

廃止措置と
廃棄物管理

安心・安全な世界へ向けて

キャベンディッシュ・ニュークリアは、廃止措置及び廃棄物管理において60年以上の経験を有しています。

私たちの経験は、ハーウェル、ウインフリス、ドゥーンレイ、ウインズケール及び各地域のマグノックス原子力発電所の事業者(ライセンシー)であったことから引き出されています。これには、ハーウェルの小規模パイル炉から、ウインフリスの重水減速沸騰軽水冷却炉(SGHWR)、ドゥーンレイのプロトタイプ高速炉(PFR)、ウインズケール改良型ガス冷却炉(WAGR)などの非常に複雑な発電用原子炉まで、合計27種類の原子炉が含まれます。この経験は、ヨーロッパ全土およびそれ以外の原子炉廃止措置プログラムにも活かされています。

廃棄物の管理と性状把握(特性評価)に関わる約100人の専門家と数十年の経験により、キャベンディッシュ・ニュークリアは戦略策定/計画立案/廃棄物の性状把握等の重要な段階で強みを発揮します。さらに、廃止措置プロジェクトを概念設計から機器の製造・設置・試運転までを実現できる様々な分野のエンジニアやプロジェクトマネージャー、セーフティケーススペシャリスト(許認可専門家)1000人以上が在籍しています。

- 廃止措置と廃棄物管理
- エンジニアリングと安全のコンサルティング
- 原子力インフラの設計と建設
- 原子力機器・装置の設計と製造
- 原子力事業



当社の特徴



適切な資格と経験を持つ5000名の社員



原子力施設の寿命延長を支援する戦略的パートナー

60+

60年以上にわたる業界での経験



一世代ぶりに英国で進められている新規原発建設を支援



原子力サイト運営事業者(ライセンシー)



英国全域に大規模な原子力エンジニアリングプロジェクトを実施

キャベンディッシュ・ニュークリアは、複雑さを最小限に抑え、市販の機器を最大限に活用するソリューションを提案します。当社のスキルは、これらを統合し、費用対効果が高く、タイムリーで確実なソリューションを提供することです。また、英国のティア1とティア2の事業者としての経験により、ソリューションの開発とリスク管理の分野で、直接的な知識や、顧客が直面する制約や優先順位に関する深い洞察力を有しています。

主要な能力・ソリューション

戦略と計画

- 廃棄物管理戦略の構築、ホライズンスキャン、技術開発・イノベーション
- 実現可能性とオプション調査
- 技術評価
- エンジニアリング設計
- 情報管理
- 原子力安全と環境影響分析

廃棄物の性状把握

- 性状把握計画
- アルファ、ベータ、ガンマのin-situ非破壊分析
- 滞留プルトニウム測定システム(PHUMS)
- カスタマイズされたシステム設計とオペレータインタフェース制御・視覚化
- 保管中の廃棄物パッケージのモニタリング
- 認定された低放射性物質分析ラボサービス: 有害化学物質および低放射性材料のサンプル調製、分析

廃棄物の取り出しと処理

- レガシー廃棄物の取り出し・処理のエンジニアリング設計、機器装置の製造・設置・試運転
- 統合された分析用ソフトウェアとオペレータ用ソフトウェア
- 原子力施設の廃止措置に伴う廃棄物の扱い・処理システムのエンジニアリング設計及び製造

オペレータートレーニング、その他サービス

- 試験施設とワークショップの提供
- 保管施設、処分施設の設計
- 遮蔽ドアのカスタマイズされた設計と製造
- 制御システムを含む機械・電気・計装インフラの設計・据付

イノベーションと テクノロジーに支 えられたサービス

キャベンディッシュ・ニュークリアはバブコック・イノベーションズ・グループの一員であり、幅広い情報源を活用して、さまざまな分野の技術をまとめる幅広く深い技術的洞察を提供しています。

また、先進原子力研究センター (ANRC) や原子力先端製造研究センター (NAMRC) など、さまざまなフォーラムのメンバーでもあります。

デジタルソリューション
当社のデジタルソリューションは、効率を向上させ、プロジェクト開始から完了まで、すべての分野で英国の原子力産業における課題に革新的なソリューションを提供するのに役立っています。

弊社のソリューションは、絶えず高まる需要に対して効果的な計画と効率的にリソースを供給するのに役立っています。

粒子群イメージングメソッドPSIM (Particle Swarm Imaging Method) キャベンディッシュ・ニュークリアが開発したPSIMは、小型パッケージから大型ISO貨物コンテナ、プラントインフラまで、廃棄物の専門的な測定のための分析ソリューションを提供します。

アメリシウムガンマスペクトロメトリカメラAmCam (Americium Gamma Spectrometry Camera) - AmCamは、ガンマ線分光検出器と小型ビデオカメラを組み合わせた手持ち式の小型軽量な装置で、調査対象エリアのビデオ画像と共に放射線計数率を表示します。

Images IMAGESは、サイトの特性評価、廃止措置、環境モニタリング及び地質データのための革新的な管理ソリューションを提供します

地理情報システムGIS (Geographical Information Systems) キャベンディッシュ・ニュークリアは、複数のクライアントの原子力施設で地理情報システムを15年使用した経験があります。

再処理セル廃止措置システムIDS (In-cell Decommissioning System) - 弊社のIDSシステムは、再処理セルの廃止措置能力とスピードを向上させる遠隔配置技術です。

滞留プルトニウム測定システムPHUMS (Plutonium old-up measurement system) - 弊社の高速中性子検出器ベースのPHUMSは、広範囲の対象物の放射性物質含有量を測定できる柔軟性を備えた小型軽量でポータブルな分析システムです。

プログラム管理レポートシステム PMRS (Programme Management Reporting System) - PMRSは、ベースライン管理およびアード・バリュー (EV) レポート式を提供する統合プロジェクト管理システムです。

ケーススタディ1

バークレイ発電所の地下廃棄物保管庫内 廃棄物の回収と処理 (マグノックス株式会社)

課題は、3つの廃棄物保管庫からの数百トンの特性不明の廃棄物の回収・処理作業を、作業の中断を最小限に抑えながら実施し、設定された基準に準拠した廃棄物パッケージにするために必要なリアルタイム情報をオペレータに提供することでした。

要件は、廃棄物を遠隔操作で回収し、将来の処分のために適切なRWM基準に準拠した廃棄物容器に梱包することでした。回収システムの設計、製造及び据付は、以下の3つのプロジェクト(廃棄物ルート)に分けて実施されました。

プロジェクトR2： - バンカー内及び施設内のすべての燃料要素デブリ (Fuel Element Debris, FED) を回収し、基準に準拠したILW処分容器に梱包するための装置

プロジェクトR3： - 廃棄物が入っていたコンテナを処理し、基準に準拠した廃棄物容器に梱包するための施設

プロジェクトR4： - スラッジ缶の取り出しおよび処理用の施設



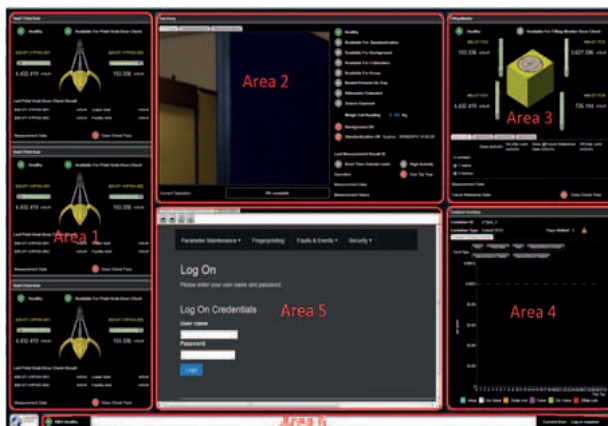
それぞれが必要な機能を持ついくつかのモジュールで構成された廃棄物処理施設は、70以上の遮蔽板があり、施設の外側にあるため建築基準法に準拠する必要がありました。

リアルタイムでデータの視覚的表示を提供し廃棄と輸送のコンプライアンスを確保し、廃棄物容器を充填するためのオペレータの“go/no go”決定を通知するために、専用カスタム・ソフトウェアが開発されました。このシステムにより、オペレータはROVGrab内の廃棄物の線量確認、分別作業用のトレイ内廃棄物のアッセイ、充填された廃棄物容器の線量確認と廃棄物容器のインベントリ確認を実行でき、また関連するすべての記録(写真、スペクトル、フィンガープリント、記録、レポートなど)を自動的に保存することができました。廃棄物処理システムは、サイト外の工場で組み立てられ、すべてのタスクを実行するオペレータにより総括的な試運転が行われました。工場試験終了後に解体されたシステムはサイトに輸送され、廃棄物処理施設に設置されました。

このアプローチの結果、マグノックス社のチームによる2016年の回収作業の開始という目標が達成されました。3つの処理ルートすべてのプロジェクト期間は10年で、プロジェクト費用は1億ドル以上です。契約総額の約40%に相当する機器やサービスが、キャベンディッシュ・ニュークリアのサプライチェーンパートナーによって提供されました。



工場試験時の廃棄物容器の充填・梱包・搬出モジュール



リアルタイムディスプレイ

ケーススタディ2

キャベンディッシュ・ニュークリアが元請会社または主な納入業者であった廃止措置プロジェクトおよび廃棄物管理プロジェクト（英国内）

- セラフィールド(ウィンズケール)： WAGR原子炉の炉心解体
- ハンターストン原子力発電所： バンカー内固体廃棄物の回収及び回収された中レベル廃棄物用のサイト内保管施設
- トロースフィニッド原子力発電所： 燃料貯蔵プールの除染
- トロースフィニッド原子力発電所： 中レベル廃棄物用のサイト内保管施設
- ウィルファ原子力発電所： 損傷した燃料の回収と保管
- セラフィールド： パイル燃料貯蔵池のスラッジ、他廃棄物の回収
- セラフィールド： バンカー内廃棄物の回収とカプセル封入
- セラフィールド： 燃料再処理廃棄物サイロ保守施設
- セラフィールド： セラフィールド燃料被覆管サイロ回収プロジェクト
- セラフィールド： 廃棄物カプセル封入(セメント固化)製品庫及び総合搬入・搬出施設

キャベンディッシュ・ニュークリアが重要な役割を果たした国際的な廃止措置プロジェクト

- リトアニアのイグナリナ原子力発電所： 旧ソ連のRBMK原子炉の廃止措置戦略と詳細な実施計画
- ブルガリアのコズロドゥイ原子力発電所： 廃炉戦略とデリバリーモデルの仕様
- アルメニアのメツァモール原子力発電所： 廃止措置の計画及び放射性廃棄物管理戦略の策定
- スロバキアのボフニチェ原子力発電所： 旧ソ連のVVER原子炉の除染と解体のための設計





ケーススタディ3

重水減速沸騰軽水冷却蒸気発生炉（SGHWR）の廃止措置

廃止措置計画および管理プロジェクト

- SOGIN社（イタリア）：イタリア3カ所の原子力発電所：ベースライン廃炉計画の策定
- EDF-CIDEN（フランス）：ビュジェ、サンローラン及びシノンの黒鉛工場解体計画
- 東海原子力発電所：廃炉計画及び詳細仕様
- 東海原子力発電所：バンカー廃棄物回収計画と詳細仕様

キャベンディッシュ・ニュークリアが元請会社または主な設計/納入業者主要であった使用済燃料保管プロジェクト

- ウィルファ原子力発電所：乾式保管セル1号～3号（英国ウェールズ）
- ウィルファ原子力発電所：乾式保管セル4号、5号（英国ウェールズ）
- フォート・セント・ブレイン（Fort St Vrain）：モジュール型の乾式保管庫（アメリカコロラド州）
- Paksモジュール型の乾式保管庫（ハンガリー）
- 米国アイダホ州国立研究所（INL）の使用済燃料プロジェクト

- JRCイスプラ研究所（イタリア）：汚染されたナトリウムの処分
- ブルガリアのLLWの国立処分施設：テクニカルデザイン開発、サイト選択、環境影響評価、安全性の立証
- 核不拡散プログラム（ロシア）：核物質防護とセキュリティアップグレードのためのプログラムマネージャー、セキュリティトレーニングとサステナビリティ・プランニング



ウィンフリスにあるUKAEA研究サイトの100MW（10万kW）の重水減速沸騰軽水冷却蒸気発生炉（SGHWR）の廃止措置は、最も複雑な廃炉作業です。

- 1967年から1990年まで稼働していたこの原子炉は、日本の新型転換炉原型炉「ふげん」と設計が似ています。燃料要素（燃料棒）の上に軽水がポンプで汲み上げられて沸騰し、蒸気がタービン内に直接入ります。熱交換器がないということは、タービンと冷却システム、原子炉が汚染されるということです。重水がカランドリアの反応性を制御します。
- 1991年にSGHWRの燃料取り出しと重水冷却材の除去が完了し、1997年にサイト遮蔽隔離（Care and Maintenance）フェーズに置かれました。

UKAEA（現Cavendish Nuclear）は、SGHWRの廃止措置を実現するための2段階の最適化戦略を策定しました。

フェーズ1： 二次格納（secondary containment）を撤去し、低レベルにまで除染

フェーズ2： 炉心を遠隔操作で取り出し、中レベル廃棄物容器封入、一次格納（primary containment）の撤去、すべての領域の除染、すべての構造物の解体、サイト開放。

フェーズ2は、以下の作業を含みます：

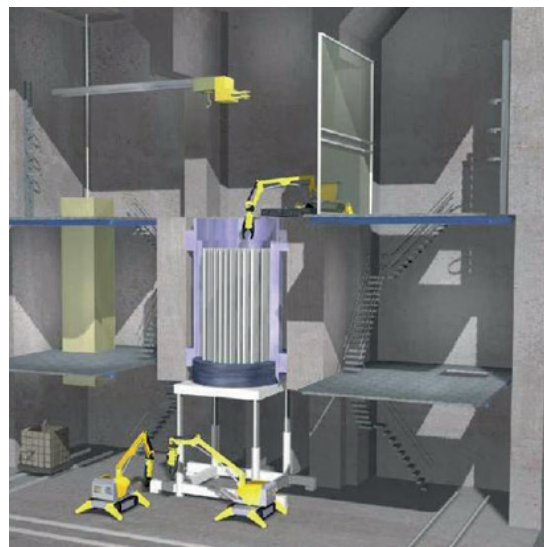
- 一次格納の撤去
- 以下の新規プラントの設計、建設及び運用及び使用後のプラントの廃止措置：
 - 炉心切断用
 - 中レベル廃棄物処理用
- 他のすべての機器と材料の撤去
- リリースの基準を満たす除染
- 建屋の解体とサイト修復（site remediation）
- 処分までの間のアセットの維持管理



原子炉建屋の構造は、いくつかの新しいコンパートメントに分割するために改造されています。

- セグメンテーション（炉心の切断用）セル
- 炉心のジャックアップエリア
- 廃棄物処理施設とグラウトプラント
- 除染セル
- サービスセル
- 中央制御室

主要なコンパートメントはセグメンテーションセルで、ジャックアップされた炉心が2台の遠隔操作解体機を使用して切断されます。



中レベル廃棄物はセメント固化され、6m³の廃棄物容器で保管されました。重さは処理後重量で50トン。およそ75個の廃棄物容器が製造されます。

炉心をセグメンテーションセルに徐々に引き上げる炉心ジャッキングシステムを収容するために、設備等が撤去された一次格納構造内の一部のエリアが整備/使用されました。

その目的は、地下の深さ1mまで構造物を除染し廃炉からリサイクルされたコンクリートと石積みで埋め戻すことでした。

発生する廃棄物総量は、およそ中レベル廃棄物410トン、低レベル廃棄物4,200トン、9,200トンの非放射性/フリーリリース廃棄物と予想されています。





キャベンディッシュ・ニュークリアの
廃止措置及び廃棄物管理の技術・サー
ビスに関する更なる情報は、以下のQR
コードをスキャンしてください。



または、下記までご連絡ください。
キャベンディッシュ・ニュークリア・ジャパン株式会社
〒130-0013 東京都墨田区錦糸1-2-1 アルカセントラル14階
彦坂淳一 090 8434 6119

Junichi.Hikosaka@cavendishnuclear.com

Chris Carter
Cavendish Nuclear Limited

+44 779 633 7261
chris.carter@cavendishnuclear.com

20 Radar Road, Leicester, LE3 1UF United Kingdom

www.cavendishnuclear.com