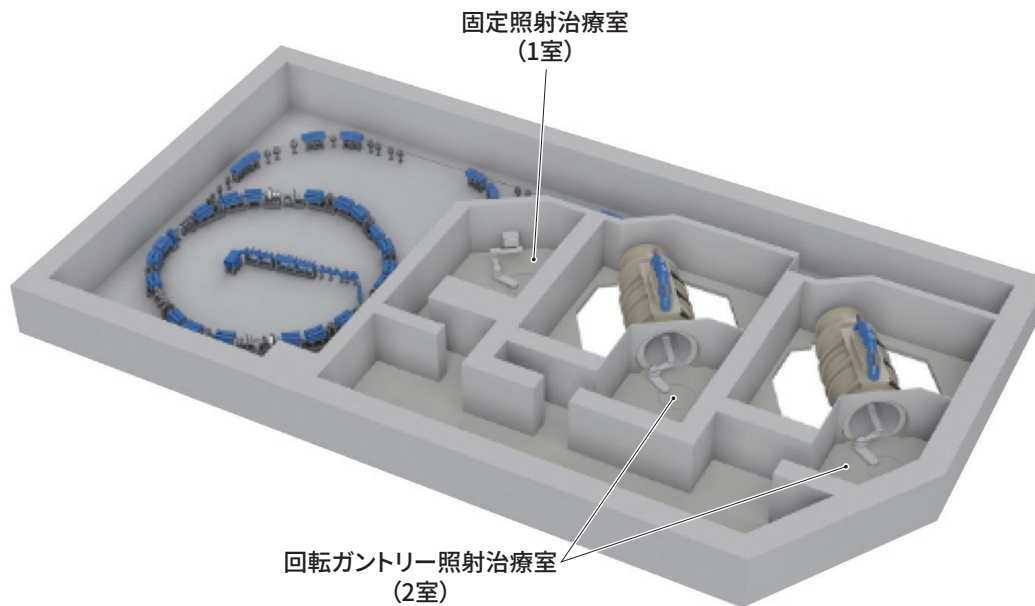


海外向けとして初めて韓国 延世大学校医療院から 重粒子線がん治療装置を受注



延世大学校医療院 重粒子線がん治療装置の概要
Outline of heavy-ion radiotherapy facility for Yonsei University Health System, Korea

2018年3月、韓国の大手医療企業DKメディカルソリューションとコンソーシアムを組み、韓国の延世大学校医療院から、重粒子線がん治療装置を受注した。当社の国内での実績や最先端の技術力が評価され、海外向けとして初めての受注に至った。

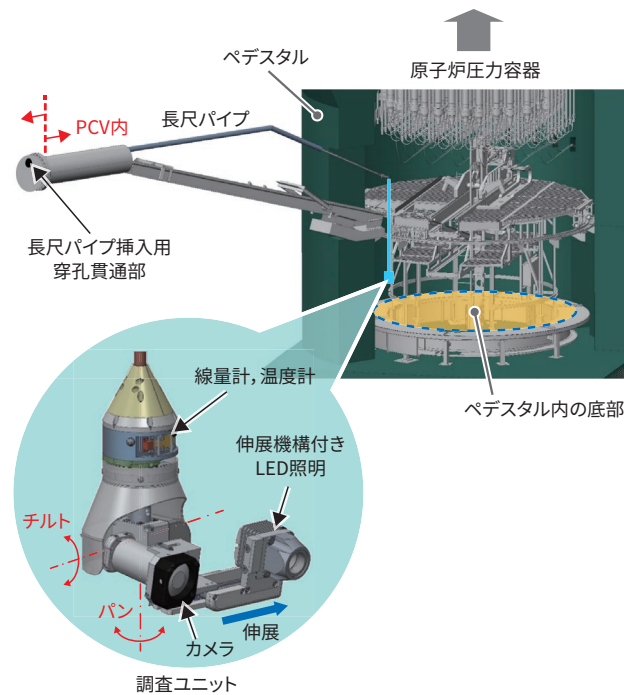
重粒子線がん治療は、炭素イオンを光の速さの70%まで加速して炭素イオンの重粒子線とし、がん病巣に対して体外から照射する放射線治療法である。がん病巣の位置、大きさ、及び形状に合わせて重粒子線をピンポイントで集中させることができるため、周囲の正常な細胞を傷つけにくく、他の放射線治療と比べてがん病巣を殺傷する能力が高いという特長がある。

今回受注した装置には、固定照射治療室1室に加えて、回転ガントリー式の照射治療室を世界で初めて2室運用する最新システムが採用された。これにより一層効率的な治療が行えるため、患者の待ち時間の更なる短縮が図れ、より多くの患者に対する治療が可能となる。当社は、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所とともに重粒子線がん治療装置を開発し、2015年10月に世界で初めて超伝導電磁石を採用した回転ガントリーを納入して、小型・軽量化を実現した。回転ガントリーは、どの角度からでも重粒子線をピンポイントに照射できることが特長で、治療台を傾けることなく細かく照射方向を調節することができる。これによって、がん病巣に重粒子線の照射を集中させて治療効果を高めるとともに、治療時の患者の負担を軽減し、治療後の障害や副作用の更なる低減が期待できる。

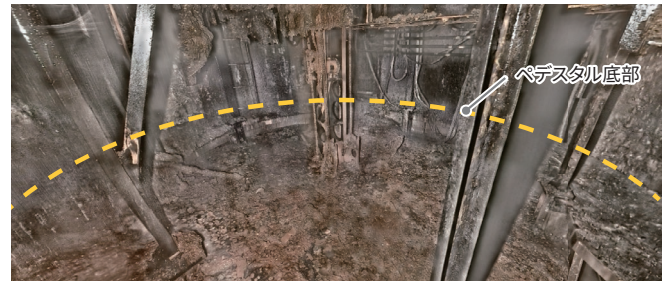
当社は、今後も重粒子線がん治療装置の普及を目指し、国内だけでなく海外でも積極的に受注活動を展開し、質の高いがん治療の実現に貢献していく。

東芝エネルギーシステムズ(株)

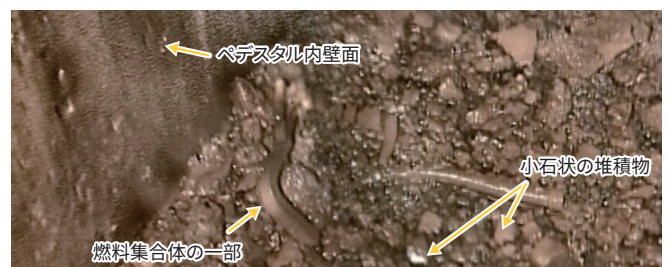
福島第一原子力発電所2号機の原子炉格納容器内部をカメラ映像で確認



PCV内部遠隔調査装置
Remotely operated devices for investigation inside primary containment vessel (PCV) of Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Unit 2



東京電力ホールディングス(株)
「廃炉・汚染水対策チーム会合 第53回事務局会議 資料3-3」を基に作成
ベデスタル底部の天球画像の一部
Part of omnidirectional image of bottom of PCV pedestal



東京電力ホールディングス(株)
「廃炉・汚染水対策チーム会合 第53回事務局会議 資料3-3」を基に作成
ベデスタル底部の燃料集合体の一部
Part of fuel assembly accumulated at bottom of PCV pedestal

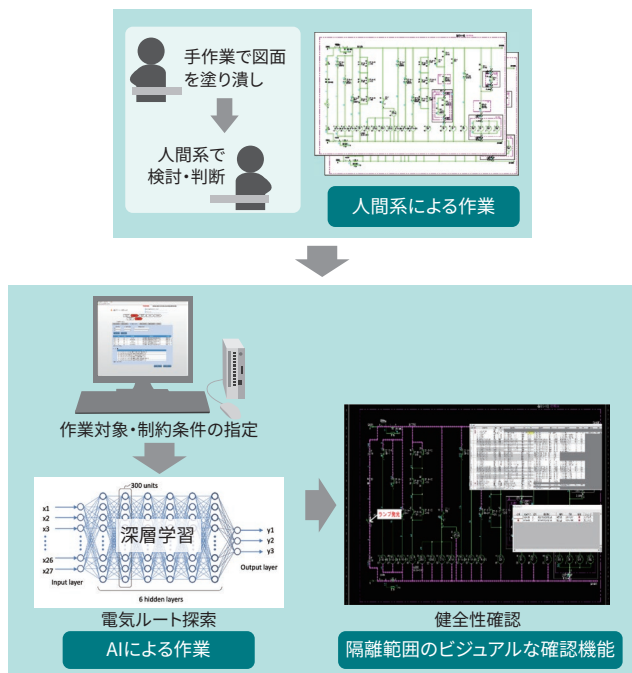
東京電力ホールディングス(株)福島第一原子力発電所2号機では、事故で溶融した燃料が燃料デブリとなって原子炉圧力容器(RPV)の下部から落下し、原子炉格納容器(PCV)の底部に堆積していると予測されている。そのため、燃料デブリの取り出し手順や工法の検討に資する燃料デブリ位置の調査が求められており、その一環として、技術研究組合 国際廃炉研究開発機構「原子炉格納容器内部調査技術の開発」プロジェクトにて開発したPCV内部遠隔調査装置を用いて、2018年1月にRPVを支える円筒構造物であるベデスタルの内側底部を調査した。その結果、事故後初めて燃料集合体の一部が落下していることを、カメラ映像で確認することに成功した。

調査の実施にあたっては、調査ユニットをPCVの直径約10cmの穿孔(せんこう)貫通部から約10m先のベデスタル内部へ進入させ、更に約2m下の底部まで到達させる必要がある。そこで装置は、小型化した調査ユニットを長尺パイプの先端に取り付け、ケーブル送り機構によってベデスタル底部へつり降ろす構成とした。PCVに挿入する調査ユニットは、LED(発光ダイオード)照明、温度計、及び線量計を備えており、パン・チルトカメラ機構の上下・左右の首振り動作の組み合わせによりベデスタル内を広範囲に撮影することが可能で、得られたデータから全体状況が把握できる天球画像を作成した。また、LED照明には伸張機構を設けており、調査中にカメラとLED照明の位置を離すことでハレーションによる視認性の低下を防止し、PCV内の暗闇・霧環境下での遠方視認と装置の小型化を両立させた。

調査の結果、ベデスタル底部には全域にわたって小石状・泥状の堆積物が存在していることが判明し、燃料集合体の一部も確認され、今後の燃料デブリ取り出しの検討に資する情報を得ることができた。この成果は、経済産業省の廃炉・汚染水対策事業費補助金により得られたものである。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ 原子力発電プラント向け 電気系アイソレーション支援システム



電気系アイソレーションの立案流れ
Flow of planning for electrical isolation at nuclear power plants using artificial intelligence (AI)

原子力発電プラントの点検・改造工事では、電気系の隔離作業（アイソレーション）を顧客側が実施することで、安全に作業できる環境を構築している。隔離作業の立案では、専門知識と経験を有する技術者が、膨大な資料を基に時間を掛けて隔離範囲を決定する隔離票を作成する。今回、隔離票作成の作業効率を向上させ、作成した隔離票の健全性確認を容易にする電気系アイソレーション支援システムを開発した。

このシステムは、電気系の展開接続図のデータを使用した電気ルートの探索にAIの深層学習を取り入れることで、点検・改造工事の作業対象と作業上の制約を指定してから隔離範囲を決定するまでの、隔離票の作成時間を短縮する。同時に、隔離票の作成結果をパソコン画面上でビジュアルに確認する機能も兼ね備えている。

その結果、これまで長い場合には数日を要していた隔離票の作成時間が10分程度となり、更に隔離票の健全性が容易に確認できるようになった。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 電解法を用いた高レベル放射性廃液からの長寿命核種の回収技術



模擬高レベル放射性廃液の電解
Electrolysis of simulated high-level liquid radioactive wastes

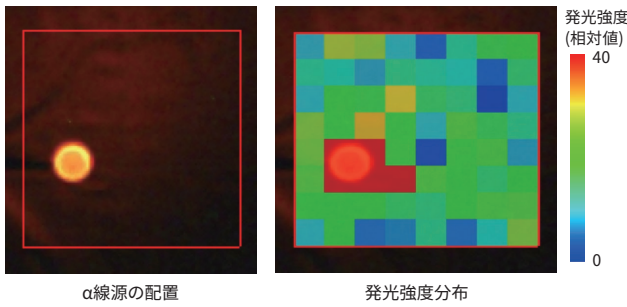
当社は、原子燃料サイクルによって生成される放射性廃棄物の放射能レベルを低減するために、廃棄物に含まれる長寿命の核種を選択的に分離・回収し、核変換する技術を開発している。その一環として、使用済み燃料の再処理で発生する高レベル放射性廃液に含まれ、半減期が数十年以上の放射性同位体を有するパラジウム (Pd)、セレン (Se)、セシウム (Cs)、ジルコニウム (Zr) の4元素を分離回収する技術を開発した。

この技術は、電解法に吸着法や溶媒抽出法を組み合わせることにより、添加物を加えずに4元素を分離するため、液体性状をほとんど変えずに二次廃棄物の量を最小限に抑えられ、核変換や保管・再利用に適した金属形態で回収できる。

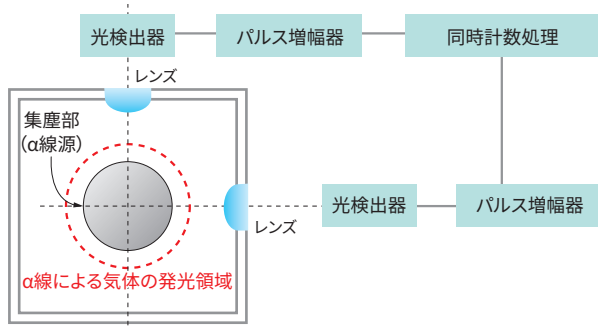
模擬高レベル放射性廃液を用いた試験では、Pdを92%、Csを90%回収できており、現時点のSeの回収率を65%から90%以上に高めるためのプロセス改善も引き続き検討している。この研究は、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が主催する革新的研究開発推進プログラム (ImPACT) 「核変換による高レベル放射性廃棄物の大幅な低減・資源化」の一環として実施したものである。

東芝エネルギーシステムズ（株）

■ 高線量環境下でのαダスト測定技術



空気中でのα線による発光
Radioluminescence induced by alpha particle in air



開発したαダストモニターのシステム構成
Configuration of newly developed radioactive alpha aerosol monitoring system

アルファ(α)線を放出する核種を含む空気中の粉塵(ふんじん)であるαダストは、人が吸引した場合、少量であっても人体への影響が大きい。

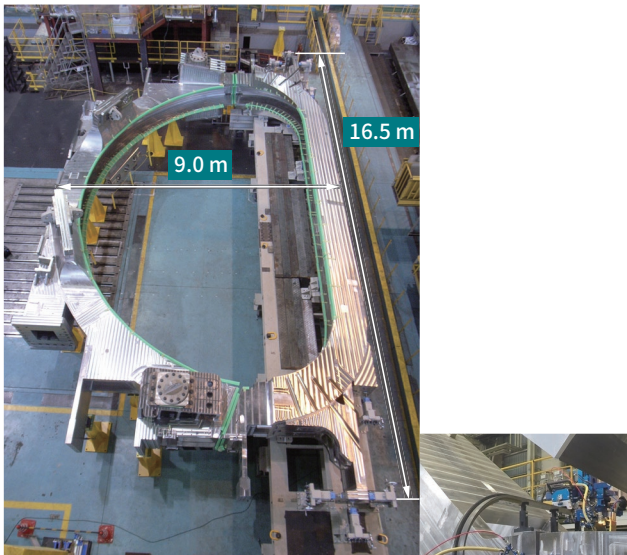
通常、αダストの空気中濃度は、作業エリアの空気を吸引し、ろ紙上に集塵された粉塵から放出されるα線を固体放射線検出器で測定して評価するのが一般的である。しかし、固体放射線検出器はガンマ(γ)線に対する感度が高いことから、γ線量率が数mSv/hの高線量エリアでαダスト濃度を測定する際には、低濃度の場合、ろ紙を低線量エリアに取り出す必要があった。

そこで、α線による気体の発光を測定する気体放射線検出器の原理を用いた、新たな測定技術を開発した。2系統の光検出器からの同時出力だけを計測することで、レンズ部が外部からのγ線で発光することに起因するノイズを除去する。これにより、従来装置の約10倍の3mSv/hのγ線環境下においても、低濃度のαダストがその場で迅速に測定できる。

今後、福島第一原子力発電所における廃炉作業での気体管理システムなどへの適用を目指して、システム化を進める。

東芝エネルギーシステムズ(株)

■ EU向けITER TFコイル用容器の初号機の製作を完了



TFコイル用容器
Coil case of ITER toroidal field (TF) coil assembly

高い寸法精度を実現した溶接技術
Welding of TF coil case while maintaining high dimension accuracy

核融合エネルギー利用の実現可能性を検証するためにフランスで建設が進められている国際熱核融合実験炉(ITER)では、高温プラズマを閉じ込める、D字型超伝導トロイダル磁場(TF)コイル18基が用いられる。当社はこのうち、TFコイル4基とEU(欧州連合)向けTFコイル用容器6基を国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構から受注し、製作している。

TFコイル用容器は、超伝導コイルを格納する4分割された構造物から成るが、溶接でTFコイルへと一体化する際に、極めて高い開先合わせ精度(隙間 0.5 ± 0.25 mm、目違い(溶接面のずれ)0.3 mm以下)が必要なため、個々の構造物にも高い寸法精度が求められる。

そこで、構造物の製作では加工時の温度変化による変形を補正するとともに、溶接相手となる構造物の開先の3次元形状に合わせて機械加工する手法を導入した。この結果、EUでの一体化を想定したTFコイル用容器の組立試験では要求される開先合わせ精度を満足することができ、当社初号機となるEU向けTFコイル用容器の製作を完了した。引き続き、TFコイル用容器及びTFコイルの製作を進めていく。

東芝エネルギーシステムズ(株)