

新しい放射線学習の提案

～放射線発見の歴史と放射線の性質と利用～

伊藤 慧(永平寺町永平寺中学校)

小鍛治 優(美浜町エネルギー環境教育体験館きいぱす)

小・中学校で、数々の放射線授業を行ってきたが...

放射線のイメージは？（放射線と聞いて思うことは？）

怖い

危険なもの

原爆

当たると死ぬ

マイナスの意見ばかり...

授業実践のねらい

今の放射線教育は、原爆の被爆国として、また、これまでの原子力発電所の事故、特に平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による、福島第一原子力発電所の事故と放射能漏れなどで、放射線は危険という日本人の心情からスタートしている。

しかし、一方、現代社会・生活の中で、放射線は様々なところでなくてはならないものとして利用がなされている。

つまり、正しく理解して正しく利用すれば、我々の生活に大きな恩恵を与えてくれる放射線が、不幸な歴史のために、有効に利用されていない面もあると考えられる。

そこで、善悪に立った放射線教育ではなく、科学的に正しい理解に近づく放射線教育をしたいと考えて、放射線発見の歴史とその利用の歴史を取り上げた。また、その放射線の利用についても、フィッシュトラック年代測定法などに触れることで、様々なところで役立っていることに気づかせたいと考えた。

もちろん、放射線の発見が1895年ということで、比較的新しく、科学者ですらその性質が分かっていたことが、不幸な放射線障害が多く発生したことも押さえなくてはならない。そして、人々を守るための放射線防護の基準が出来上がってきたことを知らせたい。

授業プログラム開発の経緯



この放射線学習では、以下のような放射線についての2つの扱い方を組み合わせて、よりバランスの取れた放射線利用の学習につなげる必要がある

- X線の発見を端緒とする科学技術の発展に伴うもの（X線発生装置、加速器）
- 原子力エネルギー開発と結びついたもの（ウラン等の放射性同位体の核分裂）



令和3年度完全実施の学習指導要領（中学校理科）にて、ほぼ上記の考え方に沿った改定がなされた

「教科学習におけるエネルギー環境教育の授業づくり（中学校編）」
編集代表：山下宏文 他2名（株）国土社 2010年発行

1. 新学習指導要領と放射線の指導

→ 3年理科での指導から2年理科「電流」の学習の中での指導へ
クルックス管の学習と関連してX線や放射線の性質と利用の学習

放射線関連の学習内容	2年生	3年生
前学習指導要領 (H20 改定版)	<ul style="list-style-type: none">・(真空)放電、陰極線、電子	<ul style="list-style-type: none">・原子力発電・放射線の性質と利用 (放射線の人体影響、放射線の利用、原子の壊変)
現学習指導要領 (H30 改定版)	<ul style="list-style-type: none">・(真空)放電、陰極線、電子・X線・放射線、放射性物質、放射能・放射線の性質と利用 (放射線の種類、放射線の性質と利用、原子の壊変)	<ul style="list-style-type: none">・イオン・原子の構造(原子核、陽子、中性子、電子、同位体)・原子力発電・放射線(放射線の人体影響、放射線利用の利点と課題、放射線防災)

原子力の平和利用と放射線の学習から



原子の構造の解明などに関連して、放射線の発見の歴史、放射線の性質・利用の学習へ

2. 2年理科での放射線指導の意義(利点)

2年・3年生と2回学ぶ(スパイラル学習)

放射線に関する先入観のない学習へ

試験に出る!(学習時期が良い)

放射線発見後の歴史

年	ノーベル賞(内容・人物)
1901年	X線を発見(レントゲン)
1903年	放射能の発見(ベクレル)
1903年	Po/Raの発見など(キュリー)
1908年	元素の崩壊(α 線/原子構造)など(ラザフォード)
1914年	X線回折発見(ラウエ)
1915年	X線を用いた結晶構造研究(ブラッグ)
1918年	熱輻射の研究/エネルギー量子仮説(プランク)
1921年	光電効果の発見(アインシュタイン)
1921年	放射性物質の研究/同位体研究(ソディ)
1922年	原子の構造と原子からの放射研究(ボーア)
1927年	霧箱の発明(ウィルソン)
1927年	コンプトン効果(コンプトン)
1929年	電子の波動性発見(ド・ブロイ)

※116年間であわせて63件が放射線と素粒子に関する受賞

<問題点> 2年生では原子の構造などは未履修で、放射線の学習を行うことに...

3. 2年生理科での放射線学習のねらい

中学校学習指導要領理科解説より

(ア) 電流

○ 静電気と電流 異なる物質同士をこすり合わせると静電気が起こり、帯電した物体間では空間を隔てて力が働くこと及び静電気と電流には関係があることを見いだして理解すること。

エ アの(ア)の①については、電流が電子の流れに関係していることを扱うこと。また、真空放電と関連付けながら放射線の性質と利用にも触れること。

① 静電気と電流について

…その際、真空放電と関連させてX線にも触れるとともに、X線と同じように透過性などの性質をもつ放射線が存在し、医療や製造業などで利用されていることにも触れる。

4. 指導計画

1, 単元名 放射線の性質と利用

2, 指導計画と目標(2時間配当)・実施日

(1) 放射線の存在(放射線の発見の歴史)を確認し、その性質について理解する(1/11・12)

(2) 放射線の利用方法(年代測定法の考え方)と、人体への影響の歴史にふれる(1/13)

(3) 放射線の観察(放射線測定機による測定実験、霧箱観察)(未実施)

3, 授業者 永平寺中学校 伊藤 慧教諭・きいぱす 小鍛治 優講師

4, 対象 永平寺中学校 2年生 2クラス

1. 単元名 放射線の性質と利用
2. 本時の目標
放射線の存在（放射線の発見の歴史）を確認し、その性質について理解する。
3. 学習指導過程（本時 1/2）
◇評価の観点 ★規準に達しない生徒への働きかけ

過程	○学習活動の流れと生徒の活動	教師の支援及び留意点
導入 10分	○クルックス管と陰極線について振り返る。 ・放射線（X線）の発見は、1895年レントゲンの発見がスタート。	・真空放電を演示し、陰極線の研究の歴史やX線発見につながる実験を知る。 資料1
展開 25分	<div style="border: 1px solid black; padding: 10px; text-align: center; margin: 10px auto; width: 80%;"> 目に見えないX線を見てみよう。 </div> ○X線の存在を確認する。 ○X線写真の撮影をする。（演示実験）	・蛍光物質を陰極線に近づけ、発光を確認させる。 資料1-1 ・X線撮影に関しては、クルックス管にセットするところから、現像までT ₂ が行う。

初めての放射線の発見(1895年)

放射線は、昔から身の回りにありながら、見たり触れたりできず、においも無いため、その存在は長い間知られていませんでした。

放射線の発見によって、人の骨など体の中の様子を見ることができるようになりました。それは約130年前のことです。

放射線とは、いったいどのようなものなのでしょうか？

20世紀直前まで、だれも放射線の存在を知らなかった！

偶然から発見された放射線

ドイツのレントゲン博士は真空放電管を使った実験をしている時、黒い紙で管を覆っていても蛍光板が光ることを1895年に発見しました。

光らせたのは、真空放電管の中から見えない光が出ているためと考え、これを不思議な線という意味でエックス線と名付けました。

この発見により、博士は第1回のノーベル物理学賞を受賞しました。

エックス線を使ったレントゲン撮影やレントゲン写真の「レントゲン」は、エックス線を発見した人の名前から付けられています。エックス線は放射線のひとつです。



ヴィルヘルム・コンラート・レントゲン (1845-1923)

左の写真は、手と指輪のエックス線(レントゲン)写真

※文部科学省
小学校放射線副読本より

問題の根源

17世紀中頃 排気管の中での放電現象と蛍光現象が知られていた

19世紀末 **電磁波説(光)と荷電粒子説(いわゆる電子)の大論争**

1851年 ブリュッカー、**放電管に磁石を近づけると蛍光の位置が変わることを発見(蛍光には電気が関係)**

1869年 ヒットルフ、陰極と蛍光を発するガラス壁の間に、物体を置くと、影が映ることを発見

1871年ごろ ゴルドシュタイン、放射線を陰極線と名付ける

1871年ごろ ヴァーリー、**陰極線が、陰極から発する負の電荷をもった物質微粒子と推論(粒子説)**

1891年 ヘルツ、**いくつかの金属の薄膜を陰極線が通過することを発見(陰極線は新しい形の電磁波説)**

1894年 レナルト、**陰極線をアルム箔の穴から管の外に取り出し、物質を透過したり、蛍光作用、写真作用を確認**



写真2. アルミニウム箔窓付レナルト管

レナルト、**アルミは透過するのに透明な石英ガラスは透過しないことから陰極線は？**

帯電した原子大の粒子が固体物質を透過することは考えられず、粒子説論者は困る

1894年 J.J.トムソン、**陰極線の速さを測定し(光速と比較してあまりに遅いので)、電磁波ではないことを示した**

1895年 ペラン、**陰極線が放電管内の円筒を負に帯電させることから、荷電粒子説を強める**

1895年 レントゲンによるX線の発見(高電圧をかけて通電した時、2m離れた蛍光板まで光った！別の何か...X線！)

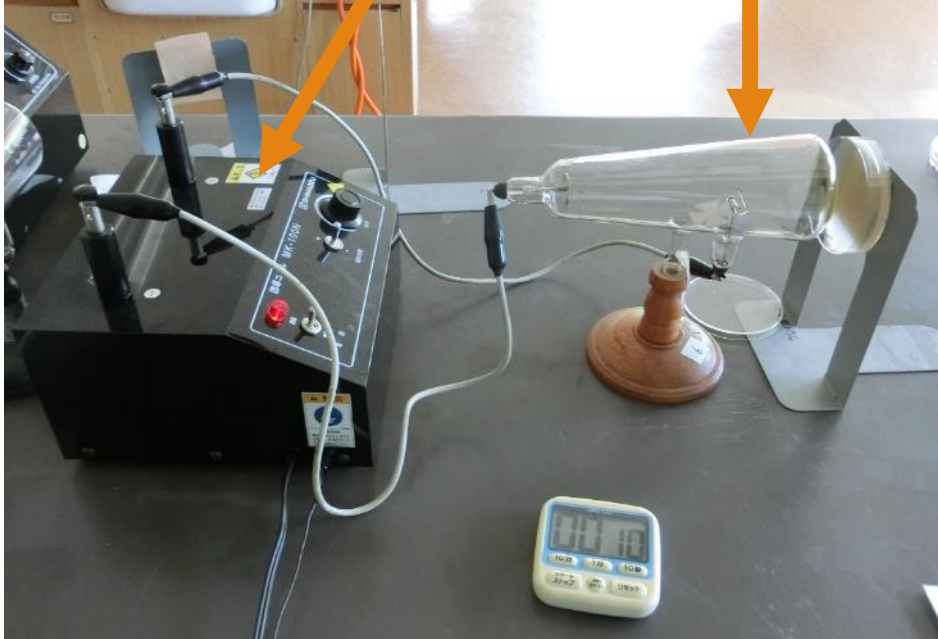
1897年 J.J.トムソン、**電極と磁石で陰極線を曲げて、陰極線の質量と電荷の比を求めて、水素原子の1/1840の質量を**

初めての放射線(X線)の発見(1895年)

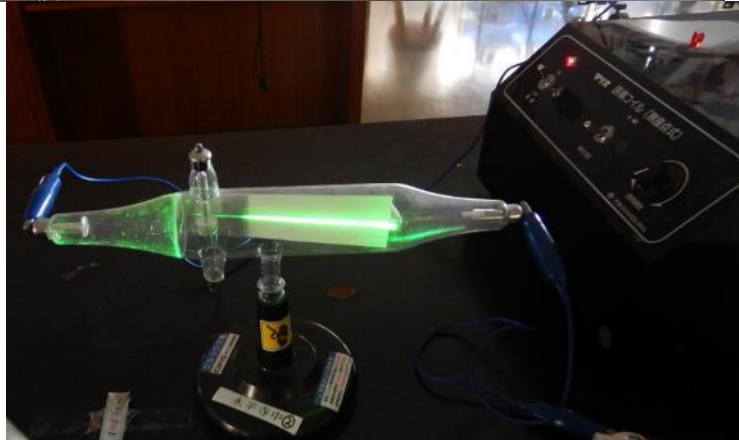
(資料1-1)

誘導コイル

クルックス管



黒い紙



蛍光板で光る
陰極線

クルックス管の光を黒い紙で
さえぎっても、**蛍光物質が光った!**

授業の実際の様子1



＜蛍光物質の発光＞

＜X線写真の説明と撮影(TTで実施)＞



校時 1

○結果を確認し、X線写真からX線の性質を考察する。+

+

+

+

+

+

+

+

○放射線発見とその後の歴史を知る。+

+

・X線は密度の小さなものほど透過すること気づかせる。**(資料1-2)**+

★写真に写っている物とそうでない物に着目させる。+

◇X線写真を通して、放射線の存在に気づき、その性質を理解することができたか。(行動観察)+

+

・X線の発見が、人々にどのように迎えられたか、その後の科学の華々しい発展を知る(T2)。**(資料2)**+

まとめ+
15分+

○X線は放射線と言われること(放射線の一部)を知る。+

○他に、放射線には α 線・ β 線・ γ 線などがあり、原子核の崩壊で発生することを知る。+

+

○振り返りを書く。

+

+

・原子の構造や原子核の崩壊について知らせる。**(資料3)**+

+

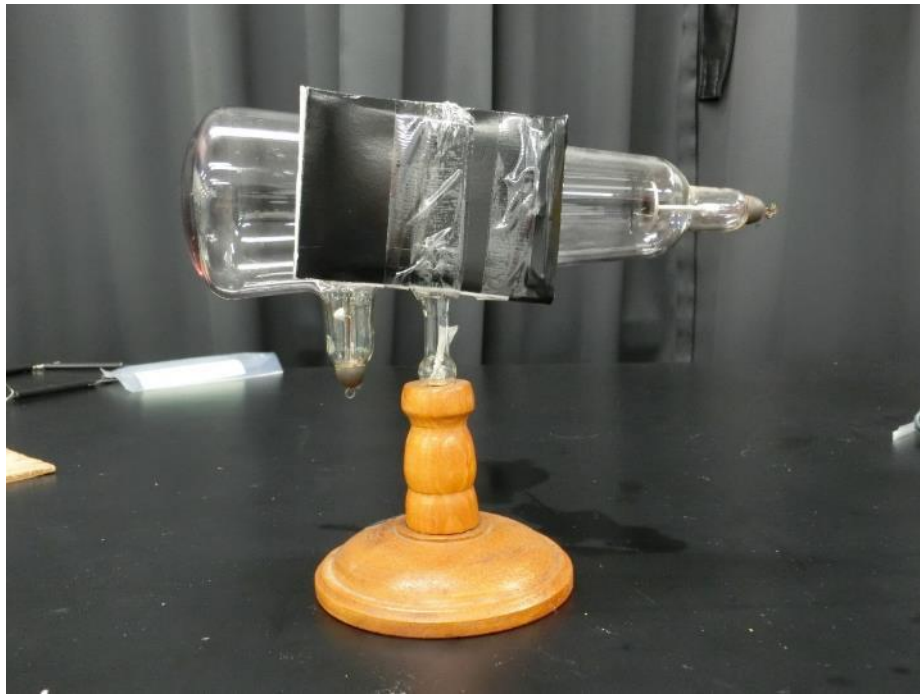
・振り返り用紙を分ける。+

○時間を見て、自然放射線と人工放射線があること+

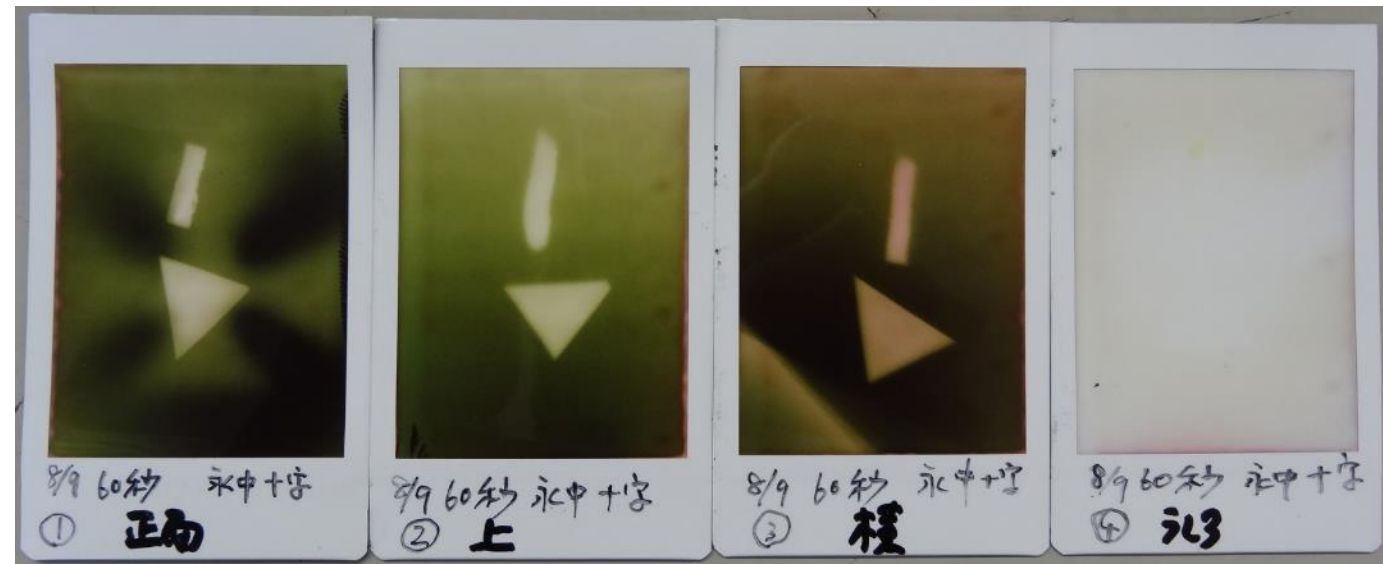
○放射線、放射性物質、放射能(キュリー夫人がつくった言葉)などの言葉も押さえる+

放射線の利用...X線(レントゲン)写真

放射線は、物質を透過する性質がある！

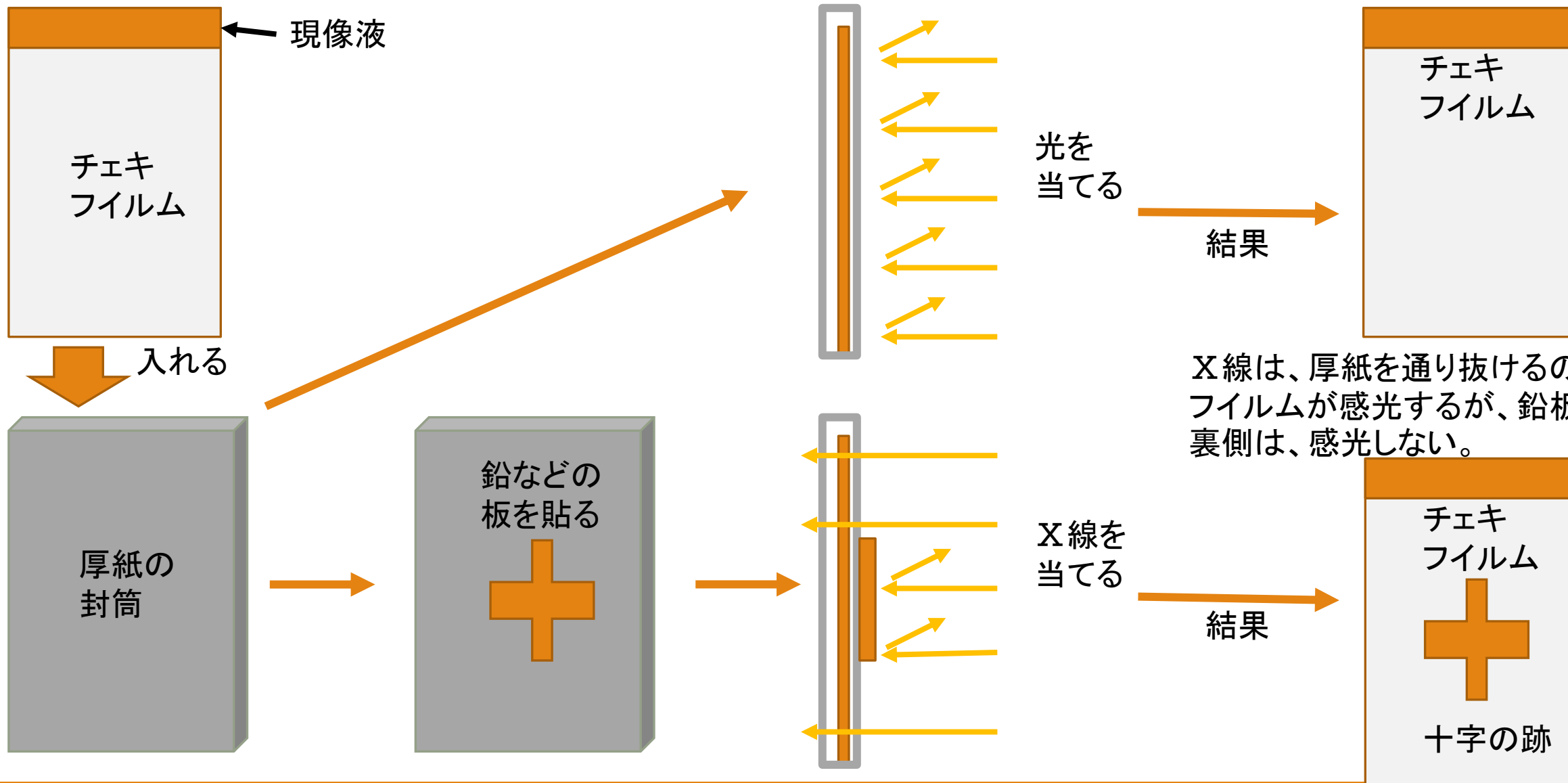


光が通らない紙の筒にフィルムを入れた。しかし、
鉛の板を除いて、フィルムが感光している！



写真の原理と撮り方 (I)

光は、厚紙を通り抜けられないので、まったく、何も映っていない！



※チェキフィルム (instaxmini用のインスタントカラーフィルム (富士フィルム社製))

放射線発見の歴史と科学技術の発展

年代	放射線発見・利用(レントゲン)
1895年11.8	X線(新しい見えない光)発見
12.28	論文発表
1896年 1.5	ウィーン・ロンドン・アメリカの新聞が大々的に報じる(X線発見が世界中に広まる！)
1.15	ドイツ皇帝の前で講演
1.23	物理医学会で記念講演・X線撮影の実演、多くの勲章や栄誉を受ける Nature掲載
2.14	Science掲載
一般の人の間で、手のX線写真を記念に撮ることが流行	
1901年	第1回ノーベル物理学賞受賞



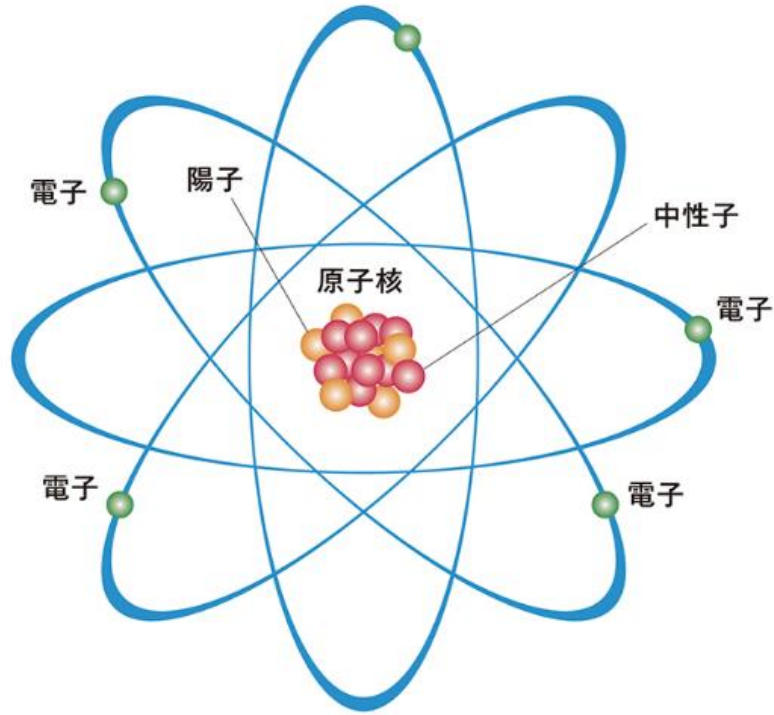
※1895年ベルリン留学中の長岡半太郎がX線発見を日本に伝える

レントゲン夫人ベルタの手のX線写真

※放射線研究の幕開け＝「近代科学の扉」 (資料2)

年代	人物	放射線発見・利用
1896年	ベクレル	ウランの放射線発見
1897年	トムソン	陰極線の正体(電子)
1898年	ラザフォード	α線、β線発見
1898年	キュリー	放射性物質Po・Ra発見
1900年	ヴェラール	γ線発見
1903年	ベクレル、キュリー	第3回ノーベル物理学賞
1908年	ラザフォード	α線の構造発見
1911年	ラザフォード	原子構造の解明(原子核の発見)
1919年	ラザフォード	原子核の人工変換に成功
1932年	チャドウィック	中性子の発見
1934年	キュリー	人工放射能をつくる
1938年	ハーン、マイトナー	ウランの核分裂反応を発見
20世紀前半		量子力学・放射線科学が飛躍的に発展
1968年	ハウズフィールド	CT(X線コンピュータ断層診断)
		非破壊検査、重金属含有量分析

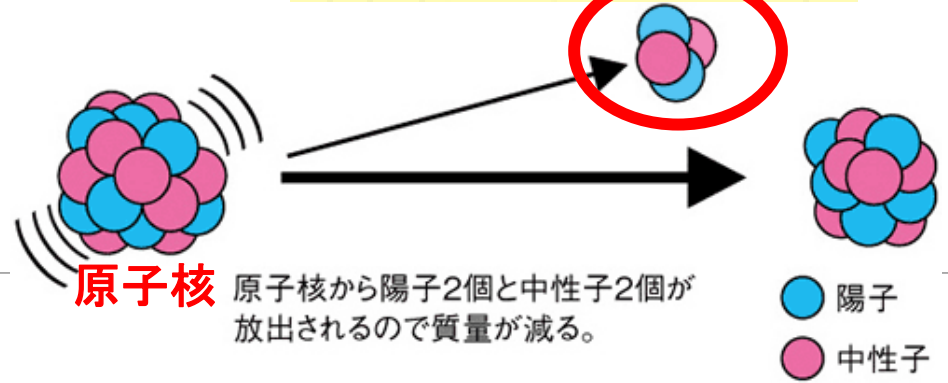
ノーベル賞の116年の歴史の中で63件が放射線と素粒子に関係(2件に1件)



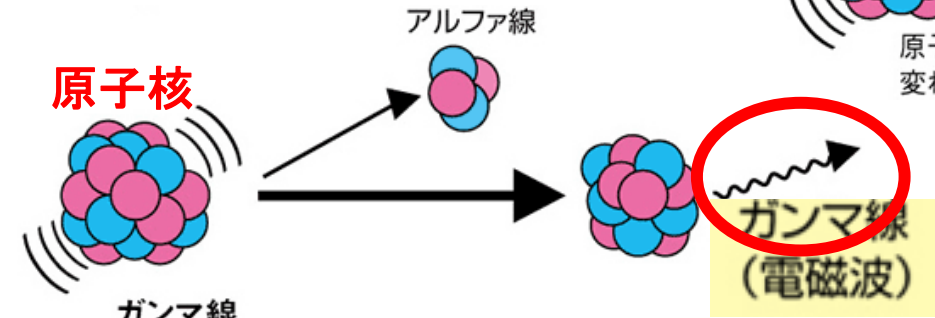
原子の構造

...原子は電子(-)と原子核からなる
 ...原子核は陽子(+)と中性子からなる

アルファ線(${}^4_2\text{He}$ 原子核)



ベータ線(電子)



ガンマ線
波長の短い電磁波
アルファ壊変(崩壊)またはベータ壊変(崩壊)に伴って放出される場合がある。

なお、**X線**はX線球を流れる電子が進行方向を変えるときなどに発生する

授業の実際の様子2



＜X線写真の確認＞

1 / 1 1 3校時 2



＜X線発見の歴史の解説＞

1 1 3校時 2

1. 単元名 放射線の性質と利用

2. 本時の目標

放射線の利用方法（年代測定法の考え方）と、人体への影響の歴史にふれる。

3. 学習指導過程（本時 2 / 2）

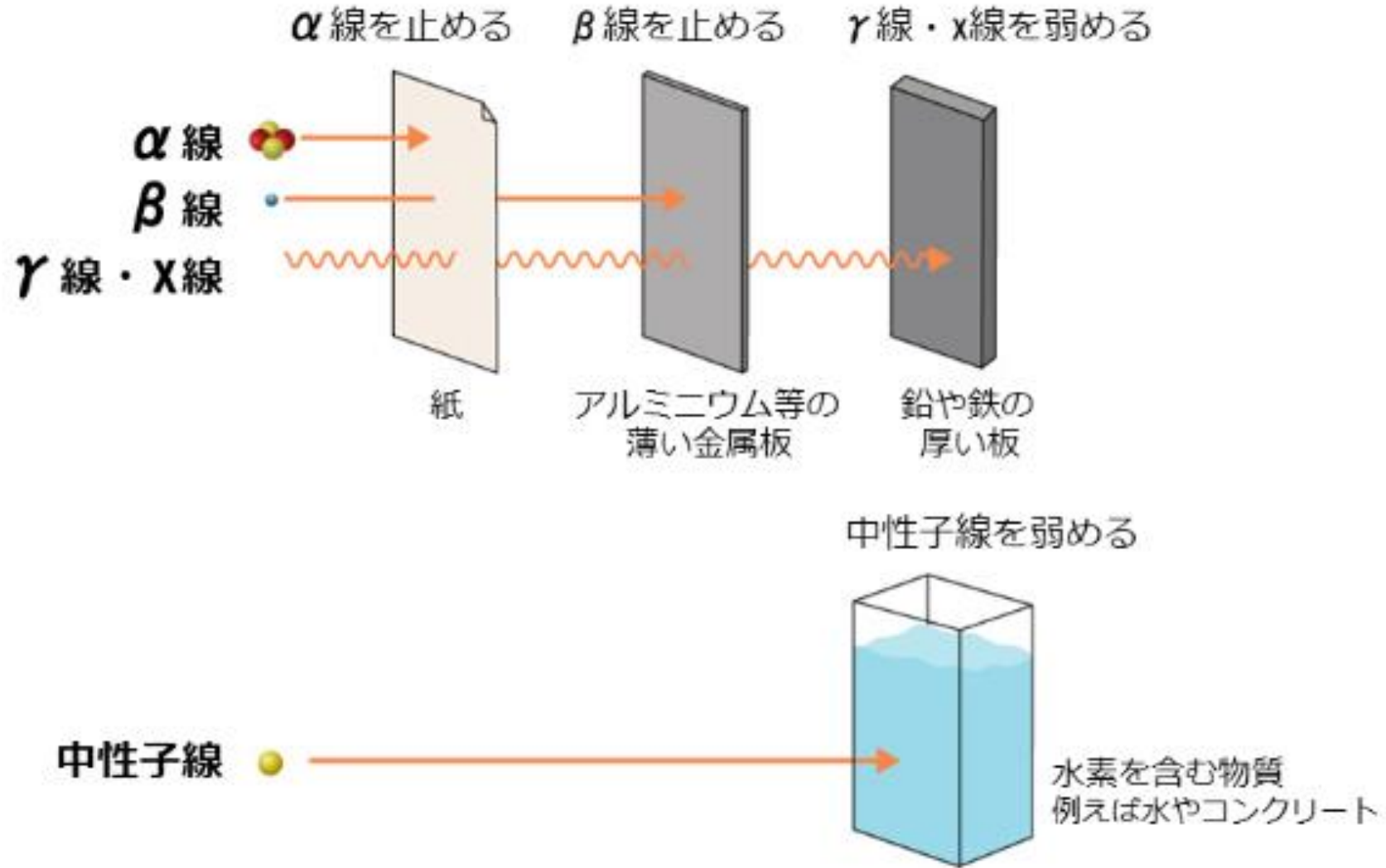
◇評価の観点 ★規準に達しない生徒への働きかけ

過程	○学習活動の流れと生徒の活動	教師の支援及び留意点
導入 10分	<p>○放射線の種類を振り返り、放射線と透過について確認する。</p> <p>○放射線の性質の一つとして、年代測定があることを知る。</p> <p>○α線による、「プラスチック SUN9」にできた傷を顕微鏡で観察する。</p>	<p>・放射線と透過（資料4）を確認する。</p> <p>・農業や工業、医療の分野で人工放射線が利用されていることを伝え、その中に物の年代測定に利用されていることを伝える。</p> <p>・α線がプラスチックに傷をつけ、それをエッチングして見やすくしたものである。</p>
展開 25分	<div data-bbox="598 861 1717 983" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;"> 放射線の利用について知ろう。 </div> <p>○「フィッシュントラック年代測定」に使われるジルコンの結晶を見る。</p> <p>○原子の崩壊と半減期について知る。 …U238 は 45 億年で、元あったUの量が半分になる。</p>	<p>・結晶内に見られるすじが、「SUN9」と同じように放射線（α線）の衝突による崩壊でできたものであることを伝える（資料5）。</p> <p>・半減期のグラフをもとに、半減期の考え方を知る。（資料6）</p>

※「SUN9」
(株)サンルックスの
放射線学習教材

※フィッシュントラック法
ウランの核分裂によっ
て生じる物質中の線状
損傷を可視化し観察す
る年代測定法

放射線は、いろいろな物質で遮ることができます



出典: 環境省ホームページ ([環境省 放射線の透過力 \(env.go.jp\)](http://env.go.jp))

放射線の利用...年代測定

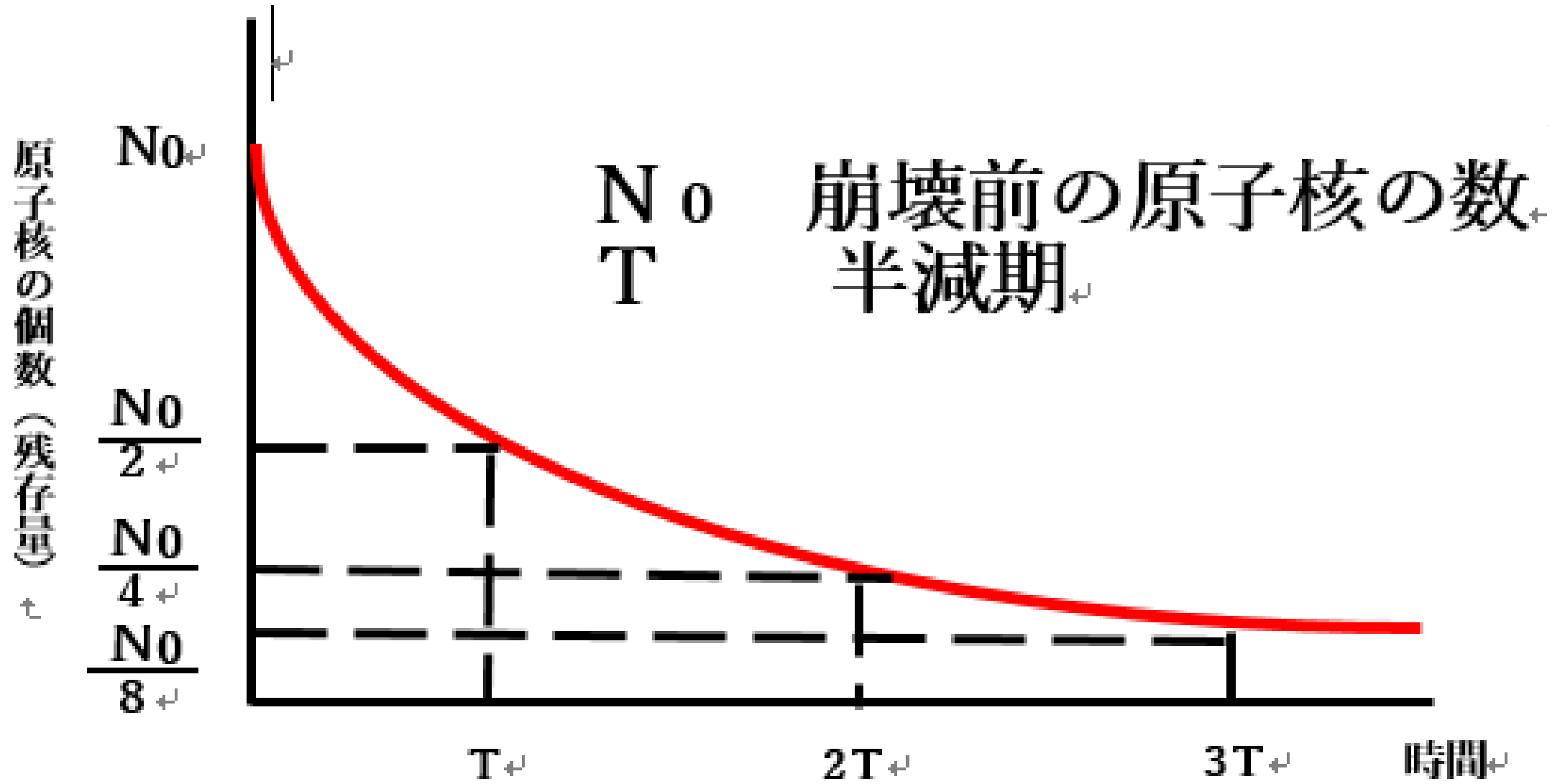
年代測定(C-14、フィッシュントラック)



ジルコンの結晶内に見られる
針状跡



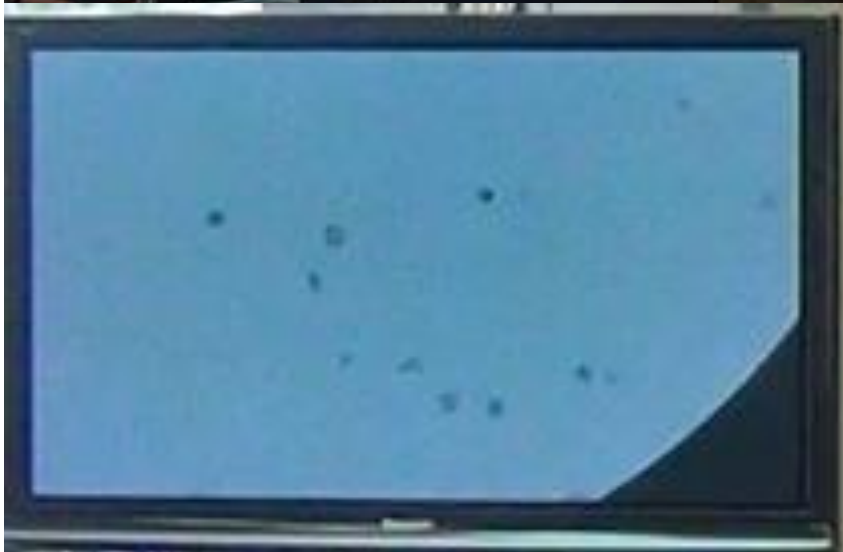
	ウラン235	ウラン238
原子番号 (陽子数)	92	92
中性子数	143	146
核分裂	核分裂しやすい	核分裂しにくい
放射能の半減期	7億年	45億年
自然での割合	0.7%	99.3%



授業の実際 の様子3

＜プラスチックSUN9の
表面の α 線の傷跡観察＞

＜ジルコンの結晶とフィッ
シオントラック年代測定
の説明＞



○年代測定の問題を考える。
「ある隕石を調べたら、U238が含まれており、750原子が崩壊していた。あとで物質中のU238の原子数を調べたら、1000原子であった。この隕石は、できてから何年たっているでしょう？」

$$N = N_0 \times (1/2)^{t/T}$$

N：残存量、No：最初の量、T：半減期、t：経過年数

○半減期のグラフも参考に、経過年数を確認する。

・結晶中の傷の数から、経過年数を調べる概要を知る(年代測定法の原理を知る)。

- ① 火成岩の層ができた時代を知りたい。
- ② 火成岩の層の中からジルコンを探す。
- ③ ジルコンをエッチング(化学薬品による腐食作用)処理して、α線の崩壊跡(傷)を数え易くする。
- ④ ジルコンの中のα線崩壊跡を数える。
- ⑤ 実験原子炉などにジルコンを送り、中性子照射をしてもらう。すると、ジルコン中のウランがすべて崩壊する。エッチング処理をする。
- ⑥ ⑤のジルコン中のα線崩壊跡(傷)を数える。
- ⑦ ④と⑥の値から、ジルコンの年代を計算する。

・計算がやや複雑なので、半減期のグラフを使って、経過年数を求める。(資料6)

まとめ
15分

○放射線の発見と人体への影響の歴史について知る。また、放射線防護の歴史も知る。

・放射線には、自然のものと人が作り出した人工のものがあることを確認する。
・ICRPによる、人体に受けることを許容される放射線量があることを知る。

○振り返りを書く。

・X線の名前の通り、未知の光(見えない光)であったために、被害が拡大したことを知る。(資料7)(知らないことが被害を大きくし、知ったことで対策が立てられるようになった!)
○放射線の利用方法と人体への影響を知り、科学的に知ることによって有効に利用したり被害を防いだりできることがわかったか。(ノート)

問題 「ある（熱変性を受けていない）隕石を調べたら、**U238**が含まれており、**750**原子が崩壊していた。あとで隕石中の**U238**の原子数を（中性子を照射して※）調べたら、**1000**原子であった。この隕石は、できてから何年たっているでしょう？」

$$N = N_0 \times \left(1/2\right)^{t/T}$$

N : 残っているウランの量（残存量）
= 1000 - 750 = 250

N₀ : 最初の量 = 1000

T : 半減期 = 45億年

t : 経過年数

式を変形して、

$$\frac{N}{N_0} = \left(1/2\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$250/1000 = \left(1/2\right)^{\frac{t}{T}}$$

$$1/4 = \left(1/2\right)^2 = \left(1/2\right)^{\frac{t}{T}}$$

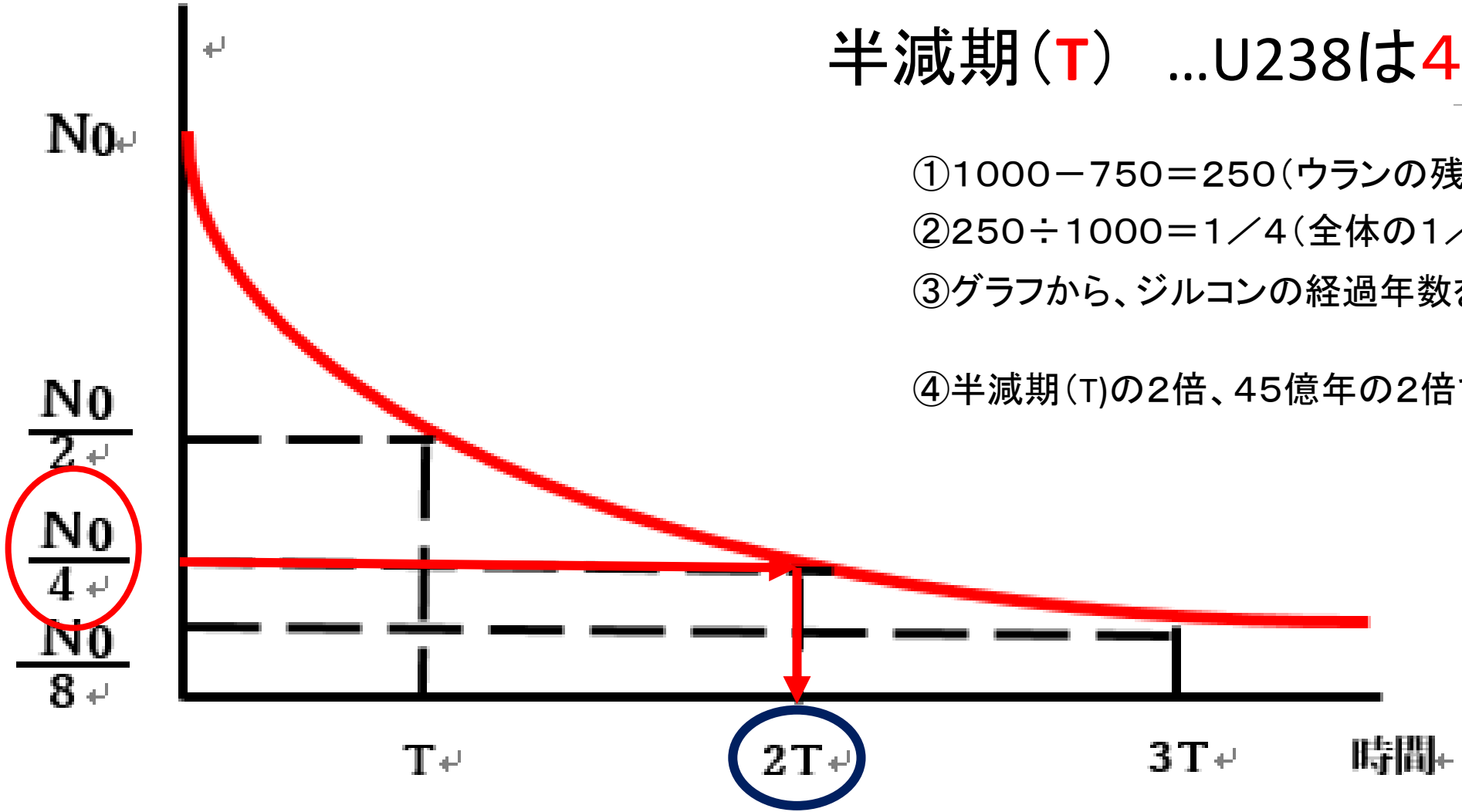
$$2 = \frac{t}{45}$$

$$t = 2 \times 45 = 90 \text{ 億年}$$


※中性子による核分裂の発見（1938年フェルミ）

半減期(T) ...U238は45億年

原子核の個数(残存量)
t



- ① $1000 - 750 = 250$ (ウランの残存量)
- ② $250 \div 1000 = 1/4$ (全体の1/4が残っている)
- ③ グラフから、ジルコンの経過年数を求める。
- ④ 半減期(T)の2倍、45億年の2倍で、90億年！

年代	人体被害	防御
1896年	手に皮膚炎、眼痛、脱毛症などの急性放射線障害の報告	 <p>工場で働いているラジウム文字盤塗装者ら</p>
1900年	生物組織に影響を与えるとの報告(ギーゼル:医学者) ラジウムで火傷のような損傷確認・細胞を破壊する効果(皮膚疾患や悪性腫瘍を治療する可能性)(ピエール)※キュリー療法(ラジウムは妙薬)	
1902年	X線による慢性潰瘍による発がん報告 (※管理対策始まる)	
1903年	X線照射による末梢血中白血球の著減報告(ヘイネケ)	
1904年	ラドンによる肺障害の報告	<p>X線技術者の防護に関する勧告(1915年英国)</p>
1914年～	夜光塗料工場でのラジウム中毒(※ラジウムダイアルベンダー)	
1918年後	放射線被ばくによる人体影響が徐々に認知され始める(放射性物質を取り扱う科学者は、鉛による遮蔽、白衣の使い捨て、手袋着用の対策)	
1927年	放射線による突然変異増加の報告(ミュラー)	<p>第1回国際放射線会議(1925年ロンドン) 国際X線ラジウム防護委員会(1928年)</p>
1930年代	金属鉱山労働者の肺がん	
1934年	白内障で失明、再生不良性貧血で死去(キュリー)	<p>国際放射線防護委員会(ICRP)(1950年)</p>
1947年	トロトラスト(血管造影剤)による発がん報告(ドイツ)	
1950年～	ウラン鉱夫の肺がん疫学調査	
1954年ビキニ環礁で水爆実験・第5福竜丸被ばく、1986年チェルノブイリ原発事故、2011年東電福島第一原発事故		<p>放射線医学総合研究所(1954年)、労働安全衛生局(1971年アメリカ)</p>

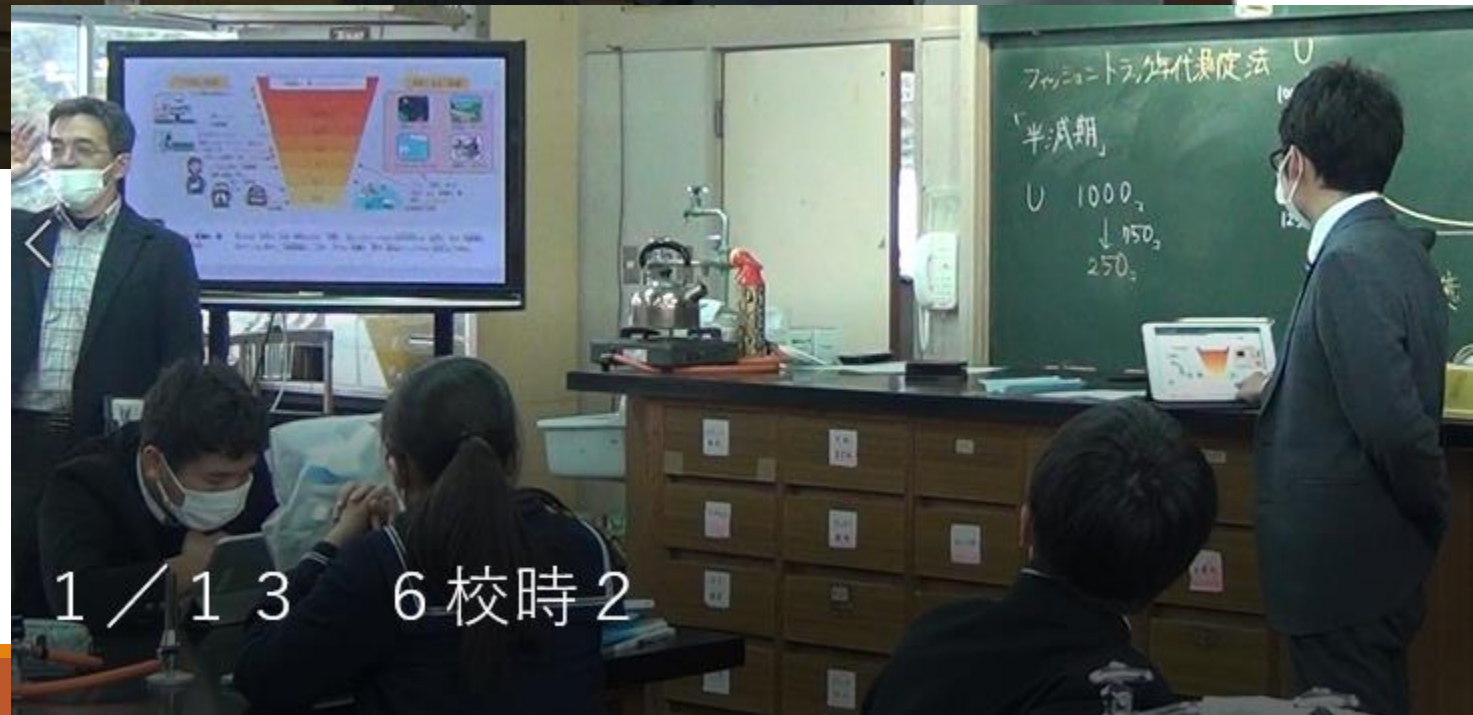


1 / 1 3 6 校時 2

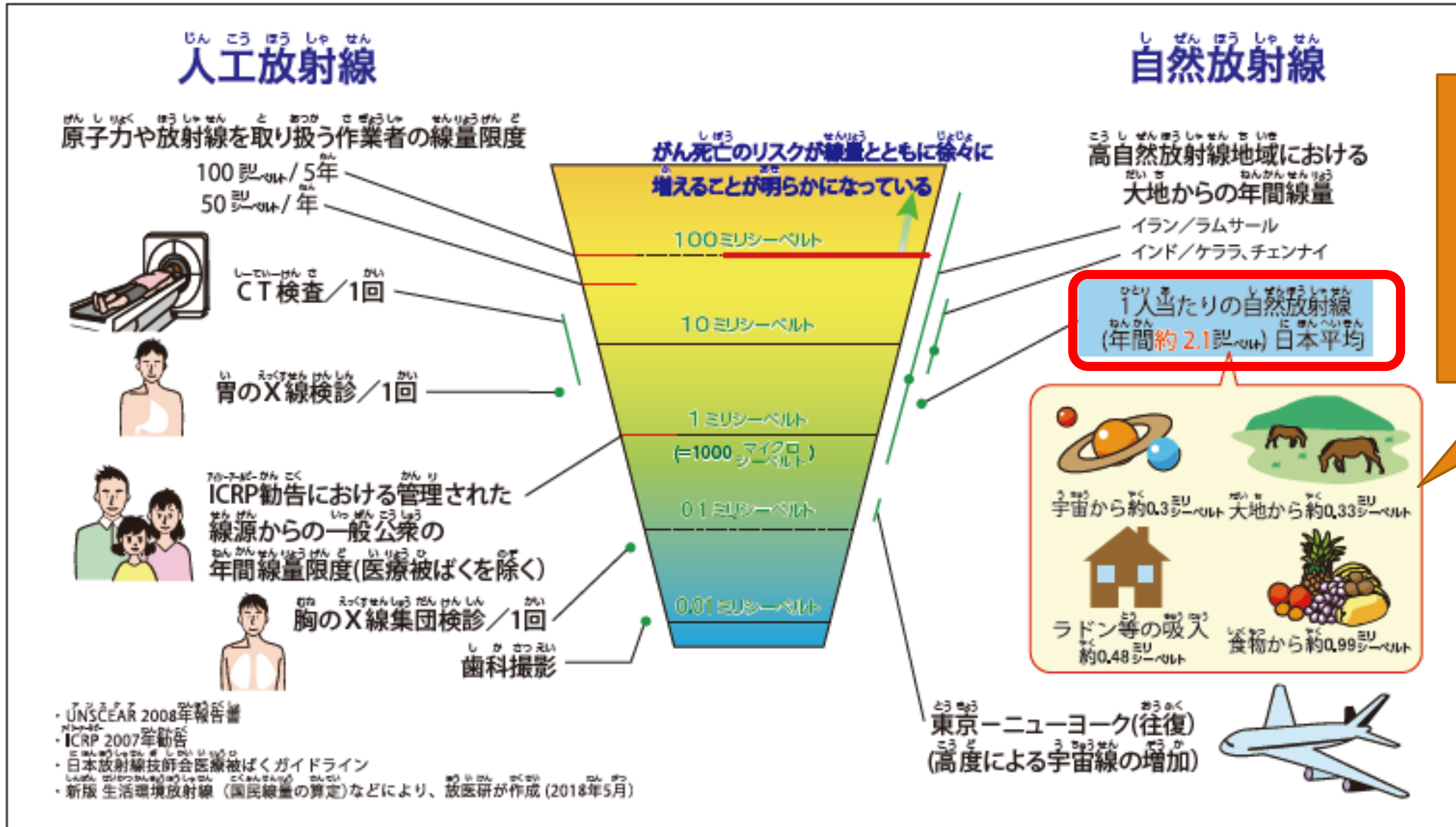
＜放射線障害の歴史と対策＞

授業の実際の様子4

＜放射線防護＞



1 / 1 3 6 校時 2



↑

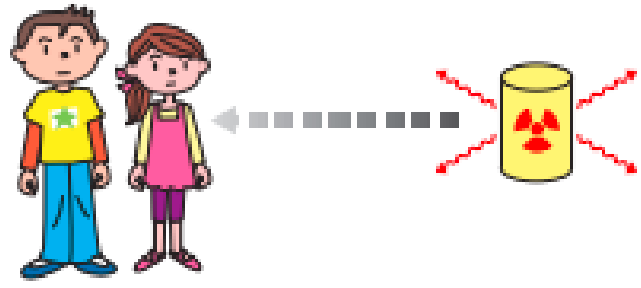
1シーベルト = 100万マイクロシーベルト
1ミリシーベルト = 1000マイクロシーベルト
1マイクロシーベルト

(出典) 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構
放射線医学研究所
ウェブサイト「放射線被ばくの早見図」について
より作成

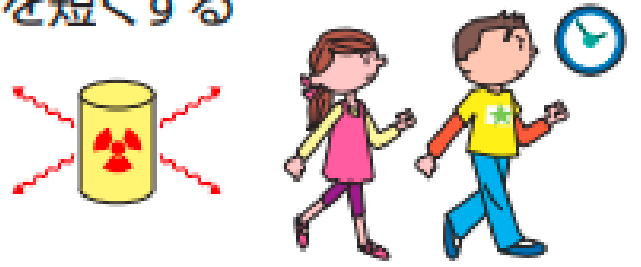
文部科学省
小学校放射線副読本より

ほうしゃせん
放射線から身を守る方法

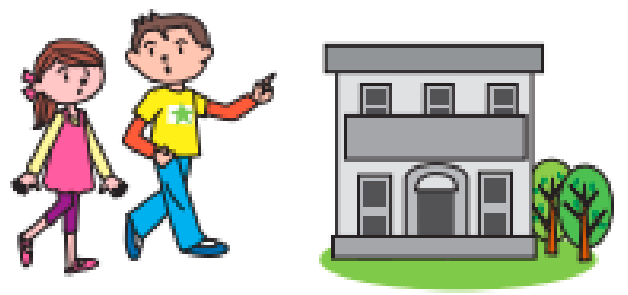
① ほうしゃせいぶつしつ
放射性物質から離れる



② ほうしゃせん
放射線を受ける時間を短くする



③ たてもの
コンクリートなどの建物の中に入る
(もくぞうよりコンクリートの方がほうしゃせんを通しません)



ほうしゃせいぶつしつ
放射性物質から身を守る方法 <参考>

ちやくせつす こ
空気を直接吸い込まない
(マスクやハンカチで口をふさぎます)



ひょう
決められた量より多くの放射性物質が付いたりした
かのうせい
可能性があるとして制限された食べ物や飲み物は
せいげん
とらない



5. 振り返り(生徒の感想より)

放射線と科学の発展に関すること

- 実際に実験している様子を見て、レントゲンの仕組みがよく分かりました！姉に教えてあげようと思います。それと、蛍光物質が板を挟んで光っていたのがすごいなあと思いました。
- 密度で透過するかが変わることが学べました。そして放射線は長い歴史をもっていることがわかりました。
- 見えないし触れない放射線を発見したのがすごいなあと思いました。放射線に種類があることがわかりました。放射線の影響はどんなものがあるのか気になりました。
- 放射線は、金属以外を透かすので間に何があっても通るのですごいいと思いました。放射線を見つけたことで科学が進化していて良い発見だったんだなとわかりました。

- 放射線は浴びすぎると体に害があるけれど、レントゲンなど利用の仕方を考えて暮らしに生かしている事もわかりました。
- 放射線は危ないけど他には無い特性が沢山あって、それらをしっかり調べてくれた研究者達がいたので今安全に使えるとわかりました。
- 放射線は怖いイメージを持ちがちだけどいろんな所に生かされていて正しく知ることが大事だとわかりました。
- 放射線は体に害があったと報告があったが今では技術が進歩したからか、病気の治療に役立っていることがわかりました。
- 放射線には、使用方法によって害が出るか出ないかがあることがわかりました。
- 放射線は生活を豊かにすることができるけど、使い方を間違えると危険になってしまうことがわかりました。
- 放射線を利用して病気の治療、農作物の品種改良など良い面もあり、細胞を死滅、損傷させる良くない面もあるとわかった。

6. 成果と課題

放射線学習が、原子力爆弾や原子力発電(原子力の平和利用)から始まると、放射線に関する嫌悪感が優先して、正しい放射線の理解(放射線の二面性)にはつながりにくい。その意味で今回の取り組みは一定の成果はあったと考える。

放射線についてよく知ること(科学的に理解すること)が、最も大切であることが少しわかってもらえたかと考える。

放射線の発見から、その性質を利用して、医学分野・工業分野などで生かすことが始まったが、同時に放射線障害の歴史も始まった。多分、過去の日本の公害問題のように、放射線障害に気づいても経済活動の方を優先してきた歴史があったと思われる。それを伝えることは大切だと思うが、十分できなかった。

現在の教科書での放射線指導の時配は、1時間～1.5時間程度。とても、放射線の種類や性質と利用を実験・観察を通して指導するのは難しい。しかし、そうしないと本当の理解(一定水準の理解・学習指導要領が求める水準)にはつながらないと思う。

2年生と3年生で放射線を扱えるようになったので、スパイラルな指導も可能と考える。2年生・3年生理科のつながりも考えた指導を考えていきたい。

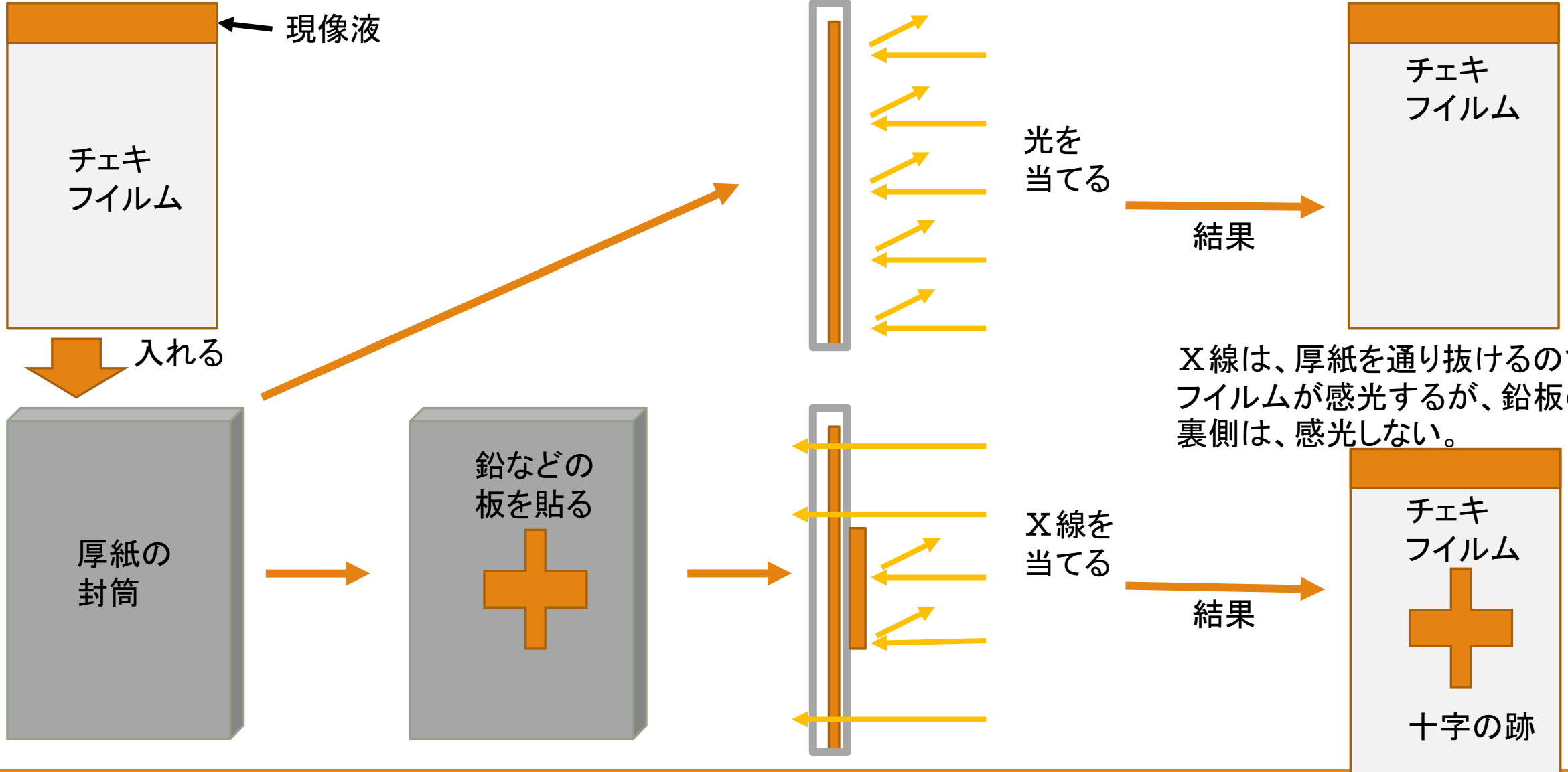
7. 参考資料

- 文部科学省 小学校放射線副読本
- 「教科学習におけるエネルギー—環境教育の授業づくり(中学校編)」編集代表:山下宏文 他2名 (株)国土社 2010年発行
- 「レントゲンとX線の発見—近代科学の扉を開いた人」青柳泰司著 恒星社厚生閣
- 「レントゲン (コミック版世界の伝記)」フカキ ショウコ、岡田 晴恵 監修 ポプラ社
- 「放射性物質の人体摂取障害の記録」松岡理著 日刊工業新聞社
- 環境省ホームページ ([環境省 放射線の透過力 \(env.go.jp\)](http://env.go.jp))

おわり

写真の原理と撮り方 (I)

光は、厚紙を通り抜けられないので、まったく、何も映っていない！



写真の原理と撮り方(Ⅱ)

チェキフィルム...光が当たると感光するフィルム+現像液 がセットになったものを利用
＜以下の①②作業は、フィルムが感光しないように、ダークバックの中で行う＞

①チェキフィルムの入っケースからフィルムを1枚取り出す。

②フィルムを、厚紙で作った封筒の中に入れる。(厚紙には、金属板などを貼っておく)

③ダークバックから、厚紙の封筒に入ったフィルムを取り出す。

④クルックス管の陰極の反対側のガラスの面近くに、③のフィルムを近づける。

⑤クルックス管に、誘導コイルで、高電圧をかける。(2分30秒～3分間程度)

＜以下の⑥作業は、フィルムが感光しないように、ダークバックの中で行う＞

⑥厚紙の封筒から、フィルムを取り出し、チェキのカメラに入れて、シャッターを押してローラーにフィルムを通す。この時に、フィルムに入った現像液が、フィルム全体にいきわたり現像が始まる。(現像時間 1分間程度)

(現像液をフィルム全体に広げたら、ダークバックから出してもよい)

⑦フィルムに、厚紙に貼ってあった金属板が見えたら成功である。

ノーベル賞の116年の歴史の中で63件が放射線と素粒子に関係 (2件に1件)

※高エネルギー加速器研究機構
川合 将義氏 作

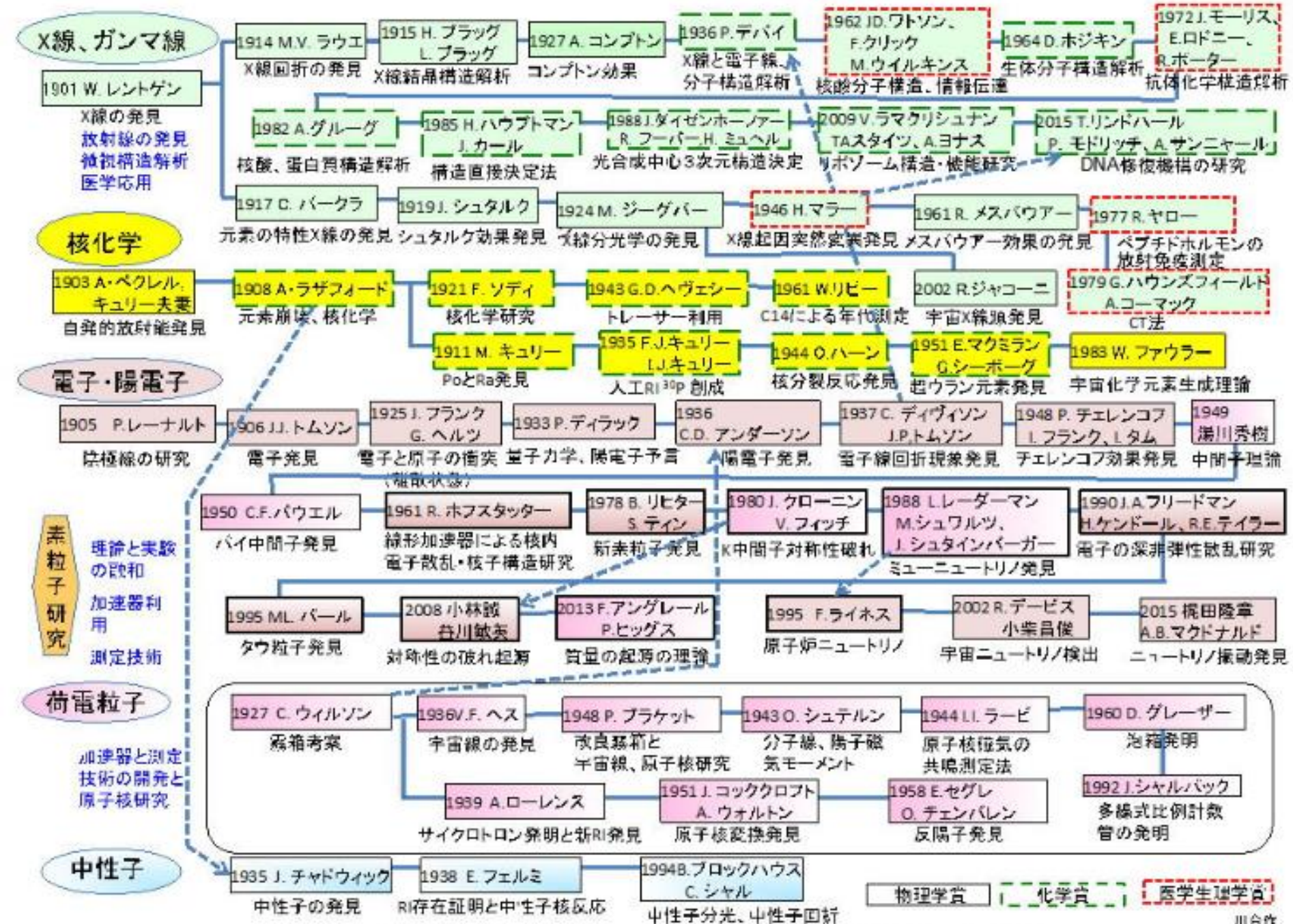


図1 放射線が関わったノーベル賞研究の放射線種別発展史

川合作