資料5

原子力規制委員会
Nuclear Regulation Authority

東京電力福島第一原子力発電所事故の分析

原子力規制部
福島第一原子力発電所事故対策室
石川　大裕

※本資料の発表内容及び説明は、個人的な意見が含まれ、必ずしも組織の考えを示したものではないことをお断りします。

目次

０．自己紹介

１．原子力規制庁の実施する福島第一原子力発電所の事故分析とは？

２．現在取り組んでいる調査テーマ

３．まとめ

目次

0. 自己紹介

1. 原子力規制庁の実施する福島第一原子力発電所の事故分析とは？

2. 現在取り組んでいる調査テーマ

3. まとめ



石川 大裕

2020年　原子力規制部実用炉審査部門

総括係員として、課の窓口業務を担当。

2021年　原子力規制部核燃料施設審査部門

総括係長として、課の窓口業務を担当。

2023年　環境省水・大気環境局海洋環境課

放射性物質調査係長として、
窓口業務とALPS処理水に係る海域モニタリング業務等を担当。

2025年　原子力規制部福島第一原子力発電所事故対策室

特殊施設調整係長として、福島第一原子力発電所の事故分析を担当。

目次

０．自己紹介

１．原子力規制庁の実施する福島第一原子力発電所の事故分析とは？

２．現在取り組んでいる調査テーマ

３．まとめ

原子力規制庁が実施する福島第一原子力発電所の事故分析の概要①

本調査の法的な位置づけ

- 事故直後、国内（政府・国会・学会等）や国外（IAEA・USNRC等）で事故調査がなされ、基礎的な理解を取りまとめた報告書が公表されました。一方で、高線量によるアクセス性から、未解明とされたものもありました。

- 公的機関である原子力規制委員会には、その業務内容が法律に明記されており、その所掌事務に「原子炉の運転等に起因する事故の原因及び原子力事故により発生した被害の原因を究明するための調査に関すること」が定められています。福島第一原子力発電所の事故の継続的な調査は、世界的にも稀に見る事故に学び、現行及び将来の原子力施設に対する安全性向上に資する知見を抽出するという観点で、規制行政として重要な事務となっています。なお、事故について継続的な調査を実施しているのは原子力規制庁及び東京電力のみになります。



現地調査を含む事故分析による
過酷事故の理解

現行及び将来炉の更なる安全性
向上に資する知見の抽出



現行の規制や将来炉の安全設計への反映

原子力規制庁が実施する福島第一原子力発電所の事故分析の概要②

「事故分析」と「安全研究」の違い

今回のシンポジウムで主な対象としている「安全研究」とは少し位置づけが異なります。

- 原子力規制庁が行う「事故分析」と「安全研究」は、科学的・技術的知見を規制基準の制定・改正や審査・検査などの規制活動への反映をするという共通点はあります。

- 一方で、「事故分析」は、**法律に基づく規制行政の一部**であり、廃炉の進捗に応じた柔軟な調査や調査権限に基づき収集した資料等を用いた現場検証、原因究明・分析を目的として実施される性質を持っており、科学的知見を得る学術的な要素を含む**「安全研究」とは目的・進め方・位置づけが異なります**。

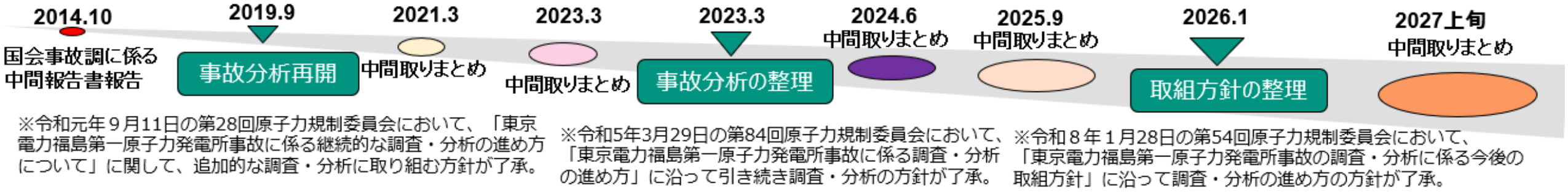
（参考）原子力規制委員会における安全研究の基本方針（抜粋）

- 安全研究は、原子力規制委員会が科学的・技術的な知見に基づいた原子力規制を行う上で必要となる職員や組織の専門性の向上、技術基盤の構築・維持を行うために最も効果的な手段の一つです。原子力規制委員会は、「原子力規制委員会における安全研究の基本方針」を定め、安全研究を推進しています。
- 技術基盤グループにおいて実施する安全研究は、以下の4つを目的としています。
  - ✓ 規制基準の整備に必要な知見の収集・整備
  - ✓ 審査・検査において科学的・技術的判断に必要な知見の収集・整備
  - ✓ 規制活動を遂行するに当たり必要な手段の整備
  - ✓ 将来的に役立つ知見の創出や高度な専門性を持つ人材等の技術基盤の構築・維持

原子力規制庁が実施する福島第一原子力発電所の事故分析の概要③

本事故分析の特徴

- 規制行政として原子力規制庁が自ら主導して調査を実施しているため、法的根拠に基づき、事故調査に係る資料の収集が可能。本調査で得られた知見は、例えば高線量の原子炉建屋内に立ち入って行う試料採取のように、更なる安全性向上に資する最先端の成果であり、国際的にも高く評価されてきました。
- 各分野における第一線の専門家を集めた「東京電力福島第一原子力発電所における事故の分析に係る検討会」において、公開でレビューを実施し、その成果を「中間取りまとめ」として継続的に公表しています。



（参考）「東京電力福島第一原子力発電所事故に係る調査・分析」の関連URL
https://www.nra.go.jp/activity/regulation/1F/jikochousa_bunseki.html
（参考）過去の中間取りまとめ
（平成26年10月８日）https://www.nra.go.jp/data/000069286.pdf
（令和 3年 3月５日）https://www.nra.go.jp/data/000345595.pdf
（令和 5年 3月７日）https://www.nra.go.jp/data/000425218.pdf https://www.nra.go.jp/data/000425219.pdf
（令和 6年6月11日）https://www.nra.go.jp/data/000473308.pdf
（令和 7年 9月４日）https://www.nra.go.jp/data/000477883.pdf

原子力規制庁が実施する福島第一原子力発電所の事故調査の概要④

関係機関との協力

事故調査については、規制行政として実施しているものの、廃止措置の進展により日々変化する現場の状況に依存することから、関係機関との連携が重要である。このため、公開の会議である福島第一原子力発電所廃炉・事故調査に係る連絡調整会議（参加者：資源エネルギー庁・原子力規制庁・ 東京電力・NDF）において連絡調整を行うとともに、成果についても情報共有をしてきました。

現在の事務分析チーム員と情報発信



岩永室長



宮本調査官

- 丸山調査官
- 三澤補佐
- 梶専門職
- 石川係長
- 入江参与
- 杉山参与
- 上ノ内参与
- 前川参事
- 小林参与（現地事務所）
- 松本参与（現地事務所）
- 平山参与
- 林参与
- 吉田参与
- 佐藤参与

原子炉物理学・プラントエ学・構造工学・放射線計測・化学・材料・熱流体のような、それぞれが持つ専門を軸に、様々なテーマの事故調査に取り組んでいます。



OECD/NEA FACE第7回会合
（令和7年11月、イタリア・ミラノ）



OECD/NEA FACE第8回会合
（令和8年6月、日本・双葉町）

得られた成果は、様々な学協会等（日本原子力学会、米国原子力学会、OECD/NEA会合、米国エネルギー省会合等）で積極的に発表を行っています。（令和7年度実績：国内2件、海外4件）

目次

０．自己紹介

１．原子力規制庁の実施する福島第一原子力発電所の事故分析とは？

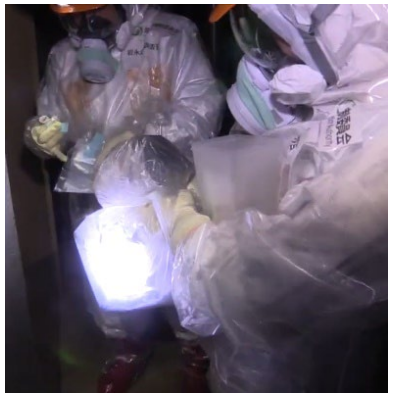
２．現在取り組んでいる調査テーマ

３．まとめ

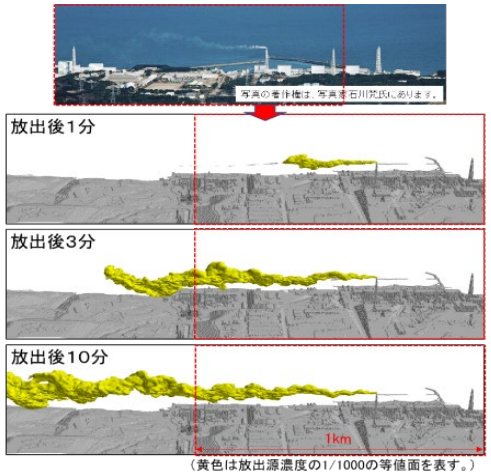
現在の事故分析の進め方

線量低減によるアクセス性の向上・廃炉の進展に伴う現場変化・国際的なニーズという観点から、
以下4つの切り口で調査を進めている。

放射性物質の放出経路



原子炉建屋内試料の核種分析



1号機ベントによるFP拡散過程

水素爆発



3号機原子炉建屋の
水素爆発メカニズム

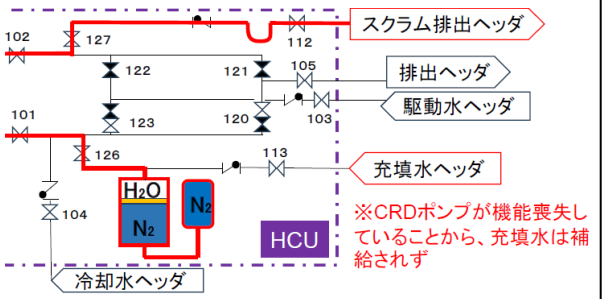


鉄筋コンクリート損傷から検証する
4号機原子炉建屋の水素爆発

機器の設計等

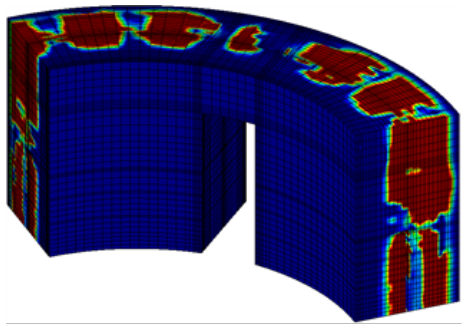


1号機ICの事故時挙動分析

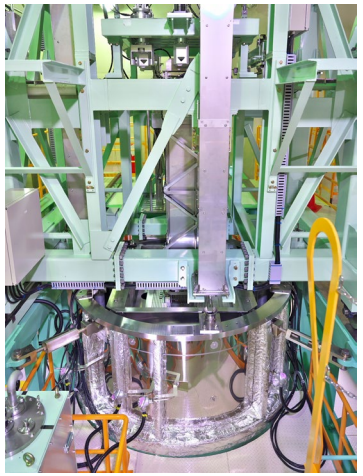


3号機HCUの汚染メカニズム

原子炉格納容器内部調査結果



1号機ペデスタル損傷解析



中性子計測による重元素分布把握

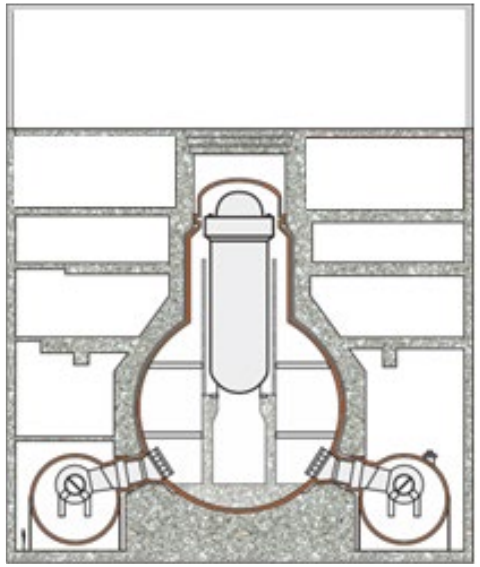
放射性物質の放出経路

東京電力福島第一原子力発電所原子炉建屋内核種移行に関する調査

（委託先）国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

分かっていること

1～3号機の炉心が溶融し、原子炉格納容器から放射性物質が原子炉建屋内及び環境中に放出された。これまで環境中に放出された放射性物質は、様々な研究者等により、詳しく調べられてきた。

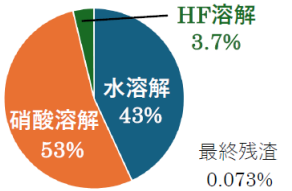


知りたいこと

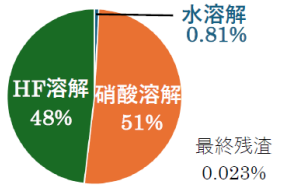
建屋内に放出された放射性物質の分布がどのようなものであるのか。

今までに分かったこと

- 各号機の原子炉建屋内における放射性物質の採取・分析を行った結果、2号機は特定の元素（モリブデン（Mo）とセシウム（Cs））の量は大きな差がみられることが分かった。
- 日本原子力研究開発機構が提案した新しい前処理法（「逐次溶解法」）により、異なる号機から採取された試料が溶媒の違いにより、溶解度が大きく異なることが分かった。
- 建屋内の汚染分布の把握により、リスクが一定程度明らかになり、審査業務及び検査業務に対して活用できた。

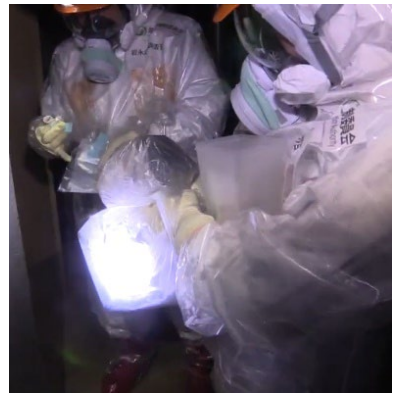


2号機で採取した試料



3号機で採取した試料

採取



分析

原子炉建屋内で試料採取

今後の内容・効果

- 高線量下での作業となるため、少しずつスミア試料を収集し、建屋内のリスクを分析結果に基づき、建屋の放射性物質の分布を把握する。
- 事業者・規制側にかかわらず、適切な廃炉作業に対して情報提供する。
  原子炉建屋内にどのように放射性核種が放出されたかを明らかにし、事故進展に対して有益なデータを与える。

東京電力福島第一原子力発電所事故時の水素爆発による影響評価

水素爆発とは炉心溶融過程で、冷却材である水が化学反応によって分解した結果、水素を発生させ、その濃度が上昇後、引火・爆発する現象。

分かっていること

- 水素は軽い気体であるため、原子炉格納容器から漏えいした後、原子炉建屋5階（最上階）に滞留して、水素爆発を起こすと考えられてきた。
- 解析や現地調査の結果、3号機原子炉建屋では、最上階だけではなく4階でも水素爆発が起きた可能性があることが分かった。

知りたいこと

3号機原子炉建屋の3階天井で確認された構造物の損傷を生じさせるような水素爆発がどのように起きたのか。

今までに分かったこと

日本原子力研究開発機構による大型実験装置を用いた調査の結果、難燃性の窒素や水蒸気が存在する条件でも、4階で確認された構造物の損傷を生じさせるような水素爆発を生じる条件が成立することを実験的に確認した。

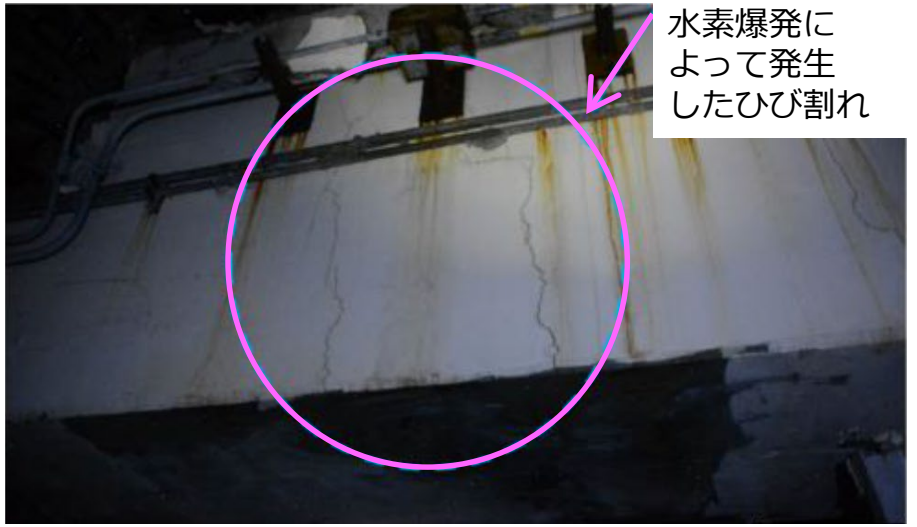
今後の内容・効果

得られた知見を総括するためのシミュレーションを実施する。

（委託先）国立大学法人長岡技術科学大学
（協力先）国立研究開発法人日本原子力研究開発機構



3号機原子炉建屋水素爆発の様子



水素爆発によって生じた梁の損傷
（3号機原子炉建屋内3階天井）

PCV内部調査

1号機原子炉格納容器ペデスタルコンクリートの事故時損傷機構評価

(契約先)国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
(契約先) 株式会社コムスエンジニアリング

ペデスタルとは原子炉圧力容器と遮蔽壁を支える円筒状の鉄筋コンクリート製の架台

分かっていること

1号機ペデスタル内側の壁の下部コンクリートが全周にわたり損傷している状況等が確認された。

知りたいこと

鉄筋コンクリートのうち、コンクリートのみがなぜ損傷したのか。

今までに分かったこと

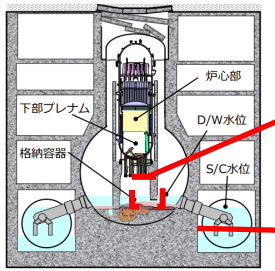
・1号機と同様の化学組成のコンクリートを作製し、800℃までの加熱・徐冷を行った。構造解析の結果、結晶構造の変化(相転移)が起こったことが明らかになった。この結果、コンクリートが粉末化したと考えられる。

・数値解析を通じて、昇温によりコンクリート膨張によるひび割れが生じることが分かった。また、健全であると考えられていたインナースカート(ペデスタル下部にある原子炉支持部材)の外側まで損傷が生じることが明らかになった。

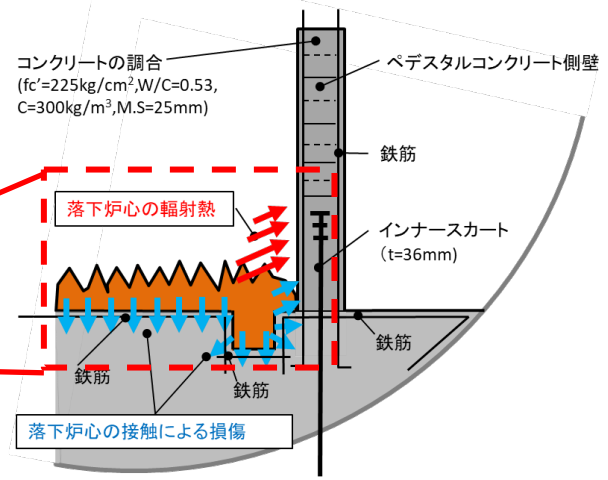
今後の内容・効果

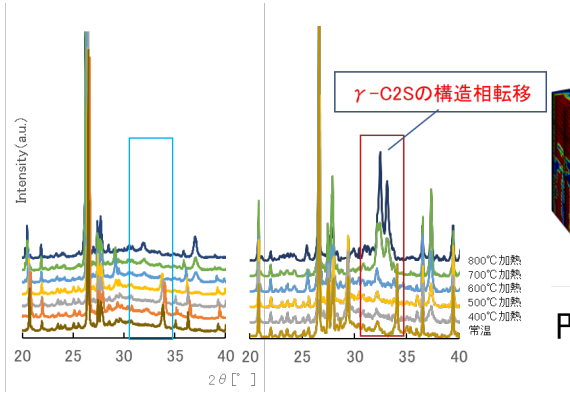
・引き続き、数値解析によるモデルの精緻化を行う。
・分かったことを踏まえて実規模試験を実施する。

過酷事故時に耐えられるコンクリート構造・設計の見直しを行う。

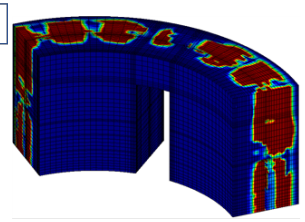


1号機





(a)高温状態でInSitu分析　(b)高温から除熱降温後分析


円筒形ペデスタルの
損傷解析結果



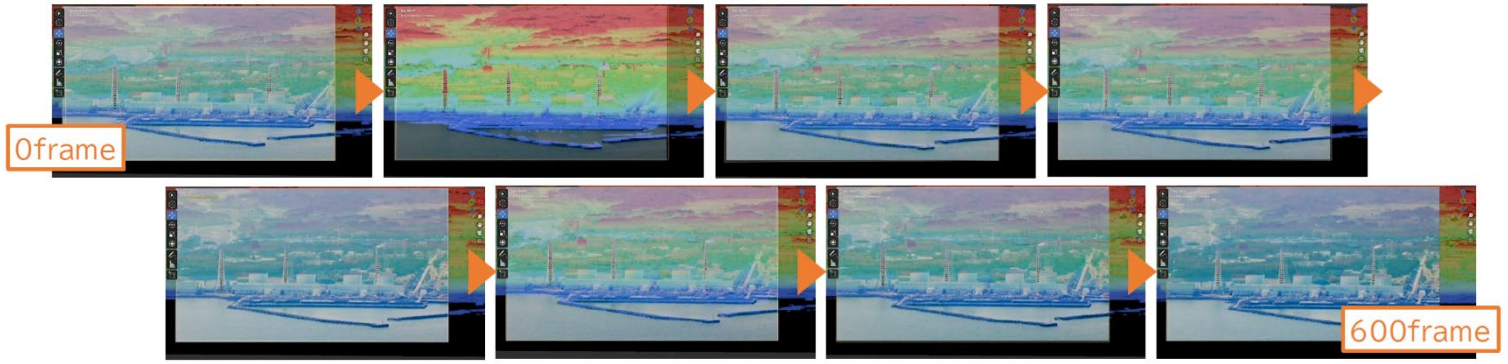
一部鉄筋を残して損傷したペデスタルの写真
(2023年東京電力HD公表)

（トピックス）DX技術を用いた取組

デジタル技術の進展が著しい今般において、最新技術を導入した事故分析を進めてきている。



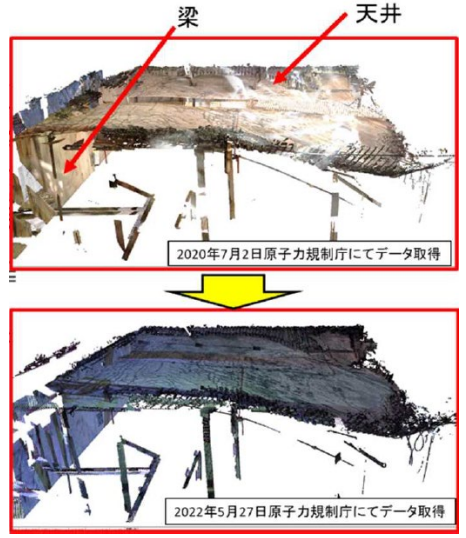
3号機原子炉建屋の水素爆発メカニズム
（（株）福島中央テレビ及び日本テレビ放送網（株）による超解像処理）



1号機ベント時の大気拡散に係る調査
（日本放送協会による動画からの立体的な位置関係の再現）



四足歩行ロボットの導入
（米国Boston　Dynamics社、Spot）



4号機の原子炉建屋経年変化に係る調査
（3Dレーザースキャナーの導入、VR技術の導入による可視化）

最近では、3Dレーザースキャナーのような最新技術を導入したことに加え、深層学習をはじめ進展著しいAI技術を導入することで、従来「人間が気づかなかった気づき」を抽出できないか検討をしています。

目次

０．自己紹介

１．原子力規制庁の実施する福島第一原子力発電所の事故分析とは？

２．現在取り組んでいる調査テーマ

３．まとめ

まとめ

- 原子力規制庁の実施する事故分析の概要を紹介しました。
- 線量低減によるアクセス性の向上や新技術の登場により、
  得られる情報が増えてきているとともに、新しい調査テーマも見出されつつあります。
- 事故調査で得られた知見の目指すところは、廃止措置への情報提供に留まらず、
  現行の原子力施設に対する更なる安全性向上に資する知見を提供にあります。

学生の皆様におかれては、
就職活動における一つの選択肢として、原子力規制庁をご検討頂けると幸いです。
（原子力規制庁採用HP）
https://www.nra.go.jp/nra/employ/index.html
（国家公務員試験採用情報NAVI）
https://www.jinji.go.jp/saiyo.html