



## トラック用ハイブリッドシステム

# エンジンとモーターを 効率よく利用する

エコカー，特にハイブリッド車が注目を集めています。この本を読んでいる皆さんの中にも、「うちの車はハイブリッドカー」という人もいることでしょう。最近では乗用車だけでなく，トラックやバスにもハイブリッドカーが登場しています。エンジンとモーターを使い分けて，同じ量の燃料でも長い距離を走ることができるハイブリッドカーのしくみを紹介します。



## ハイブリッドカーとは

ハイブリッドという言葉は、もともと2つ以上の異なるものを組み合わせることを意味しています。ハイブリッドカーは、エンジンとモーターの2種類の動力を組み合わせることで走行する自動車のことです。

最近普及している電動アシスト自転車も同じようなしくみです。電動アシスト自転車は、ハイブリッドカーのエンジンに当たるのがペダルをこぐ人間です。最初にこぎだすときや上り坂では多くの力が必要ですが、電動アシスト自転車では、この力をバッテリーで動く電気モーターによって補助します。ハイブリッドカーも同じように、エンジンとモーターで、お互いの力を補助し合うことができるのです。

ハイブリッドカーは、モーターで補助する分だけエンジンが消費する燃料を削減できるのが特徴です。そのため、ハイブリッドカーは燃費ねんぴがよくなります。燃費とは、同じ量の燃料で走ることでできる距離のことで、1Lの燃料で走ることでできる距離を○ km/Lで表します。

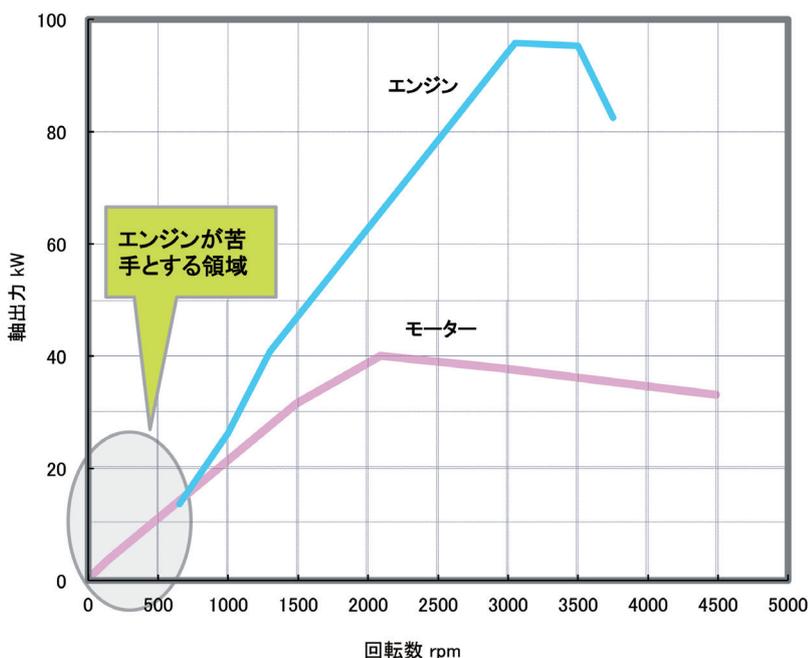
## エンジンとモーターを使い分け

自動車のエンジンは、ガソリンや軽油などの燃料を燃焼（爆発）させてピストンを動かして、タイヤを回転させます。つまり、燃料が持つエネルギー（化学エネルギー）を熱エネルギーに変換し、さらに熱エネルギーを運動エネルギーに変換して利用しているのです。

エネルギーを別の種類に変換するときは、どうしてもある程度エネルギーの損失が生じます。エンジンの場合、排気ガスや発熱、部品のみさつなどに使われてしまうため、運動エネルギーとして利用できるのはガソリンエンジンで15～30%程度、ディーゼルエンジンでも30～40%程度でしかありません。

また、エンジンはある程度早く回転しているときに強い力が出せる性質があります。さらには、ある範囲内の回転数で動いているときに、最も効

エンジンとモーターの出力



率がよくなる性質を持っています。

一方、電気で動くモーターは、エンジンが苦手としている低い回転数でも力を出せる性質があります。また、発生する熱が少ないため、エネルギーの利用効率がエンジンより高くなっています。

そのため、発進時や加速時などエンジンの効率が悪くなる場面でモーターの力を(補助的に)利用することで、全体として効率よく(=少ないエネルギーで)自動車を走らせることができます。

### Let's Research

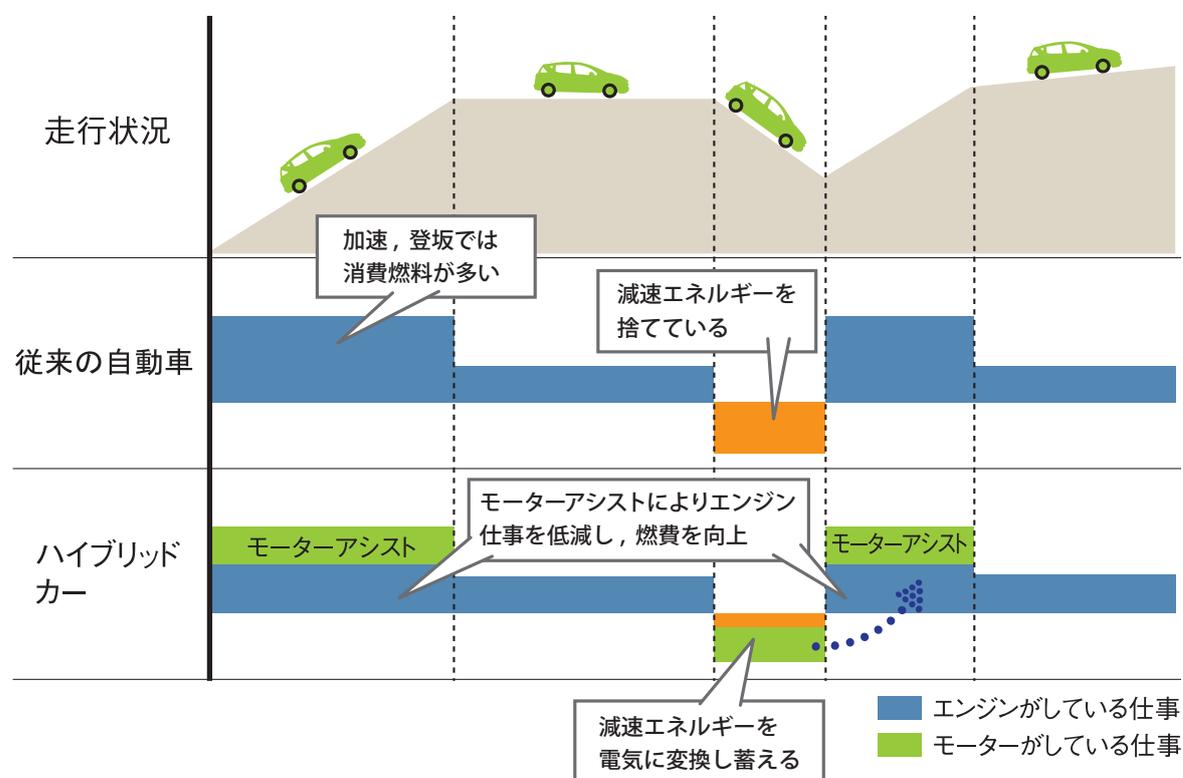
ブレーキのエネルギーを回収して再利用する回生ブレーキのしくみを調べてみよう。

## かいせい 回生エネルギーの利用

自動車に限らず乗り物は、停止している状態からスタートして、ほぼ一定の速度で移動して、目的地に着いたら止まるという動作をします。原理的には、物体は一定の速さで運動しているときにはエネルギーを使いません。スタート(加速)するときや停止(減速)するときなど、速度を変えるときにエネルギーが必要になります。ただし、現実には一定の速度で走っている間も、地面とのまざつや空気の抵抗によってエネルギーは消費されています。

たとえば、自転車に乗っていても、止まっている状態から走り出すときや、スピードを上げるときにエネルギーが必要なのはよくわかると思います。それだけではありません。ブレーキをかけてスピードを落とすときにも、エネルギーを使っ

### 回生ブレーキの効果



普段は捨てている減速のエネルギーを電気エネルギーに変換してバッテリーに回収し、これを発進時や加速時などに再利用することで燃費が向上する。

## Let's Research

ハイブリッドカーに使われているバッテリー（電池）にはどのようなものがあるか調べてみよう。

ています。ブレーキで車輪の回転を押さえつけ、まさつによって運動エネルギーを熱に変換することで、スピードを落としているのです。この時、運動エネルギーを変換した熱は、空気中に放出して捨てられています。

ハイブリッドカーでは、従来は捨てていた減速のエネルギーを回収して利用しています。モーターは構造的には発電機と同じなので、軸を回転させることで電気を起こすことができます。減速する時に走行用のモーターを発電機として利用すれば、運動エネルギーを電気エネルギーに変換できます。発電した電気を化学エネルギーに変換してバッテリーにためておき、発進時や加速時に補助的に利用することでエネルギーを有効活用しています。

このようなしくみは<sup>かいせい</sup>回生ブレーキと呼ばれ、ハイブリッドカーだけではなく電車でも使われています。また、電動アシスト自転車にも搭載された製品があり、1回の充電で走れる距離を長くするために使われています。

自家用車の場合、消費する燃料の約38%が発進・加速に使われているというデータがあります。減速や停止する際に使うエネルギーを電気エネルギーの形で回収して発進や加速にできれば、その分だけ使う燃料を少なくできることになります。

モーターとバッテリーを搭載しているハイブリッドカーは、エンジンだけで走行する自動車より重くなり、加速や減速の際にはより多くのエネルギーが必要に

## コラム エンジンとモーターの組み合わせ方の違い

ハイブリッドカーには、エンジンとモーターの組み合わせ方の違いによって、いくつかの方式があります。

### シリーズ方式

エンジンを使って発電機を回し、発電した電気でモーターを回して走行します。発電した電気をためておくためのバッテリーを搭載しています。

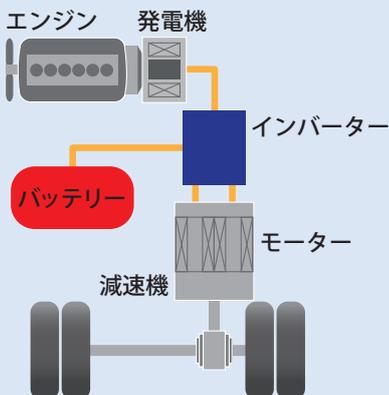
### パラレル方式

エンジンとモーターがそれぞれ変速機に接続されています。発進時や加速時など、パワーが必要なときに、モーターの力を利用します。

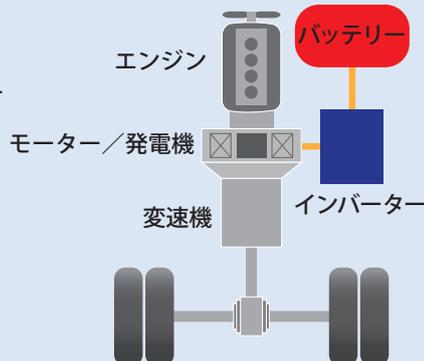
### シリーズ／パラレル方式（スプリット方式）

エンジンを発電機と変速機の両方につないで、必要に応じてエンジンとモーターを切り替えて走ります。

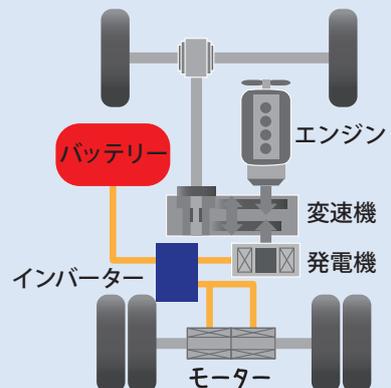
#### シリーズ方式



#### パラレル方式



#### シリーズ／パラレル方式



なります。けれども、エンジンを効率のよい回転数で使える点や、回生ブレーキによるエネルギーの回収の効果が大きいことから、全体として燃料の消費量を減らすことができます。

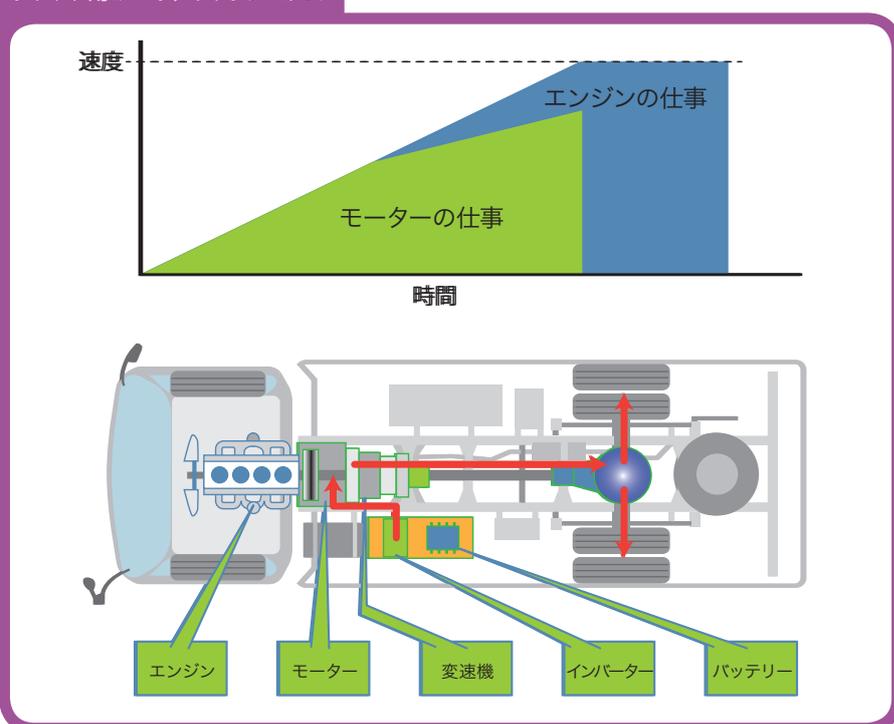
## 三菱ふそうトラック・バスのハイブリッド技術

幸区鹿島田に本社がある三菱ふそうトラック・バスでは、トラック用のハイブリッドシステムを開発しています。2012年に発売した小型トラックは、エンジンと変速機の上にモーターを配置したパラレル方式を採用して、ベースとなったディーゼルエンジンのトラックよりも燃料の消費量が20%以上少なくなっています。

自動車用のハイブリッド技術は、単純にエンジンとモーターを接続すればよいというものではありません。それぞれの力をいつどれだけ使うのか、あるいは、回生ブレーキで充電するのかを制御する、複雑なしくみが必要になります。

たとえば、発進のときはモーターだけで走行し、ある程度スピードが出たところでエンジンに切り替えることで、エンジンの効率が悪い低回転数を使わずに

トラック用のハイブリッドシステム



三菱ふそうトラック・バスの新型小型トラック用ハイブリッドシステムが採用する主な技術

技術	効果
発進時のモーター使用	エンジンの効率が悪い低回転数域を使用しないため、燃費が向上
ハイブリッド用モーターの高出力化	回生エネルギーが増大し、燃費が向上
3速発進の採用	発進時のエンジン回転数が抑えられ、燃費が向上 あわせてモーター使用速度域を拡大し、さらに燃費が向上
アイドリングストップの採用	信号待ちなどの停車時に、自動的にエンジン停止と再始動を行うため、むだな燃料消費を減らして燃費が向上

すみます。また、減速時にはエンジンを切り離して回生ブレーキを使うことで、より多くのエネルギーを回収できるようになります。

このほか、乗用車とは重さや走り方の異なるトラック用に、さまざまな技術によって燃費を向上させる努力をしています。

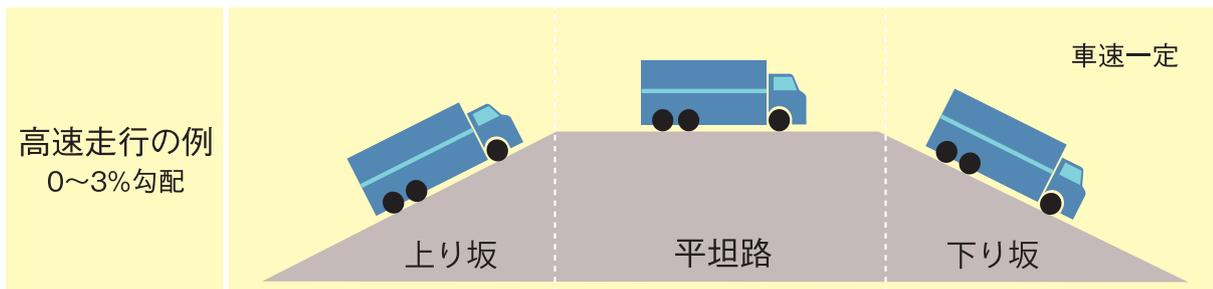
## 大型トラックにもハイブリッドを

回生ブレーキは、発進と停止を何度も繰り返すような運転で大きな効果があるので、信号の多い街中を走るバスや、コンビニやスーパーなどへ商品を配送するトラックなど、こまめに停車しながら走る用途にもハイブリッドカーが使われています。

一方、いったん高速道路にのったら数10km～100kmといった長距離をほぼ一定のスピードで走る長距離トラックでは、ハイブリッド化によるメリットはあまり大きくないと考えられてきました。

けれども、三菱ふそうトラック・バスは、2012年に大型トラック用のハイブリッド

### 大型トラックのハイブリッド技術の特徴



車 両	小型トラック			大型トラック		
道路勾配						
アクセセル	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%
ブレーキ*	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%	100% ↑ 0%

ブレーキ：大型トラックでは通常、高速走行時に補助ブレーキを用いている

小型ではアクセセルONが必要

バッテリーへの充電が可能

小型トラックは減速時にエネルギーを回生するが、大型トラックは下り坂でエネルギーを回生する。

ドシステムを開発しました。高速道路には信号はありませんが、長い下り坂で発電してエネルギーをためて、次の上り坂でエンジンを補助することで、燃料の消費を抑えることができます。停車・発進に比べると充電や放電するペースがゆっくりとしたものとなるため、充放電を制御するための装置はそのペースに合ったものとなります。

### Let's Research

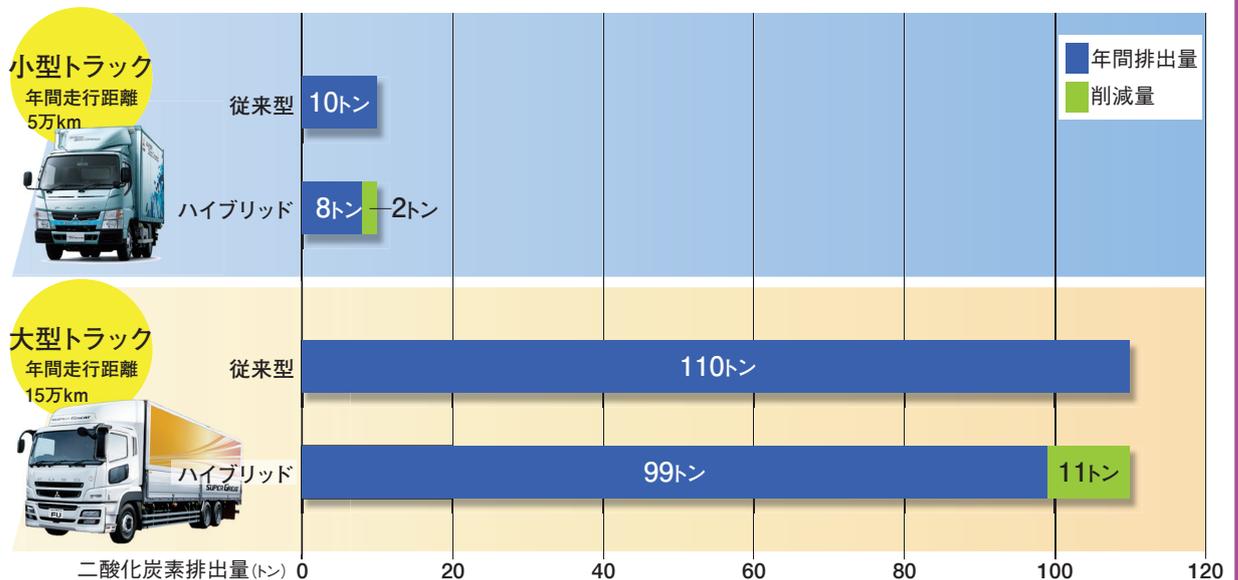
電気自動車や燃料電池自動車など、ハイブリッドカー以外のエコカーのしくみを調べてみよう。

## 長距離トラック輸送がハイブリッドになると

たとえば、トラックによる物流の要である東名高速道路を東京から愛知県名古屋まで走行する場合、箱根のような上り坂／下り坂の標高差でエネルギーを回収することで、燃費が約10%向上します。小型トラックのハイブリッド化で燃費が20%向上しているのに比べると少ないように感じるかもしれませんが、重い荷物を積んで長距離を走る大型トラックは排出する二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の量も多く、CO<sub>2</sub>削減効果は小型トラックの2トン(1年で5万km走行)に比べて11トン(1年で15万km走行)と5倍以上になります。

国土交通省によれば、2011年の日本における二酸化炭素の総排出量12億4,100万トンのうち、人や物を運ぶ運輸部門が18.6%(2億3,000万トン)を占めています。乗用車だけでなくトラックでもハイブリッドカーが増えることで、それらが排出する二酸化炭素の量も大きく削減できると期待されています。

ハイブリッドトラックの年間二酸化炭素排出量と削減量



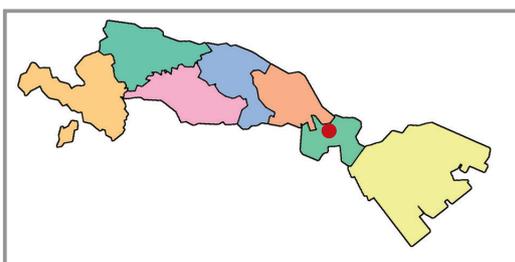
# 三菱ふそうトラック・バス株式会社



場所：〒 212-0058 川崎市幸区鹿島田 1-1-2 (本社)

<http://www.mitsubishi-fuso.com/>

問い合わせ先：044-330-7700



## Keywords

次のキーワードを組み合わせ、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。  
ハイブリッドカー/プラグインハイブリッドカー/リチウムイオンバッテリー/回生エネルギー/エコカー/燃料電池自動車

### インタビュー ほかの会社には負けない

現在の自動車は、車のスピードとエンジンの回転数とアクセルの踏み具合によってどのギアを使うかをコンピュータが制御して決めています。もちろん燃費を上げることが目標なのですが、たとえば、加速を悪くすれば燃費は上がりますが、それでは自動車として問題があります。そこで、制御するプログラムを工夫して、今までのディーゼル車と感覚が変わらないように燃費を上げています。

乗ってくれた人が「いいね!」と言ってくれるとうれしいし、燃費という明らかな指標しひょうである数字が上がるのもうれしいです。ハイブリッドをやっている以上、ほかの会社には負けないぞという気持ちでつ

くっています。

三菱ふそう  
トラック・バス株式会社  
開発本部 GHC/HEV  
システム開発統括部  
ハイブリッドビークル開発部  
マネージャー  
(システムアプリケーション)  
坂田 邦夫さん



### インタビュー 未来を予測してそれを実現する

車が好きでエンジンの開発をしたくて入社しました。振動や騒音を減らす研究をしていて、今はハイブリッドのシステム全体の設計から開発、製造を担当しています。

ハイブリッドのシステムは、開発が決まってから製品になるまで数年かかっています。つまり、数年先の世の中ではどのような車が使われていて、製品がどのような影響を与えるのかを考える必要があります。未来を予測して、それを自分で実現できるのですから、やりがいのある仕事です。

三菱ふそう  
トラック・バス株式会社  
開発本部 GHC/HEV  
システム開発統括部  
ハイブリッドビークル開発部  
マネージャー  
(HEV生産設計)  
矢島 祐二さん





## 石油化学コンビナート

# 現代社会に欠かせない 石油化学製品をつくる

川崎市の臨海部には大きな工場が並んでいます。高い塔や大きなタンクが沢山あって、太いパイプがその間をくねくねとはい回っています。煙突からは白い煙がもくもく出ていて、夜でもあかあか明々と照明がついています。そこでは、いったい何が行われているのでしょうか？

## 輸入された石油を加工する工場の集まり



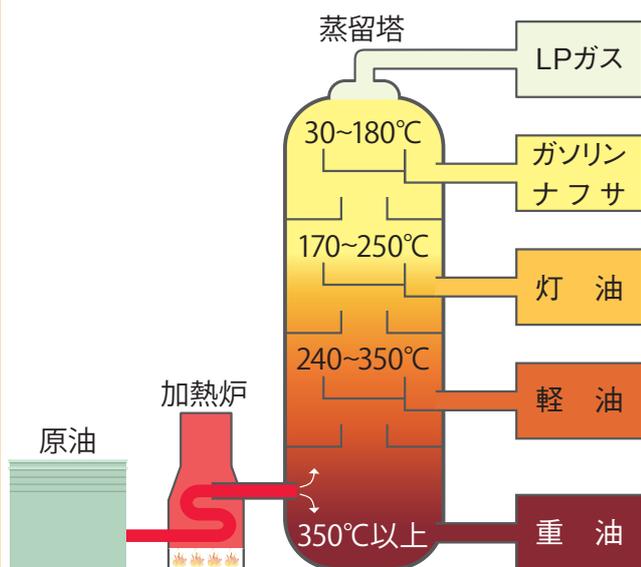
私たちの住む川崎市は、海に面した地域のほとんどを工場が占めています。川崎市だけでなく、千葉県の木更津市から東京、横浜市にかけての臨海エリアには、大きな工場や火力発電所が数多く並んでいます。

川崎区の臨海部には、複数の企業の工場が隣接した石油化学コンビナートと呼ばれる施設があります。ここでは、輸入した石油を加工して、私たちの生活に必要なプラスチックなどのもとなる原料を製造しています。

川崎市の臨海部、数多くの工場が並んでいる。

## 原油から必要な物質を取り出す蒸留塔

原油を蒸留する製油所の蒸留塔



中東などの産油国からタンカーで運ばれてきた石油（原油）は、専用の港を持つ製油所に運ばれます。一言で石油と呼んでいますが、地中から採掘した石油の中には性質が異なる非常に多くの種類の物質が混ざっています。

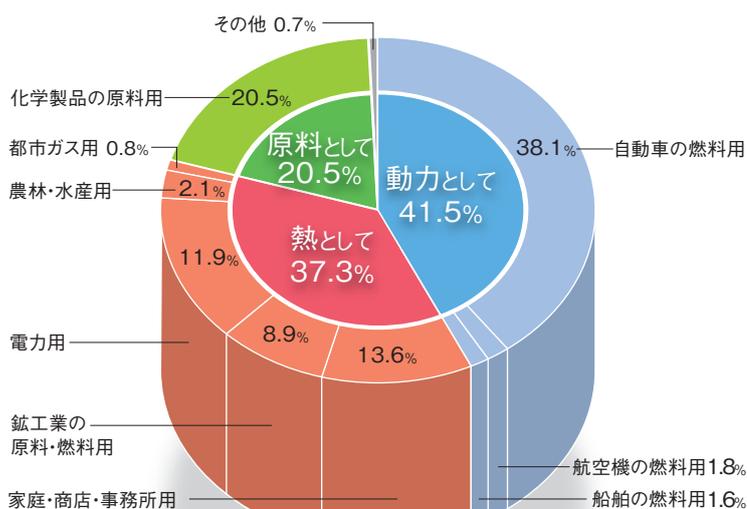
製油所では、原油を蒸留して必要な物質を取り分けます。物質にはそれぞれ固有の沸点があって、気体から液体に、液体から気体になる温度が異なります。製油所では、石油を加熱して蒸留塔と呼ぶ高い塔の内部に送り込みます。塔は上の方になるほど温度が低くなるようにつくられていて、その内部にはたくさんのトレイ（受け皿）が設けられています。沸点が高い物質は下のトレイにたまり、沸点が低い（気体になりやすい）物質は上のトレイにたまるわけです。

## 燃やすだけではない石油の用途

製油所では、原油を重油やアスファルト、軽油、灯油、ガソリンやナフサ、そしてLPガスに分けています。重油は、漁船の燃料や火力発電所などのボイラーの燃料になります。LPガスはプロパンガスとして家庭でも使われていますが、火力発電にも用いられます。ガソリンや軽油は自動車やトラックの燃料、灯油は飛行機や暖房などの燃料となります。

2011年度に日本では、原油のうち41.5%が自動車や飛行機などの動力として燃やされ、37.3%が暖房や工場に使われる熱として燃やされ、そして、20.5%がさまざまな製品に加工されました。

## 日本で石油の使われ方 (2011 年度)



日本の石油使用量 2億3,952万kL (100%)

※LPガス・原油を含む

出典：「調べてみよう石油の活躍」(石油連盟)

## いろいろな製品の原料のもとをつくる石油化学工場

製油所で分けられた物質の中にナフサという耳慣れないものがありました。ナフサはガソリンに近い沸点を持つ物質で、石油化学工場へ送られてプラスチックなど私たちの生活に欠かせない物質をつくる原料になります。

石油化学工場では、熱分解炉と呼ばれる装置でナフサに熱を加えて、その分子をばらばらにします。熱によって分解されたいろいろな物質は、原油と同様に蒸留することで、さらに細かく分離します。

ナフサを分解して得られる物質にはエチレン、プロピレン、ブタジエン、ベンゼン、トルエン、キシレンなどがあります。これらの物質を蒸留したり、反応炉と呼ばれる装置で別の物質と化合させることで、いろいろな石油化学製品をつくることができます。

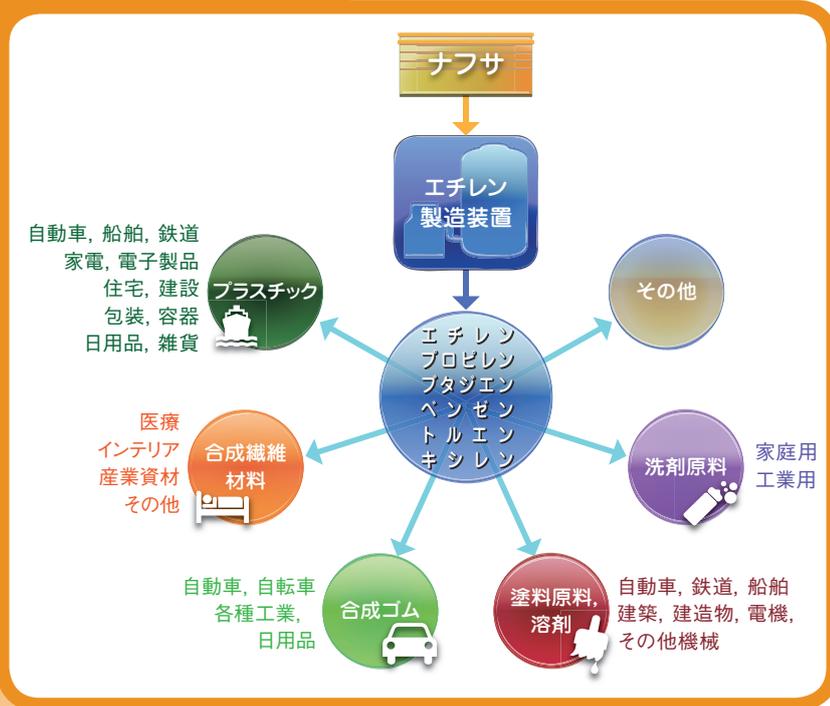
石油化学工場では、このような作業がすべて流れ作業的に行われています。分解炉や蒸留塔から出た物質はパイプを通して別の蒸留塔や化学反応炉などへと自動で送られます。学校で行う理科の実験では、蒸留やろ過をした液体は、いったん試験管やビーカーにためてから次の実験に移ります。けれども、石油化学工場では処理を止めることなく生産が続けられるように、いくつもの装置をパイプで直接つないでいるのです。

## プラスチックの材料のもとになる石油化学製品

石油化学工場では、ナフサから分けられた石油化学製品をもとに、私たちの役に立ついろいろな物質をつくっています。たとえば、エチレン同士で結合させるとポリエチレン(PE)という物質になります。身近なところではスーパーマーケット

## Let's Research

ナフサからいろいろな石油化学製品をとりだすしくみを調べてみよう。



トのレジ袋の材料として知られています。エチレンに塩素を加えるとクロロエチレンになり、クロロエチレン同士を結合させると、配水管などに使われる塩ビパイプでおなじみのポリ塩化ビニルになります。

プラモデルの素材や家電製品の外側、自動車の内装、家具など、あらゆるところで使われているプラスチックですが、実際には数多くの種類があります。その特徴も、固いもの、柔らかいもの、熱に強いもの、化学薬品に強いものなどさまざまです。

プラスチックだけではありません。衣類で使われているナイロン、ポリエステル、アクリルなどの合成

繊維や、フィルムやウレタン、合成ゴムなども石油化学製品です。さらには、アルコールもつくられて、医薬品や洗剤、インクなどにも石油化学製品が使われています。

## ナフサを加工するJXTG エネルギー川崎製造所

川崎区の臨海部にあるJXTG エネルギー川崎製造所は、製油所で作られたナフサを使って、いろいろな石油化学製品を製造しています。産油国から輸入された原油は、横浜市にある同社の根岸製油所などで精製され、ナフサをはじめとする原料が再びタンカーに詰められて川崎製造所に輸送されます。

川崎製造所では、それらの物質を分解したり、蒸留したり、合成したりして、エチレンをはじめとした何十種類にもおよぶ石油化学製品をつくっています。消毒液やペンキの溶剤であるアルコール、トルエンといったそのままの形で目にする石油化学製品もありますが、その多くはさまざまに加工されてプラスチック製

品のような形で私たちが利用することになります。特に使用量の多いポリエチレン製品では、川崎製造所が生産したエチレンがすぐ隣にある別の会社の工場に、直接パイプで送られています。

川崎製造所は1年間に、44万8000トンのエチレンをはじめとして、各種石油化学製品を合計で約200万トン生産しています。エチレンの生産量では日本の約6%になります。



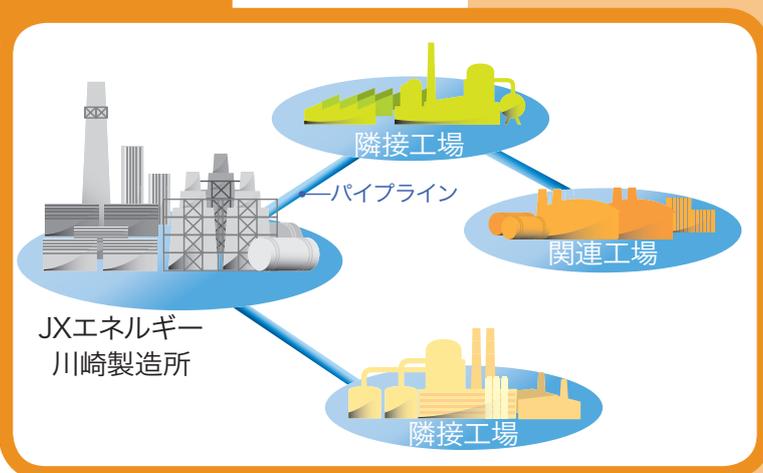
いくつもの塔やタンクがパイプでつながっているJXTG エネルギー川崎製造所のエチレン製造装置。

## ● いくつもの工場が一体となって効率化を目指す

このように、隣接する複数の工場が一体となって石油化学製品を生産している場所を、石油化学コンビナートと呼びます。ある工場が生産した石油化学製品をいちいちタンク車などに積み込んで運ぶよりも、工場の敷地を越えて直接パイプでつないで運んだ方が効率がよくなります。

また、大量の熱を必要とする蒸留塔や分解炉は、いったん停止させると再び動かす際に多くのエネルギーと時間を必要とします。そのため、コンビナートは基本的に24時間動き続けていて、点検や整備なども運転を続けながら行えるように工夫されています。夜でも明々と照明がついているのは、それぞれの装置やパイプなどに異常がないか、点検するためです。

川崎製造所と隣接工場



### Let's Research

教室にある石油化学製品にはどのようなものがあるか調べてみよう。

## ● 大都市ならではの環境への配慮

日本には、北海道から沖縄まで全国に製油所が約30か所あって、それぞれの場所で石油製品を製造しています。川崎製造所では特に大都市圏のなかに存在するため、環境問題にも配慮しています。

燃料として使用する石油の成分の中には炭化水素だけでなく硫黄いおうが含まれていて、空中に放散すると重大な大気汚染の原因となります。したがって、ガスバーナーを光化学スモッグなど大気汚染の原因となる窒素酸化物ちっそをあまりださないものに切り替え、さらにその燃焼ガスから窒素酸化物を取り除く装置を取りつけています。コンビナートの煙突からは、白い煙のようなものが吐き出されていますが、あれは煙ではありません。有害な物質を取り除いたあとの水蒸気なのです。

石油から出てくる物質の中には、石油化学製品になりにくい物質も残っていますが、これらの物質は固めて道路の舗装材料などとして再資源化するなど、廃棄物なるべく出さない工場となっています。



排煙脱硫設備

排煙脱硫装置や排煙脱硝装置などを備え、排煙・排水処理や騒音・悪臭の対策などを行っている。



吸着式の炭化水素排出抑制設備

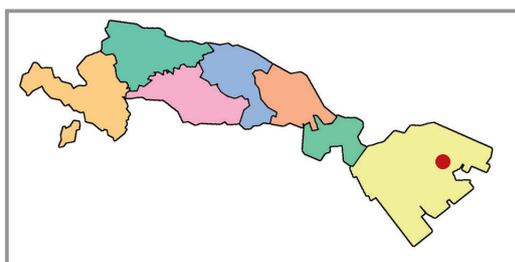
# JXTGエネルギー株式会社 川崎製造所



場所：〒210-8545 川崎市川崎区夜光 2-3-1

<http://www.noe.jxtg-group.co.jp/>

問い合わせ先：044-276-3511



## Keywords

次のキーワードを組み合わせて、インターネットの検索エンジンで調べてみよう。  
化石燃料/石油精製/エチレンプラント/プラスチック/ポリエチレン/ポリプロピレン/塩化ビニール/沸点/炭化水素/有機化合物

## インタビュー 日本のトップクラスの工場を目指して

製油技術グループという部署は、主に製造所の中の装置・機械の技術面を担当しています。いろいろな石油化学製品の製造工程を化学的・機械技術的な面でサポートして、省エネルギーのために装置や機械の効率を高めたり、蒸留塔や反応塔など、新しい装置を設計したりする仕事です。新製品の開発や既存製品の改良検討にも関与し、あらゆる部署と関連するので、人と人のつながりは大切にしています。

学校では工業化学という分野を勉強していて、新エネルギー関係に関わったらおもしろそうだと思いますこの会社に入りました。当初は営業部署で化学製品をセールスする仕事でした。その後、海外の石油化学プラント（生産設備）の立ち上げに携わったりする海外事業の仕事を経て、現在の業務を担当しています。

JXTG エネルギー株式会社  
川崎製造所  
製油技術グループ  
マネージャー  
一ノ瀬 尚さん



これからも刻々と変化する世の中に対応するため、いかなる事態にも耐えうる強い製造所としていく必要があります。川崎製造所では、日本のトップクラスの工場をめざし、さらに生産効率を高め、価値の高い製品をつくっていくことで、製造所の競争力を強化してゆく努力をしています。自分たちの考えたものがさまざまなかたちで製造所の未来を築いていくことに貢献しているという醍醐味を感じながら日々仕事をしています。