

第20回 易しい科学の話  
2018年2月21日(水)

# 電気自動車の普及に 必要な技術と課題は何か？

吉岡 芳夫

本資料には、インターネットに公開されている情報を利用させていただきました。

# 電気自動車を巡る状況

- 中国が、電気自動車の舵を切った。
- 政策の骨子は、
  - 平均燃費を20km/Lとする
  - 新エネルギー車を、2020年に12%とする(義務)
- 2016年の実績で、電気自動車は34万台
- 全車2,442万台の9.14%
- BYD社が、電気自動車のトップメーカーで 2019年に9.6万台を生産。
- 北京、上海、深センでは、ガソリン車は、ナンバープレート取得が抽選。電気自動車なら、すぐOK.

# 欧州各国も、電気自動車にシフトを表明

**“ドイツ連邦参議院は、2030年までに内燃エンジンを搭載した新車の販売禁止を求める決議を可決した。**

**これにより、ドイツでは2030年以降、新車を買おうと思ったら電気自動車（EV）または水素燃料電池車、いずれかのゼロ・エミッション・ビークル（ZEV＝排気ガスを出さないクルマ）しか選択肢がなくなる。これは法的拘束力のあるものではないが、ドイツは欧州委員会（EC）に対して、この禁止案を欧州連合（EU）全体で実施するよう求めている。ドイツの規定がEUの方針を定める傾向にあるので、この要求が受け入れられる可能性が高い。**

出典 ドイツ、2030年までに内燃エンジンを搭載したクルマの販売禁止を要求 - エキサイトニュース(1/2)

# その他の欧州

- ノルウェーとオランダ 2025年から ガソリン、ディーゼル車の販売禁止
- フランスと英国 2040年までに ガソリン、ディーゼル車の販売禁止
- インド、カリフォルニア州（米国） 欧州各国に追従

## 電気自動車の仕組み

### モーター（電動機）

エンジン代わりに  
タイヤを動かす。

### バッテリー（蓄電池）

蓄電池（リチウムイオン電池  
など）が燃料タンクの代わりに  
ここに電気をためる。

### コントローラー（制御装置）

アクセルペダルと連動して、  
バッテリーから送られてくる  
電気エネルギーを調整して  
モーターに伝える力をコントロールする。

### 充電器

家庭用コンセントから  
充電する。

出典 [livedoor.blogimg.jp](http://livedoor.blogimg.jp)

## 電気自動車のメリット

---

- 1、排ガスを出さない
- 2、騒音が少ない
- 3、低速時トルクが太い
- 4、エネルギー効率が**高い**（エンジン車は**廃熱を捨てている部分が多い**）
- 5、**変速機が不要**（**構造的にMT車が作れない**）
- 6、**回生ブレーキが使用可能**（**ハイブリッド車でも使用できるが**）
- 7、**トランスミッションやエンジンがいらないので、エンジン付きでは困難な斬新なデザインの車も実現できる。**

出典 電気自動車（でんきじどうしゃ）とは【ピクシブ百科事典】

## 電気自動車デメリット

---

“ 1、航続距離が短い

2、エンジンの廃熱を利用できないので暖房の際に航続距離が縮んでしまう

3、充電時間が長く、また急速充電では電池の寿命が縮んでしまう

4、夜道や狭い道では騒音が少ないために歩行者が気づかないことがある（音を発生する装置の内蔵が義務づけられている）

5、走行中に電池が干上がった際の救援がエンジン車に比べ困難。

出典 電気自動車 (でんきじどうしゃ)とは【ピクシブ百科事典】

## テスラの電気自動車



テスラ モデルS

現在、テスラからは大型セダンのテスラ モデルSと大型SUVのテスラ モデルXの二車種のみがラインアップされています。モデルXは2017年1月より日本でも納車開始されました。

テスラ自身は、BEVの専門の会社であり、パナソニックと協業して電気自動車用のバッテリーを開

発しています。モデルSは世界で初めての長距離BEVであり、EPA航続距離500kmを一充電で走行できます。またモデルSは世界で最も安全なセダンでもあり、米国NHTSAや欧州Euro NCAPの両方で最高の評価を獲得しています。例えば米国では高速道路の走行が多いため、自動車横転し、ルーフがつぶれるシナリオでのクラッシュテストが行われるのですが、このテスト用のマシンの4Gという力に耐え、ルーフがつぶれなかったばかりか、このテストマシンが壊れてしまったとの報告がされています。この4Gという力は、モデルSが四台上に積み重なったくらいの力だそうですね。

## 日産の電気自動車

日本の電気自動車業界をリードする日産自動車からは[リーフ](#)が出ています。2010年に発売され、途中2012年に1回目のマイナーチェンジ、そして2015年12月にバッテリーの容量を24kWh→30kWhにアップするマイナーチェンジ。2017年10月には容量が30kWh→40kWhにさらにアップ。フルモデルチェンジが行われました。全世界で20万台以上を販売し、世界で一番売れている電気自動車になります。

リーフはリリースから7年目を迎えましたが、日産も日本国内1760か所のディーラーに急速充電器を設置し、月額2000円でこれらが無制限に利用可能な「日産ゼロ・エミッションサポートプログラム（ZESP2）」を提供するなど、電気自動車の普及に大きな役割を果たしていると言えるでしょう。

リーフはJC08という基準で400kmの航続距離を持つとされていますが、JC08基準はあてになりません。この記事の一番下に比較表を入れていますが、私の経験から、米国のEPA（環境保護庁）が認定している数字は比較的現実に即しており、高速道路と一般道路の組み合わせで夏なら達成可能な数字だと思われるので、本記事ではEPA基準を使用します。リーフ2017年モデル（40kWh）のEPA航続距離は241kmです。

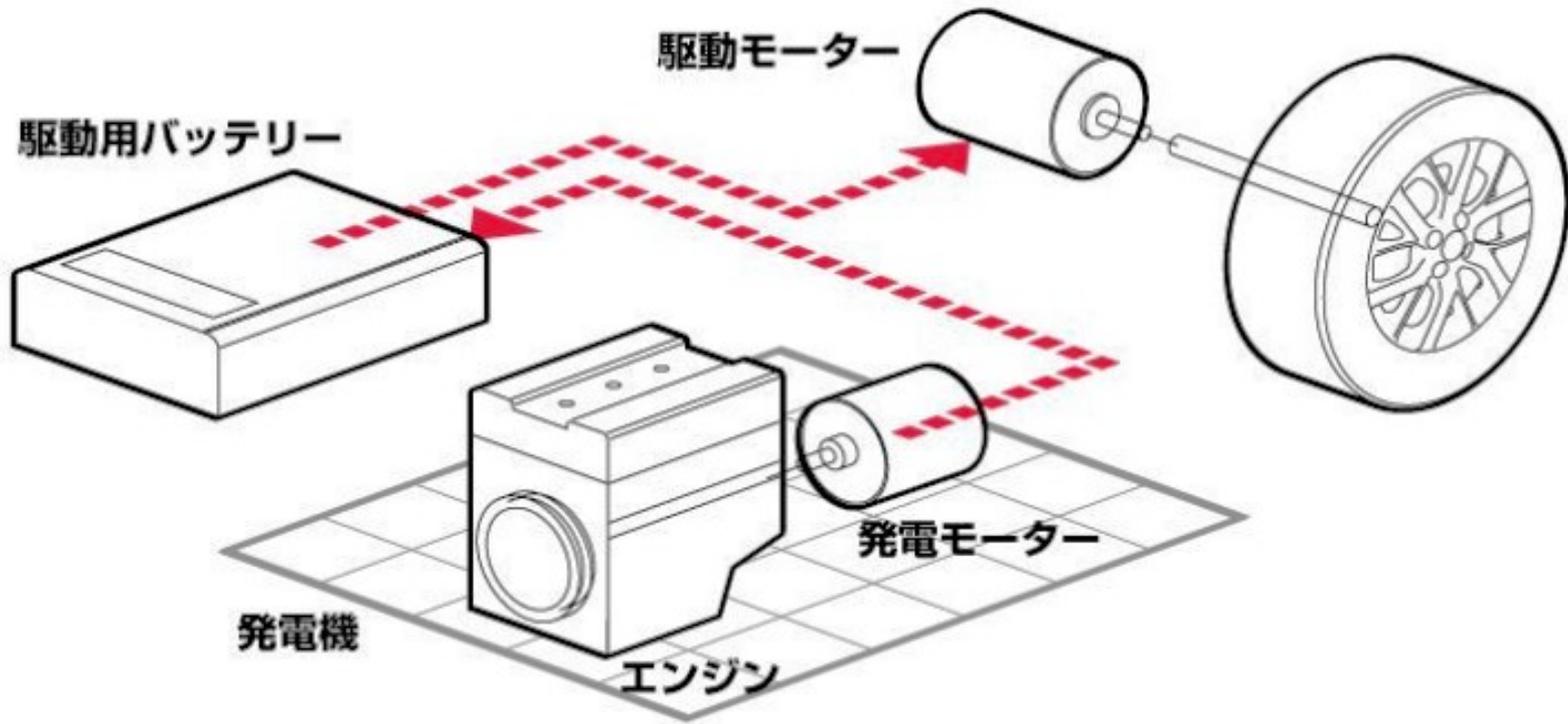
PHEVとは異なり純粋な電気自動車（BEV）であるリーフは、自宅充電が必須になります。自宅で充電でき、往復400km以上の長距離移動をあまりしない方に向いています。往復300km程度までなら、行った先で1回充電するだけで帰宅できるからです。またリーフはプリウス同様3ナンバーになりますのでコンパクトカーではありません。サイズには注意が必要です。



新型日産リーフ

01	メーカー	車種	タイプ	EV走行 (JC08)	EV走行 (EPA)	バッテリー 容量	急速充電	車両本体価格(税込)
02	アウディ	A3 スポーツバック e-トロン	PHEV	52.8	25.6	8.7	×	5,640,000
03	BMW	i3 (94Ah)	BEV	390	182	33	○	5,090,000
04	BMW	i3+REX (94Ah) (2019年モデル)	PHEV	288	155	33	○	5,570,000
14	メルセデス	S 550 e long	PHEV	29.1	19.2	8.7	×	16,386,000
15	メルセデス	C 350 e アバンギャルド	PHEV	28.6	16	6.2	×	7,210,000
20	三菱自動車	アウトランダー PHEV	PHEV	60.2	35 (未公表)	12	○	4,789,260
21	日産	新型リーフ (40kWh)	BEV	400	241	40	○	3,150,360
30	トヨタ	新型プリウスPHV (2017)	PHEV	68.2	40	8.8	○	3,261,600
31	フォルクスワーゲン	e-ゴルフ	BEV	301	201	35.8	○	4,990,000
26	テスラ	モデルS 75	BEV	(未公表)	398.4	75	○	9,000,000
27	テスラ	モデルS P100D	BEV	(未公表)	504	100	○	17,679,000
28	テスラ	モデルX 75D	BEV	(未公表)	380.8	75	○	10,780,000

# e-Powerの駆動



走行は、モーターで。したがって 電気自動車である。  
バッテリーを、リーフの1/20にしている。  
エンジン発電機で、走りながら充電する方式。



## 1. 発電専用エンジン

日産の高効率な 1.2Lエンジン(HR12DE)を改良し、搭載。NOTE e-POWER向けにマッチング度を高め、燃費の向上に貢献しています。

## 2. 駆動モーター&インバーター

日産リーフのモーター(EM57)を搭載。同等の出力性能により、驚異的なパフォーマンスを発揮します。

## 3. 駆動用バッテリー(リチウムイオン)

バッテリーに大容量の電力をためておく必要がないため、小型化して前席シート下にコンパクトに搭載。クラストップ\*3の広々とした室内空間を実現しています。

\*3 室内長や後席二ルールの数値が、1.0~1.5Lクラスハッチバックでトップ(2016年9月現在 日産調べ)。



# 通常発進・走行時

**駆動用バッテリー残量が充分なとき (エンジンOFF)**

発電用エンジン停止。  
バッテリーで走行。  
アクセルの踏み始めから発生する大トルクで力強く発進・加速。エンジン音のしない静かな走り\*1。  
\*1 ヒーター使用時等には発電用エンジンが始動します。

駆動用バッテリー

エンジン

発電モーター

駆動モーター

電気の流れる方向：タイヤ ← バッテリー

**駆動用バッテリー残量が少ないとき (エンジンON)**

発電用エンジンを効率よく稼働。  
発電した電力を充電しながら走行。  
低燃費でエンジン音を感じにくい静かな走り。

駆動用バッテリー

エンジン

発電モーター

駆動モーター

電気の流れる方向：タイヤ ← バッテリー

## 急加速・登坂時

## 減速・降坂時

**電力フル供給で走行 (エンジンON)**

発電機とバッテリー両方から電力を供給。  
モーターに大電力を供給して出力を高め、一気に速度アップする力強い走りを実現。

駆動用バッテリー

エンジン

発電モーター

駆動モーター

電気の流れる方向：タイヤ ← バッテリー

**駆動モーター走行 (エンジンOFF)**

回生発電した電力をバッテリーに充電。  
減速時はエンジンを止めて\*2、さらにムダなく回生発電した電力をしっかりと充電。  
\*2 駆動用バッテリーの充電量が高い状態では、放電のためエンジンが回ります。また、エアコン使用時にはエンジンが回る場合があります。

駆動用バッテリー

エンジン

発電モーター

駆動モーター

電気の流れる方向：タイヤ → バッテリー

→ 電力の流れ  
⇨ エンジン動力の流れ

<https://www.youtube.com/watch?v=uMCDKHtUYvo>

電池の製造

<https://www.youtube.com/watch?v=LgCwjMvTm00>

バッテリーの生産拡大に向けた座間事業所の取り組み

<https://www.youtube.com/watch?v=5Rh71il8gRQ>

#日産ノート e-POWERのできるまで(追浜工場生産現場から)

<https://www.youtube.com/watch?v=N0VKdx9Qb0c>

【企業】日産のクルマができるまで

<https://www.youtube.com/watch?v=DVXGBz3mQUs>

ScienceNews2017]全固体電池 次世代電池の有力候補(2017年5月12日配信)

<https://www.youtube.com/watch?v=ekVvr7vOlq4>

【フィスカー】全固体電池の実用化！充電時間はわずか1分

# 電気自動車の充電と電気代

急速充電（直流大電流で充電、30分）

普通充電（200Vで充電、25A、8時間）

急速充電は、電池の劣化を早める。  
遠距離走行には、なくてはならぬ装置。

普通充電は、夜間自宅充電が基本。  
慣れてくると、ガソリンスタンドへ行かなくてもよいので、便利。

リーフで、満充電 40kWh: 電気代で、 $40\text{kWh} \times 26\text{円} = 1,040\text{円}$   
ひと月1,000km走っても、100kWh。この電気代は 2,600円。

ガソリン車: 燃費20km/L, 1000km走行で50L消費。  
ガソリン代は、1L 140円として、7,100円。  
(2.7倍)



充電用差込口は、二つある。

1: 急速充電端子

3: 普通充電端子



急速充電器  
7,108基

普通充電器  
20,727基

# 自動車販売会社が提供する充電プラン

		使いホーダイプラン 2,000円/月	つど課金プラン 1,000円/月
日産販売店舗	急速充電器	無料で使い放題	15円/分*8
高速道路・コンビニ・商業施設等 (NCS充電器*7)	急速充電器		15円/分
	普通充電器	1.5円/分	1.5円/分
他自動車メーカー系列施設	急速充電器	15円/分	15円/分

何回充電しても、定額なら安心!

**使いホーダイプラン** / 月会費**2,000円**(税別) 入会初月は月額費無料!

日産販売店舗と高速道路やコンビニ等※の全国5,500基以上の急速充電器が無料で使い放題!

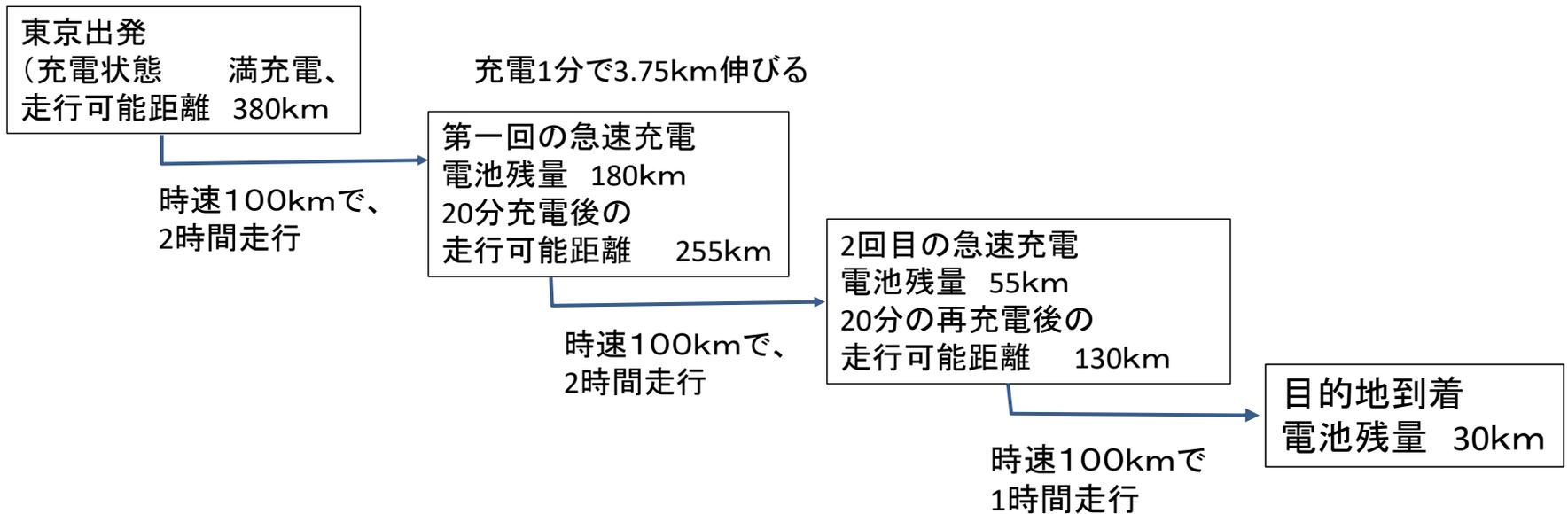


※合同会社日本充電サービス(NCS)が提供する充電スポットに限ります。

※2017年7月末現在 日産調べ。

# 電気自動車による遠距離旅行の 充電計画

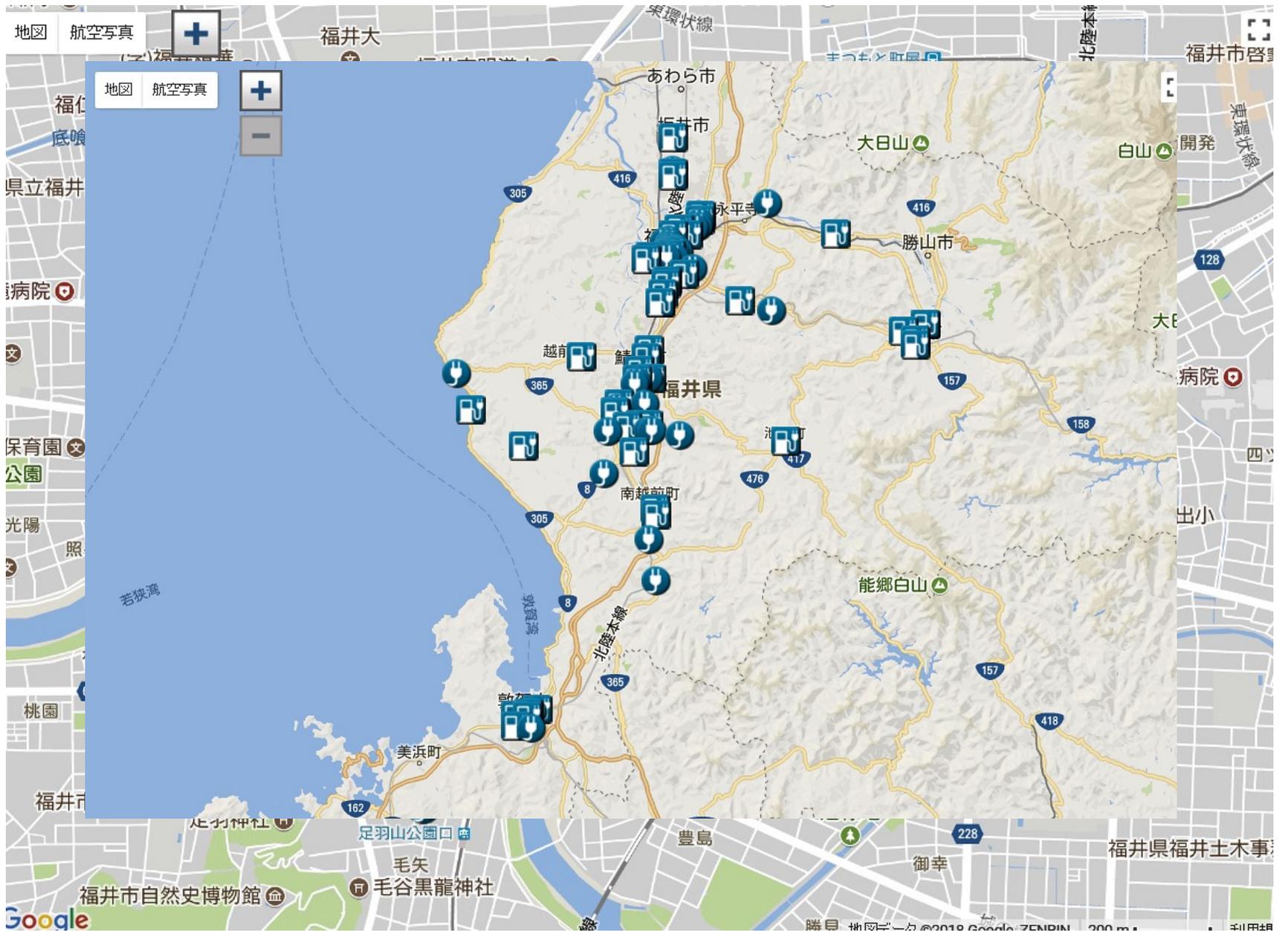
日産新型リーフ(400km航続距離)で、  
500kmの旅行(東京ー京都間は、450km)



途中20分充電を2回行えば、東京ー京都間を旅行できる。









電気自動車が増えると、発電はどのように変化する？

- 電気自動車の充電は、夜間充電が基本
- 夜間電力は安価だったが、電気自動車が増えても変わらないか？
- 再生可能エネルギー（発電）は、利用できるか？
- 夜間充電で、増える電気御量はどれくらい？

# 充電用電力の推定

- 推定条件 自動車の10%が電気自動車になったとする。
- 現在の国内の自動車の数は、乗用車で61,253,000台
- 新車販売は、年間 8,350,000台、今後10年間で、83,500,000台
- そのうち、約5%が電気自動車になったとして約4,000,000台
- 夜間充電は、1台当たり5kWとして、20,000,000kW
  
- 100万kWの発電所 20か所の増設が必要。
- 太陽発電は、夜には使えない。風力発電なら、夜も発電可能。
- 最大の風力発電機は、5,000kWであるが、実質発電はその20%。
- 20,000台の風車が必要。
- 現在の風力発電容量 3,200,000kW、ただし稼働率20%程度のため、実質発電容量は、640,000kW。したがって、現在の、12.8倍に増設が必要。

# リチウムイオン電池の価格（推移と予測）

- 2016年      26,000円/kWh
- 2020年      21,800円/kWh
- 2030年      11,500円/kWh

この価格推移（予想）によると、  
リーフの電池（40kWh）の価格は、

- 2016年      1,040,000円
- 2020年      872,000円
- 2030年      460,000円

<https://response.jp/article/2017/08/08/298438.html>

日産バッテリー事業を譲渡（工場生産はそのまま）

<https://www.youtube.com/watch?v=TEOBW655kGw>

ハイブリッドの仕組み

<https://www.youtube.com/watch?v=ZfBPUvSP1Bc>

日産のハイブリッド

<https://www.youtube.com/watch?v=iRR-nrfi3NQ>

トヨタのハイブリッドシステム

[https://www.youtube.com/watch?v=kE9uddv29\\_s](https://www.youtube.com/watch?v=kE9uddv29_s)

e-Power の動力系

<https://www.youtube.com/watch?v=0LzloadJV7I>

E-Power エンジンカットモデル

<http://autoc-one.jp/movie/2974632/>

E-Powerの仕組み