

「電気自動車の真実」 今日のお話 のイメージです



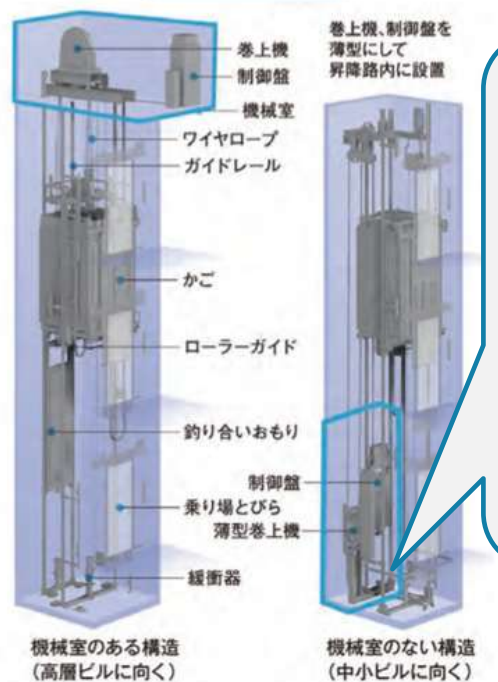
EMDj Electrical Machines and Drives
Japan 井上 正哉

かかわった製品（30年モータの研究・開発・製品化をしてきました）

望遠鏡・宇宙



エレベータ



工作機 ファクトリオートメーション



ハイブリッドカー



電気自動車の真実

お品書き

1. 電気自動車の歴史
2. 電気自動車のメリット・デメリット
3. ガソリン車より本当にエコなのか
4. 世界の再生可能エネルギーの普及と日本の現状
5. まとめ

電気自動車は既に今から130年前のロンドンやニューヨークで
“都市部の深刻な公害問題対策” の切り札として登場しました

1 3 0 年前に 深刻な公害 ？

“HORSE MANURE CRISIS OF 1894”で検索



MORTON STREET, CORNER OF BEDFORD, LOOKING TOWARD BLEECKER STREET,
MARCH 17, 1893.

"Street-Cleaning and the Dis"

<http://www.kushima.org/?p=46009>

1893年 ロンドンには5万頭の馬が馬車を引いており、1頭の馬から1日約10kg以上の〇〇が・・
50年以内にロンドンの全ての通りが2.7mの高さの〇〇で埋め尽くされると懸念され問題化
馬の寿命は2年程度で、死体も道路で野ざらし



<https://blog.ferrovial.com/en/2022/10/the-horse-manure-that-redefined-architecture/>

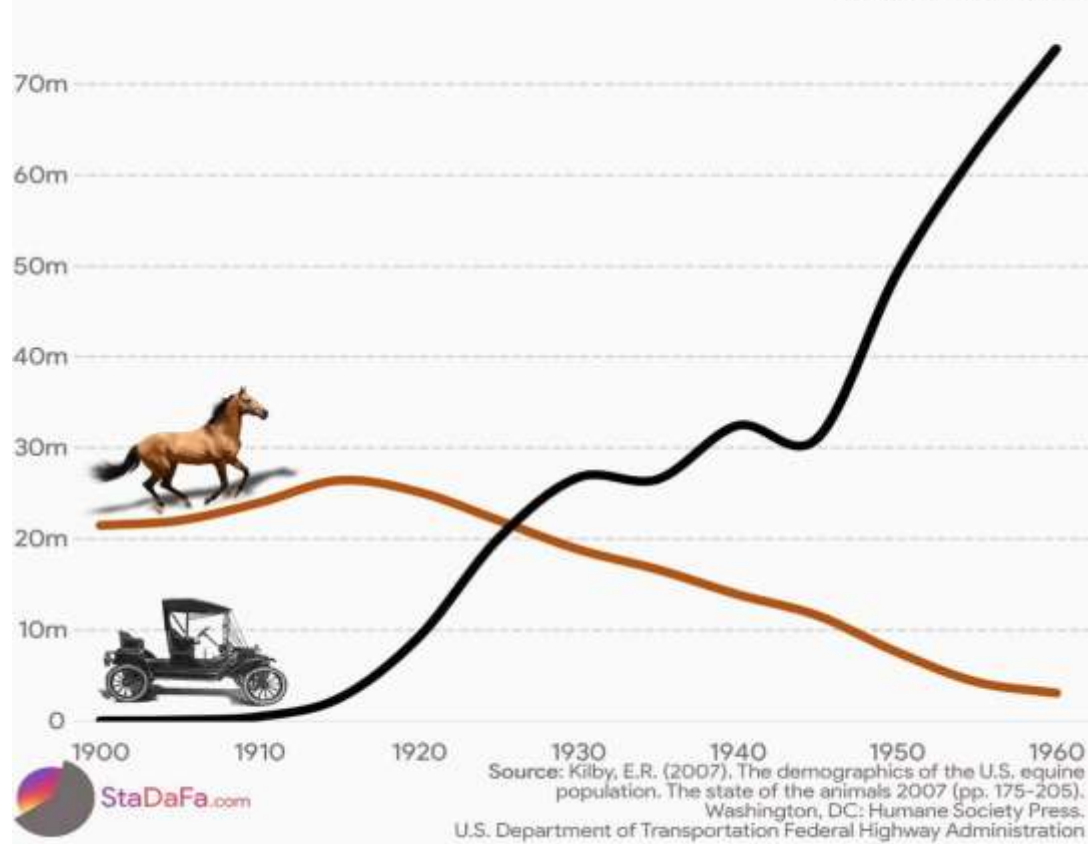
'The Terminal.' New York post office entrance in 1893 / Alfred Stieglitz

1880年にはニューヨークでも15万頭の馬が馬車を引いており、年間10万トンを超える〇〇が道路に！このままだと1930年にはマンハッタンの3階の高さまで〇〇が。。

2025/7/25

1898 年に世界で初めての都市公害問題の国際会議がNYで開かれるも、答えが出ないままに閉会
しかし、「必要は発明の母！」 同年の第一回モータショウ（パリ）で10社29台のEVが展示される
1900年から30年かけて馬から自動車への転換が始まる

Replacement of horses by cars in the United States



Columbia
Automobiles

ELECTRIC HERRY. IN SIXTH YEAR OF SERVICE.

40 Miles on One Charge of Batteries

WHERE CURRENT CAN BE INSTANTLY SUPPLIED, WE ARE PREPARED TO FURNISH ESTIMATES FOR, AND ERECT WHEN DESIRED, SIMPLE AND AUTOMATIC PLANTS FOR CHARGING ELECTRIC VEHICLES. Send for our Illustrated Catalogue.

Reliability
Simplicity
Cleanliness

Electric Vehicle Co., Hartford, Conn.

<https://blog.greenprojectmanagement.org/index.php/2019/05/13/pollution-why-we-replaced-horses-with-automobiles/>

最初は電気自動車（EV）が人気だったが、すぐにエンジン車にとってかわられる

1899年 のアメリカ自動車メーカ109社

1575台のEV、1681台の蒸気自動車、936台のガソリン車

EV人気の理由は

- ・ギヤ変速が無く運転が簡単
- ・エンジン始動が不要。
（当時はガソリン車は手動レバーで始動、蒸気自動車は20分ほどお湯を沸かすのに必要）
- ・蒸気自動車は水の給水が必要だが、給水所が限られており不便
- ・ガソリン車は音がうるさく（当時消音マフラーは無かった）、振動も大きい

エンジン車は大きく進化し 1 9 1 3 年にエンジン車の数が電気自動車を超える

- ・キャデラックがモータを使ったエンジンスタートを発明
- ・T型フォードによる車両価格下落で 電気自動車 1 7 5 0 ドルに対して、エンジン車は 6 5 0 ドルに
- ・アメリカで油田が相次ぎ発見される。。。

1924年 製造台数で391台のEV に対して318万台のガソリン車に。。。

ちょうどその頃には、あの**ポルシェ**博士も電気自動車を創っていた



図2 2輪駆動電気自動車（ローナーポルシェ）（1898）



図4 ローナーポルシェミクステ (Semper Vivus) (1901)

ポルシェ博士（オーストリア 1875-1951）

18歳～23歳 電気器具製造会社で働く（小学校卒、夜間工業高校で学ぶ）

23歳から宮廷馬車製造会社“ローナー”に転職（1893-1898）

6年で電気自動車を開発

インホイールモータ、4輪ブレーキ

最高速35km/h、航続距離50km、2.5馬力モータ

（ウィーン産業博物館に実物があるらしい）

バッテリーが重く登坂性能不足と航続距離の問題から

シリーズハイブリッドカーを開発（原理は日産e-Powerとほぼ同じ）

1901年パリモータショウに出展

2.6 kWエンジン×2で1.84kW発電機 × 2で

バッテリー充電と2 kWモータ×2を駆動 航続距離は200km

1906年ポルシェ博士はダイムラー社に転職

“ポルシェ博士の電気自動車” ” 元東海大 森本教授の記事より <http://www.ei.u-tokai.ac.jp/morimoto/download.htm>

戦後の日本は電気自動車が主力。元空軍の飛行機エンジニアが電気自動車をつくった

獨逸スレーパー博士發明
日獨政府專賣特許
車用送配郵便小包郵便

運信省御用
陸軍省御用
◎積載重量 容積其他は
御取扱の商品の種類
により如何様にも御
注文に應じ別に車室
製作可仕候

最低正價金銀も御取引なし
金壹千四百五拾圓也
運信省御用
陸軍省御用
◎積載重量 容積其他は
御取扱の商品の種類
により如何様にも御
注文に應じ別に車室
製作可仕候

エスビー電気車 小荷物用

運轉手の免状を要せず

店現代獨逸車
會商車轉自氣電獨日



表3 たま号の仕様

Table 3 Specification of TAMA EV

電動機	36V,120A
蓄電池	40V,162A
最高速度	35km/h
一充電走行距離	65km

- 戦後GHQ 軍需物資統制で**深刻な石油不足**
一方で水力発電電力には余力あり政府はEVを奨励
- 立川飛行機から派生した「東京電気自動車」がEV たま号を製造。政府主催の第1 回性能試験で航続距離96km・最高速度35km/h のトップ成績
その後、たまセニアに進化し航続距離は200kmに！
立川飛行機→東京電気自動車→プリンス自動車工業→日産自動車
- 朝鮮戦争終結の1954年に**石油の統制解除**でEVは廃れた
「たま」の復元車が日産自動車座間事業所に保管
<https://nissan-heritage-collection.com/DETAIL/index.php?id=9>

図5 エスビー電気車（ドイツ製、1923）
（国立公文書館 蔵）

郵便配達用にドイツから輸入されたEV
<http://www.ei.u-tokai.ac.jp/morimoto/download.htm>

近年の電気自動車導入のトリガはアメリカのCARB（カリフォルニア州大気資源局）

California Air Resource Board 自動車・工場の排ガスで深刻な健康被害（L.A、サンフランシスコなど都市部）
1967年 当時州知事だった民主党のロナルド・レーガンが全米に先駆けて独自の排ガス対策組織CARBを創設
<https://ww2.arb.ca.gov/about/history>



1990年 CARBは深刻なカリフォルニアの大気汚染対策としてZEV規制 (ZERO EMISSION VEHICLE)を発令. カーメーカ各社はEV開発をはじめめる

「カリフォルニア州で販売する主要 7 社, GM, フォード, クライスラー, トヨタ, 日産, ホンダ, マツダは1998 年までに 2 %の 無公害車導入開始し 2003 年までに 10 %に引き上げることを義務化 (のはずだった) 」

2000年に超低公害排ガス車やハイブリッドカーが登場し, 一定量をEVの代替策とすることを許容
さらに, EV導入義務台数未達でも, メーカー間のクレジット売買 (テスラはこれで儲ける!) が抜け道となりEV導入は進まず



トヨタ

第1世代 1997-2003 **1484台リース**

最高速126km/h, 航続距離153km
Ni-MH 27kWh 50kW 190Nm

第2世代 2012-2014 **2600台 販売**

最高速126km/h, 航続距離153km
LiB 41.8 kWh 115kW 296Nm



日産

1997年 **30台リース** 世界初のLiB BEV
最大出力 62kW 最大トルク 166Nm
最高速120km/h 航続距離200km



ホンダ

1997 – 1999年 **300台リース**
最大出力 49kW 最大トルク 275Nm
NiMHバッテリー28.7kWh
最高速130km/h 航続距離220km

政権で 揺れ動く規制 共和党は現状維持， 民主党は環境重視でEV推奨 カリフォルニア州は民主党地盤

全米の燃費規制は 運輸省道路交通安全局（National Highway Traffic Safety Administration）「**NHTSA**」が策定
NHTSAとは別にカリフォルニア州の「**CARB**」は独自に自動車の燃費，排ガス，E V 規制を実施する権限を保有
CARBは燃費，排ガス，ZEV割合などの規制を州独自に発令．西海岸の多くの州で，カリフォルニア法令をそのまま導入



2016年にトランプ政権でパリ協定脱退と併せて，26年まで全米燃費規制を凍結．実質CARBの規制を無力化する案を提案
トランプ大統領はカリフォルニアが独自に規制を策定する権限をなく奪う命令．カリフォルニア州はこれに反発
（環境を重視するカリフォルニア州他17州がこの政府決定に猛反発し，裁判へと発展）



2021年バイデン政権発足でパリ協定に復帰．これをうけてCARBは2年の議論を経て22年には ZEV車を26年に35%,30年に68%,35年に100%とする政策を採択．他17州が追随（全米市場の約1/3相当） 未達成時の罰金は2万ドル/台！

二重規制や政権による規制のふらつきが，カーメーカーにとって負担のため，カーメーカーは ワンナショナルプログラムを叫んでいる

規制概要詳説 : https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/reports/2021/202107.pdf

: <https://www.pecj.or.jp/news/1179/>

最近の動向要約 : <https://rief-jp.org/ct5/127790>

新世代電気自動車の登場 その1 2010年頃 「リチウム電池の進化」×「国策」（原発推進の目玉政策）で、日本がBEVをリード 新世代EVの幕開けのはずが．．．． 2011年東北地方太平洋沖地震で急減速



三菱自動車 1992年発売 50台
東京電力のフリート車として導入
出力20kW 三菱電機製
4極誘導モータ＋ベクトル制御（当時の最新制御）
航続距離 75km
鉛電池 480kgを搭載（電池運搬車と揶揄された？）
改良型で NiMH電池になり航続距離は120kmに
価格は1123万！

<https://meisha.co.jp/?p=14607>

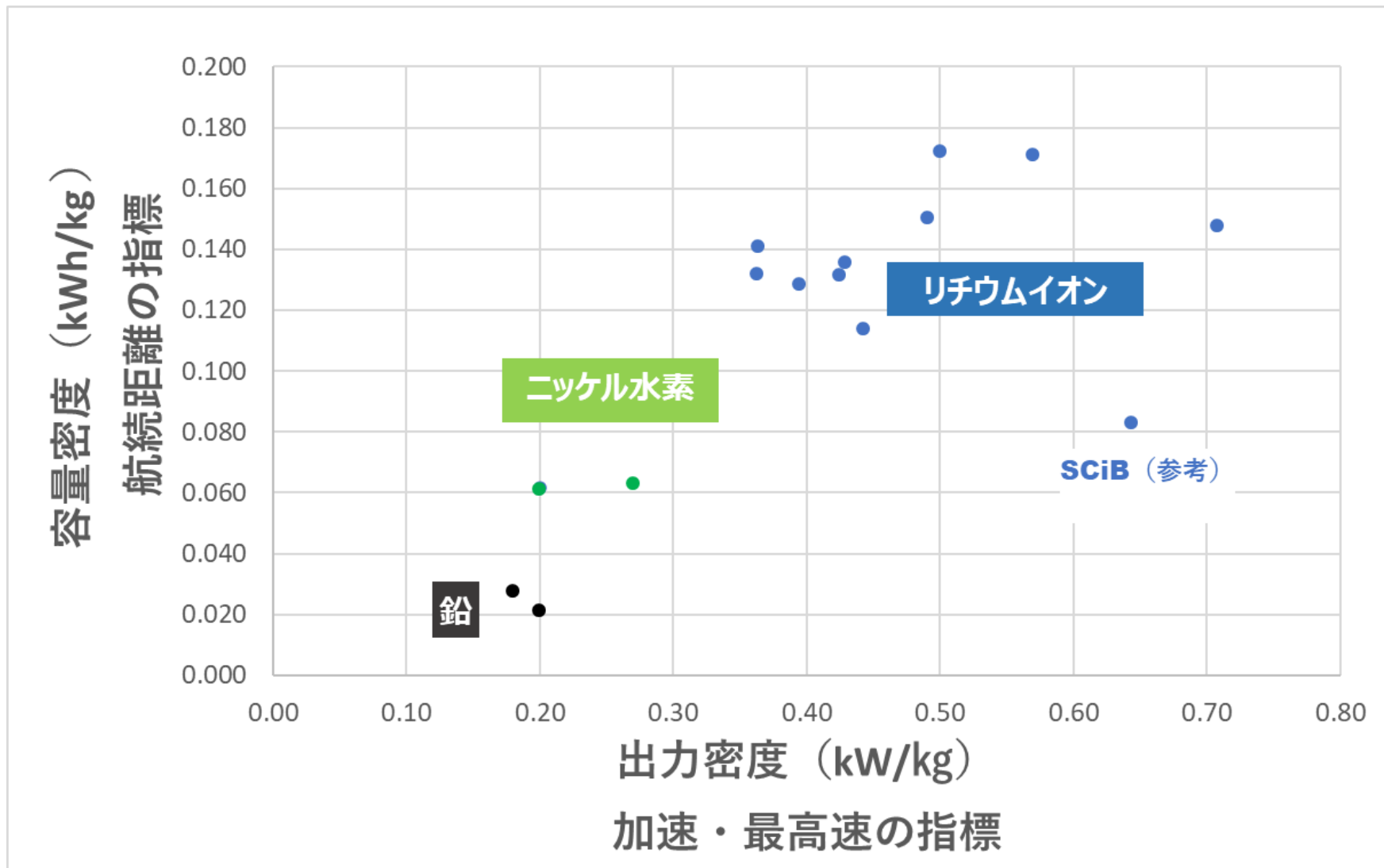


2009－2013年 累計2.3万台
出力47kW,180Nm
明電舎製 8極永久磁石モータ
航続距離 120km
リチウムイオン電池 LEV50 88個 145kgを搭載
当初 460万（国の補助金が139万円）で実質340万円
2010年 398万（国の補助金が114万円）で実質284万円

背景
リチウムエナジー・ジャパン（GSユアサ51%、三菱商事34%、三菱自動車15%）2万m²に75億円投資で年間6700台分の供給量を確保
<https://www.lithiumenergy.jp/jp/newsrelease/pdf/20100414.pdf>

リチウムイオン電池がどれくらいすごい？

同じ重さあたりでは、鉛電池に比べて、リチウムイオン電池によって 加速性能で2.5倍、航続距離で8倍に向上



キーとなるリチウムイオン電池は10年前まで日本が世界をリード！（だったのですが．．．）

2019年 ノーベル化学賞

1975年 スタンリー・ウィットティングラム（英）

1980年 ジョン・グッドイナフ (米)

1985年 吉野彰(旭化成)

-----定員3人-----

1990年 西美緒 (SONY)

リチウムイオンが分子集団に出入りできる現象を発見

コバルト酸リチウムが+極につかえる

炭素系材料が一極に使える

上記を組み合わせ、世界初のリチウムイオン電池を商品化

業界リーダ

1990	2000	2010	2020
AsahiKASEI	SONY	SANYO	Panasonic
			LG BYD CATL

SONY
リチウム電池をハンディーカムに搭載
磁気テープの技術を応用し電池を量産化
西氏は“リチウムイオン電池”名付け親

三洋がリチウムイオン 電池でもトップを奪回

Panasonicが三洋を吸収

中国：CATL, BYD
韩国：LG 急扩大

09年Panasonicが 当時ベンチャーのテスラと契約

携帯電話,ノートPC用として 韓国勢のリチウムイオン電池が急拡大

三洋、松下は得意のニッケル水素電池がリチウム電池と競合したため開発に出遅れ（トヨタがプリウスにPanasonicのニッケル水素電池を採用）

電気自動車の普及策で中国が急拡大 テスラがCATL（中）,LG（韓）と契約

市場トラブルはありつつも、対策しながら 成長してきた中・韓 慎重に石橋を叩く日本（開発費も時間もかかりますが、安全・安心です）



初代日産リーフの（とても意地悪な）安全テスト
クルマが全損でもバッテリーは燃えない！ さすが日産！！

<https://youtu.be/dclFMzKSJMA>



2016年:国土交通省は、サムスン電子社製
ギャラクシーノート7の航空機への持ち込みを全面的に禁止

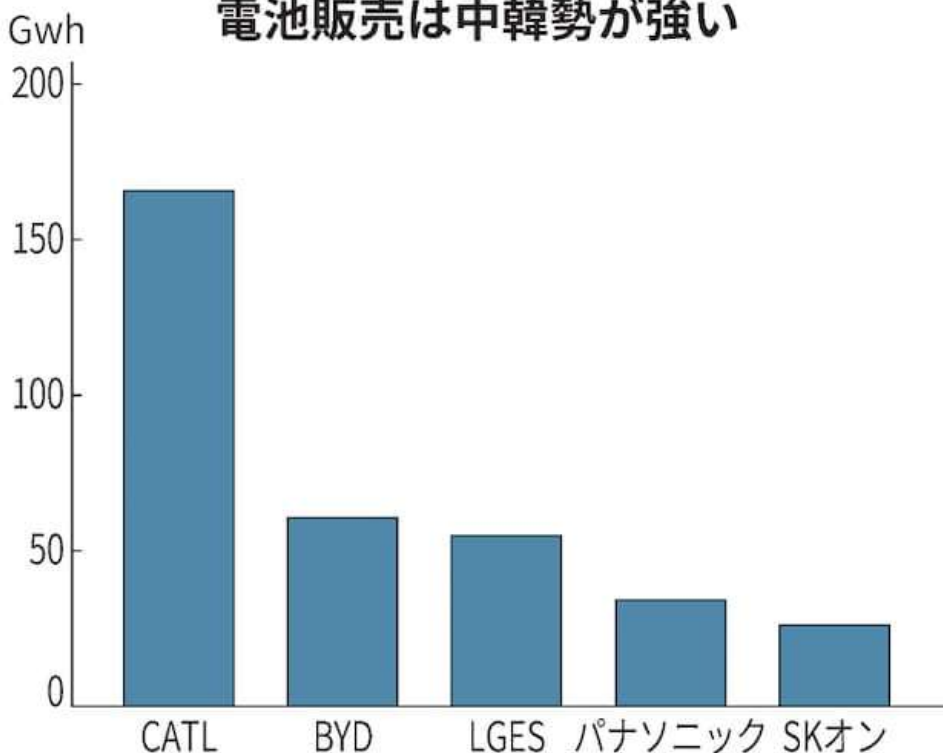


https://youtu.be/IHHLC_50oKM
中国の電動バイクの発火事故

キーパーツ電池の生産は中韓に押されてしまっており、欧州進出でも出遅れてしまう

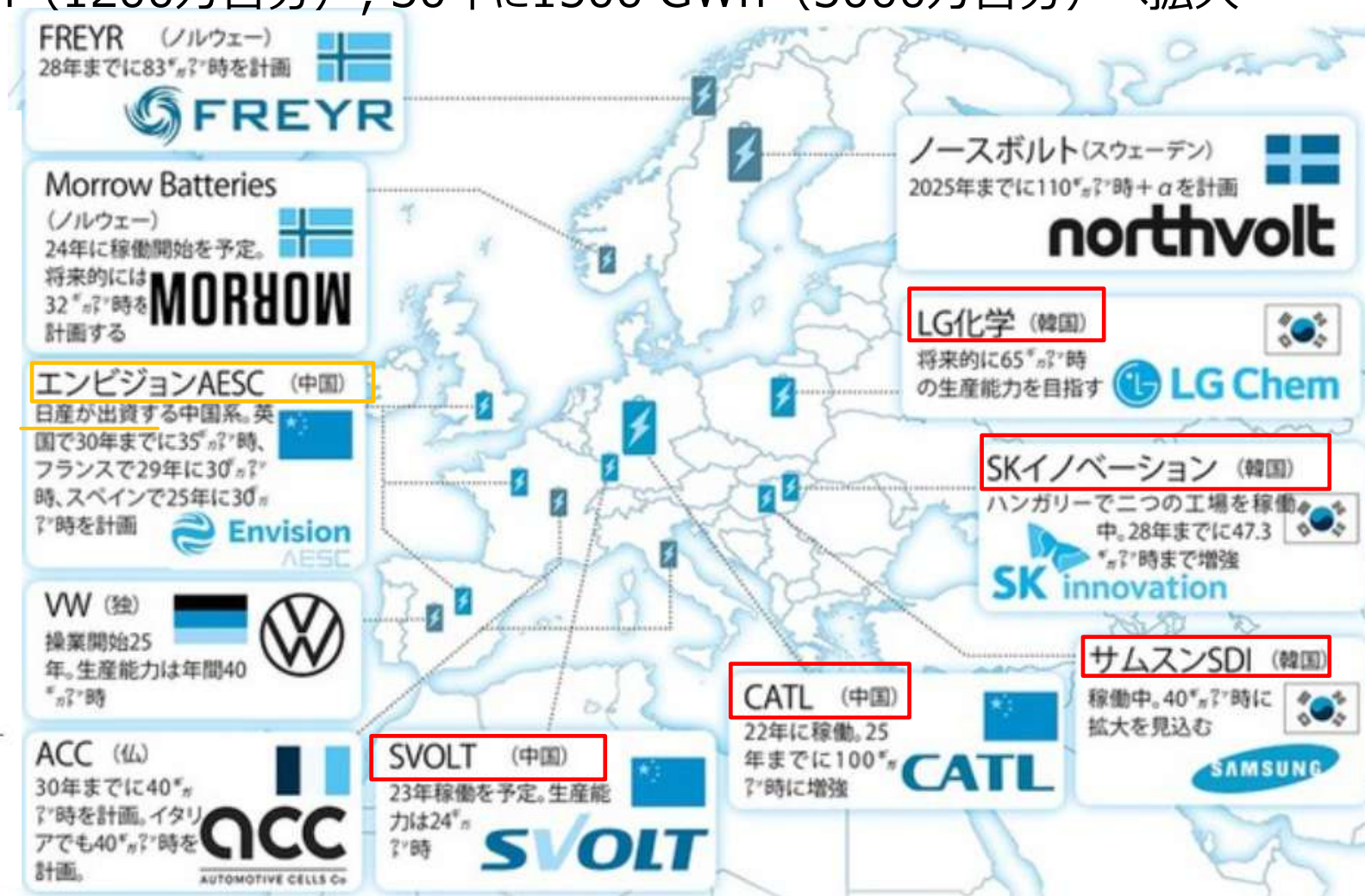
1GWh（ギガファクトリー）＝電気自動車2万台分に相当、既に中国CATLが300万台分の能力を保有、欧州も工場建設ラッシュで 25年で600GWh（1200万台分）、30年に1500 GWh（3000万台分）へ拡大

電池販売は中韓勢が強い



(注) 2022年1~11月のEVなど電動車への電池搭載量

(出所) 韓国SNEリサーチ

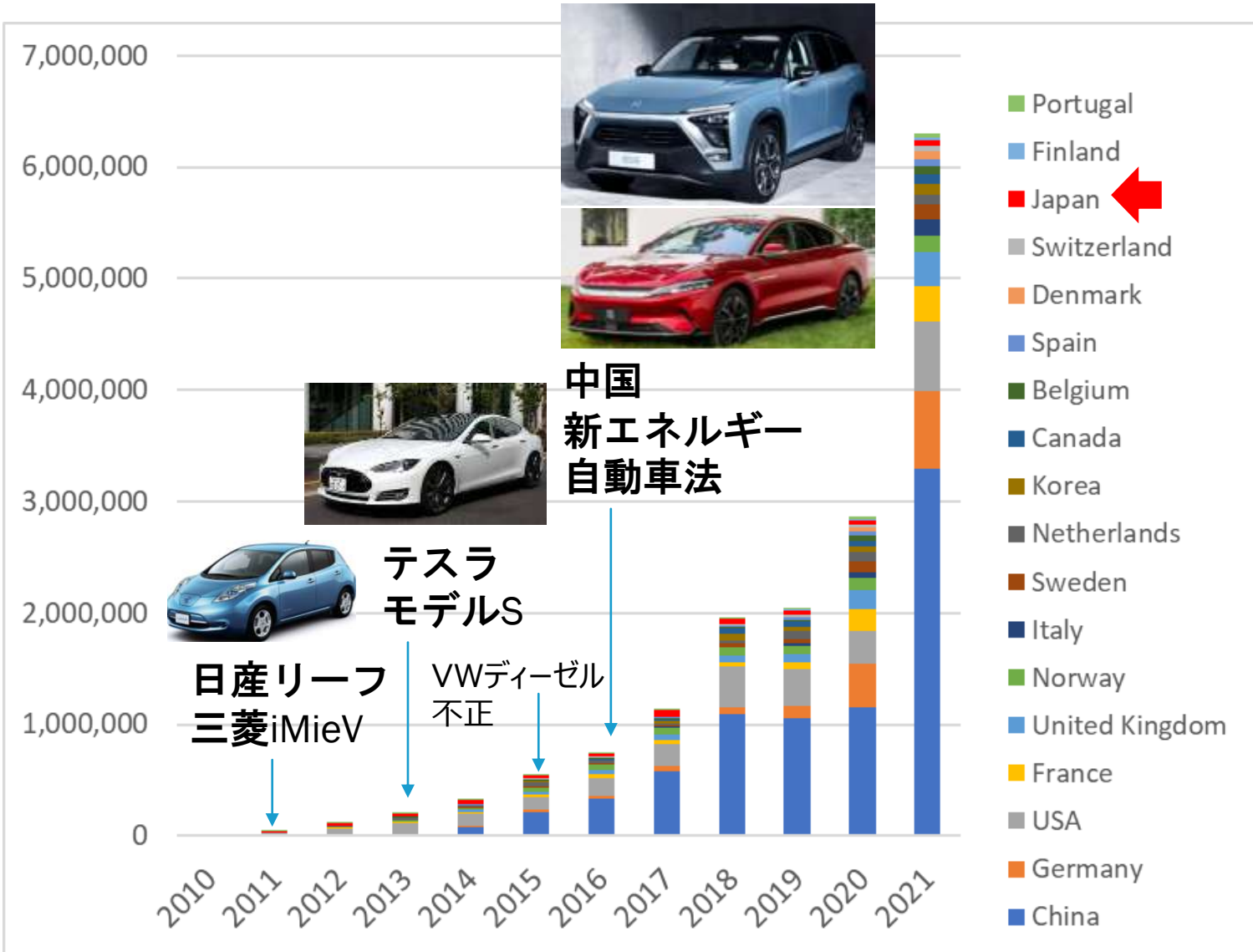


新世代の電気自動車が登場②

携帯やノートPCでリチウムイオンが普及し電池価格が低下し大容量電池が搭載可となる
テスラが自動運転とガソリン車を超える加速性能を謳って、高級品として拡大に成功

	リーフ（初代）	リーフ（2代目）	テスラモデル3
登場	2010 - 2017	2017-	2016-
			
電池容量	24kWh	40kWh 62kWh(e+)	54 kWh スタンダード 79.5kWh ロングレンジ
満充電時 航続距離	200km	322km 450km (e+)	565km スタンダード 689km ロングレンジ
出力	80kW	110kW 0ー100km/h 7秒 160kW 0ー100km/h 6.2秒	211kW 0ー100km/h 6.1秒 335kW (4WD) 0ー100km/h 4.4秒
価格	274万～	標準 408万～ (e+) 525万～	スタンダード 439万～ ロングレンジ 509万～

カーボンニュートラルで各国がEVシフトを加速させているなか、日本は出遅れている状態



主要国・地域の車の電動化目標

		EV	PHEV	HEV
	米国 2030年に新車販売の50%を電動車に	○	○	△
	EU 35年にガソリン車の新車販売を事実上禁止	○	×	×
	中国 35年にEVを販売の主流にする	○	○	○
	日本 35年までに新車販売をすべて電動車に	○	○	○

電気自動車の真実

お品書き

1. 電気自動車の歴史
2. 電気自動車のメリット・デメリット
3. ガソリン車より本当にエコなのか
4. 世界の再生可能エネルギーの普及と日本の現状
5. まとめ

すこしだけ 単位の勉強 (電気料金の請求書を眺めながら)

いつも東京ガスをご利用いただきありがとうございます。

TOKYO GAS ご使用量のお知らせ		お客さま番号
5年 1月分		
請求予定金額	34,717円	
(内消費税等)	3,155円	
ガス料金合計	21,060円	ご使用量 110 m ³
電気料金合計	13,657円	ご使用量 <u>312 kWh</u>

このお知らせでは全額をいたしません。このお知らせでは全額をいたしません。

出力の単位 W (ワット) 1秒あたりの仕事量, パワー 1 kWは1,000W = 1.36馬力
出力 = 力×速度

100kgの重りを1秒で1mの高さに持ち上げると出力≒1kW, これが2秒で1mの高さに持ち上げたら500W
ちなみに、私が自転車を力いっぱい漕ぐと400Wくらい(瞬間), 競輪選手で2kW(5秒)くらい

電気エネルギーの単位 kWh (キロワットアワー) 出力 × 時間

1 kWで1時間動いたエネルギーに相当する分を1 kWh (1キロワットアワー)

出力と時間の掛け算なので 1kWで1時間も、100Wで10時間も、10kWで360秒も 1kWh です。

1kWhの電気代は 21円 冷蔵庫が300W×3.3時間, エアコンが750Wで1.3時間

1kWh = 860kcal 10Lの水を86度温度上昇に相当(効率100%)
こってり弁当のエネルギー(カロリー)と同じ?

練習問題：人間で発電するとお得か？

少し頑張って自転車をこぐと 200W

5時間こぎ続けてやっとなら、 $200\text{W} \times 5\text{時間} = 1\text{kWh}$

$1\text{kWh} = 21\text{円}$ なので発電による時給は4円です

飲み食いしたら赤字なので人力発電は割に合いません
(ダイエット効果はありましょう)

参考)

10kgの脚力で0.3mのペダル漕ぐと $100 \times 0.3 = 30\text{Nm}$

毎秒1回転で $1\text{rps} = 6.28\text{rad/s}$

$P = \omega T = 6.28 \times 30 = 188\text{W}$

カタログはここを見てください

■日産リーフ主要諸元

車名型式		S
寸法		
全長		4480mm
全幅		1790mm
全高		1540mm
室内寸法 長*1		2030mm
室内寸法 幅*1		1455mm
室内寸法 高*1		1185mm
ホイールベース		2700mm
トレッド 前		1540mm
トレッド 後		1555mm
最低地上高*1		150mm
重量・定員		
車両重量		1490kg
乗車定員		5名
車両総重量		1765kg
性能		
最小回転半径		5.2m
交流電力量消費率	WLTCモード (国土交通省審査値)	155Wh/km
	JC08モード (国土交通省審査値)	120Wh/km
一充電走行距離	WLTCモード (国土交通省審査値)	322km
	JC08モード (国土交通省審査値)	400km
駆動用バッテリー		
種類		リチウムイオン電池
総電圧		350V
総電力量		40kWh

WLTCモード（実態に近い，世界基準のモード）
1km走るのに必要な電力量（Wh）

満充電にしたときにWLTCモードで走れる距離

電池の容量（kWh）

電気自動車の使いごこち メリット

性能：静粛性，加速性能は，2クラス上のガソリン車をしのぐ



サクラ3
“乗り心地もハンドリングも文句なし。軽とは思えないくらいの高いレベルにある。”



モデル3 ロングレンジ
0-100km/h 4.4秒は
並みいるスポーツカーを
置き去りに！

<https://motor-fan.jp/mf/article/59007/>

電費：1kWh = 21円 であれば EVだと1km当たりの 電気代は3円程度と安い
ガソリン車 16km/L の1/3程度, ハイブリッドカー25km/L の半額程度で済む

軽：一充電180km@470円
電費 0.124kWh/km



リーフ：一充電322km@1048円
電費：0.155kWh/km



テスラ：一充電 689km@1895円
電費0.131kWh/km



電気自動車は ~~本当にCO2削減になるのか~~ お得なのか？ (YES)

- ・電気自動車 : 電費 $0.155\text{kWh/km} \times 20.1\text{円/kWh}$ @日本 23年3月 = 3.1円/km
(関西電力 従量電灯A)
- ・ガソリン車 : 1 km走るのに必要なガソリン $0.05\text{L} \times 160\text{円/L}$ @日本 = 8円/km

10万キロ走ったとき、電気自動車の方が 49万円 お得
国の補助金が40~85万円、自治体補助金10~50万円あって “今なら” 電気自動車はお得

今後

- ・石油やガスの価格は上昇トレンドかつ不安定，
再生可能エネルギーの増加で電気代は下落トレンドなので，悪くない選択肢かもしれません

ただし、急速充電は高いのでご注意！

しかも、日本は充電量ではなく、時間制で充電器の占有時間に応じて課金される

充電会社	料金	充電出力	電気代換算	
関西電力 従量電灯A (一般家庭の電気)		3kW	21円/kWh	https://kepcoco.jp/ryokin/unitprice/
テスラ	85円/分 (無料のところもあり)	Tier3 100～180kW	51円/kWh～28円/kWh	https://www.tesla.com/ja_jp
E-mobility power (最大手)	最初5分275円 以後55円/分 最大30分＝1650円	50kW 90kW	66円/kWh	https://www.e-mobipower.co.jp/driver/
エネオス charge	46.2円/分	50kW	55円/kWh	https://www.eneos.co.jp/chargeplus/
IONITY (欧州 超急速充電)	0.79ユーロ/kWh	350kW	120円/kWh	https://support.ionity.eu/en/payment-billing/how-much-does-it-cost-to-charge-at-ionity

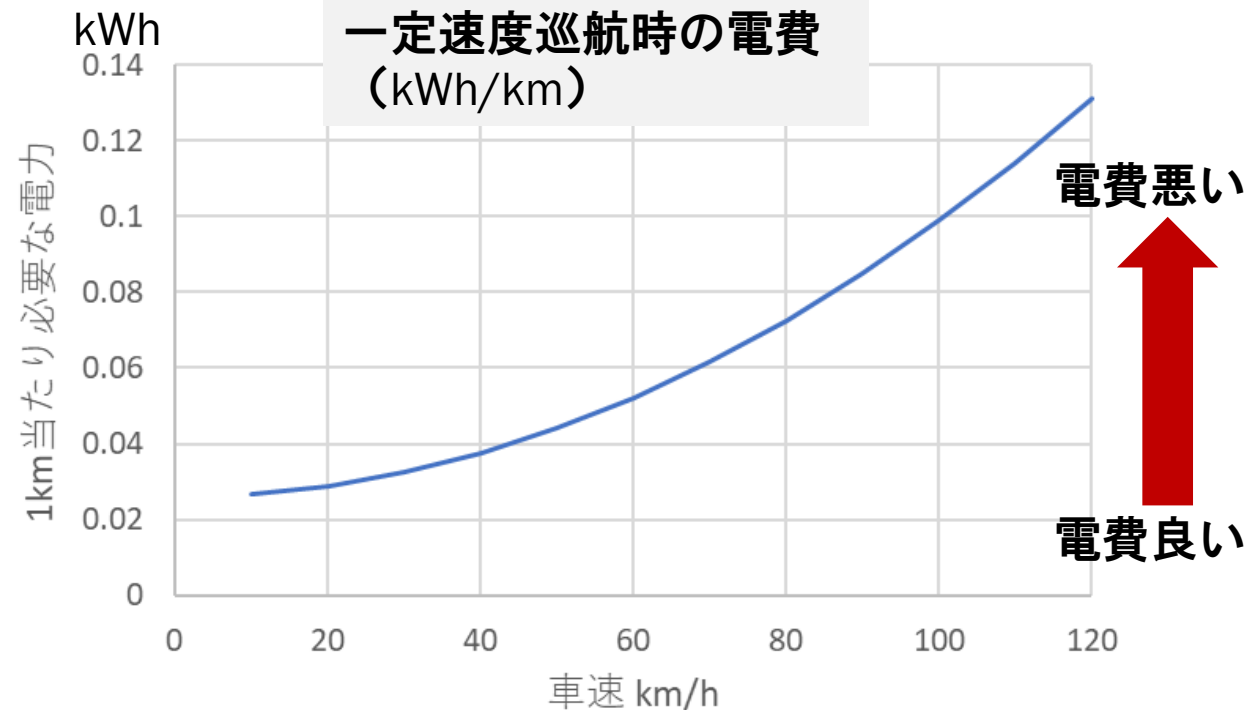
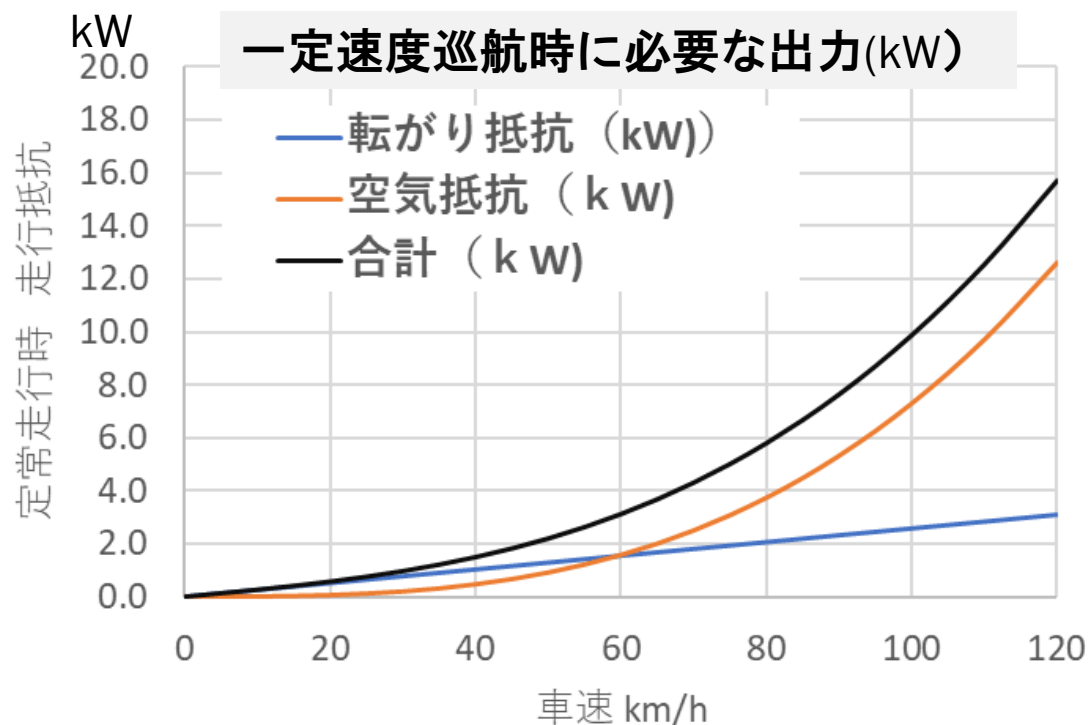
走行距離を伸ばすコツは **スピードは控えめに、冬は服を着込むと お得**

車重 (バッテリーなし)	1250
バッテリー重量	250
総車重	1500
CD	0.25
前面投影面積	2.48
転がり抵抗係数	0.0065

- ・高速では空気抵抗が支配的で、速度の3乗に比例
例えば 80km/hに対して 120km/h で時間当り移動距離は1.5倍 に対して
時間当たり電力は2.7倍に増えるので
電費は1.8倍 (約半減近く) 悪化する

- ・暖房に2~4kW程度消費するので、冬はEVの電費が大きく悪化する

https://y-hut.com/_4D6963726F736F667420576F7264202D2031393032303520838A815B837420937E8B4791968D738E9E8FC194EF936497CD97CA8C7691AA8C8B89CA20283129_.pdf



電池自動車のデメリットでもあり メリットでもある 中古車問題

中古車：電池が消耗することもあり，中古になると値落ちは激しい
小さい電池を使い切る軽は電池が早く痛む
大きな電池のテスラやベンツは電池は長持ちする
（車のエンジンと同じですね）

	プリウス（HEV）	リーフ（BEV）
2年落ち 残価率	66.7～70%	45.8～53.6%
3年落ち 残価率	57.4～60.1%	39.7%



日産
リーフ X 車検2年受渡 満充電時78km ナビテレビ

支払総額 27万円
車両本体価格 17.0万円

月々5,000円

詳細を見る

お気に入り追加

在庫確認・見積依頼



トヨタ
プリウス 1.8 S 純正オーディオ ETC オートライト

支払総額 55.5万円
車両本体価格 39.8万円

Aプラン 62.7万円 Bプラン 57.7万円

お気に入り追加

在庫確認・見積依頼

リーフの電池交換（リサイクルバッテリー）で30万円

電気自動車の使いごころ 悪いところ 充電できるの？

今は、急速充電器は外の“トイレ（大）”みたいなもの家や宿で 整えて、万一の場合に使うべし”

- ・日本の充電器の一定量あるが、20kWの普通充電器が大半(30分で50km分くらい)
- ・高速道路には50kW急速充電器が多いが、1回充電でおよそ150km分しか充電できない
旅行先で空になると、S.A.で30分充電→1時間走行→30分充電の繰り返し（充電地獄）
しかも、たどり着いた充電器に先客がいれば充電待ち、
そして、2台のBEVと一緒に旅行し充電ステーション空きがないと、2台分で1時間待ち



急速充電器



普通充電器



高速道路は50kW
（一部90kWもある）

3kWが多い
満タンには一晩
かかる



各国におけるEV/PHVの累計販売台数と公共用充電器数（2018年実績）

	日本	中国	米国	ドイツ	イギリス	フランス	オランダ	スウェーデン	ノルウェー
EV・PHVの累計販売台数	25.5万台	230.6万台	112.3万台	17.7万台	18.4万台	16.5万台	14.8万台	7.9万台	24.9万台
公共充電器数	3.0万基	27.5万基	5.5万基	2.6万基	1.7万基	2.4万基	3.7万基	0.7万基	1.2万基
充電器1台あたりの	8.5	8.4	20.4	6.8	10.8	6.9	4	11.3	20.8

欧・中では 高電圧(930V)・高出力 急速充電器を整備中

欧州・米・韓国カーメーカ 共同出資のIONITY社（独）は350kW充電器網を整備。

3分で100km走行分相当を充電可能（大容量電池のクルマの場合のみ）

既に 欧州の主要な高速道路のサービスエリアなど400カ所で急速充電設備を運営中

今後900億円投資し25年に1000カ所、7000台分に増やす。施設は6～12台が同時充電可



HYUNDAIのIONICも
800V充電に対応済

BMW
GROUP

Ford

HYUNDAI
MOTOR GROUP



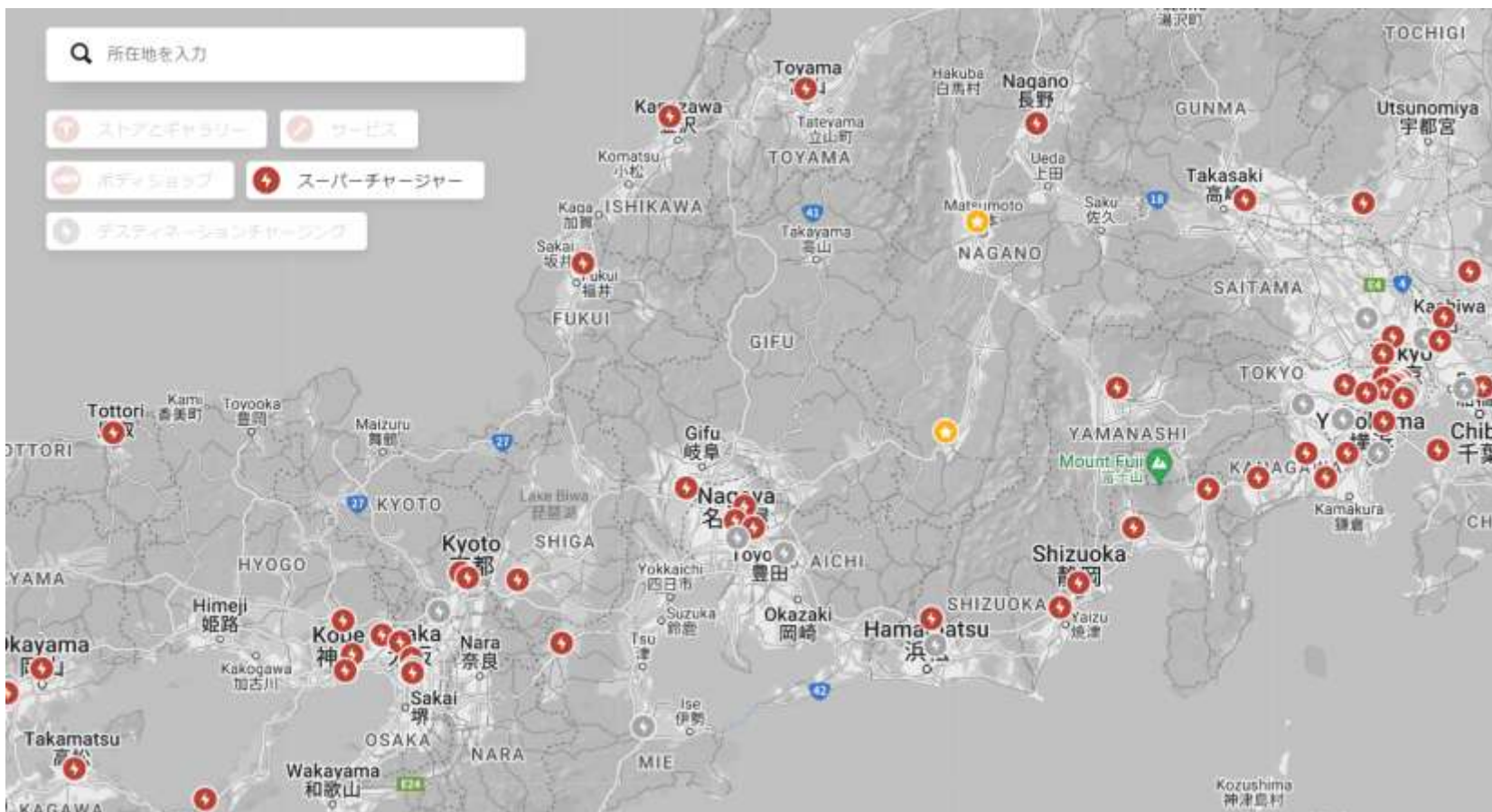
BlackRock

IONITY（急速充電サービスを運営する会社で上記カーメーカが共同で出資）

出展：<https://ionity.eu/>

テスラは独自に高出力（150～300KW）のテスラ車向け急速充電器網を整備

10分の充電で100km～150km走行分を充電できる！



https://www.tesla.com/ja_jp/supercharger



伊丹昆陽池イオンにも！



御影クラッセにも！（阪神御影北）

まずは、乗ってみたい人へ

中古のリーフを買ってみるのも手ですが、
TOYOTA SHAREで 短時間だけ借りてみる？

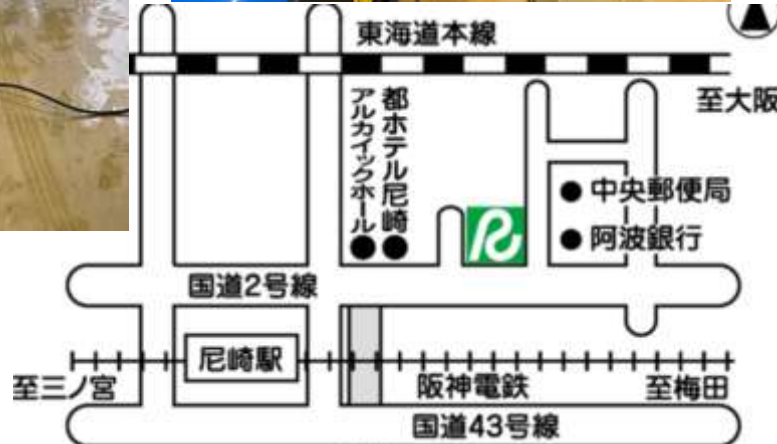


ミニEV(2人乗り) のCpodが 土日祝日に、スマホアプリで
220円/15分でレンタル（保険別途）

本格的 高級電気自動車も
440円/15分でレンタル



bZ4X



トヨタレンタカーJR新津山駅南口店

兵庫県神戸市東灘区本山南町8丁目4番11号

ネッツテラスニ崎(自動車可)

兵庫県尼崎市名神町1丁目18-25

電気自動車の真実

お品書き

1. 電気自動車の歴史
2. 電気自動車のメリット・デメリット
3. **ガソリン車より本当にエコなのか**
4. 世界の再生可能エネルギーの普及と日本の現状
5. まとめ

電気自動車は本当にCO₂削減になるのか ①（走行でのCO₂消費）

最新ハイブリッドカーの CO₂排出量80g/kmレベルと比べると．．．微妙．．．

	① 1km走るのに必要 な電力 (kWh/km)	② 1kWhの電力を作るのに 発生するCO ₂ (kg) CO ₂ 係数@日本	①×② 1km走るときに発生する CO ₂ 排出量
軽BEV(Sakura)	0.124	0.43	53.3g/km
普通BEV(リーフ)	0.161		69.2g/km
高級BEV(ベンツ)	0.182		78.3g/km
	① 燃費(km/L)	② 1Lのガソリンを使うと 発生するCO ₂ (kg/L)	②/① 1km走るときに発生する CO ₂ 排出量
普通ガソリン	15	2.32	154g/km
最新HEV	30		77g/km

<https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/sakura/charge.html>
<https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/leaf/charge.html>
<http://www.mercedes-benz.jp/catalog/eqs/ebook/spec/index.html>

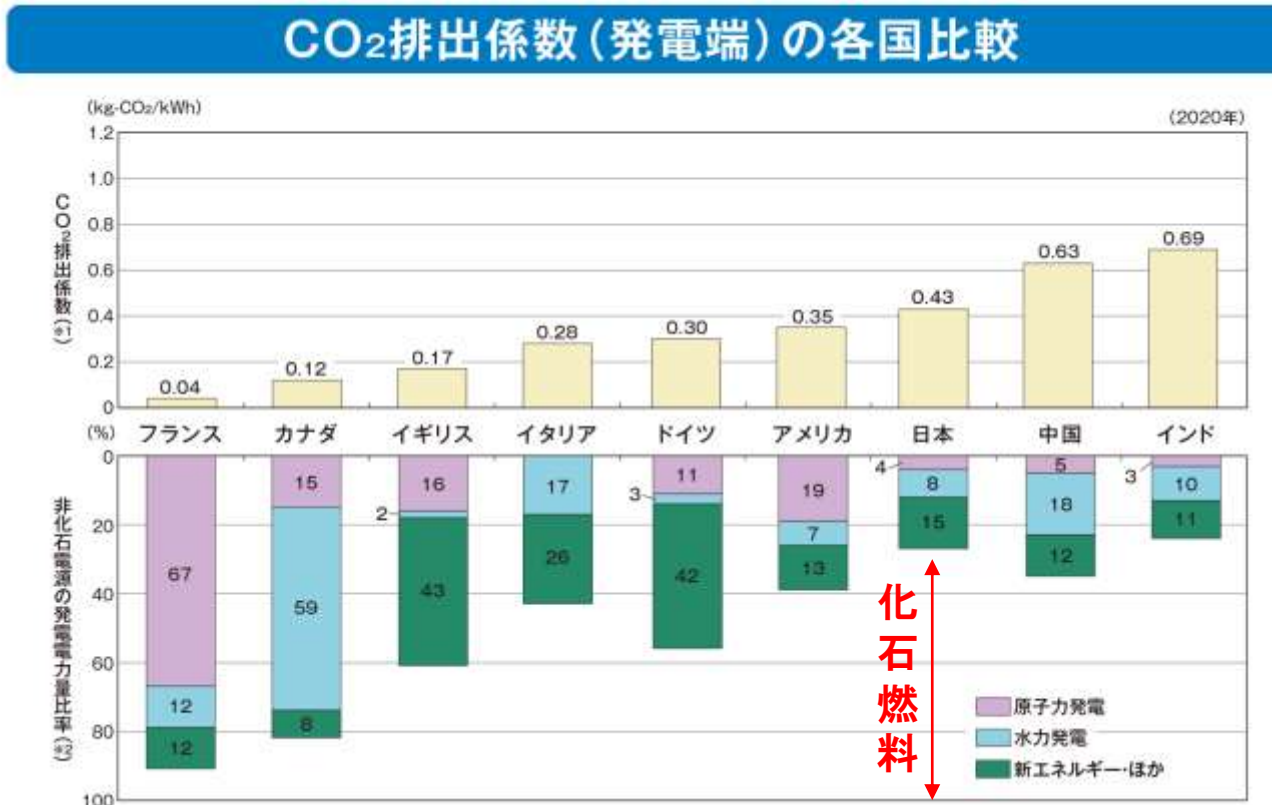
CO₂係数 <https://www.ene100.jp/zumen/2-1-18>
ガソリン 1 LあたりCO₂発生量 2.322kg/Lで算定
<https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y164-04/mat04.pdf>

- ・電気を作るときに発生するCO2は地域で異なる = **電気自動車の優位性も地域で異なる**
- ・CO2削減にはエンジンより電気自動車の方が有利な国が、先進国には多数存在
- ・世界的に再生可能エネルギーは増加しており、電気自動車が有利な地域は拡大傾向

	CO2排出 係数 kg/kWh	リーフの電費 でCO2換算 g/km	電費の 燃費換算 (km/L)
フランス	0.04	5.6	414.6
カナダ	0.12	16.8	138.2
イギリス	0.17	23.8	97.6
イタリア	0.28	39.2	59.2
ドイツ	0.3	42	55.3
アメリカ	0.35	49	47.4
日本	0.43	60.2	38.6
中国	0.63	88.2	26.3
インド	0.69	96.6	24.0

ガソリン 1 LあたりCO2発生量 2.322kg/Lで算定

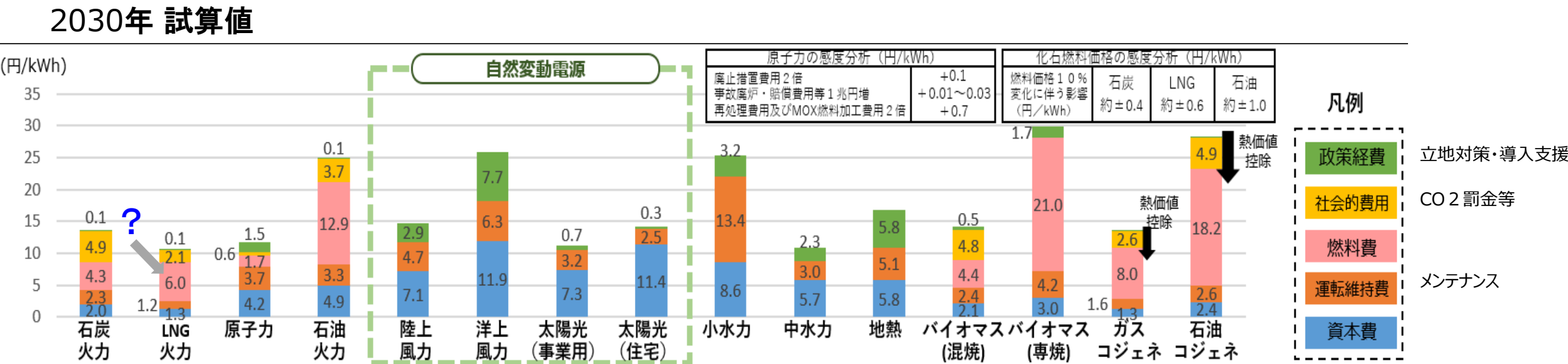
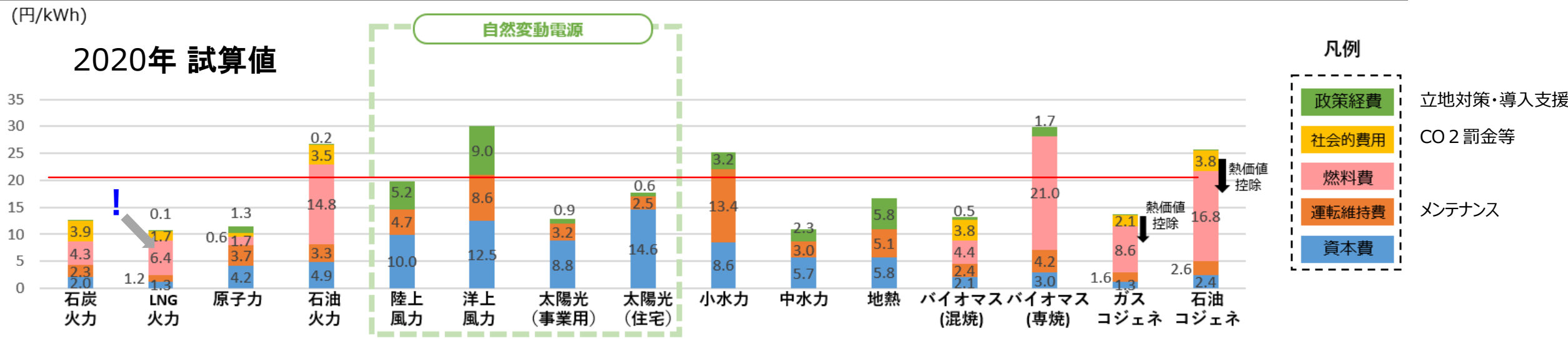
<https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y164-04/mat04.pdf>



<https://www.ene100.jp/zumen/2-1-18>

発電コストでみて、再生可能エネルギーは今後増えるのか？ 資源エネルギー庁の試算値を眺めてみる

https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/denki_cost.html ただし試算は21年9月のため、ウクライナ戦争の影響は未反映

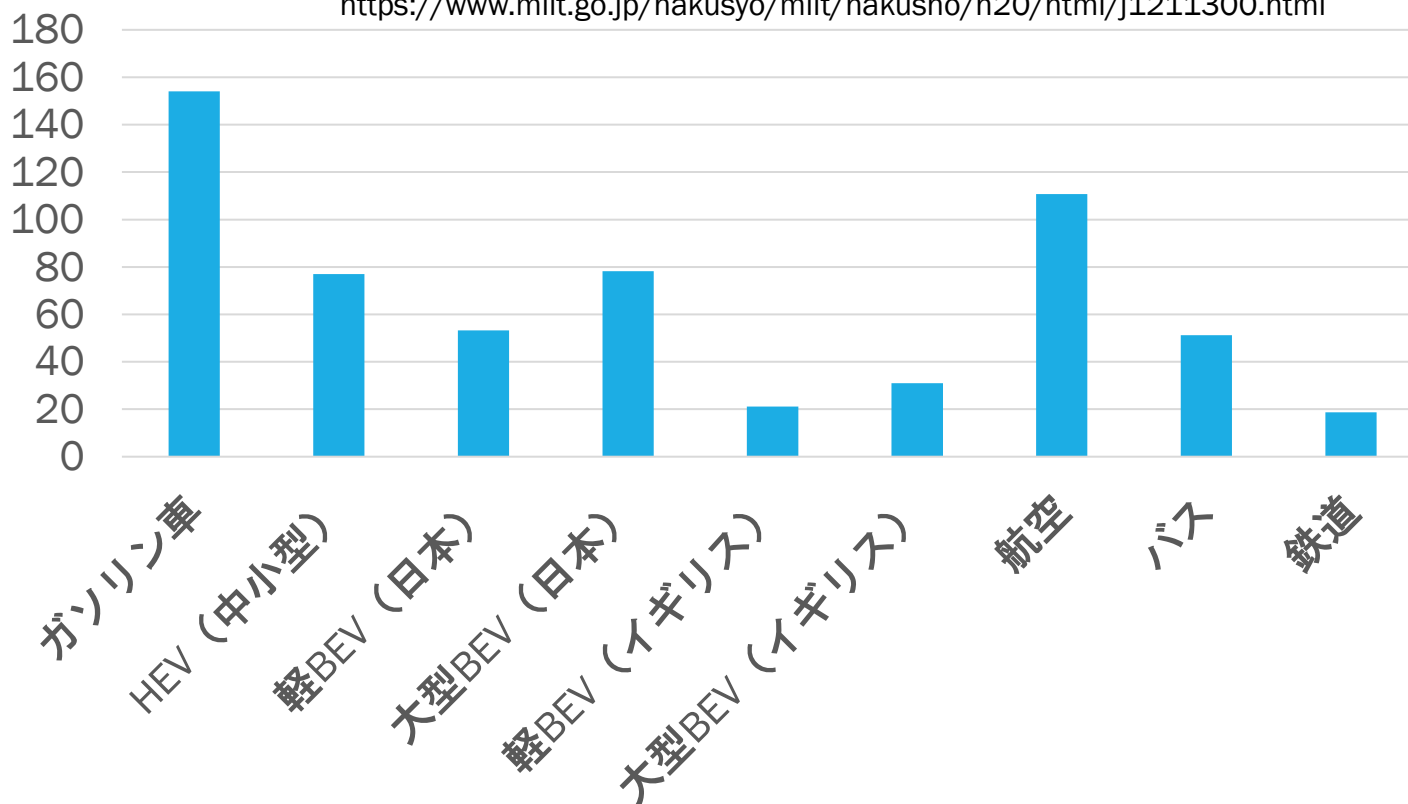


まとめ と 公共の交通機関のCO2と比較

- EVより,HEVの方がCO2削減という意見もある種正しい（日本の電源構成の場合）
- しかし,再生可能エネルギー，電気自動車を増やしている先進国から見れば努力不足
- どの国でも公共交通機関，特に電車のCO2削減効果は高い

（CO2排出量 単位：g-CO2/人キロ）

<https://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/html/j1211300.html>



自力で動くとCO2削減か？（井上の勝手計算ですが）

4km/hで歩行して 200ccの呼吸を 20回/分で 40L/分

CO2濃度 4 %として 0.16L/分 （9.6L/時）の二酸化炭素を吐き
それは $9.6\text{L} / 22.4 \text{ L/mol} \times 44\text{g/mol} = 18\text{g}$ の二酸化炭素になります
つまり、歩くと1kmあたり4.5gの二酸化炭素を発生します

自転車だと4倍以上の16km/h で走るので 1g/km程度と思われます

電気自動車は本当にCO2削減になるのか ②（ライフサイクル視点）

	ガソリン車	電気自動車（日本）	電気自動車（イギリス）
車体製造	5,000	5,000	5,000
エンジン製造	1,274		
モータ製造		1,070	1,070
インバータ製造		641	641
バッテリー製造係数 kg/kWh(*)		100	➡ 40
バッテリー製造時@50kWh		5,000	2,000
製造時CO2 (kg)	6,274	11,811	8,751
①電費kWh/km		0.16	0.16
②CO2係数g/kWh		0.43	➡ 0.17
CO2排出量(①×②) (g/km)		69	27
燃費 km/L	19		
CO2排出量 (g/km)	122		
10万km走行分の発生CO2	12,221	6,880	2,720
製造 + 走行の合計 (トン)	18.5	18.7	11.5

10万キロでみれば,19km/Lのガソリン車と電気自動車がほぼ同じ
 10万キロを超えればEVはガソリン車よりCO2削減 @日本の場合

トヨタHEV（ヤリス,アクア）なら燃費が1.5倍良く, 20万キロ超えないとBEVが有利にならない

しかし
 再生可能エネルギー比率が進んだ国, 例えばイギリスではBEVがトヨタのHEVよりも優れる

CO2削減効果は,その国の再生可能エネルギーの普及率に依存！

(*) <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11027-019-09869-2.pdf>

リサイクル・リユースも大事（クルマには使えなくても、再生エネの蓄電用に使える）



中国で続々出現 EVの墓場【CATCH THE WORLD】

TBS NEWS DIG Powered by... チャンネル登録 9043 共有 保存

<https://www.youtube.com/watch?v=TIINpo1n5KY>

中国では廃棄されたEVが問題化



日産/住友商事は4R社を設立し、リユース、リサイクルを事業化
<https://www.4r-energy.com/>



CO₂削減のためには

国レベルの施策

再生可能エネルギーを増やす (個人的には原発への未練は断ち切って欲しい気はします)
バッテリーのリユース, リサイクルの推進 (バッテリーは危険物, 有害物, 規格・資格・認証の整備必要)

個人レベル (CO₂削減視点だけで言えばなので…)

今持っている車を大事に使う (10万キロ乗ってやっとエコなので)
中古のBEVを買ってリユース電池で再生 (車体を作らないだけでもエコ)
新車なら小さなバッテリーのEVにする (年に数回の旅行のために大きなバッテリーのEVにのらない)
バッテリーが大きいと車が重くなり電費が悪くなる
バッテリーが大きいと電池製造のCO₂が増える

もっといえば (当たり前ですが, 極力クルマを使わない, クルマを減らすのがエコなのです)

- 公共の公共機関, 自転車などを使う
- 必要なシーンでだけ, 目的に適した車 (EVでもガソリンでも) を借りる (タクシー, カーシェア, レンタカー)

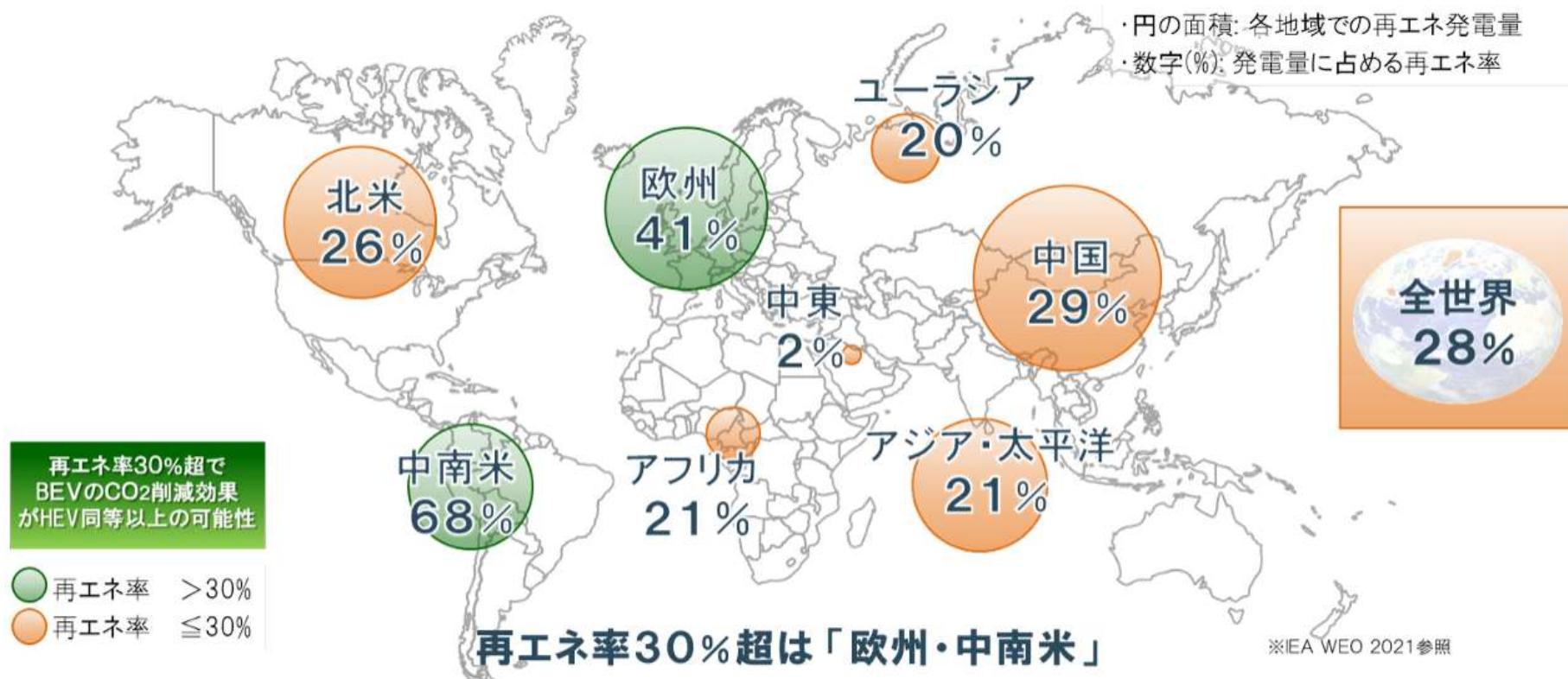
電気自動車の真実

お品書き

1. 電気自動車の歴史
2. 電気自動車のメリット・デメリット
3. ガソリン車より本当にエコなのか
- 4. 世界の再生可能エネルギーの普及と日本の現状**
5. まとめ

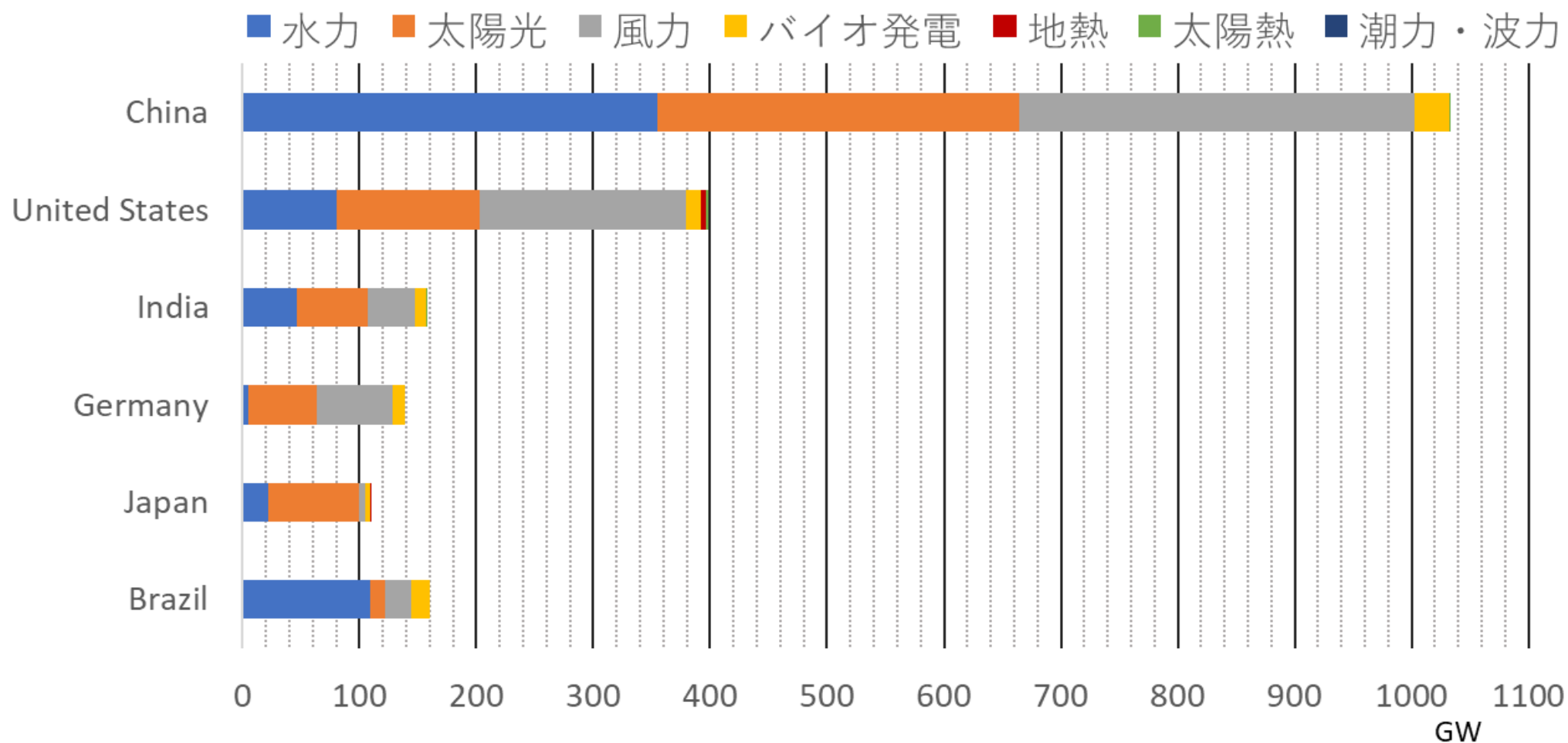
再生可能エネルギーの普及率

日本の再生可能エネルギー比率23%と世界的に見ても低い値



世界の再生可能エネルギーの絶対量で言えば、中国が世界を圧倒

2020年 再生可能エネルギー 設備容量



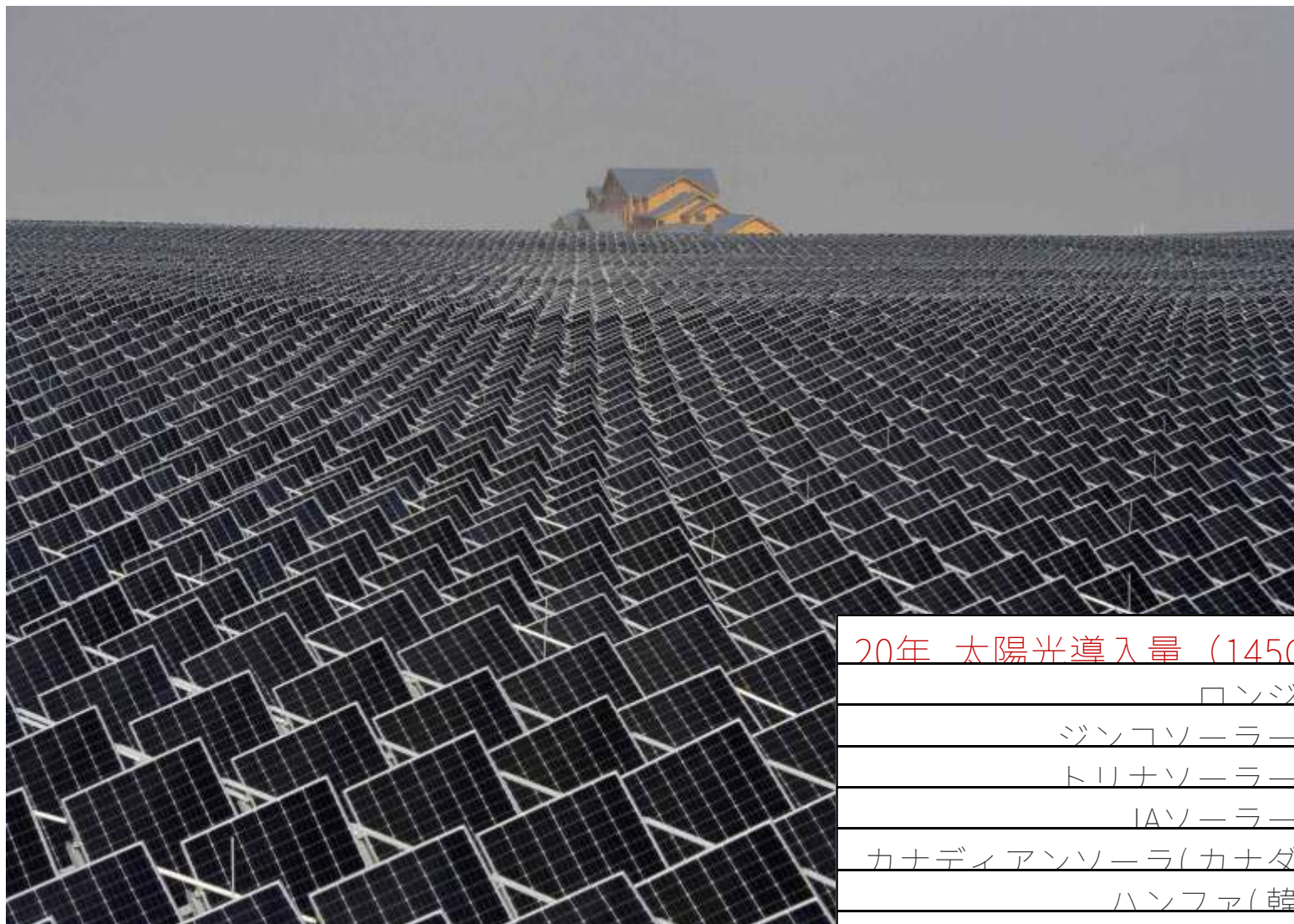
https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Data_Pack_Final.xlsx

1人あたりの再生可能エネルギーの量ではドイツが他を圧倒

Technology	China	United States	India	Germany	Japan	Brazil
水力	355	80	47	4.7	22	109
太陽光	309	123	60	59	78	13
風力	338	176	40	65	4.5	22
バイオ発電	29.8	13.6	10.6	10.4	4.6	16.3
地熱	~0	3.9	0	~0	0.5	0
太陽熱	0.6	1.5	0.3	0	0	0
潮力・波力	0	0	0	0	0	~0
再生エネ総合計 (GW)	1,032	398	158	139	110	160
人口 (億人)	14.1	3.3	14.1	0.8	1.3	2.1
一人当たり再生エネ容量 (kW/人)	0.73	1.21	0.11	1.67	0.87	0.75

https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Data_Pack_Final.xlsxを基に加工

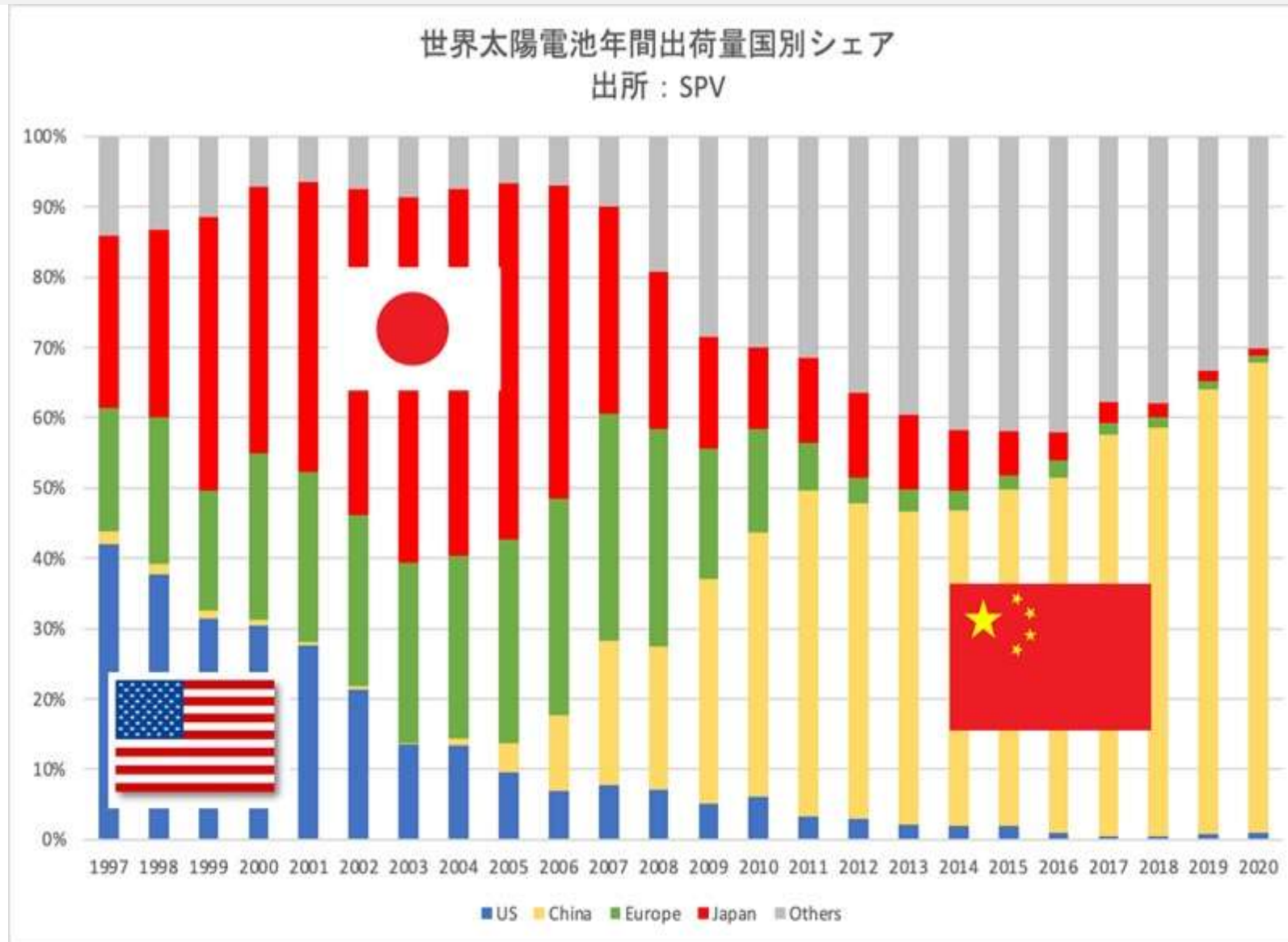
太陽光パネルの上位10社中 6社が中国企業と強い



<https://asia.nikkei.com/Spotlight/Cover-Story/China-s-renewable-energy-surges-after-state-backing>

20年 太陽光導入量 (145GW)	世界シェア (%)
ロソジ(中)	4.8
ジンコソーラー(中)	3.2
トリナソーラー(中)	2.6
JAソーラー(中)	2.3
カナディアンソーラー(カナダ/中)	2.1
ハンファ(韓/独)	1.9
ライオンエナジー(中)	1.0
ファーストソーラー(米)	1.0

昔は日本の独壇場であった太陽光だが、今は見る影もなく（さみしい）

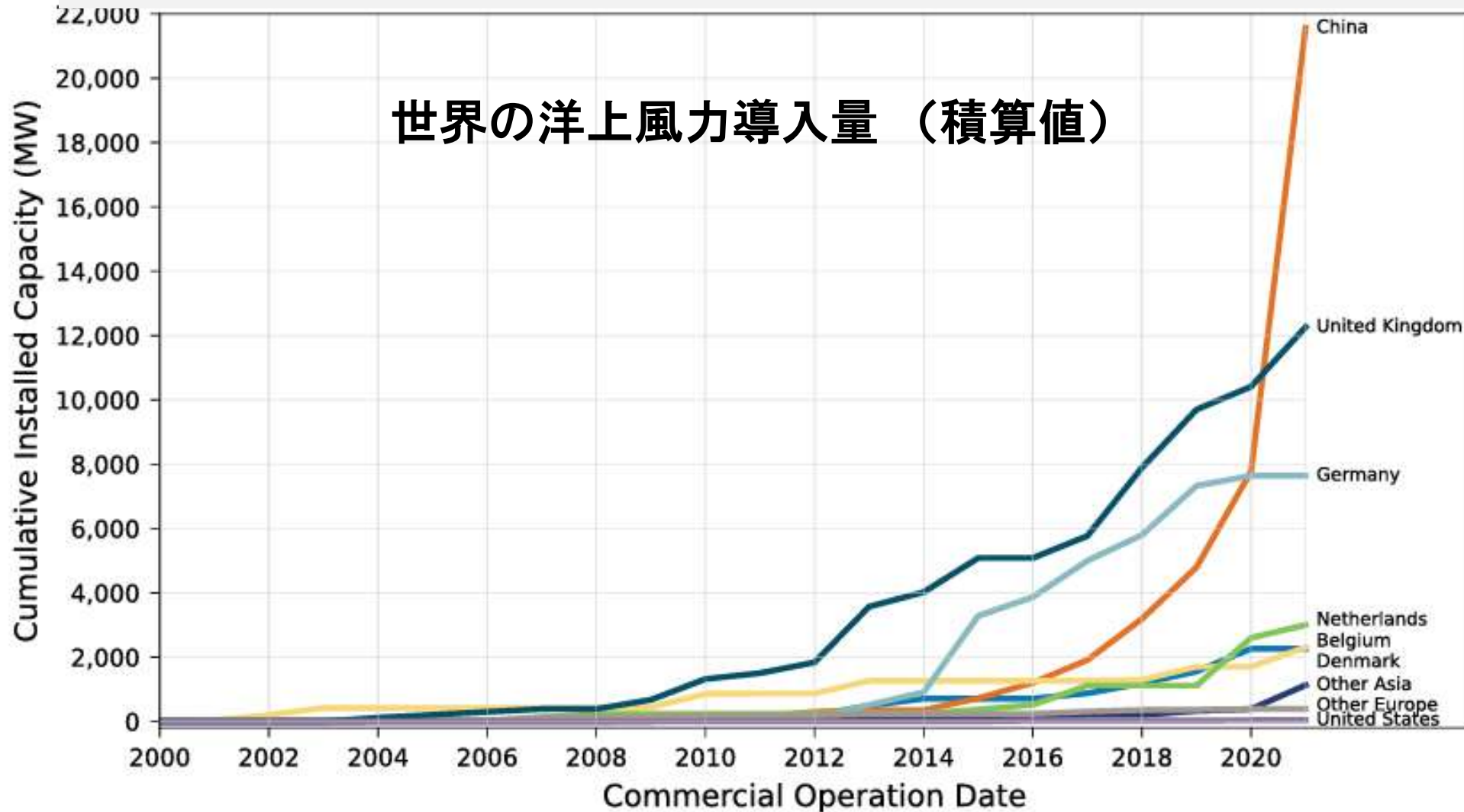


風力発電も上位10社中6社が中国，ただし欧州勢も3社と検討



21年 風力導入量 (93GW)	世界シェア (%)
ヴェスタス (デンマーク)	10.21
シーメンスエナジー (独)	9.35
新疆金風科技Gold Wind (中)	8.78
GEリニューアブル・エナジ (米)	7.84
遠景能源 (ENVI SLON) (中)	6.15
明陽 (Mingyang) (中)	4.79
运达股份 (Widney) (中)	2.19
ノルデックスアシオナ (独)	2.09
上海電気 (中)	1.82
中船重工海装風電 (中)	1.55

陸上より風況が安定する 洋上風力は、今後伸びる領域で残されたチャンス
海洋国イギリスが大健闘。同じく海洋国の日本も頑張ってもらいたい！



21年に建設中の洋上風力発電設備容量 イギリス VS 中国で競争中

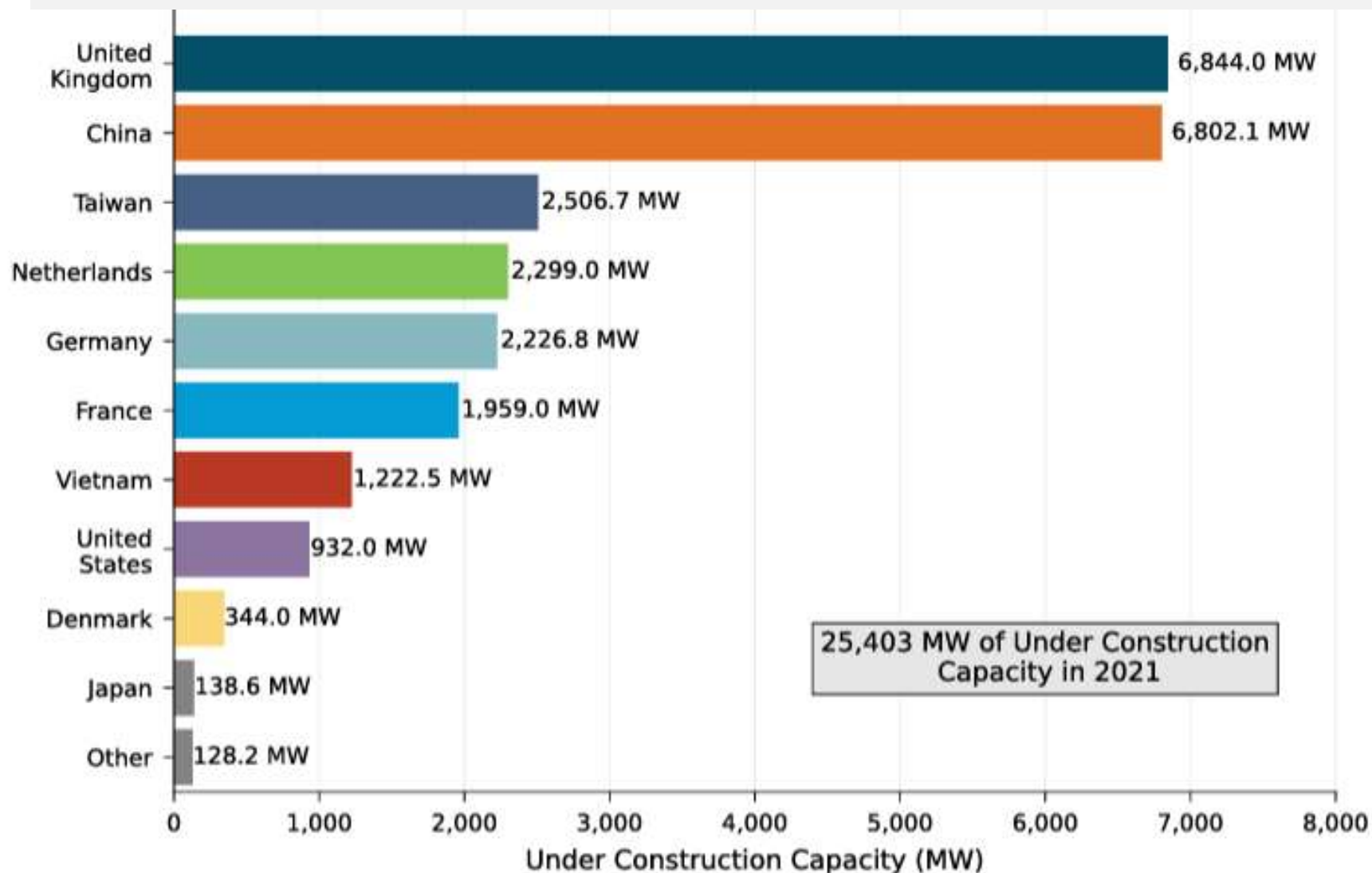
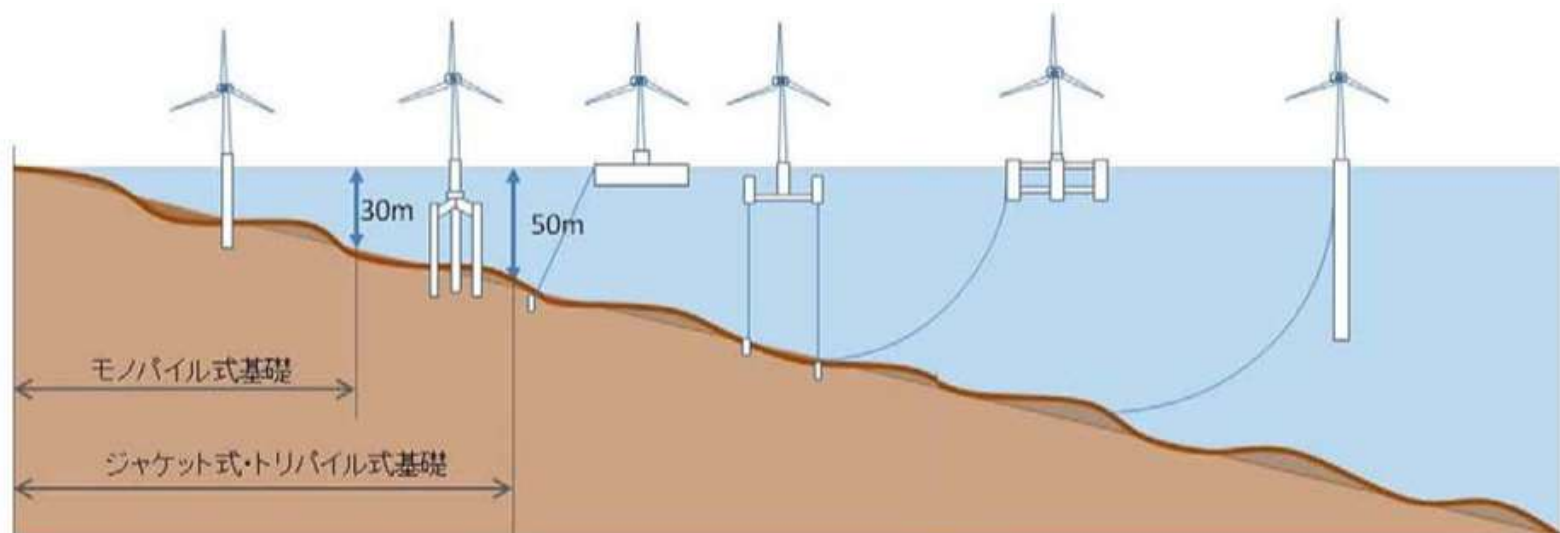


Figure 21. Offshore wind capacity under construction by country as of 2021

浮体式洋上風力は 海況も地域毎で違い、技術開発要素が残る＝チャンスはまだある！



浮体式風力の事例
21年稼働47.5MW スコットランド



▶軽量浮体・風車、低コスト係留
▶水深50m～100mで設置かつ
低コスト

着床式

浮体式

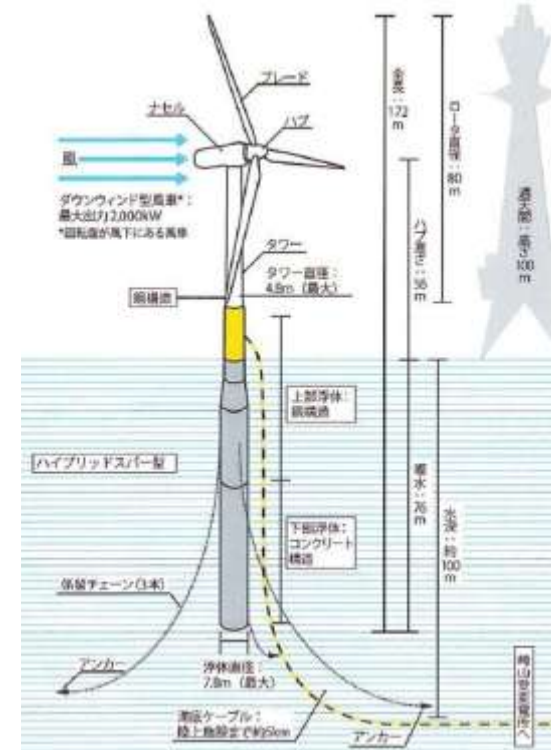
遠浅の欧州と違って、日本は浮体式風車への期待が高い

イギリスでは7MW 洋上着床式風車を
174基設置済(2020年)



<https://sustainablejapan.jp/2019/02/18/hornsea-one/37401>

長崎県 五島列島で2.8MWの浮体式風車を9基設置予定
(日立製作所製, 戸田建設事業)



<https://www.youtube.com/watch?v=6FDr73wYcQI>

<https://rief-jp.org/ct4/74149>

地熱発電も、火山国日本の地の利を活かして増えてほしい

日本は地熱資源に恵まれた環太平洋地で資源量は世界3位、
地熱タービンは世界シェア67%

<https://www.chinetsukyokai.com/information/sekai.html>

しかし、発電設備容量はケニアにも抜かれ10位（がんばれ！）



国内最大大分八丁原
地熱発電所 11MW（1977年～）

順位	国名	資源量 (万kW)
1	アメリカ	3,000
2	インドネシア	2,779
3	日本	2,347
4	ケニア	700
5	フィリピン	600
6	メキシコ	600
7	アイスランド	580
8	ニュージーランド	365
9	イタリア	327
10	ペルー	300

世界の地熱発電能力ランキング

2018年 / メガワット

1	アメリカ	3801
2	インドネシア	1946
3	フィリピン	1928
4	トルコ	1283
5	ニュージーランド	996
6	メキシコ	951
7	イタリア	767
8	アイスランド	753
9	ケニア	663
10	日本	536

https://geothermal.jogmec.go.jp/information/plant_foreign/

電気自動車の真実

お品書き

1. 電気自動車の歴史
2. まずは試してみたい方へ
3. ガソリン車より本当にエコなのか
4. 世界の再生可能エネルギーの普及と日本の現状
5. まとめ

まとめ

- ・カーボンニュートラルの動きや電池の進化で電気自動車が世界で急拡大
- ・カーボンニュートラルには電気自動車は有用だが、電気自動車だけではだめで再生可能エネルギーの普及との両輪が必要、この点では日本は大きく出遅れている
- ・慌てて再生可能エネルギーを増やそうとするが、太陽光、風力、蓄電池の技術ではその規模で中国が世界シェア席卷（設備代は皆さんの電気代として補助金となり中国に流れる構図）

私の個人的な想い

海洋、河川、地熱など 自然エネルギーにも恵まれた日本の環境を活かして、技術を育成して、最低限のエネルギー（できれば食糧も）自活できる日本になってほしい

そのために必要な素地は日本には備わっているはず

もったいない・自然をおもう心

= 文化 （ここは大丈夫）

エネルギー政策・規制緩和・国内向補助金

= 民意・政治 ? （どうだろう？）

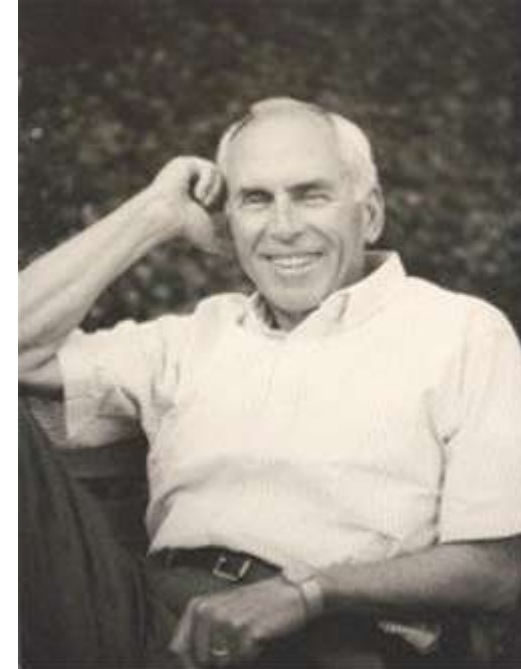
技術者（設備、環境、リサイクル）

= 教育・知識 ? （どこで学べる？）

AMARA'S LAW APPLIES TO AUTONOMOUS AND XEV

*“We tend to **overestimate** the effect of a technology in the short run and **underestimate** the effect in the long run”*

- Roy Amara (1925-2007), researcher, scientist, forecaster and long-term president of the Institute for the Future



「電気自動車の真実」 ご清聴ありがとうございました



引用元 文献

糞公害の話

<https://www.historic-uk.com/HistoryUK/HistoryofBritain/Great-Horse-Manure-Crisis-of-1894/>

<https://blog.ferrovial.com/en/2022/10/the-horse-manure-that-redefined-architecture/>

<http://www.kushima.org/?p=46009>

<https://blog.greenprojectmanagement.org/index.php/2019/05/13/pollution-why-we-replaced-horses-with-automobiles>

ポルシェ博士のお話

<http://www.ei.u-tokai.ac.jp/morimoto/docs/%E3%83%9D%E3%83%AB%E3%82%B7%E3%82%A7%E5%8D%9A%E5%A3%AB.pdf>

戦後の日本の話

<http://www.ei.u-tokai.ac.jp/morimoto/download.htm>

<https://nissan-heritage-collection.com/DETAIL/index.php?id=9>

カリフォルニア大気汚染

<https://ww2.arb.ca.gov/about/history>

ZEV規制概要詳説 :

https://www.jetro.go.jp/ext_images/world/reports/2021/202107.pdf

<https://www.pecj.or.jp/news/1179/>

最近のZEV動向要約 : <https://rief-jp.org/ct5/127790>

90年代からの電気自動車

ランサーリベロEV : <https://meisha.co.jp/?p=14607>

MiEVの電池 : <https://www.lithiumenergy.jp/jp/newsrelease/pdf/20100414.pdf>

リチウムイオン電池発明に至るお話

https://scienceportal.jst.go.jp/explore/highlight/20191101_01/index.html

https://www.jstage.jst.go.jp/article/tits/25/2/25_2_8/_pdf

関連 : 「なぜサムスンの最新スマホは爆発したのか？」 <https://business.nikkei.com/atcl/opinion/15/246040/091700034/?P=4>

電池のシェア :

<https://www.nikkei.com/article/DGXZQOUA31AZ20R30C23A1000000/>

<https://weekly-economist.mainichi.jp/articles/20221018/se1/00m/020/020000c>

2010年以降の電気自動車

日産リーフ <https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/leaf/specifications.html>

テスラ <https://evsmart.net/carMaker/Tesla/Model3/>

世界のEV導入台数,国別データ

<https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>

日産サクラ <https://motor-fan.jp/mf/article/59007>

電気代 (関西電力)

<https://kepco.jp/ryokin/unitprice/>

急速充電料金

テスラ : https://www.tesla.com/ja_jp/supercharger

E-mobility : <https://www.e-mobipower.co.jp/driver/>

Eneos charge : <https://www.eneos.co.jp/chargeplus/>

IONITY(EU) : <https://support.ionity.eu/en/payment-billing/how-much-does-it-cost-to-charge-at-ionity>

充電器普及状況 : <https://www.esisyab.iis.u-tokyo.ac.jp/symposium/20200804/20200804-01.pdf>

EVの暖房電力 : [https://y-](https://y-hut.com/)

[4D6963726F736F667420576F7264202D2031393032303520838A815B837420937E8B4791968D738E9E8FC194EF936497CD97CA8C7691AA8C8B89CA20283129 .pdf](https://y-hut.com/4D6963726F736F667420576F7264202D2031393032303520838A815B837420937E8B4791968D738E9E8FC194EF936497CD97CA8C7691AA8C8B89CA20283129.pdf)

EV各社の電費

日産サクラ : <https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/sakura/charge.html>

日産リーフ : <https://www3.nissan.co.jp/vehicles/new/leaf/charge.html>

メルセデスベンツ : <http://www.mercedes-benz.jp/catalog/eqs/ebook/spec/index.html>

CO₂ 係数 (電力→CO₂) : <https://www.ene100.jp/zumen/2-1-18>

CO₂ 係数 (ガソリン→CO₂) : <https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y164-04/mat04.pdf>

乗り物別CO₂ 排出量 : <https://www.env.go.jp/council/16pol-ear/y164-04/mat04.pdf>

ライフサイクルでみたCO₂ (バッテリー製造時) <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11027-019-09869-2.pdf>

バッテリーサイクル会社 4R <https://www.4r-energy.com/>

発電方式別電力代金 https://www.enecho.meti.go.jp/about/special/johoteikyo/denki_cost.html

ライフサイクルでのCO2排出量に関する文献(いろんな見方があって一概には言いにくいよいですが. . .)

WEBのまとまったわかりやすい情報 (おすすめ)

<https://blog.evsmart.net/electric-vehicles/electric-is-cleaner-mazda-lca/>

マツダと大学の共同研究でBEVとガソリン車を比較した論文

<https://www.mdpi.com/2071-1050/11/9/2690>

体系的な調査

2019年 慶応大 博士論文「国内における自動車ライフサイクルCO₂排出量予測と 省燃費潤滑油の必要性」

<https://core.ac.uk/download/pdf/196529473.pdf>

電池製造時のCO₂

<https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/07/Global-Vehicle-LCA-White-Paper-A4-revised-v2.pdf>

<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s11027-019-09869-2.pdf>

<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1f494180-bc0e-11ea-811c-01aa75ed71a1>

<https://theicct.org/publication/effects-of-battery-manufacturing-on-electric-vehicle-life-cycle-greenhouse-gas-emissions/>

車体製造時のCO₂

<https://www.env.go.jp/policy/%E3%80%90%E8%B3%87%E6%96%99%E5%BC%92%E5%BC%8D%E5%BC%92%E3%80%91%E8%87%AA%E5%8B%95%E8%BB%8A%E6%8E%92%E5%87%BA%E9%87%8F%E3%81%AE%E3%83%90%E3%82%A6%E3%83%B3%E3%83%80%E3%83%AApplx.pdf>

再生可能エネルギーの普及率 https://www.rite.or.jp/system/events/7-3_aiba.pdf

再生可能エネルギーの国別データ https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2022_Data_Pack_Final.xlsx

中国の太陽光 : <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Cover-Story/China-s-renewable-energy-surges-after-state-backing>

太陽光世界シェア動向 : https://project.nikkeibp.co.jp/ms/atcl/19/feature/00003/110200078/?SS=imgview_msb&FD=2638409

中国の風力 : <https://e360.yale.edu/features/why-chinas-renewable-energy-transition-is-losing-momentum>

世界の洋上風力レポート : <https://www.energy.gov/eere/wind/articles/offshore-wind-market-report-2022-edition>

洋上風力投資レポート : <https://emira-t.jp/special/14027/>

浮体式風車の調査 : <https://www.nedo.go.jp/content/100891410.pdf>

五島列島の浮体式洋上風力 :

<https://www.itmedia.co.jp/smartjapan/articles/1604/21/news033.html>

<https://www.youtube.com/watch?v=6FDr73wYcQI>

<https://rief-jp.org/ct4/74149>

イギリスの洋上風力 : <https://sustainablejapan.jp/2019/02/18/hornsea-one/37401>

地熱発電

https://geothermal.jogmec.go.jp/information/plant_foreign/

<https://www.chinetsukyokai.com/information/sekai.html>