

原子力の安全規制の最適化に関する研究会
訪欧調査報告書

本文

2006年1月9日（月）～13日（金）

2006年1月

日本機械学会

訪欧調査団

総括

2006年1月9日(月)朝8時15分、北欧独特のまだ暗い中、21人の調査団を乗せたバスはラウマのホテルをオルキルオト発電所に向けて出発した。5日間の調査の始まりである。

良好な運転保守実績を築き続けている TVO 社オルキルオト発電所で2日間、それを木目細かにしかし非常に効率よく規制監督している STUK で半日、そのままフランスに飛んで米国とは異なるスタイルの原子力大国フランスの規制機関 DGSNR で1日、そして58基の原子力プラントを運転している EDF で1日。分刻みではないが日刻みの訪問とホテルでの総括と翌日の準備。更には移動中のバスの中での論議。情報を共有し意見を交わし、ハードではあるが充実した一週間の調査訪問であった。

非常に良好な運転実績には根拠がある。事業者は安全性の維持と共に経済性の追及も目標として掲げ、運転経験を踏まえた合理的な判断を長期的かつ計画的に取り組む。そして規制機関は安全性の確保を使命とし、それを最優先とした上で事業者の運転効率化の取り組みに対し合理的に対応する。両者はお互いの立場を明確にしつつ、原子力の安全性と効率化という点でベクトルは同じである。フィンランドでのこの印象はフランスでも維持された。両国とも、状態監視保全を当然の技術として捉えており、EDF ではタービンの点検周期は従来の5年から11年にしたという。エネルギー資源の乏しい両国の、原子力エネルギーに対する姿勢の表れでもある。

当方へのプレゼン内容について TVO は STUK と調整してくれた。事業者と規制機関のコミュニケーションが良好である。そしてフランスとフィンランドの規制機関同士のコミュニケーションにも見える。これは、フランスを中心に開発した EPR の初号機がオルキルオト3号という理由だけではないであろう。欧州全体として規制機関相互のコミュニケーションが活発化しており、中・東欧も含めた安全規制の調和(Harmonization)を図る取り組みが WENRA (西欧原子力規制者会議)を舞台に実施されている。WENRA の活動は活発化している。規制機関が、そして事業者もコミュニケーションを活発にする努力。そこから経験や知識を共有し原子力の規制と運転保守をより一層科学的、合理的、効率的なものにしてゆく姿勢を強く感じた。

以下、各訪問先毎に強く印象に残った事項を記す。なお、調査結果の詳細は本文の議事録および付録-1のプレゼン資料を参照されたい。

1. TVO 社

(1) TVO 社のオルキルオト1号機は昨年の燃料交換を7日4時間16分で行い、飛び抜けた世界最短記録を達成した。日本の記録は浜岡の29日であり、その4分の1である。詳

細な工程のやり方などの説明を受け、資料も入手した。

- (2) 停止時作業に対する入念な計画と様々な設備改造および、停止時の主要な検査は2年に1回要求されていること、更に規制機関の柔軟な検査対応がこの様な記録を可能とした理由である。
- (3) 状態監視保全を徹底的に行い、回転機には温度計、振動計、油分析などで監視し、正常に動いている機器はなるべく触らないようにしている。去年の設備利用率は過去最高の98.3%であった。
- (4) 1年おきに1週間と3週間の検査を繰り返し、10年目に大掛かりな検査と改造を行う。そのため10年の長期計画を作成している。
- (5) スペアパーツは22,600品目6,800万ユーロ(90億円強)を所有。うち、4,500万ユーロは消耗品であり、年間18万ユーロ相当を使用している。
- (6) フィンランドの原子力発電所の燃料交換は経済的な理由から決定される。オルキルオト1、2号は安価な水力発電から給電される春から夏にかけて実施される。160万Kwの3号機は第1サイクルは12ヶ月、その後は24ヶ月毎の燃料交換の予定である。
- (7) 社内にトップ・レベルの安全委員会とALARA委員会を設置し、安全と被曝低減を徹底している。外部のヘルシンキ工科大学教授も入れている。
- (8) 3号機は世界最大の160万kwのEPRを建設中であり、格納容器の工事中であった。このような大きな原子力発電所を建設する理由は、京都議定書を守るため、古い火力を止めていくことと、ロシアから輸入している電力を減らすためとのことである。(去年は電力の16%をロシア及びスウェーデンから輸入した。)

2. STUK

- (1) 原子力は安全が全てに優先する。その前提で、電力の自主的な状態監視保全などの行為を監視し、規制当局として協力できることはする。事前に詳細な計画を事業者(TVO)から提出させ、その計画にそって検査も休日、深夜も要請により行う。
- (2) STUKの費用のうち規制活動に伴う費用は約40%であり、これは事業者が負担する。また40%の予算は国から出ている。このことはSTUKの規制活動が政治的な影響を受けない要因の一つとなっている。
- (3) STUKでは運転期間に関する要求はしていない。各発電所の運転サイクルは経済的な理由から決められている。
- (4) 発電所の再起動にはSTUKの許可が必要である。
- (5) 安全設計は決定論により行う。PSAはそれを補完する役割である。
- (6) STUKは、TVO独自で作成しているPIを参考に数多くのPIを設けて事業者の活動をみている。しかしSTUKの検査活動はPIと直接関係している訳ではなお。

3. DGSNR

- (1) 安全の目標を DGSNR が定め、EDF からそれを達成するための提案を受ける。その提案の妥当性を DGSNR がチェックし、実際のやり方は EDF に任せ、実際にされているかを DGSNR が事後にチェックする。
- (2) DGSNR では停止時に検査を行い、最終的に起動許可を出す。
- (3) 運転サイクルは 12ヶ月と 18ヶ月の最適な組み合わせで行っている。
- (4) 1年毎の検査時と立ち上げ時に DGSNR の検査官が用いるフォローシートが用意されている。このシートにより停止時作業の進捗全体が把握できると共に、検査員やサイト毎のバラツキを最低限にすることも可能となる。なお、このシートのコピーを貰ったがこれは日本でも大変参考になると思われる。

4. EDF

- (1) EDF では 58 基の原子力プラントを運転しているが、標準化が徹底しておりプラントは 3 種類である。
- (2) 電力需要は冬に多い。夏との需要の差を定検の調整（12ヶ月運転プラントは夏、18ヶ月運転のプラントは春と秋）とロードフォローで調整している。
- (3) EDF では、現在 5年がかりで、文化大革命を行っている。特に状態監視保全に力を入れている。またタービンの点検周期も実績により 11年に延ばしている。ECCS ポンプなどの軸受け交換も規制機関と交渉して止めている。これは運転時間も少なく交換は非科学的であり、ヒューマン・エラーや被曝も少なくできることによる。分解によって逆に故障が発生し易くなるようなメンテナンスは行わない。
- (4) 以上により保守要員も減ったが、EDF として、人員整理をする積りは全くなく、もっと高度の仕事に従事してもらっている。
- (5) 1年毎に燃料交換だけの停止と最低限の検査の停止を交互に行い、10年目に大掛かりな検査と改造を行う。30年目は高経年化を考慮し大掛かりな検査を行う。また 10年毎に PSA を提出し、30年目はレベル 2 の PSA も出す。

5 日間で 2カ国 4 機関（内 TVO では 2 日間の会議）を訪問するという超多忙なスケジュールであったが、訪問先に暖かく迎えられ有益な情報が得られた。特に STUK では Laaksonen 長官が自ら STUK の規制方針について丁寧に説明され、Vuorinen 元長官も同席されていた。また、DGSNR では Lacoste 長官も会議出席される予定であったが、シラク大統領が DGSNR をアメリカの NRC のように大統領の直轄機関にすると、突然テレビで発表したためその対応に忙殺され、出席出来なかった。

今回の調査は、様々な立場から 21 名もの多数の方が参加されるというあまり例をみないものとなり、1 週間という短期間ではあったが有益な情報と行動を共にすることが出来たことは大きな成果である。そして短期間に調査報告書をまとめることが可能となったのは調査に参加された全ての方々の協力によるものである。

何事にも光と影がある。白夜ならぬポールナイトの中で、光ばかりに目を奪われて影を見てこなかったのではないかとお叱りを受けるかもしれない。人口 520 万人、原子炉が 2 種類 4 基しかないフィンランド。電力会社も原子力メーカーも 1 社しかなく原子炉も 3 種類しかないフランス。これらと日本の現状は大きく異なる。しかし違いを意識する前に学べることを見つけようとする姿勢も大切と思う。最終日の解団式において、「日本の原子力の規制も民間も、状態監視保全など更なる科学的、合理的な方策が必要な時期に来ている」という点は、団員一同が共有した感想であった。

今回の成果が今後の我が国の原子力規制の高度化に役立つことを願うと共に、対応して頂いたフィンランドとフランスの諸機関の方々と調査団の各位に謝意を表したい。

2006 年 1 月 30 日

団長 水町渉

原子力の安全規制の最適化に関する研究会 訪欧調査報告書

2006年1月9日（月）～13日（金）

目次

総括	i
調査概要	1
日程	9
議事次第	11
参加者	17
議事録	19
TVO（1月9日午前）	19
TVO（1月9日午後）	25
TVO（1月10日午前）	29
TVO（1月10日午後）	37
STUK（1月11日午前）	47
DGSNR（1月12日午前）	53
DGSNR（1月12日午後）	59
EDF（1月13日午前）	67
EDF（1月13日午後）	73
付録1 プレゼン資料および受領資料	
1.A TVOのプレゼン資料および受領資料	
1.B STUKのプレゼン資料および受領資料	
1.C DGSNRのプレゼン資料	
1.D EDFのプレゼン資料	
付録2 送付した質問状	

調査概要

1. 趣旨

日本機械学会動力エネルギーシステム部門は、2005年3月に「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」を設置した。この会は、産官学から関係者が一堂に会し原子力の安全規制に関する最新の知見を調査・検討し、今後の安全規制の高度化に資することを目的としたものである。本調査は、欧米諸国の保守点検や規制調査の一環として、原子力発電所の保守点検作業に特徴のある国としてフィンランドとフランスを選定し、両国における保守点検作業や関係する規制活動等の実情を調査したものである。

2. 主催

日本機械学会 規制最適化作業部会

3. 日程

2005年1月9(月)～13(金)(5日間) ※詳細は日程表参照

4. 訪問国

フィンランド、フランス

5. 参加者

水町渉団長(原子力安全基盤機構特任参事)ほか総勢21名。詳細は参加者名簿参照。なお、フィンランドのオルキルオト発電所訪問時に撮影した全員写真を写真-1に示す。

6. 訪問調査概要：訪問順

- (1) フィンランド：Tellisuuden Voima Oy (TVO) 本社(オルキルオト発電所)訪問(1月9、10日)

オルキルオト発電所を運営するTVO社を2日間に亘り訪問し、同社の組織、停止時計画の策定と申請、燃料交換作業、停止時における規制機関(STUK)検査官の規制・検査活動、停止時PSAの活用、オンラインメンテナンスの実情やRCMの活用等につき説明を聞き、質疑応答を行った(写真-2)。これらに1日半を充て、2日目の午後はオルキルオト1号機を見学。その後バスにてオルキルオト3号機の建設現場、使用済み燃料中間貯蔵施設(図-1)、中低レベル放射性廃棄物処分施設(図-2、図-3)、高レベル廃棄物施設(図-4)の建設現場を車窓から見学した。

主要な成果は冒頭の総括に、詳細は議事録に示す。また受領したプレゼン資料は付録-1に示す。

(2) フィンランド：放射線原子力安全局（STUK：Radiation and Nuclear Safety Authority）本部（1月11日）

フィンランドの原子力規制業務を担当している STUK を訪問。STUK の原子力規制の基本姿勢や規制体制、停止時の規制検査体制と活動、機械品および電気品の規制検査活動、STUK による PSA の開発とその利用等につき説明を受け、質疑応答を行った（写真－3）。なお、規制の基本姿勢や規制体制に関する説明は Laaksonen 長官による丁寧なものであった。STUK はかなり力を入れて説明の準備をしてくれていたが、夕方の飛行機でパリに移動するため、検査官の教育訓練は説明を受ける時間が無く、説明資料を受領するに留まった。

主要な成果は総括に、詳細は議事録に示す。また受領したプレゼン資料は付録－1に示す。

(3) フランス：原子力安全・放射線防護総局（DGSNR：Direction Generale de la Surete Nucleaire et de Radioprotection）SD2 本部（1月12日）

フランスの原子力規制を担当している DGSNR の SD2 の本部を訪問し、フランスの原子力規制体制、運転経験の分析、定期安全レビューと安全要件の見直し、停止時における規制検査活動等の説明を受け、質疑応答を行った（写真－4）。停止時検査のためのフォローアップ手順の詳細説明等 DGSNR 側の説明の熱意が感じられ、有益な情報が多々あった。

主要な成果は総括に、詳細は議事録に示す。また受領したプレゼン資料は付録－1に示す。

(4) フランス：フランス電力公社（EDF：Electricite de France）本社（1月13日）

フランスの全ての商用原子力発電施設を運転している EDF を訪問し、原子力発電所の運転経験、燃料交換停止計画、状態監視保全、保守計画等に関する説明を受け、質疑応答を行った（写真－5）。所有プラントは 58 基と非常に多いが 3 タイプに標準化されており、保守経験等を相互に有効活用することによる、合理的な運転保守を遂行している。

主要な成果は総括に、詳細は議事録に示す。また受領したプレゼン資料は付録－1に示す。

7. 調査方法

調査は、訪問先に当方から質問状を送付した。質問項目は 100 項目以上となったため、これらに逐一回答を求めるのではなく、訪問相手先が質問項目を見てプレゼンテーマを決めてもらうこととした。そして、当日のプレゼンを受けた後、不十分な点についてその場で質疑応答を行う方式とした。なお、フィンランドではフィンランド在住の古川保さんに、フランスではフランス在住の広田京子さんに通訳をお願いした。

質問項目とその翻訳版を付録－2に示す。



写真-1 Olkiluoto 発電所にて (2006年1月10日)



写真-2 TVO での会議

Interim Storage Facility for Spent Fuel

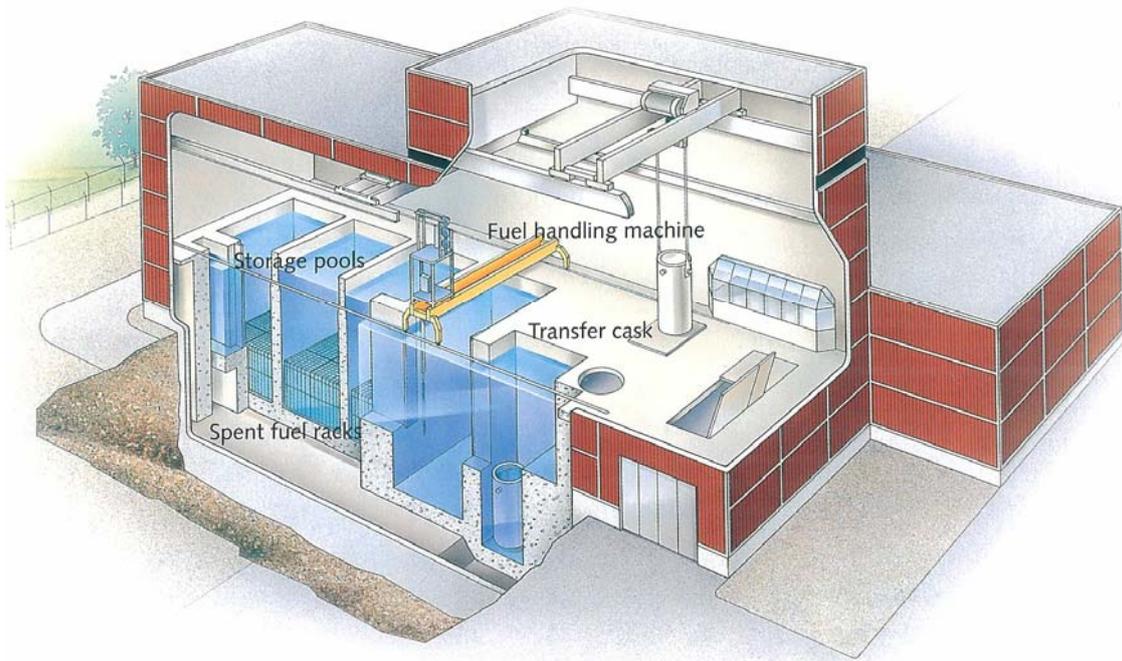


図-1 オルキルオトの使用済み燃料中間貯蔵施設

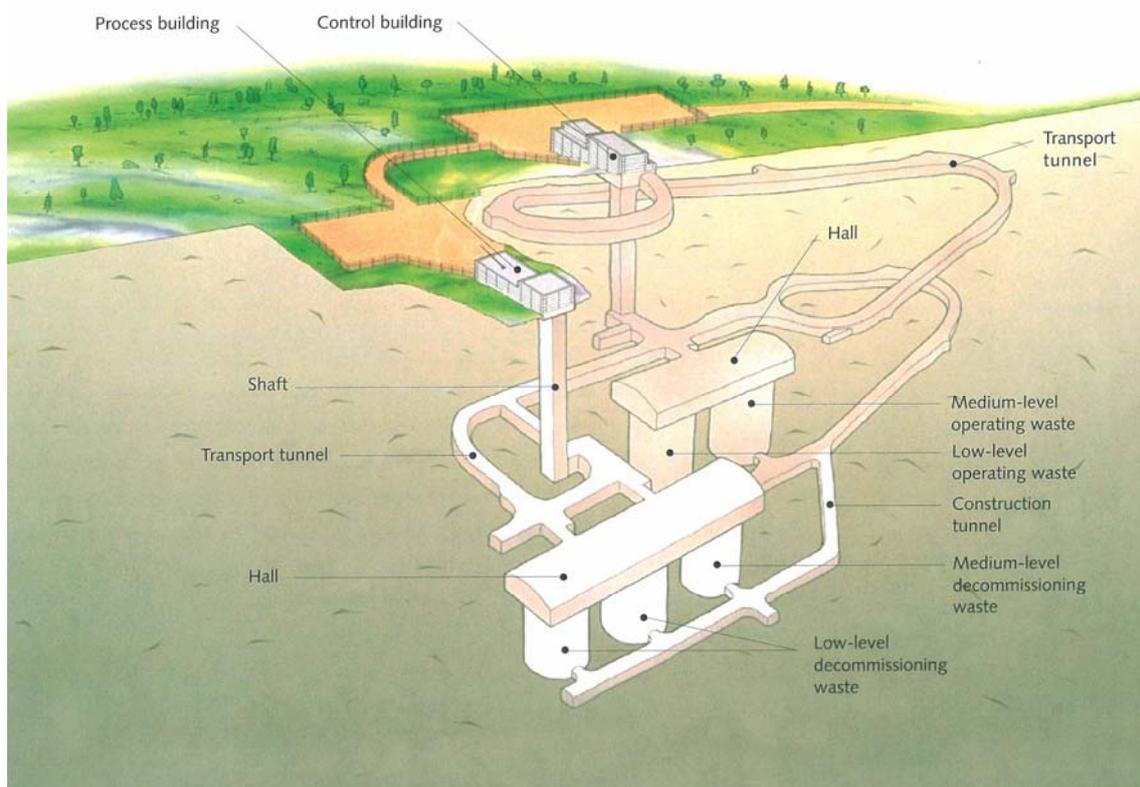


図-2 オルキルオトの中低レベル放射性廃棄物最終処分施設（全体図）

The existing silos of the Final Repository for Operating Waste

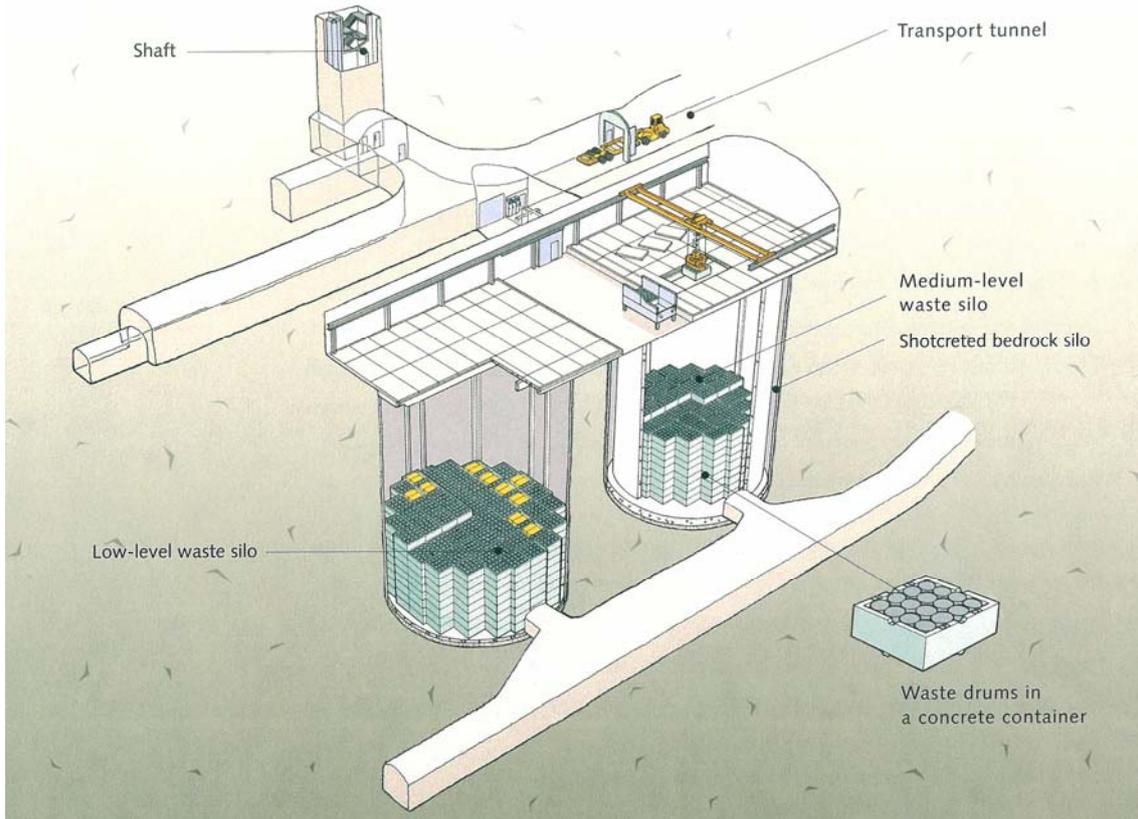


図-3 オルキルオトの中低レベル廃棄物最終処分施設（処分サイロ図）

Diagrammatic plan of ONKALO and the repository

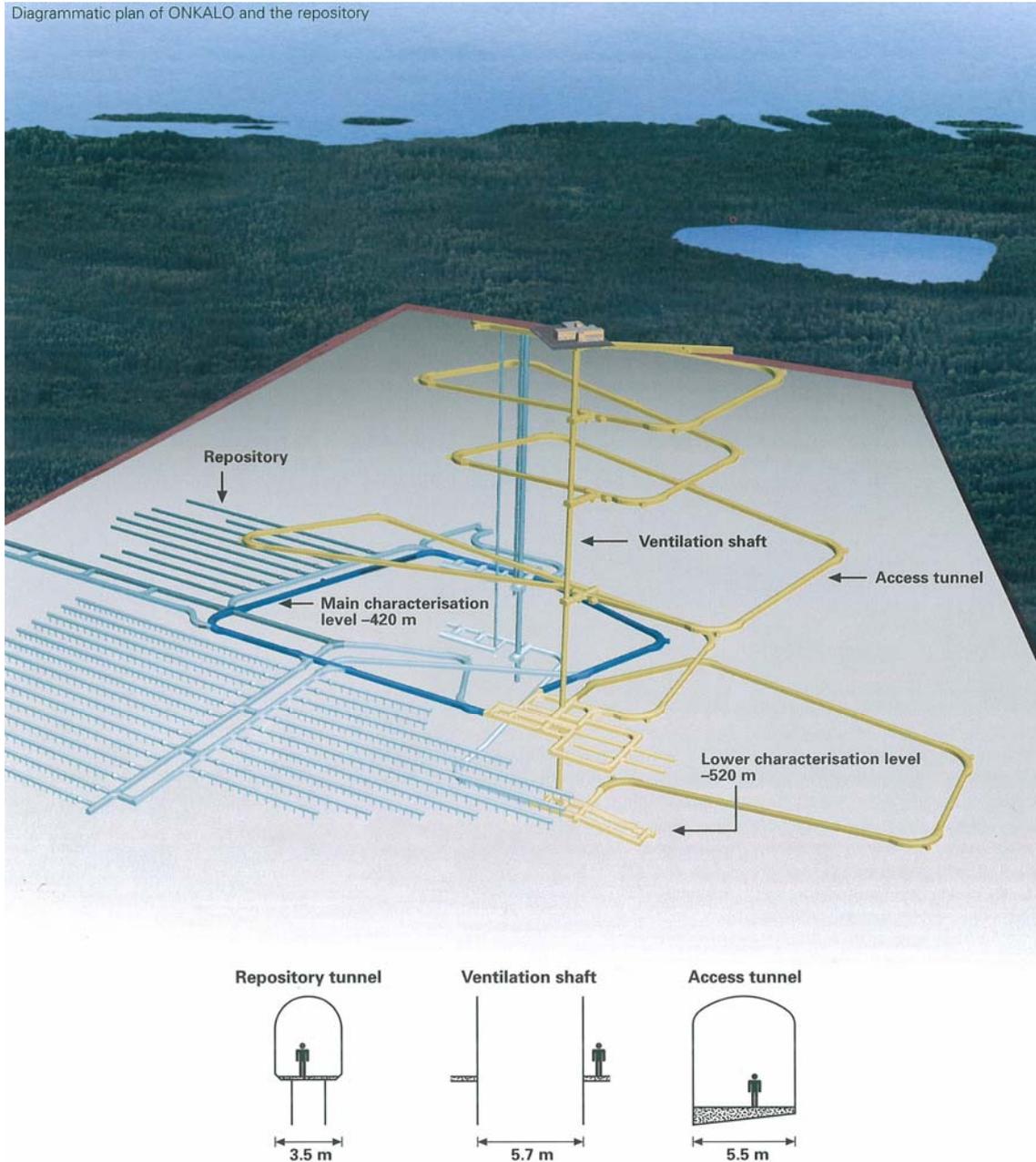


図-4 オルキルオトの高レベル放射性廃棄物最終処分施設



写真-3 STUK での会議



写真-4 DGSNR での会議



写真-5 EDFの建家とEDFでの会議

日程

月 日	訪問先	現地時間	プログラム
1月9日(月)	オルキルト発電所	9:00~16:00	TVOとの会議
1月10日(火)	オルキルト発電所	9:00~16:00	TVOとの会議 オルキルト発電所他見学
1月11日(水)	STUK	9:30~13:00	STUKとの会議
1月12日(木)	DGSNR	9:30~16:00	DGSNRとの会議
1月13日(金)	EDF	9:30~16:00	EDFとの会議

議事次第

TVO :

Monday 9.1.2006

- 9.00 Arrival in Olkiluoto (Atomi conference room) Sundell Reijo
- Welcome
- Opening of the seminar
- Presentation
- 9.30-10.30 TVO organization, staffing and qualification Sundell Reijo
of technical staff
On-site Safety Committee Mannola Esa
Contractors
- 10.30-12.00 Outage Planning and Management Unga Esa
- Planning organization/Team
- Outage schedule and work management
- Special features (design, procedures, organization etc.)
- contributing to effective outage, including
- very quick refuelling activities/procedures
- Technical Specification for outage Himanen Risto
- Development and application of Shutdown PSA
- Changing of spare parts Hakola Mauri
- STUK inspectors and their inspections and Nevander Olli
permissions
- 13.00-14.30 On-line maintenance (OLM) Kaukonen Kari
- On-line maintenance of safety related systems
and components
- Condition based maintenance
- Regulatory requirements relating to OLM

- Interchange of components and equipment during plant operation and plant outage

14.45-16.00 Discussion on refuelling activities and maintenance activities Kaukonen Kari
Unga Esa
 (condition based maintenance, spare parts, interchange maintenance, OLM) etc.

Tuesday 10.1.2006

9.00-10.00 Quality Management (Atomi conference room)
 - Quality Management System (QMS) Luhta Olli-Pekka
 - Operation experience feedback Lavi Petri

Radiation Protection Sovijärvi Jukka

11.00-12.00 Discussion on refuelling activities and maintenance activities Kaukonen Kari
Unga Esa
 (condition based maintenance, spare parts, interchange maintenance, OLM) etc.

13.00-16.00 Visit to
 - OL 1 Vähämaa Tapio
 - Final Repository for Operating Waste (VLJ) Vähämaa Tapio
 - OL 3-construction site Heinonen Merja
 - Onkalo-construction site Lehtola Kimmo

STUK :

Wednesday 11 Jan 2006

09.00-10.00 Introduction to STUK's activities in nuclear regulation
Jukka Laaksonen, DG

10.00-12.00 Regulatory oversight during outage
- Coordination of inspections during outage
Timo Eurasto

- Mechanical equipment related inspections
Juhani Hinttala
Matti Ojanen

- Electric and automation related inspections
Tapani Eurasto
Heimo Takala

PSA

Reino Virolainen

DGSNR :

1° Introduction

- Welcome to the Japanese delegation, introduction of the working agenda (French ASN).
- Introduction by the Japanese delegation.

The following subjects are intended as a workshop, composed of slides presentation by ASN to introduce the topic for open discussions.

2° ASN organisation and French regulatory structure

3° Analysis of NPP operating experience.

4° Periodic safety review and re-assessment of safety requirements of NPP.

5° Maintenance requirements and organisation for NPP.

6° Surveillance of NPP outages by ASN :

- Power reactor sub-directorate missions, organisation and working methods.
- Management of non conformity to the safety referential during outages.
- DSNR missions, organisation and working methods.

7° Evolution of the French regulation in France

- Introduction of the Wenra regulatory project.
- Missions and working schedule of power reactor sub-directorate for the production of a new technical regulation.

8° Conclusion of the workshop.

EDF :

9h30 Welcome address to JSME delegation

Roger Seban

9h40 - 10h40

Roger Seban / Jean-Claude Lecomte

1. Main results of the nuclear operations,
2. Nuclear Safety Oversight,

10h40 – 12h10

Philippe Taurin / Raymond Serres

1. Outage planning based on the grid demand (different type of refuelling outage, campaign lengths management)
2. Outage length improvement project

14h00 – 14h45

Roger Seban / Jean-Claude Lecomte

- Sub-Contracting Policy

14h45 – 15h45

Roger Seban / Jean-Claude Lecomte

- Condition-based maintenance

15h45 – 16h30

Roger Seban / Jean-Claude Lecomte

- Maintenance organization

参加者

母体	氏名	所属
機構	水町 渉 [団長]	特任参事
東大	岡本孝司 [副団長]	東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
機構	小林 正英 [幹事]	安全情報部情報分析G長
中電	岩田 真嗣	原子力部 運営 G 課長
機構	潮田 成一	検査業務部検査統括担当審議役
日立	大野 茂樹	日立製作所日立事業所原子力サービス部主任技師
関電	押部 敏弘	原子力事業本部 プラント・保全技術グループ
東電	小森 明生	東京電力原子力運営管理部長
東芝	清水 俊一	原子力電気計装設計部保全計画担当 保全・監視診断技術主幹
電事連	示野 哲男	原子力部副部長
関電	千種 直樹	原子燃料サイクル室 原子力業務部長
日立	津山 雅樹	原子力事業部 事業主管
三菱	遠山 眞	原子力事業本部 原子炉安全技術部長
北大	奈良林 直	北海道大学助教授
保安院	根井 寿規	原子力発電検査課長
東電	橋本 哲	原子力運営管理部 RCM・CBM プロジェクトグループマネージャー
三菱	蓮沼 俊勝	原子力保全技術部計画課 全高度化チーム主任チーム統括
原技協	三谷 和己	情報・分析部 情報・活用グループ 副部長
原電	師尾 直登	発電管理室設備・化学管理グループ 課長
JANUS	森本 俊雄	エネルギー関連事業部 技術顧問
JANUS	富田 洋一郎	エネルギー技術ユニット コンサルタント
グロリア	小倉 篤	第2営業部 部長

議事録

1.日時：

平成 18 年 1 月 9 日（月） 9：00 ～ 12：00

2.場所：

オルキルオト発電所（TVO）会議室

3.出席者：

Mr. Sundell Reijo（発電部長）、Mr. Mannola Esa（セキュリティ Gr マネージャー）、Mr. Unga Esa、Mr. Himanen Risto（核技術部安全課長）、Mr. Hakola Mauri（資材調達部課長クラス）、Mr. Nevander Olli（原子炉安全 Gr マネージャー）、Mr. Kaukonen Kari

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構）、岡本副団長（東京大学）、小林幹事（原子力安全基盤機構）、岩田（中部電力）、潮田（原子力安全基盤機構）、大野（日立製作所）、押部（関西電力）、小森（東京電力）、清水（東芝）、示野（電事連）、千種（関西電力）、津山（日立製作所）、遠山（三菱）、奈良林（北海道大学）、根井（原子力安全・保安院）、橋本（東京電力）、蓮沼（三菱）、三谷（日本原子力技術協会）、師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、古河（通訳：フィンランド）、小倉（グローリアツアーリスト）

4.資料：

TVO organization, staffing and qualification	Sundell Reijo
On-site Safety Committee	Mannola Esa
Outage Planning and Management	Unga Esa
Development and application of Shutdown PSA	Himanen Risto

5.議事概要：

(1) Opening

- ・ Mr. Sundell Reijo (発電部長) の挨拶、水町調査団長の挨拶及び調査の主旨の説明。
- ・ TVO側のスタッフの自己紹介。

(2) TVOの概要について<Mr. Sundell Reijo>

- ・ TVOは1969年に設立され、現在、従業員数630名 (OL-3号機の150名を含む)。
- ・ OL-1/2号機は建設当初660MWeであったが、現在では840MWeに出力を増加している。
- ・ オルキルト発電所の組織・構成は主要2部門(運転部門とOL-3プロジェクト)とこれを支援する部門(総務、原子力技術、発電、資材、広報、法務等)で構成される。
- ・ TVOのビジョンはフィンランド国民が認める世界の発電所に位置付けること。
- ・ 2005年の稼働状況はOL-1が98.3%と過去最高の稼働率を達成。
これは定期検査が7日間と短く、出力制限に関わる不具合がなかったためとの説明があった。
またOL-2は94.0%であった。これは高圧タービン、リヒータ等の大型機器の交換を実施したことにより21日間という記録的に長い定検によるためとの説明があった。
- ・ 廃棄物の最終処分については原則的に事業者自身で処分し、国は関与しないとのこと。そのためにロビーサ及びオルキルトそれぞれ自前の中低レベル廃棄物最終処分場(使用済み燃料の高レベルを除く)を持っている。オルキルト、ロビーザの両発電所の高レベル最終処分場はオルキルト発電所に研究用地下壕を掘っており、2020年の完成を目指している。最終処分に必要な資金はデコミ費用も含めてプラント稼動中から集め、2000年で目標値に達した。2004年時点で、約18億ドルの資産を保有している。
- ・ OL-3号機を建設中。1600MweのPWR (EPR)。建設の必要性は年3%上昇する電力需要や旧式化する設備の代替化、更に京都議定書の条件を満たすためである。
- ・ OL-3は2009年の稼働開始を目指しており、熱出力4300MWt (建設許可は熱出力で申請、海水直接冷却により電気出力は同規模の仏国プラントよりも約200MWe高い出力で計画)、熱効率は37% (OL-1/2は34%)、総額30億ユーロを投資とのこと。
- ・ OL-3の建設状況、作業員数等の紹介があり、フィンランドの冬の特徴として昼も夜も暗いため、夜も作業をしているとの紹介があった。

(3) TVOの安全管理について<Mr. Mannola Esa>

- ・ TVOに常設の安全Gr (原子力技術、PSA、核物理、資材調達、放射線安全等の技術専門家及び、ヘルシンキ工科大学教授を含むメンバーで構成)は、核安全と品質管理についての会議(安全委員会: Safety Committee)を1回/月に行い、意見表明や勧告案を出している。保安規定を逸脱した事象が発生した場合は特別な報告書を作成し、STUK(フィンランド規制局)に提出している。

- ・TVOサイトにある安全事務所(Safety Office)はTVO安全Grの審議した勧告案、議事録を基にした会議を1回/月の頻度で行っている。定検中は1回/週の頻度で実施している。

(4) TVOの定期検査(Outage)について<Mr. Unga Esa>

- ・TVOでは設備利用率を高い値で維持するために定検期間の短縮に努力している。
- ・保守作業の約半分は日常業務(運転中)と並行して実施している。
- ・フィンランドの定期検査は地域性を考慮して、雪解け水による安い水力発電での電力供給が豊富な春から夏(5月~6月)に実施される。また、ロビーサ発電所及びスウェーデン等の隣国諸国と調整し、具体的な日程が決められている。これは発電所保守作業員の確保を効率的に行い、電力価格を低くするためでもある。
- ・OL-1/2の運転期間は12ヶ月である。OL-3(建設中)は第1サイクルが12ヶ月、その後は24ヶ月で計画している。
- ・定検のタイプは、1)燃料交換停止(Refuelling Outage)、2)保守停止(Service Outage)、3)改修停止(1回/10年)の3種類がある。1)と2)は隔年で実施している。
- ・OL-1定検とOL-2定検の間隔は、約2~4日間である。これは費用削減のため作業員が継続して効率的に作業に対応できるようにするためである。
- ・中長期計画は10年間を見越して立て、これを基に次回定検の詳細計画を1年前より計画、策定している。
- ・燃料交換停止は5万人時間、500~600作業数が掛かっており、保守停止は15~25万人時間、1000~1300作業数となっている。
- ・10年に1度の改修停止では、例えば、どの程度のクラックであればOKとするか、あるいは重要な作業での不測の事態に対して対応策を決めておく等を、事前に検討している。
- ・定検中は入替保全(予備品と入れ替える)を実施し、保守は冬場に実施している。そうすることで定検期間を短縮し、保守技術レベルを高く保っている。
- ・STUKによる検査は通常運転中は2名の常駐検査官が対応し、夜間、休祭日であっても24時間で検査対応をしてもらえる。
- ・STUKは発電所構内に10名分入れるオフィスを持っている。
- ・定検の工程計画Grがクリティカルパスの管理を実施している。
- ・定検の作業員については、原子炉関連はWH社が3直24時間体制で実施している。燃料交換作業はTVO社員が実施している。WH社等に依頼する専門的作業は長期契約(5年間、固定価格)を結んでいる。これは、熟練作業員を長期的に確保するためである。良好な作業(支障なく、欠陥のない作業)が実施された場合、インセンティブとしてボーナスを支給している。
- ・2005年度の外注作業員はOL-1が約700名、OL-2が約1400名であり、この内、近隣市町村の作業員が約40%を占めている。残りは海外(独、スウェーデン等)からの作業員である。

(5) 定期検査へのP S A利用について<Mr. Himanen Risto>

- S E P S A (停止時P S A) の歴史について紹介があった。1990年初頭より導入を開始した。1995年より、Living PSA (即利用できるようなP S A) に改良している。
- 1997年に火災P S Aを実施した。溢水P S Aは実施していない。
- 従来、停止時P S Aは標準モデルで解析していたが、現在は定検毎のモデルによる解析が可能となっている。
- 停止時P S Aの効果の例としては、R I P (原子炉内蔵型再循環ポンプ) 保守作業は、格納容器下部ハッチを開放している場合 (オルキルト特有の構造のため)、リスクが最も高くなり危険な作業であるとの評価が得られ、作業方法の改善を実施している。現在では 1.7×10^{-7} まで低下している。

6. 質疑応答 :

(2) T V Oの概要について<Mr. Sundell Reijo>

- 1) 原子力電源以外の電源も原子力で計画しているのか?
→古い発電所や寿命の来た発電所もカバーしている。

(3) T V Oの安全管理について<Mr. Mannola Esa>

- 1) 安全事務所 (S a f e t y O f f i c e) は何名で構成しているのか?
→10名である。内2名が安全G rにも所属している。
- 2) 安全委員会 (S a f e t y C o m m i t e e) に大学の先生が入っているのは第三者性かそれとも専門性のためか、又 Rules&Regulation により定められているためか?
→社内決定である。
- 3) 安全委員会 (S a f e t y C o m m i t e e) はT V Oが自発的に作っているのか? S T U Kの推奨か?
→メンバーは社長が決める。S T U KはこのようなG rの設置を要求しており、S T U K の了解を得なければいけない。

(4) T V Oの定期検査 (Outage) について<Mr. Unga Esa>

- 1) 事前に受容可能なクラック等の評価、判断はT V O自身で行うのか、S T U Kによるものか?
→T V Oで検討、作成し、予めS T U Kの承認を受ける。承認が得られなければ再検討し申請する。
- 2) 常駐検査官2名は、1サイトあたり? 何の専門家か?
→サイトに2名である。機械の専門家である。定検中は20名となる。発電所ではT V Oの保守計画や状況を閲覧できるようになっている。
- 3) T V Oの工程管理は24時間体制か?
→原則的にY E Sである。
- 4) S T U Kは24時間検査対応を実施するとの話しであるが、検査 (立会) 時間に遅れて来た場

合、立会を記録確認とする等の対応をしているのか？
→S T U Kが遅れた場合は原則的に来るまで待っている。

(5) 定期検査へのP S A利用について<Mr. Himanen Risto>

1) 工程管理システムとリンクしているのか？

→工程とリンクしている。

2) 停止時のリスクモニターは使用しているのか？

→特別なツールは使用していない。リスクモニターというツールは知っているが使っていない。

1.日時：

平成 18 年 1 月 9 日（月） 13：00 ～ 162：00

2.場所：

オルキルオト発電所（TVO）会議室

3.出席者：

Mr. Sundell Reijo（発電部長），Mr. Mannola Esa（セキュリティ Gr マネージャー），Mr. Unga Esa, Mr. Himanen Risto（核技術部安全課長），Mr. Hakola Mauri（資材調達部課長クラス），Mr. Nevander Olli（原子炉安全 Gr マネージャー），Mr. Kaukonen Kari

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構），岡本副団長（東京大学），小林幹事（原子力安全基盤機構），岩田（中部電力），潮田（原子力安全基盤機構），大野（日立製作所），押部（関西電力），小森（東京電力），清水（東芝）、示野（電事連），千種（関西電力），津山（日立製作所），遠山（三菱），奈良林（北海道大学），根井（原子力安全・保安院），橋本（東京電力），蓮沼（三菱），三谷（日本原子力技術協会），師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社），富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社），古河（通訳：フィンランド），小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

Spare parts policy	Hakola Mauri
The Regulatory Control	Nevander Olli
OL NPP maintenance	Kaukonen Kari

5.議事概要：

TVO では限られた resource でいかにして高い安全性と生産性を得るか、について、かなり長い時間をかけて熟成されたシステムになっている。

特に印象的だったのは、TVO としては点検作業などにはほとんど係わらず、長期的・戦略的な計画の策定や仕組みづくりに専念する姿勢が強調されていた点。

一方で、わずか 7 日間の燃取停止や、メーカーへの長期一括発注、カセット点検・パケット点検など、オリジナルの工夫が随所に見られ、これらルーチンの作業は徹底的に標準化（一部はアウトソーシング）されている。

このようなポリシーは、フィンランドの high performance の秘訣の一部であり、また彼らもそれを自負している様子が伺えた。

(1) スペアパーツ (Hakola Mauri)

- TVO はサプライヤーとの間に良好な関係を維持する事に努めている。
- 業者を減らす方向であるが、一方で、品質・設計改善と価格の観点から、サプライヤー間に適度な競争が起こるような配慮もしている。
- 全ての業者を様々な指標で計測しており、これに基づいて発注先を選定している。
- 品目で 22600 品目、6800 万ユーロ分に相当するスペアパーツを持っている。うち、保険的な性格をもつ設備 (ex.発電機など) を除くと、4500 万ユーロが消耗品類であり、年間 18 万ユーロ相当を使用している。
- 基本的に業者は国内・地元を優先しており、海外からはわずか 10%程度。
- 調達に時間がかかり、かつ重要な部品で調達に時間がかかるものは、もっと調達の容易な代替品がないか常に目を光らせている。

(2) regulatory controls operation of OL plants (Nevander Olli)

- この数年、規制関連で苦勞しているもののひとつにデジタル化がある。ただし、これに対しても集中的に取り組み、解決の方向に向かっている。
- 4 トレン設計になっているので、運転制限にかかわらずに OLM が可能。また、機器への運転中のアクセスも確保されている。
- 3 号機についてはフルターンキーで発注してしまっており、その詳細まで完全に理解しているか、というところではないだろう。

(3) NPP maintenance (Kaukonen Kari)

- 全ての保守作業は、TVO の経営方針に則って行われているものである。つまり、競争力のある電力価格で株主に提供し、国民に対して安全である事。つまり、resource=money=policy ということを常に念頭において行動している。
- 効率・安全・環境・確実性のいずれもおろそかにしてはならない。

- ・燃取停止／定検短縮については、作業の質やコスト削減を狙い、燃取停止の工程は標準化されている。非常に時間をかけて標準化されてきたので、その気になれば来週からでも燃取停止に取り掛かれるほど。
- ・OLM／Tspecについては、完全4トレン設計になっているので、1系統を除外してもTspecの運転制限とはならず、保守が可能。DGに対してTspec上で与えられている時間は7日間。ある系統の電気系の点検を実施する場合、同じ系統の弁なども点検してしまう、“パケット”点検方式を採用している。1つのパケットで1~7日間かけて点検。パケットで行う点検計画をリストにし、規制側に対して毎年提出し承認を受ける。OLMの方が定検中に点検するよりもプラントのリスク(PSAで評価された値)が低い(だから推奨している)。
- ・CBM／TBMについては、基本はTBMとCBMの組み合わせ。プログラムの設定、変更はRCMを利用。静的機器はTBM。Tspecに記載の内容と、一部はASMEに基づき実施している。スナバ・ダンパも定期的に点検されている設備のひとつ。タービン、大型ポンプ、弁、モータなど動的機器はCBM。Tspec上では、設定されている点検期間を30%までなら延長できることになっており、これを活用している。基本的には、うまく機能しているものには触れないようにしている。いじり壊しが一番良くない。
- ・保安全管理システム／S-RCMについては、保守管理を目的とした大規模なシステムを有している。各保守作業には“area”が設定されており、それぞれに責任者を置いて予防保全プログラムを策定する。全ての保守作業はひとつのシステム(EAM的なもの)で管理される。Work orderシステム。このシステムはSTUKも自由に見る事ができる。これらの保守計画の基になっているのがS-RCM。重点的に管理すべき設備の絞込みを行っている。設備重要度を4つに分けているが、約8万点の管理対象のうち重要なのは15%程度。(Priority 1,2)作業の標準化も進めており、同じポンプであれば作業内容も同じにしてある。S-RCM自体は非常にややこしい概念なので、分からない人でも質問に答えていけば結果が出るよう、システム化されている。

(4) PI、バランススコアカード

- ・TVOでは数100にも上る項目について目標設定を行っており、それらの達成度を数値的に計測している。
例) 目標:「補修は2週間以内に完了しなくてはならない」
⇒監視指標「全作業数のうち、目標通り2週間以内に完了した作業数の割合」
(NRCのROPのように赤・黄色・緑など色で区別する手法はとっていない)
- ・発電所の運営が健全であるか、そのbig pictureを見る上で、定量性のあるこのような手法は必要と考えている。
- ・稼働率だけをウォッチしていても不十分。また、WANOなどが定めているPIだけでも足りない。作業時間なども計測しておく必要がある。
- ・重要なのは、新設対応・安全性・財務など、全ての項目のバランス。これらは戦略的な目標からブレイクダウンされた、一貫性のあるものでなくてはならない。

6.質疑応答：

(1) スペアパーツ (Hakola Mauri)

1) スペアパーツとして持つ品目の考え方は？

→保全計画に応じて保有されるべきもの。

2) サプライヤーとの契約のうち、どの程度が長期契約に基づくものか？

→年間に 30 件程度。請負作業者の 40%は長期的な契約を結んでいる。

3) 購入調達先の変更に伴い、トラブルになった事象はあるか？

→特に経験していない。ただし、代替品を探す活動は常に実施している。承認が必要なものは特に大変で、認可手続きをしている間に生産完了になってしまう場合もある。

(2) regulatory controls operation of OL plants (Nevander Olli)

1) FSAR の変更は 1 年後に提出でよいとのことだが、日本の感覚からいうと遅いような印象を受ける。

→実際には事前に STUK とは調整している。したがって、もっと早い段階から規制側と調整しているのが実態。

2) 定検後の再起動に対して、STUK は承認行為をするか？

→yes。STUK は TVO とは別の観点からチェックを行い、OK なら承認・再起動となる。第 3 者としてチェックを行う。ただし、現場での計測作業などは行わず、記録の確認を行う。

3) STUK が再起動を認めない場合は？

→TVO が追加の説明を行う事で対処する。通常、TVO は様々な事態を予見して徹底的に準備するので、認可されない事態が発生すれば、TVO 側のリスク管理が十分ではなかったという受け止め方をするだろう。

1.日時：

平成 18 年 1 月 10 日（火） 9：00 ～ 12：00

2.場所：

オルキルト発電所（TVO）

3.出席者：

【訪問先名】

Mr. Luhta Olli Pekka（QMSについて）、Mr. Unga Esa（Outageについて）、

Mr. Hanski Olavi（運転経験フィードバックについて）

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構）、岡本副団長（東京大学）、小林幹事（原子力安全基盤機構）、岩田（中部電力）、潮田（原子力安全基盤機構）、大野（日立製作所）、押部（関西電力）、小森（東京電力）、清水（東芝）、示野（電事連）、千種（関西電力）、津山（日立製作所）、遠山（三菱）、奈良林（北海道大学）、根井（原子力安全・保安院）、橋本（東京電力）、蓮沼（三菱）、三谷（日本原子力技術協会）、師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、古河（通訳：フィンランド）、小倉（グロリアツーリスト）

* QMS の調査の時間は、放射線防護の調査と分かれて実施した。

4.資料：

品質管理システム（Quality Management System）

オルキルト発電所における Outage 工程

（Discussion on refueling activities and maintenance activities）

運転経験フィードバック（Operation experience feedback）

放射線防護（Radiation Protection in OLKILUOTO NPP, Jukka Sovijarvi）

5.議事概要：

（1）品質管理システム（QMS）

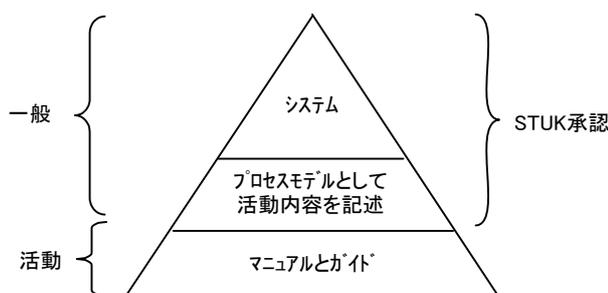
オルキルト発電所における QMS について、これまでの変遷、体系の説明があった。

オルキルト発電所における QMS は 1977 年に初めてマニュアルが制定され、その後 2000 年

以降に発展し現在に至っている。当初のマニュアルは米国10CFRに基づき作成され、原子力安全及びプラント運転段階に関する基本的な記述であり、その内容はSystemレベルの要求、プラント運転における基準であった。

その後、TVOではそれまでのQMSに対する改訂の必要性を感じたことから、1990年後半に活動プロジェクトを開始し、2001年にQMSの対象領域を拡大した。それまでの運転段階に関するマニュアルは2002年まで使用され、以降活動ベースのQMSに改訂を行っている。

新しいQMSには3つの品質保証レベルを設定し、IAEAのQMSブックを導入することによりYVLガイドの諸要求を満たし、さらにISOも導入している。新QMSは生産活動から職員の資質といったTVOのすべての活動を網羅し、これによりTVO職員の行動基準、競争力、環境等に対する認識を持たせることが可能となった。現在、STUKからの要求は承認されたQMSを所有していることであり、これが運転認可の条件になっている。



QMSの品質保証レベル



general						
運転	建設	環境	燃料	検査	圧力容器	職場保険
YVL-1.1,-1.4,-1.9 YeA-36 ISO 9001	YeA-35 YVL-1.1,-1.4 ISO 9001,10006	ISO 14001 EMAS 761/2001	YVL-6.7	EN45004 ISO17025	ISO 9001 FSO729	OHSAS 18001

具体的な構成

全体像は経営ビジョン、社会責任、生産活動、原子力安全、品質保証等からなり、具体的な構成を

見てもわかるように、YVLガイドの原子力安全に関するものとISOといった顧客満足を得るもの等から構成され、これらが互いに補完しあっている。この中でも原子力安全（安全文化）の影響が大きい。また生産活動の一般原則は、活動上の原則と品質管理のための活動に分かれ、これらの個別マニュアルは2200ある。

活動上の原則	品質管理のための活動
常時の改善活動	目標の設定
安全確保	活動計画・測定・管理・監査
ノウハウ確保(職能)	不具合対応・結果の反映
経済性の考慮	文章・情報の管理
環境影響の考慮	
広報	

QMSのプロセスは、経営、活動指揮等のニーズを予測（インプット）し、リソースの維持、調達、改善の観点から経営レビュー（アウトプット）され、この内部監査が非常に重要である。

オルキルト発電所におけるQMSに対し、STUKは原子力令、YVLガイドに基づきTVOの運転管理を評価し、外部機関はISO等に基づきTVOの品質管理、環境に対する取組を評価している。

(2) 定期検査 (Outage)

Outageの計画は、10年を見越して作成され、長期スパンで「大規模（取替）工事の計画」、その後Outageが近づくに従って「クリチカル工事の特定と工期」、「Outageにおける安全系統の使用選択」、「その他系統工程」を決めている。

Outageは、①「燃料交換のためのOutage (Refuelling Outage)」、②「燃料交換と設備保全を行うOutage (Service Outage)」、③「改修Outage」があり、①と②のOutageは隔年で実施している。1号機では2005年にRefuelling Outageを行い、Ge解列から併入までの期間は1週間（7日4時間16分）であった（通常実施しないRIPモータの交換：2時間を含む）。なおGe解列から燃料取出し開始までの時間は32時間であり、燃料交換に要した時間は約60時間であった。また起動時には、タービン保安試験は実施しておらず、臨界試験より、核過熱、脱気、スクラム試験（14体）、RPV耐圧試験等を経て計21時間で起動している。またService Outageは、通常3週間程度で行っている。

プラント起動については、STUKによる起動前準備事項の確認及び起動許可を得て行っている。また、STUKは起動時の主蒸気逃し弁（SRV）の試験等を確認している。この工期に関して、設備の主な特徴は以下のとおりである。

- ・原子炉格納容器（PCV）上部にはコンクリートプラグがなく、水遮へいである。
- ・PCVと原子炉圧力容器（RPV）の保温架台が一体となっている。
- ・RPV上蓋にはヘッドスプレイ等のフランジがない。RPV上蓋は60本のボルトで締結され、手動テンショナーを用い取付・取外を行う。
- ・シュラウドと汽水分離器はシュラウドヘッドボルトで締結されておらず、シュラウド上に汽水分離器と蒸気乾燥器を乗せ、RPV上蓋スプリングにより固定している。

（3）運転経験フィードバック

運転経験のフィードバックについては、YVLガイドに記録保存や報告義務に関する規定がある。オルキルオト発電所には原子炉安全、ヒューマンパフォーマンス、訓練、設備保守（電気・機械）、運転の専門家9人で構成する部署があり、職務は運転経験の収集・分析と現場へのフィードバックである。フィードバック手順は、TVO内外で発生したイベントに対してスクリーニングミーティングとフォローアップミーティングを行い、TVO外部のイベントについてはKSUを含めたERFATOM's*で報告している。TVO外部のイベントには重要なものがあり、プラント会議等で取り上げられる。

*フィンランド（TVO）、スウェーデン（すべての発電所）、WHで構成されるフィードバック機関

運転経験の内、ニアミスについてはTVOのイントラネットで扱っており、品質管理と作業安全の区別で100件/年ほど報告されている。

報告については、STUKに対し異常事象、スクラム報告、運転外乱、その他レポートを提出し、4回/年の頻度でプラントの一部が使用できない事象について報告すること、ERFATOM'sに対し保安規定に抵触する故障を報告すること、及びIAEAに対しては重要事象を報告することがある。

現在、関係者がイベントの傾向にアクセスし、データを容易に利用できるようデータベースの開発に取り組んでいる。

（4）放射線防護に関する規制および線量低減対策

フィンランドの放射線防護基準は、ICRP Pub.60、英国のBSSと同様で作業員に対する被ばく限度は、50mSv/年、100mSv/5年である。この他に20mSv/年を超える被ばくは正当化すること（YVL 7.9）および発電所あたりの集団線量が2.5人 Sv/GWeを超えないようにしている。なお、TVOでは、個人の被ばくを12mSv/年以下に維持することを目標としている。

被ばく実績については、月毎および停止毎にSTUKに報告している。なお、過剰被ばくは、直ちにSTUKに報告している。また、実績の報告の他に集団線量が50人 Svを超える可能性のある作業計画および停止時の放射線防護計画については、事前にSTUKに報告している。

放射線防護に関する訓練は、スウェーデンと同様に基礎訓練として約4時間の訓練を実施しており、3年毎に再訓練を実施している。この訓練では試験が行われ、筆記試験の合格後に発電所の勤務に就ける。この基礎訓練に以外に作業の放射線レベルに応じた訓練を適時実施している。

2005年の被ばく実績は、被ばく者数が126人、集団線量は1.4人 mSv、報告要件に該当する0.1mSv以上の被ばくは11件、最大被ばくは0.3mSvであった。なお、集団線量は年々低下する傾向は見られず、1980年から同程度（約500mSv）で推移している。また、発電所の近代化を推進しているため、近代化の作業を実施した年は集団線量が他の年に比べ非常に高くなっている。

被ばく低減対策のための設備変更として、応力腐食を防ぐ配管への交換、弁のCoフリー合金化、蒸気中の湿分を低減するドライヤーの交換を実施している。また、設備変更以外に遮蔽の常設、除線、作業員同士の情報交換、モックアップを使用した訓練を実施している。2006年には、高圧タービンおよび蒸気リヒーターの交換を計画している。

6. 質疑応答：

(1) 品質管理システム (QMS)

1) TVOの品質管理、環境に対する取組を評価する外部機関とはどこか？

→フィンランド公認機関のFNSとDNVであり、TVOが依頼して監査を受ける。DNVは運転と建設に関する事項を監査し、またSTUKの監査とは独立している。(STUKの監査はDNVの監査の有無に関係なく受けなければならない)

2) 運転と建設の品質保証プログラムの有効期限はいつか？

→有効期限は設定されておらず、次の変更まで有効である。ただし、TVOでは2年毎に評価をしている。

3) STUKの監査結果が悪い場合はどうなるのか？

→STUKには3段階の監査があり、それぞれについて不備がある場合は忠告を受ける。忠告には対応期限が設定され、事業者は文書による釈明等の対処を行う。

4) 2005年の改訂目的は何か？

→運転段階における品質管理の内容を変更したためである。

5) QMSの導入メリットは何か？

→一番のメリットは多くかつ多岐にわたる活動を指揮する文書を得たことである。(以前は諸要求と実際の活動が混在していた)

6) QMSの社内監査はあるのか？

→中立的な立場の職員が行う社内監査がある。社内組織もあり、ボスはサービス部門の長で副社長でもある。また、この組織は社長に具申できる権限も持っている。

7) STUKとDNVの監査結果は合致しているか？

→STUKの監査結果が良くてもDNVでは悪い場合があり、その逆の例もある。この理由は、STUKは原子力安全、DNVは顧客満足を監査の視点としているからである。

(2) 定期検査 (O u t a g e)

1) 停止時冷却 (SHC) はいつインサービスするのか？

→原子炉圧力70kg/cm²からインサービスする。

2) PCV全体漏えい率試験は実施しているのか？

→PCV全体漏えい率試験は3回/12年の頻度で実施しており、2005年のRefueling OutageではPCVヘッドの漏えい確認のみであった。ペネは、目視点検のみである。

3) 主蒸気逃し弁 (SRV) の試験の内容は何か？

→試験は開閉試験であり、4つのSRVは0%出力、その他のSRVについては15%出力時に行う。

4) 制御棒駆動機構 (CRD) は取り外したCRDを点検し、同じOutageで再度取り付けているのか？

→CRDは8体の予備品を持っており、これらをローテーションして点検を行っている。

(3) 運転経験フィードバック

1) ERFATOM's*の提案には強制力があるのか？

→プラント会議で対応の必要性を判断する。

2) 外部への報告は公開か？

→STUKへの情報は公開であり、その他の情報は非公開である。

(4) 放射線防護に関する規制および線量低減対策

1) 放射線被ばくのクラスAおよびBの分類基準は？

→英国のBSSの分類に準拠しており、クラスAは2mSv、クラスBは1mSvの作業である。

2) クラスAおよびBに分類される主な作業は？

→クラスA: 機械作業、クラスB: 焼却、電気品保守

3) 従業員被ばく実績の年報は公開されるのか？

→STUKに提出する報告書は公開される。

4) 従業員被ばく実績の年報をTVOは公開するのか？

→公開しない。STUKが公開する。

5) 過剰被ばくのしきい値は？

→TVOの社内規定で12mSv/年。

6) オレンジ区域の意味は？

→汚染に応じて、グリーン、オレンジ、レッドに分類している。

7) 防護服の種類は区域毎で異なるか？色も異なるのか？

→種類は区域毎で異なるが、色は同じ。

8) 年間被ばくにしめる停止時の被ばくの程度は？

→80~90%。

9) S-1とは？

→制御棒関連の作業による被ばく。

1 0) 9) の原因は？

→建設時の砂が原因と思われるゴミにより制御棒がスタックした。

1 1) 年間集団線量が高いように思われるが？

→1 プラントあたり 500mSv である。特に高いとは考えていない。

1 2) なぜ、主再循環ポンプの羽根車を外に出しているのか？

→羽根車のバランスをとるため。

1 3) リヒーターは、タービンと同一フロアにのみ設置されているのか。

→Yes。

1 4) 停止時被ばくのクリティカルな作業は？

→安全系はレッドあるいはオレンジの区域に分類され、停止時に保守作業が行われる。この作業がクリティカルとなる。レッドあるいはオレンジに分類されない安全系は OLM を実施している。

1 5) 停止期間の長さに関わらず被ばくは同じか？

→Yes。

1 6) 保守作業に伴う被ばく実績のターゲットの設定は？費用に対する考慮は？

→ α 値 (ISOE) を使用している。

1 7) どの α 値を使っているのか？また、誰が機器の交換を決定しているのか。

→ α 値としては、2.000EUR という値が存在はするが、実際にそれで全て判断しているわけではなく、この数値では改造を正当化できないので、エンジニアリングを含めた発電所全体で決定している。

1 8) ALARA 委員会の機能は？

→勧告のみで意志決定はしていない (専門家)。

1 9) ALARA 委員会は公平な機関か？

→様々な部門からの人が参加している。

2 0) ALARA 委員会は TVO の職員のみか？

→Yes。

2 1) 放射線防護に関するガイダンスはあるか？

→ALARA プログラム、放射線防護ハンドブック。

1.日時：

平成 18 年 1 月 10 日（火） 13:30 ～ 16:00

2.場所：

オルキルオト発電所（TVO） サイト見学

3.出席者：

【訪問先名】

Mr Vähämaa, Ms. Heinonen（オルキルオト発電所）, Ms.Alhoniemi(Onkalo 高レベル廃棄実験施設)

【機械学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構）、岡本副団長（東京大学）、小林幹事（原子力安全基盤機構）、岩田（中部電力）、潮田（原子力安全基盤機構）、大野（日立製作所）、押部（関西電力）、小森（東京電力）、清水（東芝）、示野（電事連）、千種（関西電力）、津山（日立製作所）、遠山（三菱）、奈良林（北海道大学）、根井（原子力安全・保安院）、橋本（東京電力）、蓮沼（三菱）、三谷（日本原子力技術協会）、師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、古河（通訳：フィンランド）、小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

なし。

5.議事概要：

見学箇所：

オルキルオト発電所 1 号機(BWR) 見学（オペフロ、給水ポンプ室、発電機室）

オルキルオト発電所 3 号機(EPR)建設現場見学（バス内部より）

低レベル、中レベル廃棄施設見学（バス内部より）

ONKALA(高レベル廃棄実験施設)見学（バス内部より）

サマリー：

オルキルト発電所 1 号機(BWR)見学

13:33 より管理区域内入域

13:50 原子炉オペフロ(8階)を 10 階より見学。

格納容器、原子炉容器は水の下にある。(作業性及び放射線防護のため)、前後に燃料貯蔵タンクが配置。左奥に、格納容器ふた、原子炉容器ふたを置く場所も確保されている。今日は、何らかの配管に関する補修作業中であった。

14:13 1 階除染室

14:14 給水ポンプ室 (電気式ポンプ 4.4MWx4 基)

4 台の給水ポンプのうち 3 台が稼動中。1 台は予備で、OLM が可能

14:20 発電機室

回転軸周りに様々なセンサーが設置されており、モニターされている。

14:30 退域

オルキルト発電所 3 号機建設現場をバス車内より見学

20ha の敷地内の 4ha の領域で建設が進んでいる。550 人が建設に従事している。岩盤をくりぬいて、炉室とタービン建屋の基礎が出来上がっている。炉建屋は 3m のスラブ打ちが終わり耐気候建屋内で工事が進んでいる。格納容器スチールライナの準備、300t 大型クレーンなど。荷揚げ港、冷却水取水ラインなど。海水温度差は 13 度の設計。2009 年送電開始予定。

中低レベル廃棄物貯蔵施設をバス車内より見学

OL1,2 の 60 年分の廃棄物を貯蔵できる。地下 60m にサイロがある。

OL3 の廃棄物や、OL1,2 の廃止措置に伴う廃棄物なども貯蔵できるように拡張予定。

ONKALO(高レベル廃棄物処分実験施設)をバス車内より見学

2004 年から始まり、現在 90m 下まで切削。高レベル最終処分場の実験施設。

オルキルオト発電所 1号機(BWR)見学



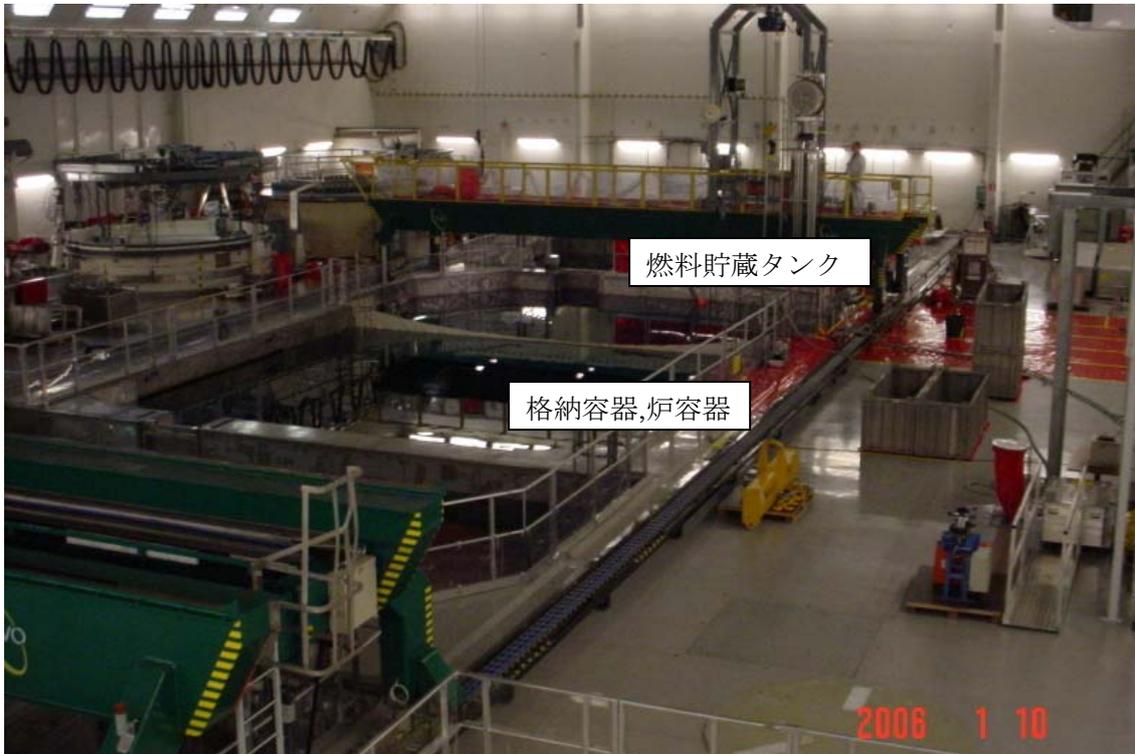
原子炉建屋(ガラス部分はエレベータ)



タービン建屋側から見る(右が1号機)

13:33 より管理区域内入域

13:50 原子炉オペフロ(8階)を10階より見学。



格納容器、原子炉容器は水の下にある。(作業性及び放射線防護のため)
前後に燃料貯蔵タンクが配置。

左奥に、格納容器ふた、原子炉容器ふたを置く場所も確保されている。
今日は、何らかの配管に関する補修作業中であった(赤い敷物のあたり)。



Outage 中、ふたは水中に置かれる。



燃料交換装置

14:10 8階から1階に降りるエレベータの中から外を見る。



2号機、1号機用の取水口などが見える。この日は快晴。

14:13 1階除染室



14:14 給水ポンプ室（電気式ポンプ 4.4MWx4基）



4台の給水ポンプ。手前側3台が稼動中
一番奥側の1台は予備。これのオンラインメンテナンスが可能になっている。

14:20 発電機室



回転軸周りに様々なセンサーが設置されている。
反対側には振動センサーも設置されていた。



見学通路の壁に実物大の炉容器やタービンの絵が描かれている。

14:30 退城



オルキルト発電所 3号機建設現場をバス車内より見学

14:50 出発

20ha の敷地内の 4ha の領域で建設が進んでいる。550 人が建設に従事している。岩盤をくりぬいて、炉室とタービン建屋の基礎が出来上がっている。炉建屋は 3m のスラブ打ちが終わり耐気候建屋内で工事が進んでいる。格納容器スチールライナの準備、1,600t 大型クレーンなど。

荷揚げ港、冷却水取水ラインなど。海水温度差は 13 度の設計。2009 年送電開始予定。

なお、緯度が高いため、3 時を過ぎると、急速に暗くなってくる。



炉建屋（建物は天候を防護するための仮設建屋）



炉建屋側の先に岩盤が見える



タービン建屋の基礎



冷却水の給水配管とタービン建屋基礎

15:15 中低レベル廃棄物貯蔵施設をバス車内より見学

OL1,2 の 60 年分の廃棄物を貯蔵できる。地下 60m にサイロがある。

OL3 の廃棄物や、OL1,2 の廃止措置に伴う廃棄物なども貯蔵できるように拡張予定。



廃棄物貯蔵施設の入り口、この先に地下通路とサイロがある。

ONKALO

2004年から始まり、現在 90m 下まで切削。高レベル最終処分場の実験施設。



トンネルの入り口

1.日時：

平成 18 年 1 月 11 日（水） 9:30 ～ 13:30

2.場所：

STUK 事務所（ヘルシンキ）

3.出席者：

【STUK】

Jukka Laaksonen 長官， Antti P.U. Vuorinen 前長官，

Timo Eurasto, Juhani Hinttala, Matti Ojanen, Tapani Eurasto, Heimo Takala,
Kaisa Koskinen, Reino Virolainen

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構），岡本副団長（東京大学），小林幹事（原子力安全基盤機構），
岩田（中部電力），潮田（原子力安全基盤機構），大野（日立製作所），押部（関西電力），
小森（東京電力），清水（東芝）、示野（電事連），千種（関西電力），津山（日立製作所），
遠山（三菱），奈良林（北海道大学），根井（原子力安全・保安院），橋本（東京電力），
蓮沼（三菱），三谷（日本原子力技術協会），師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社），富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社），
古河（通訳：フィンランド），小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

Program of visit January 11th 2006

Introduction to STUK's activities in nuclear regulation(Jukka Laaksonen 長官)

STUK'S OVERSIGHT DURING PLANT OUTAGES(Timo Eurasto)

Mechanical equipment related inspections(Juhani Hinttala, Matti Ojanen)

Electrical and I&C inspections during NPP refuelling outages

(Tapani Eurasto, Heimo Takala)

Inspector Training Practices in STUK (Kaisa Koskinen)

Risk Informed Licensing, Regulation and Safety Management of Nuclear Power Plants In
Finland(Reino Virolainen)

5.議事概要：

STUK の規制活動の基本的な考え方、PRA の活用の考え方についての説明があった後、停止期間中の監督、機械関係の検査、電気計装関係の検査、PRA について個別の説明があった。

STUK の使命は、放射線の悪影響から公衆、社会、環境そして将来の世代を守ることであり、原子力安全の規制に関する独立機関である。STUK が中心となって安全要求をとりまとめ、一般的な原則を法令で、より詳細な要求をYVLガイドとしてとりまとめている。これらガイドの要求事項は、事業者が同等以上のものを示さなければ守らなければならないものである。

PRAについては、決定論に基づく設計を行い、その結果をPRAで検証し、設計時の弱点等を改良していくために用いられている。

PIについてSTUKは独自のものを持っており、年報に具体的なものが書かれている。具体的な検査については、機械及び電気計装ともサイトに常駐する中立の検査機関がかなりの部分を実施し、STUKは重要なものについて検査を実施する。

(1) STUK (放射線・原子力安全当局) の規制活動の紹介 (Jukka Laaksonen 長官)

資料2により Laaksonen 長官より STUK の規制活動の基本的考え方及び PRA の活用の考え方の説明があった。主なポイントを以下に示す。

【STUK の規制活動の基本的考え方】

- ・ STUK の使命：放射線の悪影響から公衆、社会、環境、将来の世代を守ること
- ・ STUK の役割：①規制当局、②研究センター、③専門家組織（防災、研修、広報等）
 - －STUK は社会健康省、通商産業省、内務省、外務省への専門的助言とサービスを行い、予算は社会健康省から受けるものの完全な独立機関
 - －職員数 333 名（2005 年末）、人件費以外の予算規模 26.7 百万ユーロ（40 億円弱）で、その約 40%は国からの予算、約 40%は検査料等の収入、その他となっている
- ・ 建設の許認可：政治的な部分（エネルギー政策）⇒基本決定／
技術的な部分（原子力安全） ⇒建設許可、運転許可の3段階
 - －STUK はエネルギー政策には係わらない（政治的な部分）
 - －STUK は原子力安全の規制機関であり、原子力安全を確認する権限と独立性が付与
 - * Vuorinen 前長官から、STUK は必要があれば警察を使ってでもプラントを停止できる権限があるが、STUK は常に科学的・合理的な判断をするとの情報あり
 - * 予算を出す社会健康省も監督はするが、実質的の決定には関与しない
 - 実務費用は認可所得者により負担されるため、規制活動に影響しない
 - －安全指針は STUK が発行（73 の YVL ガイドを発行）
 - －当初は米国の安全指針を参考⇒現在は IAEA のものをベース
- ・ 運転プラントの検査工数（検査については別項目に詳細あり）
 - －loviis 1/2 ⇒ 9 人年（サイト及び予備品工場の検査 411 人日を含む）
 - －Olkiluoto 1/2 ⇒ 10 人年（サイト及び予備品工場の検査 620 人日を含む）

【PRA の活用の考え方】

- ・ 決定論による安全設計のなくてはならない補完として、PRA は重要な安全機能の信頼性を検証するために要求される
 - － PRA の結果は、安全の観点からの設計の特徴の把握が可、及びひよつとすると強化が必要な弱点を示す
 - － 現世代のプラントの経験によると、PRA の結果を考察により、当初の設計時には気づかなかつたリスクを除去できることを示唆している
 - ⇒ リスク情報を活用したアプローチは、決定論的設計の強化に役立つ
- ・ PRA の受容基準：CDF < 1E-5/year LERF < 5E-7/year
 - － 基準は社会的受容の観点から決められたものではない
 - － PSA 技術の性能とか限界から決められたものである
 - * 最新のよい設計のプラントでは満足できる値で、もし満足できなければ改良が必要
 - * PSA の結果があまりにも小さい場合、説得力のある検証ができない

(2) STUK'S OVERSIGHT DURING PLANT OUTAGES (Timo Eurasto)

Timo Eurasto 氏よりプラント停止中（燃料交換停止、保守のための停止）の STUK の原子炉の監督について説明があった。要点を以下に記す。

- ・ STUK では運転期間に関する要求はしていない。各ユニットの運転サイクルは経済的理由から決められている。（通常1年）
- ・ プラント停止中には常駐検査官と2～3名の機械系の機器を見る検査官、その他必要に応じた検査官が検査にあたる
- ・ STUK は安全等級1及び2について検査を実施し、検査官は夜及び週末でも検査を実施する
- ・ プラント停止中の検査のスケジュール
 - － 1～2ヶ月前：事業者は、保守・改造項目、作業中の安全に係ること、放射線防護計画等必要な情報をSTUKに提出⇒STUKは検査計画を立て、停止中の検査実施（書類検査、現場検査、重要なものは立会検査等）
 - － プラント停止にはSTUKの常駐検査官が立ち会う。
 - － プラント再起動にはSTUKの許可が必要（通常1日前）、プラントの準備体制の状況を確認
 - － プラント起動中の検査を実施、発電所の安全担当が確認しているかも確認、常駐検査官が全ての検査官のメモを確認
 - － プラント再起動の1週間後にフィードバック会議を、3ヶ月後に報告書が提出され、さらに会議において改善事項等について審議され次回の検査に反映
- ・ オンラインメンテナンスについて
 - － 厳格な管理を行っており、PSAの結果だけが判断基準ではない
 - － オルキルト発電所はN+2で設計されており、オンラインメンテナンスをよく実施しているが、ロビーサ発電所はN+1のプラントでありオンラインメンテナンスの制限が多い

- －実施する系統は、使用済み燃料プール冷却系、放射線モニタリング系、停止時冷却系及びその他の系統などである。
- －実施時期、対象の決定の際には P R A を活用

(3) Mechanical equipment related inspections(Juhani Hinttala)

機械品に対する検査は、圧力バウンダリーを構成する機器と同様に YVL 3.8 (ASME XI) に基づいて実施している。STUK が実際に検査する機器は、安全グレード 1 および 2 に分類される機器で、それ以外のグレードの機器については監査（検査記録の監査）を行う。また、重要な機器（弁）に対する検査は、1 回/4 年の頻度で実施する。

（注）（4）の電気・計装の質疑において機械品についても中立検査機関の活用が図られているという説明があった。

(4) Electrical and I&C inspections during NPP refueling outages(Tapani Eurasto, Heimo Takala)

事前検査は、YVL 5.2 および 5.5 に基づいて実施している。電気および計装制御に関する機器で安全グレード 1 に分類されるものはない。なお、安全グレード 2 および 3 に分類される機器の変更については STUK の承認が必要となるが、それ以外は変更の届け出でよい。

停止期間中の検査は、プラントの技術的な変更、補修活動、保安規定に基づく定期的な検査を実施している。

2003 年から中立的な検査機関（Inspection Body）による検査を導入している。

(5) PSA(Reino Virolainen)

フィンランドでは、事業者自らがプラントの PSA モデルを開発することが義務づけられており、コンサルタントを使用することはできない。また、プラントの設備変更等を反映したリビング PSA も義務づけられている。事業者と STUK の両方で同じ PSA モデルを使い解析を行っている。

また、保安規定の変更（O L M の最適化等）の評価にも使われている。

ロビーサでは、P S A を活用した 1 0 回の設備改造で C D F が大幅に減少した。

オルキルオトの PSA では、外部事象としてタンカーの座礁によるオイル漏れを起因事象に含めている。

6. 質疑応答：

(1) STUK (放射線・原子力安全当局) の規制活動の紹介 (Jukka Laaksonen 長官)

1) 事業者と規制側のコミュニケーションをどのように円滑にとっていこうとしているのか？

→ 運転段階では様々な検査を行っているが、その中で事業者及びベンダーと話し合いをしている。問題がある場合は上司のレベルで話しあうこととしている。年に数回の頻度で時御者との定期的な話し合いを持っている。検査の結果から憂慮されることについては、幹部と話し合いを持つ。事業者から反論もできるが、事実上そのようなことはない。事業者とは友好的であり、両者のねらいは「安全」ということで一致している。

2) 昨日 TVO で Safety Committee や ALARA Committee を開催して活動をしていると聞いたが、STUK とはどのような関係となっているのか。

→ 運転中の検査に付随して委員会の議事録等を見て話し合いを行っている。

3) その委員会に STUK が出ることはないのか

→ 参加は基本的にしない。

4) PRA の活用については、設計は決定論で行い、それを PRA で解析しその結果を検討・考察することで活用していくとのことで、全くその通りと考える。検査の領域で4つに分けて使用していると思うが、そのところを説明して欲しい。

→ 詳しくはあとでプレゼンがあるが、リビング PSA により安全の欠陥を見つけることができる。

また、整備を要する箇所を見つけたりできる。詳細は YVL ガイドに規定されている。

5) STUK の活動を外部から評価して貰うことはあるか？

→ いくつかあるが、一番大切なのは IAEA の評価で IRRT である。これまでに 2000 年及び 2003 年に実施している。その他、核安全委員会は STUK が安全審査を行う際の評価に対して評価する。また、国外の専門機関に STUK が検査する項目についての評価を依頼している。

6) PI は規制にどのように反映されているか？

→ STUK には PI がたくさんあり、事業者の活動を見ている。PI は検査活動の中から集めている。WANO の PI とは別のものである。STUK の年報の中に詳細に記述してある。2004 年のものは Web からダウンロードができる。2005 年のものは数ヶ月後に発行予定である。

7) PI の結果により規制料金が変わるのか？

→ STUK による検査は時間給制となっている。プラントで何らかの注視をする必要があれば、検査を多くするが、事業者は 2 社なので双方とも行うこととなる。これにより、規制料金も多くなるが、PI と直接関係している訳ではない。

8) TVO では 7 日間の燃料交換停止を実現したが、事業者の検査と STUK の検査の協調関係はどうなっているか？

→ 通常は早い時期に事業者から年次点検の計画が提出されるため、重要な検査について早い時期に検査を計画することにより、STUK から検査官をいつ出せばよいかかわかる。STUK の検査官は広い範囲で見ることができるよう努力をしている。

(2) STUK'S OVERSIGHT DURING PLANT OUTAGES (Timo Eurasto)

1) 検査で見るとすべき対象は決まっているのか

→グレード1, 2については要領書を作り検査を実施

2) 予防保全に関しては事前にSTUKの審査・承認は必要か

→セキュリティガードの検査は届け出が必要

3) オンラインメンテナンスはどうか

→運転中に予防保全を実施してよい機器はテックスペックに定められている。加えて、どのような予防保全を実施するかについても決められている。STUKはこれを承認する。

4) OLMを実施した結果については、常駐検査官が確認するのか

→そのとおり

(3) Mechanical equipment related inspections(Juhani Hinttala)

1) エロージョン/コロージョンの具体的な状態監視方法は。

→X線撮影およびUTによる厚み測定。これらの実施頻度は、配管の口径に依存する。なお、検査部位は同一の部位を検査している。オルキルトでは長い直管を、ロビーサではエルボー部を検査している。また、これらの厚み測定はプラントの停止時に実施している。

(4) Electrical and I&C inspections during NPP refueling outages(Tapani Eurasto, Heimo Takala)

1) STUKは検査機関と重複して検査するのか

→重要なものについては検査機関による検査後にSTUKが別に検査を行う。重複している項目は30～50%あるが主に書類検査である。検査対象機器のうち安全グレードが低い機器については、検査機関の報告書を確認。

2) 検査機関は電気・計装だけか

→機械も同様

1.日時：

平成 18 年 1 月 12 日（木） 9：00 ～ 12：00

2.場所：

DGSNR 会議室

3.出席者：

【訪問先名】

Mr. Syvil PINEL（国際部長），Mr. Alain Denys（国際部副部長），Mr.Laurent FOUCHER（SD2 副部長），Mr.Daniel TASSET（SD2），Yvan BARTHEZ(SD2)他

【機械学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構），岡本副団長（東京大学），小林幹事（原子力安全基盤機構），岩田（中部電力），潮田（原子力安全基盤機構），大野（日立製作所），押部（関西電力），小森（東京電力），清水（東芝）、示野（電事連），津山（日立製作所），遠山（三菱），奈良林（北海道大学），根井（原子力安全・保安院），橋本（東京電力），蓮沼（三菱），三谷（日本原子力技術協会），師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社），富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社），古河（通訳：フィンランド），広田（通訳：フランス），小倉（グロリアツーリスト）

4.資料：

The Nuclear Safety Authority

Laurent Foucher

Organisation of the operating experience analysis in French Safety Authority

Analysis of an incident

The Periodic Safety Reviews of PWRs

5.議事概要：

(1) Opening

- ・ Mr. Syvil PINEL (国際部長) の挨拶、およびラコスト長官が大臣との打合せが急に入ったため参加できないことのお詫びあり。
- ・ 水町調査団長の挨拶及び調査の主旨の説明。

(2) 仏の安全規制について<Mr. Laurent Foucher>

- ・ 安全規制当局 (ASN) は、仏の基本的原子力施設すべて (軍事を除く) の安全規制、および 病院、産業界の小さな施設も規制。(OHP 1)
- ・ 当局と事業者との関係としては、当局が細かく規定するやり方と、事業者に任せるやり方があるが、仏は後者。安全の目標を規制当局が設定し、事業者から達成のための提案を受ける。その提案の妥当性を規制当局がチェックし、実際のやり方は事業者にまかせ、実際にされているかどうかを事後に規制当局がチェックする。(OHP 4)
- ・ DGSNR は、長官 1 名、副長官 3 名のもと、8 つの総局で構成。地方組織である DSNR を、国内 11 箇所に設置。(OHP 7、8)
- ・ DGSNR は、規制目的に応じて 3 つの省 (厚生省、環境省、産業省) が管轄。また、検査官が労働監督官を兼ねる場合があり、労働省とも関係している。(OHP 2 7)
- ・ 先週、仏大統領から「原子力規制を独立機関とする」との発表があった。その場合には、関係官庁の管轄はなくなる。
- ・ 規制の法令体系としては 4 段階。(OHP 3 0 ~ 3 3)
 - 法律 (国会が制定)
 - 省令など (デクレ、省指令、サーキュラー)
 - オプションレター (規制当局が示すガイド)
 - 規格基準 (産業界が作成)
- ・ 1963 年のデクレにより、原子炉設置の基本事項を決定。(OHP 3 4)
- ・ 現在、新たな法律を準備中。成立すれば今年の下期には ASN は独立機関として発足の見込み。
- ・ 検査官 2 名で検査を実施。検査件数、検査官の数は増える傾向。(OHP 5 1)

(3) 運転経験のフィードバックについて<Mr. Daniel TASSET>

- ・ DGSNR の SD 2 中にある 4 つのユニットの横断的組織として、5 名の技術者で「運転経験グループ」を編成。国内の全てのプラントのトラブル情報を集約・分析し、他のプラントへの反映が必要なものを抽出している。重要な事象は、IRSN、原子炉諮問委員会 (Advisory Committee on Nuclear Reactors) においても検討がなされる。運転経験グループでは、一般公衆へのトラブル情報の公開も実施している。(OHP 4、5、6)
- ・ トラブル件数は、2004 年 650 件 (うち原子力安全関連 461 件)、2005 年 755 件 (うち原子力安全関連 575 件) で、前年より増加。(OHP 7)

- ・トラブルの要因を分析すると、安全関連のトラブルでは、18%が機器の不具合、70%は組織的・人的要因であり、ここ数年は同じ傾向。放射線防護関連のトラブルでは、90%が組織的・人的要因となっている。どちらのトラブルにおいても、組織的・人的要因の比率が高くなってきている。

(OHP 1 2)

- ・運転経験反映のプロセスは、以下の4つの段階で構成される。(OHP 1 3)

即時対応： 各地方組織にて対応。データベースに登録し、一般に公開。

定期会合でのレビュー： 重大なトラブル、プラント共通のトラブルなどを対象に、3ヶ月に1回の頻度で開催。 EDF、 IRSNも参加。

運転経験の評価： 3年ごとにテーマを決めて評価作業を実施。 IRSN、原子炉諮問委員会の意見を求める。

10年ごとの発電所訪問： 発電所の10年点検の際に、改善が行われていることを確認。

(4) インシデント分析について

- ・ EDF は、トラブル発生後、速報の報告書を2日以内に規制当局に提出する必要あり。 INES のスケールの判定は規制当局が実施。必要があればプラント立ち入り調査を実施。 EDF に対して要請が出されれば、2ヶ月以内に対応が必要。 EDF は、トラブル発生後2ヶ月以内に最終報告書を提出する義務あり。報告書には、時系列、原因分析、誤った行動、事象の結果、再発防止対策などを記載。(OHP 2)
- ・ 詳細な調査が必要な場合は、 IRSN に要請し、技術的分析、必要に応じて立ち入り、現場へのインタビューなどを行わせる。(OHP 3)
- ・ IRSN にて詳細調査した事例として、フラマンビル発電所での電源喪失事象 (INES 2) について紹介。 EDF の報告書に記載された原因 (インバータの保守不良、対応手順の不備) に加えて、運転チームの雰囲気の問題や、仕事の配分の問題などが抽出された。(OHP 4、5)
- ・ われわれは、事業者に対して、ガイドラインを守っておれば良いというアプローチではなく、原因を突き詰めて、必要であれば設備の変更や組織の変更までを求める。

(5) 定期安全レビューについて

- ・ フランスでは、発電所の運転許可を出した以降、有効期限は無制限。そのため、常に原子力発電所の能力をチェックする。また、10年ごとに、条件が整っているか担保する。
- ・ 特に、3回目の10年点検において、エージングの観点で細かく突き詰める必要あり。90万kW級についてこれからガイドラインをつくる。運転期間を短くするなど、要求を上げることも考慮する必要あり。
- ・ 定期安全レビューに関する基本法令は、1963年のデクレ。この法令のもとで、規制当局は常にチェックできる体制。10年ごとのレビューは、事業者の10年ごとの大規模検査と整合する。レビューのポイントは、既存の規格への適合状況、および既存のガイドラインの改善要否に関する評価。

(OHP p 1 下)

- ・ 運転経験のフィードバック、新たな安全規制・ルールに着眼し、それに対する適合性を規制当局としてチェックする。(OHP p 2 上)
- ・ PSA 手法を活用。レベル1 PSA は全体に適用。レベル2 PSA は、30年目のPSRのために最近新たに開発した。規制当局から指示を出す際のサポートツールとなっている。また、30年目のPSRにあたって、新たにコストベネフィット手法を導入。これについては2007年のパーマネントグループ会合で議論する予定。(OHP p 2 下)
- ・ 90万kWプラントの30年目PSRの論点は以下の通り(規制当局、IRSN、事業者で議論している事項)。なお、30年目のPSRが全プラントで終わるには10年間かかるが、再循環サンプ対応は、それを待たずに早急を実施する方針。(OHP p 3 上)
 - 耐震解析(RFS2001-01に則ったもの)
 - シビアアクシデント評価でレベル2 PSA をどう使うか
 - EDFのエージングマネジメントの評価
 - 再循環サンプ閉塞リスクの評価
- ・ 90万kWプラントの30年目PSRのスケジュール(OHP p 3 下)
 - 2003年： 以下の再評価項目を選定
 - ・ 内部・外部ハザードに関する検討(地震、火災、施設の爆発 など)
 - ・ シビアアクシデント時の炉心溶融、格納容器の挙動の評価
 - ・ PSAレベル1の改良、およびレベル2を初めて活用
 - ・ 使用済み燃料プールの水が失われる事象の評価
 - ・ 安全注入の再評価
 - ・ 原子炉圧力容器の低温時過加圧、蒸気発生器の過給水 等
 - 2004-2005年： 検討結果についてパーマネントグループで審議
 - 2005年： 改造箇所のリストアップ。これを受けてEDFから具体的改造箇所の提案。
 - 2009年： 最初のユニットで30年目点検
- ・ 130万kWプラントの20年目PSRの実施状況(OHP p 4 上)
 - 2000年： 再評価項目を決定(パーマネントグループは関与せず)
 - 2002-2003年： パーマネントグループが、研究成果を評価
 - 2005年： 改造箇所を決定
 - ・ 異常時の計測系の改善
 - ・ 外部電源喪失時のポンプの信頼性向上
 - ・ 蒸気発生器細管破断事故時の蒸気発生器への過給水の改善(EPRの経験を生かす) 等
 - 2005年： 最初のユニットで20年目点検
- ・ EDFの保全プログラムに対して、規制要求しているのは、原子炉圧力バウンダリ、および蒸気発生器に関する1999年のルールのみ。実際の検査は検査要領に基づき実施している。(OHP p 4 下、p 5 上)

6. 質疑応答：

(2) 仏の安全規制について<Mr. Laurent Foucher>

1) ホームページには英語版もあるのか？

→ASN のホームページは英語版あり。 WENRA のホームページは英語のみ。 最新の勧告（約 300 件）が近日中に WENRA ホームページに掲載される予定。

2) 独立機関になると、省になるのか？

→省にはならない。 細部はこれから調整される。

3) 現場での規制において、事業者がどのようなやり方をしているかまで監視するのであれば、事業者と意見が対立することはないか。

→方法に関して意見の相違が出るということもありうる。 その場合にも、実証の責任を事業者に与えている。

(3) 運転経験のフィードバックについて<Mr. TASSET>

1) SD 2 中の 4 つのユニットの業務内容は？

→第 1 ユニットは、ハードウェア、および運転分野。 第 2 ユニットは、炉心、炉の運転。 第 3 ユニットは、環境、環境への放出、放射線防護。 第 4 ユニットは新型炉（EPR）、将来の規制環境。 これに対する横断的組織としては 4 つあり、第 1 は、運転経験のフィードバック、トラブル分析。 第 2 は、サイトグループ（DSNR の定検管理）。 第 3 は、事業者からの認可手続き。 第 4 は、総局の内部審査。

2) 安全に係わるトラブルで、組織・人に係わるトラブルの比率が増えてきているとのことだが、人的な質が低下したのか、設備の信頼性が上がってきたことによるのか、どのように見ているか？

→ハードの質が上がり、管理の質も上がってきているとの認識はある。 一方、検査官の意識として、人的な要因が重要であるという意識が高まってきたこともある。 また、作業者に対するプレッシャーが高くなっていることも一因と考える。

(4) インシデント分析について

1) 運転経験反映グループのメンバーは高い専門性が要求されるが、どのように確保しているか。 検査官は、頻繁に交代することで新たな視点を持たせるという話を以前聞いたが。

→検査官は若い人が多く、平均 4 年で交代。 メリットとして、新鮮な目で見、たくさんの質問ができる。 しかし、若くて素朴な質問をすればそれで良いということではない。 経験をつむことも重要。 IRSN の専門家にきてもらい、若手をサポートしてもらっている。 運転経験グループは、異なったユニットからの専門家に参加してもらっている。 また、IRSN の専門家の意見を聞き、豊富な経験も活用。

2) 日本では、保安院が主に国内事象を検討。 海外情報は主に JNES が検討。 情報源は NRC、IRS などを活用。 仏ではどのようにしているか。

→ I R S は見ている。 国内は I R S N がすべて集約。 国外は N R C 情報、それから国際機関や O E C D の情報も参考にしている。 O E C D では運転経験、ヒューマンファクターの W G に参加している。 また、3 ヶ月ごとの E D F との会合で、W A N O からの情報も入手している。

(5) 定期安全レビューについて

1) 30 年目の評価の結果によっては、その後の運転期間を 10 年より短くするという説明があったが、30 年運転したプラントで、その後の 10 年の運転期間を担保できないことがあるのか。日本にはそのような知見がないため、具体的な懸念事項があれば教えてほしい。

→無条件で 10 年間の運転延長を認めるわけではない、という認識。 2005 年 6 月の高経年会合で深い議論をしており、保安院、J N E S の専門家と、その後会合も持っている。 N O が出る可能性があるということであるが、出るかどうかは個々のプラントの実力に依存するものとする。 我々は、2 段階で決定を下そうと考えている。 一般的に、30 年を超えても運転できるという条件を定める。 その次に、個々の炉で、運転可能性を評価する。

1.日時：

平成 18 年 1 月 1 2 日（木） 14:00 ～ 17:30

2.場所：

DGSNR (フランス原子力安全規制局、パリ郊外、CEN の敷地内)

) 住所：10 route du Panorama - 92266 Fontenay-aux-Roses, Cedex, France

3.出席者：

【DGSNR】

Lauhant FOUCHER(SD2 副部長)、Daniel TASSET (SD2)、Yvan BARTHEZ (SD2)、
Olivier VEYRET(SNSR)、Etienne KALALO (SD2 WENRA-Regulation Project Manager)他

【機械学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構）、岡本副団長（東京大学）、小林幹事（原子力安全基盤機構）、
岩田（中部電力）、潮田（原子力安全基盤機構）、大野（日立製作所）、押部（関西電力）、
小森（東京電力）、清水（東芝）、示野（電事連）、津山（日立製作所）、遠山（三菱）、
奈良林（北海道大学）、根井（原子力安全・保安院）、橋本（東京電力）、蓮沼（三菱）、
三谷（日本原子力技術協会）、師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社）、田島（日本エヌ・
ユー・エス株式会社）、広田（通訳：フランス）、小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

Agenda: Discussions on current experiences and Knowledge about nuclear safety regulations
In France and Japan (background subject: NPP safety referential, meintenance, inspectiions
and Outages.

The Nuclear Safety Authority (ASN)

Organisation of the operating experience analysis in French Safety Authority

Analysis of an incident

The Periodic Safety reviews of PWR （ここまで午前中に説明）

Reactor Outage Control

DSNR missions, organisation and working method

Management of non-conformance affecting equipments on French PWR.

WENRA and the harmonization of nuclear safety in Europe

Record sheet for the xxxxxx reactor Y outage (定検管理記録用紙)

5.議事概要：1/12(午後)

午後は、定検管理 (Reactor Outage Control)、DSNR の使命と組織、活動手法 (DSNR missions, organisation and working method)、不適合事象発生時のフランス PWR の管理 (Management of non-conformance affecting equipments on French PWR)、WENRA の欧州における安全規制の調和活動(WENRA and the harmonization of nuclear safety in Europe)について説明があった。

特に定検管理については、中央組織(SD2 と SD5)と地方(DSNR)の役割、定検運営のためのコミュニケーションについて定検フォローシートの実例による具体的な説明があり興味深かった。このフォローシートは定検前から定検終了後までの検討項目を詳細に網羅して時系列順に改定記入するように配慮され、計画スケジュールと実績の把握、提案と承認、指摘と対応結果などが記載されるものであり、規制と電力、中央と地方の間のコミュニケーションを円滑かつ迅速に行うツールとして有効に機能しているものと思われた。なお、このフォローシートについては、内容記載のないフォームを入手している。

また、発電所の不適合事象の規制当局による管理プロセス、欧州の規制のハーモナイズ活動についての紹介がなされた。

(1) ASN (French Nuclear Safety Authority) の定検管理に関する規制当局の検査内容

ASN は年間 50 回の EDF の定検を扱っており、それには ASR、VP、VD の 3 種類がある。

ASR は燃料交換のみで通常 25 日～30 日、VP は燃料交換とその期間を利用したメンテで 50～60 日。VD は 10 年毎に行う大がかりな定検で 120 日程度のものである。10 年目、20 年目、30 年目でそれぞれ VD1、VD2、VD3 と略称される。年間に 15-20 プラントを選定して当局が監査を実施する。

定検時規制の適用は、適用されるレベル毎に検査を行い、最終的に再起動の許可を出すかどうかのポイント。規制関連文書は階層化されており、最上位は法令レベル、二番目は ASN の決定事項。それ以下はより実務的なものであり、SD2 と SD5 の技術文書、EDF 基準(ASN 認可マター)、EDF 基準(ASN 認可対象外)のピラミッド構造となっている。なお、認可対象外の EDF 内部規定についても、その遵守を求めている。

国レベルである DGSNR は経験のフィードバック、教育、地方局(DSNR)の支援、定検後の起動許可発行などを主なミッションとしており、そのため、SD2 と SD5 の検査担当官をユニット定検毎にアサインし、定検フォローシートを使って定検全体の作業をフォローしている。

SD2 には、発電炉に関して 30 人のプロジェクトマネージャがおり専門分野(土木、計測制御..)毎に分担、30 人のうち 6 人が定検のユニットを担当、継続フォローしている。

また、SD5 は圧力設備(一次系、二次系)に特化して同様の体制をとっている。

地方レベルである DSNR では 1 人の検査官が 2 つの炉を担当している。一人が 2 炉の全ての分野を担当する。分野毎の体制である国レベルとは異なっている。

地方レベルと国レベルのコミュニケーションと定検管理のツールとして定検フォローシートが使われており、これが総局と地方の間を行き来する。

これはきわめて重要な書類システムである。

(実際に使っている書類により説明)

フォームの一番上には、定検回、炉の名称と定検日時、改訂版数が記載されている。また、進捗のトレースのため、会議の日時とコメント、定検のマイルストーンの項目、例えば解列、残留熱除去、燃料交換、RPV 上蓋閉め、起動、併入などの項目が記載される。

特に再運転許可に対する意見、事業者からの回答、許可とそれらの日付が重要である。

アクションアイテムリストは17ページにのぼり、事業者の対応と DNSR、DGSNR の意見が記載される。このリストに載っているのは当局として必ずチェックしたい項目であり、項目ごとに事業者の提案、当局の意見が記載され、フォローされている。

DNSR が国レベル(DGSNR)に確認することは具申し、検討番号が追加される。法規制に無いものも含めすべてがクリアされるまでやる。48時間以内の回答がルールとなっており、これを繰り返してページが増えていく。サイト毎に個別の項目が変わる。最後の2ページはサーベイランスのポイントや次回の定検時の注目点が記載される。この書類はこのようにして定検時にどんどん内容が充実していく。

労災、燃料交換の時の所見も記入される。現地の検査官が新たに発行した項目は、常駐検査官や SD2,SD5 に伝えられる。すべては48時間以内の対応が求められている。

起動にあたっては、その許可判断のため、停止時の内容を把握して100ページくらいの概要報告書が EDF から提出される。

(2) DNSR のミッションと組織 (DNSR missions, organisation and working method)

- ・ 8人の検査官が4PWR を見ている。私(説明者)はオリーゼ発電所に派遣されている。
- ・ 12PWR で燃料交換の年次点検が行われた。
- ・ 定検時の4つのキーフェーズは以下の通りである。

準備：ANS が説明を受ける。検査官はサイトに行く。

定検フォローフェーズ：

起動フェーズ：

定検終了フェーズ：

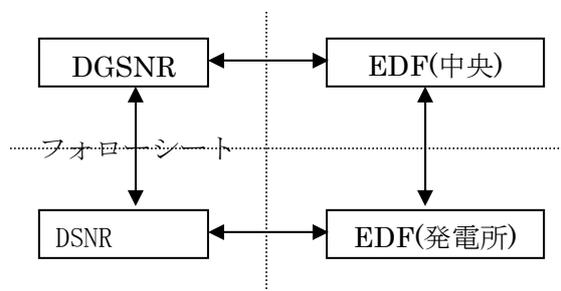
(1)準備フェーズ

- ・ 2ヶ月前に準備フェーズを開始し、2つの重要な書類が作られる。地方と国レベルの運転経験が反映される。
- ・ 定検計画とそのプレゼンテーションのフェーズでは、NPP の事業者は国レベルと比較してプラント固有のバリエーションと差を説明する。ASN は運転経験の反映と規制のポイントをアップデートすることを要求する。
- ・ ASN の定検計画に対する意見と IRSN の意見、定検準備会議後1ヶ月後、DNSR のオリーゼ発電所担当の意見をまとめる。これへの対応については事業者は1ヶ月以内に回答が求められる。

(2)定検時のモニタフェーズ

- ・ 定検フォローシートが非常に重要な意味を持つ。フォローシートは規制の中央と地方局のコミュニ

ケーションツールである。なお、規制、事業者のコミュニケーションは下図のような枠組みで行われている。規制同士、事業者同士、中央同士、地方同士という組み合わせであり、これ以外(図では斜め)の組み合わせは行われない。



- ・ 定検作業員は 1000 人に上り、作業コード毎によるチェックが適切に行われることが必要。また、個別規制項目として、NSSS の操業を高温・高圧で行うための
- ・ 1 次系のサーバランス指示 (1999 年 10 月)、
定検時の輻射した状況で請負企業を管理しているか、といった QA や組織上の要求(1984 年 10 月)などもなされている。

(3)再起動フェーズ

- ・ 事業者から DSNR への定検実施状況サマリの提出(始動 3 日前まで)、ASN の確認後、NSSS 始動、さらに、事業者の起動許可申請後 2 日以内に DGSNR の臨界許可が出され、ASN のインストラクションに従って検査が行なわれる。
- ・ 事業者からは規制指示に完全な対応していることを示す起動申請が出される。事業者は定検が完全に検査終了していることを宣誓する。

(4)定検終了後の確認

起動 1 ヶ月後頃、事業者から ASN に実績が報告され、次回へのフォロー事項が確認された上で記録としてファイルされる。

(3) 不適合事象の行政指導 (Management of non-conformance affecting equipments on French PWR)

- ・ 不適合があると原子力安全が脅かされるのみならず同一形式の炉全体の経済的な損失にも波及する。20 年目の定検で問題がたくさん出て、これを改善するツールが開発された。開発にあたっては、システムチェックに対応を決定でき、教訓を引き出すことができること、全体に整合し、事業者と規制当局が共有できることを目標とした。
- ・ ツールで扱う不適合は、設計概念からの逸脱であり、安全レポート、政令、安全に関する規格や標準などからの逸脱、建設時からの不適合と品質維持の観点からの逸脱がある。
- ・ 事業者側が自己のプラントの不適合を積極的に探し出す努力を求めている。いくつかの不適合はその後ろにもっと大きな不適合が隠れており、それを見出すことが重要である。
- ・ 不適合の検出は、定検時やトラブルの後、改良工事の後のチェックによる。

- ・新しい知見から不適合が判明することもある。
 - ・ASN からの事業者への質問から不適合が見つかることもある。
 - ・ASN は、事業者の自己責任による不適合の検出と対策を要求している。
 - ・事業者の改善提案を ASN が評価し、他のプラントへの水平展開や、規制への反映がされる。
 - ・不適合のうち重要なものを国民に開示することも仕事であり、透明性の確保が図られている。
 - ・EDF の導入したステップ次の 4 段階のステップである。
 - 1 : 不適合の探知 ; 事業者の状況の同定と ASN への報告
 - 2 : 不適合の分類 : 原子力安全へのプラントの影響を評価する
プラント固有か、プラント全体に共通なものかの判断。また、プラントを止めて即時対応すべき問題かなどを判断する。
 - 3 : 不適合の対策戦略の策定
設計変更や法令順守、完了時期などのコミットメント
 - 4 : 実施段階
事業者が必要な改善、改良を行う。
 - ・優先順位付けは安全へのインパクト、PSA 評価で行う。
 - ・不適合が物理的に存在しているものか、潜在している可能性のものか、炉が運転中の不適合か、停止中に発見された不適合かなどにより、マネージメントが変わってくる。停止中の不適合は再起動の許可に影響する。
 - ・ツールは金科玉条ではない。そのときの状況に応じてフレキシブルに対応することで、不適合のタイプに合わせた対応が可能。例えば、代替手段があるかどうか、これは、問題解決の時間を稼ぐことができる。同じ設備に他の不適合が重なった場合は、重要度、優先度は高くなる。
 - ・これらの分類により、不適合解決までの期間が定まる。
 1. 時対応(数週間)
 2. 次回定検までの対応、1300Mwe プラントでは 18 ヶ月待てないものもある。
 3. 次回定検中に対応するもの
 4. 次の VP 定検中に対応するもの
 5. 次の 10 年定検中に行うもの。

} これが一番多い
 - ・具体例 : 安全注入系の流体シール管の水位低下がある。これは不適合事象レベル 1 の判定が下された。RIS のベント不備で、安全注水系のサンプの水が吸い上げられないので、安全注入系の機能に支障を来す可能性がある。
- (4) WENRA の欧州における安全規制の調和活動 (E.Kalalo) (WENRA:Western European Nuclear Regulation's Association)
- ・これはフランスにおける安全規制の技術的な改善の駆動力ともなる活動である。
その目的は欧州における安全規制のネットワークの維持発展を図ること、安全規制に関する経験と改良の情報交換などであり、欧州圏として調和のとれた原子炉安全、放射線管理へのアプローチを目指してワーキンググループで作業を行っている。

- ・ 欧州は電力網を共有しており、適正な競争と規制の障壁除去、規制の標準化が必要となっている。規制当局にとっては、高いレベルの安全維持、安全の継続的な改善、過度な競争による安全の劣化の回避が重要である。
- ・ 国毎の習慣の違いは依然として存在する。国毎の責任でそれぞれの国のボトムアップを図ることが必要。
- ・ 目指すべき安全レベル
安全に関する共通の尺度が存在しないので、安全文化を共有することを行っている。
- ・ WENRA の目指すゴールと成果。
WENRA のメンバー間での共通認識の形成、各国が所有する異なる炉形の安全規制の統一化
- ・ RHWG: Reactor harmonization Working Group
原子炉系だけでも安全分野ごとに多くの安全 Issue があり、重要なものを選定して、それらに対する共通のリファレンスレベルの確立を目指して作業を行っている。
評価委員会のパネルアセスメントが各国の炉形ごとに行われている。
- ・ メンテナンス、供用中検査、機能試験などについて作成された共通のリファレンスレベルに対し、各国の規制対応、実炉での対応の状況を整理しており、フランスでもこうした作業が規制改善の原動力となっている。。経年劣化や運転制限や許可条件についても同様である。
- ・ フランスの技術一般の規制には2つのレベルがある。1つは省令レベルのもの、他は告示や通達40件の基本安全ルール (BSR) などである。今後、技術的規制文書を行政上の命令(法令関係、安全基本思想)と指針(改善のための推奨、現実的手法や良好事例)の二つのタイプに整理して体系を構築し、その中に WENRA のリファレンスを組み込んでいく。
- ・ 結論：
安全確保は各国の責任である。IAEA の安全基準が各国の適切な安全規制の発展に寄与しているが、さらに、調和させていくことが欧州では必要となっている。WENRA の活動により、その達成に向けた方法が整理された。作成されたリファレンスレベルのほとんどは各国で既に実現されているが、公的規制としての確立にはなお一層の努力が必要である。DGSNR は WENRA の成果をすでに安全規制に取り込んで活用している。

6. 質疑応答：

(1) ASN (French Nuclear Safety Authority) の定検管理に関する規制当局の検査内容

1) 現地に常駐しているのか？

→常駐ではない。DSNR は必要時に立ち入り検査、DGSNR の担当もパリに待機している。

2) 質問が出たときに必要な部署間の連絡は紙ベースで行うのか、電子的な手段は使わないのか？

→各担当者間の連絡は基本的には e-mail だが、書類として記録する。意見が回答されるたびに記

載が追加され、改定番号が更新されていく。

(2) DNSR のミッションと組織 (DSNR missions, organisation and working method)

1) ?

→作業コードに従った **Trans Position** が記載される。技術規制としては圧力系の品質確保で、品質検査課は大臣省令と通達に基づいて検査を実施する。

(3) 不適合事象の行政指導 (Management of non-conformance affecting equipments on French PWR)

1) 水位確保とは具体的にどのような対策か。

→EDF の提案は管内の水位をモニタし、定期的に注水するというものであった。第2段階は、改良工事をして管内のエア抜きを可能とした。

2) 即時停止の対象判断は。

→設計逸脱となるものを対象としたツールであり、突発な事象はこのプロセスにはかけない。緊急停止はトラブルとして扱われ、そのプロセスで判断される。

3) 2ヶ月に1回の注水は PSA によるものか

→水位蒸発の計算から決定された。

4) 長期停止した場合の再起動の評価ツールはあるか。

→フランスには長期停止の例は無い。FBR のフェニックスは長期停止し、再起動前に検査と再起動の評価に数年かけた。FBR は長期停止により、オペレータのスキルの維持ができないとの懸念があった。ステンレスがチタンを含有している (日本はモリブデン) 材料の問題もあった。

5) 今回の目的では無いが、もんしゅの再起動のための情報交換もやりたい。

→SD6 が国際協力として喜んで対応すると思う。

(4) WENRA の欧州における安全規制の調和活動 (E.Kalalo) (WENRA:Western European Nuclear Regulation's Association)

1) WENRA への参加は当初の西欧の国々に加え、東欧が参加したが、米国やアジアにまで参加国を拡大する計画はあるか

→現在のところ欧州の範囲である。米国や日本・韓国・中国を中心とするアジアもこのような組織が必要と思うが、文化・習慣や規制組織が異なり容易ではない。WENRA としては積極的に情報を公開し、協力していきたいと思う。ソフトやツールを売りつけることが目的ではない。

1.日時：

平成 18 年 1 月 13 日（金） 9：30 ～ 12：30

2.場所：

E D F 会議室

3.出席者：

【訪問先名】

Mr. Roger Seben（発電部），Mr. Jean-Claude Lecomte（発電部），Mr. Phillpe Tourin, Mr. Raymond Serres

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構），岡本副団長（東京大学），小林幹事（原子力安全基盤機構），岩田（中部電力），潮田（原子力安全基盤機構），大野（日立製作所），押部（関西電力），小森（東京電力），清水（東芝）、示野（電事連），津山（日立製作所），遠山（三菱），奈良林（北海道大学），根井（原子力安全・保安院），橋本（東京電力），蓮沼（三菱），三谷（日本原子力技術協会），師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社），富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社），古河（通訳：フィンランド），広田（通訳：フランス），小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

Operations feedback experience of the EDF fleet Roger Seban

Nuclear Safety Oversight in EDF Roger Seban

Placement des arrest de tranches Phillpe Tourin

Reduction des Durees d'Arrets Raymond Serres

5.議事概要：

(1) Welcome address・Mr. Roger Seban (発電部) の挨拶、水町調査団長の挨拶及び調査の主旨の説明。

(2) 運転経験のフィードバックについて<Mr. Roger Seban >

・電源構成比 (2004)

原子力	火力	水力
86.6%	4.2%	9.2%

・EDF の保有プラントの状況 (19 サイトに 58 基、タイプ毎の同型設計)

タイプ	COO、CP1-2	P4、P'4	N4	EPR	合計
出力	900MW	1300MW	1500MW	1600MW	63000Mwe +EPR
基数	34	20	4	1	58+1

- ・スタッフの総数は約 20000 人。
- ・EDF の目標は、2008 年までに設備利用率を 85%とすること。(83.4% @2004)
- ・河川沿いと海岸沿いのプラントがあり、前者は冷却塔を持つタイプ。
- ・前者はバクテリアや夏季の水温高に、後者は海草などに苦しめられている状況。
- ・負荷追従運転を (おそらく世界で唯一) 実施している。
- ・48 基でロードフォロワーを実施。残り 10 基ではベースロード運転。
- ・電力需要に応じて計画を立てる。昨年クリスマスには 1 基を切り離していた。
- ・前日の 4 時までにはプログラムの通達を受け、出力変更を実施。
- ・炉の状態はグリッドから切り離しておく時間の長さに応じて変えている。例えば、1 日未満であれば高温待機。タービンは回転数を落として待機状態にする。1 週間程度なら低温停止にしてしまう。

(3) EDF の安全管理について<Mr. Roger Seban>

原子力安全を経営トップの管理すべき優先事項と位置づけ

- ・安全監査部隊(IN)を実務部隊と独立に本社から現場まで組織化。安全監査部門のトップは社長に直接報告し、内部監査結果を公開。
- ・全プラントが様々な角度から、定期的に社内外のレビューを受けるプログラムとしている。
- ・社内の原子力安全監査(EGS)は包括監査 (5 プラント/年程度) と個別事項監査の組み合わせ。
- ・外部監査は IAEA の OSART や WANO の peer review も実施している。
- ・評価は 8 つのドメインに 4~6 コの topic を設け、目標を設定した上で 1~7 点で点数付けする。
- ・それぞれの topic 毎に各プラントを比較するので、優等生と劣等性が一目瞭然。
- ・WANO のレビューでは、「組織が複雑」「performance 改善への意欲をもっと持つように」「サイトに対して本社のサポートが不足している」等の改善項目(AFD)が挙げられている。
- ・指摘される事項があるということは、まだまだ成長の余地があるということ。

- ・様々なレビューを受ける事は、更なる安全性・performance の改善につながるものであり、積極的に実行している。

(4) 燃料取替停止の計画について<Mr. Phillpe Tourin>

- ・2005年は設備利用率(83.4%)、発電量(429TWh)ともに史上最高記録を更新。
- ・燃料取替停止は EDF 全体では年間 50 件。
- ・フランスでは電力自由化により競争が激化しているが、需要量は上昇基調にあり、電力料金も上昇基調にある。
- ・電力需要量は冬に多く、夏との差を定検の調整 (12ヶ月運転プラントは夏、18ヶ月運転プラントは春、秋) とロードフォローで調整している。
- ・プラントの停止には3つのやり方を組み合わせている。

燃取停止(ASR)

- ・燃料交換と毎年実施せねばならない項目のみを実施する。
- ・25~30日程度。

保守定検(VP)

- ・燃料交換に加えて保守を一部行う。
- ・燃取停止と保守定検を、毎年交互に行っている。
- ・プラントのタイプにもよるが、35~50日程度。

10年点検(VD)

- ・規制要求に基づく。大がかりな保守・改造(例:SGR)を合わせて実施。80~90日程度。

- ・運転期間については、以下のポリシーとしている。

タイプ	プラント数	出力	運転月数	定検時期
CP0	6プラント	900MW	18ヶ月運転	春・秋
P4、P'4	20プラント	1300MW		
CPY	26プラント	900MW	12ヶ月	夏
N4	4プラント	1500MW		

さらに、河川部は夏に止めて、海岸部は夏に稼働させるなどの組み合わせも考慮する。

ただし、CPY、N4は夏定検とはいえ、10~13プラントで手一杯。

- ・定検作業の平準化や、河川水温の上昇に伴う出力制限、不足のトラブルなど考えると、原子力が電源構成比のほとんどを占めるフランスではより柔軟な運転能力が必要と考えている。
- ・基本的には、電力需要への対応などを考え以下を計画。
 - ー N4プラントを18ヶ月へ(2007年)
 - ー より柔軟な運転期間(例:18+/-2,3ヶ月へ)(2010年)
 後者は15+2,3ヶ月となるかもしれない。現状でも12+1ヶ月運転は認められている。
- ・定検計画は3段階に分けて十分事前に実施。

- 長期（5～10年単位）：ここでは定検日数と運転日数を作りこむ。当然、目標とする設備利用率を念頭において計画する。
- 中期（1～1.5年）：これは各炉ごとに精密な運転計画を作りこんでいくステージ。
- 当年：最も詳細な計画を、実務レベルで策定。

（5）定検短縮＜Mr. Raymond Serres＞

- ・フランスでは労働基準法が厳しく、米国のような12時間×2シフトは組めない。したがって、以下の3つが設備利用率の向上のために不可欠。

保守時間の短縮

不具合の撲滅

計画日数の厳守

- ・技術的な改善で2.1%、マネジメントの改善で1.3%の短縮を目指す。（2001年から2008迄に）技術的な改善項目は以下。

Tspecの変更により、運転制限を緩和。

SGの点検を毎年から隔年へ。

燃料取替のスピードを8unit/hまで上げたい。

真空ベンティング

- ・例え小さい改善であっても、EDFでは58基を有しており全体として効果が上がるものもある。マネジメントの面での改善項目は以下。

定検計画を複数年で行うこと。この計画の単位期間“window”を規定して、その中で確実に終わらせるようにしている。

現在よりも運転員が再起動に関わるようにする

外注化を進める。

サイト同士で姉妹関係を結ばせ、劣等性は優等生から学ぶようにさせている。

標準工程である25日からの延長が6日以内に収まることを目標とする。

6. 質疑応答：

（2）運転経験のフィードバックについて＜Mr. Roger Seban＞

- 1) 1999年のVHR時の定検期間は何日程度だったか？

→最初のブジェー2号では1年を要した。その後は短縮しつつあり、最近では35日程度になっている。

（3）EDFの安全管理について＜Mr. Roger Seban＞

- 1) Nuclear Safty engineerにはどのような専門教育をしているのか。

→大学卒業後に、3年間のトレーニングを行っている。このような資格認定制度は国のシステムで

はなく、EDF が規定・運営しているシステム。認定をするのも EDF。

(4) 燃料取替停止の計画について<Mr. Phillpe Tourin>

1) 運転月数は需要により規定されているのか？

→燃料により規定されている。需要だけではない。なお、現在でも+1ヶ月の範囲で変更は可能であるが、運転期間の柔軟性としてこれだけでは不十分と考えている。

2) 12ヶ月から18ヶ月への延長に際して、技術評価などは行っているか？

→CP0, 1300Mwe プラントについて、運転期間延長に伴う健全性チェックを検討した経験がある。このときには規制側と議論し承認されているが、内容は非公開。MOX,EPR ほどは世間の関心と呼ばなかった。(資料の入手について依頼し、EDF 側で探してみる事となった。)

(5) 定検短縮<Mr. Raymond Serres>

1) 負荷追従運転を実施しているが、設備利用率の定義は？

→系統からの要求で解列している場合でも、発電所として使用可能な状態であるならば、100%としている。Kd(availability)と Ku(capacity) があるが、目標 85%は Kd(=UCF)に対してである。Kd と Ku の差は 4%程度。

2) リスク評価は使用しているか？

→原子力安全に係わる重要な設備変更は 10 年定検時に実施するが、合わせて PSA 評価もシリーズ毎に再評価実施。900Mwe 級プラントは 30 年定検(VD3)の申請(2006 末)に向け安全再評価を準備。規制からレベル 2 PSA の要求があり、エンジニアリング部門が対応している。

1.日時：

平成 18 年 1 月 13 日（金） 14：00 ～ 17：00

2.場所：

EDF Nuclear Operations

3.出席者：

【訪問先名】

M. Roger Seban, M. Jean-Claude Lecomte

【機会学会欧州調査団】

水町団長（原子力安全基盤機構），岡本副団長（東京大学），小林幹事（原子力安全基盤機構），
岩田（中部電力），潮田（原子力安全基盤機構），大野（日立製作所），押部（関西電力），
小森（東京電力），清水（東芝）、示野（電事連），津山（日立製作所），遠山（三菱），
奈良林（北海道大学），橋本（東京電力），蓮沼（三菱），三谷（日本原子力技術協会），
師尾（日本原子力発電）

【その他出席者】

森本（日本エヌ・ユー・エス株式会社），富田（日本エヌ・ユー・エス株式会社），
広田（通訳：フランス），小倉（グロリアツアーリスト）

4.資料：

Sub-Contracting Policy in EDF （外注政策）

Condition-based Maintenance for EDF Nuclear Power Plant Equipments （CBM）

L'organisation de la Maintenance des matériels des centrales nucléaires à EDF
（保守組織）

5.議事概要：

(1) 外注政策 (Sub-Contracting Policy)

外注政策の検討は 1990 年代以降保守作業量が増加したために検討を始めたが、2000 年以降電力市場の規制緩和に伴いさらに重要となってきた。当初保守作業は自社でやっていたが、外注してやってもらう方向としている。一方で、外注先コントロールとチェックのために社内の能力、ノウハウは保持しておきたいと考えている。

フリート全体 (58 基) で外注先人員は約 17000 人。内訳は、60%がひとつのサイトのみに従事、20%が近接する 2 つのサイトに従事、20%が特殊技能者で仏国中を移動。また、全体の 85%が外注先会社の常時雇用者である。総労働時間は 1400 万時間/年、うち半分の 700 万時間が定検期間中である。

外注先も含めた総被ばく線量は低下傾向を続けており、1990 年に 2.3 人 Sv/基だったものが、2004 年には 0.8 人 Sv/基となり、個人線量も 20mSv/年を超過する者は 2001 年以降はゼロとなっている。

最近の発注方法はフルターンキー方式パッケージ化の傾向。外注先の認証方法や作業サーバランスのやり方は規制当局にも提出している。

(2) CBM (Condition Based Maintenance)

EDF の保全の 2 / 3 は予防保全、1 / 3 は事後保全である。予防保全は、時間計画保全と状態監視保全からなる。保全は RCM (信頼性を重視した保全) の考え方で計画している。これまでの時間計画保全では、点検実績から異常なしのものも多く、問題のない弁を分解したり、あまり意味のないメンテナンスもあった。分解することによって逆に故障リスクを増加させるようなメンテナンスもあった。このため CBM を指向するようになった。

CBM 移行に当たっては、同型炉で同じ機器が沢山あるような場合に (例えば 900MW 級発電所の格納容器スプレイポンプは 4 台×34 基=136 台が同じ)、その Equipment Family から代表選手 (パイロット) を選び、例えば 1~2 サイクル延長して使用した後に点検を行い詳細に劣化度合いを調査する、パイロット機器 (Pilot Equipment) という概念を導入した。一次、二次冷却回路の機器はパイロット及び全国展開に当たって規制当局の特例措置の許可が必要だった。

CBM の適用事例として、隔離弁、電動弁、回転機器、発電機等の事例が紹介された。主タービンの点検周期は 5 年から 11 年に延長した。

CBM 化のメリットとして、保守/運転間の情報交換の改善、設備挙動の知見増加、アベイラビリティ向上、侵襲的分解 (やらなくてもよい分解) の削減、被ばく低減、劣化に関する知識向上、保全コスト低減、原子力安全の向上が図られた。

(3) 保守に関する組織

保守に関する組織構成は、発電部門で 20,000 人 (19 発電所 (平均的には、400 人程度 / 4 基サイト) + 3 つの全社大 UNIT)、エンジニアリング部門で 5,000 人 (6 つのエンジニアリング UNIT)、

その他に水力部門（土木工事）、サービス部門（大型機器保守）も関連する。

現行組織では、運転中の炉を担当するグループと停止中の炉を担当するグループの2つの大きなプロジェクト制とし、それぞれのグループの下の部に人員を配置しているが、運転中炉グループから必要に応じ停止中炉グループに応援に出ることもあるような柔軟性を持たせた組織としている。また、出力級毎に注入系や格納容器スプレイ系等の系統毎にプレパレータと呼ぶ全社レベルの責任者制度を設けて、全発電所の情報を吸い上げ、ベストプラクティスを全発電所に徹底する任務を持たせており、その責任は重大。

保守政策、作業方法・ガイド、これに基づくメンテナンス書類やドクトリンは CAPE（発電部門の全社大 UNIT のひとつ）等本社レベルで作成され、これらに基づきサイトで保守アウトラインが作成される。これに基づく保守作業の結果、指標等が最初の保守政策にフィードバックされる仕組み。今後 2015 年を見通した変革として、外注政策・パッケージタイプフルターンキー契約を含めた保守の最適化、定期検査から状態監視保全への移行、経験の共有化、運転中/停止中の2プロジェクト制でのコストの最適化と一段の削減等を継続していく。

6. 質疑応答：

（1）外注政策（Sub-Contracting Policy）

1）CBM の測定や評価は外注しているか？

→これらは EDF の仕事の中核なので外注はしない。ただし CBM 結果に基づく分解点検作業は外注もある。

（3）保守に関する組織

1）CBM の導入で今後 EDF の保守職員数は？

→どちらかといえば減少傾向。ここ 5 年～10 年で職員の 45% が定年退職を迎えるので、全社的に組織の標準化をしていくが、人数はいろいろな改善の結果として徐々に減っていき、今よりいくらか下がったレベルで安定すると思っている。

2）CBM 適用機器を増やすことについての仏国民へのアプローチは？

→一般大衆への説明は特にしていない。むしろ次の定検でどのような工事・作業がローカルに外注されるかが現地の関心事。

3）エンジニアの大量退職時代への対策は？

→ここ数年大学の原子力講座には学生が来ない。従って、専門教育を受けた人が減ってきている。如何に知識を伝承するかが課題。若手に知識を伝えるために、社内に能力更新プロジェクトを作った。

