

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に、耐放射線性機器・材料データベース研究委員会を組織し、従来に引き続き、略々3ヶ月毎に幹事会を開催し、調査課題（講演演題）と調査の適任者（講演者）の検討と選定を行ない、おおよそ2ヶ月に1回の研究会を行なった。研究会では軽水炉関係・高速炉関係・核融合炉・核燃料再処理、廃棄物処理関係・大型加速器関係・宇宙環境関係の機器・材料の試験研究について、発表・討議・討論を行なった。

これらについては次の3項目に分類して本書に収録した。

1. 企業等民間機関における機器・材料に関する耐放射線性試験研究の調査
2. 大学・公的研究機関等における機器・材料に関する耐放射線性試験研究の調査
3. 電気学会、原子力学会、その他学会、国際会議における耐放射線性・耐環境性に関する試験研究の実情調査

以下に実施した研究会の講演の概略を示す。

II — 1 . 企業等民間機関における機器・材料に関する耐放射線性試験研究の調査

1. 1 石英系イメージガイドの耐放射線性に及ぼす各種要因の影響

三菱電線工業㈱ 情報通信事業部 速水弘之氏

石英系イメージガイドは耐放射線性が特に優れているが、原子力分野で用途拡大が進むにつれて、 $10^6 \sim 10^8$ Rの高線量・高温環境下で用いられるようになった。即ち、純石英コアイメージガイドの耐放射線性に最も大きく影響を及ぼすコア材料（Cl量、OH量、F量）・画素構成寸法（コア占有率、コア径、クラッド厚さ）・画素数（3,000、30,000）・線引条件等の影響、線量率・累積線量・試料温度等の γ 線照射条件の影響について、実時間増加損失波長特性の測定と実時間画像劣化の観察とから、系統的に調べた結果が報告された。

（第50回 研究会 平成6年5月13日）

1. 2 熱・放射線による低圧ケーブルの劣化診断

タツタ電線㈱ 研究開発部 田中卓男氏

現在、高圧ケーブルの劣化診断には、直流漏れ電流 $\tan \delta$ を測定する方法が採用されており、診断効果を上げている。しかし、低圧ケーブルでは絶縁体の上に遮蔽層がなく、電気抵抗が測定できないので、絶縁体

やシースの伸び値が用いられているが、これは破壊試験であり、現場での非破壊試験法の開発が望まれている。そこで、難燃性ケーブルを 105°C の加熱下で γ 線照射を行ない、引張強さ、伸び、ねじりトルク、曲げ応力を測定し、照射による劣化曲線を互いに比較した結果、破壊試験である伸びと、非破壊試験であるねじりトルクと曲げ応力の間におおよその比例関係が見出され、これを利用すれば非破壊的な劣化診断の可能性があることがわかった。

(第50回 研究会 平成6年5月13日)

1. 3 希土類永久磁石の放射線照射による影響

信越化学工業(株) 磁性材料研究所 大橋 健氏

Nd-Fe-B、Sm-Co 系の希土類永久磁石が近年広範に使われるようになり、使用の環境も多岐にわたることになる。磁気特性の温度や腐食の影響以外にも、原子力や加速器の周辺での使用に際しては、数少ない報告ではあるが、例えば、中性子・陽子・ γ 線など粒子線の照射により磁束の減少が見られる場合がある。今後、このような分野に希土類永久磁石の使用が増えることが予想され、本報告では希土類永久磁石に対する電子線・ γ 線照射の影響と、磁気特性劣化の機構について発表された。

(第51回 研究会 平成6年7月27日)

1. 4 耐放射線ハイブリッド IC について

三菱重工業(株) 名古屋誘導推進システム製作所 黒田 能克氏

原子力発電所の γ 線雰囲気での自社製電子機器用として開発を行なっているハイブリッド IC を紹介された。a) 放射線に強い素子の使用により 100倍以上の、b) 特殊複合材パッケージ及び薄膜金属ベースの多層基盤を用いることで10倍以上の、c) 特性変動に強い回路を設計することにより 10 ~ 100倍以上の耐放射線性を得た。これにより、耐放射線性以外にも動作温度範囲の広く (-55°C ~ +150°C)、振動・衝撃にも強く、小型化が可能な基板が作れるようになった。

(第52回 研究会 平成6年10月13日)

1. 5 IC半導体の市場動向について

富士エレクトロニクス(株) 海外営業部 越智信次郎氏

MIL/Space用 IC の認定基準が従来の製品そのものから、製造工程の認定に移行している。また、軍事予算の削減により製造中止に追い込まれた IC も多数に上がる。さらに、情報の高速処理・記憶容量の増大・多機能化・小型化・低消費電力化により IC のライフサイクルも短くなり、開発・設計に用いるときに留意する必要がある。戦略兵器用の耐放射線性 IC については、従来RAD HAEDが要求されていたが、冷戦終結にともなって、軍事予算が大幅に削減され、キャンセルが増えている。

(第52回 研究会 平成6年10月13日)

1. 6 イオンビーム照射による高分子材料の表面改質と医療への応用

日新電機(株) イオン機器事業部 鈴木 泰雄氏

従来、表面改質は金属が対象であった。高分子材料に対しては、当初の頃はイオン注入が改質どころか損

傷を与え、関心が薄れていた。ところが、電気・電子・情報産業の発達に伴い、高密度磁気記録媒体、導電性フィルム、フレキシブルプリント基板等がマグネトロンスパタ法、改善された蒸着法によって広く利用されるようになった。高分子材料の高付加価値化のため、イオン照射による低温プロセスで基板上に高い密着力の薄膜形成が可能な「イオン蒸着薄膜形成法（IVD法）」を紹介し、高分子材料基板と膜の密着性・緻密性についてと医用高分子材料の高機能化について述べる。

(第54回 研究会 平成7年1月31日)

1. 7 ポリイミド樹脂の耐放射線性

タツタ電線株式会社 研究開発本部 田中卓男氏

ポリイミド樹脂は耐熱性および耐放射線性が優れているといわれている。しかし、実際にはその実験データが少ないため、3種類のポリイミド樹脂について最高100MGyの⁶⁰Co γ 線を照射し、その引張強度の変化を測定した報告である。その結果エーテル結合を含まない芳香族ポリイミドはその結合を持つものより耐放射線性に優れているが、エーテル結合を含む芳香族ポリイミドでも π 電子の広がりによる共鳴安定性の違いにより、耐放射線性に差のあることがわかった。

(第55回 研究会 平成7年3月17日)

1. 8 高分子材料へのイオン照射効果

住友電気工業株式会社 大阪研究所 日比野 豊氏

高分子材料へのイオン照射の最近の研究は、阻止能の測定、LET効果、高密度励起などの基礎研究から、改質や高機能化など多岐にわたっている。イオン注入による改質についても表面物質から宇宙環境での材料特性の劣化の研究まで幅広い。

本講演ではイオンビームで改良した高分子の工業利用の観点から、(1) 導電化（導電性材料の創製）、(2) 架橋（高耐熱性材料の創製）、(3) 多孔質（精密分離膜の創製）等に関する最近の工業利用の原理とその研究が紹介された。

(第55回 研究会 平成7年3月17日)

II — 2 大学・公的研究機関等における機器・材料に関する耐放射線性試験研究の調査

2. 1 放射線と接着

日本原子力研究所 高崎研究所 佐々木 隆氏

放射線特に電子線の照射による高分子加工技術は工業的成形技術として、広く利用されている。例えば、ポリエチレンの照射効果が見出され、1957年には電子線による高分子加工が実用化された。しかし、高分子に対する照射効果の研究では材料としての力学的特性の研究に重点が置かれ、機能面に対する影響は余り調べられていない。一方、電子線硬化技術の進展とともに多くの機能材料への応用がなされている。本日の講演では、『接着』という機能に焦点を合せ、放射線との関わりを発表された。

(第51回 研究会 平成6年7月27日)

2. 2 有機/有機複合材料の低温物性と照射効果

大阪大学 産業科学研究所

西嶋茂宏氏

極低温では有機材料は通常脆く固くなり、使用に耐えないと考えられている。しかし、超伝導機器等の極低温機器に用いられ、重要な役割を果たしており、これらの有機材料が超伝導機器の特性を決定することがしばしばある。ここではエポキシ樹脂を例にとり、有機材料の分子の凝集状態が及ぼす極低温物性への効果を調べ、分子設計の方向を検討する。また、これらの有機材料が放射線を受けたときの極低温物性の変化についても検討した。

(第51回 研究会 平成6年7月27日)

2. 3 宇宙用半導体素子のシングルイベント特性の評価

宇宙開発事業団 機器・部品開発部

松田純夫氏

メモリ素子等のICは高性能化にともない、ICを構成する回路素子の微細化は、回路ノードの容量を低下させて、電荷による電圧変動が起きやすくなり、これに起因するSEU (Single Event Upset) も発生しやすくなる。NASDAでは原研高崎と共同で、AVFサイクロトロンを利用した重粒子によるSEU現象の研究を行ない、開発済あるいは今後開発する予定の半導体デバイスに対する耐制評価を行なっている。これに従い、平成5年度の実験結果が紹介された。

(第52回 研究会 平成6年10月13日)

2. 4 半導体データベース検索ソフトについて

大阪府立大学 附属研究所

伊藤憲男氏

永年にわたって積み重ねてきた本研究会で中でのデータ収集及び日本原子力研究所よりの受託事業の中でデータの整理と、検索を容易にするすることでの使用の利便性の向上のため、従来、年度毎にRベースでインプットされていたものを、あらためて整理するソフトを作成して公開した。さらにデータベースとしての使用の効率を上げるため、いくつかの意見を得て、ソフトの一部修正を行なうこととなった。

(第52回 研究会 平成6年10月13日)

2. 5 高分子材料の機械的性質に及ぼす放射線と応力との同時効果

大阪大学 産業科学研究所

西浦徹也氏

核融合炉の絶縁材や構造材として用いられる有機材料(エポキシ樹脂とそのFRP)に対する耐放射線性のみならず、温度並びに応力の存在下での機械的性質の変化について報告された。その結果、これら環境条件の同時効果によって、FRPの劣化が促進され、温度によってクリープ速度が助長され、さらに切断反応のG値からみると、同時効果によって切断反応が加速されることを明らかにした。

このことから、同時効果によって劣化が促進されることから、FRPの使用部位によっては、従来の結果を再検討する必要があることを示唆した。

(第53回 研究会 平成6年11月28日)

2. 6 高分子材料のイオン照射効果とその耐放射線性効果

日本原子力研究所 高崎研究所

瀬口忠男氏

宇宙機器・核融合炉に用いられる高分子材料には高エネルギーイオンに対する耐放射線性が求められる。イオンと γ ・電子線とでは、そのLETが異なることから、耐放射線性も異なるとされていた。原研のサイクロトロンに10×10cmの均一照射装置を設置し、陽子線照射と γ ・電子線照射の結果を比較した。PIFEの引張試験時の伸び、PMMA及びGFRPの破断時の引張強度は何れの照射でも差はなかった。すなわち、吸収線量を同一にすれば、陽子線照射による機械的特性試験は γ ・電子線照射試験で代替できるものと考えられる。

(第53回 研究会 平成6年11月28日)

2. 7 加速器による高レベル放射線廃棄物の消滅処理

日本原子力研究所 東海研究所

水木元治氏

原子炉の運転によって発生する高レベル放射性廃棄物は、長寿命の α ・ β ・ γ 線を放出する核種が多く含まれている。これらの管理には長期にわたって人類の環境から隔離することが要求される。

ここでは科学技術庁のOMEGA計画に沿って、粒子加速技術の原理的な発展（ビーム軌道理論、加速位相安定法）や基盤的な技術（精密工作、電場・磁場の高精度化、イオン源、計算機工学）の発展に支えられて、加速器の原子力分野への応用との観点から、大強度陽子加速器を利用した核破碎反応による消滅処理方法の考え方、日本原子力研究所における加速器の開発について紹介された。

(第54回 研究会 平成7年1月31日)

2. 8 宇宙開発と放射線の問題

宇宙開発事業団 機器・部品開発部

福田敏幸氏

我々の生活する地球上では、地磁気とともに地球の引力により大気が存在する。一方、現在宇宙開発事業団等が宇宙開発として利用する地球近傍の宇宙空間では、無重力・真空という特異な世界である。それとともに地上に比較して厳しい放射線環境にある。ここでは、宇宙における放射線の状況、半導体部品の故障と放射線、人工衛星に用いられる有機材料の放射線劣化の問題、有人宇宙活動に際しての人体に対する放射線の影響等について述べられた。

(第54回 研究会 平成7年1月31日)

2. 9 電子線による排煙・廃水処理

日本原子力研究所 高崎研究所

徳永興公氏

大気や水などの地球環境はいろいろな物質の汚染によって悪化しており、これらの汚染によって引き起こされる問題はますます深刻化している。炭酸ガスによる地球の温暖化、フロン等によるオゾン層の破壊、硫酸化物、窒素酸化物等が原因で発生する酸性雨による森林・湖沼の死滅、有機塩素化合物等による大気・河川・地下水・海水の汚染等が上げられる。これらの環境悪化を防止するための対策として、放射線による排煙・廃水処理技術の開発は、石炭火力発電所等からの排煙の言おう酸化物・窒素酸化物を、工場等の廃水の汚染物や細菌を効率的な分解・除去によって環境悪化の防止に寄与しようとするものである。

(第54回 研究会 平成7年1月31日)

2. 10 大型加速器の放射線損傷

高エネルギー物理学研究所 放射線管理センター 平山 英夫 氏

大型の加速器の施設内における放射線場の特徴は、放射線の種類が多く、そのエネルギー範囲が広いことである。したがって、それらの放射線による物質の損傷は低エネルギー放射線の場合のように単純ではない。

欧州国際原子核研究機関（CERN）で約20年前から大型加速器施設内で使用する物質の放射線損傷または耐放射線性の系統的な研究が行なわれている。今回はそれらのデータの紹介があった。

（第55回 研究会 平成7年3月17日）

II — 3 電気学会、原子力学会、その他学会、国際会議における耐放射線性・耐環境性に関する試験研究の実情調査

3. 1 IEEE・NSREC (1993) 国際放射線効果会議報告

宇宙開発事業団 信頼性管理部

久保山智司氏

会議は7月19～23日米国ユタ州スノーバードで開催された。発表論文は105件（内講演56件、ポスター49件）、参加者は約500名であった。

今回特に目立ったことは、シングルイベント現象に関し、スーパーコンピュータによるシミュレーションが多用されていることであった。特にデバイス内部の電位分布等をカラーアニメで示す発表が2件あった。

その他、興味を引いたものとして、トータルノーズ効果の理論的解析に関するもの、ICそのものの一部を線量測定用素子として使用し被曝量を測定するもの、日本のEXOS-Dによる宇宙環境放射線の測定、メーカー自身によるデバイスやICの放射線効果の測定、Si基板に互いに独立した多数の微小トランジスタを作成する方法等であった。

（第50回 研究会 平成6年5月13日）

3. 2 原子力・宇宙における放射線照射効果に関する国際会議 (NSREC'94) の概要と耐放射線性強化 32 bit マイクロプロセッサ

日立製作所 エネルギー研究所

上村 博 氏

本年7月米国ツーソンで開催された標題の国際会議に参加された概要を報告された。参加者は米国についてフランス、日本、イギリス、カナダが多かった。国際社会の緊張緩和の結果、従来多かった軍用ICに対し、宇宙用に使用されるICも平和利用を念頭に置き、民生用の活用が考えられている。

さらにこの会議で発表した講演者の耐放射線性強化32bitマイクロプロセッサを紹介した。本品は民生用のMPUに若干のプロセス変更を加えたもので、ラッチアップフリーで約10倍、1kGy(Si)の耐放射線性を有する宇宙用32bitマイクロプロセッサを開発することが可能になった。

（第53回 研究会 平成6年11月28日）