

熱安定性ウェラブル線量計の開発

木梨憲司 京都工芸纖維大学 材料化学系
kinashi@kit.ac.jp



高分子材料デザインコース

木梨 憲司 准教授

研究テーマ

- 光機能性高分子複合材料の研究
- 機能性纖維材料の研究



光機能性色素

光感受性色素を使った放射線可視化材料の開発、
原発廃炉問題から宇宙服開発に向けた新素材の研究を行う



三次元ディスプレイの創製を有機高分子化学の視点から研究する

光導電性高分子

ホログラム材料の合成と素子作製、



機能性纖維

纖維作製方法の構築から機能付与まで総合的に研究を行い
次世代の高機能性纖維材料を世に届ける

機能高分子設計研究分野

(2-N203号室:内線7809)

mail: kinashi@kit.ac.jp

担当講義:物理化学演習

はじめに

March 11th 2011



March 15th 2011



Sep 20th 2015



Mar 7th 2022



2064

はじめに

福島第一の護岸でセシウム13万ベクレル 過去最高値

2014年2月14日 00時40分

昌 印刷 | メール

福島県中央部を貫く阿武隈川から海へ流れ出た放射性セシウムの量が、2011年9月に台風15号が通過した9日間で6兆ベクレルに達していたことが、京都大などの推計でわかった。1年間の総流出量の半分以上にあたる。専門家は台風時期の監視強化が必要だと指摘している。東科学誌サイエンティック・ソーシャル・リポーツで16日発表した。

阿武隈川は流域面積約5千平方キロ。福島第一原発事故で漏出した水、流域の土壤などを測定した。東大や気象研究所、川へ漏続している。東大や雨量などで少しづつ下流の宮城県、岩沼市で海上に漏れただけでなく、河口付近では、海水位、雨量、湿度、気温が上昇する現象が観察されている。また、土壌は、沿岸部で特に高い濃度となっていた。このうち、台風15号の影響が最も大きかった。強風雨で大量に漏れた水は、そのまま海上に漏り、直接海に流れ出た。また、1年9月19日～27日の流出量(約2兆ベクレル)とみられる。

海洋研究開発機構、筑波大などを観測。これらデータから、下流の宮城県、岩沼市で漏出されたセシウムの量を推計した。

その結果、全期間の流出量(約10兆ベクレル)と推計量とはほぼ同じだった。このうち、台風15号による流出量(約2兆ベクレル)たった。



Wave music system III
あなたボーズの人の
ヘッドホンプレゼント!
[PR]

がれき撤去 課題山積



所有者不在、承諾ないが…

処分の可否、明確な基準なし

阪神の1.7倍 憊本の自治体

に写真には、閉まっていた弁が開いてい

タンク汚染水漏れ、人為的操作が原因 福島第一

2014年2月22日 08時34分

昌 印刷 | メール

東電は21日、弁を開けた状態にして、人為的操作による作業員の操作によるものと断定。東電は当初、弁の故障の可能性もあるが、工事による写真と水位計のデータからかねて、弁を開いたことが原因とみて

いたタンクに汚染水を送る配管には、三ヶ所が開いている。汚染水漏れが発覚し、午後11時半ごろには、二つの弁が開放されていた。弁がすべて開いていたことから、東電は

流れ込んでいた。このことから、東電は

はじめに

【放射線検知器】日本語説明書付き『 RDX I』
Industrial Test Systems
[カスタマーレビューを書きましたか？](#)

価格：￥ 24,800 通常配送無料 [詳細](#)

1点在庫あり。 在庫状況について
この商品は、ミラノコレクションが販売し、[Amazon.co.jp](#) が発送します。

住所からお届け予定日を確認 **153-0064 - 東京都目黒区下目黒**
34火曜日 にお届けするには、今から **13時間 24分以内に** [お急ぎ便] お届け料金は無料

新品の出品: ￥ 24,800 より

画像をクリックして拡大イメージ
[自分のイメージを撮る](#)

商品の仕様

- ・押ボタンを押していく
- ・放射線を感知する

画像にマウスを合わせると拡大されます
[自分のイメージを撮影する](#)

商品の仕様

- ・放射線センサ：ガイガーミューラー管
- ・検出線種：ガンマ線

被災地の除染活動に貢献： 東芝、放射線を色で可視化する「ポータブルガンマカメラ装置」量産へ

東芝は、2011年12月に発表した放射線量を色で可視化する「ポータブルガンマカメラ装置」の生産体制を構築し、販売および撮影サービスの提供開始を決定した。量産効果により、発表当初に報じられた価格よりも低価格になる見込みだ。

[八木沢篤、@IT MONOist]

[印刷/PDF](#) [ツイート](#) 68 [いいね！](#) 26 [BI](#) 1 [8+1](#) 2 [投稿](#) [Pocket](#) 3

[類似記事の掲載をメールで通知](#)

東芝は2012年4月16日、が
る「ポータブルガンマカメラ」
および撮影サービスを4月から
表した。同装置は、2011年12月に
したものである（「[目に見える
放射線を色で可視化](#)」——東芝、ポ
ラ装置を開発）。

同装置は、福島第一原
の調査のために使
用ラがベースとなっ
て向上・小型化した。

につれて「黄」「緑」「青」と色を変えて表示し、目に見えない放射線を色で識別できる
のが特長である。また、短時間で広範囲を計測できるので、特定に時間のかかる「ホット
スポット」の発見や除染作業後の放射線量の低下具合の確認などにも使える。



「ポータブルガンマカメラ装置」のイメージ
昨年の発表以降、同社は、福島市との共同実証実験や中央官庁や地方自治体に向けた提
案活動、さらには試験撮影要請への対応などを行ってきた。

これらの活動の結果、同社は同装置の実用化に向けた性能および効果を確認するととも
に、あらためて自治体などからのニーズが高いことを認識。今後、本格化する被災地の除
染活動に貢献できるよう生産体制を構築し、販売およびサービスの提供開始を決定したと
いう。なお、昨年の発表当時は1台2000万円程度、測定サービスが1日50万円程度と報じ
られていたが、「量産効果も見込めるため、本体価格は1200万円前後になるのではないか
か。また、測定サービスについても本体価格が下がる分、安くなる見込みである」（同
社）とする。

各種線量計

デジタル 線量計

- GM計数管
- シンチレーション
検出器
- 電離箱
- 半導体検出器

不活性ガスの電離による陽陰極間の
パルス電流をカウント

シンチレータの放射線に対する発光
を検出

電離作用により気体中で作るイオンを
検出し電気信号に変換

放射線により電子正孔対が生成され
電流が発生

アナログ 線量計

- 萤光ガラス線量計
- フィルム線量計
- フリッケ線量計

放射線の照射量に比例した蛍光を出す
ガラスを使用

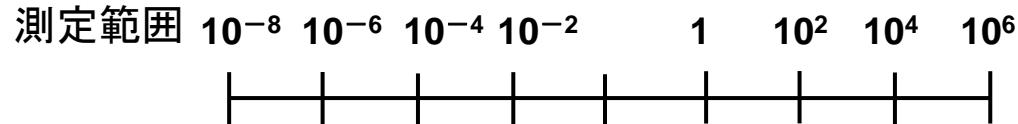
放射線の照射量に比例して吸光
度が増加するフィルムを使用

放射線により鉄イオンの酸化反応
を利用し吸光度が変化

クロミック線量計

本研究:放射線の照射量に比例し
て吸光度が増加する

各種線量計



デジタル
線量計

- GM計数管
- シンチレーション
検出器
- 電離箱
- 半導体検出器

アナログ
線量計

- 蛍光ガラス線量計
- フィルム線量計
- フリッケ線量計

クロミック線量計



なぜウェラブル線量計なのか？



蛍光ガラス線量



デジタル線量



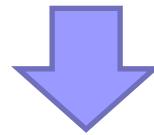
既存の線量計の欠点

- ✓ 身体のどこが放射線に被ばくしているか、すぐに分からない

本研究の目的



✓放射線に反応し色変化する纖維の作製



衣服に加工することで目視で放射線の有無を確認できる

繊維の作り方:遠心紡糸法

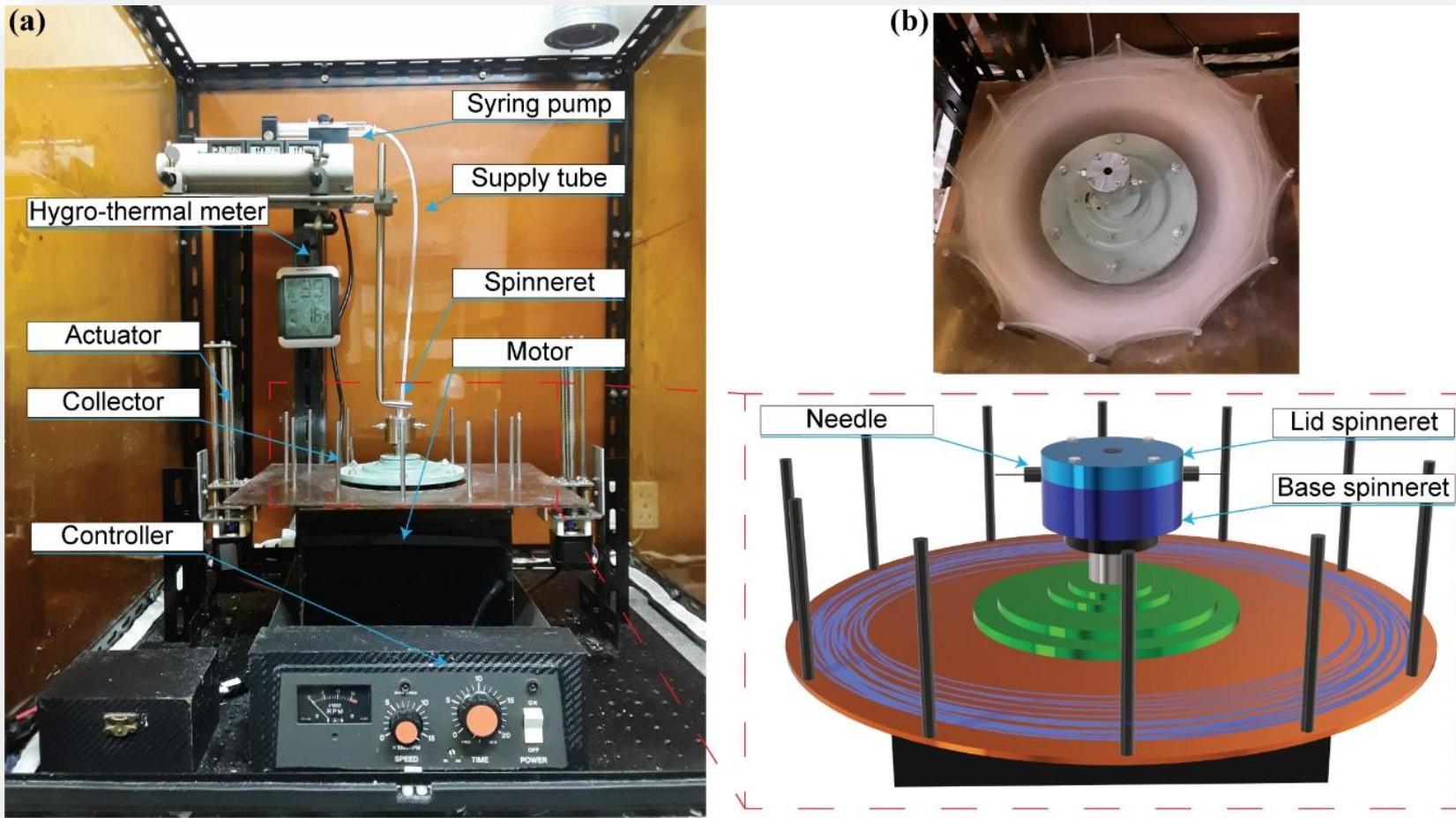


Figure (a) Photographic image of the Centrifugal spinning systems and (b) photograph of a fibrous produced by Centrifugal spinning method.

繊維の作り方:遠心紡糸法

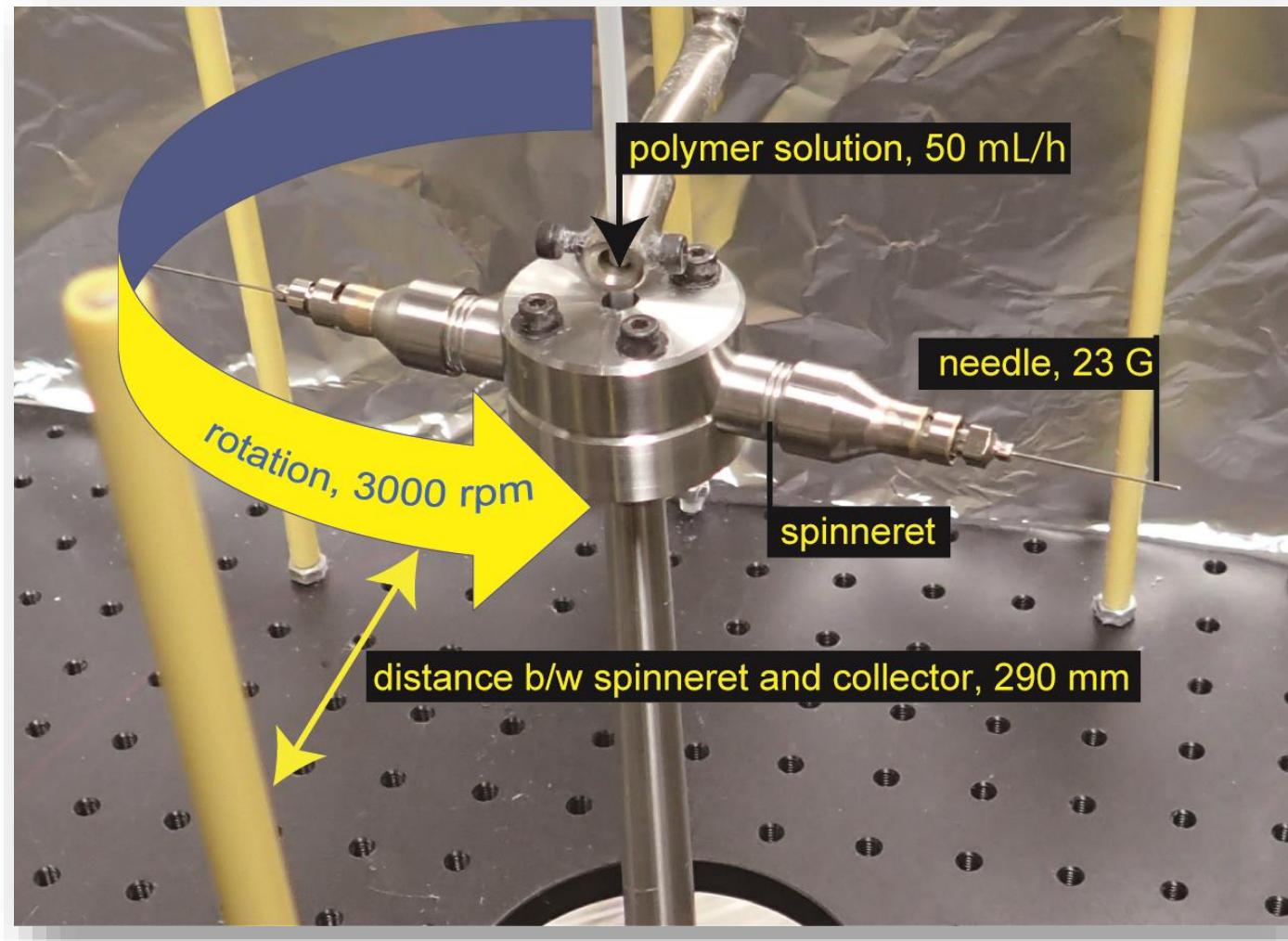
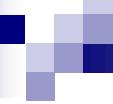
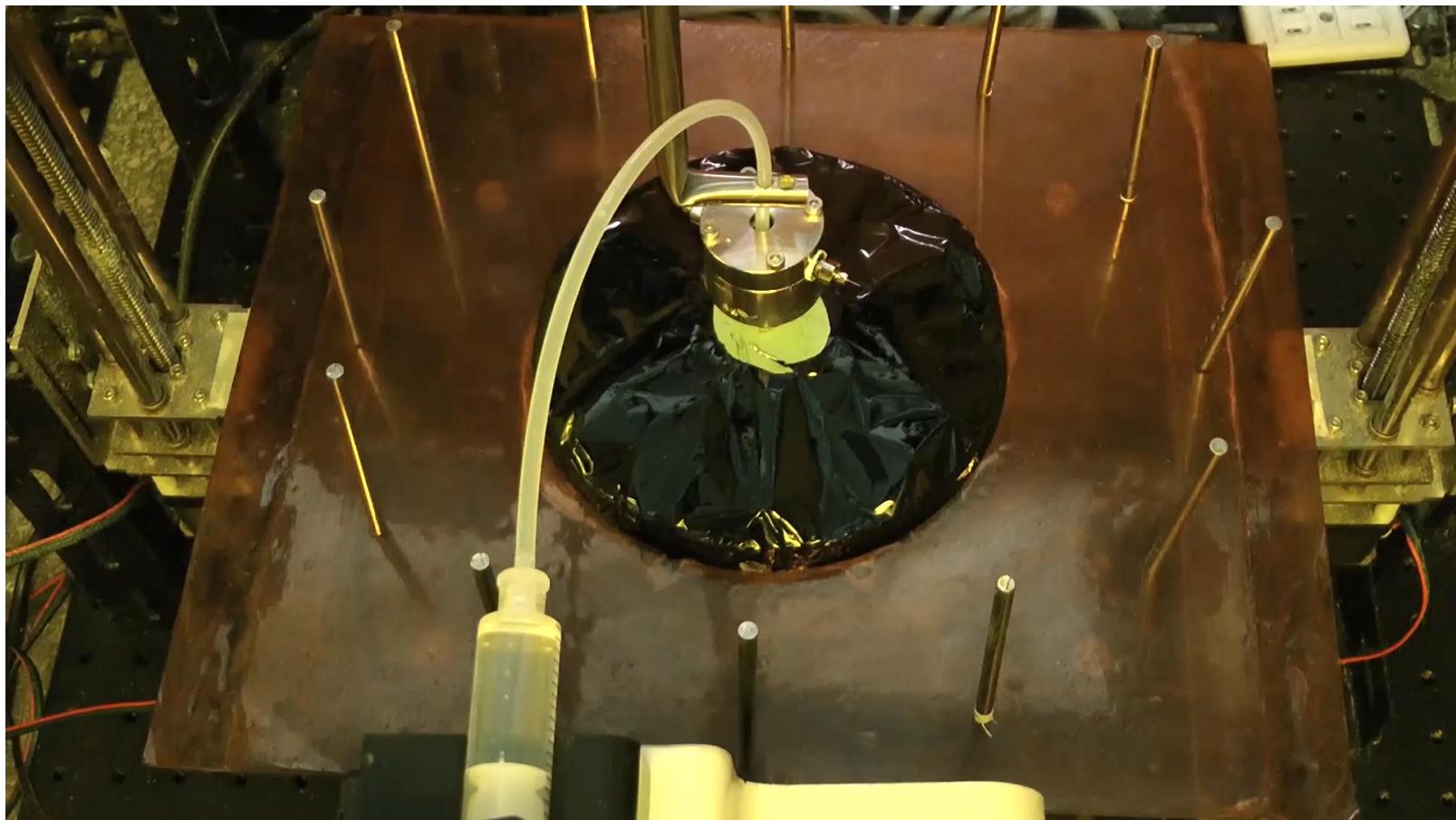


Figure Photograph of the forcespinning apparatus.

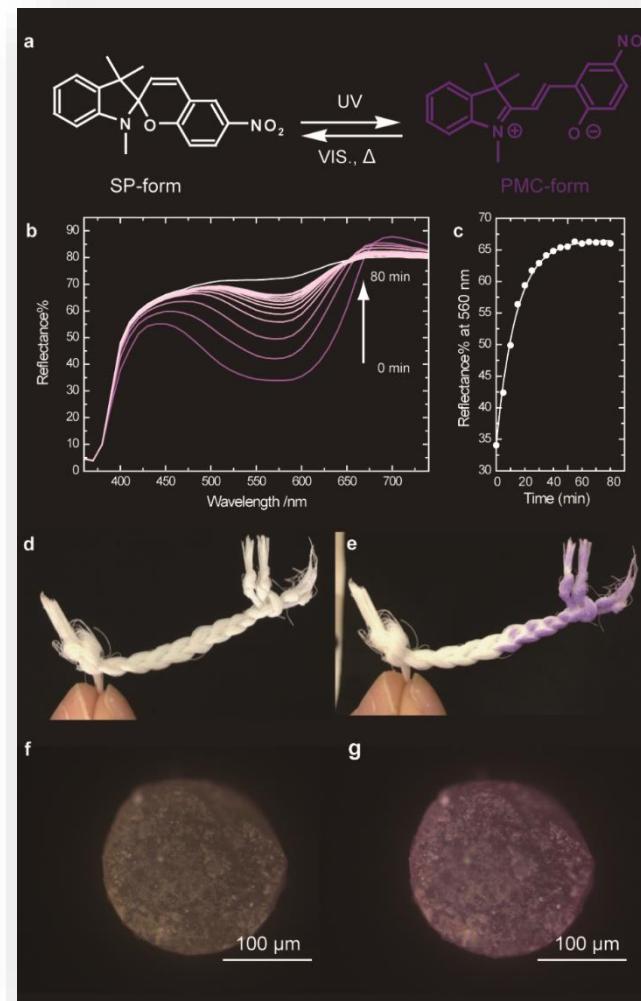
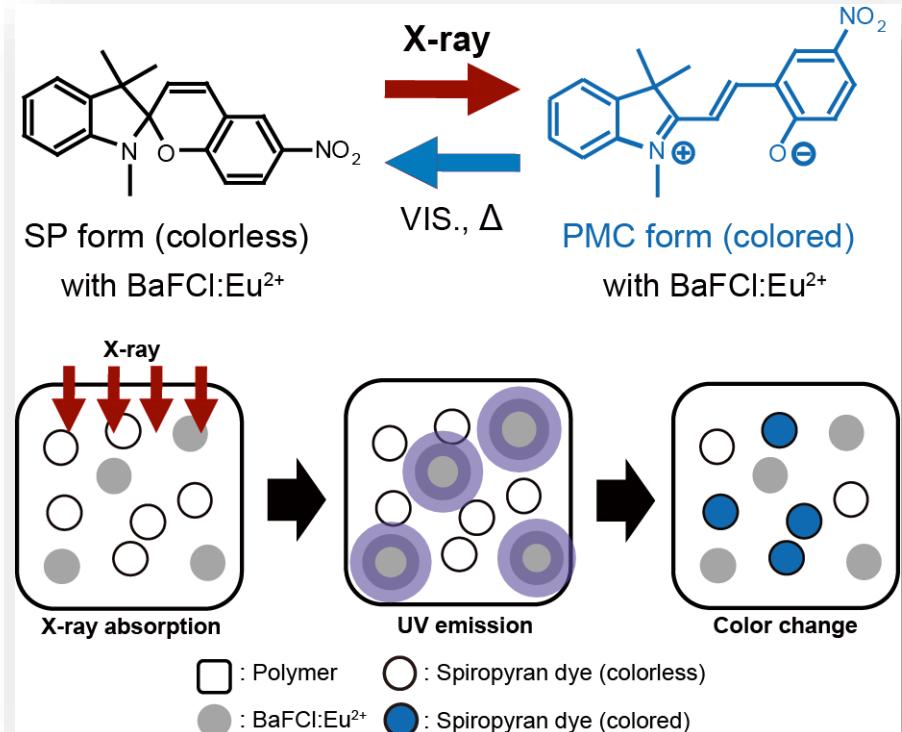


繊維の作り方: 遠心紡糸法



クロミック線量計とは

※ 例) 熱不安定型クロミック線量計



色変化の評価方法

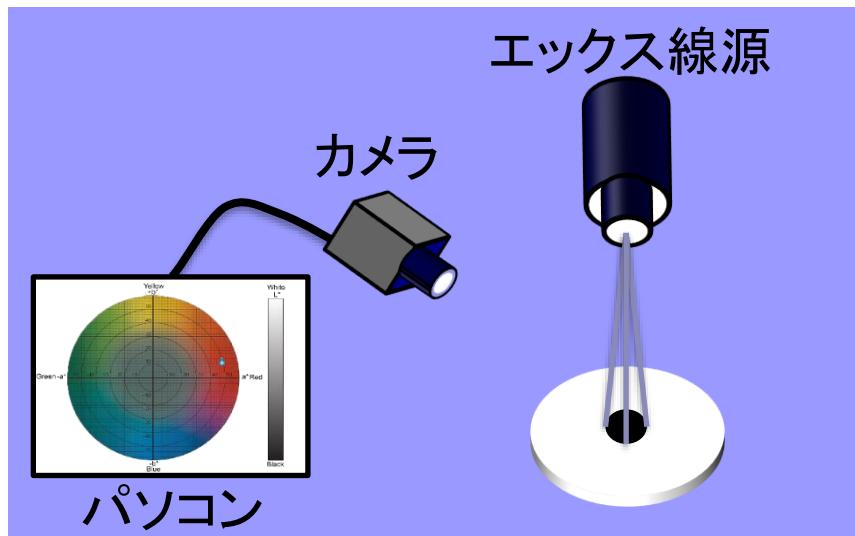


Figure X-ray irradiation and the chromaticity difference measurement system

※本研究では 0.71 Gy/min の線源

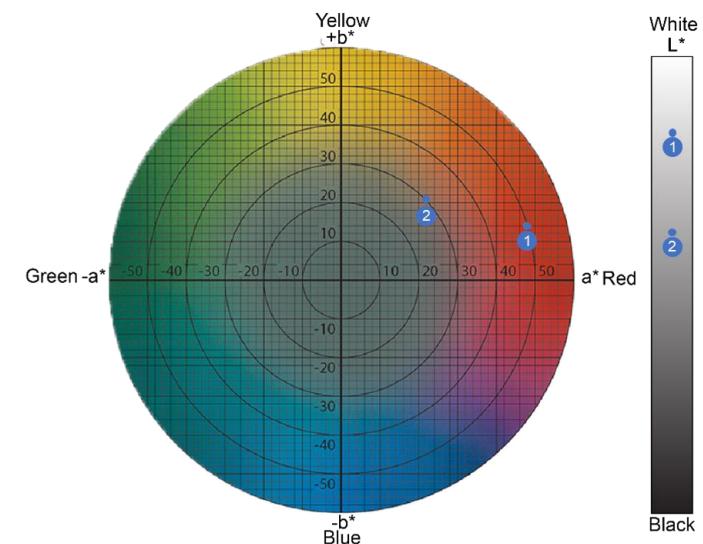


Figure L^*a^*b color space. ΔE : Chromaticity difference. L, a, b: Color coordinates based on L^*a^*b color space.

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2}$$

$$\Delta L = L_1 - L_2$$

$$\Delta a = a_1 - a_2$$

$$\Delta b = b_1 - b_2$$

研究結果1 ロイコ色素を用いた熱安定型クロミック線量計

Applied Sciences, 2020, 10, 3789

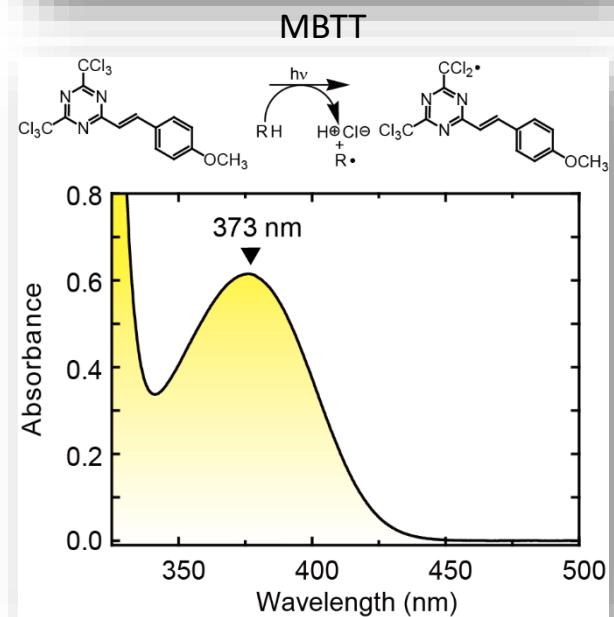
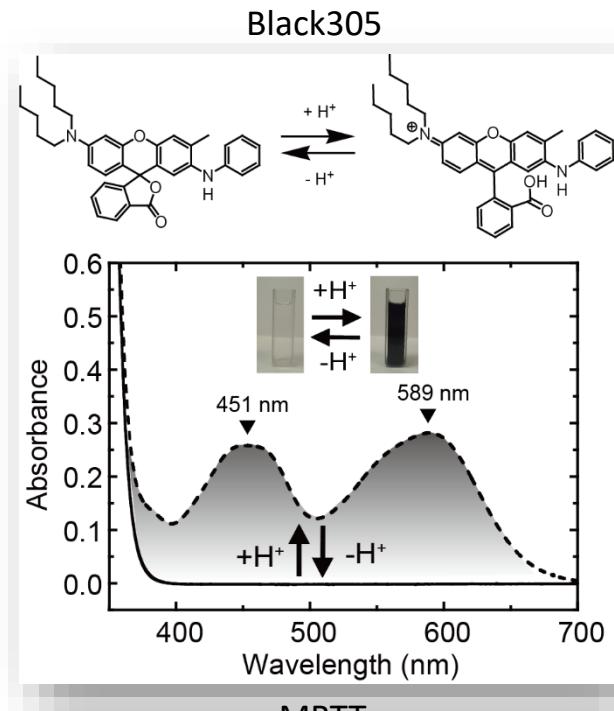
材料

- PS, THF, MBTT, fluoran leuco dye Black305.

PS/THF/MBTT/Black305 (10/35.5/1.0-3.0/1.0-3.0).

紡糸条件

- Needles inner diameter: 160 μm (shaft length: 5 mm).
- Solution flow rate: 100 ml h^{-1} .
- The rotation speed: 15000 rpm.
- The RH of 35 % and temperature of 25 °C.



| MBTT/Black305 | PS (g) | MBTT (g) | Black305 (g) | THF (g) | Viscosity (mPa s) | Fiber diameter (μm) |
|---------------|-----------|-------------|-----------------|------------|----------------------|------------------------|
| 1.0/1.0 w/w | 10.0 | 1.0 | 1.0 | 35.5 | 148.40 ± 0.55 | 9.16 ± 2.49 |
| 1.0/2.0 w/w | 10.0 | 1.0 | 2.0 | 35.5 | 150.20 ± 1.50 | 9.20 ± 2.21 |
| 1.0/3.0 w/w | 10.0 | 1.0 | 3.0 | 35.5 | 149.40 ± 1.15 | 8.85 ± 2.23 |
| 2.0/3.0 w/w | 10.0 | 2.0 | 3.0 | 35.5 | 150.60 ± 1.35 | 8.61 ± 3.01 |
| 3.0/3.0 w/w | 10.0 | 3.0 | 3.0 | 35.5 | 151.40 ± 0.90 | 9.58 ± 3.25 |

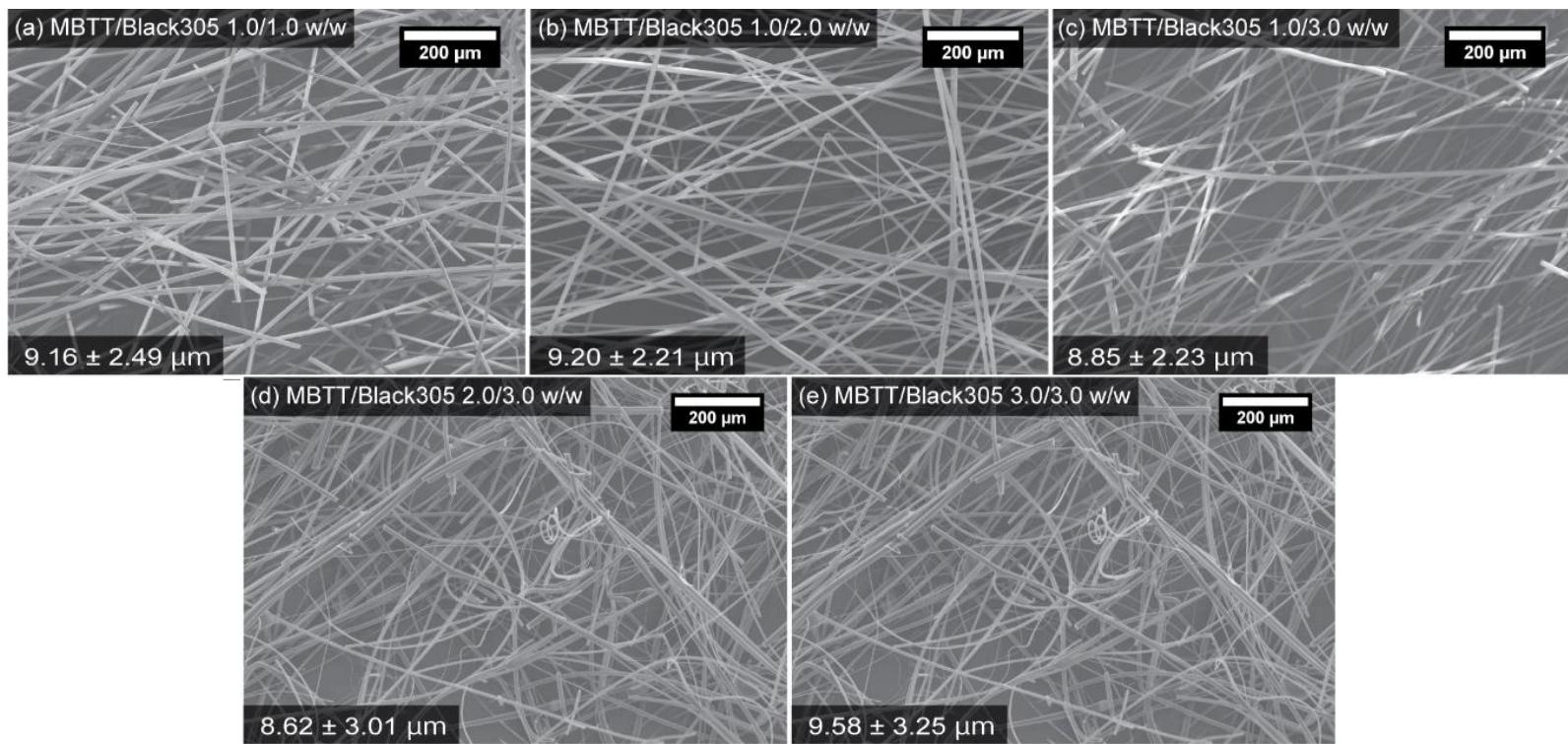


Figure SEM images of the FCD based on leuco dye prepared from difference concentrations of MBTT/Black305, (a) 1.0/1.0 w/w, (b) 1.0/2.0 w/w, (c) 1.0/3.0 w/w, (d) 2.0/3.0 w/w, (e) 3.0/3.0 w/w.

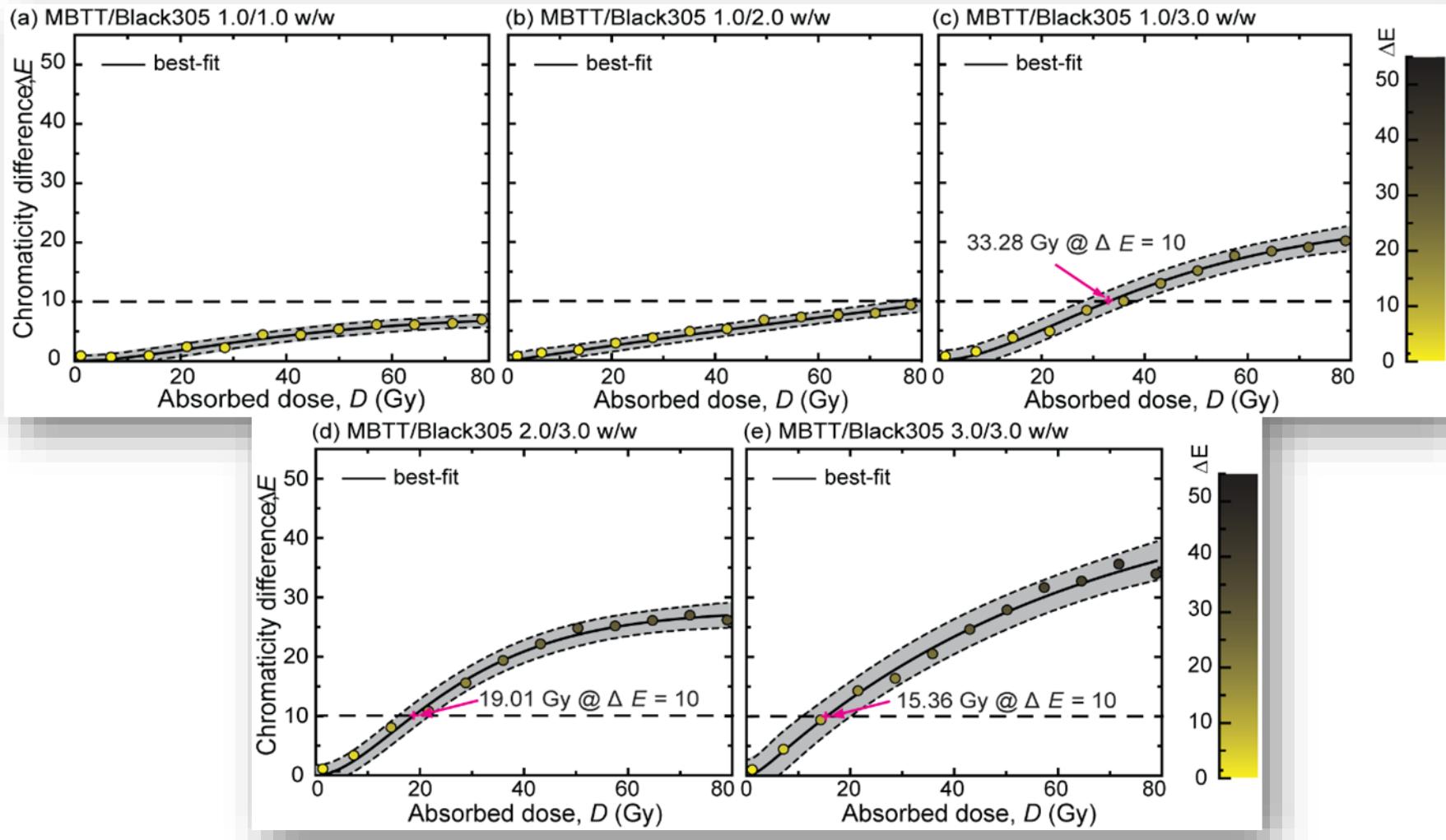


Figure Dose-response curves at 20 C of FCD based on leuco dye with various concentrations of MBTT and Black305. The black dashed line indicates the point at which the color change can be visually observed.

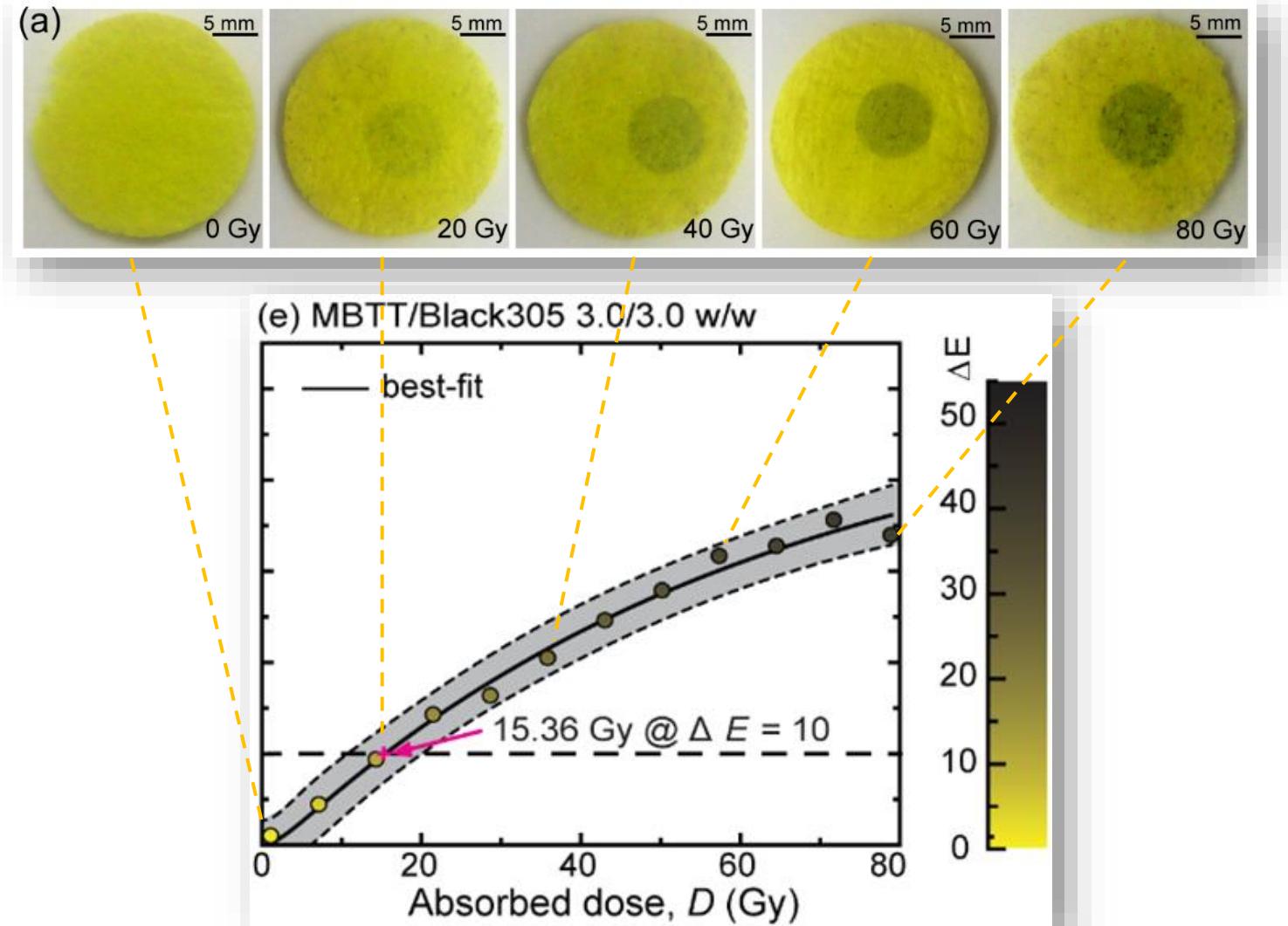


Figure Photographs of color changes of the fibrous color dosimeter with a MBTT/Black305 ratio at 3.0/3.0 w/w for each X-ray exposure dose.

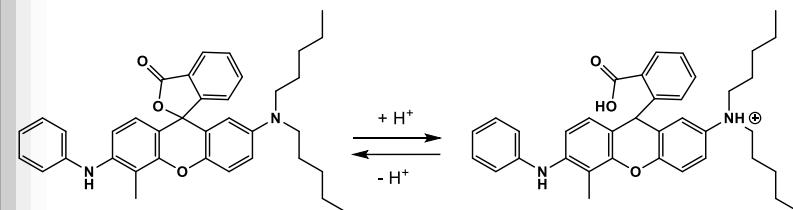
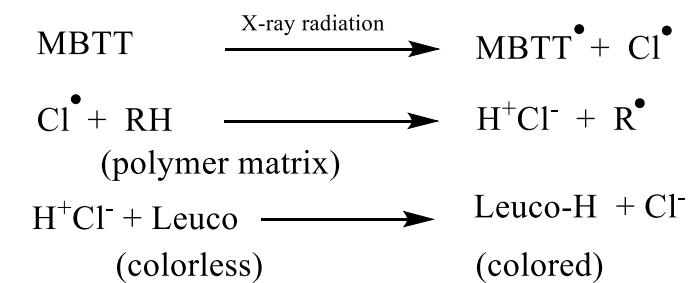
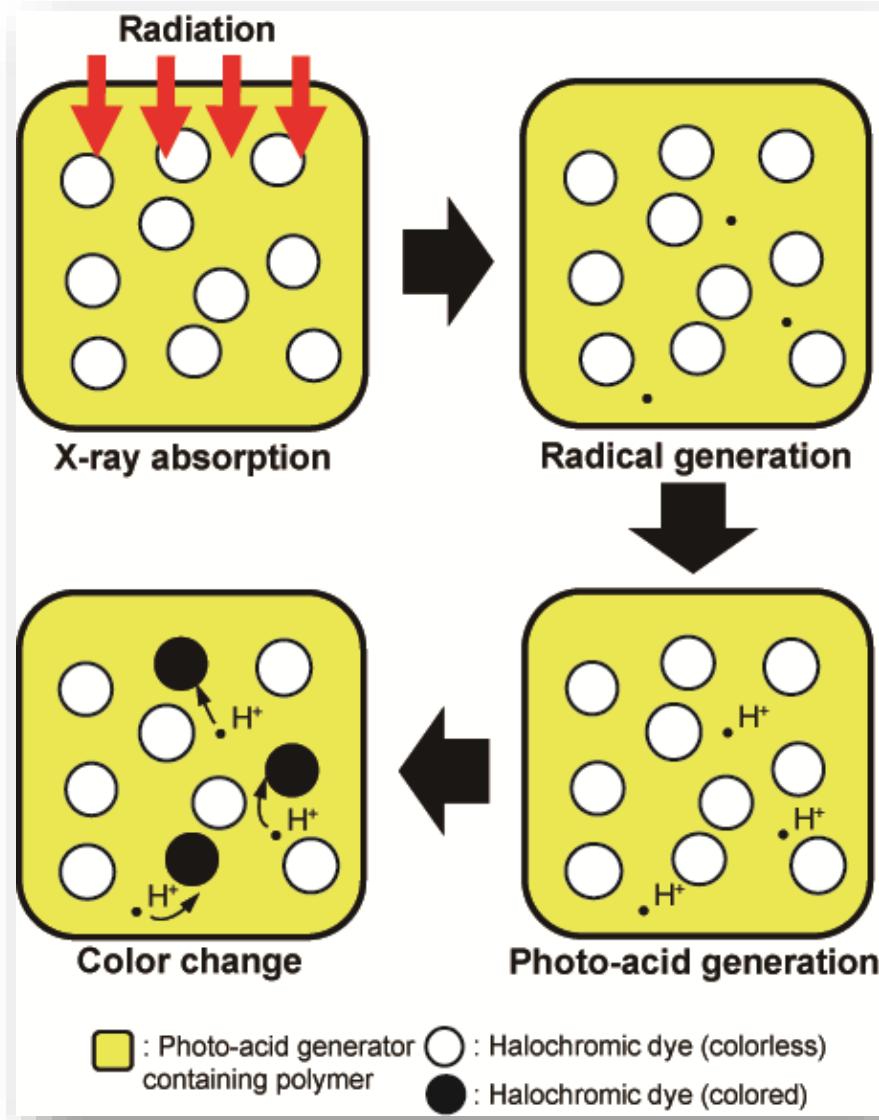


Figure The color changing mechanisms of FCD based on leuco dye.

(e) before X-ray exposure



after X-ray exposure



Figure Photograph showing aspect of the fibrous color dosimeter with MBTT/Black305 ratio at 3.0/3.0 w/w before and after X-ray exposure for 80 Gy. (e) Photographs of the clothlike fibrous color dosimeter with MBTT/Black305 ratio at 3.0/3.0 w/w (left) before and (right) after X-ray exposure through the lead sheet cut in a “♥” shape.

研究結果2 ジアセチレン化合物を用いた熱安定型クロミック線量計

Dyes and Pigments, 2021, 191, 109356

材料

Polylactic acid (PLA), 10,12-Pentacosadiynoic acid (PCDA), Chloroform, Ethanol.

- Solvent: Chloroform/Ethanol 8/2 (w/w).
- PLA concentration: 5, 7, 9, 11, 13, 15 wt%.
- PCDA weight: 5, 10, 20, 40 phr of PLA.

紡糸条件

Needles inner diameter: 160 μm (shaft length: 5 mm).

- Solution flow rate: 100 ml h^{-1} .
- The rotation speed: 15000 rpm.
- The RH of $30 \pm 5\%$ and temperature of $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

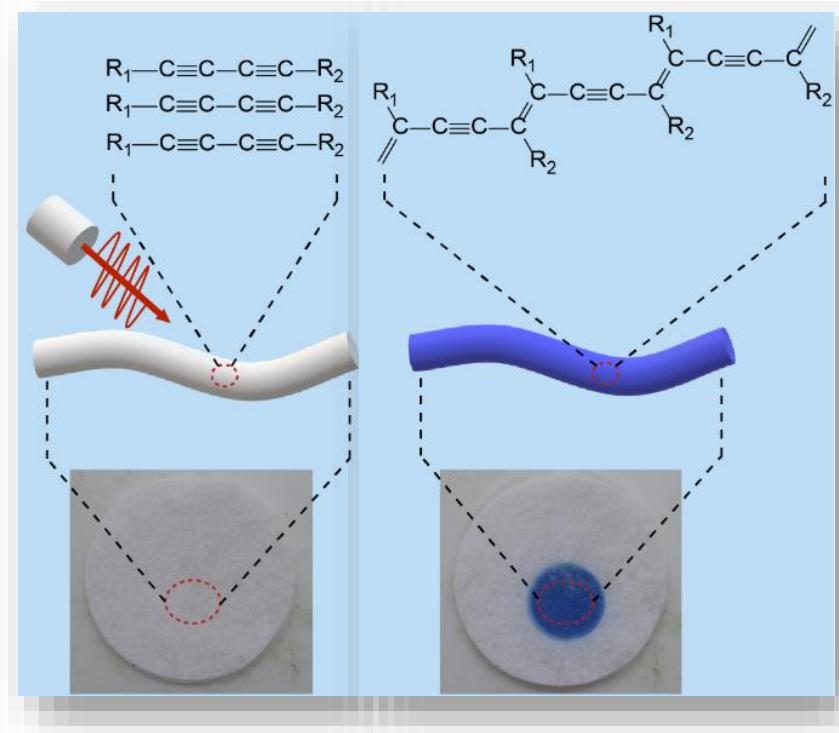
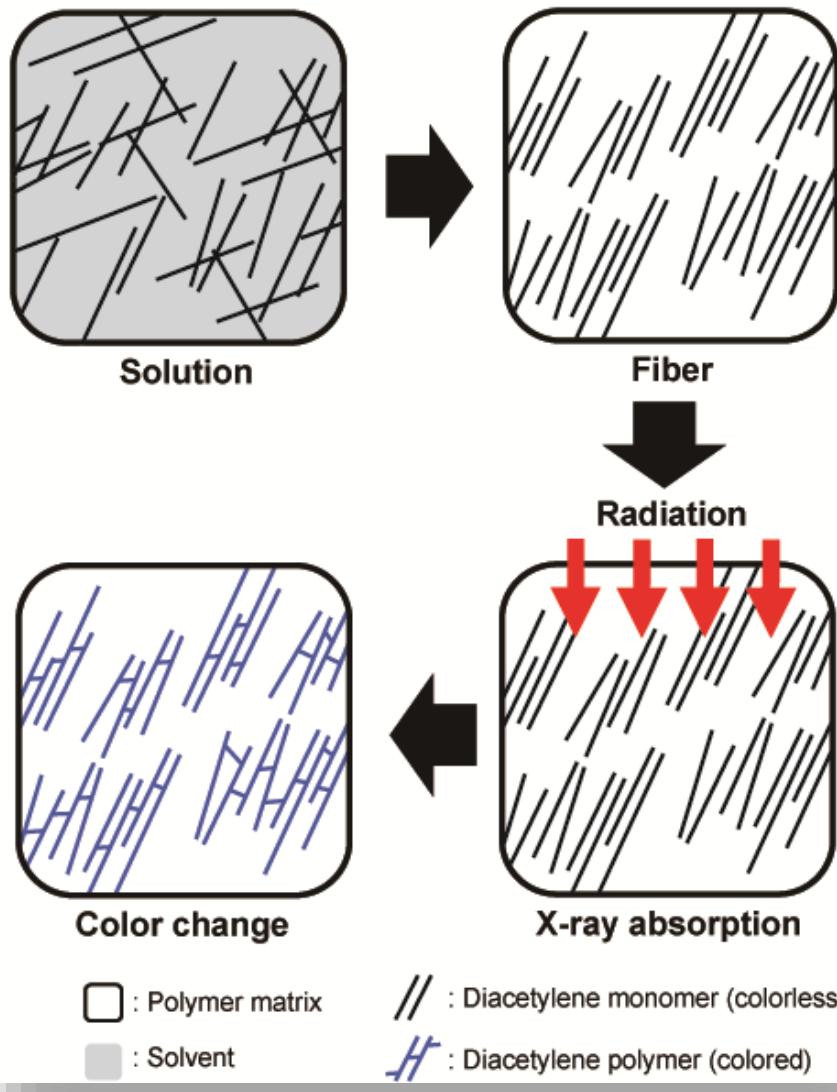


Figure The color changing mechanisms of FCD based on leuco dye.

| | Viscosity (mPa s) | Fiber diameter (μm) |
|-------------|-------------------|----------------------------------|
| PLA | 128.33 ± 0.58 | 2.53 ± 0.81 |
| PCDA@PLA_5 | 132.67 ± 2.08 | 3.29 ± 1.59 |
| PCDA@PLA_10 | 133.33 ± 1.53 | 3.24 ± 2.15 |
| PCDA@PLA_20 | 134.67 ± 2.52 | 6.38 ± 2.06 |
| PCDA@PLA_40 | 135.33 ± 3.21 | 6.68 ± 4.87 |

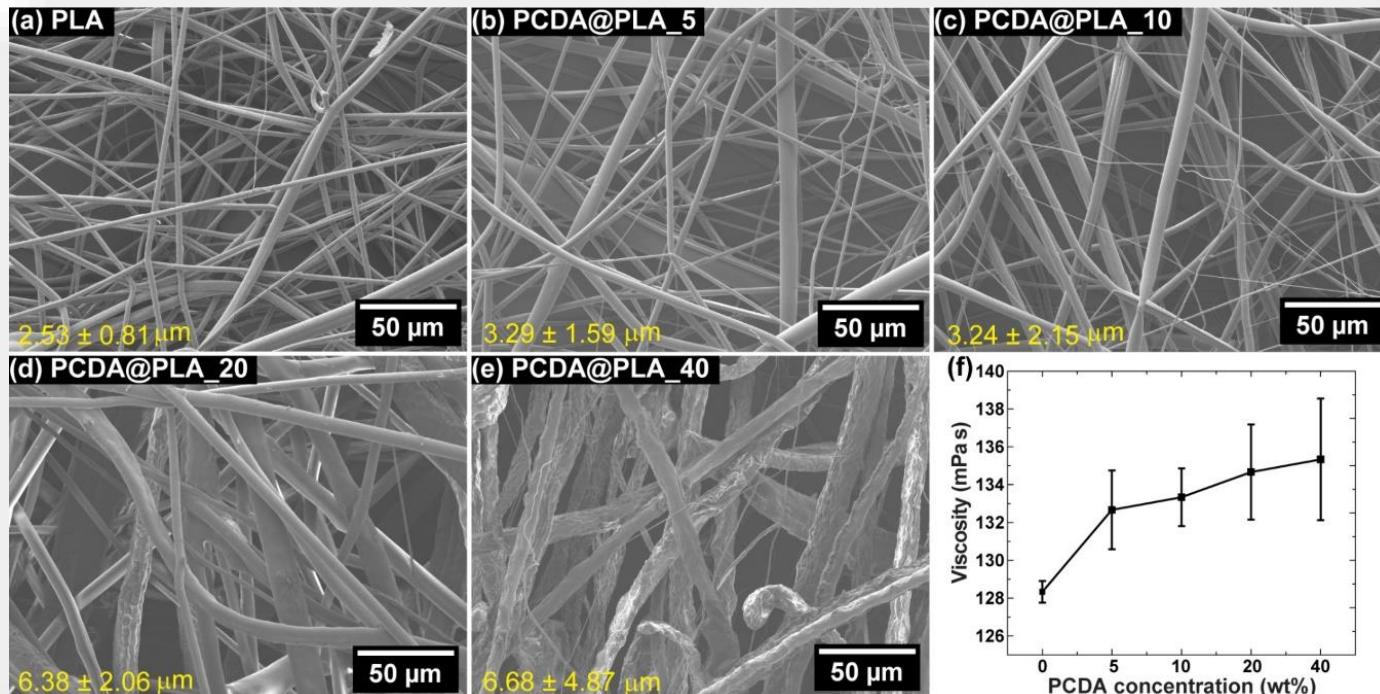


Figure (a-c) FE-SEM images of centrifugally spun PCDA@PLA fibers prepared from various PLA/PCDA solutions with different concentrations of PCDA and the (f) viscosity of each PLA/PCDA solution.

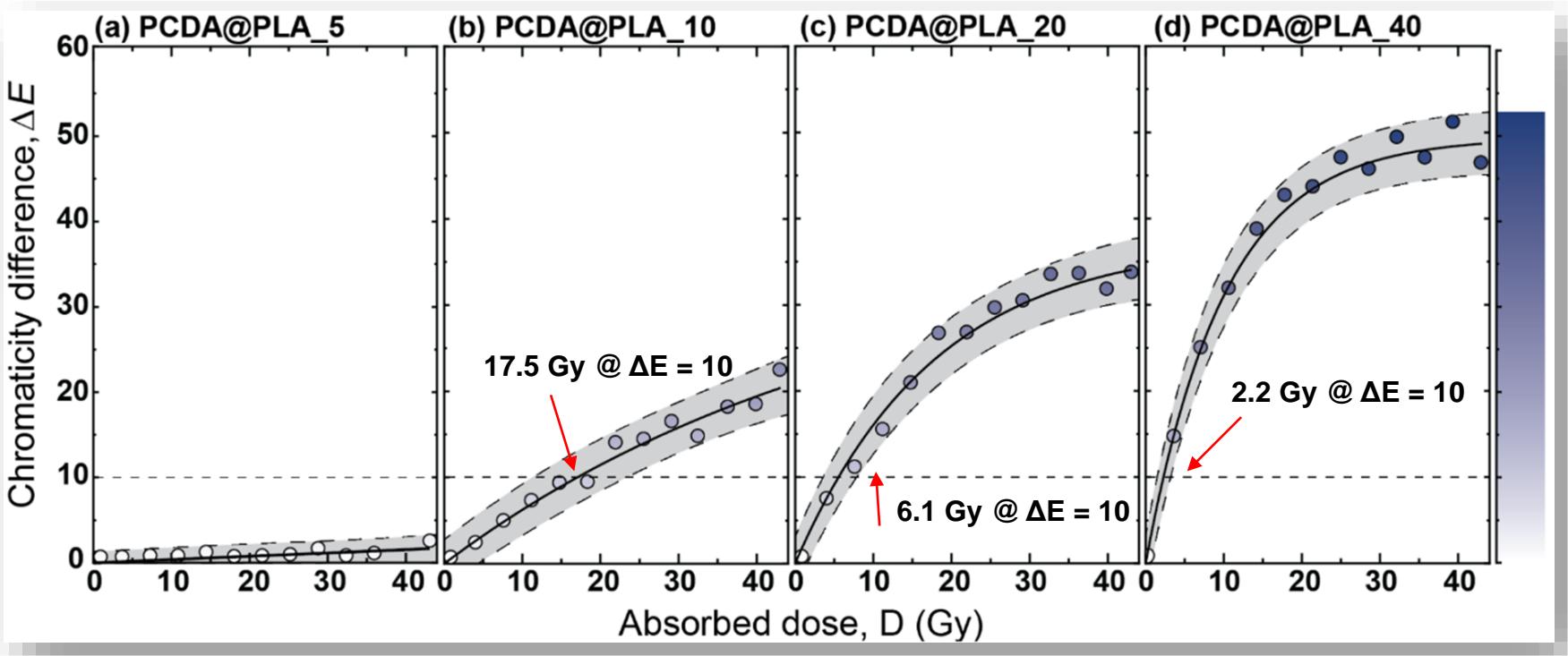


Figure Dose-response curves at 25 C of FCD based on diacetylene with various phr of PCDA. The black dashed line indicates the point at which the color change can be visually observed.

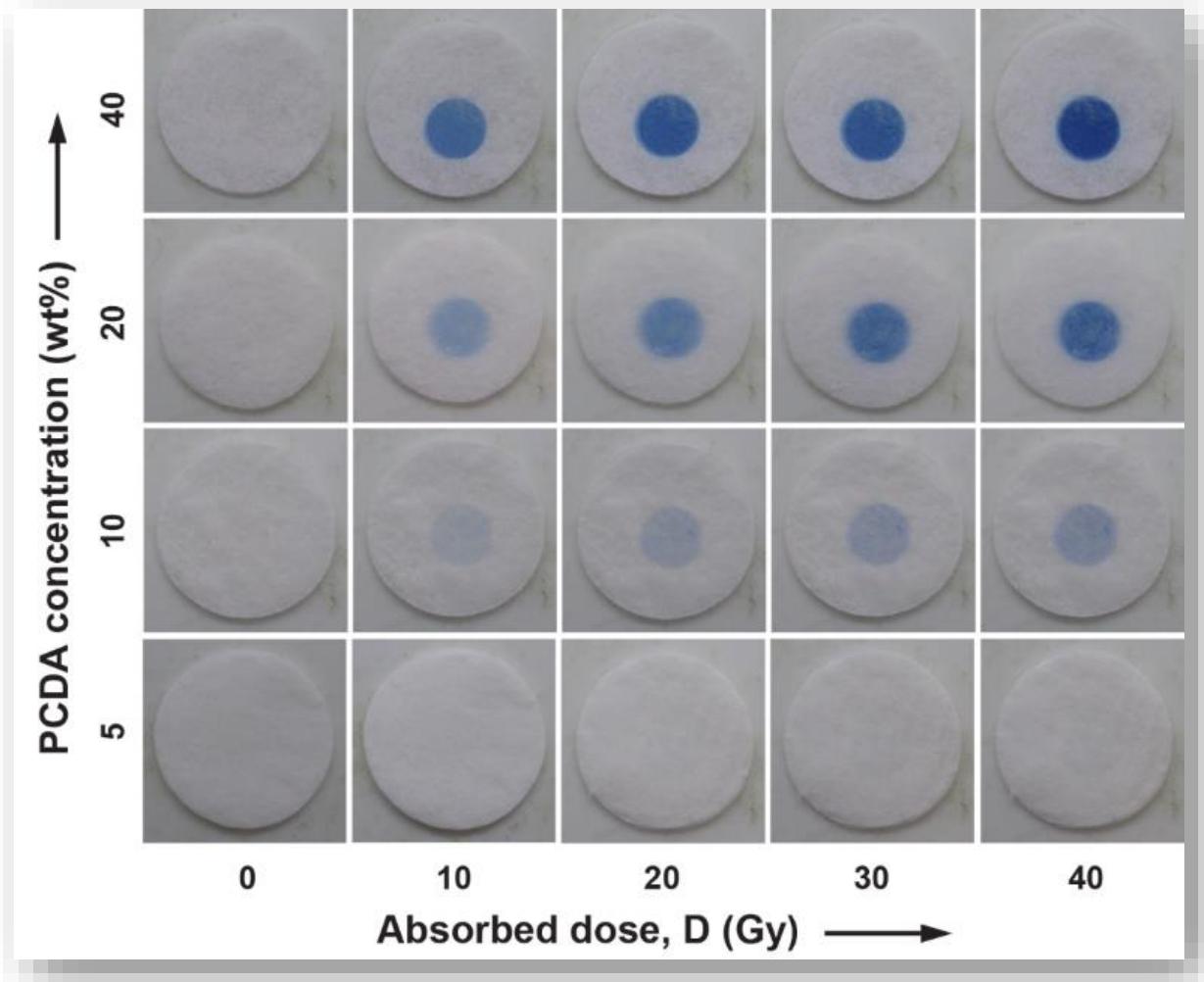


Figure Photographic images of the FCD following various exposure doses. The leftmost photographs show the fibers without exposure, and the exposure dose increases from left to right, up to 40 Gy.



Figure Photographic images of the clothlike chromic dosimeter (a) before, and (b) X-ray exposure through the lead sheet cut in a “ \heartsuit ” shape.

応用展開 宇宙放射線の影響

国際宇宙ステーションの簡易曝露実験装置（きぼう）にて
宇宙線暴露実験を 1 年間実施

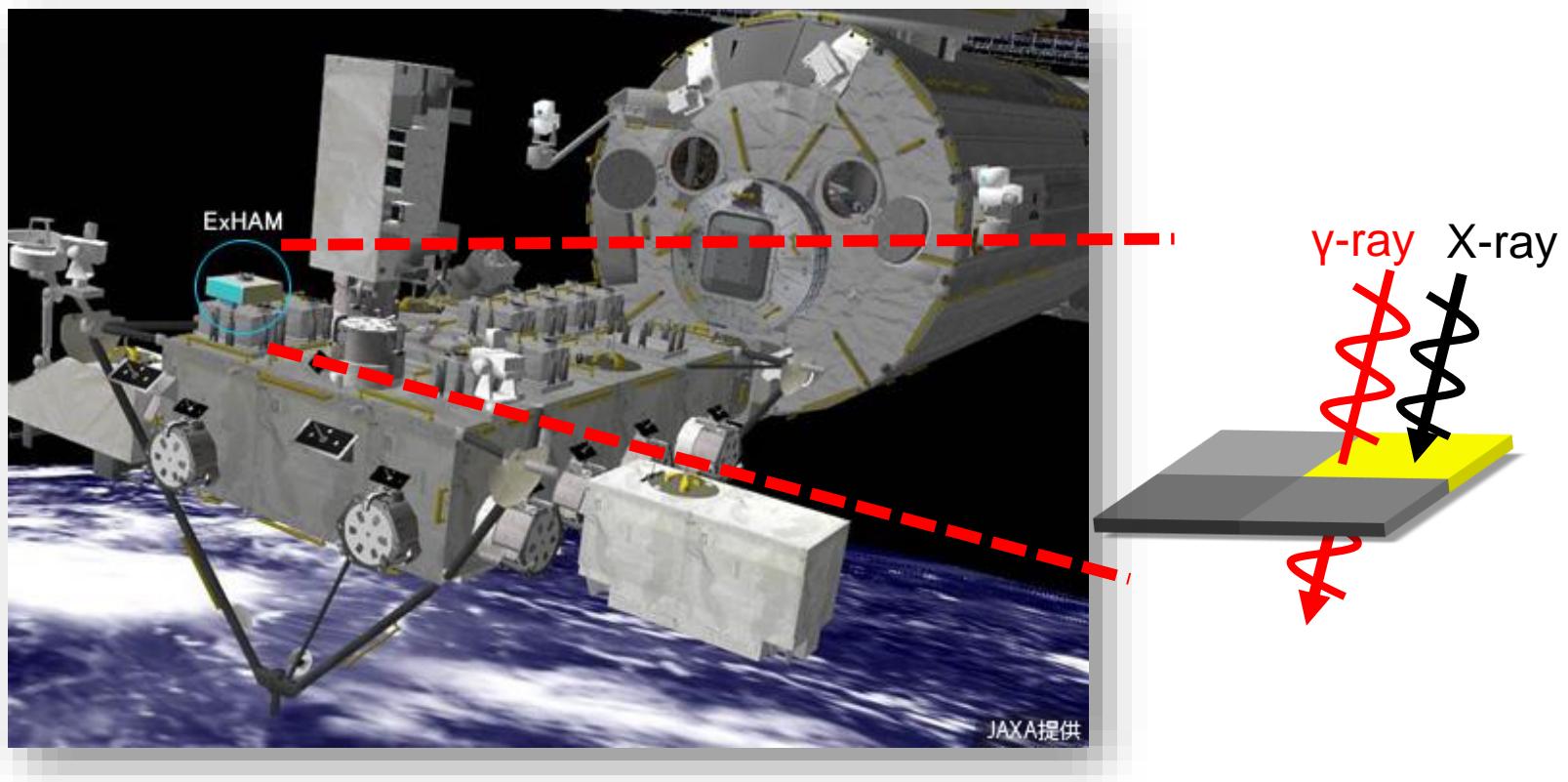
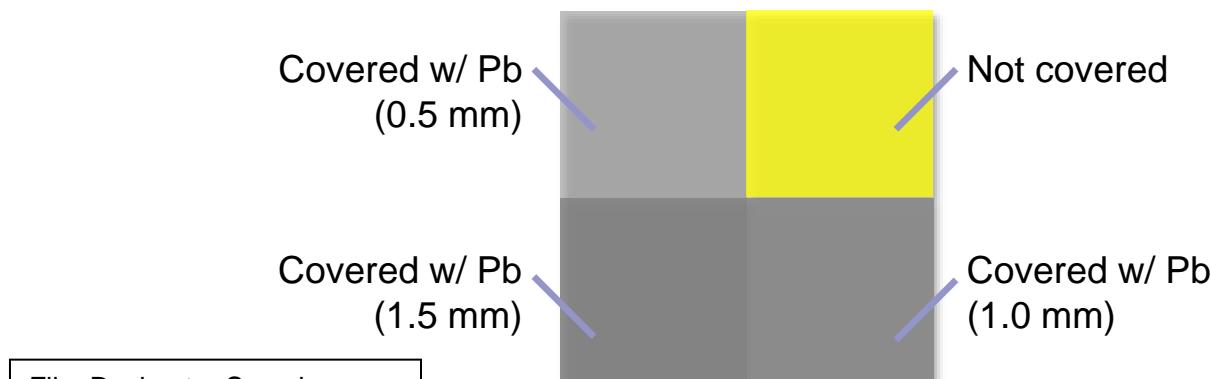
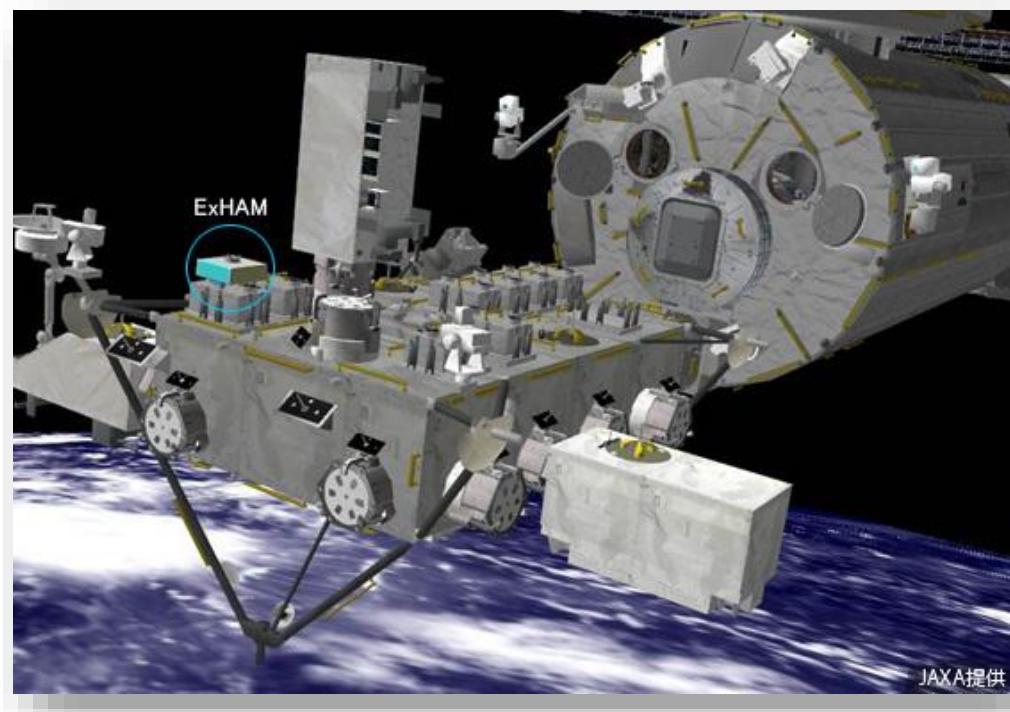
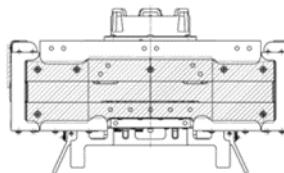
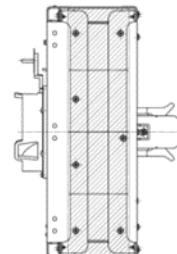
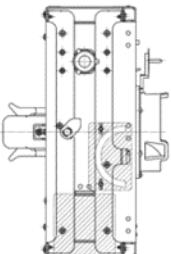
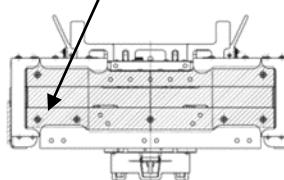
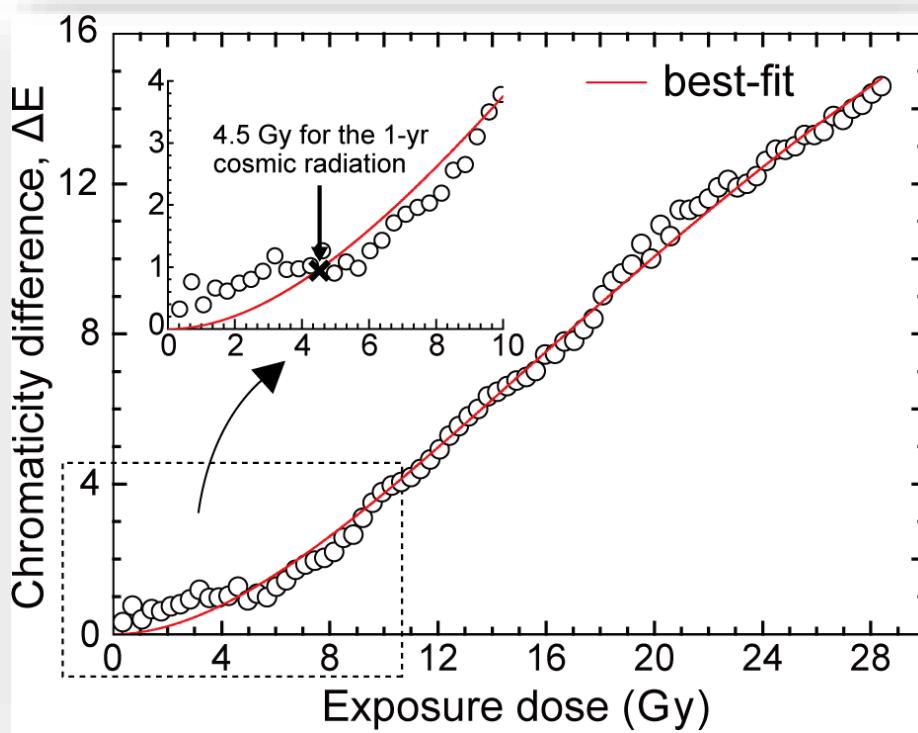
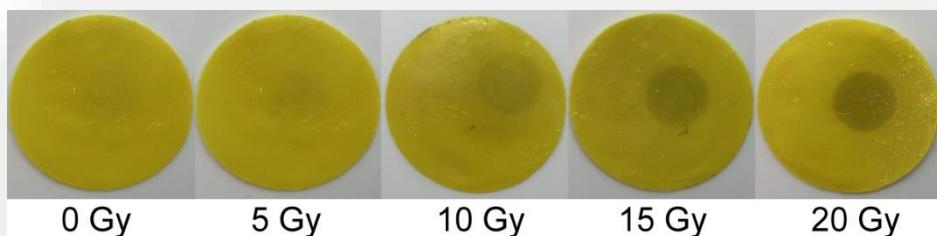


Figure Image of cosmic radiation exposure to the sample in ISS.



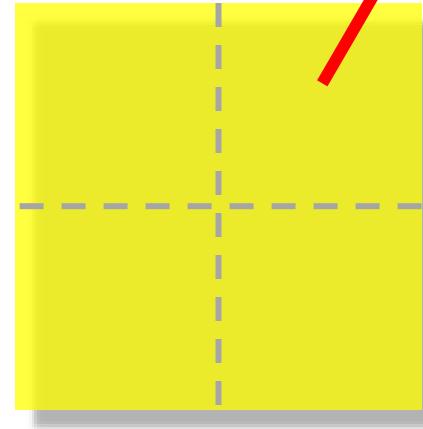
Film Dosimeter Sample
100mm x 100mm x 20mm

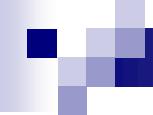




1-yr cosmic
radiation is **4.5 Gy**
X-ray: 99.6%
 γ -ray: 0.4%

$$\Delta E = 0.96$$





まとめ と 今後の展望

