

## II 調査概要

耐放射線性機器・材料データベース構築に必要な基礎調査を行なうため、耐放射線性機器・材料データベース研究委員会では、平成3年度に引き続き、隔月に幹事会を開催し、具体的な調査課題と調査の適任者の検討と選定を行ない、隔月の研究会において調査内容について討議討論を行なった。

本年度は従来の光ファイバ、半導体、化合物半導体、有機材料に関する耐放射線性試験研究の調査、各種材料分野で構築が進められているデータベースについての調査に加えて、各種機器材料の高線量率、大線量照射下での耐放射線性試験における問題点の調査を行なった。第Ⅲ章に詳細な調査内容を示したが、本章の終にそれらの調査概要を示す。

耐放射線性データ調査については、平成3年度に引き続き、日本原子力研究所より「半導体素子の耐放射線性データ調査(Ⅳ)」の委託を受け、研究委員会内に、半導体素子の耐放射線性データ調査委員会(主査京都大学 工学部 教授 田丸啓吉)を組織し、調査を実施した。

また、半導体、化合物半導体分野のデータは原研の調査委託もあって集積されてきているが、有機材料、光ファイバ分野は集積されていないので、本研究委員会内に「誘電絶縁材料の耐放射線性データ調査委員会」(主査大阪府立大学 附属研究所 教授 北川通治)を組織し、両分野のデータ調査を実施した。

## 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の調査

#### 1.1 非均質媒質中の放射線吸収線量の評価について

大阪府立大学 附属研究所 多幡 達夫 氏  
均質でない試料や別の媒質に接する試料に放射線が入射したとき、その中で吸収される線量を推定することは容易でない。これは、放射線と物質との相互作用(阻止能や反応断面積)の媒質間の相違により、境界で吸収線量が不連続になるだけでなく、その相違が境界を越えてある範囲まで影響するからである。講演では、ガンマ線と電子線が非均質媒質に生ずる吸収線量の分布に関する研究が概説され、演者が開発した多層媒質中での電子の深度線量分布に対する簡易計算コードにも言及された。  
(第39回 平4. 5.15)

1.2 耐放射線性半導体としての炭化けい素——原研における研究開発——

日本原子力研究所 高崎研究所 梨山 勇 氏  
立方晶炭化けい素 (3C-SiC) を CVD エピタキシャル成長法で半導体材料として作成するために克服せねばならない、多くの残留キャリア ( $10^{16}/\text{cm}^3$ ) についての研究が紹介された。続いて、熱酸化  $\text{SiO}_2$  膜を持つ SiC-MOS 構造の耐放射線性を調べるため、ガンマ線によるトータルドーズ効果の研究が紹介され、 $\text{SiO}_2$  のそれより耐放射線性がすぐれていることが示された。(第40回 平4. 7. 8)

1.3 宇宙放射線環境に対するシステム設計上のアプローチ その1 放射線環境と部品材料の劣化について

宇宙開発事業団 松田 純夫 氏  
宇宙開発事業団が、ロケットや人工衛星を開発・設計する際に守るべき基準の体系化を図る一環として1989年 3月にまとめた「NASDA 設計基準耐放射線設計基準 NDC-1-7-1」の第2部 (耐放射線設計基準マニュアル) に含まれる『宇宙放射線環境』、「トータルドーズ効果」、『太陽電池アレイの放射線劣化予測』、『シングルイベント』の内容が紹介された。講演中に本報告書が回覧された。

(第41回 平4. 9. 25)

1.4 宇宙放射線環境に対するシステム設計上のアプローチ その2 耐放射線設計基準

宇宙開発事業団 田村 高志 氏  
前第41回研究会に引き続き、宇宙開発事業団がロケットや人工衛星等宇宙機を開発・設計する際に守るべき基準の体系化を図る一環として1989年 3月にまとめた「NASDA 設計基準耐放射線設計基準 NDC-1-7-1」における「耐放射線設計基準」について、その位置付けと概要が紹介された。(第42回 平4.11. 27)

1.5 「あけぼの」衛星による放射線帯粒子と半導体素子の損傷の測定

宇宙科学研究所 楨野 文命 氏  
あけぼの衛星の打ち上げはオーロラ現象の解明のため磁場、電場、粒子や電子の加速状況を調査し、プラズマの状況を調査する目的である。搭載している高エネルギー粒子検出 (HPM) 及び半導体放射線効果モニタ (RIC) の構造性能とそれらによる測定結果が紹介された。HPM では電子、陽子及び  $\alpha$  粒子のエネルギー・スペクトルと粒子強度分布の測定を行ない、磁気赤道付近の高度約 4500km で強度のピークがあり、この処を通過するとき半導体シングルイベントの発生が多くなる。また、半導体のトータルドーズ効果は MOST ラジスタのしきい電圧の変化から求めることができた。その他多くの測定が紹介された。(第44回平5. 3. 17)

- 1.6 各種ゴムの照射効果 日本原子力研究所 ラジオイソトープ・研修所 伊藤 政幸 氏  
ゴムに対する放射線効果の利用の大きな分野は天然ゴムの放射線加硫であり、期待されている。放射線照射効果のもう一つの面は照射によるゴムの劣化の問題であり、原子力施設、原子力関連施設などの電線ケーブル、パッキング等があげられる。講演では、ゴムの放射線劣化に関する研究の現状、切断と架橋、照射に伴う破断伸びの低下の原因、さらに、熱と放射線の相乗効果及び劣化に及ぼす効果の違い等が述べられた。 (第44回 平4. 3.17)

1.7 D-T 中性子による半導体素子の照射効果

大阪大学 工学部 飯田 敏行 氏  
1992年11月に開催された核融合ワークショップ“高密度プラズマ診断技術”の参加報告後、演者等が大阪大学 OKTAVIAN などによる 14 MeV 中性子照射による半導体素子（トランジスタ、メモリ、光電子部品等）光ファイバ等の照射効果についての研究成果が紹介された。 (第43回 平5. 1.29)

Ⅲ-2 高線量率、大線量照射下における機器、材料に関する耐放射線性試験研究の調査

2.1 耐放射線性有機複合材料の開発（核融合炉用超伝導マグネット 絶縁材料を中心として）

大阪大学 産業科学研究所 西嶋 茂宏 氏  
強い放射線場で用いられる核融合炉用マグネットの構成材料の中で、絶縁材料の機械的強度は最も放射線照射に敏感で問題である。最も有望な有機ガラス繊維強化樹脂 (GFRP) に対する演者らの研究成果が示された。原子炉中性子と<sup>60</sup>Coγ線での照射試験の結果、ガラス繊維とエポキシマトリックスの間の界面の劣化による層間剪断強度の低下が劣化モードであること、ほう素含有率の低いT-ガラスを使うことが非常に耐放射線性の向上に有効であること、などが見いだされた。

(第39回 平4. 5.15)

2.2 金属材料の照射効果に関する最近の話題

姫路工業大学 工学部 基礎工学教室 寺澤 倫孝 氏  
金属材料の照射効果に関する最近の4つのトピックス（下記）が紹介された。

- (1) 低エネルギー中性子の関与する圧力容器材料の照射脆化
- (2) 衝突カスケードにおける残存点欠陥
- (3) 照射加速応力腐蝕割れ
- (4) 高エネルギー粒子の電子励起による照射効果 (第40回 平4. 7. 8)

### 2.3 高分子複合材料の放射線劣化挙動と劣化機構

日本原子力研究所 高崎研究所 江草 茂則 氏  
核融合炉用超伝導マグネットに用いられる絶縁材料には高分子複合材料が採用され、中性子やガンマ線の核融合環境放射線に対して敏感でその機械的性質の劣化が事実上その寿命を決定する。講演では、これに関する演者らのグループの'83年以降の研究成果がレビューされて紹介された。様々な条件での照射実験結果から劣化挙動を事実上支配する因子は、マトリックス樹脂の破壊歪の変化であると結論づけられている。  
(第41回 平4. 9.25)

### 2.4 合金材料の照射誘起偏析及び析出

大阪大学 基礎工学部 江澤 正思 氏  
原子炉、核融合炉炉壁材料など高エネルギー粒子の強照射に曝される材料には転移・キャビティーなど2次欠陥の形成に加えて、材料の組成変化・相変化が引き起こされる。これらの原因と機構を論ずるために、AL. Ni. Au 2元合金薄膜試料を作成し、超高圧電子顕微鏡で加速電圧2MVの電子線を照射し、2次欠陥・析出物の形成・成長過程を同時観察・測定した結果が報告された。  
(第42回 平4.11.27)

### 2.5 セラミック材料における動的照射効果——主として電気特性に及ぼす効果とその評価——

東北大学 金属材料研究所 四竈 樹男 氏  
核融合炉等の高電離放射線照射下で用いられるセラミック系絶縁物では、電気電導度の著しい増加(照射誘起電導)が起こり、核融合炉の開発上極めて重要な問題となっている。この原因を解明するため、試料のサファイヤ、及びアルミナ結晶を原研大洗のJMT Rにより高速中性子束約  $10^{18} \text{ n/m}^2 \cdot \text{s}$  で照射しながら約96日間電導度を連続測定したところ、5日を過ぎる頃から徐々に電導度が増加することが認められた。また、DC 250V を負荷したものと、しないものを同時照射したところ前者は5日過ぎから電導度が上昇したが後者は殆ど変化しないことが明らかとなった。この現象の発見は核融合炉用セラミックス材料開発への足掛りとなる。  
(第43回 平5. 1.29)

### 2.6 トカマク型核融合施設の光計測システム——ITER計画における光計測システムと照射計画——

日本原子力研究所 那珂研究所 的場 徹 氏  
日、米、ソ、EC 4極協同で始められた国際核融合実験炉(ITER)計画の全容、組織及びわが国が分担する研究開発に付いて紹介された。第一段階として、昭和63年4月~平成4年12月にかけてITERの装置の規模、主要性能を確定し、次の段階として平成4年7月、建設開始に必要な詳細設計と技術開発によるデータ蓄積をするためITER工学設計活動(EDA)が、各国それぞれ分担を決めて、協定され、今後6年間の活動が実施されることとなった。わが国では原研 那珂研究所において超伝導コ

イルを中心にプラズマ制御機器、トリチウム関連機器、炉室構造、真空容器外システムの研究開発を分担することになっている。さらに、講演では開発に必要な光学機器についての紹介があった。(第44回 平5. 3.17)

### Ⅲ-3 他分野におけるデータベースの実情調査

3.1 電気学会 絶縁材料全文データベース 豊橋技術科学大学 長尾 雅行 氏  
電気学会絶縁材料データベース調査専門委員会が作成した絶縁材料に関する全文データベースが紹介された。電気学会絶縁材料関係の五千頁の文献(H1-2年、電気学会論文誌、絶縁材料シンポジウム、誘電・絶縁材料研究会資料、電気学会全国大会予稿集)をCD-ROMに圧縮イメージデータとして収納し、キーワードなどの情報はフロッピーディスクにおさめられ、dBXLを用いて検索される。研究会ではシステムの一式が持ち込まれ実演が行なわれた。(第39回 平4. 5.15)

#### 3.2 食品照射データベースの開発

(財)原子力データセンター 柴田 誠一、寺門 正秋、泉 文男 氏  
食品照射の実用化推進のため、安全性データの消費者への提供と照射効果・技術情報の業者への提供を具体的目的とした標記データベースの構築を、(財)原子力データセンターが原研高崎研・環境資源利用研究部・資源利用技術研究室からの受託で平成元年度から五ヶ年計画で実施している。データ入力が高崎研で専門家グループが整理して行ない、平成3年末で二千頁を入力済である。(第40回 平4. 7. 8)

#### 3.3 日本化学会「化学と教育」誌データベースの概要

大阪府立西浦高等学校 紺野 昇 氏  
全国小中高校の化学教師を対象として日本化学会が出版している化学教育情報誌『化学と教育』の記事をその内容別にまず分類し、要旨を作成し、簡単な操作で検索可能なデータベースを構築し、すでに350の学校に頒布したことが紹介された。この雑誌の編集委員と有志委員からなるグループが分担し、要旨を作成し、最終的に演者が内容の統一に配慮して纏めている。講演では検索の様子などが実演披露された。(第41回 平4. 9.25)

3.4 ヒューマンファクター研究データベース 電力中央研究所 藤本 順三 氏  
原子力発電所は複雑・高度な技術の集大成であり、安全に安定した運転を維持するためには設備・機器の信頼性の向上とともに、それらを運用管理する人間の役割が重要である。ヒューマンエラー防止対策には人間工学、労働科学、システム工学、心理・生理学

など学際的領域の協力が必要である。講演では電中研ヒューマンファクター研究センターが現在迄に実用化している「ヒューマンファクター文献データベース」及び「J-HPES分析データベース」について概要が紹介された。(第42回 平4.11.27)

### 3.5 パソコン通信「アトム・ネット」について

(財)原子力発電技術機構 服部 尚弘 氏  
原子力発電の情報を少しでも大勢の人々に身近に感じてもらうために、通産省の委託で、パソコン通信で情報を提供するサービスネットワーク(愛称アトム・ネット)である。開局は平成2年9月。パソコン又はワープロの全ての機種で受信でき、24時間提供体制になっている。図面、グラフを含む画像情報も有しており、原子力発電所のトラブルなどのプレス発表は直ちに入力される。情報内容はニュース、イベント、トラブル情報、放射線等管理情報、エネルギー一般情報等である。利用実績は平均38回/日である。(第43回 平5.1.29)

## Ⅲ-4 原子力関連学会・国際会議の活動状況

### 4.1 核融合ワークショップ“高密度プラズマ診断技術”に参加して

大阪大学 工学部 飯田 敏行 氏  
1992年11月に標記ワークショップが米国ロチェスター、リバモア、シアトルの3個所で2週間にわたり開催された。このワークショップの概略紹介と演者が発表したレーザー核融合の中性子測定用の陰極に $UO_2$ を用いた中性子ストリークチューブの性能について報告された。また、大阪大で演者等が測定した14 MeV 中性子照射による半導体素子(トランジスタ、メモリ、光電子部品等)光ファイバ等の耐放射線性についての研究成果が紹介された。(第43回 平5.1.29)