

保全のための科学技術 —ドイツ人非破壊検査専門家の見解— —福島事故からどのような教訓を得たか？

1974年に応用数学と応用物理の基礎研究を終え、フ라운ホーファ研究機構(IZFP) 非破壊検査研究所においてPhD論文に着手すると同時に研究職のキャリアを開始し、1979年にPhDを取得後も更に同研究機構に於いて研究に従事した。長年にわたって電磁気、特にマイクロ磁気の非破壊検査を専門とし、研究グループリーダーと電磁非破壊検査部門の室長、後には副所長、及び非破壊検査開発部部長としての責任も果たした。私が担当した委託研究のほとんどはドイツ原子力安全研究プログラムに関連して行われた。本原稿では、このIZFPでの20年以上の経験に基づき私見を述べる。

私が研究において特に注目してきているのは、材料欠陥の検出とサイズを測ることに加えて、中性子の照射損傷と同様に、経年劣化現象と塑性変形によるダメージの特性を明らかにすることや、低サイクルと高サイクルの疲労、熱時効、熱時効と低サイクル疲労の相乗効果であった。フェライト・ベナイト・マルテンサイトといった炭素鋼の微細構造に加えて、オーステナイト系ステンレス鋼にも注目した。残留応力評価法の開発は、私が焦点を当てているものの中でも、微細構造の変化と同様に優先的な事柄であった。

退職の数年前、私の専門的知識を期待され、ドイツ原子力安全委員会の耐圧機器及び材料委員会のメンバーに選ばれた。また、政府の支援による事業提案の採択を決定する経済技術省の事業評価委員会委員をつとめた。2011年に退職して以来、研究機構の上席科学顧問となっている。

2012年11月に東京大学で開催された「保全科学技術に関する国際会議ICMST2012」の国際組織委員会のメンバーになることを要請された。この文章の表題である間に答えるため、パネルディスカッションに参加した。

私の回答は国の公式な代表者としてのものではないが、一方では私の経験を反映しており、さらに、我々が将来何をしなければならないことに関する私の態度と決意を反映している。

福島第一発電所事故(2011年3月11日)後、我々はTMI(1979年3月28日)およびチェルノブイリ(1986年4月26日)の後と同じ状況になった。すなわち、我々の世界はもはや以前と同じではない。

スリーマイル島の事故は7段階の国際原子力事象評価尺度(INES)のうちレベル5の事例である。チェルノブイリはレベル7であり、福島も同様にレベル7であ

る。

しかしそこには大きな違いがある。原子炉の型式、設計の違い(TMIはPWR、チェルノブイリはRBMK、福島はBWR)だけでなくTMIとチェルノブイリでは人員の専門教育の欠如といった人為的要因が大きかったという事実がある。また大気中への放射線の放出結果にも違いがある。更に、チェルノブイリでのみ、事故のすぐ後、ソ連政府によると31人の死者があった。がん発症率はいまだ調査中である。

ドイツでは、事故の結果、原子力産業について以下のような根本的な影響が生じた

- 2010年秋、メルケル首相の主導により当時の政府は原子力法を改正した。現存する原子力発電所の稼働年数が延長された。(1980年以前に運転開始したものは+8年、それ以降の現存する10の原子力発電所は+14年)
- 緑の党が反原発政策を掲げ広く支持されたのを受け、メルケル首相は地方選挙のため政策方針を環境保護の方向へ変更した。省エネルギーが今では中心的な話題となっている。地方選挙が2011年3月27日にバーデンビュルテンベルク州で予定されていた。緑の党は有権者に判断されるという正に最前線にいた。そして3月11日に福島の事故が起きた。
- 福島の事故の翌日(3月12日)、メルケル首相はドイツの全ての原子力発電所の徹底的な検査を宣言した。原子力発電所のうち暫定運転状態にある最も古い8原子力発電所はその運転が困難となった。有権者調査(3月20日)は以下のことを明らかにした: 11%のドイツ人はすべての原子力発電所を即刻停止したいと考えており 更に52%は5年以内の停止を望んでいる。回答者の5分の1は22年以内に停止することを求めている。今後も原子力が必要だとしたのは17%のみであった。
- 原子力安全委員会はすべての原子力発電所にストレステストを行うように求めた。更に、福島の事故の影響について議論するため、倫理委員会が設立された。
- 2011年6月30日、再びドイツの原子力法が改正され、8原子力発電所は段階的に閉鎖され、残りの10の原子力発電所は2022年までに閉鎖するべきとされた。

この決定は政治的に不可逆である。なぜなら、政府の全ての政党一左翼から右翼までがこの政策を支持し、またドイツは、近い将来に代替エネルギーの分野で頂点に立つという目標があるからである。

しかしながら、われわれ技術者はこの歴史から次のことを学ぶことができる。

民衆中心主義の政治家というものは、有権者の投票の変動に従っている。すなわち有権者調査を恐れ、あらゆる論点を考慮に入れた合理的な議論よりも重要視しているということだ。

ドイツは原子力をやめるだろう、たとえ世界で一番安全な原子力発電所を持っていたとしてもである。私たちは基準を満たした耐用年数と高経年化管理を保全の一部として導入した。そこでは、オンラインモニタリングの方法の基準を導入していた。ドイツの電力会社は、この基準が確定される遥か前から、自主的にこのような機器管理を導入していた。蒸気発生器ノズル、加圧水型原子炉のサージ配管は何年も低サイクル疲労のモニタリングが実施されていた。FAMOSと呼ばれる温度測定と有限要素法を併用した評価技術が、疲労寿命を決定するのに使われている。

上述の国際会議に於いて下記のことが明らかになった。日本の電力会社は福島事故から教訓を学んだ。停電と原子炉格納容器内での水素爆発の原因が現在の最大の焦点である安全性の観点から、技術的、組織的（総合的

品質マネジメント）に改善活動が開始されており、それらは直ちに実行されるだろう。

福島の事故の悲劇は、地震が発生した時点では全ての緊急システムは100%作動していたが、予期しなかった猛烈な津波のせいで停止してしまったことにより生じた。もし、地震によってダメージを受けたか、塑性変形した機器があるかもしれないということを考慮に入れると、二つの課題がある。まず非破壊検査によって塑性変形を地震が起こる以前の状態の情報無しで、検出しなければならない。この課題は平易なものではないが、非破壊検査によって解決できるものである。私の所属する機構は技術と経験を持っており、この問題に関して日本を支援することができる。二つ目の課題は、寿命がどの程度縮められたかを判断することである。材料科学の専門家とともに共同研究を始める必要がある。

インフラを見てみると、日本での状況は特に深刻な点もある。なぜなら地震により社会基盤全体が影響を受け、損傷を受けている可能性があるからだ。これには高速道路の架橋や高速列車の橋梁、超高層ビルの鉄骨構造なども、おそらく含まれる。保全のための研究開発が必要不可欠だと考える。

[ゲルト・ドブマン フラウンホーファ研究機構 非破壊検査研究所]



PSAM Topical Conference in Tokyo (Tokyo PSAM2013)
- In light of the Fukushima Dai-ichi accident -
(主催：国際PSAM協会、共催：日本原子力学会、日本機械学会他)

参加登録に関するご案内

www.psam2013.org
2013年4月14-18日
東京 ハイアット リージェンシー東京（新宿区）

確率論的安全評価と管理に関する国際会議(PSAM)は、国際PSAM協会(IAPSAM)により2年毎に開催され、原子力、化学プラント、輸送、航空機など広範囲の分野における確率論的手法の研究、利用、規制に関する発表、意見交換を行うことを目的とし、日本でも2000年に大阪で第5回会議を開催し、成功を収めています。

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、福島第一原子力発電所事故によって放射性物質が放出され、現在もその除染作業等において、国や自治体、電力会社を始め、多くの方々の努力が続いています。

このような状況を踏まえ、事故発生の原因、経過、得られた教訓などの情報を広く世界の関係者に提供することが日本の研究者、技術者の責務であると認識し、それらの情報を世界の専門家や一般の方々と共有し、幅広い角度から議論を行うことによって、PSA及びリスク管理の技術の進展とそれによる原子力安全の向上に貢献することを目的として、本トピカル会議を開催いたします。

また本トピカル会議ではテクニカルツアー(4/18)として、福島第一、第二原子力発電所、および東海第二原子力発電所の見学会を予定しております(先着順)。

是非、皆様方の積極的な参加を宜しくお願い致します。

詳細はホームページ (<http://www.psam2013.org/Registration.html>) をご参照ください。

早期参加申し込み : ~平成25年2月28日

オンライン参加申し込み期間 : ~平成25年3月31日

連絡先 : Tokyo PSAM事務局 (info@psam2013.org)



日本保全学会
Japan Society of Maintenology

〒110-0008 東京都台東区池之端2-7-17 井門池之端ビル10F
URL : www.jsm.or.jp
Tel : 03-5814-5430 Fax : 03-5814-6705
E-Mail : secretariat@jsm.or.jp