

放射線による工業製品への影響

長野県伊那北高等学校2年理数科

赤羽真弥 甘利彩香 小島壮太郎 御子柴誠也 矢野晴香 指導教諭 三澤信也先生

研究の目的

放射線を照射することで、工業製品にどのように作用し、性質がどのように変化するのかを研究する。

使用した放射線

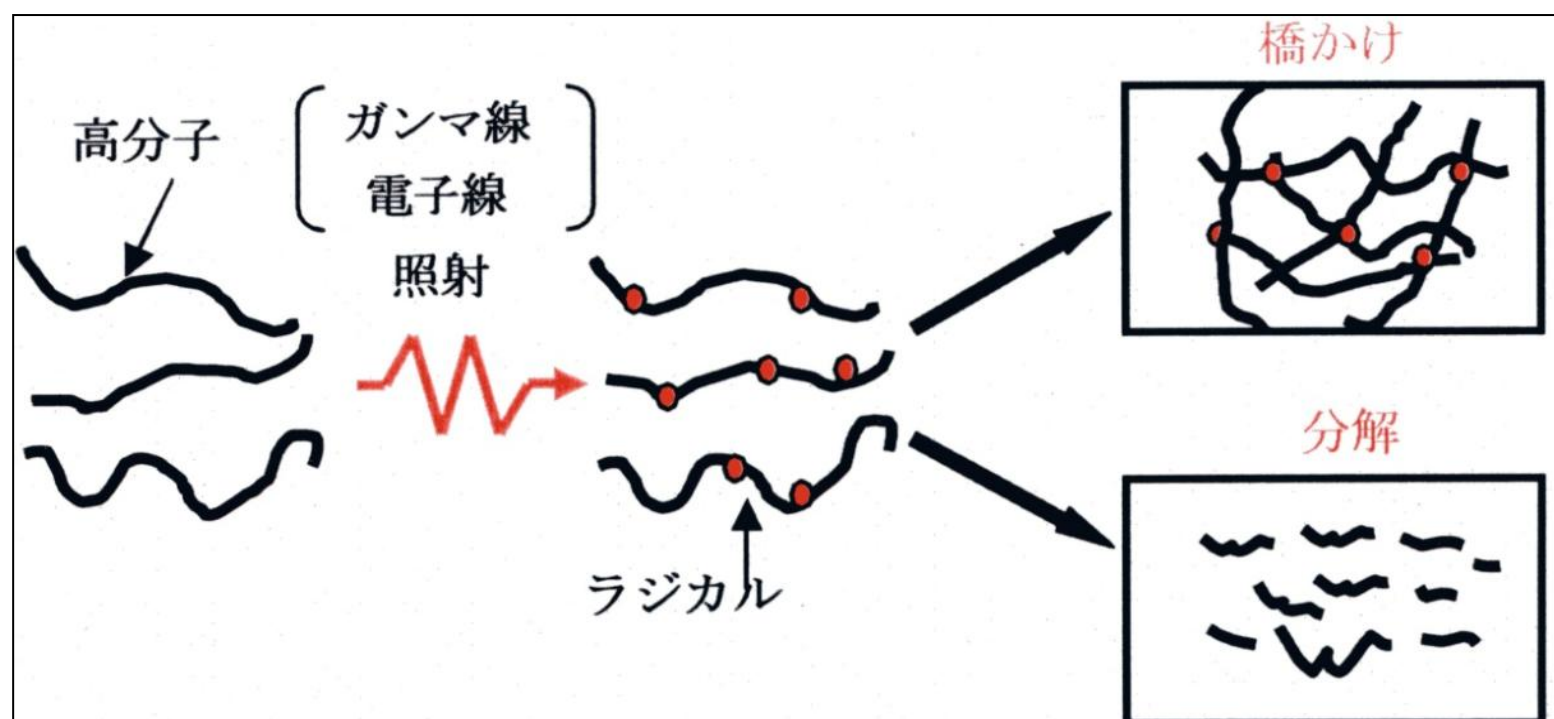
- γ線
- ・とても波長が短い電磁波。
 - ・透過能力は高いが、鉛などで遮断できる。
 - ・発生原理は、α崩壊、β崩壊が起こった後の原子核に残った余分なエネルギーを、安定になろうとして放出することによる。
- 今回は持参物に1h、2h、4h、16h、21hずつ、照射した。

高分子材料への影響

高分子材料とは、非常に長い分子でできたもの。それに放射線を照射すると、反応しやすい部分(ラジカル)ができ、そこから架橋(橋かけ)や分解が起こる。

架橋(橋かけ): 分子間で網目状の構造が出来ること。照射前よりも耐熱性などが増し、強く丈夫になる。

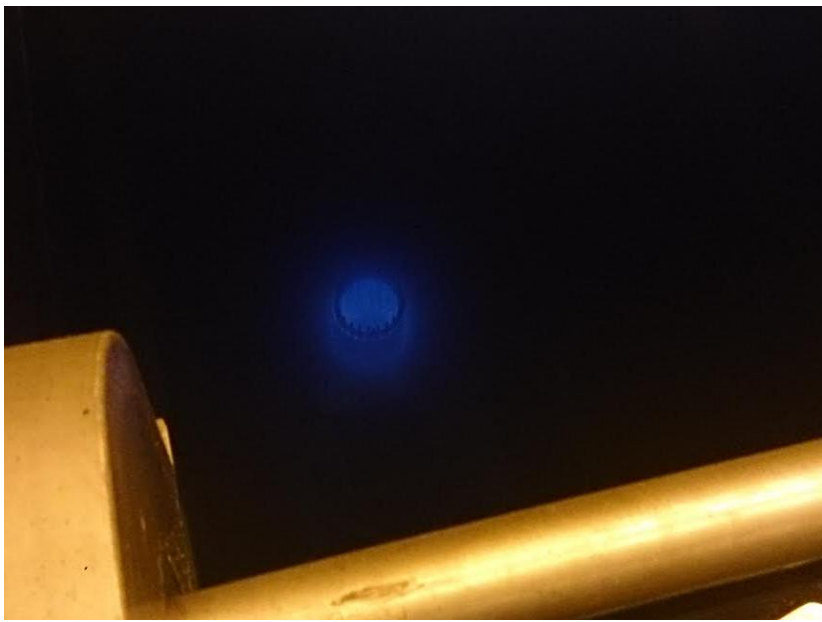
分解: 分子間の結合を破壊すること。照射前よりも低分子化し、弱くもろくなってしまう。



高崎量子応用研究所の見学

コバルト60 γ線照射施設

- ・線源はコバルト60。深さ6mの地下プールにあり、昇降装置で線源を照射室まで上昇させ、γ線を照射する。
 - ・透過能力が高く、形や厚さに関係なく全体にあてられる。
 - ・エネルギーが小さく、改質に時間がかかる。
 - ・線源が水中にあるとき、青白い光(チェレンコフ光)が見える。水中で電子が光の速度よりも速いときに光を出す現象。
- チェレンコフ光→



放射線を外部に漏らさない工夫

- ・監視室やセンサーなどで厳しく監視
 - ・照射施設に入るとき・・・全員に必ず放射線量測定装置を身につけさせる。
 - ・照射室の入り口のドア・・・数メートルの厚いコンクリートの壁にする。
 - ・照射室につながる通路・・・ジグザクにされている。
- 出入り口の床に段差がつけられている。

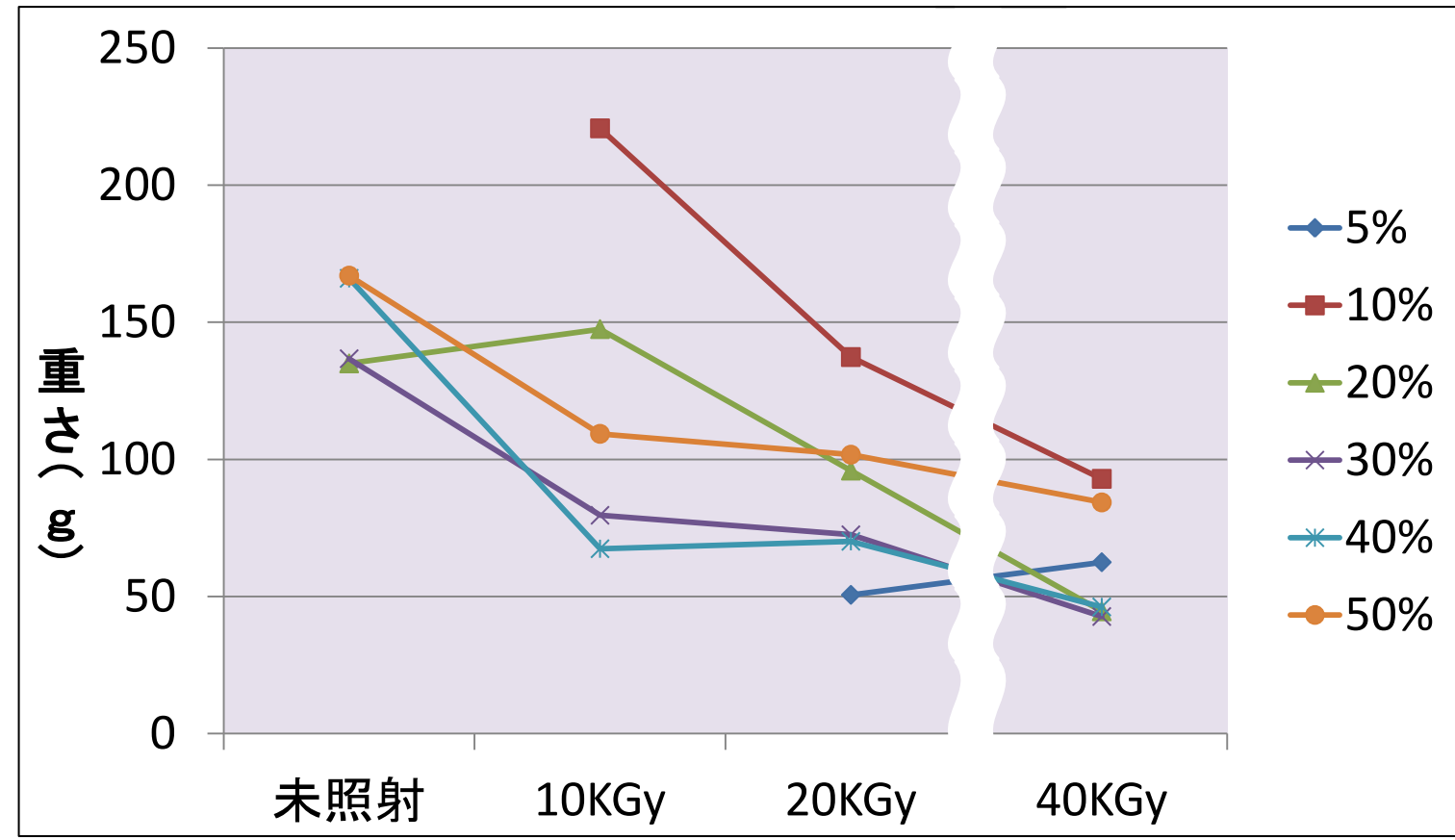


放射線を遮断するために、放射線が真っ直ぐにしか進めない性質が生かされていた。

カルボキシメチルセルロース(CMC)の実験

CMCとは、生分解性の高分子材料。セルロースに水分を含ませて作られる誘導体。
作り方: 5、10、20、30、40%の割合で粉末のセルロースと水を混ぜ、均一になるよう手でこねる。

- 目的**: CMCの吸水性がどう変化したのか調べる。
方法: それぞれのCMCを10gに統一し、300mlの水に浸す。38時間後、質量を測定し、照射時間ごとの違いを観察する。
仮説: 照射時間の長い方がCMCに架橋が多く起こり、吸水しづらくなると予想した。
結果: 水に溶けたCMCもあったが、ほとんどは形が残りやすく、膨張を確認できた。5%以外は多く照射した方が水分を吸収せず、質量が小さく、形状が保たれた。



考察: 放射線を照射すると、CMC内で架橋が起こって分子間の結合が強まり、形状を保ちやすくなったため、水を吸って膨張し形状を崩すということがあまり起こらなくなったのだと考える。
※水に溶けて測定不能データは、表示していない。

マルチの実験

- 目的**: 生分解性のマルチが、照射時間により分解速度がどう変わるかを調べる。
方法: マルチを四方に切り、畑の土に埋め、31日後質量を測定。
仮説: 照射時間が長いほど、分解が多く起こり、早く分解される。
結果:

照射時間	埋める前の質量(g)	埋めた後の質量(g)	差(g)
0h	1.2	1.2	0
1h	1.3	1.2	0.1
2h	1.2	1.2	0
4h	1.3	1.3	0
16h	1.4	1.2	0.2
21h	1.4	0.9	0.5



未照射



1時間照射



2時間照射



4時間照射



16時間照射



21時間照射

考察: 照射すると分解が起こり、結合が解かれ分解しやすい構造になったので、照射時間が長いほどよく分解された。

参考文献

- ・日本アイソトープ協会 『やさしい放射線とアイソトープ』(丸善出版株式会社)
- ・日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究 『高分子の放射線かけによる改質』 『豊かな未来とイノベーションを生むイオンビーム、電子線、ガンマ線照射施設』

ウェブサイト

- ・「高崎量子応用研究所 実用化の例」<http://www.taka.jaea.go.jp/transfer/utilization.html>

ガラスの実験①

- 目的**: ガラスの色によって着色に違いがあるか、照射時間ごとに着色の濃さに違いがあるか調べる。
方法: それぞれの色のガラスにγ線を照射した。
仮説: 同じ種類のガラスでは照射時間が多い方が、色が濃くなり、色の違うガラスでは、照射時間が同じでも、違う色がつくと予想した。

結果

- ・透明なビーカー
茶色に染まり、照射時間の多い方が色が濃くついた。
- ・透明なガラス瓶
茶色に染まり、ビーカーと比較すると、同じ照射時間でも色が濃くついた。
- ・緑色のガラス瓶
濃い茶色に染まったが、着色しないのもあった。



↑未照射



↑1時間照射



↑未照射



↑1時間照射



- ・茶色のガラス瓶
色の変化はあまり見られなかった。
- 考察**
 - ・ガラスが染まる理由
→ガラスに含まれる不純物に放射線があたり、それが変化するため。
 - ・仮説に反し、色の違うガラスでもすべて茶色に染まる。
→今回集めたものは色が違うガラスでも不純物の成分が似ていたため。
 - ・ほとんどのガラスは照射時間が長い方が、濃く染まった。
→照射時間の長い方が、放射線の影響力が大きいため。



ガラスの実験②

- 目的**: 照射時間と、照射によってついた色の落ちにくさの間に、何らかの関係があるのか調べる。
方法: 照射時間ごとに、ガラスを一定の火力のハンドバーナーであぶり、色が元に戻るまでの時間を測った。同じ種類で色十分に变色した2種類を使った。
仮説: 照射時間が長いほど色が濃くついたので、照射時間が長ければ色が落ちるまでの時間も長いと予想した。
結果: 照射時間の違いによって、色の変化にかかった時間に差は見られなかった。茶色の変色がとれ、色が元に戻るだけで、そのガラス自体の色が照射前より変わることはなかった。

輪ゴムの実験①

- 目的**: 放射線の照射による、ゴムが切れるまでの強度の変化を調べる。
方法: ゴムにS字フックと買い物袋を取り付け、その中に、おもりを10秒ごとに0.5kgずつ増やしていき、ゴムが何kgで切れたのか調べる。
仮説: 放射線を長時間あてたゴムの方が切れやすく、少ないおもりで切れてしまうと予想した。
結果: 照射時間が長いゴムの方が少ないおもりで切れた。4時間照射では、未照射との変化が見られなかった。

輪ゴムが切れた重さ(kg)

照射時間	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均
0h	5.5	5.5以上	4.0	4.0	5.5以上	5.5	4.5	5.0	3.5	5.0	4.63
1h	3.0	4.0	5.0	5.0	3.0	4.0	2.5	4.5	3.5	4.0	3.85
2h	5.0	5.0	4.5	5.5以上	3.5	4.0	4.0	4.5	3.0	4.5	4.22
4h	5.5	4.5	4.5	5.5以上	5.5	3.5	5.5	4.0	4.0	5.0	4.67
16h	2.0	2.0	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	3.5	1.5	2.5	2.6
21h	1.5	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	2.5	2.0	2.0	1.5	1.95

考察: 照射すると、分解が起こり分子間の結合が解かれもろくなったため、軽いおもりで切れてしまったと考える。

輪ゴムの実験②

- 目的**: 力を加えた後のゴムの戻ろうとする力は、放射線の照射によってどのような影響を受けるのか、また照射時間と伸びの間にどのような関係があるのか調べる。
方法: 輪ゴムに1kgのおもりを10分間つるし、その後輪ゴムを切って、自然長の状態で長さを測定する。
仮説: 放射線を照射することで、分解の作用が起こり、照射時間が長い方が、よりゴムの伸びが長くなると予想した。
結果: 照射時間が長い方が、ゴムの伸びが長くなった。

ゴムの伸び(cm)

照射時間	1	2	3	4	5	6	7	平均
0h	12.8	12.8	12.8	12.9	12.8	12.9	12.6	12.8
1h	12.6	12.8	13	12.9	12.8	12.8	12.8	12.8
2h	12.7	13	13	12.9	12.8	12.8	12.7	12.8
4h	13.3	13	12.8	12.9	12.8	12.9	12.8	12.9
16h	(6m3s)	13.3	13.2	13.2	13.4	(10s)	13.4	13.3
21h	13.7	(0s)	13.4	(2m35s)	13.7	12.9	12.6	13.3

考察: 仮説の通り、照射時間が長い方が輪ゴムに分解が多く起こり、構造が弱くなったので、力を加えた後、より元の長さに戻りにくくなった。

※10分が経過する前に切れたゴムは、切れた時間を()内に表示してある。

ビニール袋の実験

- 目的**: ビニール袋の強度が照射によりどう変化するかを調べる。
方法: ビニール袋に水を入れた2Lペットボトルを入れ、袋が破れた重さを調べる。
仮説: ビニール袋に照射すると、分解が起こり、照射時間が長いほど、破れやすいと予想した。
- 結果**:
- | 照射時間 | 破れた重さ |
|------|-------|
| 1h | 8kg以上 |
| 2h | 8kg |
| 4h | 8kg以上 |
| 16h | 2kg |
| 21h | 2kg以下 |
- 考察**: 仮説の通り、放射線を照射すると、分解が起き、結合が解かれもろくなったため、小さい質量で破れた。