

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

(訪問期間2007年1月29日(月)～2月2日(金))

2007年2月

日本機械学会

訪欧調査団

総括

「事業者が弁の開閉時間測定で使ったストップウォッチの管理状態を検査員が検査しますか？」

会食の席で我々の一人が発した質問に、HSKのスタッフは怪訝な顔をした。そして「検査員が弁の開閉時間を確かめたいなら、自分のストップウォッチを何故使わないのですか？事業者のストップウォッチの品質保証は事業者の仕事でしょう。」と答えた。

当たり前のことを当たり前に実施し、更に工夫している国であった。事故故障の原因でヒューマンファクターの占める割合が大きい。それなら人間行動学を学んだ人を採用する。事業者だけでなく規制機関にもPDCAが大切である。それならPDCAを回そう。今回訪問した規制機関と発電所、いずれもそうしていた。

1月29日にスイスのライブシュタット原子力発電所(KKL)、30日にスイス原子力安全局(HSK)、31日にスウェーデンに移動し2月1日にスウェーデン原子力発電検査庁(SKI)、そして2日にリングハルス原子力発電所を訪問した。これらの組織はどこも比較的小規模であり、総勢20人という大人数の調査団の訪問申し込みに対し、最初は驚きと戸惑いを見せた。しかし、我々の調査目的を理解し丁寧に準備をし、暖かく迎えてくれた。

スイス、スウェーデン共に、その形態に違いはあるが民主主義の強い国である。そして両国とも最近になって原子力モラトリアムが解除されている。スイスでは5基、スウェーデンでは10基の原子力発電所が稼働しており、規制機関であるHSKは100人弱、SKIは約120人の職員を有している。発電量の約半分は原子力であり、原子力の重要性が高く、安定した高稼働率を示している。規制機関と事業者の関係は非常に良好であり、事業者の独自性を重んじた効率的な規制を工夫している。

両国の原子力規制および事業者の活動で、両国に共通の重要な点として下記が挙げられる。

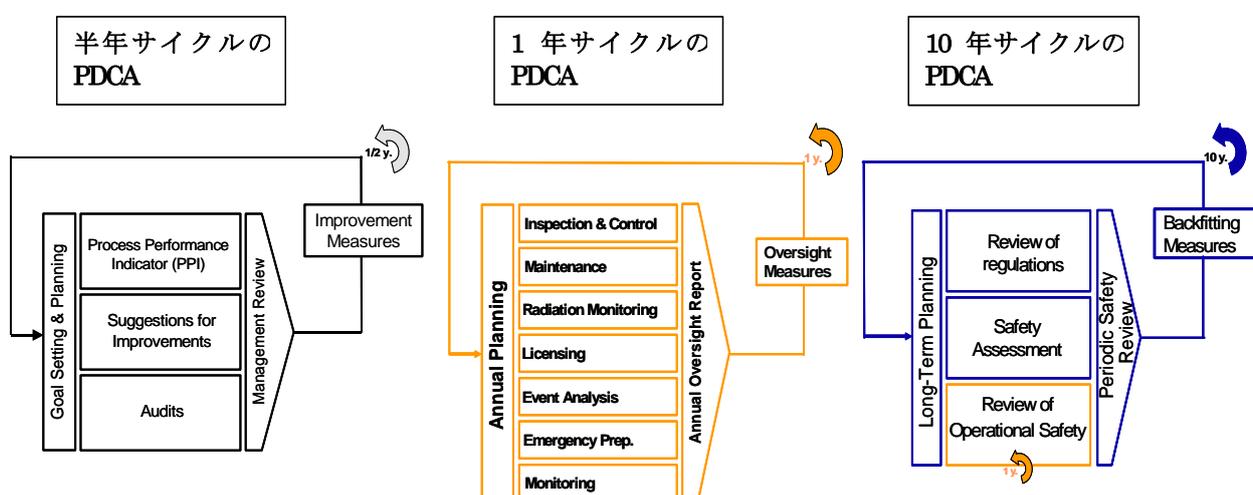
1. 運転中原子力発電所に対する規制機関の検査は、いずれも総合的な監視(Integrated Oversight)であり、人、組織、技術の3つの面から監視・評価している。
2. 事業者の安全文化に注目し、その向上に注力している。
3. 安全性の確保は事業者の責任であることを明確にし、規制機関は事業者の自主的活動を監視(Oversight)している。
4. 規制機関も事業者も、社会科学や心理学を修めた人を採用し、事故故障の分析業務に活用している。スイスの規制機関(HSK)では、このような人の考え方を反映させた発電所の評価マトリックスを心理学者が開発し、運用している。また、スウェーデンの規制機関(SKI。職員数120名)でも8名の心理学者を採用している。
5. 米国の規制の考え方をベースにはしているが、具体的な規制活動は各国の文化や国情を考慮し、独自の工夫がなされたものである。

6. 事業者だけでなく規制機関も PDCA をまわしており、そのためのシステムを独自に開発している。

以下、スイスとスウェーデンについて得られた成果の概要を示すが、詳細は個々の訪問機関の議事録を参照されたい。

スイス

- スイスの規制当局である HSK では、規制の在り方を含めた全体計画は 10 年毎に、検査計画は 1 年毎に、HSK 内部の活動は半年毎に見直しを行うこととしており、規制の継続的改善に関する真摯な姿勢が印象的であった（下図）。



- HSK のマネジメントを計算機によりサポートする QMS は HSK の業務を熟知する 1 人の担当者により開発されており、文書管理システムも含んだ実用的なものであった。
- HSK では、事業者の安全性を統合監視するための評価マトリックスを心理学者が開発している（次頁参照）。これは各発電所での異常事象や運転状況を、10 項目の課題（縦軸）について 4 つの視点から分析評価するものであり、評価結果は INES の重要度分類を基本に色分けされる（但し、レベル 0 は更に 4 段階に細分）。発電所毎に一定期間の結果を集積することにより、その発電所のどこに弱点が有るか可視化されている。我が国の総合評価にも参考になるものであった。
- HSK から中低レベル放射性廃棄物の中間貯蔵施設の白いドームを間近に見ることが出来、廃棄物貯蔵に対する安心感が自然と伝わってきた。
- ライプシュタット発電所では、毎年の計画停止は 2 週間のショートと 3 週間のスタンダードを交互に繰り返し、10 年ごとに 1 ヶ月のロングを実施し年平均 18 日を目標としていた。状態監視保全は多くは採用していないが、RHR 系は N+2 の系統構成でありオンラインメンテナンスを実施していた。

スウェーデン

- SKI は、米国の安全基準をベースとしつつ、事業者の安全性遂行・評価能力に基礎を置いた規制を実施しており、SKI の検査は事業者が安全な方式で発電所を運転する責任を引き受け遂行していることを監視することである。なお、この監視プログラムは、統合的安全評価の一部として扱われており、15 の分野（次頁参照）について検査が実施されている。
- リングハルス発電所では、1995 年より状態監視保全を導入し、現在信頼性重視保全を導入中である。信頼性重視保全は簡易型のものであり、系統や機器の重要性を評価する際に独自に 8 つの基準（次頁参照）を設けていた。米国のものとは異なるが、国際的な動きも取り込んだものである。
- リングハルスでは事故故障の原因分析として MTO(Man-Technique-Organization)分析を実施しており、このためにヒューマンビヘービアの専門家を採用している。また、発電所の技術系職員も MTO 分析を行うための訓練を彼らから受けている。一方、SKI も MTO という部門があり人間の行動に関する科学者を 8 人採用している。
- リングハルスでの変圧器火災事故では、事故原因と対策を事業者が評価し、フォルスマーク発電所の変圧器（スペアパーツ）を利用することにより、3 週間後に再起動している。これは事業者の自己評価能力に基礎を置いた規制の一例である。事業者の評価は運転部門内部での一次安全レビューと、発電所レベルの独立安全レビューの二つの評価が要求されており、通常のトラブル事象（上記の変圧器火災もこれに属する）の場合には、事業者の判断で再起動される。SKI は事業者の自己評価結果を受け取り、評価内容に異議があれば介入する。なお、数少ない SKI 規制指針の一つとして、事業者の力量と自己評価体制に関する規制指針がある。
- フォルスマークの電源事故の場合でも、3 ヶ月で事故原因の分析が行われ再起動している。3 ヶ月は原因分析期間として、また処罰的な意味からも（それを求めるとしたら）充分長い期間であると、SKI スタッフは考えている。事故対策等のレビューは終了しているため、次回の定検時の検査が特に厳しくなるわけではない。

SKIにおける原子力規制検査の15の分野

1. 施設の設計および建設（改造も含む）。
2. 原子力活動のマネジメント、コントロールおよび組織。
3. 原子力活動に携わる人の力量と配備。
4. 運転。これにはバリアや深層防護に係わる欠陥への対処も含まれる。
5. 炉心、燃料および臨界に係わる事項。
6. 緊急時準備。
7. 保守、材料および ISI 関連事項。
8. 第一次および独立安全レビュー。
9. 事象評価、経験のフィードバックおよび外部への報告。
10. 物的防御
11. 安全解析と安全報告
12. 安全プログラム（安全性向上の実施プログラム）
13. 施設関連文書の保存
14. 核物質および廃棄物の取り扱い
15. 核不拡散管理、輸出管理および輸送安全

リングハルス発電所の簡易型 RCM での評価基準

- ・原子炉停止機能に影響するか？
- ・出力または効率低下をもたらすか？
- ・環境制限値の逸脱をもたらすか？
- ・原子炉安全に負の影響（TS 制限値からの逸脱等）をもたらすか？
- ・人的傷害をもたらすか？
- ・重大な損傷をもたらすか？
- ・ALARA や第三者への降下放射能に係わるゼロエミッション要件を守るための所内放射能環境に対する負の影響をもたらすか？
- ・火災を引き起こすか？

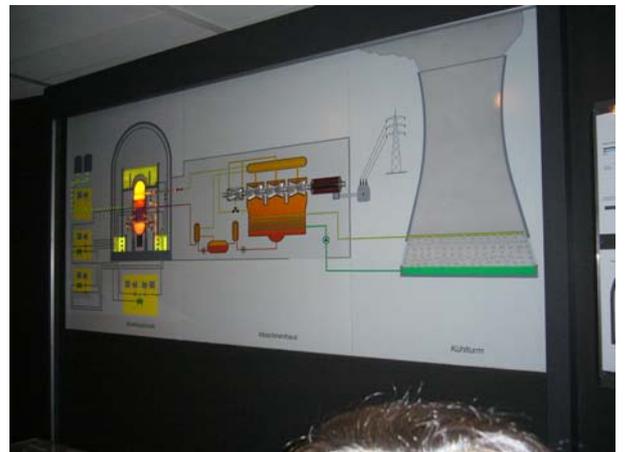
フォルスマーク発電所電源喪失事故

2006年7月25日に同発電所で発生した、400kV開閉所での短絡事故。発電機が送電線から切り離されたが、発電機母線の過電圧により、DC/ACインバータ等がトリップし、無停電電源装置2台が給電不能となり、4台中2台の非常用ディーゼル発電機（DG）も起動・接続に失敗した。原子炉がスクラムし、多くの安全系が作動し、また、電源喪失によって、プラントの状態把握に支障をきたした。この事故では、手順のミスや設計ミスが重なっている。

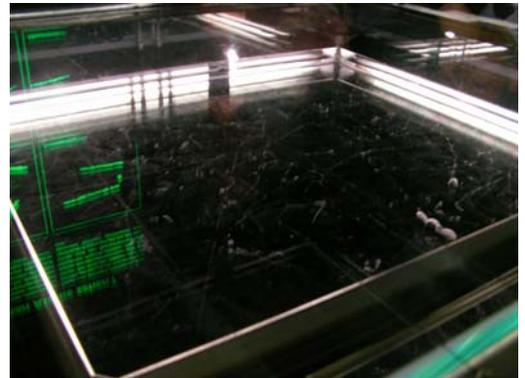
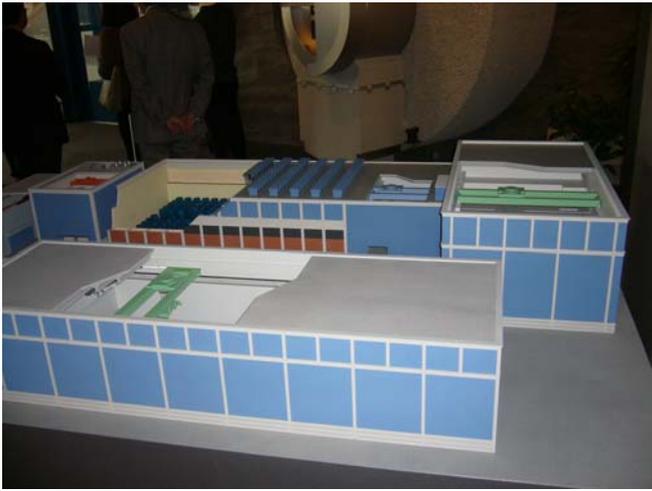


kraftwerke

Pro Tag fallen im KKL 270 kg schwach- und mittelaktive Abfälle und 30 kg hochaktive Abfälle an. Weil sie sicher eingeschlossen sind, verursachen sie keine Umweltbelastung.







提 言

スイス及びスウェーデンとも運転プラントの規制の基本は Oversight (監督)となっていた。これは、事業者が安全に対して責任ある行動をしていることを担保するには、系統・機器等の技術基準適合性を確認することではなく、むしろ事業者に安全文化が醸成されているか、安全を阻害する組織的要因等がないかなどを確認し、事業者の安全維持能力を確認・育成したほうが効果的との考えに基づくものであり、すでに調査した米国、フランス、フィンランドとも同様であり、世界的潮流と考えられる。このような調査結果より、以下を提言する。

1. 安全性の責任は事業者にある。原子力の規制は、事業者による安全責任の自主的遂行の監視を基本とするべきである。
2. 規制機関による事業者に対する監視は総合的な監視(Integrated Oversight)とするべきであり、技術に偏ってはならない。設備や技術の妥当性を確認するだけでなく、安全を維持向上させる仕組みが醸成される規制とするべきである。
3. 事業者および規制機関の安全文化向上への注力が大切である。
4. 原子力の安全性の維持向上には、技術のみならず人間と組織の問題への取組みも重要である。このため、事業者および規制機関は、社会学や心理学等の分野を修めた人も含めた安全性のレビュー体制を構築することが必要である。
5. 原子力の安全性を確認するための規制方式は、我が国の文化や産業界の実情を考慮し、より一層我が国に適応しかつ効率的な方式とすることが必要である。
6. 原子力の規制方式に模範解答は無く、常に改善が求められる。規制機関の諸活動に対し PDCA を導入し、規制活動の結果を定期的に見直し継続的に改善するべきである。この PDCA を機動的・効率的に回すための計算機システムを、規制機関の職員がイニシアティブを持って開発することが大切である。
7. 原子力の必要性和安全性に対する公衆の理解を促進するために、原子力広報はビジュアルでかつ定量的・直感的な、子供でも引きつけられるような魅力的なものとするのが大切であり、ライブシュタットの PR 館を参考に大いに工夫をすべきである。

目次

総括	i
提言	iv
I. 調査概要	1
表-1 日程と議事項目	5
表-2 参加者リスト	7
表-3 議事次第	8
表-4 受領資料リスト	12
写真-1 ライプシュタット発電所にて	14
II. 議事録	
1. ライプシュタット発電所 (1月29日午前)	KKL 午前-1
2. ライプシュタット発電所 (1月29日午後)	KKL 午後-1
3. HSK (1月30日午前)	HSK 午前-1
4. HSK (1月30日午後)	HSK 午後-1
5. SKI (2月1日午前)	SKI 午前-1
6. SKI (2月1日午後)	SKI 午後-1
7. リングハルス発電所 (2月2日午前)	RAB 午前-1
8. リングハルス発電所 (2月2日午後)	RAB 午後-1

付録 受領資料

I. 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、事業者の自主性を重視し効率的な規制を実施して、スイスとスウェーデンを調査したものである。なお、本調査は2006年1月に実施した訪欧調査、同年7月に実施した訪米調査に引き続くものである。

2. 主催

日本機械学会 規制最適化作業部会

3. 日程

2007年1月29(月)～2月2日(金)(5日間) 詳細は表-1 日程表参照

4. 訪問機関

スイス : スイス原子力安全局 (HSK) およびライプシュタット発電所 (KKL)、
スウェーデン : スウェーデン原子力発電検査庁 (SKI) およびリングハルス発電所

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20名。詳細は表-2 参加者名簿参照。なお、ライプシュタット発電所訪問時に撮影した全員写真を写真-1に示す。

6. 調査方法

調査は、訪問先に当方から説明依頼項目と関連する質問を送付し、議事次第の設定は先方に一任する方式とした。そして先方の説明を受けた後に、質疑応答により詳細を適宜確認することとした。なお、先方から日本側への説明希望事項が寄せられた場合にはそれに対応した

7. 訪問調査概要

訪問調査の概要を日程順に以下に示す。議事内容は、8. 議事録を参照されたい。また、議事項目を表-3に、受領資料のリストを表-4に示す。

(1) ライプシュタット(Lieibstadt)原子力発電所(KKL)訪問

1月29日、朝7時半にチューリッヒのホテルを出発。発電所に近づくると冷却塔から勢いよく吹き上げられている水蒸気がバスの窓から見えた。この水蒸気はライン川から汲み上げられたものであ

り、発電所の向こう岸はドイツ。ライブシュタット発電所には予定の 9 時よりかなり早く発電所の円筒形ガラス張りのビジターセンターに到着した。午前中は主要幹部の会議が急遽開かれたということで、午前中はビジターセンターの中を見学。所長は Ruth Schmid という女性、その下の Dominique Buser という若者が案内してくれた。同じエネルギーを発生させるために必要なウランと石炭と石油の量を運搬に必要な貨物列車と比較した模型や、地下に降りるエレベータを模擬した部屋に入り地中深く下がって行く雰囲気味わった後にガラス越しに見える高レベル廃棄物処分場の模型等を見学。原子力モラトリアム政策の下での、公衆への PA 活動の工夫を感じた。

ビジターセンターの食堂で軽い昼食をご馳走になった後、午後から会議が開催された。会議には HSK の Anton Treier さんと Patrick Meyer さんが同席。Meyer さんは HSK の国際関係担当で、HSK との会議の設定だけでなく訪問する発電所の選定と議題の調整もしてくれた。

ライブシュタットでは、定検は 3 種類に設定。ショートとスタンダードを 1 年おきに繰り返し、ロングを 10 年ごとに実施するとのこと。ロングといっても一月程度であり平均として停止期間 18 日を目指している。

計測器の試験間隔の延長は、計器のドリフトデータを分析し、社内で手順書や Tech.Spec. の変更案を作成し HSK のレビューを受けて実施。その期間は 1 年半くらい。説明を受けると、ごく当たり前のことである。当たり前のことを淡々と実施している。定検周期変更のプロジェクトには初期の段階から HSK が同席し、緊密な情報交換を実施している。KKL は安全性を HSK に説明し、HSK はそれをレビューして判断を下す。安全性を国民に説明するのは HSK である。

KKL では 2005 年に主発電機で故障があり 5 ヶ月間原子炉が停止。この根本原因は KKL の安全管理の問題。この経験から、オンブズマンの役割も有した安全管理者(SC : Safety Controller)を 3 人をプラント管理者の下に設置し、設備や保守方法、組織の変更の意志決定プロセスに関与させている。SC は安全文化の向上も担っている。これとは別に内部安全委員会 (ISC : Internal Safety Committee) があり。毎月開催。

KKL からの要請で、日本の規制検査改善の取組みと現状と見直し、および再循環配管での SCC の経験について説明。特に後者は KKL の関心が高く活発な質問が出された。この件に関する質問は帰国後も続いている。

(2) HSK (1 月 30 日)

HSK はライブシュタット発電所よりも近くにあるため、前日より 30 分遅く 8 時にチューリッヒのホテルを出発。HSK にも 9 時前に到着。HSK は物理に関する幅広い研究を行っているポールシェラー研究所 (PSI : Paul Sherrer Institut) の敷地内にある。前日 KKL での会議に同席してくれた人たちも含め、沢山の人が会議に参加してくれた。

HSK は総勢 96 名のこぢんまりとした家族的な雰囲気の組織。統合的監視(Integrated Oversight)を開発し、原子力発電所の安全性を体系的効率的に監視している。10 年前の技術を中心とした検査から、技術と組織と人的要因の 3 つの観点からの検査に変更している。

規制指針の作成や改定は、少人数の関係者が原案を作成しそれを HSK 内部のワーキンググループ

で検討する、ここでの承認が得られたらインターネットで公表（コメント期間 3 ヶ月）しコメントに対応して最終化する。HSK は自分の規制活動に対し 0.5、1、10 年ごとの 3 段階で自己評価・見直し作業を実施している。これらの HSK の活動全体を管理・支援する QMS はイントラネットで利用可能、この中の文書管理の部分は HSK の一人の職員が約 20 回の週末を利用して構築したとのこと。外注も使っているが、HSK の活動に通じた内部の人間が使い易いシステムを開発している。少人数の専門家集団の自信に裏打ちされた謙虚でしなやかな規制活動を感じた。

HSK での会議が終了した夜、HSK の近くのレストランで、KKL の人達も交えて夕食会を持つことが出来た。規制機関の職員と事業者の職員が夕食を共に楽しむことは全く問題ないとのこと。そして両方の職員は非常に親しげであった。お互いの納得の行くコミュニケーションが、日常的に成立しているであろう。

（3）SKI（2月1日）

前日はチューリッヒからストックホルムへの移動日であり、ストックホルムの街を多少見物出来たが、この日から強行日程に戻った。翌日訪問するリングハルスはスウェーデン西端の旧都ヨーテボリの近く。このため SKI 訪問後、そのままストックホルム空港に行く必要がありホテルは朝チェックアウト。スーツケースはバスのトランクに入れて SKI に向かった。

SKI はストックホルム中央駅の直ぐ近くのビル。こちらの人数が多いので SKI はビル 1 階の貸し会議室を予約してくれていた。SKI 側の出席者も少なからず居たため、イスが不足し原子炉安全部長の Carlsson さんもイス運び。上下関係をあまり意識しないスウェーデン文化を垣間見た。でも、元長官の Hoegberg さんが同席してくれたら、Carlsson さんは少し緊張。Hoegberg さんは逆にそれを気にしていた。

SKI もスイス HSK と同様にこぢんまりとした組織であり、事業者の自主性を重んじた規制を実施している。安全性の責任は事業者にあるため、事業者の裁量範囲は広く、SKI は事業者の判断とそれに基づく活動をチェックしている。

原子力発電所に関する規制指針は 5 件のみ。1 件は一般規則であとの 4 件の内 1 件が事業者職員の能力に関する要求。事業者の裁量を重視する見返りとして事業者職員の能力と安全性判断組織に関する要求が出されている。SKI 自身も規制活動の自己評価と外部評価を積極的に実施しており、PDCA を回している。

SKI からストックホルム空港は夕方のラッシュアワー。少し心配したが特別な渋滞もなく早めに空港に到着しヨーテボリへ。SKI とリングハルスの会議を設定してくれた SKI の Gunsell さんも同じ飛行機であった。

（4）リングハルス発電所（2月2日）

ヨーテボリのホテルからバスで 1 時間半。Gunsell さんは別のホテルからリングハルスに直行。会議は敷地外のインフォメーションセンターで開催されたが、センターの前のポールにはスウェーデンの国旗と共に日の丸も掲げられていた。

リングハルスは、1995年に状態監視保全を導入。簡略化 RCM を導入中であった。安全性の内部審査レビューには力を入れており、事象の原因分析は MTO 分析、即ち人間 (M) 技術 (T) 組織 (O) の 3 つの観点からの分析。このための手順書を自社内で開発・更新している。MTO 分析のために人間行動学の専門家も雇用し、彼らを中心に職員の訓練を実施している。

この様な内部審査体制の下で、例えば昨年 11 月に 3 号機で発生した火災の場合には、火災 3 週間後に社内審査に基づく運転再開を果たしている。

今回の訪問調査も駆け足の強行軍であった。訪問国のスイス、スウェーデンは最近まで原子力モラトリアムが継続した国であり、現在でも新規立地の話は無く、出力アップで当面の電力需要の増加に対応しようとしている。規制機関はスタッフの増強が困難な状況で、逆にベテランスタッフが知識と経験を一層身につけて、効率的な規制に取り組んでいる。両国とも、規制機関のスタッフが事業者との会議もアレンジし同席してくれた。事業者との緊密なコミュニケーションと規制機関としての立場の維持（そして国民の信頼）は共存するとの実例を目の当たりにした。この基礎となっているのは規制機関職員のコンピテンシーの高さであり、これが効率的な規制の基礎ともなっている。

両国の規制機関も事業者も非常に多忙な中、原子力規制の効率化を必要とする日本の現状を理解し、こちらの望んだテーマのためのプレゼン資料を作成してくれていた。両国の関係者の努力に感謝する。そして今回の訪問調査で学んだことを、日本の国情も考慮しながら、反映して行きたいものである。

表-1 日程と議事項目

月 日	訪問先	現地時間	議事項目
1月29日(月)	ライブシュタット発電所(KKL)	9:30~16:30	<p><u>KKL 側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ スイスの電力需要と KKL の組織 ・ 定検短縮 ・ 保守試験間隔延伸 ・ 社内安全管理組織 ・ 根本原因分析 ・ 文書偽造の発覚と対策 <p><u>日本側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 規制検査改善の取組み現状 ・ 再循環配管での SCC の経験
1月30日(火)	スイス原子力安全局 (HSK)	9:00~16:00	<p><u>HSK 側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ HSK の組織と使命 ・ 規制の法体系 ・ 国際的安全基準の取り込み ・ 効率的な規制への取組み (原子力発電所に対する統合的監視) ・ QMS ・ 公衆とのコミュニケーション <p><u>日本側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 規制検査改善の取組み現状
2月1日(水)	スウェーデン原子力発電検査庁 (SKI)	9:00~17:00	<p><u>SKI 側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ SKI の使命と組織 ・ 規制の法体系 ・ 効率的な規制への取組み (原子力事業者に対する総合安全評価) ・ 有能な職員の獲得と維持方策 ・ SKI の QMS と自己/外部評価 ・ 事業者の問題解決能力に対する規制要求 <p><u>日本側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 規制検査改善の取組み現状

表-1 日程と議事項目（続き）

月 日	訪問先	現地時間	議事項目
2月2日（金）	リングハルス発電所	9:00～16:30	<p><u>リングハルス側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・リングハルス発電所の概要 ・安全性とパフォーマンス向上の取組み ・リングハルスの QMS ・社内安全レビュー組織 ・根本原因分析 ・保守効率化の取組み（CBM、RCM） <p><u>日本側発表</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ・規制検査改善の取組み現状 ・保守効率化のための事業者の取組み

表-2 参加者リスト

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
北大	奈良林 直 [副団長]	北海道大学教授
機構	小林 正英 [幹事]	安全情報部情報分析グループ長
日本原電	穂山 通章	発電管理室保全計画グループ グループマネージャー
原技協	荒川 正美	規格基準部 副部長
東京電力	家城 昭人	原子力運営管理部 RCM・CBM プロジェクトグループ主任
九州電力	井上 靖彦	原子力管理部 設備管理グループ 副長
エナジス	大山 健	代表取締役社長
日立	佐川 渉	電力グループ 日立事業所 主管技師
東芝	清水 建男	原子力事業部、技監
中部電力	高柳 博文	発電本部 原子力部 運営グループ 課長
関西電力	谷川 純也	原子力事業本部 プラント・保全技術グループ
中国電力	中村 晋司	島根原子力発電所 機械保修課
東北電力	水嶋 栄一	火力原子力本部 原子力部 (原子力計画) 副長
機構	森園 康弘	検査業務部 第15検査グループ 上席検査員
三菱重工	和地 永嗣	神戸造船所 原子力保全技術部 計画課、主席技師
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
	Yoko Tomiyama-Claesson	通訳

表-3 議事次第 その1 : ライプシュタット発電所 (1月29日)

		Contact/Speaker
09:30	Arrival of JSME Study Group at Leibstadt NPP (KKL), Info Center	J. Nöggerath
09:40	Welcome by KKL Management	D. Burns
10:00 – 12:00	Visit of the KKL Visitor's Center	D. Burns
12:30 – 13:30	Business Lunch in the KKL Info Center	
13:45 – 15:30	- KKL organization and a brief overview of Swiss electricity market	O. Schmid
	- Extension of maintenance and test intervals at KKL	L. Nedelko
	- TS and the optimization of nuclear safety regulation	W. Mizumachi
	- SCC experiences of PLR piping in JAPAN	T. Narabayashi
	- Internal Investigation Team and the analysis of operational experience feedback at KKL	J. Nöggerath
	- Document falsification events at KKL and measures taken for their prevention in the future	O. Schmid
15:30	- Meeting closure, refreshments	
16:00	- Departure of the JSME Study Group from KKL	

表-3 議事次第 その2 : HSK (1月30日)

		Contact/Speaker
09:30	Arrival of JSME Study Group at PSI east entrance, entrance procedures, transfer to HSK building	P. Meyer
09:50	Welcome by HSK Management	U. Schmocker
10:00 – 12:15	- HSK1: HSK mission, organization and staffing; process-oriented inspections	U. Schmocker
	- HSK2: HSK regulations, including harmonization with international standards	P. Meyer
	- JSME2: Japanese efforts to improve regulations: descriptive regulations, licensee self-assessment	Mr. Mizumachi
	- JSME3: Japanese efforts to foster good safety culture in nuclear installations	Mr. Mizumachi
12:30 – 13:45	Lunch at Restaurant "Oase"	
14:00 – 16:00	- HSK3: Transparency, communication with the Public and public access to information	T. Treier
	- HSK4: Electronic Management System	J.-C. Veyre
16:00	Meeting Closure, refreshments	P. Meyer
16:30	Departure of the JSME Study Group from HSK	

表-3 議事次第 その3 : SKI (2月1日)

9.00	<ul style="list-style-type: none"> Brief introduction of SKI: Mission, organization, staffing, budget and regulation 	Lennart Carlsson
9.30	<ul style="list-style-type: none"> Remarkable features of SKI regulations and its efforts to promote licensee's initiatives to improve safety operations of nuclear power plant. 	Lennart Carlsson
10.00	<ul style="list-style-type: none"> SKI's efforts to improve effective regulations of nuclear power plant. 	Lars Skånberg
10.30	<ul style="list-style-type: none"> Coffee break 	
10.45	<ul style="list-style-type: none"> Application of foreign or industry codes, standards and guides 	Lars Skånberg
11.15	<ul style="list-style-type: none"> Japanese experience on above items 	
12.00	<ul style="list-style-type: none"> Lunch 	
13.00	<ul style="list-style-type: none"> SKI's efforts to maintain and recruiting competent staff 	Lars Gunsell
13.20	<ul style="list-style-type: none"> QMS of SKI (SKIQ) Self-assessment and external-assessment of SKI activities 	Irène Tael
13.50	<ul style="list-style-type: none"> Regulatory inspections on nuclear power plant: planning, types, frequency, staffing, internal manuals for inspections 	Lcif Karlsson
14.30	<ul style="list-style-type: none"> Coffee break 	
15.00	<ul style="list-style-type: none"> Regulatory requirements on problems identification and resolutions taken by licensee 	Lars Gunsell
15.30	<ul style="list-style-type: none"> Regulatory inspections on licensee's quality assurance program and activities 	Anna Norstedt
16.00 -16.30	<ul style="list-style-type: none"> Japanese experience on afternoon items 	

表-3 議事次第 その4：リングハルス発電所（2月2日）

		Speaker
09:00- 09:30	Introduction, Production manager R2	Lars Eliasson
09:30-10:00	Efforts to improve safety and performance of its nuclear power plant	Klas Pihlquist
10:00-10:30	Quality management system operated by the licensee	Sten Bergnan
10:30-11:00	Organization for safety review accordance with Chapter 4.3 of SKISF2004:1.	
	Coffee	
11:30-12:00	Root cause analysis (RCA)	Olle Berglund, Christer Axelsson
12:00-12:30	Current Status of Japanese Nuclear Safety Regulation	Wataru MIZUMACHI
12:30-13:30	Lunch	
13:30-14:00	Short sight-seeing by bus	
14:00-16:00	Maintenance	
	Condition Based Maintenance	Marcus Ekelundh
	Stream Lined RCM	
16:00-16:30	Japanese Utilities' Challenge for New Maintenance Program	Michiaki AKIYAMA

表-4 受領資料リスト

表-4 その1：ライプシュタット発電所からの受領資料

No.	Title	ページ数
KKL-1	Welcome to KKL	67
KKL-2	Strom 2006	21
KKL-3	Extension of Maintenance and Test Intervals at KKL	9
KKL-4	Maintenance Organization	4
KKL-5	Long Term Planning	3
KKL-6	Outline of Safety Controlling, Event Analysis, Internal Safety Committee	12
KKL-7	Falsification of a System Line up Checklist	5
KKL-8	Leibstadt Nuclear Power Plant Technical Description	5

表-4 その2：HSKからの受領資料

No	Title	ページ数
HSK-1	HSK's Mission and Current Regulatory Challenges	20
HSK-2	Revision of the Swiss regulations for nuclear safety, radiation protection and for the transport of radioactive materials	10
HSK-3	HSK Our communication with the public	11
HSK-4	Management System of HSK	13
HSK-5	Safety First	15
	HSKでの会議情景	1

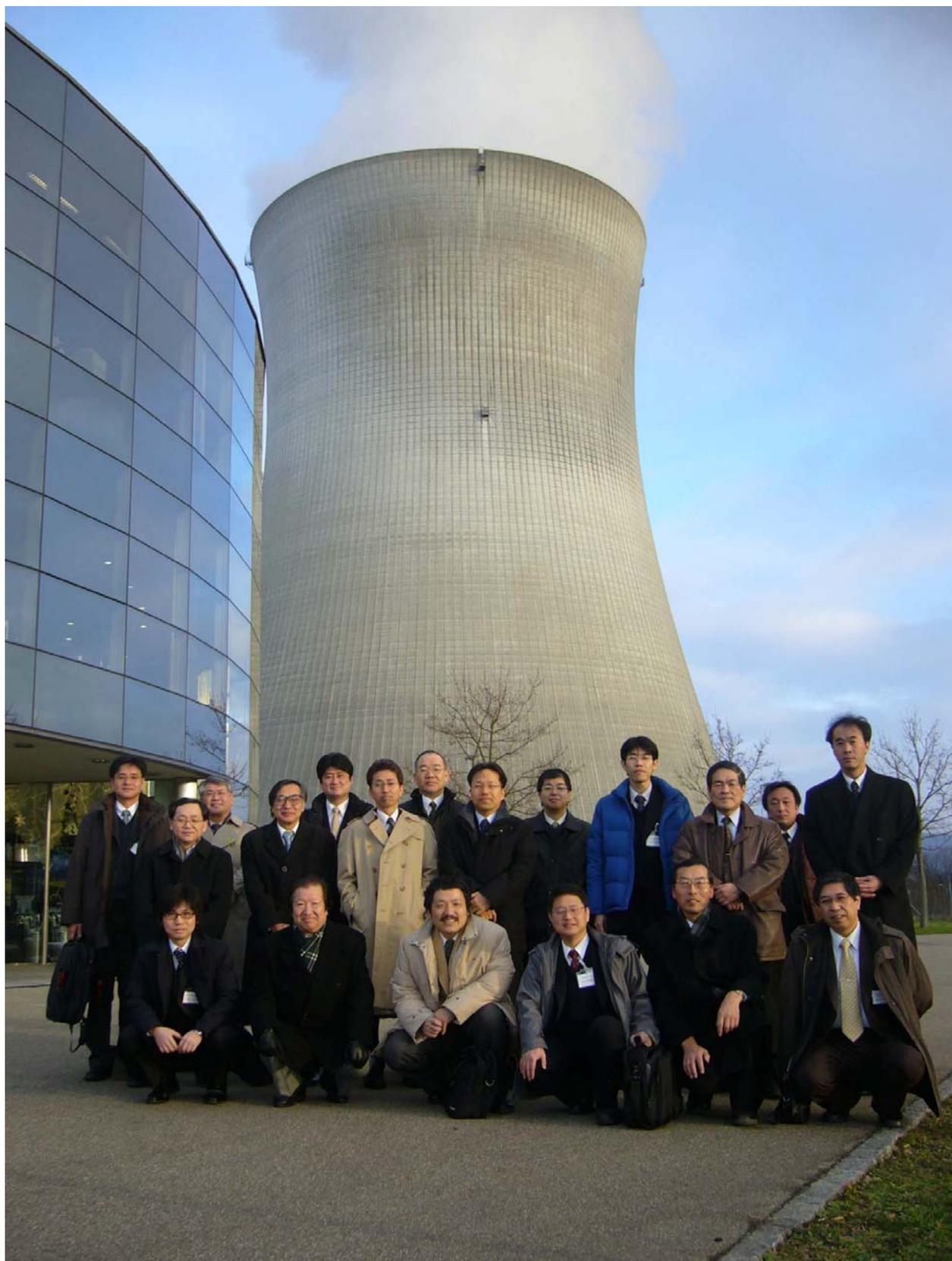
表-4 その3：SKIからの受領資料

No	タイトル	ページ数
SKI-1	JSME-SKI Meeting February 1st, 2007 (Introduction)	21
SKI-2	SKI's efforts to improve effective regulations of nuclear power plant	26
SKI-3	SKI's efforts to maintain and recruiting competent staff Student Information Sheet	4
SKI-4	Developing and describing the regulatory strategy and the processes at SKI, in the SKIQ	2
SKI-5	The Swedish method for oversight and inspection of Nuclear Power installations	9
SKI-6	Regulatory requirements on problems identification and resolutions taken by licensee	10
SKI-7	Review and inspection of licensee's management system	7
SKI-8	SKIFS 2000:1 The Swedish Nuclear Power Inspectorate's Regulations concerning the Competence of Operations Personnel at Reactor Facilities	12
SKI-9	SKIFS 2004:1 The Swedish Nuclear Power Inspectorate's Regulations concerning Safety in Nuclear Facilities	21
SKI-10	SKIFS 2004:2 The Swedish Nuclear Power Inspectorate's Regulations concerning the Design and Construction of Nuclear Power Reactors	13

表-4 その3 : リングハルス発電所からの受領資料

No	タイトル	ページ数
RAB-1	Ringhals - a part of Vattenfall - Introduction	10
RAB-2	Ringhals - a part of Vattenfall - Efforts to improve safety and performance	13
RAB-3	Organization for Safety Review in Ringhals NPP	4
RAB-4	Ringhals Quality Management System, RVS	7
RAB-5	RCA – Application at Ringhals	5
RAB-6	Ringhals – Maintenance	11
RAB-7	Condition Based Maintenance (CBM) at Ringhals	9
RAB-8	SRCM ”Streamlined Reliability Centered Maintenance”	13
RAB-9	R3 Primär säkerhetsgranskning av preliminär RO 37/06 (Primary Review of the event 1927613)	5
RAB-10	R3 Fristående säkerhetsgranskning av preliminär RO 37/06 (Independent review of the event 1927994)	3
RAB-11	R3 Primär säkerhetsgranskning (PSG) av anläggningsändring " Ny transformator LT310, system 31641, projektdefinition: U00438" (Primary review for new transformer 1927744)	7
RAB-12	R3 - Fristående säkerhetsgranskning av projektspecifikation 1927146/1.3 - Ny transformator LT 310 (Independent review for new transformer 1927798)	3
RAB-13	Handledning för MTO-utredning (MTO-analys) (MOT 分析手順書)	12
RAB-14	Rutin för MTO-utredningsverksamheten inom Ringhalsgruppen (MOT レビュー)	10

写真-1 ライプシュタット発電所にて（2007年1月30日）







Ⅱ．議事録

- Ⅱ.1 ライプシュタット発電所（1月29日午前）
- Ⅱ.2 ライプシュタット発電所（1月29日午後）
- Ⅱ.3 HSK（1月30日午前）
- Ⅱ.4 HSK（1月30日午後）
- Ⅱ.5 SKI（2月1日午前）
- Ⅱ.6 SKI（2月1日午後）
- Ⅱ.7 リングハルス発電所（2月2日午前）
- Ⅱ.8 リングハルス発電所（2月2日午後）

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.1 ライプシュタット発電所 (1月29日午前)

1.日時:

平成19年1月29日(月)10:00 ~ 12:00

2.場所:

Leibstadt 発電所(KKL) Visitor's Center

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

Kernkraftwerk Leibstadt (KKL)

D.Burns. (Leibstadt 発電所長)

D.Buser (Visitor's Center 案内)

【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), 奈良林副団長(北海道大学), 小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会), 家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝), 高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力), 森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツーリスト)

4.資料:

なし

5.議事概要:

(概要)

- ・ Visitor's Center の総従業員数は17名で、そのうち10名は女性のパートタイムである。常時センターに配置されているのは10名程度である。
- ・ Visitor's Center の目的としては、発電所外部の人間に対して発電所で何が行われているのかを OPEN にすることであり、建物を丸いガラス張りにしているのもその戦略の一つである。
- ・ Visitor's Center 内には、原子炉、燃料集合体および制御棒の模型、プラント全体説明用の模型、低・中レベル廃棄物処分場の模型、最終処分場の模擬シュミレータなどがあつた。他燃料と比較して原子力の優位性を説明する展示、放射能や放射線防護を模擬した展示などがあつた。
- ・ 施設内全体として、他燃料と比較した原子力の優位性や放射能・放射線防護について定量的に

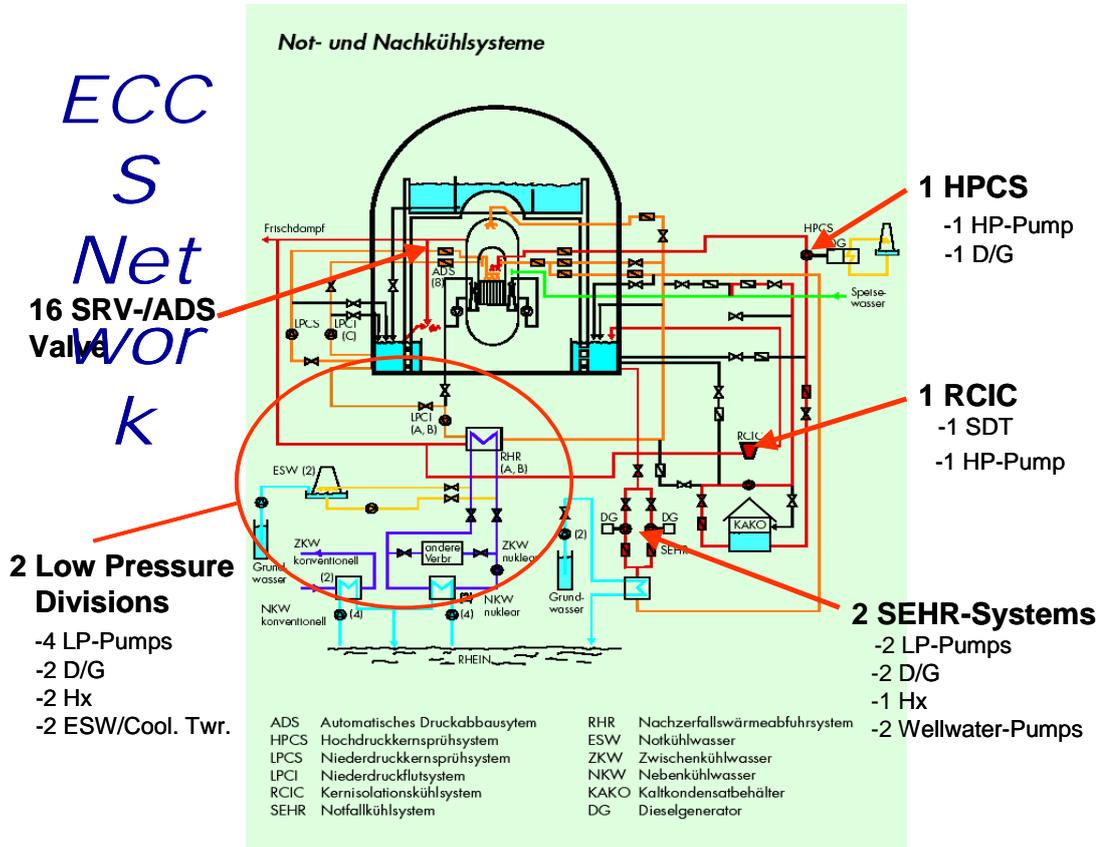
示し、視覚・聴覚に訴える努力が至るところでなされていた。(例えば、Leibstadt 発電所1年稼働による発電量に対応する燃料消費量として、ウランの場合 74g であり、石油 5300t、石炭 10300t に比べ、非常に少ないといった定量的な示し方をしていた。)

(主な説明内容)

- ・ Leibstadt 発電所のメーカーは GE (BWR6) であり、スイス国内で最も新しいプラントである。
- ・ Leibstadt 発電所はドイツとの国境近辺にたっており、川の向こう側はドイツである。また、Visitor's Center の目的として発電所外部の人間に対して原子力発電所での仕事に透明性を持たせることである。特に、一般住民にはほとんどクーリングタワー(特に蒸気)しか目に入らないため、発電所で何が行なわれているのかを OPEN にする必要がある。Visitor's Center を丸いガラス張りにしているのも OPEN な姿勢を見せるためである。
- ・ スイス国内には5基の原子力プラントがあり、国内電力の60%が水力で40%が原子力である。
- ・ 原子炉、燃料集合体及び制御棒の設備概要について模型にて説明があった。
→燃料集合体(ABB 製)は 10×10 を採用しており、1つの燃料集合体の中には96本の燃料棒が入っている。燃料集合体は648体あり、毎年20%を替えている。燃料は 1 年分の備蓄がある。149本の制御棒があり、1.6sec で挿入できる。
- ・ 原子力発電所全体について模型にて説明があった。
→Leibstadt 発電所の発電出力は1165MW(2700kV)である。発電所は川の側に立ててあるが復水器の冷却水には川の水は使用していない。
- ・ クーリングタワーの外壁に鷹の巣があり、カメラの映像を写すことにより、安全性をアピールしている。
- ・ 放射能・放射線についてペレットと天然核種との比較や上空(飛行機が飛んでいる高度)での自然放射線量を数値化することで見える化していた。また、放射線防護についても防護材による厚さの違いや防護距離についても見える化していた。
- ・ 放射線管理として、周辺の魚、木、土、果物、野菜等についてモニタリングしている。
- ・ 環境と原子力との関係について説明があった。
→水力発電は発電所建設可能な場所がもうない。(全部で 11 箇所)今後は高効率なものに取替えるか揚水型のものをつくるしかない。
風力発電は景観を損ねること(スイスにとって最も大きな要因)と風向が一定しないことが要因でスイスではほとんど行われていない。
火力発電は炭素税(300億円/10年)がとられるため経済的ではない。また、CO₂ が大量に排出される。原子力は放射性廃棄物が出るが CO₂(廃棄物という観念)が大幅に抑制できる。火力発電に比べ廃棄物の排出量は非常に少ない。
また、燃料についても、火力発電に比べ非常に少ない。だから原子力は環境に非常にやさしい。
- ・ 放射性廃棄物の処分方法について説明があった。
→全てのプラントから中間処分場である ZWILAG に廃棄物が運ばれる。低、中レベルの廃棄物については中間処分場(ZWILAG)で処理(焼却、溶融(プラズマ溶融))した後貯蔵する。高レベルの廃棄物についてはドイツとの国境近くに埋設処分(地下652m)する予定である。(地下処分場を

模擬したシミュレーターにて体感できるようになっていた。) 処理した廃棄物は全て中に何が入っているのかドキュメント化してある。MOX 燃料は今後10年間は使用できない。(国民投票で決定した)

- ・ テロ等の緊急事態用の SEHR システムを別に地下に有している。(添付参照)



6. 質疑応答:

Q. 制御棒の材質は何か？

→ B4C である。

Q. 100%B4C か？ ハフニウムを含んでいないか？

→ 100%B4C である。

Q. 緊急事態のトレーニングはやっているのか？ それにドイツは参画するのか？

→ 2 年毎に実施している。ドイツにも参加してもらっている。

Q. モニタリングした結果は公表しているのか？

→ インターネットで公表している。

Q. 隣国の管理はどうなのか？ 同じ規制をしているのか？

→ 各国で管理することとなる。

Q. Visitor's Center の従業員は何人か？

→ Visitor's Center の総従業員数は 17 名で、そのうち 10 名は女性のパートタイムである。常時センターに配置されているのは 10 名程度である。

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.1 ライプシュタット発電所 (1月29日午前)

1.日時:

平成19年1月29日(月) 13:30 ~ 18:00

2.場所:

ライプシュタット原子力発電所(Kern Kraft Leibstadt) infocenter

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

O.Schmid(所長), L.Nedelko(保全部長), J.Nöggerath(原子力担当)他
P.Meyer(HSK)

【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), 奈良林副団長(北海道大学),
小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会),
家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝),
高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力),
森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

(1)NPP Leibstadt Introduction

Site Description/Organization

Generating Costs

(2)Strom in Zahlen

(3)Extension of Maintenance and Test Intervals at KKL

(4)Maintenance Organization

(5)Long Term Planning at KKL

(6)Outline of Safety Controlling, Event Analysis, Internal Safety Committee

(7)ED 2001-21 vom 15.08.01 Falsification of a System Line up Checklist

5.議事概要:

(1)スイスにおける原子力と電力生産・消費の状況

【原子力】

- ・スイスでは発電所が4箇所あり、原子炉は5基運転している。

発電所名	原子炉形式	定格送電端出力(kWe)	運転許可年
ベツナウー1	W-PWR	365	1969
ベツナウー2	W-PWR	365	1971
ミュレベルク	BWR-3	355	1971
ゲスゲン	KWU-PWR	970	1978
ライブシュタット	BWR-6	1165	1984

- ・ライブシュタット原子力発電所(以下「KKL」という)は、7社が資本参加しており、AXPO社が57.7%を持っている。AXPO社はベツナウ原子力発電所のオーナーでもある。
- ・KKLは所長以下5つの部から組織され、2005年には405名の従業員が在籍し、2007年末には444人に増員する予定。
- ・1964年に予備調査が開始され、1973年に14資本によりKKLが設立され、1984年に運転を開始した。1983年には運転開始可能であったが、国民投票待ちで1年遅れた。
- ・1992年には、熱出力を3012から3600MWtに増加させた。
- ・通常は夏に定検を行っている。2005年夏の定検は発電機の故障により長い定検となった。
- ・定検期間の目標は、2006年は20日であったが実績は23日。設備利用率の目標は90%としており、2002年は最高の91.66%を達成した。1985年～2005年の時間稼働率の平均値は88.01%、設備利用率の平均値は84.6%である。
- ・建設費は4800Mスイスフラン。

【電力生産・消費他】

- ・電力生産は、原子力が38.6%、水力が27.5%、揚水が28.5%、その他が5.5%である。ベースロードは原子力と水力であり、ピークは揚水でまかなっている。
- ・夏に輸出し、冬に輸入している。輸入先はドイツ、フランスが主である。2005年は10, 11, 12月と輸入量が増加している。
- ・電力消費は、工業が33%、一般サービス業が26.3%、家庭が30.9%、交通が8.2%である。
- ・ヨーロッパ各国の電力生産を比較すると、フランスでは原子力が80%、イタリアは石油とガスで80%、オランダは水力がほとんどである。
- ・ここ20年間で一般サービス業と家庭での消費量が30%程度増加してきた。要因はパソコンや2台目のテレビが普及してきたことにある。2005年の国民一人当たりの電力消費量は7.6MWhである。これは日本と同じくらいであり、ノルウェイではこの3倍の消費量である。80年代から電力消費量が年間2%ずつ増加してきており、2004年の消費量は56171GWhで前年比1.9%の増加であった。

- ・現状では、2045年には原子力発電所の閉鎖により原子力による電力生産が0になる予定。今後ガスプラントを建設するか原子力発電所を建設していくか、議論して行かねばならない。フランスにも資本参加している原子力発電所が2基あるが、これも今後閉鎖予定になっている。
- ・全エネルギー消費の内訳は、石油が56.5%、電力が23.2%、ガスが12.2%、その他8.2%である。石油の用途は、ほとんどが暖房と交通である。

◆質疑応答

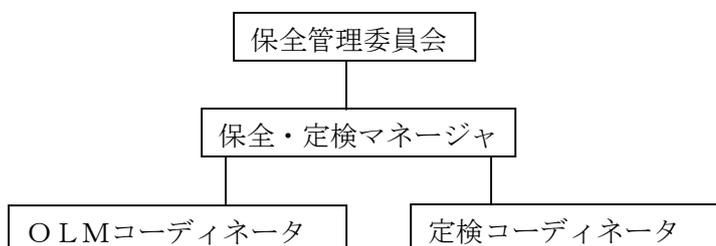
- Q. ベツナウ原子力発電所では各家庭に給湯していると聞いているが、石油消費を抑制するために、各家庭への給湯を拡大することを考えていないか。
- A. ベツナウでは1500軒へ供給しているのみ。当初計画では、チューリッヒまで供給する予定であったが、反対した村が20箇所あり実現しなかった。
- Q. 揚水発電のエネルギー源は水力か、原子力か。
- A. 原子力である。
- Q. 2020年頃からスイスでの電力需給バランスが崩れてくるが、原子力発電所の増出力や寿命延長は考えているか。
- A. 増出力は、1994年のタービンの取替等により既に20%も上げているので難しい。なお、劣化更新として、は2010年に再度タービンの取替を行う予定。発電所の寿命目標は50年としている。

(2)KKLにおけるメンテナンスの概要

- ・90年代に保全プログラムの改善が議論されており、KKLでも例外なく議論された。保全のコンセプトは、定検を最高の状態にする、というものであった。
- ・保全プログラムは、1年間における定検とオンラインメンテナンスの割合を良いバランスで決めるものである。
- ・改善の重要なポイントは、安全性の標準をキープした上で、コストが最大の条件となる。
- ・定検期間は、ショート(14~16日)、スタンダード(20~22日)、ロング(30~32日/10年)と設定している。
- ・ショート定検は、燃料シャフリングが主なクリチカルパスであり、6.5~7日である。この間に定検を行うので、スコープの減少が必要となる。例えば、PCVのアクセスハッチを開放しないなど。検査も減少することになる。また、燃料サイクルも18ヶ月から24ヶ月に延ばした。今後10年間の計画は、2005年はK(ショート)、2006年はS(スタンダード)以降、K, S, K, S, K, S, K, L(ロング)である。平均として18日をねらっている。
- ・ISIやIVVI(in-vessel visual inspections)のプログラムレビューを行い、必要な変更があれば規定の開発を行う。
- ・計器ドリフトについては、テクスペの変更が受け入れられるか1年半かけて発電所におけるレ

ビューとHSKにおけるレビューを行い検討した。検討のロジックは、『データの収集→どの部分が重要か選ぶ→18ヶ月、1年周期を選ぶ→オンラインでできるかどうか→履歴→正当化することが可能か？→ノーの場合は正当化しなくてはならない。イエスの場合はデータベースへドリフトデータの分析、必要ならばセットポイントを計算。→テクスペックの変更を作成、→最終レポートの変更→手順書の変更→ライブシュタットでのレビュー→スイス原子力安全検査局でのレビュー』→終了

- ・定検は毎年8月に行っている。オンラインメンテナンスは、対象を低圧系のヒートリムーバルシステムとしている。これらは年4回の期間に分けて実施している。(N+2を適用)
- ・保守組織は、以下の通り。それぞれのコーディネータの下に、機械、電気、運転、化学の組織がある。



◆質疑応答

- Q. HSK側はOLMをどのように考えているか。
- A. HSKの検査前にKKL側とミーティングを行っている。OLMはPSAの分析により、リスクは小さいとの結果が出ている。また、ヒートリムーバルシステムは多重化されており、OLMは可能である。なお、旧式の発電所では、OLMはできない(N+1を適用しているので)。
- Q. HSKにもOLMのメリットはあるのか。
- A. 一番良い条件でメンテナンスを行えるということのみ。他のメリットは考えていない。
- Q. SEHRシステムは日本にはないが。
- A. ヨーロッパでは標準。メンテナンス時の単一故障を考慮している。
- Q. 機器の点検頻度は変更しているのか。
- A. 以前はサプライヤの要求期間で点検を行っていたが、その後世界の情報を集めて、さらに経験に基づき点検期間を変更してきている。
- Q. 安全系以外のOLMは行っているか。状態監視は行っているか。
- A. 予防保全を採用している。電動弁は状態監視を行っている。点検周期は、分解して部品の状況を確認して周期を延ばすかどうかの判断をしている。
- Q. 機器の点検周期の変更には、HSKの承認が必要となるのか。
- A. できた結果を議論し許可をしている。点検周期変更のプロジェクトには、HSKも参加している。
- Q. あるプロジェクトを行うに当たって、地元への説明はしているのか。

- A. 技術的な安全性がマイナスにならないことをKKLで証明する必要があり、HSKはそれをレビューしている。一般の人へのインフォメーションについては、新しい法律ができ、スイス、国外に拘わらず、HSKへのデータに誰でもアクセスできる権利を持っている。

(3) 日本におけるPLR配管のSCCの状況

- ・KKLではSCCに悩んでおり、日本での対応状況については是非説明を聞きたいとのリクエストに応じて、奈良林氏より説明。
- ・ライザー、ヘッダ、母管それぞれについて、確認されたクラックシーム数を説明。
- ・クラックの発生箇所は硬度が高い箇所が主であることを説明。
- ・クラックの発生箇所の4パターンについて説明。

◆ 質疑応答

- Q. SCCの特徴は。
- A. 表面はTGSCC、内部はIGSCCとなっている。
- Q. 残留応力は計測しているのか。
- A. 計測していない。計算で求めている。
- Q. 使用後、どのくらいの期間でクラックが発生しているのか。
- A. 7～17年である。
- Q. 工場溶接、現地溶接の違いが原因となっているのか。
- A. 原因となっていない。
- Q. シームの両側にクラックが発生することはないのか。
- A. 無い。
- Q. クラックの周方向長さはどのくらいか。
- A. 後日回答する。
- Q. どのような修理を行っているのか。
- A. リプレースである。
- Q. 水素注入は行っているのか。NMCAは。
- A. 現在では多くのプラントで水素注入を行っている。あるプラントではさらにNMCAを行っている。
- Q. NMCA後の水素注入量は減らしているのか。
- A. 後日回答。

(4) 安全性に関するコントロールについて

- ・KKLではISO9001に基づき、QMS体系を導入している。
- ・国際レベルで見て、オペレーションの成績は良い。事故・故障の減少により、自信がついてきている。
- ・バクシュ、東海村の事故は予期しなかった弱点がシステムに現れたものと認識。KKLでは昨

年小さな故障があったが、手順のケアを怠ったものであった。その他、知識の不足やコミュニケーション不足もあった。

- ・2005年の発電機トラブルの検討の中で、安全性分析につながる空軍とスイス航空のサーベイシステムを比較してみた。その結果、安全システムへのアプローチが良い方向に進んでいることが分かった。航空会社の安全性は独立した部門で行われていた。KKLでも2006年から安全性に関する取組を開始した。プラントマネージャの下にスタッフとして3人のsafety controllerを置いた。
- ・safety controllerは、発電所における安全性の改善を行うことをサポートするものであり、独立したオンブズマンと言える。何らかの形で安全性に関わっている人達が、他の人に知られることなくオンブズマンと話ができるようなシステムとしている。
- ・safety controllerは、ミーティングに全て参加し、そのミーティングが下す決断にも安全性を考慮した監視を行っている。例えば、試験、保守手順、組織の変更などについて、それらが安全性に影響を与えないかを監視している。一番大切なものは、事故・故障の分析であり、HSKに報告すべき事故は分析している。この分析は運転経験グループや原因分析グループが行っているが、これらのグループをリードしている。また、安全文化の発展の役割を担っており、そのプログラムの作成を行っている。また、職員への基本的・特別な教育を行っている。
- ・その他、ISC(internal safety committee)をおいており、毎月1回ミーティングを行っている。参加者はプロジェクトマネージャ、safety controller、全部長であり、審議内容は、現在及び将来の安全性やプラントマネジメントに関する決断におけるサポートである。KKL内での技術的議論が安全性をおろそかにして商業的に進まないようチェックしている。

(5) KKLにおける文書偽造と今後の防止のためにとられる処置について

- ・2001年の燃取定検で、2人の運転員によるFPCCUシステムのチェックリストの偽造が行われた。アクセスコントロールシステム(人の出入りをチェックするシステム)によって判明した。文書偽造をした社員は解雇し、2人の運転員が過去に行った業務をチェックしたが他に偽造は認められなかった。
- ・原因は、2人は安全文化に欠けていたこと、定検に関するプランニング、組織に弱点があったことであった。
- ・この事件を評価した結果、シフトという形で監視することが効果的と判断した。また、この事件の分類は、HSKに定めたものではクラスBであり、INESでは1に該当した。
- ・RCAによって13の手段で改善を図ることになった。
- ・また、1年間のスポットチェックを行い、全ての組織とプロセスに含まれるドキュメントのレビューを行った。その結果、特別なものは見つからなかった。
- ・現在は1日ごとの仕事に対してチェックリストマネジメントを利用している。

6. 質疑応答:

日本機械学会 「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.3 HSK (1月30日午前)

1. 日時 :

平成19年1月30日(火) 9:30 ~ 12:15

2. 場所 :

HSK 会議室

3. 出席者 :

【訪問先名及び訪問先出席者】

Mr. Ulrich Schmocker Director, Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate (HSK)

Mr. Patrick Meyer Head, section for Information, Safety Research and International Programs, HSK

【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), 奈良林副団長(北海道大学), 小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会), 家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝), 高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力), 森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson (通訳), 小倉(グローリアツーリスト)

4. 資料 :

資料1 HSK's Mission and Current Regulatory Challenges, Dr. Ulrich Schmocker, Director, HSK

資料2 Revision of the Swiss regulations for nuclear safety, radiation protection and for the transport of radioactive materials, Patrick Meyer, HSK Head, section for information, regulatory research and international programs

5. 議事概要：

1. 挨拶、スケジュール確認

HSK Schmocker 長官から歓迎の挨拶の後、水町団長より JSME 調査団訪問の趣旨を説明。その後、Meyer 氏よりスケジュールの説明、確認を行った。

2. HSK のミッション、組織・人員、統合監視について

Schmocker 長官から、資料 1 により説明があった。

1) HSK (Swiss Federal Nuclear Safety Inspection) のミッション

- ・ スイスにある 5 基の発電プラント、3 基の研究・訓練用原子炉、3 つの中間貯蔵施設の原子炉/放射性安全の監督
- ・ 上記原子力関連施設間の放射性物質の輸送にかかわる安全性の監督（産業、医療等については、所管対象外）
- ・ 放射性廃棄物の地層処分についての安全性評価、
- ・ 現状の規制の枠内での原子力施設の安全性に関連する変更の承認

2) HSK の組織

長官の下に 4 つの部があり、スタッフは合計 96 名。4 つの部は、RESI (Division for Reactor Safety; 原子炉安全部)、SANO (Division for Radiation Protection & Emergency Preparedness; 放射線防護/緊急対応部)、SITE (Division for Transport & Waste Management Safety; 廃棄物管理/輸送安全部)、ASKO (Division for Support, Coordination & Communication; 管理部) である。SANO の中にはヒューマンファクターと組織を担当するグループ、ASKO の中には情報・安全研究・国際協力を担当するグループがある。

3) HSK の検査方針； 統合監視(Integrated Oversight)

安全性は、技術、組織、人間に依存しており、総合的な側面の組み合わせが重要と考えている。HSK としては、効率性、バランス、トレーサビリティを重視している。

- a) 効率性の観点からは、指示した項目の厳密な実行、および安全との関連に基づいた作業の優先化を重視している。
- b) バランスの観点からは、設計、リスク、運転経験などの全ての関連項目を考慮して、安全に対する重要項目に注力している。
- c) トレーサビリティの観点からは、作業プロセス全般についてのマネジメントシステム、規制と一致した包括的な監視プラン、明確な基準に基づいて標準化された意思決定、および透明性があり包括的な手段の形成を重視している。

4) 統合監視(Integrated Oversight)について

- a) 安全性の評価については、規制、安全評価、運転の安全性の観点から定期的なレビューを 10 年周期で行い長期のプランにバックフィットすることを行っている。少なくとも 10 年ごとに全ての規制のレビュー、PSR、過去 10 年分の運転経験のレビューを行う。
- b) 運転の安全性のレビューは、1 年毎に検査、保修、放射線測定、許認可、事故解析、緊急

時対応、モニタリングなどについて年間監視レポートを作成する。監視レポートをもとに、年末に全マネージャが集まって HSK 内のレビュー会議を行い、問題点を事業者に指摘し、監視方法の年間計画に反映するようにしている。HSK は問題点を事業者に指摘するが、解決策は事業者の責任であり、何かをサジェッションする訳ではない。

- c) HSK 自体のマネジメントレビューについては、プロセスパフォーマンス指標、改善のためのサジェッション、監査などについて6ヶ月毎にレビューを行い、改善策を目標設定と計画に反映する PDCA を廻している。
- d) 統合監視に当たっては、原子炉安全に係わる全ての情報を縦、横のマトリックスに整理し、どこに弱点があるか容易に可視化できるデータベースを整備している。(次ページのサンプル参照) 横軸には、規制や事業者の文書に定める要件(設計要件、運転上の要件)と実際の運転状況(プラント状態・挙動、人間と組織の状態・運用状態)をとり、縦軸には放射線防護、深層防護、バウンダリの健全性、人的要因を含む安全全般の観点に基づいた目標項目をとる。安全性については、臨界の制御、燃料冷却、放射性物質の閉じ込め、被ばくの制限など多目的な安全目標を設定している。

原子炉安全の評価については、発生事象や検査結果を INES をベースとした評価基準でランク分けし、マトリックスの該当部にインプットする。ランク分けは、INES の7(深刻な事故)から0(尺度以下)を修正し、0レベルをA(運転の異常)、V(改善が必要な弱点)に区分し、さらにN(通常状態)、G(良好事例)の区分を設けている。通常の事象や指摘は1(逸脱)以下である。

例えば、加圧器ノズル内面にクラックが見つかりこれを評価せずに補修してしまった場合には、バリア健全性—一次冷却系の健全性のプラント状態、及び人と組織の状況の2つのセルにA(運転の異常)としてインプットされる。

このようにして、1年間の運転、検査の結果が全てデータベースに記録され、これにより弱点分野が容易に把握できるシステムとなっている。

- e) 検査に当たっては、プロセスと結果の両面からの検査が必要と考えており、プロセスに基づいた検査方法(Process-oriented Inspection Practice)を行っている。年間300の検査項目について、詳細な検査プロセスを可視化したワークフローとチェックリストを準備している。ワークフロには、プロセスの各ステップ毎にインプット、アウトプット及び必要な要領書、チェックシートが記載され、PC画面から必要な図書を容易に検索、閲覧ができるようにしてある。検査結果のチェックリストには、約40項目の質問事項があり、該当する事項に1、A、V等をチェックしていき、その事象についてのランク付けの根拠が明確に残るシステムとなっている。

5) 経年化管理について

スイスの法規制では運転認可年数の定めはなく、事業者はプラントの安全を確保できれば運転継続が可能である。ベツナウは1969年の運開でほぼ40年近くになるが、あと10年運転継続の予定である。経年プラントに対しては、より多くの検査、新しい検査技術、

経年化影響についての規制研究等について、十分な注意が必要と考えている。HSK の規制研究プログラムは経年化問題に焦点を当てており、NRC の共同研究プログラム Proactive Materials Degradation Evaluation Programに関心を持っている。

(参考) 統合監視； 原子炉安全に関する情報データベースの例

Subject	Requirements		Operational Experience		Incident Classification
	Design Requirements	Operational Requirements	State and Behaviour of the Plant	State and Behaviour of Man and Organisation	
Radiation Protection	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	7 Major accident*
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	6 Serious accident*
Defence in Depth	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	5 Accident with off-site risk*
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	4 Accident without significant off-site risk*
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	3 Serious incident*
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	2 Incident*
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 Anomaly anomalies beyond the authorized operating regime
Barrier integrity	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	A Deviation abnormal operation failure of a safety relevant system or component occurrence of a limiting condition for operation (LCO) faults of safety relevant mechanical components that do not allow continuous operation deviation from compulsory procedures within the authorized operating regime
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	V Need of improvement weakness
	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	N Normality
Overall safety	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	1 A V ■ N ■ G	G Good Practice much better than normal

3. スイスの法規制の改定について

Meyer 氏から、資料 2 により説明があった。

1) 背景と動機

スイスの規制は、過去、段階的に発展してきてはいるが、原子力安全への要求は、常に進み、現状の規制（1998）と世の中の動きの間に安全思想において隔たりができており、全体を見る上での障壁となっている。2005年の新原子力法で、これまで規制ガイドに記載していた多くの条項が法律に定められ、また、規制当局が規制ガイドとして新しい条項を発行しなければならぬ多くの要求項目が法律に定められた。

2) 改訂のコンセプト

- ・ 理解しやすく、体系化され、いくつもの規制ガイドの間に不整合のないこと
- ・ 法要求と整合していること
- ・ 国際標準と整合していること
- ・ 最新の科学技術と整合していること

3) 規制体系

規制にかかわる法規、規格基準等は、次の階層構造となっている。

- ① 法及び規則； 法的な拘束力のある要求。議会。連邦政府の承認が必要。
- ② 規制ガイド； 法的要求を実施するための規則で HSK が制定する。
- ③ 指定された基準、標準； 技術あるいはプラント特定の基準、標準。ASME 規格等。
- ④ その他の基準、標準； 国内外の各組織が定めたガイドラインや推奨等
- ⑤ 研究成果； 科学技術の出版物

①から③までが規制体系を形成しており、④⑤は規制判断の参考として扱う。

4) HSK 規制ガイドの構成

次の3つのシリーズからなる。

- ・ A シリーズガイド； 安全評価にかかわる規制（8件）
- ・ B シリーズガイド； 運転の安全評価にかかわる規制（14件）
- ・ G シリーズガイド； 安全評価及び運転の安全評価にかかわる一般的な安全要求（15件）

5) 国際標準との整合

次に示す IAEA 安全基準および WENRA 安全参考レベル（SRL）との整合性を図るようにしているが、これは非常に大変な労力を要する Big Task である。

- ・ IAEA 安全基準
 - －安全の基礎； 原子力の平和利用の目標と原則
 - －安全要求； 必須の安全要求
 - －安全のガイド； 安全についての推奨策
- ・ WENRA 安全参考レベル（SRL）
 - －原子炉安全（2006年12月最終版発行）

- －廃棄物及び使用済み燃料貯蔵の安全（2008年までに完成予定）
- －廃炉の安全性（2008年までに完成予定）

6) スイス規制文書の Web 公開

現在有効な規制文書は下記に公開（全てドイツ語）

・<http://www.hsk.ch/deutsch/gesetzgrundlagen/start4.htm>

規制ガイド改訂の進行状況は下記に公開（全てドイツ語）

<http://www.hsk.ch/deutsch/infos/start2.htm> (green report).

4. 日本の検査制度の改善検討について

資料により水町団長から説明がされた。

6. 質疑応答：

1. HSK のミッション、組織・人員、統合監視について

Q1： 検査のチェックリストのデータは事業者にも公開しているか？

A1： 事業者はこのデータは見られない。検査の指摘事項の報告書は見られる。

Q2： 統合監視マトリクスの目標項目に格納容器健全性があるが、格納容器の漏えい率試験の要求は何年毎か？

A2： 国際標準と同じく10年に1回である。

Q3： スイスの経年化管理について

A3： Aging Checklist があり、重要な機器について腐食、エロージョン他の検査要求がある。重要でない機器については代表機器（Pilot component）を選んで検査する。

Q4： ケーブル、C&I について

A4： ベツナウでは、殆ど取り替えている。電子機器は技術発展が早く、原子炉保護系等はアナログからデジタルに交換した。これについては、HSK の規制ガイドがあり、事業者が準備すべき内容、QA システム等の要求を規定している。

2. スイスの法規制の改定について

Q1： 規制ガイドの改訂に要する時間、マンパワーはどのくらいか？

A1： 原子炉容器の定期試験を例に説明する。

3-4人が6ヶ月程度掛けてドラフトを作成。HSK 各セクションの代表によるWGの承認を得た後、インターネットで3ヶ月の公衆意見を募集し、コメントへの回答を作成し、これをネットで公開し、最終版を発行する。ここまで約1年。

Q2: WENRA 安全参考レベル (SRL) とはどのようなものか説明してほしい。

A2: EU が東欧まで拡大し、西欧とは違った安全基準で作られたロシア製の原子炉も EU の範囲となった。これらの国も含めてヨーロッパ 26 国が従うべき標準をヨーロッパのイニシアティブで作成したもの。数千項目ある IAEA の安全基準からベストプラクティスを選び出し、数百項目の要件に集約したものである。

(参考) 西欧原子力規制者会議 WENRA

Western European Nuclear Regulators' Association (WENRA) . 原子力発電所を持つ西ヨーロッパ諸国、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリスの原子力規制機関の長の会である。目的は、ヨーロッパ連合内の原子力安全と規制に関する共通の対応をすすめる。連合への候補国の原子力安全と規制問題に関し、のヨーロッパ連合独自の検討をすすめる。起こりうる原子力安全と規制の問題への共通の対応を評価し、実現する。候補国の原子力安全はヨーロッパ連合の拡大過程の枠組みの中で大きな問題である。従って、メンバー国は、政府や連合の機関に技術的な援助を提供することを義務と考えてきた。次の国について、原子力安全に関する意見を集約している。ブルガリア、チェコ、ハンガリー、リトアニア、ルーマニア、スロバキア。

(出典: 原子力百科事典 ATOMICA)

3. 日本の検査制度の改善検討について

Q1: safety significant はどのように決めるのか。

A1: PSA 結果等を参考にリスク情報を考慮して決める。

HSK コメント: 組織行動については、安全上重要な機器と重要でない機器とで区別すべきではない。例えば、清掃。安全上重要なところではなく、それ以外のところを見たほうが組織行動がよく分かる。2次系建屋がきれいなら、その組織文化がわかる。

以上

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」訪欧調査議事録

II.4 HSK (1月30日午後)

1.日時:

平成19年1月30日(火) 1:45 ~ 16:00

2.場所:

スイス原子力安全検査局(HSK)

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

T. Treier

J. -C. Veyer

【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), 奈良林副団長(北海道大学), 小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会), 家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝), 高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力), 森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱重工), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

- ・Our communication with the public
- ・Management System of HSK

5.議事概要:

(1)情報の伝え方、コミュニケーションについて(関連質問;次項のQ1~Q13)

・情報伝達の戦略:

正しく、オープンに、総合的に、分かり易く、タイムリーに、連邦政府との連携の元に、政治・経済にとらわれず独立して

・情報伝達の対象:

連邦政府、州、地方自治体、メディア、公衆、政治家(時々質問がある)、NGO(グリーンピース等)、外国の規制当局(ドイツとは大変密接な関係を持っており、事故が起こったときには連絡を入れることになっている)

・情報公開に関する法律

- －新原子力エネルギー法(2005.2)74条:規制当局は原子力安全に関して公開しなければならない、HSKは事故に関しての情報を公開する
- －新原子力エネルギー法令76条(2005):HSKは事故に関する情報を正確且つ迅速に公開しなければならない
- －新情報公開法(2006.7):ほとんどの文書は情報公開対象(セキュリティに関するものを除く)

・情報公開ツール

- －プレスリリース、ラジオ・TVのインタビュー
- －メディアカンファレンス(毎年4月に開催)
- －議会・メディア・公衆への回答、
- －パブリックミーティング、テクニカルミーティング、ジャーナリストのネットワーク
- －インターネットWebサイト
- －年報等の刊行物 etc.

・緊急時の連絡体制

- －NPPS(原子力発電所)、HSK、NAZ(ナショナルアラームセンター)はチューリッヒ近郊における緊急事態連絡センターを形成している。
- －原子力発電所で何かあった場合は、まずHSKに連絡し、NAZ、ベルンの連邦議会、州、自治体にも連絡し、又この近郊の発電所で事故があった場合はドイツにも伝える。
- －訓練は2年おきに組織間で行っている。

・その他

- －美浜、東海村、スエーデンのフォッシュマルクで事故が起こったとき色々質問を受けた。
- －フォッシュマルクの事故に関しては、なにが起こったかよりも、それから我々が何を学んだかといった内容でレポートを作成し、2月に公表する。
- －パブリックミーティングを実施している。その内容の一部として廃棄物貯蔵施設に関して、一般から色々質問が出て、それに対し我々が答えるといったものである。

(2) マネジメントシステムについて(関連質問;次項のQ14~Q24)

1) マネジメントシステム

- ・ HSKのマネジメントシステムは1990年中頃から構築を始めたが、当初、一部の人間によって開始され、他のスタッフからアクセスが難しかったため失敗した。
- ・ 2000年にプロセスオリエンテッドアプローチ手法を使い再トライした。職員の50%が構築に参加し、現在はISO9001:2000の認証を2001年11月に受けている。
- ・ HSKのマネジメントシステムは、安全審査及び運転中の安全性のレビューが確実に実施されることを目的としており、この目的に沿って2003年4月に再構築された。
- ・ HSKの活動は全てマネジメントシステムの下で行われている。
- ・ なお、連邦政府はいくつかのインジケータによりHSKの活動を評価している。

2)ドキュメントシステム

- ・2000年スタートした当時は多くのドキュメント及び写真があり、紙の形での作業が困難であったことから、2004年電子的な図書管理システム(愛称:Squirrel=リス)を導入した。
- ・ウィンドウズのエクスプローラのようなものでマネジメントシステムのドキュメントに簡単にアクセス出来、マニュアル情報等いろんな図書を簡単・迅速に見ることが出来る。
- ・HSKの誰でも見ることが出来、目的の図書を簡単に入手できる。

3)Integrated Indicators=総合指標

- ・ HSKは連邦政府より Indicatorsによりパフォーマンスを測定するように命じられているが、これもマネジメントシステムの一つとしており、テロミというソフトで見ることが出来る
- ・56個の Indicators が標示できる。(約 1/3 が連邦政府よりの要求)
- ・ ある Indicator が低下した場合、何が起こったかをすぐ見ることが出来る。

4)マネジメント改善のためのソフト

- ・ HSKのパフォーマンスを改善することがマネジメントシステムの一番の目標である。
- ・ このためのソフトはチンチラと呼ばれるものである。改善のためのキーワードを打ち込めば、色々な経路をたどりこのプロセスがスタートする。
- ・ 誰がその業務の担当かといったものがこのシステムで見ることが出来、また統計にもアクセスできる。

5)このシステムの利点

- ・このシステムの利点は以下のとおり

- ① マニュアル、Eメール、FAX等業務に必要な情報が全て含まれおり、いろんな形の業務のデザインができる
- ② 新人はこのシステムを通じ学べ、我々が説明する時間が短縮できる。
- ③ 誰が何をやっているかチェックするのが楽になり、プランニングとコントロールがシステムティックに出来るようになる。
- ④ 誰が何をやっているかがよくわかり、業務の透明性が増す。
- ⑤ 計算機のサポートにより業務プロセスが簡略化される。(国からの indicator 提出要求など)
- ⑥ 法律が変わった場合、要求が変わった場合、このシステムを使うと、対応が迅速にできる。
- ⑦ トップマネジメントに関する決定を下すことが簡単になる。

6. 質疑応答:

【情報公開に関する質問】

Q1: マスメディアと定期的に会合しているのか。

A: 少なくとも年に1回行っている。あとは新聞によりマスメディアに情報を伝えている。その他はジャーナリストが個人的に連絡してくる。

Q2: ライプシュタットが定検のインターバルを延ばすために申請書類を出しているが、その申請書類を私たちがアクセスすることが出来るか。

A: 全てに対しアクセスすることは出来ない。製造に関する情報はアクセスできないがその他はオープンである。

Q3: 分解検査等を実施し、欠陥があり、技術基準を満足しない場合はトラブル扱いとして公表するのか。

A: 検査に関しては、その検査結果そのものを公表する訳ではない、1年分をレポートにサマリの形でまとめ公表する。

A: スクラムがあった場合はまず発電所がプレスリリースする。また我々のレポートに対しては公共からのアクセスが可能である。

A: トラブルがあった場合はトラブルのレベルをチェックして、ある一定以上のレベルの事故の場合は公表する義務がある。

A: 外部から検査内容に関して質問がある場合は答えることもあるが、基本的には公表しない。

Q4: 検査をして事故が起きる前に見つけたとしてもある一定レベル以上であればトラブル扱いになるのか。

A: 公表する。2週間毎にアップされる。

A: 例えばライプシュタットの文書の偽造はインスペクターが発見したもので公表された。その公表されたものは内容ではなく業務のタイトルが書かれているものである。

Q5: ライプシュタットの事象でトラブル扱いとされたものは、他の発電所に対しても検査するような指示文書を出したりするのか。

A: 内容による、ライプシュタットの文書偽造事象では全ての原子力発電所に対し気を付けたほうがいいですよと伝えた。

A: スエーデンのフォッシュマルクで起こった事故については、スイスの全発電所に対してチェックしろと指示した。また外国でシビアな事故が起こった場合も発電所に連絡し、チェックするよう言っている。

Q6: 指示するというのは命令か、インフォメーションか。

A: 命令である。

Q7: 命令を出すか否かを判断するための手順書はあるのか。

A: 基本は法律であるが、最悪の場合は裁判になることもある。

Q8: インポートを判断するためのHSKのインターナルマニュアルはあるのか。

A: マニュアルはないが、HSKのインターナルグループが判断する。

Q9: タイムリーとはどの程度か。

A: ライプシュタットのスクラムの場合、15分から1時間くらいでマスメディアからどうなっているのか電話があり、スクラムから2時間後の発表がふつう。2時間でもかなり早くタイムリーであると考ええる。

Q10: 周辺の自治体の連絡はHSKから行うのか。

A: ナショナルアラームセンターから行う。

A: インフォメーションの情報源は2つ有り、1つは事故が起こったその発電所、後はHSKからのインフォメーションである。

Q11: 発電所から州政府へ直接連絡する場合はあるのか。

A: 放射線が外に漏れ出す危険がある場合は、直接州政府へ連絡する。

Q12: スクラムの場合は、発電所は直接州政府に報告することはないのか。

A: ない。もっとも、このような事態にはなったことは無く、2年毎に訓練しているだけ。

Q13: ライプシュタットのスクラムの場合、事業者はHSKへ連絡するだけで他の義務は負わないのか

A: プレスとHSKへの報告だけ。但し、プレスは法律で義務づけられているわけではない。

【HSKのマネジメントシステムに関する質問】

Q14: 原子力に関してはドイツ語が使われているようであるが、これは法律違反ではないのか。

A: 原子力発電所はドイツ国境沿いにあり、ドイツ語圏であるので、原子力関係は全てドイツ語である。

Q15: Squirrelをつくるのにどの位の人とお金がかかったか。

A: 自分1人で作った。コストは約20週間の週末。外注も使っている。90,000件くらいの文書が登録されている。VBで作成している。

Q16: 年間に検査が300件あるときいているが全てが発電所での検査か。

A: 原子力発電所だけではない。

Q17: アウテージとオンラインの割合はどれくらいか。

A: 放射線防護の検査は運転中も実施する。運転中と停止中はほぼ半分ずつでは無いと思う。放射線防護以外の検査のほとんどがアウテージの期間中の検査で7月となっている。

Q18: オンラインメンテナンスの時の検査は必ずやるのか。

A: 必要であれば行く。

Q19: 検査は通知の上実施するのか

A: 全て通知の上検査を実施している。

A: 将来システムを変える可能性はあるが。その時にはトレーニングシステムを変える予定もある。フランスでは検査員になる場合はテストにパスしなければならないが、スイスではない。

Q20: 検査のやり方はどのようにしているのか。

A: 一週間前に手紙を書いて検査の説明する、朝8時スタート、エントランスミーティング(事業者側からこういう検査をしてくださいというチャンスもある)、検査を実施(検査時間に関しては何を検査するかによる。2時間の時もあるし1日かかることもある。)、イクジットミーティング(検査員から事業者へフィードバック)、検査員がレポートを書く、事業者に送る、評価システムに乗せる。

Q21: 欠陥ではなく、プロセスに不足がある場合、フィードバックするところがありますよと言うだけ又はやり直しなさいという話になるのか。

A: まずは口頭でオーダー、その次は手紙でオーダー、また法的に正しい手法をとってオーダーを出せる。

A: オーダーを出すことは少なく、ほとんどの場合問題なし、少しは改善の余地有り、その他はデビエーションである。例えばパイプの厚さ一つでも何らか改善すべきというオーダーがでる場合もある。

A: 1年に10から15いわゆるAのカテゴリに当てはまる検査結果が出る場合があるが、そのほとんどが故障でトラブルに関するものである。

Q22: HSKの検査の最終目的はなにか。

A: 原子力施設が法に従ったやり方で運転しているかチェックすること。

A: 各施設が自分たちのマネジメントシステムに従っているかチェックすること。

A: 結果を出すだけでなく事業者はその結果を見て改善すること。

A: 検査側としては事業者側がどういう反応を示すかチェックする。例えば水が漏れてますよと言っ

でも、そのままほっとく事業者もいるかもしれない、ある意味で安全性カルチャーを育成する為の一つの手段として検査している。

Q23: 格納容器のリークテストは何年に一回実施しているのか。

A: はっきり判らないが5年から10年で行っている。毎年ペネトレーションの検査をしている。

Q24: リークテストの間隔はどのように決めているのか。

A: 事業者側からの要求、又は国際的にはどのような期間で行われているかにより決めていると思う。

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.5 SKI (2月1日午前)

1.日時:

平成19年2月1日(木) 9:00 ~ 12:00

2.場所:

原子力発電検査局 SKI (Statens Kärnkraft Inspection = Swedish Nuclear Power Inspectorate)

3.出席者:

【SKI】

Lennart Carlsson (Director, Office of Reactor Safety)

Lars Skånberg (Head, Section of Reactor Technology & Structural Integrity)

以上 午前の説明者

Lars Gunsell (Senior Expert, department of Reactor Safety)

Irène Tael (Quality Manager)

Anna Norstedt (Investigator Human Factors, Section of Man Technology Organization)

以上 午後の説明者

Lars Högberg (先の Director General)

Jan Hanberg (Head, Section of Plant Safety Assessment)

【機械学会第2次訪欧調査団】

水町団長(原子力安全基盤機構), 奈良林副団長(北海道大学), 小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原電), 荒川(原技協), 家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝), 高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力), 森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱重工), 森本(日本エヌ・ユー・エス), 富田(日本エヌ・ユー・エス)

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson, 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

資料-1: 議題

資料-2: Introduction of SKI

資料-3: SKI's efforts to improve effective regulations of nuclear power plants

以上 午前の資料

資料-4: SKI's efforts to maintain and recruiting competent staff

資料-5: Developing and describing the regulatory strategy and the processes at SKI, in the SKIQ

資料-6: The Swedish method for oversight and inspection of Nuclear Power installations

資料-7: Regulatory Requirements on problems identification and resolutions taken by licensee

資料-8: Review and inspection of licensee's management system

以上 午後の資料

5.議事概要:

冒頭の Agenda の説明があつたが、Agenda は事前に調査団から連絡していた希望にそのまま応えてくれたものとなっており、以下 SKI 側の説明に準じて概要を紹介する。

5-1 SKI についての全般説明

説明者: Lennart Carlsson (Director, Office of Reactor Safety)

(1) 概要

(1-1)組織

・SKI の組織は、2006 年に見直しが行われている。具体的には資料-2(pp2)に示すとおりだが、Director General(現在は女性)の下、4 部からなる。

・4 部は以下のとおりだが、職員の約半数は Reactor Safety に属している。

Dept. of Reactor Safety

Dept. of Nuclear Material and Waste Safety

International Co-operation Program

Dept. of Administration (この他 staff 部門あり)

・職員総数は約 120 名で、スイスの場合とは若干異なり、事業者の Self-Assessment の評価を主体としている。発電所の実地調査は行うことがあるが、検査業務自体を SKI が行うことはない。

尚、2007 年の仕事量としては、SKI 全体で約 24 千人・日、そのうち Reactor Safety 部門は約 11 千人・日。

(1-2)予算

・2007 年の総予算規模は 101.4 百万 SEK(約 18 億円)で、そのうち SKI の運営予算は 21.6 百万 SEK(約 4 億円)。尚、規制面での研究開発には別途 72.6 百万 SEK(約 13 億円)が、そのうち Reactor Safety 関連には 39.4 百万 SEK(約 7 億円)が当てられている。

(2) 背景

(2-1)規制対象

・SKI が規制対象としている原子力施設は次のとおりである。

運転中の原子力発電所 10 基

廃炉施設 原子力発電炉 2基(Barsebäck 1/2号機)
研究炉 2基
原子燃料工場 1基
使用済燃料中間貯蔵施設 1基
その他核廃棄物関連施設 数施設

- ・SKIは原子力安全規制の他、放射線の安全規制も所掌する。但し、後者は放射線防護を規制する Swedish Radiation Protection Authority (SSI:職員総数 130名)と責任を分担している。

(2-2) 準拠法規

原子力規制に関わる準拠法は以下のとおり。

- ・原子力活動法(Law on Nuclear Activities)
本法律では「原子力安全は事業者が全責任を負うものとする」と明確に規定されており、これが、SKI並びに事業者の原子力安全規制への取組みの基本思想となっている。
- ・使用済燃料並びに核廃棄物資金積立法(Law on Financing of Future Costs for Spent Fuel and Nuclear Waste)
バックエンドコストの見積り提出とその資金手当を義務付けている。
- ・放射線防護法(Radiation Protection Law)
公衆並びに職業人被曝につき規制。

(2-3) SKIの任務

- ・原子力に関わる開発のフォロー
- ・安全性向上へのイニシアティブと調査研究の遂行
- ・廃棄物・廃炉問題のフォロー
- ・原子力安全関連 R&D のイニシアティブ
- ・原子力安全並びにリスク分野への公衆参加への貢献
- ・緊急時対応レベルの維持

(3) 基本方針

上記(2)項に示す背景を踏まえ、SKIは原子力安全規制に関し、以下の基本方針を掲げている。

- ・事業者が、原子力安全の全責任を負う。
- ・SKIは、命令に基づくアプローチは取らない。
- ・SKIは、事業者が安全に関わる検査/評価を自己責任の下で履行している状況を監督する。
- ・SKIは、(単なる検査ではなく)総合的な安全評価(Integrated Safety Assessment)をもって、事業者の原子力施設の安全評価を行う。
- ・SKIは、事業者並びに利害関係者との建設的な対話を重視する。
- ・SKIは、R&D計画を積極的に推進し、国際協力に参画する。

・SKI は、規制活動に品質管理(Quality Management)を適用する。

(4) プロセス

SKI が掲げる「統合安全評価(Comprehensive Integrated Safety Assessment)」には、種々の必要要素があるが、主要なものは以下の 2 プロセスである。

(4-1)変更申請の評価

スウェーデンでは、事業者から SKI に対し、改良・改造工事を含め年間 300 件の変更申請がある。特に最近では、施設の近代化(Modernization)並びに出力増強(Power Uprating)への対応から、申請は増加傾向にある。

SKI はこれらの申請につき、原子力安全の観点からスクリーニングの上(事務局は ABG)、約 20% 程度を選択し「事業者による自己評価」の内容を審査し、「統合安全評価」システムに取り込む。

(4-2)事象分析と運転へのフィードバック

原子力施設で生じた事象も「事業者による自己評価」の報告があるが、SKI はこれらも原子力安全の観点からその重要性を判断し(事務局は ASK)、「統合安全評価」システムに取り込む。

尚、Forsmark の事象では、特別な評価チーム RASK を直ちに設置し、独自の評価活動を開始している。

「統合安全評価」システムでは、各事業者につき 1 回/1 年の割合で「SKI Forum」(内部会議)を開催、これを踏まえ、事業者の Top Management と評価会議を実施している。その結果に基づき、税金還付を行う等のインセンティブ策も講じている。

この「統合安全評価」システムでは、各原子力施設当たり 10 年を 1 スパンとして PSR を作成しているが、ここでも「安全評価は 10 年単位でフォローする」との思想が現れている。

また、議会に対しては各原子施設につき、1 年に 1 回報告(RUS)の義務を負っている。

(5) 当面の課題

SKI が現在重要視している規制上の課題は以下のとおりである。

- ・原子力施設での安全性
- ・原子力施設の近代化
- ・出力増強
- ・使用済燃料・核廃棄物関連施設の認可申請対応

これらのうち出力増強については以下の数値が示された。

	当初認可出力	累積増強値(実績)	今後の増強計画	(単位:MWe)
Ringhals	3, 400	210	400	
Forsmark	2, 900	318	410	

(6) Forsmark 1号機の監視計画

Forsmark 1号機に2006年07月25日に発生した事象の経緯につき詳細なクロノロジーが説明された。詳細は資料2(pp17~20)参照。

通常、トラブル等の発生によりSKIの監視項目が付加されることはないが、今回のケースでは2007

年に限り次の項目が付加される。

- ・運転会議議事録のレビュー(毎日)
- ・事業者の運転再開決定内容のレビュー(停止毎)
- ・修正計画のレビュー(申請ケース毎)
- ・同上のフォローアップ
- ・安全管理に関する査察
- ・改造・改良工事の現地査察
- ・機器制御に関する各種要領書のレビュー
- ・事象の安全クラス分類に関する各種要領書のレビュー

◇質疑応答

Q01: Forsmarkの件では、政府あるいはマスコミからSKIも責任を問われているのではないかと？

⇒予想していたので、資料に基づき説明する。(上記(6)参照)

Q02: Director Generalは女性だが、SKI内での女性活用状況は？

⇒政府内では、男女をバランスさせるよう特別の努力を払ってきている。SKIもその方向で努力しており、各部・各課のHeadにも女性が就任している。

Q03: (変更申請=約300件/年について)その20%しかSKIが審査しない理由は？

⇒基本的にSKIは事業者の評価内容につき審査するが、安全上重要なものを取り上げて審査している。その結果が20%ということ。

(注: 予算面での制約もあるのではないかとと思われるが、公式回答では言及されず。)

Q04: その際のScreening基準はあるのか？

⇒ある。但し専任のStaff Group (ABG)が基準に基づきScreeningした結果を上級Managersによる会議でチェックすることになっている。

Q05: Screeningに際し、安全文化のレベルは考慮されるのか？

⇒レベルが低ければ、当然厳しく対応する。

5-2 SKIの規制への取り組み-原子力発電所の効果的な規制実現を目指して-

説明者:Lars Skånberg (Head, Section of Reactor Technology & Structural Integrity)

(1) 規制戦略

以下によって役割を相互に尊重し、バランスの取れた規制システムとする。

- ・事業者が原子力安全に関し、法的に全責任を負う。- 1984年原子力活動法に拠る。
- ・SKIは、プロセス、自己評価およびパフォーマンスを重視した規制システムを適用。- 事業者責任に立脚。
- ・SKIは強力な権限を有する規制当局。- スウェーデン国内の原子力活動を規制、監督。
- ・SKIは、多方面で技術サポート組織(TSO)能力を有する。
- ・事業者に対し、問題解決の提案ができる適性と分析能力を強く要求。
- ・事業者に対し、自主的規制活動(Self Regulation)、即ち自己評価と自己修正への注力を要求。
- ・事業者に対し、MTO(人的・技術的・組織的)問題をハードウェア問題と同一重要度におき取り組むよう要求。

(2) 主要方針

- ・内部安全レビュー機能の二重化要求。
- ・SKIは、パフォーマンスのサンプル確認により、事業者の自主的規制活動の実効性を監督。
- ・変更通知全件に対しスクリーニング。
- ・規制プロセスの質を重視した統合監視(Oversight)マネージメント。
- ・監視効率化のための戦略的な計画と研究。

(3) 法規・法令・規格体系 -特に最新の SKIF について-

「統合安全評価(Comprehensive Integrated Safety Assessment)」が重要であり、毎年実施。

10年毎に大規模且つ詳細に実施。最新の技術水準に適合したものにアップデートしていくことが肝要。

(3-1) 原子力活動法(1984年制定)の要求

- ・第10章:事業者が、原子力安全に関する全責任を負う。
- ・第4章:放射能事故を招くような過失、欠陥、誤操作等を防止する手段、対策を講じ、原子力活動の安全性を維持。

(3-2) SKIの規制活動

①原子力活動法の下、1993年に一般規則発行の権限がSKIへ付託された。

②スウェーデン政府当局による一般規則発行に対する原則

- ・公式な規制文書には、到達すべき要求を規定するべきで、要求達成の詳細な手法を規定するべきではない。
- ・「一般推奨規格」には以下を含めることも可能。
 - 規制に適合していることを実証できる表示法とクライテリア

- 少なくとも同等の結果を与えること実証できる場合の他の手法とクライテリア

(3-3) 安全要求の法体系

安全規制の法体系では、最上位に原子力活動法が位置し、その下に政令、更にSKI規則(SKIFS)、そして最下層にSKIの一般推奨規格(SKIFS)がある(図1参照)。最下層の一般推奨規格(SKIFS)を除き、法的拘束力がある。

① 原子力活動法

- ・スウェーデン国会により決議。
- ・安全に関する基本的規定を含む。
- ・政府からの権限付託により、規制交付と監督を規制機関に実施せしめる。

② 原子力活動に関する政令

- ・政府によって交付。
- ・規制機関としてSKIを認定。
- ・SKIの規制発行権限の認定。

③ SKIの規制規格(SKIFS)

- ・制定済み一般規則: 7件
- ・原子力活動法に関する推奨規格: 1件
- ・準備中の一般規則: 2件



図1 法体系 (pp10)

(3-4) SKIFS

SKIの規則(SKIFS)は基本規則(SKIFS 2004:1)と特定規則(SKIFS 2000:1, 2004:2, 2005:1, 2005:2等)の2種類がある。

① SKIFS 2004:1 (basic safety requirements, safety management)

- ・原子力施設の安全に関するSKIの規則で、基本的な安全要求、安全管理について規定。
- ・多重障壁、深層防護の概念適用により、原子力事故防止を要求。
- ・防護深さの不足が判明した場合の対処要求。その不足に関する遅滞なき分類と調査の要求。
- ・十分な資源を有する有効な組織による運転および安全を維持する設計による原子力活動の要求。
- ・安全要求に合致し、良好な安全文化を生み出す管理システムの支援に基づく原子力活動の管理要求。
- ・プラント所長へ報告するための独立した内部機関による管理システムの定期的監査の要求。
- ・事業者への以下に関する確証の要求
 - 安全の維持・発展のための安全目標の設定。
 - 組織の各責任の定義。
 - 安全に対し十分な時間と資源を活用できるよう原子力活動を計画すること。

- 十分準備された上で、安全事項に関する決定を行なうこと。
- 職務遂行上の職員の適格性。
- 原子力施設で働く全職員に安全に働くことのできる作業環境が整えられていること。
- 職員の経験の継続的収集と職員への開示。
- 安全目標に応じて、安全を維持し常に発展させるために、安全がモニターされ、評価され、安全の不足が確認され、処理されること。
- ・安全プログラムにおいて、安全が常に分析・評価され、改善が確認され、文書化されることの要求。
- ・全ての原子力施設に対する有効な核物質防護の要求。
- ・緊急時の準備と対応能力を有していることの要求。
- ・基本的安全設計の原則に関する要求。
- ・発生事象の体系的な分類に基づき構築された安全解析に関する要求。
- ・決定論的および確率論的解析手法に関する要求。
- ・安全評価報告書(SAR)に関する要求。
- ・適切な安全状況と安全要求が満たされていることを保証するための二重の安全レビューに関する要求。
- ・定期安全レビュー(PSR)に関する要求。
- ・技術仕様書(TS/“TSF”)に関する要求。
- ・安全性に影響を及ぼす可能性のあり、二重の安全レビューによってレビューされ、文書化し SKI へ通知しなければならないプラントの改造や組織の改変に関する要求。
- ・保全、検査、試験、管理に関する要求。
- ・経年化対策に関する要求。
- ・核物質と核廃棄物に関する要求。
- ・SKI への報告に関する要求。
- ・文書提出と文書保管に関する要求。
- ・廃止措置に関する要求。

② SKIFS 2000:1 (self-licensing)

- ・原子炉施設の運転員の能力に関する SKI 規則について規定。

③ SKIFS 2004:2 (back-fitting regulation)

- ・原子力発電所の設計に関する SKI 規則についての規定で、バックフィットするので古いプラントほど重要となる。
- ・深層防護の設計原則に関する規定。
- ・故障と事象に対する安全機能の健全性に関する規定。
- ・環境への影響に対する抵抗力に関する規定。

- ・制御室への脅威に関する規定。
- ・安全分類への要求(ANI/ANS 51.1 resp 52.1)に関する規定。
- ・事象の分類への要求(いくつかの例外があるが事象の確率に言及)に関する規定。
- ・炉心と燃料への要求(米国 NRC と IAEA に従ったものの成文化)に関する規定。
- ・規定の実行

新たな要求は、2005 年 1 月 1 日から発効する。但し、完全適用は、事業者が 2005 年から 2006 年までの間に SKI へ提出する事業者の計画を個々に SKI がフォローし決定してからとなる。従って、実質的な完全適用は 2006 年から 2012 年までの期間になる見込み。

④ SKIFS 2005:1 (action to be taken for improving security)

- ・原子力施設の核物質防護に関する SKI 規則について規定。

⑤ SKIFS 2005:2 (pressurized components, manufacture, in service inspection and testing)

- ・原子力施設の機械装置類に関する SKI の規制について規定。
- ・耐圧バウンダリを構成する機器とその他の機械構成品の供用期間中検査 (ISI) について規定。

- リスク インフォームド検査プログラム

- NDT の手順、装置、検査員の認証

- ・き裂や他の損傷を有した状況での更なる運転に対する条件についての規定。

- 運転を正当化するための安全性評価の実施が必要。

- ・プラントの改造や機器の交換についての規定。

- 設計、材料、溶接

- 製造と据付

- 第三者機関による検査と検証

- ・定性的リスク インフォームド ISI は、1990 年代初頭から実施。

- ASME Sec. XI ベース。(図 2 参照)

- ・定量的リスク インフォームド ISI は、2006 年から開始。

- PWR の WOG の手法を一部変更したもの。

- ・これまでのところ検査と管理はうまく機能している。

- 重大な安全に係わるような結果は生じていない。

- ほとんどの劣化事象は ISI によって検知。(図 3 参照)
検知できなかったものは報告されている。

- 劣化の検知は、しばしば予防保全上からも、広範囲な取替手法で対処することにつながる。

- ・機器の劣化要因は、ほぼ米国や日本と同様。

IGSCC や FAC が主要劣化要因となっている。

CI DI	1	2	3
I	A	A	B
II	A	B	C
III	B	C	C

図 2 (pp21)

CI: Consequence Index

DI: Damage Index

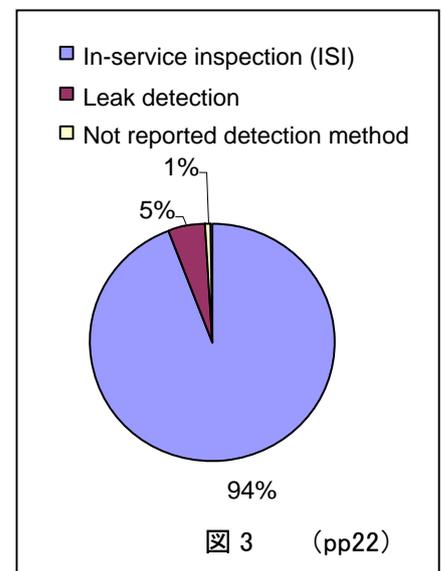


図 3 (pp22)

(4) 国際規格との関連

スウェーデンの標準と国際標準と産業界の規格を、安全規制の一部として、また安全評価報告書(SAR)に適用している。

スウェーデン国内の全ての原子力発電所は、1970年代から1980年代の間に設計／建設された。主に米国の規格と規制に基づいている。欧州標準にも従っている。

- ・米国の法律と規則：NRC 10CFR50、app A(GDC)、Regulatory Guides
- ・産業界の規格：ANSI/ANS、ASME、IEEE の規格と標準

結果として、これらは設計ベースの一部となり、また SAR に含まれている。

しかしながら、スウェーデンでは、米国の法律・規則をその一部としたり、参照することはない。法規制への適合性を確認するために、法規制の枠外に位置する SKIFS の推奨規格のクライテリアとして米国の規格基準が推奨されることはある。

◇質疑応答

Q01: SKIFS に続く番号は制定年か？先行する SKIFS との違いは？

⇒制定年である。尚、先行の SKIFS1998 とは、本日の説明範囲に関して変更点はない。

Q02: (pp17 に関連し)日本では炉心溶融事故後の炉心冷却は要求されていないが、Severe Accident 時の追加要求とは RHRS 等の増強を意味するのか？

⇒同事故時の Additional 水源の付加である。

Q03: Risk-informed ISI 条件は Addition か Replace か？

⇒Replace である。

Q04: 上記に関連し、Quantitative はいつから適用しているのか？

⇒1990年代に Qualitative な Risk-informed ISI に移行し、Quantitative は 2006 年から取り入れることを可能とした。但し選択は事業者側にゆだねている。

Q05: (pp22 の円グラフを示し)このような良い結果なら従来の ISI で十分ではないか？

⇒Q4 の回答で示したように、1990年代初めに Qualitative Risk-informed ベースに移行している。尚、pp21 で、A は適用必須(100%UT 等)、B は選択可能(10%UT 等)、C は不適用(Visual 検査適用)との分類である。また、pp21 の下部は(誤)Qualitative →(正)Quantitative 誤記訂正。

Q06: Nuclear Fuel Damage と CDF の関連は考えているのか？

⇒Qualitative ではリンクはされていない。

Q07: (pp26 に関し)SKI は米国の体系を改良したのか、それとも改めて作り直したのか？

⇒SKI の規制内容は大半が米国流で、一部これに付加して体系を整備したものである。

Q08: SKIFS は SKI が(何の制約も受けずに)作成しているのか？

⇒法律上は“mandate and Responsible”であり、独立して作成が可能だが、正式交付までには関係先(含む Greenpeace)の意見を聴取している。

更 Q08:Web-Base での公開は？

⇒していない。但しこの方面でも、事業者側とは頻繁に意見交換している。

5-3 上記項目に関する日本の取組み状況

説明者:水町団長(原子力安全基盤機構)

1月30日にスイス HSK に対し実施したプレゼンテーションと同様の内容で実施。(内容紹介は省略)

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.6 SKI (2月1日午後)

1.日時:

平成19年2月1日(木) 13:00 ~ 16:10

2.場所:

SKI会議室

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

SKI:Lars Gunsell, Irene Tael, Leif Karlsson, Anna Norstedt

【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), 奈良林副団長(北海道大学),
小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会),
家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝),
高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力),
森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱重工), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

- (1)SKI' s efforts to maintain and recruiting competent staff
- (2)Developing and describing the regulatory strategy and the processes at SKI, in the SKIQ
- (3)The Swedish method for oversight and inspection of Nuclear Power installations
- (4)Regulatory requirement on problem identification and resolutions taken by licensee
- (5)Review and inspection of licensee' s management system

5.議事概要:

プレゼンテーション及び質疑応答の全般的なサマリーを記述

(1)SKIの人材対策

SKIでは、独自に人材採用計画を立てて人材を確保している。有能なスタッフをリクルートし、さらにその人達をキープするためのSKIの戦略は次の3つである。

- ・若者を採用すること並びに工業界及び大学からベテラン組を採用すること。
- ・検査やレビュー業務の他に、分析、リサーチといった国際的な内容の業務も明確にすること。
- ・大学での教育をサポートすること。

Q1. 採用計画は、SKIが作成しているのか、それとも政府が作っているのか。

A1. SKIからこういう条件を出すことができる。求人の場合もSKIからの声である。

Q2. スウェーデンの大学に原子力コースはあるか。

A2. あると思う。原子力発電所の安全性というのは1つの学科の名称です。ただ、こういったSKCのサポートがないと原子力発電所の安全性に関する学科についてもその存在が難しくなるのではないかと思われる。

Q3. 検査料は、原子力発電所からとっているか。

A3. 税金でまかなうのではなく、基本的には各原子力発電所が支払う。出力があがる場合は、費用が高くなることもある。発電所からの費用でこちらの業務をやっているということになる。

Q4. 金額は決まっているのか。

A4. 新しい原子力発電所の免許をとる場合は高くなるが、すべてにおいて価格が決まっている。アップレートは、スウェーデンクローネで600万クローネ、ドルにすると100万ドルということになっている。

Q5. どう使われるか？

A5. 1円も消えることはない。アップレートでは人材を2名増やして対応している。

Q6. Forsmark のように追加の検査があった場合には、追加で費用をとっているのか。

A6. ノー。ただし、ディスカッションが行われることもあるが、基本的にはノーである。

(2)SKIの品質マネジメントシステム(SKIQ)

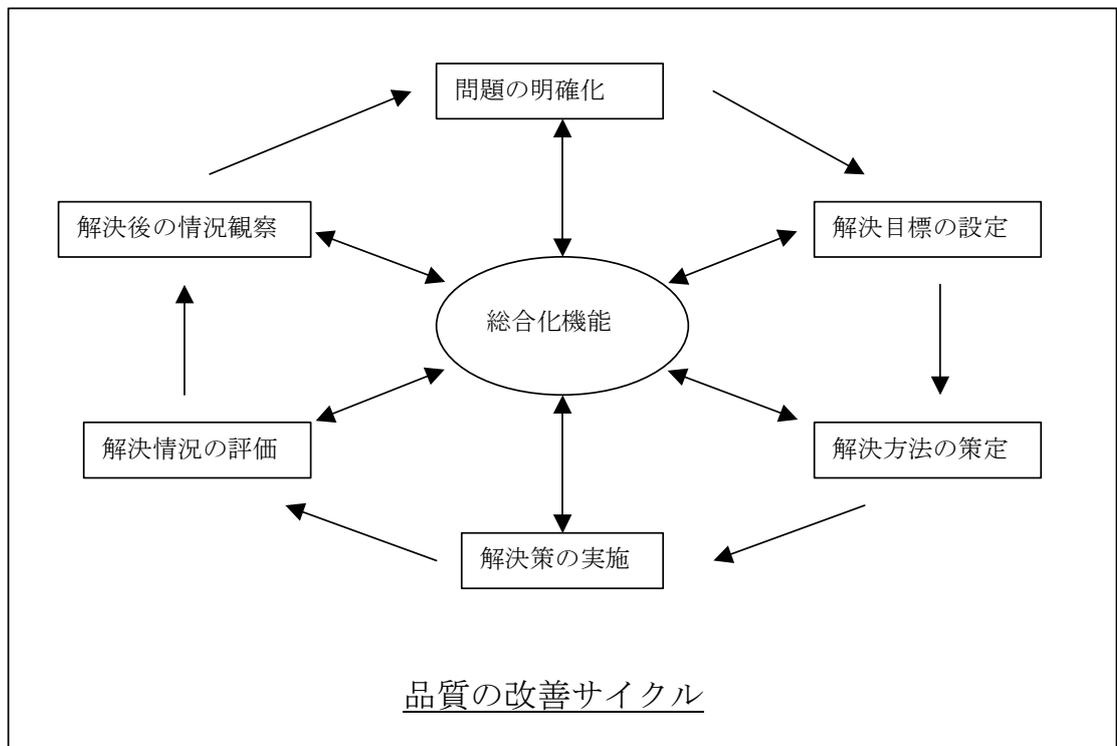
SKIのQMSはSKIQとよばれている。QMSを開発した切っ掛けは、1996年にSKIが受けた国際的なレビューである。SKIの活動は良い評価が得られたが、業務内容の文書化は不十分で外部へ仕事ぶりを伝えにくいとのコメントを受けたためである。

SKIQの原則と政策は、問題を明確化して、目的を設定し、問題を解決することであり、このためにSKIQには、SKIのゴールとミッション、品質の確保、監督の原則、規制活動の計画立案と実施、それらをサポートするための人材育成等、様々な業務がふくまれている。

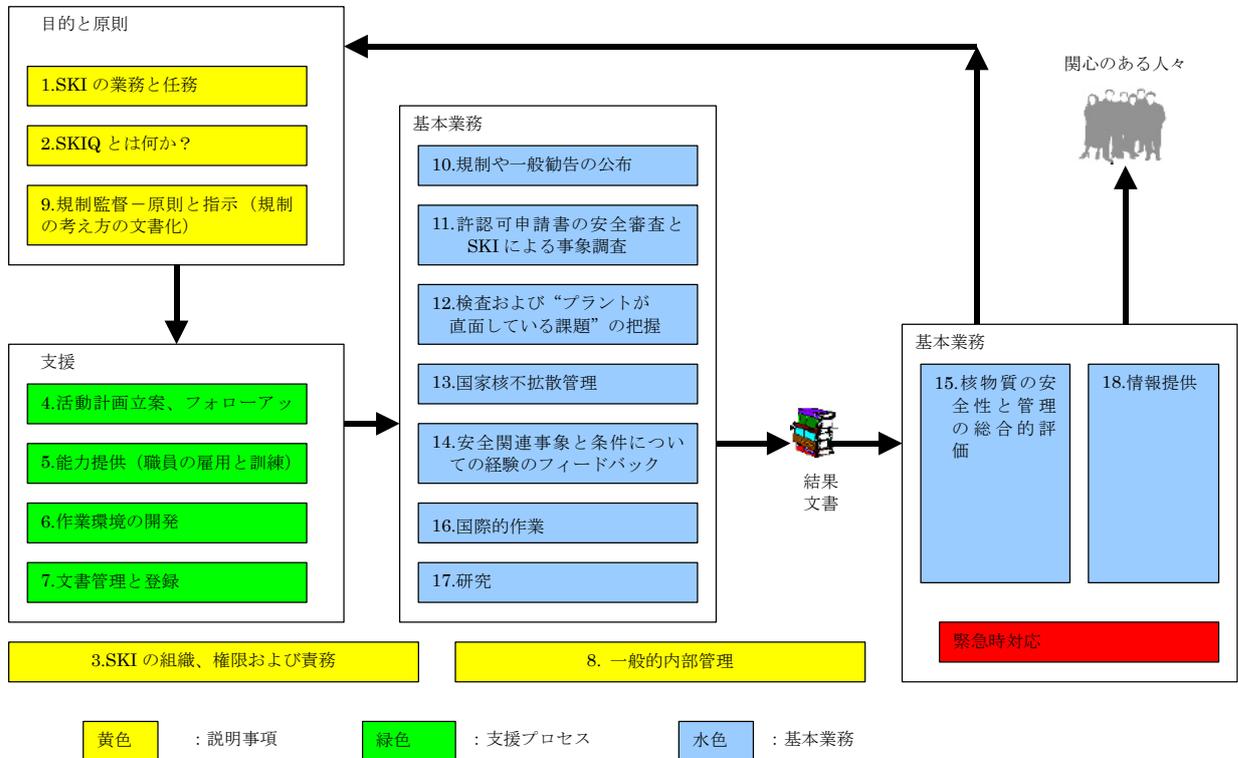


SKIの規制戦略

SKIQの改善プロセスは、問題の明確化、解決目標の設定、解決方法の策定、解決策の実施、解決状況の評価、解決後の観察、という6段階の作業を経て実施されている。



このSKIQを効率的に実施し、定期的に見直すためのイントラネットシステムが開発されている。



なお、日本の様に、規制機関のスタッフが頻繁に交代する国では、情報や知識の引き継ぎを効果的に進めるためのツールとして、QMSは大切であろうとのコメントを受けた。

Q1. インспекションの中にいくつくらいプロセスがあるのか。または、いくつ手順書が含まれているのか。

A1. 2つだけである。保全に関するマニュアルというものもある。

(3) SKIの検査内容

検査業務は大きく2つに分けられる。1つは規則どおりに発電所の運転が行われているかをチェックする検査業務であり、昨年は50件ほど実施した。もう一つは、検査員が各現場でミーティングに参加する等の監督的な業務であり、現場の情報を集めて、SKI内部でレビューし、セーブされる。このタイプの業務は年に±110件程ある。

安全性確保の責任は事業者に100%負わされており、SKIのミッションは、それが実際に行われているか保証することである。SKIは小さい機関であり、すべての原子力発電所施設の業務をチェックできる訳ではないが、一応SKIの業務のベースになっているものは、事業者側が、自己評価を行

って、すべての要求を満たしているということであり、そういう条件をベースにSKIの戦略というものが上げられると思う。

SKIがチェックする項目は、下記の15の分野に分けることができる。

SKIにおける原子力規制検査の15の分野

1. 施設の設計および建設(改造も含む)。
2. 原子力活動のマネジメント, コントロールおよび組織。
3. 原子力活動に携わる人の力量と配備。
4. 運転。これにはバリアや深層防護に係わる欠陥への対処も含まれる。
5. 炉心, 燃料および臨界に係わる事項。
6. 緊急時準備。
7. 保守, 材料およびISI関連事項。
8. 第一次および独立安全レビュー。
9. 事象評価, 経験のフィードバックおよび外部への報告。
10. 物的防御。
11. 安全解析と安全報告。
12. 安全プログラム(安全性向上の実施プログラム)。
13. 施設関連文書の保存。
14. 核物質および廃棄物の取り扱い。
15. 核不拡散管理, 輸出管理および輸送安全

また、規則に従って運営が行われているか検査するプロセスは、次のとおり。

- ①検査の前に事業者とミーティングをする場合がある。
- ②検査後にまた改めて事業者とミーティングを行う。
- ③チームがSKIに戻ってレポートを書く。
- ④フォローアップ活動
- ⑤事業者と意見の交換

Q1. 品質保証に関する事項はないのか、それとも全部に分散されているのか。

A1. これらすべてがQAに関する事項であり、全体がQAに関する事項となる。事業者からのマネジメントドキュメントにも目を通す。

Q2. 15項目をカバーするレギュレーションあるか。

A2. SKIFSの2004:1が該当する。

Q3. 15項目各々にSKIFSがあるか。

A3. ここに示したものである。SKIFSが15項目すべてをカバーする訳ではないが、各項目ごとにさらに分かれた項目があり、それで、3年ごとにこのような検査を行っている。これはスウェーデン語で書かれているが、数日間のうちに英語版を作ることができる。

定期的なレビューには、先程の15項目に載っている。

Q4. この表で7番を説明してほしい。

A4. 今年はなんのプランも立てていない。

Q5. 7. 1から7. 8までを説明してほしい。

A5. 時間がないので説明は省かせてもらう。より小さいユニットに分けて行っていると理解して頂きたい。

Q6. 防災, ヒューマンファクター, 組織等の共通因子は, 15項目に含まれないのか。

A6. 火事, 防災などについては, 改善事項に当たるとしている。昨年, 大掛かりなメンテナンス部門の検査が実施されたため, 現在は特に考えていない。

Q7. アクティブコンポーネントに対する要求はあるか。

A7. ある。アウトージ期間中の事項というものも, その定義書にある。

Q8. どのドキュメントに要求があるか。

A8. 全体的な要求はあるが, 細かな内容のものはない。

Q9. 事業者が作って, SKIが承認するというやり方ですか。

A9. SKIの規定によると, 事業者側がメンテナンスのプログラムを作る。それが, SKIの規定に記載されている。そのプログラムをSKIに見せるというプロセスになっている。コンポーネントについては, 大変優れたデータベースというのをSKIが持っている。

簡単に申しますと, こちらからの要求としては, 各施設がメンテナンスプログラムを作る。明日リングハルスで見せてもらえるのではないか。

Q10. メンテナンスプログラムは, SKIの承認を得る必要があるのか, 事業者が持っていればよいのか。

A10. SKIの業務としては, 各原子力発電所に, そういうプログラムを作るように命令して, そのプログラムがきちんと利用されているかチェックすることにある。

プログラムに従って各事業者が運転を行っているか否か, それをフォローはするが, 承認はしない。事業者は, プログラムを持ってさえいればよく, それで良い結果を出せばよい。その結果をチェックするのがここの仕事ということである。

(4) 事業者の問題認識と解決に対する規制要求

事業者による問題認識, またその解決法に対する規則として, 問題を5に分けると次のとおり。

- ① 運転経験のフィードバック
- ② 安全のモニタリングとフォローアップ
- ③ 採られた手段
- ④ 調査
- ⑤ レポート

事故の分類に関しては, 次の3つの分類法というのを使っている。

カテゴリー1: 大きな事故に当たる場合で, 1箇所または複数の箇所に亘る多重防護に欠陥がみられ, また深層防護システムにも欠陥が見られた場合、及び, 安全性が規定どおり

に保たれていない、そういう疑惑がある場合。

カテゴリー2: Tech. Spec. の運転制限条件(LCO)の範囲のもの

カテゴリー3: LCOの範囲内での予防保全。ただし、オンラインメンテナンスは、SKIが許可を与えた場合にだけ許される。

調査については、特にカテゴリー1に属するものに当てはまるが、運転を再開する場合は、安全性のレビューをする必要がある。その場合のレビューを行うのが、故障の結果に基づいて行われ、そして手段をとるということとなります。マネジャーのすぐ下にある運転とは独立した部が安全性の評価を行う。そして、運転を再開する場合には、SKIの許可を得ることが必要となる。

レポートについては、次のような状態の場合は即レポート化することが義務化されている。事故または警報がなるような状態が発生した場合、また緊急体制をとらなければならないような事故が起こった場合は必ず報告しなければいけない。先程の分類に属する事故が起こった場合には、それもレポートの対象となる。また、スクラムという状態になって安全性に障害がでるような場合、それも必ずレポートの対象となる。即と言いましたが、1時間と解釈して構わない。

Q1. 各カテゴリーは、毎年何件あるか。

A1. トータル300件。カテゴリー1に属するものはほとんどない。つまり、カテゴリー2と3で300件ある。カテゴリー1は3年に1件の割合である。

Q2. SKIは検査するのか。

A2. カテゴリー1に属する事故が起これば、SKIが現場に行って検査する。

Q3. 定期的な検査は、SKIの検査員がその場に行って検査を行っているのか。

A3. 年間の検査については、第三者が実施し、その検査員が書いたレポートをSKIが読むということになります。SKIが検査に行くこともときどきあります。

Q4. カテゴリー1の事故の後のアウトージ検査は厳しくするか。

A4. 少しは検査時間を長くすることがあるかもしれない。再起動の許可時に確認しているため、アウトージには影響しない。ただし、再起動許可時に条件を付す場合がある。

Q5. カテゴリー1には、共通因子故障が含まれているか。

A5. ここには属さない。設計に含まれている。

(5) 事業者のマネジメントシステムに関するレビューと検査

マネジメントシステムに関する要求の第8条に、原子力活動というのは、マネジメントし、チェックを受け、評価を受け、そしてマネジメントシステムを使っての改善が行われている状況にすることという要求があります。

また、事業者がマネジメントシステムの検査を申請するに当たっては、その効果性というのが組織

的であり、定期的に検査を受けられる状態であること、そしてその検査を行うのは検査を受ける側とは独立した機関であることが要求の条件となっている。

事業者のマネジメントシステムに対して毎年検査を行っている。プログラムというものが存在するか、そして機能を果たしているかということをチェックする。

さらに、SKIのチェックでは、きちんとしたプロセスで行われているか、安全性に関する目的を持っているかがレビューされる。また、事業者の責任、権利、協力というのは、しっかりと定義されており、安全性に関する重要な業務を負っている職員のために、明確に文書化されていること、原子力活動が計画的であり、時間、資源、人材という資源がそろっていること、事業者内部での安全レビューがなされ、安全性に関する措置がとられていること、SKIはこれらを保証する義務を負っている。

Q1. その検査は何日か。

A1. 2～3日です。検査用プログラムというのがありまして、そのプログラムを使っての検査ということになります。それはすべての活動範囲という意味もあります。4年ごとにすべてをカバーするようなチェックを行う。

Q2. 人や時間が十分かどうかは、どうやって検査するのか。

A2. インタビューでデータを集める。情報を集めるのがSKIの仕事である。

Q3. あなたはどのような学科を出ましたか。

A3. 行動学です。

Q4. あなた方の専門分野は、8名すべてが行動学(human behavior)か、1人がだけか。

A4. 8名すべてが、エンジニアではなく、文科系の行動学である。

Q5. Forsmark の酒を飲んだ運転員は、マネジメントシステムではどうなるか？

A5. アルコールを帯びた職員がいたという噂が流れておりますけれど、Forsmark の職員ではなく、契約社員5名であり、その5名が逮捕された。外からアルコールを飲んで入って来た。新聞にForsmark の職員が酒を飲んでいたと書かれていたけれど、必ずしも正しいことが書かれている訳ではない。

6.詳細

(1)SKIの人材対策

始める前に、このグラフはヨーロッパ各国の原子力発電所に対する意見を示している。

あれがスウェーデンで、オーストリアが一番下です。反対意見が多いけれど、オーストリアには原子力発電所が全くない。あの人達は何を言ってもあまり意味がない。

グラフの最後の部分は、原子力発電所に反対ではないが、それでもディベートが盛んに行われている状態です。

今から話す内容は、有能なスタッフをリクルートし、さらにその人達をキープするための当局の努力のお話をさせていただきます。

戦略としては3つある。若者を採用することはもちろん、大学からベテラン組も採用する。検査

とかレビューの他に、分析、リサーチといった国際的な内容の業務を明確にする。また、大学での教育にも力を入れている。まず、ベテラン組の話を見せて頂きます。実は原子力発電所の運転側の経験があり、また、運転する人材の教育に携わった人間というのを採用しております。また、レビューワーにつきましては、施設またはメーカーの経験または安全性に関する分析、そして原子力発電所の監督という深い経験を持っている人材であります。

例えば、私は8年前ここで仕事を始める前、23年間に亘って原子力発電所で設計及び安全性分析の方に携わってきた。

また、人的要因というものを扱う部においては、大学で博士課程を取った人間を採用する。

原子力発電所の検査に当たっている人材の3分の2がこういった能力をもつ人間である。

仕事内容は、仕事の改善状態を提示して、コーディネーションも扱っている。それから国際的な協力というものにも携わっている。

また、検査とレビューを統合して業務を行っている。

今朝説明した組織の図にリサーチコーディネータという業務があった。今のところ1名しかないので、実際、この業務に携わっているのは、ほかの部の人材である。

研究用資金は、SKIのみが使用してよい訳ではない。リサーチが行われる場合は、大学とか他の機関へも資金が回るようにコーディネートしなければならない。ただ、技術的なサポートをする機関がスウェーデンにない。それが、ちょっと問題になる。ドイツ、フランスには、そういった機関がありますけれど、ここでは大学とか、小規模の企業が、リサーチの方に携わることになる。ですから、人材がどこにあるか、どういったリサーチをするかというのをSKIがコーディネートしなければいけないということになる。また、予算を見ますと、リサーチ部門と検査部門は、だいたい同じ額である。援助金というのは、国の方から最初からリサーチ用または検査用の2つに分かれた形で来ますので、援助金のやりとりが難しいのが現状である。

また、大学での教育については、産業界と協力して教育を行っている。施設と協力してSKCという機関を設けた。原子力技術のセンターである。SKCが大学の教授5名の援助金を出している。教授の担当は、原子力発電所の安全性である。また、博士課程で勉強している学生のサポートも行っている。また、人材的には、1人に援助金を出している。

こういった形で若い人材を作り上げていくというのが、SKIの目的である。

大学の方が逆にSKIの技術的なサポートをする場合がある。

Q1. 採用計画は、SKIが作成しているのか、それとも政府が作っているのか。

A1. SKIからこういう条件を出すことができる。求人の場合もSKIからの声である。

Q2. スウェーデンの大学に原子力コースはあるか。

A2. あると思います。原子力発電所の安全性というのは1つの学科の名称です。ただ、こういったSKCのサポートがないと原子力発電所の安全性に関する学科についてもその存在が難しくなるのではないかとと思われる。

Q3. 検査料は、原子力発電所からとっているか。

A3. はい。税金でまかなうのではなく、基本的には各原子力発電所が支払う。出力があがる場合は、費用が高くなることがある。発電所からの費用でこちらの業務をやっているということになる。

Q4. 金額は決まっているのか。

A4. 新しい原子力発電所の免許をとる場合は高くなるが、すべてにおいて価格が決まっている。アップレートは、スウェーデンクローネで600万クローネ、ドルにすると100万ドルということになっている。

Q5. どう使われるか？

A5. 1円も消えることはない。アップレートでは人材を2名増やして対応している。

Q6. Forsmark のように追加の検査があった場合には、追加で費用をとっているのか。

A6. ノー。ただし、ディスカッションが行われることもあるが、基本的にはノーです。

(2) SKIの品質マネジメントシステム(SKIQ)

皆様、こんにちは。私の名前はイレーネ タールと申します。品質マネジャーとして10年間ここにいます。

マネジメントの仕事に就く前は、MTUグループで働いていた。

SKIの独自のマネジメントシステムの話をして頂きます。ここのマネジメントシステムは、SKIQというものです。システムの目的とゴール、概要とファシティ、知性的な戦略ということについてもお話させて頂きます。また、SKIQの手順を構築して、改善の方法というのをお話させて頂きます。もちろん、チャレンジしたこと、過去の経験から学んだこともお話させて頂きます。あとは、デモンストレーションというのもお見せ致します。

これは、SKIの業務プロセスのスタートからゴールまでの道のりを示している。もちろんそれに追加的な情報を加えて業務がより良くなるようにしている。また、ドキュメンテーションについては、SKIのホームページで見ることができます。

まず、SKIのこのシステムのスタート点のお話をしたいと思います。たくさんの要素があるが、国際的なピアレビューは大変良い結果に終わったけれど、これは1996年に評価されている。良い結果が得られた訳ですけど、同時に、それとは反比例するような結果も出た。それは、弱点としてあげられますのは、SKIの仕事振りというのをデモンストレートするのがあまり良くなかった。また、当局内の必要性というものもあった。それで新しい人材を採用する必要がありました。また、SKIは当局内で仕事の改善をするという目的から、そういうシステムをとることにしました。また、国民の方からも一体、検査官というのは、どういう仕事をしているのか知りたいという声があがった。それが、こういったシステムをとった要因でもあります。また、政府の方からも新しい目的、声があがっておりましたので、規制の戦略を少し変えるに至りました。この戦略の元になっているのは、業務側の自分たちの評価を元にして、こういうチェンジをしました。また、

一般的な規制を改善するに至りました。もちろん事業者側の自分たちの評価というものも要求に含まれております。そして品質マネジメントというものを開発し、それを遂行しています。このシステムを使って、SKIが目指す道は、全体的なビューとして用いるためのツールにしたかった。プロセスの方向性というのをまとめて、内容を変えることなく、それを全部統合したかった。そして、もちろん規制の戦略をすることが目的であった。SKIの業務に関して、高い品質というのを求めた訳です。そして、SKIの業務の結果を示すということが目的の1つでもあった。また、学べる組織というのを作りたかった。改善のプロセスは大変重要な要素である。もちろん、プロセスということは、過去、現在、将来の要素をすべて取り入れる。それが大切なことであります。

また、精神的なサポートみたいな形で、品質フレームワークというものを作り上げました。また、SKIがどういった業務をこなしているのか、どういうステップなのか、そういうのを示すフレームワークです。

ここに座っている皆様もどこかでご覧になったのではないかと思います。これは日本の考え方が基になっているのではないかと思います。マネジメントシステムを作る場合、この考えがベースになっているのではないかと思います。問題を明確化して、目的を設定し、解決すべき問題を作り上げる。そして解決を実際に行う。

これが、SKIQの原則と政策であります。

イニチアチブがスタートで、どういう問題を取扱うか。それから準備、それから実際に行う。それから決定して報告を書いてフォローアップします。

SKIQの内容であります。大変短い名目ではあります。SKIQのゴールとミッション、品質の確保、監督の原則、規制に関するプランニングのサポート、能力のある人材、環境に関する法というのがスウェーデンにいろいろあり、それを取扱っているいろいろの業務を行う。ドキュメントコントロール、また組織のレベルの方も決まります。その他SKIの業務に関する一般的な内容というものもここに含まれます。そのプロセスの重要な内容というのは、次のとおりである。規制をどういったふうで改善していくか、ここに送られてきたドキュメントのレビュー、検査、セーフガード、安全性に関する事故があった場合は、SKIがそれを取扱うことになる。また、国際的な業務、リサーチ、研究プランなどが属することになる。また、国際協力プロジェクト、規制的な内容というよりはサポート的な内容が強いものである。情報公開、これをすべて含みまして統合的な安全性評価と呼べるのではないかと思います。また、緊急事態が発生した場合、その対策をとるといった使命も帯びている。

事業者側に求められている要求の内容は、知識があること、提案された業務を分析する能力があることである。この内容を1つ1つ説明する時間はないけれども、規制の戦略で大事なことは、はっきりとした要求が示されていること、それからプラントの自分たちの評価といものが、要求を満たしている内容であること、運転のプロビジョンに関する自己評価、SKI内での能力、高い質というのが大変重要なベースとなります。

これは、SKIの業務の内容です。施設の組織内の能力、品質のシステムというものを検査する。これがSKIの新しい業務である。また、事故・故障があった場合、その結果も見る。これも

もちろんSKIの業務に含まれている。また、SKIの仕事の範囲、深さというものは、目的次第によって変化する。

SKIQの改善プロセスは上から下、それから下から上という2つの見方がある。今書いてある3つがマネジメントから来る。つまり、上の方から下の方へ降りてくるプロセスの内容である。下にあげてあるボトムアップは、このメンバーから上に要求していく内容で、下から上、ボトムアップという名前が付いている。

そして、局長が、ここに書いている内容を決め、セクションの顔を作り上げる。SKIQのプロセスを改善するための業務、ユニットを作りあげる。そして、各依頼ごとにグループを作って、そのグループごとにマネジャーというのを作る。そして局長がこのグループのコーディネートを行う。

SKIQを行うに当って、まず、一番大切なのは、開発プロセスに参加すること、情報、訓練、セミナーが、このプロセスに含まれます。

プロセスの考えは、常にプロセスというのは改善を辿れるような責任を負っている。

また、インターナルな監視者のトレーニングを行う。また、それに付け加えて、オープンネスというものを作り上げる。そして、外からのフィードバックというのを頂けるようにしている。その内容としては、例えば、委員会のメンバーからのフィードバック、国際業務からのフィードバックがそれに含まれます。

この他にSNAO(スウェーデン国の監視オフィス)というところがあります。そこに毎年レポートを提出している。また、彼らがここに来て良いというシステムをとっている。

これは、SKIQの利益、大きなプラス面を上げているが、時間がないのですべて紹介することができません。

業務によっては、目的を成し遂げたものもあります。

SKIが、このシステムを通して学んだことは、まずマネジメントサポートというのが大変重要な役割を果たしていること、組織に関するシステムが必要であること、すべてが統合されていること、統合された1つ1つをバラバラにするのではなく統合した形でシステムをとるということである。このシステムを成功するに当たり、大切な要素は、アクセスが簡単であること、SKIのサイトにアクセスして頂きますと、こういうものがご覧になれます。先程説明した内容です。あとはメインプロセスでの改善でございます。詳細をご覧になりたい方は、SKIのホームページに入ってクリックして頂きますと詳細をご覧頂けます。あとは入ってクリックして頂くというプロセスをとることになります。

私が説明したことをお分かり頂けましたでしょうか。質問などございますでしょうか。

ちょっとコメントさせて頂きます。

一番大切な要素というのは、いつも頭において頂きたい要素というのは、プロセス、そして戦略である。

Q1. インспекションの中にいくつくらいプロセスがあるのか。または、いくつ手順書が含まれてい

るのか。

A1. 2つだけである。保全に関するマニュアルというものもある。

(3) SKIの検査内容

今からSKIの検査内容についてお話させて頂きたいと思います。

今朝お見せしましたけれども、検査の中にもいくつかの部がある。

各サイトに担当の検査員というのがおります。また、その中のユニットごとにも検査員が1人付いている。こういった検査員が、1つのチームを作り上げている。SKIが何を検査するか、そういうものに関して、いわゆる能力のある人材、そういう人達がチームを作り上げている。だから、自分たちは、担当の現場に向かう大変厳しい検査員であります。

検査員の業務に当たりますは、まず、見る、聞く、そして総合的な検査を行うというのが業務になります。

SKIの業務は、大きく2つに分けられると思います。1つは規則どおりに運転が行われているか、それをチェックすることになります。ですから、SKIがその施設が規則に従って運営が行われているか、それとも改善の余地があるか、そういったことを決める権利があります。もう1つの業務は、検査員が各現場でミーティングに参加するといった監督的な第一の業務よりは厳しくない業務があります。その現場の情報を集めて、SKIに持って帰ってくるという業務内容であります。また、インターナルなプロセス用の事項を決める。また、その集めた情報は、レビューの方に回る。さらには、自分たちの経験の一部としてセーブされます。そういう2つの流れをとることになる。

第2のバージョンの方法、いわゆる簡単な方の監督ですが、年に±110件の業務が入ってくる。第1のより厳しいチェックに関しては、昨年を例にあげますと50件ほどありました。先程、SKIの業務が2つあるとフレームワークを紹介しましたが、何度も申しておりますように、責任というのは、事業者には100%負わされています。

SKIのミッションは、それが実際に行われているか保証することにあります。SKIは、ここは小さい機関であり、すべての原子力発電所施設の業務をチェックできる訳ではありませんけれども、一応SKIの業務のベースになっているものは、事業者側が、自己評価を行って、すべての要求を満たしているということ、そういう条件をベースにSKIの戦略というものが上げられると思います。

SKIがチェックする項目は、ここに書いてある15の項目に分けることができます。もちろん施設の設計、建設内容というのをチェックする。マネジメントコントロール、組織のチェック、スタッフの能力をチェック、もちろん運転の方もチェック致します。炉心、または燃料に関する問題、または臨界の事項についてもチェック致します。緊急事態の体制がどうなっているかもチェック致します。あとチェックするのは、メンテナンス、インサービスインスペクションのチェックですが、このインサービスインスペクションの場合は、当局ではなく、第三者がチェックすることになってい

る。

8番目ですが、何か施設内での修正がある場合は、第一レビューをして、さらにもう1つ細かいレビューをする。それが第三者、独自の人間の手にかかって、さらにレビューを受けることになります。そして第二のより詳細なレビューに関しては、それをSKIのところに送って頂いて、SKIがそれに関してレスポンスをすることになります。

あとは、事故に関する調査、それから10番目が物的防護、それから11が安全分析、安全性に関するレポートであります。

また、12の安全プログラムの内容は、各原子力発電所がいわゆる安全性に関する改善が行われる場合の内容、あとは自分たちで調査を行う内容を書いたプログラムということの意味しています。

あと13は、ドキュメンテーションに関する事項、14は、廃棄物、核物質の取扱い方、そして最後は、核不拡散のコントロール、輸出の時のチェック、運搬の安全性というのを扱っております。

これが、SKIの規制の15の内容となっております、検査を行う場合のチェックリストにこの内容が示されております。

安全評価の一番下の項目に当たるのが、先程の15項目であります。さらに、その上に当たる評価が、多重防護、深層防護であります。

最終的には全体的な結果が出され、あまり多くはないが、時には施設の方へ改善の余地の連絡をすることがあります。

これが、規則に従って運営が行われているか検査するプロセスであります。

検査の前に事業者とミーティングをする場合があります。検査後にまた改めて事業者とミーティングを行います。その後、チームがSKIに戻ってレポートを書く。その後、フォローアップ活動ということがあります。プロセスの最終段階として、事業者と意見の交換が行われることになる。

これが、監督、検査のプロセスであります。第一タイプの検査に比べると、この準備期間というのは短く、しかも、それほど難しいものではありません。各レベルで2～3日の時間を費やす。それだけでOKであります。また、毎週月曜日の午後に、ここでミーティングが行われて、検査の結果について話し合われます。そして、最後に、意見の交換ということでこのプロセスが終了することになります。

原則的には、検査の場合と同じプロセスを辿る訳であります。

Q1. 品質保証に関する事項はないのか、それとも全部に分散されているのか。

A1. これがすべてQAに関する事項ではないかと思えます。これ全体がQAに関する事項だと思えます。事業者からのマネジメントドキュメントにも目を通す。

Q2. 15項目をカバーするレギュレーションあるか。

A2. はいあります。SKIFSの2004:1です。

Q3. 15項目各々にSKIFSがあるか。

A3. 今お見せするものがあります。SKIFSが15項目すべてをカバーする訳ではありませんが、各項目ごとにさらに分かれた項目があって、それで、3年ごとにこういった検査を行っております。スウェーデン語ですが、数日間のうちに英語版を作って差し上げます。

定期的なレビューには、先程の15項目が載っております。

Q4. この表で7番を説明してほしい。

A4. 今年はなんのプランも立てておりません。

Q5. 7. 1から7. 8までを説明してほしい。

A5. 今時間がありませんので、より小さいユニットに分けて行っているということです。

Q6. 防災、ヒューマンファクター、組織等の共通因子は、15項目に含まれないのか。

A6. 火事、防災などについては、改善事項に当たるとしている。昨年、大掛かりなメンテナンス部門の検査が行われましたので、あまり考えていませんでした。

Q7. アクティブコンポーネントに対する要求はあるか。

A7. あります。アウトージ期間中の事項というのもその定義書にあります。

Q8. どのドキュメントに要求があるか。

A8. 全体的な要求はあるが、細かな内容のものはない。

Q9. 事業者が作って、SKIが承認するというやり方ですか。

A9. SKIの規定によりますと、事業者側がメンテナンスのプログラムを作る。それが、SKIの規定に記載されている。そのプログラムをSKIに見せるというプロセスになっている。コンポーネントについては、大変優れたデータベースというのをSKIが持っている。

簡単に申しますと、こちらからの要求としては、各施設がメンテナンスプログラムを作る。明日リングハルスで見せてもらえるのではないか。

Q10. メンテナンスプログラムは、SKIの承認を得る必要があるのか、事業者が持っていればよいのか。

A10. SKIの業務としては、各原子力発電所に、そういうプログラムを作るように命令して、そのプログラムがきちんと利用されているかチェックすることにある。

プログラムに従って各事業者が運転を行っているか否か、それをフォローはするが、承認はしない。事業者は、プログラムを持ってさえいればよく、それで良い結果を出せればよい。その結果をチェックするのがここの仕事ということです。

(4) 事業者の問題認識と解決に対する規制要求

今からお話しますのは、事業者による問題認識、またその解決法に対する規則であります。

問題を5に分けてみました。あのとおりです。運転経験のフィードバック、安全のモニタリングとフォローアップ、採られた手段、調査、レポート。

規則のほとんどが、先程ありましたSKIFSの2004:1に載っています。

施設そのものの、または同じような活動における安全性に関しての重要な出来事、その経験というのは、常に経験を活かすこととし、また職員にその内容というのを伝えることです。各施設がそういうプロセスを抱えており、それがそのとおりに行われているか検査するのがSKIの仕事であります。こういったいろいろな形での規制というのがあります、北欧の場合、BWRに関する決定というのがあります。

原子力の活動における安全性というのは、定期的にモニタリングされ、またフォローアップをする。それで、何か故障があった場合は、それを明確化し、そして安全性というのを保ち、また安全性がさらに改善する形で措置を行うべきである。これが大変重要なものとなります。何か事故・トラブルが起こった場合、どういう手段をとるかということに関して書いてありますけれど、各施設は何か起こった場合、即安全な状態へ導く義務があり、そしてアクシデントが起こったときの重大性というののははっきりしない場合も機能を継続できる状態に持っていくこと、それが重要なポイントであります。欠陥が見つかった場合は、評価し、分類し、そして即調査をするという義務を負っております。これは Forsmark に当てはめるのがよいのではないかと思います。ここに書いてありますとおり、何か起こったときに即安全な状態に持っていくと、冷却、シャットダウンということを意味しています。Forsmark の場合は、シャットダウンに至るまで24時間費やしてしまった。24時間ということは、即、遅れることなくという定義に当てはまるものではないというのが、SKIの解釈であります。いわゆる要求に関する行動をとった訳ですから、最終的には裁判での判決になると思います。ですから、決定を下すのは、SKIの手ではなく、裁判所の方で下して頂くということになります。今週の月曜日の予定であります。裁判所の方へ持っていったのが今週の月曜日ということです。SKIは、それに、これ以上口出しすることはありません。

事故の分類に関しては、この3つの分類法というのを使っております。1に当たるのが一番大きな事故に当たる場合で、ここに当てはまるのが Forsmark の場合であります。1箇所または複数の箇所に亘る多重防護に欠陥がみられた。または深層防護システムにも欠陥が見られる。あとは、安全性というのは、規定どおりに保たれていない、そういう疑惑がある場合にカテゴリー1は適用されることとなります。規則の中にはたくさんありますけれども、例として、1. 1それから1. 5の方をここに書いてみました。許された限度というのを超えた場合の規制であります。また、何か起こった場合に、その安全性というのはどうなっているんだろうか。そういう疑問を投げかける場合のカテゴリーです。Forsmark の場合、この1. 5に当てはまるケースではないかと思えます。

次のカテゴリー2に当たりますのが、限られた条件における運転に関するものであります。

カテゴリー3の方を説明させていただきます。まずテストが行われて、そのテストの結果が悪かった場合には、修理なり、改善なりが行われる訳ですが、技術に関する定義書によりますと、修理を行うにも時間の制限というのには書かれております。この期間に修理すべきところがある場合には修理する。ただし、オンラインメンテナンスは、SKIが許可を与えた場合にだけとられる手段であります。アメリカなどとは違い、スウェーデンではカテゴリー3に属することが起こった場合にオンラインシステムが採用されることとなります。追加的なトレインがある場合には、そ

の場合には、オンラインシステムというのを採用して構わないことになっている。

調査についてお話致します。特にカテゴリー1に属するものに当てはまるんですが、運転を再開する場合は、安全性のレビューをする必要があります。その場合のレビューを行うのが、故障の結果に基づいて行われ、そして手段をとるということになります。今朝話した2つのレビューのタイプに当てはまるのではないかと思います。マネジャーのすぐ下にある部が安全性の評価を行う。運転とは独立した部であります。そして、また運転を再開する場合には、SKIの許可を得ることが必要となります。SKIの許可を求めることとなります。

次はレポートについてお話致します。ここに例を3つあげましたが、次のような状態の場合は即レポート化することが義務化されております。事故または警報がなるような状態が発生した場合、また緊急体制をとらなければならないような事故が起こった場合は必ず報告しなければいけない。先程の分類に属する事故が起こった場合には、これもレポートの対象となります。また、スクラムという状態になって安全性に障害がでるような場合、それも必ずレポートの対象となります。即と言いましたが、これは1時間と解釈して結構だと思います。

カテゴリー1と2に属するレポートに関しましては、その評価を行うのは、ここSKIです。その場合、各部の代表が集まって評価を行うこととなります。今朝A, B, C, D色分けしたもの、ASKが一番上に書いてある業務を担当することとなります。そのグループがカテゴリー1と2に関する業務をすべて行う。そしてその分類をデータベースに収めることとなります。傾向分析をするに当たって、そのデータベースに簡単にアクセスして行うことができることとなります。このデータベースは細かいいろいろな部分に分かれておりますので、そこに入ってデータを得ることとなります。1980年以降のデータがすべてそこに収められています。実際に研究プロジェクトでデータベースに収められているデータが使われてまいりました。

Q1. 各カテゴリーは、毎年何件あるか。

A1. トータル300件。カテゴリー1に属するものはほとんどない。つまり、カテゴリー2と3で300件ある。カテゴリー1は3年に1件の割合である。

Q2. SKIは検査するのか。

A2. カテゴリー1に属する事故が起これば、SKIが現場に行って検査する。

Q3. 定期的な検査は、SKIの検査員がその場に行って検査を行っているのか。

A3. 年間の検査については、第三者が実施し、その検査員が書いたレポートをSKIが読むということになります。SKIが検査に行くこともときどきあります。

Q4. カテゴリー1の事故の後のアウトージ検査は厳しくするか。

A4. 少しは検査時間を長くすることがあるかもしれない。再起動の許可時に確認しているため、アウトージには影響しない。ただし、再起動許可時に条件を付す場合がある。

Q5. カテゴリー1には、共通因子故障が含まれているか。

A5. ここには属さない。設計に含まれている。

(5) 事業者のマネジメントシステムに関するレビューと検査

私の名前は、アンナ ノーステッドと申します。どの部に属しているかという、MTOで、今から事業者のマネジメントシステムに関するレビュー、そして検査の話をして頂きます。

SKIの部には行動に関する科学者が8名おります。SKIの業務と致しましては、マネジメントシステムを扱う、これはもちろんのこと、あとは組織内の事項というのを扱っております。またはレビューを行ったり、検査の方にも係わっております。

では、マネジメントシステムの方に入らせて頂きます。

品質システムについては、1991年に規定というものを作りました。また、総合的な要求システムというのをここに含めました。また、新しい形で規制が出来たこととなります。たぶん、皆様パンフレットを受け取られたのではないかと思いますけれど。

マネジメントシステムに関する要求の第8条にあげてあることなのですが、原子力活動というのは、マネジメントを受け、チェックを受け、評価を受け、そしてマネジメントシステムを使っただけの改善が行われている状況にすることという要求があります。また、検査、コントロールもアップトゥデートな状態であること、それが要求されております。

また、マネジメントシステムの申請に当たっては、その効果性というのが組織的であり、定期的に検査を受ける状態であること、そしてその検査を行うのは検査を受ける側とは独立した機関であることが要求の条件となっています。そして、そのプログラムが原子力発電施設にあるということが条件であります。

毎年検査を行っております。プログラムというものが存在するか、そして機能を果たしているかというのをチェックする。それがSKIの役目であります。

さらに、要求を整理してみますと、安全性の目的、信条というのが実際に存在して、安全性というのが保たれ、そして改善されているかというのを事業者は保証する義務を負っております。SKIがチェックするところは、きちんとしたプロセスで行われているか、安全性に関する目的を持っているか、そのレビューを行うことがSKIの業務であります。また、事業者の責任、権利、協力というのは、しっかりと定義されており、安全性に関する重要な業務を負っている職員のために、きちんとドキュメント化されているか、それを事業者は保証する義務を負っております。また、原子力活動は、プランがきちんと立てられているか、時間、資源、人材なりの資源がそろっているか、安全レビュー、安全性に関する措置がとられているか、それを保証する義務を負っております。

安全性に関する決定というのは、十分な調査、コンサルトを得てなされること、それが事業者から保証されなければいけません。そして、職員の能力が十分あること、また、能力を調べるプログラムというものもあります。また、運転に係わる人材への要求というものもあります。また、職員が安全な環境で仕事ができるように、そういったことを事業者が保障する義務を負っております。安全性に関する重要な経験は、常にそれを利用し、さらに職員にも伝える義務を負っております。安全性というのは、定期的にモニタリングされ、フォローアップされる。そして何か故障な

どがあった場合には、それを明確化し、安全性が保たれるように措置をとること、そしてすべての要求が満たされていることをチェックする訳です。また、マネジメントの状態をチェックするという業務を行っております。

また、システムが分かりやすいものでなければならない。構造も明確なものでなければならない。分かりやすい言葉で書かれていなければならない。そしてマネジメントシステムが、プランニング、運転、フォローアップなどに、どういう役割を果たしているのか明確化されていなければならない。また、安全性に対する目標、ドキュメンテーションというものが明確化されていなければならない。

また、最終的には、事業者が法に従った運転を行っているか、それを保障する役割を負っております。

また、システムの中で記載されているのは、発電所外、発電所内からの要求というのもあります。また、基準に従って運転が行われているかという要求もあります。

こういう情報を集めるということになります。

そして、こういう情報をすべて集めて、検査を行うということになります。そしてマネジメントシステムがどういう形で作られているか、機能がどういうふうになっているかチェックするというのがSKIの業務であります。

4～5年おきに、このようなレビューを行っております。

マネジメントシステムがきちんと機能しているかチェックする。

特定の分野を選んで、インタビューなどを行って、マネジメントシステムがきちんと行われているかをチェックする。その場合、マネジメントに関わる人材のインタビューもありますし、また下にいる職員のインタビューによりチェックを行う場合もあります。

いろいろなドキュメント、プロトコルなどをチェックして、マネジメントシステムが機能しているかチェックする訳であります。

これが私のプレゼンの最後にあたります。ここに書かれている状況をチェックするためにいろいろなプロセスをとることになります。なるべく、一番上の左の状況をチェックして、一番右の状況に至らないように努力している訳です。他の言葉を用いると、質という面をみる、それが安全性の一番重要なポイントではないかと思えます。

Q1. その検査は何日か。

A1. 2～3日です。検査用プログラムというのがありまして、そのプログラムを使っての検査ということになります。それはすべての活動範囲という意味もあります。4年ごとにすべてをカバーするようなチェックを行う。

Q2. 人や時間が十分かどうかは、どうやって検査するのか。

A2. インタビューでデータを集める。情報を集めるのがSKIの仕事である。

Q3. あなたはどのような学科を出ましたか。

A3. 行動学です。

Q4. 8名が行動学か, 1人がだけか。

A4. 8名が行動学です。

Q5. Forsmark の酒を飲んだ運転員は, マネジメントシステムではどうなるか？

A5. アルコールを帯びた職員がいたという噂が流れておりますけれど, Forsmark の職員ではありません。外からアルコールを飲んだ人が入ってきた。新聞にファーチュマルクの職員が酒を飲んでいと書かれていたけれど, 必ずしも正しいことが書かれている訳ではない。

以 上

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

Ⅱ.7 リングハルス発電所 (2月2日午前)

1.日時:

平成19年2月2日(金) 9:00 ~ 12:00

2.場所:

スウェーデン Vattenfall 社 Ringhals 原子力発電所

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

Ringhals 発電所: Larsson 氏, Ekelundh 氏, Guansson 氏

SKI: Gunsell 氏, Morberg 氏

【機会学会欧州調査団】

水町団長(原子力安全基盤機構), 奈良林副団長(北海道大学),
小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会),
家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝),
高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力),
森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

- (1)Ringhals-a part of Vattenfall Introduction(プレゼンテーション資料)
- (2)Ringhals-a part of Vattenfall Efforts to improve safety and performance
(プレゼンテーション資料)
- (3)Organization for safety review in Ringhals NPP(プレゼンテーション資料)
- (4)Ringhals Quality Management System, RVS(プレゼンテーション資料)
- (5)RCA-Applications at Ringhals(プレゼンテーション資料)

5.議事概要:

(1)Ringhals 原子力発電所の概要について

- ・ Ringhals 原子力発電所はスウェーデンヨーテボリより南東海岸沿い 80km に位置し、オーナーは Vattenfall(70%)及び E.ON(30%)である。4 基のうち、1 号機が BWR、残りの 3 基は PWR であり、現在 2, 4 号機が運転中である。(1976 年に 1 号機(860MW), 1975 年に 2 号機(917MW), 1981 年に 3 号機(960MW), 1983 年に 4 号機(960MW)が運開している。)トータル出力は 3574MW (28TWh/年)であり、スウェーデンで必要な電力の 20%をカバーしている。
- ・ 従業員は 1380 名で 60 以上のグループがあり、85%が男性、15%が女性である。高校卒から大学博士課程卒まで幅広く採用している。また、約 500 の協力企業及びコンサルタントを抱えている。
- ・ 1kWhあたりの発電コストは、0.15-0.2 ユーロであり、年間あたりの税金は 1 億 4200 万ユーロで、これは全従業員の給料の 2 倍以上にあたる。(生産コストの内訳は税金が 20%、運転/保守費用が 35%、燃料及び資産関連がそれぞれ 16%、廃棄物処理が 3.6%の割合)
- ・ Ringhals 原子力発電所では環境(職場環境を含む)を考慮しており、ISO14001, EPD (Environmental Product Certificate)等を取得している。
- ・ Ringhals 原子力の組織は、4 つのユニットに対しそれぞれプロダクションマネージャを設置し、各部の責任を負っている。また、各ユニットのプロダクションマネージャの下に、防護、保全、プロジェクト、技術、資産、ビジネスサポートグループを設置しており、1 ユニットあたり 140 名、うち保全部門は 4 ユニットのトータル 350 名で構成されている。
- ・ 2006 年度の設備利用率は 1 号機が 90%、2 号機が 92%(過去最高)、3 号機が 82%、4 号機が 91% であり、過去 10 年間でみると、徐々に上がっている。4 基トータルの設備利用率は 2004 年が過去最高であり、2006 年度は過去 2 番目の数値(3 号機に関しては火災があり、利用率が他号機に比較して下がっている)である。
- ・ 低・中レベルの廃棄物処理は SKB が全ての業務を行っており、最終処分は Forsmark 原子力発電所の近くを計画しているが、現在検討段階であり 1, 2 年以内に決定する予定である。(15 年後に計画している廃炉処分もここを使う予定)。高レベル廃棄物処理については別会社が計画
中。

(2)Ringhals 原子力発電所における安全性とパフォーマンス向上について

- ・ Ringhals 原子力発電所では安全性、環境、能力を長期/短期に渡る経済性の向上に重要な基盤であると考えており、文書作成にあたってこの 3 つの基盤をもとにしている。
- ・ 現在問題と考えている事項に、人的資源の不足が挙げられる。10 年以内に 300 名以上が退職する上、新しいプロジェクトが計画されており、従業員 500 名、コンサルタント 250 名が必要である。また、大学卒(電気、化学、エネルギー、運転・保全技術、物理分野)の人間を増員し、2010 年度までに所員の 20%(100 名必要)を女性にすることも計画している。
- ・ 安全性に関する SKI, SSI の要求に従うこと、4TWh の出力増加のためプラントのリニューアルと寿命を延長すること、環境への負担を減らすことを重点目標としている。
- ・ 2012 年度までに 300 以上のプロジェクトを考えている。1 号機については制御装置と高圧タービ

ンの更新, 2号機については電気/制御装置と発電機の更新, 3号機については増出力, 原子炉圧力容器ヘッダ, タービン発電機の更新, 4号機については蒸気発生器, タービン発電機, 原子炉圧力容器ヘッダの更新を計画している。増出力に関しては1, 3, 4号機で計画しており, トータル4TWh増を目標にしている。

- ・ 安全性についてはSKIの規制要求に従うとこと, ベテラン職員の運転経験を生かすこと, 安全文化を育てること, 組織の改善の4つを整理することで検討している。
- ・ 外部からの運転経験はINPO, NRC, WANO, ERFATOMの情報やWestinghouse, Framatome等からの情報をAPS(ワーキンググループ)で評価, 分析, 測定を行い, 1ヶ月に1回実施するSPS(ステアリング委員会)で安全性に関する検討, プロダクションマネージャへの推奨事項の検討, 長期的な安全性のランク付け, プロセスのパフォーマンス評価を実施している。(各部門のマネージャが出席している)
- ・ 情報源はWestinghouseから32%, NRCから26%, WANOから20%, IAEAから3%の割合となっている。

(3)品質管理システムについて

- ・ Ringhals 原子力発電所における品質管理マネジメントシステム(以下, RVS)は, 発電所におけるミッションを伝えるツールであり, 安全性, 環境, 技術を正しく使いその価値を上げることを目的としている。3つのレベルに分類され, 第一のレベルではビジネス, 戦略, マネジメントフィロソフィ, 規制の要求を記載, 第二のレベルでは組織の構造, 責任, 機能, 業務のプロセスを記載, 第三のレベルでは収益性と規制要求に関する詳細な作業方法を記載している。
- ・ RVSで扱う要求は化学, コンフィギュレーションマネジメント(CM)/ドキュメンテーションマネジメント(DM), 建築/土木, 安全性, 設計等, 22のエリアに分けられている。プロセスと組織をXY座標に示し, それぞれの組織が何をすべきかまた, 業務を実施するにあたり必要なドキュメントを明確にし, プロセスに従って業務をチェックしている。現在, システムを開発中であり1, 2年後には結果を示した文書を確認することができる予定である。
- ・ CM/DMという観点から見るとマネジメント, プラントデザイン, プロセス, 組織, プロジェクトの5つの文書クラスがあり, RVSではマネジメント, プロセス, 組織を定義している。
- ・ プラントのテクスペックはプラントデザインに含まれており, RVSとテクスペックの間のコネクションは運転/保全のプロセスを経由している。また, RVSのサポートにより発電所の業務が管理, 制御, 評価され, SKIの安全性に関する規制要求を満足するようにしている。

(4)Ringhals 原子力発電所における安全レビュー組織について

- ・ 安全性の責任を負うのはSKIではなく, 100%事業者であり, SKIFSに記載されている規制コードを満足する必要がある。
- ・ 安全性のレビューには2段階あり, 第一のレビューは1~4号機の組織のレビューであり, 第二のレビューは独立した安全レビュー(第一のレビュー以外をカバーするレビュー)である。
- ・ RQでは安全性と環境に関する全般を取り扱っており, その中で原子炉安全性に関するものをRQSが取り扱っている。

- ・ 審査するのはトラブルがあった場合であり、安全性、深層防護等に関して 2004 年の SKI の規制要求に従っているかをレビューする。レビューの内容については組織、記録の二段階に渡って行われる。
- ・ RQS には 9 名が所属しているが業務量が多く 3, 4 人を増強する予定である。また RQS の人間は運転、原子炉安全性に関する経験が豊かな人材が多い。
- ・ 文書化に含まれる重要なポイントは、チェックリストが決断力を持った形で作られているかどうかであり、レビューの内容に透明性とトレーサビリティが要求される。

(5) Ringhals 原子力発電所における RCA (Root Cause Analysis: 根本原因分析) について

- ・ RCA の対象となるイベントに関しては、テクスベックの定義に従って、カテゴリ 1: 大きな事故／運転の際、許可を必要とする大きな事故、カテゴリ 2: 大きくない事象、カテゴリ 3: 機器の故障後、修理し安全性レビューを行うが RCA の必要はない事象の 3 つに分類される。尚、カテゴリ 1 に関しては SKI の承認が必要になる。
- ・ 分析方法には原因分析を記載した簡潔なもの、MTO (Man Technical Organization) 分析 (HPES (Human Performance Evaluation System) / RCA)、プロアクティブな分析があり、MTO 分析は 10 回／1 年、プロアクティブな分析は 1 年に 1 回程度実施している。
- ・ MTO 分析の基準は、INES1 かまたはそれ以上、MTO ケースとして興味深い事象、重大なインパクトがある事象、繰り返し発生している問題、学ぶべきポイントがある事象、複雑な事象のいずれかにあてはまる場合に実施する。
- ・ MTO 分析ではラインのマネージャが決定権を持ち、コーディネータがチームを作る。分析の方法はどのように事象が起こったかの原因分析、障壁分析を行い、結果をレポートにまとめ、是正処置プロセスを取る。
- ・ 現在、知識を広める意味で HPES, MTO に関して職員のトレーニングを実施している。(昨秋は 90 名の人材を対象に実施した)
- ・ 改善すべき点としては、CAP プロセスの品質向上、CA (Corrective Action) の長期的な影響、MTO 分析の基準、内部の運転経験のデータベース、人的要因に関する外部の運転経験、運転経験に関するコミュニケーションの 6 つであり、うち 3 つに関しては満足している状況である。

6.質疑応答:

(1)Ringhals 原子力発電所の概要について

Q 4号機の蒸気発生器の交換は出力増加のためのものか?

⇒出力増加を目的としたものではなく、老朽化のため将来のことを考え交換したものであり、その結果として、出力増加にもつながっている。

(2)Ringhals 原子力発電所における安全性とパフォーマンス向上について

なし

(3)品質管理システムについて

Q プロセスレポートは誰が書いているのか?

⇒プロダクトマネージャが書いている。また、収益性のレポートは所長が書いている。その他に関してはエキスパートがいる。

Q RQS の在任期間は?

⇒5年、6年働いている人もいるが、新人もいる。

Q 他のグループとのローテーションは取っているか?

⇒ローテーションは取っていない。必ずしも、全てのトラブルをカバーできるわけではなく、他のグループに援助を求める場合もある。

(4)Ringhals 原子力発電所における安全レビュー組織について

Q 第一のレビューはプロダクションマネージャが実施するのか?

⇒第一のレビューは固定ではない。

Q 安全性のレビューはどのような時に行うのか?

⇒1年に1回という決まりはない。大きな不具合があった場合、安全解析レポートの改訂がある場合、10年毎のPSRの際に、実施している。

Q 独立した検査については、外部からのレビュー(教授等)があるのか?

⇒独立した検査については教授等も呼ぶ場合がある。(技術的な面、人的な面の両方が含まれる)

Q 3号機の火災の際、第一のレビューと独立したレビューにかかった時間とマンパワーは?

⇒第一のレビューは約30名(常に30人が働いていない)で、4~6週間を要した。

⇒独立したレビューは3名が最初にレビューに関わり、その後、9名からなるチームが加わり、約3日を要した。

Q レビューの中でリスタートしてよいという結論を出すのか？

⇒出す。

Q 火災によるリスタートには SKI の承認が必要だったか？

⇒許可は必要ない。レビューの結果をSKIに送っただけである。但し、アップレートに関してはSKIの承認が必要である。アップレートに関してはビッグプロジェクトとして取り上げており、必要に応じて日本に説明に来たいとの回答。

(5)Ringhals 原子力発電所における RCA(根本原因分析)について

Q RCA に関する社内マニュアルはあるのか？

⇒ある。(但しスウェーデン語)

以 上

日本機械学会「原子力の安全規制の最適化に関する研究会」第2次訪欧調査議事録

II.8 リングハルス発電所 (2月2日午後)

1.日時:

平成19年2月2日(金) 13:30 ~ 16:00

2.場所:

Ringhals 発電所インフォメーション・センター

3.出席者:

【訪問先名及び訪問先出席者】

Ringhals 発電所インフォメーション・センター

Ringhals 発電所: Larsson 氏、Ekelundh 氏、Guansson 氏

SKI: Gunsell 氏、Morberg 氏

【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), 奈良林副団長(北海道大学), 小林幹事(原子力安全基盤機構), 穂山(日本原子力発電), 荒川(日本原子力技術協会), 家城(東京電力), 井上(九州電力), 大山(エナジス), 佐川(日立製作所), 清水(東芝), 高柳(中部電力), 谷川(関西電力), 中村(中国電力), 水嶋(東北電力), 森園(原子力安全基盤機構), 和地(三菱重工), 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),

【その他出席者】

Yoko Tomiyama-Claesson(通訳), 小倉(グロリアツアーリスト)

4.資料:

- ・ Ringhals – Maintenance
- ・ Condition Based Maintenance (CBM) at Ringhals
- ・ SRCM (Streamlined Reliability Centered Maintenance)

5.議事概要:

プレゼンテーション開始前、バスにて Ringhals 発電所の管理区域内を見学した。テロ対策として、保安員がバスに同乗し、管理区域の撮影は許可されなかった。また、各ユニットの周囲には石づみによるバリアが設置されていた。事務所等の各建物は、このサイトが出来る前に住んでいた地元農家の名前が付けられている。循環水の温度が海水温 10℃程度上昇するのを利用し、魚の養殖をしている。中央制御室には、常時 8 人の運転員がいる。警備は、麻薬や飲酒していないかの検査もしている。ヒートシンクとして海水を利用しており、その水量は 8 万 t/s。自然環境の保護に気を遣っており、岩盤がむき出しのままの場所もあった。

午後のプレゼンテーションは、Ringhals における保守の実態が説明された。保守部門の人数は約 300 人で、5つのセクション、すなわち、機械、電気、計装、技術、計画に関するセクションにわかれている。この中で技術セクションは、RCM や CBM 等に関する仕事を行っている。保守部門の目指すところは、プラントの寿命を 50 年にのばすことや、設備利用率を 92%に維持すること等であるが、例えば設備利用率については、停止時点検の内容に応じて、仕事の手順や、人員配置を適正なものにし、それを定型化させることが重要と考えている。また、人的能力の点からは、技術継承の観点から人員を一時的に増加させ、訓練等によりコアの技術を構築していくことを考えている。「労働生活研究所」の協力も得ていく。保守活動が良好に行われていくためには、管理者のリーダーシップによって方向付けされた期待や改善が必要である一方で、働く人のスキルや態度が、その管理者の期待に合わせていくことができるかによる。

1995 年から、それまで時間計画保全(TBM)のかわりに状態をみながら保全を行うことを増やしていけないかという可能性についての検討が行われてきた。現在行われているプロジェクトの目的は、4基に同じ系統機能を評価する基準を作ることや、PIS が運転員や保修員の能力に関する分析ツールとして効果的に使えるようにすること、さらに状態監視保全(CBM)への移行に役立つ共通基盤をつくることである。また、運転員が責任をもって、もっと楽しく仕事ができるようにすることも目的の一つである。PIS に振動などの種々のデータを取り込んでいる。特に安全系にかかわる 6KV のモーターはオンラインでモーター温度やベアリング温度をモニターしている。SRV については、毎年系統から切り離すことなくテストをしているが、3 年に 1 回は取り外してふき出し圧力をチェックしている。制御棒駆動機構(CRD)については、157ヶあるがそのうち毎年 20ヶを選んでテストしている。その情報から次、どの CRD をメンテナンスするかを決めることになる。

簡略化信頼性重視保全(SRCM)とは、系統やユニットを評価するための、論理的で機能的な方法である。SRCM での評価基準は、以下の通りである。

- ・ 原子炉停止機能に影響するか？
- ・ 出力または効率低下をもたらすか？
- ・ 環境制限値の逸脱をもたらすか？

- ・ 原子炉安全に負の影響(TS 制限値からの逸脱等)をもたらすか？
- ・ 人的傷害をもたらすか？
- ・ 重大な損傷をもたらすか？
- ・ ALARA や第三者への降下放射能に係わるゼロエミッション要件を守るための所内放射能環境に対する負の影響をもたらすか？
- ・ 火災を引き起こすか？

SRCM は、信頼性重視保全(RCM)をベースとしており、SKI コードをみたすため、あるいは設備利用率の向上を目的としている。SRCM には、経済性評価モデルも組み込まれている。評価対象機器は 11 万で、この解析は 2003 年の秋にはじまり、終了は今年いっぱいを予定している。来年の秋には結果が出る予定である。1ユニットあたり 50 の系統を選んでいくが、これは安全系だけでなく保全上重要な系統も選んでいる。この系統の選択を行うのは、他の技術部である。SRCM は、点検の最適化を目指し、たとえば、点検をしているのに運転されていないポンプがあった場合などは、取り外すことも考慮されることになる。また、今回の取りまとめだけで終わることなく、今後も引き続き改善に取り組んでいくことになる。

6. 質疑応答:

1. Ringhals - Maintenance

Q: 世代交代で示されているワークシフトと改善方針は。

A: 通常の勤務時間は、7:30 から 16:00。停止時はシフトを設ける(必要に応じて)。臨界時は、3 シフト。停止期間を短縮するため、外部の人も内部の人も業務に関わる。能力の向上を計画している。

Q: 保守による故障と保守に関わらない故障を分類しているか。

A: していない。

Q: 検査のマンパワーはどうか？

A: 普通は1人で行っている。チームを作って行う場合もある。

Q: 停止時の保守検査に関わる人数は。

A: 通常の停止時は 100~600 人(外部の委託業者も含まれる)。

Q: p.4 で機械、電気、計装のエンジニアとエンジニアリングセクションのエンジニアの役割の違いは。

A: 前者は、自分の属するユニットの機器を担当し、熟練するとユニットに依存しない機器の担当となる。後者は、機器を横断的に見ており、CBM や RCM をする。

Q: エンジニアリングセクションの人数は。

A: 14~15 人。

Q: 超音波試験(UT)検査の資格を持つ人は保守部門にいるのか。

A: いない。技術部門にいる。

Q: 保守と検査の違いは。

A: 「保守」は機器の全分解や修繕することであるが、そのうちの一部を「検査」と位置づけている。

Q: リスク情報を活用した供用期間中検査(RI-ISI)の計画はどの部門が担当しているか。

A: 技術部が担当する。保守部門ではない。

2. Condition Based Maintenance (CBM) at Ringhals

Q: 状態監視の際のしきい値はどのように設定しているのか。

A: 設定については非常に難しい。国際スタンダード、経験とメーカーの推奨で決めている。SKI は事業者任せにしている。共通のデータベースがある。1975 年からデータを持っているしきい値を決めている。振動、音、油分析もしている。

Q: 状態監視をしていて、そのデータが例えば大きくなった場合の分解点検をする場合の「しきい値」はどのように決めているのか？

A: 経験等から判断して決めている。SKI も事業者任せにしている。

Q: 安全逃し弁(SRV)に関しては、何のデータを CBM としてモニターしているのか？

A: ふき出し圧力を見て、トレンドをみている。

Q: CRD についてはどうか？

A: ナットのガタは CRD のポジションに関係するものである。

Q: CBM のデータを用いて制御棒駆動機構(CRD)の保守を延長することを考えているか。

A: 現在、SKI と検討を開始している。

Q: SKI はそのような変更を認めるのか。米国では、データをそろえて既に延長を認めているが。

A: SKI は歓迎する。

Q: CRD は 3 年おきに取り出して試験しているのか。しない場合は漏洩をはかるのか。

A: その通り。

Q: CRD は電動か。

A: その通り。

Q: CRD のナットのトレランスとは。

A: いわゆる CRD の位置決めを見ている。

Q: 安全関連機器で CBM(振動測定)を実施している機器の数は。

A: 多くの重要なポンプの振動をみている。

Q: オンライン測定とそのほかの割合は。

A: 回転機器の 30%程度はオンラインでみている。残り 70%は小さいことなどにより可搬式のタイプで測定している。

Q: TBM から CBM への変更で Tech.Spec.の変更をしたプラントは。

A: まだしていないが、将来的にはあるかもしれない。

Q: 組織の中で、CBM によりポンプを止める等の行為を行う場合の責任は誰がとるのか。

A: 最終的な判断は運転側が行う。なお、収集したデータに基づく推奨は保守部門が行う。

Q: 小さいポンプは現場で可搬式タイプで振動測定をしているとのことだが、それは所員が行うのか関係協力会社が行うのか？

A: 所員が行う。

Q: CBM の結果を利用して保守を行うあるいは頻度を変更する際の責任は。

A: 運転部門が責任を有する。振動に変化があったときは保全部門に連絡し、保全部門が責任を有することとなる。

Q: 点検の頻度の変更も同様か。

A: 同様である。

Q: CBM のみに変更した機器は。

A: まだやっていない。これから。

Q: オフラインの測定は誰がやっているのか。

A: 内部の人である。

Q: 測定している振動のパラメータは。

A: 速度。

Q: 過去のデータは、CBM を行うにあたって役立っているか。

A: 古いデータを見ることもあるが、ほとんどは 5~6 年前からのものが役に立っている。

3. SRCM (Streamlined Reliability Centered Maintenance)

Q: 機器の重要度を定める時に「火災」という現象を引き起こす機器も重要と考慮しているのか？

A: その通りである。

Q: SKI は、機器の重要度を考慮する際、どのように関与するのか？

A: 8 項目の現象に関与するもののうち、原子炉の安全性に関するものは関与するが、それ以外は明確にはなっていない。

Q: 2003 年の秋から取り組んでいるとのことだが、保全の方式等を変更した事例はあるか？

A: まだない。

Q: SRCM を実施したことにより変更される例は。

A: CBM の導入が増える。また、保守頻度を延長する可能性がある。

Q: 全システムとしてはいくつくらいになるのか？

A: 全部で 1 ユニット 80~90 系統であり、そのうちの原子炉安全に関わる 50 系統を選んでいる。例えば、飲料水の系統などは選んでいない。

Q: 機器についてはどうか。

A: 4 ユニット合計で 11 万個である。

Q: 保全の方式は重要度に応じてどのようになっているか？

A: 重要度の高いものは、TBM。重要でないものは CBM。TBM と CBM 両方行うものもある。

Q: 非安全関連機器も含まれているのか。

A: タービン等の非安全関連機器も入る。

Q: 保全プログラムの選定で、クリティカルならどのような保全をするのか。

A: ERIN のテンプレートで判断する。CBM 及び TBM となる。

4. 日本機械学会(JSME)「新しい保全プログラムの取組み」

Q: 何年間のデータを収集するのか。

A: これから収集する。既に収集している電力会社もある。CBM は 5 年間の実績がある。

Q: 対象機器は限定しているのか。

A: 原子炉の安全上重要な機器からはじめて、少しずつ増やしていく。

コメント: 数年後に結果を聞けることを楽しみにしている。