

9 健太さんと花子さんは、学校で学習したエネルギーの移り変わりについて興味をもち、徳島県の発電所について調べてみた。次の(1)～(6)に答えなさい。

**いろいろな発電の方法とエネルギーの変換について**

健太さんと花子さんは、徳島県に見られる発電所や、1人が1日に消費する電力量について調べ、次のような表や図にまとめた。

表1 徳島県のおもな発電所

発電の方法（発電所の数）	最大発生電力 [kW]
火力発電（3か所）	4100000
水力発電（19か所）	270000
太陽光発電（2か所）	4000
風力発電（1か所）	19500

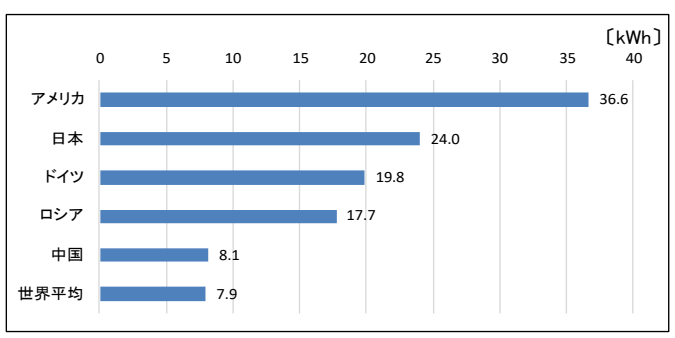
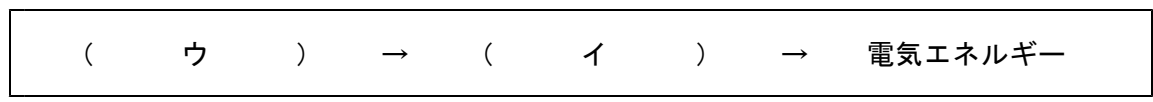


図1 1人が1日に消費する電力量（2010年）

健太さん：電気エネルギーは、いろいろな方法で作ることができるんだね。  
 花子さん：水力、火力、原子力、風力、太陽光、地熱などによって発電ができるみたいね。  
 健太さん：徳島県には、水力、火力、太陽光、風力の発電所があるよ。  
 花子さん：阿南市橘湾の石炭火力発電所は、国内最大級の設備で最大210万kWの発電ができるのよ。発電した電気は四国だけでなく、関西や中国、九州地方にも送られているそうよ。  
 健太さん：国内最大級って、どれぐらい発電できるのかな。日本人が1日に消費する電力量と比べて考えてみてはどうかね。  
 花子さん：図1で日本人1人あたりの消費する電力量を見てみると、1日に24kWh、つまり100Wの電球（ A ）個を1日中つけたままにしたほどのエネルギーを消費していることになるわ。  
 健太さん：ということは、（ B ）人分の1日に消費する電力量をまかなえることになるんだ。すごい量だね。でも、火力発電は化石燃料を使用するから、さまざまな問題があることも学習したね。  
 花子さん：徳島県でも、太陽光や風力などの新しい再生可能エネルギーの利用が始まっているけど、まだまだ開発途上だから、ずっと使われてきた水力は大切なエネルギー資源よ。  
 健太さん：徳島県には、吉野川や那賀川などに19か所も水力発電所があるようだね。水力発電について、もっとくわしく調べてみよう。

(1) 下線部の火力発電で電気エネルギーがつけられる流れになるように、次の（ ）にあてはまるエネルギーの名称を、ア～エからそれぞれ1つずつ選びなさい。



- ア 光エネルギー      イ 熱エネルギー      ウ 化学エネルギー      エ 核エネルギー

**【解説】** エネルギーの変換に関する基礎的・基本的な知識・理解を問う問題。  
 石油、石炭、天然ガスなどのエネルギー資源がもつエネルギーを化学エネルギーという。火力発電ではエネルギー資源を燃焼させて発生した熱エネルギーを、さらに運動エネルギーに変換して発電機を回転させることで電気エネルギーを得ている。 「知識」（知識）

(2) 表1・図1をもとに、( A ) ( B ) にあてはまる数字を求めなさい。

A	10	B	2100000
---	----	---	---------

【解説】 電力に関する基礎的・基本的な知識や資料を活用して、発電所で発生する電力の大きさについて、身近な生活で使われる電力と比較して考える問題。

図1の日本人1人が1日に使う電力量24kWhとは、1kWの電力（たとえば100Wの電球10個）を1日中（24時間）つけたままにしたときの大きさである。単位時間（1時間）あたりの電力は1kWであることから、

$$210\text{万kW} \div 1\text{kW} = 210\text{万人分}$$

となる。

参考：表1「徳島県のおもな発電所」は、J-POWER電源開発、徳島県企業局web、NEDO国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の各webページをもとに作成。

「活用」(適用)

### 水力発電と位置エネルギーの大きさとの関係について調べる実験

健太さんと花子さんは、水力発電では、位置エネルギーが電気エネルギーに変換されていることを知った。そこで、物体の高さや質量と位置エネルギーとの関係について調べる実験を行った。ただし、空気の抵抗や摩擦は考えないものとする。

〔実験〕

- ① 図2の位置エネルギー実験器を用いて、基準面からの高さを変えて、小球を斜面の上から転がし、木片に当てて、木片の移動距離を調べる。
- ② 質量が異なる小球を使って、①と同じように調べる。

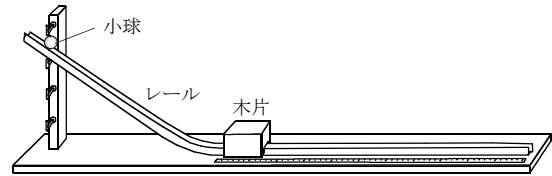


図2

〔結果〕

表2

小球の質量が同じ場合 小球の質量：20.8g

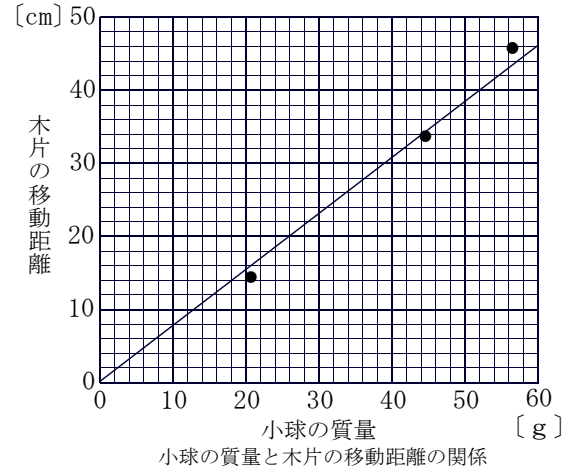
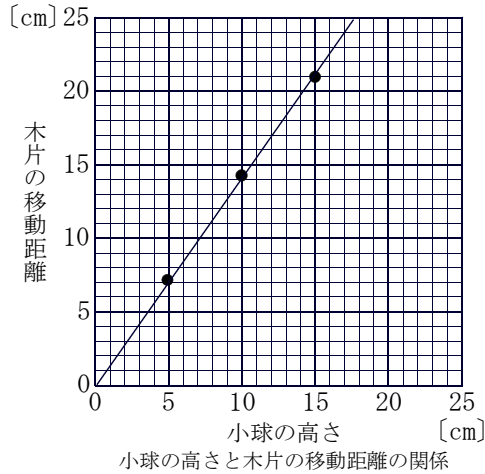
小球の高さ [cm]	木片の移動距離 [cm]
5.0	7.1
10.0	14.3
15.0	21.0

表3

小球の高さが同じ場合 小球の高さ：10cm

小球の質量 [g]	木片の移動距離 [cm]
20.8	14.8
44.6	33.8
56.3	45.6

(3) ①・②の〔結果〕について、適当な目盛りや単位などをかき、グラフに表しなさい。



【解説】 実験データを適切に処理し図表にまとめるなどの観察・実験の技能を問う問題。

○「グラフのかき方」についての注意事項

- ①横軸（変化させた量）と縦軸（変化量）を決定し、その名称を書く。
- ②横軸と縦軸に、適切な目盛り、数値をつけ、量の単位を書く。
- ③測定値を点（・）で、はっきりと正確に記入し、点の並び具合を見て、曲線か直線か判断する。
- ④曲線と判断した場合：なるべく多くの点の上やその近くを通るなめらかな曲線を引く。  
直線と判断した場合：原点を通るかどうかも考えて、点が直線の上下に同程度に散らばるように直線を引く。

○表2・表3の実験結果について

表2・表3のデータは、図2と同様の実験装置で実験した結果である。なお、衝突直前の小球の速度はほぼ一定であったが、木片の移動距離は下表のようにばらつきが大きかったので、それぞれ10回分の平均値を表のデータとして用いた。

実験① 物体の高さと位置エネルギーの関係

小球の質量 20.8g 小球の高さを変化させたときの木片の移動距離[cm]

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均
5cm	7.1	6.6	7.5	6.7	7.2	7.4	6.9	6.9	7.5	7.0	7.08
10cm	13.5	13.9	14.0	14.9	14.5	14.4	14.8	14.6	14.2	14.1	14.29
15cm	19.9	21.4	21.9	20.4	21.4	20.0	21.3	20.6	21.9	21.4	21.02

実験② 物体の質量と位置エネルギーの関係

小球の高さ 10cm 小球の質量を変化させたときの木片の移動距離[cm]

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均
20.8g	13.8	14.9	14.8	14.8	14.2	14.4	15.1	14.9	15.1	15.6	14.76
44.6g	33.1	32.9	33.4	35.0	31.8	33.3	34.9	36.2	33.7	34.2	33.85
56.3g	43.3	44.3	45.5	45.7	47.0	46.8	46.2	45.4	46.3	45.5	45.60

「知識」（技能）

(4) 次の文章は、この実験内容と水力発電との関係について説明したものである。正しい文になるように、「 A 」～「 C 」に適する語句を書きなさい。

水力発電で得られる電気エネルギーは、ダムなどの高いところから水を落下させることで、水がもつ位置エネルギーを運動エネルギーに変換し、さらに、運動エネルギーを電気エネルギーに変換している。[実験] ①・②で、木片の移動距離を測定したのは、小球がもつエネルギーは、木片に対して「 A 」をさせることによって、その大きさをはかることができるからである。また、小球の高さや質量を変化させたことは、それぞれ、水力発電における「 B 」や「 C 」の変化に相当する。

A	仕事	B	水を落下させる高さ	C	落下させる水量
---	----	---	-----------	---	---------

※ B・Cは順不同

**【解説】** 位置エネルギーに関する基礎的・基本的な知識を活用して、基準面から持ち上げられた小球がもつ位置エネルギーの大きさをはかる実験を、水力発電の場合にあてはめて考える問題。

Aは「エネルギー」「仕事」の定義についての基礎的・基本的な知識である。エネルギーとは仕事をする能力であることから、物体がもつエネルギーの大きさは、他の物体に対して仕事をさせることによってはかることができる。このため、エネルギーの単位には仕事の単位と同じジュール〔J〕が使われる。

B・Cは、水力発電における「落下させる最大水量」が「小球の質量」に、「有効落差」が「小球の基準面からの高さ」に相当すると考え、小球を用いた実験により、水力発電で発生する電力と位置エネルギーとの関係について考えることをねらいとする実験である。

「知識」(知識) / 「活用」(適用)

**那賀川流域の水力発電についての考察**

健太さんと花子さんは、徳島県や電力会社などのwebページをもとに、那賀川流域の水力発電のようすについて調べ、表や図にまとめた。

健太：那賀川流域には、水力発電所が5か所もあるんだね。

花子：最も下流の川口発電所はダムのすぐ近くに発電所があるけど、他の4か所の発電所はダムから離れているわね。

表 4

発電所名	最大発電電力 [kW]	最大使用水量 [m <sup>3</sup> /s]	有効落差 [m]
陰平発電所	46650	60	89.7
坂州発電所	2400	6.3	47.9
日野谷発電所	62000	60	116.35
川口発電所	11700	70	20.49
広野発電所	35700	14.3	292.7

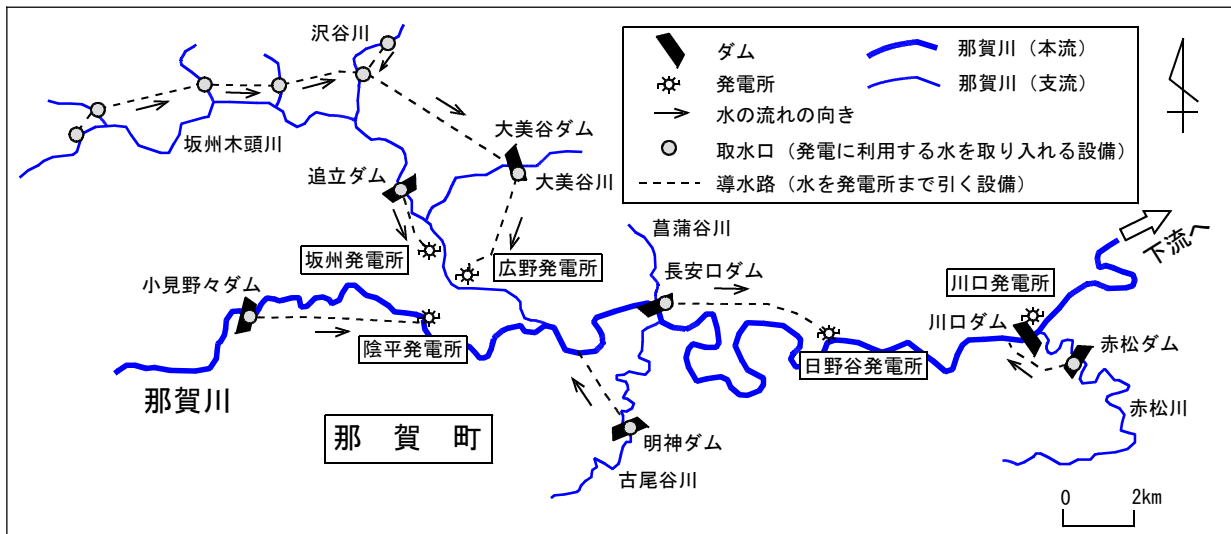


図 3 那賀川流域の発電のようす

(5) 表 4 の陰平発電所と日野谷発電所の最大発電電力を比較したとき、発生する電力は日野谷発電所の方が大きい。この理由について、次の「 」に文を書き説明しなさい。

理由 日野谷発電所の方が陰平発電所より発生する電力が大きいのは、「落下させる水量は2つの発電所で同じであるが、水を落下させる有効落差は日野谷発電所の方が大きいので」、日野谷発電所の方が位置エネルギーが大きくなるためである。

【解説】 位置エネルギーに関する基礎的・基本的な知識や資料のデータを活用して、2つの発電所の発電量の違いについて、その理由を考察する問題。

位置エネルギーは、物体の質量が大きいほど、また、物体の基準面からの高さが大きいほど、大きくなる。発電に使用する最大水量は質量に、有効落差は物体の基準面から高さに相当することから、この2つの点について着目して比較する。

	陰平発電所	日野谷発電所
最大使用水量 (物体の質量)	60m <sup>3</sup> /s	60m <sup>3</sup> /s
有効落差 (物体の基準面からの高さ)	89.7m	116.35m

「活用」(適用)

- (6) 日野谷発電所は、徳島県では1年間に発電できる電力量が最大の水力発電所である。このことについて、位置エネルギーを大きくするという観点から、どのような工夫がされていると考えられるか、図3・表4をもとに、2つ書きなさい。

工夫1

長安口ダムは他の支流が合流する地点の下流付近に設置され、他の支流からダムと導水路により水を引くことで、落下させる水量を大きくしている。

工夫2

長安口ダムから離れた下流の発電所まで導水路を引いて水を落下させることで、落下させる高さをより大きくしている。

※工夫1・工夫2は順不同

【解説】 位置エネルギーに関する基礎的・基本的な知識や他教科で学習した知識・技能を活用して、図表や資料を分析し、解釈できることを問う問題。

位置エネルギーを大きくするためには、質量と高さを大きくする必要がある。水力発電では、①落下させる水の量を多くする工夫、②水を落下させる落差を大きくする工夫の2点が考えられる。

○発電方式（水の利用方式）

- ①流込み式：（一時的な変動分を除き）水を蓄えず、そのまま流す方式
- ②調整池式：短期間の運転を賄う水を蓄える方式
- ③貯水池式：長期間の運転を賄う水を蓄える方式
- ④純揚水式：運転に必要な水を全て揚水する方式
- ⑤混合揚水式：運転に必要な水を揚水分に加え上部貯水池への自然流入分も使用する方式。

○発電形式（落差を得る方法）

- ①水路式：水路で水を導き落差を得る方法
- ②ダム式：ダムによって落差を得る方法
- ③ダム水路式：ダムによって得られた落差 + 水路で導いて得られた落差の両方を利用する方法

○那賀川流域の発電所について（発電量等は表4のとおり）

- ①川口発電所（川口ダム 調整池式 ダム式 貯水量：6,463,000m<sup>3</sup>/s）
- ②日野谷発電所（長安口ダム 貯水池式 ダム水路式 貯水量：54,278,000m<sup>3</sup>/s）
- ③広野発電所（大美谷ダム 調整池式 ダム水路式 貯水量：451,000m<sup>3</sup>/s）
- ④坂州発電所（追立ダム 流込み式 水路式 貯水量：※流込み式）
- ⑤陰平発電所（小見野々ダム 混合揚水式 ダム水路式 貯水量：16,750,000m<sup>3</sup>/s）

○落差が大きい発電所

小口川第三発電所（富山県 常願寺川水系 ダム水路式 621.20m）

○水量が多い発電所

揚川発電所（新潟県 阿賀野川水系 460.00m<sup>3</sup>/s）

参考webページ：四国電力、徳島県企業局、水力ドットコム

「活用」（分析・解釈）