

## 主題6 今後のエネルギーの選択

## 6. 今後のエネルギーの選択

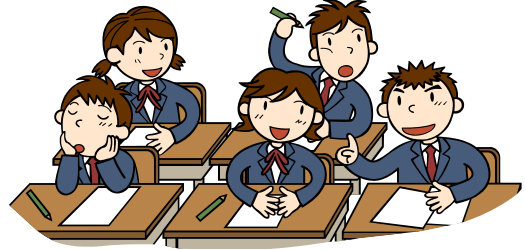
### 原子力発電のあることのリスク、ないことのリスク

考えよう？ 原子力発電のあることのリスクとないことのリスクを考える中で、  
将来の日本のエネルギーのあり方を構想しよう！

まず、自分で  
考えよう

次の4つの授業プランから1つを選んで実際にやってみよう。その中で、将来の日本のエネルギーのあり方について、自分の意見を持ち、みんなが合意できるビジョンを描こう。そのために、次の5つに注意して考えよう！

- ①実現可能性はあるか。
- ②科学的根拠はあるか。
- ③費用がかかりすぎないか。
- ④時間がかかりすぎないか。
- ⑤地球環境や他国に悪い影響はないか。



### プラン1：エネルギー政策に関するシナリオ（例）を参考に考えよう！

これまでに政府や関係機関から提示されたシナリオを参考に考察する。前提条件に関する資料が用意されているので進めやすい。シナリオ例として次のものがあげられる。これらの中で示されたシナリオ全部を対象にするのではなく、考えやすいものをいくつか選んで進める。また、これらのシナリオが示された以降の社会の動向を踏まえて、必要な場合は、教師が無理のない範囲内でシナリオを修正する。

- ・日本学術会議が平成23年に提案した「電力供給源に係る6つのシナリオ」
- ・政府のエネルギー・環境会議が平成24年に示した「エネルギー・環境に関する選択肢」

<2030年時点でのエネルギー・環境政策 3つのシナリオ> (エネルギー・環境に関する選択肢の例)

選択肢	原発依存度	再生可能エネルギー(太陽光・風力等)	火力(石炭・石油・天然ガス)	温室効果ガス排出量(90年比)	発電電力量	最終消費エネルギー	使用済核燃料
①0シナリオ(ゼロ)	0%	35%	65%	▲23%	約1兆kwh	3.0億kl	全量直接処分
②15シナリオ	15%程度	30%	55%	▲23%	約1兆kwh	3.1億kl	再処理/直接処分
③20-25シナリオ	20%-25%	25-30%	50%	▲25%	約1兆kwh	3.1億kl	再処理/直接処分
2010年(現在)	26%	10%	63%	—	約1.1兆kwh	3.9億kl	全量再処理

### プラン2：ディベートをしてみよう！

ディベートは、討論の進め方への理解だけでなく、論点に対する事前準備に時間を要するので、容易には実践できない。しかし、賛成と反対に分かれるテーマで討論する訓練をしてみたい場合は、上述のシナリオの検討段階において政府や関係機関から資料が提示されているので、それらを利用するとよい。

なお、テーマはエネルギー政策全体にかかわるものでもよいが、再生可能エネルギーの導入対策や節電の推進策など、個別の対策にかかわるものでもよい。放生徒自身がより身近に感じられるテーマを取り上げると、多くの生徒が当事者意識をもって参加できる。

### フラン3：各国のエネルギー政策と比較して考えてみよう！

エネルギー政策には正解があるわけではなく、国の数だけエネルギー政策がある。ドイツとフランスのエネルギー政策の比較からわが国への示唆を考えたり、開発途上国とわが国の比較を通して持続可能な社会に向けたエネルギー政策の方向性を検討したりして、わが国のエネルギー政策を考察することができる。

例：ドイツ・フランスのエネルギー政策から「未来の日本のエネルギー」を考えよう！

ドイツ

フランス

#### 【脱原子力発電】

8基の原発を直ちに停止し、残りについても大半を2021年までに停止し、3基は予備電力のために2022年まで稼働。

今後、風力などの再生可能エネルギーを中心にした構造への転換を目指す。

2022年までに17基の原子炉をすべて停止する。



#### 【原子力発電推進】

国内にある58基の原子力発電所が稼働中。国民に安定した廉価の電気を供給するだけでなく、ドイツ、英国、脱原発したイタリアなどの近隣諸国にも電気を輸出している。

アメリカに次ぐ世界第2位の原子力大国。自給率も50%を超え、電気料金が欧州諸国の中で最も低い国。

### フラン4：ビジョンの実現に向けてバックキャストで考えてみよう！

こんなエネルギーの使い方の社会にしたいで終わるのではなく、望ましい社会の想定に基づいて、未来像と現状の違いを解消する道筋（何をいつまでにどのように達成していくか）を考えてみよう。単に夢を語り合うのではなく、それを実現するための計画を考え比較し合うことで、より深く課題を認識し問題意識を共有することができる。

例：3人のエネルギービジョンを聞いて、納得できるビジョンを考えよう！

#### 再生可能エネルギーを基盤に！

- ・すべての屋根に太陽光発電
- ・すべての休耕田に太陽光発電
- ・すべての離島に風力発電
- ・地熱発電の推進

#### 火力発電を基盤に！

- ・新設は天然ガス発電
- ・シェールガス(オイル)の利用
- ・コンバインド発電の積極導入
- ・日本海周辺の資源開発促進

#### 原子力発電を基盤に！

- ・安全規制に基づき稼働促進
- ・廃棄物処理場の確保

#### ※こんなことにも気をつけよう！

- ・空論、感情論にならないようにしよう！
- ・根拠を示すことのできる知識や資料を集めよう！
- ・自ら考え、伝える。人の意見を聞き、知る。そうして、ともに考えよう！
- ・次のような多様な視点でも考えよう！

国際的視点、社会のしくみ、安全保障、自分の価値観、リスク認識など

- ・今後の自分自身の考えや行動に生かそう！

「未来の日本のエネルギー」 学術会議シナリオベース

授業のねらい

関西地域の全ての原子力発電所停止を期に、未来の日本のエネルギーのあり方を考える。その学習を通して、原子力発電があることによる社会的リスクとないことによる社会的リスクを、経済面・環境面・安全面・資源確保面のそれぞれの視点に立って考える。同様に、再生可能エネルギーや火力発電所についても考える。

具体的には、日本学術会議が示した6つのシナリオから1つのシナリオを選ぶ活動を通して、多面的に比較し検討することによって、自分自身の考えをまとめ、他者と議論し、未来のエネルギーへのビジョンを持たせる。

学習時間：1時間

学習の展開（第1時）

学習項目と内容	指導と支援	補助教材・ワークシート
<p>&lt;問いかけ&gt;                      関西の原子力発電所は、すべて停止しました。未来の日本のエネルギーはどうあるべきでしょうか。学術会議の示したシナリオを参考に考えよう。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 関西の原子力発電所は、すべて停止した。参考資料図1の2008年度を見て、これからのくらしがどうなるか考えよう。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>・家庭の中では</li> <li>・学校では</li> <li>・地域や日本全体では</li> </ul> </li> <li>2. 世界のエネルギー政策を見てみよう。</li> <li>3. 昨年起こった福島第1原子力発電所の事故により、多くの人々が未だ自宅に帰ることができません。電気がないと困りますが、今後、原子力発電所は必要でしょうか。そのことも含め、これからの日本のエネルギーのあり方を、別紙の6つのシナリオから1つ選ぼう。</li> <li>4. 3のシナリオを選んだ理由を、各国のエネルギー政策や評価指標による比較表、表1などの資料を参考に書こう。</li> <li>5. 班で各自の理由を出し合って、班としてのシナリオを決めよう。</li> <li>6. 班ごとに、その理由を発表しよう。</li> <li>7. 各班の意見を聞き、あなたの「未来の日本のエネルギー」のシナリオを書こう。</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートに書かせた後、何人かに発表させる。</li> <li>・悲観的な意見ばかりにならないように配慮する。</li> <li>・プレゼンにより概略を伝えるか、資料の見方を説明する。</li> <li>・理由を考えて選択させる。</li> <li>・経済性ばかりが優先しないように配慮する。</li> <li>・発電所の安全性、経済性、環境への影響、原料となる資源の安定性などをふまえて考えさせる。</li> <li>・意見が対立した場合は、妥協点を見いださせる。</li> <li>・班の代表的な理由を発表させる。</li> <li>・5分程度の時間をとるか、課題とする。</li> </ul>	<p>参考資料図1 ワークシート1</p> <p>3.11以降の主な国の原子力政策 主な国のエネルギー政策</p> <p>ワークシート2</p> <p>参考資料表1 評価指標による比較表 ワークシート3</p> <p>ワークシート4</p> <p>ワークシート5</p>

## 未来の日本のエネルギーを考えよう！

☆次の6つのシナリオから、未来の日本にふさわしいシナリオを1つ選ぼう！

(以下は、日本学術会議東日本大震災対策委員会エネルギー政策の選択肢分科会が示したものです。)

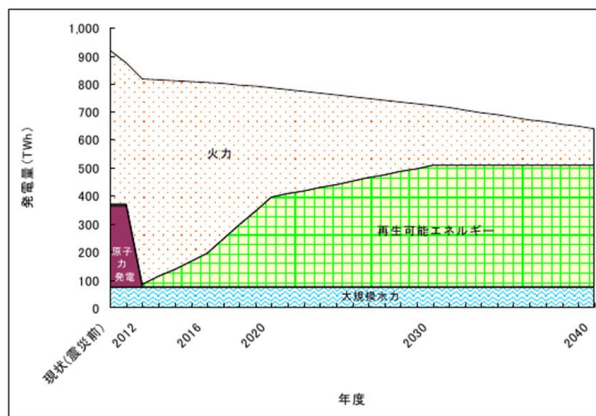


図1 シナリオAにおける電源別発電構成

### シナリオA

速やかに原子力発電を停止し、当面は火力で代替しつつ、順次再生可能エネルギーによる発電に移行する。

**【原子力発電即時廃止】**

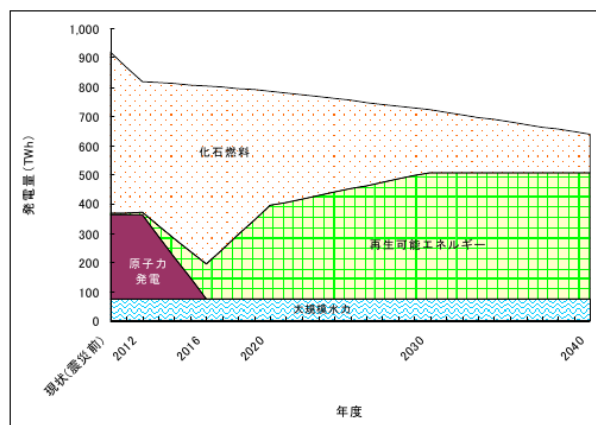


図2 シナリオBにおける電源別発電構成

### シナリオB

5年程度かけて、電力の30%を再生可能エネルギー及び省エネルギーで賄い、原子力発電を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。

**【原子力発電5年後廃止】**

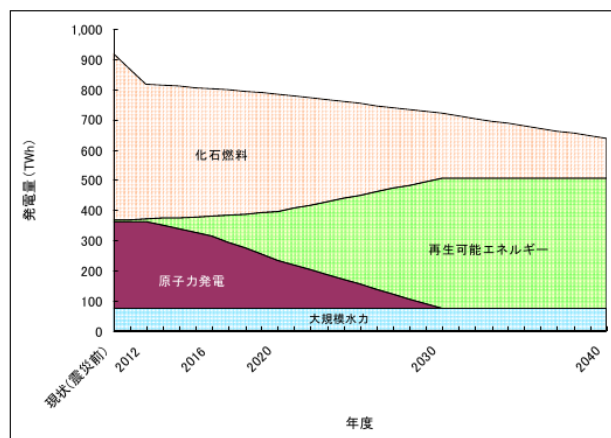


図3 シナリオCにおける電源別発電構成

### シナリオC

20年程度かけて、電力の30%を再生可能エネルギーで賄い、原子力発電を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。

**【原子力発電段階的廃止】**

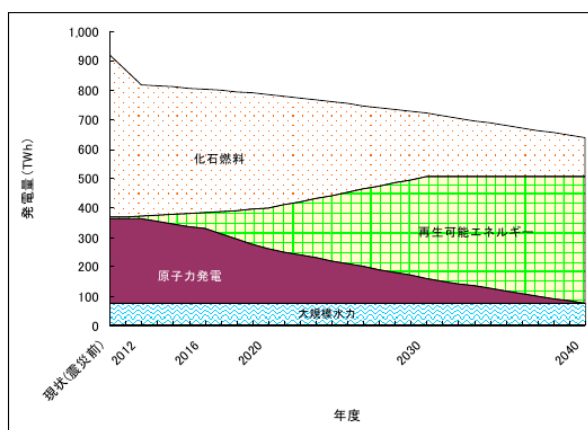


図 4 シナリオ D における電源別発電構成

シナリオ D

今後 30 年の間に寿命に達した原子炉より順次停止する。その間に電力の 30%を再生可能エネルギーで賄い、原子力発電を代替する。この間、原子力発電のより高い安全性を追求する。

【原子力発電段階的廃止】

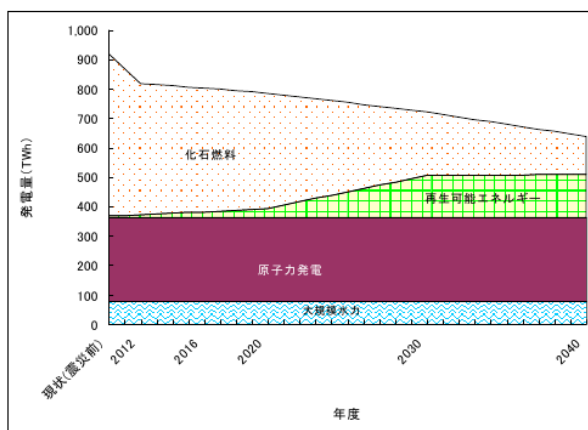


図 5 シナリオ E における電源別発電構成

シナリオ E

より高い安全性を追求しつつ、寿命に達した原子炉は設備更新し、現状の原子力による発電の規模を維持し、同時に再生可能エネルギーの導入拡大を図る。

【原子力発電推進】

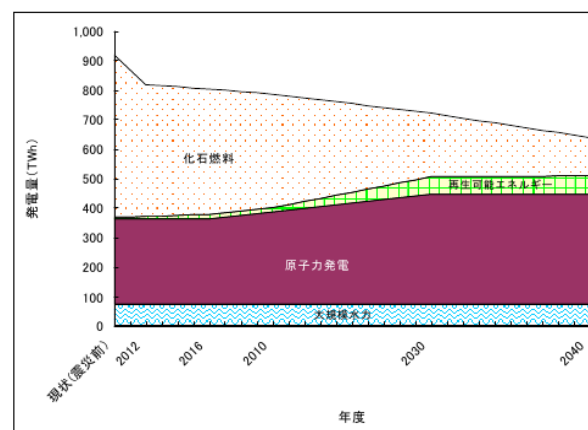


図 6 シナリオ F における電源別発電構成

シナリオ F

原子炉の安全化対策を行い、発電量を 2030 年までに 50%程度まで拡大する。同時に 20%程度の再生可能エネルギーを導入し、火力発電所を減少させる。

【原子力発電積極的推進】

- ※ 化石燃料は、石油・石炭・天然ガスなどで、火力発電に用いられる。
- ※ 再生可能エネルギーは、太陽光・風力・バイオマス・潮力・波力・地熱・中小水力発電などを総称している。

ワークシート 未来の日本のエネルギー

名前 ( )

1. 関西の原子力発電所は、すべて停止しました。

図1の2008年度を見て、これからのくらしがどうなるか考えましょう。

今まで使っていた電力の約 \_\_\_\_\_ 分の \_\_\_\_\_ が使えなくなる。

家庭の中では

学校では

地域や日本全体では

2. 昨年起こった福島第1原子力発電所の事故により、多くの人が未だ自宅に帰ることができません。電気がないと困りますが、今後、原子力発電所は必要でしょうか。そのことも含め、これからの日本のエネルギーのあり方を、別紙の6つのシナリオから1つを選んでみましょう。

<b>選んだシナリオ</b>	
----------------	--

3. 2のシナリオを選んだ理由を、各国のエネルギー政策や評価指標による比較表、表1などの資料を参考に、書きましょう。

--

4. 班で各自の理由を出し合って、班としてのシナリオを決めましょう。

班ごとに、その理由を発表しましょう。

<b>班で選んだシナリオ</b>	
------------------	--

5. 各班の意見を聞いて、あなたの「未来の日本のエネルギー」のシナリオを書いてみましょう。

--

## 参考資料

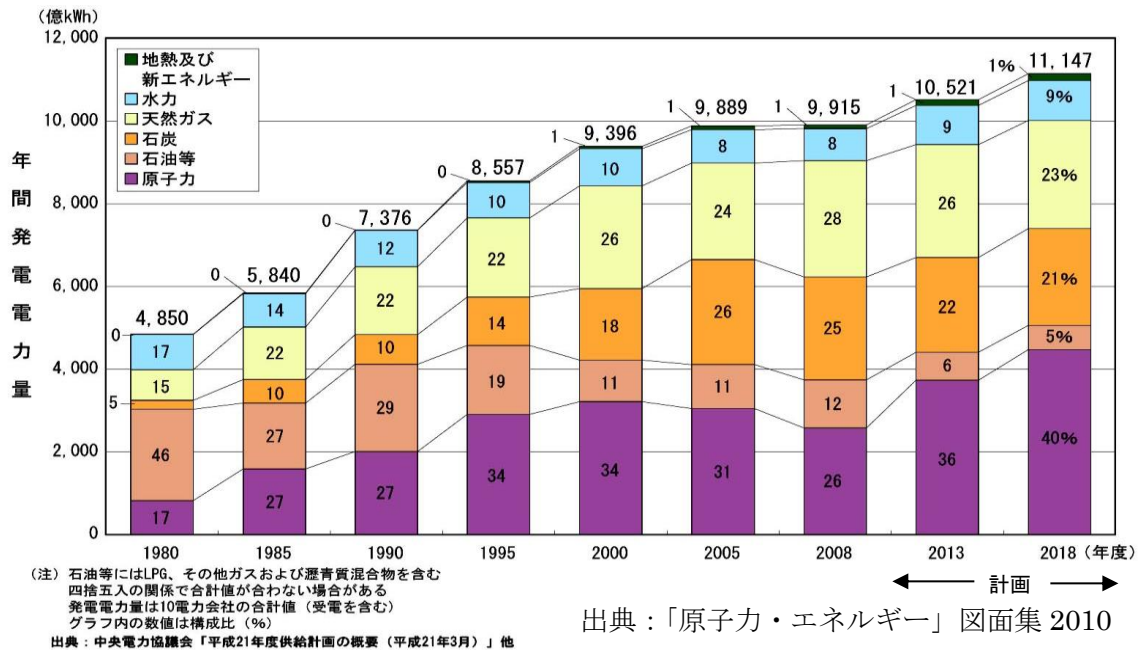


図1. 我が国の電源別発電電力量の構成の変化

表1. 各発電に伴うコストおよび環境負荷等の比較

発電方式	発電単価 (円/kWh) <sup>※1</sup>	CO <sub>2</sub> 排出量 <sup>※2</sup>	汚染物質等 の排出	資源の供給 (可採年数) <sup>※3</sup>	発電規模 (発電量)
水力	11.0	11	無	再生可能	小—大
石油	30.6~43.4	738	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> など <sup>※4</sup>	51年	大
LNG	13.7	599	NO <sub>x</sub> など <sup>※4</sup>	53年	大
石炭	12.3	943	SO <sub>x</sub> , NO <sub>x</sub> など <sup>※4</sup>	114年	大
原子力	10.1	20	放射性廃棄物 <sup>※5</sup>	99年(ウラン) <sup>※6</sup>	大
太陽光	29.4	38	無	再生可能	小
風力	21.6	25	無	再生可能	小

※1 発電方式別の発電原価試算結果(1kWh当たりの発電費用)

使用データ：資源エネルギー庁総合資源エネルギー調査会資料(2014年モデルプラント)より

※2 単位電力量当たりのCO<sub>2</sub>排出量

使用データ：原子力図面集 2012より

※3 可採年数 使用データ：BP統計 2016及びOECD/IAEA「Uranium2014」を参考に作成

※4 SO<sub>x</sub>(硫黄酸化物)、NO<sub>x</sub>(窒素酸化物)の排出は、我が国の発電所では、大幅に削減されている。

※5 使用済み核燃料から分離される高レベル放射性廃棄物の最終処分場がまだ決まっていない。

※6 核燃料サイクルが完成すれば千年のオーダーに増加すると見込まれている。

「教科学習における エネルギー環境教育の授業づくり [中学校編]」P. 61 から



### 3.11 以降の主な国の原子力政策

#### スイス【原子力発電段階的廃止】

国内に5基ある原子力発電所の稼働を2034年までに全面停止し、「脱原発」を図る。  
電力供給の約4割を原発に依存しており、性急な原発廃止は避け、耐用年数（50年）を迎えた原発から順次、廃止する。原発を実際に停止させるのは19年以降となる。(2011/05)

#### ドイツ【原子力発電段階的廃止】

8基の原発を直ちに停止し、残りについても大半を2021年までに停止し、3基は予備電力のために2022年まで稼働を続ける。

今後、風力などの再生可能エネルギーを中心にした構造への転換を目指す。(2011/05)

2022年までに17基の原子炉をすべて停止する。(2011/06)

#### イタリア【原子力発電廃止】

1987年 国民投票により、原子力発電の撤廃を決定（1990年に全て停止）

2009年 原子力発電再開へ方針転換

2011年 国民投票により、90%以上が再開を拒否

#### スウェーデン【原子力発電段階的廃止】

1980年 国民投票により、「脱原発」の方針を決定

1988年 国会決議により、2010年までに廃止を決定。原発の寿命を25年とする。

1997年 廃止期限をなくすとともに、再生可能エネルギーへの投資を増やす

2002年 原発の寿命を40年に延長する。

2009年 既存10基の利用継続を確認（10基を越えない範囲で新設との置き換えも可）

2011年 事故後も利用継続し、廃止期限も定まっていない。

#### インド【原子力発電利用推進】

原子力発電出力を現在の478万kwから2032年には、6300万kwへと13倍に拡大する方針。現在20基が稼働中。

#### 大韓民国【原子力発電利用推進】

21基の原発が稼働中で、原発による電力は発電量全体の32%を占め依存度が高い。

政府は福島第1原発の事故以降も原発推進政策を維持しており、2030年までに新たに19基を新設する計画のほか、「輸出主力商品」として原発80基を輸出することを目標に掲げている。

## 主な国のエネルギー政策

※「教科学習における エネルギー環境教育の授業づくり [中学校編]」P.104・105 を改編

### アメリカ合衆国のエネルギー戦略

#### 世界一のエネルギー消費国

- ・70%近くを自給し、エネルギーバランスがとれた国
- ・石油生産は世界全体の約9%、消費は約23%

#### 石炭・石油・天然ガスの豊富な資源大国

- ・石炭埋蔵で世界の24%、ウラン埋蔵量で約15%を占める。
- ・広大な国土には、石炭、石油、天然ガスなどのエネルギー資源が豊富に存在。

#### グリーンニューディール政策

- ・オバマ大統領は、再生可能なエネルギーの供給量を今後3年で2倍にすると明言。
- ・2015年までにハイブリッド車100万台導入。

#### 3.11以降の原子力政策

- ・アメリカ国内にある104の原子力発電所が稼働中。【原子力発電利用継続】
- ・CNNの行った世論調査によると、全ての原発の永久停止を望んだのは10%
- ・CBSニュースが行った調査では、国民の44%が自国内での原発事故に対する不安が拡大したと回答している。また、原発の新規建設に賛成するアメリカ人は2008年の57%から、事故直後には43%に減少した。

### フランスのエネルギー戦略

#### 資源輸入国

- ・日本同様、石油などの化石燃料に乏しく、海外に依存

#### 資源小国ならではの原子力開発

- ・原子力発電開発により、エネルギー輸入依存度軽減
- ・アメリカに次ぐ世界第2位の原子力大国。自給率も50%を超え、発電コストが廉価な原子力の推進により、電気料金が欧州諸国の中で最も低い国。

#### 技術を生かした資源外交

- ・中東での石油・ガスの権益取得の見返りとして、原子力発電事業計画を表明
- ・世界レベルのエネルギー企業  
石油・ガス：Total、Gas & Power：EDF、GDF-Suez  
原子力：Areva

#### 3.11以降の原子力政策

- ・国内にある58基の原子力発電所が稼働中。国民に安定した廉価の電気を供給するだけでなく、ドイツ、英国、脱原発したイタリアなどの近隣諸国にも電気を輸出している。【原子力発電利用継続】

### ロシアのエネルギー戦略

#### 世界最大の天然ガス資源保有国（世界の27%）

- ・最も多くを生産し（世界の22%）、輸出量も世界の天然ガス貿易量の21%と最大を誇る。
- ・ガスプロムは、ロシアの天然ガスの90%を生産し、パイプラインなどの輸送ネットワークを独占する企業。同社は、欧州が消費する天然ガスの25%を賄う。

#### エネルギー輸出に頼る経済

- ・2003年より、石油・ガス資源への国家管理を強化し、輸入収入の拡大が経済の最優先課題。高い石油・ガス収入依存度（2008年上期：輸出収入の67%）

#### エネルギー資源を外交に利用

- ・2006年1月には、ウクライナへの供給を停止し、エネルギーを政治の手段として利用したと話題になった。

#### 3.11以降の原子力政策

- ・国内にある32基の原子力発電所が稼働中。【原子力発電利用継続】
- ・発電量における原子力発電の割合は約16%だが、今後は約40基まで増設し、発電割合を2030年までに25%~30%に拡大する計画。

### 中華人民共和国のエネルギー戦略

#### 世界第2位のエネルギー消費国

- ・一次エネルギー消費は、約7割が石炭。埋蔵量は世界第3位、生産量は世界第1位。昨年（2008年）の原炭生産量は、前年比7.5%増の27億2000万トン。

#### エネルギー資源獲得に向けた外交

- ・海外資源の探鉱開発の推進や資源企業の買収
- ・2009年2月、胡錦濤国家主席がサウジアラビア、マリ、セネガル、タンザニア、モーリシャスの5カ国を公式訪問

#### 積極的なエネルギー資源開発

- ・2009年9月、中国華電集団は、新エネルギー開発のための子会社を設立し、各種類の「新エネルギー」開発を計画。
- ・東シナ海におけるガス田開発。

#### 3.11以降の原子力政策

- ・現在14基の原子力発電所が稼働中。
- ・建設中が26基。計画・検討中が117基。【原子力発電利用推進】

### サウジアラビアのエネルギー戦略

#### 世界最大の石油埋蔵量

- ・石油資源を豊富に有するが、技術力が低い。
- ・石油資源の枯渇を予想し、原子力に転換も考えている。

#### エネルギー資源で、外貨を獲得

- ・1970年代の石油ブームの時、潤沢なマネーを得る。

#### 豊富な資金を国家の将来の持続的成長に投資

- ・2009年9月、アブドラ国王科学技術大学を開校し、世界中の優秀な研究者を受け入れた。国家予算の4分の1を教育費にあてる。
- ・国内6か所に「メガ経済特区」を設け、外国企業を誘致。
- ・アジアやアフリカなどの農地を確保し、食糧保障に備える。
- ・東京大学やシャープなどが、砂漠で大規模な太陽光発電システムの実証実験を行い、100万キロワットの発電所を5年後をめどに完成させ、主力エネルギー源としての活用を目指す。

#### 3.11以降の原子力政策

- ・2030年までに、原子力発電所16基を新設する計画。国内初となる2基は10年後をめどに建設。その後、毎年2基ずつ増設し、30年までに16基の完成を目指す。【原子力発電利用推進】

ドイツ・フランスのエネルギー政策から「未来の日本のエネルギー」を考えよう

授業のねらい

脱原発ドイツと原発推進フランスのエネルギー政策を比較することで、未来の日本のエネルギーのあり方を考える。この学習を通して、原子力発電があることによる社会的リスクとないことによる社会的リスクを、経済面・環境面・安全面・資源確保面のそれぞれの視点に立って考える。同様に、再生可能エネルギーや火力発電所についても考える。

学習時間：1時間

学習の展開（第1時）

学習項目と内容	指導と支援	補助教材・ワークシート
<p>&lt;問いかけ&gt;</p> <p>日本の原子力発電所は、安全基準に合格した発電所が順次稼働しています。これからの日本に原子力発電所は必要なのでしょうか。脱原発ドイツと原発推進フランスのエネルギー政策を比較しながら、未来の日本のエネルギーについて考えましょう。</p>		
<p>1. これからの日本の原子力発電のあり方を、ワークシートの6つの選択から1つ選ぼう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・選んだ理由も書く</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートに書かせた後、何人かに発表させる。</li> <li>・多様な意見になるように配慮する。</li> </ul>	ワークシート1
<p>2. ドイツとフランスのエネルギー政策を見てみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ドイツのエネルギー事情</li> <li>・フランスのエネルギー事情</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資料1を読んで、良い点（メリット）と悪い点（デメリット）を考えさせながら、ワークシート1にメモをとらせる。</li> </ul>	資料1 ワークシート1
<p>3. 未来の日本のエネルギー政策は、ドイツとフランスのどちらを参考にすべきか、その理由も考えて、班で選ぼう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発電所の安全性、経済性、環境への影響、原料となる資源の安定性などをふまえて考えさせる。</li> <li>・意見が対立した場合は、妥協点を見いださせる。</li> </ul>	資料1 ワークシート2
<p>【発展】ドイツ・フランスと日本の違いを、5つの視点で考え、班で簡潔にまとめよう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・時間があれば実施し、5つのうち違いのあるものだけ、書かせる。</li> </ul>	ワークシート2
<p>4. 班ごとに、その理由を発表しよう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・班の代表的な理由を発表させる。</li> </ul>	ワークシート2
<p>5. 各班の意見を聞き、あなたの「未来の日本のエネルギー」のシナリオを書こう。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・5分程度の時間をとるか、課題とする。</li> </ul>	ワークシート1

## ワークシート1 未来の日本のエネルギー政策を考えよう

組 班 ( )

- 1 将来の日本の原子力発電政策として、妥当たと思うものに○をつけよう。

即時停止そく                      ・                      5年後停止                      ・                      15年後停止  
30年後停止                      ・                      震災前の維持しん                      ・                      震災前より増設しん

その理由：
-------

- 2 ドイツとフランスのエネルギー政策の良い点（メリット）と悪い点（デメリット）を表にまとめよう。

	良い点（メリット）	悪い点（デメリット）
ドイツの政策		
フランスの政策		

- 3 ドイツまたはフランスの政策を参考に、次の項目ごとに、未来の日本にふさわしい発電方法を班で選択たくし、選んだ理由を班で考えよう。（ワークシート2）

- 4 みんなの意見を聞いて、あなたの期待する「未来の日本のエネルギー政策」を書いてみよう。

--

## ワークシート2 未来の日本のエネルギー政策を考えよう

組 班 ( )

- 1 ドイツまたはフランスの政策を参考に、次の項目ごとに、未来の日本にふさわしい発電方法を班で選択し、選んだ理由を班で考えよう。

	未来の日本の発電	選んだ理由
安全な 発電		
環境に やさしい 発電		
経済性を 考えた 発電		
資源確保 を考えた 発電		
快適生活 を考えた 発電		

- 2 【発展】ドイツ・フランスは、EU加盟国である。ドイツ・フランスと日本の違いを、次の視点で考え、班で簡潔にまとめてみよう。

・安全面：

・環境面：

・経済面：

・資源面：

・生活面：

## ドイツの電気事情

### ■昔も今も石炭火力が中心

ドイツはもともと石炭を豊富に産出する国で、この石炭資源は歴史的にドイツ工業の発展に大きく寄与してきました。1960年代以降、石炭は安い輸入石油に押されて主役の座を追われましたが、政府は1973年の石油危機を契機に石炭への再転換策を打ち出し、石炭産業を保護してきました。その結果、2011年現在でも石炭の生産量は国内エネルギー生産量の37%を占め、原子力等を加えたエネルギー自給率は41%を維持しています。石炭は特に発電用に大量に使用されています。政府の石炭産業保護策によって電力会社に課された国内炭引き取り義務は1996年で終わりましたが、その後も補助金の形で保護策が継続されています。その結果、石炭火力のシェアは2011年現在でも全体の発電量の約46%を占めています。最近では、天然ガス火力も導入されていますが、まだ総発電量の14%程度にとどまっています。

### ■脱原子力に回帰

石油危機を契機に注目されたもう一つのエネルギーが原子力です。ドイツには2011年末現在、運転中の原子力発電設備が9基1,268万kWあり、総発電量に占める比率は約18%となっています。これらの設備は高い安全性と経済性を誇っています。

しかし、1998年に政権に就いたシュレーダー政権は、脱原子力政策を打ち出し、2000年に政府は原子力発電所を段階的に閉鎖することで電力会社と合意しました。2002年には原子力法を改正し、32年間運転するとして割り当てられた発電量が尽きた発電所から順次、閉鎖されることになりました。2005年にメルケル政権が誕生しましたが、脱原子力政策に大きな変更は加えられませんでした。

続く2009年10月に誕生した第二次メルケル政権は、このまま脱原子力政策を進めた場合、早ければ2012年にも電力供給力不足になるとの需給想定を踏まえて、脱原子力政策の見直しに踏み切りました。2010年10月には、脱原子力見直し政策を反映した原子力法の改正など一連の法案が連邦下院で採択され、32年とされていた原子力発電所の運転期間は平均で12年間延長されることになりました。

しかし、2011年3月に発生した福島原子力発電所の事故を受けて、メルケル政権は脱原子力に転じました。2011年7月には、最も古い7基（故障で停止中を含めると8基）を即座に閉鎖するとともに、運転中の9基も2022年までに段階的に閉鎖することを決めました。

政府は、中・長期的には火力の新規建設、再生可能エネルギー電源のさらなる開発で原子炉閉鎖分をカバーする計画です。しかし、短期的には新たな電源開発が間に合わないため、冬季の電力ピーク時に現在休止中の火力発電所を必要に応じて稼働できるよう、政府と送電会社が協力して準備を整えているところです。

### ■再生可能エネルギー電源の大量導入で消費者の負担急増

原子力を代替する電源として、ドイツは再生可能エネルギーとコージェネレーション（電気と熱を同時に生産する方式）を積極的に開発してきました。政府は電力会社に対して再生可能エネルギーとコージェネレーションで発電した電力を高い料金で買い取ることを法律で義務付けました。その結果、特に風力発電の開発の進展は目覚しく、1990～2011年に約530倍に増大し、2011年末現在では2,907万kWの規模に達しています。現在のメルケル政権でも、この買い取り制度による再生可能エネルギー開発促進策は維持されています。

政府は、再生可能エネルギー電源のシェアを2020年までに35%まで拡大することを計画し、風力発電のパワーアップと洋上風力の導入を中心に進める予定です。また、太陽光発電の導入にも意欲的で、住宅への太陽光発電パネル設置に加え、大規模なソーラー発電所の建設も進められ、2011年末現在、世界一の2,504万kWの設備が設置されています。

ただし、こうした太陽光発電設備の導入は消費者の費用負担を増加させており、2012年現在、一般家庭の再生可能エネルギー発電導入負担額は、月額10ユーロ（約1,100円）を超えています。この状況を重く見た政府は、太陽光発電の買い取り価格を引き下げ、規模が5,200万kWに達した後に設置される太陽光発電には買い取り制度を適用しないことにしました。さらに、政府は、消費者の費用負担を抑制するためには、風力発電やバイオマス発電もこれまでのように無制限に導入する訳には行かなくなったため、2013年秋に実施される総選挙後に、買い取り制度の抜本的な見直しを考えています。

### ■温室効果ガス削減目標は達成の方向

前述の施策もあり、2010年の温室効果ガスの排出量は1990年に比べて（一部の温暖化ガスについては1995年比）22.2%減少しました。これはすでに京都議定書の削減目標である21%を上回っており、このまま行けば2008～2012年の目標は達成できる見込みで、政府はさらに2020年までに1990年比で40%削減するという目標を設定しています。

しかし、削減テンポは鈍化傾向で、エネルギー消費によるCO<sub>2</sub>排出量は、1990年から1995年の間には1億1,130万トン減りましたが、1995～2000年の間には3,940万トン、2000～2005年の間には2,700万トン、2005～2010年の間も3,750万トンと次第に削減が難しくなっています。

そのため、政府は再生可能エネルギー発電やコージェネレーションの導入に加えて、熱分野の再生可能エネルギーの利用もさらに進めていく計画で、ヒートポンプも再生可能エネルギーと位置付けています。また、2010年発表の「エネルギー構想」と題された現政権の長期エネルギー政策では、2050年には一次エネルギーの60%、電力の80%を再生可能エネルギーで賄うとしています。

また、政府はスマート・メーター（各家庭で時々の電力消費量が分かるメーター）の導入や省エネも強化していく方針です。

（2013年1月更新）出典：一般社団法人 海外電力調査会HP 「各国の電気事業 ドイツ」改編



## フランスの電気事情

### ■原子力開発の成功でエネルギー自立と CO2 削減を達成

フランスは日本同様、石油、天然ガス等のエネルギー資源が乏しい国です。そのため、従来、電源は国内に資源がある水力、石炭に加えて輸入石油に大きく依存していました。しかし、1973 年の石油危機を契機として、原子燃料のリサイクルを前提にした原子力開発を進めました。その結果、2012 年初め、原子力発電設備は 6,580 万 kW、発電電力量の約 80%を原子力が占める世界第二位の原子力大国となっています。原子力発電設備はすべて国有企業のフランス電力会社（EDF）が建設・運転しています。

この原子力開発の成功によって、エネルギーの自給率は 1973 年の 25%から現在では 50%以上にも達し、原子力はエネルギーの自立と安定供給に大きく寄与しています。また、最近、問題となっている地球温暖化では、CO<sub>2</sub> をまったく発生しない原子力と再生可能エネルギーを合計した発電電力量は全体の 90%を占め、CO<sub>2</sub> 排出量の削減と抑制にも大きく貢献しています。

### ■福島事故後も原子力開発継続、社会党新政権は減原子力を打ち出す

フランスは電源として将来も原子力を中心に置く方針を示してきました。2005 年に制定された「エネルギー指針法」に続き、2007 年に開催された「環境グルネル」と呼ばれた環境会議で、サルコジ大統領は「原子力なしの地球温暖化問題への挑戦は幻想」とし、原子力は不可欠と強調しました。

フランスは現在、新しい原子炉を 1 基、建設中です。これは 2020 年以降と予想される既設の原子力発電所の建替えに備えて、北西部のノルマンディ地方に立地するフラマンビル原子力発電所サイトに 3 号機として建設されています。

2011 年 3 月に発生した福島第一原発事故を受けて、サルコジ前大統領は 2011 年 3 月 16 日、フランスでの原子力発電の必要性を改めて示しました。フランスが原子力を選択したことは、エネルギー自給や温暖化ガス排出抑制の観点から極めて現実的なことで、また同国の原子力発電所の安全対策における高い技術力、独立性、透明性は世界が認めるものであると強調しました。

一方、2012 年 5 月の選挙で、サルコジ氏を破り大統領に就任した社会党のオランド氏は、減原子力（2025 年までに原子力発電比率を現状の 75%から 50%に低減）、およびフランスで稼働する最も古いフェッセンハイム原子力発電所 2 基を 2016 年末までに閉鎖する方針を打ち出しています。

しかし、これはフランスが原子力開発を止めることを意味しません。オランド大統領はフラマンビル発電所 3 号機の建設は続行するとしています。また、原子燃料サイクル事業、や原子炉の輸出も継続するとしています。フランスでは原子力は重要な電源であると同時に、機器製造や関連サービスまで含めて 40 万人も雇用する一大産業です。

また、フランスは、再生可能エネルギーの開発にも取り組んでおり、2020年には発電の27%を再生可能エネルギーでまかなうことを計画しています。また火力電源もピーク用やバックアップ電源として10%程度は必要です。そのため、今後も電力需要が一定の伸びを示し、再生可能エネルギーが計画どおり導入されれば、2020年には原子力は60%程度にまで比率を低下させるものと予想されます。ですから、社会党の2025年に50%という数字は、減原子力と言わずとも達成される可能性があります。電力会社のEDFも現有の原子力発電設備だけならば、2020年には50%程度の比率になると指摘しています。実際、福島事故を受けて、フランスには、一つの電源だけに過度に依存するのは、電力供給上、リスクがあるとの意見が出てきています。社会党の減原子力も、いわゆる電源の「ベストミックス」を目指すものと言うことができます。

いずれにしても、社会党政権は、この原子力政策も含めた、エネルギー・環境問題について、国民の意見を広く取り入れる考えです。2013年2月から5月にかけて全国的な討論会を各地で開催し、その結果を踏まえて、2013年秋には関連法案を議会に出す予定です。

#### ■再エネ開発にも注力

フランスは再生可能エネルギーの開発にも乗り出しています。前述のグルネル会議では、政府は2008年11月、「環境グルネル会議：エネルギー移行の成功に向けて」と題する再生可能エネルギー開発計画を発表しました。この計画では、系統に連系する太陽光発電設備を2007年の1.3万kWから2020年までに540万kW、風力発電設備を2007年の250万kWから2020年までに2,500万kWに引き上げることが掲げられています。

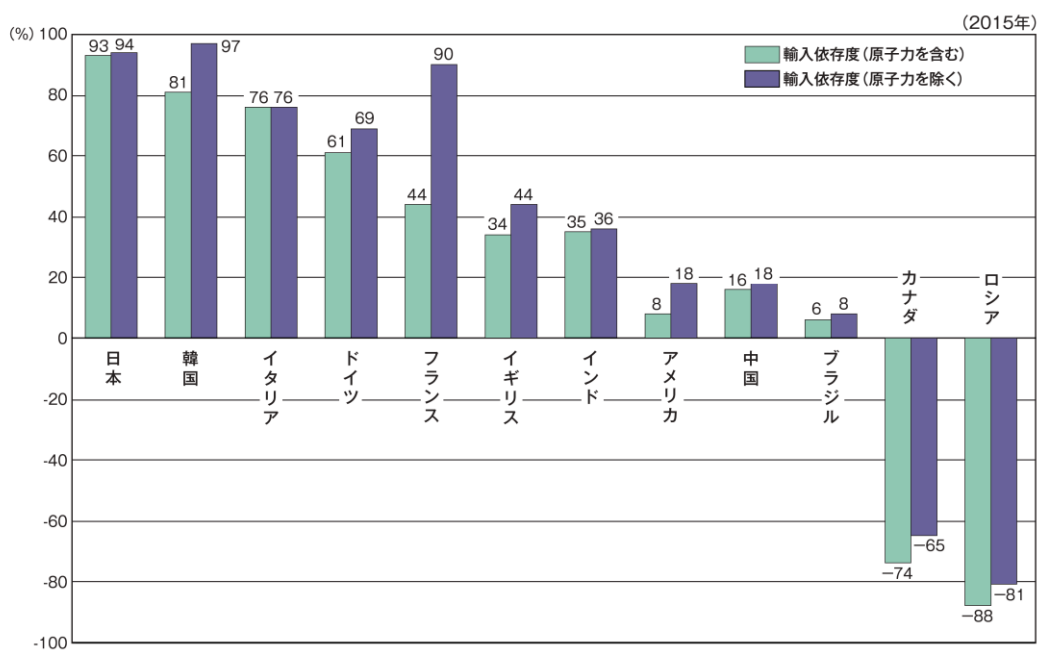
この「環境グルネル会議」では、気候温暖化防止、生物の多様性、健康の3つをテーマに幅広い視点から議論が行なわれました。温室効果ガスやエネルギーに関しては、EUにおける目標を達成するためにフランスで着実に省エネルギーの促進や再生可能エネルギーの拡充を行なっていくとした結論がまとめられました。これを受けて2009年8月に成立した、「環境グルネル実施計画法(グルネルI法)」では、温室効果ガスの排出削減目標として2020年までに1990年比で20%削減、2050年までに75%削減するとした中長期の目標が示されました。また、2010年7月に成立した「環境に対する国内取組み法(グルネルII法)」では、地熱発電、海洋発電、太陽熱発電の固定価格買取りを促進していくことが規定されました。

この結果、2011年末現在、ドイツなどに比べれば、大きな規模ではありませんが、風力は670万kW、太陽光は280万kWまで開発されてきています。しかし、太陽光は、予想以上に導入が進み、料金による需要家への負担増が過大になる恐れが出てきたため、買取価格が引き下げられました。家庭用の屋根一体型太陽光発電設備については、2006年に55ユーロセント(1ユーロセント=1円)/kWhに引き上げられ、その後はこの水準付近に設定されていましたが、2011年に46ユーロセント/kWhに引き下げられています。

(2013年1月更新) 出典：一般社団法人 海外電力調査会HP 「各国の電気事業 フランス」改編

資料 1 の図面集

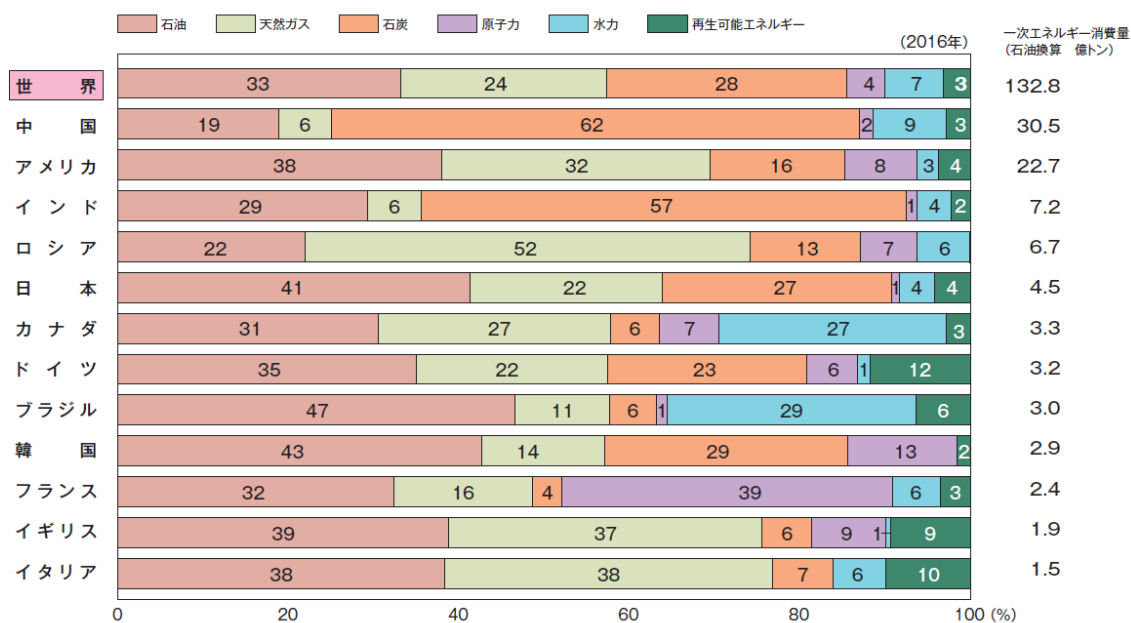
図 1 : 主要国のエネルギー依存度 (2015 年)



(注) 下向きのグラフは輸出していることを表す

出典：出典：原子力・エネルギー図面集 2016

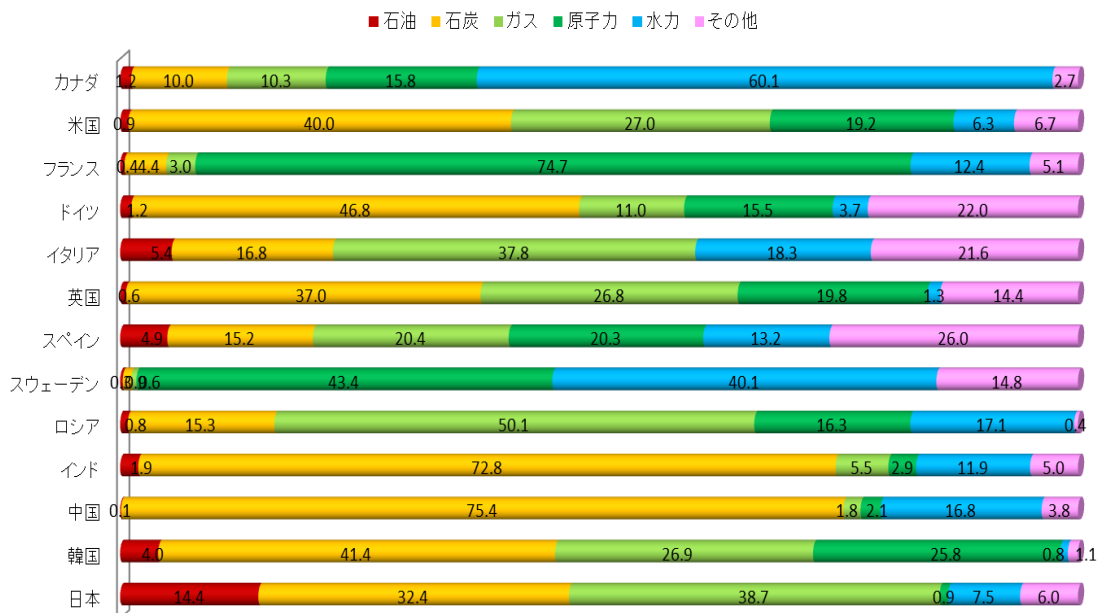
図 2 : 主要国の一次エネルギー構成 (2016 年)



出典：原子力・エネルギー図面集 2016

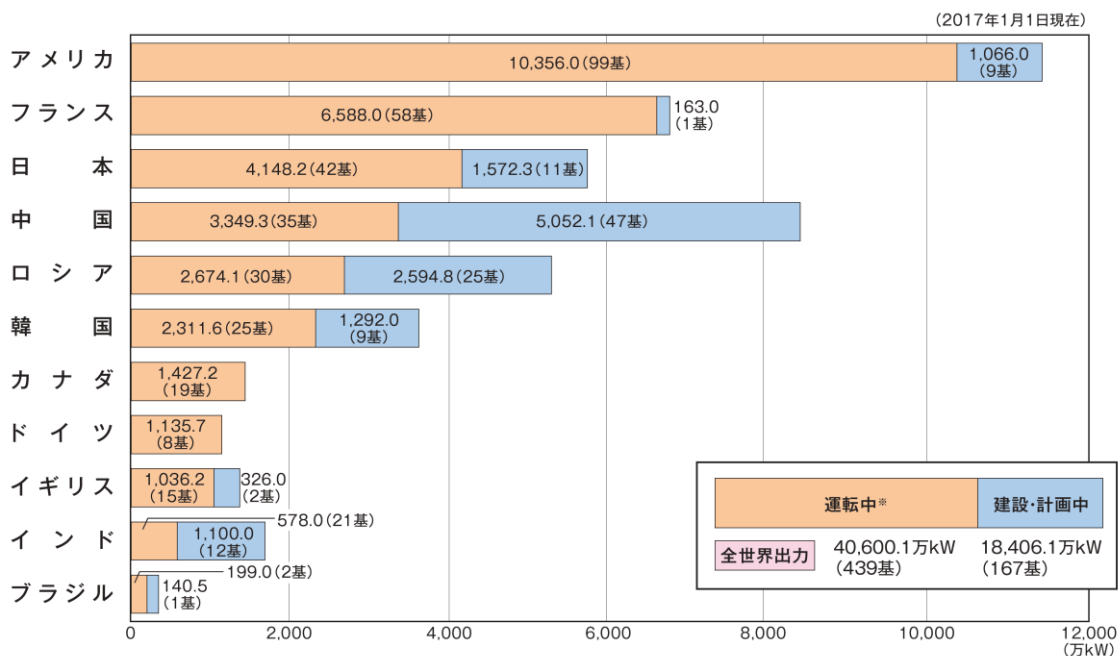
資料1の図面集

図3：主要国の電源別発電電力量の構成比（2013年）



出典：OECD/IEA

図4：主要国の原子力発電設備（2017年）

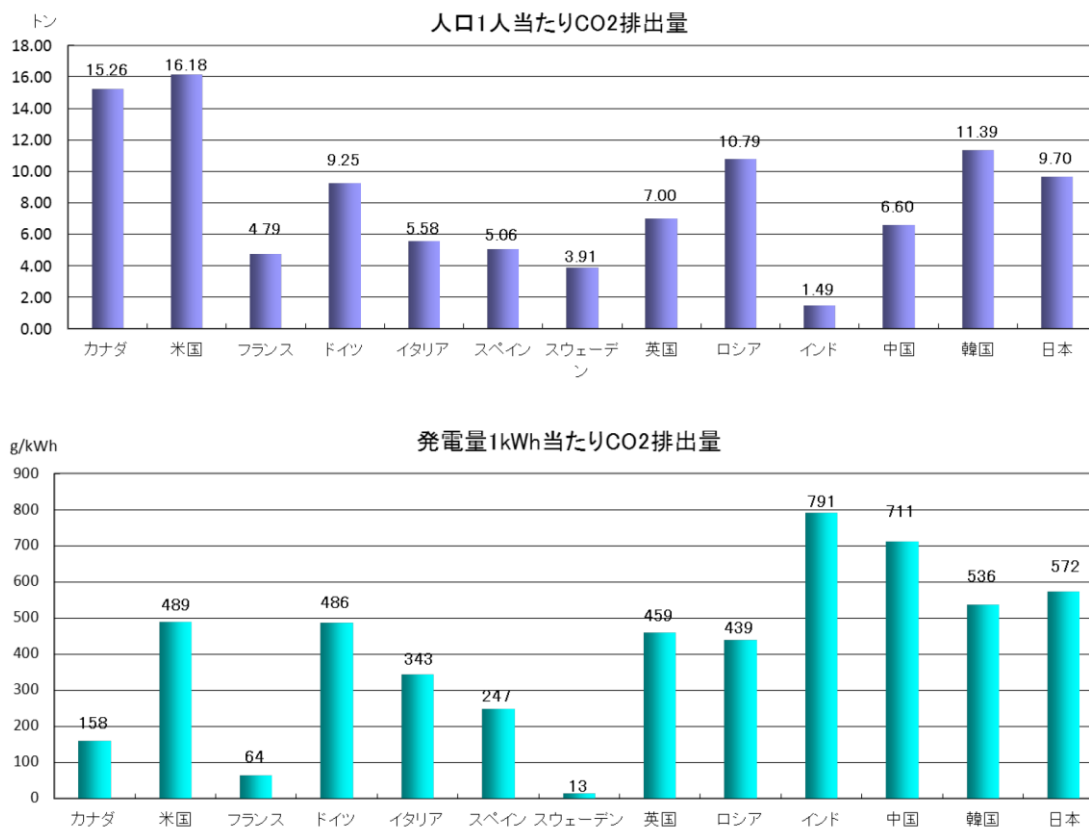


※運転中の出力は建設・計画中以外の原子炉で、停止中・検査中の原子炉の出力も含む

出典：原子力・エネルギー図面集 2016

資料1の図面集

図5：人口1人当たりCO2排出量と発電量1kWh当たりCO2排出量（2013年）



出典：OECD/IEA

図6：パリ協定(COP21)の削減目標（2015年）

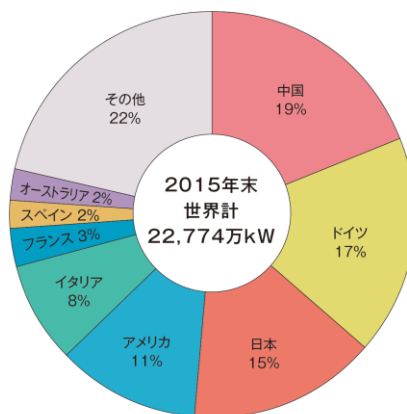
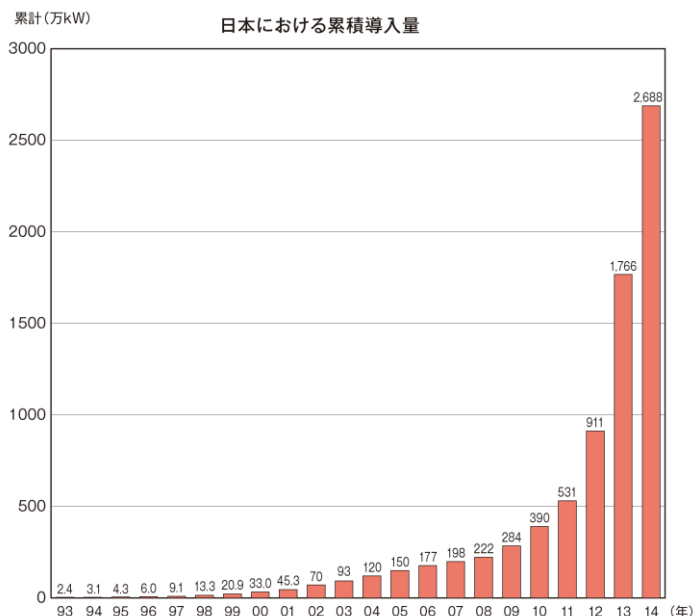
国名	1990年比	2005年比	2013年比
日本	▲18.0%	▲25.4%	▲26.0% (2030年までに)
米国	▲14~16%	▲26~28% (2025年までに)	▲18~21%
EU	▲40% (2030年までに)	▲35%	▲24%
中国	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに2005年比でGDP当たりの二酸化炭素排出を60~65%削減</li> <li>2030年頃に二酸化炭素排出のピークを達成</li> </ul>		
韓国	<ul style="list-style-type: none"> <li>2030年までに、対策を講じなかった場合の2030年比で37%削減</li> </ul>		

日本は2013年と比べた場合の数値、米国は2005年と比べた場合の数値、EUは1990年と比べた場合の数値を削減目標として提出  
 比較する年度を「2013年」に合わせて数値を比べてみると、日本の目標は高いことが分かる

(出典) 主要国の約束草案(温室効果ガスの排出削減目標)の比較(経済産業省 作成)

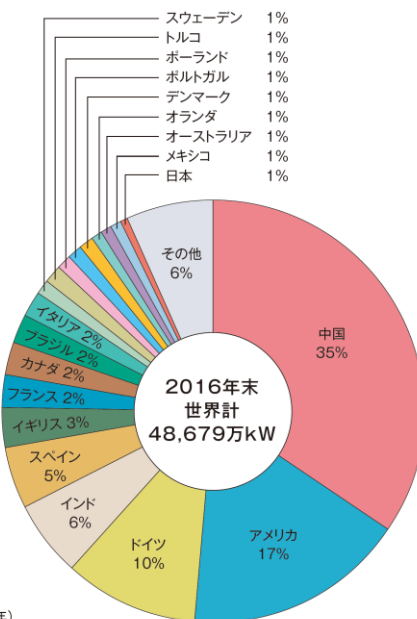
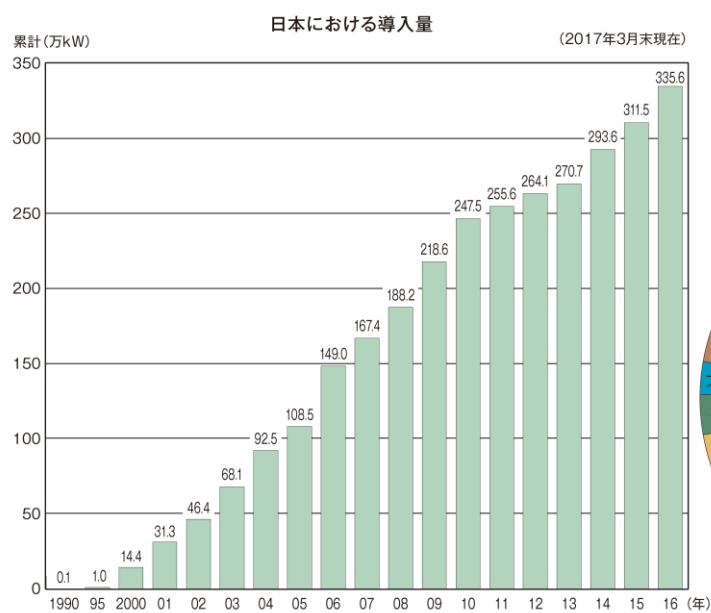
資料 1 の図面集

図 7 : 主要国の太陽光発電導入量 (2015 年)



出典：原子力・エネルギー図面集 2016

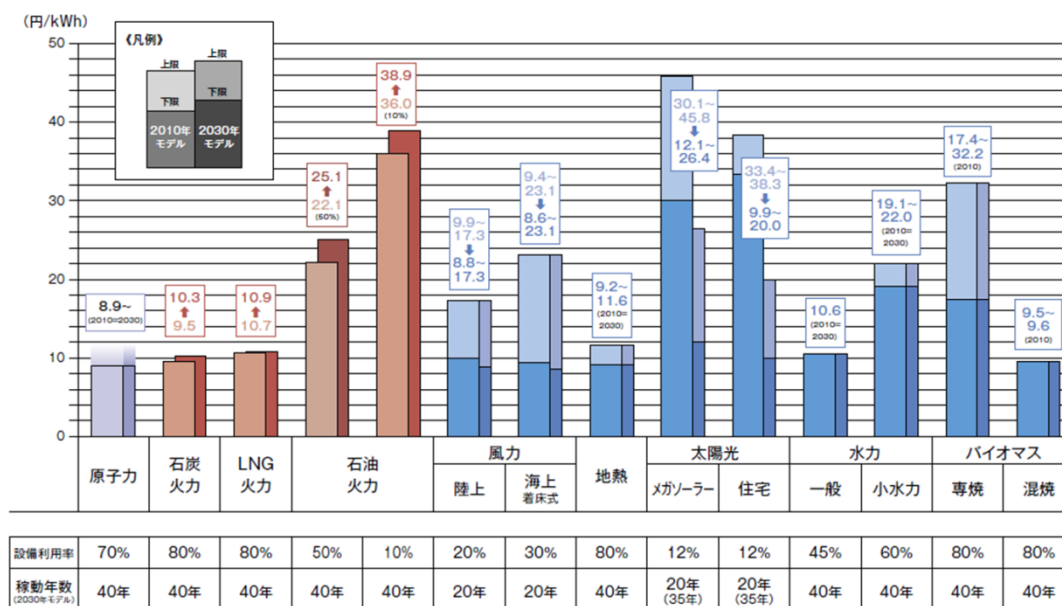
図 8 : 主要国の風力発電導入量 (2016 年)



出典：原子力・エネルギー図面集 2016

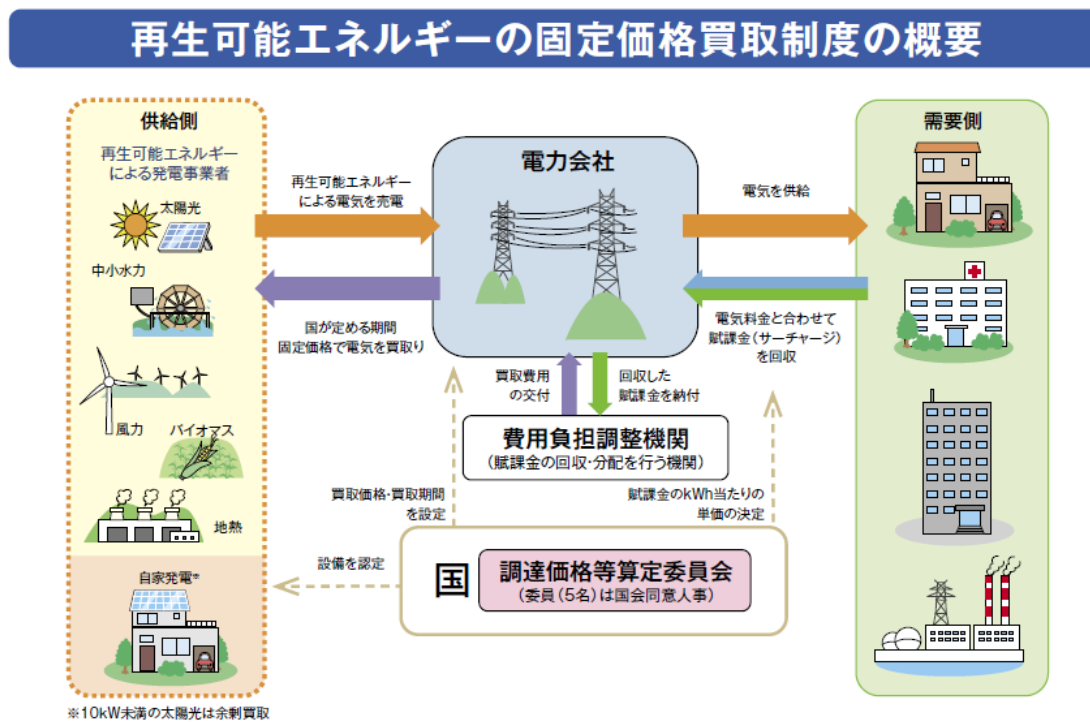
資料 1 の図面集

図 9 : 1 kWh あたりの発電コスト (2011 年)



出典：エネルギー・環境会議「コスト等検証委員会報告書（2011年12月19日）」

図 10 : 再生可能エネルギーの固定価格買取制度の概要



3-1-11

出典：資源エネルギー庁ホームページ

出典：出典：原子力・エネルギー図面集 2013

三つの提案について考えよう

授業のねらい：再生可能エネルギー、火力発電、そして原子力発電のいずれかを基幹電源にした場合の、今後のわが国の電源構成に関する方策を題材に、生徒同士の討論を主体とした学習を行い、今後のエネルギーミックスのあり方について考えを深めるとともに、様々な意見があることや話し合いの重要性を認識させる。

所要時間：2～3時間

学習の展開

学習項目と内容	学習のポイント	教師用資料・WSとの関連等
<p>&lt;問いかけ&gt; 今後の日本の基幹電源を何にすべきか、三つの提案を聞こう。</p> <p>1. 三つの提案を聞いて、その実現性を評価してみよう。</p> <p>個人としての評価</p> <p>グループとしての推薦</p> <p>2. グループで新たな提案をしよう</p>	<p>三つの提案をもとに、必要な発電量、維持したい自給率、温室効果ガスの排出量削減目標及び費用などの関連項目について、可能な範囲で定量的に比較し考えさせる。一方で、電力需給は発電と消費のバランスで成立する。発電側だけでなく、消費側の対策からも考えさせることが重要である。</p> <p>3つの提案について、個人及びグループとしての評価を行う。この作業を通して、個人評価で重視していた視点及びグループワークで気付いた新たな視点を再認識させるとともに、グループの合意形成までの過程及び結果は納得のいくものであつかを振り返らせて、次のグループ提案での活動に生かすように仕向けることが大切である。</p> <p>&lt;3提案を4段階で評価&gt; 次の視点に基づき、実現可能性を、◎十分可能、○可能、△少し困難、×無理、の4段階で評価する。判断理由には可能な限り定量的な材料を用いる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電力の安定供給はできるか</li> <li>・経済や生活への影響は納得できるか</li> <li>・地球温暖化防止にどの環境適合性はあるか</li> <li>・安全性の確保は十分か</li> </ul> <p>&lt;グループとして1提案に集約&gt; グループ全員で意見交換を行い、3つの提案の中から、グループとして推薦できる提案を選ぶ。各自の判断理由をもとに、グループとしての推薦理由を箇条書きで記載する。</p> <p>各グループからの3提案の一つに対する推薦理由を聞き、その結果を比較して、グループとして新たな電源割合の提案を行う。新たな提案にはふさわしい名称をつける。</p> <p>個人評価からグループとしての合意に至るまでの葛藤や説得、調整を通して、合意形成のプロセスを疑似的に体験することは、将来の現実のエネルギー選択に生かすことができる。</p>	<p>WS1「3提案を読んで」</p>



学習項目と内容	学習のポイント	教師用資料・WSとの 関連等
<p>個人としてのまとめ</p> <p>グループとしての提案</p> <p>&lt;まとめ&gt; グループ提案の発表</p>	<p>&lt;グループ推薦から得られた知見&gt; 各グループの推薦理由を聞いて、同意したところや問題点と思っところをあげよう。</p> <p>&lt;グループとしての新たに提案&gt; これまでの活動を通して得られた知見を元にグループごとに話し合い、グループとしての新たな電源割合の提案を行う。新たな提案には、その電源構成にふさわしい名称をつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・達成時期をそのために必要な施策を可能な限り上げる。</li> <li>・発電量を減らせば割合も変わる。可能であれば省エネも検討事項に加える。</li> </ul> <p>余裕があればグループ提案について、クラス全体での意見交換の場をもとう。</p>	<p>WS2「グループの提案」</p>

# 三つの提案について考えよう

— 今後の日本の基幹電源 —

画冊になら  
ないように

ゴールに向けてどのような道筋を描くか。  
どのように説得するか。どこまで納得してもらえるか。

課題を  
しっかり見定  
めよう

## 1. 三つの提案

(1) 再生可能エネルギーによる発電を基幹電源に (Aさんの提案)

① いろんなところに太陽光発電を



使用していない農耕地に太陽光発電



全ての屋根に太陽光発電

② 海にも風力発電を

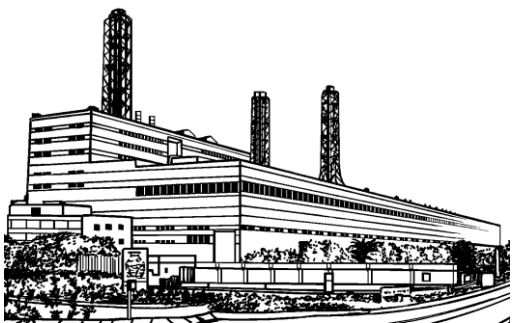


③ 湯煙で電気  
(温泉発電)

Aさん : 2030年で国内全体の30%、2050年で50%を再生可能エネルギーによる発電で賄えるように増やしていきます。

そのため、使っていない農耕地や全ての屋根での太陽光発電、強い風が吹く海での風力発電、そして日本全国で温泉発電を広げていけばいいと思います。

(2) 火力発電を基幹電源に (Bさんの提案)



① LNG火力発電

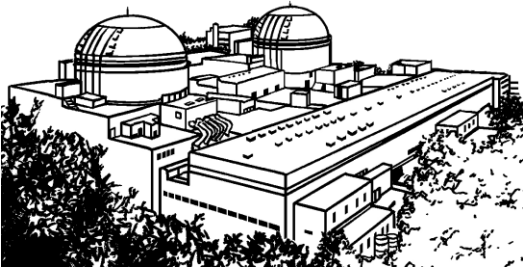


② 石炭火力発電

Bさん : LNG火力と石炭火力をうまく組み合わせ、2030年には全ての火力発電所を、二酸化炭素の排出量が少ない高効率発電所に置き換えます。

電気をちゃんと使えるようにしながら、再生可能エネルギーも着実に増やしていけばいいと思います。

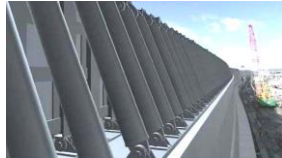
(3) 原子力発電を基幹電源に (Cさんの提案)



Cさん：規制基準に適合した発電所は再び動かし、運転期間が期限に達したら順次建て替えたりして、**2030年、2050年でも1/4程度は賄えるようにします。**  
電気の使用や二酸化炭素排出抑制に対して余裕を確保しながら、落ち着いた状態で、廃棄物対策や再生可能エネルギーの導入を進めていけばいいと思います。

①規制基準に適合した発電施設の再稼働

津波の防護壁



②運転期間終了とともに、規制基準に適合した発電施設へ順次建て替え

2. 達成方法（政策）の検討

グループごとに達成方法を検討し意見交換をしよう。

- ① グループごとに 1 つの提案を選んで、期限までの目標達成に向けて取り組むべき課題について、具体的な方法（政策など）をいくつか検討してみよう。



- ② グループごとに、検討結果を発表しよう。他のグループの発表を次の項目ごとに評価しながら聞こう。
- ・電力の安定供給は確保できるか
  - ・経済や生活への影響は納得できるか
  - ・地球温暖化防止などの環境適合性はあるか
  - ・安全性確保は十分か

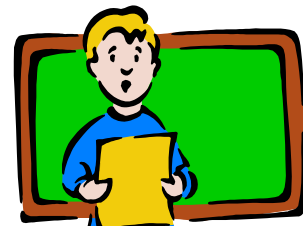
- ③ 発表結果について意見交換をしよう。

	主な課題の例
Aさん：再エネ案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・不安定性への対策をどうするか。費用をどうするか</li> <li>・再エネ発電の割合を引き上げていく過程の電力をどのように賄うのか。</li> </ul>
Bさん：火力案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・資源を海外に依存することのリスク(安全保障、価格)をどう低減するか。</li> <li>・高効率でも発電量が多いと二酸化炭素排出量が増えることをどうするか。</li> </ul>
Cさん：原子力案	<ul style="list-style-type: none"> <li>・規制基準に適合しても事故リスクが残ることへの人々の懸念をどうするか。</li> <li>・高レベル廃棄物が増えることをどうするか。</li> </ul>

3. 独自目標の検討

これまでの学習を踏まえて、グループごとに、独自の目標と目標達成に向けた方法を検討してみよう。

- ① グループごとに、独自の目標と方法を検討する。提案のあった3案を組み合わせてもいい、全く別の案でもいい。
- ② 上述と同じように、グループごとに発表し意見交換をしよう。



# 再生可能エネルギーによる発電を基幹電源に

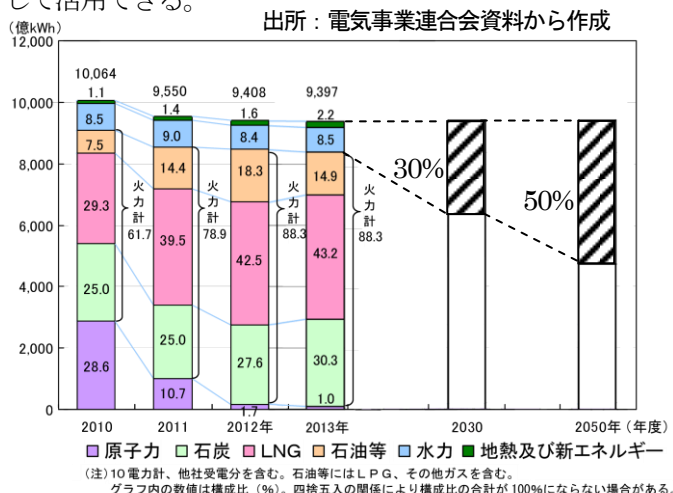
## － A さんの提案－

私は、次のような理由で、再生可能エネルギーによる発電を基幹電源にすべきだと思います。

- ・エネルギー源は自然にあるものなので、無尽蔵にある。
- ・温室効果ガスの排出が少ない。
- ・送電設備のない遠隔地（山岳部、離島）の電源として活用できる。
- ・非常用電源として災害時などに利用できる。

**目標：2030年**で国内全体の**30%**、**2050年**で**50%**を再生可能エネルギーによる発電で賄えるように増やしていきます。

そのために、使っていない農耕地や全ての屋根での太陽光発電、強い風が吹く海での風力発電、そして温泉発電などを、日本全国で広めていけばいいと思います。



### (1) いろんなところに太陽光発電を

#### ①使用していない農耕地に太陽光発電

平成22年の耕作放棄地は40万ha（農林水産省ウェブサイトから）だそうです。パネル間の隙間や緑地などで、実際に利用できる面積は半分の20万haとし、太陽電池出力を150W/m<sup>2</sup>として、総出力P<sub>1</sub>kWは、

$$P_1 = 3 \text{ 億 kW}$$

夜は発電できないこと、昼も天候の影響を受けることから、年間に実際発電できる割合を12%程度とすると、この太陽電池による年間の総発電量E<sub>1</sub>kWhは

$$E_1 = 3 \text{ 億 kW} \times 8760 \text{ 時間/年} \times 0.12 = 3153.6 \text{ 億 kWh}$$

現在の日本の年間総発電量は約1兆kWhなので（上図）、今後とも同量とすれば**約30%**を賄うことができます。

### 電源別発電電力量構成比



農耕地への設置例



屋根への設置例

#### ②全ての屋根に太陽光発電

国内の一戸建て住宅数は、27,450,200戸（平成20年住宅・土地統計調査（総務省統計局））、全戸に4kWの太陽電池を設置すると、総出力P<sub>2</sub>kWは、

$$P_2 \approx 1 \text{ 億 kW}$$

この太陽電池による年間の総発電量E<sub>2</sub>kWhは、

$$E_2 = 1 \text{ 億 kW} \times 8760 \text{ 時間/年} \times 0.12 = 1051.2 \text{ 億 kWh}$$

日本の年間発電量の**約10%**を賄うことができます。

最近では、固定価格買い取り制度によって、メガソーラー、ミニソーラー発電所をあちこちで見かけます。平成25年度末で政府が認定したものを含めると7000万kWに達しています。

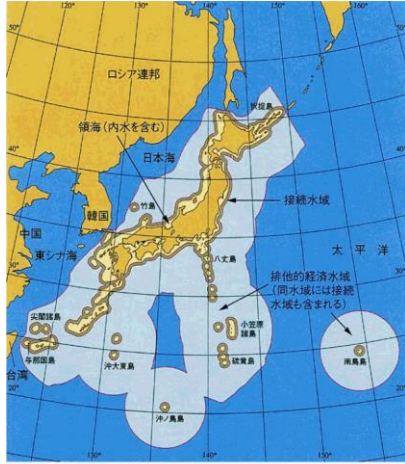
民家のそばのミニソーラー例





## (2) 海にも風力発電を

平成 25 年 11 月 11 日に福島沖約 20 km のところで、2,000 kW の浮体式風力発電が運転を開始しました。平成 26 年度には 7,000 kW を 2 基を追加して、合計 16,000 kW になるそうです。日本は周りを海に囲まれており、いたる所で風力発電ができると思います。そうすれば、陸上のように住民への迷惑を気にしないで、どんどん風力発電を増やせると思います。



実はわが国は海洋資源大国です。領海・排他的経済水域の面積は約 447 万  $\text{km}^2$ 、海岸線の延長は約 3.5 万  $\text{km}$  で、両方とも世界第 6 位になります。

## (3) 湯煙で電気 (温泉発電)

2014 年 4 月 10 日、兵庫県新温泉町で温泉水を使ったバイナリー発電が開始されました。20 kW の装置 2 台で、年間の発電量は 9 万 kWh を想定しています。一般家庭で 25 世帯分の電力使用量に相当するそうです。日本の地熱の資源量は、アメリカ、インドネシアに次いで世界第三位です。うまく利用していけば、温泉を楽しみながら、地熱による発電も増やせると思います。



新温泉町湯村温泉  
薬師湯のバイナリー発電



バイナリー発電の基本サイクル

(出所：薬師湯バイナリー発電の説明パネルから)

このように、太陽光発電とその他の様々な再生可能エネルギーによる発電を組み合わせれば、

- ・ 2030 年で国内全体の 30%、
- ・ 2050 年で 50%

という目標を達成できると思います。

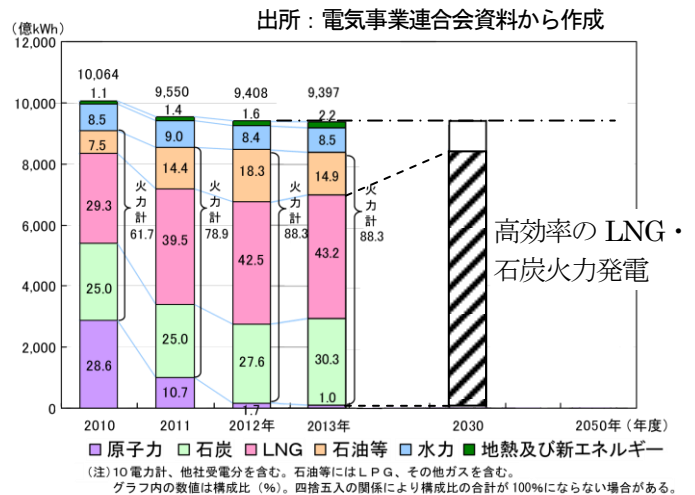
# 火力発電を基幹電源に

## －Bさんの提案－

私は、次のような理由で、最新鋭の火力発電を基幹電源にすべきだと思います。

- ・火力発電は比較的短期間（建設のみなら3年程度）で建設でき、安定した発電ができる。
- ・効率が良いので燃料が減り、二酸化炭素排出量を減らせる。
- ・LNG（液化天然ガス）だけでなく安価な石炭火力も組み合わせて、燃料費を押さえられる。
- ・開発途上国に技術を広め、二酸化炭素排出量を減らすことで、わが国の排出量を相殺できる。

**目標：LNG火力と石炭火力をうまく組み合わせ、2030年には全ての火力発電を、二酸化炭素の排出量が少ない高効率発電のものに置き換えます。**  
 電気をちゃんと使えるようにしながら、再生可能エネルギーも着実に増やしていけばいいと思います。

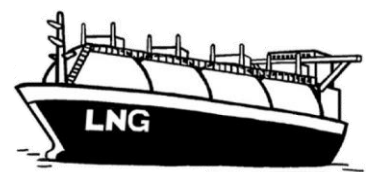
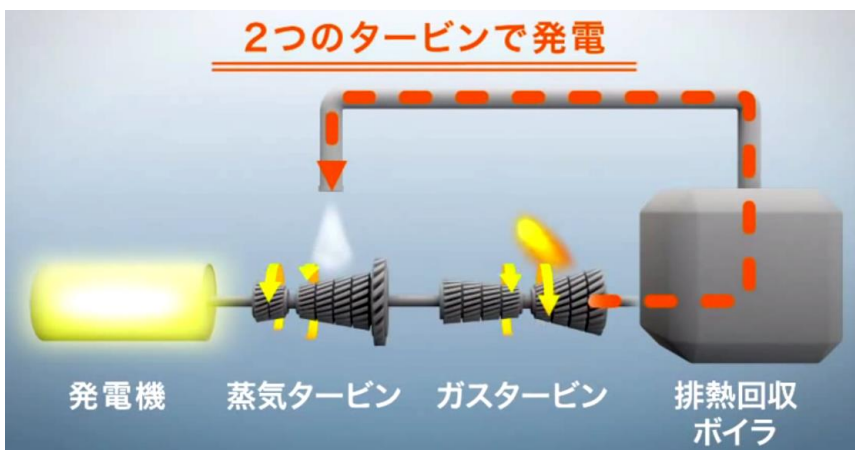


### (1) LNG(液化天然ガス)を使った高効率のコンバインドサイクル発電

関西電力株姫路第二発電所では、従来型の蒸気タービンだけの方式から、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせた、最新鋭のコンバインドサイクル発電方式への建て替えが進んでいます。これによって、電気をつくる効率は以前の約42%から約60%まで向上する\*とのことです。

燃料の使用量が減るので燃料費を安くでき、二酸化炭素の排出量も、1 kWh 当たり、0.470 kg-CO<sub>2</sub> から 0.327 kg-CO<sub>2</sub> に減らせます。日本全国でこの方式の発電施設の建設を進め、燃料代が高く二酸化炭素排出量の多い石油火力を動かさないですむようにしていくとよいと思います。

※ 以前は100の電気をつくるのに、  
 (100 ÷ 0.42 =) 238  
 の天然ガスを必要としたが、新しい方式では、  
 (100 ÷ 0.6 =) 167  
 の天然ガスで済む。



LNG タンカー  
 LNG を球形の断熱タンクに入れ、日本に運んでくる。

LNG（天然ガス）を燃焼させてガスタービンを回し、ガスタービンの排ガスで加熱してつくった蒸気で蒸気タービンを回す。高温の燃焼ガスが二重に利用でき、効率が良くなる。

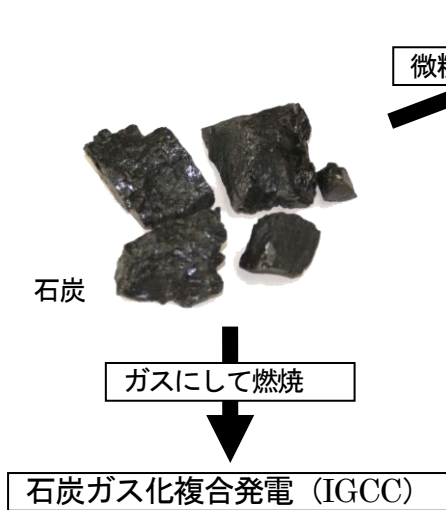
出所：関西電株ホームページから

(2) 高効率の石炭火力発電を適度に組み合わせ利用

神奈川県磯子石炭火力発電所（60万kW×2基、1号機はH14年、2号機はH21年に運転開始）は、最新鋭の技術によって効率45%を達成しています。天然ガスのコンバインドサイクル発電に比べて効率は落ちますが、石炭は安価なので、石炭火力を組み合わせると、発電に要する費用を減らすことができます。



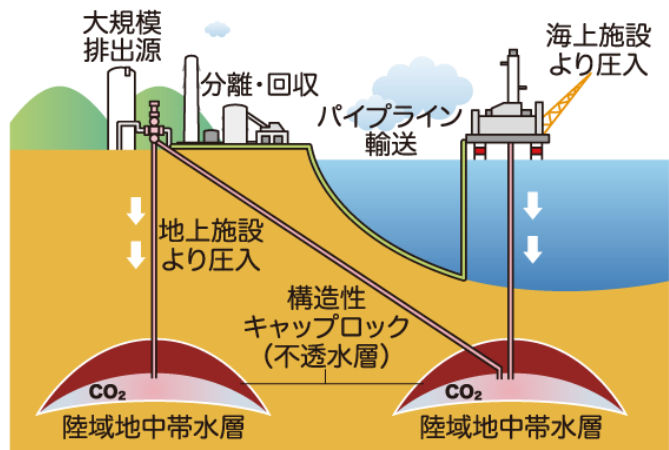
磯子火力発電所（左2号機、右1号機）  
出所：電源開発株式会社ホームページから



石炭をガス化してコンバインドサイクル発電を可能にする石炭ガス化複合発電（IGCC）と呼ばれる技術の開発が進められています。平成25年6月30日に常磐共同火力発電所において日本初の商用機（25万kW、発電効率42%）が発電を開始しました。今後、さらに熱効率48%をめざして、50万kW級で実証試験が行われる予定です。IGCCに燃料電池を組み合わせるさらに効率を高める研究も進められています。石炭火力は古い技術ではなく、これからの日本のエネルギー供給を担う技術だと思います。

このように、LNG火力と石炭火力をうまく組み合わせ、  
・2030年に日本の火力発電を、LNGと石炭を燃やす高効率の発電施設だけとします。  
輸入先は、米国で開発が進むシェールガスやロシアの天然ガスなども加え、できる限り増やします。  
また、高効率火力発電の技術を海外に広めれば、開発途上国の二酸化炭素排出量削減にも貢献できます。  
電気をちゃんと使えるようにしておけば、再生可能エネルギーも、落ち着いて増やしていけると思います。

参考：二酸化炭素を分離・回収し貯留する技術（CCS：Carbon Capture & Storage）  
発電時に発生した二酸化炭素を回収し地中へ閉じ込める技術で、各国で研究開発が進められています。



出所：電源開発株式会社ホームページから



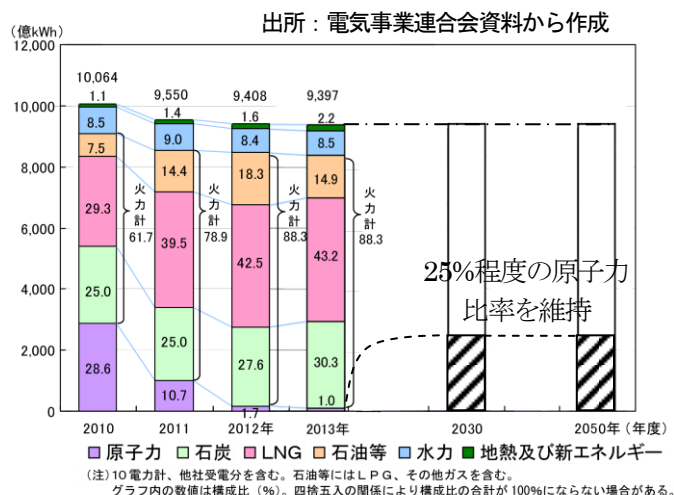
# 原子力発電を基幹電源に

## －Cさんの提案－

私は、次のような理由で、原子力発電を基幹電源にすべきだと思います。

- ・規制基準に合格したものは東日本大震災のような地震・津波にも耐えられ、安定した発電ができる。
- ・増えると言われている開発途上国の原子力発電を安全なものにするため、日本も原子力技術をもっておく必要がある。
- ・火力発電を減らせるので高価な燃料を外国から大量に買わなくてすむ。
- ・火力発電が減ると二酸化炭素の排出量も減る。

目標：規制基準に合格した発電所は再び動かし、運転期間が期限に達したら順次建て替えたりして、**2030年、2050年でも1/4程度**は賄えるようにします。  
 電気の使用や二酸化炭素排出に対して余裕を確保しながら、落ち着いた状態で、廃棄物対策や再生可能エネルギーの導入を進めていけばいいと思います。



### (1) 規制基準に合格した発電施設の再稼働

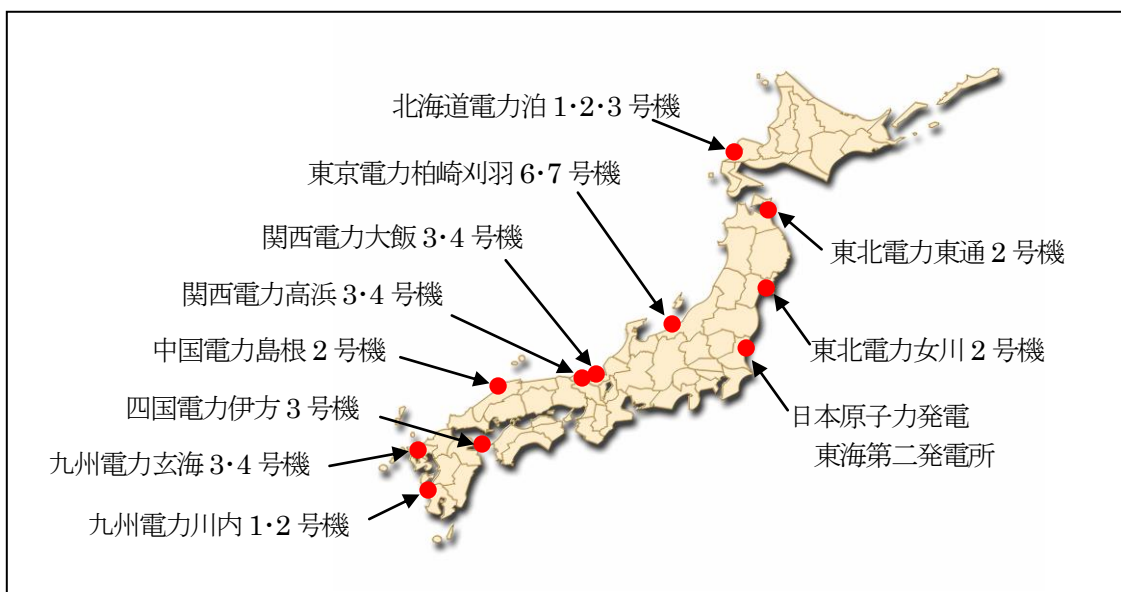
原子力発電所の停止が続いて、電気料金が値上がりしています。高価な化石燃料の輸入量を減らして、二酸化炭素の排出量を減らすためにも、基準に合格した発電施設は早急に発電を開始したらいいと思います。新しい基準に適合した原子力発電施設は、東日本大震災のような地震・津波にも耐えられることが確認されたものと言えます。したがって、当面はこれらを利用していくべきだと思います。



津波の防護壁

出所：原子力規制委員会資料から

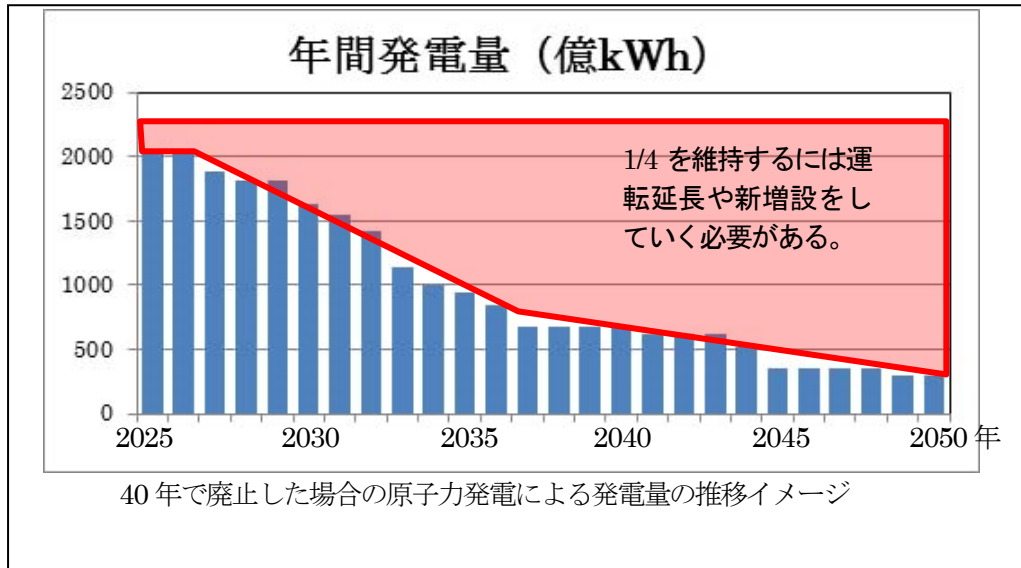
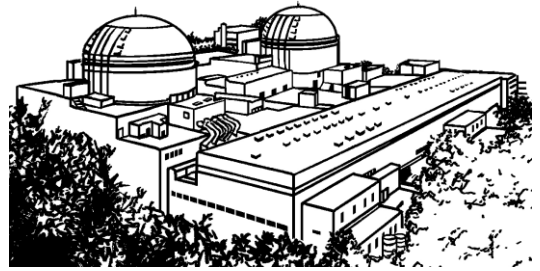
原子力規制委員会で審査中の原子力発電施設（H26.6 現在）





## (2) 運転期間終了とともに、規制基準に合格した発電施設へ順次建て替え

今ある原子力発電施設のほとんどを再び動かしても、運転期間 40 年で廃止すれば、2030 年で全発電量の 15%程度、2050 年では数%程度しか賄うことができません。原子力技術を維持するには、検査をして 20 年間の運転延長を認めたり、新增設をしたりして、原子力発電の利用を続ける必要があります。そうすることで、高レベル放射性廃棄物処理の技術開発を進めたり、開発途上国での利用に対して助言したりしていくことができます。



新設される施設はより安全性が高められたものになります。規制基準に合格した発電所の再稼働、期限に達した施設の順次建て替えによって、

- ・2030年、2050年でも1/4程度は賄えるようにします。

そのために、人々が原子力発電の利用を納得する必要があります。事業者や規制組織は原子力発電が安全に発電しているかどうか誰でも分かるようにしていく努力が必要です。高レベル放射性廃棄物についても、避けて通れない問題であることを皆に知ってもらい、きちんとした調査に結びつけていってほしいと思います。

## ワークシート1 「3提案を読んで」

(1) 3つの提案を読んで、次の表をうめよう。(個人)

- ① 3つの提案の「実現可能性」を、◎(十分可能)・○(可能)・△(少し困難)・×(無理)の4段階で評価しよう。
- ② そう判断した理由を、箇条書きで書こう(できるだけ多く)。

基幹電源の提案	実現可能性	判断した理由
Aさん 再生可能エネルギーによる電気		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>
Bさん 火力発電		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>
Cさん 原子力発電		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>

考える時の視点

- ① 電力の安定供給はできるか
- ② 経済や生活への影響<sup>えいぎょう</sup>は納得できるか
- ③ 地球温暖化防止などの環境適合性<sup>かん</sup>はあるか
- ④ 安全性の確保は十分か

(2) 各自の意見を聞き、グループとして推薦<sup>せん</sup>できる提案を選ぼう。また、各自の判断した理由をもとに、推薦理由<sup>せん</sup>を箇条書きで書こう。(グループ)

選んだ提案	推薦理由 <sup>せん</sup>
<ul style="list-style-type: none"> <li>①</li> <li>②</li> <li>③</li> <li>④</li> <li>⑤</li> <li>⑥</li> <li>⑦</li> </ul>	

## ワークシート2 「グループの提案」

(1) 各グループの推薦理由を聞いて、「同意したところ」や「問題と思ったところ」をあげてみよう（個人）。

提案	推薦したグループ	同意点や問題点
Aさん		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>
Bさん		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>
Cさん		<ul style="list-style-type: none"> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> <li>・</li> </ul>

(2) 各グループの発表を聞いて、同意したり考え直したりしたことを踏まえて、グループごとに、これからの日本の電源構成をどのようにすればよいか、話し合おう。その際、3つの提案と同じでもよく全く異なってもよい、また、折衷案でもよいこととする。最後に、グループの提案に名前をつけよう。（グループ）

[                      ] グループの提案名称

○電源割合を記入しよう

0	50	100

○ 達成時期とそのための施策

