- 24th 05:35~16:05 Approximately 120 ton sea water injection to SFP via FPC
- 25th 13:28~16:00 Water spray by Kawasaki City Fire Bureau supported by Tokyo Fire Department
- 25th 18:02 Started fresh water injection to the core.
- 27th 12:34~14:36 Water spray by Concrete Pump Truck
- 28th 20:30 Switched to the water injection to the core using a temporary motor-driven pump.
- 29th 14:17 ~18:18 Fresh water spray by Concrete Pump Truck

Current Conditions: Fresh water is being injected to the Spent Fuel Pool and the core

Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 4 (As of 14:00 March 30th, 2011)



Major events after the earthquake

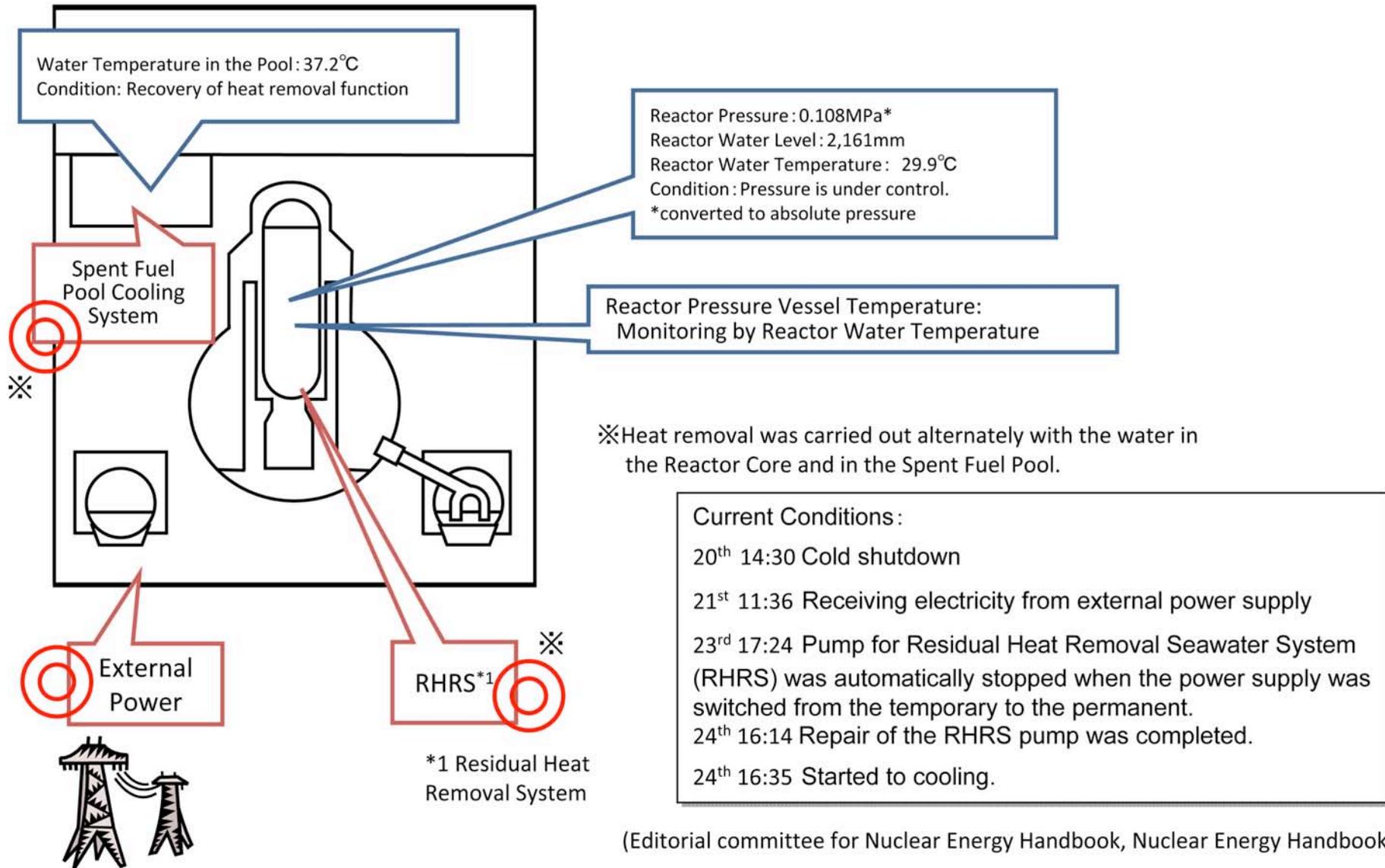
- In periodic inspection outage when the earthquake occurred
- 14th 04:08 Water temperature in the Spent Fuel Pool (SFP), 84°C
- 15th 06:14 Confirmed the partial damage of wall in the 4th floor.
- 15th 09:38 Fire occurred in the 3rd floor. (12:25 extinguished)
- 16th 05:45 Fire occurred. TEPCO couldn't confirm any fire on the ground. (06:15)
- 20th 08:21~09:40 Water spray over SFP by Self-Defense Force
- 20th around 18:30~19:46 Water spray over SFP by Self-Defense Force
- 21st 06:37~08:41 Water spray over SFP by Self-Defense Force
- 21st about 15:00 Work for laying cable to Power Center was completed.
- 22nd 10:35 Power Center received electricity.
- 22nd 17:17~20:32 Water spray by Concrete Pump Truck
- 23rd 10:00~13:02 Water spray by Concrete Pump Truck
- 24th 14:36~17:30 Water spray by Concrete Pump Truck
- 25th 06:05~10:20 Sea water injection to SFP via the Fuel Pool Cooling Line (FPC)
- 25th 19:05~22:07 Water spray by Concrete Pump Truck
- 27th 16:55~19:25 Water spray by Concrete Pump Truck
- 29th 11:50 Lighting in the Central Control Room was recovered.

**Current Conditions: No fuel is in RPV*3.
Sea water is being injected to the Spent Fuel Pool.**

(Editorial committee for Nuclear Energy Handbook, Nuclear Energy Handbook)

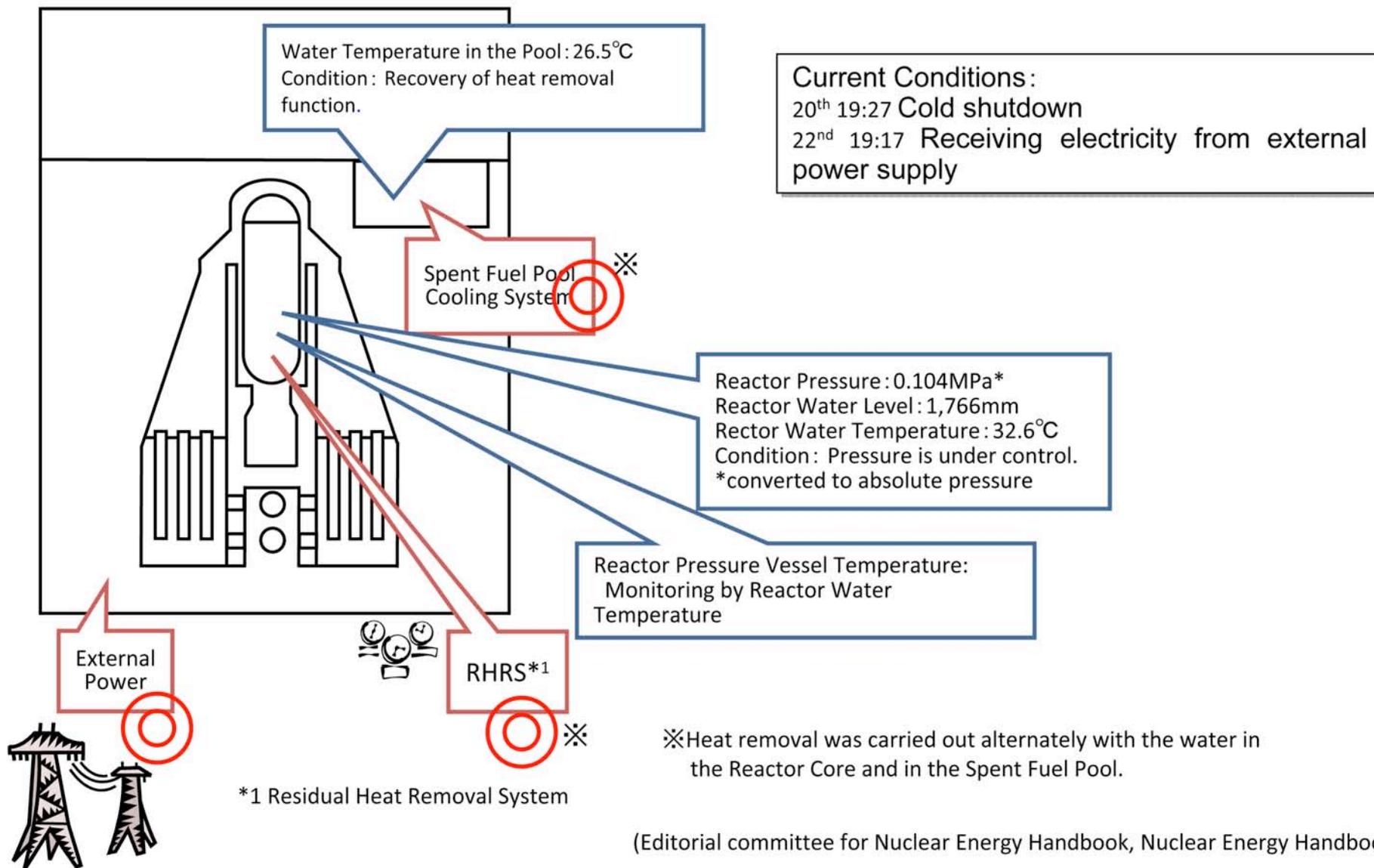
Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 5 (As of 14:00 March 30th, 2011)

In periodic inspection outage



Conditions of Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Station Unit 6 (As of 14:00 March 30th, 2011)

In periodic inspection outage



Misura di radioattività

Bequerel Bq = 1 decadimento al secondo

Curie Ci = radioattività di 1 g di radio-226

1 Ci = 3.7×10^{10} Bq

Dose

Grey Gy = 1 J di energia per kg massa

Dose equivalente

Sievert Sv = w Gy

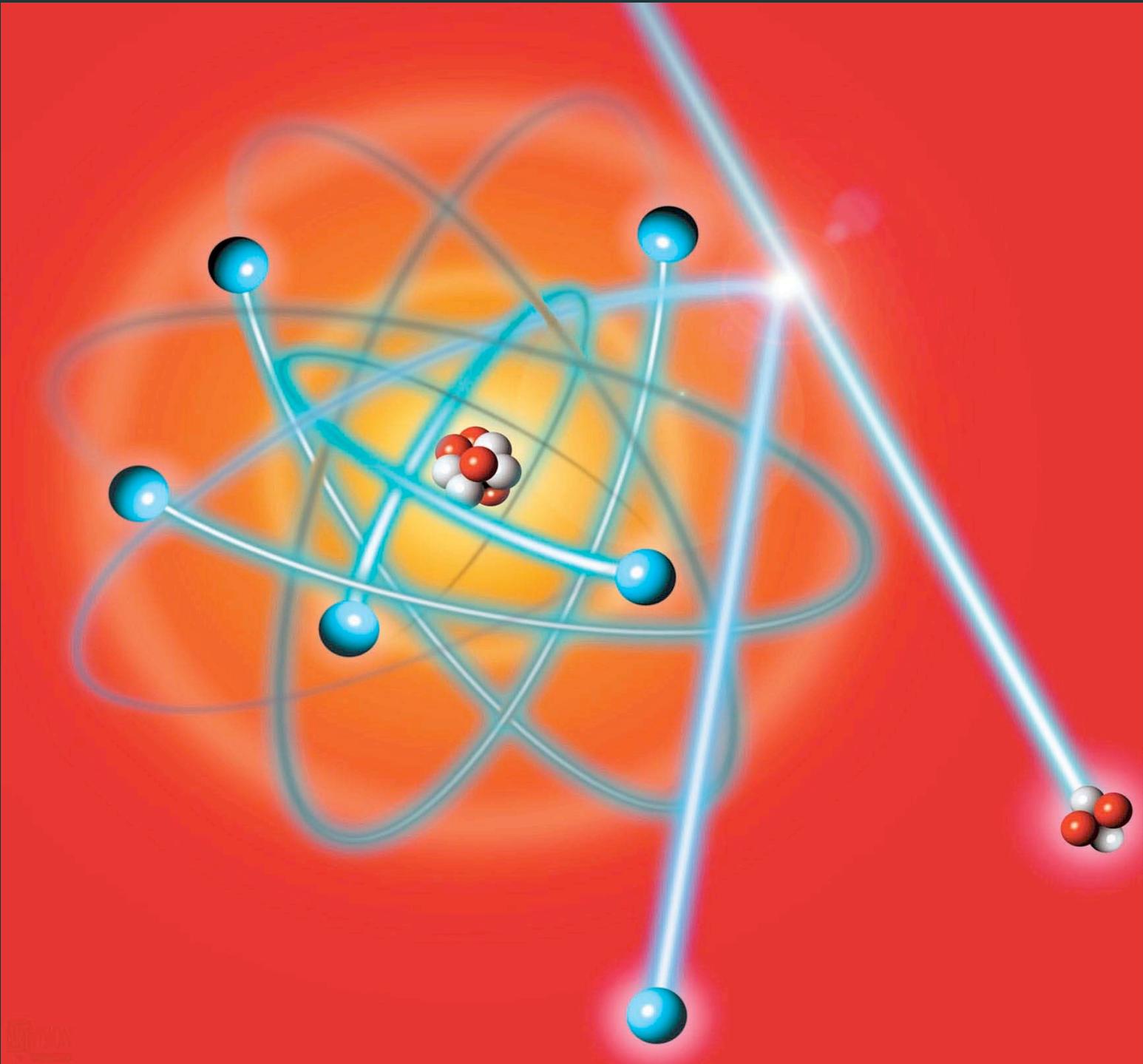
w fattore peso a seconda dell'efficacia biologica della radiazione e la sensibilità del tessuto

per radiazioni su tutto il corpo si sommano i vari fattori

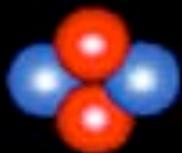
Equivalency Weighting Factors^[1]

Radiation type and energy range	Factor
electrons, positrons, muons, or photons (gamma, X-ray)	1
neutrons <10 keV	5
neutrons 10–100 keV	10
neutrons 100 keV – 2 MeV	20
neutrons 2 MeV – 20 MeV	10
neutrons >20 MeV	5
protons other than recoil protons and energy >2 MeV	2
alpha particles, fission fragments, nonrelativistic heavy nuclei	20

Tissue type	Factor
bone surface, skin	0.01
bladder, breast, liver, esophagus, thyroid, other	0.05
bone marrow, colon, lung, stomach	0.12
gonads	0.20



α



Raggi alfa: percorrono qualche centimetro in aria; vengono arrestati da un foglio di carta

β



Raggi beta: percorrono qualche metro in aria; vengono arrestati da un foglio di alluminio di qualche millimetro di spessore

γ

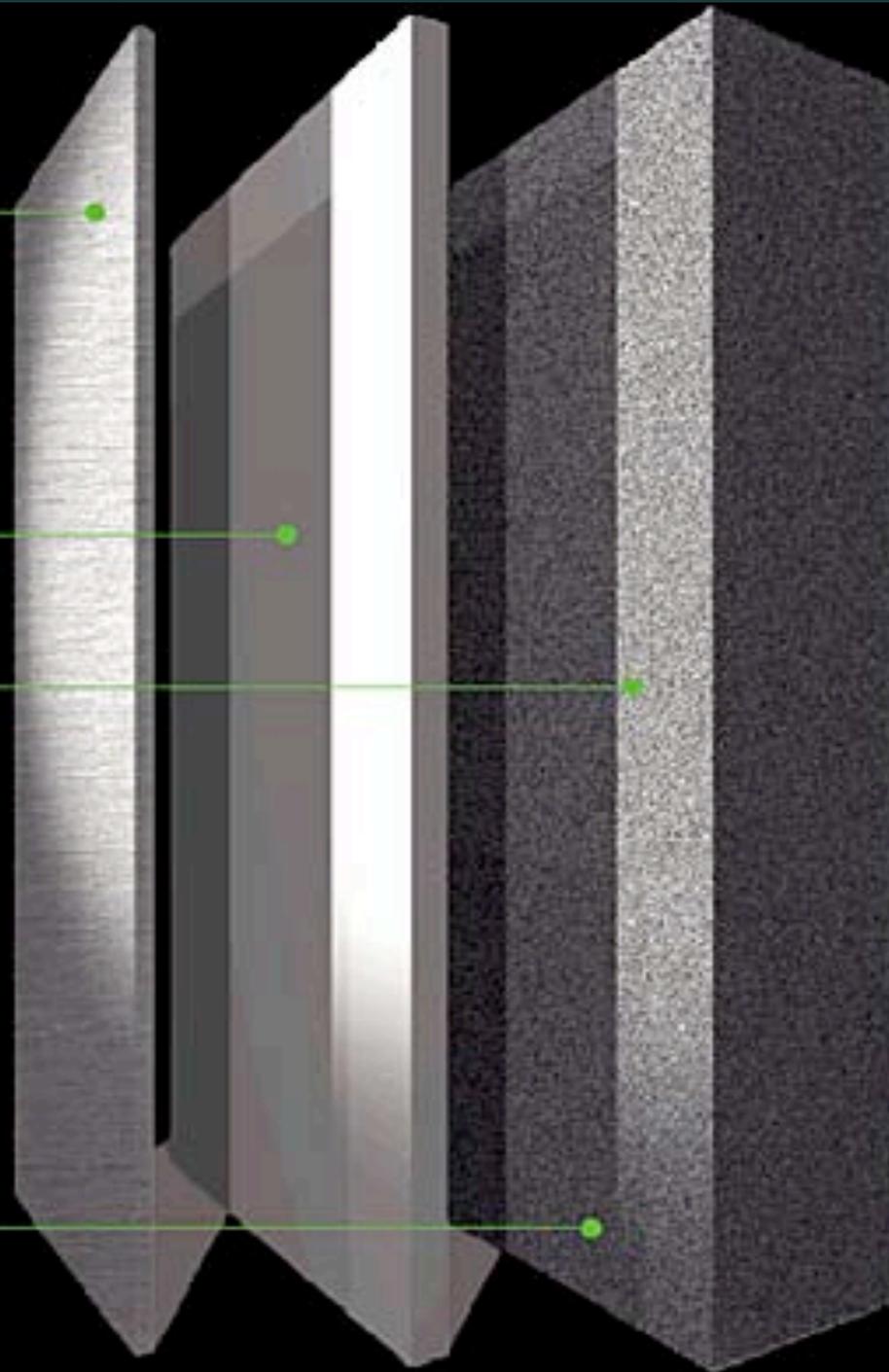


Raggi gamma: percorrono, a seconda dell'energia, fino a molte centinaia di metri in aria; per arrestarli servono notevoli spessori di cemento o di piombo

Neutroni



Neutroni: la penetrazione dipende dall'energia; per arrestarli servono notevoli spessori di cemento, di acqua o di paraffina





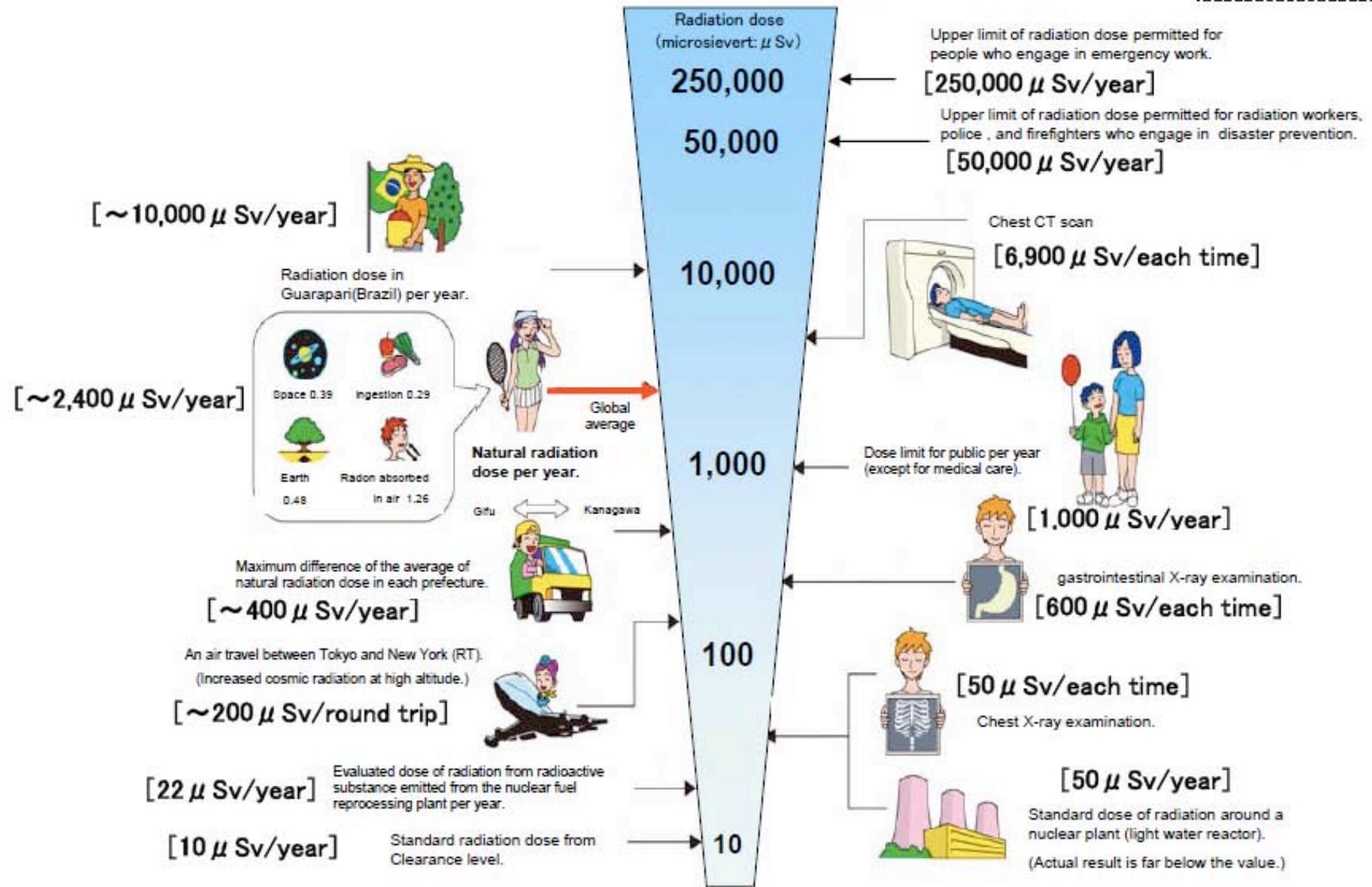






Radiation in Daily-life

※Unit : μSv



(Ref) Average dose rate at the monitoring post of Tokyo (3/17 9:00~3/18 9:00, March) : $0.050 \mu\text{Sv/h} = 438 \mu\text{Sv/y}$

Dose addizionale dovuta a 30 ore di volo ad una altitudine di 10000 metri

0,1 mSv/a

ca. 7000 mSv

Dose letale per un singolo irraggiamento su tutto il corpo

Dose limite di esposizione alle radiazioni artificiali non terapeutiche consentita ai cittadini europei

1 mSv/a

ca. 4000 mSv

Grave malattia (letale al 50%) per un singolo irraggiamento su tutto il corpo

Esposizione media alle radiazioni in Europa per diagnosi e trattamenti medici

1,1 mSv/a

ca. 1000 mSv

Primi segni di una leggera malattia per un singolo irraggiamento su tutto il corpo

Esposizione naturale media in Europa

2,4 mSv/a

ca. 250 mSv

Primi effetti clinici rilevabili per un singolo irraggiamento su tutto il corpo

Dose naturale addizionale per abitanti in case fatte di calcestrutto o granito

3 mSv/a

200 mSv/a

Massima esposizione naturale sulla terra

20 mSv/a

Valore limite di esposizione consentita in Europa per motivi professionali

Table 2.6 Symptoms of radiation sickness from observations made in Japan and on victims of nuclear accidents.

Based on Glasstone and Dolan, 1977, Table 12.108.

Symptoms	Dose			
	150 rem	500 rem	600 rem	1000 rem
Nausea and vomiting				
Incidence	Commonly	100%	100%	100%
Onset	A few hours	A few hours	A few hours	~ $\frac{1}{2}$ hour
Duration	≤ 1 day	1–2 days	≤ 2 days	≤ 1 day
Latent period (no symptoms)	2 weeks	2–3 weeks	≤ 2 weeks	1 week
Final phase				
Duration	1 month	1 month	≤ 1 month	1 week
Symptoms	Some loss of appetite; malaise; some depletion of leucocytes	Nausea; vomiting; malaise; diarrhea; hemorrhage under skin, from gums and intestines, and into organs; loss of hair; depletion of blood platelets; infection		
Survival	Essentially 100%	~50%	~10%	~0%

Dose Rates in Prefectures Near Fukushima plant as of 17 March at 18:00

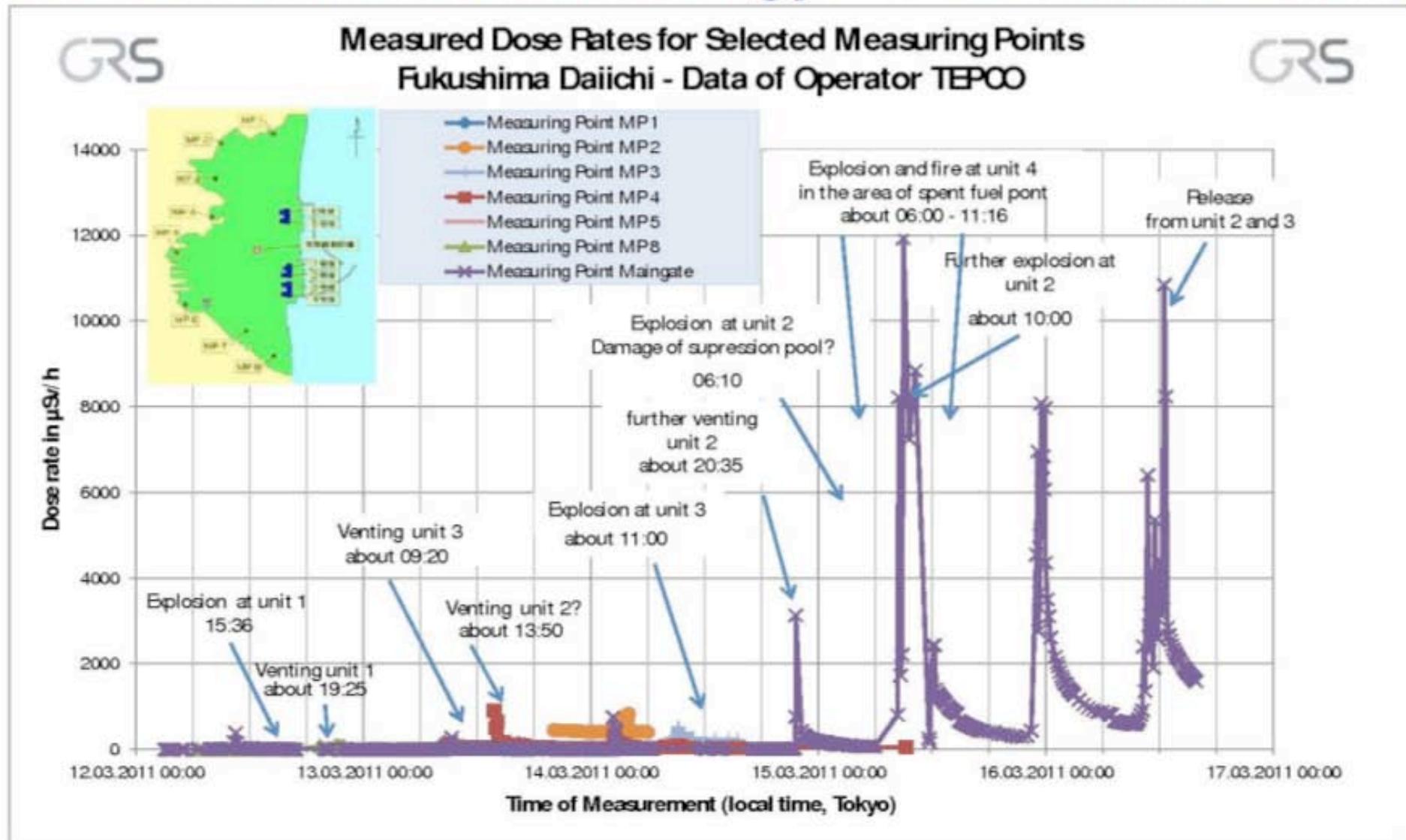
Regions and Prefectures of Japan



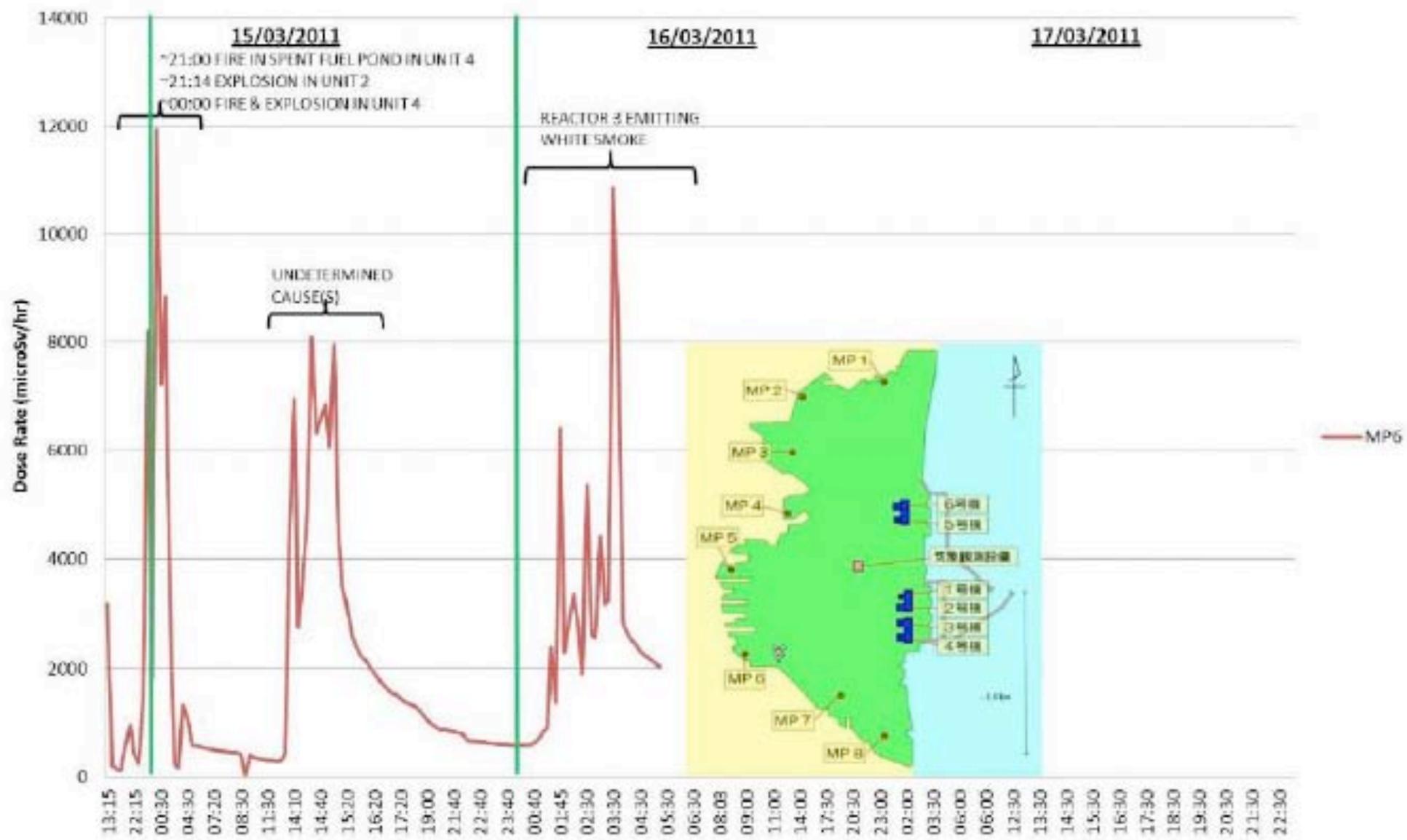
Prefecture	Dose Rate 17 March At 18:00 ($\mu\text{Sv/h}$)	Normal Natural Radiation Dose Rate ($\mu\text{Sv/h}$)	Map Reference
Ibaraki	0.244	0.036 – 0.056	8
Tochigi	0.213	0.030 – 0.067	9
Gunma	0.109	0.017 – 0.045	10
Saitama	0.068	0.031 – 0.060	11
Chiba	0.041	0.022 – 0.044	12
Tokyo	0.053	0.028 – 0.079	13
Kanagawa	0.056	0.035 – 0.069	14
Niigata	0.048	0.031 – 0.153	15

<p>Environmental effect</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Radiation levels: <ul style="list-style-type: none"> • South side of office building: 1050 μSv/hour at 30 March 15:00 JST • Main gate: 163 μSv/hour at 30 March 15:00 JST • West gate: 75 μSv/hour at 30 March 15:00 JST • Radioactive material has been detected in milk and agricultural products from Fukushima and neighboring prefectures, prompting government limits on shipments and intake from some areas • Radioactive iodine has been found in tap water in some prefectures, temporarily exceeding the legal limit for infant consumption • Radioactive iodine, caesium, ruthenium, and tellurium have been detected in seawater samples in the vicinity of the station • Radiation levels higher than 1000 mSv were detected at the surface of water accumulating in the piping tunnel outside the Unit 2 building on 27 March • Plutonium was detected in soil samples near the station on 28 March
<p>Evacuation radius</p>	<p>20 km from Nuclear Power Station (NPS), but 30 km should consider leaving as of 25 March^[335]</p>

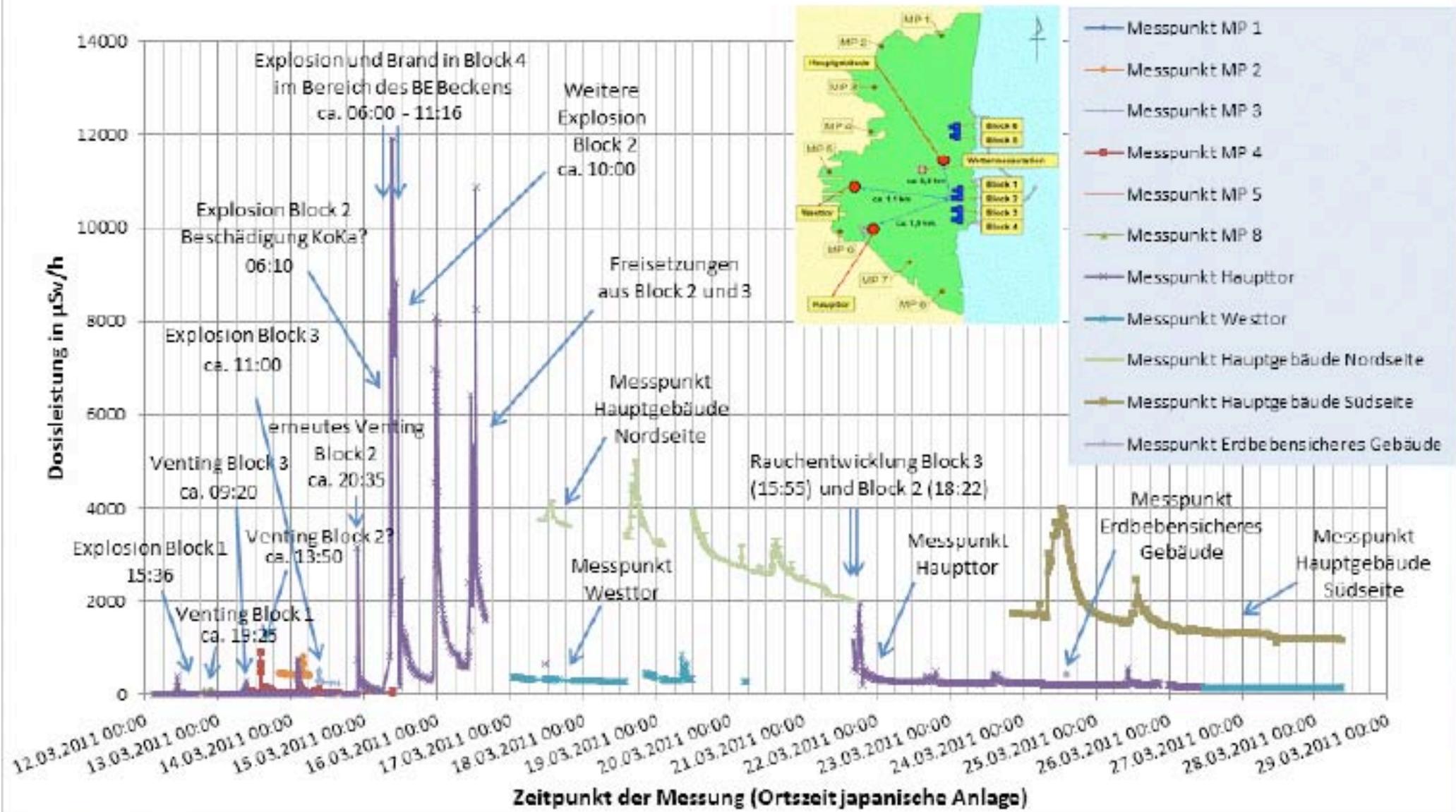
Radiation release chronology – Fukushima Dai-ichi



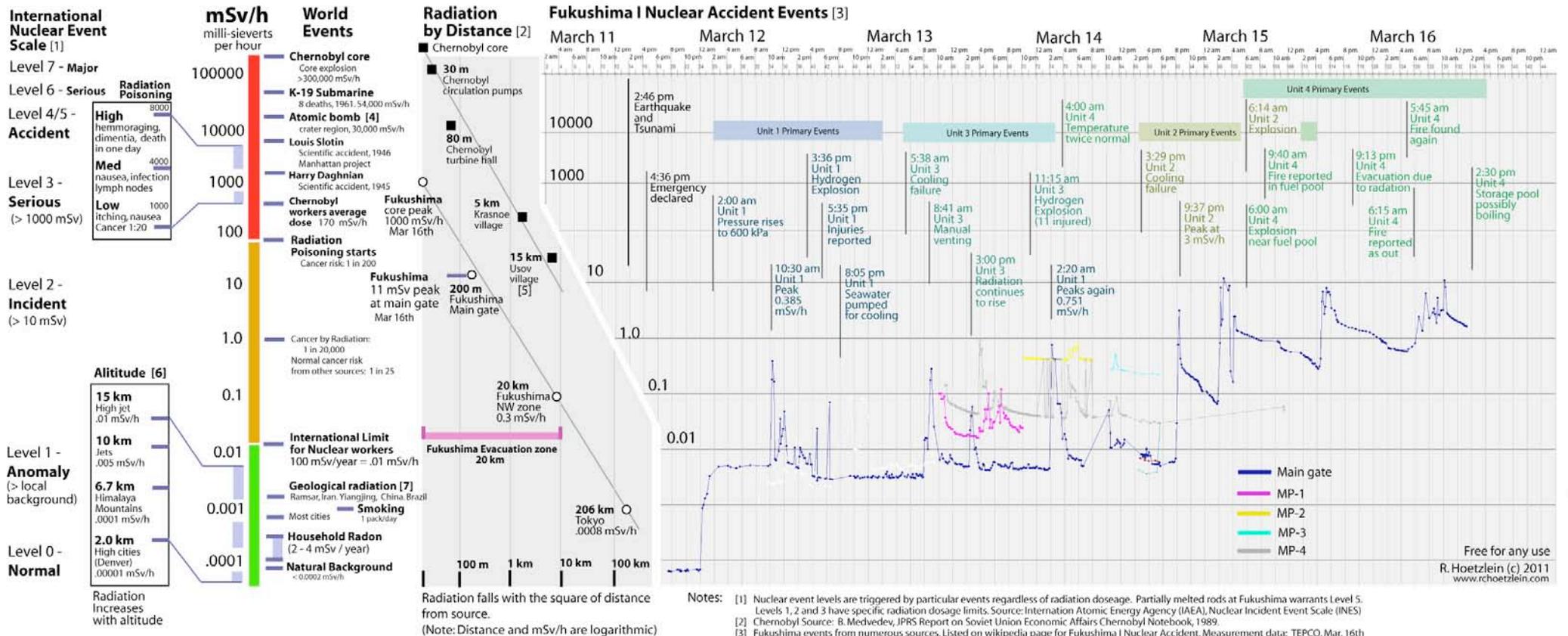
Fukushima Dai-ichi Dose Rate Measurements (microSv/hr) MP 5 and MP 6 from 14th March 2011 13:15 to 17th March 2011 06:00 UTC



Gemessene Dosisleistungen an ausgewählten Messpunkten Fukushima Daiichi - Daten des Betreibers TEPCO



Fukushima Nuclear Accident - Radiation Comparison March 17th, 2011



Notes: [1] Nuclear event levels are triggered by particular events regardless of radiation dosage. Partially melted rods at Fukushima warrants Level 5. Levels 1, 2 and 3 have specific radiation dosage limits. Source: International Atomic Energy Agency (IAEA), Nuclear Incident Event Scale (INES)

[2] Chernobyl Source: B. Medvedev, JPRS Report on Soviet Union Economic Affairs Chernobyl Notebook, 1989.

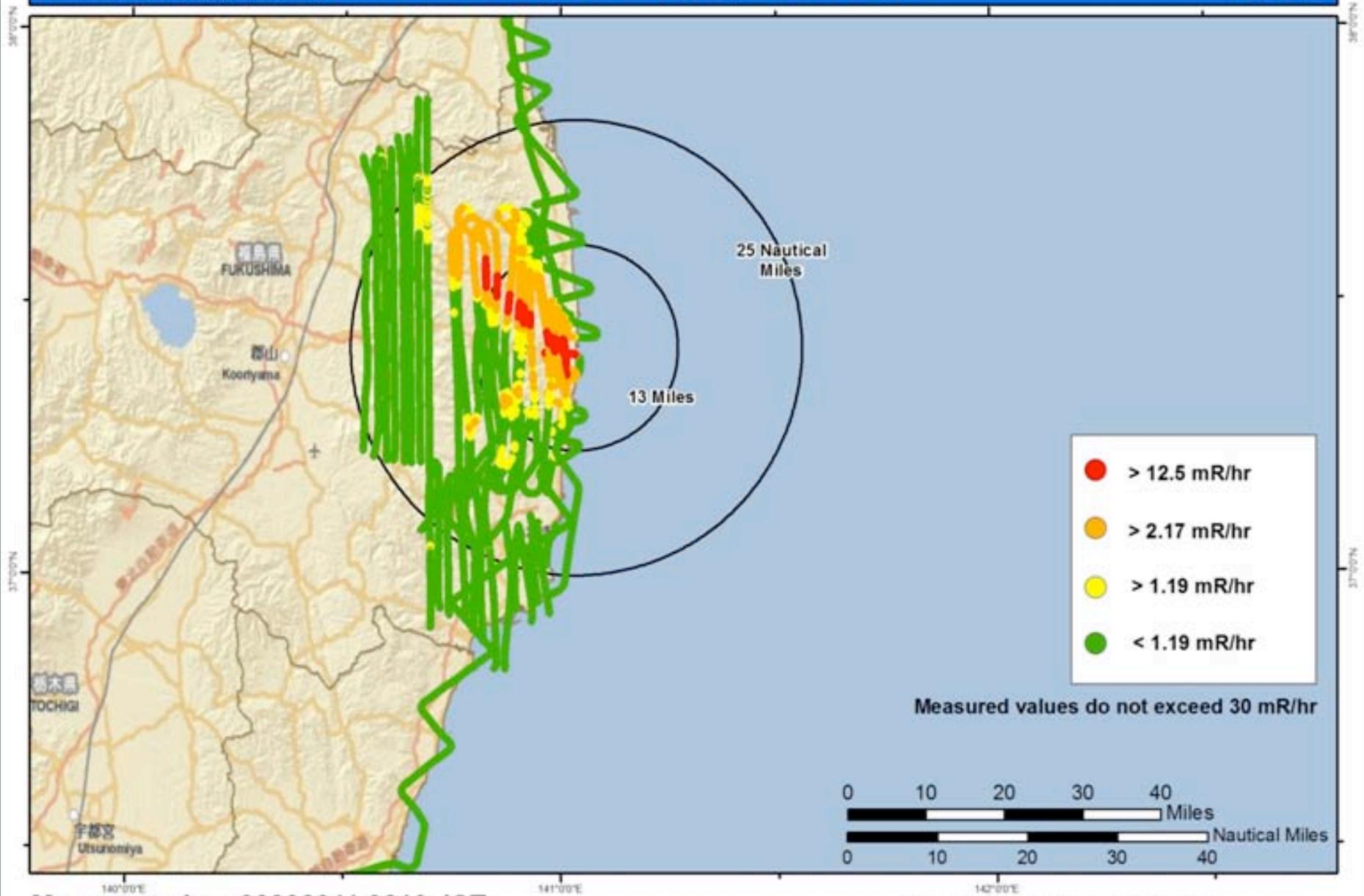
[3] Fukushima events from numerous sources. Listed on wikipedia page for Fukushima I Nuclear Accident. Measurement data: TEPCO, Mar. 16th

[4] Atomic bomb radiation inside crater region (<100 km). Fallout is more deadly in long term because radiation is no longer localized.

[5] Source: Health Effects of the Chernobyl Accident, European Committee on Radiation Risk, 2006. Busby & Yablokov.

[6] Source: NOAA, Radiation Hazard at Aircraft Altitude, Oct. 2007. (<http://www.swpc.noaa.gov/info/RadHaz.html>)

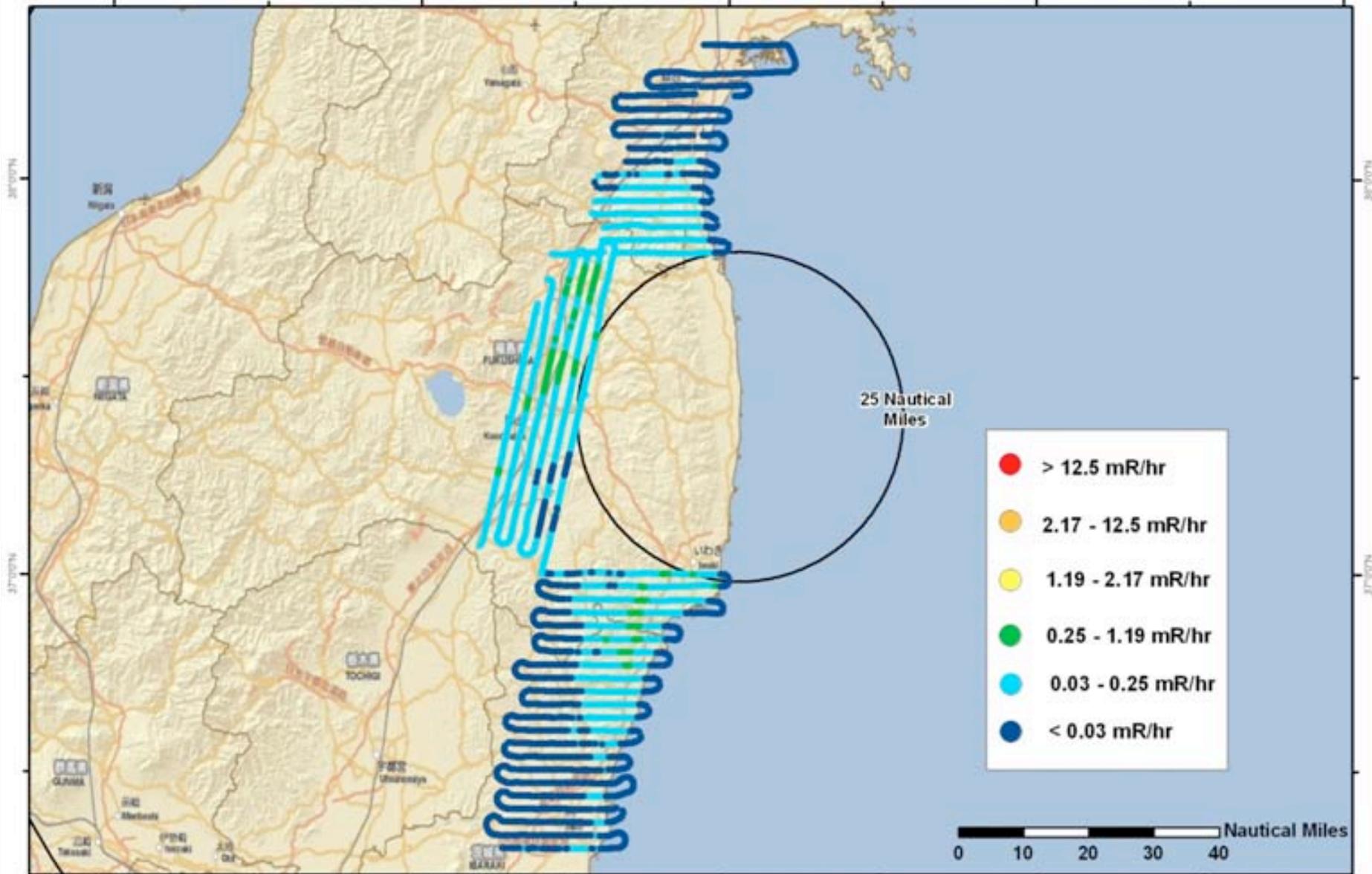
[7] Certain locations have very high natural radiation. Source: Very High Background Radiation Areas of Ramsar, Iran: Preliminary Biological Studies, 2002, M. Ghiassi-nejad et al.



Map created on 03232011 0210 JST

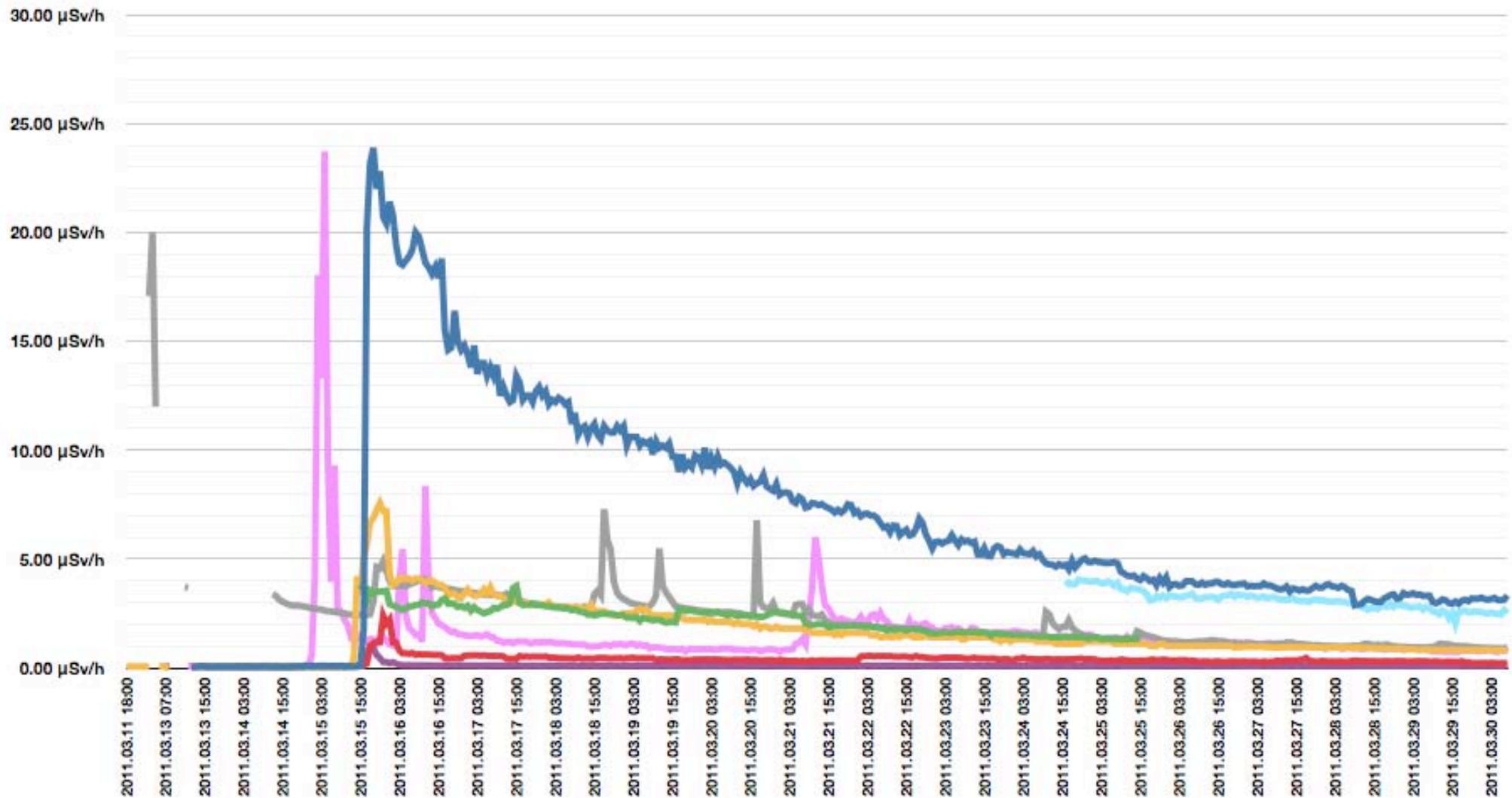
Name: NIT_C-12 23Mar2011 v4

Nuclear Incident Team DOE NIT
Contact (202) 586 - 8100



福島県の放射線量 - Fukushima Prefecture Radiation Levels

2011.03.11 18:00 ~ 2011.03.30 08:00

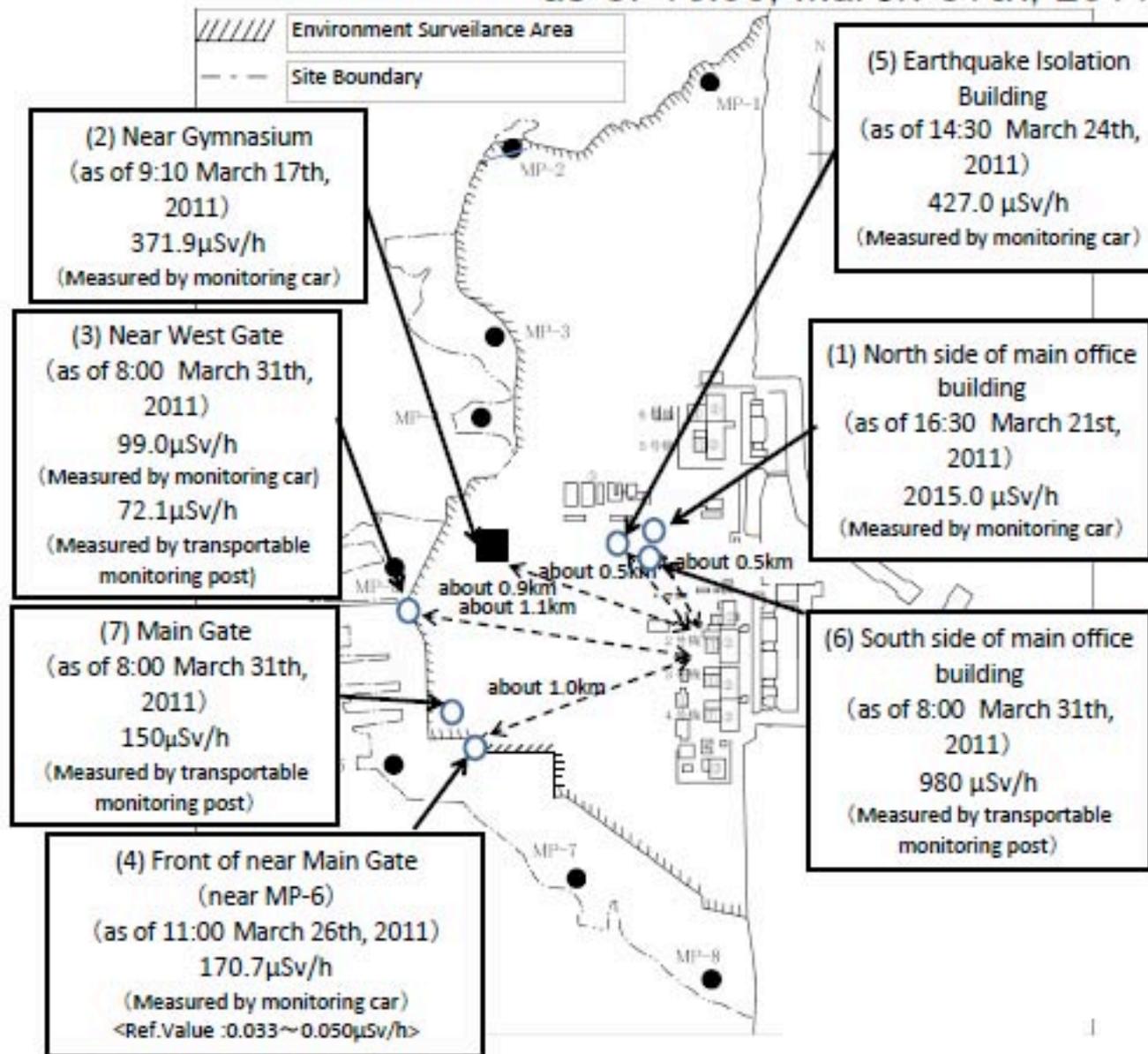


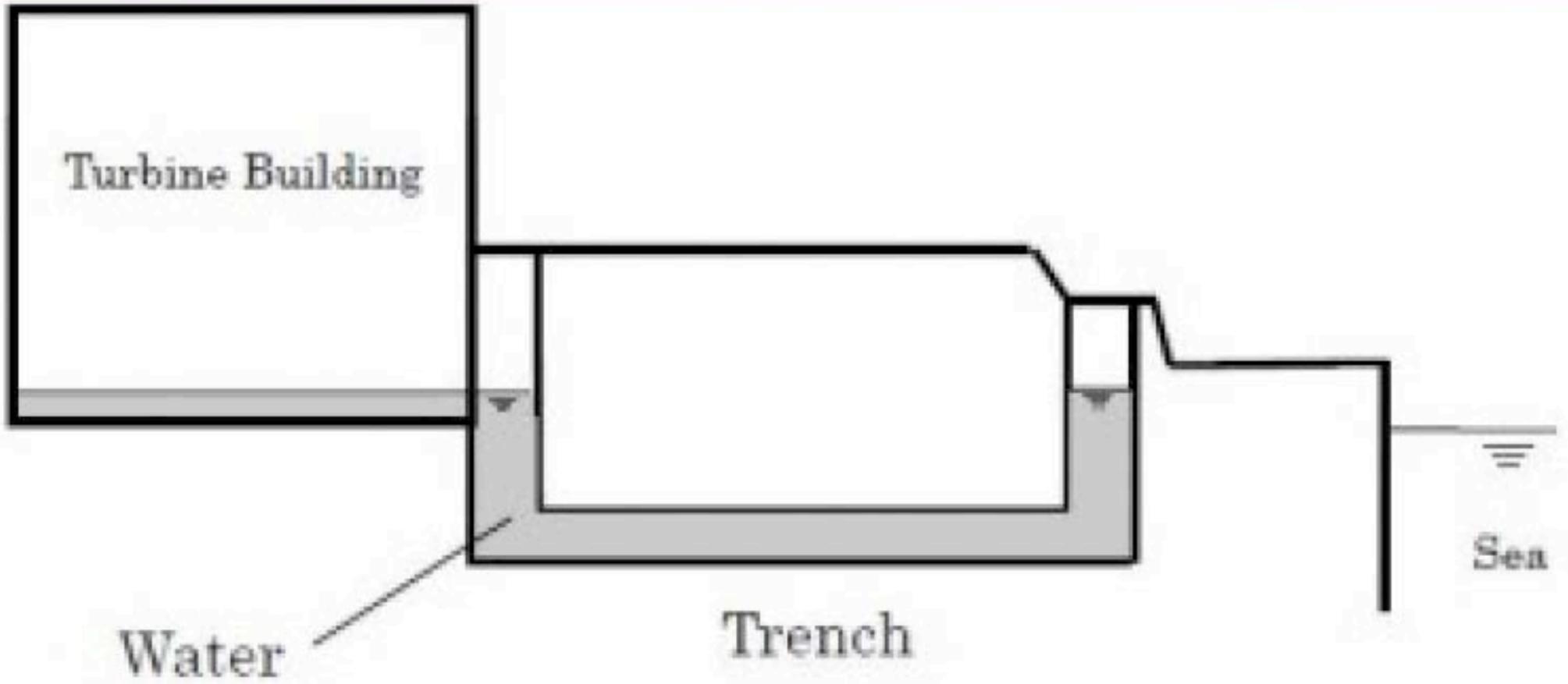
- 福島県北保健福祉事務所事務局東側 - Fukushima Health Office
 - 白河合同庁舎 - Shirakawa Town Hall
 - 南会津合同庁舎 - Minami Aizu Town Hall
 - いわき合同庁舎 - Iwaki Town Hall
- 郡山中合同庁舎 - Kouriyama Town Hall
 - 会津若松合同庁舎 - Aizuwakamatsu Town Hall
 - 南相馬合同庁舎 - Minami Souma Town Hall
 - 郡山合同庁舎東側入口 - Kouriyama Town Hall East

Data from <http://www.pref.fukushima.jp/>

Fukushima Dai-ichi NPS

as of 10:00, March 31th, 2011



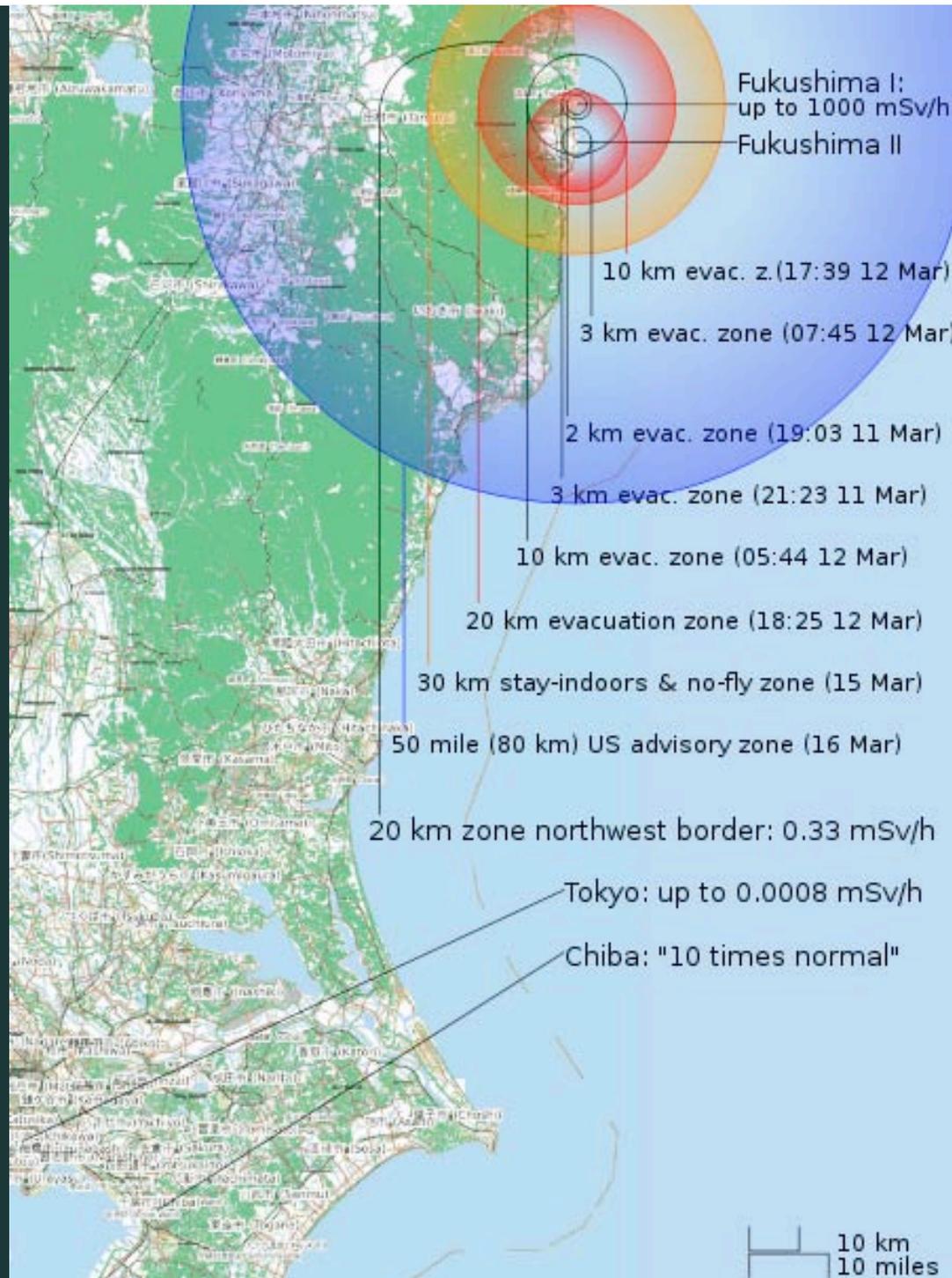


	Unit 1	Unit 2	Unit 3	Unit 4
Date of Samples taken	March 26	March 26	March 26	March 26
Radiation Level on the Surface	60 milli Sv/hour	more than 1,000 milli Sv/hour	750 milli Sv/hour	0.50 milli Sv/hour
Nuclides (half-life)	Concentration (Unit : Bq/cm ³)			
I-131 (8 days)	1.5×10^5	1.3×10^7	3.2×10^5	3.6×10^2
I-132 (2 hours)	UDL	UDL	UDL	1.3×10^1
I-134 (53 minutes)	UDL	UDL	UDL	UDL
Cs-134 (2 years)	1.2×10^5	2.3×10^5	5.5×10^4	3.1×10^1
Cs-136 (13 days)	1.1×10^4	2.5×10^5	6.5×10^3	3.7×10^0
Cs-137 (30 years)	1.3×10^5	2.3×10^6	5.6×10^4	3.2×10^1

UDL: under the detection limit

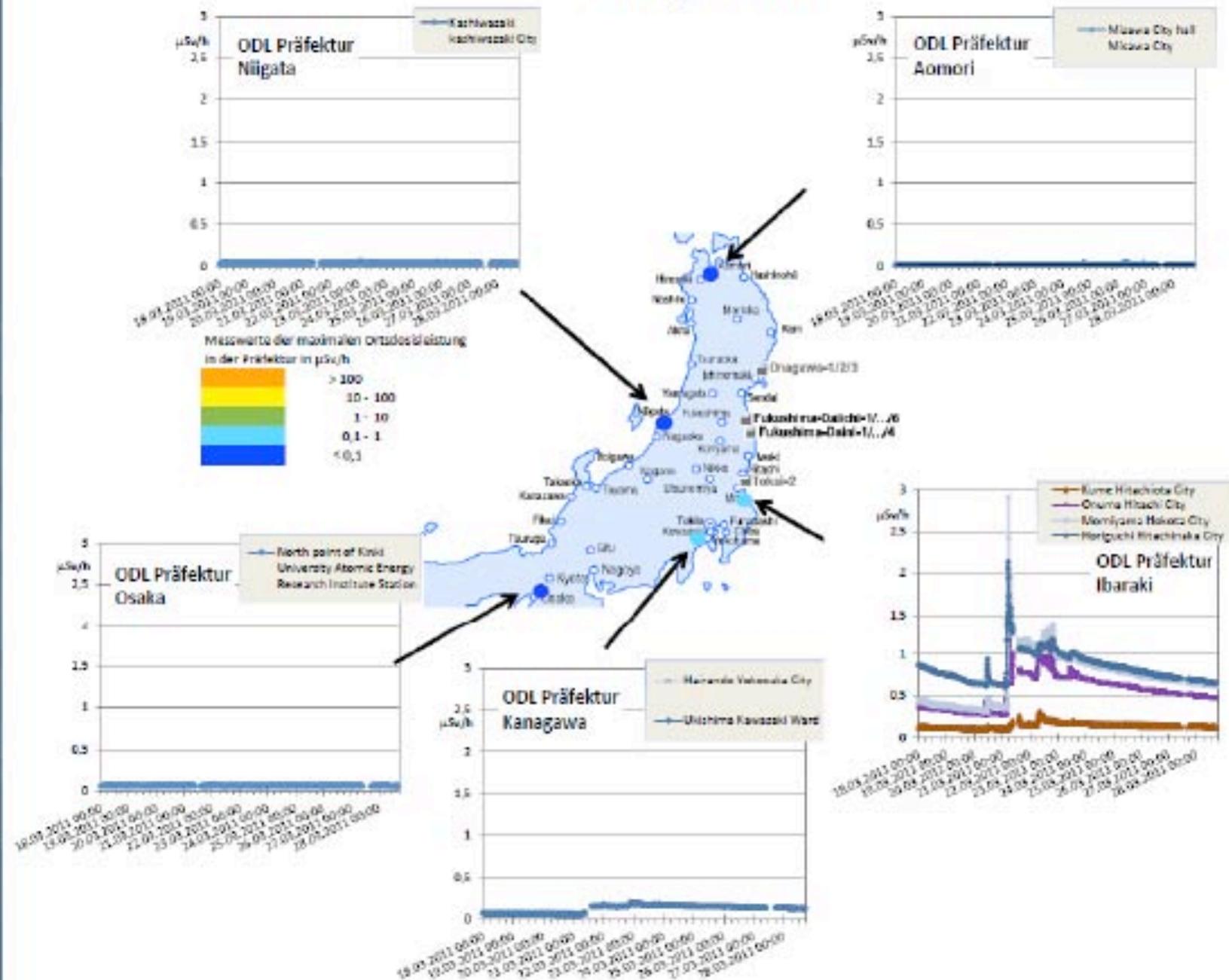
A Chernobyl nelle vicinanze del reattore 4 le radiazioni arrivarono a 10.000 - 300.000 mSv per ora





Gemessene Ortsdosisleistung (ODL) in verschiedenen japanischen Präfekturen
 Daten der japanischen nationalen Umgebungs-Radioaktivitätsüberwachung (SPEEDI)

Alle Zeitangaben in Ortszeit





花事 八

よるも夜
かろ光よりぬ
やよひる所
月のかつらも
おろりしき
東條楼志考

佐野喜



The International Nuclear Event Scale

For prompt communication of safety significance

Level, Descriptor	Off-Site Impact	On-Site Impact	Defence-in-Depth Degradation	Examples
7 Major Accident	<i>Major Release:</i> Widespread health and environmental effects			Chernobyl, Ukraine, 1986 (fuel meltdown and fire)
6 Serious Accident	<i>Significant Release:</i> Full implementation of local emergency plans			Mayak at Ozersk, Russia, 1957 (reprocessing plant criticality)
5 Accident with Off-Site Risks	<i>Limited Release:</i> Partial implementation of local emergency plans	Severe damage to reactor core or to radiological barriers		Windscale, UK, 1957 (military). Three Mile Island, USA, 1979 (fuel melting).
4 Accident Mainly in Installation either of:	<i>Minor Release:</i> Public exposure of the order of prescribed limits	Significant damage to reactor core or to radiological barriers, worker fatality		Saint-Laurent, France, 1980 (fuel rupture in reactor). Tokai-mura, Japan, 1999 (criticality in fuel plant for an experimental reactor).
3 Serious Incident any of:	<i>Very Small Release:</i> Public exposure at a fraction of prescribed limits	Major contamination, Acute health effects to a worker	Near Accident. No safety layers remaining	Vandelllos, Spain, 1989 (turbine fire, no radioactive contamination). Davis-Besse, USA, 2002 (severe corrosion) Paks, Hungary, 2003 (fuel damage)
2 Incident	nil	Significant spread of contamination, Overexposure of worker	Incidents with significant failures in safety provisions	
1 Anomaly	nil	nil	Anomaly beyond the authorised operating regime	
0	nil	nil	No safety significance	
Below Scale	nil	nil	No safety relevance	

Source: International Atomic Energy Agency

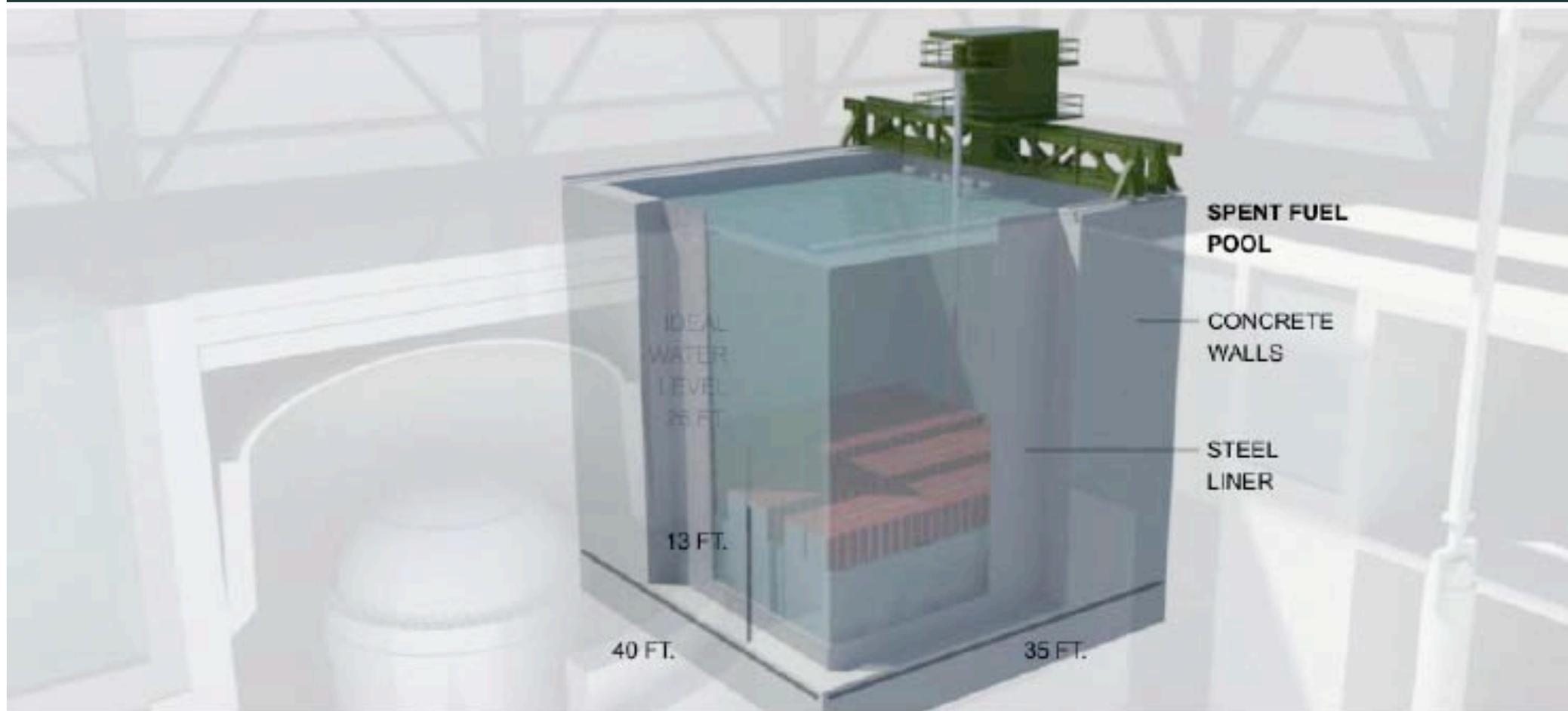
EXAMPLES OF EVENTS AT NUCLEAR FACILITIES

	People and Environment	Radiological Barriers and Control	Defence-in-Depth
7	<i>Chernobyl, 1986</i> — Widespread health and environmental effects. External release of a significant fraction of reactor core inventory.		
6	<i>Kyshtym, Russia, 1957</i> — Significant release of radioactive material to the environment from explosion of a high activity waste tank.		
5	<i>Windscale Pile, UK, 1957</i> — Release of radioactive material to the environment following a fire in a reactor core.	<i>Three Mile Island, USA, 1979</i> — Severe damage to the reactor core.	
4	<i>Tokaimura, Japan, 1999</i> — Fatal overexposures of workers following a criticality event at a nuclear facility.	<i>Saint Laurent des Eaux, France, 1980</i> — Melting of one channel of fuel in the reactor with no release outside the site.	
3	<i>No example available</i>	<i>Sellafield, UK, 2005</i> — Release of large quantity of radioactive material, contained within the installation.	<i>Vandellós, Spain, 1989</i> — Near accident caused by fire resulting in loss of safety systems at the nuclear power station.
2	<i>Atucha, Argentina, 2005</i> — Overexposure of a worker at a power reactor exceeding the annual limit.	<i>Cadarache, France, 1993</i> — Spread of contamination to an area not expected by design.	<i>Forsmark, Sweden, 2006</i> — Degraded safety functions for common cause failure in the emergency power supply system at nuclear power plant.
1			Breach of operating limits at a nuclear facility.

**Sito con gli eventi di problemi
nucleari civili e di radioattività**

www-news.iaea.org/news/default.asp

Send Date	Event Title	Event Date / Rating	Location or Facility	Type	Country
2011-03-31	Inadequate setting of the auxiliary feedwater turbopump	2011-03-18 2	DOEL-4	Power Reactor	Belgium
2011-03-18	Loss of the cooling function to the ultimate heat sink due to the big tsunami	2011-03-11 3	FUKUSHIMA-DAINI-4	Power Reactor	Japan
2011-03-18	Loss of the cooling function to the ultimate heat sink due to the big tsunami	2011-03-11 3	FUKUSHIMA-DAINI-2	Power Reactor	Japan
2011-03-18	Loss of the cooling function to the ultimate heat sink due to the big tsunami	2011-03-11 3	FUKUSHIMA-DAINI-1	Power Reactor	Japan
2011-03-18	Loss of cooling function and water supplying function on the spent fuel pool due to the big tsunami.	2011-03-11 3	FUKUSHIMA-DAIICHI-4	Power Reactor	Japan
2011-03-18	The core damage by loss of all cooling function due to the big tsunami.	2011-03-11 5	FUKUSHIMA-DAIICHI-3	Power Reactor	Japan
2011-03-18	The core damage by loss of all cooling function due to the big tsunami.	2011-03-11 5	FUKUSHIMA-DAIICHI-2	Power Reactor	Japan
2011-03-12	Abnormal rise of radioactive dosage value at site boundary (INES Level 4)	2011-03-12 5	FUKUSHIMA-DAIICHI-1	Power Reactor	Japan
2011-03-12	Effect to the Nuclear Facilities from the earthquake on east area of Japan	2011-03-11 3	FUKUSHIMA-DAIICHI-1,2 FUKUSHIMA-DAINI-1, Japan	Power Reactor	Japan
2011-03-05	OVEREXPOSURE TO RADIATION WORKER	2011-01-13 2	Massachusetts General Hospital, Boston MA	Other	United States of America
2011-02-18	Level 2 incident on INES scale concerning back-up diesel generators at Tricastin nuclear power plant	2011-02-18 2	TRICASTIN-3	Power Reactor	France
2011-02-03	Hydrogen Recombiner functional testing not satisfactory	2011-01-24 0	LAGUNA VERDE-2	Power Reactor	Mexico
2011-02-03	Reactor trip due to high pressure in the reactor pressure vessel	2011-01-19 2	LAGUNA VERDE-2	Power Reactor	Mexico
2011-01-20	Reactor trip due to failure in the Main Generator	2011-01-15 0	LAGUNA VERDE-1	Power Reactor	Mexico
2011-01-12	Potential damage in riser pipe at Laguna Verde NPP U2	2010-10-22 1	LAGUNA VERDE-2	Power Reactor	Mexico
2011-01-12	Non Usual Event declared due to loss of outside power at Laguna Verde NPP U1	2010-12-02 1	LAGUNA VERDE-1	Power Reactor	Mexico
2011-01-05	Overexposure of a field radiography worker	2009-03-03 3	Argus, Jinju, Souther part of Republic of Korea	Radiation Source	Korea, Republic of
2011-01-05	Overexposure of field radiography workers	2008-11-04 2	Argus/ Yeosu, Southern part of Republic of Korea	Radiation Source	Korea, Republic of



Pierot

Pierot