

# 福島研究開発部門の今

福島研究開発拠点

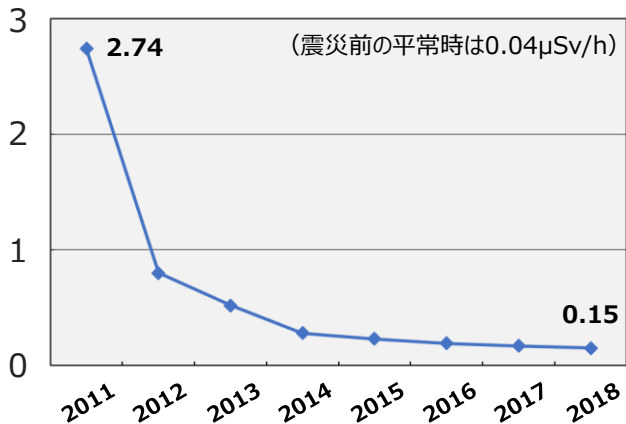
中井 俊郎

# 福島の実況 (1)

## 空間線量率

### 福島市における空間線量率の推移

単位：マイクロシーベルト/時 (μSv/h)



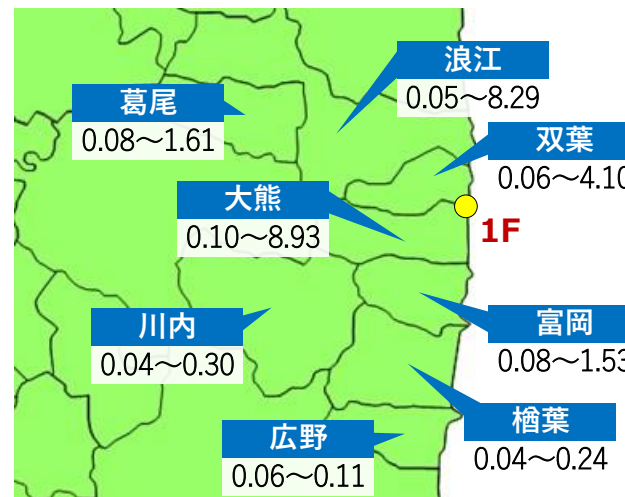
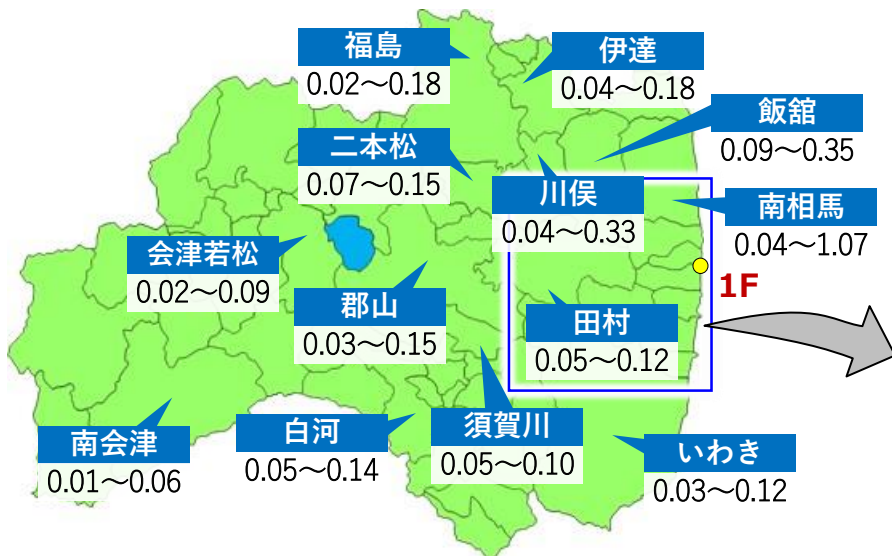
※福島県「県内7方部環境放射線測定結果」をもとにJAEAが作成  
毎年4月1日0:00時点の数値

### 世界各地の空間線量率

地域	空間線量 [μSv/h]
東京都新宿区	0.04 (2018.7.1 時点)
ニューヨーク	0.05 (2018.1.23 時点)
ソウル	0.12 (2018.1.25 時点)
北京	0.07 (2018.1.25 時点)
シンガポール	0.10 (2018.1.24 時点)
ベルリン	0.07 (2018.1.24 時点)
パリ	0.04 (2017.10.15時点)

※福島県「ふくしま復興のあゆみ (第24版)」をもとにJAEAが作成

### 福島県内の空間線量率 (2019.1)



単位：マイクロシーベルト/時

※福島県「平成30年度県内各市町村環境放射線測定結果 (平成31年1月)」(H31.2.1掲載)をもとにJAEAが作成  
平成31年1月1日から31日の間に各市町村において測定された最小及び最大の値

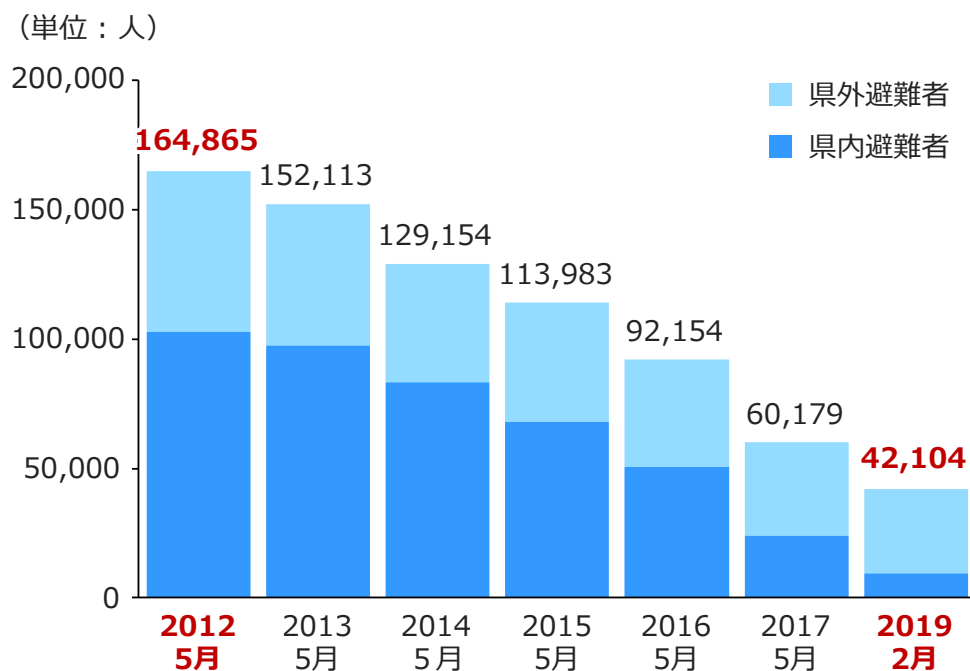
# 福島の実況 (2)

## 避難者数 / 避難指示区域

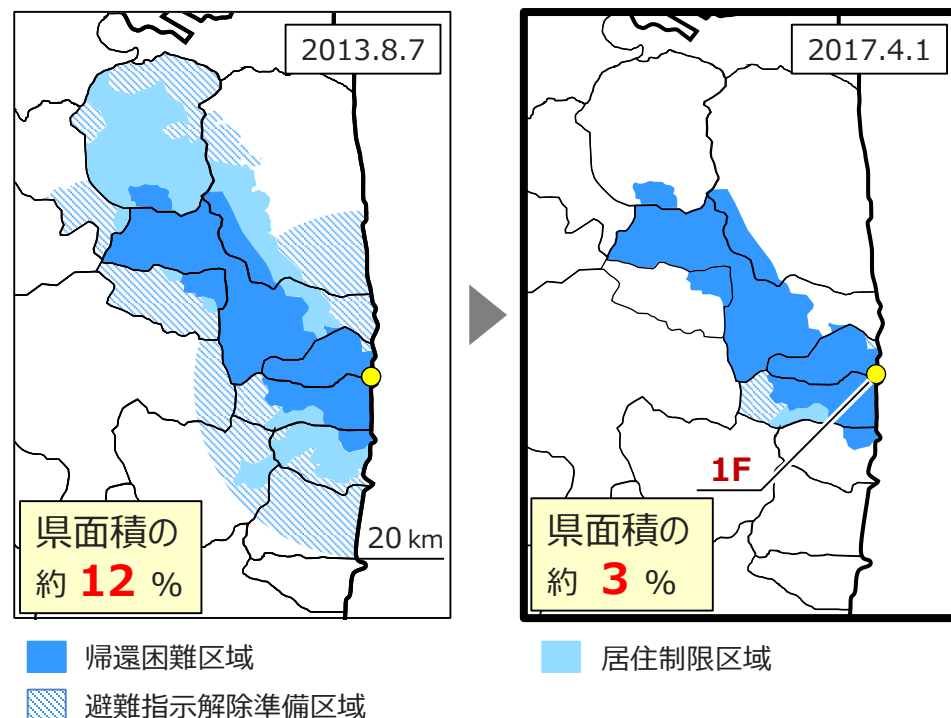
避難者数は、2012年5月の16万4,865人をピークに減少を続けており、2019年2月時点で約4万2千人の方々が避難を継続

避難指示区域 (帰還困難区域を除く。) に出されていた避難指示の大部分は解除

### 避難者数の推移



### 避難指示区域の遷移

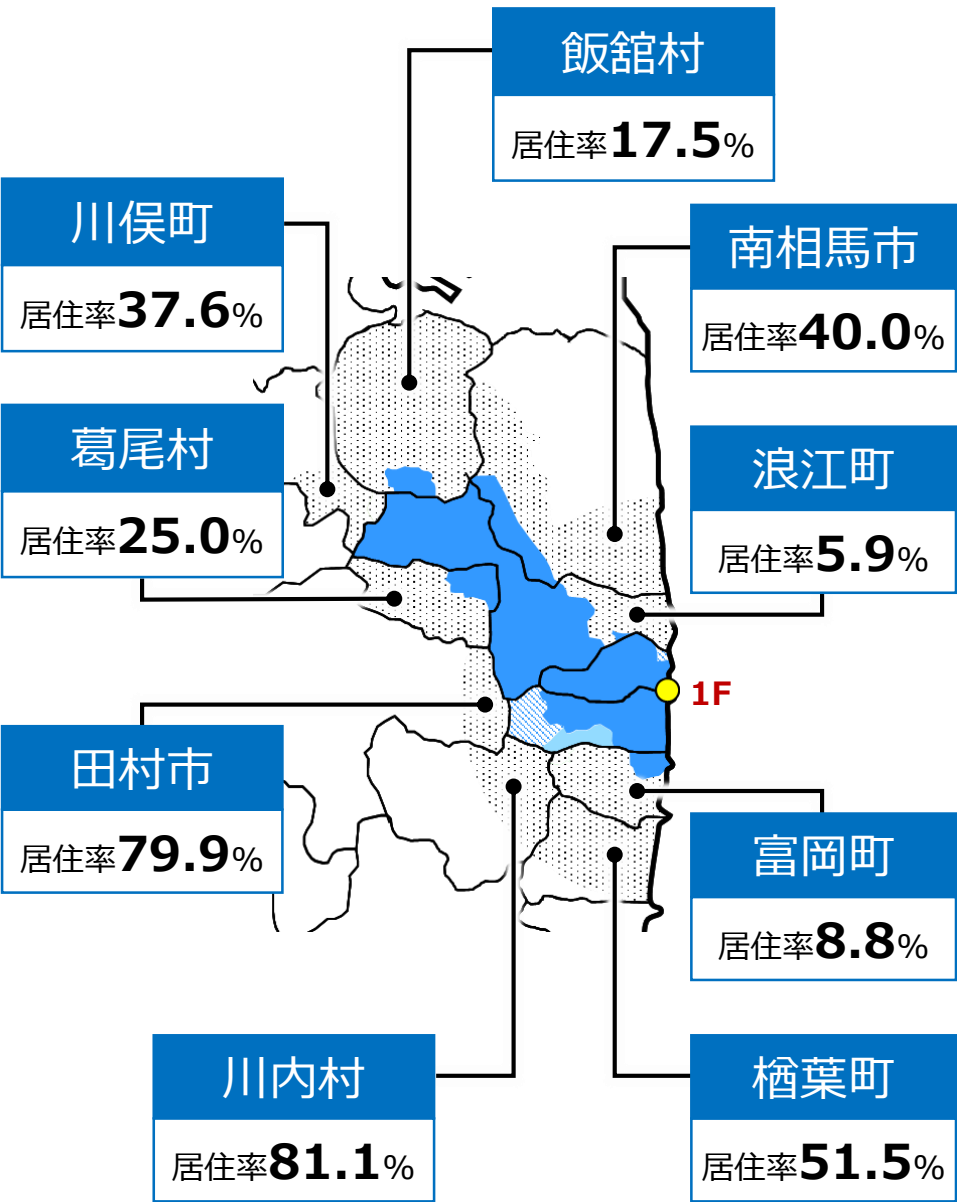


※福島県「ふくしま復興の歩み (第24版)」及び最新の被害状況即報 (1750報、H31.2.5掲載) をもとにJAEAが作成

※経済産業省「これまでの避難指示等に関するお知らせ」(2013年8月7日及び平成29年4月1日時点) をもとにJAEAが作成 (2019年1月17日に利用) ([http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hinan\\_history.html](http://www.meti.go.jp/earthquake/nuclear/hinan_history.html))

# 福島の現状（3）

## 楡葉町・富岡町・大熊町の状況



楡葉町	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 小中学校再開 (H30.4)</li> <li>・ 商業施設「ここなら笑店街」開業 (H30.7)</li> <li>・ Jヴィレッジ 一部再開 (H30.7.28)</li> <li>・ H31.4 全面再開予定</li> <li>・ H31.4 平成最後の新駅開業予定</li> <li>・ H31.3 ならはスマートIC 運用開始予定</li> <li>・ H31.4 ならはスカイアリーナ 運用開始予定</li> </ul>
富岡町	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>特定復興再生拠点区域復興再生計画認定 (H30.3)</b></li> <li>・ 商業施設「さくらモールとみおか」開業 (H30.3)</li> <li>・ 福島県立ふたば医療センター開院 (H30.4)</li> <li>・ 小中学校再開 (H30.4)</li> <li>・ 東京電力廃炉資料館オープン (H30.11.30)</li> </ul>
大熊町	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ <b>特定復興再生拠点区域復興再生計画認定 (H29.11) 復興拠点：大川原地区</b></li> <li>・ H31.3 大熊IC 運用開始予定</li> <li>・ H31春 大川原地区の新庁舎運用開始予定</li> <li>・ H31春 一部避難指示区域解除予定</li> </ul>

■ 帰還困難区域   
 ■ 居住制限区域   
  避難指示解除準備区域  
 避難指示が解除された区域

※居住率は2018年11～12月時点のもの

# 1Fの現状

## 福島第一原子力発電所1～4号機

**1号機**：オペフロ上部に燃料取り出し専用カバーを設置予定

- 2018.1 オペフロのガレキ撤去を開始
- 2018.9 SFP\*保護等準備作業 (Xブレース撤去) 開始



オペフロ上のガレキ撤去開始  
(2018.1.22)

ガレキ撤去に際し、ガレキ等のSFPへの落下を防止するためSFP保護等を実施予定



Xブレース撤去作業開始  
(2018.9.19)

**3号機**：燃料取扱機等の不具合に伴い工程精査・見直し中

- 2015.11 使用済燃料プール内の大型ガレキ撤去
- 2018.2 燃料取り出しカバー設置



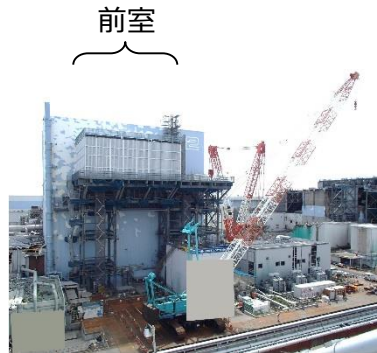
使用済燃料プールからの燃料交換機撤去  
(2015.8.2)



燃料取り出しカバー設置  
(2018.2.21)

**2号機**：建屋上部解体後、カバー（又はコンテナ）を設置予定

- 2018.6 オペフロ内へのアクセスのため前室／開口部設置
- 2018.11 オペフロ内残置物移動・片付作業完了



前室設置状況 (注1)  
(2017.5.9)



オペフロ内  
残置物移動・片付前  
(2018.8.18)



オペフロ内  
残置物移動・片付後  
(2018.11.6)

注1) 出典 平成29年5月26日開催 廃炉・汚染水対策チーム会合／事務局会議 (第42回) 資料

**4号機**：使用済燃料プールから燃料取り出し完了

- 2013.11 使用済燃料プールから燃料取り出し作業開始
- 2014.12 燃料取り出し完了



建設中の燃料取り出しカバー  
(2013.5.29)

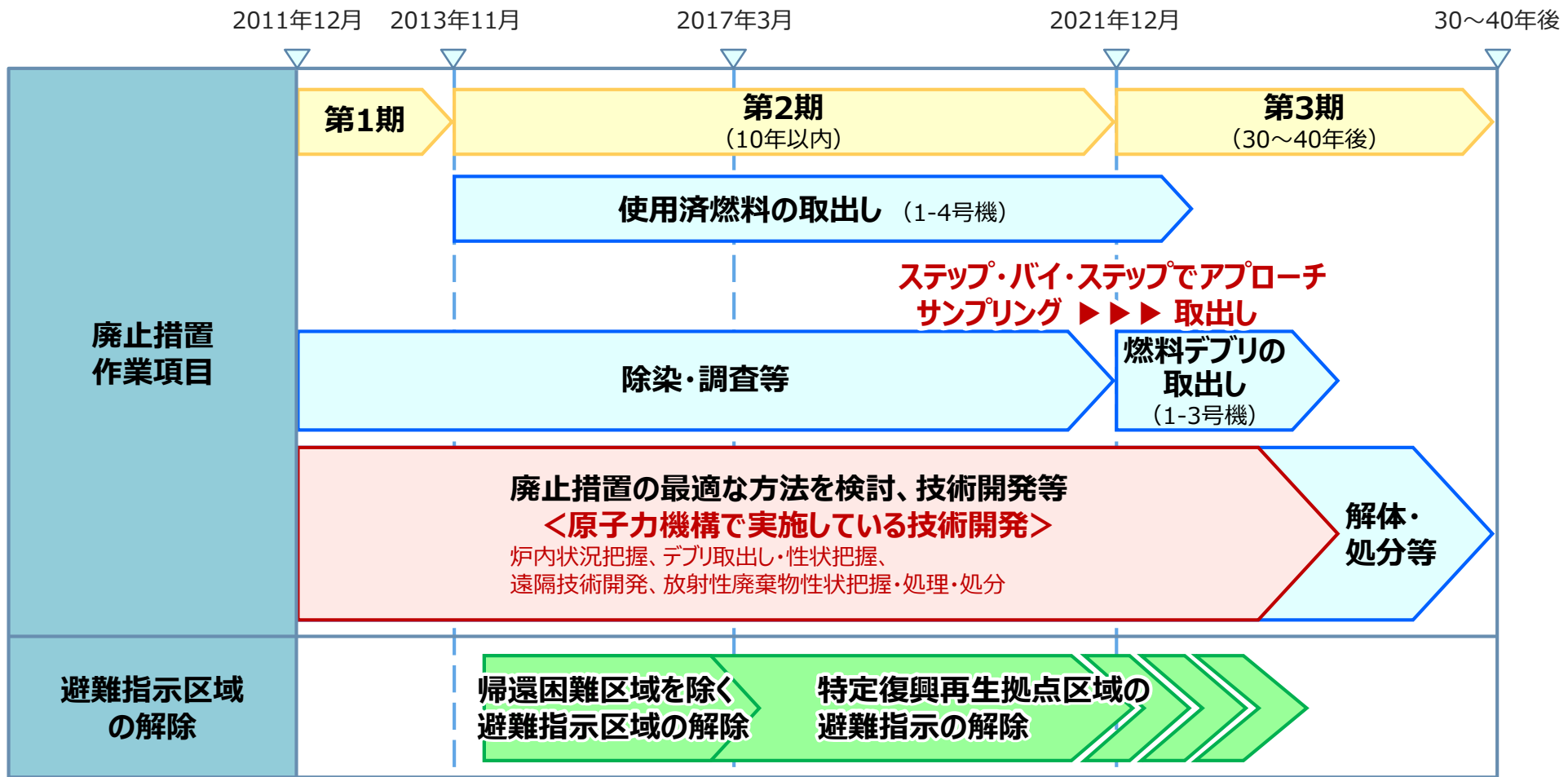


使用済燃料プールからの燃料取り出し  
(2014.12.20)

※出典：東京電力ホールディングス (<https://photo.tepco.co.jp/>)

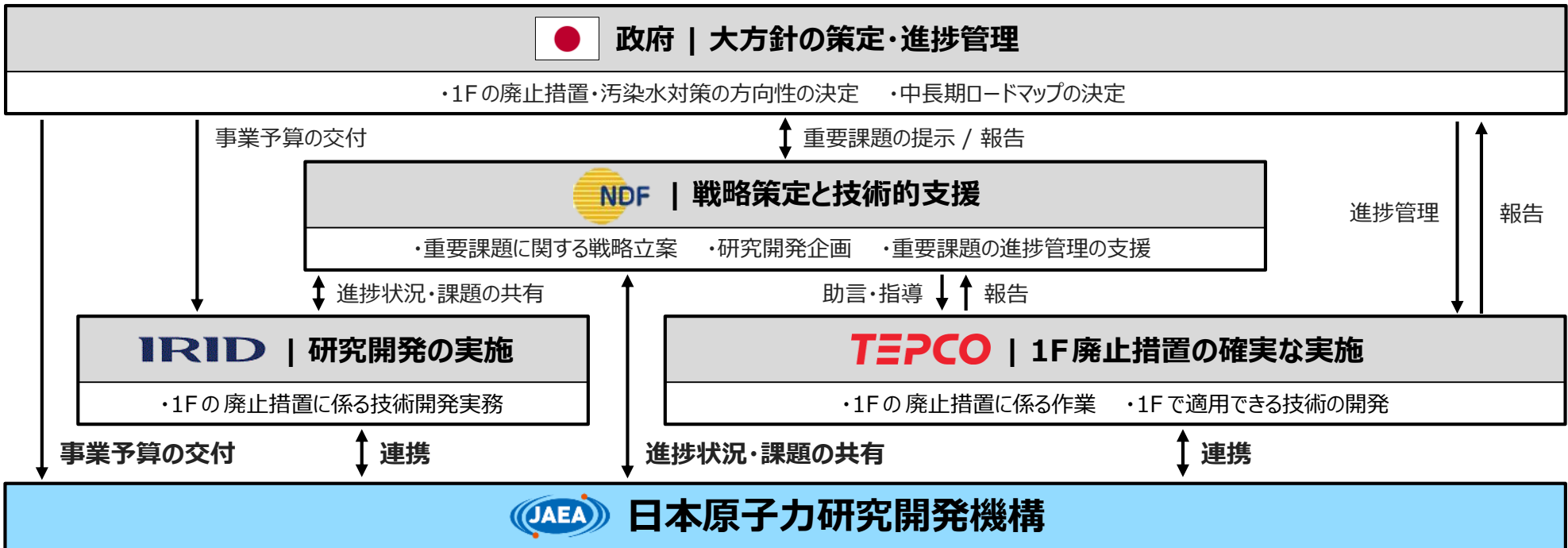
# 1Fの廃止措置作業等のロードマップ

原子力機構では、1Fの廃止措置等に向けた中長期ロードマップの工程と整合性を取りつつ、研究開発を着実に実施中



# 1Fの廃止措置に向けた研究開発体制

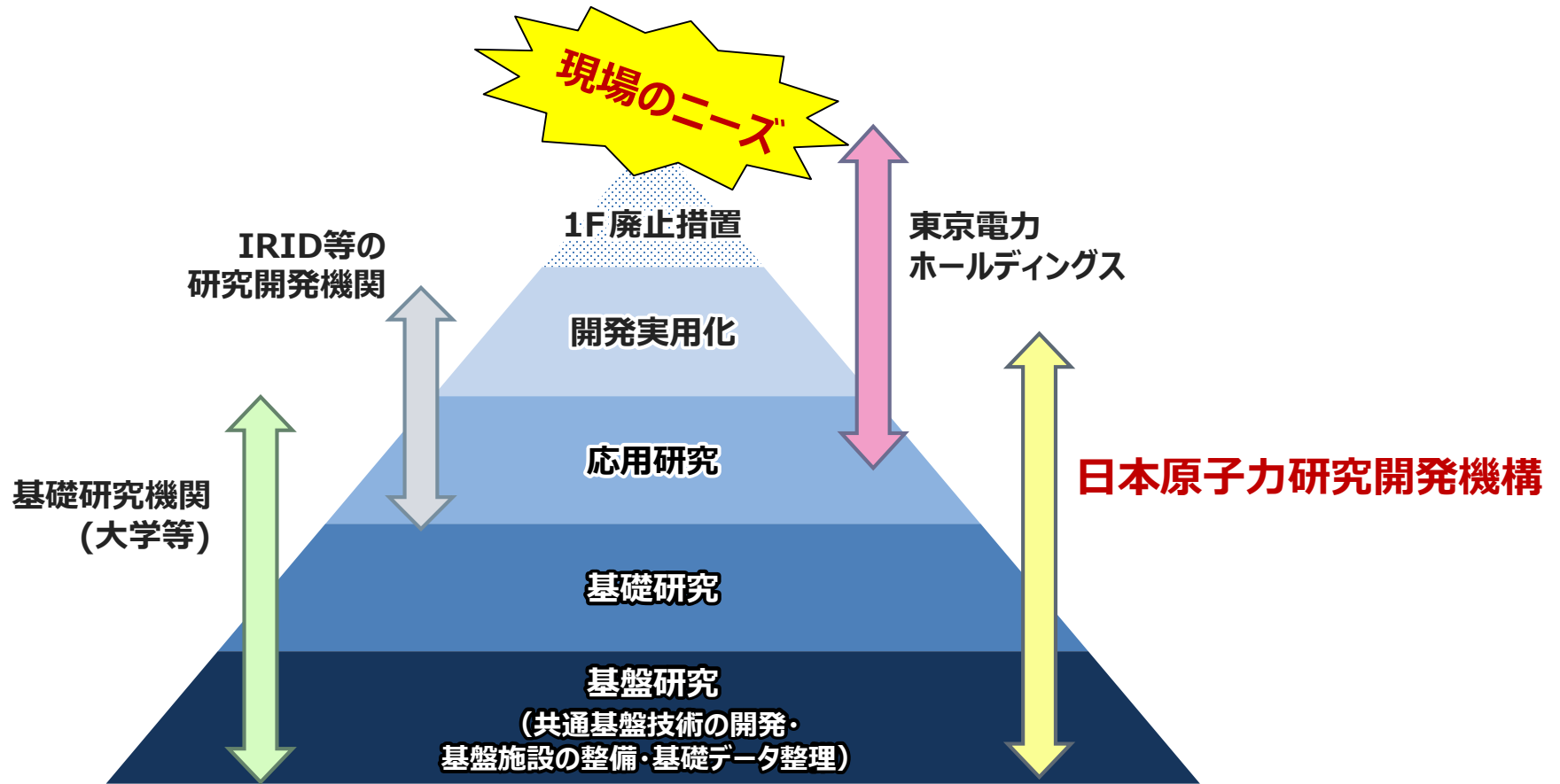
原子力機構では、1Fの廃止措置に係る関係機関と連携・協力し、国内外の英知を結集した研究開発を実施中



※NDF： 原子力損害賠償・廃炉等支援機構 (Nuclear Damage Compensation and Decommissioning Facilitation Corporation)  
 IRID： 技術研究組合 国際廃炉研究開発機構 (International Research Institute for Nuclear Decommissioning)  
 TEPCO： 東京電力ホールディングス株式会社 (Tokyo Electric Power Company)

# 研究開発機関の役割分担

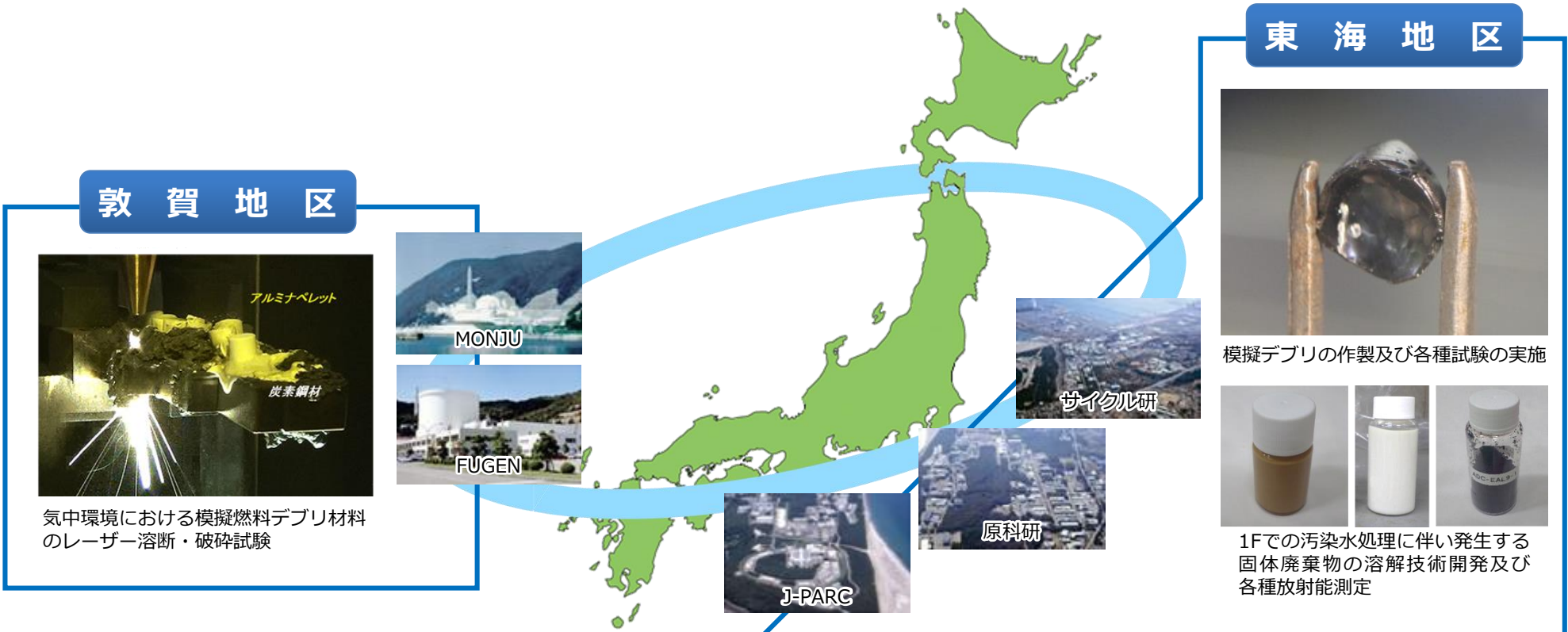
1Fの廃止措置に係る研究開発においては、基礎・基盤研究から応用研究、開発・実用化に至るまで多様な機関が連携



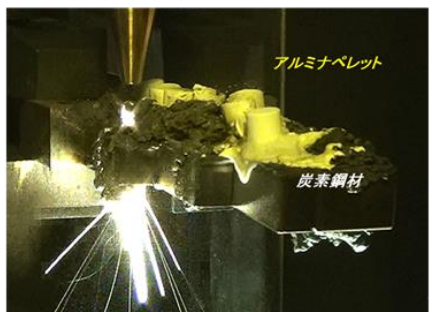
原子力損害賠償・廃炉等支援機構「東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所の廃炉のための技術戦略プラン2017概要版(2017.8.31)」をもとに作成  
 (http://www.dd.ndf.go.jp/jp/strategic-plan/book/20170831\_SP2017OV.pdf) (2018年7月25日に利用)



# 原子力機構における1F廃止措置に向けた取組み例



## 敦賀地区



アルミナベレット  
炭素鋼材  
気中環境における模擬燃料デブリ材料のレーザー溶断・破碎試験



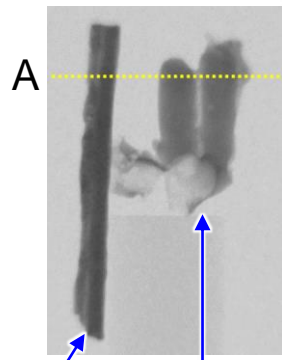
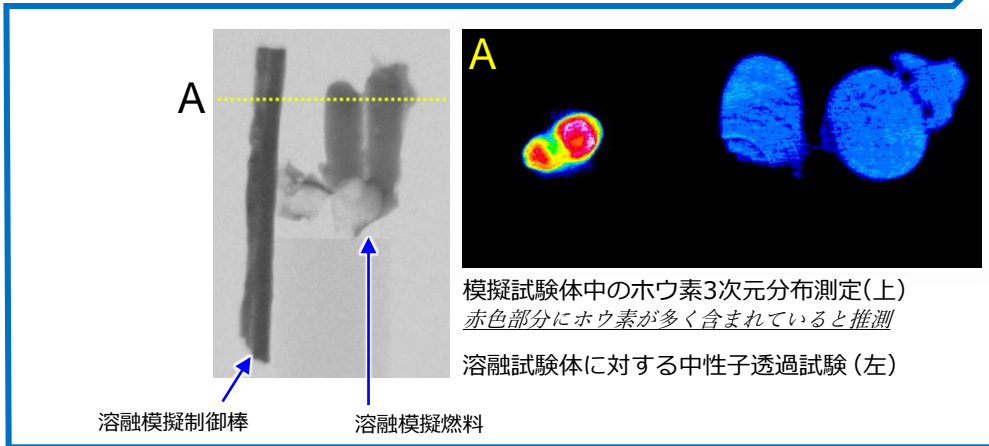
## 東海地区



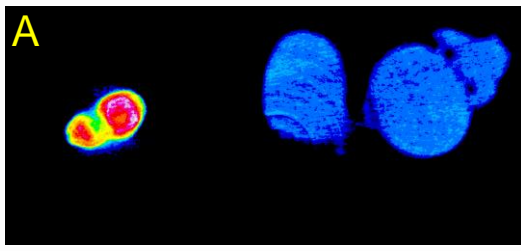
模擬デブリの作製及び各種試験の実施



1Fでの汚染水処理に伴い発生する固体廃棄物の溶解技術開発及び各種放射能測定

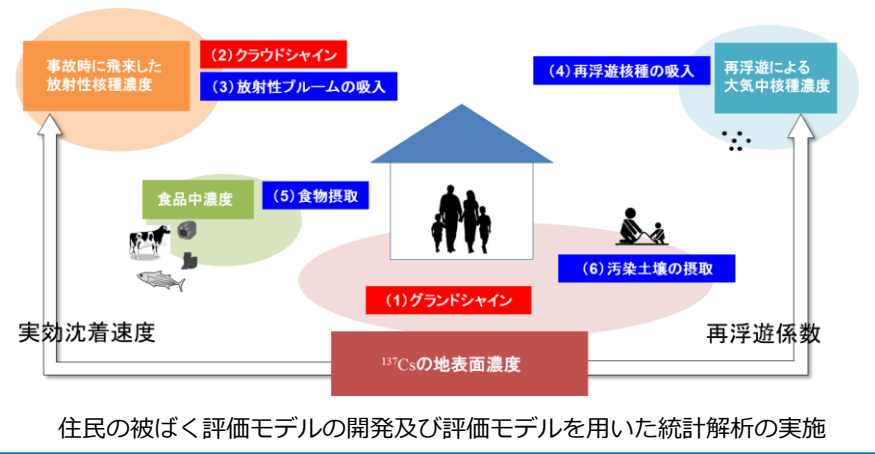


溶融模擬制御棒



模擬試験体中のホウ素3次元分布測定(上)  
赤色部分にホウ素が多く含まれていると推測  
溶融試験体に対する中性子透過試験(左)

溶融模擬燃料



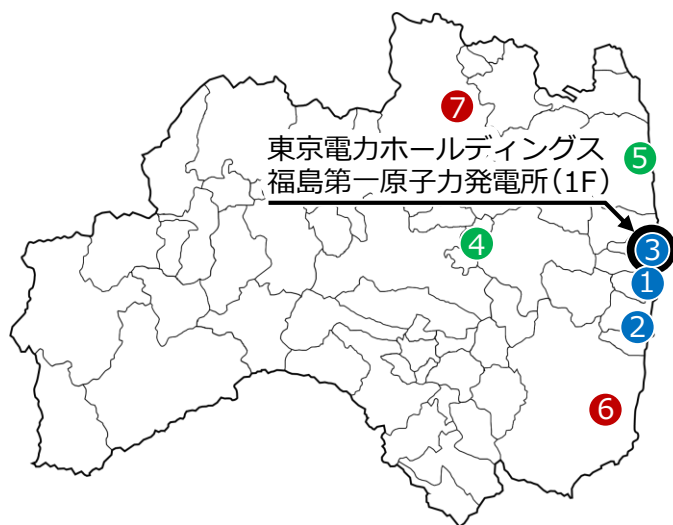
- (1) グランドシャイン
- (2) クラウドシャイン
- (3) 放射性ブルームの吸入
- (4) 再浮遊核種の吸入
- (5) 食物摂取
- (6) 汚染土壌の摂取

住民の被ばく評価モデルの開発及び評価モデルを用いた統計解析の実施

# 福島研究開発部門の研究開発拠点

## 福島研究開発部門

### 福島研究開発拠点



- ① 廃炉国際共同研究センター 【富岡町】
- ② 楡葉遠隔技術開発センター 【楡葉町】
- ③ 大熊分析・研究センター 【大熊町】
- ④ 福島環境安全センター 【三春町】 ※
- ⑤ 福島環境安全センター 【南相馬市】 ※
- ⑥ いわき事務所 【いわき市】
- ⑦ 福島事務所 【福島市】

### ① 廃炉国際共同研究センター

国内外の英知を結集し、安全かつ確実に廃止措置等を実施するための研究開発と人材育成等



### ② 楡葉遠隔技術開発センター

廃止措置推進に必要不可欠な遠隔操作機器の開発及びロボット開発のための施設利用等



### ③ 大熊分析・研究センター

廃止措置推進に必要不可欠な放射性物質の分析・研究を行う施設の整備等



### ④ ⑤ 福島環境安全センター

環境における放射線状況の把握、環境回復に向けた研究開発



※ 福島県が整備した福島県環境創造センター（三春町）、同環境放射線センター（南相馬市）に入居し活動

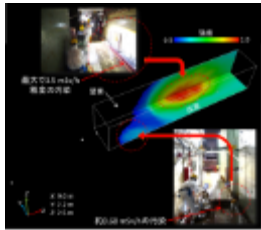
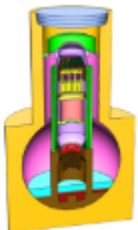
# 福島研究開発部門の取組み

## 業務の方針（中長期計画の抜粋）

福島第一原子力発電所事故（1F）により、同発電所の**廃止措置や環境回復等、世界にも前例のない困難な課題が山積**しており、これらの解決のための研究開発の重要性は極めて高い。このため、人的資源や研究施設を最大限に活用しながら、エネルギー基本計画等の国の方針や社会のニーズ等を踏まえ、**廃止措置や環境回復等に係る研究開発を確実に実施するとともに、研究開発基盤を構築**する。

### 廃止措置に向けた研究開発

- 中長期ロードマップに基づく研究開発
- 現場ニーズを踏まえた基礎基盤研究開発
  - 燃料デブリの取り扱い
  - 放射性廃棄物の処理処分
  - 事故進展シナリオ解明
  - 遠隔操作技術 等



### 環境回復に係る研究開発

- 福島復興再生基本方針に基づく研究開発
  - 環境モニタリング・マッピングに関する技術開発
  - 環境動態に係る研究
  - 福島県環境創造センターでの連携協力



### 研究開発基盤の構築

- 梶葉遠隔技術開発センター、廃炉国際共同研究センター国際共同研究棟の運用継続
- 放射性物質の分析・研究施設（大熊分析・研究センター）の施設管理棟の運用開始、第1棟と第2棟の整備



### アウトカム

- 東京電力福島第一原子力発電所の廃止措置等の安全かつ確実な実施に貢献
- NDF等での廃炉戦略の策定や研究開発の企画・推進等を支援 等

### アウトカム

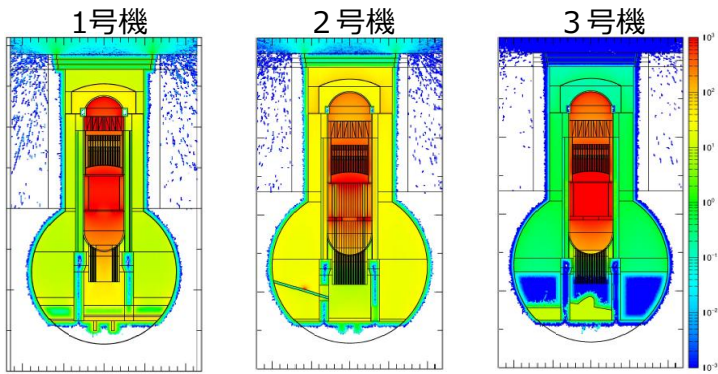
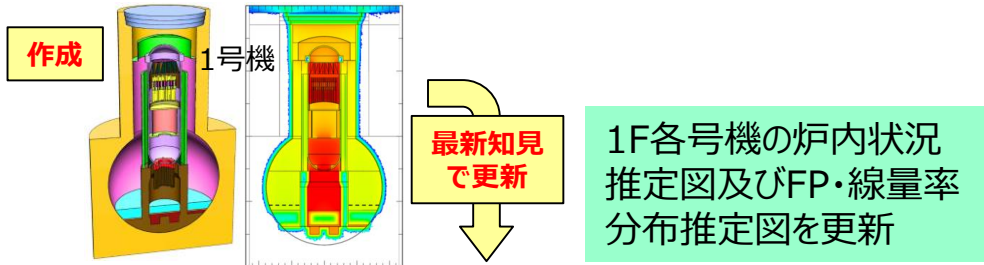
- 規制庁や環境省の安全対策検討や帰還に関する各自治体の計画立案等に貢献
- オフサイトの研究技術開発成果をオンサイトの1Fの廃止措置・汚染水対策等に適用 等

### アウトカム

- 国内外の研究機関や大学、産業界等との交流ネットワークを形成、産学官による研究開発と人材育成を一体的に推進 等

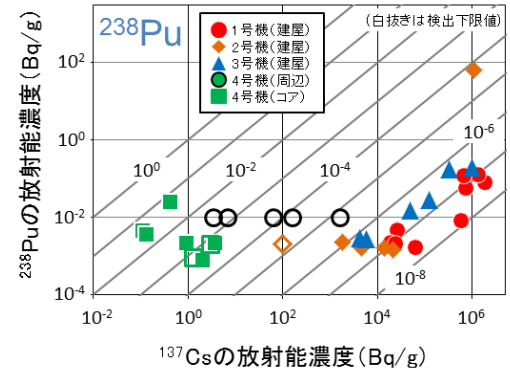
# 廃止措置に向けた研究開発例（1）

## 格納容器内の線量率分布評価



これまでの内部調査結果と数値計算を組み合わせで作成した各号機のPCV内線量率分布予測(2021年末)

## 廃棄物の汚染状況に関する分析、試験

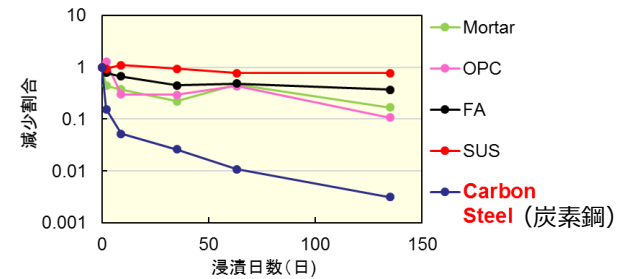


廃棄物の管理計画や今後の研究開発の計画に反映

### 瓦礫の試料から検出した Pu 濃度のデータ



錆が付着した炭素鋼



浸漬した材料の影響で低下した Pu の割合

### 汚染水に含まれる Pu の挙動を推定するための試験

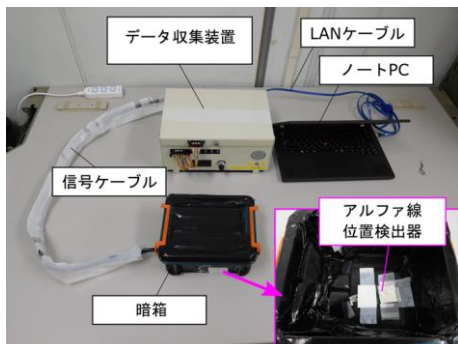
事故進展解析、模擬集合体による熔融試験、解析による炉内の線量率分布等を総合的に評価  
これまで不明だった 1～3号機の炉内の状況を具体的に推定

廃棄物が含有する放射能量（インベントリ）を精度よく推定するために、分析によってデータを蓄積するとともに、評価に役立つ基礎データを収集、整備

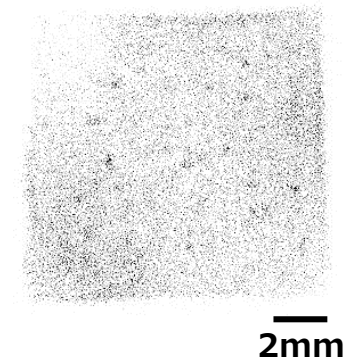
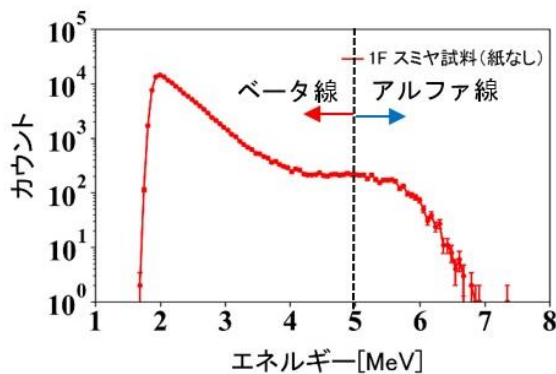
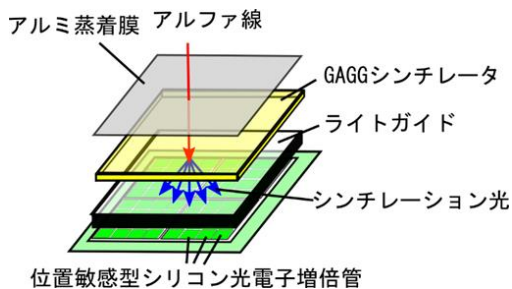
# 廃止措置に向けた研究開発例（2）

## α核種位置検出器の開発

(H31.2.22プレスリリース)



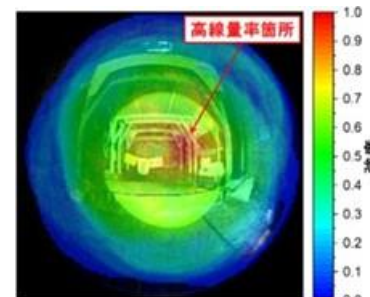
α核種位置検出器



スミヤ試料粒子分布の例

1F原子炉建屋内のスミヤ試料のα線測定による粒子の位置分布とスペクトルの調査手法の整備

## 遠隔放射線計測装置の開発



小型コンプトンカメラ（上）とカメラを搭載したロボット（下）

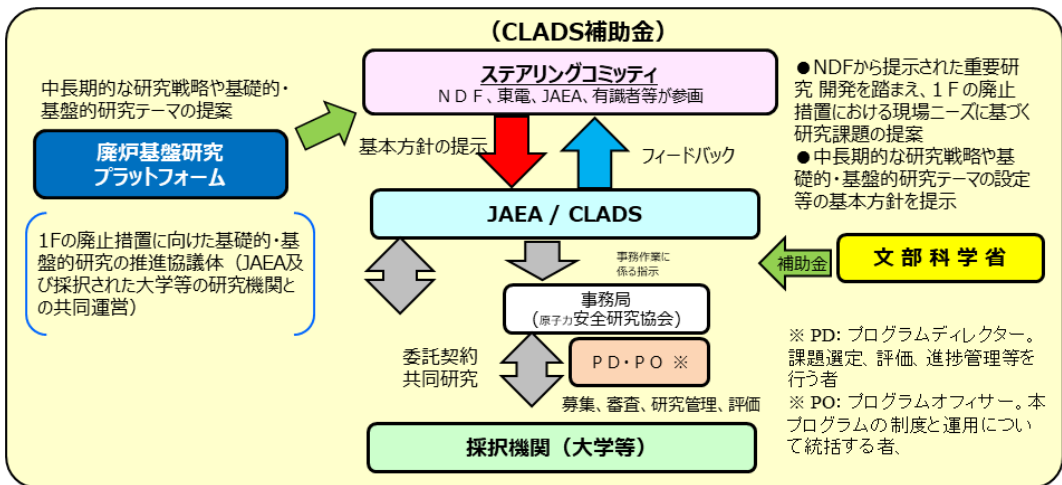


1号機原子炉建屋への適用 (H30.8.28プレスリリース)

1F原子炉建屋内の高線量率エリアの3次元放射線イメージング撮影に成功

# 廃炉研究等推進事業費補助金の創設

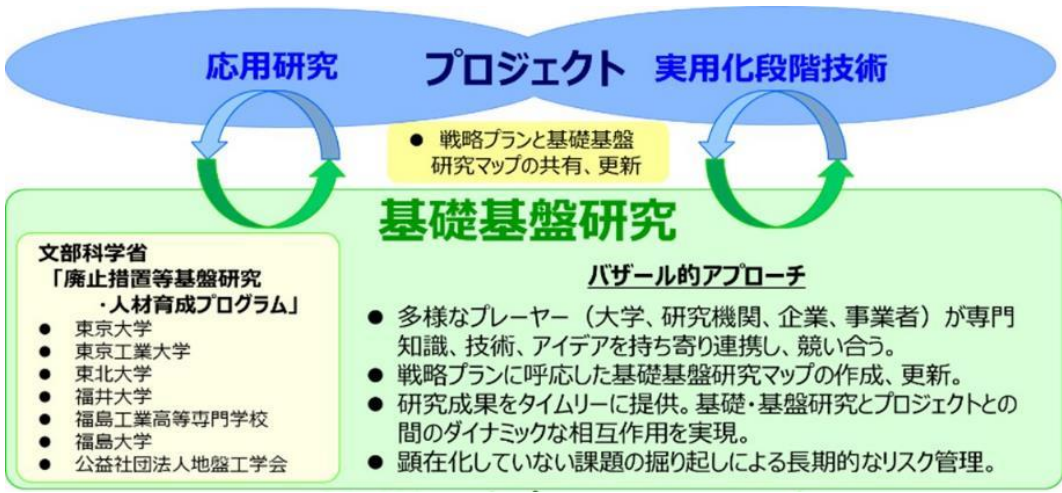
2018年度，JAEA/CLADSを中核に、1Fの廃止措置の現場ニーズを踏まえ、国内外の大学、研究機関等との基礎的・基盤的な**研究開発**及び**人材育成**の取組を推進することを目的に、「廃炉研究等推進事業費補助金」（以下、**CLADS補助金** という。）が、文部科学省により創設された



- ＜補助金の創設に伴うJAEAの取り組み＞
- 国内外の研究者の知見や研究成果の集約
  - CLADSとアカデミアとの連携強化
  - 研究開発・人材育成をCLADS主体で実施する体制を構築し、安定的かつ継続的な中長期的取組みを強化

## CLADS補助金 (2018.5.22 公募開始 ~ 9.28 採択)

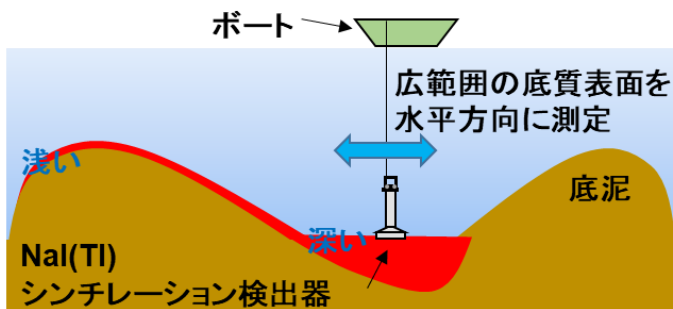
- ① **共通基盤型原子力研究プログラム**  
 (採択先: 東大、阪大、東工大、筑波大、岡大、芝浦工大、工芸大、木更津高専)  
 原子力学に係る共通基盤的な研究の他、情報処理等の原子力分野以外の技術に関するものも含めた共通基盤の構築に資する研究を推進
- ② **課題解決型廃炉研究プログラム**  
 (採択先: 東大、京大、東北大、九大、KEK)  
 NDF、TEPCO、JAEA等が示している廃炉に係る解決すべき課題のうち基礎基盤的な課題の解決に資する研究を推進
- ③ **国際協力型廃炉研究プログラム**  
 (日英原子力共同研究 | 採択先: 京大、茨大)  
 ・廃炉作業や事故廃棄物・燃料デブリの貯蔵・処理・処分等に貢献するリスク評価及び管理技術の研究を推進  
 ・事故炉の過酷環境下での安全な廃炉作業に貢献する先進的な遠隔操作/計測技術等の研究を推進



# 環境回復に係る研究開発例（1）

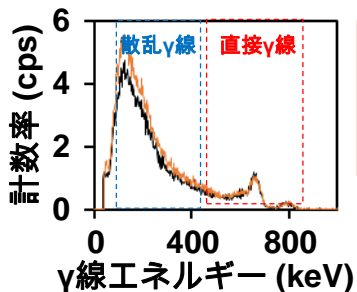
## 湖沼等の底質中の放射性セシウムの深さ分布の可視化

[ため池水底での測定イメージ]



広いため池を網羅的に面で測定できる

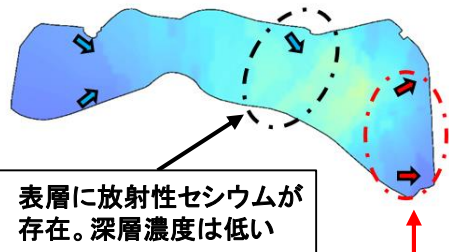
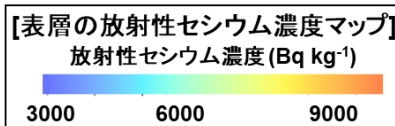
[放射性セシウムの深さ分布の測定イメージ]



γ線スペクトル上の二種類のγ線の計数率に着目

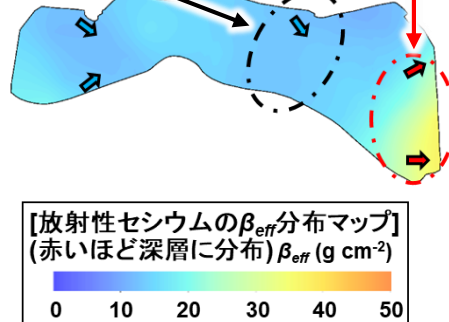
[測定結果]

・表層



深層に放射性セシウムが存在。表層濃度は低い

・深層



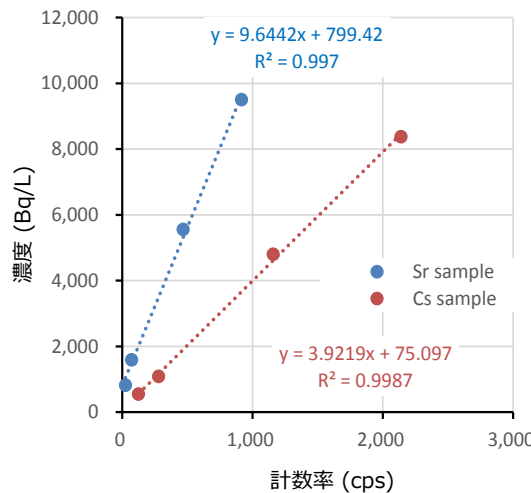
## プラスチックシンチレーションファイバ(PSF)による水中の放射性物質モニタリング技術



PSFの検出部



1Fの排水路の測定に適用



PSF計数率と汚染水濃度の直線性

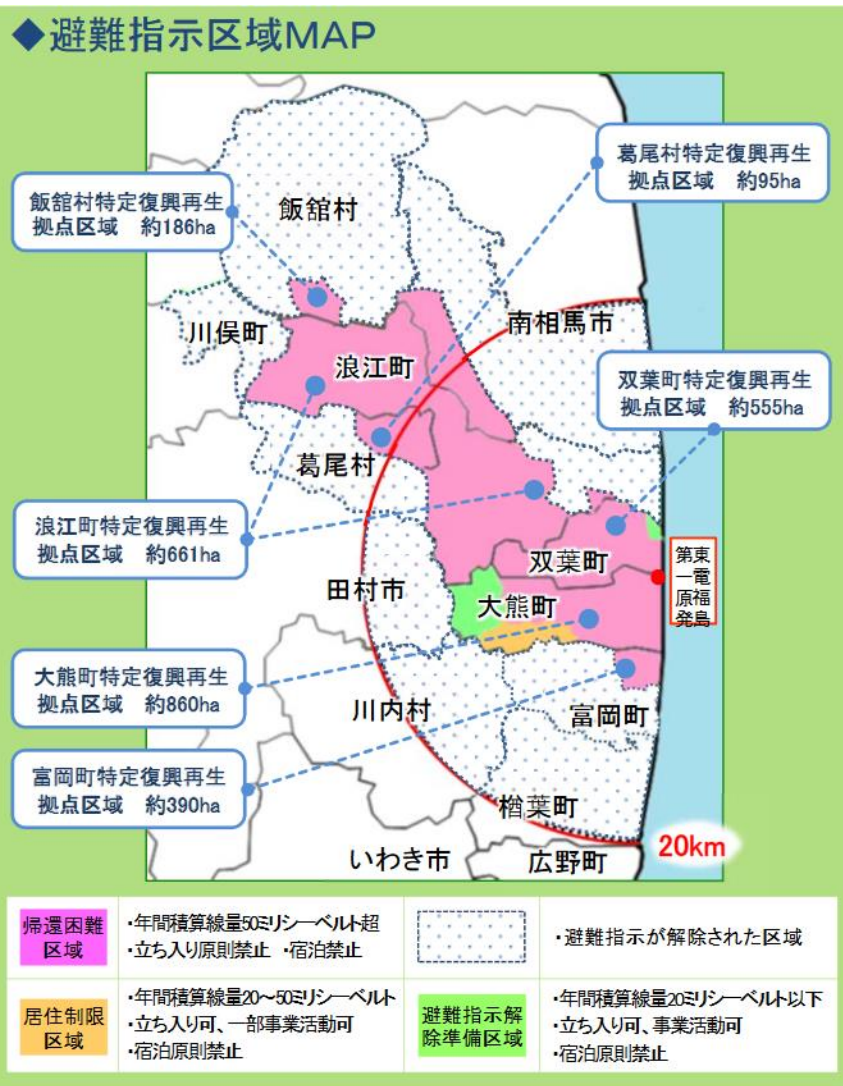
- 【主な改良点】
- 純β核種（Sr-90など）の検出用にファイバの被覆材を樹脂製に変更
  - ファイバ径とバンドル数、ファイバ長さを最適化し、高感度（下限値10Bq/L）での検出が可能

ため池底の放射性セシウム蓄積状況をサンプルを採取することなく現場で直接的に把握する手法を開発

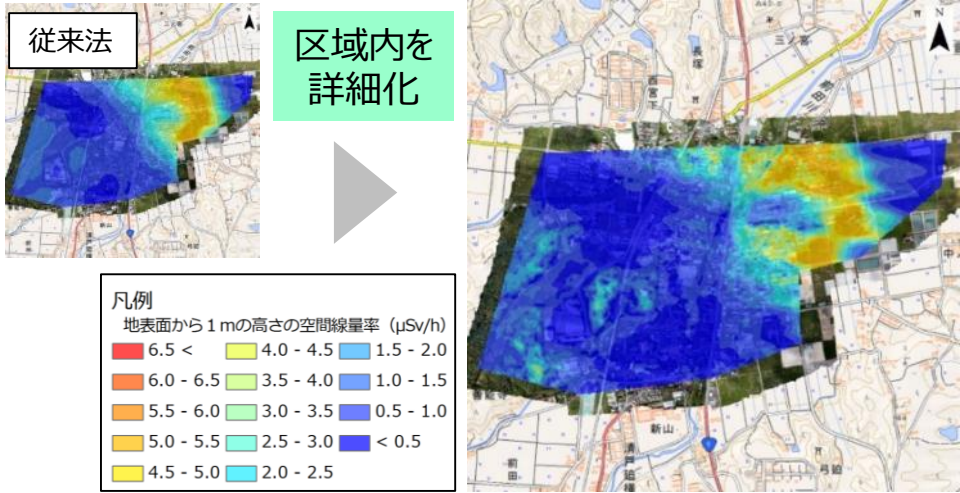
排水路での連続モニタリング設備として機構が現地試験した検知手段が採用

# 環境回復に係る研究開発例（2）

帰還困難区域における特定復興再生拠点区域の整備にむけた放射線防護対策の検討に必要となる科学技術的な知見の提供。内閣府および規制庁から本年8月に依頼され、迅速に対応。



## 無人ヘリによる詳細モニタリング



規制庁モニタリングの実績等が評価され、内閣府及び規制庁から復興拠点のモニタリング技術の確立として依頼

※出典 福島県「ふくしま復興のあゆみ（第24版）」



# 人材育成（1）

## 福島リサーチカンファレンス

**福島リサーチカンファレンス(FRC)**：1Fの廃止措置に係る基盤研究を扱う国際ワークショップを継続的に開催。国内外の英知を結集するとともに、人材育成のネットワークを整備、1Fの廃止措置に係る技術に関する幅広い専門分野の人材を育成。



「廃棄物の分析技術開発に関する研究カンファレンス (FRCW2018)」  
(平成30年6月19日～20日、富岡町)



「1F事故の知見に基づく炉心溶融挙動の解明と燃料破損現象に関する国際セミナー」  
(平成30年9月18日～20日、いわき市、楡葉町)



「原子力施設における遠隔技術に関する国際カンファレンス」  
(平成30年10月30日～31日、楡葉町)



「燃料デブリの性状把握に関する研究カンファレンス (ConFDeC2018)」  
(平成30年11月5日、いわき市)



「廃炉遠隔技術のための耐放射線化、運用技術及び計測技術の高度化の展望に関するカンファレンス」  
(平成30年11月26日～27日、富岡町)





- 平成24年3月 連携協力の覚書を締結
- OBによる講演会等を実施

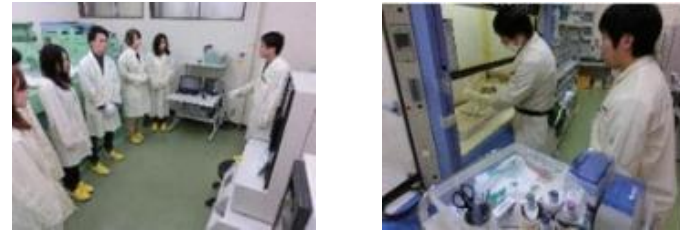


OB講演会の様子(平成31年1月9日)

- 平成30年度 学生による広報素材を作成
  - ・福島県浜通り3施設の施設見学をVR動画で作成
- 平成28年度より、楡葉遠隔技術開発センターにて廃炉創造ロボコンを開催（第3回:平成30年12月15日）  
（文部科学省「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」）
- 共同研究、人材育成プログラムにおける実習等を実施
  - ・文部科学省「廃炉に関する基盤研究を通じた創造的人材育成プログラム」
  - ・原子力規制庁「地域の環境回復と環境安全に貢献できる原子力規制人材の育成」
  - ・文部科学省「国際原子力人材育成イニシアティブ事業」



- 平成23年7月 連携協力協定を締結
- 共同研究、人材育成プログラムにおける実習等を実施
  - ・管理区域に関する教育プログラム  
平成27年度採択文部科学省「廃止措置研究・人材育成等強化プログラム」に基づき実施（H27～H31）



- 環境放射能研究所の運営準備へ協力

浜通り地域等の高等学校における人材育成に貢献すべく、出前講座、施設見学等を実施



防護服着用実習  
ふたば未来学園高校



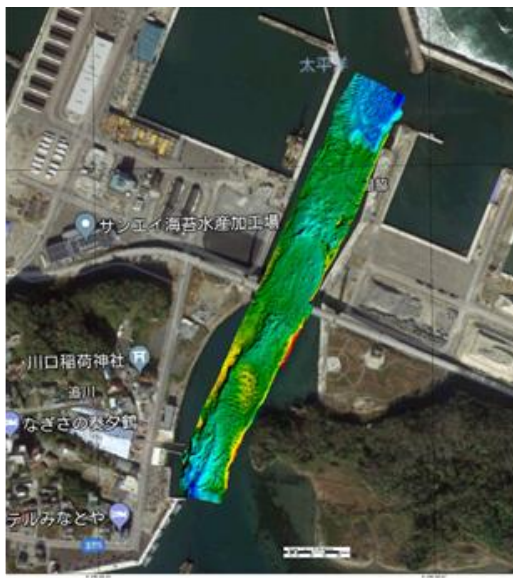
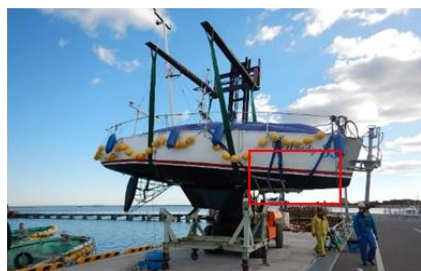
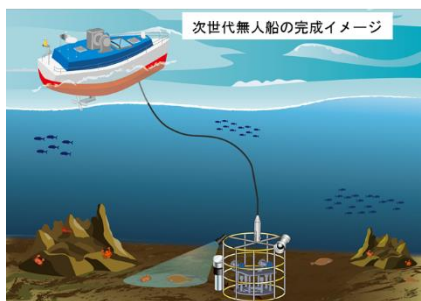
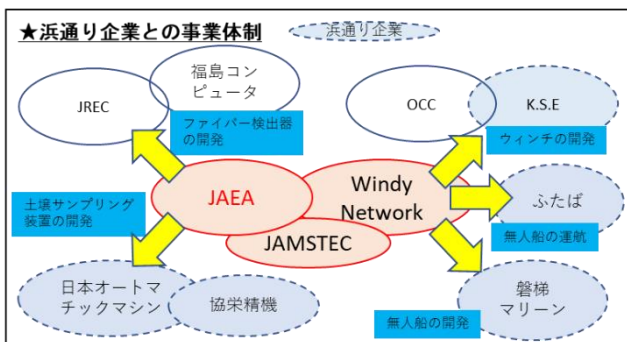
ドローン操作体験

平工業高校

# 地域連携の推進

## 地元企業との研究開発

島国である我が国において、人手を介さず様々な海洋調査のプラットフォームとなる無人観測船を開発する。H28-H30まで



## セミナー・展示会の実施

いわきものづくり塾特別編 廃炉コース を開催  
(平成27年度～)



1Fの廃止措置及びロボット産業の推進を担う人材の育成並びに1Fの廃止措置に関する技術開発状況を広く伝えるため施設見学と講義を実施



福島県内企業・大学 廃炉・災害対応ロボット 関連技術展示実演会 を支援 (平成28年度～)



主催：福島県廃炉・災害対応ロボット研究会

1Fの廃止措置や除染作業及び災害対応分野における新たなビジネス機会の創出を目的とする展示実演会を楡葉遠隔技術開発センターで開催

平成30年度は、29団体が出展。JAEAもロボットの実演を実施



## まとめ

原子力機構は、我が国唯一の総合的原子力研究開発機関として、国内外の英知を結集し、東電 1 F 廃止措置及びふくしまの環境回復に向けた研究開発に総力を挙げて取り組んでいます。

- ・廃止措置の課題解決のための研究開発を主導し、その成果を1Fの廃止措置の現場に橋渡しする取組みを推進し、安全かつ確実な1Fの廃止措置の実施に貢献していきます。
- ・ふくしまの環境回復に向けては、環境中の放射性物質の移動量の測定や将来予測など、実効的な研究開発を実施し、安全で安心な生活を取り戻すために貢献していきます。
- ・廃止措置は、長期に亘る取組みであることから、国内外の人材育成ネットワークを構築し、人材の確保と育成に努めていきます。

これらの活動を通して、ふくしまの復興への貢献を果たしていきます。