

「科学は実学」を理念に、医療用X線装置を初めて国産化

物理学者村岡教授との出会い

レントゲン博士が1895年(明治27年)にX線を発見したニュースは世界中に伝わり、各国でX線の研究が始まりました。日本でもドイツ留学中の長岡半太郎から情報がもたらされ、かつてヴェルツブルク大学でレントゲンに師事した第三高等学校(京都大学の前身)教授の村岡範為(はらおか)は、レントゲン本人に詳細を問い合わせ、研究に着手しました。ところがX線の実験を行おうにも、学校には電源設備もなく、村岡教授は設備の整った島津製作所に協力を要請しました。



11ヵ月後の1896年10月10日、X線の撮影に成功しました。そして、源蔵は翌年に教育用X線装置を商品化し、1909年には国産初の医療用X線装置を開発。この装置は、ベンジン発動機を用いて蓄電池に充電する方式で、千葉県の陸軍病院をは



教育用X線装置

津”としての地位を確立します(2018年に未来技術遺産に選定)。一方で、源蔵は1927年に放射線技師を育成する学校(現在の京都医療科学大学)を創立し、自ら校長に就任して多くの技師を輩出させます。

源蔵の信念は「科学は実学であり、人々の役に立たなければ意味がない」というもので、実業家としても手腕を発揮し、島津製作所を屈指の精密機器メーカーに育て上げました。

当時、島津製作所は教育用の理化学器械の開発から製造販売まで手掛ける会社で、高電圧を発生させる機械も開発し「島津の電気」として知られていました。製作所を率いるのは二十代半ばの二代目島津源蔵でした。彼は父親譲りの科学好きで、15歳の時に独力で「感応起電機」を創作するなど、早くから発明家の才能を開花させ、父の急逝によって会社を引き継いだばかりでした。

「レントゲンの島津」の地位を確立

村岡教授と源蔵は、失敗を重ねながらも発電機を使って、レントゲン博士の発見から

じめ多くの病院に納入されました。

驚くべきは蓄電池も自社製で、1897年に京都帝国大学から注文を受けて鉛蓄電池を作製したのを皮切りに、改良を重ねた「GS蓄電池」(GSはGenzo Shimadzuの頭文字から)として、今なおバッテリーの名ブランドとなっています。

そして、1918年に製造を開始した医療用X線装置「ダイアナ号」は、透視や撮影など多用途に対応できる装置として広く支持され、「レントゲンの島



島津製作所の最初期の医療用X線装置「ダイアナ号」

今後の行事予定 詳細・参加希望については、当会ホームページまたはTEL052-223-6616までお問い合わせください。

■ 情勢講演会【本部開催】 主催:中部原子力懇談会 本部 **参加費無料**

開催日	場所	演題	講師
2019年11月9日(土) 14:00~16:00(13:30開場)	掛川グランドホテル シャングリラスイート	低線量放射線と免疫、ストレス、がん ~正しく理解することの重要性~	うのかづこ 宇野 賀津子氏 【ルイ・バスターール医学研究センター 室長】
※10月初旬受付開始			
2019年11月29日(金) 15:00~17:00(14:30開場)	名古屋商工会議所 2階ホール	改めて原子力を検証する ~原子力なしで人類は生き残れるのか?~	ならばやただし 奈良林 直氏 【東京工業大学 特任教授】
※10月初旬受付開始			
2020年1月26日(日) 14:00~16:00(13:30開場)	静岡県男女共同参画センター あざれあ 大ホール	低線量放射線と免疫、ストレス、がん ~正しく理解することの重要性~	うのかづこ 宇野 賀津子氏 【ルイ・バスターール医学研究センター 室長】
※11月下旬受付開始			

中部原子力懇談会

〒460-0008 名古屋市中区栄2-10-19 名古屋商工会議所ビル6F
TEL:052-223-6616 FAX:052-231-7279
<https://www.chugenkon.org>

放射線出前教室・出張授業を実施します。お気軽にお問い合わせください。詳しくはHPをご覧ください。

ホームページから本誌の定期送付のお申し込みが可能です。

この印刷物に使用している用紙は、森を元気にするための間伐と間伐材の有効活用に使われます。



この冊子は地球環境保護のため、植物性大豆インクを使用し、有害な廃液の発生が少なく水なし印刷をしています。



vol. 116

2019年10月発行(年3回刊)

発行/中部原子力懇談会
名古屋市中区栄2-10-19名古屋商工会議所ビル6F

エスディー ジー ス
特集 **国連のSDGs**
(持続可能な開発目標)を
知っていますか?

社会で役立つ放射線 14
全国の医療RI廃棄物を
貯蔵・処理・保管

CHUBU GENSHIRYOKU KONDANKAI シープレス
G-press

エネルギーサイト
訪問記
第18回

市街地の地下で電気の
安定供給を支える
中部電力(株) 中村電力センター
名城変電所



これは
な〜に?
詳しくは4ページを
ご覧ください

特集 国連の

エス ディー ジー ス

SDGs (持続可能な開発目標)

を知っていますか?



「SDGs」は世界が取り組むキーワード

数年前から新聞や企業のホームページなどで、カラフルなシンボル図形(次ページ)をよく目にします。これは2015年9月に国連サミットで採択された「持続可能な開発目標(SDGs: Sustainable Development Goals)」です。その内容は、2015年まで取り組んできた「ミレニアム開発目標(MDGs)」の後継となるもので、「貧困や飢餓の撲滅、持続可能なエネルギーの確保、気候変動の対策、豊かな海・陸の保全…」など、**2016年から2030年までに達成すべき17分野の目標(ゴール)と169の取組内容や数値目標**が示されています。

日本政府は、2016年5月、**持続可能な開発目標(SDGs)推進本部**を立ち上げ、17のゴールを再構成した**8つの優先分野**を設定。官庁や多くの企業がSDGsに貢献する活動を組み入れ、学校でも**2020年度の新学習指導要領**の中で、**児童・生徒に「持続可能な社会の創り手」となることを求めています。**

◆SDGs実施指針の概要 [図1]

[8つの優先課題]

People 人間	1 あらゆる人々の活躍の推進
	2 健康・長寿の達成
Prosperity 繁栄	3 成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション
	4 持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備
Planet 地球	5 省・再生可能エネルギー、気候変動対策、循環型社会
	6 生物多様性、森林、海洋等の環境の保全
Peace 平和	7 平和と安全・安心社会の実現
Partnership 連携	8 SDGs実施推進の体制と手段

8つの優先課題はそれぞれ、2030アジェンダに掲げられている5つのPに対応。
出所:外務省国際協力局

気になる世界のエネルギー需要

SDGsの中で、エネルギーに関心のある人々が特に注目するのは「**目標7:エネルギーをみんなにそしてクリーンに**」「**目標13:気候変動に具体的な対策を**」[図2]でしょう。そこには2030年への高い目標が示されています。

一方で、国際エネルギー機関(IEA)は、2018年11月、世界の人口・経済・エネルギー政策の動向を踏まえた「世界のエネルギー見通し2018(WEO2018)」を公表しました。

そこでは、新政策シナリオ(最新のエネルギー政策や関連計画が実施されると想定)・現行政策シナリオ(確定した施策のみ実施)・持続可能な開発シナリオ(パリ協定の達成に必要な施策が実施)の3種類が示されています。新政策シナリオでは、**エネルギー需要は2040年までに25%増加すると予測**。発電電力量は**2040年までに約60%増加**し[図3]、増加分の約90%が開発途上国で、2040年の全発電電力量の約半分は低炭素電源(原子力を含む)とされています。

また、エネルギー世界大手のBP社(本社:ロンドン)が発表した「BPエネルギー予測」でも、アジアなどの新興国の生活水準の向上により、**2040年までにエネルギー需要は33%程度増加し、一次エネルギー増加分の75%程度は発電に費やされると予測**しています。

◆世界の発電電力量見通し [図3]

	2017年 (億kWh)	2040年(億kWh)			2017年 (%)	2040年(%)		
		現行	新政策	持続可能		現行	新政策	持続可能
合計	256,790	427,550	404,430	371,140	100	100	100	
原子力	26,370	36,480	37,260	49,600	10	9	13	
化石燃料	166,530	248,150	199,330	75,370	65	58	20	
再エネ	63,510	142,610	167,530	245,850	25	33	66	

出所:IEAのデータをもとに日本原子力産業協会作成

[図2]

目標7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに

7 エネルギーをみんなにそしてクリーンに

すべての人々の、安価かつ信頼できる持続可能な近代的エネルギーへのアクセスを確保する

①2030年までに、安価かつ信頼できる現代的エネルギーサービスへの普遍的アクセスを確保する ②2030年までに、世界のエネルギーミックスにおける再生可能エネルギーの割合を大幅に拡大させる ③2030年までに、世界全体のエネルギー効率の改善率を倍増させる

目標13 気候変動に具体的な対策を

13 気候変動に具体的な対策を

気候変動及びその影響を軽減するための緊急対策を講じる

①すべての国々において、気候関連災害や自然災害に対する強靱性および適応の能力を強化する ②気候変動対策を国別の政策、戦略及び計画に盛り込む ③気候変動の緩和、適応、影響軽減及び早期警戒に関する教育、啓発、人的能力及び制度機能を改善する

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



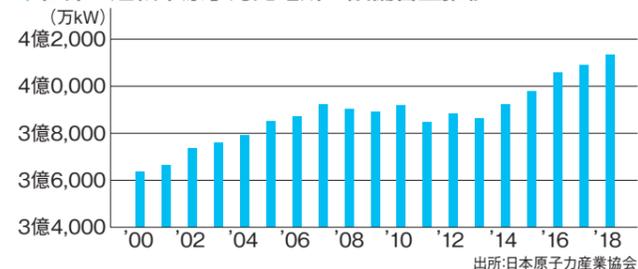
多様なエネルギーの共存が不可欠

エネルギー需要の増大が予想される中で、地球温暖化対策「パリ協定」の達成に向けて、各国は「低炭素・脱炭素」への取り組みを加速しています。一方で、温室効果ガス排出を抑えながら多くのエネルギー消費を賄うという相反する課題に対処するには「**多様なエネルギー源の共存(多様性)が不可欠**」と指摘する研究機関も少なくありません。

前述のWEO2018におけるパリ協定の達成を見据えた「**持続可能な開発シナリオ**」では「**2017年に25%だった世界の総発電量に占める再生可能エネルギーのシェアを66%に、2017年に10%だった世界の総発電量に占める原子力のシェアを13%**」と示し、**8割を低炭素電源が占めると予想**しています。

安定電源として期待できる原子力については、2019年1月1日現在、世界で運転中の原子力発電所は443基、4億1,445万kWと4年連続で過去最高を更新し、今後も中国・インド・ロシア・中東などを中心に、世界の原子力発電規模は着実に増加すると見込まれています(日本原子力産業協会調べ)。

◆世界の運転中原子力発電所の設備容量推移

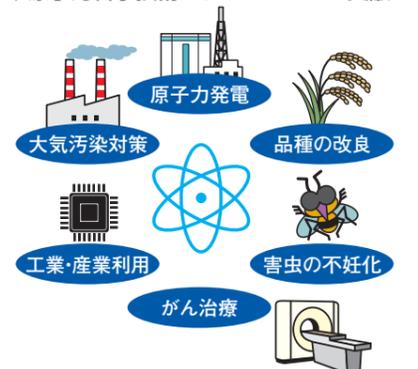


持続可能な開発に貢献する原子力科学技術

2019年4月に来日した国際原子力機関(IAEA)のモクタル事務次長は、「原子力科学技術は、SDGsで設定された17の目標の中で、**9分野(飢餓、保健、水・衛生、エネルギー、イノベーション、気候変動、海洋資源、陸上資源、実施手段)**で大きく貢献している」と紹介しました。原子力発電はもちろん、放射線照射や放射性同位体を用い、**土壌の肥沃度改善と効率的な水管理、作物の品種改良、アフリカ豚コレラや鳥インフルエンザの早期発見、害虫の不妊化、食品の生産地のトレース、がん治療など医療への応用、放射性医薬品の供給、工業・産業分野での利用、大気汚染対策、海洋・土壌等の環境影響調査など活用領域は多岐にわたっています。**

日本では2011年の福島第一原子力発電所の事故以降、原子力発電に対する社会の受容性は著しく低下していますが、原子力科学技術は持続可能な開発を推進する上で欠かせない選択肢であることは多くのデータが裏付けています。そして、原子力科学技術を継続的に活用していくには、原子力や放射線についての正しい理解と認識が欠かせません。

◆原子力科学技術によるSDGsへの貢献



中部地方を中心に、エネルギーの安定供給や次世代に向けた先端研究に関わる施設をシーブレス編集部が訪問し、その取り組みをご紹介します。

市街地の地下で電気の安定供給を支える

中部電力(株) 中村電力センター

名城変電所

(名古屋市中区)

地下シェルターや秘密基地を思わせる施設に仰天!

名古屋城の地下で超高圧変電所が稼働していると聞き、ナビゲーターのゴンが訪問。変電所の監視・保金を担当する中部電力(株)中村電力センターの方々が必要性や役割について説明してくださいました。

「電気は電圧が高いほど送電ロスが少ないので、発電所でつくった電気は超高圧に上げて送電し、家庭や工場・オフィスなど需要地に近づくにつれ、一次・二次変電所で使いやすい電圧に変えて配電します。また、変電所は電気の流れをいったん集中させて再分配することで、落雷などの影響で部分的に電気の流れが途絶えても停電を波及させない役目も担っています。

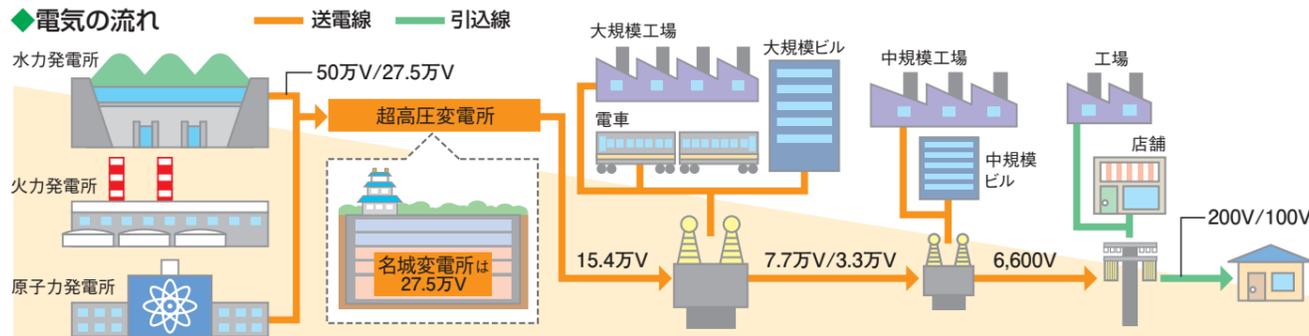
変電所をつくるには広い土地が必要ですが、市街地での十分な土地の確保は難しく、中部電力は保有するビルの地下や建物の中に変電所をつくってきました。しかし、名古屋市の



中村電力センター 変電課 専門課長 下田 敦さん
中村電力センター 変電課 副長 山下 芳之さん
中村電力センター 変電課 村田 匡規さん
中村電力センター 地中線課 保全長 松下 一郎さん

の電力需要の増加に対応するには拠点変電所の拡充が不可欠なため、市の協力のもと名古屋城正門前の駐車場地下に超高圧の変電所を計画し、1999年6月に「名城変電所」が運転を開始しました。中部電力が公共公園の地下に建設した超高圧変電所は初で、国内でも2例目です。

内部を見学すると屋外変電所のイメージとは全く異なり、次ページのように地下シェルターか秘密基地のようで驚きの連続でした。装置や機器類はより小型化・高性能化され、建設工事でも市街地ならではの工夫を凝らし、周辺環境への影響を最小限に抑えています。



発電所	超高圧変電所…名城変電所	一次変電所・二次変電所	配電用変電所	柱上変圧器	家庭
発電所で作られた1万~2.5万Vの電気は、遠くまで効率良く送電するために、発電所内で50万V・27.5万Vの超高圧に変圧して送り出されます。	名城変電所は、発電所から直接送られてきた超高圧の電気を一次・二次変電所に送るため、15.4万Vに変圧する超高圧変電所です。	この変電所では次の配電用変電所に送電するため、7.7万V・3.3万Vに変圧します。また、大量の電気を必要とする大規模な工場やビル、電車などへここから直接電気が送られています。	ここで、それぞれの地区へ電気を分けます。この変電所からは中規模な工場やビルなどへ直接電気が送られます。	一般の家庭などへ配電するため200V・100Vに変圧する、電柱に取り付けられた変圧器です。	

最新技術で変圧器を浮かせ、ケーブル敷設では国内初の水上輸送

地下32.5mまで掘削する際には、上から下の階へ順番に作っていく「逆打工法」により、型枠を再利用して工期とコストを削減。また、掘削土の搬出を地上の仮設防音ハウス内で行い、騒音や粉塵などによる環境影響を最小限に抑えました。

変圧器の構内通路の搬送では、従来のコロボックリ&ジャッキアップ方式からホバークラフトのように圧縮空気重量物を浮上させる「エアーカー」を初めて採用し、作業日数・工数を大幅に削減しました。

さらに、洞道へのケーブル敷設では、ケーブル(42.5kg/m)をトラックで運び道路上から搬入する方法ではなく「堀川の水上輸送」を採

用。専用台船を新造し、各橋梁に接触しないよう潮の干満による水面高を計算し輸送日時を決めて名古屋港間を往來しました。これにより従来の3倍の1,800mのケーブル運搬が可能となり、ケーブル接続工事の削減により工期・コスト圧縮につなげました。



専用船によるケーブルの水上輸送 干潮時での橋下通過

地上部の施設は都市景観に調和した和風デザイン

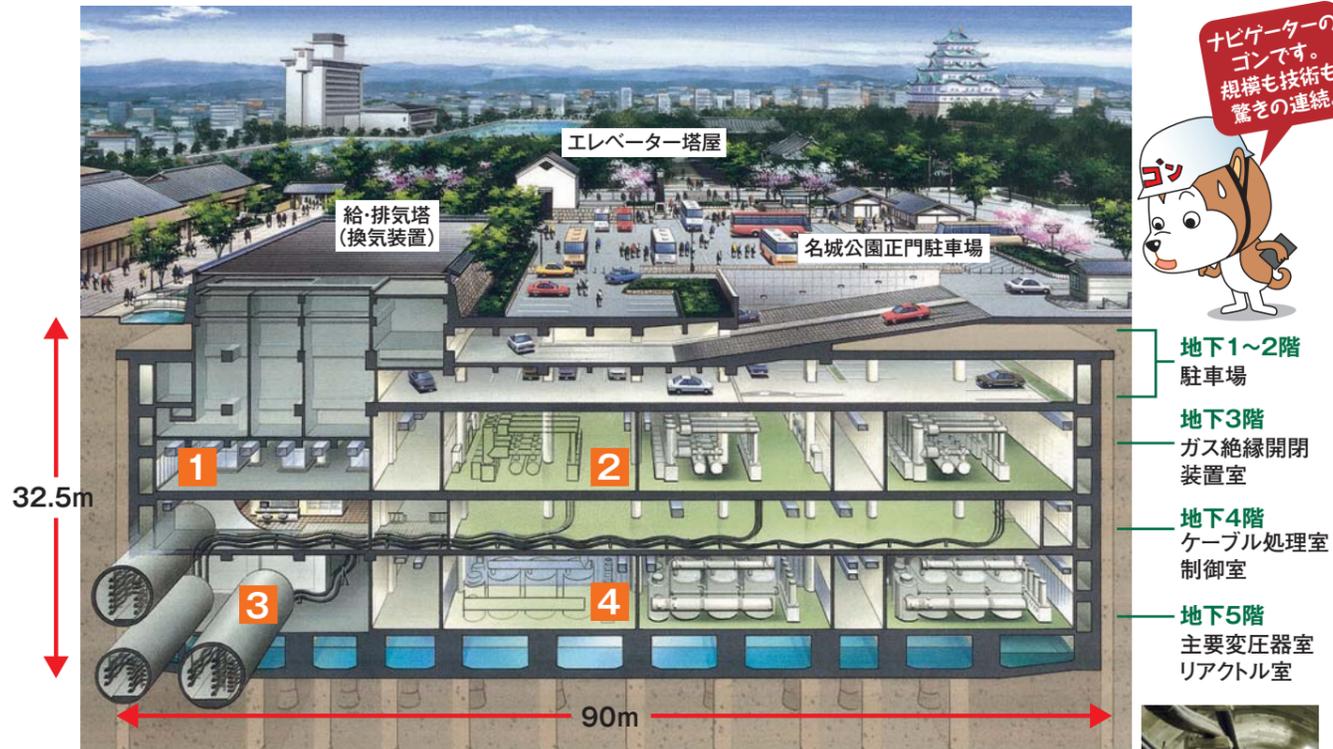
変電所の給・排気塔やエレベーター塔屋は、名古屋城の正面駐車場に配置されていますが、誰もその存在に気づきません。というのも、その外観は瓦屋根や漆喰調の白壁や石積みが施され、城郭建築の一部のように周囲に溶け込んでいるからです。このデザインが評価され、1999年に名古屋市の「都市景観賞」を受賞しています。



名古屋城や能楽堂など伝統的な景観を損なわないよう高さ・デザインに配慮した設計。



加藤清正像の兜と名古屋城のしゃちほこを結んだビスタラインにかならない建物高さに。



ナビゲーターのゴンです。規模も技術も驚きの連続。



地下の装置・設備は小型化を追求し、安全性・信頼性を大幅に向上

1 制御室



名城変電所は通常、無人運転で、制御室には変電所の運転監視に必要なすべての情報が集められます。変圧器や開閉器の情報は制御装置で処理された後、常時人のいる「中村電力センター」や「給電制御所」に専用の光ファイバーケーブルで送られ、設備の監視・制御にあたっています。変電所内の火災や侵入者、照明の点灯状態の監視も行っています。

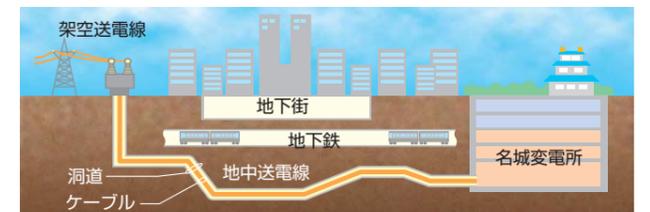
2 27.5万V ガス絶縁開閉装置



27.5万Vで送られてきた電気の流れ方を変えたり、故障した箇所を切り離したりする「スイッチ」の役割をする装置です。従来は放電を防ぐため、装置同士の間隔を確保する広い空間が必要でしたが、電線・スイッチなどの装置を絶縁性の高い六フッ化イオウガス(SF6)※1を封入した金属タンクで密封し、面積を14分の1、体積を32分の1に小型化し、安全性・信頼性も向上させました。 ※1: 絶縁性能は1気圧で空気の3倍、不燃・無臭・無色、生物に無害で腐食性・爆発性もありません。

3 地中送電線(洞道)

市街地では新たに鉄塔を建てて電線を張るのは難しいため、トンネル内にケーブルを通す地中送電線が使われています。洞道は「シールドマシン」という機械で直接地下(深さ10~40m)を掘り進み、道路部分での工事を少なくして工期も短縮できました。



4 主要変圧器



変電所で最も重要な装置で、変圧器1台で一般家庭の約15万軒分に電気を送る能力を持っています。重量が約420トンあるため最深部の地下5階に設置され、万一、火災が発生しても延焼しないよう2基は部屋を分離されています。また、従来は変圧器油で冷却と絶縁を行っていましたが、この変圧器ではパーフルオロカーボン※2液とSF6ガスを組み合わせて冷却・絶縁・不燃性を高めています。 ※2: 絶縁性能は変圧器油の1.3倍、不燃・無臭・無色、生物に無害で腐食性・爆発性もありません。

表紙の写真はコレ!

日本アイソトープ協会(JRIA)とは

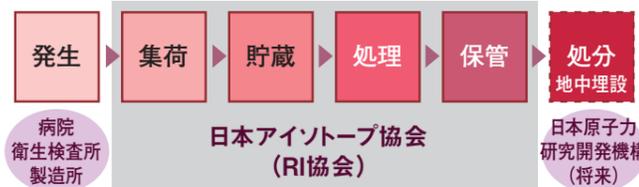
アイソトープ(同位元素)は、周期表の同じ位置にある元素で、このうち放射線を出すものをラジオアイソトープ(放射性同位元素:RI)といいます。多くの核種は放射線を出すことから、RIを単にアイソトープと呼ぶこともあります。RIおよび放射線は、私たちの命を守り、生活を向上させるため幅広く活用されています。医学では病気の精密な診断やがん治療に、産業では鉄や紙の厚さを正確に測定する品質管理や土壌中の水分測定・プラントの非破壊検査などに、研究では大学等の試験所・研究所における重要な試薬・線源として利用されています。

公益社団法人日本アイソトープ協会(略称JRIA、本部・東京。以下RI協会)は、研究者へのRI供給を目的に1951年に発足以来、RIの輸入・製造や普及啓発を、1959年からはRI廃棄物の回収・処理も行っているわが国のパイオニアです。

医療RI廃棄物の貯蔵・処理・保管を担う 滝沢研究所

RI協会では、RI法による研究施設や医療法・薬機法による病院・診療所・臨床検査センター等から発生するRI廃棄物を、全国を巡回して集荷しています。集荷の際には、専門の

◆ 医療RI廃棄物の流れ【図1】



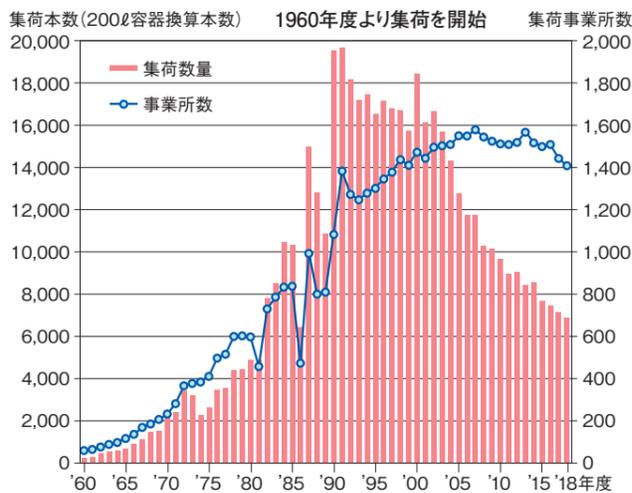
左から管理課主査 角掛 雅裕さん、管理部部長 阿部 修さん、管理課長 齊藤 義弘さん

職員が立ち会い、RI廃棄物の確認を行います。また、RIの使用によって発生するものだけではなく、放射線発生装置から生じる廃棄物なども集荷しています。

「茅記念 滝沢研究所」は、RI協会のRI廃棄物事業における中核施設で、岩手県の中部に立地しています。1987年に設立され、協会の初代会長を務めた茅 誠司氏を記念して命名されました。今回の訪問では、管理部の阿部部長をはじめ齊藤課長、角掛主査にご案内いただきました。

「当研究所では、全国の医療機関で発生する医療RI廃棄物を貯蔵・処理・保管しています。可燃・難燃物(布・紙・プラスチック・ゴム製品など)は800℃で焼却処理し、不燃物(ガラス・

◆ 集荷実績の推移【図2】



せともの・金属など)は200tプレス機で圧縮処理し、減容化して200ℓのドラム缶に収納して、最終処分されるまで保管します【図1、3】。現在、焼却処理設備を1か月稼働する事により発生する焼却灰は200ℓドラム缶1本程度となっています。

地元との協定により当施設に持ち込む事のできる核種は医療で使用される核種ですが、そのほとんどは短半減期です。廃棄物は適切に管理されているため、人体・環境に影響を与えることはありません。RI協会では、このほか研究機関や産業・医療などで利用されたのち、不要となった密封線源を、使用者の依頼により引取りも行っています」。

RI廃棄物の集荷・処理量

RI協会におけるRI廃棄物の集荷実績【図2】を見ると、1980年代から2000年初頭にかけて集荷量が高止まりしています。これは血中のホルモン等微量成分などを調べる血液検査で放射性医薬品が盛んに使われたため、集荷を制限せざるを得ない状況までになりました。これに対応するため滝沢研究所を建設し、創業初期には24時間体制で処理施設を稼働させていました。その後、測定技術の進歩によりRIを使わない検査の普及によって医療RI廃棄物の集荷量は減少しています。

法令に基づき線量を測定・記録・保存

滝沢研究所における医療RI廃棄物の保管業務は厚生労働省が所管する法律によって厳しく規制されています。また、地元自治体との公害防止協定に基づき、敷地内にはリアルタイムで空間放射線量を測るモニタリングポストを設置し、定期的に水や土壌等環境試料の放射能濃度を計測して、異常がないことを確認しています。

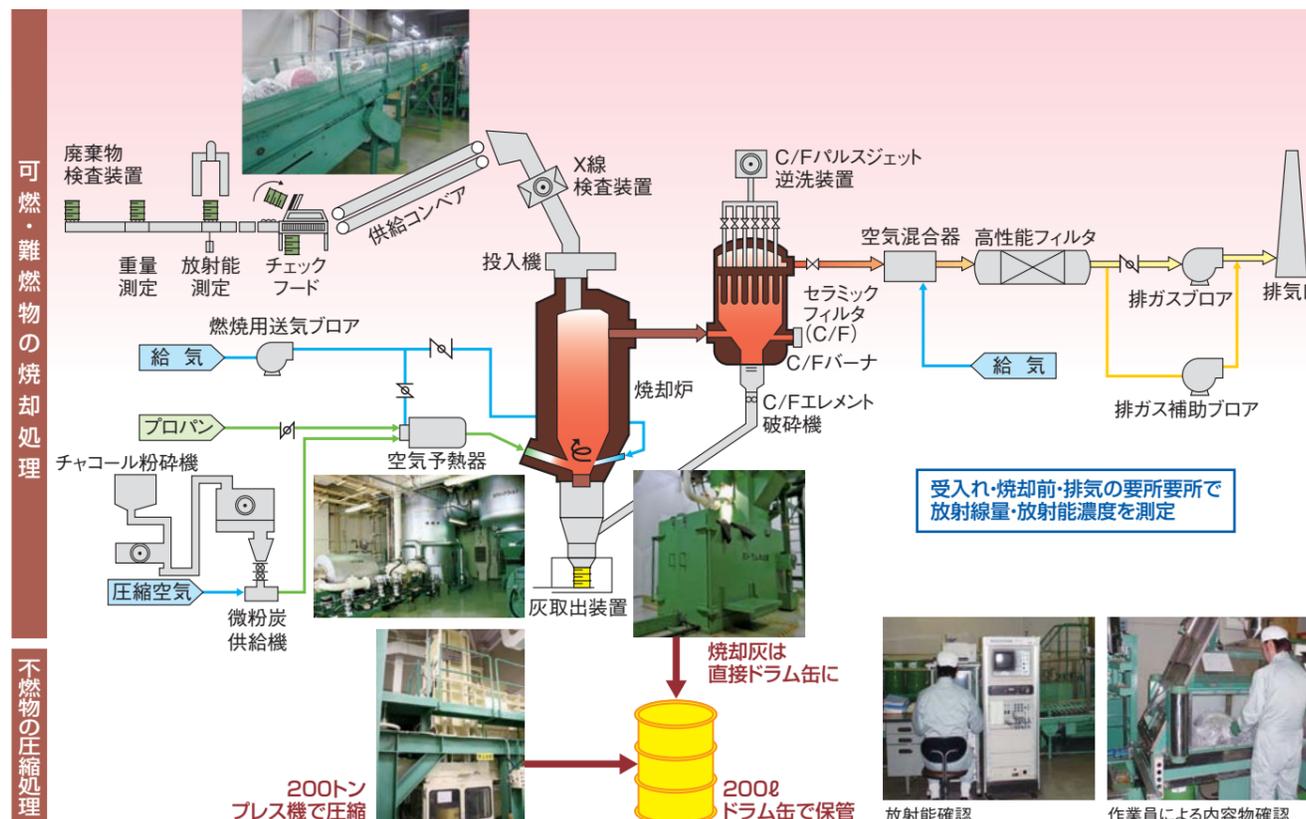


茅記念 滝沢研究所 全景

現在、研究所の施設には処理を待つ廃棄物が50ℓ容器で約3万本貯蔵され、処理済み廃棄物が200ℓドラム缶で約8,000本保管されています。

RI協会が保管しているRI廃棄物や、発電事業以外の事業者が独自に保管しているRI廃棄物に関する最終処分については、国立研究開発法人原子力研究開発機構が「低レベル放射性廃棄物の残地中処分」事業として計画的に実施することになっています。

◆ 焼却・圧縮処理の流れ【図3】



What's Up? 原子力の安全性向上のための研究成果を発表

2019年9月7日、中部電力(株)原子力安全技術研究所が主催する「ちゅうでんサイエンス・フォーラム2019」が御前崎市で開催され、約540名が来場しました。フォーラムでは、原子力の安全性向上のための公募研究の成果発表、宇宙飛行士の土井

隆雄さんによる特別講演、講師と中高生によるトークセッションが行われました。また、今回から中高生・行政からの情報発信コーナーが新設され、浜岡原子力発電所による安全性向上への取り組みも展示・紹介されました。

