

日本における電気自動車の柔軟性資源としての活用戦略

Possible utilization strategy of electrical vehicles as flexibility resource in Japan

櫻井啓一郎*

1. はじめに：市場動向

近年、世界的に電気自動車の伸びが著しい。10年前は高価、航続距離も短い、充電も遅い等の課題から用途が限られ、light vehicle（乗用車およびピックアップトラック等）に占める割合が0.2%程度で

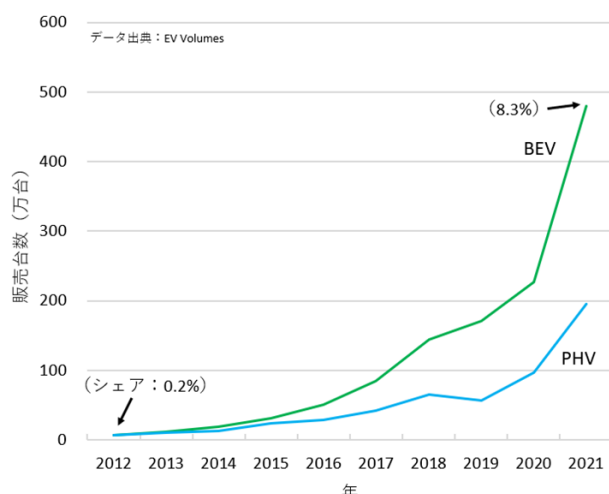


図1 世界のBEV/PHV販売台数 (light vehicle)

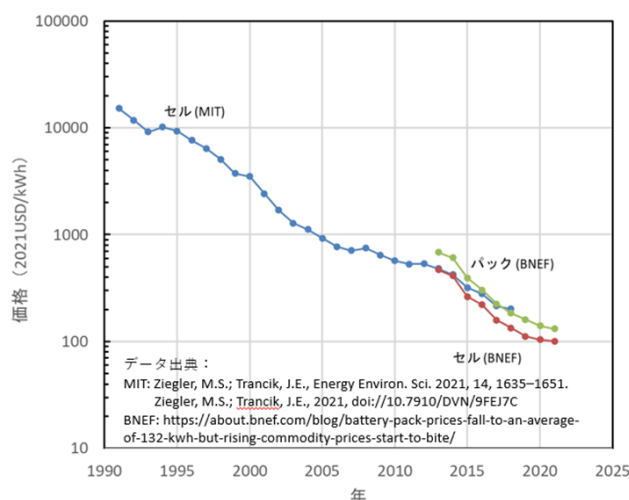


図2 リチウムイオンバッテリーの価格推移

あったところ、性能向上や価格低減により普及が拡大し¹⁾、2021年はBEV（Battery Electric Vehicle、純粋な電気自動車）のシェアが約8%に達したとみられる（図1）。

リチウムイオンバッテリーの価格は30年ではほぼ100分の1になっている（図2）。需要の急増により、直近では価格低減ペースが鈍っているが、それでも2023～2030年にかけてBEVがエンジン車よりも安価になると見られている¹⁾。

世界のリチウムイオンバッテリーの生産規模は現時点での発表分だけで2025年までに4倍以上に増加するとも言われる¹⁾。定置蓄電池の導入量も、2030年までに2020年の20倍以上に伸びると見られている²⁾。

バッテリーは2021年時点でBEV向けのセル価格が平均で\$97/kWhと、\$100/kWhの大台を切っている³⁾。安価なLFP（鉄リン酸）型は一般に寿命が長く⁴⁾、サイクル寿命5千回を超える物も既に市販されている。EV搭載時の寿命も向上し、ユーザー報告ベースの統計で25万km走行しても平均で初期の9割以上を保つ車種も報告されている⁵⁾。EVの航続距離も伸び、充電速度も向上している¹⁾。各国で超急速充電インフラの整備も進められている¹⁾。北欧のノルウェーのように2021年時点で市場の65%がBEVに、純粋なエンジン車が1割未満になった市場もある⁶⁾。

BEVは現状でも世界の95%の地域で排出削減になると見られ⁷⁾、気候変動対策上も普及が不可欠とみられる⁸⁾。最近の技術や生産条件では、日本の走行距離や電源構成においても、BEVは排出削減になる（図3）。最大の生産国である中国でも個別企業を含めて再生可能エネルギーの普及が進んでおり⁹⁾、

*産業技術研究所 安全科学研究部門 主任研究員

中国全体の電力の排出原単位でも 2020 年時点で 537g-CO₂/kWh と、日本（466g-CO₂/kWh）と 15% 差まで迫っている¹⁰⁾。

同様に排出削減になる技術としては、航続距離や充填時間から水素を用いる燃料自動車（FCV）も有力視されていたが、近年の BEV の充電速度や航続距離の向上、コスト低減により、FCV のマスマーケットでの普及は難しいと見られている¹¹⁾。

以上のように、BEV は既に世界的に普及が始まっており、今後の主流になるものと見られている¹²⁾。

2. BEV の電力消費量と柔軟性

BEV の電力消費量は、どのぐらいになるのだろうか。2019 年の日本の自動車の走行キロと燃料消費量¹³⁾ から概算すると、自家用旅客自動車（約 6 千万台、バス・特種除く）の走行キロの合計は約 5200 億 km である。これを EV で置き換えた時の平均電費を 5km/kWh と仮定すると、年間の消費電力量は約 1 千億 kWh、日本の発電電力量合計（12224 億 kWh、2019 年度）¹⁴⁾ の約 9% と推算される。

また燃料消費量の対比から上記以外の自動車も全て置き換えた場合の消費電力量を概算すると 1812 億 kWh、同 15% となる。つまり日本の全ての自動車を BEV に転換すると旅客用乗用車 6 千万台全てで約 1 割、全自動車で 2 割弱、国の発電量を増やすことになるのではないと思われる。全ての自動車を置換するには例えば 20 年以上かかると考えられ、単純な量だけであれば、現実的に対応可能な増加ペースであろう。

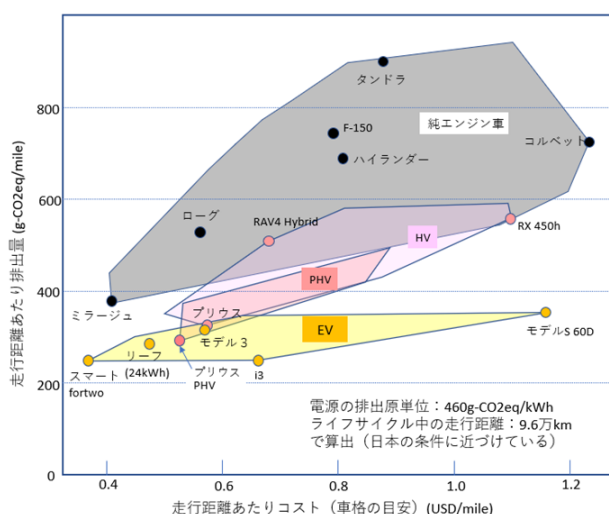


図3 各種自動車の排出量の見積もり。車体やバッテリーのライフサイクル中の排出量も含む、Well-to-Wheel での LCA 結果である⁸⁾。

問題は、BEV を充電する方法と、タイミングである。

BEV の充電器というと、自動車販売店やショッピングセンターの駐車場でみかける、人の背丈ぐらいの大きさの充電器で 30 分ぐらいかけて行うもの、というイメージを持たれる方も多いだろう（図 4）。だがこのような出先での充電は本来、補完的な役割に過ぎない。

BEV の充電は基本的に、夜間の住宅、あるいは昼間の勤務先等で、何時間も駐車している間にゆっくりと行う普通充電を主体にするのが最も便利である。例えば自家用乗用車はどの時間帯でも、9 割前後がどこかに駐車されている¹⁵⁾。その駐車場に併設して、水筒 1～2 個分程度の大きさの普通充電器や、もっと小さな 200V のコンセントで普通充電を行う（図 5）。

住宅用の普通充電器は出力 3kW～11kW ぐらいのものが市販されている。寝ている間に 10 時間充電すれば 30～110kWh、走行距離にして例えば 180～660km 分を充電できる（電費 6km/kWh の場合）。設備さえあれば、例えば日常の 8～9 割の充電電力量はこうした普通充電になる。ガソリンスタンドに寄る必要がなくなり、朝になれば満充電になっている。集合住宅の機械式駐車場や貸し駐車場に装備する例も見られる。

ここで例えば、全ての自家用車が帰宅時にすぐに充電を始めたなら、ただでさえ需要が高い夕方の電力需要が増えてしまう¹⁶⁻¹⁷⁾。帰宅時にコンセントや普



図4 パーキングエリアの急速充電器の例（大黒 PA）

通充電器に繋ぐが、充電自体は夜中に自動で始めるのが良い。それも、設定しないユーザーが一定割合いることへの対策として、販売時点でタイマー充電機能や、HEMS等と連携する動的なデマンドレスポンス機能をONにしておく。さらに充電開始・停止時刻もランダムにばらけさせておき、特定時刻での電力需要の急激な変化を避ける、等の工夫が有効と思われる。

昼間についても工夫の余地がある。現時点の日本でも既に昼間に太陽光発電の電力が余り、捨ててしまうことがある（出力抑制）。そのような日には昼間の電力を安くし、勤務先の駐車場に設置した普通充電器やコンセントで充電して貰うのが有効である（図6）^{16, 18)}。

さらにV2H（Vehicle-to-home）の設備があれば、持ち帰った電力を自宅で利用することもできる。このようなV2H設備は現時点では専用インバータを搭載しており、数十万円以上の導入費用が必要だ。しかし将来的には車載インバータを活用することで、もっと安価になるかも知れない。



図5 EV用コンセントの例（200V 20A）

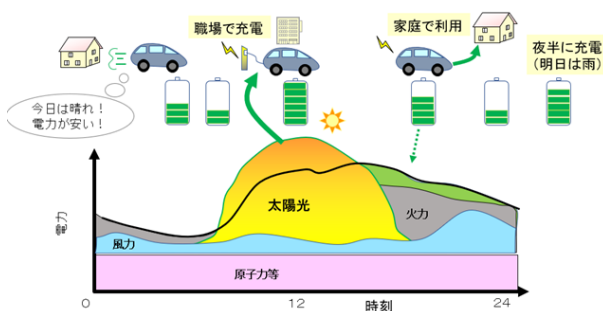


図6 BEVの余剰蓄電能力の活用イメージ

このようにBEVの蓄電池やV2Hを活用すれば、ユーザーは安い電力を使えて嬉しいのはもちろん、夕方の電力需給を緩和して価格を下げる効果も期待できる。また無駄になるはずだった再エネ電力を活用することで、国全体で化石燃料の消費量を削減するだけでなく、再エネ事業者の収支を改善して普及を促す効果も期待できるだろう。

しかもBEVの柔軟性資源としての能力は膨大である。仮に日本の乗用車6千万台が平均50kWhのバッテリーを搭載したBEVに置換された場合、そのバッテリー容量の合計（約3TWh = 3000GWh）は日本全体の一日の消費電力量と同程度になる。日本の全水力発電所（22GW）が必要ピーク時に5時間稼働しても110GWhの計算なので、乗用車のわずか4%がBEV化した時点でそれを凌駕するバッテリー容量になる。

一方で日常的に利用する物であるため、BEVを用いた電力の需給調整は基本的に1～数日以下の短周期の調整向きである。1週間～数ヶ月といったより長期のエネルギー貯蔵手段には、フローバッテリーや水素等の利用が検討されている¹⁹⁾。

3. 電力インフラの一部として求められる機能

BEVのバッテリーはコストが自動車としての価格に既に含まれているため、電力系統から見れば余力を集めるコストだけで利用できる、安価な蓄電資源でもある。今後バッテリー自体の価格低減に伴って定置型蓄電池の経済合理性が増すとしても、資源を有効活用する観点からは、住宅や職場、集客施設等の充電器を通じて、BEVのバッテリーの余力を電力需給の調整に極力活用するのが合理的と言える²⁰⁾。

既に個々の充電器に通信機能を持たせることが当たり前になっており、使用状況を到着前からカーナビで確認したり、認証機構を持たせて特定のユーザーや車両だけに充電を許可して自動的に課金したりすることも可能になっている。今後はさらに、電力需給状況（＝電力価格）に応じて車や充電器が自動的に充電条件を判断し、例えば需給逼迫時は充電速度を下げて最低限の充電量で済ます、あるいは明日が晴天で職場充電できるなら夜間の自宅充電を控える、等の制御を普及させることで、BEVの蓄電能力をより有効に活用できるだろう（図6）。

充電器に太陽電池や蓄電池を併設することで需要の平準化や受電契約容量の引き下げのみならず、緊急時における緊急車両や近隣施設への給電も可能に

なる（図7）。幹線道路沿いに限らず、BEV・充電器・定置型蓄電池・太陽光発電・V2H等を連携させるのは災害対策として有効である。近年の災害時にもBEVが避難所や住宅への給電で活躍しているほか、太陽光発電の自立運転モードでも充電が可能である。国もマニュアルを作成し、災害時の活用を促進している²¹⁾。

加えて昨今は気候変動により、夏期は熱中症の危険性が増している²²⁾。35℃を超えるような猛暑日においては通風で暑熱を防ぎにくく、長時間停電すると人命に関わる恐れもある。今後の建造物においては断熱や日射制御の徹底に加えて、V2Hや定置型蓄電池等で停電時の電源を確保し、エアコンを稼働できるようにしておく必要性が増すものと思われる。

また寒冷地においても、化石燃料の暖房を廃して寒冷地対応のエアコン等で暖房することになるため、同様に停電時の電力確保の必要性が生じる。

すなわちBEVの普及は運輸部門だけでなく、家庭部門の脱炭素化をも助けるものと考えられる。

4. 多様化する BEV

BEV というと 4 輪の乗用車を思い浮かべられるかも知れないが、世界的には 2 輪・3 輪の BEV 化が先行している。2020 年時点で所有されている台数の 25%、販売数ベースでは 44% が BEV になったと推定されている¹²⁾。こうした軽車両では搭載バッテリー容量が小さいために充電時間が問題になりやすいが、近年、バッテリー交換式のスクーターが台湾等で普及しつつある（図8）。バッテリーの電力が少なくなったら手で取り外し、街角のステーションで交換して利用する。コストではガソリンの同等のスクーターよりも安上がりであり、インド等でも普及が見込まれている²³⁾。

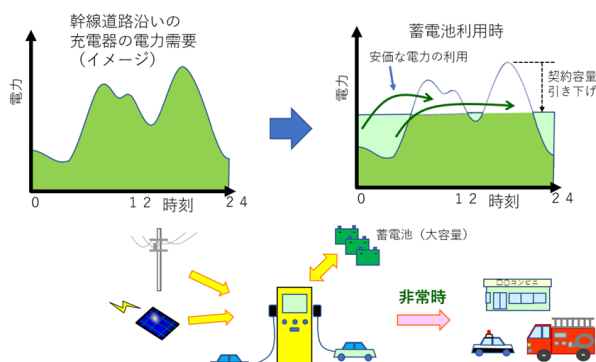


図7 急速充電器への太陽光発電・蓄電池の併設イメージ

さらに最近では中国メーカーを中心に4輪車や大型トラックにまでバッテリー交換式を導入する例が見られる。ステーション内でバッテリーを電力需給に合わせて充（放）電できるため、電力系統との親和性を高められる。ユーザーにとっても、バッテリーがリースになるため車両価格が安くなる、中古価格も下がりにくい、バッテリーの性能が選べる等の利点がある。

ただし4輪車や大型車の交換式バッテリーは今のところ、標準化されていない。また今後充電が速いバッテリーの製品化が進み、バッテリー交換式のメリットが薄れる可能性も考えられる。

都市内の路線バスや配送用トラック等でも、BEV化が進んでいる。スクールバスでは昼間に系統に対して柔軟性を提供する例も見られる¹²⁾。路線バスで充電レートの高いバッテリーを搭載し、停留所等でパンタグラフを用いて超急速充電する例も見られる。大手通販企業や郵便局が配送用車両を大量調達する例も、日本を含めた各国で見られる。

無線充電で非接触のエネルギー補充が可能なのも、BEVの特長である。所定位置に駐車するだけで充電やV2Xが可能で、シェアリングサービスや自動運転、営業用車両等で有用である。現時点で11kWまではSAEJ2954として規格化されている他、出力120kWかつ電源からバッテリーまでの伝送効率97%という技術も開発済みである²⁴⁾。

道路に無線充電器を埋め込んだり、架線を敷設したりする走行中給電の開発や実証も、各国で行われている。ただしこれを乗用車の充電手段として普及させると朝夕のラッシュ時に充電需要が集中してし



図8 バッテリー交換式EVスクーターと交換ステーション。
(CC BY-SA 4.0 Alexsh@Wikipedia)

まうため²⁵⁾、長距離の自動輸送等、用途を絞って用いられることになるのではないだろうか。

このように BEV も多様な車種や充電手段の普及が見込まれ、また進んでいる。充電インフラを設計する際、留意が必要と思われる。

5. 急速充電器の出力と、充電スポットの受電規模

日常的な充電では普通充電が主体になる一方、航続距離を超えるような長距離移動では、休憩時間中に行う急速充電が必要となる。この急速充電には、どのぐらいの出力が求められるだろうか。

急速充電の速さの影響を、BEV で片道 400km を日帰り（合計 800km 移動）する場合を例に示す（図 9）。ETC のデータから、300km 以上を移動する場合、5～6 割以上の車が合計 30 分以上の休憩を取る事が分かっている²⁶⁾。ここから、800km の道中、合計 60 分以上の休憩を取る車が多いと見積もれる。

一方で旅を完了するのに最低限必要な電力量を充電する時間を見積もると、例えば平均 100kW で充電できれば合計 44 分以上充電すれば良く、休憩時間中の充電で間に合う。しかし 50kW では 88 分以上かかり、充電だけのために休憩時間を延ばすケースが増えると考えられる。一方、250kW で充電できる BEV の場合は 18 分弱の充電で足りる計算となり、休憩時に充電しなくても良い場合も増えると思積もられる。

このように、経路充電では充電速度が使い勝手に大きく影響する。図 8 のような現在の乗用車で一般的な条件の場合、およそ 100kW 以上の充電速度が望ましいと考えられる。100kW 以上で充電できる車種は 2017 年頃まではテスラの EV のみであったが、近年は各社から 100～350kW での充電に対応した車種が発売・発表されている¹²⁾。

次に、SA・PA・道の駅等の受電容量の見当をつける、簡単な見積もり方法を提案する。日本最大の海老名 SA の下りを例に取ると、給油スペースが 9

台分あり、うち 2 台分がトラック向けである。給油スペース 7 台分が乗用車で利用されると仮定し、給油機の操作や支払い等まで含めて乗用車 1 台あたり平均 7 分かかると仮定すると、一時間に最大 60 台に給油できる。例えば一台あたり平均 200～500km 走行分を補充すると仮定すると、一時間あたり約 1.2～3 万 km 走行分を補充する計算になる。高速走行時の平均電費 5km/kWh を仮定して全乗用車が BEV になった時に必要な電力を算出すると、約 2～6MW と見積もれる。仮定に基づく大雑把な見積もりであることに留意頂きたい（詳細な解析には、カーナビ等の移動データを用いた方が良い）。また実際には後述のように、トラック等の乗用車以外の車によってさらに電力需要が増えるかも知れない。

充電器を併設する駐車スペースの数については、充電がある程度以上速くなれば、充電そのものにかかる時間よりも、買い物なり食事なりで滞在する時間に左右されるようになると考えられる。例えば SA の平均滞在時間が 30 分とすれば、充電可能スペース 1 つあたり 1 時間に平均 2 台が利用できる。経路充電を行う車両が 60 台/時間ならば充電可能スペースが 30 台分以上、100 台/時間ならば 50 台分以上必要、という具合である。その経路充電を行う EV の台数は、普通充電・機会充電の普及状況や、その頃の EV の航続距離、電力料金・充電料金、自動運転を含めた自動車の利用形態の変化等の要因に左右されると思われる。

6. 大型・長距離輸送も BEV 化した時の影響

長距離を走るトレーラー等、大型車（特大車含む）や長距離車では、水素を使う燃料電池車（FCV）も有望視されてきた。ところが先述の通りバッテリーの価格低減と性能向上で、BEV の普及が進みそうな情勢である。現時点で長距離用途ではまだ BEV の方が FCV より重量が重くなりやすい（その分、積載量が減る）が²⁷⁾、バッテリーの重量エネルギー密度はここ 10 年で 2～3 倍のペースで向上しており²⁸⁾、近い将来に差が無くなっていくと期待される。充電速度についても、ドライバーの休憩時間内に必要量が充電できる速さのバッテリー製品が既に登場している。さらに BEV ではプラグの抜き差しだけで支払いまで自動的に完了する Plug-and-Charge (PnC) の普及が始まっており、これで時間の節減が可能なことも、大型・長距離 BEV の普及に寄与するかも知れない。

では大型・長距離用途でも BEV 化が進んだ時、

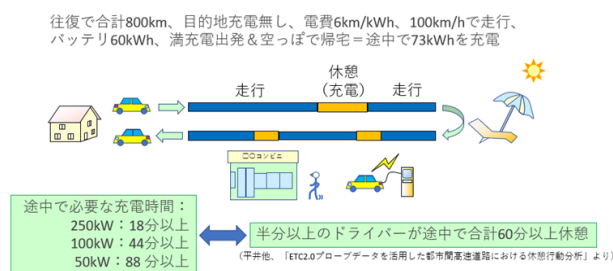


図9 長距離移動時の充電速度の影響例

充電インフラ側ではどのような対応が求められるだろうか。

まず大型・長距離用途でも乗用車に似て、物流拠点等の比較的長時間駐車する場所での充電インフラの整備が、利便性やコストの観点から重要である²⁹⁾。短距離用途であれば、拠点での充電だけで足りる。長距離になるにつれて、移動中の経路充電（急速充電）も欠かせなくなってくる。大型車向けの充電器は、出力も大きくなる。たとえば欧州自動車工業会は、幹線道路沿いに100km以下の間隔で充電スポットを整備し、それぞれの充電スポットに2030年までに1.2MW超の充電器を4つ以上、より低出力の充電器まで合わせた合計出力にして6.5MW以上を整備するように要請している³⁰⁾。また補完的な道路沿いの充電スポットにも、1つ以上の800kW以上の充電器を含む、合計3MW以上の充電器の整備を求めている。

さらに乗用車向けと異なり、長距離ドライバーが宿泊しながら充電する夜間需要にも注意が必要である。幹線道路沿いで車中泊、あるいは宿泊施設に泊まりながらの長時間の充電であっても、何百kWhものバッテリーを積んだ大型車では例えば100kW前後での充電が求められる³⁰⁾。蓄電池を併設して受電容量を抑えようとしても、大型車ドライバーが多数宿泊するような施設の場合、蓄電池を充電する余裕が無かったり、夜間でも大型車の急速充電需要があったりして、やはり高圧受電契約1回線（2MWまで）では収まらない場合もあり得るだろう。このような大型車までBEV化した場合の充電需要について欧米では車両の移動や道路網まで含めたシミュレーションが進められているが、全体的にはまだ検討課題が多く残されている状況である³¹⁾。また日本において大型車まで含めた同様のシミュレーションの報告例は、まだ見当たらないように思われる。変電所や特別高圧配電線等のインフラ構築には年数がかかりやすいことから、早めの検討が必要なのではないだろうか。

7. おわりに

以上駆け足ではあるが、BEVの普及動向や充電インフラの構築戦略、電力インフラへの影響や蓄電資源としての活用法を紹介させて頂いた。BEVは発展途上の技術であり、いつ新しい技術が出てくるか分からない。充電速度やバッテリー搭載量、普及ペース等は変わり得るし、バッテリー交換式や無線充電が普及したり、自動運転の普及で充電パターン

が大きく変わったりするかも知れない。ここに挙げた数字は参考程度と考えて、常に新しいデータを探されるようにお勧めする。EV普及への対応方針立案に際し、本稿が微力でもお役に立てば幸甚である。

参考文献

- 1) Bloomberg NEF, Zero-Emission Vehicles Factbook (accessed 10 Feb 2022), https://assets.bbhub.io/professional/sites/24/BNEF-Zero-Emission-Vehicles-Factbook_FINAL.pdf
- 2) Bloomberg NEF, Global Energy Storage Market Set to Hit One Terawatt-Hour by 2030 (accessed 10 Feb 2022), <https://about.bnef.com/blog/global-energy-storage-market-set-to-hit-one-terawatt-hour-by-2030/>
- 3) Bloomberg NEF, Battery Pack Prices Fall to an Average of \$132/kWh, But Rising Commodity Prices Start to Bite (accessed 10 Feb 2022), <https://about.bnef.com/blog/battery-pack-prices-fall-to-an-average-of-132-kwh-but-rising-commodity-prices-start-to-bite/>
- 4) Y. Preger et al., J. Electrochem. Soc. 167, 120532 (2020).
- 5) Plug-in America, Battery Survey Model S (accessed 10 Feb 2022), <https://survey.pluginamerica.org/model-s/charts.php>
- 6) OFV, 2021 was the all-time record year for new car registrations (accessed 15 Feb 2022), <https://ofv.no/aktuelt/2022/2021-ble-tidens-rekord%20C3%A5r-for-nybilregistreringer>
- 7) F. Knobloch et al., Nature Sustainability volume 3, pages437–447 (2020).
- 8) M. Miotti, G.J. Supran, E.J. Kim, J.E. Trancik, Environ. Sci. Technol. **50** (20) 10795–10804 (2016).
- 9) Climate Transparency, Comparing G20 Climate Action Toward Net Zero China 2021 (accessed 15 Feb 2022), <https://www.climate-transparency.org/wp-content/uploads/2021/10/CT2021China.pdf>
- 10) Carbon Footprint, Country Specific Electricity Grid Greenhouse Gas Emission Factors v 0.1 – January 2022 (accessed 16 Feb 2022), https://www.carbonfootprint.com/docs/2022_01_emissions_factors_sources_for_2021_electricity_

- v10.pdf
- 11) P. Plötz, Nature Electronics 5, 8–10 (2022).
 - 12) Bloomberg NEF, EVO Report 2021 (accessed 10 Feb 2022), <https://about.bnef.com/electric-vehicle-outlook/>
 - 13) 国土交通省, 自動車燃料消費量調査 (2019 年度分)
 - 14) 経済産業省, 電力調査統計 (2019 年度分)
 - 15) 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).
 - 16) M. Takahashi et al., Evaluation of the Feasibility of Virtual Power Plant Business with EV aggregation – Summary of Three-year Results of Kyushu V2G Demonstration Project -, Central Research Institute of Electric Power Industry Report GD21001 (2021).
 - 17) IEA, Global EV Outlook 2021 (2021).
 - 18) J. Coignard, S. Saxena, J. Greenblatt, D. Wang, Environmental Research Letters 13 (5) 054031 (2018).
 - 19) IRENA, Electricity Storage and Renewables : Costs and Markets to 2030 (2017).
 - 20) Department for Transport, Electric Vehicle Smart Charging (2021) .
 - 21) 経済産業省, 国土交通省, 電動車活用社会推進協議会, 災害時における電動車の活用促進マニュアル (2020).
 - 22) 気象庁, 大雨や猛暑日など (極端現象) のこれまでの変化 (accessed 20 Feb 2022), https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/extreme/extreme_p.html
 - 23) ICCT, Cost comparison of battery swapping, point charging, and ICE two-wheelers in india (accessed 21 Feb 2022), <https://theicct.org/publication/cost-comparison-of-battery-swapping-point-charging-and-ice-two-wheelers-in-india/>
 - 24) ORNL, ORNL demonstrates 120-kilowatt wireless charging for vehicles (accessed 20 Feb 2022), <https://www.ornl.gov/news/ornl-demonstrates-120-kilowatt-wireless-charging-vehicles>
 - 25) J. Gonder et al., NREL/PR-5400-66467 (2016).
 - 26) S. Hirai et al., 交通工学論文集 3 (4) A_36-A_45 (2017).
 - 27) Transport & Environment, Comparison of hydrogen and battery electric trucks (accessed 22 Feb 2022), https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2020_06_TE_comparison_hydrogen_battery_electric_trucks_methodology.pdf
 - 28) BloombergNEF : Lithium-Ion Battery Cell Densities Have Almost Tripled Since 2010 (accessed 16 Feb 2022), <https://cleantechnica.com/2020/02/19/bloombergnef-lithium-ion-battery-cell-densities-have-almost-tripled-since-2010/>
 - 29) V. Sauter, D. Speth, P. Plötz, T. Signer, Fraunhofer ISI Working Paper S 02/2021 (accessed 22 Feb 2022), <http://publica.fraunhofer.de/documents/N-637951.html>
 - 30) ACEA, Proposal for the Alternative Fuels Infrastructure Regulation (AFIR) (accessed 19 Feb 2022), https://www.acea.auto/files/ACEA_Position_Paper-Alternative_Fuels_Infrastructure_Regulation.pdf
 - 31) NREL, R&D Insights for Extreme Fast Charging of Medium and Heavy-Duty Vehicles (accessed 22 Feb 2022), <https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/75705.pdf>

著者略歴



櫻井 啓一郎 (さくらい けいいちろう)
1971 年生まれ。博士 (工学 : 京大)。
独ハーンマイトナー研究所客員研究員, 米国国立再生可能エネルギー研究所客員研究員等を経て, 産業技術総合研究所安全科学部門 主任研究員。
太陽電池の研究に 20 年ほど従事した後, 現在は地域の脱炭素化の研究に従事。
安い中古リーフに 6 年ほど乗っている。