

# **放射線医学総合研究所における 放射線利用について**

**独立行政法人 放射線医学総合研究所  
理事 明石 真言**

**平成24年4月24日**

放医研とは

日本で**唯一** **かつ**  
世界を**リード**する

**放射線医学**の総合的な研究機関

---

放射線をよく知り、  
放射線から**人の体**を守り、  
放射線により**病気を治す**

ビキニ環礁水爆実験（1954）で第五  
福竜丸乗組員が被ばく

↓  
放射線による人への影響研究

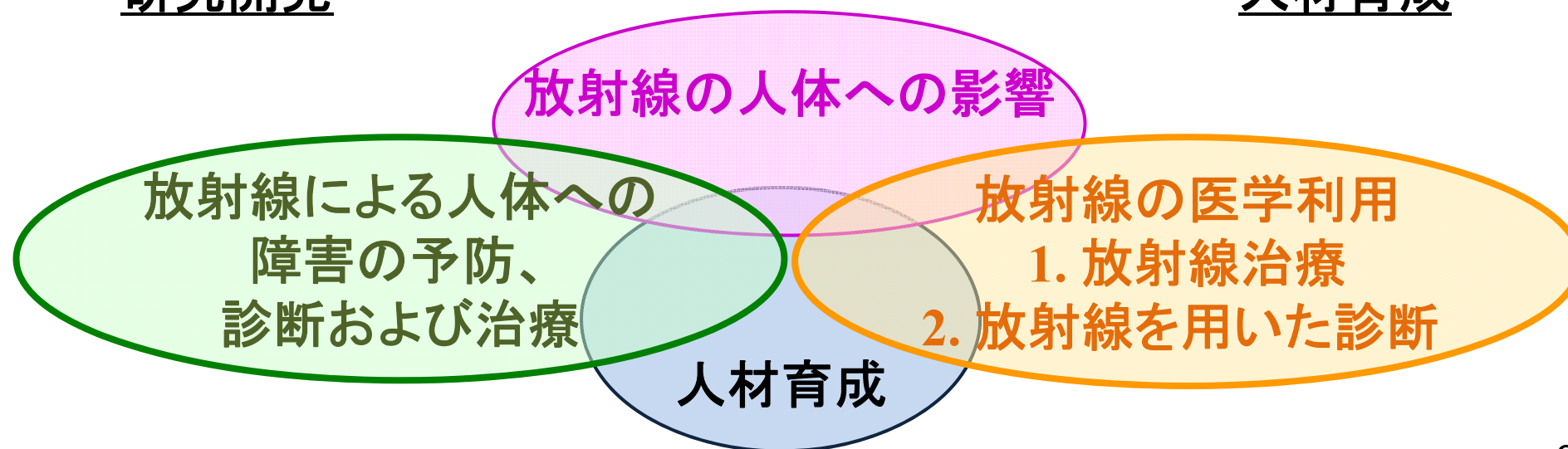
戦後、原子力の平和利用や放射線や  
放射性物質の産業応用への期待

↓  
安全にこれらを使用するための研究

1957年に科学技術庁所管の国立研究所として設立

研究開発

人材育成



放射線の人体への影響、放射線による人体の障害の予防、診断及び治療並びに放射線の医学的利用に関する研究開発等の業務

【国民の健康や安全への研究成果の速やかな還元】

●放射線医科学、放射線安全研究、緊急被ばく医療

【国際的な枠組みの中でのプレゼンス向上】

●放射線の平和利用分野、原子力安全分野

【指定公共機関としての責務】

●災害対策基本法（防災基本計画）、国民保護法、武力攻撃事態対処法

放射線の  
医学的利用の  
ための研究

重粒子線を用いたがん治療研究

分子イメージング技術を用いた疾患診断研究

放射線安全・  
緊急被ばく医  
療研究

放射線安全研究

緊急被ばく医療研究

医療被ばく評価研究

放射線科学領  
域における基  
盤技術開発

放射線科学研究を推進するために必要な基盤技術開発を行い、研究成果拡大に資する。



## 研究開発病院

### 重粒子医科学 センター

- ・炭素線でがんを治す
- 重粒子線がん治療に関する臨床研究（治療患者数約6,000人）-

### 分子イメージング 研究センター

- ・放射線で生命活動を見る
- 分子イメージング技術でがんや精神疾患の診断に応用-

### 放射線防護 研究センター

- ・放射線のリスクを計る
- 放射線安全研究、国民の被ばく実態調査（原子力安全委員会の技術支援機関）-

### 緊急被ばく医療 研究センター

- ・被ばく事故から救う
- 緊急被ばく医療研究（防災基本計画における三次被ばく医療機関）

支援

### 研究基盤センター

基盤技術と研究環境の整備・管理

高度な技術開発と安全な研究環境の提供、効率的な研究資源の活用

シーズの発見、融合分野の研究、新しい手法による研究

萌芽的研究  
創成的研究  
共同研究

医療被ばく評価研究

国際オープンラボトリー

研究成果の  
普及と活用

人材育成  
研修事業

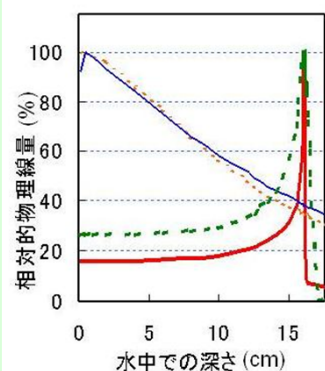
福島への復旧・復興への支援とそれを支える研究

## 重粒子線がん治療の現状

### ◎重粒子線がん治療の トップランナー

- ・ 18年間で約6,000人以上
- ・ 全身の部位のがんに対応
- ・ 小型普及実証機を開発 群馬大学で稼動
- ・ 国外：ドイツ(1)、中国(1)、イタリア(1)

重粒子の物理的特性を用いて、体内の深部にのみ線量を集中できる、優れた線量分布を実現。



### ○これまで治療できなかったがんを治療

- ・ 手術や他の治療法では困難な症例、
- ・ 5年生存率は手術と同等。

### ○痛くない、苦しくない、○短期治療、早期復帰、高いQOL 難治がんの例

#### 骨肉腫の治療



→  
16回照射



■ 骨肉腫や直腸がん術後再発に対しては、専ら重粒子線治療が行われている。本件は手術不能とされた骨肉腫。

#### 短期治療の例



→  
1回照射



#### 第Ⅰ期肺癌

■ 重粒子線治療では短期治療が可能。初期肺がんは1回で治療完了。

## 施設

### 重粒子線がん治療装置



### 治療の様子

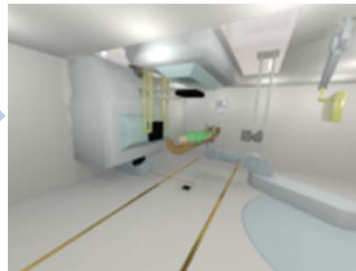


#### 【重粒子線棟】

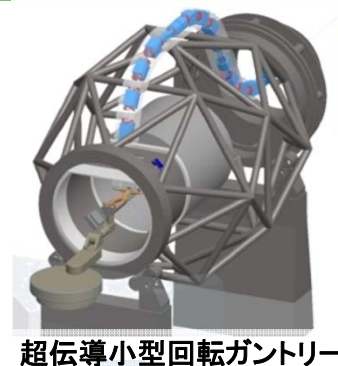
- ・ 治療室3室、模擬治療室2
- ・ 臨床試験：1994年～
- ・ 高度先進医療：2003年～

#### 【新治療研究棟】

- ・ 治療室3室（完成時）
- ・ 臨床試験：2011年～(順次)



次世代型治療施設の治療室：  
ロボットアームによる自動位置決め、  
呼吸同期照射



超伝導小型回転ガントリー

放射線治療効果予測  
のための基礎研究

国際競争力強化の  
ための研究開発

- ・ 海外を視野に入れた設計基準の策定
- ・ 国内外研究者及び医療関係者を現場での実務訓練(OJT)による育成

規模1/3  
コスト1/3  
を実現



小型普及型装置が群馬大学で稼動  
(2010.3より治療開始)

超難治がんの克服 一日治療の実現

誰でも、いつでも、どこでも  
重粒子線がん治療

## ● 高速3次元スキャニング照射装置による臨床試験を実施



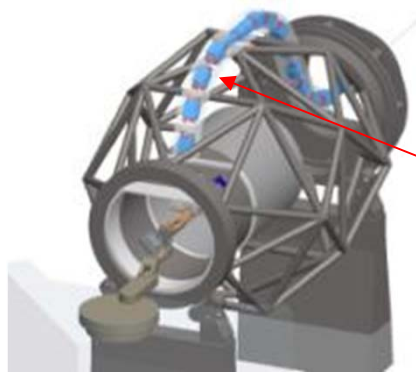
新治療室



新治療研究棟

- 複雑な形の腫瘍にも、短時間で照射可能な3次元スキャニング照射装置の臨床試験を平成23年5月より開始
- 本照射を行った建屋、重粒子線治療装置が環境大臣賞、グッドデザイン賞(金賞)を受賞

## ● 重粒子線回転ガントリー装置の設計と超伝導電磁石の開発



ガントリー外観図



3T 超伝導電磁石

- 超伝導技術を応用した重粒子線治療用小型回転ガントリーを設計
- 回転ガントリーに搭載可能な、超電導電磁石を製作し、性能検証を実施

## ● 重粒子線がん治療の普及：国内新施設の建設開始

- 神奈川県立がんセンター重粒子線治療施設の建設開始、平成27年治療開始予定
- 放医研の協力のもと、放医研の治療プロトコールと、スキャニング照射装置を含めた治療技術を使用

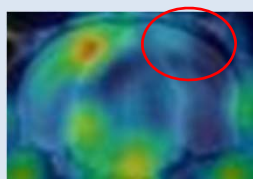


分子イメージング技術をがんや精神・神経疾患（認知症・うつ病）の早期診断や治療に用いるための研究開発で世界をリード

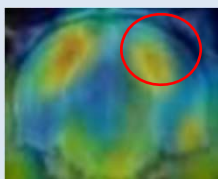
日本のPET第1号

基礎から臨床へのトランスレーショナルリサーチの推進

## 放射性薬剤合成技術の研究開発



高感度

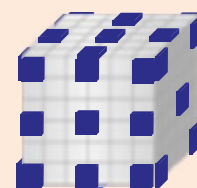
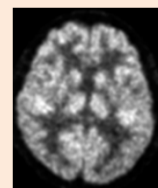


高感度な放射性薬剤（従来の薬剤では見えない病変も識別：世界トップ技術）

人へ投与可能な(GMP基準)薬を院内製造

## 次世代イメージング技術の研究開発

画質向上化



PET用高感度放射線検出器とPET画像



Open PET

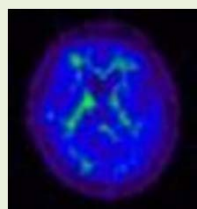
術中計測(新しいジャンルを開拓)

## 国内外連携機関(大学、企業)との共同研究

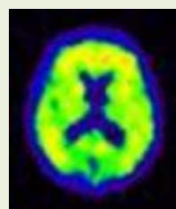
## 精神・神経疾患イメージング研究

認知症の超早期診断と治療法評価  
うつ病の超早期診断と治療法評価

予防  
治療



健常



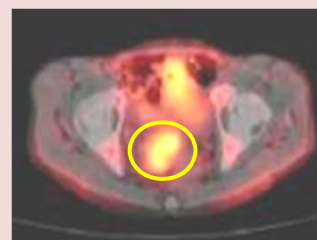
認知症

認知症の  
超早期診断

## 腫瘍イメージング研究

難治部位の診断  
正確な治療効果の判定  
分子標的治療薬の検討

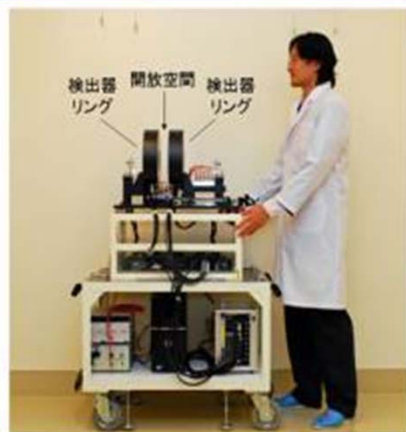
治療効果  
QOLの向上



難治部位の診断

放射線治療効果の低い低酸素部位の検出  
(子宮がん)

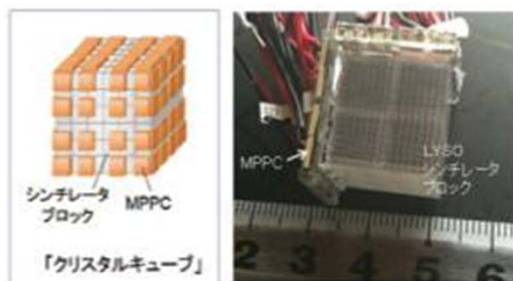
世界初となる「OpenPET®」の小型試作機と  
新しいPET用3次元放射線検出器  
「クリスタルキューブ」を開発



OpenPET®

重粒子線治療ビー  
ムをリアルタイム  
可視化

「PETで見ながらがん治療」の実現に期待



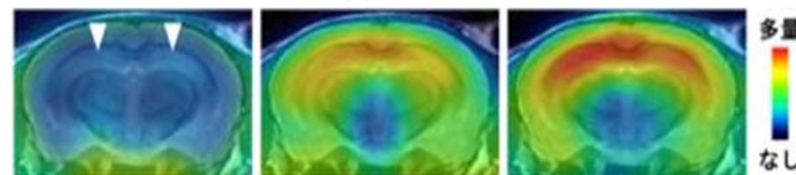
PET用検出器と  
して究極とも言  
える1mmの解  
像度を得るこ  
とに成功

クリスタルキューブ

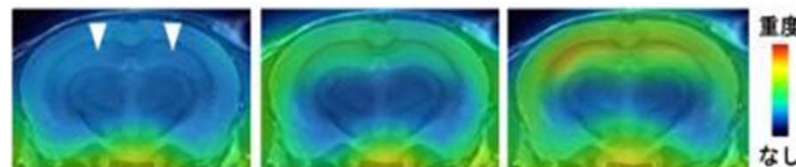
脳の微細な構造や神経細胞の分布などを高解像  
度で画像化できるようになると期待

アルツハイマー病の  
新たな発症メカニズムを解明

老人斑の形成（生体脳PET画像）



神経炎症（生体脳PET画像）



正常マウス

カルパイン  
活性：正常

カルパイン  
活性：過剰

ADモデルマウス

カルパインという酵素がアルツハイマー病理  
に及ぼす影響を生体脳で可視化

カルパイン活性化阻害剤などによる画期的な  
治療法の実現や、PETによる治療効果の評価  
が可能

放射線利用における**国民の安全確保と安心の醸成**に貢献  
放射線影響研究を進め、科学的データを収集・解析、**国民にわかりやすく配信**

## 環境放射線・放射能

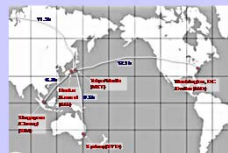
屋内ラドンによる被ばく



計測・数理モデルの研究

## どんな放射線をどれくらい受けるか

成田—ニューヨーク便  
(片道)で約0.06mSv



## 医学・産業利用放射線



医療被ばく実態の解析研究

## 環境への影響



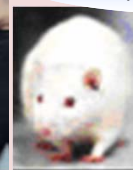
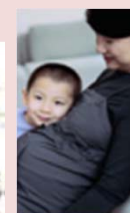
環境生物・生態系への影響の研究

## どんな影響がどれくらい現れるか

放射線の生体影響の  
メカニズムの解明



## 人体への影響



胎児、小児の放射線に  
対する感受性の研究

## リスクをどうみつめるか

リスク・  
コミュニケーション + 規制科学

## 社会への影響

放射線リスクについて国民が正しい認  
知をするための科学的情報を発信する



市民との対話セミナー

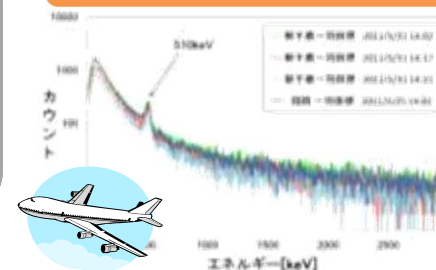


UNSCEAR ※報告書  
の日本語翻訳版を  
2月13日より  
有償頒布開始



東電福島第一原発周辺  
を飛行する民間航空機  
内のγ線エネルギー  
スペクトルを初めて実測

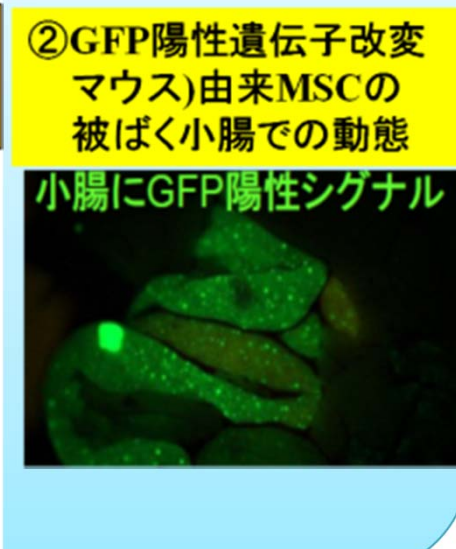
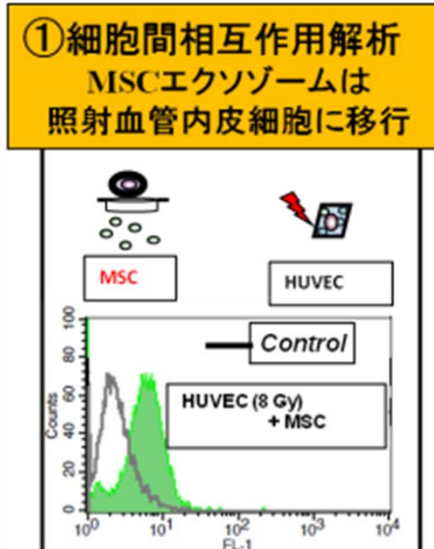
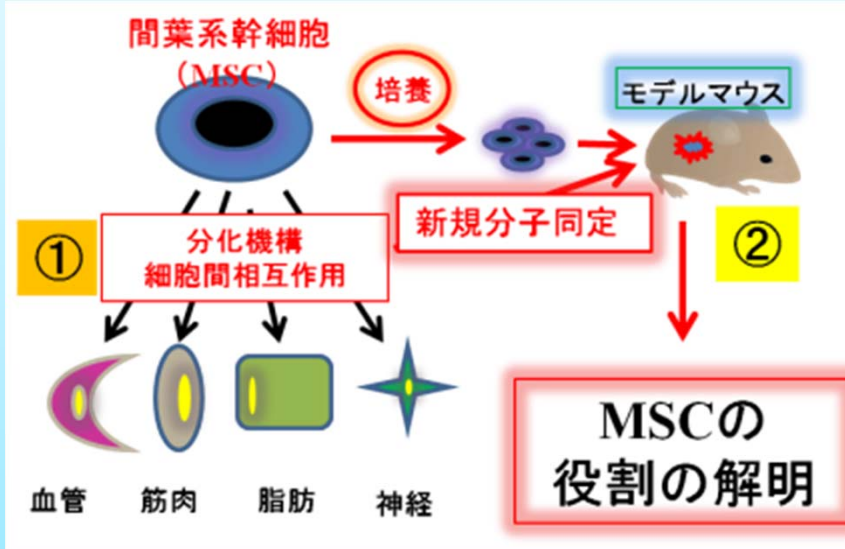
## 23年度トピックス



※原子放射線の影響に関する国連科学委員会



## 放射線複合障害に対する間葉系幹細胞再生医療研究

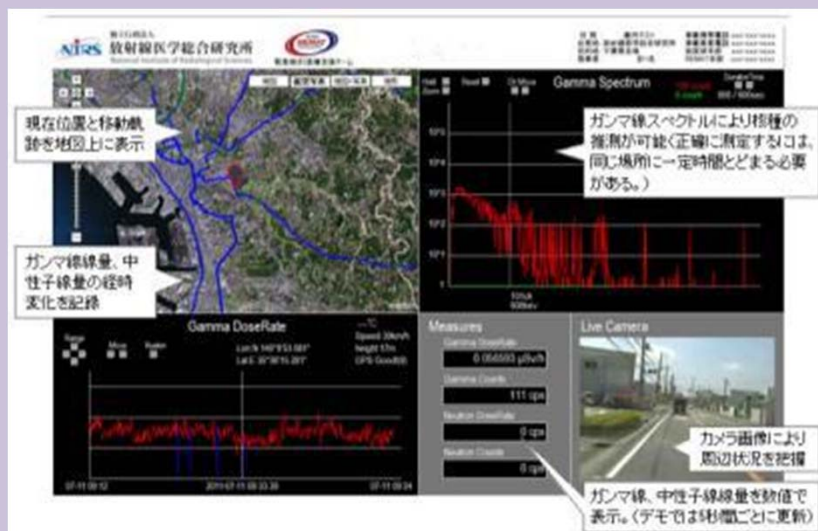


## 東電福島第一原発事故対応

## 緊急被ばく医療機関の中心としての体制の整備



### 革新的放射線モニタリングシステム 「ラジプローブ（仮称）」を開発



○緊急車両に放射線計測器を搭載し、**放射線量、エネルギーの情報、測定位置、現場映像を遠隔地の災害対策の拠点からリアルタイムに確認**できるシステムを開発

○初動対応者の被ばく低減化にも有効

○特定エリアの汚染状況も非常に容易に把握可能

### 革新的な放射線蛍光プラスチック 「シンチレックス」の開発に成功

※京都大学、帝人化成株式会社との産学連携



※写真は、紫外線ランプによる模擬実験の様子

シンチレックスは目に見える濃い青色の光を放つ

○現在製品化されている放射線測定用プラスチックシンチレータと同等以上の性能を持つ放射線蛍光プラスチックの開発に成功

○**従来の放射線検出器と比較して、検出部について10分の1以下の価格**で製造が可能

○安価で丈夫な個人線量計、汚染検査サーベイメーター等への利用に期待





# 東京電力（株）福島第一原子力 発電所事故への取組

# 放医研の活動状況



## 放医研のスタンス（基本思想）

- ・高度で専門的な医療を行う**3次被ばく医療機関としての機能**
- ・**放射線計測、防護、影響、医療のプロ（専門家）として現場重視**

### 1. 緊急被ばく医療

○福島第一原子力発電所事故対応要員（自衛隊員1名、作業員10名）について、線量評価・除染を実施

（3月14日、25日、5月30日、6月10日、20日、24日、7月1日）

○全国の大学病院をはじめとする医療機関と連携

⇒ 万が一高線量被ばく患者が多数発生時にも対応：  
**緊急被ばく医療体制を構築**



被ばく患者受け入れの様子  
（写真は研修時のもの）

### 2. 専門家の派遣

現地へ向かう専門家  
（放医研ヘリポートにて）



○H24年3月末までに延べ250名以上の職員を原子力災害現地対策本部（福島県）へ派遣。  
主な派遣先：オフサイトセンター、Jヴィレッジ、一時帰宅中継ポイントなど

○国への支援（政府事故対策本部、文部科学省、経済産業省、原子力安全委員会、内閣官房等）へ派遣

## 3. 被ばく医療への支援

- 体表面汚染検査（スクリーニング）  
復旧作業員、防災業務従事者等に対して実施  
H24年3月末までに2,400名以上を測定
- 福島県の県民健康管理調査への協力
- 被ばく医療機関等のWBC校正の実施



放射線測定の様子  
(放医研にて)

放射線被ばくの健康相談窓口  
**043-290-4003**  
(対応時間 9:00～17:00)



健康相談電話対応の様子



ホームページ  
での情報公開

## 4. 放射線に関する知識・情報の提供

- 放射線被ばく健康相談電話窓口  
H24年3月末までに17,000件に対応：主な質問内容を、放射線被ばく等に関する情報と併せてわかりやすくホームページ上に公開
- 講演会
  - ・子どもを持つ母親等、放射線影響を心配する住民を中心に実施
  - ・自治体からの講師派遣依頼にも対応
  - ・H24年3月末までに466件に対応
- その他、支援業務等を含め、常勤職員468人（H24年4月1日現在）中、最大1日あたり100人以上が震災対応業務に従事

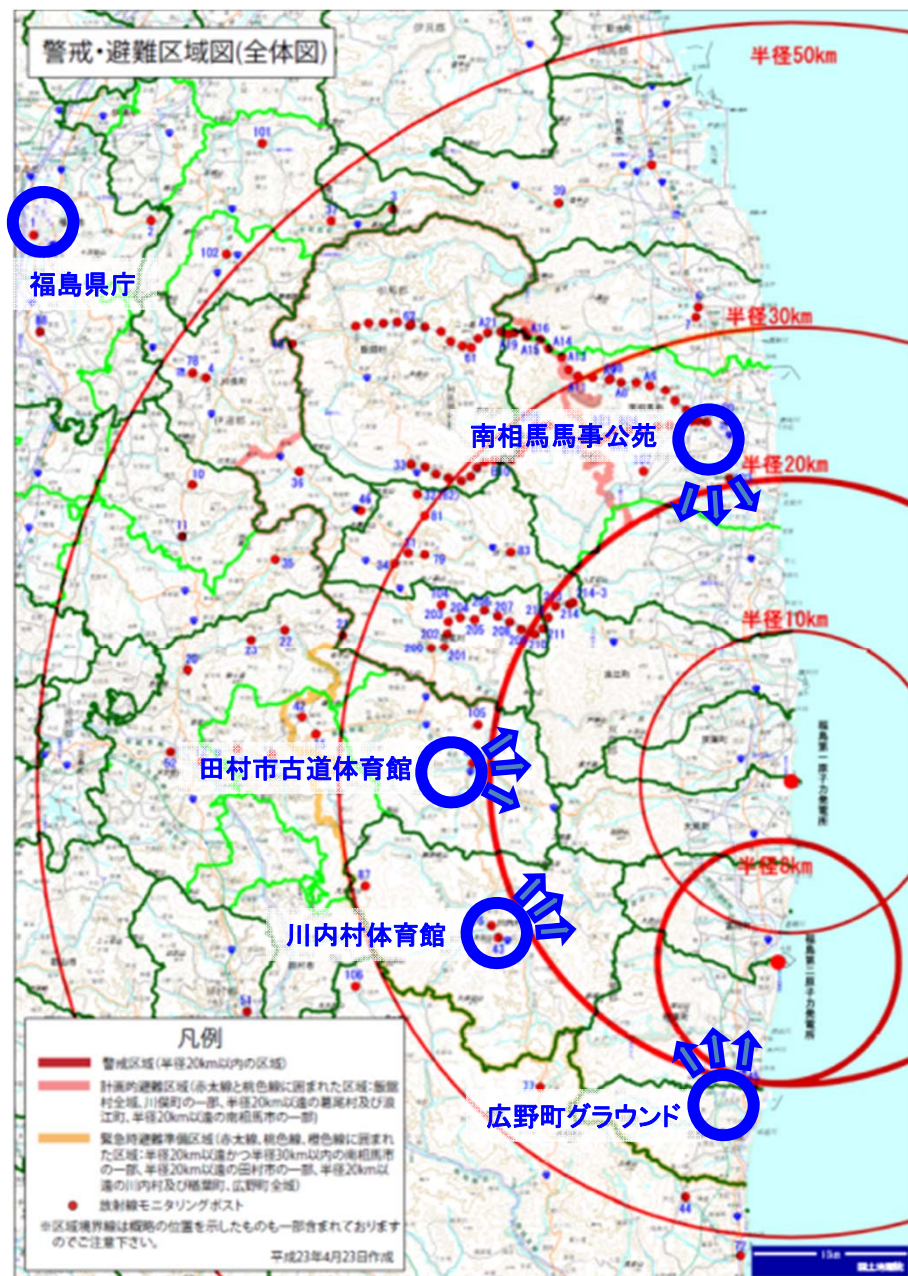


講演会の様子



マスコミ対応の様子  
(記者会見)





## 【放医研からの派遣協力】

医師・看護師・放射線管理要員

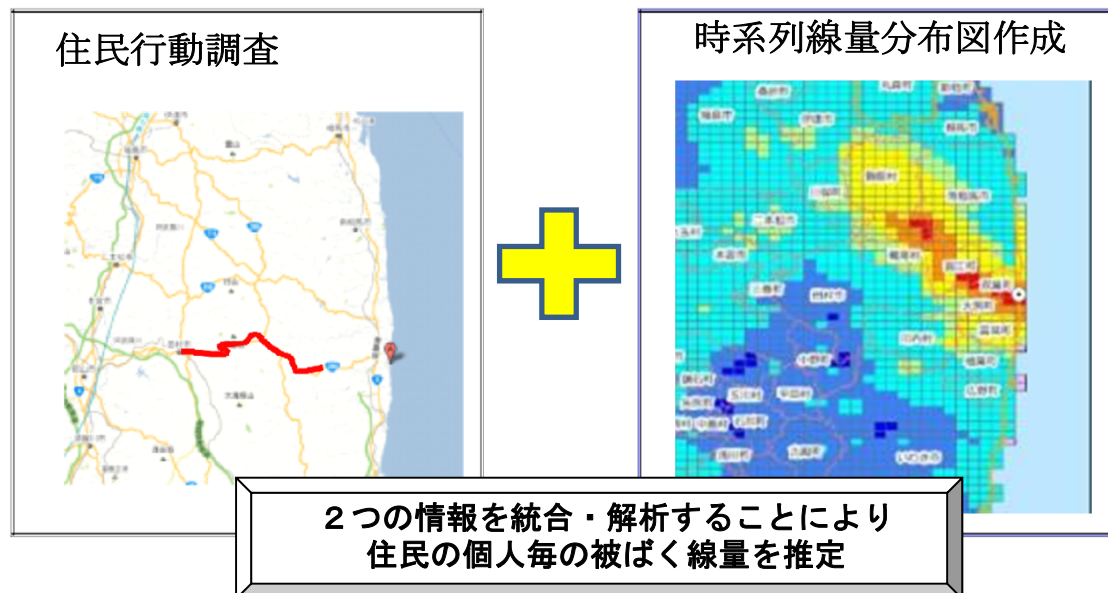
- ・除染エリアマネジメントとその指導
- ・救護・除染エリア設営指導
- ・汚染検査技術指導
- ・健康留意点説明・指導
- ・医療資機材関係準備、指導
- ・傷病者対応
- ・一時立入プロジェクト協力機関(JAF)職員への講習会

関係機関(広大、弘大等)からの一時立ち入りプロジェクト協力人員を調整

## 県民健康管理調査への協力

### 外部被ばく線量の推計

○県が調査した全県民を対象にした原発事故発生直後からの各個人の行動パターンについて、線量推計システムに入力し、個人の外部被ばく線量を評価



### 内部被ばく線量評価のための基礎調査

- 住民に対する内部被ばく線量評価のための手法検討調査を実施
- 福島県主催「内部被ばく検査の結果に関する説明会」※
- 検査結果の見方説明、個別相談（希望者）を実施



※平成23年7月23日、29日、30日及び9月9日～9月11日



# 放医研が持つ海外ネットワークを活用した研修

## 2011 NIRS-IAEA-REAC/TS Training Course: International Medical Management of Radiation Incidents



- 開催期間： 平成23年8月23日～26日（4日間）
- 主 催： 放射線医学総合研究所（**放医研**）  
米国放射線緊急時支援センター/訓練施設（[REAC/TS](#)）
- 協 賛： 米国エネルギー省（DOE）、国際原子力機関（[IAEA](#)）
- 対 象： 被ばく医療従事者（医師、看護師、診療放射線技師）  
初動対応者（警察・消防・自衛隊等）、防災担当者等
- 言 語： 英語
- 参 加： 24人、オブザーバー4名
- 特 徴：
  - ・ [REAC/TS](#)が米国内で開催している被ばく医療セミナー
  - ・ [IAEA](#)と**放医研**の専門家も講師として参加→被ばく医療従事者への幅広い研修機会を提供



# Symposium on the Accident of TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station

-What was seen and not seen by Others?-

開催日： 平成23年8月26日（金）

主催： 放射線医学総合研究所  
米国放射線緊急時支援センター/訓練施設(REAC/TS)

協賛： 米国エネルギー省(DOE)&国際原子力機関(IAEA)

対象： 日本在住の外国人、および日本人(専門家&一般)  
→ 駐日外国大使館、海外研究機関等からの関心  
(所外事前申し込み者73名中、17名が外国関係者)

内容： 東電(株)福島第1原発事故に端を発する様々な事象  
→ 日本国内で今、何が問題となり、何が起きているのか？

「国内」専門家(=放医研)からの情報発信

「海外」専門家(=REAC/TS & IAEA)による分析

参加者全員による意見交換



## <テーマ>

- ・ 発災以降現場(福島県)の緊急被ばく医療体制とその課題
- ・ 環境と食品の汚染
- ・ 公衆対応、学校が抱える課題





## 緊急時支援から復興支援へ

### 第3期中期計画の着実な実施

重粒子線治療の国際展開

放射線関連技術の標準化

- ・ PET薬剤、WBC等

防災基本計画等の見直しに伴う対応

- ・ 指定公共機関としての責務
- ・ 緊急時被ばく医療体制の維持

国際協力、国際貢献

### 福島復興支援

長期被ばく影響、環境影響調査

原発事故の復旧作業員等の健康調査

科学的に正しい情報を正しく発信

福島復興に向けた医療分野への技術支援



An aerial photograph of a city, likely Tokyo, with Mount Fuji visible in the distance under a clear blue sky. The city is densely packed with buildings and green spaces. A semi-transparent text box is overlaid on the upper left portion of the image.

**放医研の基本理念：**

**放射線科学を通じて、  
人々の健康と、安全で安心な社会づくりに貢献します**

独立行政法人  
**放射線医学総合研究所**