

原子力安全技術研究所 ちゅうでん サイエンス・フォーラム 2018

原子力安全技術研究所は、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震における東京電力(株)福島第一原子力発電所の事故を教訓として、原子力に係る研究の取り組みを強化するため、2012年7月に浜岡原子力発電所構内に設置されました。

研究所では、原子力発電所の更なる安全性向上と発電所の運営の改善に資するため、浜岡原子力発電所の現場を有効に活用した研究を推進するとともに、将来にわたる原子力の安全利用に必要な技術を中心として、大学や研究機関等と連携して取り組むことをねらいに「公募研究」を実施しています。また、こうした公募研究などをはじめとするさまざまな研究成果等を広く地域の皆さまにお知らせするため、2014年度より毎年研究発表会を開催してきました。

5回目を迎えた今年は、原子力の安全性向上のための公募研究や産学連携研究の成果発表のほか、脳研究者の池谷裕二先生による特別講演などを織り交ぜ「ちゅうでん サイエンス・フォーラム2018」として7月21日(土)に浜岡原子力発電所の立地する御前崎市で開催しました。

1 「サイエンス・フォーラム」の概要

「サイエンス・フォーラム」には、地元の一般の方々をはじめ、地元中高生、大学関係者、当社の協力会社の方々など約500名の方にご来場いただきました。

オープニングでは、主催者代表として渡邊技術開発本部長が挨拶。来賓として御前崎市長の柳澤重夫様から「研究発表会等において、中部電力の安全を追求する姿勢や研究成果を発信、説明していただくことは、市民の安心感醸成の観点から非常に大切なこと」とご挨拶をいただきました。

その後、ホールでは、特別講演や講演講師と地元中高生によるトークセッション、公募研究および産学連携研究の成果発表を行いました。

また、ロビー・ホワイトエでは、公募研究や自社研究の成果についてポスターセッションを行うとともに、脳を鍛える体験コーナーでクイズを出題、浜岡原子力発電所の安全性向上への取り組みなどを紹介しました。

(1) 特別講演・トークセッション

特別講演では、静岡県藤枝市出身で東京大学薬学部教授の池谷裕二先生に「脳を知ってモチベーションアップ! ~やる気アップの秘訣~」と題したテーマで講演していただき、先生からは、広い世代に向けたやる気アップに

つながる様々なアドバイスが紹介されました。

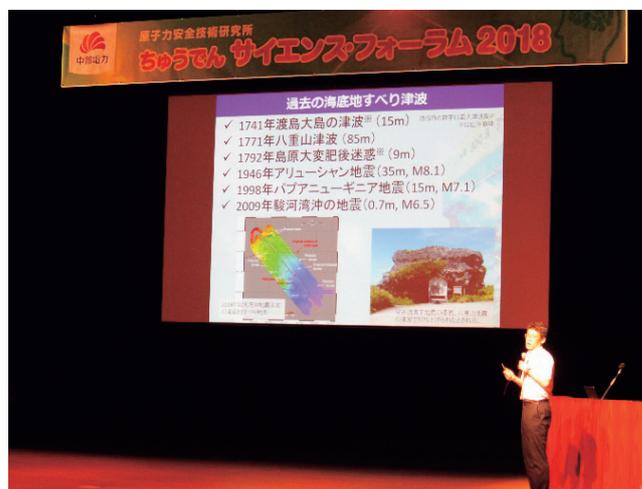
地元中高生とのトークセッションでは、「学習課題への意欲を出すためにはどうしたらいいか」との質問に対して「まず、勉強机に座ればいい。座らないと何も始まらない。毎日の歯磨きのように同じ時間に同じ行動をする」とよい。3か月くらいすると習慣になる。」とのアドバイスがありました。その他にも多くの質問があり、来場者も熱心に聴き入っていました。最後に次世代層へ「楽しくご機嫌に生きる」とのメッセージが発せられ、会場から大きな拍手が湧きました。



池谷先生と地元中高生によるトークセッションの様子

(2) 研究成果発表・ポスターセッション

2017年度に研究が終了した公募研究11件と産学連携研究1件の計12件をポスターセッションで発表し、このうち以下の公募研究3件と産学連携研究1件の計4件をステージで発表しました。



ステージ発表の様子

- ①南海トラフにおける海底地すべり津波の高精度シミュレーション
(徳島大学/馬場俊孝教授)
- ②高効率な近赤外発光シンチレータ材料の探索
(奈良先端科学技術大学院大学/岡田豪助教)
(現所属：金沢工業大学講師)
- ③渦電流磁気指紋法による残留ひずみ評価に関する研究
(東北大学/高木敏行教授)
- ④宇宙線を用いた原子炉透過研究
(名古屋大学/中村光廣教授)
(ステージ発表件名の詳細は、この後のページで紹介)
今回の発表研究は以下のとおり。

公募研究

研究件名(サブタイトル)	発表者
●南海トラフにおける海底地すべり津波の高精度シミュレーション (幻とされる1512年永正津波の徳島県穴喰の被害を、高精度化した数値解析で再現します)	徳島大学 馬場俊孝教授
●高効率な近赤外発光シンチレータ材料の探索 (高放射線を測定するため、放射線を光(赤外線)に変換する結晶材料を開発します)	奈良先端科学技術大学院大学 岡田豪助教 (現所属：金沢工業大学講師)
●渦電流磁気指紋法による残留ひずみ評価に関する研究 (地震により大きな力を受けた金属材料のひずみを、磁気を用いて調査する方法を開発します)	東北大学 高木敏行教授
・引張試験結果のみから延性-脆性遷移温度域材破壊靱性値の最小値を予測する手法の開発と検証 (中性子による金属材料の劣化を、容易に予測する手法を開発し、検証します)	福井大学 飯井俊行教授 (薬師剛大学院生) (山下正義大学院生)
・テンパービード補修溶接工法による原子力発電プラント保全技術の高度化研究 (万一の経年損傷を溶接で修理する技術の安全性や信頼性を評価します)	大阪大学 望月正人教授 (岡野成威准教授)
・超音波フレット疲労試験技術開発に関する研究 (機器故障を未然に防ぐため、摩擦の繰り返しにより材料が壊れる条件について調べます)	静岡大学 島村佳伸准教授
・中性子照射脆化検出のための非破壊検査技術開発に関する研究 (中性子による金属材料の劣化を、超音波で検査する技術を開発します)	東京大学 沖田泰良准教授 (川満昭英大学院生)
・高温高圧水中における金属材料のすき間腐食クライテリアの高度化 (原子炉内部の金属材料の合わせ目にかかる腐食について調べます)	日本原子力研究開発機構 相馬康孝研究員

・次世代原子炉における熱水力挙動予測手法の高度化に関する研究 (原子炉内の高温高圧水の複雑な流動現象を実験で把握します)	北海道大学 三輪修一郎助教 (山本泰功助教)
・万一の事態・リスクに対応できる人材育成のための訓練メニューの開発 (東日本大震災時の良好な対応事例等を参考に、発電所運転員の訓練メニューを提案します)	岡山大学 五福明夫教授
・放射線と化学物質の複合曝露影響評価系の開発研究 (細胞内のDNAに、放射線に加え有害物質が作用した場合のリスクを評価します)	静岡県立大学 伊吹裕子教授

産学連携研究

研究件名(サブタイトル)	発表者
●宇宙線を用いた原子炉透過研究 (宇宙から降り注ぐ素粒子を使って、原子炉圧力容器などをレントゲン撮影のように透視します)	名古屋大学 中村光廣教授

- 印はステージ発表も実施
() 代理発表



ポスターセッションの様子

(3) その他研究成果の展示

以下の2つのテーマを取り上げ、ポスターや画像等を使って研究者が説明しました。来場者は、興味深く説明を聞いていました。

テーマ	発表者
津波関連の研究 ・津波監視システムの開発 ・電離圏観測による津波予測 ・浜岡周辺の歴史津波の古文書調査 ・浜岡周辺の津波堆積物調査	原子力安全技術研究所 東京学芸大学 鴨川仁准教授 名古屋大学 浦谷裕明助教 浜岡原子力発電所 土木課
画像による設備点検の研究 ・高解像度画像による設備点検 ・ハイパースペクトルカメラによる劣化診断	原子力安全技術研究所 電力技術研究所



執筆者/北園雄二

研究成果発表
その①

南海トラフにおける海底地すべり津波の高精度シミュレーション

徳島大学 教授 馬場 俊孝

▶背景・目的

津波の発生原因は、海域で発生する地震だけでなく海底地すべりもある。海底地すべりは地震を伴わない場合もあり、不意打ちされる可能性がある。南海トラフでの巨大な海底地すべり津波の発生について未だ結論を得ていないが、リスク管理の観点から海底地すべり津波の検討は重要である。そこで本研究では、津波被害の軽減に資することを目的として、海底地すべり津波を高精度にシミュレーションできるプログラムを開発する。これを用いて、海底地すべりが一要因とも言われる1512年永正津波（古文書には、地震はなく徳島県穴喰地区のみで大きな津波被害があったと記載）を検証する。

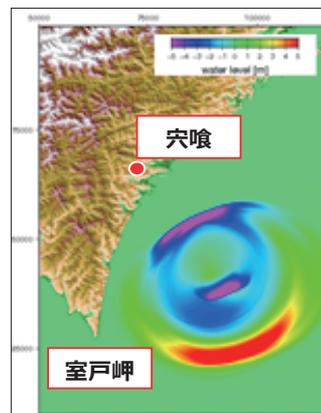
▶概要

津波シミュレーションの代表的なプログラムに馬場教授らが開発した「JAGURS」があるが、地震による津波のみを対象としており、海底地すべり津波は扱えなかった。そこで本研究では、地すべり現象を、上層の海水流と下層の土砂流に分けて計算する「二層流モデル」を導入し、プログラムの改良を図った。

高精度な海底地形データ等を用いた海底地すべりの痕跡調査結果を参考に、徳島県穴喰地区の南東沖約24kmの海底に海底地すべりをモデル化した。

改良したプログラムで津波シミュレーションを実施した結果、地すべりが時々刻々と進行していく様子が表現でき、比較的波長の長い津波が発生した。

徳島県穴喰地区では、引き津波、その後に押し津波が襲来し、津波高にしておよそ5mの津波で陸上への浸水も発生した。シミュレーションによる浸水状況は、古文書（震潮記）に記された永正津波の被害状況に酷似しており、本研究の結果から穴喰の南東沖約24kmの海底地すべりは永正津波の波源のひとつの候補であることが確認できた。



海底地すべり津波解析結果

今回、津波の計算が安定せず、シミュレーションに時間を要したため、津波計算の安定性向上が今後の課題である。また、穴喰沖の海底地すべりについて、今後、詳細な海底地形調査等により、その特性を明らかにする必要がある。

研究成果発表
その②

高効率な近赤外発光シンチレータ材料の探索

奈良先端科学技術大学院大学 助教 岡田 豪 ※ 現所属：金沢工業大学講師

▶背景・目的

目に見えない放射線を測定するため、「シンチレータ」と呼ばれる「放射線」を「光」に変換する材料を利用し、その光の強度を光検出器で計測する。その光を光ファイバで伝送する場合、放射線による光ファイバの劣化による光の透過効率の減少を考慮すると、近赤外光領域での発光が有利である。既存のシンチレータは紫外・可視光を発するものなので、本研究で近赤外光を高効率に発するシンチレータ材料を探索した。

▶概要

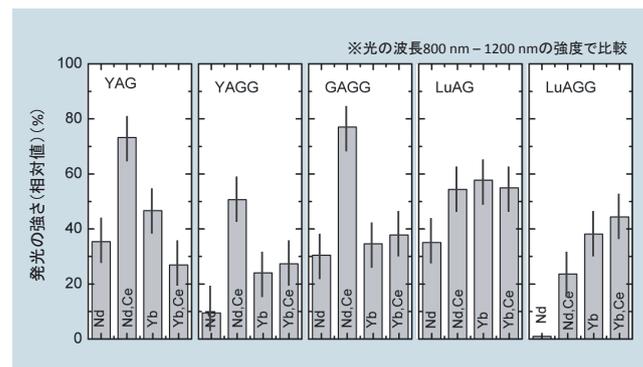
濃度を変えた希土類イオン6種を5種類のガーネット結晶 $Y_3Al_5O_{12}$ (YAG)、 $Y_3Al_2Ga_3O_{12}$ (YAGG)、 $Gd_3Al_2Ga_3O_{12}$ (GAGG)、 $Lu_3Al_5O_{12}$



製作した結晶(シンチレータ)の例

(LuAG) および $Lu_3Al_2Ga_3O_{12}$ (LuAGG)」に添加した、合計120種類のシンチレータ材料の各種特性（組成、構造、発光スペクトル、発光強度、応答速度など）を評価した。

その結果、Nd、Ce（ネオジムとセリウム）を添加したGAGGにおいて近赤外領域での最大発光を確認できた（下図参照）。



製作したシンチレーション強度の比較

研究成果発表
その③

渦電流磁気指紋法による残留ひずみ評価に関する研究

東北大学 教授 高木 敏行

▶背景・目的

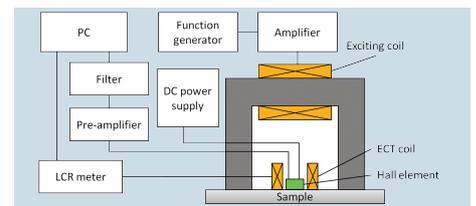
近年の中越沖地震や東日本大震災では、原子力発電プラントの当初設計を上回る地震動が観測されている。構造材料の残留ひずみが大きくなると、材料の寿命に影響するとされており、発生した残留ひずみを定量的に非破壊で評価する必要がある。本研究では、材料に磁場を与えたときの渦電流信号が残留ひずみ量の違いにより特徴的に変化する渦電流磁気指紋法のメカニズムを解明するとともに、その実用可能性を検討した。

▶概要

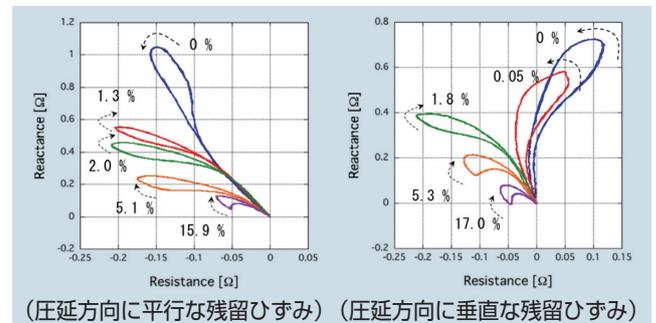
ボイラ及び圧力容器用炭素鋼SB410の引張試験片を作製し、構築した渦電流磁気指紋法システムで測定を行った。圧延方向と平行に引張試験を行った場合の信号は、保磁力周辺でループを描き、ある一定の値でループが閉じて直線的な軌跡を描く。残留ひずみの増加に伴い信号の軌跡の方向が反時計回りから時計回りに反転するとともに、ループの位相、サイズが変化することが確認された。圧延方向と垂直に引張試験を行った場合、ループの形状は変化するものの、信号の軌跡の方向が反転する現象、位相やサイズの変化は同じであった。

この信号変化は、鋼材の組織（フェライト・パーライト率）や多軸応力を加えた場合にも同様の傾向が確認できた。

よって、ループの軌跡の方向、位相の変化、ループサイズを測定することにより、残留ひずみを評価できる見通しを得た。



渦電流磁気指紋法システム



(圧延方向に平行な残留ひずみ) (圧延方向に垂直な残留ひずみ)

渦電流磁気指紋信号の変化

研究成果発表
その④

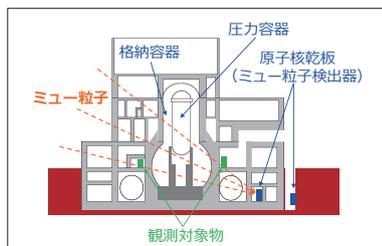
宇宙線を用いた原子炉透過に関する研究

名古屋大学 教授 中村 光廣

▶背景・目的

宇宙のあらゆる方向からほぼ均一に降り注いでいるミュオン粒子を、小型・軽量・電源不要等の特徴を有する原子核乾板で観測し、ミュオン粒子の飛来方向と飛来数を解析することにより、大型構造物の透視が可能となる。

この技術を用いて、浜岡原子力発電所2号機の原子炉建屋地下2階および原子炉建屋外の立坑（サブドレン）に原子核乾板を設置し、圧力容器底部・格納容器下部を把握できるか計4回の観測を行った。



観測のイメージ(垂直面)

▶概要

第1回および第2回の観測結果から、圧力容器底部および格納容器下部が観測でき、また観測結果は予想図とほぼ一致することを確認した。

第3回および第4回の観測結果から、原子炉建屋1階の約60トンの観測対象物（水平距離で約17m）の位置の相違（約2m）を識別できた。

本研究は名古屋大学未来材料・システム研究所と当社との産学連携協定のもと共同で実施した。

原子炉建屋1階の観測対象物の観測結果

予想図	観測結果
①第3回での観測	
②第4回での観測（原子炉建屋1階の重量物(観測対象物：2ヶ所)は第3回よりも約1~2m原子炉から離れている)	
①-②	