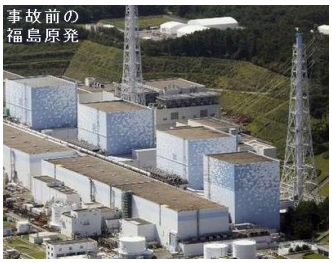
どうする、原子力発電。

by　伊藤育雄



2011年3月11日、東日本大震災がおき、福島県では震度6の地震があり、福島第一原子力発電所近くには13mもの津波がおしよせました。地震による停電、津波による発電機やポンプの故障などで、核燃料を冷やすための水が送れなくなりました。

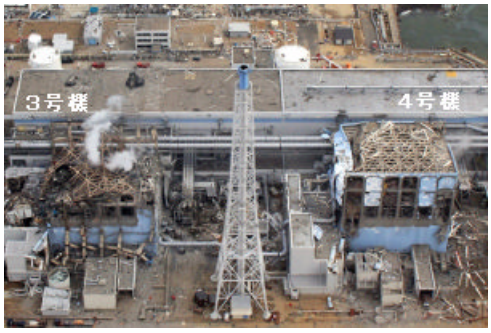
そのため、高熱になった核燃料が周りの金属をとかし、原子炉の底に落ちるというメルトダウン(重大な原発事故の一つ)が1・2・3号機でおきました。さらに、高熱のために金属管から発生した水素が1・3号機で爆発し、建屋が壊れました。そして、この爆発・水もれやベント(原子炉の弁を開けて水蒸気を出すこと)などで、大量の放射性物質が空や海に放出されました。

【問題1】この事故で出された放射性物質は63～77万テラベクレルと言われています。ほかの事件と比べたとき、この量はどのあたりになるのでしょうか。

※放射性物質とは、放射線を出す物のこと。 テラは1兆のことで、ベクレルは放射能(放射性物質が放射線を出す能力)の単位のこと。

ア．アメリカ軍が広島に落とした原子爆弾と同じくらいの量。
イ．ソ連(今はウクライナ)のチェルノブイリ原子力発電所の事故の5分の1くらいの量。
ウ．ソ連(今はウクライナ)のチェルノブイリ原子力発電所の事故の2分の1くらいの量。
エ．ソ連(今はウクライナ)のチェルノブイリ原子力発電所の事故と3分の2くらいの量。

福島原子力発電所

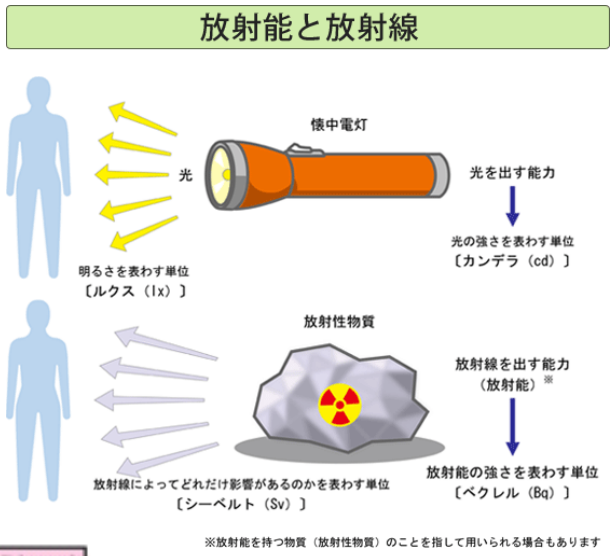


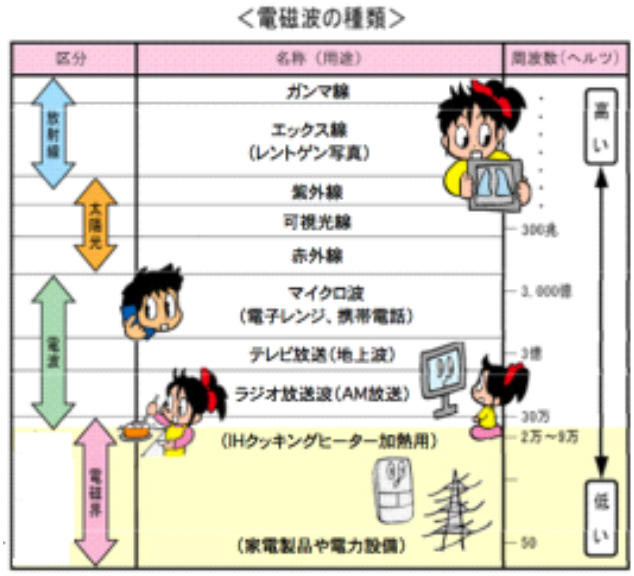
※チェルノブイリ原子力発電所の事故は、1986年4月26日にソビエト連邦(今のウクライナ)でおきました。実験中に原子炉が爆発し、大量の放射性物質が放出され、史上最大の原発事故となりました。

【答え】イです。日本政府の発表によると、放射性物質の一つであるセシウム137の放出量で比べるなら、福島第一原発からの放出量は広島に落とされた原爆の168個分にあたります。チェルノブイリ原発事故では原爆の890個分となります。(国際科学会議によって設立された環境問題科学委員会調べ)　つまり、福島はチェルノブイリの約19%で、5分の1くらいの量になります。

放射性物質とは、放射線を出す物のことです。放射線には二つの種類があって、一つは空間を飛び回っている目には見えない小さな粒で、放射性物質から出されるアルファ線やベータ線などがあります。もう一つは病院で使われるエックス線やガンマ線などで、これらは「電磁波」の仲間に入ります。

大量の放射線が人の体にふれたり(外部被曝)、体の中に入ったり(内部被曝)すると、人体に大きな影響が出ます。放射性物質のヨウ素131は甲状腺に集まるため、甲状腺がんになってしまい、ストロンチウム90は血液を作る骨髄に集まるため、白血病になってしまいます。セシウム137は全身にまわるので、さまざまながんを引き起こしてしまいます。特にプルトニウム239が出すアルファ線はとても強く、そのため、人体への影響が大きく、すぐに命をうばうこともあります。





(東京電力HP))

【問題2】それぞれの放射性物質が出す放射線量が半分に減るのには、どれくらいの時間がかかるのでしょうか。(これを半減期といいます。)

・ヨウ素131は？　(ア. 8日　イ. 3か月　ウ. 8年　エ. 30年　オ. 80年)
・ストロンチウム90は？　(ア. 9日　イ. 2か月　ウ. 9年　エ. 29年　オ. 92年)
・セシウム137は？　(ア. 8日　イ. 3か月　ウ. 8年　エ. 30年　オ. 80年)
・プルトニウム239は？　(ア. 24日　イ. 24か月　ウ. 24年　エ. 240年　オ. 24000年)

【答え】上から、ア・エ・エ・オです。ヨウ素131以外は30年近くから24000年かかって、やっと半分になるのです。半減の意味を重さにたとえてセシウム137で説明すると、120gの物が30年で60gになり、60年で30gになり90年で15gになるという計算になります。0g近くになるには、何年かかるのでしょうか。

チェルノブイリ原発事故による死者は、4000人という説から100万人という説まであり、はっきりとしたことはわかりません。しかし、事故から25年たった今も、事故現場から30km以内は立ち入り禁止となっています。

原子力災害 原発事故由来の放射性物質

	I-131 ヨウ素131	Sr-90 ストロンチウム90	Cs-137 セシウム137	Pu-239 プルトニウム239
出す放射線の種類	β, γ	β	β, γ	α, γ
物理学的半減期	8日	29年	30年	24,000年
蓄積する器官・組織	甲状腺	骨	全身	肝臓、骨

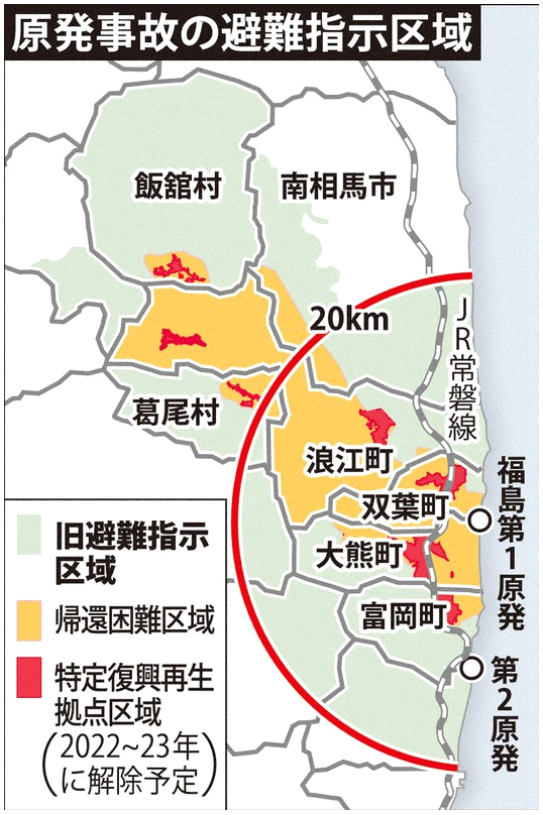
福島第一原発事故で放出された放射性物質は、風に乗って北西の方向に流れました。そのため、遠くは50km近く離れた飯舘村まで、避難をしなければならない地区に指定されました。

9年後の2020年、避難指示が解除された市町村に住民票を登録しているのは合わせて約4万7千人で、このうち実際に住んでいる人は約1万4千人です。まだ、12の市町村で約4万8千人もの人が自宅に帰ることができず、避難生活を送っています。これらの市町村では人が生活していないため、イノシシやネズミが異常に増えています。

帰還困難区域…5年をすぎても、年間の放射線量が20ミリシーベルトを超えるおそれがあり、年間の放射線量が50ミリシーベルトを超える区域。

避難指示解除区域…年間の放射線量が20ミリシーベルト以下となることが確認され、居住が可能となった区域。

特定復興再生拠点区域…2022年～23年には避難指示が解除される区域。



(福島復興ステーションHP)

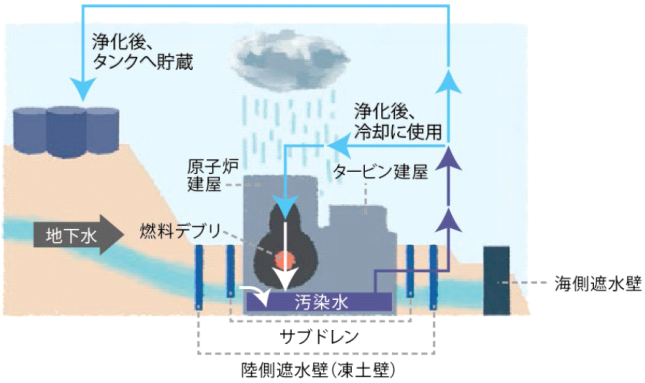
※シーベルトとは、放射線をあびた時の人体への影響を表す単位です。1年間に50ミリシーベルト以内が、放射線にさらされてもよい限度です。一度に3000～5000ミリシーベルトの放射線にさらされると半分の人が死亡し、7000ミリシーベルトならほぼ全員が死亡します。(日本・原子力安全委員会による基準)

もう一つ「水」の問題があります。事故により燃料棒が溶融し、原子炉圧力容器やその外側の原子炉格納容器内で発生した「燃料デブリ」(燃料や容器などが溶けて固まった物)に含まれる放射性物質(セシウム・ストロンチウム・トリチウムなど)が燃料デブリの冷却水と触れ、「汚染水」となりました。そ

の汚染水は原子炉建屋内やタービン建屋内に貯まっていました。そこへ地下水が流入し、汚染水は流入した地下水の量だけ新たに発生しているのです。

汚染水に含まれる放射性物質を多核種除去設備(ALPS)を用いて除去しています。その浄化処理後の水を「処理水」といいます。「トリチウム」は除去できないため、処理水には「トリチウム」が含まれたまま、タンクに入れて福島第一原子力発電所の敷地内に貯蔵されています。

保管しているタンクの容量は、2022年には限界(117万㎥)に達するため、政府は2023年には海洋放出をする方針を固めました。これに対して、全漁連(全国漁業協同組合連合会)は風評被害を懸念して海洋放出の反対を訴えています。



【問題3】原子力発電所は事故さえなければ、安全でしょうか。

ア. 安全である。　　イ. 安全ではない。

・「イ」と答えた人に聞きます。何が安全ではないのですか。

(　　)

東京電力・新潟柏崎原子力発電所

【答え】イです。原子力発電所では、ウランやプルトニウムが燃料として使われます。それらを核分裂させると、大量の熱が出ます。(これを一気に行えば、原子爆弾になります。) その熱で水をわかして水蒸気をつくります。発生した水蒸気の勢いでタービンを回し発電します。核分裂したあとにできる使用済み燃料には、多くの放射性物質(プルトニウム239・ヨウ素131・セシウム137・ストロンチウム90など)が含まれます。

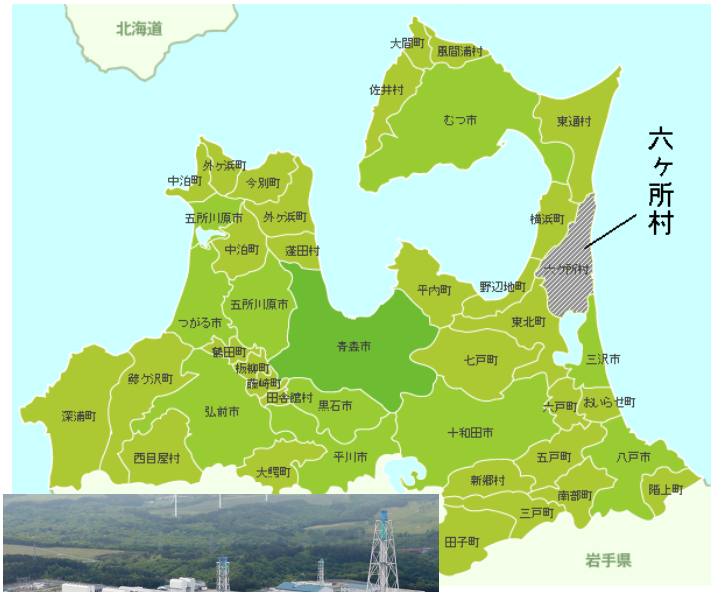
問題２で「半減期」を学びました。事故がなくても、使用済み燃料から出される放射線量は、30年～24000年(ヨウ素131以外)でやっと半分になるのです。ドラム缶につめようが、地中にうめようが、放射線がなくなることはありません。また、今の科学の力では、放射線を消すことはできません。だから、原子力発電所は「トイレのないマンション」だと、よく言われます。

・「トイレのないマンション」を想像してみましょう。 (　　)

青森県の六ヶ所村に、日本原燃という会社が約2兆1900億円の費用をかけて核燃料の再処理工場をつくりました。ここでは、使用済み核燃料を集め、その中から核燃料のウランとプルトニウムを取り出しています。(試運転中)　ウラン・プルトニウムを再利用するための処理なので、放射線をなくす処理ではありません。

トイレがないため、全国の原子力発電所内の貯蔵施設には、放射性廃棄物がドラム缶に換算して約50万本分が貯蔵されています。六ヶ所村の施設では、約21万本のドラム缶がうめられ、約14万本分が保管されています。(資源エネルギー庁「エネルギー白書」2010年・2012年)

日本では、使用済み燃料を最終的にどう処分するのかは決まっていません。今のところ、地中にうめる方法しかないと思いますが、どこにうめるのかを決めるのはかなり難しい問題になります。それは、「うめてもいいよ」と立候補する市町村が出てこないと、決まらないからです。

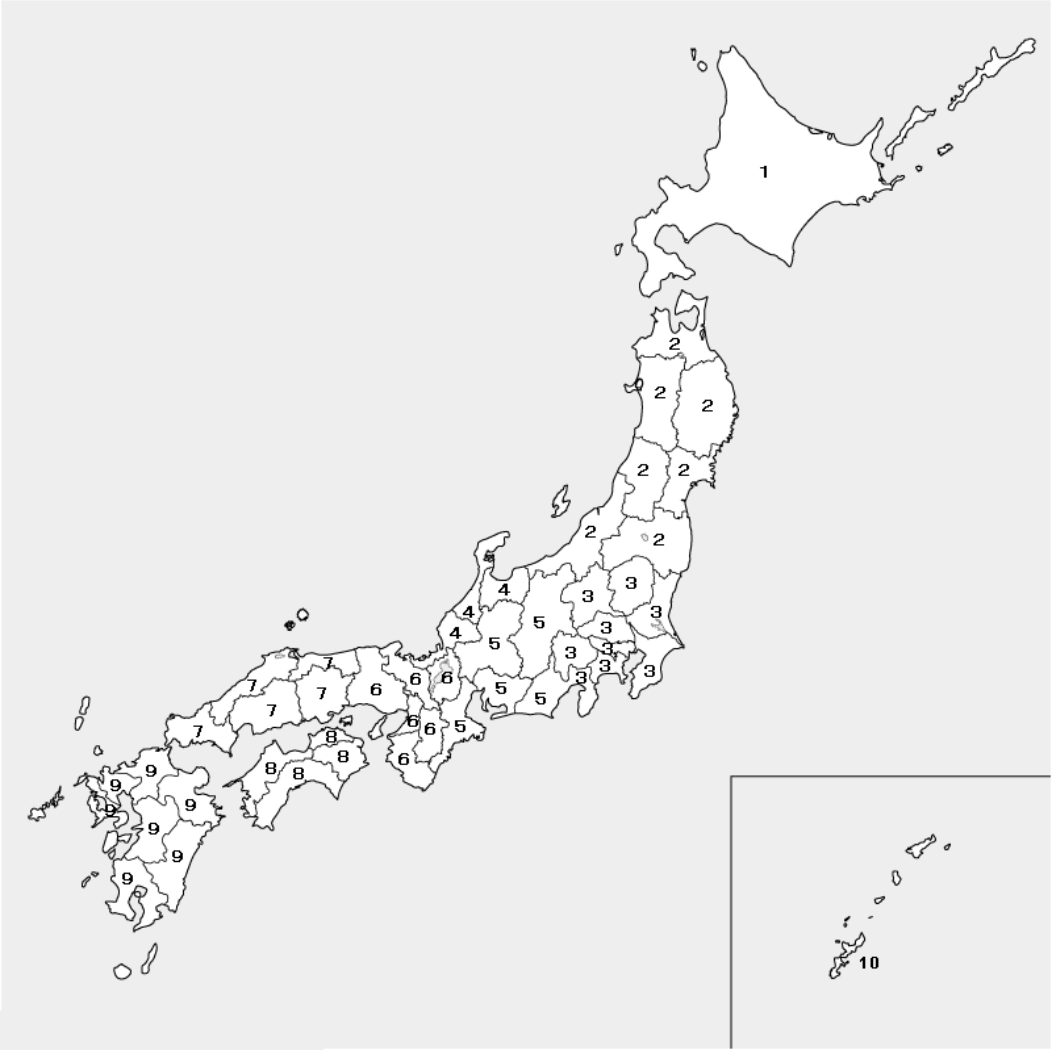


【問題4】福島第一原子力発電所は東京電力がつくったものです。さて、東京電力とは、どんな会社(企業)でしょうか。

ア. 国が国民のために設立した公企業
イ. 東京都が都民のために設立した公企業
ウ. 民間人が利益を上げるために設立した私企業

公企業	国営企業	国有林野事業	
	独立行政法人	印刷局、造幣局など	
	特殊法人	日本電信電話株式会社、日本郵政株式会社、NHKなど	
	地方公営企業	上下水道など	
私企業	共同企業	会社企業	株式会社
			合名会社
			合資会社
			合同会社
		組合企業	農業協同組合など
	個人企業	個人商店など	

【答え】ウです。東京電力以外にも、北海道電力・東北電力・北陸電力・中部電力・関西電力・中国電力・四国電力・九州電力・沖縄電力という電力会社があります。すべて私企業です。



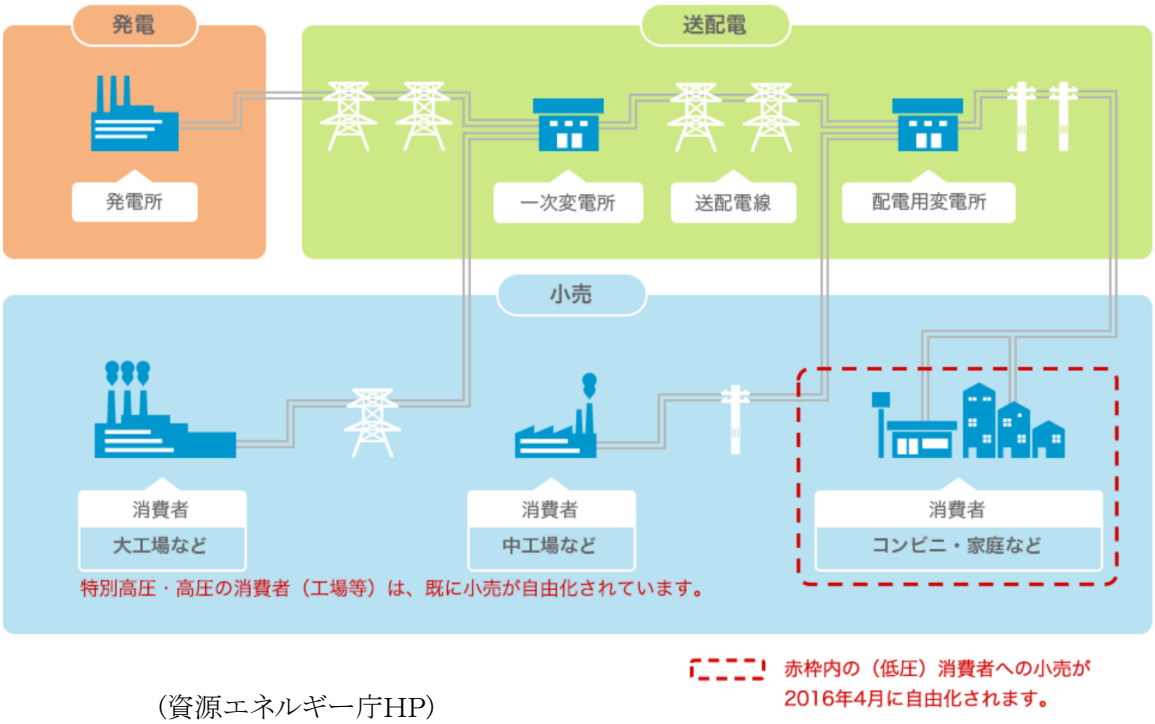
1…北海道電力	6…関西電力
2…東北電力	7…中国電力
3…東京電力	8…四国電力
4…北陸電力	9…九州電力
5…中部電力	10…沖縄電力

【問題5】あなたの家の電気代はどの会社に払っていますか。

(　　)電力　　または　　(　　)会社

【答え】電力会社なら、それぞれの地区には一つの電力会社しかないので、愛知県なら、中部電力です。今までは、その地区の電力会社からしか電気を買うことはできませんでしたが、2016年4月から、電気を買う会社を選べるようになりました。

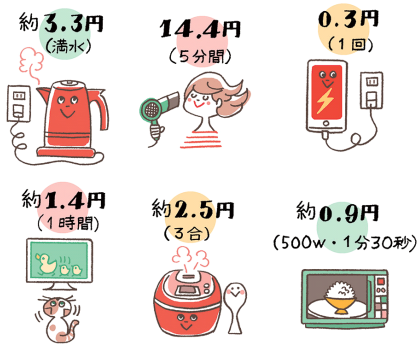
発電をする会社は10社の電力会社以外にも自由化されていましたが、今回、電気の販売(小売)が自由化され、ガス会社や携帯電話会社などが加わってきました。しかし、電気を変電所まで送り(送電)、各工場や家庭に配る(配電)ことは、各電力会社がそれぞれの地区で独占しています。



（資源エネルギー庁HP）

【問題6】それぞれの地区に一つの電力会社だけだったということは、電気料金が高くてもその地区の電力会社から電気を買うしかありません。自由化されましたが、電気料金の違いはそれほど大きくはありません。各電力会社の電気料金はどのように決まるのでしょうか。

ア．各電力会社が自由に決める。
イ．各都道府県の認可が必要な料金を加えて、各電力会社が自由に決める。
ウ．経済産業省の認可が必要な料金を加えて、各電力会社が自由に決める。

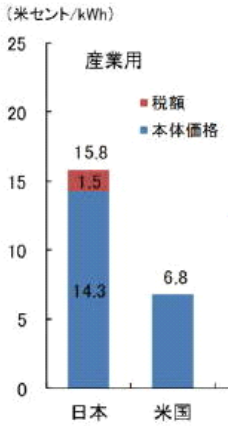


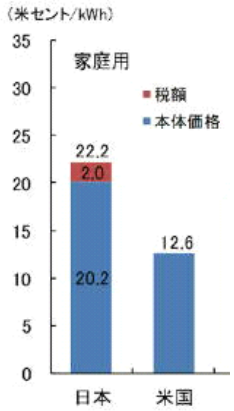
【答え】ウです。もともとは電気事業法にもとづき、電気料金は経済産業大臣が認めるというしくみ(公共料金)でした。発電・送電・配電にかかる費用に一定の利益を加えて、電力会社は電気料金を設定し申請していました。一定の利益の「一定」とは、発電や送電・配電を行う施設の資産の3%と定められていたので、施設にお金をかければかけるほど利益が増えるしくみでした。

自由化以後は、経済産業省の認可が必要な「託送料金」に自社における必要な費用を加え、電気料金を設定しています。各社の料金差が少ないのは、「託送料金」が共通であるからです。「託送料金」には、発電所開発費用や送電費用のほかに、福島第一原子力発電所事故の補償金負担や原子力発電所の廃炉にかかる費用負担が含まれています。

2019年、「日本原子力発電の収入が、原発を動かしていないにもかかわらず、8年間で1兆円近くになった。」(朝日新聞)という報道がありました。日本原子力発電という会社がもっている二つの敦賀原子力発電所と東海原子力発電所は2011年から止まっており、発電をしていません。では、なぜ収入があるのでしょうか。それは、「基本料金」として電力会社5社から毎年1000～1500億円支払われていたからです。(東京電力・関西電力・中部電力・北陸電力・東北電力) この「基本料金」は各電力会社の経費や他社の購入電力料金に含まれることになり、最終的には消費者が負担することになります。

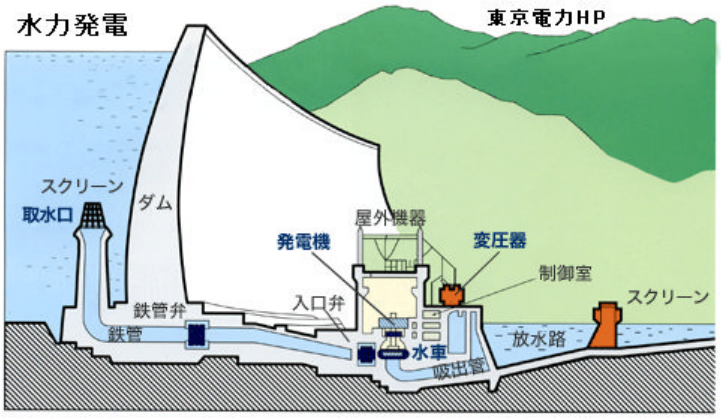
ちなみに日本の電気料金は、産業用でアメリカの約2.2倍、家庭用で約1.7倍です。(資源エネルギー庁・「エネルギー白書」2016年)



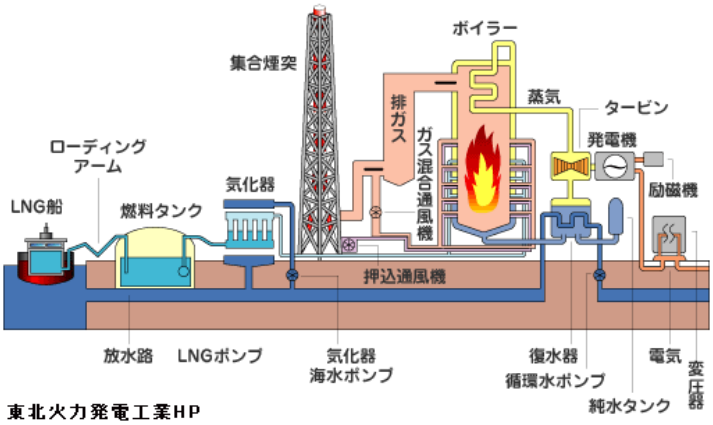


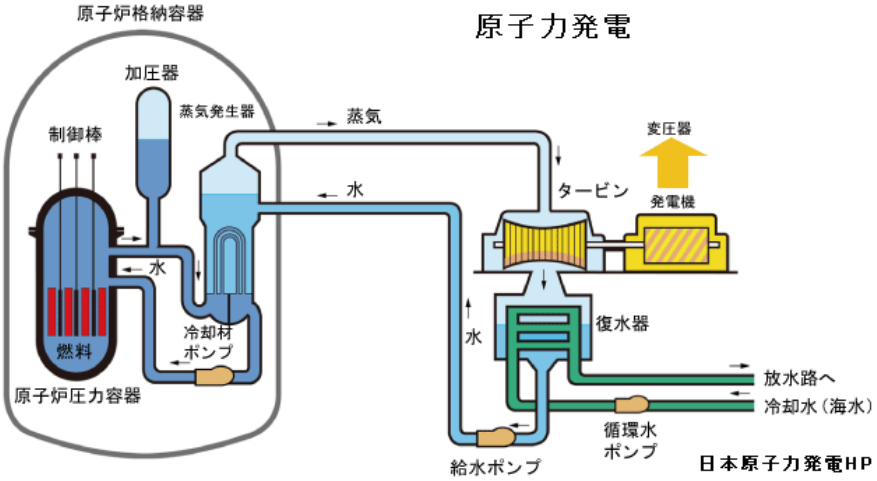
【問題7】日本のおもな発電方式は、火力・水力・原子力です。このうち、一番安い費用で発電できるのは、どれでしょうか。

ア. 水力　　イ. 石油火力　　ウ. 石炭火力　　エ. 天然ガス火力　　オ. 原子力



火力発電のしくみ（LNG火力）　　LNG＝天然ガス

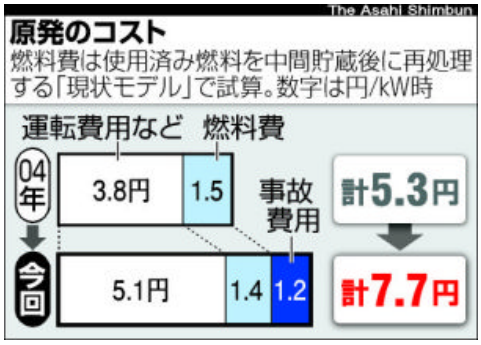




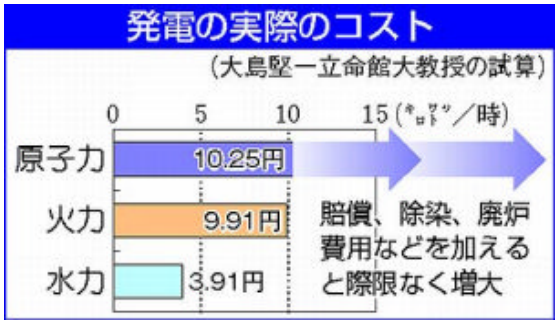
【答え】発電所の運転年数を法律で決められた年数で計算すると、7.0円／kwhの天然ガス(LNG)による火力発電が一番安いようですが、石炭による火力や原子力とは大きな差はありません。(右のグラフの下段)

しかし、原子力発電所が事故をおこした場合、周辺地域への賠償費用や放射線を取り除くによる除染費用を加えると、右下のグラフにあるように原子力は高くなります。また、事故がなくても、運転年数が過ぎて原子炉を安全に解体する(廃炉)費用がかかります。実際に解体が始まっている東海原発では、解体に約350億円、廃棄物の処分に約580億円、合計約930億円かかると言われています。

電気事業連合会「原子力・エネルギー図面集」(2011年)



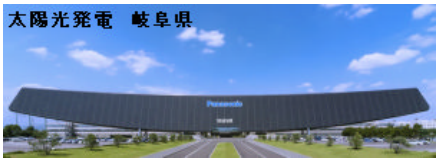
(朝日新聞2012年12月20日)

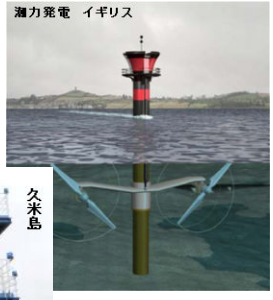


【問題8】今後はどんな発電方法を進めていくとよいのでしょうか。(中心とする順に◎○△をつける。)

ア. 大きなダムによる水力発電　　イ. 用水路や小川につけた水車による水力発電
ウ. 石炭による火力発電　　エ. 石油による火力発電
オ. 天然ガスによる火力発電　　カ. シェールガスによる火力発電
キ. メタンハイドレートによる火力発電　　ク. 原子力発電　　ケ. 風力発電
コ. 太陽光発電　　サ. 地熱発電　　シ. 波力・潮力発電
ス. 海洋温度差発電　　セ. そのほか(　　)

アは水資源の多い日本に向きますが、「ダムはムダ」とよく言われます。ダムや発電所を作るのに費用がかかり、自然環境を変えてしまうので、今以上に増やしていく必要はないと思われます。
イは安い費用で作れます。大量発電はできません。
ウは大都市に近い所で大量発電ができます。大気がかなり汚染されます。
エも大都市に近い所で大量発電ができます。石油の価格が高いので、発電コストがかかり、大気が汚染されます。
オも大都市に近い所で大量発電ができます。石油よりは安く発電できます。
カも大都市に近い所で大量発電ができます。今後天然ガスよりは安く発電できそうです。
キも大都市に近い所で大量発電ができます。しかも、日本近海の海底でとれ、日本で使う天然ガス100年分の埋蔵量があります。2013年3月、愛知県渥美半島沖の海底でとることに成功しました。今後の注目の発電方式です。
クはこれまでに学習してきたとおりです。放射性物質の処理ができません。
ケは中国・アメリカ・ドイツでさかんに行われています。再生可能エネルギーの一つとして、推進されていますが、低周波音による健康被害とバードストライキングという問題があります。
コはドイツ・スペインでさかんに行われています。再生可能エネルギーの一つとして、推進されていますが、大量発電に向けての技術の進歩が必要です。
サはアメリカやフィリピンでさかんに行われています。再生可能エネルギーの一つとして、推進されています。火山国の日本にも向いていますが、温泉地と重なります。周りの景観と温泉への影響が心配されます。
シは海の波の上下の動きや潮の満ち引きの力を使って発電します。島国の日本には向いています。再生可能エネルギーの一つとして、風力や太陽光よりも安定したエネルギーとして注目されています。しかし、台風や津波への対策が必要です。
スは熱帯から亜熱帯までの海のある地域で、24時間発電が可能です。同時に飲料水も作ることができます。沖縄の久米島で行われています。





原子力発電は「国策」(国の政策)で必要だという人たちがいます。「国策」という場合は、エネルギーとしての原子力発電ではなく、国を守るという観点から必要だとする考え方です。それは、原子力発電の技術を持っていれば、すぐにでも核兵器を開発でき、核保有国になることができるからです。

参考文献・サイト：『中学生のための放射線副読本』文科省(2011年)
『福島第一原発事故とその影響』713号・国会図書館
『一日おもしろ学校ごっこ』・「原子力発電と暮らし」岡崎勝・ゆいぽおと
『エネルギー白書』2010年・2012年資源エネルギー庁　朝日新聞
東京電力HP　福島民友新聞HP　東北火力発電HP　経済産業省・資源エネルギー庁ＨＰ
電気事業連合会HP　日本原子力発電HP