EVの普及動向と、蓄電資源としての活用方策

2022.4.22　v2（公開版）

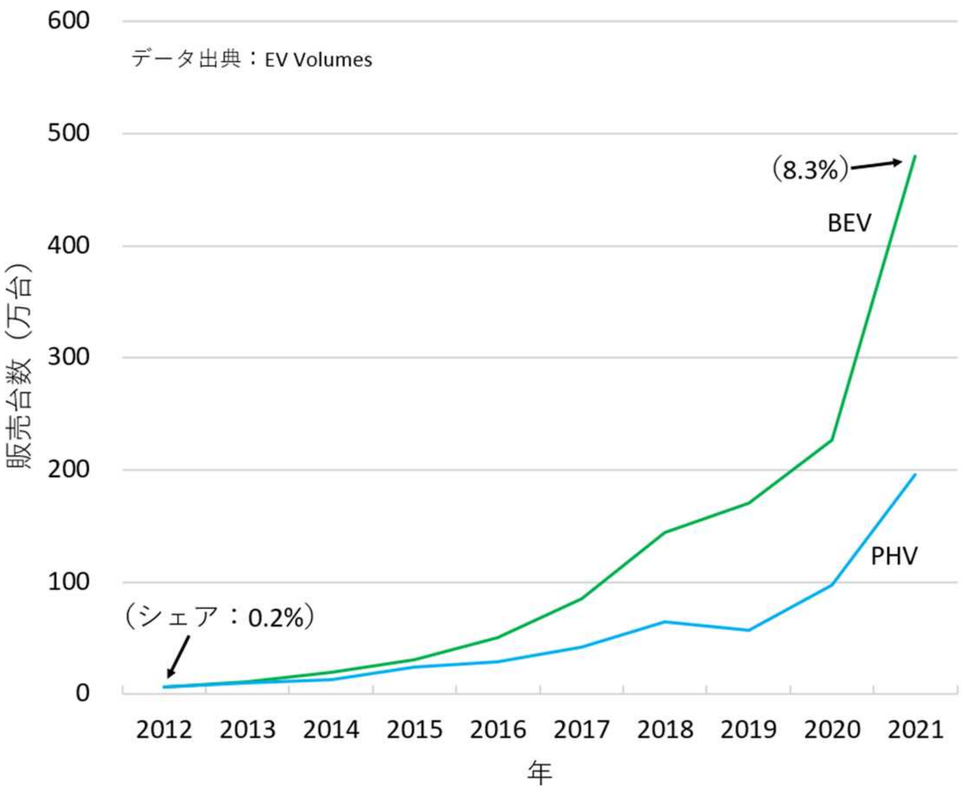
櫻井啓一郎

（産業技術総合研究所　安全科学研究部門
社会とLCA研究グループ　主任研究員）

（個人の見解を含みます）

普及が加速するEV

世界の新車市場の8.3%に（BEVだけで）

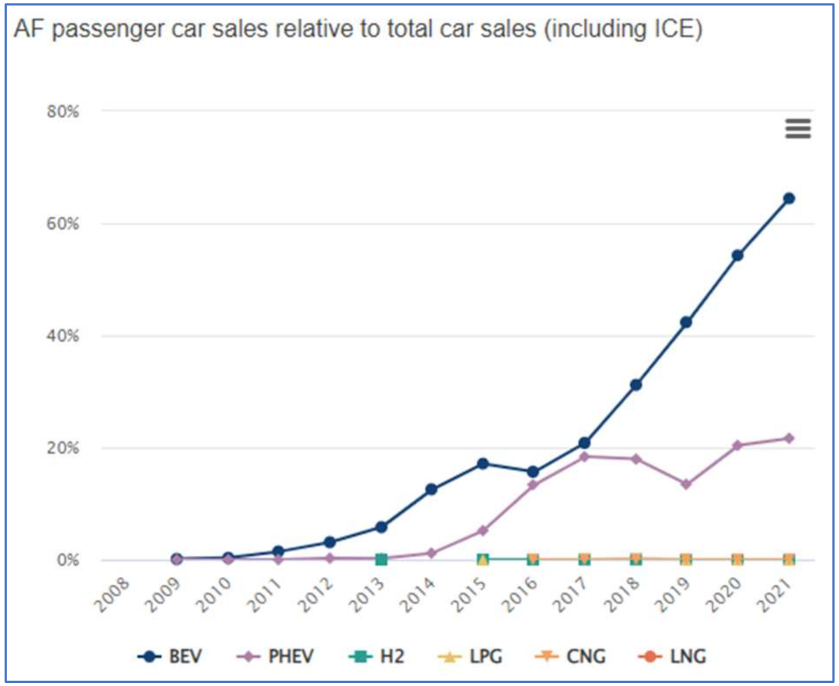


ノルウェーでは純エンジン車が絶滅寸前
（義務づけなくても）

BEV：86.1%

出典：CleanTechnica

出典：EAFO



安くなって充電環境が整うと、普及する
（現在の技術でも、エンジン車をほぼ駆逐可能）

最近のEVの価格の例

BYD（中国）

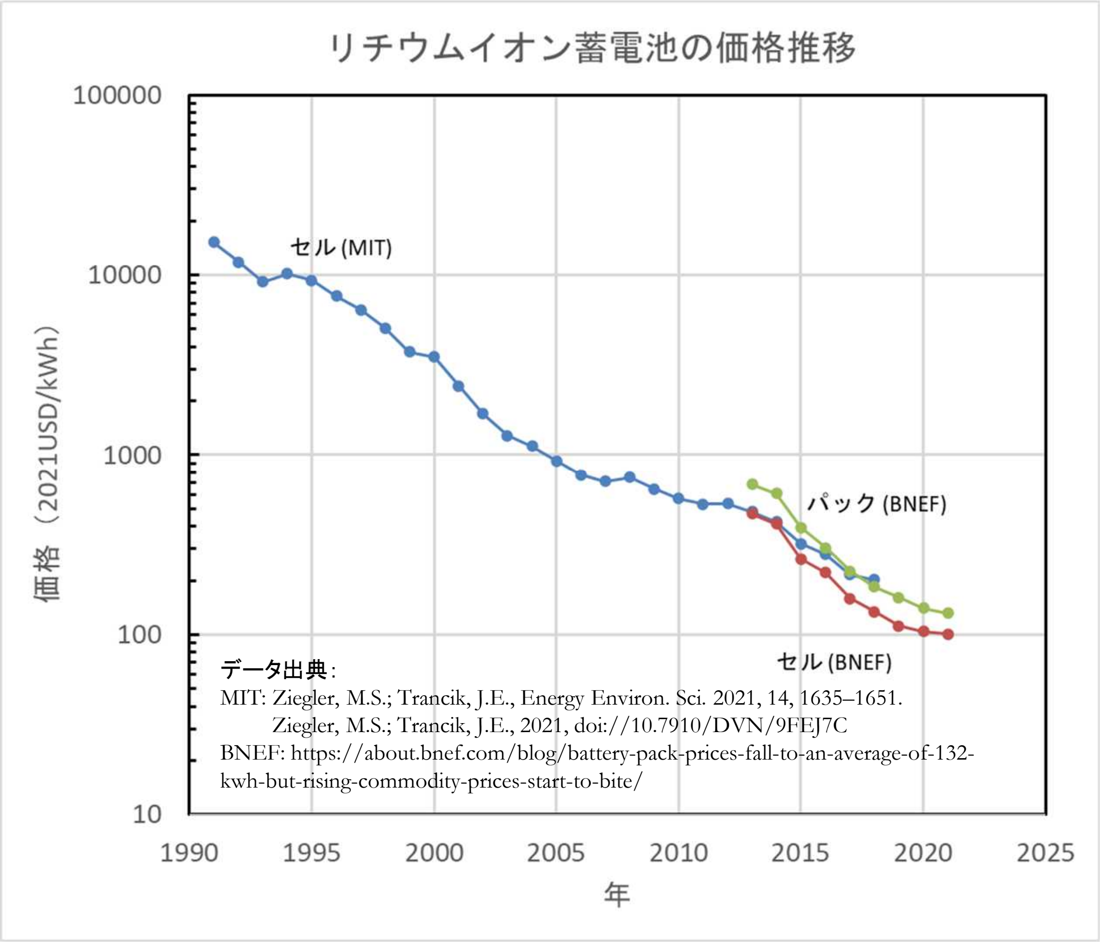
Tang（高級SUV） $45780～
Song Plus（SUV） $25911～
Qin Plus（セダン） $19820～
e2（コンパクト） $15230～

（个補助金反映後：約$2200?）

https://fortune.com/2021/01/05/china-electric-vehicle-subsidies-sales-tesla/

https://cleantechnica.com/2021/04/10/byd-targets-low-middle-income-drivers-goes-all-in-on-lfp-battery-technology/

バッテリー（セル）の価格低下状況



30年間で100分の1になった

さらなる規模拡大＆新技術投入が見込まれる
（2025年までで2021年の４倍以上に？）

直近では需要過多で値上がりも
供給が追いついたら、急激に値下がり？
（太陽電池と同じなら）

電気自動車がエンジン車より安価になって
普及すると予測されている（2021年シェア：8.3%）
→「余力を集めるコスト」だけで利用できる
　安価かつ大容量の蓄電資源に
　（１～数日程度までの短時間蓄電）

2030年頃にセル価格が$20/kWhぐらいに？
既にLFPではサイクル寿命６千回の製品も
→ 定置型でも気軽に使える蓄電コストに？

EV普及予測例

https://www.rystadenergy.com/newsevents/news/press-releases/electric-vehicle-market-share-set-to-exceed-50pct-from-2033-battery-demand-to-plateau-at-20-twh-in-mid-2040s/

EVの蓄電資源量

2021.1.22 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

仮定:
・日本の全乗用車(6千万台)が平均50kWhのバッテリを積んだEVになる
・系統に対して一台あたり3kW迄の入出力を提供

バッテリ容量:3TWh
日本の丸一日分の電力需要に相当

入出力能力:180GW
日本の過去最大の瞬間的な電力需要の記録に相当

このごく一部だけでも、巨大な柔軟性資源となる(乗用車の4%で、全水力22GW×5時間を超える)
(しかも**系統側から見れば、バッテリのコストを考慮しなくていい。集めるコストのみ**)

EVで使用した後のバッテリは定置型蓄電池でリユース可能
→将来は安い中古バッテリが大量に利用可能に?

限界:長い周期(たとえば1週間以上)の需給調整には向かない
季節間変動のような長周期の需給調整にはフローバッテリや
power-to-X(水素やe-fuel含む)のような技術が別途必要

不確実性:将来は自動運転やシェアリングの普及で台数が減り、充電器に繋がっている割合も低下するかも

BEVが普及したら電力が不足する？

2022.4.6 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

- 自家用旅客乗用車6千万台で現在の日本全体の電力需要（約1200TWh）の**9%**
  （自家用（旅客）自動車走行キロ5200億km / (電費5km/kWh) = 約1000億kWh = 100TWh）
  →**需要は増えるが、対処可能**（今すぐ新車400万台全てをEV化しても、15年以上時間がある）
  その他全ての自動車までBEV化した時で同**15%**？（自動車燃料消費量調査(2019年度)の燃料消費量の対比より推算）

- 皆が一斉に夕方に急速充電を始めたりするとまずい
  →**自宅で夜間に充電（基礎充電）が基本**
  残量から逆算して夜中に充電開始、朝の指定時刻に満充電、等
  デマンドレスポンス(DR)への対応を義務づけても良いかも

  →急速充電主体だと需要が特定時間に集中。日常ユースでは**急速充電は補完的な存在**。
  自宅充電ならスタンドに行かずに済むので、EVが最も便利になる

- むしろ**柔軟性資源として系統の需給調整に貢献できる**
  系統から見れば「バッテリーのコストを考慮しなくて良い蓄電資源」
  （余力を集めるコストのみ）。
  再エネでも原発でも火力ほどの柔軟性は無いため、使わない手はない。

EV自体の消費電力量は問題ではない
充電のタイミングや電力需給調整への貢献等、政策的な調整・誘導が大事

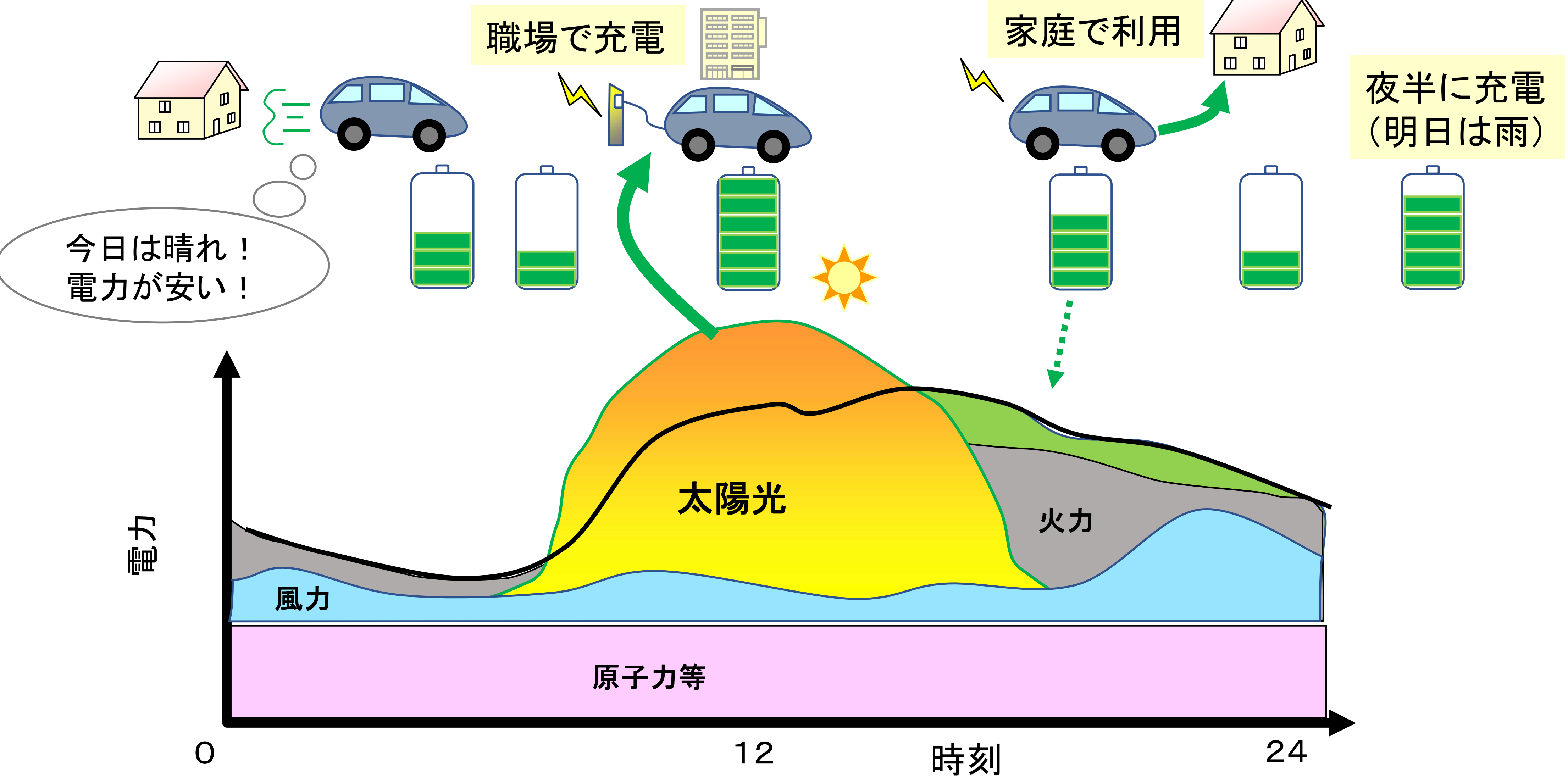
自家用乗用車は95%の時間は駐車されている

平日の自家用乗用車の使われ方の例（H22年度自動車起終点調査）

図出典：毛利他、OD及びプローブデータを用いた自動車の 走行及び駐車特性に関する分析、第 55 回土木計画学研究発表会・講演集、46-11、2017年

どの時間帯でも、ほぼ9割以上の自家用乗用車が駐車されている
昼間は約3割が勤務先での駐車

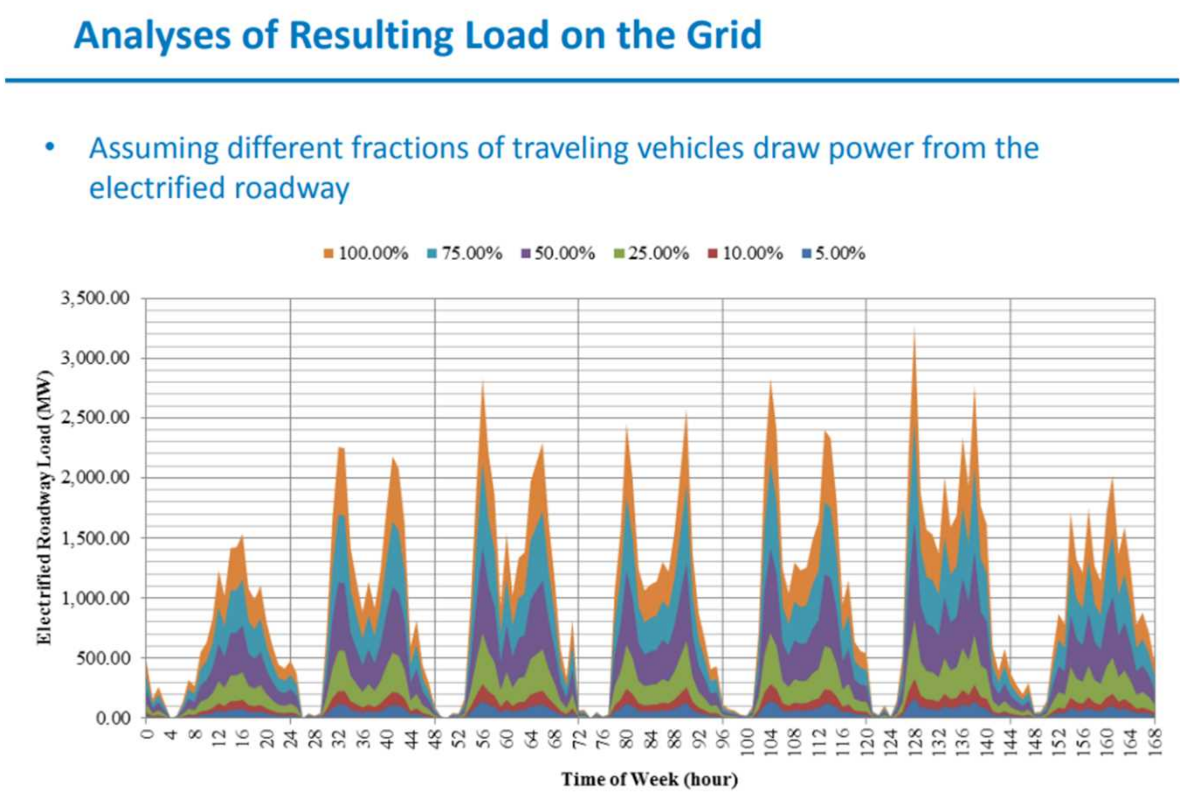
EV / PHVの余剰蓄電能力利用法の例

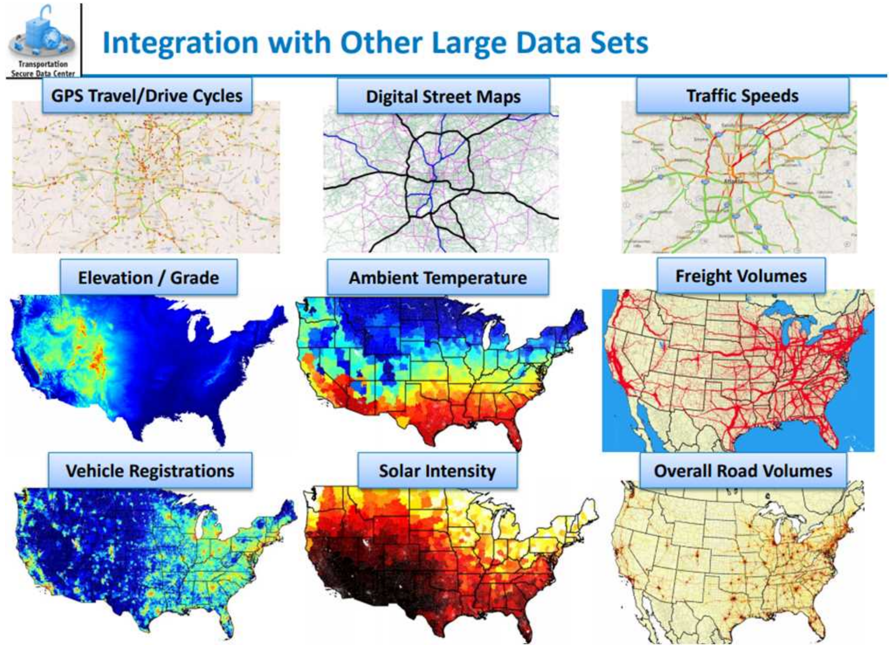


・再エネ電力有効利用 → 電力全体の低排出化、再エネの低コスト化＆普及促進
・日没後の電力需給緩和
・太陽光発電の電力が余りやすい場合、職場等での充電と家庭等でのV2Xで
社会全体の電力にかかるコストを下げられる例も
（カリフォルニアの例：J. Coignard et al., *Enrıron. Res. Lett.* 13 (2018) 054031.）

充電インフラ計画・タイミング誘導の重要性（例）

走行中給電利用時の1週間の充電需要のシミュレーション





道路網＆車の移動、渋滞、
標高、天候等も考慮

図出典：NREL/PR-5400-66467 より

（日本でも必要では？）

走行中給電の場合、ラッシュ時に充電需要が集中
特にタ方のピークは電力需給の逼迫要因になりやすい
（急速充電を主体にした場合も同様）

まとめ

2022.4.22 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

- EV普及の技術的障害は無くなりつつある
  - 静か、反応が良くて加速もスムーズ
  - 排出量削減＆省エネになる
  - 走行コストやメンテナンスコストが概して安い＆車両価格も安くなりそう
  - 航続距離や充電速度も実用上問題なし、むしろガソリン車より便利に

→主流になるのが確実視されている状況。大型車も？

- 巨大かつ安価な蓄電資源になる
  - 全部置き換えた時のバッテリー容量は国の丸一日分の電力需要に匹敵
  - 「余力を集めるコスト」だけで利用可能
  - 捨てられるはずだった太陽光や風力の出力制御分の電力を活用可能
  - 自宅や職場への普通充電器やコンセントの普及が大事
  - 充電タイミング誘導やV2Xで需要平準化可能

→活用を考慮しないのは、損ではないか。

個人的意見：一つの構造問題のご紹介

太陽光・風力・原子力・地熱・電力系統の技術・住宅断熱・蓄電・EV…
多くはかつては世界一、もしくはトップクラスだった
本来なら、現在のようなエネルギー危機にあって世界に売れたはずの技術ばかり

しかしいずれも、思うように輸出できていない→今の急激な円安の一因でもある？
国内でも、適切に活用できているとは言い難い→産業も衰退や消滅、出遅れ
自らイノベーションを起こせていない、変化に対応できていない。

大きな原因の一つが、「住宅の価値が下がっていく」こと
（「なぜ日本は豊かになれないのか」、野村総研、2008年）。
・住宅だけでGDPの約4%に当たる20兆円を毎年捨てている（60年間で他国と1200兆円の差？）
・人々がリスクを取れない、転職や引っ越しもしにくい→イノベーション阻害
（他国では住宅が長く使われ、価値もむしろ上がっていく）

対策：断熱性・耐震性・耐久性の向上（加えて、新築偏重からリフォーム中心へ）
住宅断熱自体もエネルギー面での対策だが、実は全ての産業のイノベーション促進にも重要

年数がかかる対策も着実に進めない限り、また失敗を繰り返すのでは？

「2030年半減を実現するための対策オプションは存在する。全ての部門・地域において早期に野心的な削減を実施しないと1.5℃を達成することはできない。」 (IPCC AR6 WG3)

IPCC 第6次報告書 第3作業部会 報告書 政策決定者向け要約 解説資料
https://www-iam.nies.go.jp/aim/pdf/IPCC_AR6_WG3_SPM_220405.pdf

以下、おまけ

EVの特徴

（主にBEV、一部はPHVも）

（CC-BY 4.0 K.Sakurai
（AIST） 2021.1.24）

利点

・素早くスムーズな反応で運転しやすい。
・加速が良い（合流・右折等がラク）。
・静か。エンジンの振動が無い（→疲れにくい？）
・ワンペダル運転可能。
・モーターの反応が速いので姿勢制御や自動運転との相性が良い。（特に将来、インホイールモーターになると効く？）
・排ガス臭くない（たとえ火力発電の電力でも省エネになり、発電所でより高度な排ガス処理も可能。健康被害を抑制できる）。
・重心が低くて乗り心地が良い。
・メンテナンスの手間が少ない（オイルやプラグの交換なし、ブレーキパッドも減りにくい等）。
・一般的に走行コストが安い。
・現時点でも総保有コスト節減が可能（既に営業車両での大量採用例多数）。
・暖房がすぐに入る（エンジンが暖まるまで待たなくて良い）。
・排出量削減になる。
・新たな柔軟性資源として、火力発電の削減を助ける（系統にとって、余力を集めるコストだけで利用できる蓄電資源）。
・自宅や職場で充電できるなら、ガソリンスタンドに寄る手間が無くせる。無線給電も可能。
・ガソリンスタンドに比べ、充電器の設置場所や管理の制約が少ない（店舗等の駐車場に併設。機械式も可能）。
・ガソリンのインフラを省略し、電力に一本化できる（過疎地・離島等）。
・災害時に巨大モバイルバッテリーとして活躍（対応機器があれば、洗濯機やエアコンも動かせる。太陽光発電からも充電可）。
・エネルギー供給が不安定な地域でも使える（設計次第で太陽電池でも充電可能）。

欠点

・現時点では**まだ車両価格がお高め**（**2022～2030年ぐらいの間に順次、内燃機関車より安価に？**（BNEF等））。
・現時点では**充電インフラが不足しがち**（充電速度、充電器数、集合住宅・職場等；**各国で整備中**）。
・休憩なしで一気に長距離移動するような用途だと厳しくなる（交代しながら一気に1000km等）。
・車両重量が重くなる（でもHVもそれなりに重い）。

うかつに批判するとマズいのでご注意

・「航続距離が…」「充電時間が…」→ 充電速度次第。昨今の技術なら、平均的な休憩時間中の充電で長距離移動可。
・「寒いところでは…」→ ノルウェーでも売れてます。バッテリーの温度管理次第。冷えた状態からの起動にはむしろ強い。
・「バッテリーの劣化が…」→ 初代リーフ等は早かったが、テスラ（パナ）だと数十万km持つ。
・「排出量削減に…」→ 昨今の技術なら、世界の95％の地域で削減になる。現状の日本でも。古いデータやデマにご注意。
・「電力需要が…」→ 全乗用車6千万台置き換えても国の電力需要の１割ぐらい。量より充電タイミングの調整だいじ。
・「水没したら…」→ HV同様、エンジン車と安全性は同等。どの車も、昔ながらの電極剥き出しな12V鉛蓄電池がショートしやすい。

大型車もBEV化？

（K.Sakurai（AIST） 2022.2.17）

充填時間の面から大型・長距離のバスやトラックは水素になると言われてきたが、
昨今は6～8分で8～9割充電できるバッテリーまで発売・発表されている
（現行技術でも、義務づけられた休憩時間中の充電で足りやすい）
→元よりBEVはコストで優位なため、FCVである必然性が減少。

BEVはバッテリーの重量増加が不利な点ではあるが、バッテリーのエネルギー密度が
今の調子で向上すると、例えば今後10年程度で実用上問題無いレベルになる可能性。

比較的長距離のトラックではFCVが有利になる可能性も考えられるが[1]、短・中距離ではBEVが有利と見られているため[1][2]、BEV用インフラは必ず必要に。すると水素インフラを整備しても長距離トラック専用になってコストがかさみ、結局は長距離もBEVになる可能性[2][3]。

バイオ燃料やe-fuelは供給量が限られ、コスト面で現実的にはないとの指摘[3]。
（櫻井見解：長距離航空機や船舶に優先的に使われてしまうのではないか？）

[1] https://www.nrel.gov/docs/fy22osti/82081.pdf
[2] https://www.nature.com/articles/s41467-021-27247-y
[3] https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2022/02/2022_02_battery_electric_trucks_HDV_factsheet.pdf.pdf

大型車用充電インフラ

Three power categories for heavy-duty vehicle charging (eg below 350 kW, 350-500 kW and above 500 kW) should be established.

The table below shows a possible share of the required charging points in the different power categories to enable the operation of the expected vehicle fleet.

Public and destination charging points (EU27 + UK)			
	Currently available	Needed by 2025	Needed by 2030
DC <350 kW (CCS)	<10*	1,000 (4,000)**	5,000 (40,000)**
DC 350 kW (CCS)***	0	12,000	15,000
DC >500 kW (MCS)	0	2,000	30,000

* As of May 2021

** Required overnight chargers if charging points with 350/>500KW are not equipped to deliver lower-power at night or overnight parking is not possible

*** These should allow upgrades to megawatt charging (MCS, >500 kW) as soon as standard definition is available

In order to enable long-haul operations, high-power charging stations with at least 350 kW – but focussing on megawatt charging (MCS) above 500 kW – must be rolled-out. The technical specifications of MCS are currently being defined but it needs to be highlighted that the operation of long-haul battery electric trucks will require this level of high-power charging. The **revised AFID should require at least one high-power charging station with a minimum of four charging points every 100 km by 2025, and at least one site every 50 km by 2030 on the TEN-T core network. At least one charging point per station has to be accessible for coaches.**

https://www.acea.auto/files/ACEA_Position_Paper-Heavy-duty_vehicles-Charging_and_refuelling_infrastructure.pdf

大型車でも、長時間停車する時の充電が重要
→物流拠点等での充電器の整備

経路充電
→MW級の充電器を複数、100km以下の間隔で
（最低でも350kW以上）
特高受電に→送配電線・変電所増強
SA/PA等の駐車場の再設計も必要に？

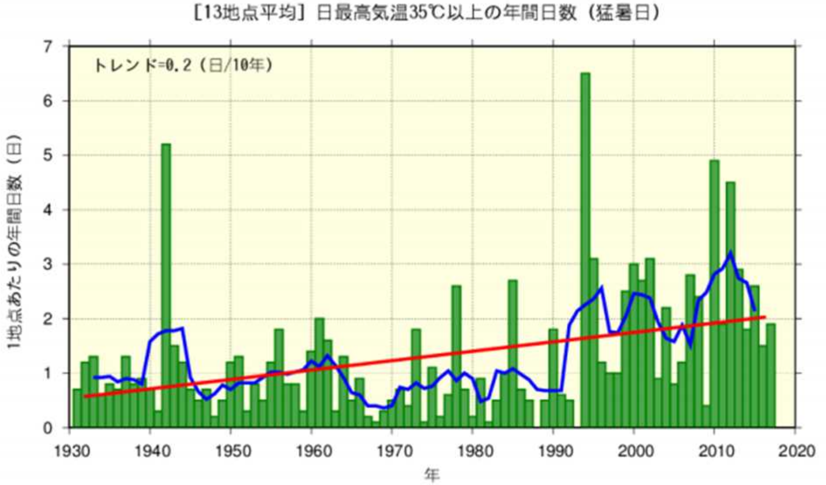
経路宿泊用充電設備
→移動中の宿泊拠点に100kW級の充電器を
（ドライバー宿泊中に充電）

住宅の脱炭素化との関係

<u>現在の日本の住宅</u>：7割が無断熱、又はほぼ無断熱
→局所暖房・冷房が中心
　石油ストーブ等、化石燃料も暖房に使用

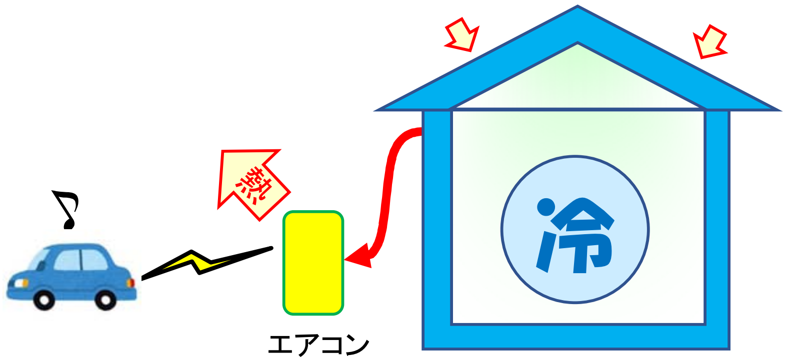
　災害などで長時間停電した際
　　寒冷時：燃料の備蓄があれば耐えやすい
　　猛暑時：**対処が困難に**
　　　　　　　（エアコンが必要）

猛暑日が増加している
（都市化の影響が少ない地点でも）



出典：気候変動監視レポート2017

<u>これからの日本の住宅</u>：高断熱化＆暖房もエアコンで（寒冷地・豪雪地でも）
→部屋全体、もしくは家全体の冷暖房が当たり前に

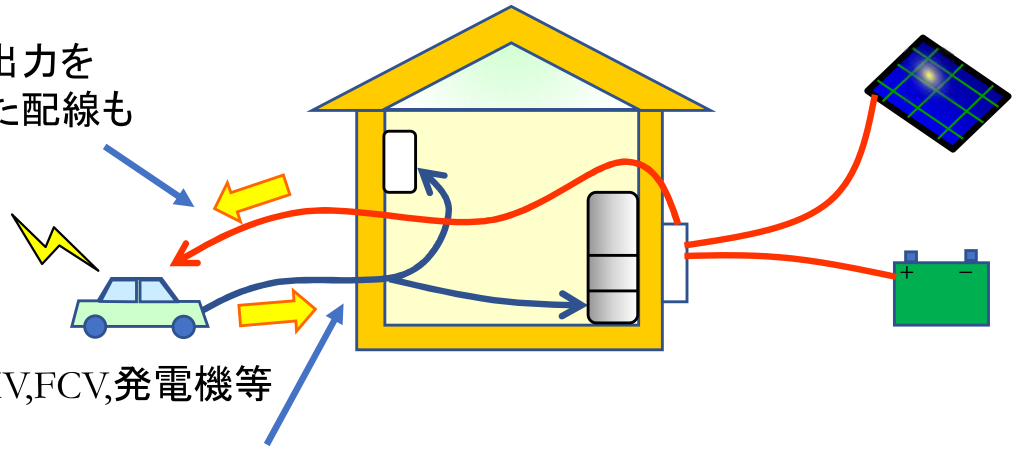


　災害などで長期間停電した際
　　家自体の断熱性能で暑さ・寒さを緩和
　比較的少ない電力でエアコンを動かせる→**EV（一部PHV、HV等も）からの給電が有効**

これからの住宅の設計指針

（CC-BY 4.0 K.Sakurai
(AIST) 2021.1.24）

(1) 断熱性・耐震性の確保
断熱が悪いと幾ら電力があっても足りない。地震で壊れたら元も子もない
HEAT20 G1以上、耐震等級3以上を推奨
(2) EV充電コンセントもしくは充電器の設置（配管だけでも。場合によっては往復分）
(3) EV等からの給電用設備（あるいは配管だけでも）設置（200V 30A以上を想定）
(4) 化石燃料暖房からエアコンやエコキュートへ
(5) EV導入
(6) それでも余裕があれば太陽光発電や定置型蓄電池



住宅の脱炭素化（電化）に際して、EVは非常時のバックアップになる

バッテリーのエネルギー密度

https://cleantechnica.com/2020/02/19/bloombergnef-lithium-ion-battery-cell-densities-have-almost-tripled-since-2010/

10年で2～3倍になるペースで向上中

バッテリーも耐久性が向上している

バッテリは自然空冷のみ、10年前の技術

https://survey.pluginamerica.org/leaf/charts.php

バッテリ加熱・冷却機構あり、最近の技術

https://survey.pluginamerica.org/model-s/charts.php

既に車体よりも長寿命になりつつある
→中古車から取り外して定置型で再利用も。

さらに最近は複数メーカーが「百万マイル持つ」バッテリをアナウンス。

バッテリー価格低減の予測と実際

2009～2013年の主な予測：
2020年頃のバッテリパックのコストは
約$200～$500/kWhと見られていた

https://theconversation.com/battery-costs-drop-even-faster-as-electric-car-sales-continue-to-rise-39780

実際には：
2020年時点の平均が$137/kWhに
（安価なものは$100/kWh未満に）

ここ10年ほどでほぼ10分の1に

https://arstechnica.com/science/2020/12/battery-prices-have-fallen-88-percent-over-the-last-decade/

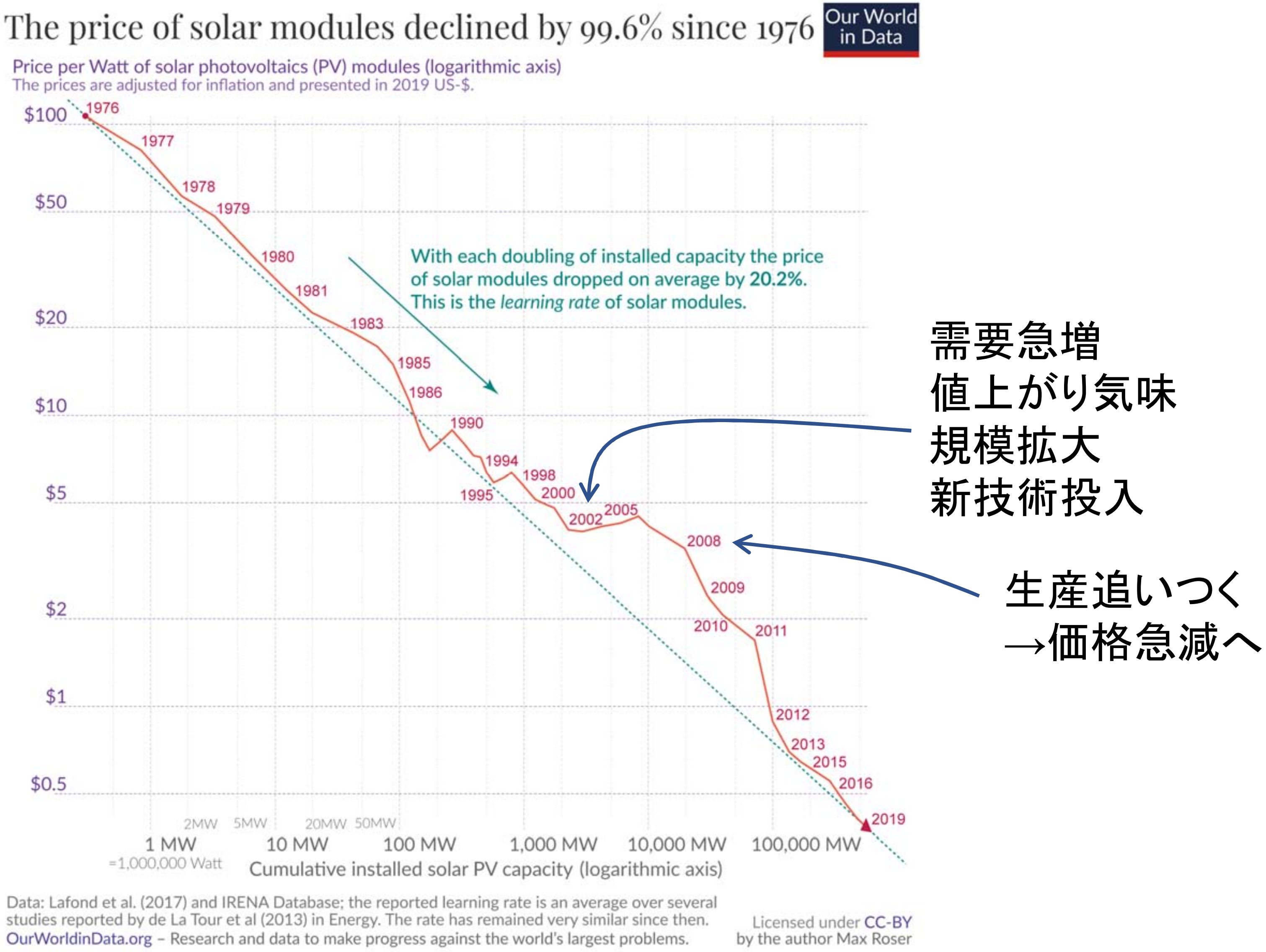
そのへんの予測を信用して良いのか？

既に外れている
（2021年は8%）

BNEF, Zero Emission Vehicles Factbook (Nov 2021)より

太陽電池:50年で1000分の1の値段に

太陽電池モジュールの出荷量と価格の関係



今の蓄電池は2002年頃の太陽電池の状況に似ている

CATL

https://qz.com/1586552/inside-catls-massive-factory-and-ningde-the-city-it-supports/

・車載電池の生産能力：300GWh@2023, 600GWh@2025
・設備償却年数：**3.7年**
・繰越補助金収益は64億元（1140億円）
https://business.nikkei.com/atcl/gen/19/00326/101400006/

巨額投資＆短サイクルでの設備更新＋公的支援

中国メーカーの動向例

中国EVメーカーのNioが新都市を着工。16950エーカー（約6859万m2）。年産100万台＆バッテリー100GWh。集積によって輸送コストだけで一台あたり$463削減を狙う。投資額500億元（8400億円）。

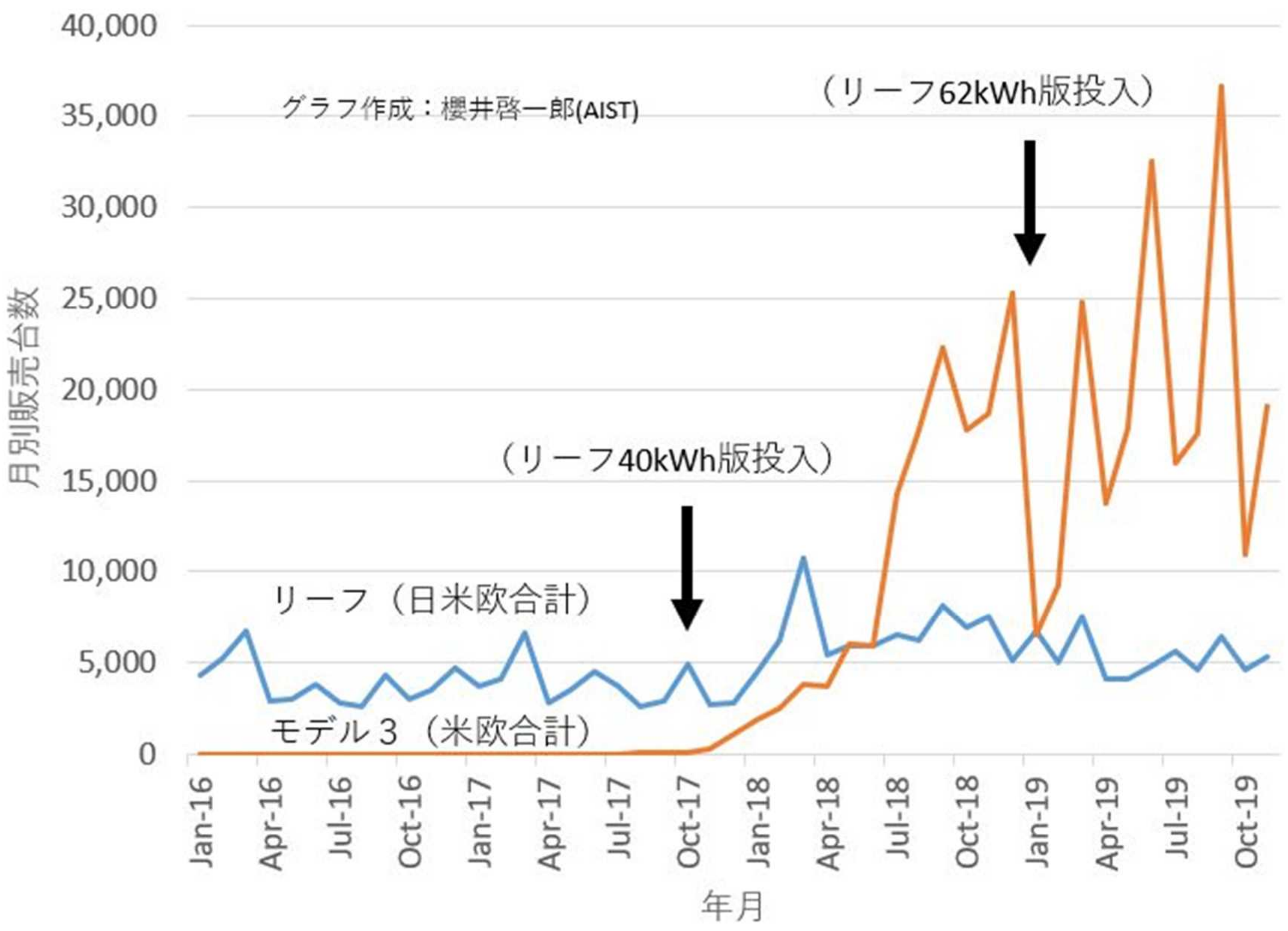
https://insideevs.com/news/504490/nio-neopark-research-manufacturing-center/

バッテリー生産能力の見通し

バッテリー生産能力：2025年までに現在の4倍以上に？
（2021年時点でBEVのシェアは8%）

「航続距離」（バッテリ容量）だけでは売れない

2020.12.7 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



「航続距離」は購入をためらう理由の筆頭格だが、実は**単純にバッテリーだけを増やしても売れ行きは伸びない。**リーフが身を以て実証済み。

駐車のついでに充電する

住宅

・200V**コンセントに繋いで放置**(3kW)
6kW～11kW程度の充電器も市販

・残量から逆算して夜中に自動的に充電開始
朝の指定時刻までに満タン

・V2Hシステムを設置すると建物への給電も可能

・機械式駐車場にも充電器装備可能

店舗、SA/PA、道の駅等

（写真：evsmart.net）

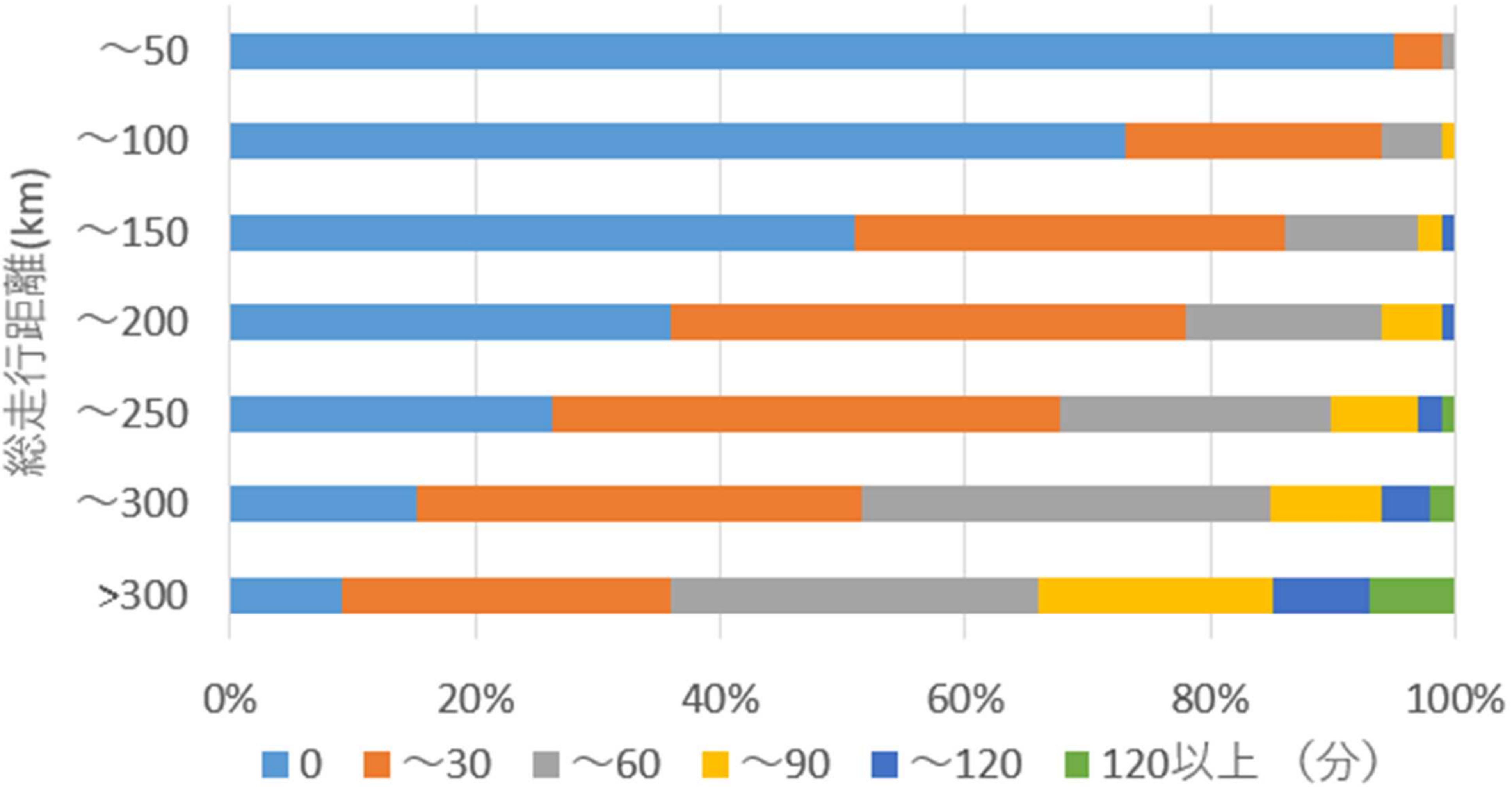
・ケーブルを繋ぐ
・充電器に専用カードでタッチ、開始操作
もしくは、ケーブルを繋ぐだけで支払いまで自動

・**充電中は車を離れて買い物や食事へ**
車中で休憩も可能
エアコンもタバコも可能

・充電速度がある程度以上速ければ（120～250kW以上）
通常の休憩時間だけで充電が足りやすくなる

ETCデータによる休憩行動分析結果

2020.12.7 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

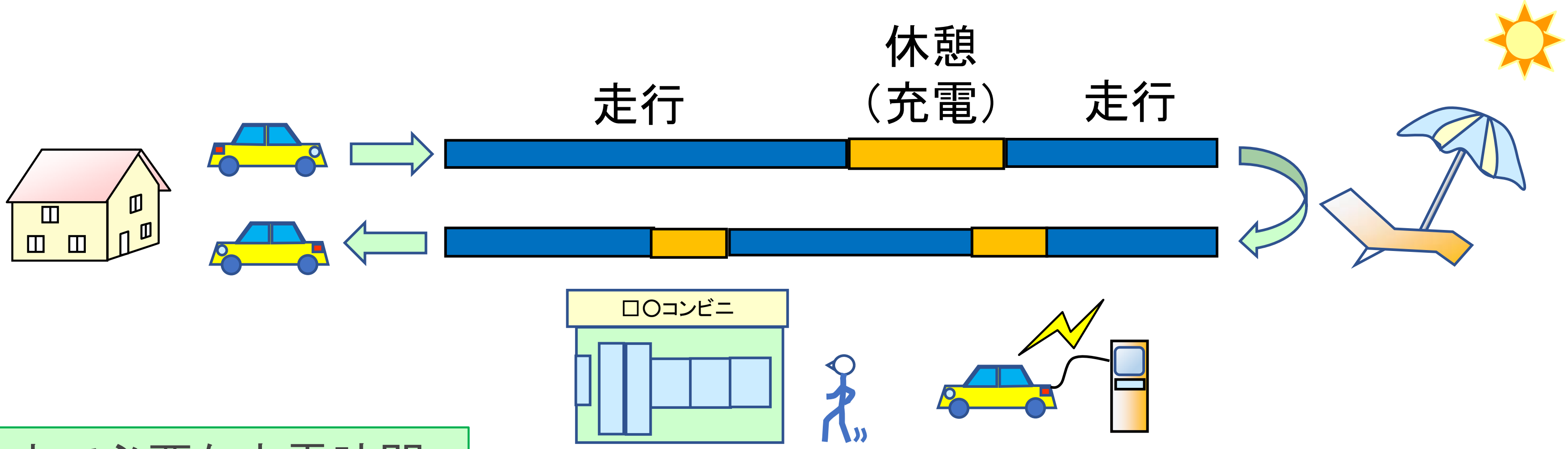


データ出典：平井他、ETC2.0プローブデータを活用した都市間高速道路における休憩行動分析、第36回交通工学研究発表会論文集、2016年

具体例で見る充電速度の影響

2021.7.9 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

EVで長距離移動時の充電速度の影響の見積もり例：
片道400kmを往復、目的地充電無し、電費6km/kWh、100km/hで走行、バッテリ60kWh、満充電出発＆空っぽで帰宅＝途中で73kWhを充電



途中で必要な充電時間：
250kW：18分以上
100kW：44分以上
50kW：88 分以上

⟷

半分以上のドライバーが途中で合計60分以上休憩

（平井他、「ETC2.0プローブデータを活用した都市間高速道路における休憩行動分析」より）

- 100kWなら平均的な休憩中の充電で足りる。
- 250kWなら半分以下の時間で足りる（充電器のない駐車場も選びやすい）
- 50kWは休憩時間を延ばすことになりやすい。

ボリュームゾーンのEVでは、
100～150kW程度の充電速度で案外足りるかも

実際にEVを持つと、「充電速度」が満足度に影響

未購入の人では
「航続距離」への不安が
購入をためらう筆頭格

EV所有者では「充電速度」
が満足度を左右

出典：pwc, Consumer Research into Rapid Charging, May 2019

注：この調査の時期は50kW程度の充電速度のEVと、120kW以上のテスラに2極化していた。
現在では100kW超に対応したEVや充電器も多い。

充電速度も向上

８分で8割充電なEV(GAC Aion V)

10Cで充電できるセル（BAK)

https://insideevs.com/news/526536/gac-aionv-ultra-fast-charging/

6分で９割充電できるセル（東芝）

ガソリンスタンドの平均滞在時間（6～10分程度）で
粗方充電が終わる
（しかも充電中は車を離れて買い物やトイレも可能）

・2輪、3輪、超小型車
・長距離トラック
・特殊車両（重機等）
等にとってもゲームチェンジャーになる可能性

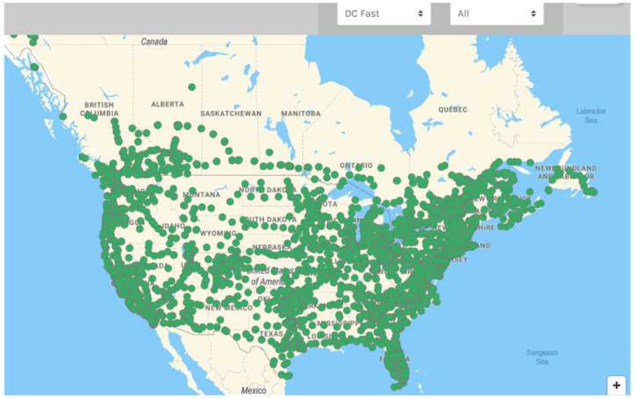
充電器は高出力化する？

https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/news/18/11280/

急速充電器の整備状況

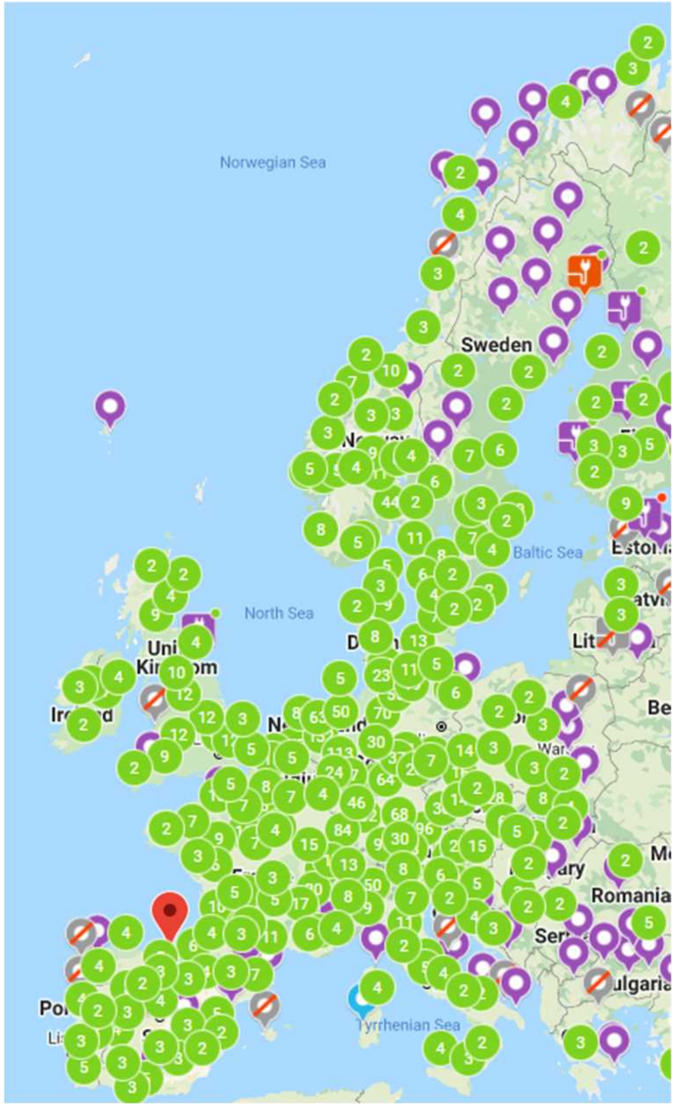
米国

https://www.tesla.com/supercharger



https://afdc.energy.gov/fuels/electricity_locations.html#/find/nearest?fuel=ELEC&ev_levels=dc_fast

欧州(100kW以上)



https://chargemap.com/map

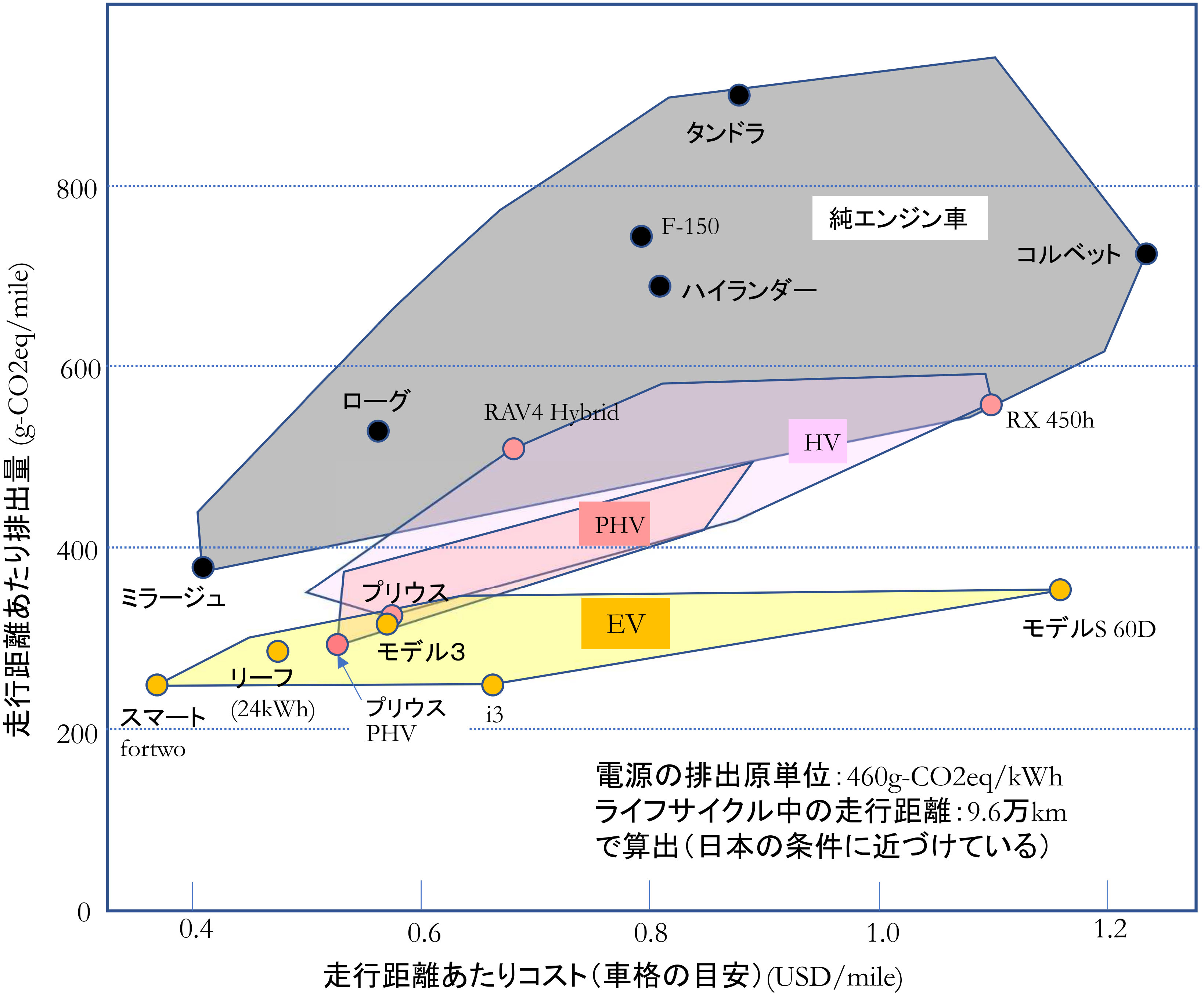
中国

https://www.statista.com/statistics/993121/china-public-electric-vehicle-charging-station-number/

各国とも充電出力150～400kW級の超急速充電器網を整備中（北極圏まで）
日本は90kWまで（テスラ除く）

EVは排出量削減になる

2021.1.16 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



Carboncounter.com
(MIT Trancik Lab)のデータより
作成

アルゴンヌ国研のGREET
モデルに基づく
(自動車全般の共通モデル)

・燃料や電力は
「井戸から車輪まで」
(Well to Wheel)

・車体、バッテリ等は
「ゆりかごから墓場まで」

・燃費・電費はEPA基準
(現実に比較的近い)

詳細は論文で公開
https://doi.org/10.1021/acs.est.6b00177

電源の脱炭素化が進むと、
EVがさらに低排出になっていく
(化石燃料車では
追いつけなくなる)

「排出量削減にならない」主張の欠陥例

マツダ：「EVと、内燃機関車のCO2排出量はほぼ同じに」

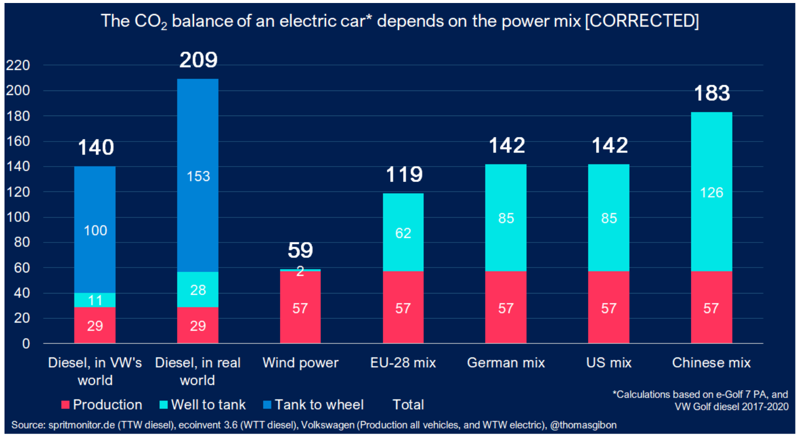
- 10年（以上）前のデータの利用
- バッテリ製造の排出量（177kg-CO2/kWh）が現在の水準（52～65kg等）の数倍
- 最新技術よりも短いバッテリ寿命の想定

（論文自体に断り書きあり(DOI:10.3390/su11092690) ）

VW：「中国等ではEVの方がディーゼルより排出量が多い」

- 内燃機関車の走行時排出量を3割以上少なく見積もり
- 燃料製造・輸送の排出量を5割以上少なく見積もり
- 車体製造等の見積もり条件も不明

https://twitter.com/ThomasGibon/status/1335178227950686208



EV

ディーゼル（左記反映後）

ディーゼル（VW発表値）

ADAC：「EVとディーゼルの排出量がほぼ同じ」

- バッテリ製造時の排出量を実際より3倍多く見積もり
- 電力の排出原単位を見込みより2倍ぐらい多く見積もり
- 内燃機関車の排出量を現実より25-60%少なく見積もり
- 古すぎたり、根拠が不明な数値を利用

https://innovationorigins.com/tomorrow-is-why-german-automobile-club-study-is-the-anti-electric-lobby-at-its-finest/

Clarendon Communications（Aston Martinによるペーパーカンパニー; "AstonGate"）：
「EVは約8万キロ走らないと排出量削減にならない」

- 内燃機関車の走行時排出量を実際より3割以上低く設定する一方、EV用の電力では5割以上高く設定
- 同じメーカーの同様の車体のはずなのにEVだけ中国製の想定(?)

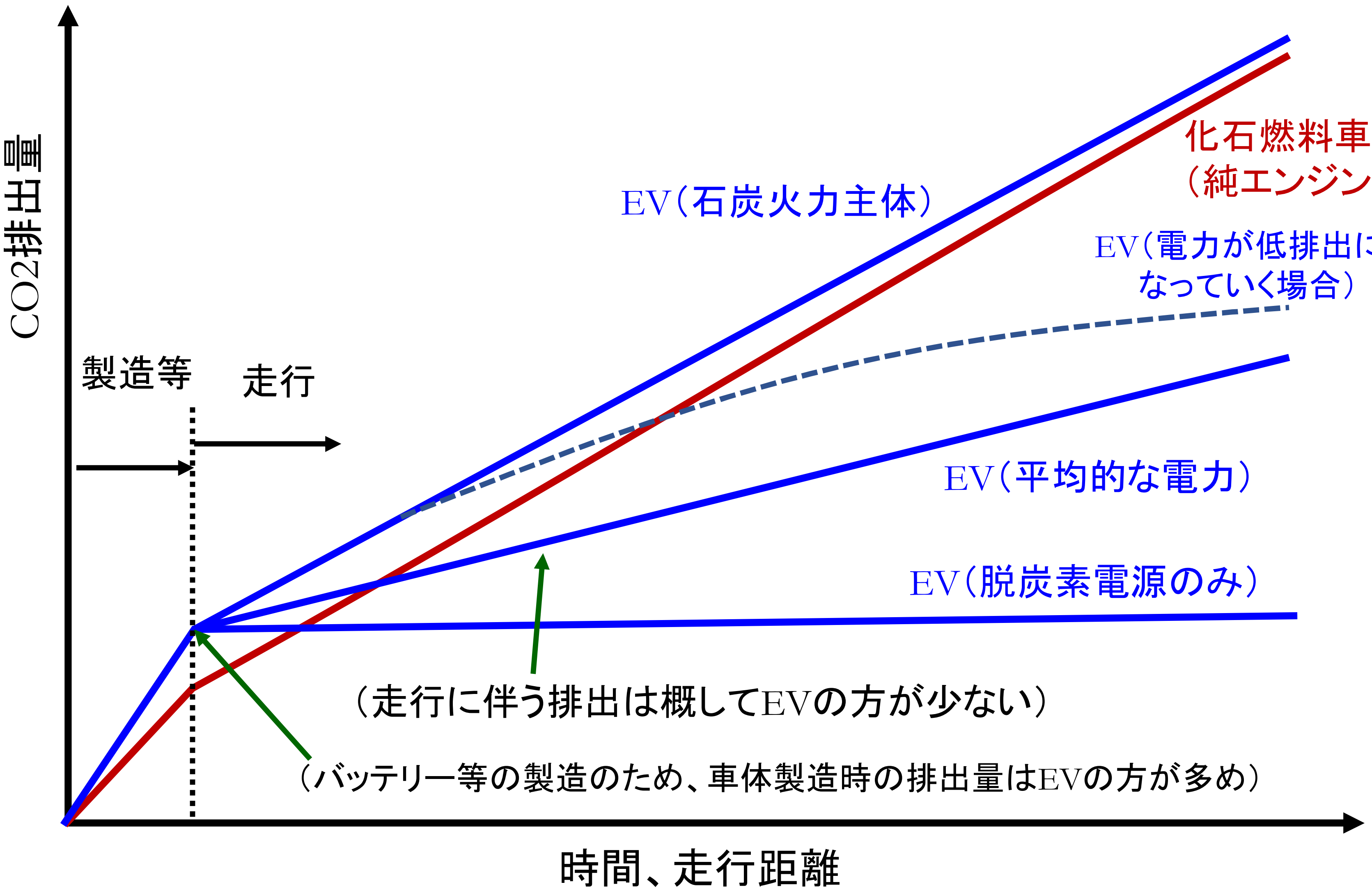
https://togetter.com/li/1629297

「電力需要が増えた分は全部火力発電になるから削減にならない」（SNS等）

- 平均的な火力だけで走ったとしても、HVと同程度。他の電源が混じっていれば削減になる
- そもそも、低炭素電源の割合を増やす政策とセットで普及させることが前提
- 蓄電能力で火力の調整力に頼る割合を減らし、再エネや原発を使いやすくする→電力の脱炭素化を促進する

化石燃料車とEVの排出量比較(イメージ)

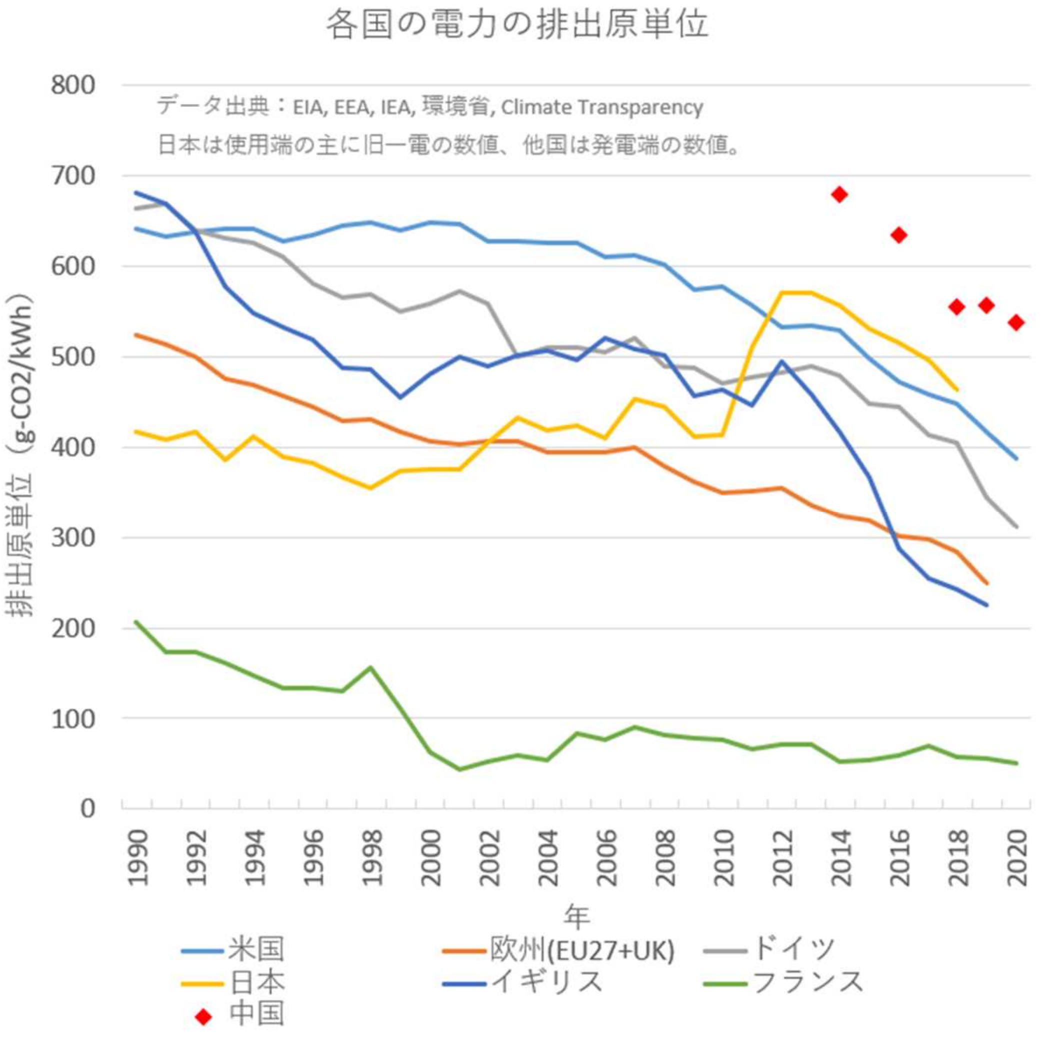
2021.1.16 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



中国メーカーも再エネ利用

再エネが安くなっている
CATLの工場の屋根にも太陽電池が大量に

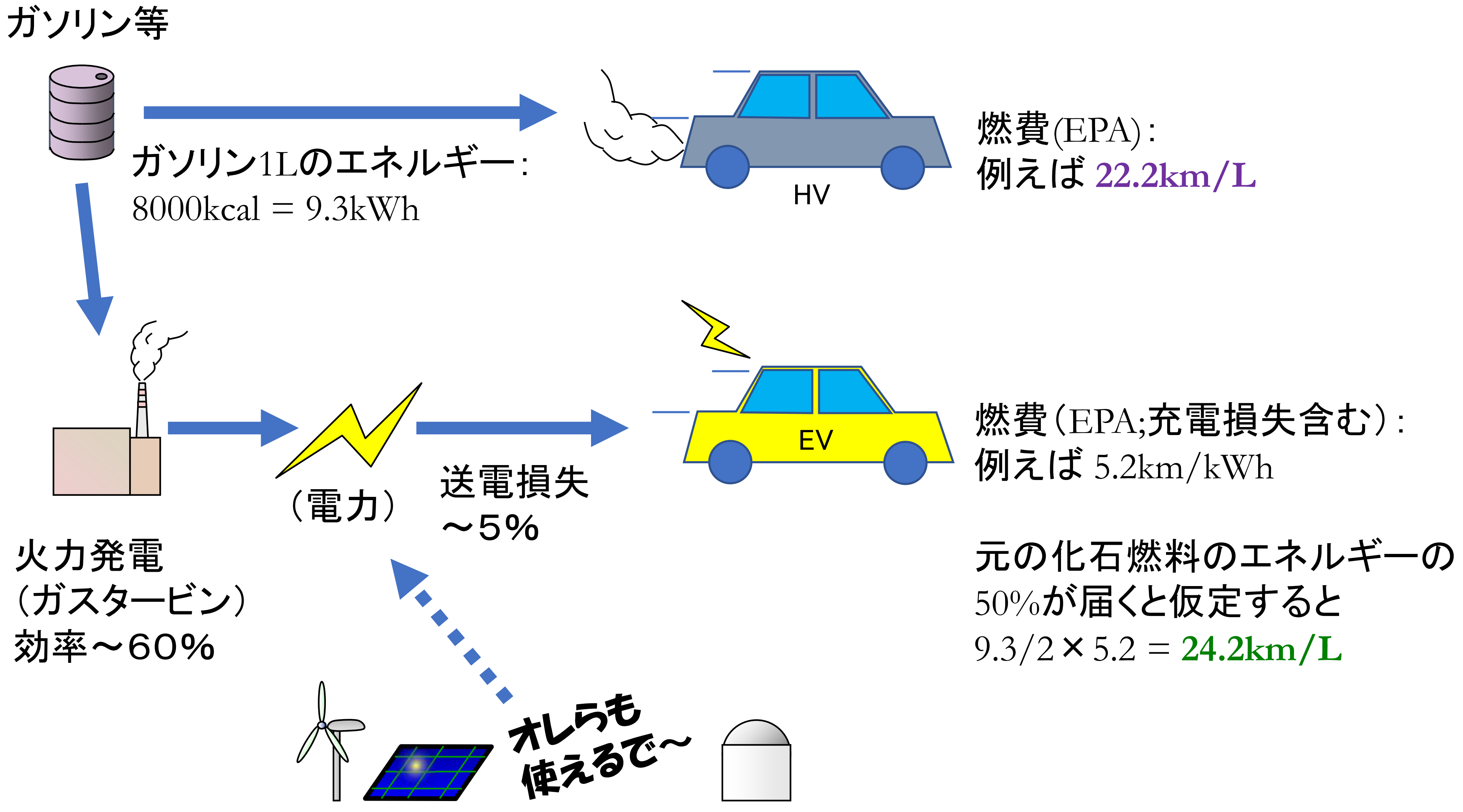
https://www.nikkan.co.jp/articles/view/461807



中国全体でも電力の低排出化が進んでいる

（地域によっては既に日本よりも低排出；
https://www.mdpi.com/2071-1050/8/6/506 ）

化石燃料100%使用時のエネルギー効率（HVとの比較）



たとえ100%化石燃料で走らせたとしても、HVと同等以上に燃料節減になる
（実際はさらにゼロエミ電源も利用できる）

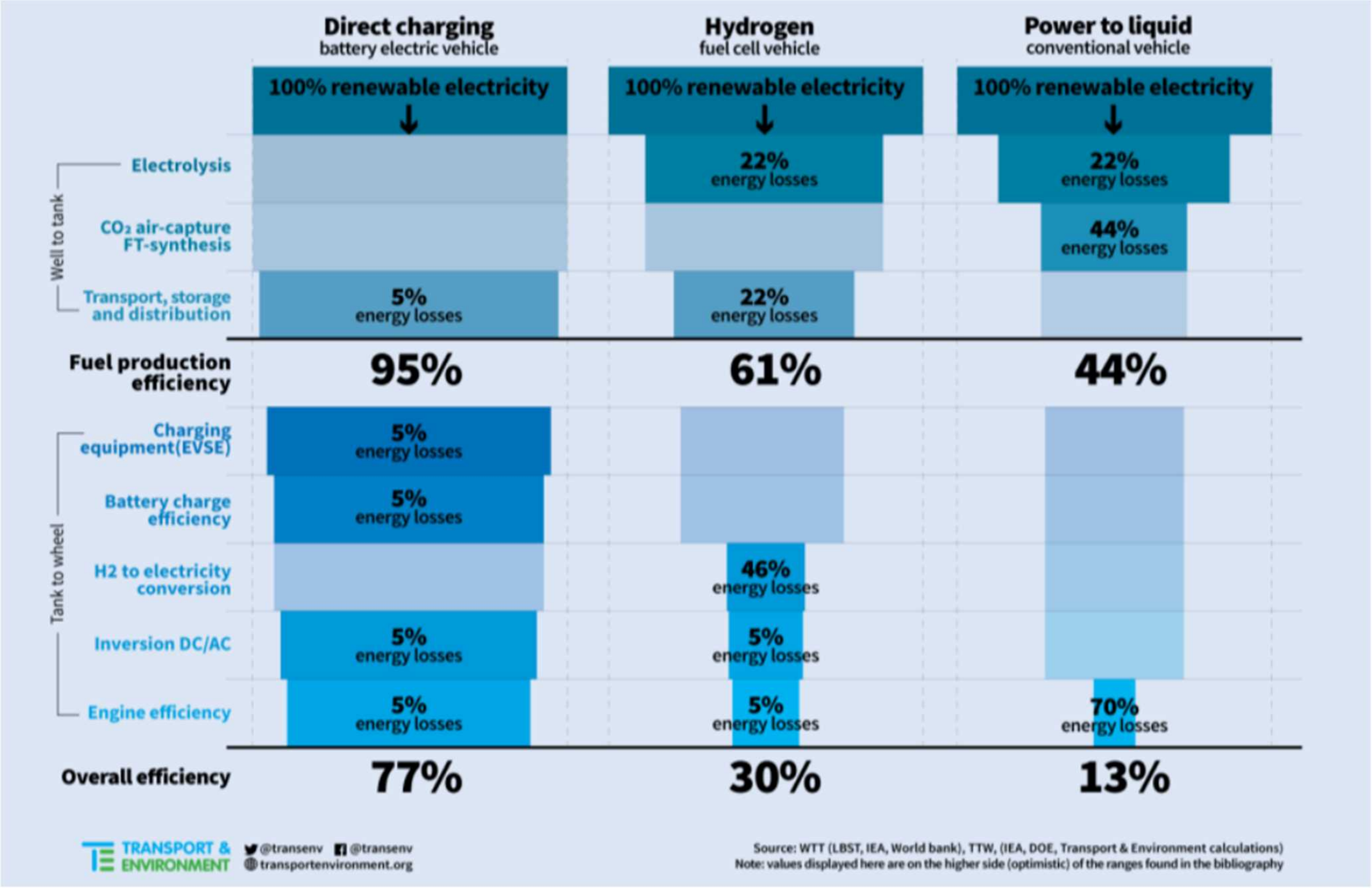
走行時のエネルギー効率

BEV　FCV　E-fuel（合成燃料）

元の電力（再エネ等）

車両に補充した時点

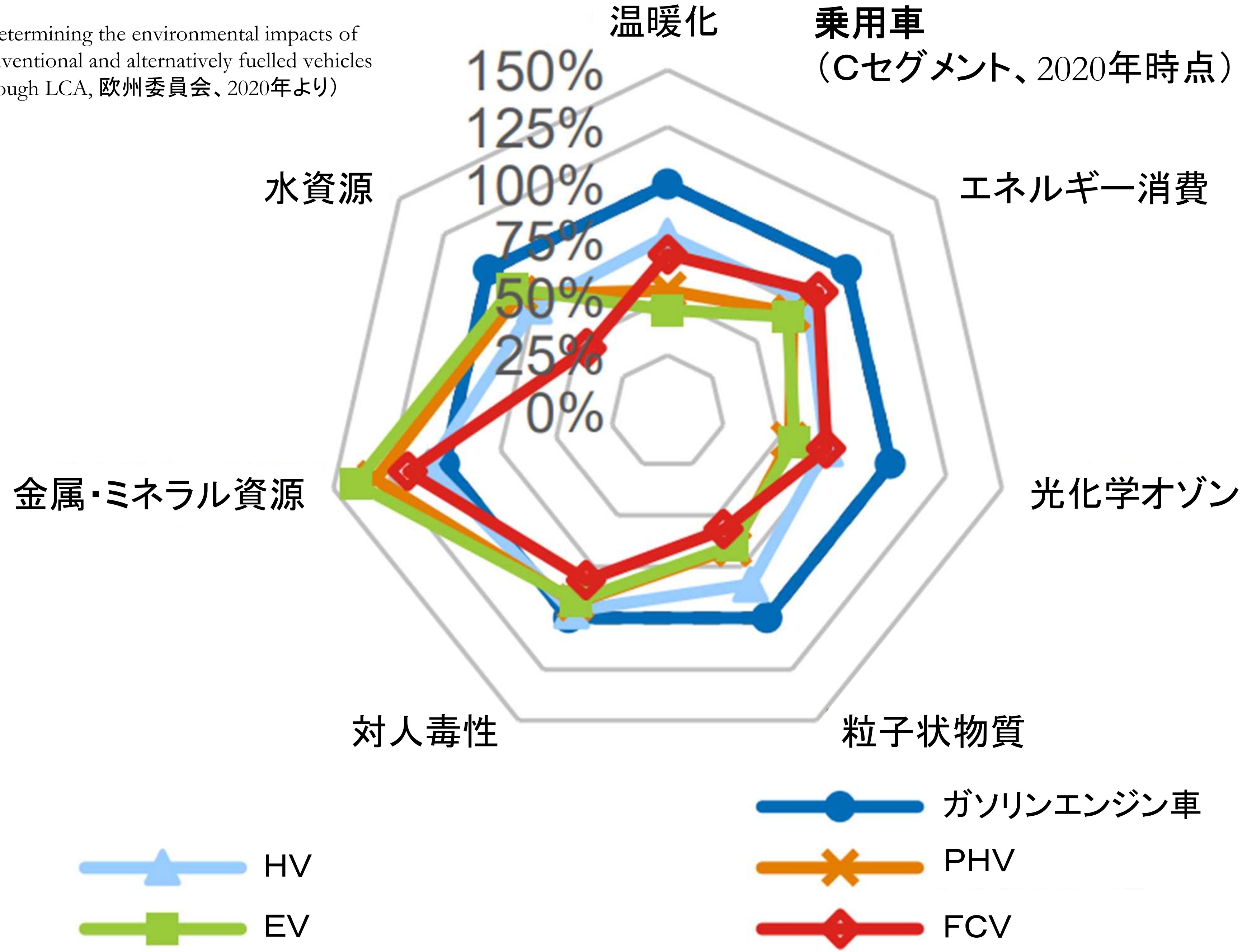
最終的に駆動に使われる分



https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2020_05_TE_response_smart_sector_integration.pdf

消費エネルギー的にもBEVは効率が良い

（Determining the environmental impacts of conventional and alternatively fuelled vehicles through LCA, 欧州委員会、2020年より）



BEVはエンジン車よりも概して環境負荷が低い
金属やミネラルの消費量が多いが、化石燃料の燃料とは違ってリサイクル可能

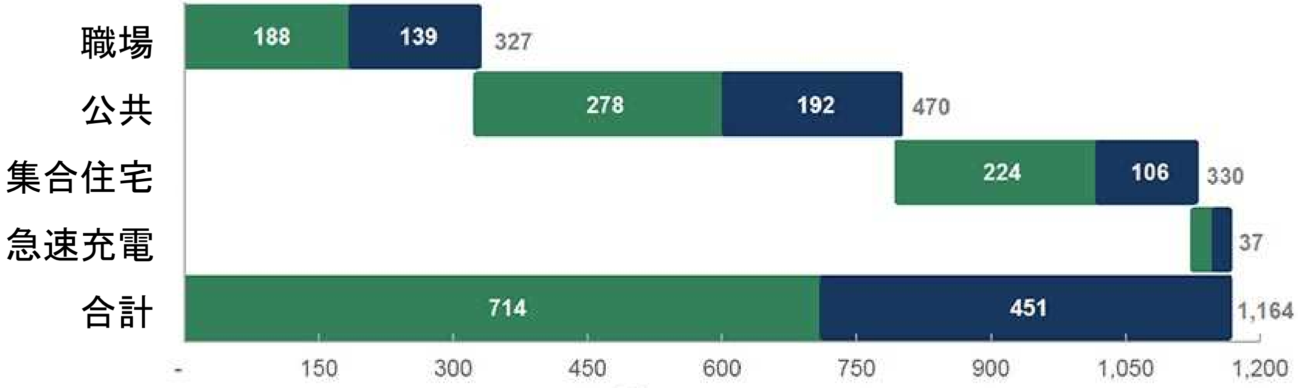
必要になる充電器の数？

大部分が普通充電器
（Level1～2、数kW～20kW未満）
長時間駐車するところならどこにでも

急速充電器はEV200台あたり1台ぐらい

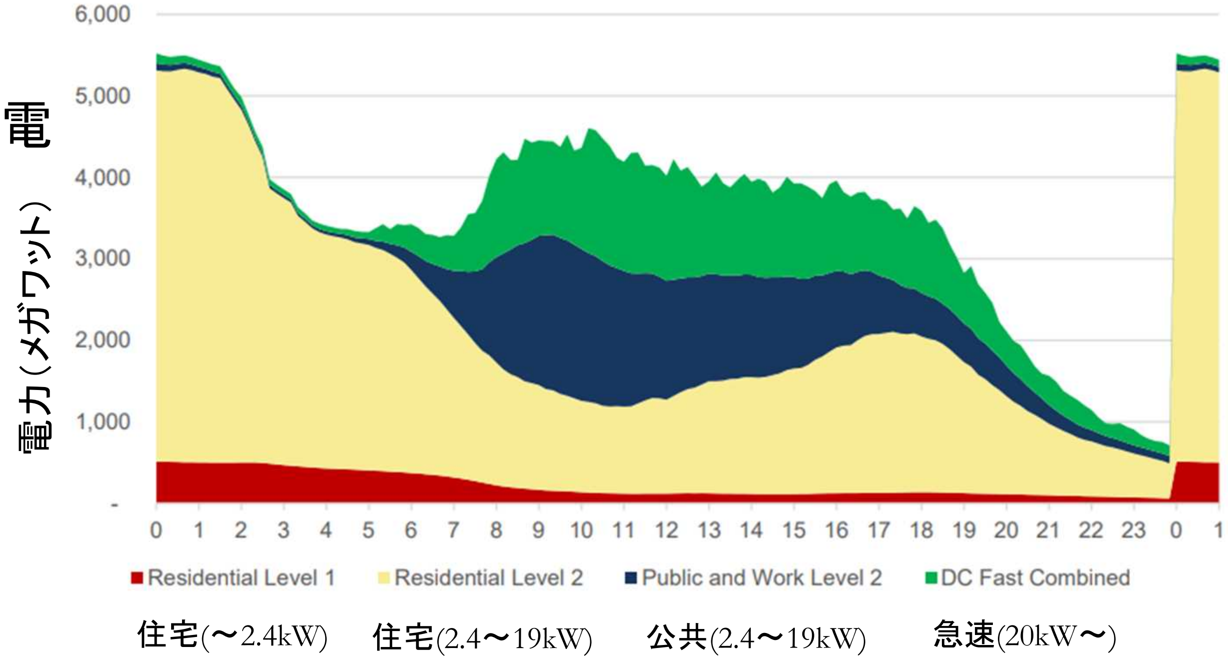
充電電力量としては例えば8～9割が普通充電
急速充電は補完的存在

カリフォルニアでEVが500万台（緑）、800万台（紺）
普及した時に必要な充電器の数（戸建て住宅除く）



出典：CEC-600-2021-001-CMR

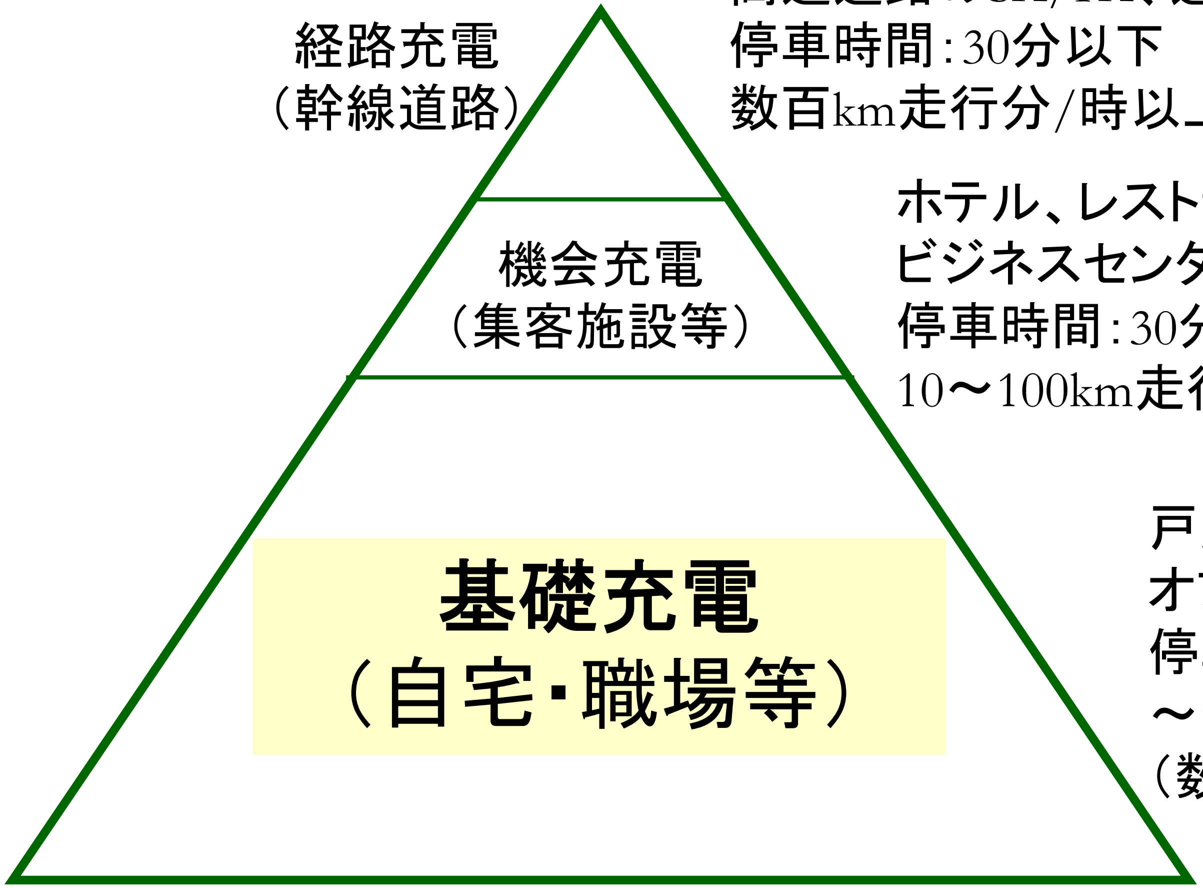
カリフォルニアでEVが800万台普及した時の平日の充電需要



出典：CEC-600-2021-001-CMR

充電速度の選択例

2022.2.21 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



高速道路のSA/PA、道の駅、コンビニ等
停車時間：30分以下
数百km走行分/時以上のペースで充電（100kW～）

ホテル、レストラン、ショッピングセンター、
ビジネスセンター等
停車時間：30分～数時間
10～100km走行分/時のペースで充電（数kW～100kW）

戸建てや集合住宅、貸し駐車場、
オフィスビル等
停車時間：6時間以上
～数十km走行分/時のペースで充電
（数kW～20kW）

- **基本は自宅や職場での基礎充電**
- 様々な駐車場に併設
- 停車時間に応じて充電速度を加減

Q:集合住宅だと充電器が設置できない？

A: 設置できる。手続きが大変。

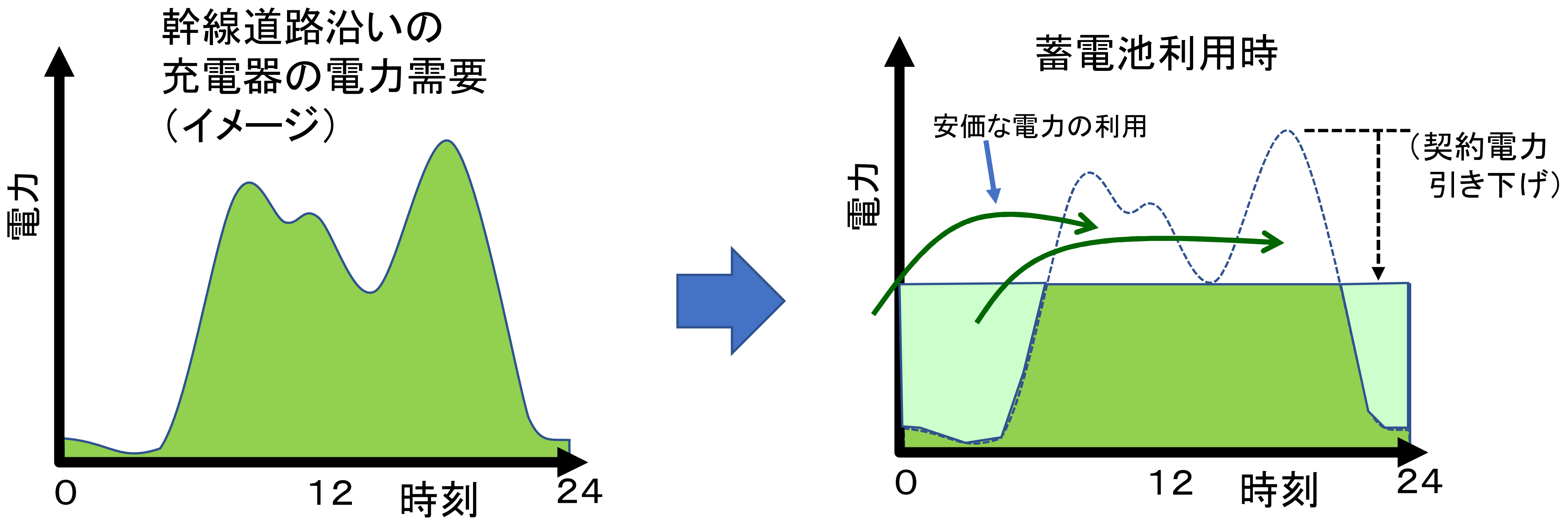
充電器付きの機械式駐車場（左）
パレット上の専用コンセント（右）
（写真提供：ユアスタンド（株））

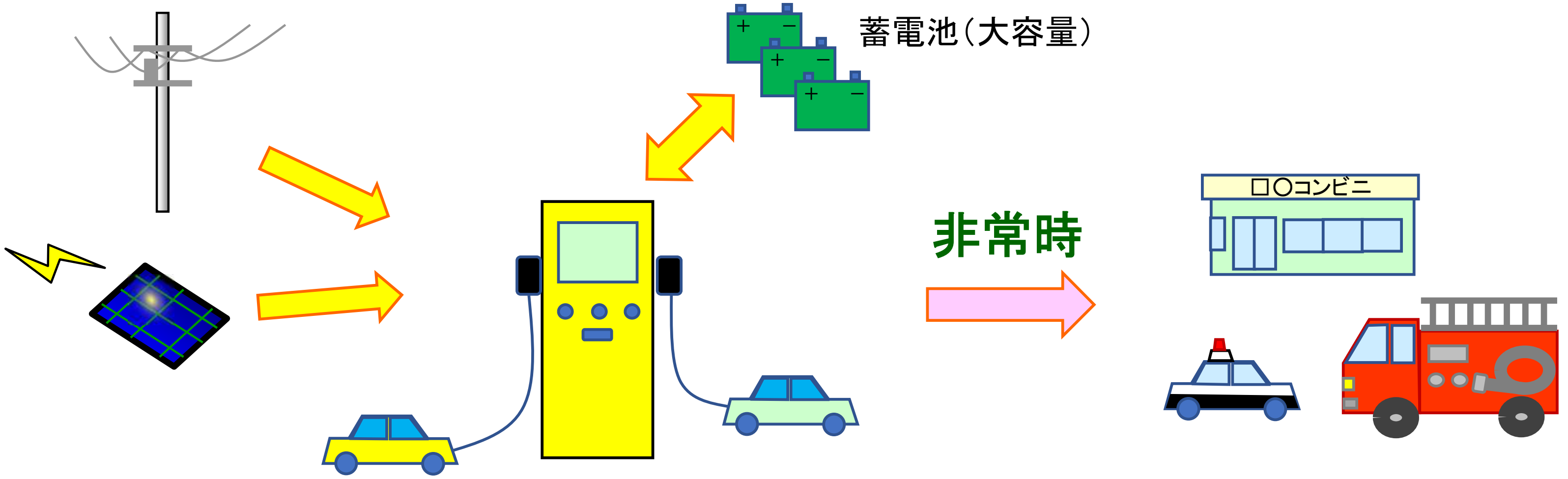
https://www.shinmaywa.co.jp/parking/products/products_er_7.html

管理組合での合意等が手間取りやすい。行政の支援が有効。導入支援専門企業もある。

蓄電池併設の急速充電器の可能性

2021.1.24 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



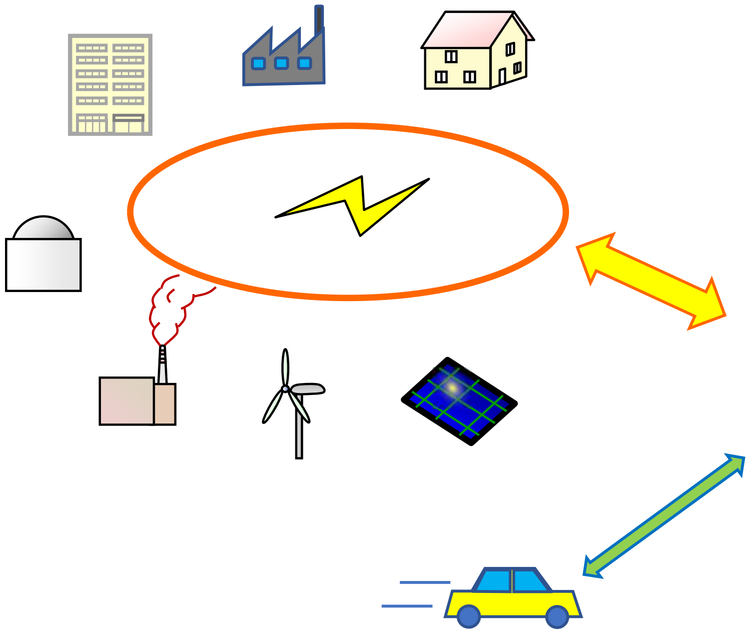


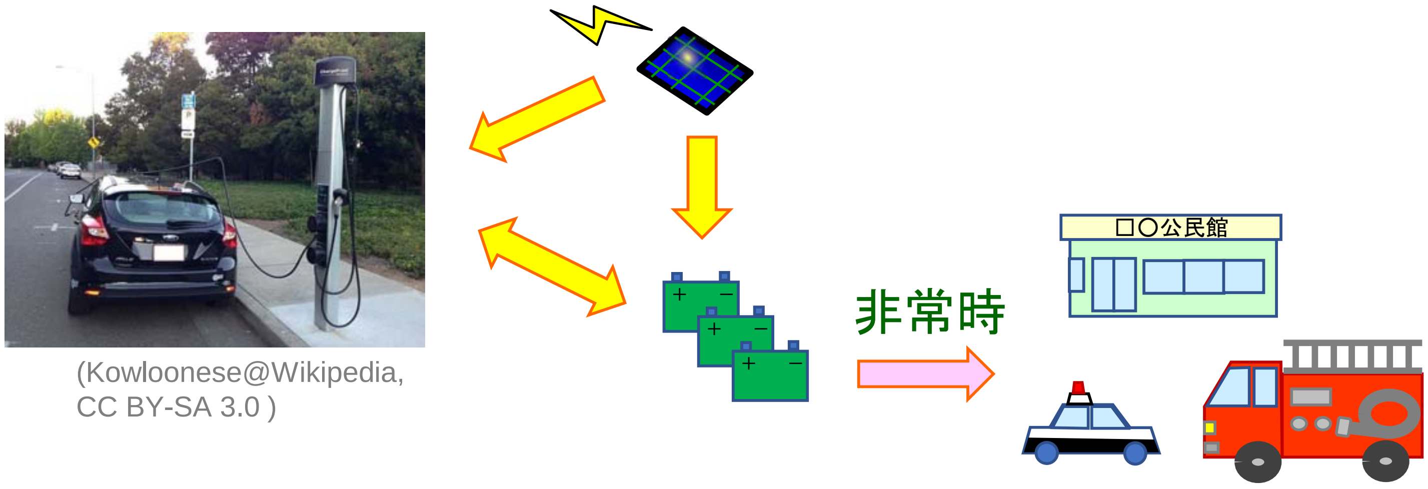
普段は契約電力引き下げや安価な電力の利用、非常時は併設施設や緊急車両へ給電

今後、公衆充電器に求められる機能

Felix Kramer, CC BY-SA 2.0

・充電器の稼働状態、使用可否の情報提供
・電力消費量の管理
・利用統計データの収集
・複数台のEVへの電力振り分け
・ユーザーの識別と料金請求
・複数サービス間でのローミング
・地図への追加
・ルートプランニングアプリとの連携
・充電予約機能
・電力需給(価格)に応じた充電速度調整
・蓄電池の活用(受電電力平準化＆非常時利用)
等々





(Kowloonese@Wikipedia, CC BY-SA 3.0)

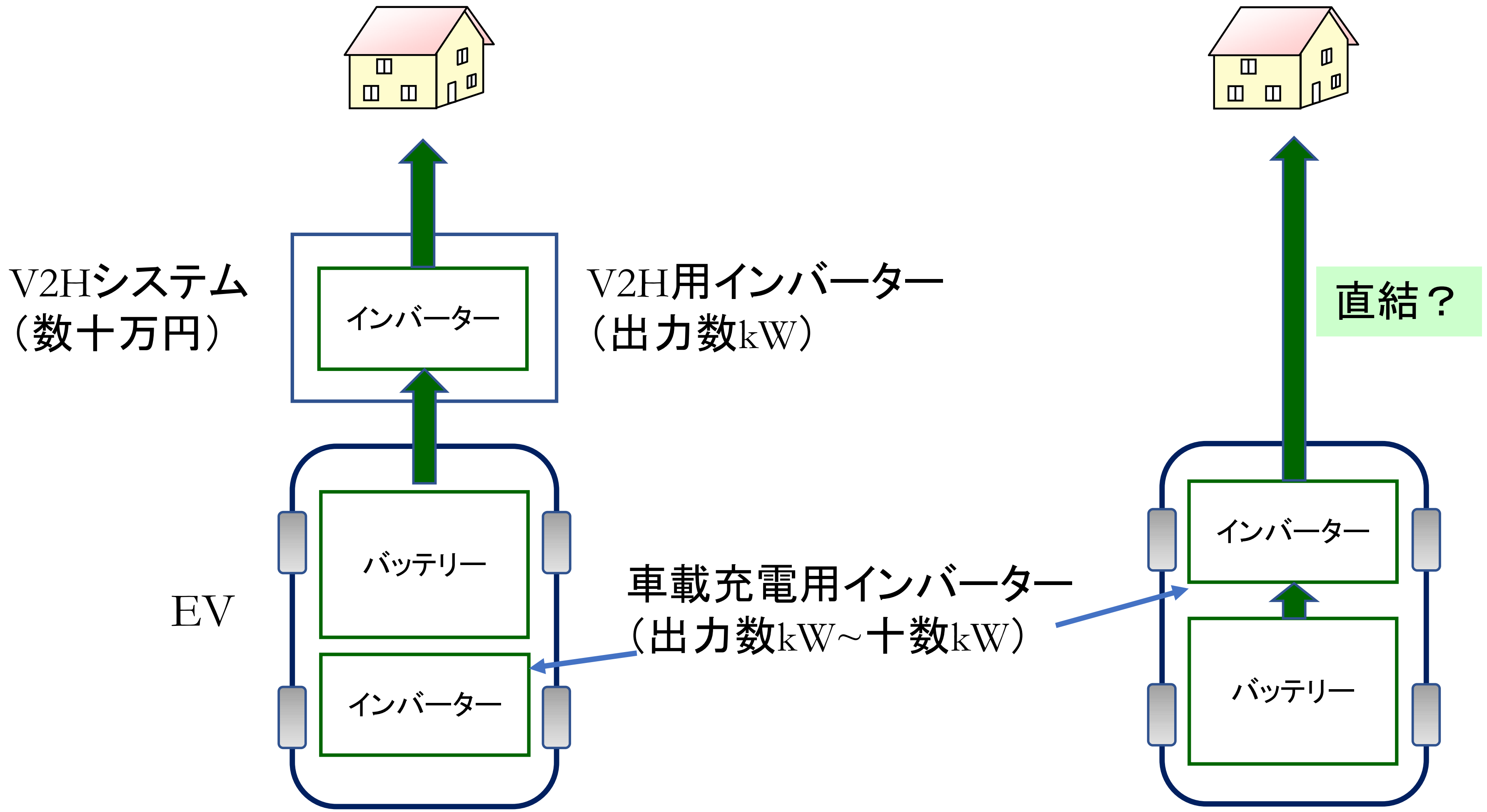
単純に充電器を設置するだけでなく、様々なサービスとの連携まで考慮

今後のV2X対応の課題

2022.6.5 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

日本車の規格
(Chademo / Chaoji)

将来の可能性
（一部企業は既に想定？）



EV搭載インバータを使えば、安価にV2Xが可能
日本の現在の充電規格では未考慮
（数十万円の価格差に相当）

災害時にも有効

電動車（EV・PHV・FCV・HV）の外部給電機能について

- 電動車から外部に給電する方法は大別すると、①車内に備えられた100V電源用コンセントを用いて給電する方法と、車の給電端子に特定の機器（②可搬型給電器、③V2H(充放電設備)）を接続して給電する方法がある。

・避難所等へ給電可能
（巨大モバイルバッテリー）
・太陽光発電からも充電可能

	給電方法	電源	給電器	その他	最大出力	備考
①	100V電源用コンセントから給電	100V電源用コンセント			AC100V 1.5kW	・車本体のみで給電可 ・設置・配線工事不要 ・出力が比較的小さい ・EV, PHV, FCV,HV（メーカーオプション等により、100V電源用コンセントを持つ車）が対応可能
②	給電端子から給電 （EV・PHVの場合はCHAdeMO急速充電端子を給電用に共有）	給電端子（CHAdeMO）	可搬型給電器		AC100/200V 1.5〜9kW（機器による）	・可搬型給電器が必要 ・可搬型でどこでも給電可 ・設置・配線工事不要 ・給電端子を持つEV, PHV, FCVが対応可能
③		給電端子（CHAdeMO）	V2H（充放電設備）	分電盤 （本接続は一例です）	AC100/200V 3〜9kW（機器による）	・V2H（充放電設備）が必要 ・建物への直接給電可 ・設置・配線工事必要 ・給電端子を持つEV, PHV, FCVが一定の条件下で対応可能

FCVからの給電：地域を巡回し、個人宅で照明、電子レンジ等に使用
出典：トヨタ自動車株式会社

災害時における電動車の活用促進マニュアル（経産省・国交省・CEVS）より

PHVからの給電：老人ホームで洗濯機・洗濯乾燥機に使用
出典：三菱自動車工業株式会社

FCVからの給電：老人ホームでエアコンや小型蓄電池の充電に使用
出典：本田技研工業株式会社

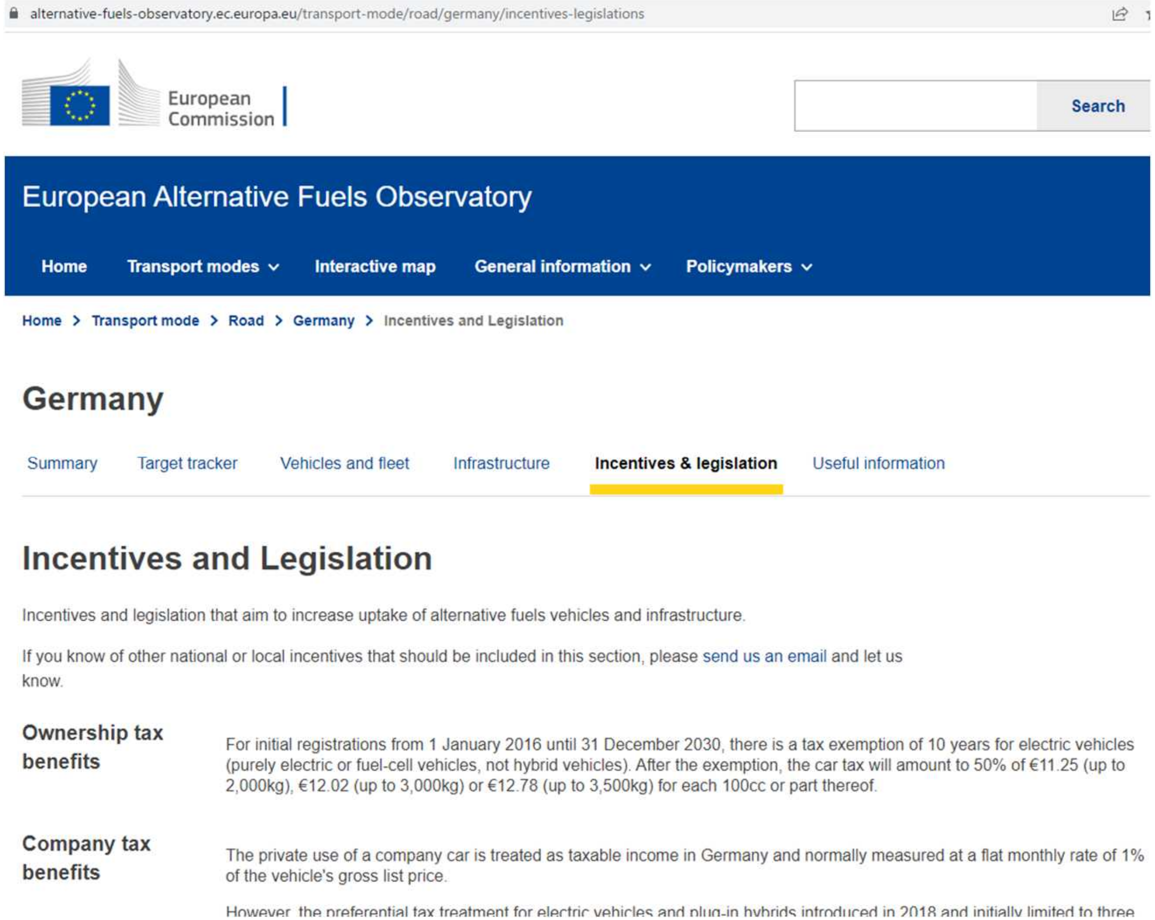
EVからの給電：避難所等で携帯電話充電、扇風機、冷蔵庫等に使用
出典：日産自動車株式会社

バッテリー交換式？

https://www.carscoops.com/2022/03/geely-now-has-a-battery-swap-station-for-cement-trucks/

櫻井見解：確かに短時間で済むが、共通化、設備のサイズやコストがネックか？

欧州の普及支援策



EAFOのサイトが比較的良くまとまっている。

・税制優遇（個人、企業）
・購入時補助金
・職場での充電に対するインセンティブ
・充電インフラ整備への補助
・有料道路通行料の優遇
・優先レーン通行権
・特定地域・都市への進入権
・輸入や登録時の優先的扱い
等々

欧州では来年にもゼロエミトラックの有料道路通行料を半額以下にする方針
→現時点では殆どのモデルがBEVのため、事実上、BEVの先行普及を促す可能性。

個人的見解：日本の課題

原動力は中国による投資規模と速さ。欧米は対抗しているだけ。
相手は犠牲も厭わず、償却年数も無視して“最大戦速”で攻めている。
中途半端な投資規模では、おそらく負ける。

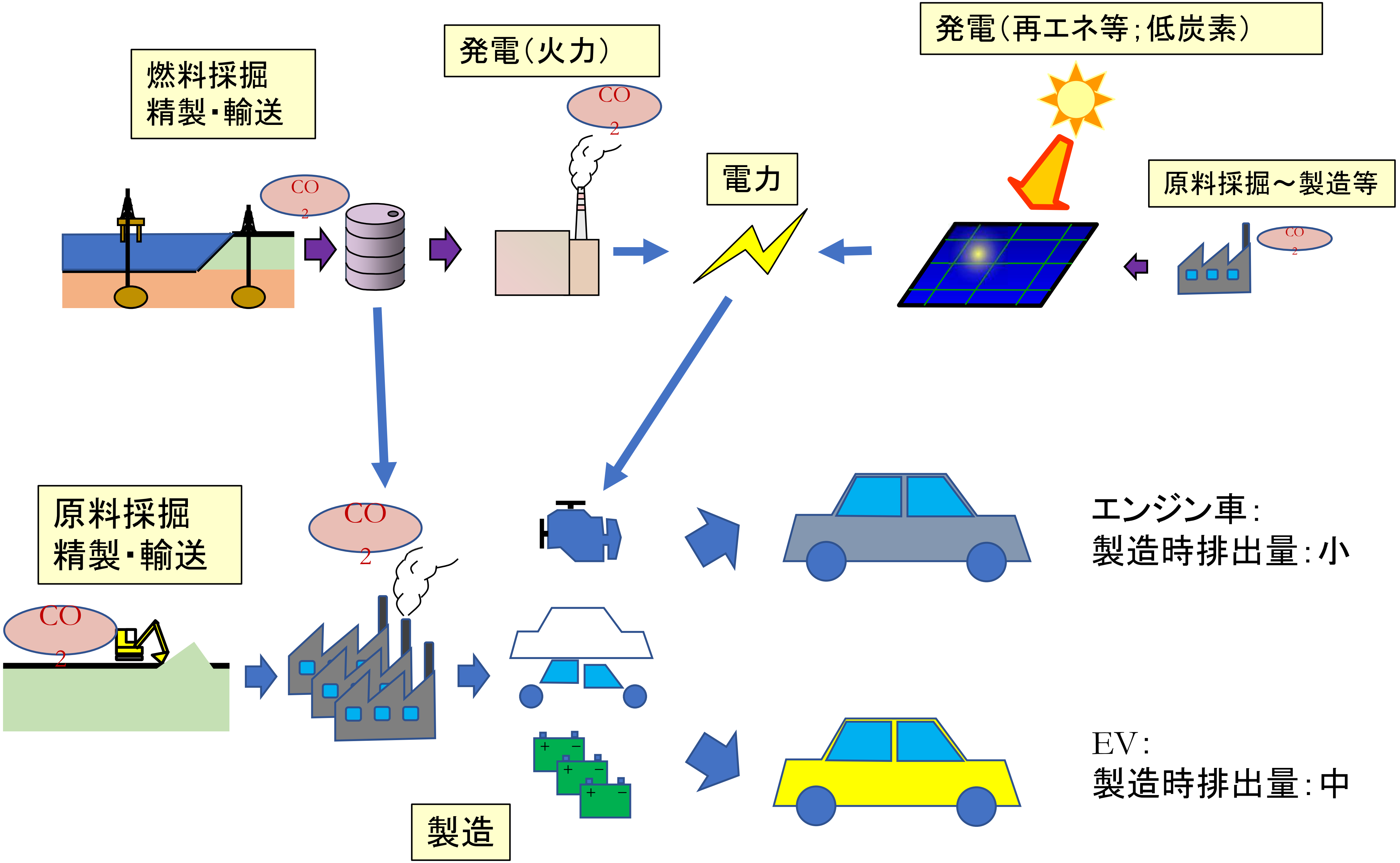
もう暫くは価格が下がりにくいかも知れないが、供給が追いついたら急激に安価になる可能性
（太陽電池と同じパターンならば）。
日本メーカーは当面、バッテリーが足りないのでは？
（かつてのシャープの二の舞？）

EVは部品点数が少ない＆安くなりそうなので、雇用にも影響するはず。
でもエンジン車では（おそらく）勝てず、EVシフトに対応しなければ余計に影響が大きくなるのでは。

- **洋上風力やエネマネ等、新分野も開拓せねば、雇用が危ういのでは。**
- **EV・暖房や工業の電化まで考慮した電力インフラ更新の検討を早急に。**
- **大型車もBEV化する前提で充電インフラの整備を。**

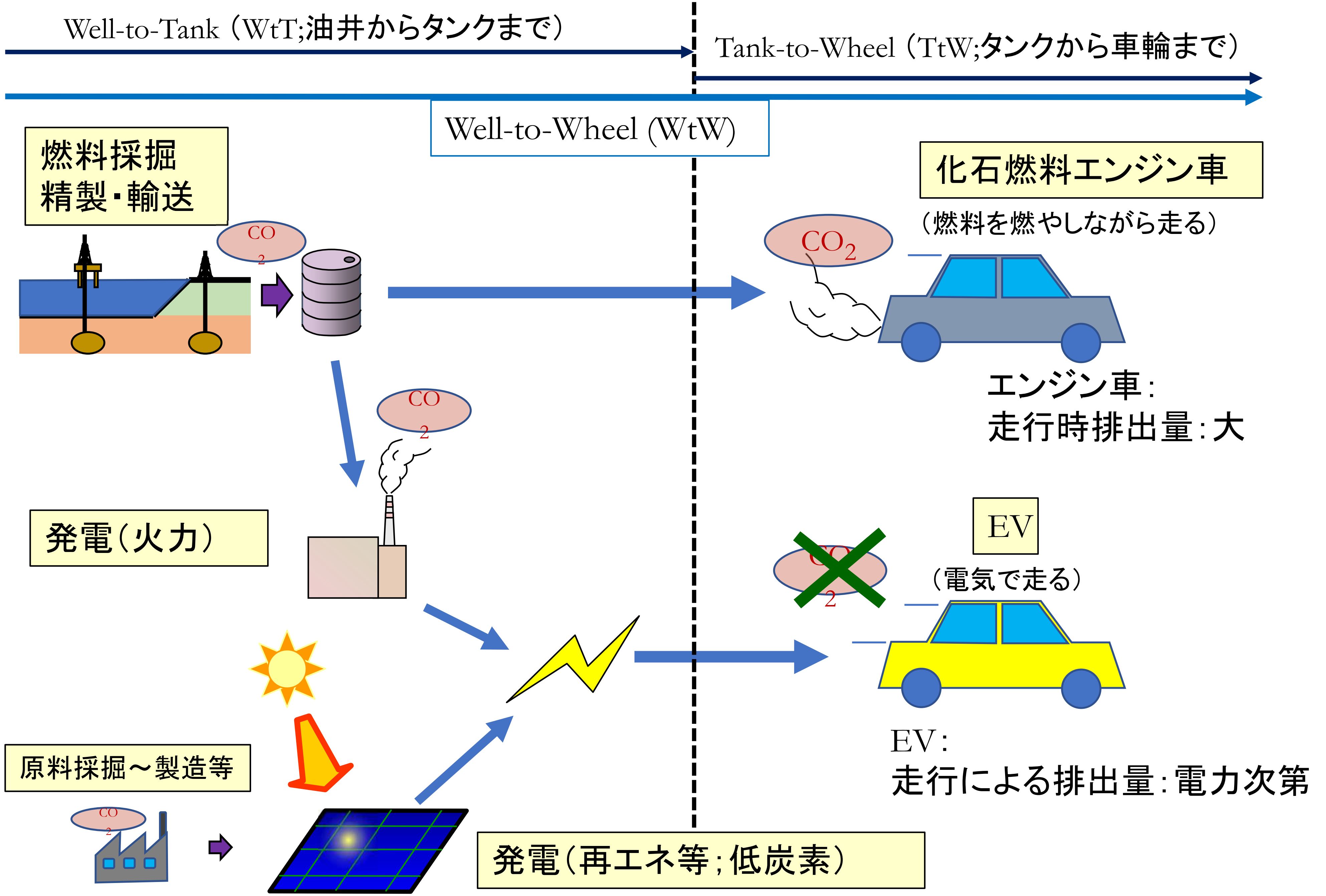
自動車製造時の排出源

2021.1.16 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0

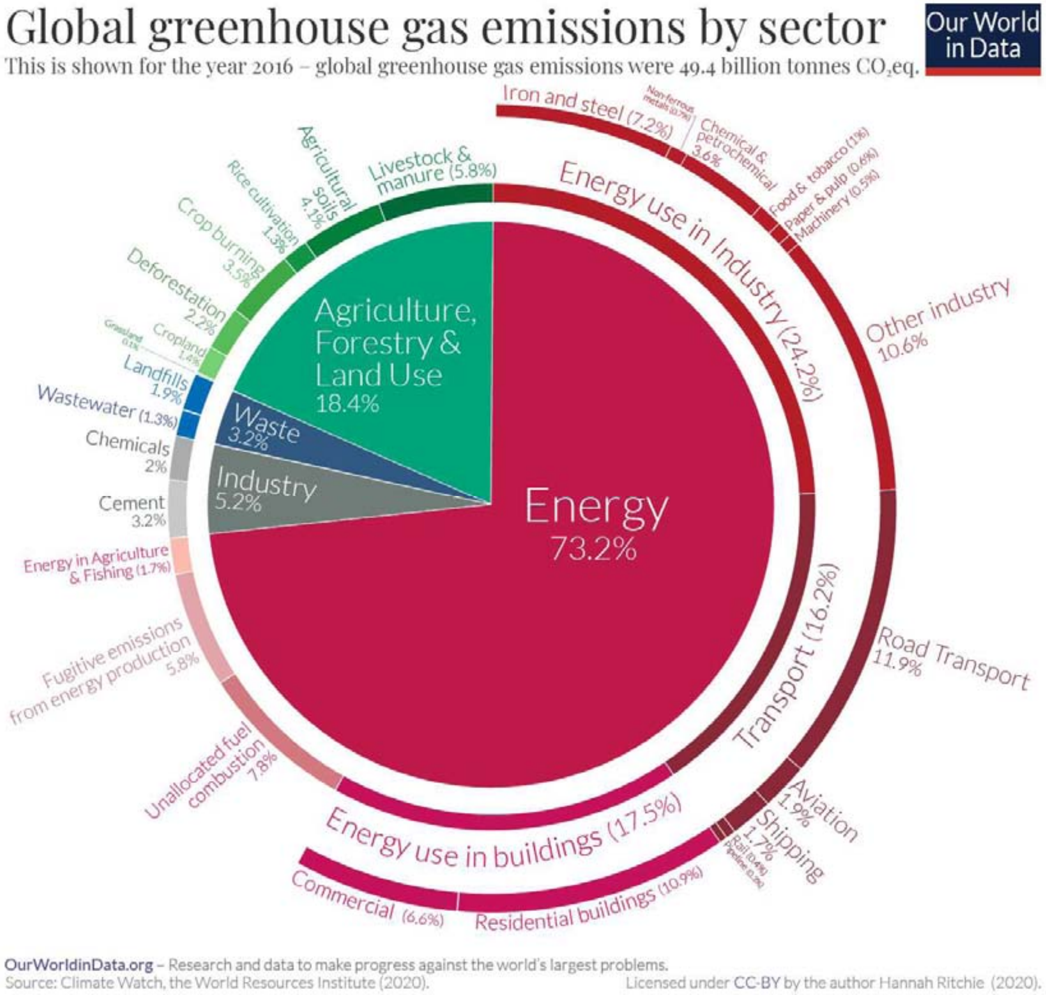


走行に伴う排出

2021.1.16 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



運輸部門からの排出の割合



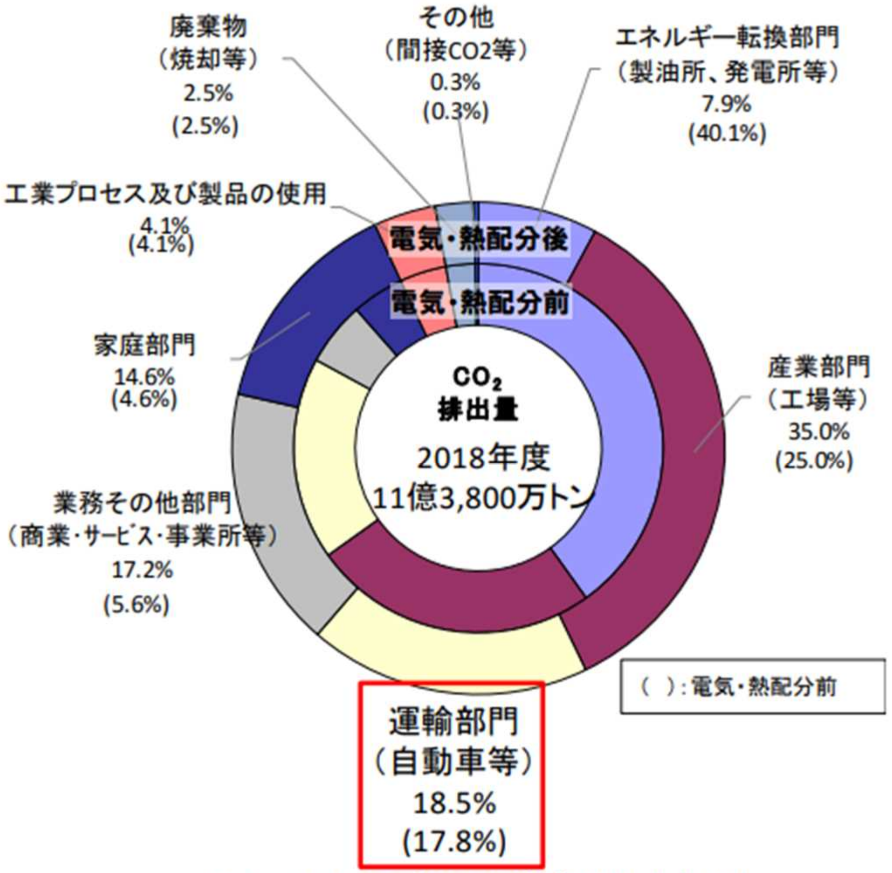


図 CO2の部門別排出量内訳

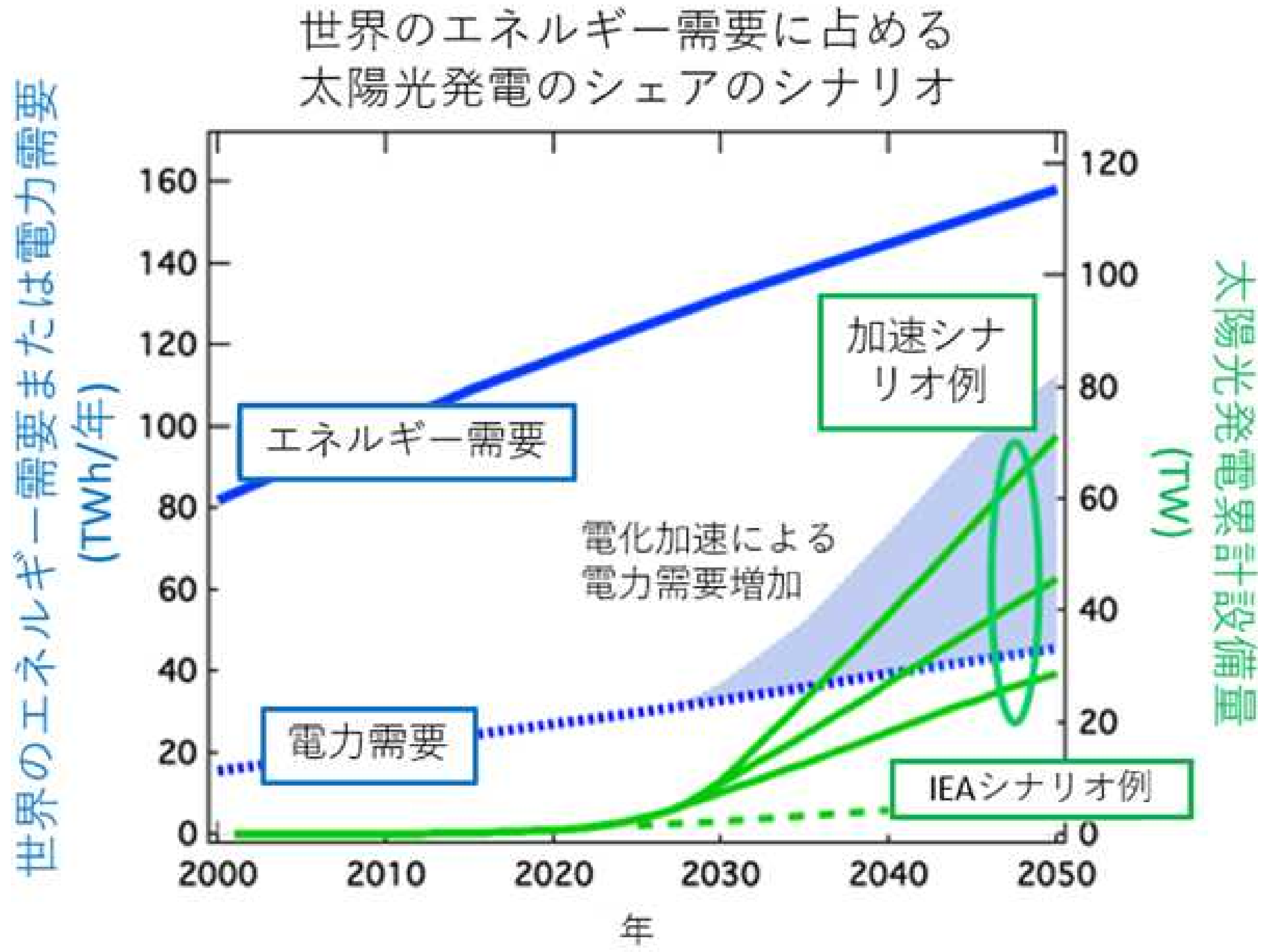
「運輸部門における温室効果ガス排出状況」（環境省、2021年）より

世界：運輸部門の排出が16%（道路が12%）

日本(2018年度)：19%（自動車が18%）

EV普及が排出量削減に与える影響

2020.12.7 K.Sakurai (AIST)
CC-BY 4.0



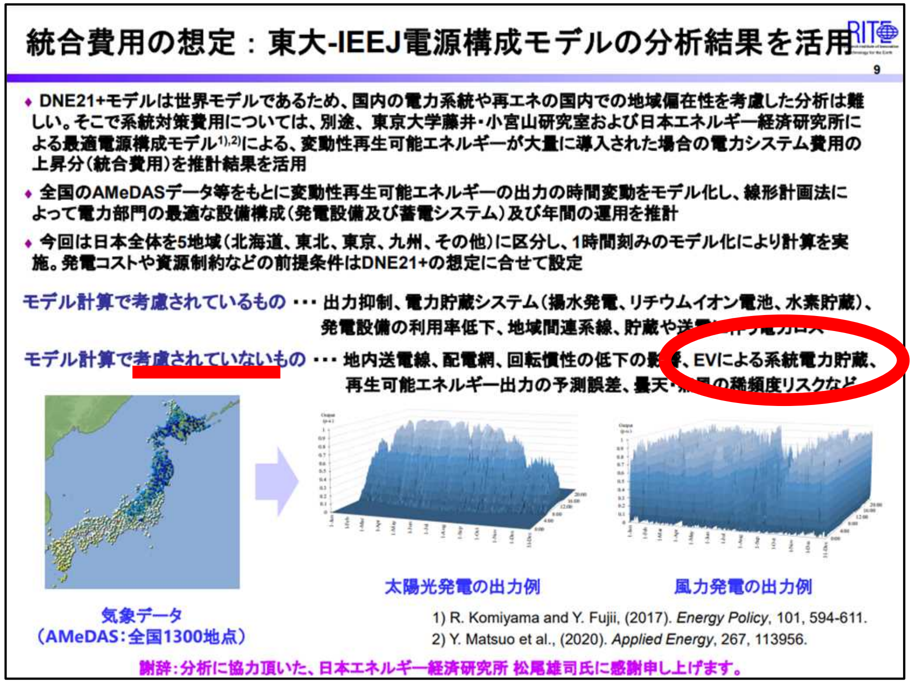
参照：N. Haegel et al, *Science* Vol. 364, Issue 6443, pp. 836-838, 31 May 2019.

https://www.aist.go.jp/aist_j/new_research/2019/nr20190626/nr20190626.html

運輸部門や熱部門の電化を進めることで、太陽光や風力による
排出量削減の余地も増大する

蓄電資源としてのEVを考慮していない排出削減試算例

“再エネシェアが増えると変動対策のため電力コストが 何倍にも“



統合費用の想定：東大-IEEJ電源構成モデルの分析結果を活用

9

- DNE21+モデルは世界モデルであるため、国内の電力系統や再エネの国内での地域偏在性を考慮した分析は難しい。そこで系統対策費用については、別途、東京大学藤井・小宮山研究室および日本エネルギー経済研究所による最適電源構成モデル1),2)による、変動性再生可能エネルギーが大量に導入された場合の電力システム費用の上昇分（統合費用）を推計結果を活用
- 全国のAMeDASデータ等をもとに変動性再生可能エネルギーの出力の時間変動をモデル化し、線形計画法によって電力部門の最適な設備構成（発電設備及び蓄電システム）及び年間の運用を推計
- 今回は日本全体を5地域（北海道、東北、東京、九州、その他）に区分し、1時間刻みのモデル化により計算を実施。発電コストや資源制約などの前提条件はDNE21+の想定に合せて設定

モデル計算で考慮されているもの・・・出力抑制、電力貯蔵システム（揚水発電、リチウムイオン電池、水素貯蔵）、発電設備の利用率低下、地域間連系線、貯蔵や送

モデル計算で考慮されていないもの・・・地内送電線、配電網、回転慣性の低下の影、EVによる系統電力貯蔵、再生可能エネルギー出力の予測誤差、曇天・　の稀頻度リスクなど

気象データ（AMeDAS：全国1300地点）

太陽光発電の出力例

風力発電の出力例

1) R. Komiyama and Y. Fujii, (2017). *Energy Policy*, 101, 594-611.
2) Y. Matsuo et al., (2020). *Applied Energy*, 267, 113956.

謝辞：分析に協力頂いた、日本エネルギー経済研究所 松尾雄司氏に感謝申し上げます。

EVによる系統電力貯蔵の効果を算入していない

考慮

https://www.iges.or.jp/jp/pub/commentary-202105/ja

「**電気自動車の蓄電池**や、バックアップ用としての既設火力発電設備（再エネ由来燃料も利用可能）、需要側の各種対策などの活用により、システム統合費用がかなり小さくて済む」

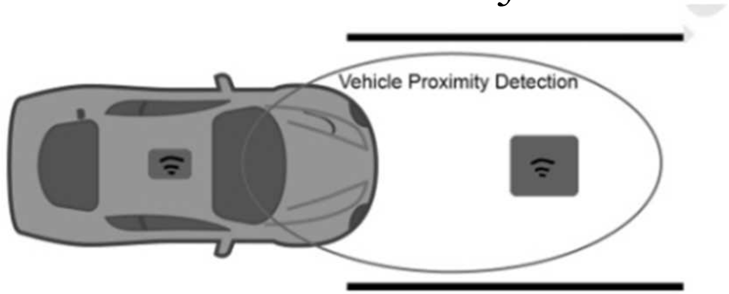
（参考）・50kWh搭載の乗用車6千万台の蓄電容量＝日本の丸一日分の電力需要量（3000GWh）
・日本の全揚水発電所の出力合計26GW; 5時間稼働した時の発電量130GWh

無線充電

開発レベルでは120kW、効率97%（有線並み）

https://www.daihen.co.jp/products/wireless/ev/

11kWまで規格化済（SAE J2954）



Wireless charging is convenient due to its non-contactless nature. One of the benefits of wireless charging is the flexibility provided in alignment between the charging infrastructure and a vehicle. While fairly large tolerances may be allowed, some level of vehicle alignment is required in order to ensure safe and efficient charging. It is primarily the responsibility of the vehicle's on-board capability to guide or otherwise assist the driver in aligning the Vehicle Assembly to the Ground Assembly. There is a need, however, for a standardized method to allow for any vehicle with a SAE J2954 compliant VA Coil to align with any SAE J2954 compliant GA Coil.

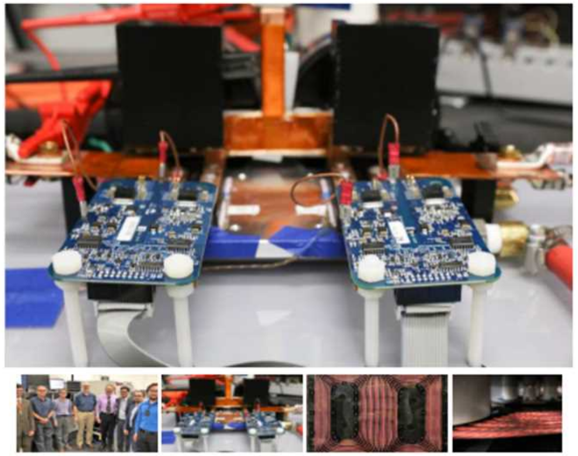
The SAE J2954 alignment sub-team has surveyed vehicle OEMs and wireless charging suppliers to determine the minimum common method of alignment to be standardized. The adopted minimum common alignment method is by means of low power excitation (LPE). LPE is the method whereby the SAE J2954 compliant GA coil is excited at a low current to induce a detectable signal on the VA. —SAE J2954. Click to enlarge.

https://www.greencarcongress.com/2017/11/20171130-j2954.html

OAK RIDGE National Laboratory | About Us | User Facilities | Science and Discovery | News | Our People | Careers

News

ORNL demonstrates 120-kilowatt wireless charging for vehicles



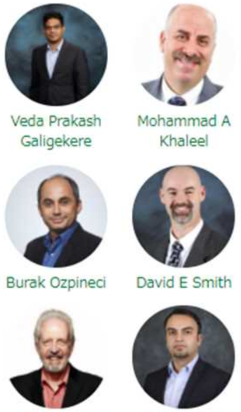
Topic: Clean Energy

October 19, 2018

OAK RIDGE, Tenn., Oct. 19, 2018—Researchers at the Department of Energy's Oak Ridge National Laboratory have demonstrated a 120-kilowatt wireless charging system for vehicles—providing six times the power of previous ORNL technology and a big step toward charging times that rival the speed and convenience of a gas station fill-up.

The wireless system transfers 120 kilowatts of power with 97 percent efficiency, which is comparable to conventional, wired high-power fast chargers. In the

Researchers



1 | Next › | Last »

Related Organizations

Energy Science and Technology Directorate
- Electrification and Energy Infrastructures Division
- Buildings and Transportation Science Division
  - Propulsion Science Section
    - Electric Drives Research Group

https://www.ornl.gov/news/ornl-demonstrates-120-kilowatt-wireless-charg vehicles

Q:EVが雪で閉じ込められたら？（試案）

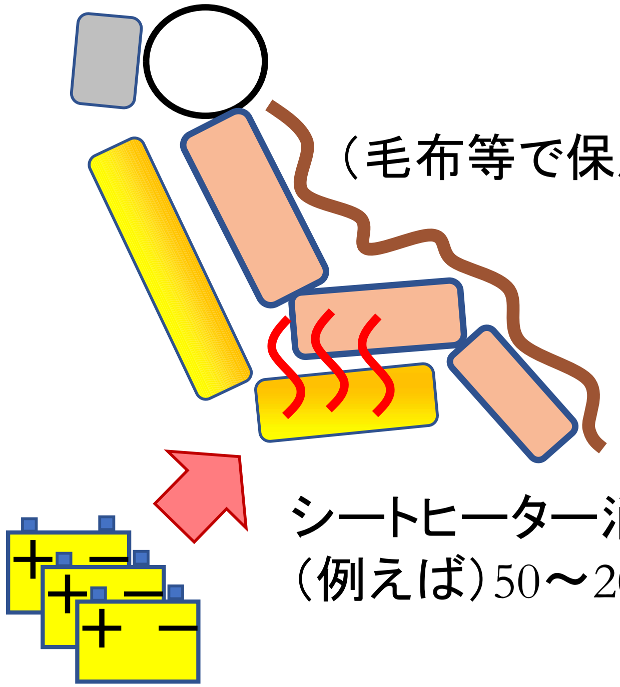
A: シートヒーターを活用すると、長時間持つ。（一部PHV,HV等も共通）

いざ閉じ込められたら：

- 電装品の節電（ナビの電源オフ、照明オフ）
- 電熱式の暖房は消費電力が大きいので避ける
（例えば3kWぐらい消費する）
- ヒートポンプ式の暖房は例えば1kWぐらいなので
ガソリン車のアイドリングと同程度の時間持つかも
（性能や条件次第）。

- **<u>主にシートヒーターで暖を取る。</u>**
消費電力は例えば平均50～200W/席なので、
他の電装品の消費が少なければ数日以上持つかも。
（熱をなるべく逃がさないよう、毛布等が重要）

- 自分の吐息での窒息に注意。時々換気。
（**BEVでは自車排ガスによる中毒の心配は無い**）
- 空調を使うなら、吸気口や周囲の積雪を時々払う。
（タイマーを使う）



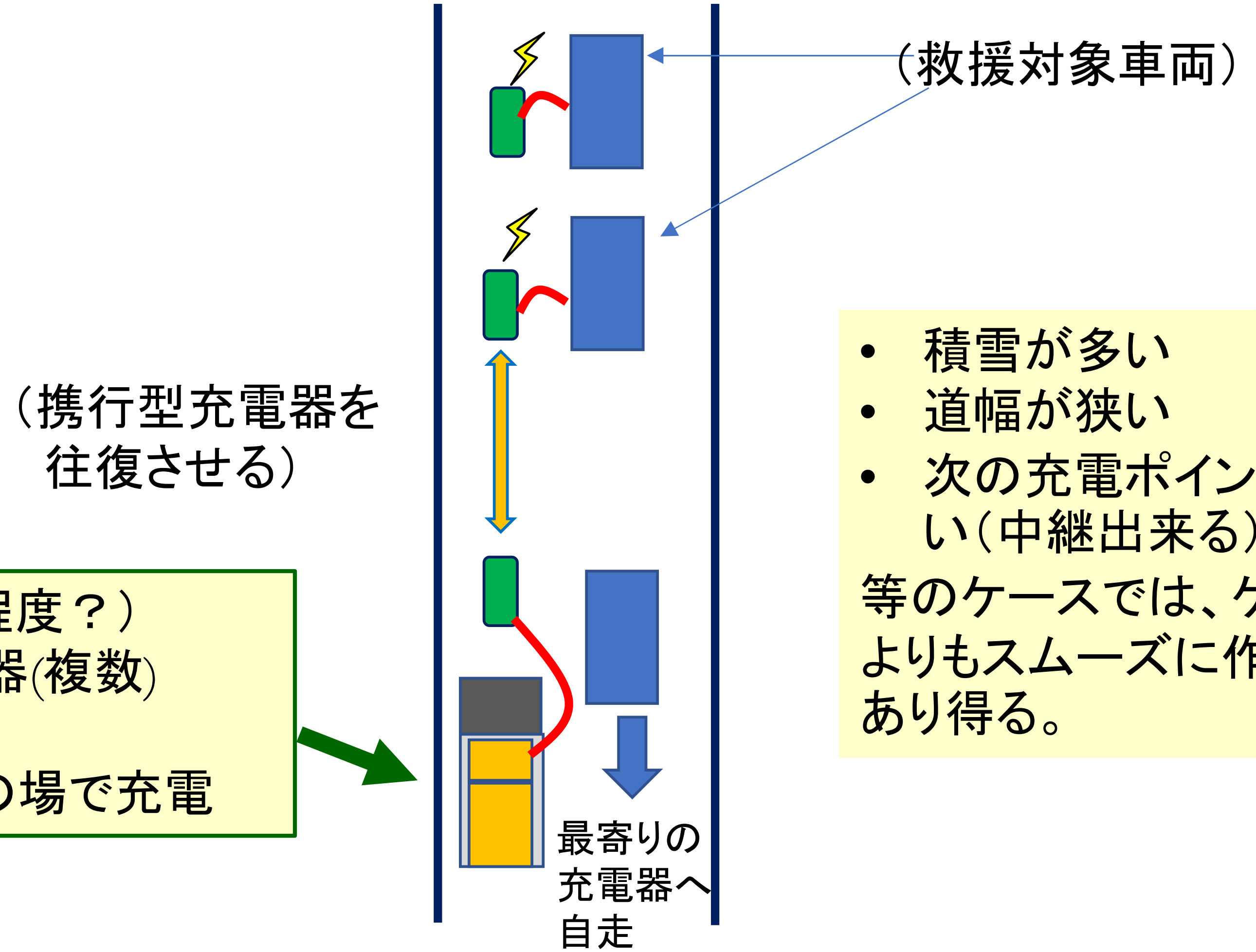
電欠車両の救助方法(案)

(CC-BY 4.0 K.Sakurai
(AIST) 2022.1.28)

(車列の端からの救出手順:携行充電器利用)

携行型充電器で、最寄りの充電器までの走行分を充電。

- 携行充電器は現状で例えば1kWhあたり5kg程度の製品が存在。技術の発達が今のペースで続くならば、10〜20年のうちにさらに数分の1に軽量化しそう。



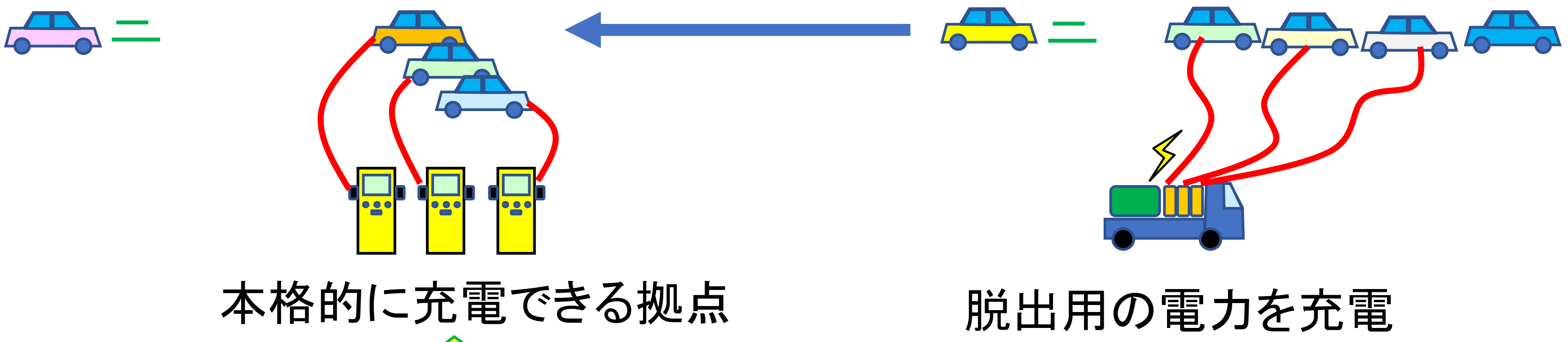
救援用トラック(10t程度?)
発電機+中速充電器(複数)

携行型充電器をその場で充電

- 積雪が多い
- 道幅が狭い
- 次の充電ポイントまでの距離が短い(中継出来る)

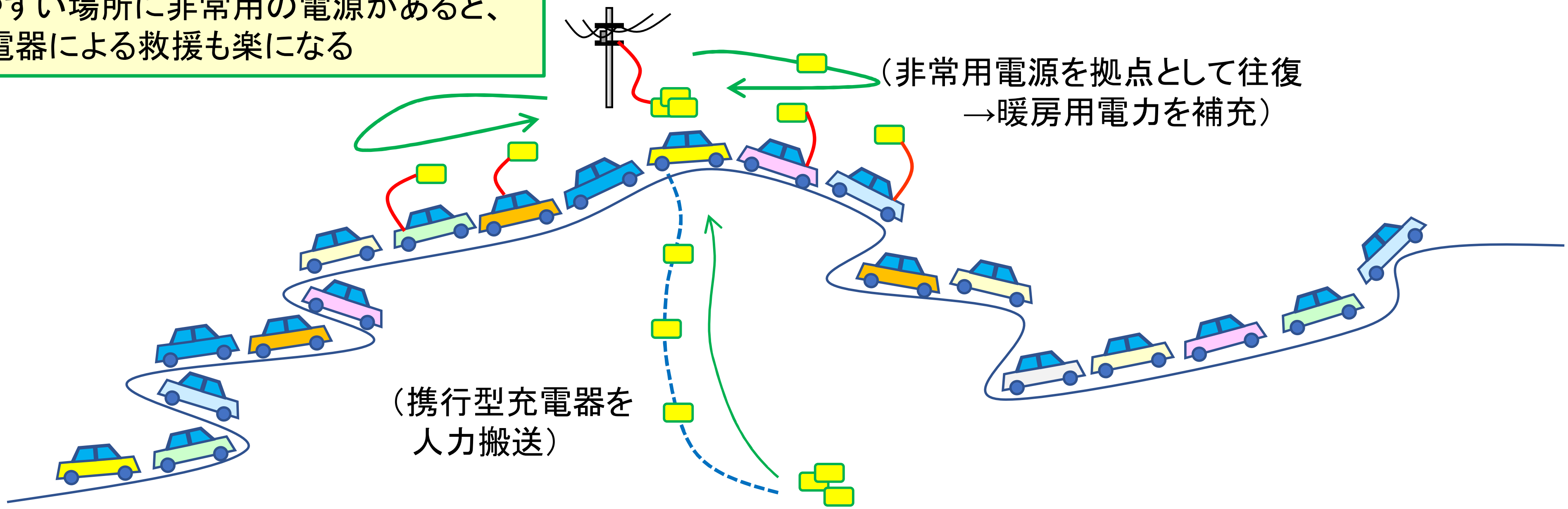
等のケースでは、ケーブルを伸ばすよりもスムーズに作業できる場合があり得る。

インフラ側での対応余地



・SA/PA等、複数台が急速充電できる拠点
もしくは
・中継用の充電拠点を設置できる待避所等のスペース
が必要。

車列が出来やすい場所に非常用の電源があると、
携行型EV充電器による救援も楽になる



途上国・新興国におけるEV普及の意味と方策

普及は必然

・気候変動対策上、不可避

・化石燃料輸入コスト削減、大気汚染抑制の観点からも求められる

・PVがあればエネルギー供給体制が不安定な地域でも利用できる

対応も必然

・これから最も伸びる市場

課題

・現時点では車両価格が高め

　→既に安価なものの販売が始まっている

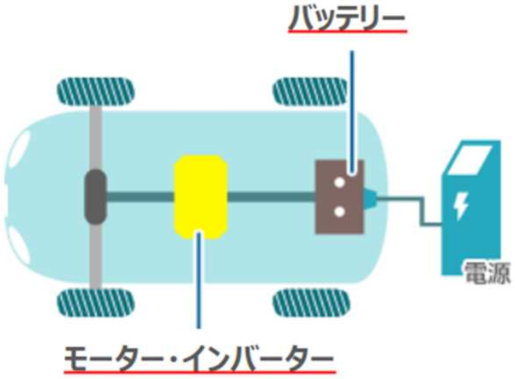
・充電インフラの整備

　→車載PVや、外部PVによる充電が役立つ

https://www.nrel.gov/usaid-partnership/energy-goals-india.html

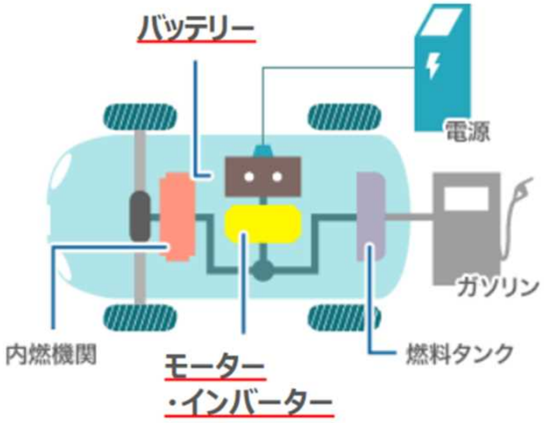
「電動車」の種類

EV
（電気自動車）



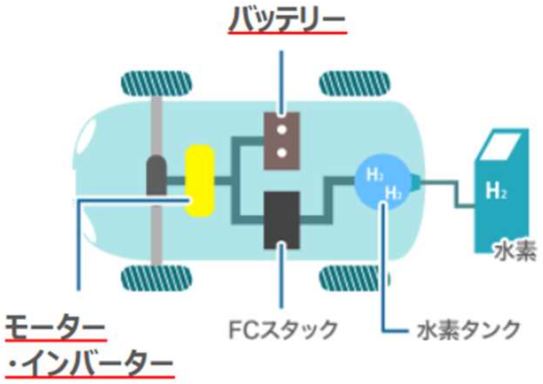
- クルマに搭載した大容量バッテリーに車外から充電し、充電された電気で走行。
- ガソリンは使用しない（電気で走行）。

PHV
（プラグインハイブリッド自動車）



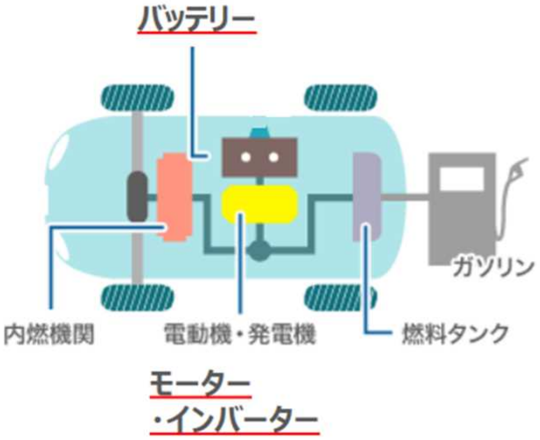
- ガソリンエンジンに加えてモーター・バッテリーを搭載。
- バッテリーはHVに比べ大容量で、EVと同様に車外から充電可能。
- バッテリー充電量が多い時は、極力EVと同様に電気のみで走るが、充電量が少なくなると、必要に応じてガソリンエンジンを作動させてHVとして走行。
- 燃料はガソリンと電気の２つ。

FCV
（燃料電池自動車）



- 水素と酸素の化学反応によって作られる電気を使用してモーターで走行。
- ガソリンは使用しない（水素で走行）。

HV
（ハイブリッド自動車）



- ガソリンエンジンに加えてモーター・バッテリーを搭載。
- 走行状況に応じてエンジン・モーターの2つの動力源を最適にコントロールし、燃費を向上させる。
- 燃料はガソリンのみ。

電動車活用促進ガイドブック（経産省・CEV）より

・どの「電動車」も走行用のバッテリーとモーターを搭載
・「EV」にBEVだけでなくPHVも含むケースもあるので注意（特に海外）
・BEV+PHVをまとめて「プラグイン車両(plug-in car)」と呼ぶことも。

解説記事

検索する　Energy Shift

ホーム　新着　オリジナル　特集　再エネ　ストレージ　電力･化石燃料　eモビリティ　サステナブル

ホーム ＞ オリジナル ＞ 電気自動車が普及するには、どれぐらいの性能が必要なの？（前編）

電気自動車が普及するには、どれぐらいの性能が必要なの？（前編）

櫻井 啓一郎

ブックマーク　URLをコピー

2020/11/16

温室効果ガス削減と再エネの電力利用にあたって、電気自動車の普及拡大が求められている。そのために価格だけではなく、航続距離や充電インフラなどの「性能」が課題だと言われているが、そうした認識は正しいのだろうか。電気自動車の普及にあたって、本当に必要なことは何か、産業技術総合研究所 安全科学研究部門主任研究員 櫻井啓一郎氏が解説する。

BEV普及のネックは、実は「航続距離」じゃない？

電気自動車（BEVもしくは単にEV）*1というと、どんなイメージを持たれるだろうか。まず、値段が高い！おまけに航続距離が短いし充電も遅い。確かに静かでクリーン*2で加速も良いかもしれないが、遠出もままならないのでは…。そんな印象を持たれている方も、多いのではないだろうか。

確かに、10年前にリーフが発売された時はそうだった。実航続距離は百数十キロ、「急速充電」しても８割充電するのに30分かかり、おまけにバッテリーの劣化も早かった。

リーフのバッテリーの劣化はその後、それなりに改善され、搭載バッテリーの量を24 → 30 → 40

自宅で基礎充電できることが前提。宿泊無しで充電機会が少ない、厳しめの条件設定。

充電中は給油と異なり、車を離れられる。駐車場で充電器と繋いで
作も無しで）食事や買い物に出かけられる。ガソリン車ならば用事
まで移動して給油して支払いもしなければならないが、この手間が
ガマンせずに済む。

高速道路を300km以上移動する場合の休憩時間の調査結果（図３）
動する間に５～６割程度の小型車ドライバーが30分以上休憩するこ
できる電力量だけで旅を完了できるかどうかを、充電速度（充電電

図３ 高速道路における小型車の総走行距離と総休

300km以上の走行距離では５～６割が30分以上休憩することが読

このような使い方では充放電回数が増えるのでバッテリーの耐久性（サイクル寿命）が重要だが、テスラ車等では25万km走行しても初期の９割以上のバッテリー容量を保てるようになっており[1]、またCATLからは160万km（100万マイル）使えるバッテリーも発表されている。

図１　EV用200Vコンセントと戸建て住宅における利用イメージ

集合住宅の場合、現在の日本では駐車場に充電設備が無い場合が多い。駐車場に普通充電器を併置するのが便利だが、費用の分担や、管理組合の同意等がネックになりやすい。 だが、今後BEVやプラグインハイブリッド車（PHV）の普及が進めば、遅かれ早かれ必要になる（特にPHVは充電速度が遅いため、基礎充電の有無がBEVよりも重要になる*2）。機械式駐車場でも、充電器付きの製品は既にある（図２）。自治体によっては支援制度を設けている例もある。

図２　充電器付きの機械式駐車場（左）と、パレット上の専用コンセント（右）

前編：https://energy-shift.com/news/41ea0992-1f9e-49ee-a138-0dc3c058c5f6

後編：https://energy-shift.com/news/47f78e8e-506c-4741-925b-d0d8b692a0a9