令和４年度土木学会全国大会の研究討論会

リスク情報を活用した原子力防災への取り組みに向けて

自然災害に対する原子力防災に関するこれまでの取り組み

2022年9月12日、10：00～12:00

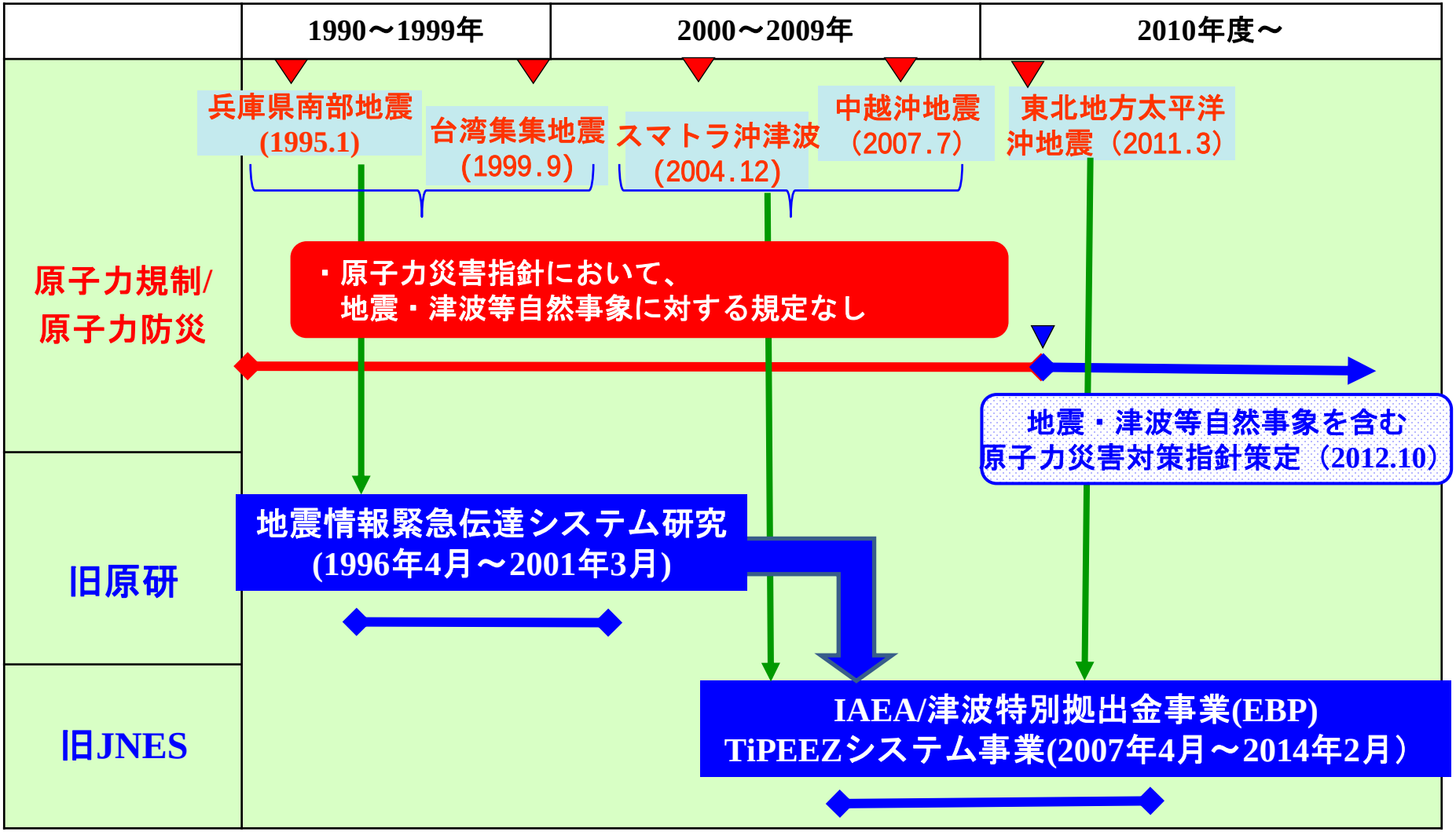
蛯沢　勝三
電力中央研究所

（注）本発表は、蛯沢等の公開文献（後述）に基づき行う。

紹介内容

I.　地震・津波等自然事象に対する原子力防災の系譜
II.　旧原研「地震情報伝達システム研究開発」
III.　旧JNES「TiPEEZシステム実践・普及」
IV.　3.11以降の動向の概要
V.　まとめ
引用公開文献

I. 地震・津波等自然事象に対する原子力防災の系譜



TiPEEZ: Protection of NPPs against Tsunamis and Post Earthquake considerations in the External Zone/
周辺地域含めた原子力発電所の津波・地震に対する防災システム

Ⅱ.旧原研「地震情報緊急伝達システム研究開発」

■ 背　景

・兵庫県南部地震（1995年1月）による阪神・淡路大震災

・旧科学技術庁「地震総合フロンティア研究」(1996年)

・旧原研「地震情報緊急伝達研究」(1996年4月～2001年3月)

■ 研究開発の概要:

◆ 研究開発の方針：

・阪神・淡路大震災を踏まえた京大防災研究所亀田弘行教授提案の“RARMIS（リスク対応型地域管理情報システム）概念”を基本

◆ 想定ユーザー：

・防災関連中央省庁や県・政令都市に比し、地震防災システムの整備が大きく遅れていた“中小市町村、中小企業、地域住民”

■ 研究成果への評価例：

◆ 米国連邦緊急事態管理庁（FEMA）から、
今後必須となる“廉価で実践多機能システム”と評価される

◆ 多額予算を要するシステムは廃れる

RARMIS: *R*isk-*A*daptive *R*egional *M*anagement *I*nformation *S*ystem

京都大学RARMIS概念

■ RARMIS（リスク対応型地域管理情報システム）の概念

(1)阪神・淡路大震災(1995年)時の緊急対応から育った
徹底した“現場主義”に基づく自治体情報システムであること

(2) リスク　（将来生じるべき危険・災害）/
地域管理（平常時の行政サービス）/
Adaptive（対応・連携に着目・重視）を順守すること

(3)平常時と緊急時機能が障壁なく連携する情報システムであること

■ 機能性･経済性に係る必須の情報基盤

① 自律分散情報協調　② 時空間情報処理
③ 公開型データベース構造　④ 全国地図データベース

【原研システム/TiPEEZ要件:
後述佐藤・山田氏発表】

■ 現場主義の実践

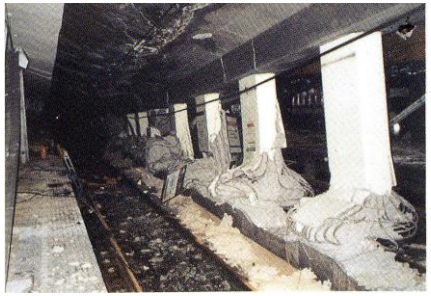
・京大亀田研究室：神戸市長田区役所防災訓練を支援
・旧原研：亀田研究室の一員として、
長田区役所職員と議論すると共に、長田区役所防災訓練に参加

現場主義
兵庫県南部地震（1995.1、M7.2）の調査体験

・強震動によるインフラ損傷
・上下動の大きさ　・火災被害

地震防災システム設置階の圧壊

病院機能の喪失



III. 旧JNES「TiPEEZシステム実践・普及」

■ 背　景
- 旧JNES 津波PRA研究開始(2004年4月)
- スマトラ沖津波（2004年12月）でのインド/マドラスNPP海水ポンプ被害

■プロジェクトの概要:
◆ 目　的：「IAEA津波(EBP)」(2007年4月～2014年2月)において
TiPEEZと津波ハザード評価手法の高度化・普及

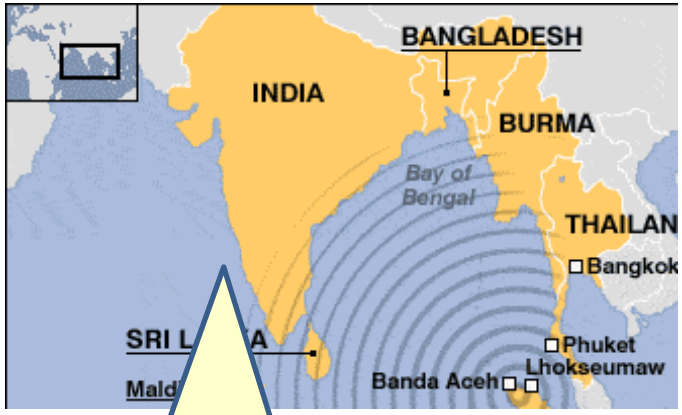
◆ 基本方針：
- 旧原研「地震情報緊急伝達システム」の活用
- 津波ハザード評価手法の高度化

■ TiPEEZの実践・普及
- インド/クダンクラムNPPへの活用（2010. 2)
- 柏崎・刈羽地域への活用　　（2010.11）

■ 津波ハザード評価手法高度化に係る成果
- 世界地震工学シンポジウム（2008.10）
- IAEA国際津波EBP会議　　（2010. 3）等

現場主義
スマトラ沖津波（2004.12、M9.3）の分析

インド：マドラスビーチ



・津波によるインド/マドラスNPP
　海水ポンプ室浸水
・世界初のケース

スリランカ：コロンボ近郊

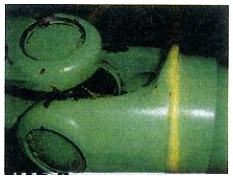
インドネシア：パンダアチェ

8

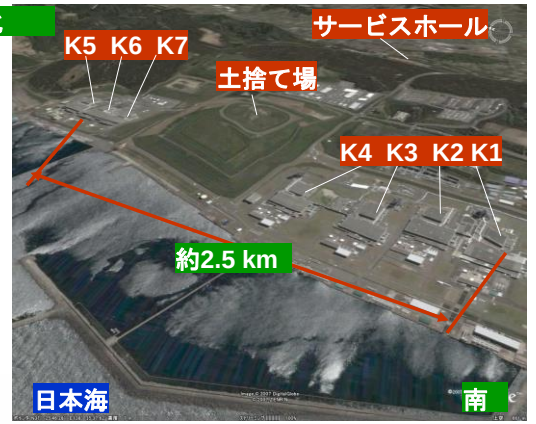
現場主義
新潟県中越沖地震（2007.7、M6.8）の原因究明

・原子力発電所近傍での強震動による NPP被害、世界初

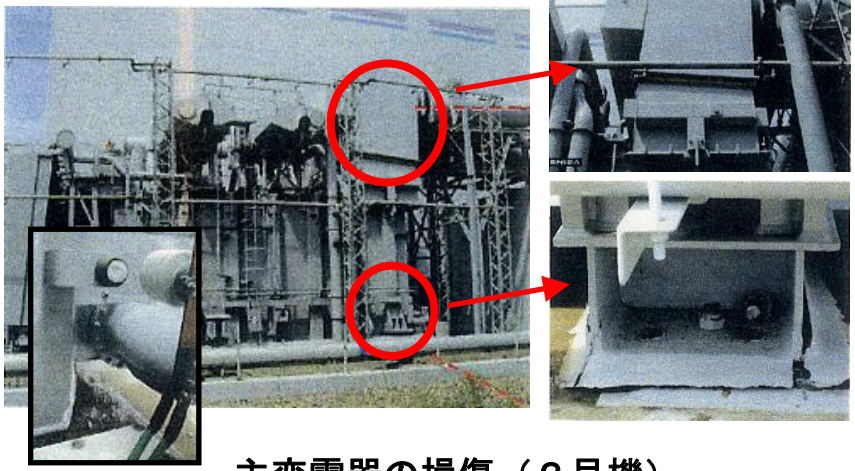
・マルチユニットでの被害



天井クレーン ジョイント部の損傷（６号機）



主排気につながるダクトのずれ（３号機）



主変電器の損傷（２号機）

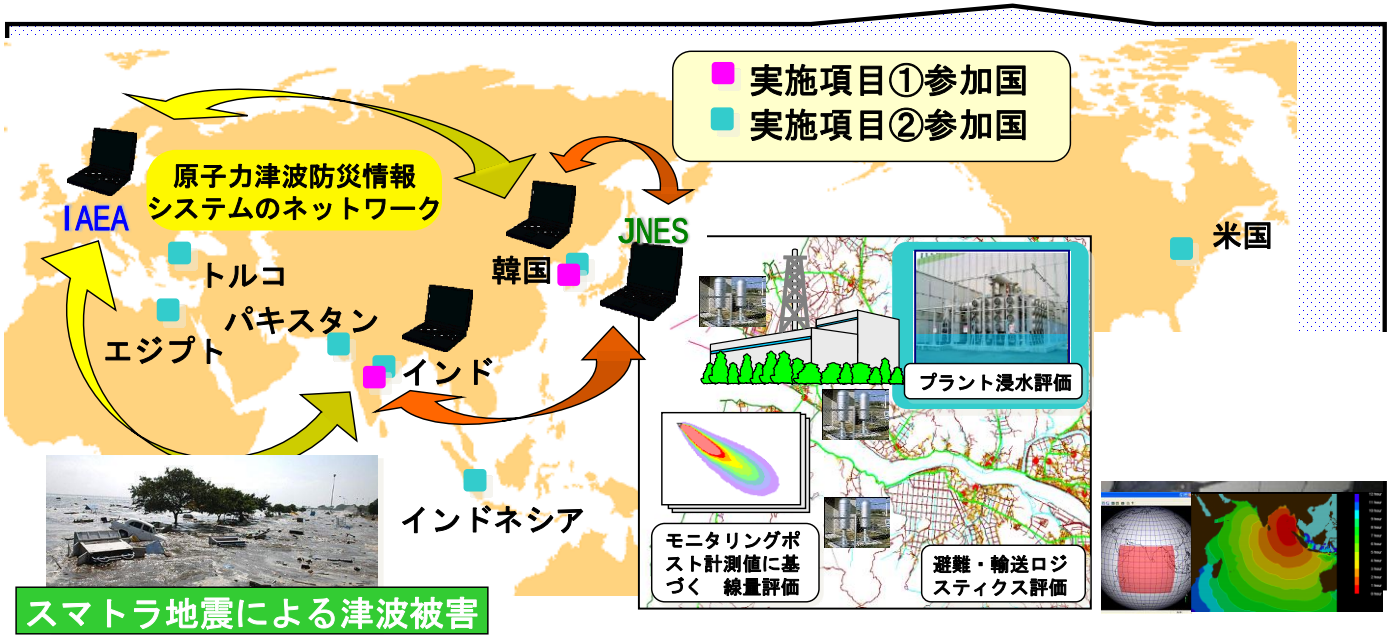
主変圧器の火災（３号機）

III-1. IAEA津波EBPの概要

IAEA 津波 EBP

実施項目：① TiPEEZ整備・普及
② 津波ハザード評価手法の高度化・普及
対象国　：IAEA加盟国（米国・アジア等の8か国）
実施期間：2007.4～2014.3

JNES　TiPEEZと津波評価コードの提供と運用支援（予算・人材）

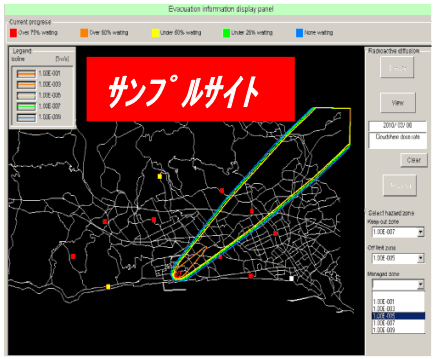


III-2. TiPEEZ活用の実践例

TiPEEZの避難機能の概要 (1/3)

原子力施設ｻﾌﾞｼｽﾃﾑ（サイト内）

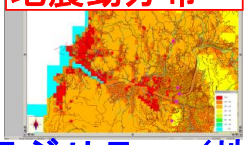
●現地計測データに基づくFP分布推定



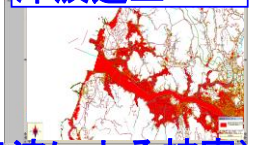
支援機関ｻﾌﾞｼｽﾃﾑ（サイト外）

●ハザード（地震、津波）

地震動分布



津波遡上



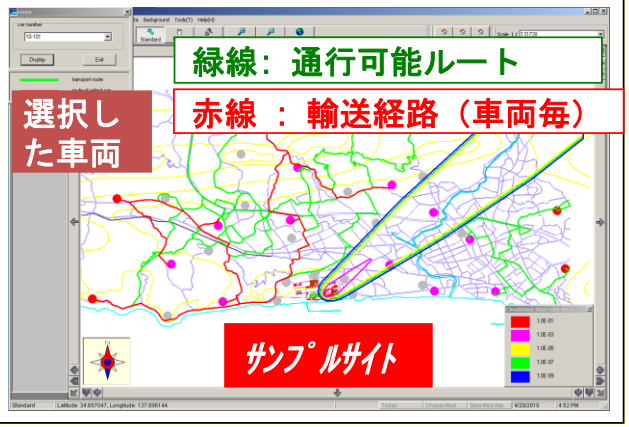
●フラジリティ（地震・津波による被害）

橋梁被害

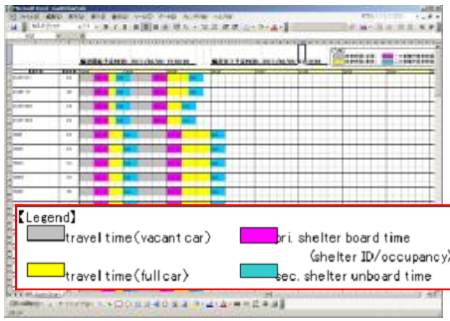
急傾斜地被害

土木技術

●避難ルート推定



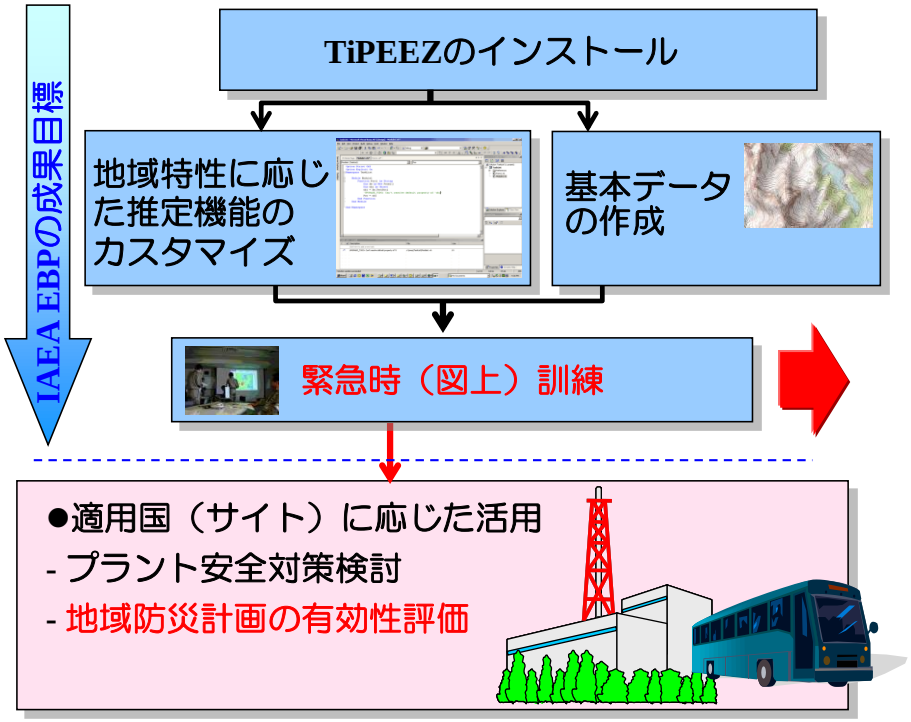
●輸送（配車）計画推定
（ガントチャート表示）



立地地域
自治体、
関係機関等

インド/クダンクラムNPPへの活用 (2/3)

■成果目標：適用国(機関)における自律的カスタマイズ（ヒンズー語対応）と運用のための技術移転



■ 実施時期：2010年2月
■ 場所：インド電力公社本社（ムンバイ）
■ 参加機関：インド規制機関・インド電力
■ 支援機関：IAEA・JNES

柏崎刈羽地域への活用 (3/3)

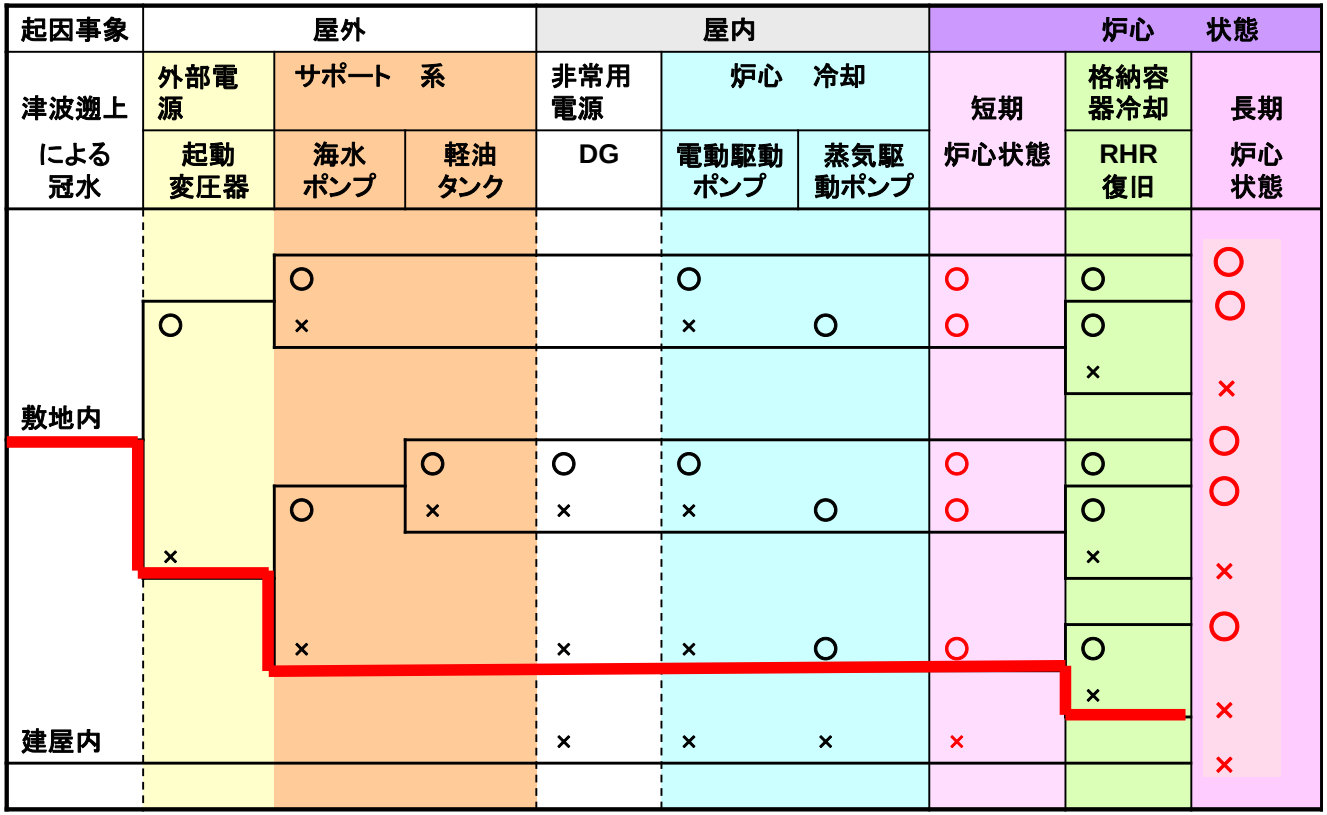
■ 福島事故前：
- IAEA/JNES主催第1回柏崎国際耐震シンポジウム（新潟工大/2010年11月）の一環として、TiPEEZを用いた地域住民へのデモ用3次元多目的視聴覚ホールの公開

■ 福島事故後：
- 柏崎市/刈羽村支援のもと、地域住民へのデモンストレーション（2012.11, 2013.3, 2013.8）

III-3. 津波ハザード評価手法高度化に係る成果の例

■ 津波ハザード評価手法高度化の一環として、同手法を用いた津波PRAによる事故シナリオ評価成果を共有・普及した。この成果と福島事故と整合する。

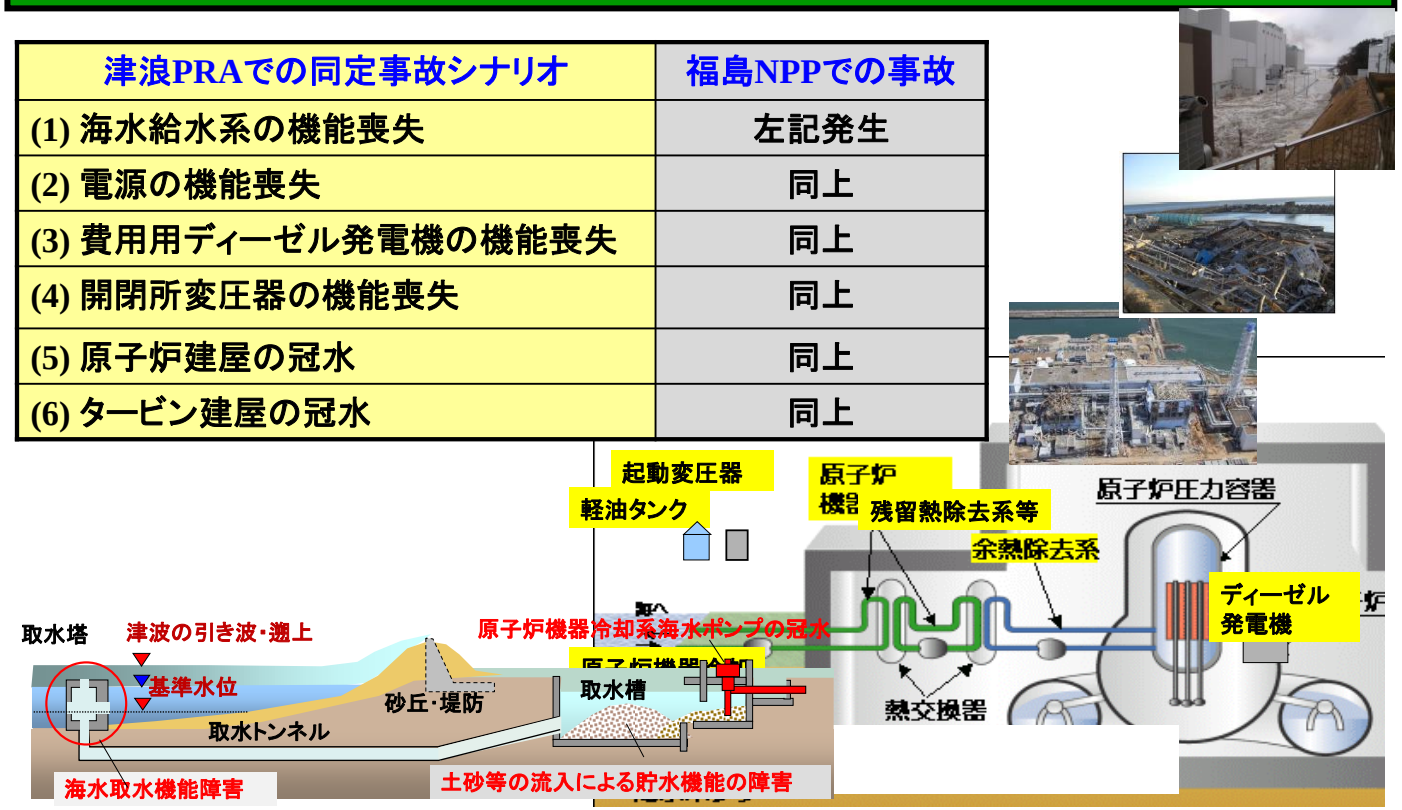
◆ 事故シナリオ：津波遡上時のET



○：健全　×：機能喪失　　：福島第一NPP事故に相当ET

津波PRAによる事故シナリオと福島事故の状況

津浪PRAでの同定事故シナリオ	福島NPPでの事故
(1) 海水給水系の機能喪失	左記発生
(2) 電源の機能喪失	同上
(3) 費用用ディーゼル発電機の機能喪失	同上
(4) 開閉所変圧器の機能喪失	同上
(5) 原子炉建屋の冠水	同上
(6) タービン建屋の冠水	同上



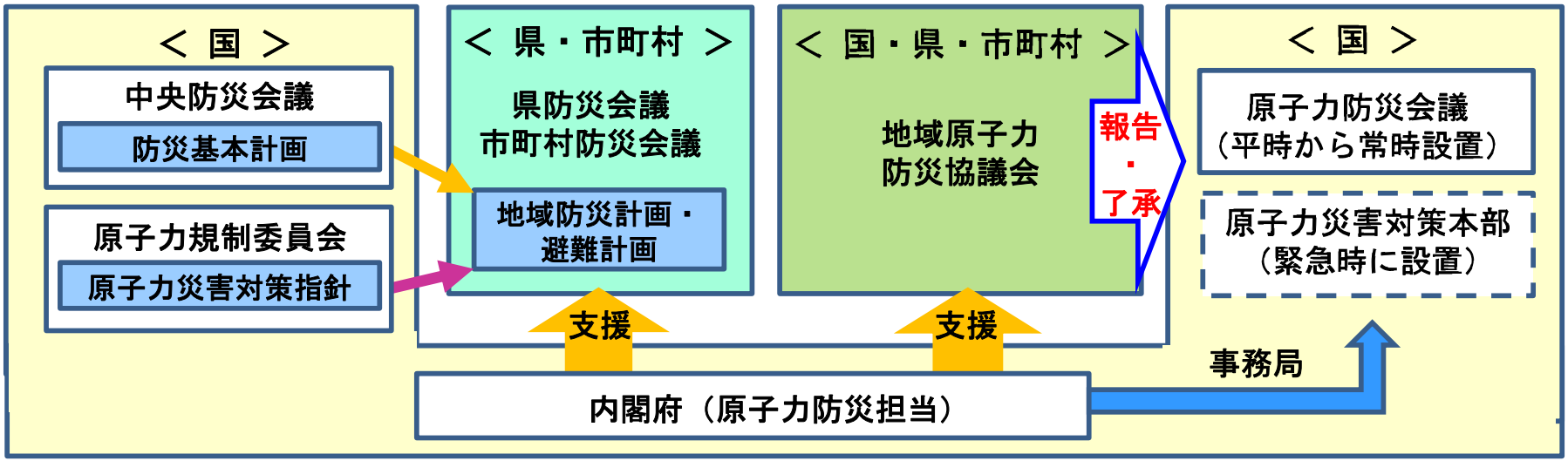
■ 津波リスク評価の有用性を確認　＋　TiPEEZを用いた実践

■ 事後は誰でも何でも言えるが、事前の実践には科学的信念と勇気が必要

Ⅳ.　3.11以降の動向の概要

Ⅳ.1地域防災計画・避難計画の支援体制と懸念事項

■ 地域防災計画・避難計画の策定と支援体制（下図）：
- ◆ 国関連機関と主な規基準類：　原子力防災会議（原子力基本法）/中央防災会議（防災基本計画）/原子力規制委員会（原子力災害対策指針）
- ◆ 内閣府、県・市町村関連：　県防災会議・市町村防災会議（地域防災計画・避難計画）/地域原子力防災協議会



国・県の関連ガイドにおける懸念事項

(1) 地震津波災害と原子力災害との複合災害の取り組みにおいて、
原子力災害に比重が置かれており、福島事故の教訓である地震・津波による複合災害の特性の反映が形式的・表面的であり、
実践・実効性の視点が必ずしも十分でない。

(2) 国・県・市町村との係わりにおいて、
それぞれの役割・係りは有機的なはずであるが形式的であり、
災害弱者となり得る住民の方々と直接接している市町村の役割が重要との視点が必ずしも十分でない。

(3) 住民の方々からの理解・信頼の醸成の取り組みにおいて、
住民目線できめ細やかであるべきが、表面的で住民の方々と血を通い合わせるような視点が欠けている。

■ 住民目線を重視した実効的な実践：
・市町村の役割の重要性について、再認識すること
・“現場主義”に基づき、現場へ足を運び、見て聞いて感じ取ること
・住民の方々から信頼を得ること

IV. 2 鹿児島県原子力災害時住民避難支援・円滑化システムの概要

▶ 原子力災害時に避難を行う住民（PAZ,UP）への通知・情報共有を行うシステム
　・住民の避難支援を行う防災業務関係者が取り扱い情報を集約し管理する。
▶ 防災科研システムSP4D、気象庁関連システム、鹿児島県道路通行規制情報システム等の関連システムからも各種情報を取得し、集約表示を行う。（2022年4月公表）

避難行動に利用

住民

住民向けアプリ

スマートフォン

通知

・避難指示や避難経路
・安定ヨウ素剤の服用タイミング
・驚異の情報（浸水、火災等）

情報を地図上に表示・脅威情報等の通問、その他必要な情報の提供（モニタリングポストの数値等）

被害状況等を投稿

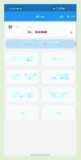
・QRコード提示して避難所等への入所
・地震及び家族等のステータスを登録

鹿児島県原子力災害時住民避難支援・円滑化システム

状況を連絡

防災業務関係者

防災業務関係者向けアプリ



スマートフォンまたはPC

防災業務に利用

※防災業務関係者：自治体職員、消防、警察、自衛隊、民間事業者等

住民・防災関係者への指示に利用
災害時の情報管理に利用

本部要員

※県庁やオフサイトセンター要員

情報集約システム

PC

集約された情報をもとに防災関係者へ指示

情報連携・集約

情報を集約し地図上に表示

気象/モノタリングポスト/道路閉塞情報等

外部システム

・気象庁関連システム
・規制庁関連システム
・SP4D(府省庁連携防災情報共有システム)
・鹿児島県道路通行規制情報システム
・Lアラート
・安定ヨウ素剤配布システム
・避難車両配車システミュ　等

Ⅴ.まとめ

■ 地震・津波等外的事象による**複合原子力防災**に係る関係者は、
将来の事故シナリオを合理的に推測し得る**リスク思考**を認識・重視し、
関連機関に忖度せずに、
科学的信念に基づき、
スピード感をもって実行することが重要。

⇒ **信念を貫く胆力・責任感**が必須要件。

■ 実践に当たり、**住民目線**も必須要件。

引用公開文献

[1] 蛯沢 勝三, 久野 哲也, 柴田 勝之, 大井 昌弘, 堀内 茂木, 阿部 一郎, 都筑 和久：地震情報緊急伝達システムの研究開発, 日本原子力学会和文論文誌, pp.177-190, 2002.

[2] Sugino, H., Iwabuchi, Y., Nishino, M., Tsutsumi, H., Sakagami, M. and Ebisawa, K.: Development of probabilistic methodology for evaluating tsunami risk on nuclear power plants, The 14th World Conf. on Earthquake Engineering, Oct. 12-17, Beijing, China, 2008.

[3] 蛯沢勝三：第1回柏崎国際原子力耐震安全シンポジウム報告、原子力eye,第57巻第2号,平成23年(2011年)年2月。

[4] 蛯沢勝三：地震・津波に対する原子力防災と原子力リスクコミュニケーションの取り組み、ENERGY for the FUTURE, 2012 NO.4, 2012年9月30日。

[5] 亀田・高田・蛯沢・中村：原子力災害の再発を防ぐ(その3)地震工学分野からの原子力安全への提言、日本原子力学会誌VOL.54,No.9,pp.593-601,2012.

[6] 亀田弘行：地震・津波下の原子力防災における自治体支援情報システム～TiPEEZの開発と適用～、ENERGY for the FUTURE, 2013 NO.1, 2013年1月10日。

[7] 蛯沢勝三：地震・津波等外的事象に対する原子力防災システムTiPEEZと原子力リスクのコミュニケーション(1)概要、日本原子力学会2013年秋の大会、2013.

[8] 蛯沢勝三：地震・津波に対する原子力施設のリスク評価と地域防災の実践、第8回未来エネルギーシンポジウム−巨大地震に備えるリスク評価・耐震技術−、東京都市大学・早稲田大学大学院共同原子力専攻、2013年11月25日。

[9] 原子力安全基盤機構：地震・津波等外的事象に対する原子力災害対応システム（TiPEEZ）の適用に関する手引き、JNES-RE-2013-2031、平成26年（2014年）1月.

[10] 蛯沢勝三：福島第一原子力発電所事故と原子力のリスク-第5章自然災害と複合事象のリスク-、日本原子力産業協会原子力システム研究懇話会、NSA/COMMENTARIES:NO.21、平成26(2014年)年6月17日。

[11] 蛯沢勝三：地震・津波に対する原子力防災の変遷と今後のあり方、ENERGY for the FUTURE, 2019 NO.4, 2019年10月1日。

[12] 山田博幸：自然災害のリスクに着目した原子力防災 (1) 自然災害リスクに対応する災害情報システム、日本原子力学会2021年春の大会, 2021年3月19日。

[13] 蛯沢勝三：自然災害のリスクに着目した原子力防災 (2) 自然災害に対する原子力防災、日本原子力学会2021年春の大会, 2021年3月19日。

[14] 鹿児島県：鹿児島県原子力災害時住民避難支援・円滑化システム, 鹿児島県ホームページ、令和4年（2022年）4月1日。