



2011年6月29日
独立行政法人放射線医学総合研究所

産学官連携により、革新的な放射線蛍光プラスチック (商標名『シンチレックス』申請中)の開発に成功 ～ 安価で高性能な放射線検出器の製造に大きく前進～

国立大学法人京都大学 原子炉実験所 (所長：森山裕文)
原子力基礎科学研究本部 中村秀仁 助教
(独)放射線医学総合研究所 客員研究員兼任
高橋千太郎 副所長、安全管理本部長、教授
独立行政法人 放射線医学総合研究所 (理事長：米倉義晴)
研究基盤技術部 白川芳幸 部長
帝人化成株式会社 (代表取締役社長：酒井和幸)
新市場開発部 清水久賀 担当部長

——【本研究成果のポイント】——

- 現在製品化されている放射線測定用プラスチックシンチレータと同等以上の性能を持つ革新的な放射線蛍光プラスチック (商標名『シンチレックス』申請中)の開発に成功
- 外国企業に市場を独占されているプラスチックシンチレータを用いた従来の放射線検出器と比較して、検出部について10分の1以下の価格で製造が可能
- 原子力災害で高いニーズが見込まれる安価で丈夫な個人線量計、汚染検査サーベイメーター等の開発に大きく前進

京都大学原子炉実験所 (以下「京大原子炉」) 原子力基礎科学研究本部 中村秀仁助教、高橋千太郎副所長、放射線医学総合研究所 (以下「放医研」) 研究基盤技術部 白川芳幸部長、帝人化成株式会社 (以下「帝人化成 (株)」) 新市場開発部 清水久賀担当部長らは、放射線検出器の重要な部品であるプラスチックシンチレータ^{*1}と同等以上の性能でありながら、製造コストを10分の1以下に低減可能な革新的な放射線蛍光プラスチック (商標名『シンチレックス』申請中)の開発に成功しました。

中村助教らの研究グループは、既にペットボトル樹脂 (以下「PET樹脂」)であるポリエチレンテレフタレートが放射線計測用シンチレータとして高いポテンシャルを持つことを発表していますが、産官学の連携の下に開発が加速され、今回の成果に結びついたものです。

この放射線蛍光プラスチックは、蛍光量、屈折率、密度のいずれにおいても現行のプラスチックシンチレータを凌駕するばかりでなく、加工が容易で丈夫であるという特徴があります。また製造コストは10分の1以下にできると見込まれており、今後多くの放射線検出器に応用されると期待できます。特に東京電力福島第一原子力発電所事故の発生により、極めて広範な場面で放射線の計測の必要性が指摘されており、その莫大なニーズに応えることが可能な技術として大きく注目されます。

本成果は、平成23年6月29日、欧州物理学学会速報誌『Europhysics Letters (EPL)』オンライン版に掲載されます。

【研究の背景と目的】

放射線検出器は、放射線の管理に不可欠な機器で、世界の原子力発電所の放射線モニターとしても利用されています。放射線検出器には様々な検出素子が用いられていますが、プラスチックシンチレータは非常に有用な検出素子であり、世界で年間数十億円規模で使用されています。しかしながら、高価であると共に、その市場は外国企業に独占されており、昨今の需要増を背景に、プラスチックシンチレータの価格は高騰しつつあります。また、プラスチックシンチレータでは、発生した光を効率よく検出するため表面に特殊な研磨を行う工程が必要であり、そのこともコスト高の要因になっています。

中村助教らのグループは、こうした現行のプラスチックシンチレータの性能を超える素材の研究の探索を行い、世界的にも大量に使用され価格が非常に安いPET樹脂でも放射線が計測可能であることを示しました（平成22年5月19日報道発表）。しかしながら、通常のペットボトルPET樹脂の性能は、放射線が入射した際に発する蛍光量とその蛍光波長の二点で、プラスチックシンチレータに劣っていました。

そこで、中村助教は、京都大学と放医研を研究拠点とする研究グループと高分子素材開発に世界トップクラスの技術力をもつ帝人化成（株）と連携し、性能の向上と生産技術の開発に取り組み、今回の成果につながったものです。

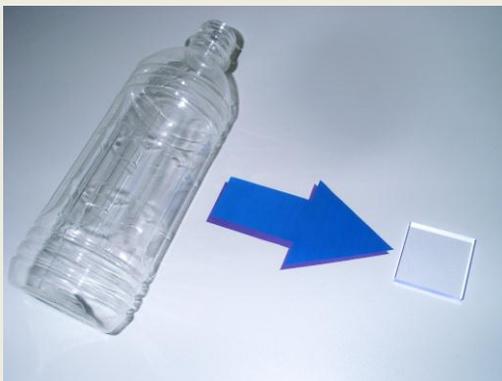


図1: PETを固めた放射線計測素子

この計測素子を用い、放射線源から放出される放射線（ α 線・ β 線・ γ 線・内部転換電子）の測定を世界で初めて成功しました（平成22年5月）。

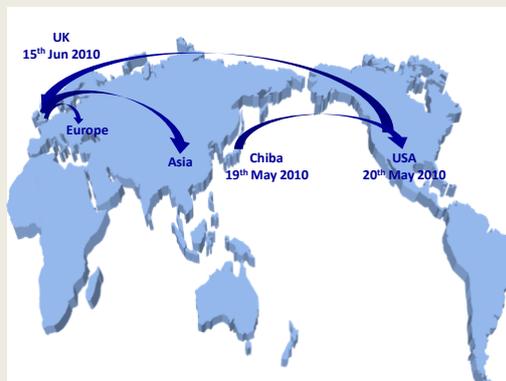


図2: 世界を駆け抜けたPETの追試実験

論文掲載された翌日には、米国パークレーの研究者により追試実験が行われ、1ヶ月後には英国メディアを通して結果が発表されました。（メディア掲載実績200件以上）

【研究手法と結果】

本研究では、PET樹脂と類似の分子構造を持ちながらプラスチックシンチレータの性能を凌駕するため、放射線蛍光プラスチックの分子構造を決定するモノマーを選択し、重合触媒を種々変更することにより、多種類のプラスチックを合成しました。これらのプラスチックについて、現在世界で最も使用されているSaint-Gobain社製のプラスチックシンチレータと性能を比較し、最終的に極めて高性能な放射線蛍光プラスチックの開発に成功したものです（表1）。

このプラスチックは、商標名として『シンチレックス』と命名し申請しました。

表 1:放射線感受性プラスチックの性能

名称	シンチレックス (Sintirex)	プラスチックシンチ レータ (BC-408)	高純度 PET 樹脂
製造社名	帝人化成 (株)	Saint-Gobain 社	帝人化成 (株)
ベース素材	ポリエステル系化合物	$(C_9H_{10})_n$	$(C_{10}H_8O_4)_n$
密度	1.33 g/cm ³	1.03 g/cm ³	1.33 g/cm ³
屈折率	1.65	1.58	1.64
蛍光量	~10 500 photon/MeV	10 000 photon/MeV	~2 200 photon/MeV
最大蛍光波長	425 nm	425 nm	380 nm

従来のプラスチックシンチレータは主に水素と炭素で構成されていますが、シンチレックスは、水素と炭素に加え酸素を主要な構成要素としており、非常に強い強度を持つプラスチックで、密度が 1.35g/cm³ 以上、屈折率は 1.64 以上、最大波長は可視光領域、蛍光量は 1MeV あたり 1 万光子以上であるなど、プラスチックシンチレータと同等以上の性能があることが示されました (図 3・4・5)。

シンチレックスのベース素材は、私達の生活に非常に身近なプラスチックの一つであるため、従来のプラスチックシンチレータと比較してコストを大幅に低減できます。また、加工が非常に容易であることから、様々な形状の放射線検出器の開発が可能です。

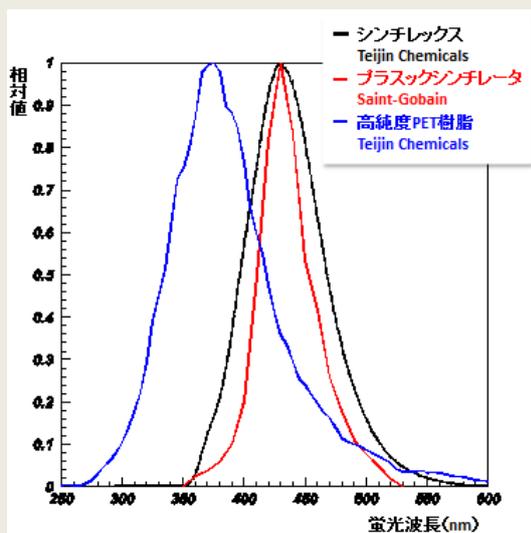


図 3: 蛍光波長の評価

新たに開発したシンチレックスは、紫外光 (380nm) を発する高純度 PET 樹脂と異なり、通常の光センサーの受光感度とほぼ同じ可視光 (425nm) を発するため、放射線検出に適しています。

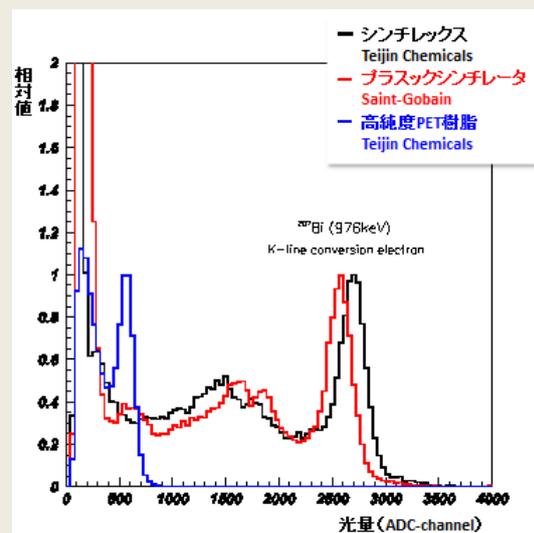


図 4: 蛍光量の測定

²⁰⁷Bi 線源から放出される放射線を用いた放射線計測の結果を示している。高純度 PET 樹脂の最大の弱点であった蛍光量を 5 倍増で克服し、プラスチックシンチレータと同等以上の蛍光を可能にしました。

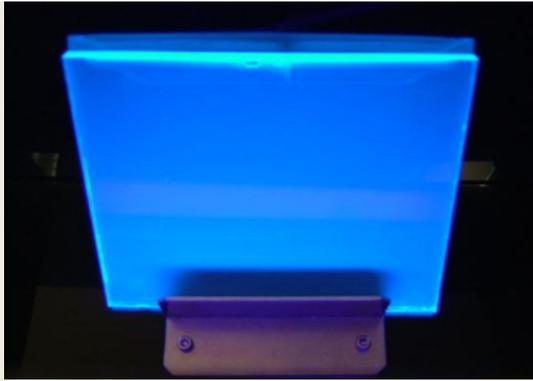


図 5: シンチレックスの蛍光試験

シンチレックスは、目に見える濃い青色の光を放ちます。

【本研究成果と今後の展望】

シンチレックスは、現在販売されている高価なプラスチックシンチレータと代替する、もしくはプラスチックシンチレータの更新時に付け替えるだけで即時に幅広い領域へ利用できます。また、今後の開発研究により、空港、港湾設備、鉄道の駅などで違法な放射性物質を検査するための機器に使用したり、放射線を視覚的に把握できる防護マスクなどへの応用も可能です（図 7）。さらに、小中高等学校での放射線学習用の教材として販売の検討も行われています。

放射線分野以外にも、その屈折率・蛍光波長の特徴を生かし、通信事業の分野に応用することにより、低価格な光ファイバーの実用化も検討されています。



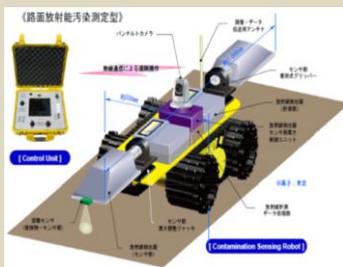
ロボットサーベイメーター



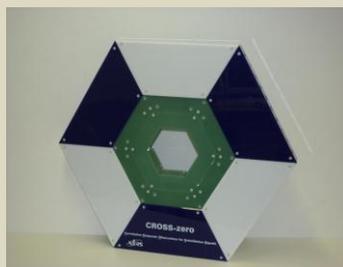
ハンドサーベイメーター



エリアモニター



核テロ対策防止モニター



医療用診断装置



防護マスク



（用語解説）

※1 シンチレータ

放射線があたると蛍光を出す物質のことです。放射線が物質を通過する際に、物質中の電子を少しエネルギーの高い状態（励起状態）にしますが、励起された電子は 10 万分の 1 秒から 10 億分の 1 秒という短い時間で元の状態に戻り、この時にシンチレーション光という光が出ます。1940 年代になって波長変換剤を添加したシンチレータが開発され、シンチレーション光を使った放射線検出が行われるようになりました。プラスチックシンチレータは、可視光（青色）のシンチレーション光を放つため、通常の光センサーが持つ受光感度と相性が良く、幅広い用途で使用されています。

※2 ポリエチレンテレフタレート

ポリエステル的一种で、頭文字を撮って PET と略され、飲料容器として知られるペットボトルのほか、フィルム・磁気テープの基材、衣料用の繊維などに用いられています。熱可塑性の合成繊維の中では、その結晶性から比較的熱に強く、生産量が最も多いという特徴があります。その特徴により、ペットボトル等から繊維へといったリサイクルが比較的普及しています。

（問い合わせ先）

独立行政法人 放射線医学総合研究所

企画部 広報課

TEL : 043-206-3026

FAX : 043-206-4062