

必要なのは正しい理解

# カーボンニュートラルの

## 基礎知識

【超解説】

二酸化炭素排出実質ゼロに向かって  
どうするべきか!?

2050年までにカーボンニュートラルを目指す。

そのためにモビリティに関わる私たちができることは？

まずは正しい知識の獲得から。



FACT 01

# なぜ今「カーボンニュートラル」か

※カーボンニュートラル = カーボン(炭素) + ニュートラル(中立)

カーボンニュートラルという言葉が、最近よく耳にします。

日本でよく聞かれるようになったのは2020年10月。それは総理の所信表明演説からでした。

我が国は、2050年までに、温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする、すなわち2050年カーボンニュートラル、脱炭素社会の実現を目指すことを、ここに宣言いたします。



温室効果  
ガス？

全体として  
ゼロ？

脱炭素社会の  
実現？



# 温室効果ガスって？

「温室効果ガス」は私たちの生活から生まれています。

## 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>)



化石燃料  
(石炭、石油、天然ガスなど)の  
燃焼で発生

## メタン (CH<sub>4</sub>)



主に牛などの  
ゲップ、生ゴミ  
などから放出

## 一酸化二窒素 (N<sub>2</sub>O)



堆肥、海、  
燃焼など  
から発生

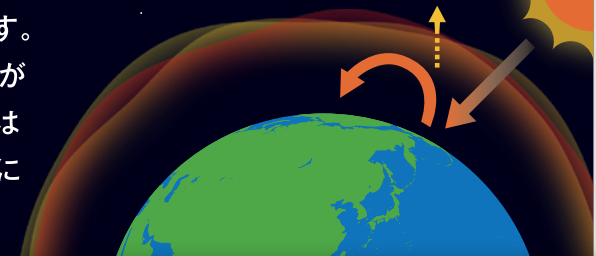
## フロン



エアコンや  
冷蔵庫に  
使われている

## 適度な「温室効果ガス」だと…

大気中の温室効果ガスは太陽光で温められた地球上の熱を吸収し地球の熱が宇宙に逃げるのを防ぎます。適切な量の温室効果ガスが大気中にあることで地球は私たちが住みやすい環境に保たれています。



## 「温室効果ガス」は適切な量が必要

温室効果ガスが得られないと太陽の熱はすべて放出されてしまい、地表温度はマイナス19℃にまで下がるといわれています。これでは私たちは生活することができません。

-19℃

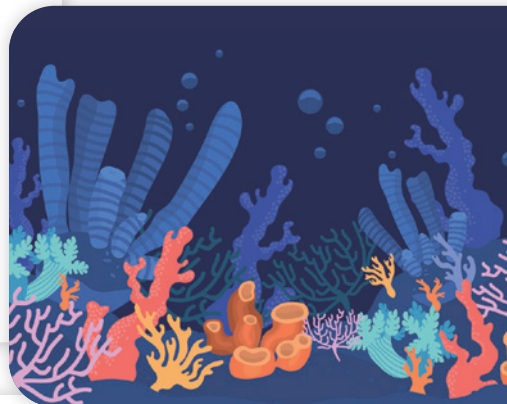
# 「温室効果ガス」が 必要以上に増えると…

地球の温暖化がはじまります。温暖化が進むとどうなるのでしょうか？



## 海面水位の上昇

海水の熱膨張ほか  
氷床や氷河が溶けることに  
起因するといわれています。



## 動物や植物の 生息域が変わる

本来の生息域が変化し、  
特に影響を受けやすい海域では  
サンゴ礁の70~90%が  
減少するといわれています。

うわわ、大変だ！



## 豪雨が増加し 洪水の影響が 大きくなる

河川の決壊による  
洪水被害が増えるとい  
われています。



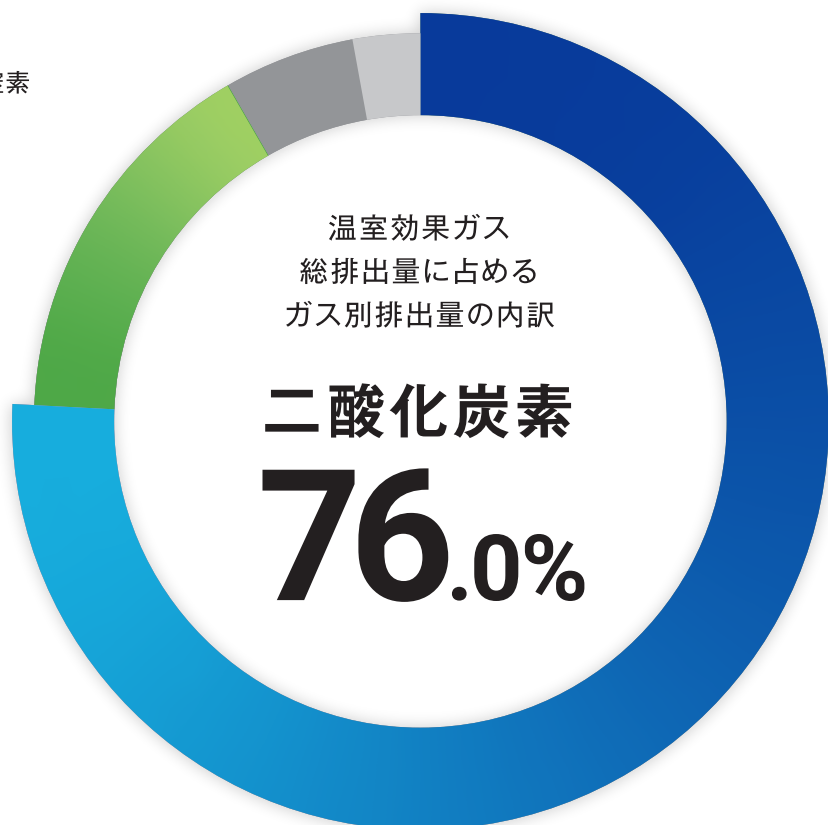
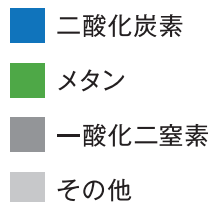
## 食料安全保障に 大きなリスク

農業・水産業では  
収穫地域が変わるなど、  
見えない収穫量の不安定化が  
食料需要に影響を与えます。



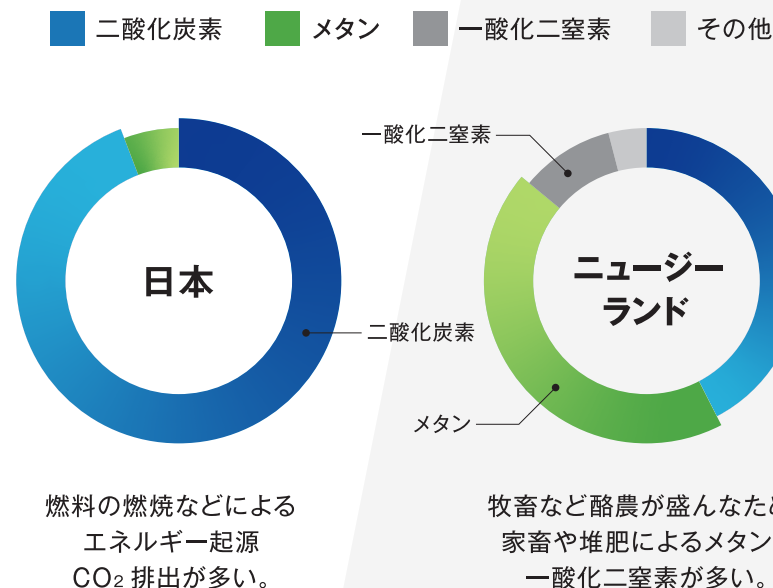
# なぜ二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が注目されるのか

かつてはエアコンなどのフロンガスが話題になりましたが、なぜ今CO<sub>2</sub>が注目されているのでしょうか。それはCO<sub>2</sub>がもっとも多く排出される温室効果ガスだからです。



IPCC第5次評価報告書を基に作成

## 国の産業構造によっても違う 温室効果ガスの内訳

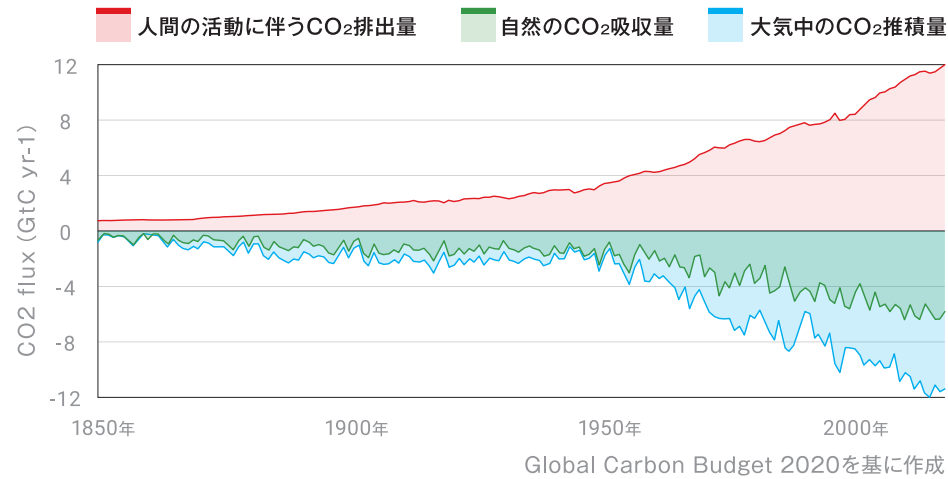


環境省 世界の温室効果ガス排出・吸収量等に関する情報を基に作成

## 産業革命以降、

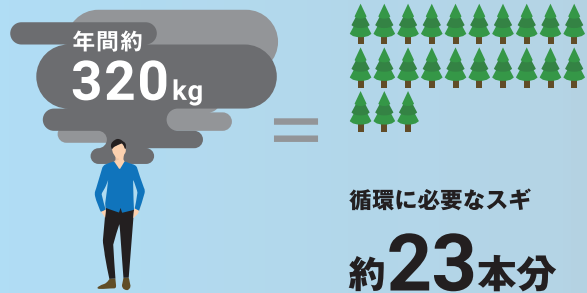
人々の生活は格段に便利になりましたが、その反面、私たちは気づかぬうちに自然が吸収できない量のCO<sub>2</sub>を排出してきました。

多くの化石燃料を消費してきた結果、植物や海が吸収できる量を超えて、CO<sub>2</sub>を排出し続けてしまったのです。

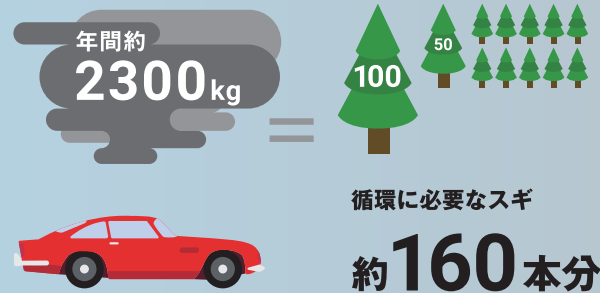


## 植物が自然吸収してくれるCO<sub>2</sub>

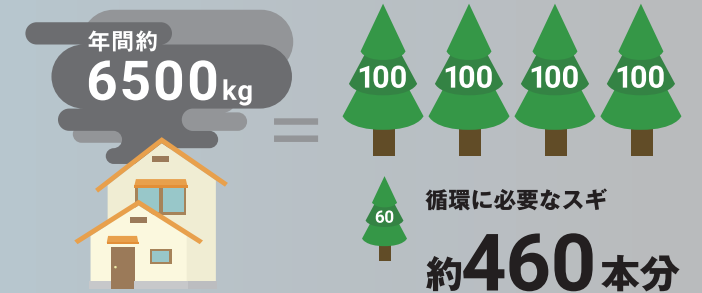
呼吸：人間1人が呼吸により排出するCO<sub>2</sub>は



排出ガス：自家用車1台から排出されるCO<sub>2</sub>は



電気・ガス等の使用：1世帯あたりから排出されるCO<sub>2</sub>は

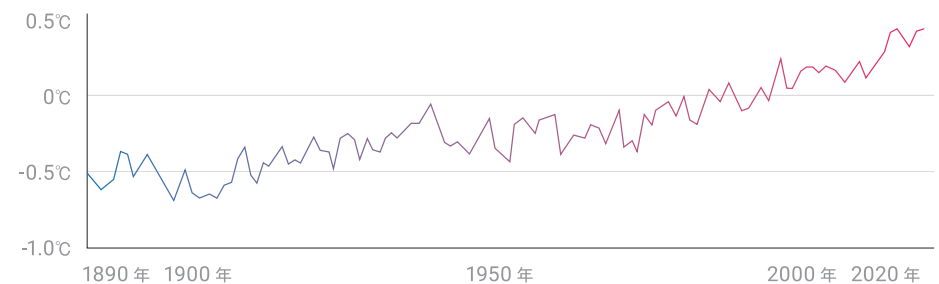


関東森林管理局 森林の二酸化炭素吸収力を基に作成

## 二酸化炭素の排出量と連動して地球の温暖化は進んでいきます。

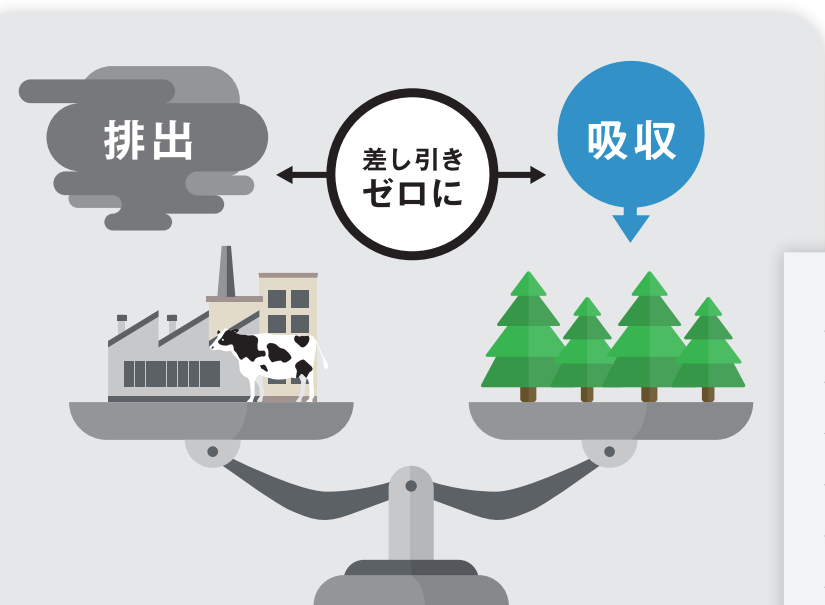
世界の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら上昇しており、産業革命以降でみると、長期的には100年あたり0.75℃程度の割合で上昇しています。

世界の年平均気温偏差



# ニュートラルってどういうこと？

“CO<sub>2</sub>の排出を完全にゼロにする”ことは現実的に難しい。  
 そのため、排出を減らすことと、排出せざるを得なかった分を「吸収」したり、「除去」することで、  
 「全体としてゼロにする」ことを目指しています。「ニュートラル（中立）」とは差し引きゼロの状態をいいます。



ニュートラルを実現するためには、  
 まずは「排出」を、“大幅に”減らすことが必要です。

資源エネルギー庁のHPを見ると  
 以下のように記されています。



どうして  
 「2050年までに」？

2020年以降の気候変動問題に関する国際的な枠組み「パリ協定」では、「今世紀後半のカーボンニュートラルを実現」するために、排出削減に取り組むことを目的とする、とされています。

これに加えて、気候変動に関する政府間パネルの「IPCC1.5度特別報告書」によると、産業革命以降の温度上昇を1.5度以内におさえるという努力目標(1.5度努力目標)を達成するためには、2050年近辺までのカーボンニュートラルが必要という報告がされています。

こうした背景に加えて、各国の野心的な目標の引き上げなどの気運もますます高まっており、「2050年のカーボンニュートラル実現」を目指す動きが国際的に広がっています。

資源エネルギー庁 HP を基に作成

未来への責任として達成への道筋を示さなければ、  
 各国間の貿易条件に影響を与え、国際競争力が低下するといった状況になっています。

# CO<sub>2</sub>は、いつ？どこで？発生しているのか

日本のCO<sub>2</sub>の排出の多くは、  
エネルギー使用時に出ています。

■ エネルギー起源 ■ 非エネルギー起源



環境省 2019年度(令和元年度)温室効果ガス排出量  
二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出量(電気・熱配分前(注:1))を基に作成  
(注:1) 発電及び熱発生に伴うCO<sub>2</sub>排出量を電気及び熱の生産者側の排出として計上する。

たとえば電気自動車や燃料電池自動車は、走っている時はCO<sub>2</sub>を出していません。  
しかし、そのクルマをつくる過程でCO<sub>2</sub>が排出されています。  
自動車をつくる時、完成して運ぶ時、廃棄する時、  
リサイクルする時でさえCO<sub>2</sub>は排出されています。



こうした“すべてのライフサイクル”でCO<sub>2</sub>の排出を減らさなければ、  
カーボンニュートラルは達成できないということです。  
そこで、「ライフサイクルアセスメント」という手法を用いた  
環境負荷の軽減が求められるようになってきました。

**LCA (Life Cycle Assessment: ライフサイクルアセスメント) とは**

商品やサービスの原料調達から廃棄・リサイクルに至るまでの  
ライフサイクル全体を通しての環境負荷を定量的に算定する手法。

# CO<sub>2</sub>を“出してない電気”とは

さまざまな工場には、大きな設備が多数設置されています。  
それらの大半は電気で動くものたちです。その電気は、CO<sub>2</sub>を排出してつくられたものかもしれません。

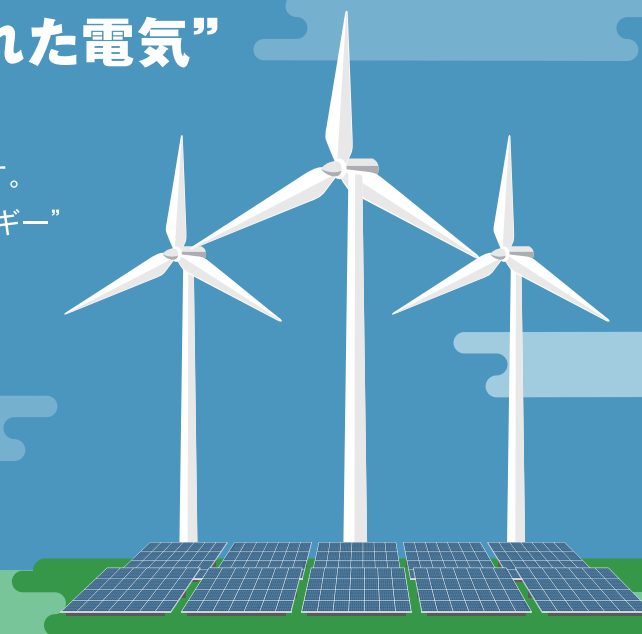
## CO<sub>2</sub>を “出してつくられた電気”

例えば火力発電では化石燃料  
(石油、石炭など)を燃やして、  
その熱エネルギーを  
電力へ変換しています。  
発電時にCO<sub>2</sub>が排出されます。



## CO<sub>2</sub>を “出さずにつくられた電気”

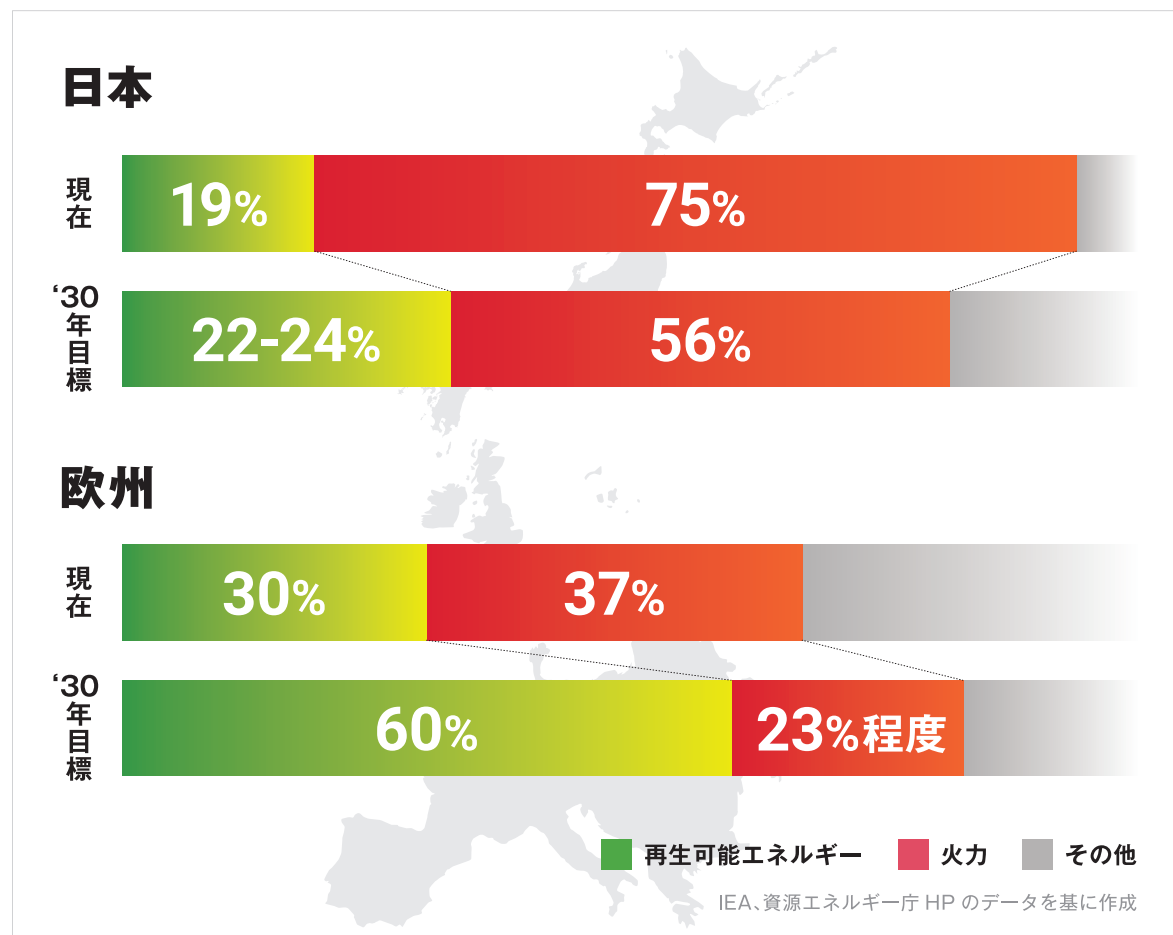
風力など、自然界に存在する  
再エネを使って作られた電気です。  
これは“CO<sub>2</sub>を出さないエネルギー”  
でもあります。



# 再生可能エネルギー(再エネ)とは

太陽光や風力、地熱など自然界に存在するエネルギー。持続的に利用でき、温室効果ガスを排出しないことから、重要な脱炭素の国産エネルギー源となっています。

日本の電気は75%が火力発電に頼っており、再エネは2割弱にとどまっています。この状況は、国や地域によって異なります。



日本はどっちが多いの？



今の日本はCO<sub>2</sub>を“出してつくられた電気”が多いんだよ。

例えば欧州だと火力発電は4割程度。再エネも3割となっています。欧州は偏西風が一年を通して安定的に吹き、大きな風車で効率良く発電できるため風力発電コストが安く、電力全体に占める割合も多いです。

日本は山地が多く、台風などもあり、風車の設置に向かないという事情もあります。そのため、世界中に偏りなく分布していて、手に入れやすい石炭などの化石燃料がエネルギー供給の多くを占めており、そのほとんどを海外に依存しています。

欧州では、今後10年で再エネを6割にまで増やそうとしています。エネルギー自給率が低い日本でも、再エネを増やすことが重要です。化石燃料の代わりに、CO<sub>2</sub>を排出しない「グリーン水素」や「バイオ燃料」を活用していくことも、今後必要になってきます。

そうすると当然、エネルギー政策も各国各地域で変わってきます。



# 欧州ではなぜ電気自動車が 多く開発されているのか？

欧州は電力における再エネの割合が多く、他国・他地域に比べCO<sub>2</sub>排出が少ない電気を利用できます。欧州での自動車生産や走行時CO<sub>2</sub>排出量の削減が期待できることに加え、「エネルギー政策」と「自動車産業政策」がセットで考えられているため、欧州のメーカーでは電気自動車が多く開発されています。

EV



PHV



OTHERS



2020年の欧州でのカーオブザイヤーでは、最終選考に残った7車種のうち、3車種が電気自動車（EV）、さらに2車種がプラグインハイブリッド（PHV）でした。

エネルギー政策



自動車産業政策



欧州でEVが多く開発されているのは、「エネルギー政策」と「自動車産業政策」がセットで考えられているといえるのです。

FACT 08

# これからの クルマづくりに求められること

クルマをつくる工場も多くの電気を使っています。  
その工場がどんな電気を使っているかで、生産時のCO<sub>2</sub>排出量が変わってきます。



フランス工場の  
ヤリス



フランス製は  
“CO<sub>2</sub> 排出量の  
少ない電力”で生産



岩手工場の  
ヤリス



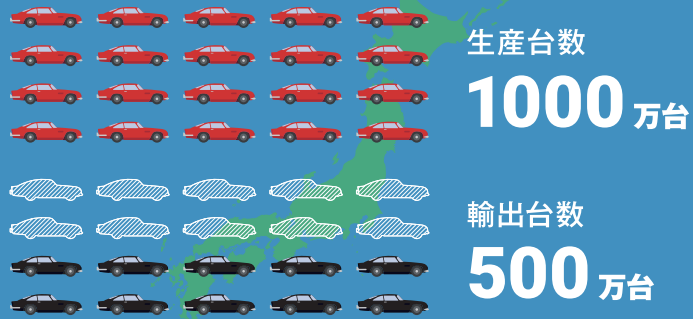
日本製は  
“CO<sub>2</sub> 排出量が多い  
火力発電”で生産

再エネによる電気が増えている欧州では、クルマを運ぶとき、走るときなどライフサイクル全体でも CO<sub>2</sub> 排出量が少なくなります。

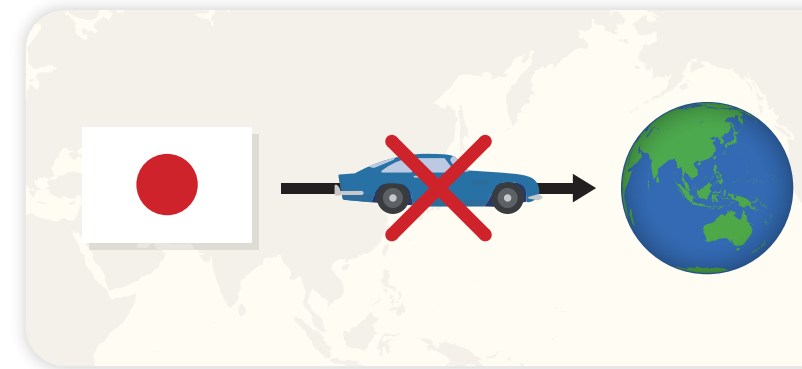
走行時はまったく同じ量の電気を使うクルマでも、  
日本のように火力発電による電気が多いと、ライフサイクル全体での CO<sub>2</sub> 排出量が多くなる。

## ライフサイクル全体で、 カーボンニュートラルを考えなくてははいけません

# カーボンニュートラルは 日本の貿易や雇用問題に直結する



今、日本で  
生産しているクルマは年間  
およそ 1000 万台あります。  
そのうちの半分を  
海外に輸出しています。



もし、日本の再エネ割合が増えなかったら、  
日本製の「製造時のCO<sub>2</sub>排出量が多いクルマ」は海外の一部の国では買ってもらえなくなるかもしれません。  
自動車メーカーも「CO<sub>2</sub>を出さずにつくられた電気」のある国でつくらないといけなくなります。

輸出が減るとどうなるの？

たくさんの  
人が困るかも  
しれないね

もしも、クルマの輸出が減ってしまったら…。

1. 自動車業界 550 万人のうち 70 万人から 100 万人の雇用に影響する可能性
2. 自動車輸出による貿易黒字額 15 兆円が消失の可能性
3. 日本の資源輸入額 18 兆円の大半を賄っているため 国としての財政状況も厳しくなる

※貿易統計、産業連関表等より推計

FACT 10

# まずは「正しい理解」から

日本では今すぐに再エネが増やせるわけではありませんが、

コストや停電リスクを抑えながら、

その割合を増やしていく必要があります。

それに加えて、

2050年のカーボンニュートラル実現に向けて、

自動車産業がまずすべきなのは

「日本の事情を踏まえた正しい理解」です。

再エネが  
増えると  
いいんだね！

それも含めて、  
正しく理解  
しなくちゃね

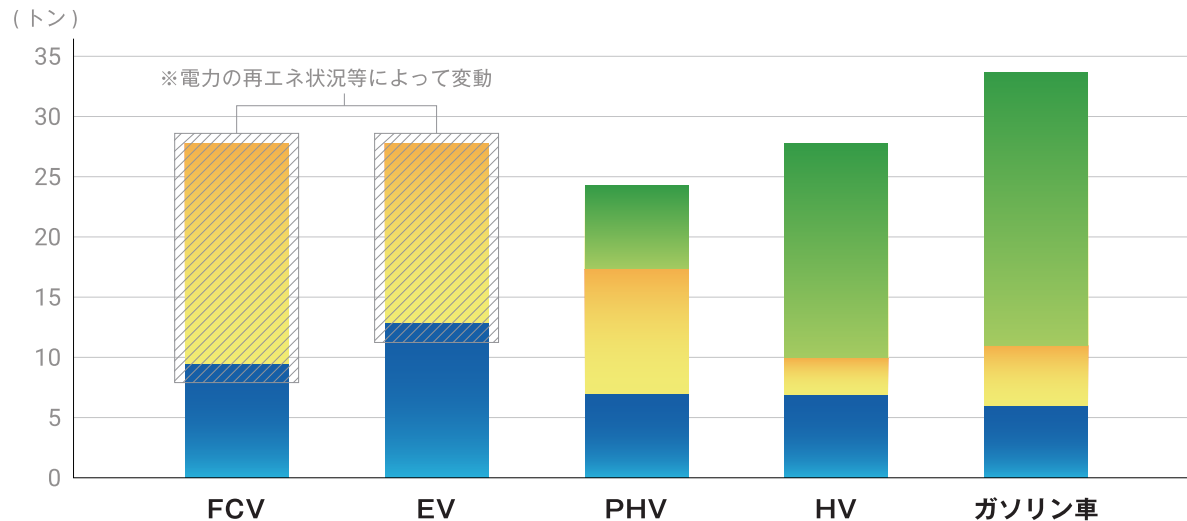


# 再生可能エネルギーを増やさないと カーボンニュートラルにできない

再エネが少ない今の日本ではライフサイクル全体で見ると  
ハイブリッド車と、電気自動車、燃料電池自動車はCO<sub>2</sub>排出量はほぼ同じというのが事実。

## 動力別LCA (ライフサイクルアセスメント)での CO<sub>2</sub>排出量

■ 車両製造 ■ エネルギー製造 ■ 走行時



<試算前提>

- ・年間走行 1.5万 km ・使用期間 10年
- ・EV は電池容量 80kWh、PHV は 10.5kWh (EV 走行 6 割前提)

IEA (国際エネルギー機関)  
Global EV Outlook 2020 を基に作成

つまり、今すぐすべてのクルマを  
電気自動車や燃料電池自動車にすれば、  
ただちに CO<sub>2</sub> 排出量がゼロになるという  
訳ではないということです。

じゃあ  
どうすれば  
いいの？

それはね…

今の日本で重要なのは、  
時代に合わせて多様な電動車を  
最適なバランスで普及させていくことです。

# 多様な選択肢が日本の強み

選択肢が多ければ、エネルギー事情や用途に合わせて最適な電動車を選ぶことができます。

また、技術開発の状況により、バイオ燃料による内燃機関なども増えてくるかもしれません。



## HV

PHV や EV より安価、  
長距離走行可。



## PHV

EV より安価で日常利用時は  
実質 EV 同等、長距離走行可。



## EV

再エネを使えば走行時 CO<sub>2</sub> 排出ゼロ。  
自宅等で充電可。小型車に適性。



## FCV

燃料充填短時間で航続距離が長い、  
重量物輸送に向いている。

技術が発展途上の現在では、  
どれかひとつに絞るのではなく、  
技術的中立の立場から、  
それぞれの特性を活かした  
選択をすることが大切です。

日本においては、  
再エネ比率を増やすとともに、  
クルマの電動化を進めていくことが必要。  
加えて、CO<sub>2</sub>を出さない再生可能液体燃料を  
組み合わせることが出来れば、  
選択の幅がさらに広がります。

例えば、火力発電の割合が多い間は、  
相対的に安価な HV や PHV を中心に…  
再エネが増えてくれば EV や FCV に…。



# 再生可能エネルギーをもっと活用するには？

## 再生可能エネルギー活用比較

	欧州	日本
再エネ比率	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2010年 … <b>22%</b></li> <li>・ 現在 … <b>30%</b></li> <li>・ 2030年 … <b>60%</b>目標</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2010年 … <b>9%</b></li> <li>・ 現在 … <b>19%</b></li> <li>・ 2030年 … <b>22-24%</b>目標</li> </ul>
再エネコスト (太陽光)	<b>6.8</b> 円 / kwh	<b>21</b> 円 / kwh(家庭用)
自然条件	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 平地や遠浅の海が多く風車の設置がしやすいうえに、偏西風など安定的な風況により風力発電に適している</li> <li>・ 太陽光にも恵まれている</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 山地が多く、遠浅の海も少ないため風車の設置がむずかしい</li> <li>・ 台風などがあり天候が安定しないので発電量の変動幅が大きい</li> </ul>
需要と供給の バランス調整	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 気候の影響で発電量が変動しても、陸続きに張り巡らされた電力網を通じて、各国間の融通がしやすい</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国内では本州の東西で電気の周波数が異なり(50/60Hz)、送電系統も欧州のように網状でなく、再エネが得られるエリアに十分な容量の送電線がない等の制約がある</li> </ul>



カーボンニュートラルの実現には再生可能エネルギーを増やして上手な使い方を考えることが大切だね。

再エネは天候によって発電量が左右されるため、日本においては、火力発電などで調整しなくてはならないのが現状です。

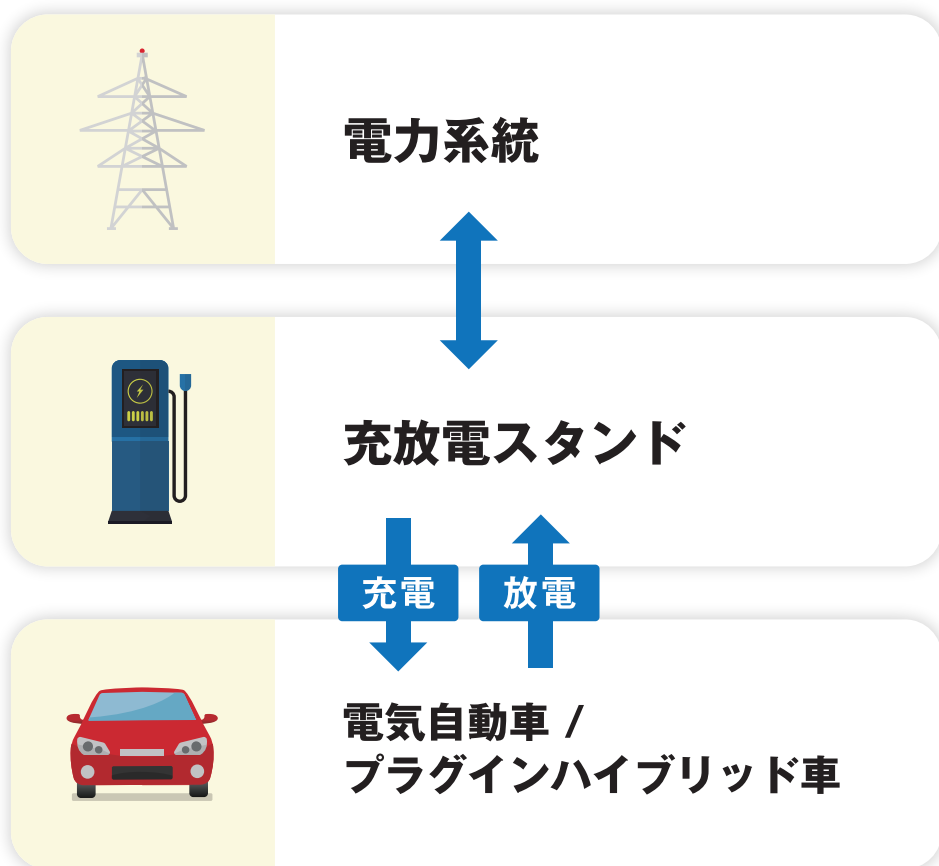
必要な時に使えるように電力を貯めておいたらいいんじゃないの？

貯める方法はいくつかあるよ。

再エネを貯めたり、移動したり、効率的に活用する解決方法はいくつかあります。そのうちのひとつは電気自動車を「走る蓄電池」として活用する方法です。貯めた電気を家やビルに供給する「V2H (Vehicle to Home)」「V2B (Vehicle to Building)」、また送電網に供給する「V2G (Vehicle to Grid)」などがあります。

# 注目される「V2G (Vehicle to Grid)」 という技術

再生エネの発電量が多いときはクルマに充電し、  
電気がたくさん使われるときは  
クルマから電気を取り出せる仕組みです。  
クルマを使って、電力需給バランスを調整できるようになります。

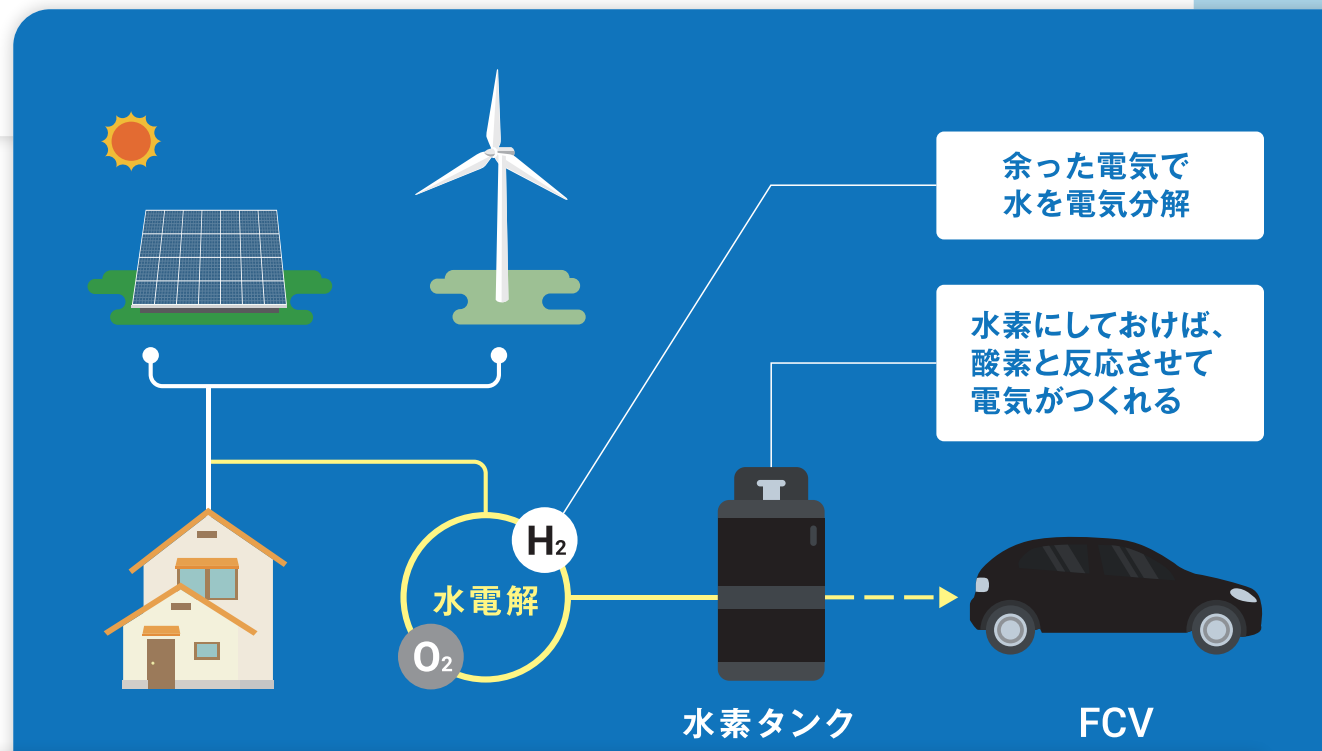


電動車が増えていくと、  
電力の需給バランス調整に役立つことができるかもしれません。

電力を貯めるには、バッテリーに貯めたり、ほかのものに変換して貯めるという方法があります。

## 「ほかのものに変換して貯める」のひとつの例が「水素」です

水素を使うことで電気を長期間「貯めること」に加え「運ぶこと」ができるようになります。



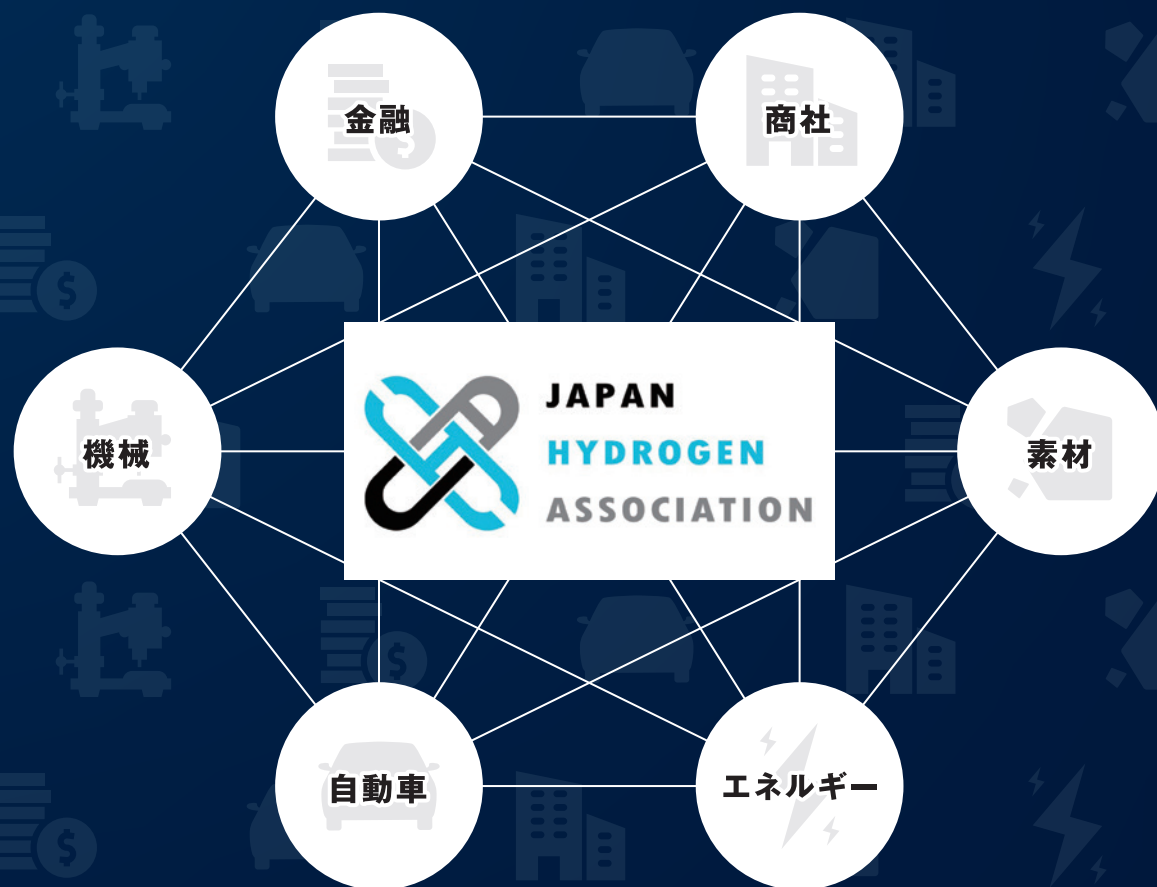
## 「貯める」「運ぶ」が簡単

風力や太陽光発電は  
発電量の変動するが  
水素に変換すれば、  
タンクに貯めて運ぶことができる

技術開発は進んでいますが、「水素をつくる・運ぶ・使う」ためのインフラや社会の仕組みを広めていかなくてはなりません。

FACT 13

# 水素活用のキーワードは「仲間づくり」



## 企業、自治体などが業界の枠を越えて課題の解決に取り組む

水素を安く使いやすいものにするには、自動車業界だけでは実現できません。国や、他の多くの産業と一体となって進めていかないと難しいというのが現実です。

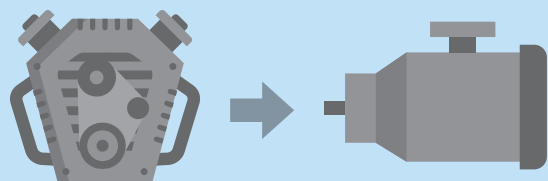
国の「エネルギー政策」と「産業政策」をセットとして、進めていく必要があるということです。

FACT 14

# カーボンニュートラルは 私たちの仕事も変えていく

再エネを増やしていくと同時に自動車産業は、電動車を増やすことも必要になってきます。  
そうなれば、クルマをつくるうえで必要な部品も変わってきます。

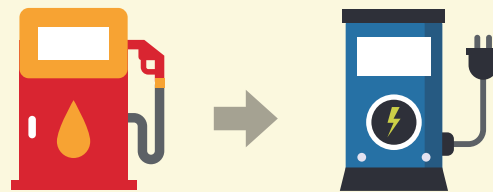
クルマを作る・走らせる・直す仕組みが変わる！



エンジン

モーター

整備方法が変わるので新たな知識の習得が必要になります



ガソリン  
スタンド

充電器 / 水素  
ステーション

電動車が増えればガソリンスタンドが減少  
充電器や水素ステーションの増加



整備工場

パソコン

車の構造変化に伴い  
ソフトウェアアップデートで整備が  
完結することになるかもしれません

## 550万人の新しい働き方へ

リスキリング(職業能力再教育)と言われるような、仕事を変えるためのサポートも必要になってきます。

FACT 15

# 一人ひとりの「省エネ」も、 大きな効果に

国民の一人として、地球の住人としても、  
温暖化抑制に取り組んでいかななくてはなりません。

僕らにできることは  
なんだろう？

CO<sub>2</sub>は家庭からも出ています。全体の14%を占めており、  
自動車が排出している割合と大きくは変わりません。

- エネルギー転換
- 産業・業務
- 家庭
- 自動車

18.7%



環境省 2019 年度(令和元年度)温室効果ガス排出量  
二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の排出量(電気・熱配分後(注:1))を基に作成  
(注:1)発電及び熱発生に伴うエネルギー起源のCO<sub>2</sub>排出量は、  
電力及び熱の消費量に応じて各部門に配分されている。

カーボンニュートラルの実現には、クルマだけではなく、産業だけの話でもなく、  
私たちの日々の暮らしも変える必要があるということです。



## 家に帰って、 電気のスイッチを押すと CO<sub>2</sub> が排出される

テレビやパソコンのスイッチをつける…  
これらのスイッチは発電所につながっています。  
そして、それが火力発電であれば、  
そのスイッチは CO<sub>2</sub> 排出のスイッチで  
あるかもしれません。

つまり、人間の行動は全て  
「CO<sub>2</sub> を発生させるスイッチ」で  
あるかもしれないのです。



運転もエコドライブをしたり、  
なるべく電気を使わないよう  
「心がける」ことが私たちにができる  
カーボンニュートラルの第一歩です。

じゃあ、  
何をすれば  
いいの？

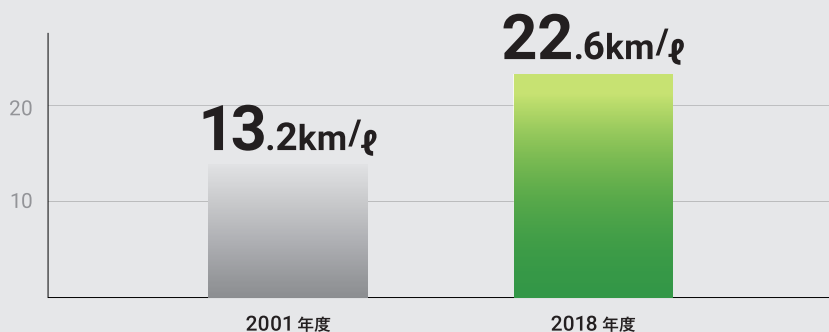
それは  
「省エネ」だよ



FACT 16

# 省エネ技術を磨いてきた 日本の自動車産業

## 乗用車の平均燃費の向上 (JC08モード)



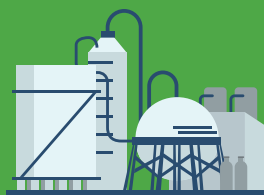
日本の自動車産業は「省エネ」をテーマに技術を磨いてきました。  
この20年で、クルマの燃費は7割も向上しています。

カーボンニュートラルで、定められたゴールは

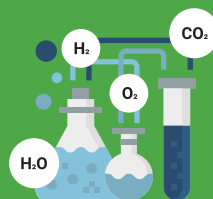
# 2050年

2050年まではあと30年しかありません。  
しかし、裏を返せば、30年は残されている、  
ということでもあります。

30年前を振り返ると、今では一般的となった電気自動車や  
燃料電池自動車はもちろん、ハイブリッド車もありませんでした。  
そう考えるとこの30年を私たちがどうするのか、  
が非常に重要になってきます。



水素発電



e-fuel

再エネによる発電の割合を増やそうとする政策や、  
水素を燃やす【CO<sub>2</sub>を出さない火力発電】、  
再エネ由来の水素と空気中の二酸化炭素を結合させる  
e-fuel や、食料と競合せず低環境負荷の  
バイオ燃料など【CO<sub>2</sub>を排出しない燃料】、  
希少金属の使用量を減らしつつ  
バッテリーの性能を飛躍的に伸ばす「全固体電池」の  
開発といった新たな技術も開発されています。

「カーボンニュートラル」は暮らしを制限するものではなく、  
かつての「産業革命」や「情報革命」と同様、  
新たな豊かさへのきっかけだと考えていきたいと思います。

ひとりひとりが意識を高め、  
業界の壁を越え、国境の壁を越え、  
仲間とともに取り組むべき課題です。

**地域によって答えは違う。  
時代によって答えは変わる。**

カーボンニュートラルについて、  
「**正しく理解する**」ことが、  
全員で同じ方向へと  
「**正しく進んでいく**」ための、  
確かな推進力になるのです。

