

# 活用例6

## 電気を届ける仕組み ーコンセントの向こうー

活用例6「電気を届ける仕組みーコンセントの向こうー」について

- ・高校3年生を対象に学校設定科目「環境科学」の一部を使って実践した事例

### ○概要

- ・全体で2時間の構成

### ○配布資料とワークシート

#### 配布資料

- ・開発教材主題2\_1の生徒用資料

#### ワークシート(WS)

- ・WS 1「電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(1)ー」
- ・WS 2「発電所でのエネルギーの変換・移動」
- ・WS 3「電力と電力量」
- ・WS 4「電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(2)ー」
- ・WS 5「電力の日負荷曲線」
- ・WS 6「スイッチ「ON」がどうしてわかる」

### ○プレゼンテーション用資料

- ・開発教材の素材を中心に使用

## 活用例6 「電気を届ける仕組みーコンセントの向こうー」について

### 1. 学習のねらい（開発教材の主題2と同じ）

様々な形態のエネルギーを電気エネルギーに変換（発電）する仕組み、それを需要側に届ける電力輸送の仕組みを学ぶ。火力発電や原子力発電などでは元のエネルギーを発電機の回転エネルギーに変え、電磁誘導によって電気エネルギーに変えていること、並びに、電気を届けるため様々な電源を組み合わせ周波数を一定に保ちながら電力消費の増減に対応していること、更に再生可能エネルギーによる電気の大量導入に向けた対応など新たな取り組みが始まっていることを簡潔に説明できる。

### 2. 対象学年と学習形態

対象学年：高等学校3年

学習形態：講義・演示実験

対象教科：学校設定科目「環境と科学」を利用して実践

学習時間：2時間

### 3. 学習項目と資料

学習は、WS1及びWS3で示す項目順に進め、開発教材のスライド素材、資料及び演示実験などで、学習ポイントを押さえながら進める。

	学習項目	開発教材との関連	ワークシート (WS)・資料など※
1	発電・送電の仕組みと電力	主題2「電気を届ける仕組み」	<p>WS1：電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(1)ー</p> <p>WS2：発電所でのエネルギーの変換・移動</p> <p>WS3：電力と電力量</p> <p>&lt;資料&gt;</p> <p>主題 2. 電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(1)ーの生徒用資料</p> <p>&lt;演示実験&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・発電式懐中電灯</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>・手回し発電機</li> <li>・火力発電実験装置</li> </ul> 
2	電力を安定して届ける仕組み		<p>WS4：電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(2)ー</p> <p>WS5：電力の日負荷曲線</p> <p>WS6：スイッチ「ON」がどうしてわかる</p>

※青色は実践用に教師が作成・準備したもの、黒色は開発教材に用意されたものを示す。

#### 4. 学習の展開


(1時間目)

WS：ワークシート

学習項目	学習のポイント	WS・資料等
<b>1. 発電・送電の仕組みと電力</b>	電気エネルギーは、どんなエネルギー資源から変換してつくられ、どのようにしてコンセントまで届くかを知る。また、電気エネルギーの二つの単位、kW と kWh の意味を理解する。	
(1) 本日の学習のポイント	この時間の学習のポイントを確認する。 ・電気エネルギーは、どんなエネルギー資源から変換して作られるか。 ・どのようにしてコンセントまで届くか。 ・電気エネルギーの二つの単位は何を意味するか。	WS1：電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(1)ー WS2：発電所でのエネルギーの変換・移動 WS3：電力と電力量 主題2 生徒用資料 ・電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(1)
(2) エネルギーについて	エネルギーとは仕事をする能力であり、変換加工されて利用しやすい形態で使われる。エネルギー(資源)には枯渇性のものと、更新速度の範囲内で持続的に利用できるものがある。 ・エネルギー・エネルギーの種類 ・一次エネルギーと二次エネルギー ・再生可能エネルギーと枯渇性エネルギー	WS1-設問 1～3 主題2 素材から ・エネルギーとエネルギーの種類 ・一次エネルギーと二次エネルギー ・再生可能エネルギーとは？
(3) 発電の原理と仕組み  (手回し発電機の実験)  (火力発電実験装置)	エネルギーには様々な形態があり相互に変換が可能である。発電とは、自然界のエネルギーを、科学原理を応用した変換装置を使って電気エネルギーに変換することである。 ・発電の原理ー代表例として電磁誘導 =>永久磁石が往復動をする発電式懐中電灯や手回し発電機による演示実験 ・発電機の回転 ・蒸気をつくり方 =>火力発電実験装置による演示実験 ・様々な発電方法のエネルギー変換 ・電磁誘導以外の電気 =>太陽光発電や燃料電池	WS1-設問 4～7 WS2：発電所でのエネルギーの変換・移動 主題2 素材から ・発電の原理 ・発電機は何で回る？ ・蒸気はどのようにしてつくる？ ・エネルギー源から発電機までのエネルギー変換の経路は？ 演示実験 ・発電式懐中電灯 ・手回し発電機 ・火力発電実験装置
(4) 発電所からコンセントまで	発電所から家庭のコンセントまでの電気を届ける仕組みの概要を確認する。 ・送配電系統(電気の通り道) ・コンセントの電気は交流	WS1-設問 8 主題2 素材から ・家庭に届くまでの経路 ・届く電気はなぜ交流？

(5) 電気エネルギーの単位	電気エネルギーの二つの単位、kW と kWh の意味を押さえる。 ・電力と電力量の意味と単位	WS1-設問 9 WS3 : 電力と電力量 主題 2 素材から ・電気エネルギーの単位は？
(6) 発電効率と経済性	エネルギー問題を考えるときに大切なポイントである経済性に気付かせる。 ・様々な発電方法の発電効率と原価	WS1-設問 10 主題 2 素材から ・最後に発電効率と経済性

(2時間目)

学習項目	学習のポイント	WS・資料等
<b>2. 電力を安定して届ける仕組み</b>	電気を届けるため様々な電源を組み合わせ、周波数を一定に保ちながら電力消費の増減に対応していることを理解する。また、再生可能エネルギーによる電気の大量導入に向けた対応など新たな取り組みが始まっていることを知る	
(1) 本日の学習のポイント	この時間の学習のポイントを確認する。 ・発電と消費は同時同量。 ・空気のように思えること自体が電力品質。 ・電力の安定供給に対する関心を持ち続けること。	WS4 : 電気を届ける仕組みーコンセントの向こう(2)ー WS5 : 電力の日負荷曲線 WS6 : スイッチ「ON」がどうしてわかる
(2) 電気を届けるための仕組みと運用方法   (日負荷曲線の予想)	電力需要の変化に対して、様々な発電所からの電力をミックスして、ぴったりと同じ量が発電されている。 ・1日の電気の使い方 ・発電と消費を合わせる(同時同量)方法 ・電力ミックス ・電力を貯める方法 =>揚水発電と蓄電池	WS4-設問 1~5 WS5 : 電力の日負荷曲線 WS6 : スイッチ「ON」がどうしてわかる 主題 2 素材から ・一日の電気の使い方どうなっている？ ・使用量の変化に対してどのように発電しているのだろうか？ ・どうして消費量と発電量はぴったり合わせられるのか？ ・周波数がずれると私たちの生活の何が困る？ ・電池やコンデンサを使えば電気を貯められるのでは？
(3) 電気の品質	電圧・周波数も大切だが、停電がなく空気のように思えることが最大の品質である。 ・電気の品質 3 項目	WS4-設問 6 主題 2 素材から ・電気に品質がある……

<p>(4) 今後の電力系統</p>	<p>再生可能エネルギーの固定価格買い取り制度など、電気を届ける仕組みに対して進められている制度改革とその影響について関心をもつことが大切である。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>再生可能エネルギーによる発電の進展とその影響</li> <li>電気を届ける仕組みの将来展望</li> </ul>	<p>WS4-設問7          主題2 素材から</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>太陽光発電や風力発電を増やす制度とは？</li> <li>太陽光や風力発電が増えることの課題は？</li> </ul>
<p>(5) まとめ</p>	<p>コンセントの向こう側の仕組みについて、大切なポイントを自分の視点でまとめる。</p>	

## 5. 実践者の感想・評価など

### 【開発教材を活用した授業の成果】

- 開発教材の素材の流れに沿って要点を逐次押さえるワークシートを作成し、開発教材に用意された素材で解説を行い、ポイント押さえるのために作成したワークシートに要点を記入させる方法で授業を展開した。必要かつ十分な資料が用意されているので、解説資料作成の手間を簡便化でき、短期間で準備を整えることができた。
- 授業を通して生徒は、ベースロード電源の意味やベストミックスの考え方の大切さを知ることができた。しかし、最終的に将来の電源構成について考えさせる授業にまではできなかった。今回の授業をきっかけに、そのような機会を探っていきたい。
- 今回の例は学校設定科目を利用して実践しているが、他の高校であれば例えば新しく設定された「科学と人間生活」などの科目で実践できる。
- 今回はワークシートを工夫して実践した。生徒の履修状況に応じて教材や展開を工夫することによって、中学校から高校まで様々なレベルの生徒に対応できるものにできる。

### 【開発教材を活用した授業の課題】

- 授業時間が2時間しか確保できなかったため、かなり駆け足の授業進行になった。確保できた時間内で必要なこと不要なことを取捨選択し、一定の成果につなげられる技量が求められる教材でもある。
- また、全体としてどのように時間を確保するかは大きな課題である。
- 手回し発電機などの教材を生徒自身にもっと体験させることができれば、2時間目の授業以降での授業成果に差が出たのではないかと。(電力量の計算への興味関心の向上)

### 【今回の授業全般について】

- 授業に合わせて現在と5年前(震災前)のエネルギー自給率(原子力含む)を予想で書かせたところ、平均で現在が34.4%、5年前が53.5%だった。基礎的なところからしっかりと押さえていく必要があると再認識した(後日の授業で正しい値を押さえた)。
- 生徒の感想からは電気のことをほとんど意識せずに生活していることが窺い知れる。今回の授業は関心を持たせるよいきっかけになったと思う。

#### <感想例>

- 電力消費が昼に多いのが分かった。よく考えればなるほどと思った。
- 電気が貯められると思っていたので、今使っている電気が、今発電されているのにびっくりした。
- 電気に品質があるとは思わなかった。
- 手回し発電機と蒸気が噴出して発電する実験で電気が造られる仕組みがよくわかった。
- 電力と電力量の意味の理解は半々程度に留まっていた。理解できるか否かは、電気料金などの計算力の程度に関係しているようで、計算力のある生徒はきちんと意味を認識できたが、低い生徒は計算段階でつまづき、意味の理解にまで至らなかったようだ。基礎的な計算力をあげることが先決と思われるが、計算力が低くとも理解できる方法について考える必要もあると考えられる。

以上

# ワークシート1 電気を届ける仕組み -コンセントの向こう(1)-

1. エネルギー・エネルギーの種類とは？

↳仕事(をする)能力=>何をするにもエネルギーが必要  
をする

運動、位置、電気、光、熱  
化学、原子核 など

2. 一次エネルギーと二次エネルギー

一次エネルギー：(自然界に存在するままで利用されているもの) 例 (石油、石炭、ウラン、水、太陽光)

二次エネルギー：(一次エネルギーを加工して得られるもの) 例 (電気、ガソリン、都市ガスなど)

3. 再生可能エネルギーとそうでないエネルギーに分けて下から選んでみよう！

再生可能エネルギー：使っても減らない。=> ( 太陽光、波力、地熱 )

そうでないエネルギー：使ったら減る。=> (ウラン、石炭、メタンハイドレート、石油)

ウラン、石炭、太陽光、波力、メタンハイドレート、地熱、石油

4. 発電はどのような原理で。

懐中電灯、手回し発電機の例。

☆ コイルと磁石を使って電気をつくる：( 電磁誘導 )

5. 発電機は何で回る？

コンセントの向こうの(発電所の)発電機は、( 水蒸気 )で回す

6. それはどのようにしてつくる？

( 火力 )、( 原子力 )によるエネルギーによって、水を沸騰させる。

7. エネルギーの変換経路 => ワークシート2

8. 家庭に続くまでの経路

なぜ交流か？・・・交流は( 変圧 )が簡単にできる。  
電圧の上げ下げ  
高压にすると( 送電損失 )が少ない。

9. 電気エネルギーの単位

電力：( パワー ) = エネルギーの流れの速さ 単位 [ <sup>ワット</sup> W, <sup>キロワット</sup> kW ]

電力量：( エネルギー(量) ) = 発電・消費した電気エネルギーの総量 単位 [ Wh, kWh ]

(問) ①800Wのドライヤー15分、②50Wの扇風機1時間30分、③120Wのテレビ30分

④電力量が0.5kWhであった。どれが一番電気代が高い？

①0.2kWh ②0.075kWh ③0.06kWh ④0.5kWh ( ④ )

10. 発電効率

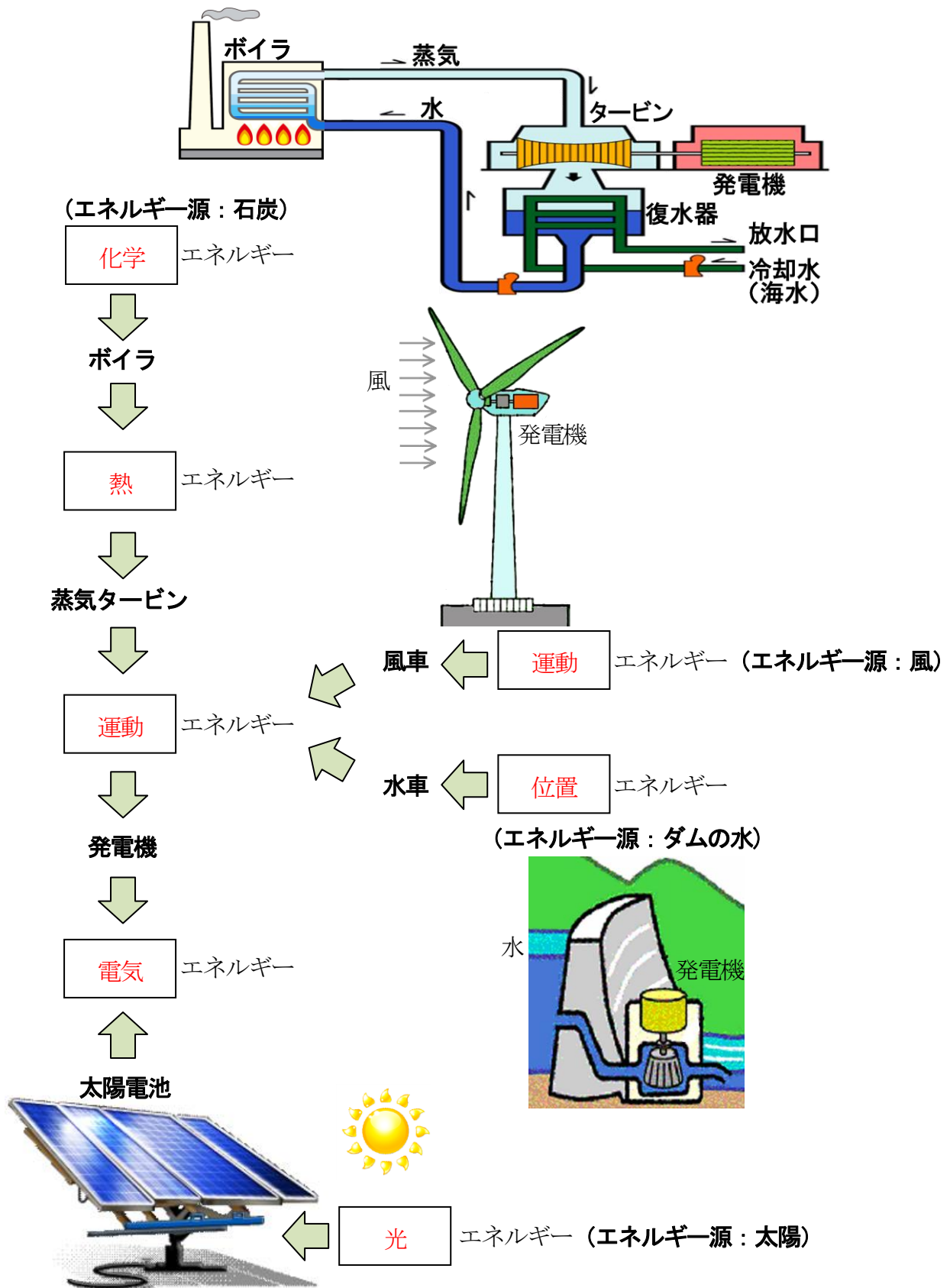
発電方式	原子力	最新火力	従来火力	大規模水力	大規模風力	太陽光
効率(%)	35	60	40	85	30	15
コスト(円)	8.9	10.9	25.1	10.6	8.8~17.3	9.9~20

(LNG)

(石油)

## ワークシート2：発電所でのエネルギーの変換・移動

の中に、エネルギーの種類を記入しよう





## ワークシート3 電力と電力量

### 1. 電力と電力量の違い

(1) 電力・・・電気のパワーを表す = エネルギーの流れの速さ

単位：W (ワット)、kW (キロワット) ……kはキロ、1000 倍を表す。

(2) 電力量・・・電気のエネルギーを表す = 発電・消費した電気エネルギーの総量

単位：Wh (ワット時)、kWh (キロワット時)

① Wh (ワット時)・・・1時間に何 W 消費したかを表す。

[例] 500W の電化製品を 2 時間使用した。 $500(\text{W}) \times 2(\text{hours}) = 1000(\text{Wh}) = 1(\text{kWh})$

② kWh (キロワット時)・・・1時間に何 kW 消費したかを表す。

[例] 2.4kW の電化製品を 50 分使用した。 $2.4(\text{kW}) \times \frac{50}{60}(\text{hour}) = 2(\text{kWh})$

1 時間当たりの電気代を、25 円/kWh とすると、 $2(\text{kWh}) \times 25 \text{ 円/kWh} = 50 \text{ 円}$

### 2. 練習問題

(1) 次に示す記述のとき、電力量を W と kW の両方で表せ。

① 10W のパソコンを 5 時間見た。

② 100W のテレビで 50W のゲームを 6 時間した。

③ 800W の電気ストーブを 1 時間 30 分つけた。

④ 1200W のエアコンを 20 分つけた。

(2) 次に示す記述のとき、電気料金はいくらか。1 時間当たりの電気代を、25 円/kWh とする。

① 50W の扇風機を 4 時間つけた。

② 100W のテレビで 2 時間の映画を 10 日間見た。

③ 900W の電気ポットでお湯を沸かすのに 10 分間かかった。10 分は、 $\frac{10}{60}$ (時間)

④ 800W のドライヤー15 分間、毎日 1 か月 (30 日間) 使用した。

⑤ 冷蔵庫 (300W) を 1 か月 (30 日間、1 日 24 時間) 使用した。

(3) 次に示す記述のとき、使用している製品の電力は何 kW か。

① 電気ストーブを 1 時間使用したら電力量が 0.9kWh であった。

② 扇風機を 2 時間 30 分使用したら電力量が 0.05kWh であった。



## ワークシート4 電気を届ける仕組み -コンセントの向こう(2)-

1. 1日の電気の使い方はどうなっている？

- ① ワークシート4に、1日の電気消費量を予想し、記入してみよう。
- ② 実際の消費量を、記入する。できれば別の色で。

2. 消費量の変化に対してどのように発電しているのだろうか？

原子力発電所が停止している今、( **火力** ) 発電によってまかなっている。  
電気は ( **貯められ** ) ないので、消費と同じ量を ( **同時** ) に発電している。  
需要の変化に合わせて常に ( **出力** ) を調整している。

3. どうして消費量と発電量はぴったり合わせられるのか？

( **周波数** ) を確認して、調整している。

↳ {これが下がると、発電出力を ( **上げる・増やす** ) 。  
これが上がると、発電出力を ( **下げる・減らす** ) 。

4. 周波数がずれると何が困る？

日常生活品ではそれほど困らない。(電気時計、タイマーなど)  
産業機械では、( **損失** ) につながるものもある。[例] ポンプの流量変化、糸巻の巻ムラ  
最も怖いものは ( **停電** ) ・・・・一瞬でも ( **品質** ) に大きな影響

発電所で、一つのタービンが止まると別のタービンの停止が続く恐れ。

=> ( **大停電の恐れ** )

5. 電池やコンデンサを使えば電気が貯められるのでは？

蓄電池のコスト=> ( **NAS\*** ) が最もよい。

揚水発電とは：( **余った電気で水を汲み上げ、足りないときに発電** )

6. 電気の品質とは何？

電気の品質3項目

- ① ( **停電時間が短い** )
- ② ( **電圧が基準値内** )
- ③ ( **周波数が基準値内** )

※NAS電池:負極にナトリウム(Na)、  
正極に硫黄(S)を使用したメガワ  
ット級の電力貯蔵用の電池

7. 太陽光や風力発電が増えることの課題は？

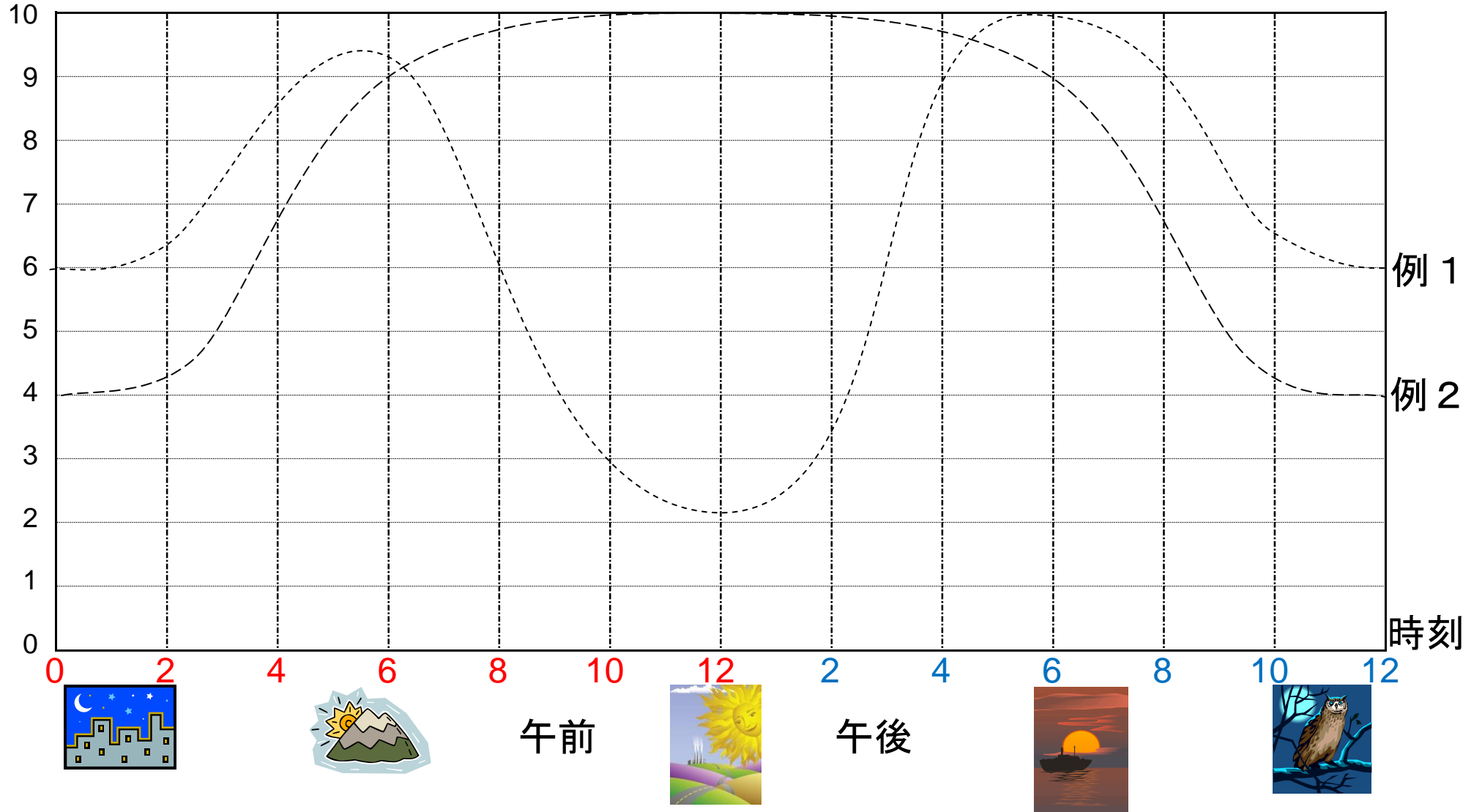
- ① ( **広大な土地** ) を占拠、( **騒音など** ) 。
- ② 電力系統の ( **技術** ) 的問題。
- ③ コストなどの社会的課題・・・( **費用** ) 負担 => <sup>ふか</sup> 賦課金

対策は

蓄電池やバックアップ電源、送電線強化、スマートグリッドなど

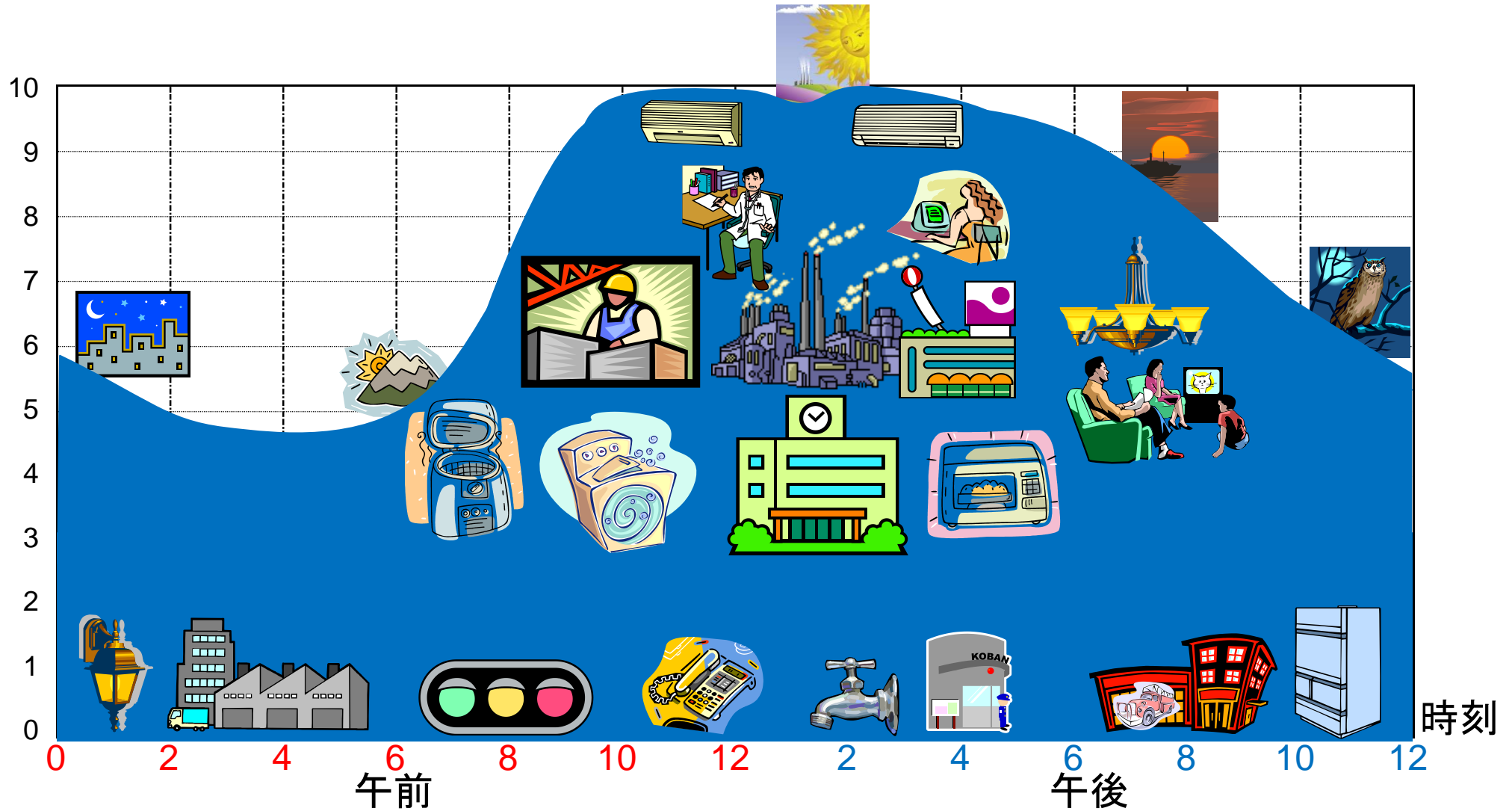
# ワークシート5：電力の日負荷曲線

夏の1日の電気消費量の変化をえがいてみよう。  
(条件：夏の暑い日、平日、地域の電力会社における全電力消費量、最大値を10とする)



# ワークシート5：電力の日負荷曲線

夏の1日の電気消費量の変化をえがいてみよう。  
(条件：夏の暑い日、平日、地域の電力会社における全電力消費量、最大値を10とする)



## ワークシート6：スイッチ「ON」がどうしてわかる

質問：コンセントの電気は、使う量とつくる量がぴったり一致している。つくる所（発電所）では、どのようにして「テレビのスイッチを入れた」ことを知り、つくる量を増やしているのだろう。答えを下の選択肢の中から選び、番号と選んだ理由を次の表に記入しよう。

答え	理 由

<回答選択肢>

- ① 各家庭や会社の電力量計からの信号を受けて調整する。
- ② 長年の経験で、どのタイミングで調整すればよいかわかる。
- ③ 周波数に合わせて調整する。
- ④ 余ると勝手に電池に蓄えたり地面に捨てたりする。足りない時は逆に電池から勝手に補給される。
- ⑤ その他（自分の考えを理由欄に記入のこと）



(1) のワークシート2の「蒸気による発電実験」を体験している場合は、送電スイッチを入り切りした場合の影響を思い出そう。

