

(4) エネルギーを有効に使う技術

◆エネルギーの高度利用

エネルギー効率の飛躍的向上やエネルギー源の多様化に寄与する新技術をエネルギーの高度利用技術という。

●燃料電池

水素と空気中の酸素を化学反応させて、直接電気を発生させる電池である。水素はさまざまな一次エネルギー源からつくることができるので、エネルギー安定供給の観点から重要なエネルギーシステムになると期待されている。燃料電池自体の発電効率は約30~60%であるが、同時に発生する熱も利用するコージェネレーションシステムとして活用することで、エネルギー利用効率を約80%まで高めることができる。発電の際に水しか排出せず、二酸化炭素や硫黄酸化物などを排出しないなど、環境面で優れている。

今現在、水素の活用には技術面、コスト面、制度面、インフラ面で多くの課題があるが、将来的にはすでに実用化段階にある定置用燃料電池や燃料電池自動車だけでなく、船舶や鉄道などを含む他の運輸分野、水素発電など、日本のエネルギー消費分野の多岐にわたっての活用が見込まれている。大幅な省エネルギー、エネルギーセキュリティの向上、環境負荷低減に大きく貢献できる可能性がある」と期待されている(62ページ参照)。

出力200kWの大型燃料電池システム
(慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス)



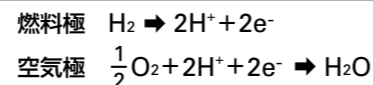
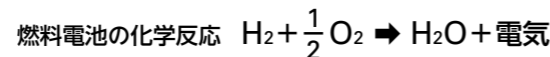
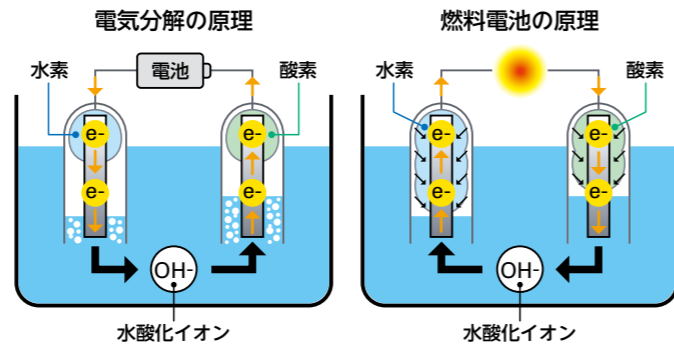
●コージェネレーションシステム

コージェネレーションとは、天然ガスや石油、石炭、LPガスを燃焼させ、発電をおこなうと同時に発生する熱を温水や蒸気の形で取り出し、冷暖房や給湯として利用するシステムである。電気と熱を同時に利用するため、約70~85%という高いエネルギー利用効率を実現できる。熱需要のある病院や宿泊・商業施設などが密集した地域に近接してシステムを設置すると、エネルギーの高度利用が図られる(56ページ参照)。

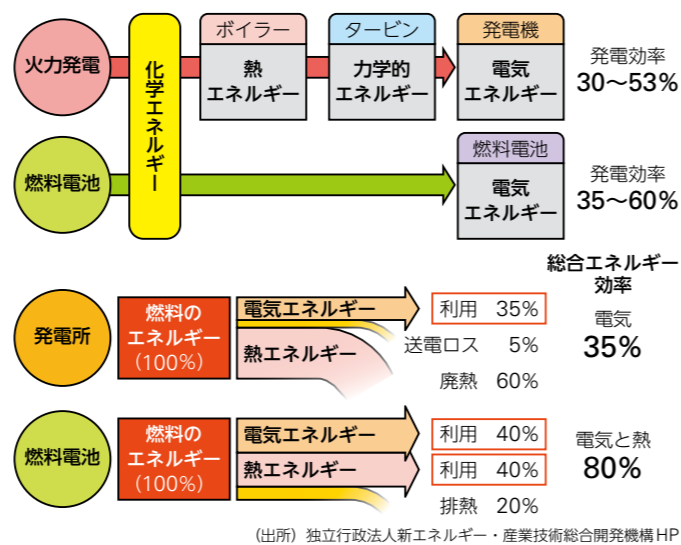
高効率ガスコージェネレーション発電機を導入し、発生した電力や熱エネルギーを施設全体で活用(東京イースト21)



●燃料電池のしくみ

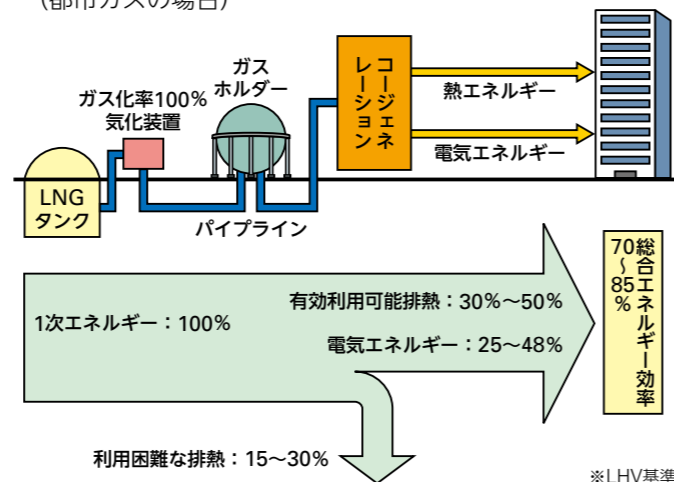


●燃料電池のエネルギー効率



(出所) 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構HP

●コージェネレーションシステムのしくみ (都市ガスの場合)

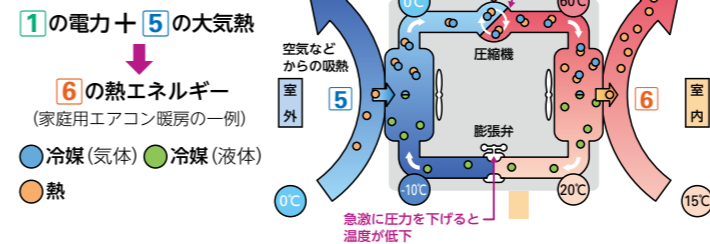


※LHV基準

- ◎技術分野：
・エネルギー変換の技術

- ◎その他の教科：
・理科…電流とその利用(電流、電流と磁界)
・理科…化学変化とイオン(化学変化と電池)
・理科…科学技術と人間(エネルギーと物質)

●ヒートポンプ



ヒートポンプとは、少ない投入エネルギーで空気中などから熱をかき集めて、大きな熱エネルギーとして利用する技術のことである。エアコンや冷蔵庫、エコキュート(ヒートポンプ給湯器)などにも利用されている。

最新のヒートポンプエアコンは1の投入エネルギーで6の熱エネルギーを得ることができる(最新型ヒートポンプエアコンの場合)。

(出所) 一般財団法人 ヒートポンプ・蓄熱センター資料

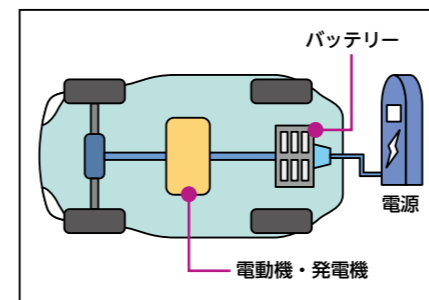
◆次世代自動車

ガソリンなど化石燃料をほとんど使わない自動車を次世代自動車とよぶ。

●電気自動車 (EV)

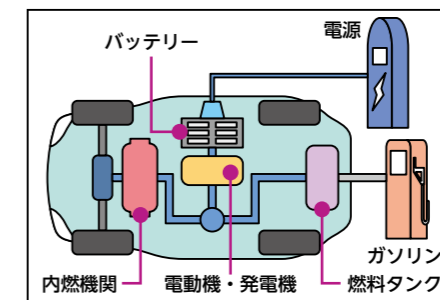
バッテリーに蓄電した電気を動力源としたモーターを回し走る自動車である。家庭用の電源でも充電ができる。ガソリン車とくらべてエネルギー効率がよく、走行時に二酸化炭素を排出しない。電気を多く蓄電できるリチウムイオン二次電池の開発により、今では長距離走行が可能になるなど性能が向上している。

家庭に電気を供給する機能を備えているので、停電時に電源として利用が可能である。



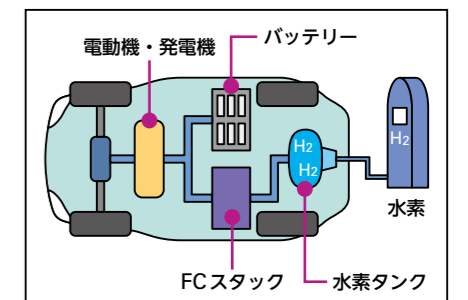
●プラグインハイブリッド自動車 (PHV)

ガソリンエンジンと電気モーターを組み合わせることで化石燃料の消費を減らし、効率よく走る自動車である。プラグからの充電ができないハイブリッド自動車に比べ、プラグインハイブリッド自動車は家庭などでも充電ができるので、電気自動車とハイブリッド自動車の両方の長所を持っている。



●燃料電池自動車 (FCV)

燃料電池で作った電気でモーターを回し、走る自動車である。走行時に二酸化炭素を排出しない、多様なエネルギー源から製造された水素を使用できるという特徴を持っている。充電時間が3分程度とガソリン車とほぼ変わらない。現在は水素を充てんできるステーションが少ないことが課題となっている。また、車両価格が高額なことから、普及に向けて製造コストの低下につながる技術開発が進められている。



(出所) 一般社団法人次世代自動車振興センターHPを基に作成

●次世代自動車の比較

	電気自動車	プラグインハイブリッド自動車	燃料電池自動車
動力	モーター	エンジンとモーター	モーター
動力源	電気	電気とガソリン	水素
補給方法	家庭の電源、充電ステーション全国に22,167か所 (GoGoEV2018年5月10日の情報)	ガソリンスタンド	水素ステーション全国に100か所 (2018年8月現在)
航続距離	約400km	EV走行距離: 68.2km ガソリン走行距離: 1599.6km(燃料消費率37.2km/l)	約750km
環境性能	走行中に排気ガス、二酸化炭素を排出しない	エンジンを利用しているときは排気ガス、二酸化炭素を排出する	走行中に排気ガス、二酸化炭素を排出しない
充電・充てん時間	普通充電: 4~8時間程度/急速充電: 30~45分で80%程度まで充電		3分程度

※航続距離は一充電、または一充てん時の数値。EVは日産自動車リーフ、PHVはトヨタ自動車プリウスPHV、FCVは本田技研工業クラリティ FUEL CELLの数値(一般社団法人次世代自動車振興センターHPの補助金対象最新車種情報より転載)
 ※EV・PHVに搭載されている電池容量により、充電時間は大きく異なる。



- 電気の安定供給と再生可能エネルギー……………P50
- これからのエネルギー利用と技術……………P56~57

考えてみよう

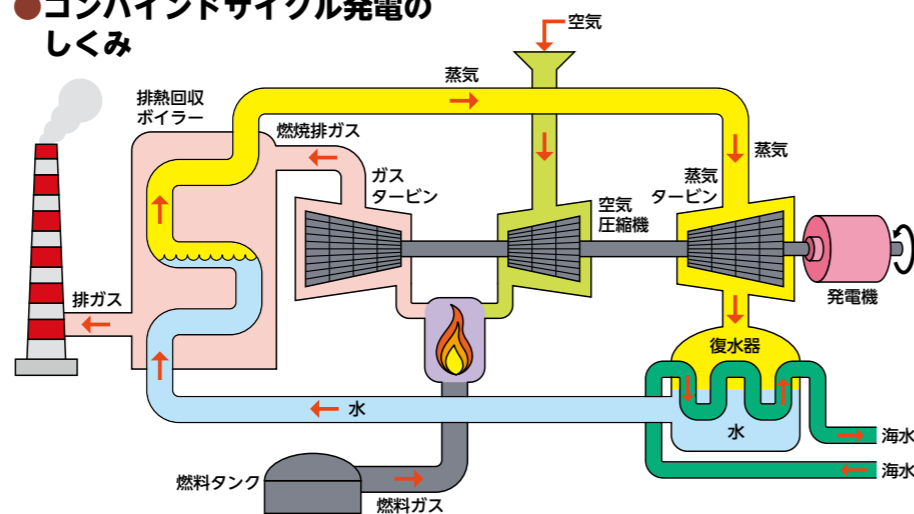
燃料電池の性質を調べ、どのような用途で使うとよいか考えてみよう。

◆火力発電の効率化

●コンバインドサイクル発電

コンバインドサイクル発電は、ガスタービンと蒸気タービンを組み合わせて発電効率を高めた発電方式である。通常の火力発電より少ない燃料で同じ量の電力を作ることができ、二酸化炭素の排出量を減らすことができる。燃料を燃やして高温のガスを発生させ、ガスタービンを回して発電をおこなった後、ガスタービンから出る排ガスの余熱で水を沸騰させ蒸気タービンによる発電をおこなう。コンバインドサイクル発電の熱効率、日本の火力発電所の熱効率が平均45%程度であるのに対し、60%以上のものも開発されている。

●コンバインドサイクル発電のしくみ



●ガスタービンの効率化と技術開発

火力発電所で使われている蒸気タービンの蒸気温度は約600℃程度であるのにくらべ、ガスタービンのガス温度は最新型で約1600℃と非常に高温である。

ガスタービンは高い温度で燃料を燃やした方がより多くのエネルギーを取り出せるため、燃焼ガスの温度を上げていくことがエネルギー効率の向上につながる。しかし、燃焼温度の高温化にはタービンのブレード(翼)の耐熱性、耐久性という課題があり、つねに研究開発がおこなわれてきた。現在、日本で開発された最新のガスタービンのブレードはニッケルをベースとした超合金を鋳造してつくられ、さらに遮熱コーティングなどによって高温に耐えられるようになっている。



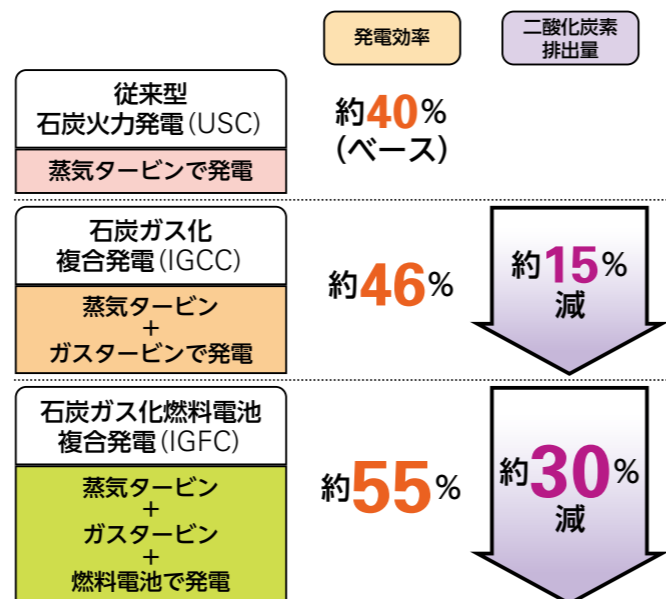
1500℃級ガスタービンのローター
写真提供：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

●クリーンコールテクノロジー

石炭は埋蔵量が豊富で産出地に偏りがないというメリットがあるが、LNGや石油に比べて二酸化炭素や硫黄酸化物(SOx)、窒素酸化物(NOx)の排出量が多いのがデメリットである。

その石炭の弱点を克服する技術を「クリーンコールテクノロジー」と呼ぶ。現在、発電分野で研究開発が進められているものには、石炭をガス化して燃料にする「石炭ガス化複合発電(IGCC)」やIGCCと燃料電池を組み合わせた「石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)」などがある。

●クリーンコールテクノロジーの発電効率



※発電効率の数値は送電端、高位発熱量基準(HHV)
(出所) 経済産業省「次世代火力発電に係る技術ロードマップ 技術参考資料集」をもとに作成

◎技術分野：

- ・エネルギー変換の技術

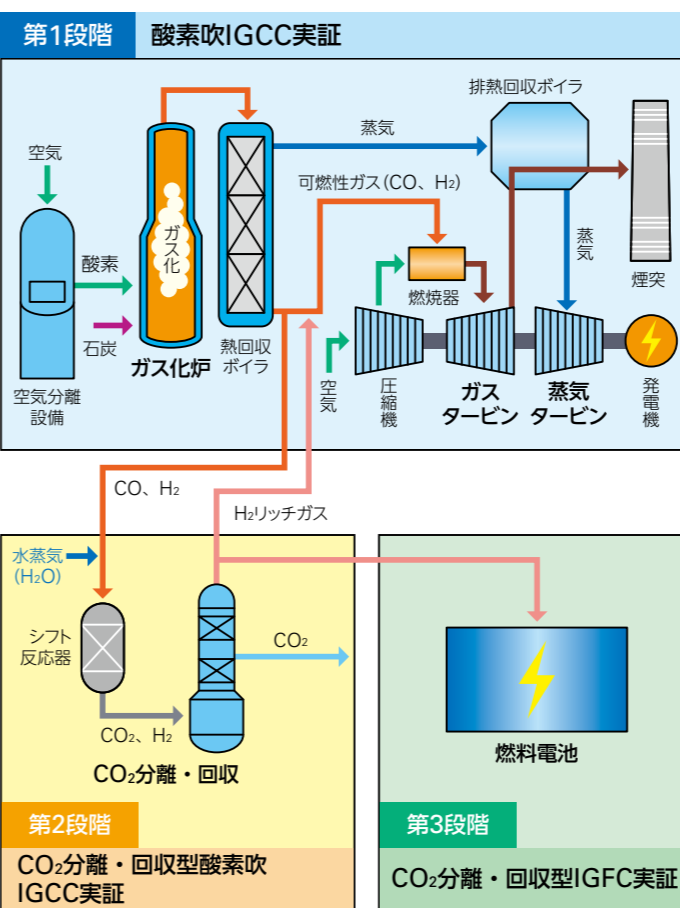
●石炭ガス化複合発電(IGCC)

従来の石炭火力は石炭を固体のまま燃焼させるが、IGCCは石炭をガス化することによりガスタービンと蒸気タービンを回すコンバインドサイクル発電ができるため発電効率が高くなる。また、ガス化の際に硫酸化物の除去、窒素酸化物を抑制・分解できる。従来は利用されていない発電に適さない低品位の石炭も利用できる。



なこそ 勿来発電所10号機
日本初のIGCCによる発電所。2007年から実証実験を続け、2013年より商用運転中(出力25万kW)。現在の発電効率は42%程度だが、将来は燃焼温度を現在の1200℃から1500℃以上に引き上げて発電効率を48~50%まで向上させる計画である。
(福島県いわき市) 写真提供：常磐共同火力株式会社

●石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)のしくみ



(出所) 大崎クールジェン株式会社

◎その他の教科：

- ・理科…電流とその利用(電流、電流と磁界)
- ・理科…化学変化とイオン(化学変化と電池)
- ・理科…科学技術と人間(エネルギーと物質)

●石炭ガス化燃料電池複合発電(IGFC)

IGCCをさらに効率化する発電方式として期待されているのがIGFCである。IGFCは石炭のガス化によって発生する可燃性ガスの中に含まれている一酸化炭素と水素ガスを利用し燃料電池による発電をおこなった後、ガスタービン、蒸気タービンで発電をおこなう。3種類の発電形態を組み合わせたトリプル複合発電で、二酸化炭素排出量を従来の石炭火力から約3割低減できる。

●石炭ガス化技術の特徴

二酸化炭素排出量の削減	発電効率を従来型の約40%から約55%に高めることにより、二酸化炭素の排出量を約3割減らすことができる。
利用炭種の拡大	従来の石炭火力発電には不向きなあまり活用されていない低品位炭(亜瀝青炭など)を利用できる。
効率的な二酸化炭素分離・回収	燃焼させる前の高圧石炭ガスの状態から二酸化炭素を分離すれば90%以上を回収できる。
石炭灰の容量減少が可能	発電による複製品(石炭灰)をガラス状の固化物として排出するため、灰の容積を従来の石炭火力発電と比べて半分程度まで減らすことができる。



大崎クールジェンプロジェクト
IGFCの実証試験が進められている大崎クールジェンのプラント設備。現在は第1段階のIGCC実証試験を終了。第2段階では二酸化炭素を分離・回収する実証試験、更に第3段階では燃料電池を加えた実証試験を予定している。(広島県大崎上島町)
写真提供：大崎クールジェン株式会社

- 関連するページ
- 地球温暖化……………P.16~17
 - 燃料電池……………P.52

調べてみよう
二酸化炭素を回収する技術について調べてみよう。