

第二回福島第一廃炉国際フォーラム

レクチャー&ミニワークショップ
30分で分かる1F廃炉：
「何が分からないかが分からない」
の先に

2017年7月2日

立命館大学 衣笠総合研究機構

准教授 開沼博

本当の「廃炉の状況の共有」のために

- 「廃炉主体=>住民」から「住民=>廃炉主体」へ

- × 専門家、偉い人が説明して、最後に多少、質問や意見を聞いて終わり

- × フォーラム当日に壇上に住民を何人か並べてちょっと話をさせるだけ

- 事前に十分に住民の声を集め、その上で住民が直接質疑応答をして深掘り

- プレリサーチ(事前に住民の思いをリサーチ)

地域で生活する方々5グループの座談会+地域で活動する方々5名の識者インタビュー

=>本日配布された冊子『ぼいすふろむふくしま』にまとまっています

- 本日参加している方々とのミニワークショップ(この場でも住民の思いをリサーチ)

=>この後やります

これらで明らかになった不安や不満、疑問や要望・希望を整理して・・・

- リサーチセッション(住民がリサーチ)

=>午後にやります

明らかになった「不安や不満、疑問や要望・希望」を元に住民の方々がリサーチ。

資源エネルギー庁、NDF、東電などの責任持って話をできる人に直接、質疑応答

- (さらに知りたいことを深めたい方は2日目の専門家向けの話も聴いてみてください)

その前に、少しだけ
廃炉の状況の確認を
(ここから本題)

福島問題の構造

- 「福島の問題」とは？
- 2階建て構造
 - 遠くからもよく見える「福島(県)」
 - 近くに行くとよく見える「廃炉の現場」
 - 1階が崩れると、2階も崩れる
 - 1階が安定すれば、2階は安心
- 混同することによる二次被害の拡大
 - 「福島は全部汚染されている」
- 対外的な「あの時のイメージ」の固定化
 - 2階の日常化 & これから「復興」が終わっていく感
 - 1階部分のこれから手を付ける感
- じゃあ、1階部分＝廃炉の現場の問題って、一言で言うと何？



「廃炉の問題」とは？

=>一番は「何が分からないかが分からない」

- 廃炉の問題＝汚染水？働く人の放射線量？デブリ(溶け落ちた燃料)？…

- 最も根本にあるのは

「何が分からないかが分からない」

＝”Unknown unknowns”

- 2つのUnknown＝「何が分からないかが分からない」がある

2つのUnknown ＝「何が分からないかが分からない」

- (1) 原発の中身がUnknown＝「何が分からないかが分からない」
 - 普通の原発の廃炉と違って、作業現場の放射線量高い上に、中が壊れていて状況把握しにくい
 - 状況把握できない＝どこからどう手をつける？廃棄物処理どうする？
(例えば、1センチの段差があるだけでロボットは動けなくなる)
- (2) 私たち自身がUnknown＝「何が分からないかが分からない」
 - プレリサーチにて「とにかく分からない」「行政が配ってる冊子とかわけ分からない」「いま何をやっていて、これから何をするのか不明」「そもそも言葉が全部分からない」
 - 何を何のためにやっているか分からないかが分からないのに「トラブルあった」「費用が増えた」というニュースがたまに出てくる。不安・不満・疑問の源泉。
 - しかし、避難指示の解除・廃棄物の増大など問題の中心は、オンサイトからオフサイトへ、「理科・数学」の問題から「社会・国語」の問題へ拡大している＝住民が知っていて、決めていく必要がある
- 今日の目標：「何がわからないかがわからない」の解消！

まず、福島県全体で

人口

Q1. 避難による 人口流出は何%？

震災前に福島県で暮らしていた人のうち、
現在福島県外に避難を余儀なくされる
人の割合は？

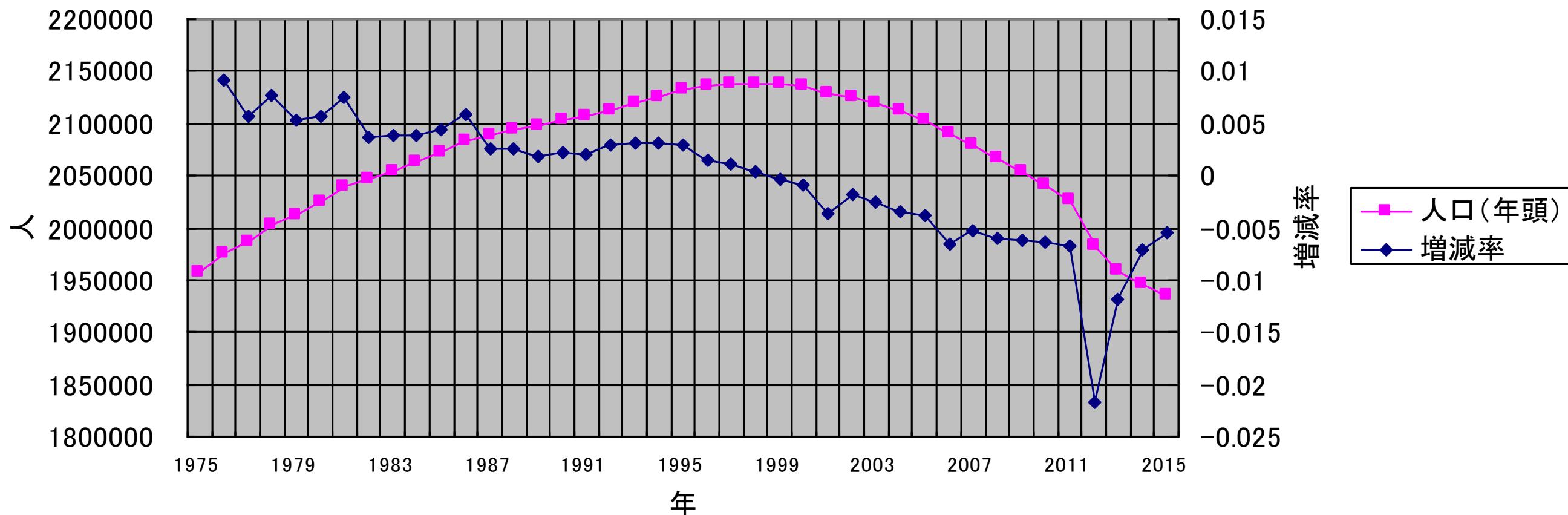
1.7%

- 202.4万人 (2011/3/1)
- 3.5万人 (2017/5/16)

●人口増減率：震災前水準

●拠点的地域への人口集中：
いわき・郡山などで地価高騰

福島県人口・増減率推移



農業

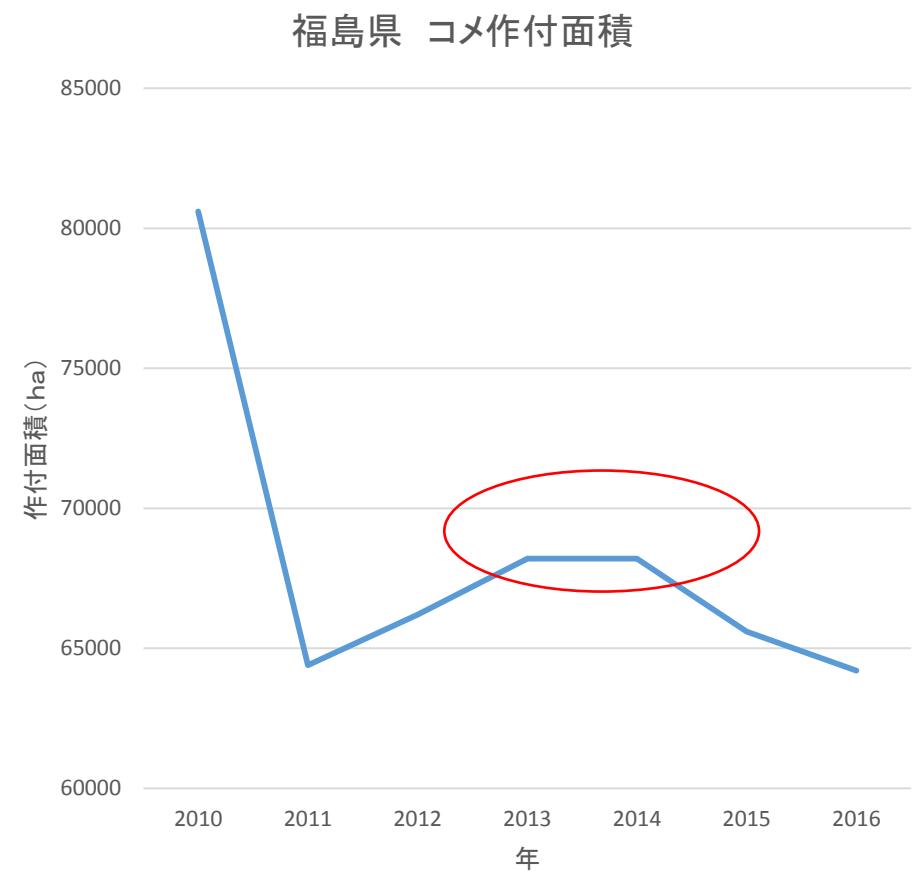
Q2. コメの収穫量
の変化・回復は？

震災前後の全国順位と
現在までの回復

2010年4位
→ 2011年7位

(作付面積:ha)

2010	80600
2011	64400
2012	66200
2013	68200
2014	68200
2015	65600
2016	64200



食についての放射線

Q3. 年間10000万袋に及ぶコメの全量全袋検査の結果、法定基準値(1000Bq/kg)超えは何袋？

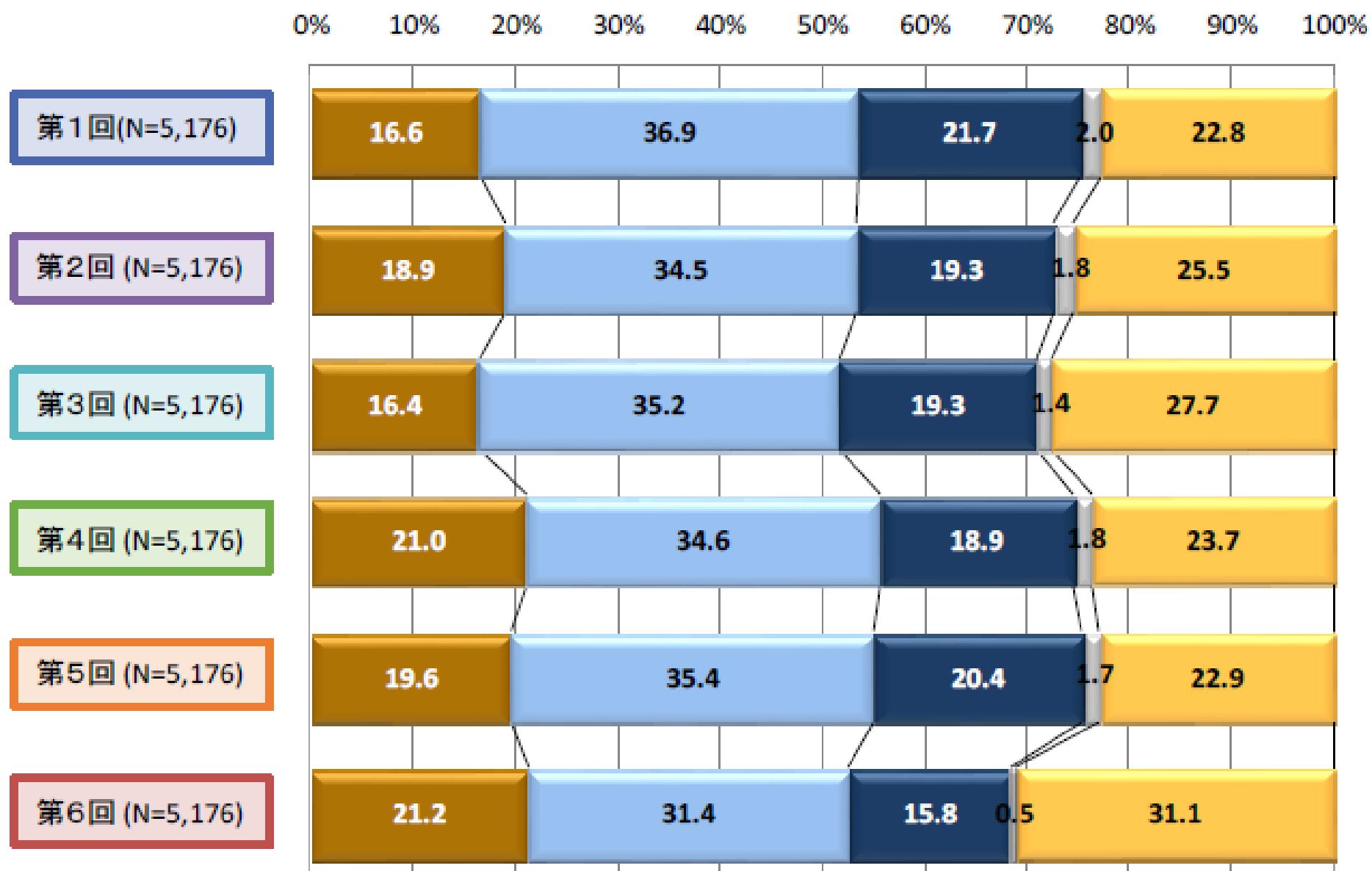
2016:0袋

- 2012:71袋
- 2013:28袋
- 2014:2袋
- 2015:0袋

モニタリング/ターゲティング/ブランディング

あなたは、放射線による健康影響が確認できないほど小さな低線量のリスクをどう受け止めますか

- 基準値以内であっても少しでも発がんリスクが高まる可能性があり、受け入れられない
- 基準値以内であれば、他の発がん要因(喫煙、毎日3合以上飲酒、痩せすぎなど)と比べてもリスクは低く、現在の検査体制の下で流通している食品であれば受け入れられる
- 放射性物質以外の要因でもがんは発生するのだから、殊更気にしない
- その他
- 十分な情報がないため、リスクを考えられない



(消費者庁調査より)

漁業

Q4. 水揚げ量の
の回復は？
(2015)

• 属地 22%

• 属人 60.7% (2016)

2015年: 属地15.5%、属人57.5%

2014年: 属地14.6%、属人75.8%

2013年: 属地8.9%、属人57.2%

• 福島県内への水揚げ: 属地

• 福島県内の漁業経営体: 属人

Cs検査(1000bq/kg↑) 2015:4/8577(180種)

(富岡シロメバル3, いわきイシガレイ1)

2011:785/1972=>2012:921/5580 =>2
013:280/7641=>2014 75/8722

- 放射線物質の排出、ほぼ無し
- そもそも魚種が限定的
- 世代交代:2011年春生存の魚、減少
- 半減期:Cs134 2年

Q7. 観光業
の回復は？
(2015)

87.9%

(2014: 82%

2013: 84.5%)

- 修学旅行(学校教育旅行)
- 外国人旅行

これからの福島の課題

1. 日本にとって普遍的な課題
少子高齢化、医療福祉、既存産業の衰退
2. ポスト復興期の課題
土木建設業、医療・福祉サービス等
3. 風評
経済的損失 & デマ・偏見
4. 福島第一原発周辺地域の復興
12市町村 3万人の生活者
5. 社会的合意形成
汚染水、除染ガレキ、1F廃止措置・・・

これからの福島の課題

1. 日本にとって普遍的な課題
少子高齢化、医療福祉、既存産業の衰退
2. ポスト復興期の課題
土木建設業、医療・福祉サービス等
3. 風評
経済的損失 & デマ・偏見
4. 福島第一原発周辺地域の復興
12市町村 3万人の生活者
5. 社会的合意形成
汚染水、除染ガレキ、1F廃止措置・・・

次に、福島第一原発の
廃炉の状況について

時間

Q1. 福島第一原発の廃炉が完全に終わるまでにはどのくらいの時間がかかる？

25－35年

現時点での終了予定は2041－2051年

この計画の実現のためには？

大きく3つの作業工程
それぞれの課題を乗り越える

「福島第一原発の廃炉」=3つの作業

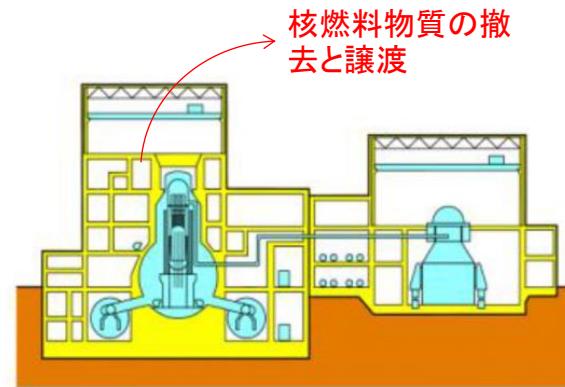
(1) 汚染水対策

(2) 燃料取り出し 原子炉の中には「プール」と「圧力鍋」がある

(2-1) 使用済み燃料:「プール」・きれいな形

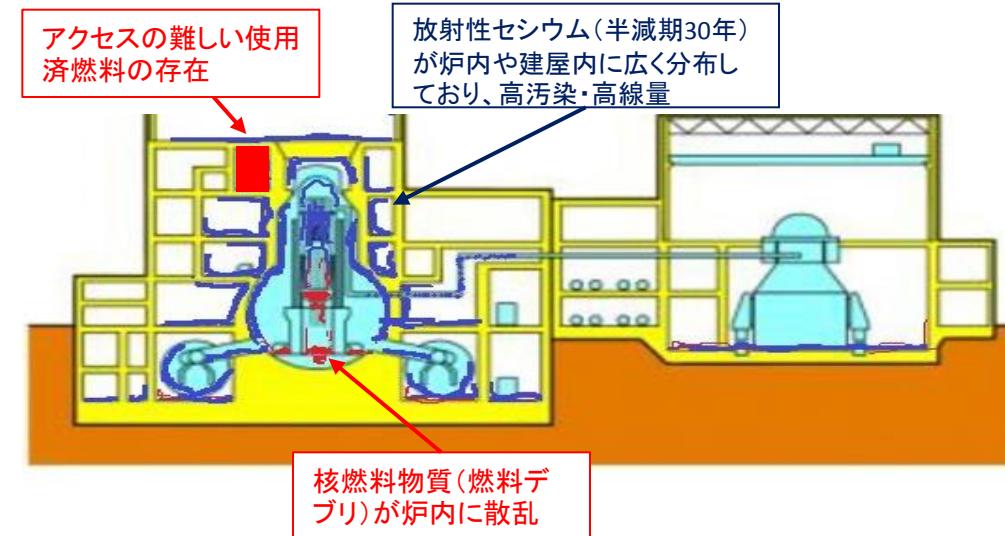
(2-2) 燃料デブリ:「圧力鍋」・溶けている

(3) 解体・片付け(廃止措置)



<=「普通の原発」の廃炉【ほぼ(3)のみ】
使用済み燃料をとった後は放射化生成核種(Co-60:半減期5年)をどうするか

【(1)から(3)まで】
「事故を起こした原発」の廃炉=>
使用済み燃料だけでなく、ぐちゃぐちゃの燃料とるの大変



• 2011年12月=「中長期ロードマップ」策定

- 第一期 2年以内:使用済み燃料プール内の燃料取り出しの準備
- 第二期 10年以内:燃料デブリ取り出しの準備
- 第三期 30-40年後:廃止措置終了

• 課題:汚染水対策・燃料デブリ取り出しは今後いかに進むか?

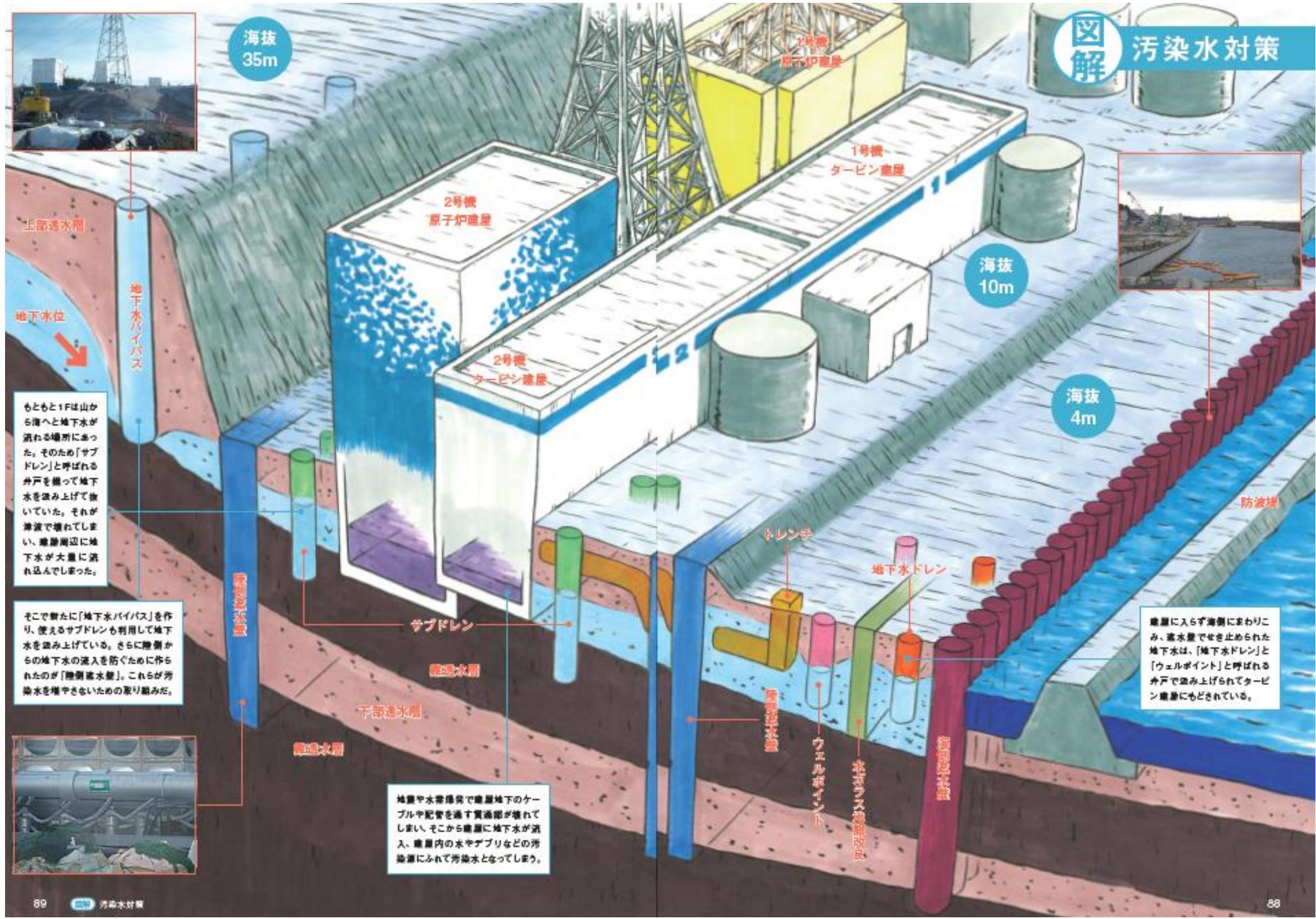
汚染水

Q2. 凍土壁が完成する
まで福島第一原発1-4
号機建屋の地下に流入
している地下水の量は1
日あたり何 m^3 ほど？

130~140m³/日 (2017/5)

1つのループ
3か所の井戸
2種類の壁

図解 汚染水対策



海拔 35m

海拔 10m

海拔 4m

上部透水層

地下水位

地下水バイパス

もともと1Fは山から海へと地下水が流れる場所にあった。そのため「サブドレン」と呼ばれる井戸を掘って地下水を汲み上げて抜いていた。それが津波で壊れてしまい、建屋周辺に地下水が大量に流れ込んでしまった。

そこで新たに「地下水バイパス」を作り、使えるサブドレンも利用して地下水を汲み上げている。さらに建屋からの地下水の流入を防ぐために作られたのが「浸透止水壁」。これが汚染水を捕まえるための取り組みだ。

サブドレン

浸透止水壁

下部透水層

浸透止水壁

地震や水害爆発で建屋地下のケーブルや配管を通す貫通部が壊れてしまい、そこから建屋に地下水が流入、建屋内の水やアブリなどの汚染源にふれて汚染水になってしまう。

トレンチ

地下水ドレン

防波堤

建屋に入らず海側にまわりこみ、海水壁でせき止められた地下水は、「地下水ドレン」と「ウェルポイント」と呼ばれる井戸で汲み上げられてタービン建屋にもどされている。

ウェルポイント

放射能不純物の除去

汚染水

Q3. 1－4号機付近の港湾
の中、放射性物質セシウム1
37の量が最も多い地点では、
1Lあたり何ベクレルほど含
まれている？

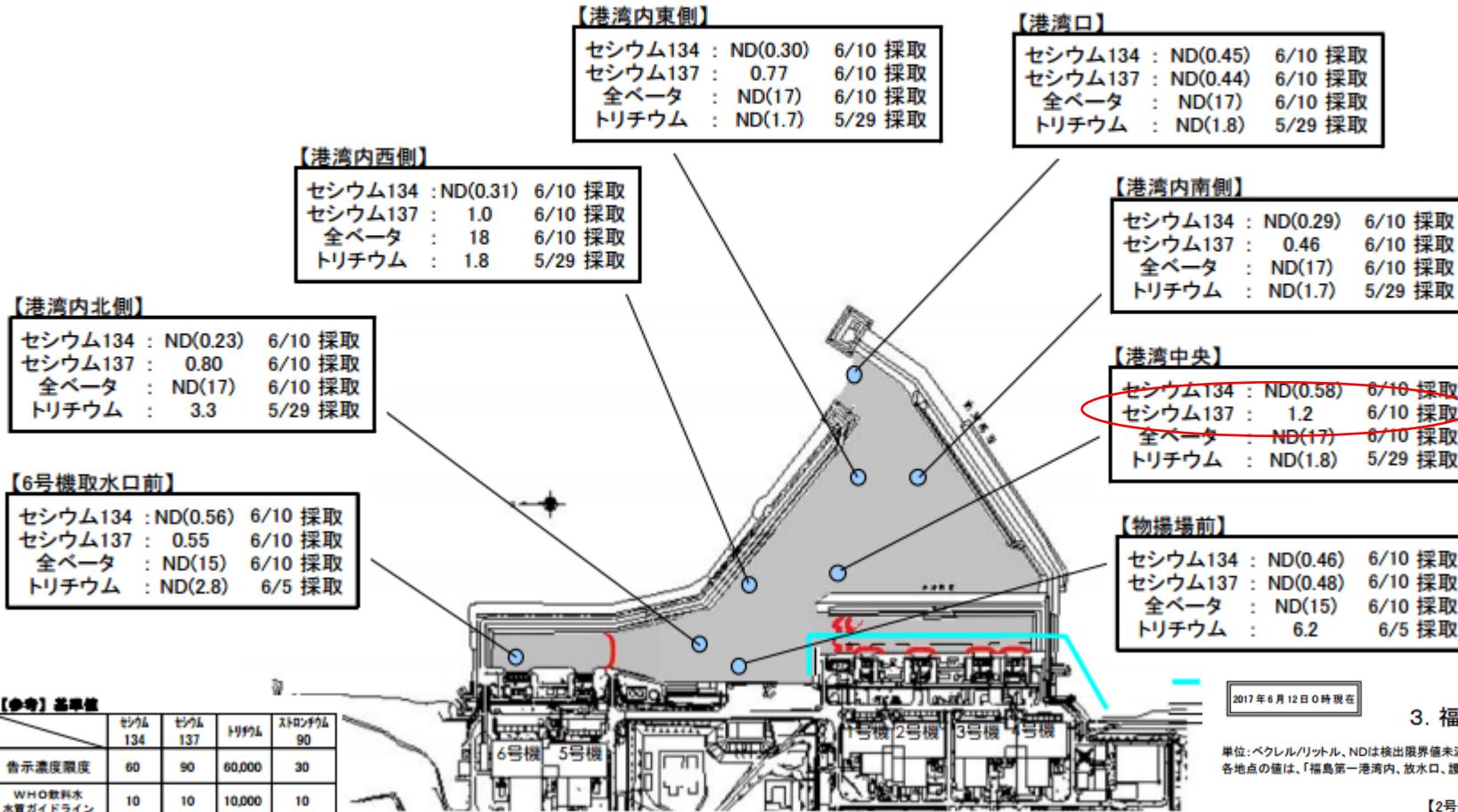
1. 2Bq/L(2017年6月12日発表データ)

食品中の放射性セシウムの量に係る規制値

放射性物質の種類	厚生労働省が設けている規制値 (1kgあたりのBq値)			EU	アメリカ
		2012年3月まで (暫定規制値)	2012年4月以降		
放射性セシウム	飲料水	200	10	1,000	1,200
	牛乳・乳製品		牛乳 50 乳児用食品 50	400 (乳児)	
	野菜類	500	100	1,250	
	穀類				
	肉、卵、魚、その他				

2. 福島第一原子力発電所周辺における海水分析結果(福島第一港湾内)

単位:ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。
各地点の値は、「福島第一港湾内、放水口、護岸の詳細分析結果」の最新値。



【参考】基準値

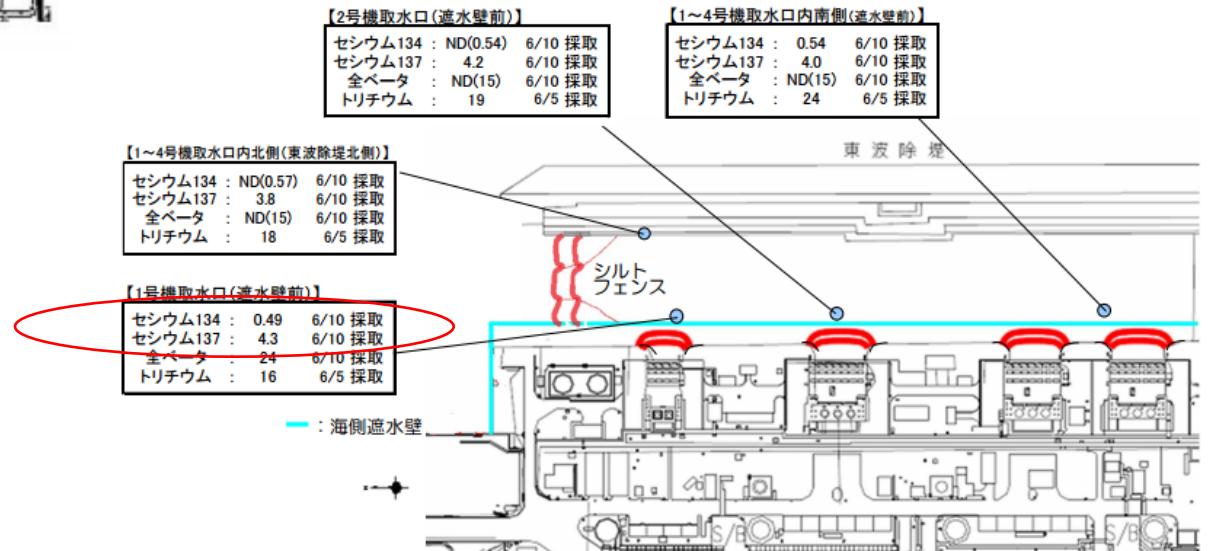
	セシウム134	セシウム137	トリチウム	ストロンチウム90
告示濃度限度	60	90	60,000	30
WHO飲料水 水質ガイドライン	10	10	10,000	10

告示濃度限度:実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則に定める告示濃度限度(別表第2第六欄:周辺監視区域外の水中の濃度限度)

2017年6月12日0時現在

3. 福島第一原子力発電所周辺における海水分析結果(1~4号機取水口内)

単位:ベクレル/リットル、NDは検出限界値未満を表し、()内に検出限界値を示す。
各地点の値は、「福島第一港湾内、放水口、護岸の詳細分析結果」の最新値。



【参考】基準値

	セシウム134	セシウム137	トリチウム	ストロンチウム90
告示濃度限度	60	90	60,000	30
WHO飲料水 水質ガイドライン	10	10	10,000	10

告示濃度限度:実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則に定める告示濃度限度(別表第2第六欄:周辺監視区域外の水中の濃度限度)

燃料の冷却

Q4. 2016年2月現在、福島第一原発1-3号器の原子炉を冷却するために1時間あたり何 m^3 ほどの水が入れられている？

9 m³未満 / 1時間

1-3号機の合計
(昨年までは15 m³ほどだったが減らした)

電話ボックス = 約2 m³

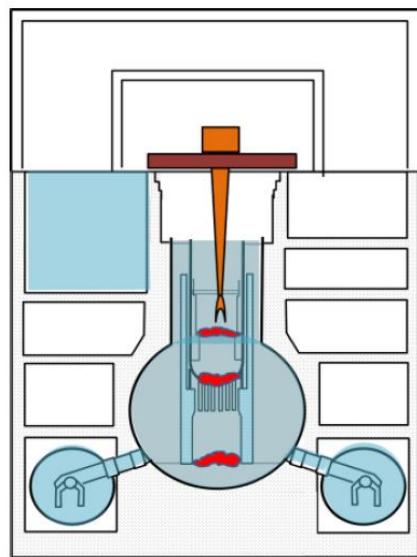
オリンピックの競泳用プール = 約2500 m³

- 水の注入：1時間あたり9トンくらい
- 原子炉のデブリ周辺の水の温度は？20度くらい(周辺の温度)

(2017/6/12 18:00)	1号機	2号機	3号機
温度 (°C)	21.1～ 21.3	27.1～ 27.4	22.7～ 24.6
注水量 (m ³ /h)	3.0	2.9	3.0
水素濃度 (%)	0.00	0.04～ 0.05	0.02～ 0.03

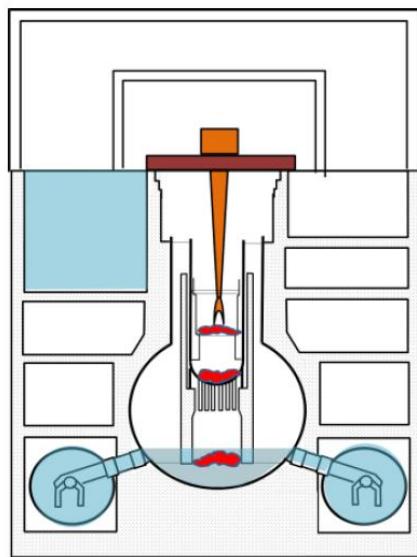
燃料デブリ取り出しは今後いかに進むのか

- 目標: 溶けて燃料と金属とコンクリ等がくっついていているデブリをきれいに取る
- 方法: ロボットで削ったり切ったり
 - 1) 上アプローチ & 横アプローチ: 一長一短
 - 2) 冠水工法 & 気中工法: 高線量だし、できれば水の中で作業したい
 - 3) 削ったもの 線量高い & 得体しれない => 分析必要 & どう処理するか模索
- 今後のポイント
どこに何があるか分かっていない => 徹底的に温度・線量・物の配置などを測定: 「1合目」「10%未満」
汚染水・滞留水を抜くタイミング、方法



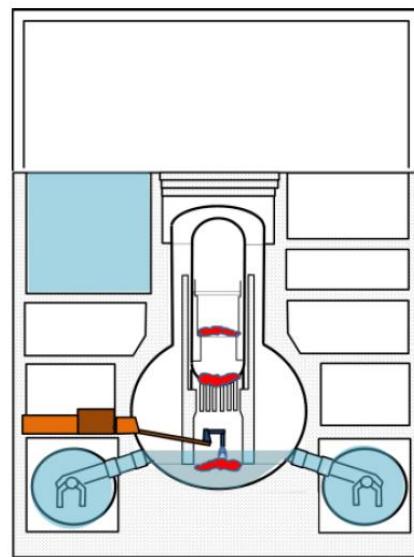
冠水-上アクセス工法

燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



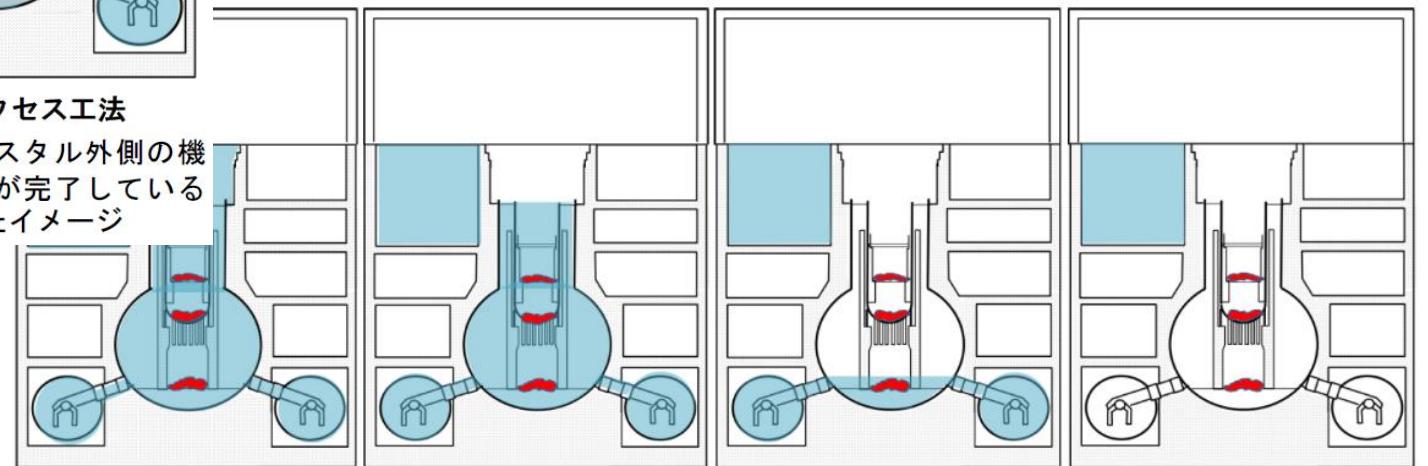
気中-上アクセス工法

燃料デブリ上方の炉内構造物取り出しが完了していることを前提としたイメージ



気中-横アクセス工法

PCV内RPVペDESTAL外側の機器、干渉物撤去が完了していることを前提としたイメージ



完全冠水工法

冠水工法

気中工法

完全気中工法

原子炉ウエル上部までの水張りを行う工法

燃料デブリ分布位置より上部までの水張りを行う工法

燃料デブリ分布位置最上部より低いレベルまで水張りを行う工法

燃料デブリ分布全範囲を気中とし、水冷、散水を全く行わない工法

汚染水

Q5. 福島第一原発では1
日あたり何人ぐらいの
人が働いている？

1日あたり作業員数・年齢層

- 合計：約6000人（ここ数年だと5500から7500人の間）



<1-1. 2012年7月以降の平日1日あたりの平均作業員数（実績値）の推移 >

- 年齢層：40代、50代が中心
 10代0.3% 20代12.2% 30代20.4%
 40代29.7% 50代25.5%
 60代9.5% 無回答2.4%
 （2016年12月公表、第7回「労働環境に関わるアンケート」より）

作業環境、地元雇用、人材確保

- 作業環境

1-4号機／タンクエリア／車両サーベイ業務／入退域管理棟(2013年6月完成)／
 大型休憩所／事務・食堂・コンビニ・・・
 =>施設オープン、線量低下、装備軽装化

R zone (アノラックエリア)	Y zone (カバーオールエリア)	G zone (一般服エリア)
全面マスク 	全面マスク 又は 半面マスク 	使い捨て式防じんマスク 
カバーオールの上 にアノラック 	カバーオール 	一般作業服※3 構内専用服 
又はカバーオール2重		



- 地元雇用率: 50% (住民票ベース)

- 作業者確保の課題

- 若い働き手の確保と育成 (30-40年先を見据えて)
- 地域の働き先としての安定 (線量、作業内容、賃金)

働いている人の被ばく量

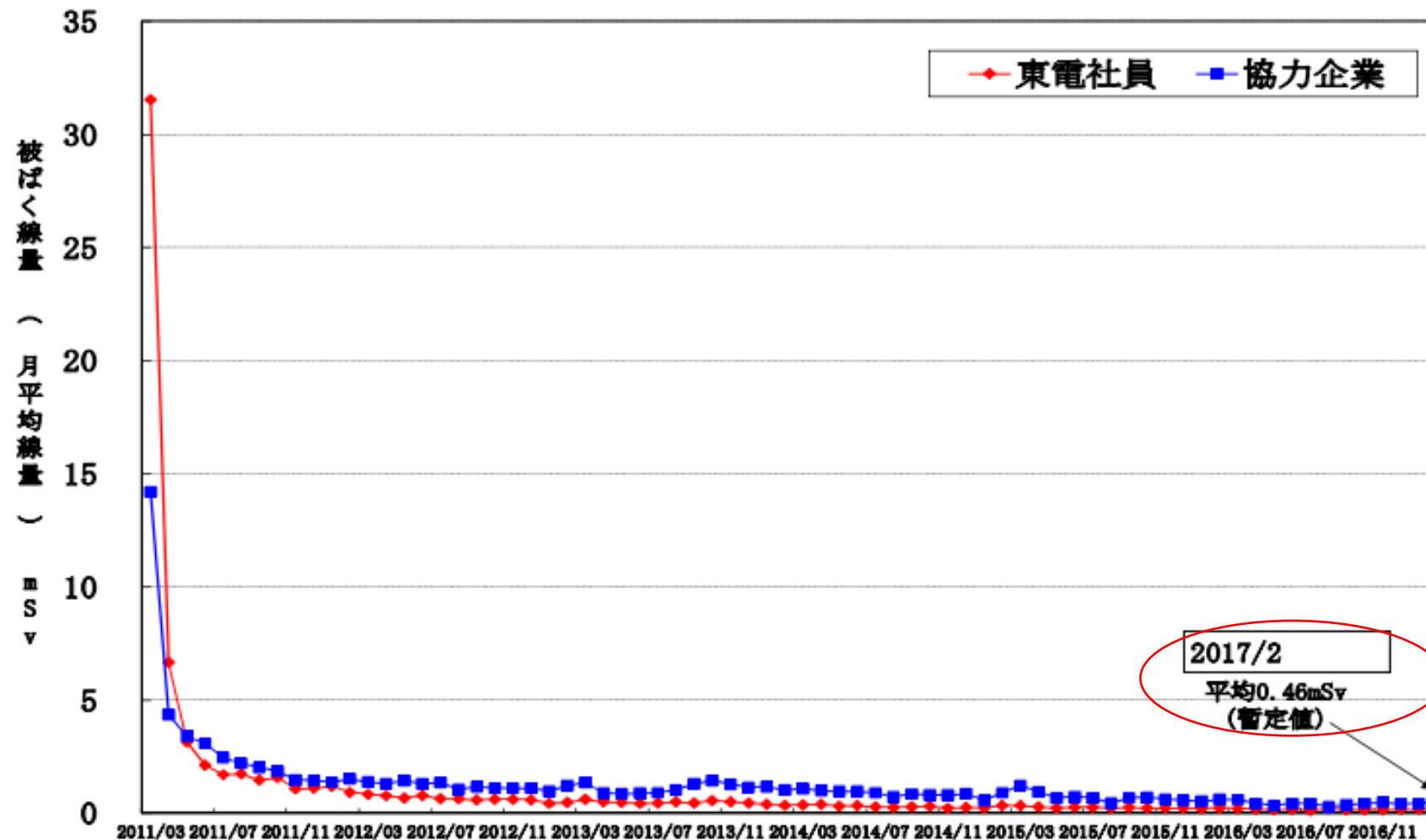
Q7. 福島第一原発で廃
炉作業に従事している人
の被ばく量は1ヶ月平均
でどのくらい？

0.46mSv(2017年2月
の平均線量)

東京・ニューヨーク間を飛行機で2.5往復したのと同量
(東京・ニューヨーク間往復=約0.2mSv)

1か月あたりの被曝線量

- 1か月あたり平均0.3-0.6mSvほど
(cf. 胸部X線0.05mSv、成田-NY移動0.1mSv、胃X線5mSv、CTスキャン10mSv)
 - 当初は「東電社員>協力企業」、数カ月後から「東電社員<協力企業」
 - 半年後以降は月平均1mSv未満で推移



<1-2. 作業員の月別個人被ばく線量の推移 (月平均線量)>

- 特異な被曝をしている人 = 最大値は？

1か月あたりの被曝量の最大値

- 20mSv／月以下
 - 線量管理の徹底
 - 除染・フェーシング

1. 外部被ばくによる実効線量

福島第一原子力発電所にて放射線業務に従事した作業者の過去3ヶ月の外部被ばく線量分布（各月別の全入域者数）を表1に示す。

表1 外部被ばく線量

区分(mSv)	H29.1月			H29.2月			H29.3月		
	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計	東電社員	協力企業	計
100超え	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75超え～100以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50超え～75以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20超え～50以下	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10超え～20以下	0	5	5	0	6	6	0	28	28
5超え～10以下	0	69	69	0	121	121	0	142	142
1超え～5以下	24	785	809	49	1111	1160	34	1140	1174
1以下	1105	7729	8834	1127	7659	8786	1014	7404	8418
計	1129	8588	9717	1176	8897	10073	1048	8714	9762
最大(mSv)	2.40	11.00	11.00	3.40	13.70	13.70	3.51	18.92	18.92
平均(mSv)	0.15	0.42	0.38	0.17	0.53	0.48	0.17	0.58	0.54

※A P D値の積算値の積算型線量計による月間線量値への置き換えや、積算型線量計のみの着用者（例：免震棟のみの作業員）の値の反映等により線量・人数が変動することがある。

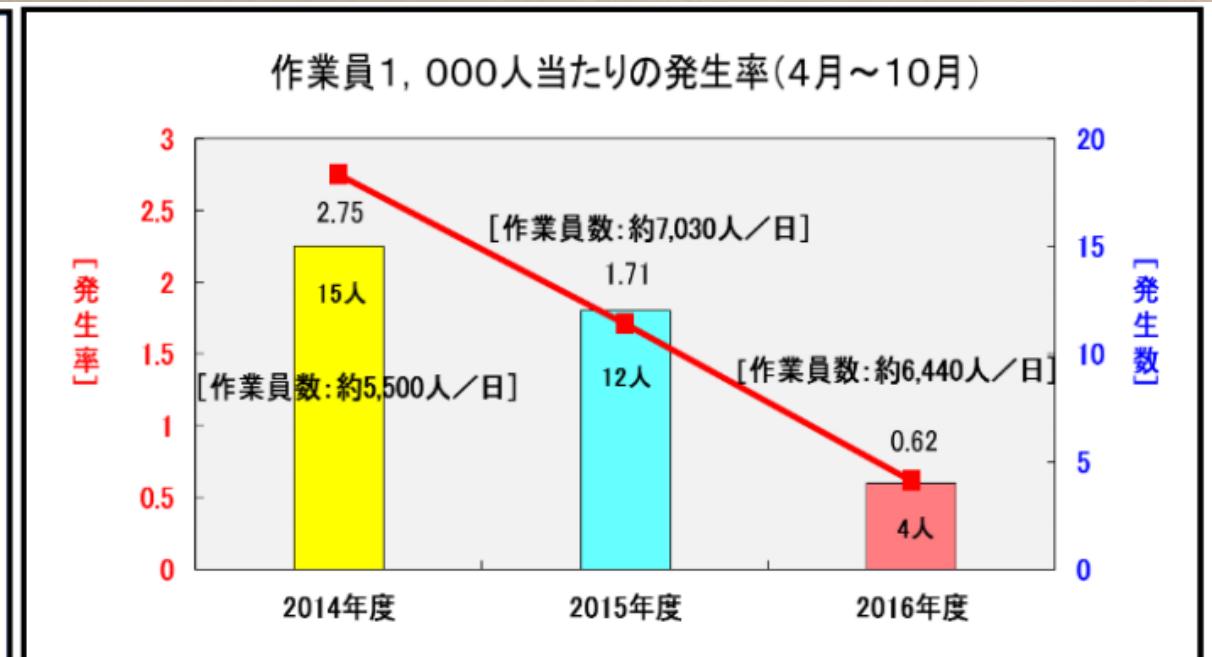
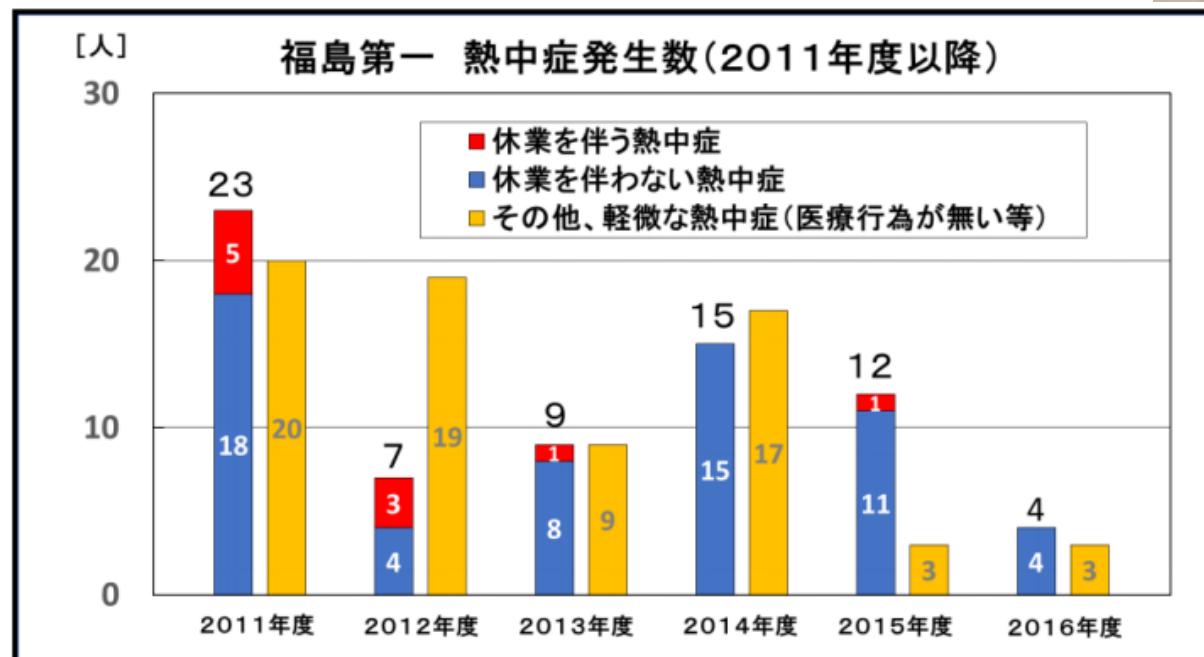
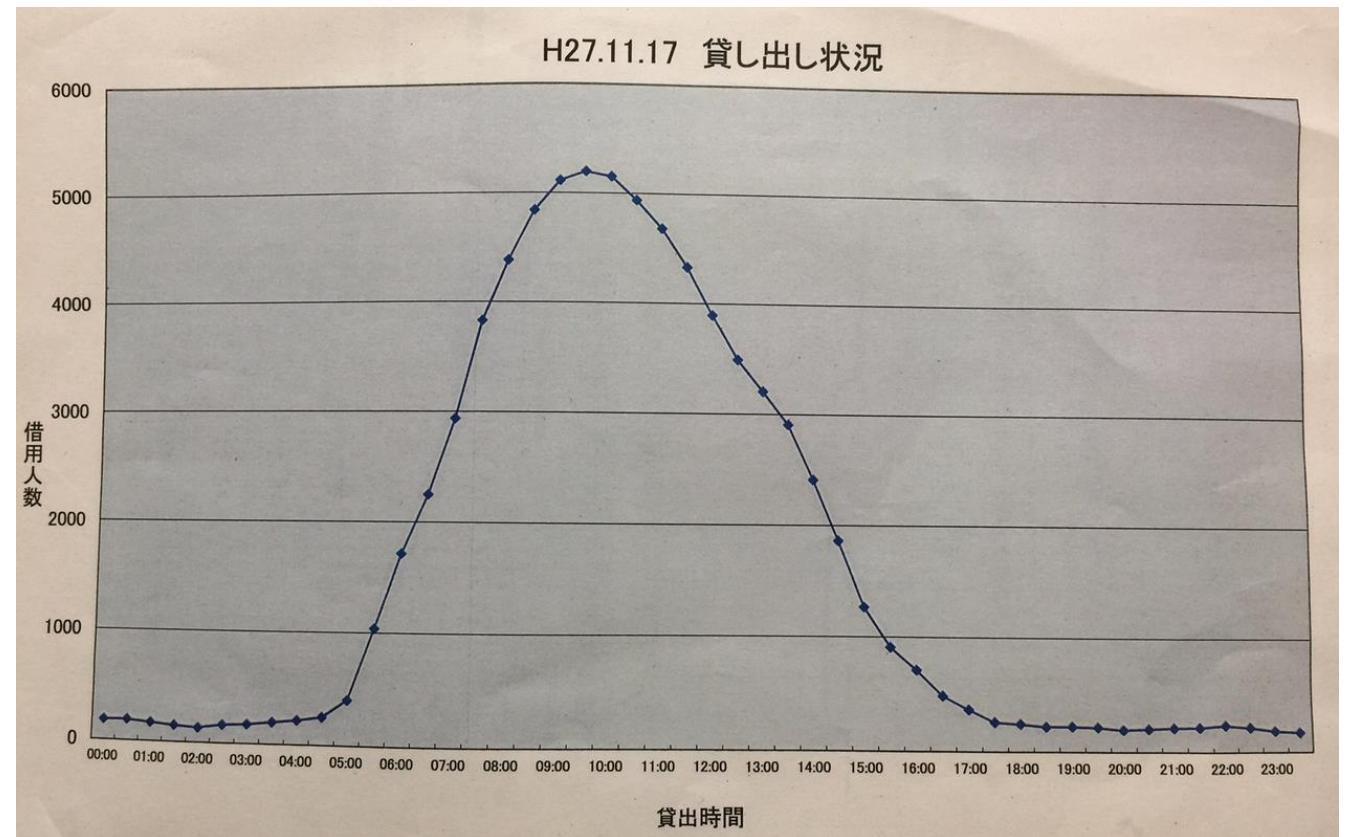
働いている人のピーク時間

Q8. 1日のうち、福島第一
原発構内に最も人が
いるのは何時台？

午前9—10時台

オンサイト人数ピーク時間帯

- 朝9時代
 - 熱中症対策
- 作業環境改善
 - 大型休憩所の設置
 - 福島給食センター(2015年春)
 - ローソン(2016年3月)
 - 駐車場確保: 現状500=>800台
 - 新事務本館
 - シャワー設置

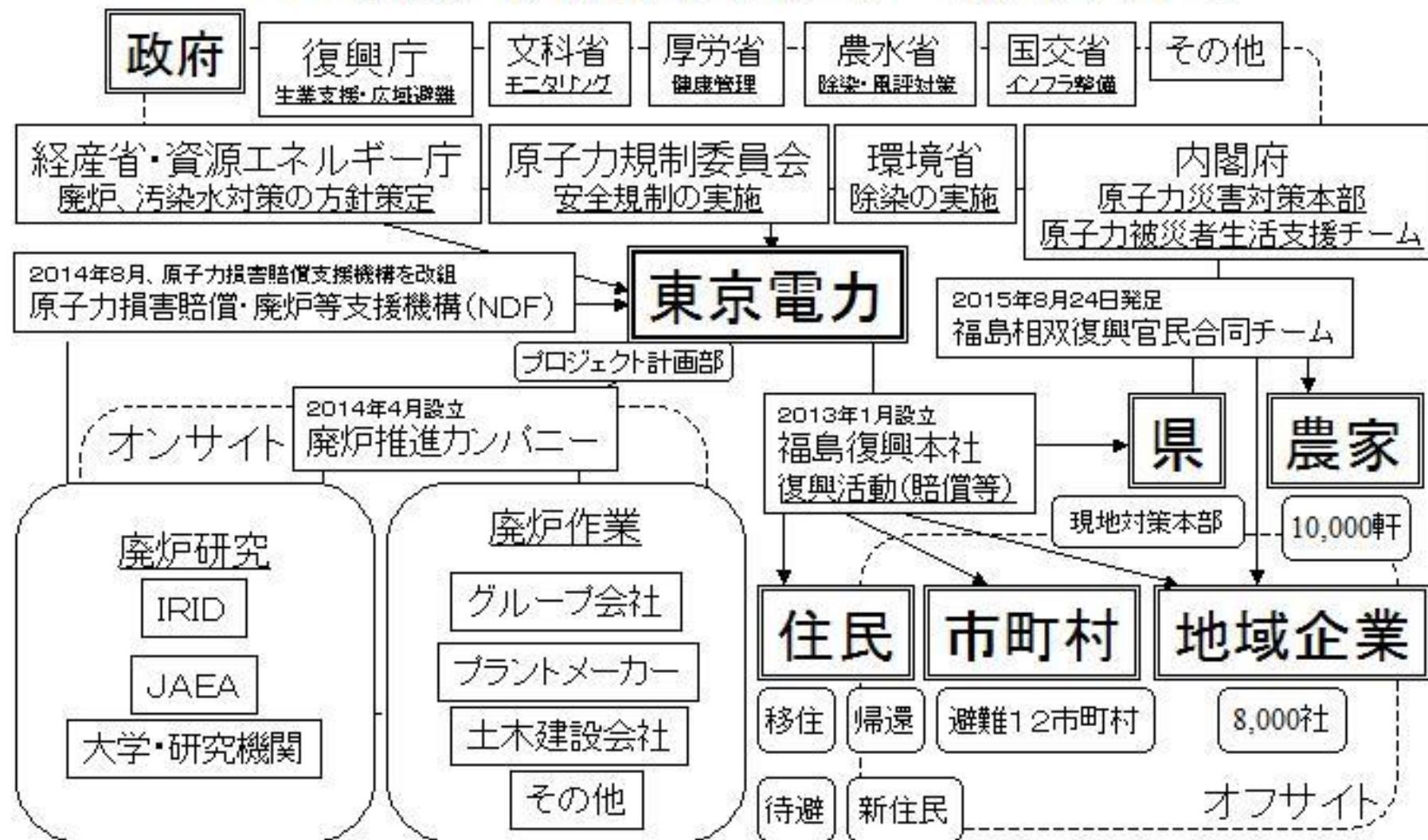


そもそも誰が何をしているのか全体像

• 主なプレイヤー

- 政府・行政 経産省: 廃炉、環境省: 除染、内閣府: 区域再編等
- 東電 廃炉推進カンパニー & 復興本社: 賠償・除染・復興支援活動
- NDF & 官民合同チーム

1F 廃炉関係組織等 見取り図



まとめ

- 1F廃炉は世界最先端の課題。廃炉を進めることは世界を変えること
- これまでの「地元の声を聴く」「情報提供」「廃炉の状況の共有」のやり方を変える。「政府・東電=>地元」から「地元=>政府・東電」へ。それがこのフォーラム
- 福島の問題は、「福島全体」に「風評」など残しつつも「廃炉の現場」にシフト
- 「廃炉の問題」とは「何がわからないかがわからない」=Unknown unknowns
- 汚染水対策から燃料デブリ取り出しに軸が移りつつある
- 6000人の働き手が働きやすい労働環境や地域づくりが重要
- 廃炉の中で出てくる廃棄物の処理など新たに生まれる問題は私たちの問題

終