

## 研究会概要

### Ⅲ-1 有機材料、光ファイバ、半導体等の機器、材料に関する 耐放射線性試験研究について

#### 1.1 原子力発電所用電線・ケーブルの経年変化 (日本原研 高崎研 日馬 康雄 氏)

原子力発電所の工学的寿命を予測・保証する場合のクリティカルな要素の一つである電線・ケーブルの、放射線・熱・湿度・応力などの複合環境下での劣化挙動についての研究が紹介された。重要な項目は、①劣化機構の解明と促進劣化による試験法の確立、②非破壊劣化モニター法の開発、③実環境の把握、であり原研で実施されている①②の代表的な成果が紹介された。貴重な長期間試験の結果のデータベース化や、③についての電力会社の協力の必要性が指摘された。

#### 1.2 炭素繊維強化エポキシ樹脂の放射線劣化評価法 (早稲田大学 理工学研

浜 義昌氏)

原研(高崎)のダイナミトロン(2.0MeV, 2.7mA, 0.5kGy/s)を用いて、高靱性と従来型のCFRPを電子線照射し、三点曲げ試験及び層間破壊靱性試験を行って耐放射線性の評価法としての検討結果が報告された。その結果、三点曲げ試験は破壊モードが複雑なため曲げ強度で耐放射線性を評価することは危険である。照射によって繊維が架橋するような場合はせん断応力(モードII応力)下での層間破壊靱性試験で評価すべきであること等が紹介された。

#### 1.3 ICメモリの14 MeV Neutron 照射によるソフトエラー (阪大工 スナルノ 氏)

MOSにより構成された集積度の異なるSRAM-IC(16, 64, 256 Kbits)が、14 MeV中性子で照射された際に呈するソフトエラーについての実験結果が報告された。まず、中性子源である加速器(Oktavian)と測定系の構成が概説され、16, 64, 256 Kbitsに対してそれぞれ、2, 1, 3種類の製品についての照射7ミス対ソフトエラー数の測定結果が示された。これらは、エラーの断面積という形態で整理され、集積度の高い程エラーの発生する確率が高いことが示された。

#### 1.4 トラップされた正孔のアニールのバイアス電圧依存性とその測定技術 (宇宙開発

事業団 久保山 智司 氏)

低線量率・長時間被曝が問題となる宇宙用素子の評価法の研究のため、MOS構造キャパシタの $Co^{60}$   $\gamma$ 線照射実験が行われた。照射に起因する酸化物中の正孔は生成とアニールによる消滅が競合し、実験可能な時間内では実際の集積線量に対する情報が得られない。そこで、照射中の負バイアスの印加で正孔のアニールが抑制されるという発見を利用して照射後の正バイアス電圧に対する正孔アニール依存性がC-V測定法によって調べられ、

トラップされた正孔の準位はシリコン伝導帯エッジより上に存在すると結論付けられた。

#### 1.5 酸化物高温超伝導体の中性子照射効果 (京大 原子炉実験所 岡田 守民氏)

固相反応法で作成したYBCO系の酸化物高温超伝導体を原子炉照射(中性子  $10^{14} \sim 10^{16} \text{ n/cm}^2$ ,  $\gamma$ 線  $10^4 \sim 10^6 \text{ Gy}$ )した時の照射効果を調べた結果が報告された。370Kでの照射では $T_c$ の低下と $J_c$ (臨界磁場)の上昇が、低温( $\sim 20\text{K}$ )での照射ではある条件で $T_c$ の上昇と $J_c$ や磁場特性の向上が観測された。この挙動の解釈が示され、Cu-O平面内に生成する $\text{O}_2^-$ に起因したホーホーの増加と構造的酸素欠損位置への酸素原子の置換が原因として指摘された。

#### 1.6 石英ガラスにおける真空紫外レーザー照射損傷 (宮崎大学工学部 黒沢 宏氏)

石英ガラスを真空紫外領域の光を放出する希ガスアライドエキシマレーザーの共振器鏡に用いた時の照射効果を調べた結果が報告された。電子ビーム励起によるAr, Krエキシマレーザー光(各々9.8eV, 8.5eV)で照射すると表面は熱で溶融しビームスポットの輪郭部分が隆起する。またXPS面分析によれば、Arエキシマレーザーの場合のみに照射部でSiの析出が認められ、価電子帯から伝導帯への電子の直接励起の影響と解釈できる(石英ガラスのバンドギャップは9eV)。

#### 1.7 石英系ファイバーの放射線環境下の寿命測定 (住友電気 横浜製作所 特性評価センター 京藤 倫久氏)

純粋石英をコアとするシングルモードファイバー(Si-SMF)を波長 $1.3 \mu\text{m}$ で用いれば、照射誘起伝送損失が最も少なく、被覆材からの水素に誘起される伝送損失も被らないため、長期間使用する経路に適している。高い線量率でのSi-SMFの照射誘起損失測定結果を解析し、長時間使用時の寿命推定を行う手法及び、低線量率照射試験によるこの手法の検証について紹介がなされ、低線量率・長期照射( $10 \text{ mR/h} \times 40 \text{ 年}$ )の損失増の推定が可能なが指摘された。

#### 1.8 軽水炉プラントの寿命評価における課題

##### (1) 軽水炉プラントの寿命評価上の課題 (原研東海研 原子炉安全工学部

中島 伸也氏)

##### (2) 軽水炉圧力容器鋼の脆化問題と原研の取組 (原研東海研 原子炉安全工学部 鈴木 雅秀氏)

原発の寿命は約40年と言われるが、我国の初期のものは稼働年が既に20年間を越え、残存寿命の評価が必要となっている。構成機器の経年変化が、作用因子、構成要素、経年変化の形態、寿命評価法の構築の観点からまず考察された。次に、

寿命評価に関する課題が、情報管理、モニタ法、経年変化のモデル化の観点から述べられた。さらに、原研で実施されている関連する研究が、軽水炉の压力容器の脆性に重点を置いて紹介された。

#### 1.9 顕微FT-IRによる放射線酸化の研究 (早稲田大 理工学研 浜 義昌)

高分子の放射線劣化の主な機構は、放射線照射によって生成する遊離基と酸素分子との反応によって起こる酸化であることが知られている。フィルムへの $\gamma$ 線照射のような場合には、表面と内部においては酸素分子の拡散速度と遊離基の再結合速度の相関によって酸化の程度が異なってくる。これは当然線量率にも依存する。ポリエチレンのようなポリオレフィンの場合には、酸化によってカルボニル基が生成するが、そのカルボニル基厚さ方向への濃度分布は線量率に依存することが報告されている。このようなミクロな劣化機構の解明は今後の材料劣化評価において重要になるので、顕微FT-IR法を用いて微小領域での放射線酸化の検出を試み、その分布を検討した結果が報告された。

### III-2 機器の品質認定の問題点に関する研究の現状

Status Report on Equipment Qualification Issues Research and Resolution, NUREG/CR-4301 SAND 85-1309 (November 1986).

#### (1) 概論 (原研東海 角田恒巳 氏)

米国NTPで国立研で作成された標記報告書は、同研や関連機関での品質認定試験に関わる研究現状を調査し、①事故環境模擬試験法、②E-ゾウガ模擬試験法、③品質認定に関する特別な最新情報、の観点から議論する形式を取り、7)問題点の討議、1)現在までの研究努力、2)出版された特定の発見、を集約することを目的としている。規制当局からの種々の「指針」や「標準」の不明確な点を抽出しより進んだ「品質認定試験法」を作ることを目指している。また、品質認定試験の中にデータベースの必要性が述べられている。

#### (2) 事故環境模擬試験方法に関する一般的問題点 (三菱電機 生産技術研究所

園田克己 氏)

標記報告書の当該部分の内容が一覧表に要約されて紹介された。一覧表の項目は、問題点の標題、問題点の記述(基準、規制の具体的な条項)、問題点提起の動機(実際の問題点となる命題)、研究成果(紹介されている図・表・文献・記述の数量)、問題点に対する知見(命題に対する検討結果及び見解)、である。数件の図表が示され解説された。

(3) エージング模擬試験に関する一般的な問題点 (タツタ電線(株)研究部

竹谷 千加士 氏)

標記問題点が分類され、問題点の抽出・研究成果の紹介・得られた知見の列挙がそれぞれについてなされている。分類の項目は次の通りである。①現実の周囲環境、②7にウ法の限界、③線量率効果、④同時／逐次暴露、⑤機械的ストレスの影響、⑥酸素の効果、⑦湿度の影響、⑧自然エージングと人工エージングの比較のための分析ならびに実験技術、⑨自然エージング及び人工エージングされた機器の比較。報告書から抜粋された幾つかの図表が紹介・説明された。

(4) 品質認定試験法に関する特別な話題 (住友電気工業(株) 電気電子材料研究部

谷藤 進 氏)

標記報告書の当該部分の内容が一覧表に要約されて紹介された。一覧表の項目は、問題点の標題、問題点の記述、問題点提起の動機、研究成果、問題点に対する知見、である。対象となっている問題点は次の通り、①補足試験による方法と考察、②TMI-2の経験、③特定の機器のタイプに対する品質認定試験方法の評価、④規制指針1.97の要求、改良型システムの品質認定に関する問題点、⑥現実の事故環境と計算機による品質認定試験方法の評価、⑦模擬試験方法の選択に対する基準、⑧標準・基準類の見直し、⑨バッテリーエージング、⑩放射線損傷の閾値。

III-3 他分野データベースの構築状況

3.1 材料データベースの構築と利用 (松下電産 情報通信東京研 山崎 正人 氏)

'87～'89年度にわたり(社)日本電子工業振興協会(JEIDA)が行った電子材料及び超伝導材料のデータベースの構築と利用についての経験が述べられた。パソコンとCD-ROMを媒体とし図表はイメージとして収録され、JJAP等の論文の全イメージ採録も試みられている。ほぼ4年間手弁当で多くの大学研究者等の協力を得て活動した経験から述べられた認識は、データベース構築と利用は、①技術的専門家集団が不可欠、②専任者集団も不可欠、③業界団体では荷が重い、④資金が最大の問題。

3.2 医療情報の現状と問題点 (阪大 医療技術短期大学部 長谷川 利典氏)

医療活動全体を法律的、経済的、歴史的意識、社会システム、などとの位置関係を考察して直面している問題の意味や解決の糸口を求める「医療構造学」を研究する演者の立場から、医療情報の現状と問題点が解説された。医療事務の合理化のための情報化(機械化)と、個々の医師による情報のデータベース化(忘記帳

化)は盛んだが、患者の医療情報の観点から見るとデータベース化は立ち後れる。演者が提唱する、患者に医療情報が帰属しそれらが有効利用される医療コーディネーションシステムの概念が示された。

### 3.3 C I N D A S による誘電材料数値データベースへのアクセス (豊橋技術科学大学 長尾 雅行 氏)

米国 Purdue大学情報・数値解析センタ C I N D A S (Center for Information and Numerical Analysis and Synthesis)では、米国電力研究所 E P R I のプロジェクトとして、コンピュータ処理可能な包括的な誘電材料データベースの構築を進めている。このデータベースには449種材料(固体、液体、気体および複合絶縁物)の183種類の性質(電気、熱、物理、化学、光学、燃焼、安全性等)についての119種の変数に対する13000セットの特性が、過去45年間における5300件の文献から収録されている。このデータベースは米国標準局(N I S T)及び国防相(D O D)のデータベースの一部を構成するもので、公衆電話回線を通じて世界中からアクセスすることが可能である。

研究会では、国際電話回線を通じてC I N D A Sへアクセス方法が実演された。

## III - 4 原子力関連学会・会議

### 4.1 電気学会「放射線等環境下における誘電性材料調査専門委員会」の活動

(早稲田大 理工学研 浜 義昌)

本調査研究委員会は、電気・電子機器類、マイクロデバイスを構成する重要な素材である誘電・絶縁材料及び光ファイバシステムを取り上げ、これらの材料の放射線を含む特殊環境下における劣化に関する資料の収集を行い、劣化機構についての調査・検討を行うとともに、耐特殊環境性材料の開発状況を把握することを目的とし、平成元年度4月より3年間の予定で発足し、平成4年3月で終了する。研究会では平成元年24件、2年22件、3年19件の研究発表があった。現在、技術報告書「放射線等環境下における誘電材料の実際」を取りまとめ中であると報告された。

### 4.2 国際トカマク型核融合炉設計における計測器の放射線損傷 ワークショップ報告

(大阪大学 工学部 住田 健二 氏)

I T E R計画は日米ソ E Cが対等の立場で核融合炉実験炉の共同設計作業を行う国際協力計画である。今回(1991年10月)のワークショップは、計測システムの構築にとって本質的な要素である鏡材、窓材、セラミックス材、分散素子、光フ

ファイバの照射データのレビューと研究状況、研究計画等の発表と討論が行われた。

照射試験に不可欠な14MeV中性子照射施設は実質的に日本にしか施設がないので、今後、日本が主導的に研究を行う必要がある状況について紹介された。