

原子力緊急時における放射線 計測について

(新しい原子力災害対策指針に基づく動
向ほか)

2015.12.07

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

安全研究・防災支援部門

原子力緊急時支援・研修センター

渡辺 文隆

<http://www.jaea.go.jp/04/shien/>

E-mail: watanabe.fumitaka@jaea.go.jp



本日の内容

- 新しい原子力災害対策指針
- 我が国の緊急時モニタリング体制
- 原子力緊急時と放射線計測
- 参考となる海外事例、国内の状況
- (まとめ)原子力緊急時の放射線計測：高度化すべき事項とは
- 意見交換

新しい原子力災害対策 指針



原子力防災対策に関連する法令等

災害対策基本法

原子炉等規制法

原子力災害対策特別措置法

防災基本計画(第12編)
原子力災害対策編
(中央防災会議)

原子力災害対策指針
(原子力規制委員会)

指定行政機関
指定公共機関
防災業務計画

地域防災計画

原子力事業者
防災業務計画

原子力災害対策マニュアル

原子力災害対策指針

出典：<https://www.nsr.go.jp/data/000024441.pdf>

原子力規制委員会が、原子力災害対策に係る専門的・技術的事項について定める（原災法6条の2に基づく）

- 基本的事項
- 事前対策
 - PAZ、UPZの導入
 - EAL、OILの設定
- 応急対策
- 中長期対策

新災害対策指針に反映された事項

- 原子力災害対策を重点的に実施すべき地域の設定
 - PAZとUPZの考え方を導入
- 緊急時応急対策の実施のための基準について
 - 防護対策を状況に応じた的確に実施する観点からEAL、OILの必要性を記載
- 緊急時環境放射線モニタリングについて
 - 原子力規制委員会が、司令塔機能を担い、結果等の管理体制を整備すること、大規模な自然災害発生時等でも機能維持できる対策等の必要性を記載

防災対策を重点的に充実すべき 地域の考え方(イメージ)

PAZ(Precautionary Action Zone)

【予防的防護措置を準備する区域】

・EALに応じて、即時避難を実施する等、放射性物質の環境への放出前の段階から予防的に防護措置を準備する区域

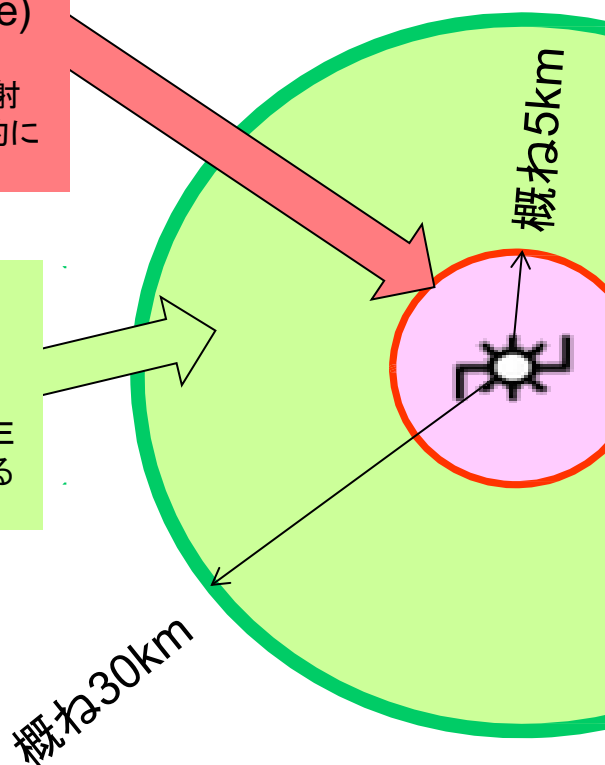
UPZ(Urgent Protective Action Planning Zone)

【緊急時防護措置を準備する区域】

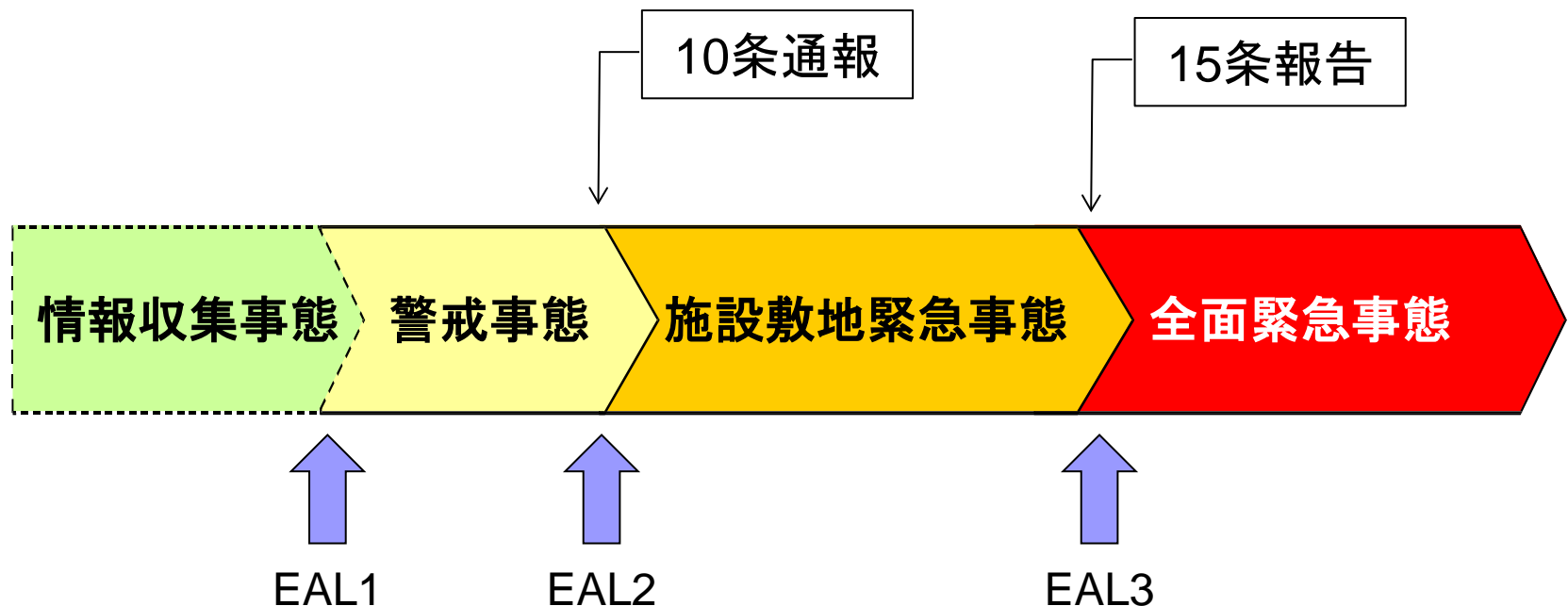
・確率的影響のリスクを最小限に抑えるため、EAL、OILに基づき、緊急時防護措置を準備する区域

UPZ外

原子力施設から著しく異常な水準で放射性物質が放出され、又はそのおそれがある場合、施設状況や放射性物質の放出状況を踏まえ、必要に応じて屋内退避等を実施



緊急事態の区分



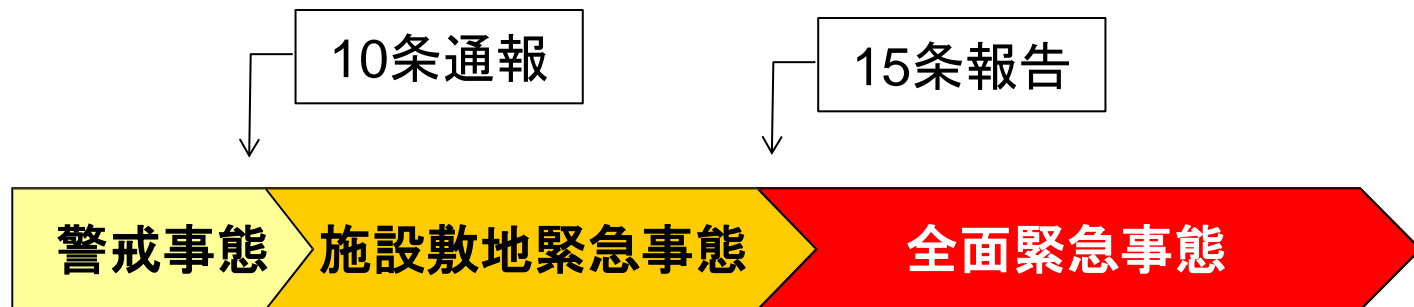
緊急時活動レベル(EAL: Emergency Action Level)

緊急事態区分に該当する状況であるか否かを判断するための施設内の基準
⇒各原子力施設に固有の特性に応じて基準を設定

EALの例

カテゴリ	判断の段階	例
EAL1	警戒事態	大津波警報の発令 震度6弱以上
EAL2	施設敷地緊急事態	全交流電源の喪失が30分以上継続 原子炉冷却材の漏えい
EAL3	全面緊急事態	全交流電源の喪失が1時間以上継続

緊急事態に応じた防護措置



▼緊急事態宣言 ▼放出

PAZ	SAE要避難者等	避難準備	避難実施		
	一般		避難準備 安定ヨウ素剤服用準備	避難実施 安定ヨウ素剤の予防服用	
UPZ			屋内退避準備	屋内退避実施 避難準備 安定ヨウ素剤服用準備	OILに基づく防護措置
UPZ外		SAE要避難者等の受入準備	SAE要避難者の受入 一般避難者避難準備	PAZ一般避難者の受入	

運用上の介入レベル(OIL)と 防護措置(その1)

原子力災害対策指針とIAEA*との比較

		基準の概要	初期設定値	IAEA
緊急 防護 措置	OIL1	住民等を数時間内に避難や屋内退避させるための基準	500 μ Sv/h (地上1mの空間線量率)	1,000 μ Sv/h 120,000cpm
	OIL4	除染を講じるための基準	β 線: 40,000cpm	1 μ Sv/h(10cm) 60,000cpm
			β 線: 13,000cpm(1か月後)	
早期 防護 措置	OIL2	地域生産物の摂取制限、1週間程度内の一時移転のための基準	20 μ Sv/h (地上1mの空間線量率)	100 μ Sv/h
飲食 物摂 取制 限	飲食物に係るスクリーニング基準	OIL6を判断する準備として核種濃度測定を実施すべき地域を特定するための基準	0.5 μ Sv/h (地上1mの空間線量率)	(OIL3) 1 μ Sv/h
	OIL6	飲食物の摂取を制限するための基準	その2参照	その2参照

* : IAEA GS-G-2, Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency
http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1467_web.pdf

運用上の介入レベル(OIL)と 防護措置(その2)

原子力災害対策指針とIAEAとの比較

		基準の概要	初期設定値			IAEA	
飲食物摂取制限	OIL 6	飲食物の摂取を制限するための基準	核種	飲料水等 (Bq/kg)	食物等 (Bq/kg)	核種	(Bq/kg)
						H3	200,000
						Be7	700,000
						Be10	3,000
			放射性ヨウ素	300	2,000	I131	3,000
			放射性セシウム	200	500	Cs137	2,000
			ウラン	20	100	U238	100
			Pu及びTRUα核種	1	10	Pu239	50

我が国の緊急時モニタリング体制

■ 緊急時モニタリングセンター(EMC)

- 国

- 地方公共団体

- 事業者

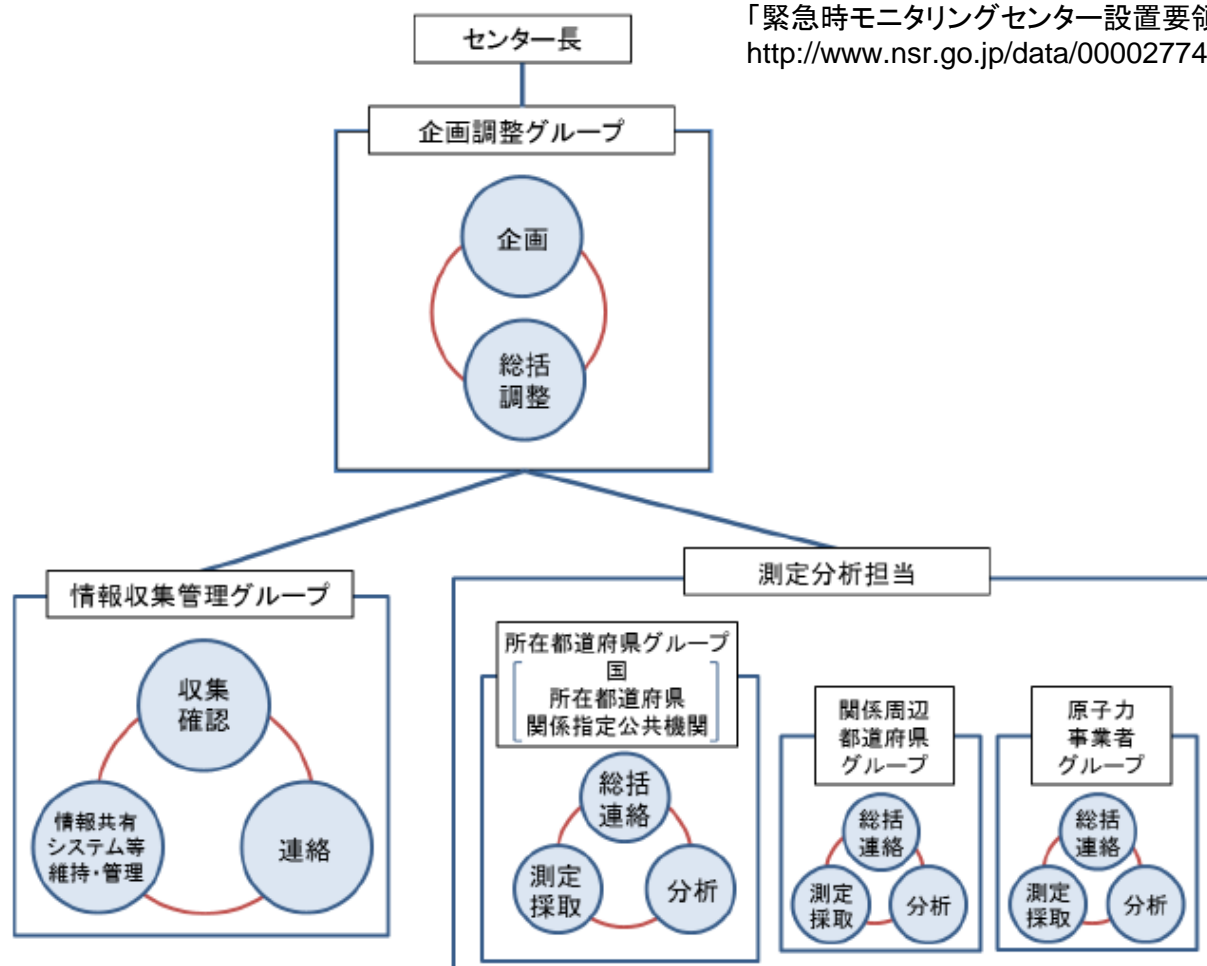
- 指定公共機関の参画

- JAEA原子力緊急時支援・研修センター(NEAT)

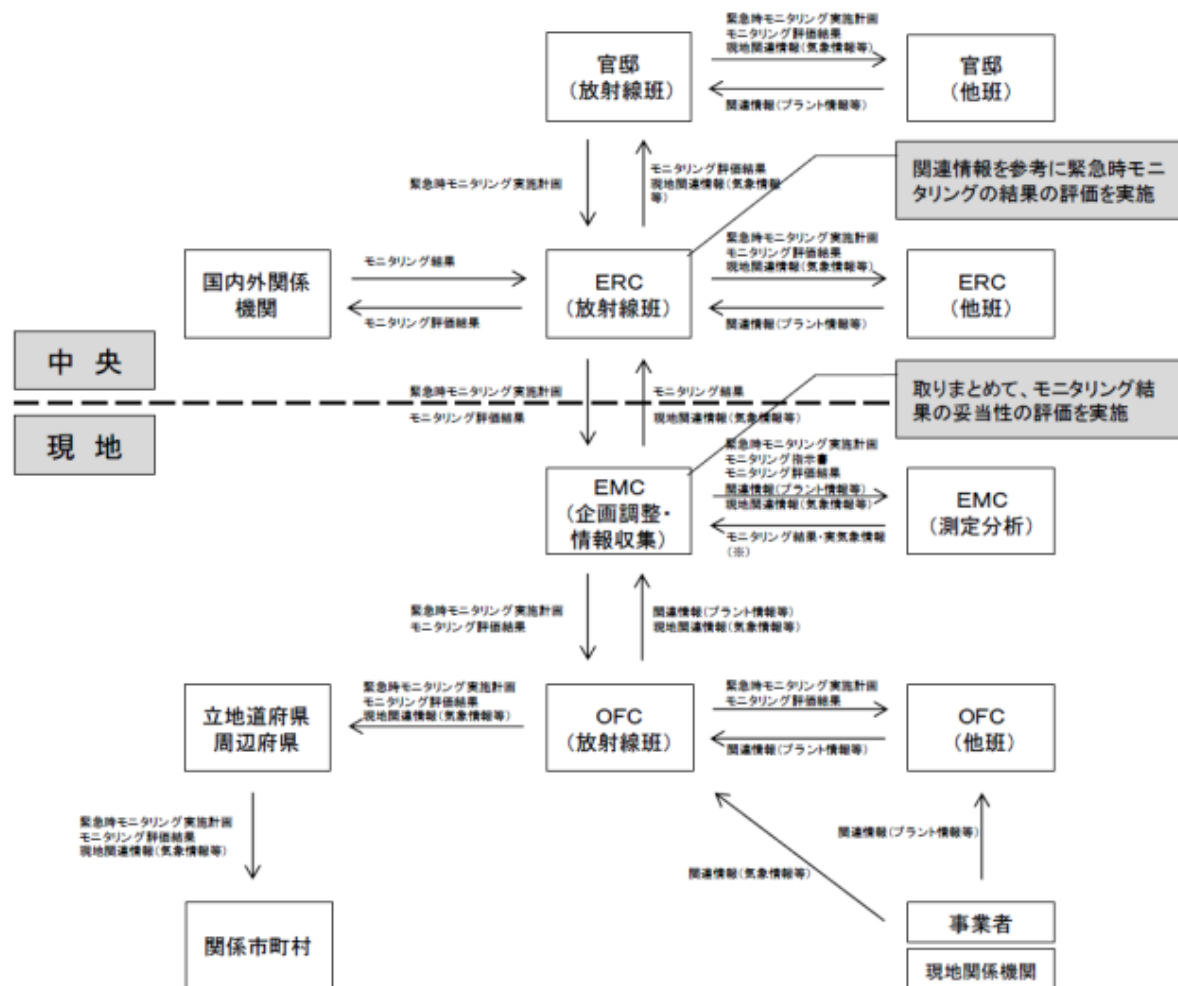
- 放医研の緊急被ばく医療支援チームREMAT:
Radiation Emergency Medical Assistance Team
(2009.1～)

緊急時モニタリングセンター体制図

出典: 原子力規制庁長官官房放射線防護グループ監視情報課
「緊急時モニタリングセンター設置要領」、平成26年10月29日
<http://www.nsr.go.jp/data/000027742.pdf>



緊急時モニタリング関連の情報のやりとり



※…空間線量率等、テレメータを介してリアルタイムで入平される測定結果については、直接情報収集管理グループが入平する。

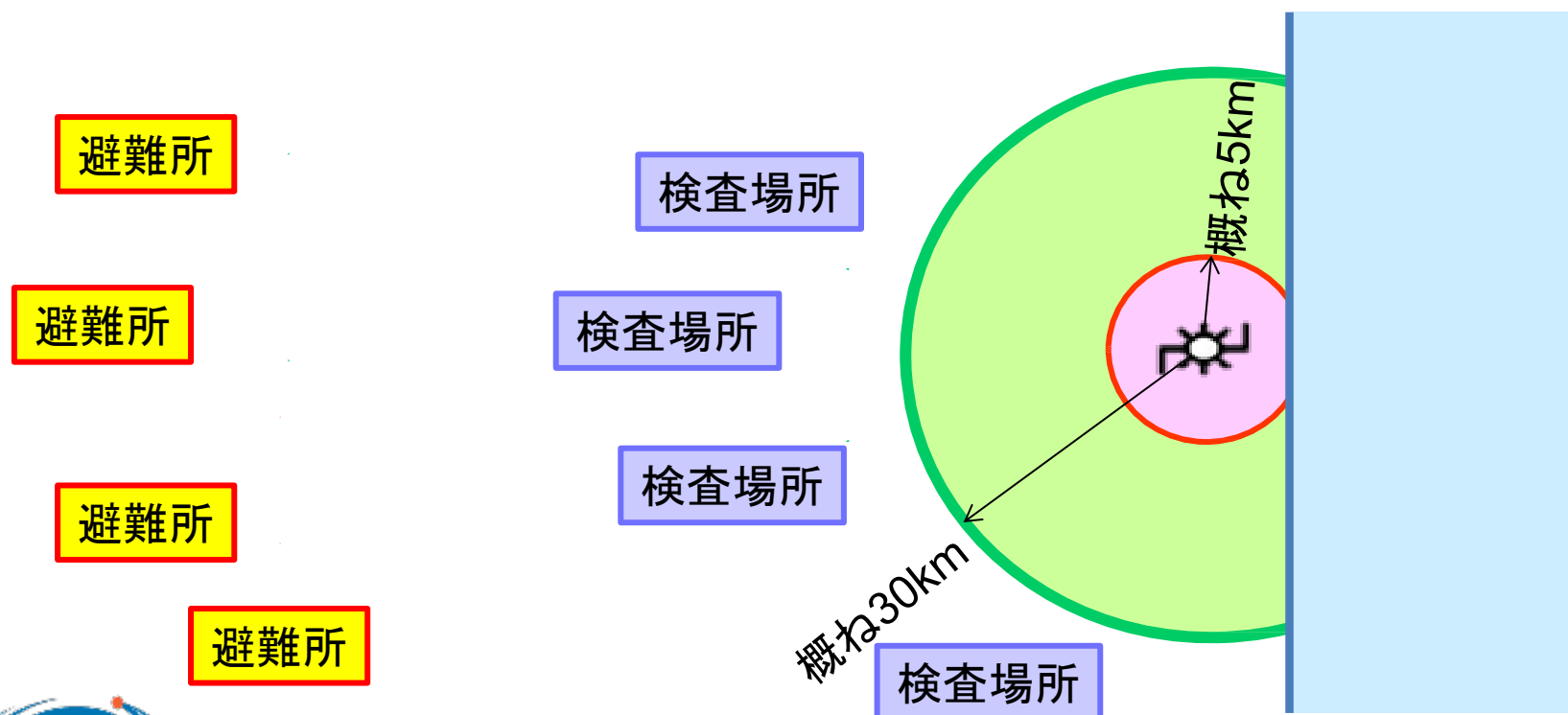
出典: 原子力規制庁監視情報課「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」、平成27年8月26日 <http://www.nsr.go.jp/data/000027739.pdf>

平成27年12月7日 第5回放射線計測フォーラム福島 資料

避難退域時検査場所

原子力災害対策重点区域の境界周辺(境界から概ね数キロメートルの範囲)から避難所等までの場所

- ① 住民が避難所等まで移動する経路に面する場所又はその周辺。
- ② 検査場所から避難所等までの移動が容易である。
- ③ 検査及び簡易除染の実施に必要な面積が確保できる敷地である。
- ④ 資機材の緊急配備、要員の参集が容易である。



避難退域時検査手順

出典：原子力規制庁原子力災害対策・核物質防護課

「原子力災害時における避難退域時検査及び簡易除染マニュアル」、

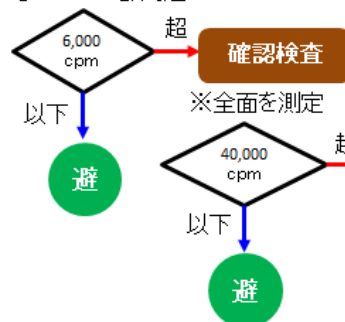
平成27年3月31日 <https://www.nsr.go.jp/data/000105017.pdf>

をもとに作成

1. 車両の検査

指定箇所検査

- ①タイヤ(全輪)
- ②ワイパー部周辺



汚染検査計

- ・時定数: 3秒
- ・測定レンジ: 10kcpm

◎凡例

避

: 避難所等への移動

超

: OIL4を超える場合

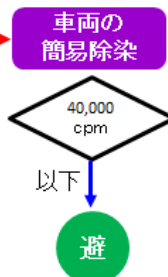
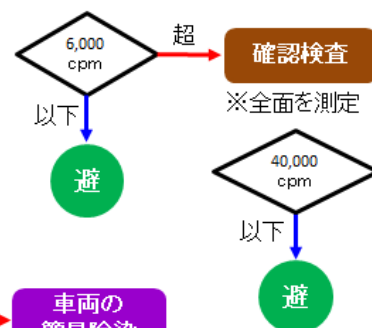
以下

: OIL4以下の場合

2. 乗員の検査

指定箇所検査

- ①頭部、顔面
- ②手指、掌
- ③靴底



- ①濡れウエス等による拭き取り(簡易除染員)
 - ・使用済みウエス等の保管
- ※2回を目安に除染

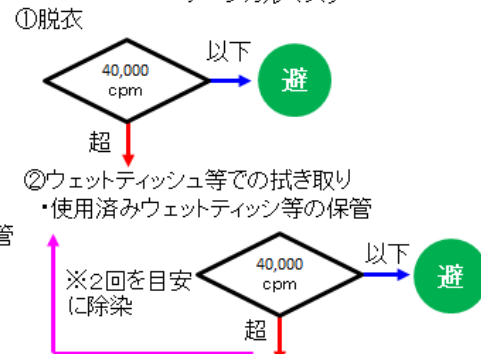
・それでも40,000cpm以下にならない場合は、検査場所に一時保管(駐車)

・乗員は、バス等で避難

住民の簡易除染

【防護装備】

- ・手袋
- ・サージカルマスク



③流水による除染

- ・水の拡散防止、排水の処置

それでも40,000cpm以下にならない場合は、40,000cpm以下にならない部位をタオル等で覆う等の拡散防止措置を施した上で、除染機関へ移動

大気中放射性物質拡散予測 計算について



大気中放射性物質拡散計算等の 取扱いについて

■ 2014(平成26)年10月8日 原子力規制委員会

- 緊急時における防護措置判断にあたってSPEEDIの計算結果は使用しない
- 防護措置以外の判断を行う場面等では参考とする可能性はあると考える

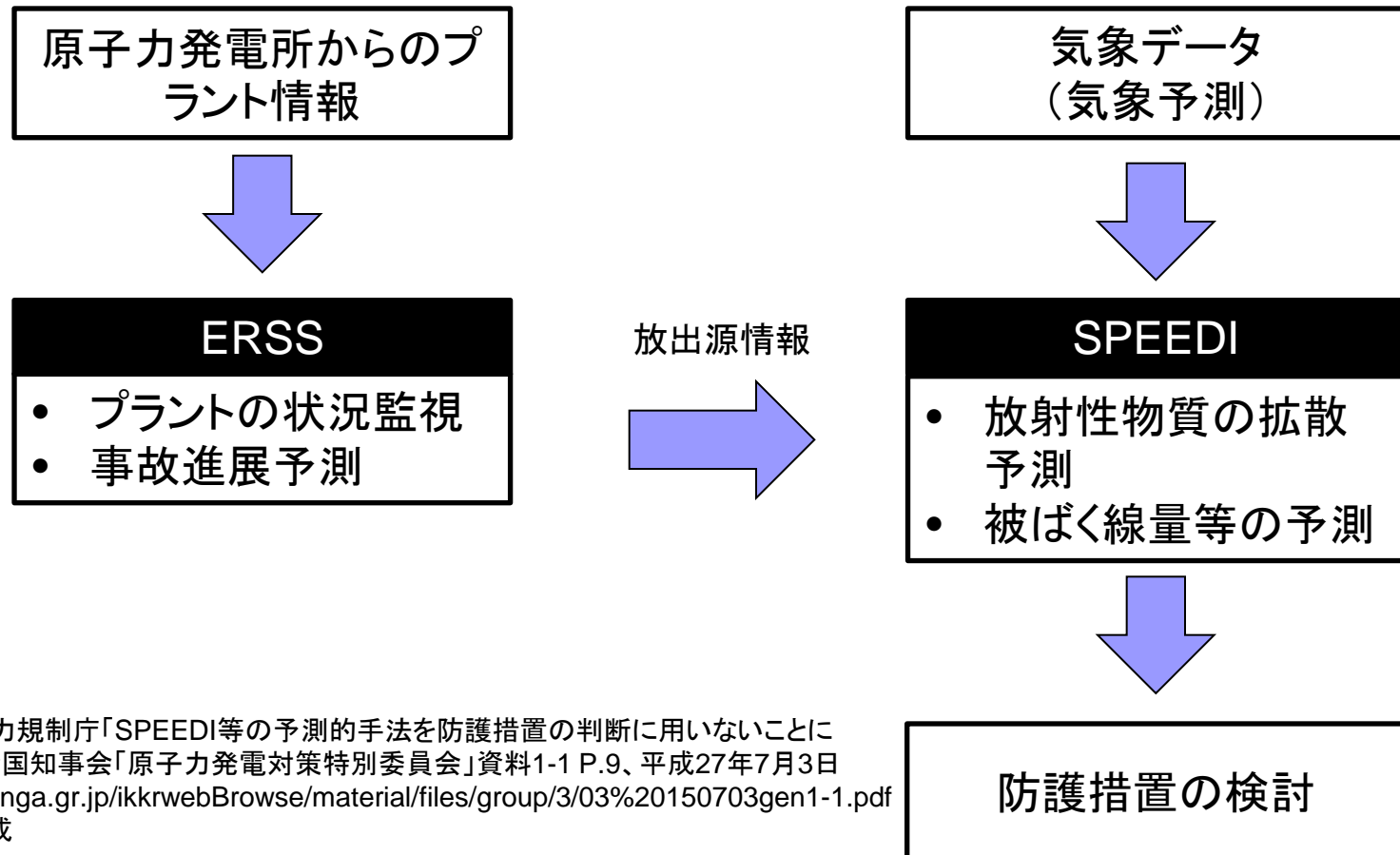
出典:第31回原子力規制委員会 資料4「緊急時迅速放射能影響予測ネットワークシステム(SPEEDI)の運用について(案)」、平成26年10月8日<http://www.nsr.go.jp/data/000048106.pdf>

■ 2015(平成27)年4月22日緊急時モニタリングについて(新指針補足参考資料)

- 予防的な防護措置の導入により必要ない
- 正確に予測されるとの前提に立って、予測的手法を利用する考え方はかえって危険。
- 原子力規制委員会は、そのような防護戦略はとらない。
- 事後の解析に拡散計算を用いることは、一定程度の有用性があると考えられることから必要に応じ利用する。

出典:原子力規制庁監視情報課「緊急時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)」、平成27年8月26日
<http://www.nsr.go.jp/data/000027739.pdf>

福島第一原発事故以前



出典: 原子力規制庁「SPEEDI等の予測的手法を防護措置の判断に用いないことについて」、全国知事会「原子力発電対策特別委員会」資料1-1 P.9、平成27年7月3日
<http://www.nga.gr.jp/ikkrwebBrowse/material/files/group/3/03%20150703gen1-1.pdf>
をもとに作成

大気中放射性物質拡散計算等の 取扱いについて

- 防災基本計画(2015(平成27)年7月7日)
 - 整備に関する事項が削除
 - 国は、地域防災計画・避難計画に係る具体化・充実化にあたって利用する場合は専門的・技術的視点から支援する

出典：中央防災会議「防災基本計画」、新旧対照表、p439, p445, 平成27年7月7日
http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon_new_old150707.pdf
「防災基本計画」平成27年7月7日
http://www.bousai.go.jp/taisaku/keikaku/pdf/kihon_basic_plan150707.pdf

原子力緊急時と 放射線計測



原子力緊急時と放射線計測

その1: 主な放射線計測モード

1. 防護措置に係る環境放射線測定
2. 避難時の汚染検査
3. 食品の検査
4. 個人被ばく評価(内部ひばく)
5. 個人被ばく評価(外部被ばく)

原子力緊急時と放射線計測

その1: 主な放射線計測モード

1. 防護措置に係る環境放射線測定

- 空間線量率を測定、実測値に基づいてUPZの防護措置意思決定
- OILとの比較
- UPZの防護措置意思決定に利用

原子力緊急時と放射線計測

その1：主な放射線計測モード

2. 避難時の汚染検査

- 人の汚染を早期に検出し、必要に応じ除染を実施
- 内部被ばくの抑制
 - 除染により、身体付着汚染を低減させ内部被ばく(吸入・摂取)を抑制
 - 必要に応じ内部被ばくを評価
- 汚染管理の視点
 - 汚染を保有したままの移動(域外への避難)を防止

原子力緊急時と放射線計測

その1: 主な放射線計測モード

3. 食品の検査

- 地元農水産物の検査
- 米の全量全袋検査
- 陰膳(かげぜん)方式による検査

原子力緊急時と放射線計測

その1: 主な放射線計測モード

4. 個人被ばく評価(内部ひばく)

- 人の測定(WBC、甲状腺)
- ガス・ダストの測定

5. 個人被ばく評価(外部被ばく)

- 個人被ばく線量計を持たない公衆の評価
- 環境放射線測定記録と個人行動記録からの推定

原子力緊急時と放射線計測

その2: 安心の確保とその向上

- 実測による「値」を知って得る安心
 - 避難者当事者にとって
 - 避難者受入側にとって
- 間接的な説明では安心感に直結しない
 - 環境モニタリング測定値からの推測
 - 成人のWBC値からの幼児の推測
 - 米の全量全袋検査
- 対話の促進剤としての測定値

原子力緊急時と 放射線計測

参考となる海外事例、国内の状況



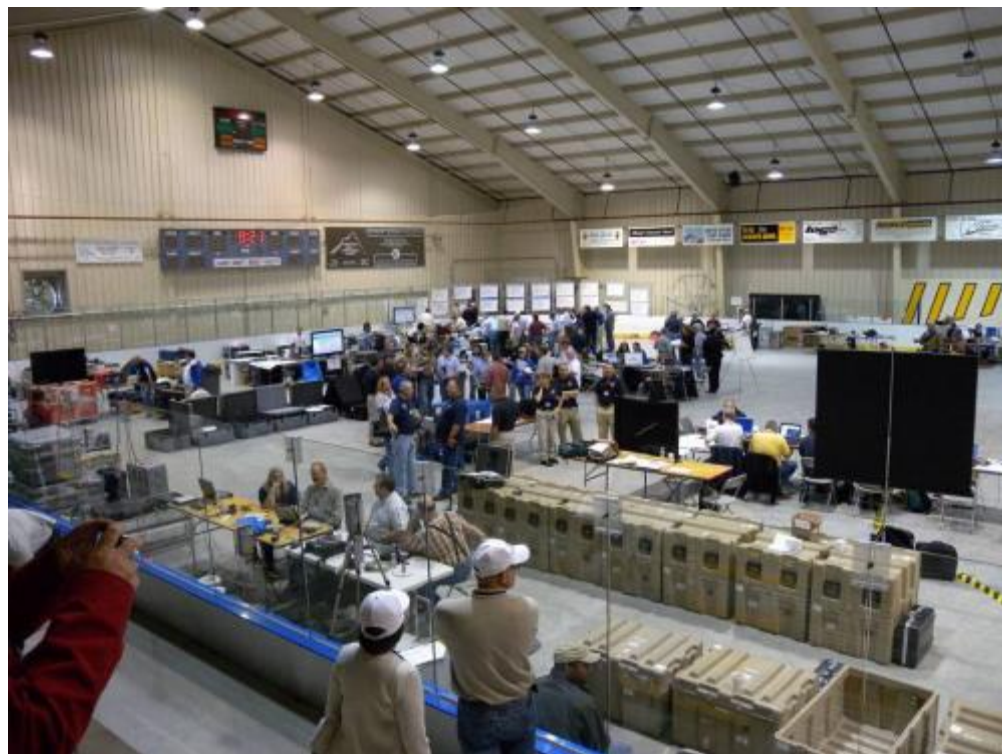
連邦放射線モニタリング評価 センター:FRMACについて 2009訓練視察





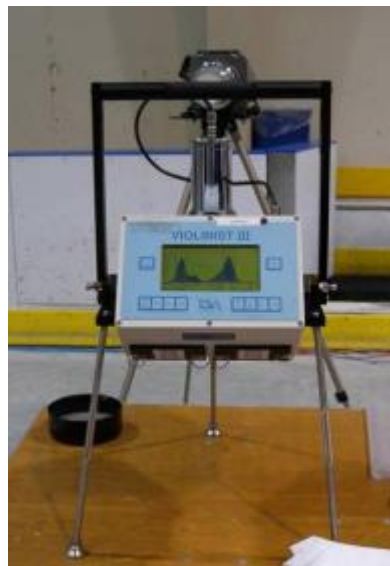
連邦放射線モニタリング評価センター： FRMAC

Federal Radiological Monitoring & Assessment Center



- アイスホッケー場
（空港の近傍）に
拠点設置
- ラスベガスから飛
行機によって派遣
- 全米各地から特
殊資機材も合流
- 100名を超えるス
タッフ

モニタリング装置類





空中モニタリング



AMS(DOE)



放射線検出器(RX-4)



赤外線分光計(FT-IR)

ASPECT(EPA)

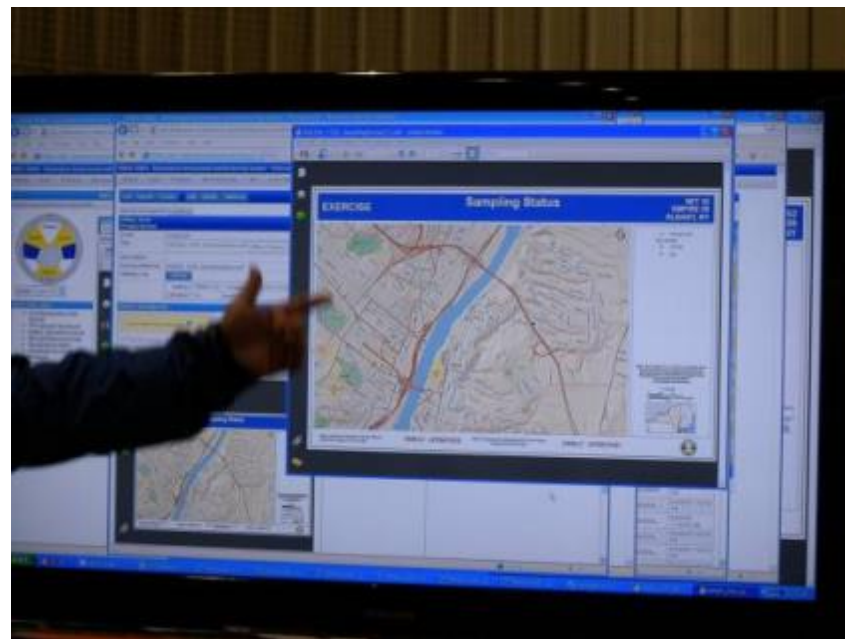
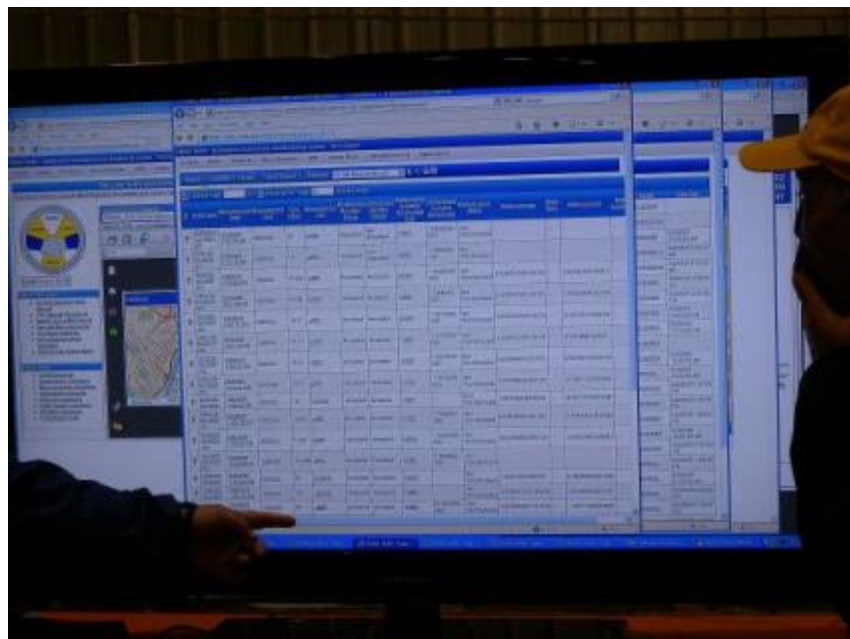


ペーパーレスFRMAC





RAMS (Radiological Assessment and Monitoring System)



FRMACのスタッフに限定されたセキュアなWeb環境
収集データを登録し、電子地図上に表現



CMweb



FRMAC

- Home
- Documents and Manuals
- Calendar

- FRMAC
- ARAC
- AMS
- ARG
- RAP
- NEST
- REACTIS
- TRIAGE

Welcome to the Department of Energy (DOE) National Nuclear Security Administration (NNSA) Office of Emergency Response (NA-42) Consequence Management Web site. This site provides information to help respond to radiological accidents or incidents anywhere in the world. NNSA can provide rapid and continuous monitoring and assessment of the situation, and inter-agency coordination to resolve the emergency. Each asset is designed for rapid response, and is equipped and staffed to handle certain aspects of a radiological emergency. Requests for radiological emergency response asset support should be made through the DOE Headquarters Operations Center (OC) at 202-586-8100.

NNSA's radiological emergency response assets include: Federal Radiological Monitoring and Assessment Center (FRMAC), Atmospheric Release Advisory Capability (ARAC), Aerial Measuring System (AMS), Accident Response Group (ARG), Radiological Assistance Program (RAP), Nuclear Emergency Support Team (NEST), and Radiation Emergency Assistance Center/Training Site (REACTIS). For more information about any of these assets, refer to the links to the left.

Authorized users can log in using the box to the right to obtain Consequence Management Data and Modeling Products from NNSA Emergency Response Assets for planning, exercises and incident/accident response.

User ID:

Password:

[Forgot your password? Request CMweb Access](#)

LLNL, NRES-410686



There has been a significant update of the NARAC web, MAAC web and CMweb. Please refer to the available documentation or call support if you have questions or problems.

Operations

Events - There are currently no events being supported.

Exercises - Planning is being done for the Empire09 Exercise. If you require access to planning materials, please contact Don Van Etten 702-295-8018.

Federal Radiological Monitoring and Assessment Center (FRMAC)
Please call Keith Flanders 702-295-0634 (kflanders@nnsa.doe.gov), with questions related to the FRMAC.

FRMAC Working Groups

FRMAC Documentation

Aerial Measuring System (AMS)
Please call Karen McCall 702-295-8089 with questions related to AMS.

Radiological Assistance Team (RAP)

Emergency Support

DOE Watch Office 202-586-8100
For consequence modeling support contact NARAC/MAAC at (925) 424-6465.

[Additional Information](#)

Notices

Default access granted (update)	Mar 17, 2009 5:40:35 AM
Full access - FRMAC	
Default access granted (delete)	Mar 12, 2009 5:31:15 AM
Unknown Material Continuous sensor	Mar 8, 2009 7:43:17 AM
Unknown Material Continuous sensor	Mar 8, 2009 7:43:17 AM
Example Web Log access granted (update)	Mar 4, 2009 7:52:45 AM
Example Web Log access granted (delete)	Mar 4, 2009 7:52:45 AM

See on CD/Flash

Guides and Information

- CM Web User's Guide
- Draft version
- FAQ
- Frequently Asked Questions
- NARAC/MAAC Plot Guide
- Quick Guide to Web 2.0

Contact CMweb Support at: CMweb.Support@nnsa.doe.gov or (925) 422-0458

Product upgrades:

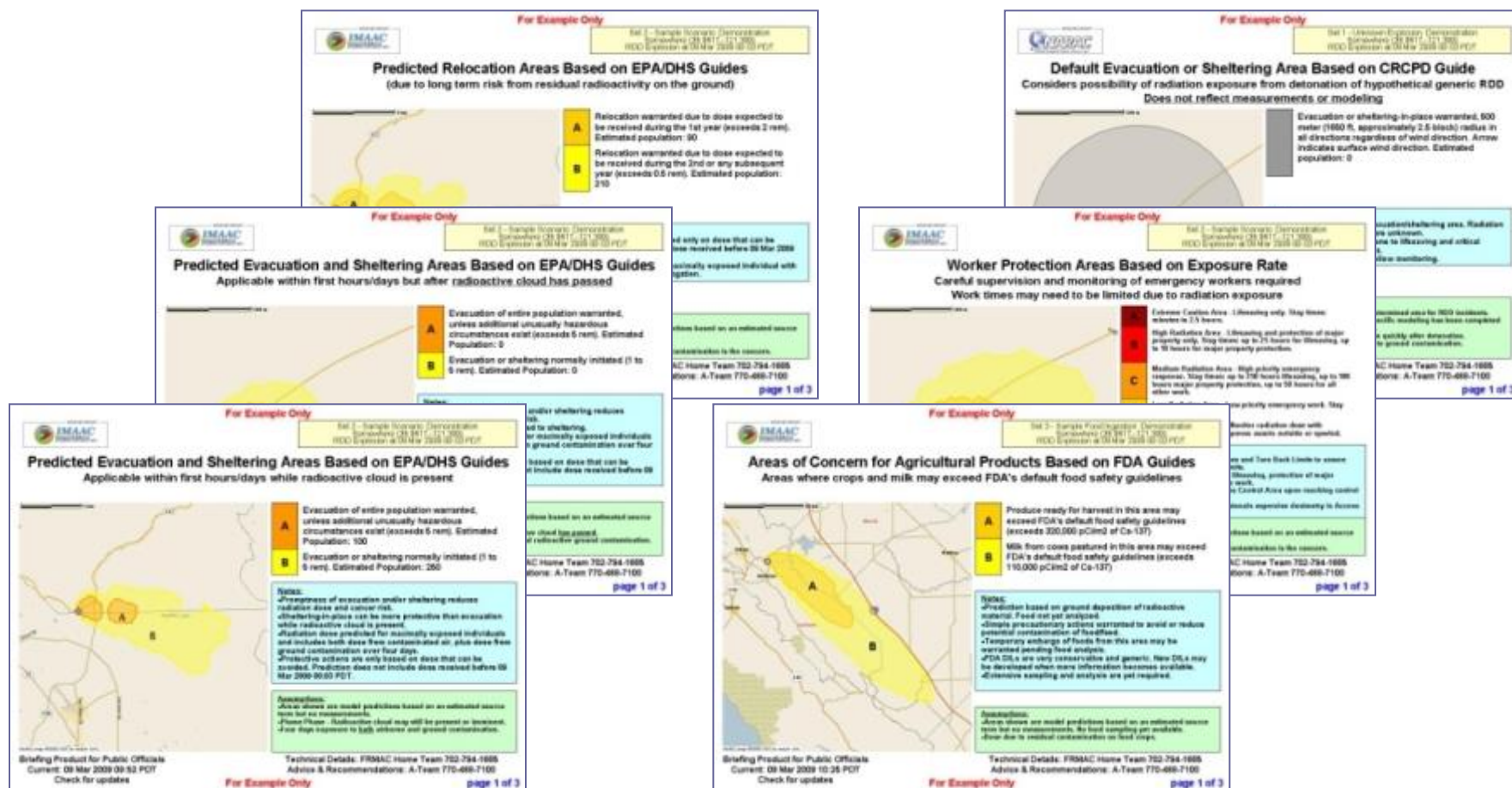
地元の自治体関係者にもアクセスが許されるWeb環境 CM: Consequence Management

http://www.nationalrep.org/2009Presentations/Session%2024_FRMAC%20Technical%20and%20Operational%20Updat_full.ppt





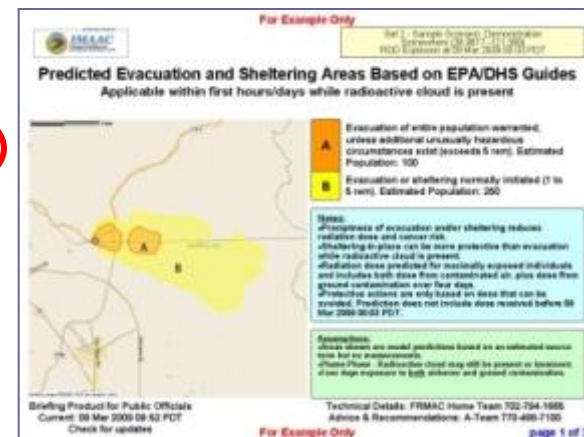
リスクコミュニケーション 説明用地図(A4サイズ)の活用





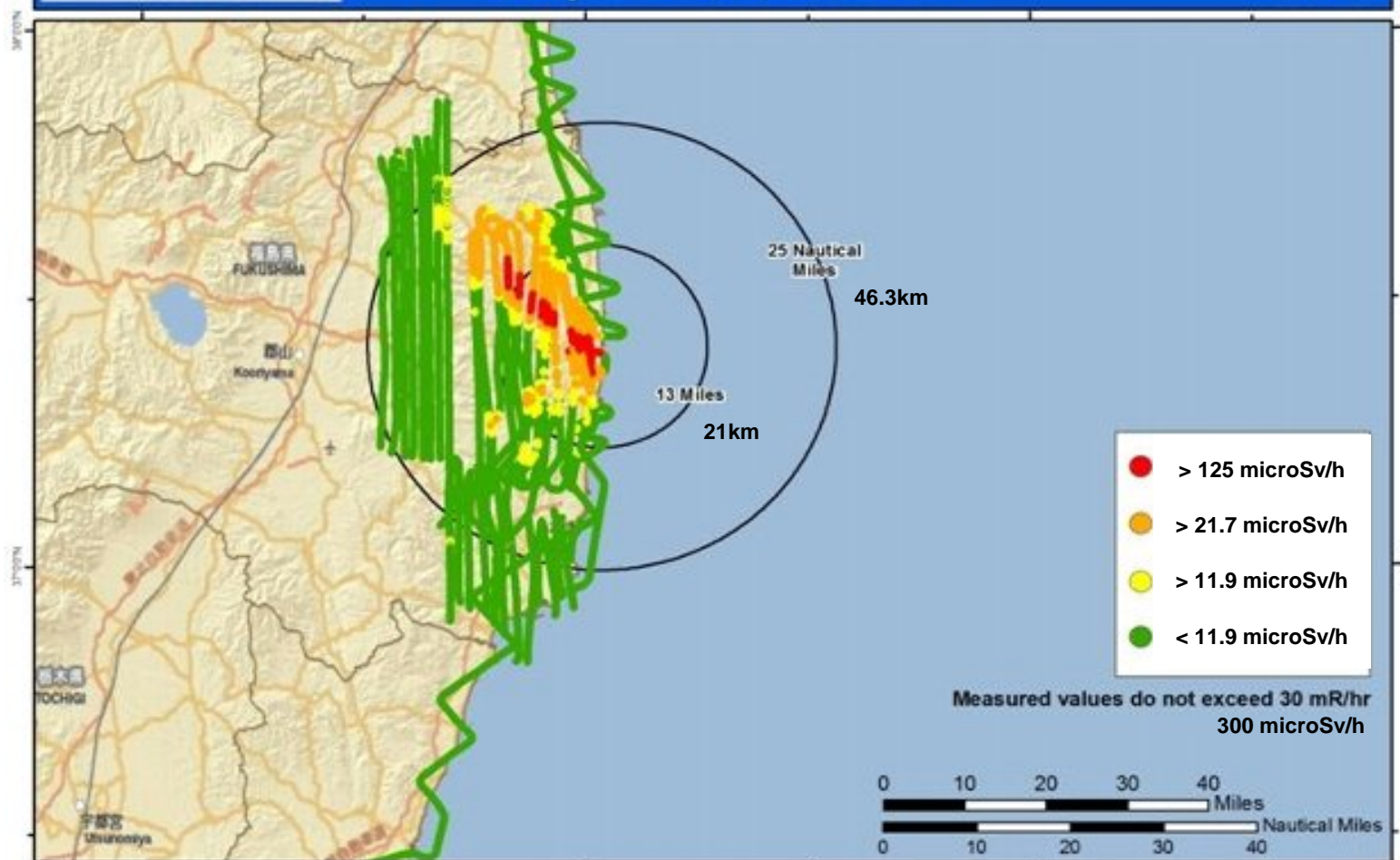
放射線の「見える化」

多様な地図の作製と共有



放射線の見える化： 航空機モニタリング





Map created on 03232011 0210 JST

Name: NIT_C-12 23Mar2011 v4

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

DOE AMSの派遣

北西に25キロの高線量地域 福島第1原発

【ワシントン共同】米エネルギー省は22日、福島第1原発事故で放出された放射性物質により、放射線量が高い帯状の地域が北西方向に約25キロ広がっているとの観測結果を発表した。

日本に派遣された同省の観測チームは、地上から1メートルの範囲の放射線量を計測できる装置を航空機に取り付け、17日から19日にかけて原発から半径約45キロ以内の状況を調べた。

その結果、北西方向に約25キロにわたり、1時間当たり125マイクロシーベルト以上の地域が広がっていた。この線量は、8時間で一般人の年間被ばく線量限度千マイクロシーベルトになる高い数値。毎時300マイクロシーベルトを超えた地域はなかったという。

エネルギー省は約8トンの資材とともに33人の専門家を日本に派遣。日本政府と協力して事故対策に当たっている。



<https://www.flickr.com/photos/nnsanews/5530507306>

2011/03/23 13:02 【共同通信】



← <https://www.flickr.com/photos/nnsanews/5529923247>

<https://www.flickr.com/photos/nnsanews/5529923777/> →



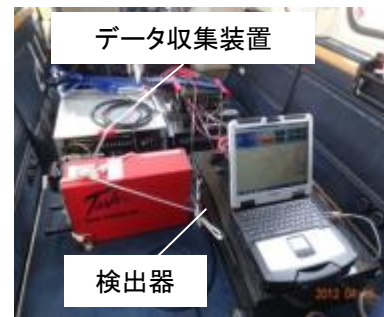
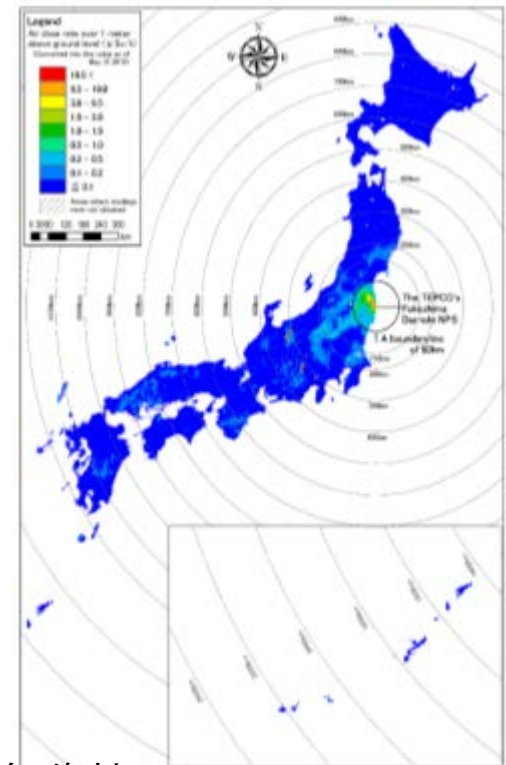
福島第1原子力発電所事故後の航空機モニタリング

★ 事故直後より米国エネルギー省の手法をベースと文科省 (JAEA) により実施

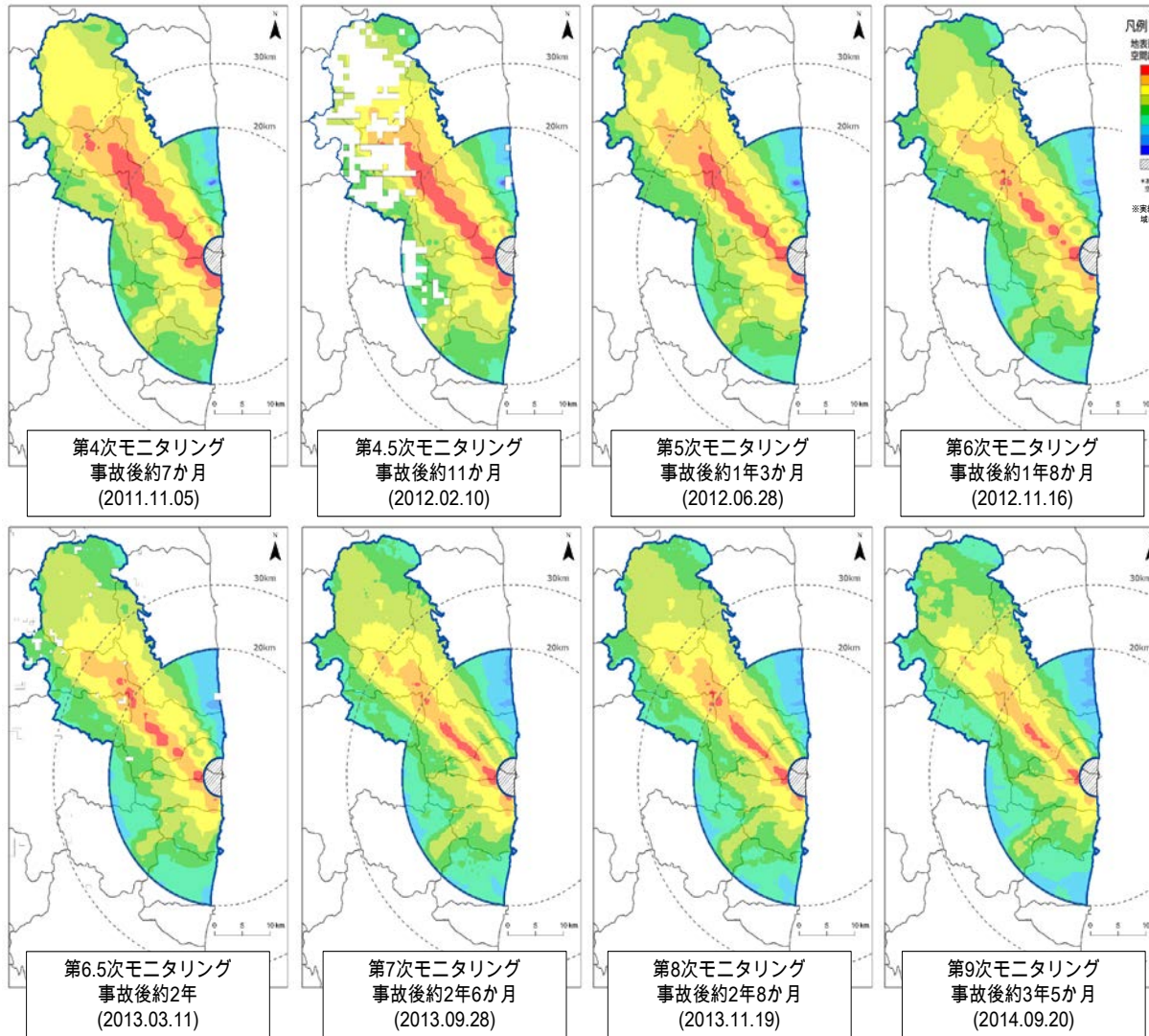
2011	2012	2013	2014
  	 	 	
第1次 (4/6-4/29) 第3次 (5/31-7/1) 第4次 (10/25-11/5)	第5次 (6/22-6/28) 第6次 (10/31-11/16)	第7次 (8/27-9/28) 第8次 (11/2-11/19)	第9次 (9/1-9/20)

事故直後は、米軍、自衛隊の航空機を使用

その後、日本の特徴を踏まえて手法を最適化 2012年5月には全国モニタリングを実施



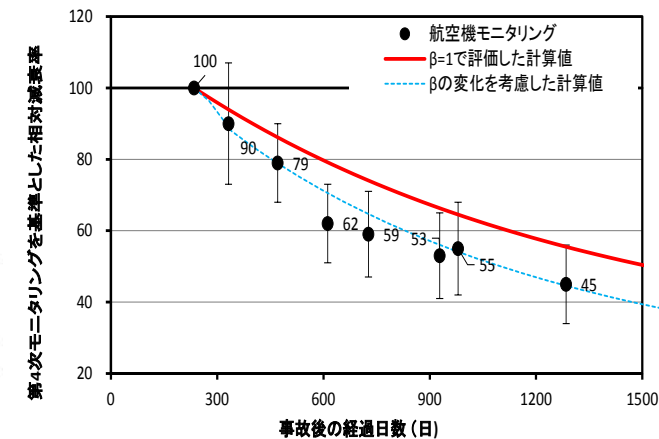
福島第1原子力発電所事故後の航空機モニタリング



時間とともに線量率は減少
減少の割合は半減期より大きい



土壌への浸透による影響
(放射線の遮蔽)



放射線の見える化： 車載型の自動放射線測定 KURAMA



KURAMA-II

京都大学原子炉研究所(谷垣実助教)



CsI検出器

地点毎の

- 空間線量率
- エネルギーデータ
- インターフェース追加で
その他各種データも可

34.5cm × 17.5cm × 19.5cm

小型・軽量・完全自動+α

多彩なハード

各種KURAMA-IIが製品化・販売(製造:松浦電弘社)



バイク搭載

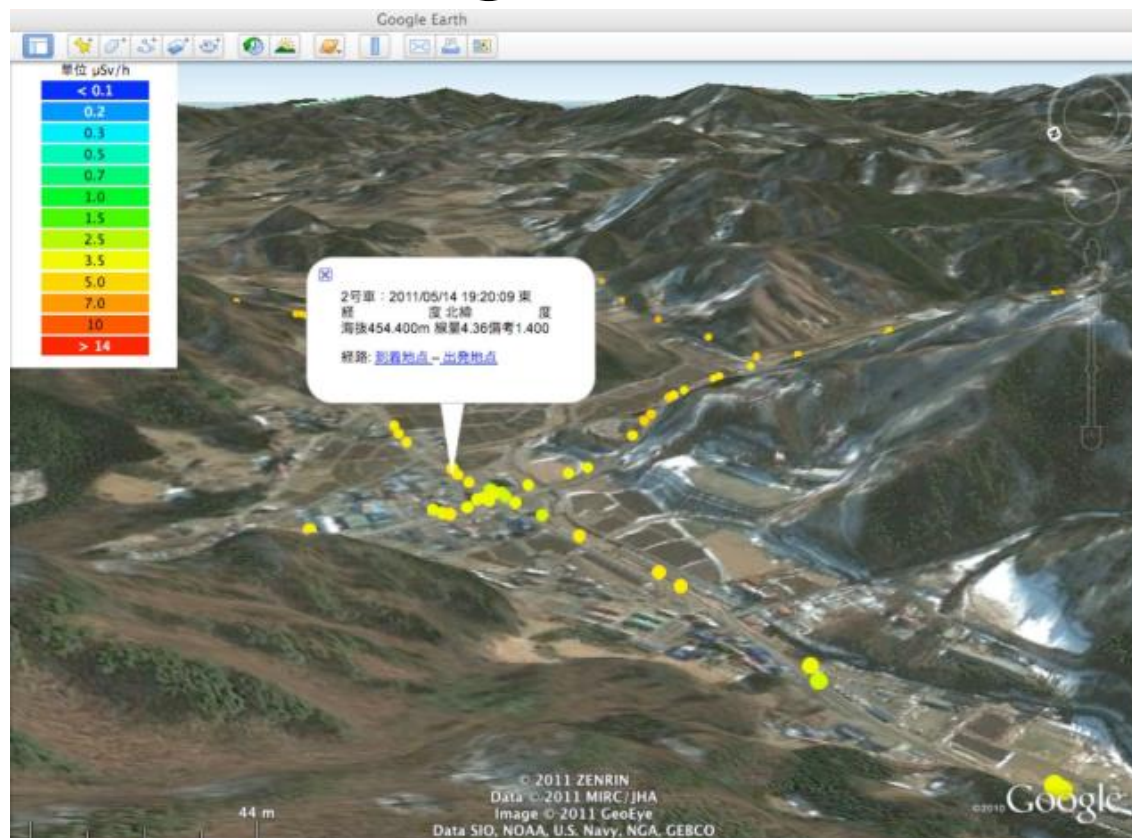


小型タッチ式
(空間線量率)



地表汚染密度用

KURAMAのマップ化 Google earth



リアルタイム・地形や土地利用状態とともに

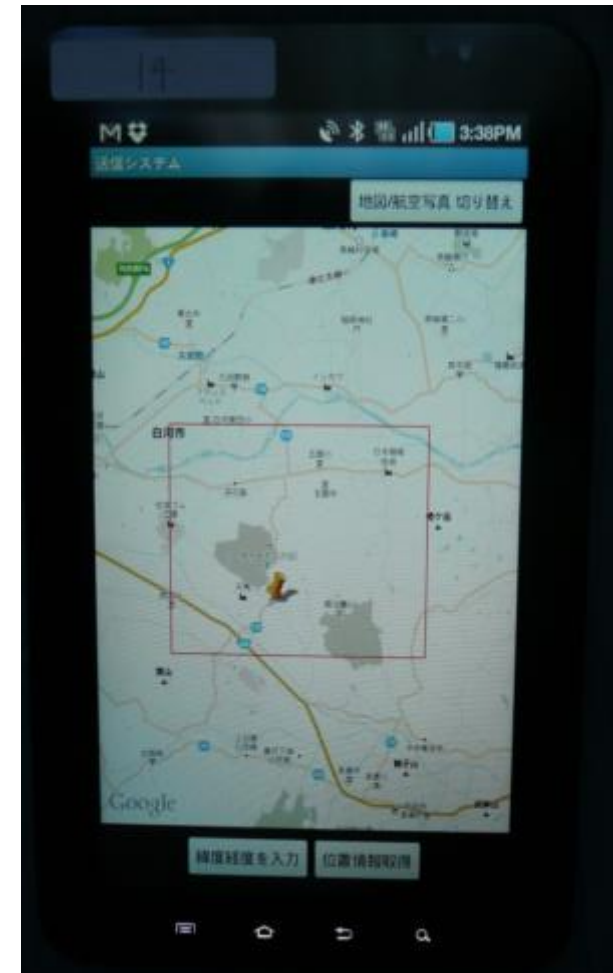
放射性物質の分布状況調査

JAEA 福島

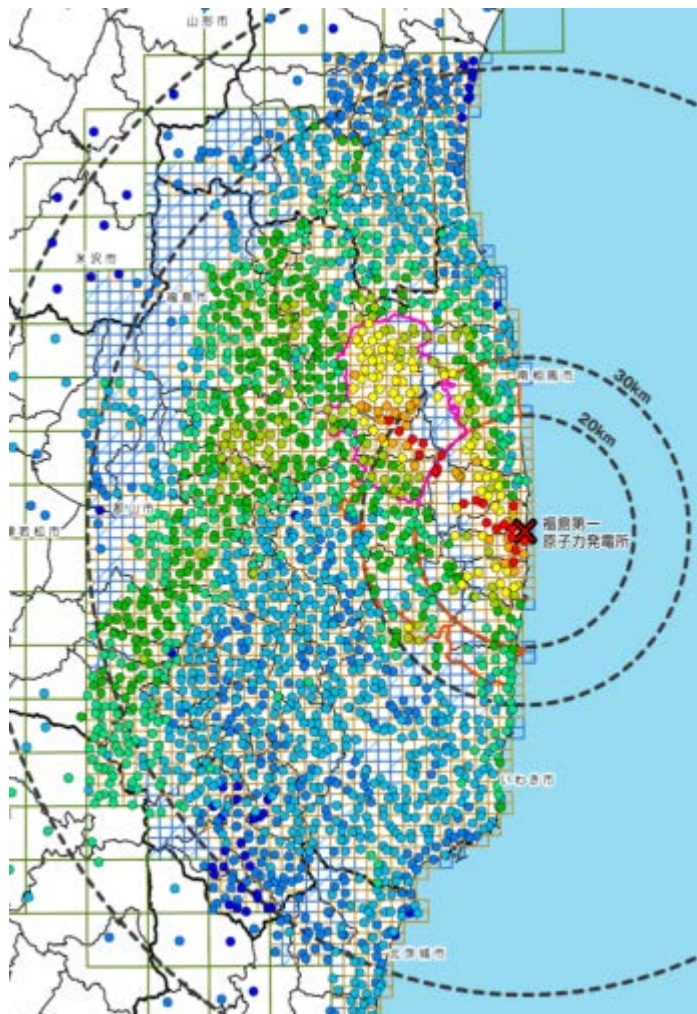


環境データ収集システム

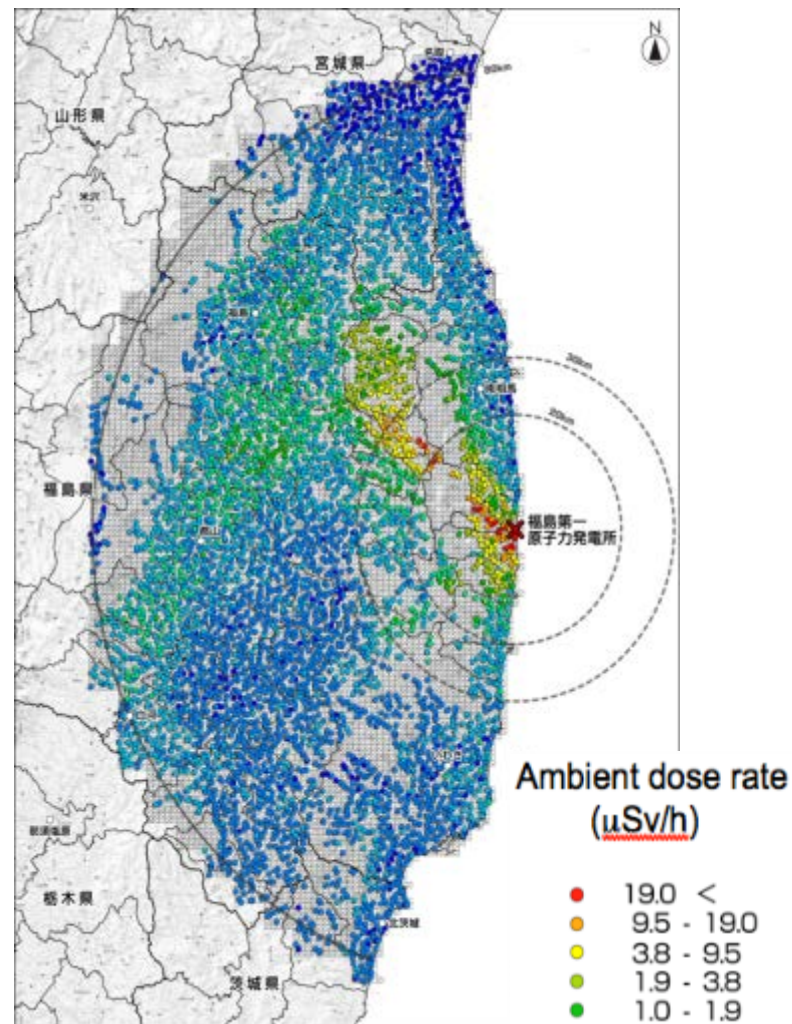
- 取得データ(測定データ、GPSデータ、写真、その他)を携帯回線で転送
- 測定箇所の地図、前回の写真等をタブレットPCに表示



平坦地上の空間線量率の比較



2011年6月



2013年11月

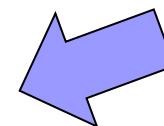
スマートフォン GPS/写真アプリ



時刻と空間座標を映しこむ 各種スマホアプリ



N-コードを使った表示例
<http://www.ncproject.jp/>



DateCam



UTM MapCam - Geo Camera

スマホアプリによる動態記録



Moves



まとめ



(まとめ)原子力緊急時の放射線計測:安全安心の実現のために高度化すべき事項とは

- 膨大な測定ニーズへの対応
- 測定値を防護措置に円滑な反映
- 専門性を意思決定への貢献
- リソース(人的、資機材)の確保
- 情報マネジメント
- 専門家と意思決定者との関係
- 一般公衆のリスク選択の促進

意見交換