

高等学校理科教科書の
エネルギー・環境・原子力・放射線
関連記述に関する調査と提言
— 科学と人間生活・物理基礎・物理の調査 —

平成30年7月

一般社団法人 日本原子力学会
教育委員会

目 次

第 1 章	調査の概要	
1.	調査の目的	1
2.	本報告書の概要	4
3.	調査した教科書	4
第 2 章	教科書記述への提言	7
第 3 章	教科書の記述とコメント・修正文の例	1 4
第 4 章	調査の記録	
1.	会議等開催記録	8 8
2.	調査担当者および教育委員会委員	8 8
3.	これまでに公表した報告者	9 0

第 1 章 調査の概要

2011(平成 23)年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故が発生して 7 年を過ぎました。除染作業などの結果、浪江町と富岡町に出されていた避難指示が、平成 29 年 3 月末に帰還困難区域を除いて解除されました。避難指示区域は縮小したとは言えるものの、帰還困難区域に住んでおられた方々の避難前の生活を取り戻す見通しは立っておりません。(一社)日本原子力学会(以下原子力学会)は事故により生業の中断や避難を強いられるなど被害を受けられた皆様に改めて心からお見舞いを申し上げます。現在でも未だ多くの方々が故郷を離れて暮らしておられますが、1 日も早いご帰宅ができることをお祈りいたします。

1. 調査の目的

原子力学会教育委員会(以下、教育委員会)は、学会員の教育に関する調査・支援を行っており、その中に初等中等教育小委員会があります。同小委員会では、初等・中等教育の教科書におけるエネルギー・環境・原子力・放射線に関連した記述について、さらなる充実を図っていただくことを目的として、初等・中等教科書調査ワーキンググループを設置して、教科書の調査を行い、具体的な要望と提言を報告書としてまとめて公表してきました。

この活動は 1995(平成 7)年から現在まで約 20 年間にわたり、これまでに 12 冊の報告書を公表し、文部科学省をはじめ各教科書出版会社、(一社)教科書協会、教育界・学界などの関係各方面に提出しています。関係者がこれらの提言を評価され、教科書の編集に際して検討・反映いただくことなどにより、近年解り易くかつ専門的な表現にも配慮された表現が増えてきたことが窺えます。原子力学会のこのような活動が、社会に貢献できたことを大きな喜びとするものです。

2009(平成 21)年に高等学校学習指導要領(以下、学習指導要領)

が改訂されました。平成 29 年度から高等学校で使用されている教科書は、この学習指導要領に基づいて編集され、2013(平成 25)年から 2017(平成 29)年にかけて検定を受け、全国自治体の各教育委員会が採択を決めたものです。表 1 に小・中・高等学校教科書の検定・採択の周期を示します。

高等学校理科教科書の「科学と人間生活」，「物理基礎」および「物理」ではエネルギーやエネルギーの有効利用，放射線，原子核，原子核子の崩壊，核分裂，核融合，原子核反応，原子力利用などのほか，東京電力福島第一原子力発電所事故も取り上げています。そこで今回は，これらの教科書におけるエネルギー，原子力，放射線などに関する科学的な記述のほか，事故から 7 年が経過した現状を踏まえ，同事故に関連した記述の調査を行い，教科書のさらなる充実を図っていただくことを目的として意見をまとめました。

表 1 小・中・高等学校教科書の検定・採択の周期

学校種別等区分		年度(西暦)									
		25 (2013)	26 (2014)	27 (2015)	28 (2016)	29 (2017)	30 (2018)	31 (2019)	32 (2020)	33 (2021)	
小 学 校	検 定	◎			◆	◎	◎				
	採 択		△			▲	△	△			
	使用開始			○			●	○	○		
中 学 校	検 定		◎			◆	◎	◎			
	採 択			△			▲	△	△		
	使用開始				○			●	○	○	
高 等 学 校	主として 低学年用	検 定			◎				◎		
		採 択				△				△	
		使用開始	○				○				○
	主として 中学年用	検 定				◎				◎	
		採 択	△				△				△
		使用開始		○				○			
	主として 高学年用	検 定	◎				◎				◎
		採 択		△				△			
		使用開始			○				○		

(注) 1. ◎：検定年度

△：直近の検定で合格した教科書の初めての採択が行われる年度

○：使用開始年度（小・中学校は原則として 4 年ごと、高校は毎年採択替え）

◆：「特別の教科 道徳」の検定年度

▲：直近の検定で合格した「特別の教科 道徳」の教科書の初めての採択が行われる年度

●：「特別の教科 道徳」の教科書の使用開始年度

(文科省 HP より)

http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/kyoukasho/gaiyou/04060901/_icsFiles/afieldfile/2017/07/19/1235087_01.pdf

2. 本報告書の概要

本章第 1 節で調査の目的を述べています。

本章第 3 節で今回調査した教科書の件数と、これらの教科書について調査した教科書のページのリストを示します。

第 2 章では教科書の記述の充実を図っていただきたいという要望を意見・提言として述べています。

第 3 章では各教科書の本文とコラム，脚注(側注)，および図表・写真の説明文の項目・キーワードとともに、それに対するコメント・修正文の案や例を示しています。なお，コメント・修正文の案や例を記入した個所については，関連した教科書の本文を記載しています。

第 4 章は本調査の記録として，会議等開催記録，教科書調査担当者名および教育委員会委員名，ならびにこれまでに公表した教科書調査報告書のリストを示しました。

3. 調査した教科書

学習指導要領において，理科は「科学と人間生活」，「物理基礎」，「物理」，「化学基礎」，「化学」，「生物基礎」，「生物」，「地学基礎」および「地学」に分けられています。文科省のホームページによると，これらの理科の平成 29 年までの検定済み教科書は合計 81 点です。今回はこのうちの 2016(平成 28)年および 2017(平成 29)年に検定を受けた「科学と人間生活」，「物理基礎」および「物理」の 24 点のすべての教科書について調査しました。その内訳を表 2 に示します。太枠内が今回調査したものです。なお，表 2 の*教科書は平成 30 年度から使われます。

表2 平成21年学習指導要領に準拠して検定済になった
平成29年度に使用されている理科教科書数(文科省HP)

科目 (太枠：今回調査)	検定済年			教科書数 合計
	平成29	平成28	平成27 以前	
科学と人間生活	-	4	2	6
物理基礎	-	11	1	12
物理	9*	-	2	11
化学基礎	-	10	1	11
化学	8*	-	4	12
生物基礎	-	9	2	11
生物	6*	-	3	9
地学基礎	-	5	1	6
地学	1*	-	2	3
合計	24	39	18	81

表3に今回調査した教科書名と、エネルギー、原子力、放射線、環境影響および東京電力福島第一原子力発電所事故に関連して調査した頁数を示します。

表3 今回調査した平成28、29年に検定済みになった教科書の項目別の記述量(単位:頁数)

科目：科学と人間生活						
発行者	教科書 番号	教科書名	エネ ルギー 関連 頁数	原子力関 連頁数	関連頁数 合計	教科書 全頁数
東京書籍	306	改訂 科学と人間生活	4	0	4	B5判 222
実教出版	307	科学と人間生活 新訂版	1	1	2	B5判 192
数研出版	308	新 科学と人間生活	4.5	0.5	5	B5判 192
第一学習社	309	高等学校 改訂 科学と人間生活	3	0	3	B5判 176
		頁数合計	12.5	1.5	14	782
		頁数 %	1.6	0.2	1.8	

科目：物理基礎							
発行者	教科書番号	教科書名	エネルギー関連 ページ数	原子・原子核・放射線 関連ページ数	原子力発電 関連ページ数	関連ページ 合計	教科書 全ページ数
東京書籍	311	改訂 物理基礎	9	4	3	16	A5判 278
東京書籍	312	改訂 新編物理基礎	4	2	2	8	B5判 198
実教出版	313	物理基礎 新訂版	7	3	2	12	A5判 256
実教出版	314	高校物理基礎 新訂版	4	4.5	2	10.5	B5判 192
啓林館	315	物理基礎 改訂版	6	5	2	13	A5判 256
啓林館	316	考える物理基礎	3	5	2	10	B5判 192
	317	考える物理基礎 マイノート	2	1	0	3	B5判 64
数研出版	318	改訂版 物理基礎	5	3.5	2	10.5	A5判 256
数研出版	319	改訂版 新編 物理基礎	3.5	3	0.5	7	B5判 192
第一学習社	320	高等学校 改訂 物理基礎	3	3	2	8	A5判 272
第一学習社	321	高等学校 改訂 新物理基礎	4	1	1	6	B5判 176
		ページ合計	50.5	35	18.5	104	2332
		ページ %	2.2	1.5	0.8	4.5	

科目：物理							
発行者	教科書番号	教科書名	原子・原子核・放射線 関連ページ数	核反応・核エネルギー・原子力発電 関連ページ数	関連ページ 合計	教科書全 ページ数	
東京書籍	308	改訂 物理	8	8	16	A5判 506	
実教出版	309	物理 新訂版	7	7	14	A5判 384	
啓林館	310	物理 改訂版	19	10	29	A5判 448	
啓林館	311	総合物理1 様々な運動 熱 波	—	—	—	A5判 368	
	312	総合物理2 電気と磁気 原子・分子の世界	19	10	29	A5判 256	
数研出版	313	改訂版 物理	23	8	31	A5判 432	
数研出版	314	改訂版 総合物理1 力と運動・熱	0	2	2	A5判 256	
	315	改訂版 総合物理2 波・電気と磁気・原子	13	8	21	A5判 344	
第一学習社	316	高等学校 改訂 物理	18	8	26	A5判 432	
		ページ合計	107	61	168	3426	
		ページ %	3.1	1.8	4.9		

第2章 教科書記述への提言

1. 全教科書についての要望

調査した「科学と人間生活」「物理基礎」「物理」の教科書は、いずれも入念につくられており完成度が高く、立派な教科書になっていると高く評価します。その中で、いくつか気づいた点からより充実した教科書となることを願い、以下を提言します。

学習指導要領に「原子力」という用語が示されているのは「物理基礎」だけで、「科学と人間生活」「物理」にはありません。しかし、「科学と人間生活」の教科書の一部を除きすべての教科書にエネルギー利用の現実的な例として原子力発電が紹介されていることを高く評価します。

多くの教科書でエネルギー、原子・原子核・放射線および原子力発電に関する記述に相当の頁数がさかれています。特に物理基礎、物理では原子・原子核・放射線および原子力発電に関する記述は教科書全頁数の5%近くになり、生徒の理解が進むことと思われます。しかし、教科書各社ごとにその量には幅があり、同じ科目でも最小と最大の頁数には2倍程度の開きがあります(表3)。

授業時間の割り振りにおいてこれだけの差はないと思われますが、生徒の興味・関心を進めるうえでコラムや参考欄、脚注などをさらに充実させていただくことが望まれます。

2. 「科学と人間生活」に対する提言

1) 原子力発電の長所と短所を平等に扱っていただくことを要望します。

一部を除き「科学と人間生活」のエネルギー利用のなかで原子力発電が紹介されていることを高く評価します。原子力発電の利用について、運転時に地球温暖化の主要因と考えられる二

酸化炭素を出さない，放射性廃棄物の処理技術と処分を取り巻く現状の問題など，既に実社会と深い関係がある工業技術として知るためにも，「物理基礎」，「物理」を選択しない生徒の理解を深めるためにもその長所と短所を平等に扱っていただくことを望みます。

2) 東京電力福島第一原子力発電所事故の正しい紹介を望みます。

同事故は原子力発電の重大事故例として紹介されています。その際，福島事故の引き金になった要因として，東北地方太平洋沖地震によると誤解を招くような記述ではなく，それに伴って発生した大津波による電源および冷却施設の冠水が要因であったことを記していただくことが望まれます。

また，原子放射線の影響に関する国連科学委員会(UNSCEAR)が，福島事故を受けて，放射線の人体影響の科学的知見や事故後の被ばく線量の推定値から，「将来のがん統計において事故による放射線被ばくに起因し得る有意な変化がみられるとは予測されない，また先天性異常や遺伝性影響はみられない」との見解を発表していることを，可能な範囲で記していただくことを望みます。

(http://www.unscear.org/unscear/en/publications/2013_1.html より)

3) 原子力発電のしくみの図をより正確に示していただくことを望みます。

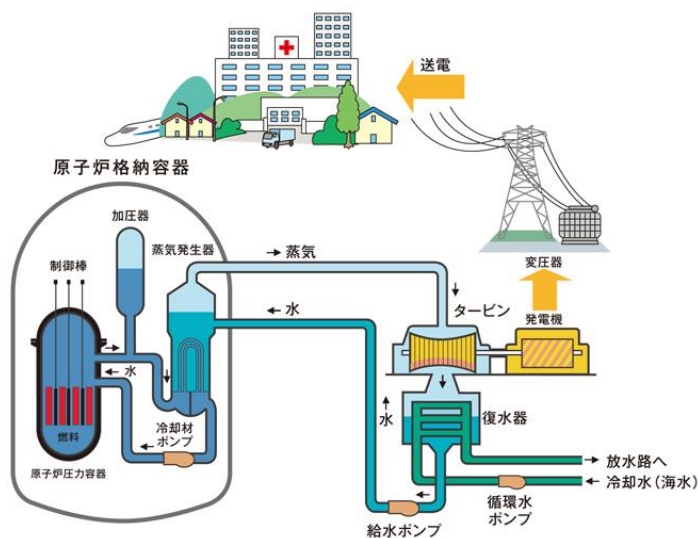
中学の教科書でも原子力発電の図が紹介されていますが高校教科書なのにこれと同じ図が踏襲されています。高校は中学の上にあると思われるのでさらに理解を深めるために次の提案をします。

一部の図に冷却材ポンプ，再循環ポンプ，海水を取り入れる循環水ポンプ，原子炉格納容器の記載がないものがありました。これらのポンプは冷却水を循環させるうえで重要な機器です。

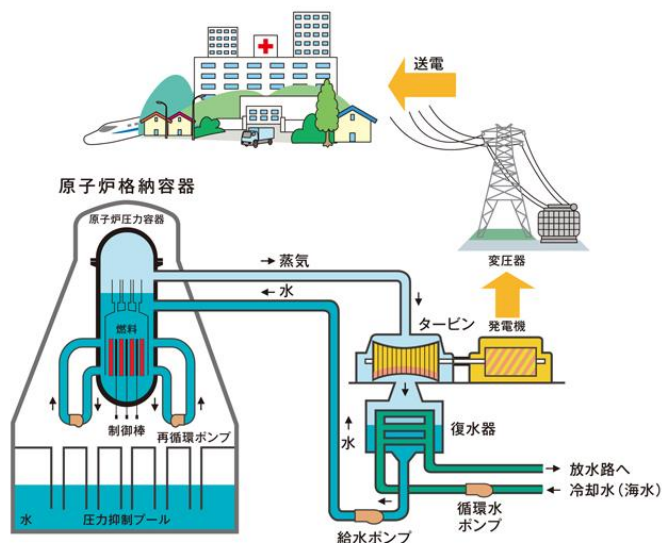
また，原子炉格納容器は事故時等に放射性物質の拡散を抑制する重要な機能を持つ機器なので，図に記載しておくことが望まれます。参考までに軽水炉を紹介した図の例を示します。

((一社)日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集 2016 http://www.jaero.or.jp/data/03syuppan/energy_zumen/energy_zumen.html 5-1-2, 5-1-5 より)

加圧水型炉 (PWR) 原子力発電のしくみ



沸騰水型炉 (BWR) 原子力発電のしくみ



4) 放射線の工業・農業・医療その他多くの産業への応用例がさらに充実されることを望みます。

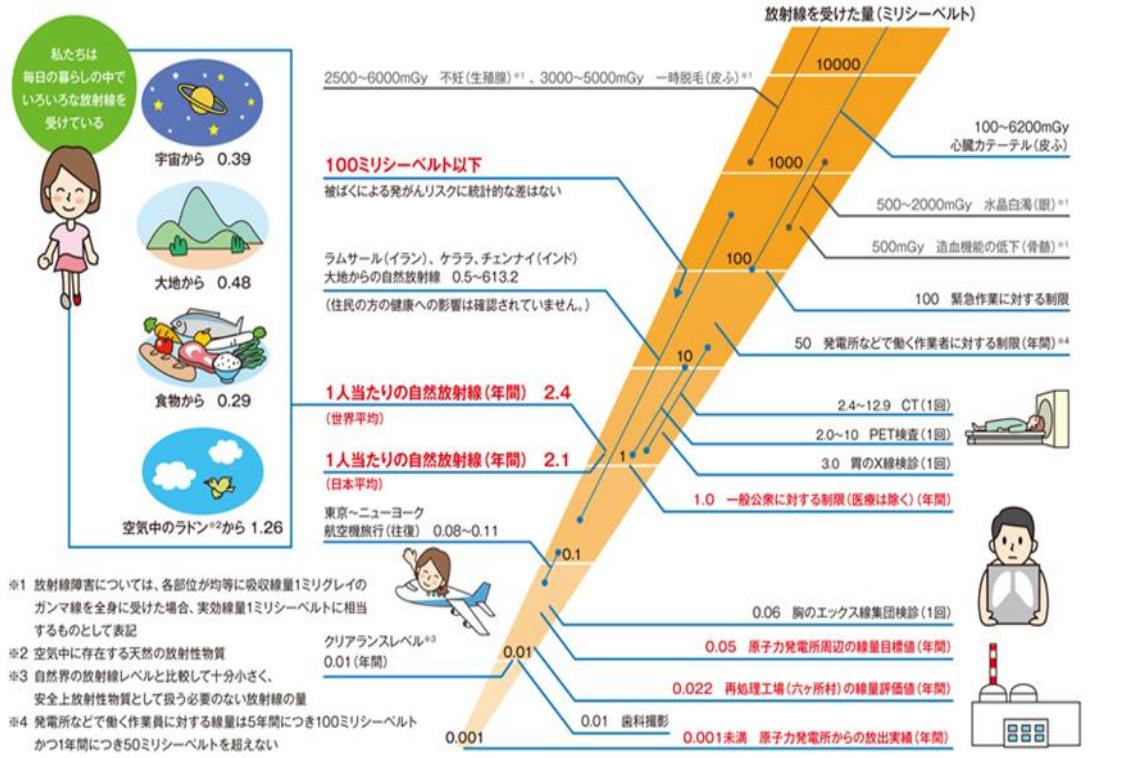
放射線の利用・応用は医療，工業，農業，理化学分野など広く行われております。農業分野の利用例ではよく放射線を照射して品種改良がおこなわれていることが紹介されますが，何千例もの実験からわずかに数例望ましい改良品種が見いだされることを補記することが大切です。放射線を照射すればすぐ遺伝子に変化が起こるように誤解されない記述が求められます。ジャガイモの発芽防止の利用では，照射後のジャガイモに放射性物質は残らないことを記することも望まれます。医療分野では診断・治療についての研究・応用はますます広がっており，それらのいくつかを紹介されていますが，ポジトロン断層撮影法による診断，重粒子線治療やホウ素中性子捕獲療法なども紹介すればさらに生徒たちの関心を引くことと思います。

5) 放射線の人体への影響について，わかりやすい図で説明されることを望みます。

放射線の人体への影響は，発見当初から議論されてきました。その説明には教科書ごとに濃淡が見られます。標準的な放射線の人体への影響として，参考までに下記の図を紹介します。この図では自然放射線と人工放射線を分けて図示し，生活とのかかわり具合がよくわかるようになっています。

(前記：(一社)日本原子力文化財団 原子力・エネルギー図面集 2016 6-2-1 より)

日常生活と放射線



6-2-1

出典 国連科学委員会 (UNSCEAR) 2008年報告書、(公財)原子力安全研究協会「新緑生活環境放射線(平成23年)」、ICRP [Publication103] 他より作成

原子力・エネルギー図面集 2016

3. 「物理基礎」に対する提言

- 1) ~ 5) 上記の「科学と人間生活」と同文を提言します。
- 6) 放射性廃棄物の処理・処分について正確に記述されることを望みます。

放射性廃棄物には、原子力発電所の運転により発生する「低レベル放射性廃棄物」および「高レベル放射性廃棄物」に加えて、福島第一原子力発電所の事故によって新たに「指定廃棄物」が発生しました。原子力発電所で発生した低レベル放射性廃棄物のうち、固体のものは焼却・圧縮などにより容積を減らし、液体状のものはろ過し濃縮してドラム缶にセメントやアスファルトと共に収納して青森県・六ヶ所村にある低レベル放射性廃棄物埋設センターに、ドラム缶で 293, 579 本(2017年4月末実績)安全に埋設処分されています。高レベル放射性廃棄物は、

濃縮・減容して万一地下水に接しても放射性核種の浸出が起き難く，放射性崩壊による損傷にも長期間耐える特性を持つホウケイ酸ガラスと混ぜステンレス容器に入れ固めて，地下 300 メートル以上深いところに埋設しようとしています。高レベル放射性廃棄物と指定廃棄物の 2 種の放射性廃棄物は国民的な関心を持たれているところでもあり，電力事業者・政府・自治体が連絡を取り合って適切な処理・処分ができるよう取り組んでいます。

教科書の原子力発電の説明で，1 社が「核廃棄物」という用語を使われています。核廃棄物という用語は普通には核兵器の廃棄物に使われます。わが国は核兵器を所持しないので，ここは「放射性廃棄物」という用語の方が適切と考え指摘しました。

7) 霧箱を使った放射線の観察を道具のそろえ方まで含めて，丁寧に紹介されることを望みます。

放射線の観察として，霧箱の実験を紹介している教科書が多くあります。霧箱は，放射線の飛跡を手軽に見られるよい手段ですが，放射性物質として，ガスランタンのマントルピース(ガスを燃やす芯，キャンプグッズにある)などが使えること，入手しにくい液体窒素の代わりにドライアイスも使えることなどを，脚注にでも記述しておけばよいと考えます。

4. 「物理」に対する提言

1) ～ 5) 上記「科学と人間生活」と同文を提言します。

6) ～ 7) 上記「物理基礎」と同文を提言します。

このうち，3) の原子力発電所のしくみの図においてはさらに詳しい図が望まれます。図にはできれば炉心入口温度 (BWR: 210℃, PWR: 280℃), 出口温度 (BWR: 280℃, PWR: 320℃), 炉内圧力 (BWR: 70 気圧, PWR: 160 気圧) なども記入されれば，核反応で生まれた熱で炉心を冷却水が通過する際に上昇する温度が知れ，物理的原理だけでなく熱の学習，熱機関として

のしくみの学習にもつながると思います。

8) 放射線に関する定量的な実験という意味で、室内の空気中の浮遊塵に含まれる放射性核種の半減期の測定を試みることを提案します。

霧箱による放射線の観察は中学の教科書にも多く見られました。すると、高校でも同じことしかできないのか、放射線に関する実験・観察は他に工夫できないのかという観点があるかと思います。1社ですが、掃除機で室内の浮遊塵を集めてポロニウムの娘核種の半減期を観察する実験例が紹介されていました。これは霧箱より一步レベルが進んでいます。高校教育においてはこのような中学より一步進んだ実験・観察に鋭意取り組んでほしいと思います。

以上、純物理的な観点から提言しました。

第3章 教科書の記述とコメント・修正文の例

表4 教科書の記述とコメント・修正文の例

出版社 書名	エネルギー・原子力・放射線に関連した記述	コメント・修正文の例
東京書籍 改訂科学と人間生活	<p>3編 光や熱の科学 2 熱と人間生活 p. 142 E エネルギーの有効利用 太陽光エネルギーの利用 地表に届く太陽光エネルギーは、日本では1m²あたり最大1kWである。これを石油、ガス、電気などの代替エネルギーとして利用することは、CO₂の排出を抑制するために有効である。</p> <p>●太陽熱温水器 太陽熱温水器は、太陽光を直接利用して水を温める装置である。エネルギー変換効率が高く、受光した太陽光エネルギーの50%以上を熱として利用することが可能である。こうして得られた温水は、台所や風呂の給湯だけでなく、暖房や冷房に利用することも可能である。</p> <p>●太陽光発電 太陽電池を使うと、太陽光のもつエネルギーを直接電気エネルギーに変換することができる。太陽電池は光のエネルギーを電気エネルギーに変換する装置で、光電池とも呼ばれる。太陽電池を用いた太陽光発電システムは、化石燃料を節約するのに役立つだけでなく、環境にやさしいクリーンな新エネルギー源として注目されている。太陽電池による発電は、火力発電のように化石燃料を燃やさないため、発電時にCO₂を排出しないからである。ただし、火力発電による電力を用いて太陽光発電システムを生産及び廃棄する際に、それに必要なエネルギーに対応した分の二酸化炭素が排出されることにも留意する必要がある。</p> <p>【図18】太陽熱温水器 【図19】太陽光発電 【プラス】熱を有効に利用するために</p>	<p>p. 142 ●太陽熱温水器 太陽熱温水器に関して、「エネルギー変換効率が高く、受光した太陽エネルギーの50%以上を利用することが可能である」との記載があります。 その次に、太陽光発電には「太陽電池は光のエネルギーを電気エネルギーに変換する装置である」と説明しており、変換効率の記載がなく、このままでは太陽熱温水器と同様に50%以上との誤解を与える恐れがあります。「太陽電池の変換効率は十数%である」といった記載をすることが望まれます。</p>
実教出版 科学と人間生活新訂版	<p>4章 光や熱の科学 p. 99～134 2節 熱の性質とその利用 p. 132 8 エネルギーの利用 エネルギー利用の歴史 【図1】原子力発電のしくみ（加圧水型原子炉）</p>	<p>p. 132 【図1】原子力発電のしくみ（加圧水型原子炉） 図は加圧水型原子炉を例示していますが、以下のような加筆・修正が望まれます。</p>

<p>実教出版 科学と人間生活新訂版</p>	<p>【図2】火力発電のしくみ</p> <p>p. 133 発電に伴う問題点と新しいエネルギー源</p> <p>【図3】水力発電</p> <p>【図4】新しいエネルギー源（風力発電）</p> <p>【TOPIC】ハイブリッド・カー</p> <p>【図5】身のまわりの放射線</p> <p>人間は日常的にも自然から放射線を受けているが、健康に及ぼす影響は極めて小さいと考えられている。</p> <p>【発展】原子核崩壊と放射線</p> <p>原子は、中心にある原子核とそのまわりを回る電子で構成されている。多くの原子では原子核は安定して存在している。しかし、ウランなどの原子核は不安定であり、放射線を出して別の原子に変わる。このような原子からなる物質を放射性物質という。また、原子が放射線を出して別の種類の原子に変わることを崩壊という。</p> <p>放射性物質が崩壊し、もとの数の半分になるまでの時間を半減期という。半減期は、放射性物質の種類によって異なる。この性質を利用し、放射性物質を含む古い物の年代測定が行われている。</p> <p>放射線を細胞に照射すると、細胞が死滅したり、遺伝子が変わったりする。この性質を利用し、器具の殺菌や、植物の遺伝子を改変して品種改良を行っている。また、放射線の透過性を利用し、医療分野で診断や治療などにも利用されている。</p>	<p>・図では制御棒が下方から挿入されていますが、加圧水型原子炉では上方から挿入されますから、この部分の修正が望まれます。</p> <p>・図に“蒸気発生器”，“給水ポンプ(1次側)”および“発電機”の言葉を入れておくことが望まれます。</p> <p>・原子炉の下方で給水ポンプから冷却水が入る矢印(左向き)と、上方で高温水が蒸気発生器に向かう矢印(右向き)を示しておくことが望まれます。</p> <p>・原子炉の外側にある格納容器は原子炉の安全確保のために必須の構成要素ですから、記載しておくことが望まれます。</p> <p>【図2】火力発電のしくみ</p> <p>図に“発電機”の言葉を入れておくことが望まれます。</p> <p>p. 133</p> <p>【発展】原子核崩壊と放射線</p> <p>「放射線を細胞に照射すると、細胞が死滅したり、遺伝子が変わったりする」とありますが、</p> <p>「放射線を細胞に多量に照射すると、細胞が死んだり、遺伝子が変わったりする」と記述することを提案します。</p>
----------------------------	---	---

<p>数研 出版</p> <p>新学 と人間 生活</p>	<p>第3編 熱や光の科学 p.94~129 第1章 熱の性質とその利用 p.107 E いろいろなエネルギー 1 光エネルギー 2 化学エネルギー 3 核エネルギー</p> <p>物質を構成する原子は原子核と電子からできている。化学反応では原子核は変化しないが、核反応とよばれる反応では原子核が変化する。核反応には原子核が分裂する核分裂(図23)や原子核どうしが融合する核融合(図24)などがあり、それらの核反応の前後でエネルギーが入り出す。原子力発電は、ウランなどが核分裂するときに放出するエネルギーを利用している。また、太陽は水素の核融合によってエネルギーを放出している。このような、原子核のもつエネルギーを核エネルギーという。</p> <p>4 電気エネルギー 【図21】住宅用太陽電池 【図22】家庭用燃料電池 【図23】核分裂の例 ウランの 原子核に中性子が衝突して核が分割され、いくつかの中性子が生じている。 【図24】核融合の例 重水素と三重水素の 原子核どうしが衝突して合体し、ヘリウムの 原子核と中性子が生じている。</p> <p>p.108 F エネルギーの変換と保存 1 エネルギーの変換 【図25】床をすべる物体 【図26】いろいろなエネルギーの変換 【実験&観察】エネルギーを変換してみよう ① 太陽電池 ②熱電素子 ③果物電池④沸騰させた水 ⑤生石灰に水を加える</p> <p>p.110 2 エネルギー保存則 【図27】蛍光灯</p>	<p>なし</p>
---	---	-----------

<p>数研 出版</p> <p>新 科 学と人 間生活</p>	<p>【図 28】 打ち上げ花火 【図 29】 考案された永久機関の例 【Column】 ハイブリッド自動車</p> <p>p. 111 G 熱効率 1 熱機関と熱効率 【熱効率の定義式】 【図 30】 火力発電のしくみ</p> <p>p. 171 終編 これからの科学と人間生活 1 科学が人間生活に与える影響 A 科学の人間生活への貢献 B 科学が人間生活や社会へ及ぼす影響 C 未来のための問題点への取り組み</p> <p>p. 173 D これからの課題 資源の少ない日本には、科学・技術のより一層の発展が求められ、新しい視点が必要不可欠なものになってくる。 また、地球温暖化問題とエネルギー問題を解決するためには、再生可能エネルギー(自然エネルギー)として太陽光、太陽熱、風力、水力(小規模水力発電)、地熱などの利用を急速に進めなければならない。ほかにも、石油や希少性資源の枯渇など、私たちがのりこえなければならない課題は多い。発展途上にある国々も含め、私たちの後の世代も豊かな生活を送れるように、これらの課題は必ず克服しなければならない。</p> <p>【図 5】 工場から出される排煙 【側注】 四大公害病 【側注】 グリーンケミストリーの 12 箇条 【図 6】 太陽光発電</p>	<p>p. 111 【図 30】 火力発電のしくみ 図に復水器からボイラーに水を送るポンプおよび冷却水(海水)を復水器に送るポンプを記載しておくことが望まれます。</p>
---	---	---

<p>第一 学習社</p> <p>高等学 校改訂 科学と 人間生 活</p>	<p>p. 106</p> <p>⑦ エネルギー資源の有効活用</p> <p>1 化石燃料の消費と地球環境</p> <p>2 省エネルギーの試み ハイブリッドカー コージェネレーションシステム</p> <p>【図 22】ハイブリッドカー 【図 23】コージェネレーションシステム</p> <p>p. 107</p> <p>3 エネルギー資源の開発</p> <p>太陽光発電 太陽光のエネルギーを、太陽電池で電気エネルギーに変換する発電を太陽光発電という(図 24)。 地球が受ける太陽光エネルギーの総量は、人類のエネルギー消費量よりもはるかに多く、また、発電時に二酸化炭素を発生しない。そのため、地球環境に影響をおよぼさないエネルギー源として注目され、開発が進められている。しかし、発電量が天候に左右されるなどの欠点もある。</p> <p>風力発電 風のエネルギーを利用した発電を風力発電という(図 25) 風力発電には、発電時に二酸化炭素を発生しないことや、他の発電方法に比べて経費が少なくすむなどの利点がある。その一方で、発電量が風の状況に左右されるほか、発電施設で騒音が生じるなどの欠点がある。</p> <p>地熱発電 火山地域の熱水や水蒸気から取り出される熱を地熱という。日本列島は、火山が多く存在し(p. 129)、地熱に恵まれている。地熱を利用する発電を地熱発電という(図 26)。地熱発電では、地下から取り出した高温の熱水と水蒸気を発電用タービンに供給し、電気エネルギーを得ている(図 27) 地熱発電は、発電能力の割に、施設の規模が大きくなる欠点がある。</p> <p>【図 24】太陽光発電所(大阪府枚方市) 【図 25】風力発電所(熊本県阿蘇郡) 【図 26】地熱発電所(大分県玖珠郡) 【図 27】地熱発電のしくみ</p>	<p>p. 107</p> <p>風力発電 「風力発電には、発電時に二酸化炭素を発生しないことや、他の発電方法に比べて経費が少なくすむなどの利点がある」とありますが、 「風力発電には、発電時に二酸化炭素を発生しないことや、他の再生可能エネルギーによる発電方法に比べて経費が少なくすむなどの利点がある」とするほうが、より適切と考えます。</p> <p>地熱発電 「地熱発電は、発電能力の割に、施設の規模が大きくなる欠点がある」とありますが、他の再生可能エネルギーと比較して施設の規模が大きくなるということであれば、その根拠が明確ではありません。 「地熱発電は発電できる場所が限られ、大規模な発電が難しいことに加え、熱水を取り出すパイプが詰まりやすいため次の井戸を掘る準備に迫られるという欠点もある」とするほうが、より適切と考えます。</p>
--	---	---

<p>第一 学習社 高等学校 校改訂 科学と 人間生 活</p>	<p>p. 108 まとめてみよう 1 温度と熱運動 2 熱容量と比熱 3 熱の伝わり方 4 仕事や電流と熱の発生 5 エネルギーの移り変わり 6 熱の仕事への変換 7 エネルギー資源の有効活用</p>	<p>なし</p>
<p>東京 書籍 改訂 物理基 礎</p>	<p>2編 さまざまな物理現象とエネルギー p. 129～224 p. 210 4章 エネルギーとその利用 2節 エネルギーの利用 A 電気エネルギーの利用 【図 3】 人類のエネルギー総使用量の変化 【図 4】 日本の一般家庭におけるエネルギー源の内訳 電気エネルギーが約半分を占める。 B 発電のエネルギー資源 【図 5】 日本におけるエネルギー資源別発電量の推移 C 化石燃料を用いた発電 火力発電 【図 6】 火力発電のしくみ 火力発電と環境問題 【図 7】 温室効果 p. 213 【図 8】 世界の大気中の二酸化炭素濃度の変化 【図 9】 1900 年以降の地球の平均温度の変化 【コラム】 持続可能性 (サステイナビリティ) p. 214 D 原子力エネルギー 原子の構造 【図 10】 原子の構造と質量数・原子番号の標表記 放射線と放射能 【図 11】 放射線の透過性と電離作用</p>	<p>p. 213 【図 8】 世界の大気中の二酸化炭素濃度の変化の二酸化炭素を測定した地点の凡例に綾里（日本）とありますが、綾里が日本列島のどこかわかりません。綾里（日本・岩手県）と記すほうが親切です。 p. 217 【図 13】 ガンマフィールドが紹介されていますが、このような施設が日本のどこにあるのかわかりません。ガンマフィールド（茨城県・常陸太田市）と記すほうが親切です。 医療での利用で、PET は治療ではなく診断ですから、「…照射して死滅させる放射線治療や、放射性元素を含むブドウ糖（トレーサー）を体内に導入し、代謝の活発ながん細胞の位置を特定する診断法（PET、ポジトロン断層法）などが用いられている」のほうがより適切と考えます。</p>

<p>東京書籍 改訂物理基礎</p>	<p>放射線の人体への影響 【図 12】放射線の量を表す単位と放射線による人体への影響の例</p> <p>p. 216 【コラム】放射線から身を守るために 【観察実験 15】放射線の観測</p> <p>p. 217 放射線の利用 農業での利用 医療での利用 X線はレントゲン撮影に、γ線は医療器具の殺菌に、広く用いられている。がん治療には、X線やγ線などの放射線のがん細胞に集中的に照射して死滅させる放射線治療や、放射性元素を含むブドウ糖（トレーサー）を体内に導入し、代謝の活発ながん細胞の位置を特定する方法（PET、ポジトロン断層法）などが用いられている。 工業での利用 …非破壊検査に、透過力の低いα線やβ線は、薄い膜などの厚さ計測に用いられている。 年代測定 【図 13】ガンマーフィールド 【図 14】ポジトロン断層撮影装置と得られた画像 【図 15】自動車に用いられている放射線照射部品の例(ラジアルタイヤ) 【図 16】^{14}Cを用いた年代測定</p> <p>p. 218 同位体と核分裂性 【図 17】ウランの同位体</p> <p>p. 219 【復習】 原子力発電では、地球温暖化の一因といわれる二酸化炭素を排出することはない。一方で、放射性廃棄物の問題や事故が発生した場合の放射線による莫大な被害など、安全性や環境への影響について検討すべき課題も多い。 【図 18】ウラン燃料ペレット 【図 19】連鎖反応</p>	<p>工業への利用で、一般に非破壊検査にα線源を使うことはないの で、「α線」を削除し、「…非破壊検査に、透過性の低いβ線が薄い膜などの厚さ計測に用いられている」とするのが適切です</p> <p>p. 219 【復習】 「原子力発電では、地球温暖化の一因といわれる二酸化炭素を排出することはない。一方で、放射性廃棄物の問題や事故が発生した場合の放射線による莫大な被害など、安全性や環境への影響について検討すべき課題も多い」とされています。 「…事故が発生した場合の放射性物質の拡散による環境汚染の莫大な被害など、安全性や環境への影響について考慮すべき課題も多い」とするほうが、より適切と考えます。</p> <p>【図 20】原子力発電(沸騰水型)のしくみ 原子力発電のしくみをより正確に理解するため、原子炉に冷却水を供給している給水ポンプ、再循環ポンプおよび復水器に海水を供給している循環水ポンプを追記することが望まれます。 図では海水の水路が原子炉の下を通っていますが、原子炉は岩盤</p>
------------------------	--	--

<p>東京書籍 改訂物理基礎</p>	<p>【図 20】 原子力発電(沸騰水型)のしくみ</p> <p>p. 220 【発展】 原子力発電の問題点 【観察実験 16】 さまざまな発電方式を調べる</p> <p>p. 221 E 再生可能エネルギー 【復習】 太陽光発電 【復習】 風力発電 【復習】 水力発電 【復習】 地熱発電 【復習】 バイオマス発電</p> <p>p. 223 【この章の導入課題のふり返り】 (電気料金等領収書を見て) 消費エネルギーの計算問題 【章末問題】 1 エネルギーの変換 2 原子の構造 3 ^{235}U の核分裂エネルギー</p>	<p>上に建てられており、下に水路はありません。水路は図の右方向に向けるのがより正確です。 また、格納容器は原子炉の安全確保のために必須の構成要素ですから、名称を記載しておくことが望まれます。</p> <p>p. 220 【発展】 として原子力発電の問題点を特記しています。問題点だけを学ぶのが発展学習とするのは適切とは思えません。長所と短所を比較して紹介するのが公平な発展学習であると考えます。</p>
<p>東京書籍 改訂新編物理基礎</p>	<p>2編 さまざまな様々物理現象とエネルギー p. 92~171</p> <p>p. 154 4章 エネルギー 23 エネルギーの変換と保存 A さまざまな形がある 【図 1】 さまざまなエネルギーの形 B 形をかえてもなくなる 【図 2】 さまざまなエネルギーの変換 エネルギー保存の法則</p> <p>p. 156 24 エネルギーの利用 A 便利なエネルギーの形 エネルギー資源の種類</p>	<p>p. 156 24 エネルギーの利用 A 便利なエネルギーの形 エネルギー資源の種類 「自然界に存在するエネルギー資源(一次エネルギー)には、化石燃料(石炭・石油・天然ガスなど)や核燃料(ウラン・プルトニウムなど)のように、数百年以内に枯</p>

<p>東京書籍 改訂新編物理基礎</p>	<p>自然界に存在するエネルギー資源（一次エネルギー）には、化石燃料（石炭・石油・天然ガスなど）や核燃料（ウラン・プルトニウムなど）のように、数百年以内に枯渇する可能性のあるエネルギー資源(枯渇性エネルギー)と、太陽光や地熱，風力，水力のように，今後数億年のスケールで利用できるエネルギー資源(再生可能エネルギーとがある)。</p> <p>私たちは，これらの一次エネルギーを，電気やガソリン，都市ガスなど，使いやすい形(二次エネルギー)に加工して利用している。</p> <p>【図 3】 エネルギー資源の可採年数(2012 年) 【図 4】 世界の 1 次エネルギー消費の推移 【図 5】 日本国内の過程でのエネルギー消費 【図 6】 さまざまな発電方式とその特徴</p> <p>p. 158 25 放射線の利用 A 原子の構造から放射線を見る 【図 7】 質量数・原子番号の表記法 【側注①】 原子番号 【側注②】 放射線 【B 放射線のおもな特徴 【図 8】 主な放射線の透過性 【図 9】 放射線の利用 ガンマフィールド リニアック 煙感知器 【表 2】 放射能と放射線の単位 【図 10】 放射線の影響の例 【コラム】 放射線防護 【観察実験 15】 放射線の観測</p> <p>p. 160 26 原子力の利用 A 原子力発電は何を利用しているか 原子力発電 【図 11】 ウランの核分裂 【図 12】 原子爆弾 【側注①】 火力発電と原子力発電の類似点 【図 13】 原子力発電のしくみ</p>	<p>渇する可能性のあるエネルギー資源(枯渇性エネルギー)と，太陽光や地熱，風力，水力のように，今後数億年のスケールで利用できるエネルギー資源(再生可能エネルギーとがある)」とあります。</p> <p>プルトニウムは自然界には存在しないので一次エネルギーとは見なせません。このため，プルトニウムを削除し核燃料（ウラン）とすることが適切と考えます。</p> <p>p. 160 【図 13】 原子力発電のしくみ 原子力発電のしくみをより正確に理解するため，原子炉に冷却水を供給している給水ポンプ，再循環ポンプおよび復水器に海水を供給している循環水ポンプを追記することが望まれます。</p> <p>図では海水の水路が原子炉の下を通っていますが，原子炉は岩盤上に建てられており，下に水路はありません。水路は図の右方向に向けるのがより正確です。</p> <p>また，格納容器は原子炉の安全確保のために必須の構成要素ですから，名称を記載しておくことが望まれます。</p> <p>p. 161 【コラム】 原発事故で放出された放射性物質</p>
--------------------------	--	---

東京書籍 改訂新編物理基礎	<p>【コラム】核融合</p> <p>p. 161</p> <p>【コラム】原発事故で放出された放射性物質</p> <p>2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の揺れと津波の影響により、福島第一原子力発電所では電源が失われ、原子炉に冷却水を送るポンプが動かせなくなった結果、炉心（核分裂の連鎖反応が起こっている部分）が過熱して溶融し、深刻な原子力事故へとつながった。</p> <p>事故の初期段階では、原子炉格納容器の破損を防ぐためのベント（容器内の気体の放出）作業や、高温の水蒸気から発生した水素の爆発による建物の破壊により、大量の放射性物質が大気中に放出された。原子炉内の核分裂ではさまざまな放射性原子核が生成されるが、特に質量数が90及び140程度の原子核が多い。そのなかでも、</p> <p>① 揮発性の強いもの（大気中に拡散しやすい）</p> <p>② 半減期（放射能が半分になるまでの時間）が数日から数十年であるもの（半減期が数時間のものは数日で影響がなくなり、半減期が数百年以上のは放射能が弱い）</p> <p>③ 人体に蓄積されやすいもの（人体内部からの被曝の原因となる）は影響が大きく、福島原発事故で放出された次のような放射性原子核が問題となっている。</p> <p>【コラムの表】</p>	<p>「…炉心(核分裂の連鎖反応が起こっている部分)が過熱して溶融し、…」とあります。この表現は誤りではありません。</p> <p>しかし、福島での事故では地震後は原子炉は停止しており、核分裂の連鎖反応は停止していました、文中の表現では核分裂が継続していたような誤解を生じます。そこで、「炉心(核分裂の連鎖反応が起こっている部分)の核分裂は止まっていたが、それまでの核分裂で生まれた核分裂生成物の発熱が続き、過熱して溶融し、…」とするほうがより適切です。</p>																			
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>放射性原子核</th> <th>揮発性</th> <th>半減期</th> <th>性質</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>¹³¹I (ヨウ素 131)</td> <td>特に高い</td> <td>8日</td> <td>・大気中に特に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると甲状腺に蓄積し、内部被曝(放射性元素が体内に入って放射線を受けている状態)により甲状腺障害を引き起こす。 ・放出直後に注意を要するが、数か月で影響はなくなる。</td> </tr> <tr> <td>¹³⁴Cs (セシウム 134)</td> <td>高い</td> <td>2年</td> <td rowspan="2">・大気中に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると筋肉組織に蓄積し、がんや心臓病などを引き起こす。 ・特に¹³⁷Csは、影響が数十年続く。</td> </tr> <tr> <td>¹³⁷Cs (セシウム 137)</td> <td>高い</td> <td>30年</td> </tr> <tr> <td>⁹⁰Sr (ストロンチウム 90)</td> <td>低い</td> <td>29年</td> <td>・大気中には放出されにくい、流出する汚染水に含まれる。 ・人体に取り込まれると骨に蓄積してほとんど排出されないため、内部被曝が長期間続く。</td> </tr> </tbody> </table>	放射性原子核	揮発性	半減期	性質	¹³¹ I (ヨウ素 131)	特に高い	8日	・大気中に特に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると甲状腺に蓄積し、内部被曝(放射性元素が体内に入って放射線を受けている状態)により甲状腺障害を引き起こす。 ・放出直後に注意を要するが、数か月で影響はなくなる。	¹³⁴ Cs (セシウム 134)	高い	2年	・大気中に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると筋肉組織に蓄積し、がんや心臓病などを引き起こす。 ・特に ¹³⁷ Csは、影響が数十年続く。	¹³⁷ Cs (セシウム 137)	高い	30年	⁹⁰ Sr (ストロンチウム 90)	低い	29年	・大気中には放出されにくい、流出する汚染水に含まれる。 ・人体に取り込まれると骨に蓄積してほとんど排出されないため、内部被曝が長期間続く。	
	放射性原子核	揮発性	半減期	性質																	
	¹³¹ I (ヨウ素 131)	特に高い	8日	・大気中に特に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると甲状腺に蓄積し、内部被曝(放射性元素が体内に入って放射線を受けている状態)により甲状腺障害を引き起こす。 ・放出直後に注意を要するが、数か月で影響はなくなる。																	
	¹³⁴ Cs (セシウム 134)	高い	2年	・大気中に放出されやすく、広範囲に拡散する。 ・人体に取り込まれると筋肉組織に蓄積し、がんや心臓病などを引き起こす。 ・特に ¹³⁷ Csは、影響が数十年続く。																	
¹³⁷ Cs (セシウム 137)	高い	30年																			
⁹⁰ Sr (ストロンチウム 90)	低い	29年	・大気中には放出されにくい、流出する汚染水に含まれる。 ・人体に取り込まれると骨に蓄積してほとんど排出されないため、内部被曝が長期間続く。																		

実教 出版 物理 基礎 新訂版	<p>5章 人間と物理</p> <p>p. 202</p> <p>1節 エネルギーとその利用</p> <p>1 化石燃料と再生可能エネルギー</p> <p>A 電気エネルギーへ</p> <p>B 化石燃料による発電</p> <p>C 再生可能エネルギーによる発電</p> <p>再生可能エネルギー 水力発電 太陽光発電 風力発電 地熱発電 潮汐発電 バイオマス発電</p> <p>【図1】火力発電所 【図2】水力発電 【図3】太陽電池 【実験22】太陽電池の起電力</p> <p>p. 204</p> <p>【図4】風力発電 【図5】地熱発電 【図6】潮汐発電</p> <p>p. 205</p> <p>2 原子力</p> <p>A 原子核と放射線</p> <p>原子 同位体 原子核の崩壊と崩壊熱 放射性同位体 放射線の種類 放射線の作用(透過作用, 電離作用) 放射線の利用 放射線に関する単位(Bq, Gy, Sv)</p> <p>【図7】原子の構造と種類の表し方 【表1】同位体の種類 【図8】半減期 【脚注①】 地球内部で生じる崩壊熱は, 火山活動や地震, 地殻変動の原因といわれている。 【脚注②】原子質量単位</p>	<p>p. 204</p> <p>【図4】風力発電 【図5】地熱発電 【図6】潮汐発電</p> <p>のそれぞれがどこにある発電所か示されていると参考になり, さらによいと思います。</p> <p>p. 205</p> <p>2 原子力 A 原子核と放射線 【脚注①】 「地球内部で生じる崩壊熱は, 火山活動や地震, 地殻変動の原因といわれている」とあります。 崩壊熱が火山活動, 地震, 地殻変動など災害の直接の原因であるかのように, 解説されています。 この表現では放射性核種の崩壊熱さえなければ火山活動も地震も地殻変動も起きないこととなります。ここは, 「地球内部が高温なのは, 地球に含まれている放射性核種の崩壊による崩壊熱, 地球自身の重力による圧縮, 隕石の衝撃による熱などが寄与している」と地球内部の熱源を示すのがより適切です。</p>
---------------------------------	---	---

<p>実教出版 物理基礎 新訂版</p>	<p>p. 206 【表 2】放射性同位体の種類 12 種類の同位体の放射線の種類(α, β, $\beta(\gamma)$)と半減期を記載 【図 9】放射線の種類 【図 10】放射線と人体への影響 【参考】放射線と人体への影響</p> <p>p. 208 B 原子核とエネルギー 核分裂と連鎖反応 核融合 原子力発電 【図 11】核分裂と連鎖反応 【図 12】核融合</p> <p>p. 209 【図 13】原子力発電(沸騰水型原子炉) C 原子力発電の利点と問題点 原子力発電は、ウラン 1g の核分裂で石油 2000L 分に相当する膨大なエネルギーを得ることができる、また発電時に、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素をほとんど発生させない、しかし、ひとたび事故を起こすと、甚大な放射能汚染の被害をもたらす(参考)。また、使用済み核燃料や、廃炉後の原子炉の材料は、強い放射能をもっている。このような核廃棄物を、長期間にわたって安全に管理することは難しい。これらの課題もあるため、原子力発電を続けるか、なくしていくかについて、議論が続いている。</p> <p>【参考】福島第一原子力発電所事故 2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震および津波により、福島第一原子力発電所において原子炉を冷却する機能が失われた。それにより崩壊熱による温度上昇を止めることができず、燃料棒が溶けて圧力容器の底に落ちる炉心溶融(メルトダウン)が起きた。さらに、冷却水が分解されて大量に発生した水素が爆発し、原子炉内に閉じ込めておくべき放射性物質が大量に放出されるという重大事故が起きた。これにより福島県を初め広範な地域に放射能汚染がもたらされた。</p>	<p>p. 206 【表 2】すべての崩壊には γ 線を伴いますので、表の項目名は「放射線の種類」ではなく「崩壊の種類」とするほうが適切です。</p> <p>P. 209 【図 13】原子力発電(沸騰水型原子炉) 図に再循環ポンプの記入がありません。これでは炉心を冷却水が循環しません。再循環ポンプを加筆することで、原子炉の中の水の循環がよりわかりやすくなると考えます。</p> <p>C 原子力発電の利点と問題点 「ひとたび事故を起こすと、甚大な放射能汚染の被害をもたらす」とされています。 「ひとたび事故を起こすと、放射性物質の拡散による汚染が甚大な被害をもたらす」とするほうがより適切かと考えます。</p> <p>「使用済み核燃料や、廃炉後の原子炉の材料は、強い放射能をもっている。このような核廃棄物を、長期間にわたって安全に管理することは難しい。」とされています。 「核廃棄物」という用語を使っていますが、核廃棄物という用語</p>
------------------------------	---	---

<p>実教 出版</p> <p>物理 基礎 新訂版</p>	<p>p. 210</p> <p>3 エネルギーの変換と保存</p> <p>A エネルギーの変換 エネルギーの変換</p> <p>【図 14】 エネルギーの変換</p> <p>B エネルギーの保存</p> <p>C 生活とエネルギー 【図 15】 温度差発電</p> <p>D エネルギーの新しい利用法 コージェネレーション スマートグリッド</p> <p>【まとめ】 1 化石燃料と再生可能エネルギー 2 原子力 3 エネルギーの変換と保存</p> <p>【節末問題】 1 エネルギーの利用 2 原子核 3 エネルギーの変換</p>	<p>は普通核兵器の廃棄に使われま す。わが国は核兵器を所持しない ので、ここは放射性廃棄物という 用語のほうが適切と考えます。</p> <p>【参考】 福島第一原子力発電所 事故</p> <p>「…それにより崩壊熱による温 度上昇を止めることができず、燃 料棒が溶けて圧力容器の底に落ち る炉心溶融（メルトダウン）が起 きた。さらに、冷却水が分解され て大量に発生した水素が爆発し、 原子炉内に閉じ込めておくべき放 射性物質が大量に放出されるとい う重大事故が起きた。…」とさ れています。</p> <p>水が分解されて水素が発生した と書かれれば、生徒は中学で学ん だ水の電気分解による水素（と酸 素）の発生を思い起こすでしょ う。しかし原子炉の炉心には電極 はありません。電気分解は起こり ません。</p> <p>水素は、冷却されなくなった燃 料棒被ふく管の表面温度が 750℃ を超え、被ふく管のジルコニウム (Zr) 合金と水蒸気が、 $Zr + 2H_2O \rightarrow ZrO_2 + 2H_2$ の化学反 応により発生したのです。この化 学反応式では、ジルコニウムが酸 化し、水は還元されたことになり ます。</p>
---	--	---

<p>実教出版 物理基礎 新訂版</p>		<p>したがって、本文は、「…さらに、高温になった核燃料の被ふく管が水蒸気との化学反応で酸化し、同時に水蒸気から酸素が奪われて水素が大量に発生して爆発し、原子炉内に閉じ込めておくべき放射性物質が…」とするのがより適切な記述と考えます。</p>
<p>実教出版 高校物理基礎 新訂版</p>	<p>5章 人間と物理 p. 160 1節 エネルギーとその利用 1 身近なエネルギー資源 エネルギーの変換 【図1】エネルギー変換の例 【側注①】熱エネルギー エネルギー保存の法則 【図2】エネルギーの変換 さまざまな発電方式 【図3】火力発電 新しい資源と新しい利用法 【図4】風力発電 【図5】コージェネレーションシステム</p> <p>p. 162 2 原子核と放射線 原子と原子核 【図1】原子と原子核，原子番号と質量数の表記 【図2】同位体の例 【側注①】元素記号 【側注②】質量数 【側注③】電離作用 放射線と放射能</p>	<p>本書は各項の頭にキーワードが示されていて，生徒の学びを助けています。</p>

<p>実教出版 高校物理基礎新訂版</p>	<p>【図3】放射線の透過力 【表1】放射線の種類と正体，電離作用</p> <p>p. 163 放射能・放射線の単位 【図4】放射能，放射線の影響量の単位 放射線の利用と安全性 【図5】放射線照射によるガラスの着色 【TOPIC】日常生活と放射線 放射線は目には見えないが，人体に当たると細胞に影響を与える。放射線はいたみやにおいなどの五感で直接感じるができないため，その安全性には社会全体で注意する必要がある。 【実験19】放射線の測定</p> <p>p. 164 3 原子核エネルギー 原子核エネルギー 【図1】核分裂 原子力発電 【図2】連鎖反応 【図3】原子炉の模式図 (a) 沸騰水型 (b) 加圧水型 原子核エネルギーの利用と安全性 【図4】福島第一原子力発電所の事故 【図5】放射性廃棄物の管理 【POINT】 原子核エネルギー 原子力発電 放射性廃棄物の管理 【発展】半減期 【まとめ】1 身近なエネルギー資源 2 原子核と放射線 3 原子核エネルギー 【節末問題】①発電方式 ②原子，原子核 ③エネルギーの変換 ④ 原子核エネルギー，原子力発電</p>	<p>p. 163 【TOPIC】日常生活と放射線 「放射線は目には見えないが，人体に当たると細胞に影響を与える」とありますが，ある値以下の放射線は細胞に影響を与えないことが分かっていますので，例えば，「放射線は目には見えないが，人体に大量に当たると細胞に影響を与える」とした方がより正確な表現になります。 この TOPIC の図に示している宇宙から，食物から，大地から，および空気中のラドンからの被曝量は年間なので，例えば，各数値の後に「(年間)」を入れて，また歯科撮影は1回なので，胸のX線撮影のように「(1回)」と付記する方が正確です。図で1人あたりの自然放射線の量が，日本平均と世界平均両方を記載しているのは親切で適切です。</p> <p>p. 164 【図3】 原子炉の模式図 (a) 沸騰水型において格納容器底に水(加熱防止)とありますが，この水は事故時に圧力容器からベントした蒸気の凝縮と放射性物質除去が主目的なので，「加熱防止」は厳密には正しくなく，例えば「事故防止」ないし「事故対策」の方がより正確です。</p>
---------------------------	---	---

<p>実教出版 高校物理基礎 新訂版</p>	<p>p. 168 2節 物理学が拓く世界 1 物理学と科学技術 物質の新しい状態 【図1】超伝導体のはたらきにより浮上・静止する磁石 【側注①】超伝導 【側注②】超流動 【側注③】高温超電導物質 【図2】超伝導ケーブル 【図3】MRI 【側注④】核磁気共鳴画像法(MRI) 【図4】磁気浮上式リニアモーターカー</p> <p>医療 【図5】X線写真 【側注5】X線の発見 【図6】CT 【側注6】コンピュータ断層撮影(CT) 【側注7】陽電子放射断層撮影(PET)</p> <p>新素材 【図7】ダイヤモンド 【側注8】黒鉛(グラファイト) 【図8】カーボンナノチューブ 【側注9】カーボンナノチューブの発見 【側注10】$1\text{nm}=10^{-9}\text{m}$</p> <p>p. 172 【探究活動9】 1 霧箱での放射線の観測 2 いろいろなところで放射線をはかってみよう</p>	<p>また、再循環ループとポンプがないので、厳密に言うと冷却水が炉心内を循環しません。再循環ループと再循環ポンプを加筆するほうがより適切です。</p> <p>b)加圧水型において、原子炉圧力容器一次ループの上側の配管内の水は、原子炉圧力容器から蒸気発生器へ(左から右に)流れます。上側の水の矢印の向きは、正しくは原子炉から右側に出て行く向きです。</p> <p>格納容器は原子炉の安全確保のために必須の構成要素ですから、名称を記載しておくことが望まれます。</p> <p>両図に海水を取り入れる循環水ポンプを加筆するほうがより適切です。</p> <p>p. 172 【探究活動9】 1 霧箱での放射線の観測 は丁寧な説明です。</p>
--------------------------------	---	---

<p>啓林館 物理 基礎 改訂版</p>	<p>第5部 物理と私たちの生活 p. 206 第1章 エネルギーとその利用 1 様々なエネルギーとその利用 A エネルギーの変換と保存 B 利用するエネルギーの移り変わり 【図1】1人あたりのエネルギー消費量と世界の人口の変化 【図2】エネルギー資源の採掘可能年数(2011年の予測値) 【図3】世界の一次エネルギー消費の推移 【脚注】地熱発電について C 太陽光の利用 【図4】太陽からの光 水力発電 【図5】水力発電のしくみ 風力発電 【図6】風力発電のしくみ 太陽光発電 【問1】太陽電池の発電量 D 化石燃料の利用 火力発電 【図7】火力発電のしくみ p. 210 E 原子力 【図8】原子の構造とその表し方(ヘリウムの例) 【表1】同位体の例 【問2】^{235}Uの陽子と中性子の数 放射線 【表2】原子核の崩壊による放射線 【図9】トリウム 原子核の崩壊 【図10】放射線の透過力 【発展】半減期 【表A】半減期の例</p>	<p>なし</p>
----------------------------------	---	-----------

<p>啓林館</p> <p>物理 基礎 改訂版</p>	<p>【図 A】 原子核数の時間的変化 放射線の単位</p> <p>【図 11】 放射線の単位</p> <p>【表 3】 放射線の単位 放射線の人体への影響</p> <p>【図 12】 放射線の被曝量と急性障害</p> <p>【図 13】 外部被曝の低減三原則 放射線の利用</p> <p>【図 14】 トレーサー法の利用</p> <p>【脚注①】 自然放射線の量</p> <p>【脚注②】 X線も放射線の一種 原子力エネルギー</p> <p>【図 15】 ^{235}Uの核分裂と連鎖反応</p> <p>【脚注①】 プルトニウム 原子力発電</p> <p>p. 215</p> <p>【図 16】 原子力発電のしくみ (a) 沸騰水型原子炉 (b) 加圧水型原子炉 原子力発電の安全性</p> <p>2011 年の東北地方太平洋沖地震では、福島第一原子力発電所で炉心溶融が発生し、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された。</p> <p>【資料学習 1】 エネルギーに関する調査</p> <p>【1 章のまとめ】 様々なエネルギーとその利用 エネルギーの変換と保存 いろいろな発電方式 原子と原子核 放射線 放射線の単位 放射線の人体への影響 原子力エネルギー 原子力発電の安全性</p> <p>【章末問題】 太陽エネルギー 水力発電 放射線 原子力エネルギー</p> <p>【探究活動 7】 放射線の性質</p> <p>【探究活動 8】 科学技術と私たちの生活</p>	<p>p. 215</p> <p>【図 16】 原子力発電のしくみ (a) 沸騰水型原子炉 (b) 加圧水型原子炉 の両図に海水を取り入れる循環水ポンプを加筆するほうがより適切です。</p> <p>p. 215</p> <p>原子力発電の安全性</p> <p>「2011 年の東北地方太平洋沖地震では、福島第一原子力発電所で炉心溶融が発生し、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された」とあります。</p> <p>事故の要因となったのは地震そのものではなく、地震によって生じた津波が主な原因です。そこで、ここは事実に基づき、例えば、「・・・2011 年の東日本大震災では、福島第一原子力発電所で地震の後に発生した大津波により予備電源施設が水没して電源を失った。このため原子炉の冷却機能が失われ、炉心溶融に至り、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された。・・・」とするほうが誤解を生じないと思います。</p>
-------------------------------------	--	--

啓林館 考える 物理 基礎	<p>第5部 物理と私たちの生活 p. 156 第1章 エネルギーとその利用 51 エネルギーの変換と保存 【図1】エネルギーの変換 52 エネルギーの利用 A エネルギー資源 【図2】世界の人口の推移と1人あたりのエネルギー消費量 【図3】エネルギー資源の採掘可能年数(2011年予測値) 【図4】1人が一日に消費する電力量(2010年)</p> <p>p. 158 B いろいろな発電方式のまとめ 水力発電 風力発電 火力発電 太陽光発電 しくみ 太陽電池(光電池)で太陽光を受けて、光エネルギーを直接電気エネルギーに変える。 長所 ・環境に与える影響が小さい ・寿命が長い 短所 ・広大な設置場所が必要となる。 ・天候により発電量が左右される。 ・他の発電方法と比べて価格が高い。 原子力発電</p> <p>p. 159 53 放射線の性質 A 原子力 原子と原子核 【図5】原子の構造とその表し方(ヘリウムの例) 放射線 【図6】放射線の性質 【脚注①】元素記号 放射線の単位</p>	<p>p. 156 【図1】エネルギーの変換 図中、核エネルギーから熱エネルギーに進む矢印のところで、原子炉を表すのに冷却塔があります。冷却塔を備えている発電所は、冷却水に海水を使うことができず大きな河川の水を利用しなければならない発電所特有のことで、欧米の内陸部に立地する発電所に見られます。わが国の原子力発電所はすべて臨海部に立地し、冷却水に海水を利用できるので、冷却塔はありません。したがって、この図を冷却塔のない原子力発電所の図に直すのが適当です。</p> <p>p. 158 B いろいろな発電方式のまとめ 太陽光発電の説明において「寿命が長い」としています。各発電方式の設備寿命はメンテナンス次第なので、太陽光発電が特段長いわけではありません。例えば、水力発電のダムは50年以上、火力発電でも長期間運転しているものもあり、寿命については比較の対象を示さないと不正確なので、この部分は削除がより適切です。</p> <p>p. 160 【図8】放射線の被曝量と影響</p>
------------------------	--	--

<p>啓林館 考える 物理 基礎</p>	<p>【図 7】放射線の単位 【表 1】放射線の単位</p> <p>p. 160 放射線の人体への影響 【図 8】放射線の被曝量と影響 【図 9】外部被曝の低減三原則</p> <p>B 放射線の利用 【図 10】放射線の利用例 【発展】半減期 【脚注①】X線も放射線の一種である</p> <p>54 原子力の利用 A 原子力エネルギー 【図 11】²³⁵Uの核分裂と連鎖反応 【図 12】水素の核融合</p> <p>p. 163 B 原子力発電 原子炉では中性子を吸収する制御棒を操作し、ウランなどの核分裂を制御している。そのため、原子炉内では、図 11 のような連鎖反応による核分裂の拡大は起こらず、一定の割合で核分裂が起こっている。核分裂による連鎖反応が継続している状態を臨界という。核分裂の際に発生する熱によって高温・高圧の水蒸気をつくり、火力発電と同じように蒸気タービンを回し、それに接続された発電機を回転させて発電するのが原子力発電である。 【図 13】原子力発電のしくみ 原子力発電の安全性 原子力発電には、二酸化炭素などの排出ガスが生じない、少量の核燃料から大量の電気エネルギーが得られる、という利点がある。 一方、炉心の制御不能による暴走や、冷却機能喪失による炉心溶融(メルトダウン)などの事故が起こると、放射性物質が外部に放出され、広範囲かつ長期間にわたる大きな被害が生じる可能性がある。2011 年の東北地方太平洋沖地震では、福島第一原子力発電所で炉心溶融が発生し、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された。</p>	<p>CTやPETなど医療で受ける放射線量についても記載すると、放射線の人体への影響がより理解しやすいと思います。 【図 9】外部被曝の低減三原則 タイトル中の「爆」を「曝」に訂正する必要があります。</p> <p>p. 163 B 原子力発電 「核分裂による連鎖反応が継続している状態を臨界という」について、未臨界や超臨界でも「連鎖反応が継続」している状態です。連鎖反応が一定量で継続している状態が臨界なので、「核分裂による連鎖反応が一定量で継続している状態を臨界という」がより正確です。 【図 13】原子力発電のしくみ 図に海水を取り入れる循環水ポンプを加筆するほうがより適切です。 原子力発電の安全性 「2011 年の東北地方太平洋沖地震では、福島第一原子力発電所で炉心溶融が発生し、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された」とあります。</p>
----------------------------------	---	--

<p>啓林館 考える 物理 基礎</p>	<p>使用済み核燃料内には核分裂によって生じたさまざまな種類の放射性物質が蓄積され、なかには放射能が非常に強い物質もある。使用済み核燃料は数万年を超えるような年月にわたって、厳重かつ安全に管理する必要がある。 【図 14】 爆発した福島第一原子力発電所 【資料学習①】 エネルギーに関する調査</p> <p>p. 164, 165 第 2 章 物理学が拓く世界 医療 見えないものを見る A 超音波検査 【図 1】 超音波検査 B X線撮影 【写真】 ヴィルヘルム・レントゲン 【図 2】 X線撮影のしくみ 【図 3】 CT スキャン装置とその画像</p> <p>p172 探究活動 【探究活動 7】 放射線の性質 【探究活動 8】 科学技術と私たちの生活</p>	<p>事故の要因となったのは地震そのものではなく、地震によって生じた津波が主な原因です。そこで、例えば、「…2011年の東日本大震災では、福島第一原子力発電所で地震の後に発生した大津波により予備電源施設が水没して電源を失った。このため原子炉の冷却機能が失われ、炉心溶融に至り、原子炉建屋が崩壊して原子炉内の放射性物質が大量に外部に放出された。…」とするほうが誤解を生じないと思います。</p>
<p>啓林館 考える 物理 基礎 マイノ ート</p>	<p>第 5 部 物理と私たちの生活 p. 048 51 エネルギーの変換と保存 (本冊 p. 156) 【図 1】 へのアプローチ エネルギーの変換 (空欄を適当な用語で埋める演習) 【図 1】 エネルギーの変換 52 エネルギーの利用 (本冊 P. 157) (表を完成させる演習) 53 放射線の性質 (本冊 P. 159~163) 原子力へのアプローチ 放射線と原子力エネルギー (空欄を適当な用語で埋める演習)</p> <p>p. 050</p>	<p>なし</p>

<p>啓林館 考える 物理 基礎 マイノ ート</p>	<p>第1章 第5部第1章のチェック 51 エネルギーの変換と保存 (本冊 P. 156) 52 エネルギーの利用 (本冊 P. 157~158) 53 放射線の性質 (本冊 P. 159~161) 54 原子力の利用 (本冊 P. 162~163) p. 051 力だめし ①太陽エネルギー ②水力発電 ③放射線 ④原子力エネルギー</p>	<p>なし</p>
<p>数研 出版 改訂版 物理 基礎</p>	<p>第5編 物理学と社会 p. 218 第1章 エネルギーの利用 1 エネルギーの移り変わり A いろいろなエネルギー 光エネルギー 化学エネルギー 核エネルギー 【写真】吉の浦火力発電所(沖縄県中頭郡中城村) B エネルギーの変換と保存 【図1】エネルギー変換の例 2 エネルギー資源と発電 A エネルギー資源 p. 220 B 化石燃料 ① 化石燃料の種類 ② 火力発電 【図2】火力発電のしくみ p. 221 C 原子力 ① 原子核の構成 【図3】原子番号と質量数の例 【脚注1】原子番号と電子の数 ② 同位体</p>	<p>p. 220 【図2】火力発電のしくみ 蒸気にする水を循環させる給水ポンプおよび海水を復水器に取り入れる循環水ポンプを記入するほうがより適切です。</p>

<p>数研 出版 改訂版 物理 基礎</p>	<p>【表 1】自然界に存在する同位体の例</p> <p>③ 核反応 【図 4】核反応(ウランの核分裂の一例) 【脚注 1】中性子によるウランの核分裂 【脚注 2】核融合 【脚注 3】核反応により放出されるエネルギー</p> <p>p. 222</p> <p>④ 原子力発電 【実習 17】日本や世界の原子炉を調べる</p> <p>p. 223</p> <p>【参考】原子炉 軽水炉・重水炉・黒鉛炉 原子炉は、用いる減速材の種類によっていくつかに分類される。減速材に軽水を用いる軽水炉、重水を用いる重水炉、黒鉛を用いる黒鉛炉などがあるが、現在、世界で稼働している原子炉の多くは軽水炉である。</p> <p>軽水炉の種類 軽水炉は、タービンを回す水蒸気の発生の仕方によって、次の2つに分類される。</p> <p>沸騰水型 減速材の軽水から発生する水蒸気で、直接タービンを回している。原子炉としては構造が単純である反面、放射性物質(→p. 224)を含む水蒸気がタービンに送られるため、その漏洩防止が重要となる。</p> <p>加圧水型 減速材(一次冷却水)から別系統の水(二次冷却水)に熱を伝え、その水蒸気でタービンを回している。減速材を300℃でも沸騰しないように圧力を加えたり、熱交換をするため、構造が複雑ではあるが、タービンに放射性物質が入らない利点がある。</p> <p>【図 A】軽水炉のしくみ ㉑ 沸騰水型 ㉒ 加圧水型 【脚注 4】重水と軽水</p> <p>p. 224</p>	<p>p. 223</p> <p>【参考】原子炉 ㉑ 沸騰水型 図に再循環ポンプと給水ポンプがないので、厳密に言うと冷却水が炉心内を循環しません。再循環ループと再循環ポンプおよび海水を取り入れる循環水ポンプを加筆するほうがより適切です。</p> <p>㉒ 加圧水型 図に一次、二次冷却材ポンプおよび海水を取り入れる循環水ポンプを加筆するほうがより適切です。</p> <p>沸騰水型のみ「水(減速材)」と括弧書きで機能が記載されておりますが、加圧水型にも、「水(減速材、冷却材)」と記載を統一した方が良いと思います。</p> <p>p. 224</p>
---	---	---

<p>数研出版</p> <p>改訂版 物理基礎</p>	<p>⑤ 放射線</p> <p>天然に存在する原子核の中には、ウランUやラジウムRa、炭素¹⁴Cなど、不安定なものがあり、放射線とよばれる高エネルギーの粒子や電磁波を出しながら、自然に別の原子核に変わっていく。この現象を放射性崩壊といい、自然に放射線を出す性質を放射能という。</p> <p>放射能をもつ同位体を放射性同位体(ラジオアイソトープ)、放射能をもつ物質を、放射性物質という。放射性物質から出るおもな放射線には、α線、β線、γ線の3種類がある。高速の中性子である中性子線も放射線の一種である(表2)。</p> <p>放射線の測定単位には、ベクレル(記号Bq)、グレイ(記号Gy)、シーベルト(記号Sv)が用いられる(表3)。</p> <p>【表2】放射線の性質</p> <p>【表3】放射線の測定単位</p> <p>⑥ 放射線の影響と利用</p> <p>【脚注1】線量率 シーベルト毎時(記号Sv/h)</p> <p>【図5】 暮らしの中で浴びる放射線の量(実効線量)の例</p> <p>【発展】 α崩壊とβ崩壊</p> <p>【図A】 α崩壊とβ崩壊</p> <p>D 太陽光</p> <p>【図6】 地球に入射する太陽光のエネルギー</p> <p>① 水力発電</p> <p>【図7】 水力発電のしくみ(貯水池式)</p> <p>② 風力発電</p> <p>【図8】 風力発電</p> <p>③ 太陽光の利用</p> <p>【図9】 太陽電池(ソーラーパネル)</p> <p>E その他のエネルギー資源の例</p> <p>① 地熱 ② 潮汐 ③ バイオマス</p> <p>【コラム】 再生可能エネルギー</p> <p>3 見えないものを見る</p> <p>A 超音波検査</p> <p>【図17】 超音波検査で得られた胎児の3次元画像</p> <p>B X線検査</p> <p>【脚注1】 医療用の超音波の振動数</p>	<p>⑤ 放射線</p> <p>「放射線の測定単位にはベクレル(記号Bq)、グレイ(記号Gy)、シーベルト(記号Sv)が用いられる(表3)」とあります。</p> <p>シーベルトは放射線の人体に対する影響の指標であり物理量ではないので(測定できる値ではないから)、本文の「測定」をとり、…「放射線の単位にはベクレル(記号Bq)、グレイ(記号Gy)、シーベルト(記号Sv)が用いられる(表3)」とするのが適切です。</p> <p>【表3】放射線の測定単位</p> <p>上と同様の理由で「【表3】放射線の単位」とするのが適切です</p>
---------------------------------	---	---

<p>数研 出版 改訂版 新編 物理 基礎</p>	<p>第5編 物理学と社会 p. 160～169 p. 160 第1章 エネルギーの利用 1 エネルギーの移り変わり A いろいろなエネルギー ① エネルギー ②化学エネルギー ③核エネルギー 【図1】 エネルギー変換の例 B エネルギーの変換と保存 【側注1】 力学的エネルギー保存則 【コラム】 エネルギー保存則と「省エネルギー」 【実験18】 手回し発電機 【側注2】 発光素子 LED</p> <p>p. 162 2 エネルギー資源と発電 A エネルギー資源 B 化石燃料 ①化石燃料の種類 【側注1】 火力発電の熱効率 ②火力発電 【図2】 火力発電のしくみ 火力発電だけでなく、原子力発電や水力発電、風力発電など多くの発電は、何らかの方法によってタービン(羽根車)を回転させ、タービンに連結した発電機で電気を起こす、という仕組みになっている。 【側注1】 火力発電の熱効率 C 原子力 ① 原子核の構成 【図3】 原子番号と質量数の例 【側注2】 原子番号と電子の数 ② 同位体 【表1】 自然界に存在する同位体の例 ③ 核反応 【図4】 核反応(ウランの核分裂の一例) 【側注3】 核融合</p> <p>p. 163</p>	<p>p. 162 【図2】 火力発電のしくみ 蒸気にする水を循環させる給水ポンプおよび海水を復水器に取り入れる循環水ポンプを記入するほうがより適切です。</p>
---	---	---

<p>数研出版 改訂版 新編 物理 基礎</p>	<p>④原子力発電 【図 5】 原子炉(沸騰水型)のしくみ 【側注 4】 2011 年の東日本大震災では、福島第一原子力発電所で炉心(原子炉の中心部分)の冷却機能が失われ、炉心溶融(メルトダウン)が起こり、さらに、莫大な量の放射性物質(→ p. 164)が外部に放出される、という事故が起きた。原子力発電の稼働にあたっては、このような重大事故に対する厳重かつ多重の安全対策が不可欠である。</p> <p>p. 164 【参考】 放射線 天然に存在する原子核の中には、ウラン U やラジウム Ra, 炭素 ^{14}C など、不安定なものがある。これらは、放射線とよばれる高エネルギーの粒子や電磁波を出しながら、自然に別の原子核に変わっていく。この現象を放射性崩壊といい、自然に放射線を出す性質を放射能という。</p> <p>放射能をもつ同位体を放射性同位体(ラジオアイソトープ)、放射能をもつ物質を放射性物質という。放射性物質から出るおもな放射線には、α 線, β 線, γ 線の 3 種類がある。高速の中性子である中性子線も放射線の一種である(表 A)。</p> <p>【表 A】 放射線の性質 ●放射線の測定単位 放射線の測定単位には、次のようなものがある。 (1) 原子核が毎秒 1 個の割合で崩壊するときの放射能の強さを 1 ベクレル(記号 Bq)という。 (2) 放射線が物質に吸収されるとき、放射線が物質に与えるエネルギーを吸収線量といい、単位はグレイ(記号 Gy)を用いる。1Gy は、物質 1kg 当たりに吸収されるエネルギーが 1J であることを表す。 (3) 人体が放射線を受けることを被曝という。被曝による放射線の吸収線量が同じでも、人体への影響は放射線の種類やエネルギーなどによって異なる。それらの違いを考慮した係数を吸収線量にかけた量を等価線量といい、単位にはシーベルト(記号 Sv)を用いる。 (4) 放射線の人体への影響は、被曝する組織・器官によっても異なる。それらの違いを考慮した係数を等価線量にかけ、すべての組織・器官で足しあわせたものを実効線量という。実効線量の単位にも Sv が用いられる。</p> <p>放射線管理では、単位時間あたりに受ける放射線の量(線量率)を知る必要があり、シーベルト毎時(記号 Sv/h)などの単位で表す。</p> <p>●放射線の影響と利用</p>	<p>p. 163 【図 5】 原子炉(沸騰水型)のしくみ 原子炉の中を冷却水が循環していることを示すために、原子炉の両側に書かれている再循環ループに再循環ポンプを記入しておくことが望ましい。蒸気タービンおよび発電機も記載しておくことと原子力発電の仕組みがより理解しやすいと思います。</p> <p>p. 164 【参考】 放射線 放射線の測定単位 被ばく線量にも等価線量と実効線量があることを区別しているのは、望ましい記述です。 ●放射線の測定単位として(3)シーベルト(記号 Sv)を紹介しています。シーベルトは放射線の人体に対する影響の指標であり、物理量ではないので(測定できる値ではないから)、表題は●放射線の単位とするほうがより適切です。</p>
--	---	--

<p>数研 出版</p> <p>改訂版 新編 物理 基礎</p>	<p>放射線はその電離作用(物質を透過するときに原子中の電子をはじき飛ばし、イオンにするはたらき)によって生物の細胞に影響を及ぼし、将来のがんの発症の原因となったり、被曝量が大きい場合には急性の障害を引き起こすこともある。この影響を最小限にするには、放射線源から離れる、浴びる時間を短くする、鉛でさえぎるなどの対策をとる必要がある。一方、放射線は、非破壊検査、がんの治療・診断、農作物の品種改良など、産業・医学などの分野で幅広く活用されている。</p> <p>【図 A】 暮らしの中で浴びる放射線の量 (実効線量)の例</p> <p>p. 165</p> <p>D 太陽光</p> <p>【図 6】 地球に入射する太陽光のエネルギー</p> <p>1 水力発電</p> <p>【図 7】 水力発電のしくみ(貯水池式)</p> <p>2 風力発電</p> <p>【図 8】 風力発電</p> <p>3 太陽光の利用</p> <p>【図 9】 太陽電池(ソーラーパネル)</p> <p>E その他のエネルギー資源</p> <p>1 地熱 2 潮汐 3 バイオマス</p> <p>【側注 1】 再生可能エネルギー</p> <p>p. 169</p> <p>第 2 章 物理学が拓く世界</p> <p>3 見えないものを見る</p> <p>A 超音波検査</p> <p>【図 16】 超音波検査で得られた胎児の 3 次元画像</p> <p>【側注 3】 医療用の超音波の振動数</p> <p>B X線撮影</p> <p>【側注 4】 非破壊検査</p>	<p>なし</p>
--	--	-----------

<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 物理 基礎</p>	<p>第IV章 電気 p. 228 第3節 エネルギーとその利用 1 太陽エネルギーと化石燃料 1 太陽エネルギーの移り変わり 【図 44】 太陽エネルギーの移り変わり 2 太陽エネルギーの利用 直接の利用 【図 45】 太陽熱温水器 【図 46】 太陽電池 【Plus】 太陽定数 間接の利用 【図 47】 風力発電 3 化石燃料の利用と環境保全 【図 48】 温室効果 【図 49】 大気中の二酸化炭素濃度と気温の変化 【TOPIC】 バイオマスエネルギー p. 231 2 原子力エネルギー 1 原子と原子核 【図 50】 原子・原子核の表し方 同位体 【表 3】 同位体の例 【脚注 1】 同位体の説明 2 原子核の崩壊と放射線 【脚注 2】 放射能と放射性物質 p. 232 放射線の種類 【表 4】 放射線の実体と性質 【図 51】 放射線の透過力 【表 5】 放射能・放射線の単位</p>	<p>p. 232 【図 51】 放射線の透過力 放射線の透過力図を示す図として間違いではありませんが、中性子線を遮へいできる水などの物質が存在します。例えば、図の鉛の後方に数 m の水の層を追記するのがより適切です。</p>
--	---	---

<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 物理 基礎</p>	<p>【脚注】 科学者 ベクレル, グレイ, シーベルト 放射線の利用 【図 52】 日常生活と放射線</p> <p>p. 233 【実験 3】 放射線の測定 【発展】 半減期 【図 a】 半減期 放射性同位体と半減期</p> <p>p. 234 3 原子力とその利用 核分裂 【図 53】 核分裂 【図 54】 連鎖反応 【Plus】 質量とエネルギー 【脚注】 核反応の式表現 【脚注】 科学者 アインシュタイン</p> <p>p. 235 原子力発電 【図 55】 原子力発電 原子力発電は、火力発電におけるボイラーの代わりに原子炉、化石燃料の代わりに核燃料を用いた発電である。 核融合</p>	<p>p. 233 【図 52】 日常生活と放射線 図の自然放射線の宇宙から、食 大地から、食物からの合計で 2.1 ミリシーベルトとあるのは「年 間」で、航空機による往復は「1 往復」、また人工放射線の断層撮 影検査および胸の X 線撮影は 1 回 あたりと単位を示すほうが適切で す。</p> <p>p. 235 【図 55】 原子力発電 図に再循環ポンプと給水ポンプ がないので、厳密に言うと冷却水 が炉心内を循環しません。再循環 ポンプと給水ポンプおよび海水を 復水器に取り入れる循環水ポンプ を記入するほうがより適切です。 火力発電の図についても蒸気に する水を循環させる給水ポンプを 記入するほうがより適切です。</p>
<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 新物理 基礎</p>	<p>第IV章 電気 p. 150 第 3 節 エネルギーとその利用 1 太陽エネルギーの利用 1 太陽エネルギーとその移り変わり 【側注 1】 地上に入射する太陽エネルギーの割合 【図 35】 太陽エネルギーの移り変わり 2 太陽エネルギーの利用</p>	<p>p. 151 【図 38】 火力発電 図は火力発電の説明ですが、蒸 気にする水を循環させるためのポ ンプおよび海水を復水器に取り入 れる循環水ポンプを記入しておく ほうがより適切です。</p>

<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 新物理 基礎</p>	<p>直接的利用 【図 36】 太陽電池を設置した住宅 間接的利用 【図 37】 風力発電</p> <p>p. 151 3 化石燃料 【Plus】 バイオマスエネルギー 【図 38】 火力発電 【図 39】 温室効果 【側注 2】 二酸化炭素以外にも、メタンやフロンなども温室効果をもたらす。</p> <p>p. 152 2 原子力エネルギー 1 原子と原子核 【図 40】 原子・原子核を示す記号 同位体 2 放射線 ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ やラジウム $^{226}_{86}\text{Ra}$ などの不安定な状態の原子核は、放射線とよばれるエネルギーの高い粒子や電磁波を放射し、安定な状態の原子核へと変化する。このような変化を放射性崩壊、または壊変といい、放射性崩壊をおこす同位体を放射性同位体という。放射線にはα線、β線、γ線、X線、中性子線などがあり、一般に物質を透過する性質がある。 【側注 1】 放射能・放射性物質と放射線 【図 41】 放射線とその透過力 放射線の利用 【図 42】 日常生活と放射線</p> <p>p. 153 3 原子力発電 核分裂 【図 43】 核分裂 発電のしくみ 【図 44】 原子力発電</p>	<p>p. 152 2 放射線 「ウラン $^{238}_{92}\text{U}$ やラジウム $^{226}_{86}\text{Ra}$ などの不安定な状態の原子核は、放射線とよばれるエネルギーの高い粒子や電磁波を放射し、安定な状態の原子核へと変化する。このような変化を放射性崩壊、または壊変といい、放射性崩壊をおこす同位体を放射性同位体という。 【側注 1】 物質が自然に放射線を放出する性質を放射能といい、放射能をもつ物質を放射性物質という」とあります。 放射性物質には、崩壊によって放射能が減っていく「半減期」があることも説明することが望まれます</p> <p>【図 42】 日常生活と放射線 図の自然放射線の宇宙から、食大地から、食物からの合計で 2.1 ミリシーベルトとあるのは「年間」で、航空機による往復は「1 往復」、また人工放射線の断層撮影検査および胸の X 線撮影は 1 回あたりと単位を示すほうが適切です。</p> <p>p. 153 【図 44】 原子力発電 図に再循環ポンプと給水ポンプがないので、厳密に言うと冷却水</p>
---	---	---

<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 新物理 基礎</p>	<p>水蒸気を発生させ、タービンをまわして発電する点は、火力発電と共通している。 【側注 2】 ^{235}Uと^{238}Uの割合 0.7% : 99.3% 放射線廃棄物と安全管理 【側注 3】 福島第一原子力発電所の重大事故 【実験 3】 放射線を測定しよう</p> <p>p. 160 終章 物理学が拓く世界 コージェネレーションシステム 形態を変えるエネルギー 【図 1】 エネルギーの変換 【表】 表は、エネルギーの変換効率を示したものである。さまざまなエネルギーの変換において、その効率は幅広い値を示している。変換前のエネルギーを、すべて利用することはできない。</p> <table border="1" data-bbox="336 667 963 869"> <thead> <tr> <th>種類</th> <th>エネルギーの変換</th> <th>効率[%]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>火力発電</td> <td>熱→電気</td> <td>30～40</td> </tr> <tr> <td>太陽電池</td> <td>光→電気</td> <td>10～20</td> </tr> <tr> <td>白熱電球</td> <td>電気→光</td> <td>3～5</td> </tr> <tr> <td>LED照明</td> <td>電気→光</td> <td>5～25</td> </tr> </tbody> </table> <p>廃棄されるエネルギー 【図 2】 火力発電 エネルギーを有効に利用する 【図 3】 コージェネレーション 【図 4】 コージェネレーションシステム コージェネレーションの現在 【図 5】 コージェネレーションの導入推移現在</p>	種類	エネルギーの変換	効率[%]	火力発電	熱→電気	30～40	太陽電池	光→電気	10～20	白熱電球	電気→光	3～5	LED照明	電気→光	5～25	<p>が炉心内を循環しません。再循環 ループと再循環ポンプおよび海水 を復水器に取り込む循環水ポンプ を記入するほうがより適切です。 原子炉格納容器の底にある「水」 の説明がなく、意味が不明になっ ています。格納容器内の配管破断 など事故時の圧力抑制のための水 であることがわかるような説明が 望まれます。</p> <p>p. 160 終章 物理学が拓く世界 コージェネレーションシステム 【図 1】 エネルギーの変換 にある表の、火力発電について。 火力発電の効率を 30～40%と していますが、最新鋭の LNG コン バインドサイクル火力発電の効率は 60%（以上）に達していま す。40～60%とするほうが実状に 合っています。</p>
種類	エネルギーの変換	効率[%]															
火力発電	熱→電気	30～40															
太陽電池	光→電気	10～20															
白熱電球	電気→光	3～5															
LED照明	電気→光	5～25															
<p>東京 書籍 改訂 物理</p>	<p>4 編 原子 p. 381～445 p. 381 1 章 電子と光 1 節 電子 A 陰極線 B 電子の比電荷</p>	<p>なし</p>															

<p>東京書籍 改訂物理</p>	<p>C 電気素量 2節 光の粒子性 A 光電効果 B 光子（光量子）と光電効果 C 電子ボルト 3節 X線 A X線の発生 B X線の波動性 C X線の粒子性 4節 波動性と粒子性 A 物質波と電子線の回折・干渉 B 量子力学とハイゼンベルグの不確定性原理</p> <p>P. 404 2章 原子と原子核 1節 原子の構造 A 原子核の発見 B 水素原子のスペクトル C 水素原子のボーア模型 2節 原子核 A 原子核の構成 B 同位体 C 統一原子質量単位</p> <p>p. 420 3節 原子核の崩壊 A 原子核の崩壊と放射線 1896年から1898年に渡り、ラザフォードは放射能に関する実験を通して、放射線には少なくとも2種類あることを示し、それらをα線、β線と呼んだ。そして3番目の放射線は1900年に発見され、1903年にγ線と名付けられた。 放射線 ウランやラジウムのような原子核は不安定であり、放射線を出してほかの原子核に変わる。これを原子核の放射性崩壊という。このように、自然に放射線を出す性質を放射能</p>	<p>p. 420 A 原子核の崩壊と放射線 「1895年から1898年に渡り、ラザフォードは放射能に関する実験を通して、放射線には少なくとも2種類あることを示し、それらをα線、β線と呼んだ。そして3番目の放射線は1900年に発見され、1903年にγ線と名付けられた」とあります。 本文のままだとγ線もラザフォードが発見し名付けたように誤解される可能性があります。ここは、「3番目の放射線は、1900年</p>
----------------------	---	---

<p>東京書籍</p> <p>改訂物理</p>	<p>といい、放射能をもつ原子核を放射性原子核という。天然の放射性原子核から放出される放射線には、3つの種類がある。</p> <p>1895年から1898年に渡り、ラザフォードは放射能に関する実験を通して放射線には少なくとも2種類あることを示し、それらをα線、β線と呼んだ。そして3番目の放射線は1900年に発見され、1903年にγ線と名付けられた。</p> <p>【図15】 3種類の放射線</p> <p>【脚注①】 核反応式の説明</p> <p>【脚注②】 反電子ニュートリノ</p> <p>【表3】 3種類の放射線の特徴</p> <p>【コラム】 ニュートリノの発見</p> <p>p. 422</p> <p>B 半減期</p> <p>【図16】 半減期</p> <p>【表4】 放射性原子核の半減期</p> <p>【観察実験34】 半減期</p> <p>p. 423</p> <p>C 放射線の検出と放射能の測定</p> <p>放射線の検出</p> <p>① ガイガーミュラー計数管(GM管)</p> <p>希ガスなどの気体を入れた中空の円筒とその芯に取り付けられた電極線から構成される。円筒の壁と芯の間には高い電圧がかけられており、放射線が通過すると気体分子がイオン化され、図17のように電流が流れる。手軽に放射線の測定に使用されるが、放射線のエネルギーを測定することはできない。</p> <p>【図17】 ガイガーミュラー計数管</p> <p>放射線が中に入ると、管内の気体が電離して電流が流れる。放射線の入社ごとに電流が流れるので、その回数をメーターが数える。</p> <p>p. 424</p> <p>② シンチレーション検出器</p> <p>【図18】 シンチレーション検出器</p> <p>③ 霧箱</p>	<p>にフランスのP.U. ヴィラールにより発見され、1903年にγ線と名付けられた。」とすることを提案します。</p> <p>p. 422</p> <p>【表4】 放射性原子核の半減期</p> <p>放射性原子核が天然に存在する核種と人工的に生成された核種が区別して示されているのは好ましいと思います。</p> <p>p. 423</p> <p>C 放射線の検出と放射能の測定</p> <p>① ガイガーミュラー計数管(GM管)</p> <p>「放射線が通過すると気体原子がイオン化され、図17のように電流が流れる」とありますが、これは電離箱の原理です。</p> <p>GM管では、電流を測定するのではなく電圧パルスを測定します。電流を測定するというのは誤りです。そこで、「放射線がもたらす電子が検出器内の電界で加速され電子なだれを起し、これによって生じる電圧パルスの数を計数する」とすることを提案します。また、手軽に放射線の量の測定に使用されるが、放射線の種類の区別やエネルギーを測定することはできない。と修正することも提案します。</p>
-------------------------	--	---

<p>東京書籍 改訂物理</p>	<p>電荷をもつ放射線の軌跡を見るために用いられる。霧を発生させた箱の中を放射線が通過したときに、その軌跡にそって気体が凝結し、液体の粒になることを利用している(図19)。</p> <p>【図19】 霧箱 放射能と放射線の単位</p> <p>① ベクレル ② グレイ ③ シーベルト</p> <p>【脚注①】 放射線の種類による係数</p> <p>p. 425</p> <p>D 放射線の利用 微小な光源としての利用</p> <p>【図20】 ガンマカメラ レントゲン検査</p> <p>【図21】 レントゲン写真 製品検査</p> <p>【図22】 手荷物検査</p> <p>p. 426</p> <p>4節 核反応と核エネルギー</p> <p>A 核反応</p> <p>【脚注①】 質量欠損 【例題3】 原子核反応</p> <p>B 原子核の結合エネルギー</p> <p>【脚注①】 静止エネルギー エネルギーと質量の等価性 結合エネルギーと質量欠損</p> <p>【図23】 結合エネルギー 【図24】 質量欠損 【表5】 質量欠損 【図25】 核子1個あたりの結合エネルギーと質量数の関係 【図26】 原子核反応における結合エネルギー</p>	<p>【図17】は専門書「放射線概論」などを参考にして修正されることを提案します。</p> <p>p. 424</p> <p>③ 霧箱</p> <p>「霧を発生させた箱の中を放射線が通過したときに、その軌跡にそって気体が凝結し、液体の粒になることを利用している」とありますが、放射線が通過しない状態の箱の中には霧はありません。放射線が通過することがきっかけとなり霧が発生します。</p> <p>そこで「霧が発生しやすくなった箱の中を放射線が通過したときに、その軌跡にそって気体が凝結し、霧が発生することを利用している(図19)」とすることを提案します。</p>
----------------------	--	--

<p>東京書籍 改訂物理</p>	<p>核エネルギー</p> <p>P. 430 C 核分裂 【図 27】 核分裂 【例題 4】 核分裂</p> <p>p. 431 連鎖反応 図 28 に示すように、1 個の $^{235}_{92}\text{U}$ の原子核が核分裂すると、中性子が発生する。この発生した中性子が別の $^{235}_{92}\text{U}$ 原子核に当たると、新たな原子核反応が起き、核分裂反応とともに再び中性子が発生する。このように、次々に核分裂反応が起こる現象を連鎖反応という。この連鎖反応が起こると、核分裂の回数は急激に増加する。連鎖反応を自然に発生させるために必要な物質の量を臨界量という。 連鎖反応によって多くの原子核を瞬間的に核分裂させて膨大な核エネルギーを得るのが原子爆弾の原理である。一方、発生した中性子を吸収させて、核分裂の起こる頻度を制御しながら核エネルギーを得るのが原子力発電のしくみである。 【図 28】 連鎖反応 【図 29】 ウラン燃料ペレット 原子力発電 中性子の数を加減して、連鎖反応を制御しながら核分裂によって得られる核エネルギーを取り出す装置を原子炉という。 核分裂の連鎖反応は、原子炉の圧力容器内に置かれた制御棒で制御されている。制御棒は中性子を吸収する物質でつくられており、制御棒を差し込むと核分裂が抑えられる。また、核分裂で発生する中性子は高速であるため次の核分裂が起こりにくい。このため、減速材と呼ばれるものを用いて中性子の速度を小さくして核分裂の起きる頻度を調整している。原子炉から取り出した核エネルギーを使って発電することを原子力発電という。 【脚注 1】 減速材料 【図 30】 原子力発電(加圧水型)のしくみ 原子力発電は、二酸化炭素や硫酸化物などを排出しないという利点がある一方で、使用済み核燃料の処理や管理、原子炉の事故の対応などに十分に注意する必要がある。 原子力発電の安全性に対するさまざまな議論は現在も行われており、これに代わる新しいエネルギー(再生可能エネルギー)の実用化に向けた研究開発が進められている。</p>	<p>p. 431 連鎖反応 「この連鎖反応が起こると、核分裂の回数は急激に増加する。連鎖反応を自然に発生させるために必要な物質の量を臨界量という」という表現がありますが誤解を生じます。また、臨界量であっても、初期の反応を起こさせる中性子(源)がなければ、連鎖反応は自然に起きることはありません。「自然に発生する」という表現は、不適切です。 「この連鎖反応が起こると、核分裂の回数は急激に増加する」と「自然に発生する」を省いて、「連鎖反応を連続的に継続させるために必要な最小限の物質の量を臨界量という」とすることを提案します。 原子力発電 「…このため、減速材と呼ばれるものを用いて中性子の速度を小さくして核分裂の起きる頻度を調整している。…」について減速の原理を説明しないと、何か非常に特殊な物質でも使用しているのではないかという印象を受けます。 「このため、水素や炭素などの軽い原子核を含む物質(水や黒鉛など)と中性子との衝突を利用し</p>
----------------------	--	---

<p>東京書籍 改訂物理</p>	<p>【脚注1】 再生可能エネルギー</p> <p>p. 432 崩壊系列 【図 31】 崩壊系列</p> <p>p. 433 D 核融合 【図 32】 核融合</p> <p>p. 444 章末問題 記述問題</p> <p>【章末問題】 原子 放射性元素 核反応 【記述問題】 光電効果 粒子の質量 発光 核融合反応 放射線照射</p>	<p>て、中性子の速度を小さくする。 このような作用をする物質を減速材と呼び、速度の落ちた中性子で核分裂の起きる頻度を調整している」と修正することを提案します。</p>
<p>実教出版 物理新訂版</p>	<p>4章 原子 p. 306～346 p. 306 1節 電子と光 1 電子 A 電子 B ミリカンの実験 2 光の粒子性 A 光電効果 B 光の粒子性</p> <p>p. 318 C X線 X線の発見 【脚注①】 写真乾板X線のスペクトル X線のスペクトル</p>	<p>p. 318 X線のスペクトル</p>

<p>実教 出版 物理 新訂版</p>	<p>X線を発生させるには、図 12(a)のようなX線管を用いる。放出されるX線の強さと波長の関係を調べると、図 12(b) のスペクトルが得られる。スペクトルは、鋭いピークの特徴(固有)X線 と、なだらかな曲線部分の連続X線からなる。</p> <p>【図 12】 X線スペクトル (a) X線発生装置 (b) X線スペクトル (陽極は Mo) 連続X線</p> <p>【脚注①】 熱電子 X線の波動性</p> <p>【図 13】 X線回折の実験</p> <p>p. 326 2節 原子と 原子核 1 原子の構造</p> <p>p. 334 2 原子核 A 原子核の構成 【図 10】 原子番号と質量数の表し方 【図 11】 原子核の構成 B 同位体 同位体の特徴 【表 1】 自然界に存在する同位体と存在比 放射性同位体 原子量 C 原子核の崩壊と放射線 【図 12】 不安定な同位体 崩壊系列 【図 13】 ウラン系列 崩壊の種類と放射線 α崩壊 【図 14】 α崩壊 β崩壊 γ崩壊</p> <p>p. 337</p>	<p>「特性(固有)X線」について、 「電子が衝突する陽極の原子核によって決まる固有のエネルギーを持つX線が発生する」といった何らかの補足説明があったほうが良いと考えます。</p> <p>p. 337</p>
---------------------------------	--	--

実教 出版 物理 新訂版	<p>【実験 44】 霧箱による放射線の観察 放射線に関する単位 Bq (ベクレル) Gy (グレイ) Sv (シーベルト)</p> <p>D 半減期 【図 15】 放射性同位体の半減期 【表 2】 放射性同位体の半減期の例</p> <p>p. 339</p> <p>3 原子核反応</p> <p>A 質量とエネルギーの等価性 【図 16】 原子核の質量欠損 【表 3】 電子, 陽子, 中性子の質量 【表 4】 ${}^2_1\text{H}$ と ${}^4_2\text{He}$ の質量欠損</p> <table border="1" data-bbox="336 630 996 790"> <thead> <tr> <th></th> <th>${}^2_1\text{H}$</th> <th>${}^4_2\text{He}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>核子の質量の和 (u)</td> <td>2.0160</td> <td>4.0320</td> </tr> <tr> <td>原子核の質量 (u)</td> <td>2.0136</td> <td>4.0015</td> </tr> <tr> <td>質量欠損 (u)</td> <td>0.0024</td> <td>0.0305</td> </tr> </tbody> </table> <p>B 原子核の結合エネルギー 【図 17】 結合エネルギー 【参考】 化学結合と質量欠損 核子 1 個あたりの結合エネルギー 【図 18】 核子 1 個あたりの結合エネルギー 【例題 2】 核融合によって放出されるエネルギー</p> <p>C 原子核反応 【図 19】 原子核反応 【例題 3】 核反応式</p> <p>D 核分裂 【図 20】 核分裂</p> <p>p. 344 核分裂と連鎖反応 【図 21】 連鎖反応</p>		${}^2_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	核子の質量の和 (u)	2.0160	4.0320	原子核の質量 (u)	2.0136	4.0015	質量欠損 (u)	0.0024	0.0305	<p>【実験 44】 霧箱による放射線の観察 放射線の飛跡を手軽に見られるよい手段ですが, 放射線源として, マントルピース (ガスランタンなどのフィラメントに相当する消耗品, キャンプグッズ) などが使えることを, 脚注にでも記述しておけばより適切と考えます。</p> <p>p. 339 【表 4】 ${}^2_1\text{H}$ と ${}^4_2\text{He}$ の質量欠損 表中の ${}^4_2\text{He}$ の Z と A は誤植です。 A=2→4 Z=4→2 で ${}^4_2\text{He}$ が正しいです。</p>
		${}^2_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$											
核子の質量の和 (u)	2.0160	4.0320												
原子核の質量 (u)	2.0136	4.0015												
質量欠損 (u)	0.0024	0.0305												

<p>実教出版 物理新訂版</p>	<p>【例題 4】 核分裂 E 原子力発電 【図 22】 原子力発電(沸騰水型原子炉)</p> <p>p. 345 原子力発電の利点と問題点 原子力発電は、ウラン 1g の核分裂で石油 2000L 分に相当する膨大なエネルギーを得ることができる。また発電時に、地球温暖化の原因といわれる 2 酸化炭素をほとんど発生させない。しかし、福島第一原子力発電所の事故のように、ひとたび事故を起こすと、甚大な放射能汚染の被害をもたらす。また、使用済み核燃料や、廃炉後の原子炉の材料は、強い放射能を持っている。このような放射性廃棄物を、長期間にわたって安全に管理することはむずかしい。これらの課題もあるため、原子力発電を続けるか、なくしていくかについて、議論が続いている。</p> <p>F 核融合 【図 23】 核融合 【脚注①】 陽電子</p>	<p>p. 345 原子力発電の利点と問題点 「ひとたび事故を起こすと、甚大な放射能汚染の被害をもたらす」とあります。「ひとたび事故を起こすと、放射性物質の拡散による汚染が甚大な被害をもたらす」とするほうがより適切と考えます。</p>
<p>啓林館 物理改訂版</p>	<p>第 5 部 原子・分子の世界 p. 343～414 p. 343 第 1 章 電子と光 1 電子の電荷と質量 A 陰極線の性質 B 電子の比電荷の測定 C ミリカンの実験 2 光の粒子性 A 光の粒子性 B 光量子仮説</p> <p>p. 356 3 X線 A X線の発見 X線の性質 【図 13】 初期の X線写真 【脚注①】 感光, 写真乾板</p>	<p>なし</p>

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>B X線スペクトル 【図 14】 X線管によるX線の発生 【図 15】 タングステン(W), モリブデン, (Mo), クロム(Cr)のX線スペクトル 【脚注①】 Cr, Wに固有X線がないことの説明 【図 16】 MoのX線スペクトル 連続X線の最短波長 C X線の波動性 X線回折の実験 【脚注①】 単結晶 【図 17】 ラウエの実験 (a)実験装置 (b)塩化ナトリウム(NaCl)の単結晶によるラウエ斑点 ブラッグの実験 【脚注②】 X線の散乱 【脚注③】 入射X線と格子面がなす角 θ 【図 18】 ブラッグの実験 【参考】 X線回折の生物学への応用 D X線の粒子性 4 粒子の波動性 A 物質波 B 波動と粒子の二重性 p. 366 第2章 原子・原子核・素粒子 1 原子モデル A 原子核の発見 B 原子のスペクトル C ボーアの水素原子モデル D 定常状態でのエネルギー準位 E 吸収スペクトル F 固有X線 p. 379 2 原子核と放射線</p>	<p>なし</p>
---------------------------	--	-----------

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>A 原子核の構成 原子と 原子核 【図 14】 原子と原子核の構成 【表 1】 原子を構成する基本粒子 【図 15】 原子や 原子核の表し方(ヘリウムの例) 【脚注①】 中性子の数, 原子番号 同位体 統一原子質量単位 【表 2】 同位体の質量と存在比 【参考】 陽子と中性子の発見 【図 A】 イレーヌ・キュリーとフレデリック・ジョリオ 【図 B】 チャドウィックとチャドウィックの中性子発見の実験</p> <p>p. 382</p> <p>B 放射線とその性質 【図 16】 磁界中での α 線, β 線, γ 線の進み方 【表 3】 α 線, β 線, γ 線の比較 【図 17】 放射線の透過力 【Check】 放射線の遮蔽 【脚注①】 中性子線</p> <p>p. 383</p> <p>放射線の測定 【図 18】 ガイガー・ミュラー・カウンター 【参考】 放射線の発見</p> <p>p. 384</p> <p>【実験 12】 霧箱の製作と放射線の観察</p> <p>p. 385</p> <p>C 原子核の変化と放射線 放射性崩壊</p>	<p>p. 382</p> <p>【図 17】 放射線の透過力 中性子の透過力を示すところで、単に水としないで、水などの水素を含む物質とあるのは親切で好ましい書き方です。</p> <p>p. 384</p> <p>【実験 12】 霧箱の製作と放射線の観察 霧箱による放射線の観察 実験方法が丁寧に示されて好ましい編集です。霧箱は放射線の飛跡を手軽に見られるよい手段ですが、放射線源として、教材用がない場合、マントルピース(ガスランタンなどのフィラメントに相当する消耗品, キャンプグッズ)なども使えることを、脚注にでも記述しておけばよいと考えます。</p> <p>p. 385</p> <p>C 原子核の変化と放射線 ◎ β 崩壊</p>
---------------------------	---	--

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>放射性同位体の原子核(放射性原子核)は不安定で、放射線を放出して別の原子核に変化する。この現象を原子核の放射性崩壊(または放射性壊変)といい、α線を放出するα崩壊と、β線を放出するβ崩壊がある。</p> <p>◎ α崩壊 α崩壊では、α粒子(ヘリウム${}^4_2\text{He}$原子核)がα線として放出されるので、原子核の質量数が4だけ減少し、原子番号が2だけ減少する。</p> <p>【図19】 原子核のα崩壊の例</p> <p>◎ β崩壊 β崩壊は、原子核内の中性子1個が陽子と電子に変わることによって起こる。このときに放出される電子の流れがβ線である。この場合、質量数は変わらず、原子番号が1だけ増加する。</p> <p>【図20】 原子核のβ崩壊の例</p> <p>【参考】 ニュートリノの発見とβ崩壊</p> <p>◎ γ線放出 α崩壊やβ崩壊によって生成される原子核は、励起状態にあることが多い。これらの状態は、励起状態にある原子の場合と同様に、余分なエネルギーを電磁波として放出して安定な状態に変化する。この時に放出される波長の短い(エネルギーの大きな)電磁波がγ線である。</p> <p>崩壊系列</p> <p>【図21】 崩壊系列の例(ウラン系列)</p> <p>【参考】 原子核の地図：核図表</p> <p>半減期</p> <p>【図22】 半減期と放射性同位体の 原子核数の時間変化</p> <p>p. 388</p> <p>【表4】 様々な放射性原子核と半減期</p> <p>【脚注①】 中性子の半減期</p> <p>p. 389</p> <p>D 放射線の利用</p> <p>考古学への利用</p> <p>【図23】 炭素年代測定</p> <p>農業や工業への利用</p> <p>【図24】 トレーサー法の例</p> <p>放射線の医学への利用</p> <p>【図25】 PETによる診断画像</p>	<p>「β崩壊は、原子核内の中性子1個が陽子と電子に変わることによって起こる。このときに放出される電子の流れがβ線である」とあります。</p> <p>物理現象の記述としては「中性子の数が過剰な原子核では、中性子が陽子に変化し、このとき電子がβ線として原子核の外に放出される。これをβ崩壊という」とするのがより適正であると考えます。</p> <p>p. 388</p> <p>【表4】 様々な放射性原子核と半減期</p> <p>天然に存在する核種と人工的に生成された核種とを区別して紹介しているのは好ましい編集です。</p>
---------------------------	--	---

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>p. 391 E 放射線の影響 放射能・放射線に関する単位 放射線物質の放射能の強さは、単位時間に崩壊する原子核の数で表し、ベクレル(記号 Bq)という単位を用いる。1 s 間に 1 個の原子核が崩壊する放射能の強さが、1Bq である。放射能の強さは、放射性同位体の原子核数とその半減期で決まる。放射性同位体の原子核数が同じであれば、半減期が短い物質ほど放射能は強い。 物質が放射線の影響を受けた場合の影響の大きさは、単位質量あたりのエネルギー吸収量で表し、グレイ(記号 Gy)という単位を用いる。物質 1kg あたり 1J のエネルギー吸収があるときの吸収線量を 1 Gy とする。放射線による人体への影響は、エネルギー吸収量だけではなく放射線の種類にもよるので、その違いを考慮した等価線量で表し、シーベルト(記号 Sv)という単位を用いる。X線およびβ線、γ線 1Gy は 1Sv に相当し、α線 1Gy は 20Sv に相当する。 私たちが自然界から浴びる放射線を自然放射線といい、宇宙線と地球に存在する放射性同位体から出たものと合わせて、年間平均 2.1mSv(日本の平均値)の自然放射線を浴びている。また、それに加えて例えば、胸のX線検診では、1回あたり約 0.06mSv の放射線を受けている。国際放射線防護委員会は、一般人が 1 年間に受ける放射線の量は、自然放射線以外に、年間 1 mSv 以下であるようにと勧告している。 【図 26】 放射能・放射線に関する単位 【脚注①】 大気中のラドン Rn</p> <p>p. 392 放射線の人体への影響 放射線が生命体に及ぼす影響は、放射線を浴びた部位や量、期間によって異なる。また、被曝してから数週間以内にその影響が現れる急性障害と、ある潜伏期の後に発がんや白内障、不妊などが現れる晩発障害とに分けられる。図 27 に示すように、急性障害は極端に多い放射線を浴びた場合に生じる。発がんや放射線を受けた生命体の子孫に現れる影響は、現在のところ、これ以下なら影響が全くないといえる安全量の存在は確認されていない。 放射性物質が人体の外部にあり、その物質から放射線を浴びることを外部被曝という。一方、呼吸や水・食料を通して放射性物質を体内に取り込んでしまい、そこから放射線を浴びることを内部被曝という。</p>	<p>p. 391 E 放射線の影響 放射能・放射線に関する単位 「X線及びβ線、γ線 1Gy は 1 Sv に相当し、α線 1Gy は 20Sv に相当する。」という表現は定量的でわかりやすい表現です。 「国際放射線防護委員会は、一般人が 1 年間に受ける放射線の量は、自然放射線以外に、年間 1 mSv 以下であるようにと勧告している」とありますが、線量限度の根拠を国際放射線防護委員会の勧告によると示しているのは好ましい記述です。 線量限度以下であっても不必要な被ばくを避け、線量を合理的に達成できる限り低く保つ、いわゆる ALARA(As Low As Reasonably Achievable)の精神を放射線防護の基本的考えとして勧告していることにも触れられれば、より理解が深まるでしょう。</p>
---------------------------	--	--

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>外部被曝をできるだけ少なくするには、放射性物質から離れる、放射性物質との間に物質を置いて放射線を遮る、放射線を受ける時間を短くする、という外部被曝の低減 三原則を守ることが重要である。</p> <p>【図 27】 放射線の被曝量と急性障害</p> <p>p. 393</p> <p>3 核反応と核エネルギー</p> <p>A 質量とエネルギーの等価性</p> <p>【発展】 特殊相対性理論によるエネルギーと質量の関係</p> <p>【脚注②】 a が 1 に比べて十分に小さいとき、$(1+a)^n \doteq 1+na$ の説明</p> <p>B 原子核の反応</p> <p>【図 28】 核反応の発見</p> <p>加速器による核反応 核反応で保存される物理量</p> <p>p. 396</p> <p>C 原子核の結合エネルギー</p> <p>【図 29】 質量欠損(ヘリウムの例)</p> <p>【図 30】 原子核の結合エネルギー</p> <p>【図 31】 核子 1 個あたりの結合エネルギーと質量数の関係</p> <p>p. 397</p> <p>【Q&A】 化学反応のエネルギーと核反応のエネルギーとの違い</p> <p>Q 私たちの身近で起こっている化学反応に係するエネルギーと、核反応に係するエネルギーとの違いは何ですか。</p> <p>A 化学反応では、原子核の外側の電子が原子や分子どうしでやりとりされ、電子の結合状態が変化します。その結果、電子と原子核の間の結合エネルギーが変化して光の放出や熱の放出・吸収が起こります。このようにして出入りするエネルギーが化学エネルギーで、その大きさは原子や分子 1 個の反応あたり数 eV です。例えば、$C+O_2 \rightarrow CO_2$ という化学反応では、原子 1 個あたり 4.08eV のエネルギーが放出され、このエネルギーにアボガドロ数をかけると 94kcal という値になります。茶碗 1 杯分の白米から得られるエネルギーが数 100kcal であることから、生命活動に必要なエネルギーが化学反応に基づいていることが推測されるでしょう。化学</p>	<p>p. 397</p> <p>【Q&A】 化学反応のエネルギーと核反応のエネルギーとの違い</p> <p>化学反応が核外電子のやり取りだけなので、数 eV のエネルギー変化なのに対して、核反応は原子核内の結合エネルギーの違い、すなわち質量変化を伴うので、数百万 eV のエネルギー変化であることを具体的に説明している理解しやすいものです。</p>
---------------------------	--	--

啓林館 物理 改訂版	<p>反応においても、反応の前後で原子や分子の質量の和は変化しますが、10^{-8}%程度ときわめてごくわずかです。</p> <p>一方、核子の組み合わせが変わる核反応では、反応の前後で原子核の結合エネルギーが変化し、このエネルギー差に対応して γ 線の放出や熱の放出・吸収が起こります。このようにして出入りするエネルギーが核エネルギーです。その大きさは原子核 1 個の反応あたり数 MeV に達し、化学反応のエネルギーの約百万倍にもなります。核反応の際の質量の和の変化は 0.1%程度です。</p> <p>【脚注①】 核反応による γ 線の放出</p> <p>D 核融合と核分裂</p> <p>核融合</p> <p>【図 32】 核融合の例</p> <p>【図 33】 核融合反応におけるエネルギーの関係</p> <p>核分裂</p> <p>【図 34】 核分裂の例</p> <p>【図 35】 核反応におけるエネルギーの関係</p> <p>【脚注①】 核反応による熱の発生</p> <p>【図 36】 プルトニウム 239 の生成過程</p> <p>p. 401</p> <p>E 原子力の利用と安全性</p> <p>連鎖反応と臨界質量</p> <p>【図 37】 核分裂と連鎖反応</p> <p>原子炉</p> <p>【図 38】 原子力発電(加圧水型軽水炉)のしくみ</p> <p>p. 402</p> <p>安全性と放射性廃棄物</p> <p>一般に、核分裂によって生成される原子核は不安定であるため、原子炉を運転した後の核燃料は強い放射能をもつ。したがって、万が一、放射性物質が外部に放出されると、大きな被害が長期間、かつ広範囲に及ぶ。このため、原子炉には何段階もの安全対策がとられているが、安全対策の範囲とレベルを超えた事故が起こり得る。</p> <p>原子炉の事故で最も深刻なものが、炉心の温度が上昇し、炉心が溶ける炉心溶融(メルトダウン)である。例えば、旧ソビエトのチェルノブイリ原子力発電所事故では、連鎖反応が制御不</p>	<p>p. 401</p> <p>原子炉</p> <p>【図 38】 原子力発電(加圧水型軽水炉)のしくみ</p> <p>核分裂や原子炉の構造を図で説明されています。海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入するほうがより適切です。</p> <p>この本文の後に「原子力発電は二酸化炭素を排出しないという利点がある」といった長所も紹介されることを提案します。</p>
------------------	---	--

<p>啓林館 物理 改訂版</p>	<p>能になって爆発が起き、周辺地域に大量の放射性物質が放出された。日本でも、東北地方太平洋沖地震に際して、福島第一原子力発電所の複数の炉心冷却機能がすべて失われて炉心溶融が起き、原子炉内の放射性物質が外部に放出された。</p> <p>このような事故を起こさないように、原子炉を安全に管理運転していくための方策の見直しや工夫が行われているが、安全性に関する議論は現在も続いている。また、使用済みの核燃料や古くなって解体した原子炉の鋼材など、長期間にわたって放射能をもち続ける放射性廃棄物を安全に処理および管理する方法も大きな課題の1つであるが、数万年を超えるような長期間にわたる管理が可能かどうかについて疑問の声もある。</p> <p>【図 39】 放射性廃棄物の放射能の時間変化 代表的な原子核を掲載している。</p> <p>【脚注①】 中性子の減速材 中性子を効果的に減速させるには、中性子の質量に近い質量をもつ原子核と衝突させればよい。そこで、軽水中の陽子や黒鉛(炭素)が減速材として用いられる。一方、中性子を減速したくない高速増殖炉では、質量の大きなナトリウムが冷却材として用いられる。</p> <p>p. 403 4 素粒子と宇宙 A 基本粒子の探究 B クォークとレプトン C 基本的な力 D 素粒子と宇宙 終章 物理学が築く未来</p>	<p>p. 402 【図 39】 放射性廃棄物の放射能の時間変化 図で核種ごとの時間変化ばかりでなく、全ての放射能を合計した変化まで記載しており、好ましい記載になっています。</p> <p>【脚注①】 中性子の減速材 「中性子を効果的に減速させるには、中性子の質量に近い質量をもつ原子核と衝突させればよい。そこで、軽水中の陽子や黒鉛(炭素)が減速材として用いられる。」とあります。原文では黒鉛が軽水中にあるようにも読めますので、「そこで、水を冷却材として、その水素を減速材と兼ねさせる軽水炉や、黒鉛を減速材として、二酸化炭素やヘリウムを冷却材とする黒鉛炉があります」とすることを提案します。</p>
<p>啓林館 総合 物理 1 様々な 運動 熱 波</p>	<p>第 1 部 様々な運動 p. 5~186 第 4 章 仕事とエネルギー 第 2 部 熱 p. 187~238 第 1 章 熱とエネルギー 第 2 章 気体分子の運動 第 3 部 波 p. 239~342 第 1 章 波の性質</p>	<p>なし</p>

<p>啓林館 総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>第1部 電気と磁気 p.5~146 第2部 原子・分子の世界 p.147~218 p.148 第1章 電子と光 1 電子の電荷と質量 A 陰極線の性質 【図1】 真空放電 【図2】 陰極線 【実験7】 陰極線の観察 B 電子の比電荷の測定 【図3】 トムソンの実験の原理 【図4】 トムソンの装置 C ミリカンの実験 【図5】 ミリカンの実験装置 【例題1】 電気素量の測定 【図6】 ミリカンの実験 p.154 2 光の粒子性 A 光電効果 【図7】 光電効果の観察 光電効果の特徴 【図8】 光電効果を調べる実験 【図9】 陽極Pの電位と光電流との関係 【図10】 光の振動数と光電効果との関係 B 光量子仮説 【図11】 電子のエネルギーと仕事関数 【図12】 光の振動数と光電子の運動エネルギーの最大値との関係 p.159 【解体新書】 人の眼, 電子の眼 星はなぜすぐ見えるのか 光電子増倍管</p>	<p>なし</p>
--	--	-----------

<p>啓林館 総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>p. 160 3 X線 A X線の発見 【図 13】 初期のX線写真 【脚注①】 感光, 写真乾板 B X線スペクトル 【図 14】 X線管によるX線の発生 【図 15】 タングステン(W), モリブデン, (Mo), クロム(Cr)のX線スペクトル 【図 16】 MoのX線スペクトル 【脚注①】 Cr, Wに固有X線がないことの説明 C X線の波動性 X線解説の実験 【図 17】 ラウエの実験 ブラッグの実験 【図 18】 ブラッグの実験 【脚注①】 単結晶 【脚注②】 X線の散乱 【脚注③】 入射X線と格子面がなす角 θ 【参考】 X線回折の生物学への応用 D X線の粒子性 【図 19】 コンプトン効果</p> <p>p. 166 4 粒子の波動性 A 物質波 【図 20】 電子線による回折像 【解体新書】 電子顕微鏡 B 波動と粒子の二重性 【図 21】 微弱な光源によるヤングの実験 【図 22】 図 21 の実験結果 不確定性原理</p>	<p>なし</p>
--	--	-----------

<p>啓林館 総合 物理2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>p. 169 【章末問題】 1. 電子の運動 2. 光電効果 3. 電子線回折</p> <p>p. 170 第2章 原子・原子核・素粒子 1 原子モデル A 原子核の発見 【図1】 原子モデル 【図2】 α粒子の散乱実験 【図3】 α粒子の散乱の様子 【図4】 原子核の大きさ B 原子のスペクトル 【図5】 いろいろなスペクトル C ボーアの水素原子モデル 【図6】 ラザフォードの原子モデルによる電子の運動 【図7】 水素原子のボーア模型 【図8】 円軌道上を伝わる電子の物質波 【図9】 光の吸収と放出 D 定常状態でのエネルギー準位 【図10】 電子の円運動 【参考】 量子力学の誕生 【図11】 水素原子のエネルギー準位とスペクトル E 吸収スペクトル 【図12】 吸収スペクトル F 固有X線 【図13】 固有X線の発生 【参考】 放射光 【参考】 フランク・ヘルツの実験</p> <p>p. 183 2 原子核と放射線 A 原子核の構成 原子と 原子核</p>	<p>なし</p>
---	--	-----------

<p>啓林館</p> <p>総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>【図 14】 原子と 原子核の構成 【表 1】 原子を構成する基本粒子 【図 15】 原子や 原子核の表し方(ヘリウムの例) 【脚注①】 中性子の数, 原子番号</p> <p>同位体 統一原子質量単位 【表 2】 同位体の質量と存在比 【参考】 陽子と中性子の発見 【図 A】 イレーヌ・キュリーとフレデリック・ジョリオ 【図 B】 チャドウィックとチャドウィックの中性子発見の実験</p> <p>p. 186</p> <p>B 放射線とその性質</p> <p>ウラン(U)やラジウム(Ra)などの不安定な原子核は, 自然に放射線とよばれる高エネルギーの粒子や電磁波を出す。原子核が自然に放射線を出す性質を放射能といい, 放射能をもった物質を放射性物質という。また, 放射能をもつ同位体を放射性同位体(ラジオアイソトープ)という。</p> <p>放射線には, 主なものとしてα線, β線, γ線の3種類がある。磁界をかけると, α線とβ線は, 図 16 に示すように曲げられるが, γ線は曲げられない。このことから, α線は正の電荷, β線は負の電荷をもち, γ線は電氣的に中性であることがわかる。詳しい研究によって, α線は大きな運動エネルギーをもつヘリウム原子核(α粒子), β線は高速の電子, γ線はおおむね波長がX線より短い電磁波であることが明らかになった。</p> <p>放射線が物質中に入射すると, 原子中の電子をはね飛ばして物質内にイオンを生成することがある。これを放射線の電離作用という。中性子や陽子, 電子などの粒子の流れ(粒子線)やX線なども電離作用をもつので, 放射線の一種とすることが多い。放射線の電離作用の強さは, 放射線の種類や放射線のもつエネルギーによって異なる。</p> <p>【図 16】 磁界中での α 線, β 線, γ 線の進み方 【表 3】 α 線, β 線, γ 線の比較 【図 17】 放射線の透過力 【Check】 放射線の遮蔽 【参考】 放射線の発見 放射線の測定</p>	<p>p. 186</p> <p>B 放射線とその性質</p> <p>「中性子や陽子, 電子などの粒子の流れ(粒子線)やX線なども電離作用をもつので放射線の一種とすることが多い」とあります。</p> <p>これでは, 中性子が電離作用を持つように読めます。誤解がないように, 「中性子や陽子, 電子などの粒子の流れ(粒子線)や電離作用をもつX線などを放射線の一種とすることが多い」とするほうがより適切と考えます。</p> <p>【図 17】 放射線の透過力</p> <p>図で中性子の透過力を示すところで, 単に水としないで, 水などの水素を含む物質とあるのは親切で好ましい書き方だと思います。</p>
---	--	--

<p>啓林館 総合物 理2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>【図 18】 ガイガー・ミュラー・カウンター 【参考】 放射線の発見 【脚注①】 中性子線</p> <p>p. 188 【実験 8】 霧箱の製作と放射線の観察</p> <p>p. 189 C 原子核の変化と放射線 放射性崩壊 放射性同位体の原子核(放射性原子核)は不安定で、放射線を放出して別の原子核に変化する。この現象を原子核の放射性崩壊(または放射性壊変)といい、α線を放出するα崩壊と、β線を放出するβ崩壊がある。</p> <p>◎α崩壊 α崩壊では、α粒子(ヘリウム^4_2He原子核)がα線として放出されるので、原子核の質量数が4だけ減少し、原子番号が2だけ減少する。</p> <p>【図 19】 原子核のα崩壊の例 ◎β崩壊 β崩壊は、原子核内の中性子1個が陽子と電子に変わることによって起こる。このときに放出される電子の流れがβ線である。この場合、質量数は変わらず、原子番号が1だけ増加する。</p> <p>【図 20】 原子核のβ崩壊の例 【参考】 ニュートリノの発見とβ崩壊 ◎γ線放出 α崩壊やβ崩壊によって生成される原子核は、励起状態にあることが多い。これらの状態は、励起状態にある原子の場合と同様に、余分なエネルギーを電磁波として放出して安定な状態に変化する。この時に放出される波長の短い(エネルギーの大きな)電磁波がγ線である。</p> <p>崩壊系列 【例題 2】 崩壊系列における原子核の変化 【図 21】 崩壊系列の例(ウラン系列) 【参考】 原子核の地図: 核図表</p> <p>p. 192 半減期 【図 22】 半減期と放射性同位体の原子核数の時間変化 【表 4】 様々な放射性原子核と半減期</p>	<p>p. 188 【実験 8】 霧箱の製作と放射線の観察 実験方法が丁寧に示されて好ましい編集です。霧箱による放射線の観察は放射線の飛跡を手軽に見られるよい手段ですが、放射線源として、教材用がない場合、マントルピース(ガスランタンなどのフィラメントに相当する消耗品、キャンプグッズ)なども使えることを、脚注にでも記述しておけばよいと考えます。</p> <p>p. 189 C 原子核の変化と放射線 放射性崩壊 ◎β崩壊 「β崩壊は、原子核内の中性子1個が陽子と電子に変わることによって起こる。このときに放出される電子の流れがβ線である」とあります。 物理現象の記述としては 「中性子の数が過剰な原子核では、中性子が陽子に変化し、このとき電子がβ線として原子核の外に放出される。これをβ崩壊という」とするのがより適切であると考えます。</p> <p>p. 192</p>
---	---	--

<p>啓林館 総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>【脚注①】 中性子の半減期</p> <p>D 放射線の利用 考古学への利用 【図 23】 炭素年代測定 農業や工業への利用 【図 24】 トレーサー法の例 放射線の医学への利用 【図 25】 PET による診断画像</p> <p>p. 195</p> <p>E 放射線の影響 放射能・放射線に関する単位 放射性物質の放射能の強さは、単位時間に崩壊する原子核の数で表し、ベクレル(記号 Bq)という単位を用いる。1 s 間に 1 個の原子核が崩壊する放射能の強さが、1Bq である。放射能の強さは、放射性同位体の原子核数とその半減期で決まる。放射性同位体の原子核数が同じであれば、半減期が短い物質ほど放射能は強い。 物質が放射線の影響を受けた場合の影響の大きさは、単位質量あたりのエネルギー吸収量で表し、グレイ(記号 Gy)という単位を用いる。物質 1kg あたり 1J のエネルギー吸収があるときの吸収線量を 1 Gy とする。放射線による人体への影響は、エネルギー吸収量だけではなく放射線の種類にもよるので、その違いを考慮した等価線量で表し、シーベルト(記号 Sv)という単位を用いる。X線および β 線, γ 線 1Gy は 1Sv に相当し, α 線 1Gy は 20Sv に相当する。 私たちが自然界から浴びる放射線を自然放射線といい、宇宙線と地球に存在する放射性同位体から出たものと合わせて、年間平均約 2.1mSv(日本の平均値)の自然放射線を浴びている。また、それに加えて例えば、胸の X線検診では、1 回あたり約 0.06mSv の放射線を受けている。国際放射線防護委員会は、一般人が 1 年間に受ける放射線の量は、自然放射線以外に、年間 1mSv 以下であるようにと勧告している。 【図 26】 放射能・放射線に関する単位 【脚注①】 大気中のラドン Rn 放射線の人体への影響 【図 27】 放射線の被曝量と急性障害</p> <p>p. 197</p>	<p>【表 4】 様々な放射性 原子核と半減期 表で天然に存在する核種と人工的に生成された核種を区別して紹介しているのは好ましい編集です。</p> <p>p. 195</p> <p>E 放射線の影響 放射能・放射線に関する単位 「X線及び β 線, γ 線 1Gy は 1 Sv に相当し, α 線 1Gy は 20Sv に相当する」とありますが、この表現は定量的でわかりやすい良い表現です。</p>
--	--	---

<p>啓林館</p> <p>総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>3 核反応と核エネルギー</p> <p>A 質量とエネルギーの等価性</p> <p>【発展】 特殊相対性理論によるエネルギーと質量の関係</p> <p>【脚注②】 a が 1 に比べて十分に小さいとき, $(1+a)^n \approx 1+na$ の説明</p> <p>B 原子核の反応</p> <p>【図 28】 核反応の発見</p> <p> 加速器による核反応</p> <p> 核反応で保存される物理量</p> <p>p. 200</p> <p>C 原子核の結合エネルギー</p> <p>【図 29】 質量欠損(ヘリウムの例)</p> <p>【図 30】 原子核の結合エネルギー</p> <p>p. 201</p> <p>【Q&A】 化学反応のエネルギーと核反応のエネルギーとの違い</p> <p>Q 私たちの身近で起こっている化学反応に関係するエネルギーと, 核反応に関係するエネルギーとの違いは何ですか。</p> <p>A 化学反応では, 原子核の外側の電子が原子や分子どうしでやりとりされ, 電子の結合状態が変化します。その結果, 電子と原子核の間の結合エネルギーが変化して光の放出や熱の放出・吸収が起こります。このようにして出入りするエネルギーが化学エネルギーで, その大きさは原子や分子 1 個の反応あたり数 eV です。例えば, $C+O_2 \rightarrow CO_2$ という化学反応では, 原子 1 個あたり 4.08eV のエネルギーが放出され, このエネルギーにアボガドロ数をかけると 94kcal という値になります。茶碗 1 杯分の白米から得られるエネルギーが数 100kcal であることから, 生命活動に必要なエネルギーが化学反応に基づいていることが推測されるでしょう。化学反応においても, 反応の前後で原子や分子の質量の和は変化しますが, 10⁻⁸%程度ときわめてごくわずかです。</p> <p>一方, 核子の組み合わせが変わる核反応では, 反応の前後で原子核の結合エネルギーが変化し, このエネルギー差に対応して γ 線の放出や熱の放出・吸収が起こります。このようにして出入りするエネルギーが核エネルギーです。その大きさは原子核 1 個の反応あたり数 MeV に達し, 化学反応のエネルギーの約百万倍にもなります。核反応の際の質量の和の変化は 0.1%程度です。</p>	<p>p. 201</p> <p>【Q&A】 化学反応のエネルギーと核反応のエネルギーとの違い</p> <p>化学反応が核外電子のやり取りだけなので, 数 eV のエネルギー変化なのに対して, 核反応は原子核内の結合エネルギーの違い, すなわち質量変化を伴うもので, 数百万 eV のエネルギー変化であることを具体的に説明している理解しやすい Q&A です。</p>
---	---	---

<p>啓林館 総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>【図 31】 核子 1 個あたりの結合エネルギーと質量数の関係 【脚注①】 核反応による γ 線の放出 D 核融合と核分裂 核融合 【図 32】 核融合の例 【図 33】 核融合反応におけるエネルギーの関係 核分裂 【図 34】 核分裂の例 【図 35】 核反応におけるエネルギーの関係 【脚注①】 核反応による熱の発生 【図 36】 プルトニウム 239 の生成過程</p> <p>p. 205 E 原子力の利用と安全性 連鎖反応と臨界質量 【図 37】 核分裂と連鎖反応 原子炉 【図 38】 原子力発電(加圧水型軽水炉)のしくみ</p> <p>p. 206 安全性と放射性廃棄物 一般に、核分裂によって生成される原子核は不安定であるため、原子炉を運転した後の核燃料は強い放射能をもつ。したがって、万が一、放射性物質が外部に放出されると、大きな被害が長期間、かつ広範囲に及ぶ。このため、原子炉には何段階もの安全対策がとられているが、安全対策の範囲とレベルを超えた事故が起こり得る。 原子炉の事故で最も深刻なものが、炉心の温度が上昇し、炉心が溶ける炉心溶融(メルtdown)である。例えば、旧ソビエトのチェルノブイリ原子力発電所事故では、連鎖反応が制御不能になって爆発が起き、周辺地域に大量の放射性物質が放出された。日本でも、東北地方太平洋沖地震に際して、福島第一原子力発電所の複数の炉心冷却機能がすべて失われて炉心溶融が起き、原子炉内の放射性物質が外部に放出された。 このような事故を起こさないように、原子炉を安全に管理運転していくための方策の見直しや工夫が行われているが、安全性に関する議論は現在も続いている。また、使用済みの核燃料や古くなって解体した原子炉の鋼材など、長期間にわたって放射能をもち続ける放射性廃棄物</p>	<p>p. 205 E 原子力の利用と安全性 連鎖反応と臨界質量 原子炉 【図 38】 原子力発電(加圧水型軽水炉)のしくみ 核分裂や原子炉の構造を図で説明されています。海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入するほうがより適切です。 この本文の後に「原子力発電は二酸化炭素を排出しないという利点がある」といった長所も紹介されることを提案します。</p>
--	--	---

<p>啓林館</p> <p>総合 物理 2 電気と 磁気 原子・ 分子の 世界</p>	<p>を安全に処理および管理する方法も大きな課題の1つであるが、数万年を超えるような長期間にわたる管理が可能かどうかについて疑問の声もある。</p> <p>【図 39】 放射性廃棄物の放射能の時間変化</p> <p>【脚注①】 中性子の減速材</p> <p>中性子を効果的に減速させるには、中性子の質量に近い質量をもつ原子核と衝突させればよい。そこで、軽水中の陽子や黒鉛(炭素)が減速材として用いられる。一方、中性子を減速したくない高速増殖炉では、質量の大きなナトリウムが冷却材として用いられる。</p> <p>p. 207</p> <p>4 素粒子と宇宙</p> <p>A 基本粒子の探究</p> <p>B クォークとレプトン</p> <p>C 基本的な力</p> <p>D 素粒子と宇宙</p> <p>【参考】 素粒子を利用した研究</p> <p>宇宙線</p> <p>ニュートリノの研究</p> <p>【章末問題】 1. 水素原子のエネルギー準位 2. 炭素年代測定法 3. 原子核の変化と放射線 4. 核反応と核エネルギー</p> <p>【探究活動 4】 プランク定数の測定</p> <p>【探究活動 5】 半減期のシミュレーション</p> <p>終章 物理学が築く未来</p>	<p>p. 206</p> <p>【図 39】 放射性廃棄物の放射能の時間変化</p> <p>図で核種ごとの時間変化ばかりでなく、全ての放射能を合計した変化まで記載しており、好ましい記載になっています。</p> <p>【脚注①】 中性子の減速材</p> <p>「中性子を効果的に減速させるには、中性子の質量に近い質量をもつ原子核と衝突させればよい。そこで、軽水中の陽子や黒鉛(炭素)が減速材として用いられる。」とあります。原文では黒鉛が軽水中にあるようにも読めます、「そこで、水を冷却材として、その水素を減速材と兼ねさせる軽水炉や、黒鉛を減速材として二酸化炭素やヘリウムを冷却材とする黒鉛炉があります」とすることを提案します。</p>
<p>数研 出版</p> <p>改訂版 物理</p>	<p>第5編 原子 p. 340～397</p> <p>P. 339</p> <p>第1章 電子と光</p> <p>1 電子</p> <p>A 放電</p> <p>【図 1】 真空放電</p> <p>B 陰極線</p> <p>【図 2】 陰極線の性質</p> <p>C 電子の比電荷</p>	<p>なし</p>

<p>数研 出版 改訂版 物理</p>	<p>【図3】 電場・磁場に入射した陰極線粒子の運動 D 電気素量 【図4】 電気素量の測定 P. 348 2 光の粒子性 A 光量子仮説 B 光電効果 【図5】 光電効果とその測定結果 【図6】 光の振動数と電子の運動エネルギーの最大値との関係 【図7】 光電効果の実験 【図8】 陽極の電位と光電効果との関係 C 電子ボルト 【表1】 仕事関数の例 p. 354 3 X線 A X線 【図9】 レントゲンが撮影した手のX線写真 B X線の発生 【図10】 X線管 【図11】 モリブデンのX線スペクトル 【脚注1】 複数のX線光子の発生 【脚注2】 連続X線の発生 【例題】 X線 C X線の波動性とブラッグの条件 ① X線の波動性 ② ブラッグの条件 【図12】 石英の単結晶によるX線回折の像 【図13】 結晶によるX線の回折 【脚注1】 ブラッグ父子による物質の構造解析 【コラム】 X線による物質の構造解析 D X線の粒子性とコンプトン効果</p>	<p>なし</p>
---------------------------------	---	-----------

<p>数研 出版 改訂版 物理</p>	<p>p. 360 4 粒子の波動性 A 物質波 B 電子線の干渉・回折 C 不確定性原理 【参考】 電子顕微鏡 【演習問題】 1. 電子の比電荷 2. 光電効果 3. コンプトン効果 4. 電子線の回折</p> <p>p. 364 第2章 原子と原子核 1 原子の構造とエネルギー準位 A ラザフォードの原子模型 【図 18】 いろいろな原子模型 【図 19】 α 粒子の散乱実験 B 水素原子のスペクトル ① スペクトル 【実験 31】 スペクトルの観察 ② 連続スペクトルと線スペクトル 【図 20】 いろいろな光のスペクトル 【図 21】 水素原子のスペクトル C ボーアの理論 ① 量子条件 【図 22】 原子内の定常波 【脚注 1】 物質波の考えの導入 ② 振動数条件 【図 23】 光子の吸収と放出 ③ エネルギー準位の計算 【図 24】 水素原子の電子の運動 【脚注 2】 ボーア半径 【脚注 3】 電離エネルギーの計算 ボーアの理論 ④ エネルギー準位とスペクトル系列 【図 25】 水素原子のエネルギー準位とスペクトル系列</p>	<p>なし</p>
--------------------------------------	---	-----------

数研 出版 改訂版 物理	<p> 【参考】 フランク・ヘルツの実験 【図 A】 フランク・ヘルツの実験とその結果 【図 B】 ボーアによる説明 【参考】 固有 X 線の発生原理 【コラム】 固有 X 線と元素の周期表, 元素分析 </p> <p>p. 373</p> <p>2 原子核</p> <p>A 原子核の構成</p> <p> 【図 26】 原子と 原子核の構成 【図 27】 原子番号と質量数 【脚注 1】 原子番号の省略 </p> <p>B 同位体</p> <p> 【表 2】 自然界に存在する同位体の例 【脚注 1】 陽子 p, 中性子 n, 電子 e⁻の記号 【脚注 2】 重水素, 重水 【参考】 同位体の発見 </p> <p>C 統一原子質量単位</p> <p>D 原子量</p> <p>p. 376</p> <p> 【参考】 いろいろな原子核と核図表 【コラム】 113 番元素の発見 </p> <p>3 放射線とその性質</p> <p>A 放射線</p> <p> 【図 28】 磁場内の放射線の進み方 【表 3】 放射線の性質 </p> <p>p. 378</p> <p> 【実験 32】 放射線の観察 </p> <p>B α 崩壊・β 崩壊</p> <p> 【図 29】 α 崩壊と β 崩壊 【図 30】 崩壊系列(ウラン系列) </p>	<p>p. 376</p> <p>【コラム】 113 番元素の発見</p> <p> コラムの最後に「113 番元素の命名権が日本に与えられた」とあります。「我が国理化学研究所の同元素生成の功績により, 113 番元素の命名権が日本にあたえられていたが, 2016 年 (平成 28 年) 11 月 30 日に国際純正・応用化学連合 (IUPAC) により, 理化学研究所の提案通り「ニホニウム (nihonium)」として認定された」と明記することを提案します。 </p> <p>p. 378</p> <p>【実験 32】 放射線の観察</p> <p> 放射線の観察は, 放射線の飛跡を手軽に見られるよい手段ですが, 放射性物質として, ガスランタンのマントルピース(ガスを燃 </p>
---------------------------	---	---

数研 出版 改訂版 物理	<p> 【例題 6】 放射性崩壊 【脚注 1】 中性子の崩壊 </p> <p>p. 380</p> <p>C 半減期</p> <p>【図 31】 放射性元素の残留率の時間変化</p> <p>【表 4】 いろいろな半減期</p> <p>【脚注 1】 基底状態の半減期</p> <p>【脚注 2】 励起状態の半減期</p> <p>【例題 7】 半減期</p> <p>【コラム】 炭素の放射性同位体による年代測定</p> <p>p. 382</p> <p>D 放射線の測定単位</p> <p>放射線の測定単位には、次のようなものがある (表 5)</p> <p>【表 5】 放射線の測定単位</p> <p>E 放射線の影響と利</p> <p>【図 32】 暮らしの中で浴びる放射線の量 (実効線量) の例</p> <p>【脚注 1】 線量率の単位</p> <p>p. 383</p> <p>4 核反応と核エネルギー</p> <p>A 核反応</p> <p>【図 33】 核反応の発見</p> <p>p. 384</p> <p>【参考】 中性子の発見</p> <p>電気をもたない中性子は、霧箱では飛跡を直接見ることはできない。中性子は、どのようにして発見されたのであろうか。</p> <p>1920 年ごろ、すでにラザフォードは、陽子と同じ質量の電気をもたない粒子の存在を予言していた。1930 年、ボーテ(ドイツ)らが、ポロニウム Po から放出される α 粒子をベリリウム Be に当てると、透過力の強い放射線が出ることを発見し、1931 年ごろ、ジョリオ・キュリー夫妻が、この放射線をパラフィン(水素を豊富に含む)に当てると陽子が飛び出すことを発見し</p>	<p>やす芯、キャンプグッズにある)などが使えること、入手しにくい液体窒素の代わりにドライアイスも使えることを、脚注にでも記述しておけばよいと考えます。</p> <p>p. 382</p> <p>D 放射線の測定単位</p> <p>【表 5】 放射線の測定単位</p> <p>線量にも吸収線量、等価線量と実効線量があることを区別しているのは、望ましい記述です。</p> <p>測定単位としてシーベルト(記号 Sv)を紹介しています。シーベルトは放射線の人体に対する影響の指標であり、物理量ではないので(測定できる値ではないから)、表題は「測定」を省いた「放射線の単位」とするほうがより適切と考えます。</p> <p>p. 384</p> <p>【参考】 中性子の発見</p> <p>「…1931 年ごろ、ジョリオ・キュリー夫妻が、この放射線をパラフィン(水素を豊富に含む)に当てると陽子が飛び出すことを発見した。夫妻は、放射線を γ 線と考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、非現実的な仮定を余儀なくされた。…」とあります。</p>
---------------------------	---	--

<p>数研出版</p> <p>改訂版</p> <p>物理</p>	<p>た。夫妻は、放射線を γ 線と考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、非現実的な仮定を余儀なくされた。一方、チャドウィック(イギリス)はこの未知の放射線を水素だけでなく He や N などにも当て、未知の放射線を、電気をもたず陽子とほぼ等しい質量の粒子と考えると、すべての現象がうまく説明できることを示し、その粒子を中性子とよんだ。論文が投稿されたのは 1932 年である。</p> <p>【脚注 1】 ジョリオ・キュリー夫人</p> <p>B 質量とエネルギーの等価性</p> <p>【図 34】 原子核の結合エネルギー</p> <p>【図 35】 核子 1 個あたりの結合エネルギー</p> <p>【脚注 2】 $1\text{MeV}=10^6\text{eV}$</p> <p>C 核エネルギー</p> <p>【図 36】 核反応 $P+Q=R+S$ で発生する核エネルギーと結合エネルギー</p> <p>【脚注 1】 ウランの核分裂</p> <p>D 核分裂反応</p> <p>【図 37】 ウランの核分裂の一例</p> <p>【図 38】 核分裂($X \rightarrow 2Y$)と結合エネルギーの関係</p> <p>【例題 8】 核反応と核エネルギー</p> <p>p. 388</p> <p>E 原子力発電</p> <p>図 39 はウランを核燃料とするときの原子力発電の原理を示したものである。遅い中性子(熱運動と同程度の速さの中性子)が $^{235}_{92}\text{U}$ に衝突すると、図に示すようにいろいろな壊れ方の核分裂が起こる。このときいずれの場合も 200MeV 程度のエネルギーが解放され、2~3 個の速い中性子が出る。この速い中性子が $^{235}_{92}\text{U}$ に衝突しても、遅い中性子の場合と違ってほとんど核分裂は起こらない。そこで、速い中性子を、減速材(水や重水など)に衝突させて中性子を遅くし、再び $^{235}_{92}\text{U}$ に吸収させて核分裂を起こしやすくする。このようにして次々に核分裂が起こることを連鎖反応という。原子力発電は原子炉で核分裂によって発生した熱を利用してタービンを回し発電する。中性子を吸収する制御棒を用いて、核分裂の連鎖反応が爆発的に起こらず持続的に起こるように制御している。連鎖反応が持続的に保たれる条件がちょうど満たされるとき、原子炉は臨界にあるといい、中性子数は一定に保たれている。原子炉の稼働は臨界近くで行われる。なお、少ない燃料では核燃料表面から中性子が核反応することなく失われるので、連鎖反応を持続的に起こすためには核燃料の量に下限があり臨界量と呼ばれる。</p>	<p>「非現実的な仮定を余儀なくされた」という言い方は意味がわかりにくく、夫妻の仮定に疑問を投げかけられた経過も説明しきれていません。例えば「夫妻は、この放射線を γ 線の新しい性質であると考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、質量がほとんど無視できる γ 線には原子核から陽子をはじき出すだけの運動量はないはずだと指摘され、夫妻の考えは否定された」とするほうがより正確で、「非現実的な仮定」より分かりやすいと考えます。</p> <p>p. 388</p> <p>E 原子力発電</p> <p>「…なお、少ない燃料では核燃料表面から中性子が核反応することなく失われるので、連鎖反応を持続的に起こすためには核燃料の量に下限があり臨界量とよばれる」とあります。</p> <p>燃料の核分裂のおこり方と臨界量の表現としては「原子炉では、ウラン 235 の核分裂で生まれた中性子は、途中でウラン 238、冷却材、被ふく管などに吸収される分があり、また炉心から外に漏れる量など中性子が無駄に消費される分がある。連鎖反応を持続的に起</p>
----------------------------------	---	---

<p>数研出版 改訂版 物理</p>	<p>原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、放射性廃棄物の処理などの問題がある。</p> <p>2011年の東日本大震災では、福島第一原子力発電所で炉心(原子炉の中心部分)の冷却機能が失われ、炉心溶融(メルトダウン)が起り、さらに、莫大な量の放射性物質が外部に放出される、という事故が起きた。原子力発電の稼働にあたっては、このような重大事故に対する厳重かつ多重の安全対策が不可欠である。</p> <p>また、原子炉内で核分裂によってできた原子核や、中性子を吸収した原子核の中には、$^{137}_{55}\text{Cs}$ や $^{90}_{38}\text{Sr}$ などのように半減期が数十年のものや、$^{237}_{93}\text{Np}$ のように半減期が2百万年にも及ぶ原子核が含まれる。このような寿命の長い放射性廃棄物の処理は重要な課題である。</p> <p>【図 39】 原子力発電の原理(連鎖反応)</p> <p>【脚注 1】 核燃料</p> <p>【脚注 2】 重水素, 重水</p> <p>【脚注 3】 臨界量</p> <p>p. 389</p> <p>【参考】 原子力発電の種類</p> <p>現在、世界で稼働している原子炉の多くは、減速材に軽水を用いる軽水炉である。類軽水炉は、タービンを回す水蒸気の発生の仕方によって、次の2つに分類される。</p> <p>沸騰水型 減速材の軽水から発生する水蒸気で、直接タービンを回している。原子炉としては構造が単純である反面、放射性物質を含む水蒸気がタービンに送られるため、その漏洩防止が重要となる。</p> <p>加圧水型 減速材(一次冷却水) から別系統の水(二次冷却水)に熱を伝え、その水蒸気でタービンを回している。減速材を300℃でも沸騰しないように圧力を加えたり、熱交換をするため、構造が複雑ではあるが、タービンに放射性物質が入らない利点がある。</p> <p>【図 A】 軽水炉のしくみ</p> <p>p. 390</p> <p>F 核融合反応</p> <p>【図 40】 核融合の例</p> <p>【図 41】 核融合(2X→Y)と結合エネルギーの関係</p>	<p>こすためには、これら無駄に失われる中性子を十分カバーできる燃料量が必要で、その最小限の量を臨界量とよぶ」とすることを提案します。</p> <p>「原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、放射性廃棄物の処理などに問題がある」とあります。</p> <p>放射性廃棄物は原子力発電以外にも医療など様々な放射線利用の中で生じており、「処理」は特段問題となっていません。</p> <p>原子力発電により生じる特有の放射性廃棄物としての”高レベル放射性廃棄物”の「処分(場)」が問題となっています。したがって「原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、高レベル放射性廃棄物の処分などに問題がある」とすればより適切と考えます。</p> <p>p. 389</p> <p>【参考】 原子力発電の種類</p> <p>【図 A】 軽水炉のしくみ</p> <p>a) 沸騰水型 図に再循環ポンプと給水ポンプがないので、厳密に言うと冷却水が炉心内を循環しません。再循環</p>
----------------------------	---	--

<p>数研出版 改訂版 物理</p>	<p>p. 391 5 素粒子 A 自然の階層性と素粒子 B クォーク模型 C 自然界に存在する 4 つの力 【コラム】 ヒッグス粒子 【コラム】 素粒子の世代混合と物質と反物質の非対称性, ニュートリノ質量, 太陽ニュートリノ問題</p> <p>p. 395 【演習問題】 1. ボーアの理論 2. 放射性崩壊・半減期 3. 核反応と核エネルギー</p>	<p>ループと再循環ポンプおよび海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入しておくことが望まれます。また, 圧力抑制プールの水は, 事故時に使われることも説明が望まれます。</p> <p>b) 加圧水型 図に冷却水を回す一次冷却水ポンプ, 二次冷却水ポンプおよび海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入しておくことが望まれます。</p>
<p>数研出版 改訂版 総合 物理 1 力と運動・熱</p>	<p>巻末 ページ㊸ エネルギー資源と発電 エネルギー資源 化石燃料 【図】 火力発電のしくみ 原子力 原子力発電は, 地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが, 重大事故の危険性や, 放射性廃棄物の処理などの問題がある。 【図】 原子炉(沸騰水型)のしくみ 太陽光 水力発電 【図】 水力発電のしくみ(貯水池式) 風力発電 【図】 風力発電 その他のエネルギー資源 【図】 地熱発電</p>	<p>巻末 ページ㊸ エネルギー資源と発電 原子力 「原子力発電は, 地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが, 重大事故の危険性や, 放射性廃棄物の処理などに問題がある」とあります。 放射性廃棄物は原子力発電以外にも工業利用や医療など様々な放射線利用の中で生じており, 「処理」は特段問題となっていません。 原子力発電により生じる特有の放射性廃棄物としての”高レベル放射性廃棄物”の「処分(場)」が問題となっています。したがって「原子力発電は, 地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが, 重大事故の危険性</p>

<p>数研出版</p> <p>改訂版 総合 物理1 力と運動・熱</p>		<p>や、高レベル放射性廃棄物の処分などに問題がある」とすればより適切と考えます。</p> <p>【図】 原子炉(沸騰水型)のしくみ</p> <p>図に再循環ポンプと給水ポンプがないので、厳密に言うと冷却水が炉心内を循環しません。再循環ループと再循環ポンプを記入しておくことが望まれます。また、圧力抑制プール水は、事故時に使われることも説明が望まれます。</p>
<p>数研出版</p> <p>改訂版 総合 物理2 波・電気と磁気・原子</p>	<p>第5編 原子 p.245～303 p.246</p> <p>第1章 電子と光</p> <p>1 電子</p> <p>A 放電</p> <p>【図1】 真空放電</p> <p>B 陰極線</p> <p>【図2】 陰極線の性質</p> <p>C 電子の比電荷</p> <p>【図3】 電場・磁場に入射した陰極線粒子の運動</p> <p>D 電気素量</p> <p>【図4】 電気素量の測定</p> <p>2 光の粒子性</p> <p>A 光量子仮説</p> <p>B 光電効果</p> <p>【図5】 光電効果とその測定結果</p> <p>【図6】 光の振動数と電子の運動エネルギーの最大値との関係</p> <p>【図7】 光電効果の実験</p> <p>【図8】 陽極の電位と光電流との関係</p>	<p>なし</p>

<p>数研 出版</p> <p>改訂版 総合 物理2 波・電 気と磁 気・原 子</p>	<p>C 電子ボルト 【表 1】 仕事関数の例 3 X線 A X線 【図 9】 レントゲンが撮影した手の X線写真 B X線の発生 【図 10】 X線管 【脚注 1】 複数の X線光子の発生 【図 11】 モリブデンの X線スペクトル C X線の波動性とブラッグの条件 【図 12】 石英の単結晶による X線回折の像 【図 13】 結晶による X線の回折 【脚注 1】 ブラッグ父子による物質の構造解析 【コラム】 X線による物質の構造解析 D X線の粒子性とコンプトン効果 【図 14】 コンプトン効果 光子の運動量</p> <p>p. 266</p> <p>4 粒子の波動性 A 物質波 【図 15】 光の粒子性と電子の波動性 B 電子線の干渉・回折 【図 16】 電子線の回折 (GaAs の結晶) C 不確定性原理 【図 17】 不確定性原理</p> <p>p. 270</p> <p>第 2 章 原子と原子核 1 原子の構造とエネルギー準位 A ラザフォードの原子模型 【図 18】 いろいろな原子模型 【図 19】 α 粒子の散乱実験</p>	<p>なし</p>
--	---	-----------

<p>数研 出版</p> <p>改訂版 総合 物理2 波・電 気と磁 気・原 子</p>	<p>B 水素原子のスペクトル 【実験 41】 スペクトルの観察 【図 20】 いろいろな光のスペクトル 【図 21】 水素原子のスペクトル</p> <p>C ボーアの理論 ① 量子条件 【図 22】 原子内の定常波 【脚注 1】 物質波の考えの導入</p> <p>② 振動数条件 【図 23】 光子の吸収と放出</p> <p>③ エネルギー準位の計算 【図 24】 水素原子の電子の運動 【脚注 2】 ボーア半径 【脚注 3】 電離エネルギーの計算 ボーアの理論</p> <p>④ エネルギー準位とスペクトル系列 【図 25】 水素原子のエネルギー準位とスペクトル系列 【参考】 フランク・ヘルツの実験 【図 A】 フランク・ヘルツの実験とその結果 【図 B】 ボーアによる説明 【参考】 固有 X 線の発生原理 【コラム】 固有 X 線と元素の周期表, 元素分析</p> <p>2 原子核 A 原子核の構成 【図 26】 原子と原子核の構成 【図 27】 原子番号と質量数 (例: 炭素)</p> <p>B 同位体 【表 2】 自然界に存在する同位体の例</p> <p>C 統一原子質量単位 【参考】 同位体の発見</p> <p>D 原子量 【参考】 いろいろな原子核と核図表 【コラム】 113 番元素の発見</p>	<p>なし</p>
--	--	-----------

<p>数研 出版</p> <p>改訂版 総合 物理2 波・電 気と磁 気・原 子</p>	<p>p. 283</p> <p>3 放射線とその性質</p> <p>A 放射線</p> <p>【図 28】 磁場内の放射線の進み方</p> <p>【表 3】 放射線の性質</p> <p>【実験 42】 放射線の観察</p> <p>B α 崩壊・β 崩壊</p> <p>【図 29】 α 崩壊と β 崩壊</p> <p>【図 30】 崩壊系列(ウラン系列)</p> <p>【例題 6】 放射性崩壊</p> <p>【脚注 1】 中性子の崩壊</p> <p>C 半減期</p> <p>【図 31】 放射性元素の残留率の時間変化</p> <p>【表 4】 いろいろな半減期</p> <p>【脚注 1】 基底状態の半減期</p> <p>【脚注 2】 励起状態の半減期</p> <p>【例題 7】 半減期</p> <p>【コラム】 炭素の放射性同位体による年代測定</p> <p>p. 288</p> <p>D 放射線の測定単位</p> <p>【表 5】 放射線の測定単位</p> <p>E 放射線の影響と利用</p> <p>【図 32】 暮らしの中で浴びる放射線の量(実効線量)の例</p> <p>【脚注 1】 線量率の単位</p> <p>p. 289</p> <p>4 核反応と核エネルギー</p> <p>A 核反応</p> <p>【図 33】 核反応の発見</p> <p>p. 290</p>	<p>p. 290</p> <p>【参考】 中性子の発見</p> <p>「…1931 年ごろ、ジョリオ・キュリー夫妻が、この放射線をパラフィン(水素を豊富に含む)に当てると陽子が飛び出すことを発見した。夫妻は、放射線を γ 線と考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、非現実的な仮定を余儀なくされた。…」とあります。</p> <p>「非現実的な仮定を余儀なくされた」という言い方は意味がわかりにくく、夫妻の仮定に疑問を投げかけられた経過も説明しきれいていません。例えば「夫妻は、この放射線を γ 線の新しい性質であ</p>
--	--	--

<p>数研出版</p> <p>改訂版 総合 物理2 波・電 気と磁 気・原 子</p>	<p>【参考】 中性子の発見 電気をもたない中性子は、霧箱では飛跡を直接見ることはできない。中性子は、どのようにして発見されたのであろうか。 1920年ごろ、すでにラザフォードは、陽子と同じ質量の電気をもたない粒子の存在を予言していた。1930年、ボーテ(ドイツ)らが、ポロニウム Po から放出される粒子をベリリウム Be に当てると、透過力の強い放射線が出ることを発見し、1931年ごろ、ジョリオ・キュリー夫妻が、この放射線をパラフィン(水素を豊富に含む)に当てると陽子が飛び出すことを発見した。夫妻は、放射線を γ 線と考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、非現実的な仮定を余儀なくされた。一方、チャドウィック(イギリス)はこの未知の放射線を水素だけでなく He や N などにも当て、未知の放射線を、電気をもたず陽子とほぼ等しい質量の粒子と考えると、すべての現象がうまく説明できることを示し、その粒子を中性子とよんだ。論文が投稿されたのは1932年である。</p> <p>【脚注1】 ジョリオ・キュリー夫人</p> <p>B 質量とエネルギーの等価性 【図34】 原子核の結合エネルギー 【図35】 核子1個あたりの結合エネルギー 【脚注2】 $1\text{MeV}=10^6\text{ eV}$</p> <p>C 核エネルギー 【図36】 核反応で発生する核エネルギーと結合エネルギー</p> <p>D 核分裂反応 【脚注1】 ウランの核分裂 【図37】 ウランの核分裂の一例 【図38】 核分裂($X \rightarrow 2Y$)と結合エネルギーの関係 【例題8】 核反応と核エネルギー</p> <p>p. 294</p> <p>E 原子力発電 図39はウランを核燃料とするときの原子力発電の原理を示したものである。遅い中性子(熱運動と同程度の速さの中性子)が $^{235}_{92}\text{U}$ に衝突すると、図に示すようにいろいろな壊れ方の核分裂が起こる。このときいずれの場合も200MeV程度のエネルギーが解放され、2~3個の速い中性子が出る。この速い中性子が $^{235}_{92}\text{U}$ に衝突しても、遅い中性子の場合と違ってほとんど核分裂は起こらない。そこで、速い中性子を、減速材(水や重水など)に衝突させて中性子を遅</p>	<p>ると考え、陽子の放出をコンプトン効果(γ 線と陽子の衝突)で説明しようと試みたが、質量がほとんど無視できる γ 線には原子核から陽子をはじき出すだけの運動量はないはずだと指摘され、夫妻の考えは否定された」とするほうがより正確で、「非現実的な仮定」より分かりやすいと考えます。</p> <p>p. 294</p> <p>E 原子力発電 「…なお、少ない燃料では核燃料表面から中性子が核反応することなく失われるので、連鎖反応を持続的に起こすためには核燃料の量に下限があり臨界量とよばれる」とあります。 燃料の核分裂のおこり方と臨界量の表現としては「原子炉では、ウラン235の核分裂で生まれた中性子は、途中でウラン238、冷却材、被ふく管などに吸収される分があり、また炉心から外に漏れる量など中性子が無駄に消費される分がある。連鎖反応を持続的に起こすためには、これら無駄に失われる中性子を十分カバーできる燃料量が必要で、その最小限の量を臨界量とよぶ」とすることを提案します。</p>
---	---	--

<p>数研出版 改訂版 総合物理2 波・電気と磁気・原子</p>	<p>くし、再び $^{235}_{92}\text{U}$ に吸収させて核分裂を起こしやすくする。このようにして次々に核分裂が起こることを連鎖反応という。原子力発電は原子炉で核分裂によって発生した熱を利用してタービンを回し発電する。中性子を吸収する制御棒を用いて、核分裂の連鎖反応が爆発的に起こらず持続的に起こるように制御している。連鎖反応が持続的に保たれる条件がちょうど満たされるとき、原子炉は臨界にあるといい、中性子数は一定に保たれている。原子炉の稼働は臨界近くで行われる。なお、少ない燃料では核燃料表面から中性子が核反応することなく失われるので、連鎖反応を持続的に起こすためには核燃料の量に下限があり臨界量と呼ばれる。</p> <p>原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、放射性廃棄物の処理などの問題がある。</p> <p>2011年の東日本大震災では、福島第一原子力発電所で炉心(原子炉の中心部分)の冷却機能が失われ、炉心溶融(メルトダウン)が起こり、さらに、莫大な量の放射性物質が外部に放出される、という事故が起きた。原子力発電の稼働にあたっては、このような重大事故に対する厳重かつ多重の安全対策が不可欠である。</p> <p>また、原子炉内で核分裂によってできた原子核、中性子を吸収した原子核の中には、$^{37}_{55}\text{Cs}$ や $^{90}_{38}\text{Sr}$ などのように半減期が数十年のものや、$^{237}_{93}\text{Np}$ のように半減期が2百万年にも及ぶ原子核が含まれる。このような寿命の長い放射性廃棄物の処理は重要な課題である。</p> <p>【図 39】 原子力発電の原理(連鎖反応) 【脚注 1】 核燃料 【脚注 2】 重水素, 重水 【脚注 3】 臨界量</p> <p>p. 295</p> <p>【参考】 原子力発電の種類 【図 A】 軽水炉のしくみ ㉑ 沸騰水型 ㉒ 加圧水型</p> <p>F 核融合反応 【図 40】 核融合の例 【図 41】 核融合($2X \rightarrow Y$)と結合エネルギーの関係</p> <p>p. 297</p> <p>5 素粒子 A 自然の階層性と素粒子 B クォーク模型 C 自然界に存在する4つの力</p>	<p>「原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、放射性廃棄物の処理などに問題がある」とあります。</p> <p>放射性廃棄物は原子力発電以外にも医療など様々な放射線利用の中で生じており、「処理」は特段問題となっていません。</p> <p>原子力発電により生じる特有の放射性廃棄物としての”高レベル放射性廃棄物”の「処分(場)」が問題となっています。したがって「原子力発電は、地球温暖化の原因といわれる二酸化炭素排出の問題はないが、重大事故の危険性や、高レベル放射性廃棄物の処分などに問題がある。」とすればより適切と考えます。</p> <p>p. 295</p> <p>【参考】 原子力発電の種類 【図 A】 軽水炉のしくみ ㉑ 沸騰水型</p> <p>図に再循環ポンプと給水ポンプがないので、厳密に言うと冷却水が炉心内を循環しません。再循環ループと再循環ポンプおよび海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入しておくことが望まれます。また、圧力抑制プールの水は、事故時に使われることも説明が望まれます。</p>
--	--	---

<p>数研 出版 改訂版 総合物 理 2 波・電 気と磁 気・原 子</p>	<p>【コラム】 ヒッグス粒子 【コラム】 素粒子の世代混合と物質と反物質の非対称性, ニュートリノの質量, 太陽ニュートリノ p. 301 【演習問題】 1. ボーアの理論 2. 放射性崩壊・半減期 3. 核反応と核エネルギー</p>	<p>⑥ 加圧水型 図に冷却水を回す一次冷却水ポンプ, 二次冷却水ポンプおよび海水を復水器に取り込む循環水ポンプを記入しておくことが望まれます。</p>
<p>第一 学習社 高等学 校 改訂 物理</p>	<p>第IV章 原子 p. 349～412 p. 349 第1節 電子と光 1 電子 1 陰極線 2 電子の比電荷 【脚注】 科学者 J. J. トムソン 3 電子の電荷と質量 【脚注】 科学者 ミリカン 【脚注】 科学者 H. A. ウィルソン p. 357 2 光の粒子性 1 光電効果 【脚注】 科学者 H. R. ヘルツ 2 光電効果の実験 3 光量子仮説 【脚注】 科学者 プランク 4 光電効果と仕事関数 P. 364 3 X線 1 X線の発生 【図 13】 X線写真(レントゲン写真) 【図 14】 X線の発生</p>	<p>なし</p>

<p>第一 学習社</p> <p>高等 学校 改訂 物理</p>	<p>【図 15】 X線のスペクトル 2 X線の波動性 【脚注】 科学者 レントゲン</p> <p>p. 365</p> <p>【参考】 X線の発生</p> <p>2 X線の波動性</p> <p>【図 16】 X線回折の実験装置とラウエ斑点 【図 17】 X線の散乱 【脚注】 科学者 ラウエ 【例題 3】 ブラッグ反射 【脚注】 科学者 ブラッグ</p> <p>3 X線の粒子性とコンプトン効果</p> <p>【図 18】 コンプトン効果の原理 【脚注】 科学者 コンプトン 【脚注】 科学者 C. T. R. ウイルソン</p> <p>p. 370</p> <p>4 粒子の波動性</p> <p>1 物質波</p> <p>【図 19】 電子線による回折 【脚注】 科学者 ド・ブロイ</p> <p>2 粒子性と波動性の二重性</p> <p>【図 20】 弱い光源によるヤングの実験 【脚注】 科学者 デビッソンとガーマー 【Plus】 ハイゼンベルクの不確定性原理 【参考】 電子顕微鏡</p> <p>p. 374</p> <p>第 2 節 原子と原子核</p> <p>1 原子の構造</p> <p>1 原子模型</p> <p>【図 21】 原子模型 (J. J トムソンの模型 長岡半太郎の模型) 【脚注】 科学者 長岡半太郎</p>	<p>p. 365</p> <p>【参考】 X線の発生</p> <p>図 a 特性X線 図 b 連続X線は特性X線と連続X線の違いを分かりやすく説明しています。</p>
--	--	--

<p>第一 学習社</p> <p>高等 学校 改訂 物理</p>	<p>【図 22】 原子核による α 線の散乱 【図 23】 ラザフォードの原子模型 【脚注】 科学者 ラザフォード</p> <p>p. 376</p> <p>2 水素原子のスペクトル 【図 24】 連続スペクトルと線スペクトル 【図 25】 水素原子のスペクトル 【脚注】 科学者 バルマー ライマン パッシェン リュードベリ</p> <p>3 ボーアの原子模型 【図 26】 ラザフォードの原子模型の難点 ボーアの仮説 ボーアの量子条件 【図 27】 原子内の電子波 【Plus】 量子 ボーアの振動数条件 【図 28】 光子の吸収と放出 【脚注】 科学者 ボーア</p> <p>4 水素原子のエネルギー準位とスペクトル 【図 29】 水素原子の電子の軌道 【図 30】 水素原子のエネルギー準位とスペクトル</p> <p>5 原子のスペクトル 【実験 3】 スペクトルの観察 【参考】 フランク・ヘルツの実験 【脚注】 科学者 フランクと G. L. ヘルツ</p> <p>p. 384</p> <p>2 原子核と放射線 1 原子と原子核 原子核の構成 【図 31】 ヘリウム原子のモデルと構成粒子 【図 32】 原子・原子核の表し方</p> <p>2 原子の質量</p>	<p>なし</p>
--	---	-----------

<p>第一 学習社 高等 学校 改訂 物理</p>	<p>【表 2】 同位体と存在比 【脚注 1】 統一原子質量単位 【脚注】 科学者 ドルトン</p> <p>p. 386</p> <p>3 放射線の種類と性質 【図 33】 磁場による放射線の経路 【表 3】 放射線の実体と性質 【図 34】 放射線の透過力</p> <p>4 原子核の放射性崩壊 α 崩壊 【脚注 1】 核反応式 【図 35】 α 崩壊 β 崩壊 【脚注 2】 β 崩壊の説明 【脚注 3】 β+崩壊 【図 36】 β 崩壊 γ 崩壊 崩壊系列 【図 37】 崩壊系列(ウラン系列) 【Plus】 崩壊系列と質量数 【整理】 放射性崩壊 【脚注 1】 崩壊系列に属さない放射性核種の存在 【例題 5】 原子核の崩壊 原子核の安定性 【図 38】 安定な原子核の陽子の数と中性子の数</p> <p>p. 390</p> <p>5 半減期 【図 39】 半減期 【表 4】 半減期の例 【脚注 1】 中性子の半減期 【例題 6】 半減期</p>	<p>なし</p>
---	---	-----------

<p>第一 学習社</p> <p>高等 学校 改訂 物理</p>	<p>【実験 4】 半減期のモデル 【参考】 半減期を利用した年代測定</p> <p>6 放射能・放射線の単位 ベクレル グレイ シーベルト</p> <p>【脚注 1】 等価線量 【脚注】 科学者 ベクレル, グレイ 【脚注】 科学者 シーベルト</p> <p>p. 393</p> <p>7 放射線の利用 【図 40】 日常生活と放射線 【Topic】 ガンマナイフ 【図 a】 ガンマナイフ</p> <p>p. 394</p> <p>3 核反応とエネルギー 1 質量欠損と結合エネルギー 質量欠損 【図 41】 質量欠損 結合エネルギー 【図 42】 ${}^4_2\text{He}$ の原子核の結合エネルギー 【脚注】 科学者 アインシュタイン 【図 43】 核子 1 個あたりの結合エネルギー 【例題 7】 質量欠損と結合エネルギー</p> <p>p. 396</p> <p>2 核反応 【図 44】 霧箱内に生じた核反応 【脚注 1】 核反応の起こさせ方 【脚注 2】 α 線の飛程 核反応によるエネルギー 【図 45】 核反応と核エネルギー 【例題 8】 核反応とエネルギー</p>	<p>なし</p>
--	---	-----------

<p>第一 学習社</p> <p>高等 学校 改訂 物理</p>	<p>3 核分裂 核分裂の特徴 【図 46】 核分裂 【図 47】 連鎖反応 核分裂の反応式 【図 48】 核分裂のエネルギー 【例題 9】 核分裂とエネルギー</p> <p>p. 400 原子力発電 …しかし、2011 年におこった東日本大震災では、福島第一原子力発電所において、原子炉が制御不能となり、大量の放射性物質が環境中に放出される重大な事故が発生している。</p> <p>【図 49】 原子力発電</p> <p>4 核融合 【図 50】 核融合の原理 【図 51】 太陽 【図 52】 核融合実験装置</p> <p>p. 402 4 素粒子と宇宙 1 素粒子 2 素粒子の分類 3 クォークとレプトン 4 自然界の基本的な力 5 素粒子と宇宙</p> <p>p. 408 【探究活動 14】 プランク定数の測定</p> <p>p. 410 【探究活動 15】 放射性物質とその半減期</p>	<p>p. 400 原子力発電 「…原子炉が制御不能となり、大量の放射性物質が環境中に放出される重大な事故が発生している」とあります。この記述ではどのような原因で制御が不能になたかわかりません。 「…原子炉が冷却不能となり燃料が溶融し、大量の放射性物質が環境中に放出される重大な事故が発生している」とするほうがわかりやすいと考えます。</p> <p>p. 410 【探究活動 15】 放射性物質とその半減期 として実験を紹介しています。 この実験は難易度も高くなく空中に浮遊する放射性物質の存在を実感しその半減期を調べるよい活動だと思います。 ・集塵する掃除機にあまり負荷をかけたくなければ、クッキングペーパーの代わりに市販の使い捨てマスクがいいでしょう。 ・単に空気中とありますが、普通教室や廊下などでは室外と空気を入れ替わっていて放射性物質をうまく取れない場合があります。地下室や更衣室など空気が澱んでいる場所の方がよく取れます。</p>
--	---	---

第 4 章 調査の記録

1. 会議等の開催記録

本調査のために、教育委員会の下に教科書調査担当者（教科書調査ワーキンググループ、教科書調査WG）を置き、幹事会議を開催し、メールで随時の意見交換を行って調査を進めた。また、同委員会に活動を報告しつつ調査を進めた。

平成 29 年 8 月 17 日（木） 教育委員会

教科書調査に関する方針および教科書調査WGの設置を承認。

平成 29 年 9 月 9 日（土） 教科書調査WG

教科書調査の依頼、資料の送付、コメント作成の依頼

平成 29 年 12 月 12 日（火） 教育委員会

教科書調査WGの活動の中間報告

平成 30 年 1 月 11 日（木） 教科書調査WG幹事会

調査および解析の方針について意見交換

平成 30 年 5 月 17 日（木） 教育委員会

調査報告書原案の説明を行い、承認を得た。

2. 教科書調査担当者および教育委員会委員

教科書調査担当者（教科書調査WG）

氏名 所属（#：WG主査，*：WG幹事）

岡田 往子 東京都市大学*

工藤 和彦 元九州大学#

笠井 重夫 東芝原子力エンジニアリングサービス（株）

菊池 裕彦 三菱重工業（株）

熊谷 明 元（一社）日本原子力文化財団*

櫻井 俊吾 （株）東芝電力システム社

杉本 純 元東京工業大学*

寺澤倫孝 兵庫県立大学
 中島 健 京都大学＊
 松永一郎 (一社)原子力学会シニアネットワーク
 連絡会
 山下清信 (一財)原子力国際協力センター＊
 芳中一行 (国研)日本原子力研究開発機構
 若杉和彦 (一社)原子力学会シニアネットワーク
 連絡会
 調査協力
 安藤 仁 (株)科学新聞社

教育委員会委員

氏名	所属 (＃：委員長)
上坂 充	東京大学＃
高橋 信	東北大学大学院
日高 昭秀	(国研)日本原子力研究開発機構
吉田 拓真	日立GEニュークリアエナジー(株)
宇埜 正美	福井大学
金川 説子	三菱重工業(株)
木藤 啓子	(一社)日本原子力産業協会
工藤 和彦	元九州大学
吉田 克己	東京工業大学
高木 利恵子	エネルギー広報企画舎
高田 英治	富士電機(株)
高田 英治	富山高等専門学校
田辺 朗	東芝エネルギーシステムズ(株)
浜崎 学	MHI ニュークリアシステムズ・ソリューションエンジニアリング (株)
藤原 充啓	東北大学大学院

矢野	隆	(株)Jライフ・システム
芳中	一行	(国研)日本原子力研究開発機構
大塚	庸介	東京電力ホールディングス(株)
本田	一明	(一社)原子力安全推進協会
榎田	洋一	名古屋大学大学院
深田	智	九州大学大学院
佐藤	修彰	東北大学
岡嶋	成晃	(国研)日本原子力研究開発機構

3. これまでに公表した報告書

- 「初等・中等教育における「エネルギー」の扱いと高等学校学習指導要領に関する要望書」平成8年5月 原子力学会
- 「参考資料 高等学校教科書の中の原子力に関する不適切な記述例」平成8年5月 日本原子力学会
- 「参考資料 高等学校，中学校教科書の中の原子力に関する不適切な記述例」平成16年12月 日本原子力学会
- 「初等・中等教科書および学習指導要領におけるエネルギー・原子力の扱いに関する要望書」平成17年8月 原子力学会
- 「新学習指導要領に基づく小中学校教科書のエネルギー関連記述に関する提言」平成21年1月 原子力学会
- 「新学習指導要領に基づく高等学校教科書のエネルギー関連記述に関する提言」平成22年1月 原子力学会
- 「新学習指導要領に基づく小学校教科書のエネルギー関連記述に関する調査と提言」平成23年1月 原子

力学会

「新学習指導要領に基づく中学校教科書のエネルギー
関連記述に関する調査と提言」平成 24 年 3 月 原子
力学会

「新学習指導要領に基づく高等学校教科書のエネルギー
関連記述に関する調査と提言」平成 25 年 3 月 原
子力学会

「新学習指導要領に基づく高等学校教科書の原子力関
連記述に関する調査と提言」平成 27 年 3 月 原子力
学会

「新学習指導要領に基づく中学校教科書の原子力関連
記述に関する調査と提言」平成 28 年 6 月 原子力学
会

「新学習指導要領に基づく高等学校教科書のエネルギー
・環境・原子力・放射線関連記述に関する調査と提
言―地理歴史科・公民科の調査―」平成 29 年 6 月 原
子力学会

【平成 21 年 1 月以降の報告書は原子力学会の下記
URL で閲覧できます】

http://www.aesj.net/education/syoto_tyutokyoiku/

【本報告書に関する問合せ先】

原子力学会 教育委員会（原子力学会事務局）

<http://www.aesj.net>