

原子力安全技術研究所 サイエンス・フォーラム

原子力安全技術研究所は、平成23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、平成24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、浜岡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。公募研究などをはじめとするさまざまな研究成果を地域の皆さまにお知らせするため、平成26年度より毎年1回研究発表会を開催してきました。

第3回目を迎える今年は、従来から実施してきた研究成果発表のほか、科学技術分野にスポットを当てた講演や中部電力グループにおける技術開発成果の展示などを加えてプログラムを見直し、「サイエンス・フォーラム」と名付けて、平成28年6月11日(土)に御前崎市民会館で開催しました。その内容などをお伝えします。

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、地元一般の方々をはじめ、学生を含む大学関係者、中部電力の工事関連の協力会社の方々など前回の2倍を上回る500人以上の方に来場いただきました。

オープニングでは、主催者代表として岡部技術開発本部長が挨拶。来賓として御前崎市長柳澤重夫様、光産業創成大学院大学長の加藤義章様からご挨拶をいただきました。その後、ホールでは、大阪大学の石黒浩先生による特別講演や講演講師と学生によるディスカッション、公募研究の成果発表を行いました。

また、ホール外のホワイエでは、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、中部電力グループにおける技術開発成果展示や浜岡原子力発電所の安全性向上対策工事に関する取り組みなどを紹介しました。

(1) 特別講演

特別講演では、大阪大学大学院基礎工学研究科の石黒浩先生を講師に招き、「人間型ロボットと未来社会」をテーマに講演していただきました。

また、石黒先生には、ロボット工学を学ぶ静岡大学大学院・総合科学技術研究科の学生4名とのディスカッ

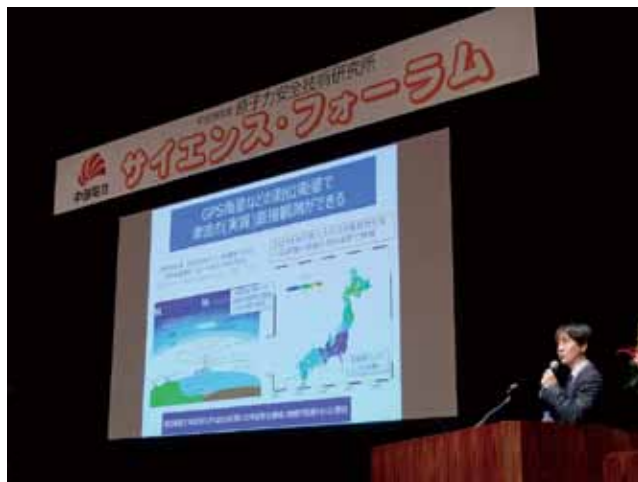
ションにも参加していただきました。夏目漱石の人間型ロボットの制作意義を聞かれた石黒先生は、「小学生など初めて夏目漱石を学ぶ者が人間型ロボットから学ぶことができれば印象深いはずである」と答えました。20年後のロボットの实用化について、別の学生が家事や介護を人間型ロボットがしてくれれば大変助かると思うと発言すると「人間型ロボットは力仕事よりもコミュニケーションを取ることに意義があり、ニュースキャスターやアナウンサーなどに活躍することを想定する」と人間型ロボットの意義について説明されました。人工知能など技術の進化については、「進化とは人間の能力を拡張させることであり、技術を受け入れて進化することが大事である」とご発言されました。アンドロイドの今後の進化や実利用方針など非常に興味深い内容であり、会場も熱心に聴き入っていました。



石黒先生と学生によるディスカッションの様子

(2) 研究成果発表・ポスターセッション

平成27年度に研究契約が満了した公募研究10件と自社研究2件の12件をポスターセッションで発表し、このうち4件をステージでも発表しました。



ステージ発表の様子

ステージ発表では、東京学芸大学の鴨川先生が、津波で海面の上下動が発生するとその振動が音波となって上空に伝わり、電離圏の電子が局所的に揺すられ、その電子が減少する現象を利用して空からの津波予測の可能性を検証した研究成果について発表したほか、静岡大学の渡邊先生が、放射線が集積回路に入射するとノイズが発生し一時的な計算間違いが頻繁に発生することから、誤動作に対して強い耐性をもち、また、放射線によって恒久的な故障が発生しても再プログラムを実施することにより復旧可能なFPGA(Field Programmable

公募研究

研究テーマ	発表者(敬称略)
○生体内におけるセシウムおよびストロンチウムの吸収抑制および排泄促進効果を示す食品素材とその有効成分に関する研究	静岡県立大学 増田 修一
○耐放射線FPGA (Field Programmable Gate Array) の研究開発	静岡大学 渡邊 実
○衛星測位データを利用した電離圏観測による早期津波予測の高精度化に関する研究	東京学芸大学 鴨川 仁
○多孔質シリカを活用する放射性廃液処理に関する研究	名古屋大学 榎田洋一 (杉山 貴彦※)
照射材破壊靱性値の試験片寸法依存補正手法を用いたミニチュア破壊靱性試験片の開発	福井大学 飯井 俊行
巨大地震時の鋼構造物の低サイクル疲労破壊予測と制御	名古屋大学 舘石 和雄
ガイド波による配管広域監視法の高度化	徳島大学 西野 秀郎
ぬれと微細孔制御による限界熱流束向上技術の開発研究	横浜国立大学 森 昌司
不燃性溶媒の利用による放射性同位元素の除去に関する研究	東北大学 山村 朝雄
マイクロ化学チップを用いた革新的再処理工場用分析システムの開発	東京工業大学 塚原 剛彦

(注) ○印はステージ発表も実施。
※代理として共同研究者が発表



ポスターセッションの様子

自社研究

研究テーマ	発表者
津波監視システムの開発	原子力安全技術研究所 地震・津波・防災G
廃止措置プラントを活用した材料研究	原子力安全技術研究所 プラントG 地震・津波・防災G

Gate Array)の開発を目指した研究成果について発表されました。具体的な内容については、この後のページにて紹介します。

(3)技術開発成果展示

技術開発成果展示では、電力技術研究所やエネルギー応用研究所、テクノ中部などのグループ企業の開発成果を展示し、開発に携わった研究担当者が開発成果や発明品について説明しました。

「マイクロ波を利用したコーヒー豆の焙煎」の研究成果は、マイクロ波による熱処理技術を採用することで、苦みが低減でき、まるやかで飲みやすいコーヒーが抽出できるという研究成果を実演し、試飲した来場者の方々には大好評でした。

技術開発成果展示

技術開発成果	発表者
マルチコプターによる電力設備点検技術	技術開発本部 電力技術研究所
浮体式洋上風力の水理模型実験	技術開発本部 電力技術研究所
マイクロ波を利用したコーヒー豆の焙煎	技術開発本部 エネルギー応用研究所
電力設備に影響を及ぼす生物	技術開発本部 エネルギー応用研究所
音カメラ	土木建築部 建物管理G
中部プラントの現場教育・プラント保守開発工具ほか	株式会社 中部プラントサービス
テクノ中部の環境技術	株式会社 テクノ中部



技術開発成果展示の様子

研究成果発表紹介
その①

耐放射線 FPGA(Field Programmable Gate Array)の研究開発

静岡大学 准教授 渡邊 実

1 研究の目的(背景・意義)

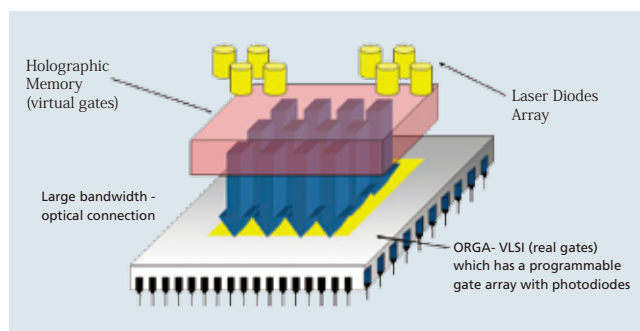
電子機器に使用される集積回路は放射線に対して非常に脆弱であり、放射線が入射すると、一時的な計算間違いが頻繁に発生し、さらに長期間、放射線に曝され続けると恒久的な故障も生じる。

そこで、本研究では、放射線が入射することによって生じる誤動作に対して強い耐性をもち、また、放射線に曝され続け、恒久的な故障が発生したとしても再プログラムを実施することにより復旧し、使用し続けることが可能な耐放射線FPGA(Field Programmable Gate Array)の開発を目指した。

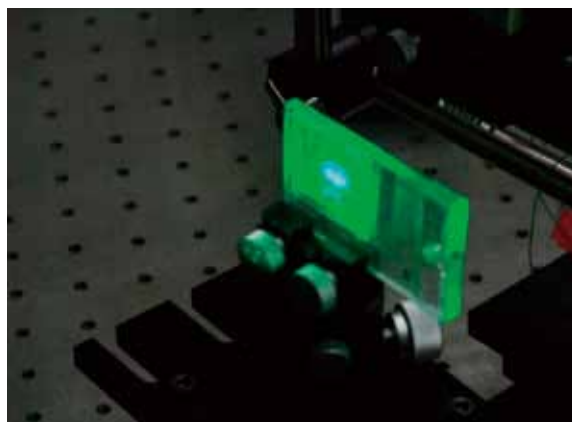
2 研究の内容

集積回路は放射線に対して非常に脆弱であり、放射線環境下では誤動作が頻発し、安定的に使用することができない。この誤動作を防止するためには、タングステン等の重いシールド材が有効であるが、重量が増すことが問題であった。

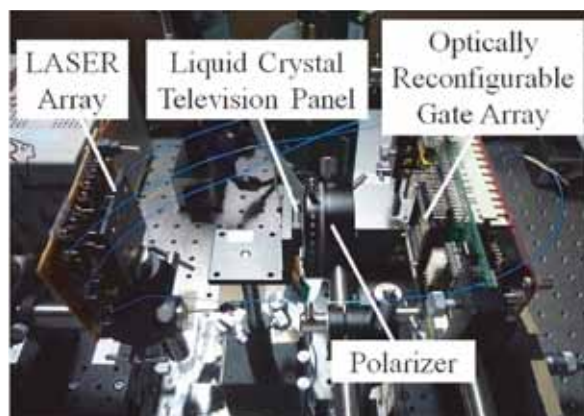
そこで、本研究では、シールド材を用いることなく、集積回路の放射線耐性を上げる手法として、光技術を導入する手法を世界で初めて提案し、その実証を目指した。研究者らは、このデバイスを光再構成型ゲートアレイと呼んでいる。光再構成型ゲートアレイは、ホログラムメモリ、レーザアレイ、ゲートアレイVLSIから構成される。ホログラムメモリとレーザアレイにより、ゲートアレイ部の放射線耐性を補完することができる。



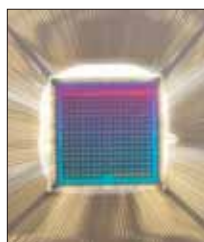
光再構成型ゲートアレイの構成



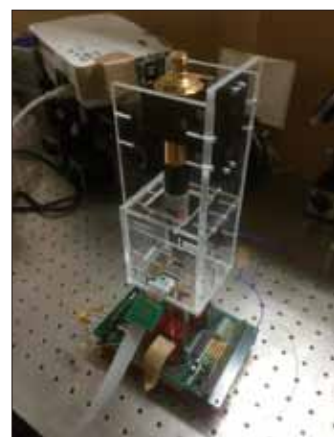
ホログラムメモリ



プロトタイプ1



光再構成型ゲートアレイ
VLSIチップ



プロトタイプ2

3 研究の成果

コバルト60のγ線源を用いて、光再構成型ゲートアレイが光学部を中心に100 Mrad (1MGy) の放射線にまで耐えられることを部分的に実証した。この放射線耐性は既存の集積回路の約100倍以上であり、シールド材を必要としない耐放射線デバイスの開発に成功した。

4 今後の課題・展開

この耐放射線・光再構成型ゲートアレイは原子力発電所の安全技術として、今後、耐放射線システムや耐放射線線ロボットなどへ役に立っていくものと考えられる。

このデバイスを実際に使用する際には論理合成・配置配線ツールも必要であり、今後、開発を進めていく。

研究成果発表紹介
その②

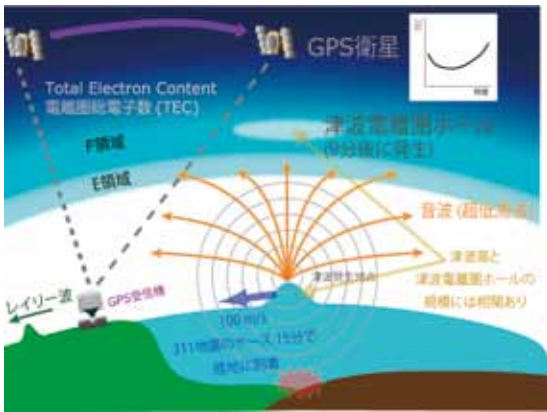
衛星測位データを利用した電離圏観測による 早期津波予測の高精度化に関する研究

東京学芸大学 准教授 嶋川 仁

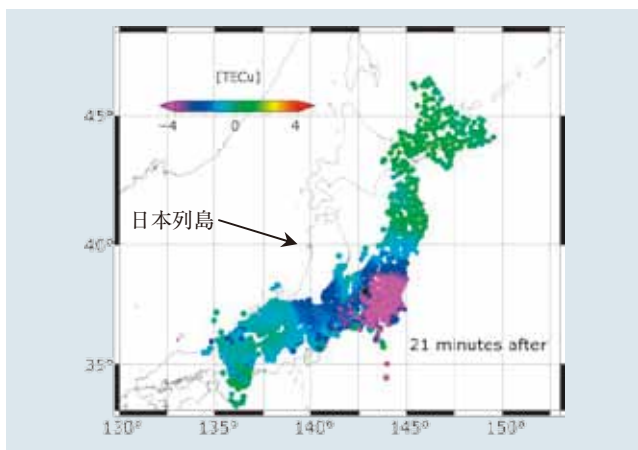
1 研究の目的(背景・意義)

地球表面で起きる海面等の上下振動は、音波となり上空に伝わる。特に津波については、広範囲に押し引きする一連の動きにより振動が増強されるため、電離圏(上空80km~500km)にある電子を大きくゆすり、局所的に電子数が減少する現象が起きる。これを津波電離圏ホールと呼んでいる。

この現象は東北地方太平洋沖地震において、世界で初めて明瞭に観測された。



津波電離圏ホールの生成



東北地方太平洋沖地震時の全電子数の変動
(全国観測点とGPS衛星を結んだ線と電離圏の交点を
投影。衛星一つにつき日本列島の形が浮かび上がる。)

現状の津波予測では、震源情報に加え海域観測網で観測したデータが重要視されるが、広大な海域に稠密な観測網を構築するには、膨大な費用と時間および維持管理が必要となる。

本研究では、津波検知・予測に関して、多様な観点および既存設備利用によるコスト低減の観点から、衛星測

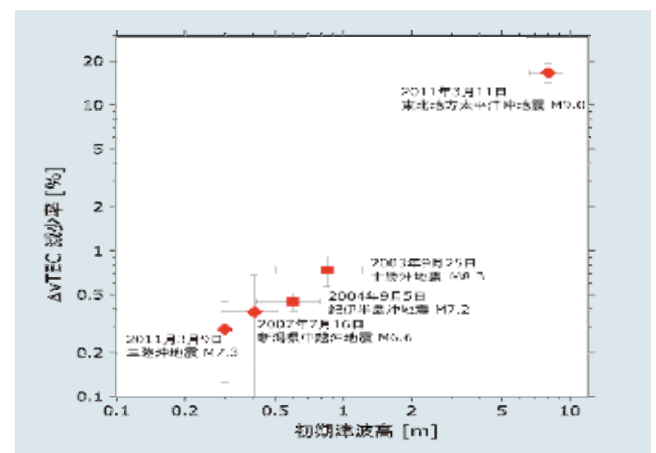
位データを利用した電離圏観測により捉えられる津波電離圏ホールの有効性について検討した。

2 研究の内容

電離圏の全電子数(以下、TECと示す)は全国約1200点のGPS受信点で常時観測しており、津波電離圏ホールが発生すれば検知できる。ただし、音波が電離圏まで伝わるには時間を要するため、地震発生から約9分以降でないと電離圏の変動は現れない。また、津波の発生領域を捉えるには、同ホールのTEC減少率が最大となる地震後20分以降まで観測が必要となる。一方、南海トラフ津波予測では、20分より短い時間で津波が到達することから、TEC減少率を短時間で推定できる方法を検討した。

3 研究の成果

電離圏に到達した音波の一部は緯度・経度の方向に広がる。これに着目し、地磁気の影響が少ない経線方向の広がり幅とし、その変化を近似曲線で予測する時間短縮手法を検討した。その結果、津波電離圏ホールの最大値は、地震発生後13分で確認でき、時間短縮が可能であることが分かった。一方、津波予測に必要な初期津波高については、津波シミュレーションによる既往地震の初期津波高とその地震で観測されたTEC減少率との関係について、高い相関を確認した。



初期津波高とTEC減少率の関係

4 今後の課題・展開

津波電離圏ホールの拡大ピークとTEC減少率の関係に相関があれば、初期津波高を推定する時間の短縮が可能となる。今後は、そのシステム化の可能性について引き続き検討する。



執筆／鈴木智也