

■海外情報

★IEA 世界のEV展望 2024 《第8章 EV充電インフラの動向》
(IEA Global EV Outlook 2024 [Global EV Outlook 2024](#))



Global EV Outlook 2024

Moving towards increased affordability

International
Energy Agency



目次

Executive summary	11
Electric Vehicles Initiative	16
1. Trends in electric cars	17
Electric car sales	17
Electric car availability and affordability	30
2. Trends in other light-duty electric vehicles	54
Electric two- and three-wheelers	54
Electric light commercial vehicles	58
3. Trends in heavy electric vehicles	60
Electric truck and bus sales	60
Electric heavy-duty vehicle model availability	63
4. Trends in electric vehicle charging	67
Charging for electric light-duty vehicles	67
Charging for electric heavy-duty vehicles	75
5. Trends in electric vehicle batteries	78
Battery supply and demand	78
Battery prices	83
6. Trends in the electric vehicle industry	88
Electric vehicle company strategy and market competition	88
Electric vehicle and battery start-ups	95
7. Outlook for electric mobility	102
Scenario overview	102
Vehicle outlook by mode	104
Vehicle outlook by region	110
The industry outlook	117
8. Outlook for electric vehicle charging infrastructure	125
Light-duty vehicle charging	125
Heavy-duty vehicle charging	131
9. Outlook for battery and energy demand	142
Battery demand	142
Electricity demand	148
Oil displacement.....	150
10. Outlook for emissions reductions	154
Well-to-wheel greenhouse gas emissions	154
Lifecycle impacts of electric cars.....	156
General annex	162
Annex A: Total cost of ownership.....	162
Annex B: Lifecycle analysis assessment	165
Annex C: Regional and country groupings	166
Abbreviations and acronyms.....	169
Units of measure	171
Currency conversions	172

← 翻訳

第8章 EV充電インフラの動向

小型EVの充電（割愛）

大型EVの充電

より多くのバス、トラックの電動化につれ充電容量は 2035年までに20倍に増加

自動車運送事業者にとっては、個人のEV所有者と同様に、車庫での大型EVの夜間充電は停止中の車両を充電する便利な方法である。また、夜間充電には、利用可能な時間を考えると比較的安い電力料金で充電できるという利点もある。この種の充電方法では、大型EVと車庫の充電器が1対1に近い割合が必要となる。

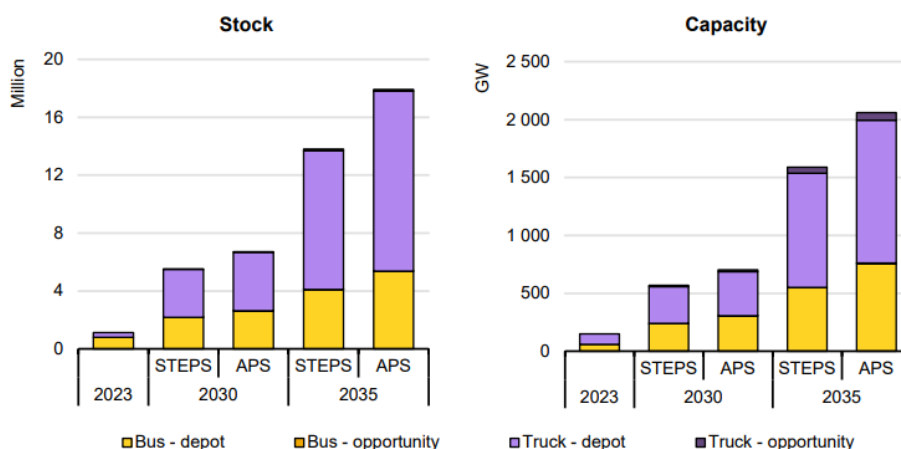
近い将来、大型車の電動化が最も急速に進むのは、市バスや都市部、さらには一部の地域配送サービスなど、1日の走行が比較的短い（1日あたり200km未満）用途だと予想される。このような車両は、夜間の車庫充電でほとんどのニーズを満たすことができるだろう。

さらに、機会充電器としての役割もある。機会充電器は、バス路線の終点やトラックの搬入口に設置することができ、一般的な業務を中断することなく、待ち時間を利用して充電することができる。機会充電器には、経路充電を可能にする高速道路沿いの公共充電器も含まれる。都市間バスや長距離トラックのような一部の大型EVでは、長距離走行を可能にするために、車庫充電を補完するための運行ルート内の急速充電が必要になる場合がある。これらの用途では電動化が遅れる可能性があるが、現在の活動量に占める割合が比較的高く、したがって排出量も多いため、脱炭素化には重要な役割を果たすことになる。

電気道路システムやバッテリー交換方式など、有線充電以外の選択肢も大型EVに使われる可能性がある。特に中国では、トラックのバッテリー交換が充電手段として普及する可能性がある。しかし、現在の充電器ニーズの分析では、有線以外の充電オプションは考慮されておらず、不透明である。

2023～2035年のSTEPS（公表政策シナリオ）およびAPS（表明公約シナリオ）における大型EVの充電器ストックと容量

Heavy-duty vehicle charger stock and capacity in the Stated Policies and Announced Pledges Scenarios, 2023-2035



IEA. CC BY 4.0.

Notes: STEPS = Stated Policies Scenario; APS = Announced Pledges Scenario. Charger stock in 2023 is estimated based on the number of electric buses and trucks.

注: STEPS = Stated Policies Scenario（公表政策シナリオ）；APS = Announced Pledges Scenario（表明政策シナリオ） 2023年の充電器のストックは、EVバスおよびEVトラックの台数に基づき見積り

STEPS では、2030 年には大型 EV 充電器の 99%以上が車庫充電器であるが、約 10%の電力が機会充電器によって供給されている。2035 年には、機会充電器の配備と利用が拡大し、ストックは 2030 年の 3 倍以上に増加し、2035 年には 100,000 基に達する。合計すると、大型 EV 用充電器の設置容量は、APS では 2035 年に 2,000GW に達する。参考までに、2022 年の世界の再生可能エネルギー発電設備容量は約 360GW であった。機会充電器の平均容量は車庫充電器の約 4 倍と想定されているにもかかわらず（特に MW 規模の充電の役割を考慮すると）、2035 年の大型車用充電器の総設備容量のうち、機会充電器が占める割合は 5%未満である。

インフラ整備を促進する上で、政策は重要な役割を担っている。例えば、EU の AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation : 欧州横断輸送ネットワーク[TEN-T]に沿って 60km ごとに公共急速充電器を設置することを義務付けるもの)は、2025 年末までに TEN-T ネットワークに沿って出力 350kW 以上の大型車充電ポイントを設置することを要求している。2024 年 3 月、米国は「国家ゼロエミッション貨物回廊戦略」を発表した。この戦略は、インフラ配備の指針を示し、公共投資と民間投資を促進し、地方、州、地域レベルでの公共事業と規制の計画と行動を支援することを目的としている。2023 年末時点で、米国の中型・大型車用充電インフラへの民間投資の累計額は 42 億米ドルに達している。産業界も大型 EV 充電インフラ開発で大きな役割を果たすことは間違いない。例えば、合弁会社の Milence 社は、2027 年までに欧州で 1,700 カ所の大型 EV 充電ポイントを建設・運営する計画である。CharIN 業界連合は、最大定格 3.75MW の充電システムと、関連する充電規格の開発を支援している。

特集：大型 EV 充電の増加が電力網に与える影響の検証

充電インフラを普及する上で重要な課題は、安全で低エミッション、かつ安価な電力を供給できるようにすることである。意思決定者は、大型 EV の充電が電力系統の拡張と運用にどのような影響を与えるか評価し、それに応じた計画を立てる必要がある。本項では、三つの地域（中国、EU、米国）の基幹系統電力レベルでの分析と、地域における高圧送電網のケーススタディを通じて、さまざまな大型 EV 充電戦略が電力系統に与える影響を探る。また、大型 EV 充電が電力系統に与える影響を緩和するための戦略や技術についても議論する。

EV の充電は、電力システムに課題と機会の両方をもたらす。EV 充電は、電力品質の変動（高調波歪みなど）といった局所的な問題だけでなく、主に需給にアンバランスが生じることにより電力系統に影響を与える可能性がある。EV 充電の電力系統への影響は、主として次の三つの次元の組み合わせによって理解することができる：

- いつ（何時、どのくらいの時間）
- どこで（送電網のどの場所で）
- どのくらい（車両が使用する充電電力）

例えば、EV の充電が、その時間帯、系統容量に空きが少ない送電網のエリアで行われる場合、電力系統にストレスを与える可能性がある。一方、空きが多い時間帯や再生可能エネルギーの利用可能性が高い時間帯に充電したり、別の場所で充電したりすることができれば、その充電は利益をもたらす可能性がある。この分析は、充電場所と利用可能な電力が異なる 4 つのケースに基づき行った。バッテリーのサイズや 1 日の平均走行距離といった技術的変数に違いはない。これらのケースはすべて、さまざまなで充電する選択肢を持つ大型トラックの充電ニーズを満たす実現可能な方法を示したものである。

ケース 1 大型トラックは専ら車庫で夜間充電し、充電ポイントあたりの公称容量は 50kW

ケース 2 車庫での夜間充電とトラック搬入口での充電が半々で、後者では容量 150kW

経路充電は、2つの異なるケースで研究：

ケース 3 - 350kW 車庫での夜間充電と公共の充電ポイント（高速道路などで 350kW の急速充電器を利用）での停車中の午後充電（45 分程度）、それぞれ半々³⁴。

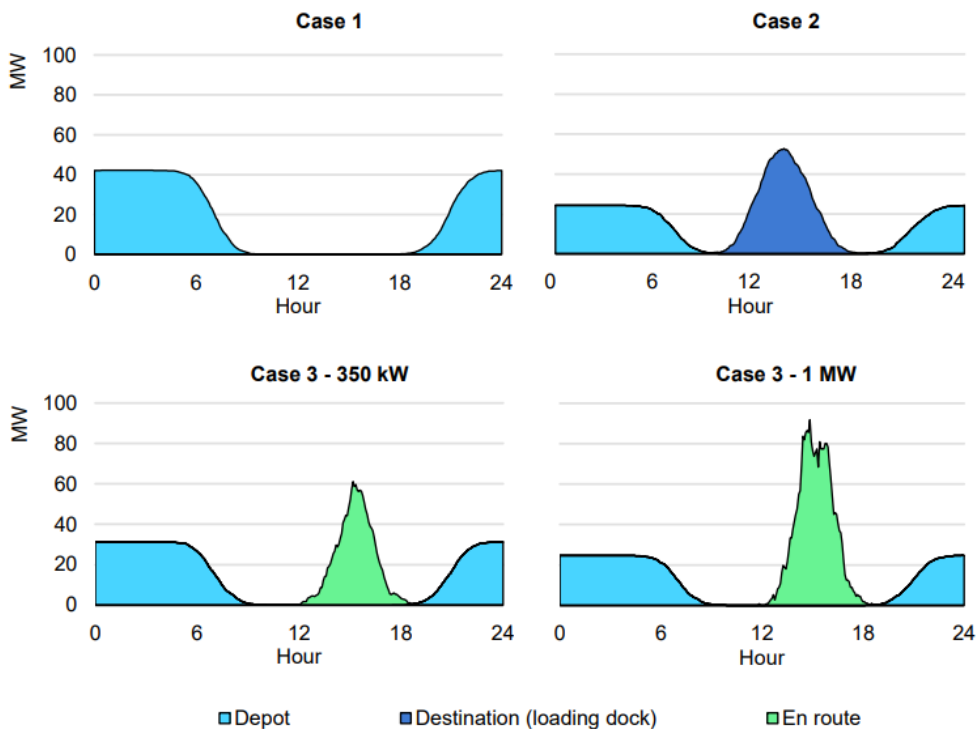
ケース 3 - 1 MW 同じ行動プロファイルで、充電電力は 350kW から 1MW。

これらのケースは、最近の欧州送電系統運用者ネットワーク（ENTSO-E）の大型 EV 充電が電力系統に与える影響に関する研究で説明された充電分類法に類似している。

34 このケースは、ドライバーに対して 4 時間半ごとに少なくとも 45 分の休憩を取ることを義務づける EU の規制を反映

大型トラック充電のいくつかのアプローチとトラック 1,000 台の電力負荷への影響の比較

Comparison of selected approaches to heavy-duty truck fleet charging and their effects on the electricity load of a 1 000-vehicle fleet



IEA. CC BY 4.0.

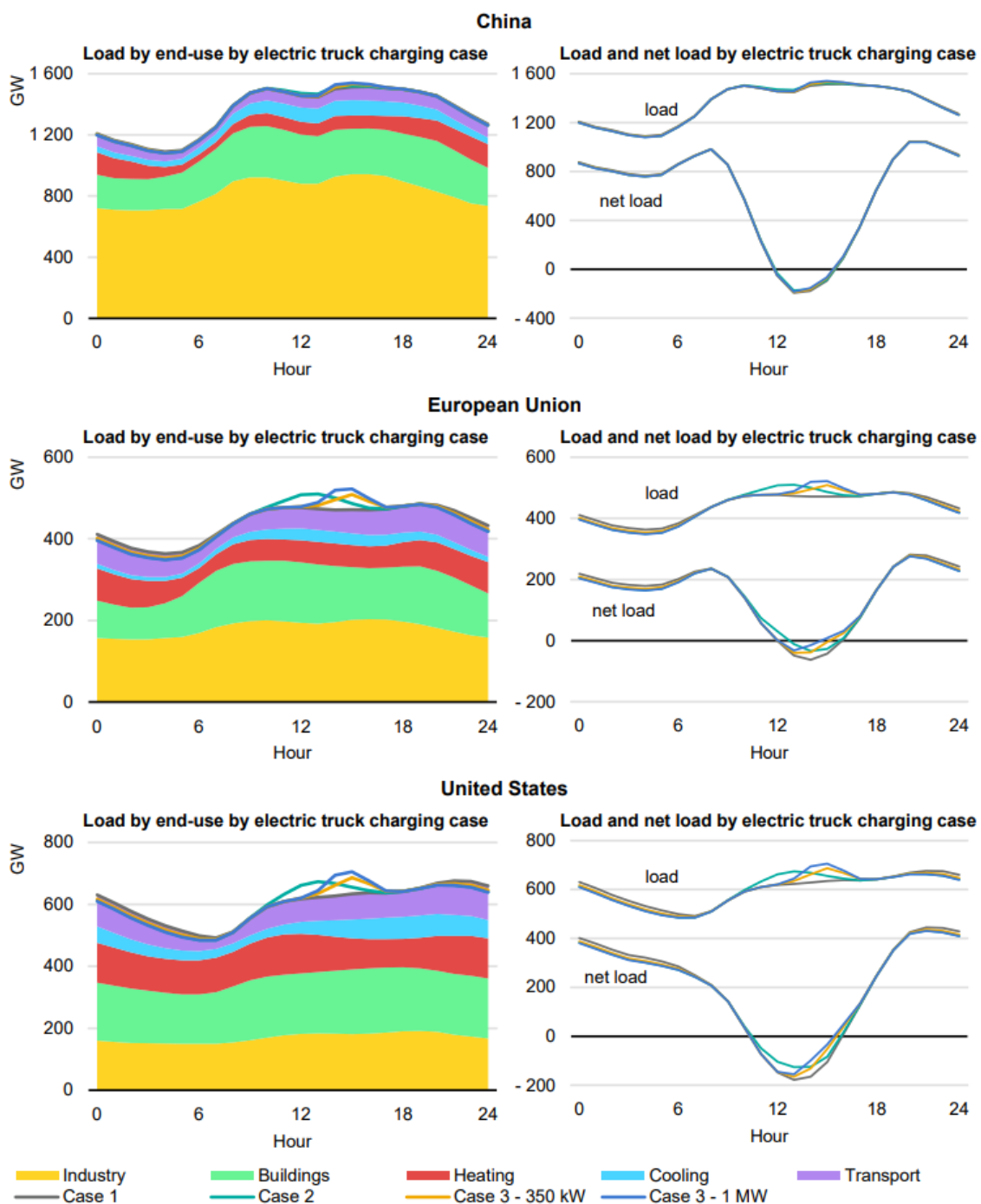
Notes: Case 1 represents charging overnight at a depot; Case 2 represents charging during the day at a loading dock in addition to overnight charging; Cases 3 represent en-route fast charging, for example along highways, in addition to overnight charging, with power ratings of either 350 kW or 1 MW. The values plotted are based on a simulation of 1 000 trucks over 24 hours using the IEA [Electric Vehicle Charging and Grid Integration Tool](#). Fleet behaviour is represented by assuming that vehicles arrive, stay and depart at different times because of the underlying probabilistic distribution, resulting in a charging profile that is not fully simultaneous for all vehicles in the fleet. As part of the simulation inputs, it was assumed that each truck has a battery capacity of 500 kWh, consumes 1.4 kWh/km and travels 300 +/- 50 km per day.

注: ケース 1 は、車庫での夜間充電、ケース 2 は、夜間充電に加え、荷積み場所での日中充電、ケース 3 は、夜間充電に加え高速道路沿いなどでの経路内急速充電を表しており、定格電力は 350kW または 1MW である。プロットされた値は、IEA Electric Vehicle Charging and Grid Integration Tool を使用した 24 時間にわたる 1,000 台のトラックのシミュレーションに基づいている。車両の挙動は確率的分布のため、車両が異なる時間に到着、滞在、出発すると仮定することで表現されており、その結果、車両群の全車両は完全な同時ではない充電プロファイルとなる。シミュレーション入力の一部として、各トラックのバッテリー容量は 500kWh、消費電力は 1.4kWh/km、1 日の走行距離は 300±50km と仮定した。

昼間の充電は太陽光発電の活用をサポートする可能性

2035年における、中国、EU、米国の1日当たりの総電力負荷と純負荷に対するさまざまなEVトラック充電ケースの影響

Impact of different electric truck charging cases on total daily electricity load and net load in China, the European Union and the United States in the Announced Pledges Scenario, 2035



IEA. CC BY 4.0.

Notes: Heating includes space and water heating. Buildings excludes heating and cooling for buildings, which are shown separately; it includes power demand for cooking, lighting and appliances. Net load is defined as the electricity demand minus solar PV and wind generation.

注: 暖房には空間暖房と給湯がある。建物には暖房と冷房を除き、調理、照明、電化製品の電力需要が含まれる。ネット負荷とは、電力需要から太陽光発電と風力発電を差し引いたものである。

EVトラックの充電は、他の最終用途の電力需要に付加されるため、既存の需要構造によっては、1日の平均負荷曲線に大きな影響を与える可能性がある。例えば、2035年のAPSでは、米国では乗用車の充電が一因となって夕方にピークができる一方、EUと中国では、産業界の消費が大きいため、昼間の需要が高くなる。

地域別では、APSにおいて2035年までに最も影響が大きいのはEUと米国であり、そこではEVトラックによる需要が総電力需要の約3%を占めている。中国では、トラックの充電がAPSの総電力需要プロファイルに与える影響は小さい(2035年までに1%未満)。

充電行動の差が、一日における異なる時間帯にシステム全体の電力需要のピークをもたらす可能性がある。トラック発着場所での夜間充電は、夜間需要を増加させ、一日の負荷変動を限定的なものとし、トラックの充電負荷曲線を平滑化する。機会充電(荷積み場所)または経路充電は、電力需要を日中にシフトさせ、新たな消費ピークを生じる可能性がある。MW規模の充電器は充電時間が短いため、地域送電網の課題となる高需要スパイクを生み出す可能性がある。急速充電器は午後のピークを強め、住宅消費者や乗用車の充電による典型的な夕方のピークを凌駕する可能性がある。

充電方法の違いも、自然エネルギーの活用をどの程度サポートするかという点で異なる結果をもたらす。日中の充電は、太陽光発電の活用をより直接的に支援することができる。ローディングドックや経路充電は、太陽光発電の発電量が多く電力価格が低くなる可能性のある正午から午後の需要を増加させるからである。充電によって昼間の電力需要を増加させることで、システムレベルでの需給バランスを促進し、太陽光発電の過剰を抑制するための出力制御などの措置の必要性を減らすことができる。昼間の充電は、充電場所の屋根にソーラーパネルを設置することで、太陽光発電と直接組み合わせることもできる。対照的に、トラック発着場所での夜間充電は、(時には)高い風力出力と重なる可能性があり、夜間の電力価格が低ければ利用者に利益をもたらす可能性はあるが、太陽光発電の活用には直接貢献しない。

日中の急速充電は、夕方の電力システムの柔軟性のニーズを減らす可能性

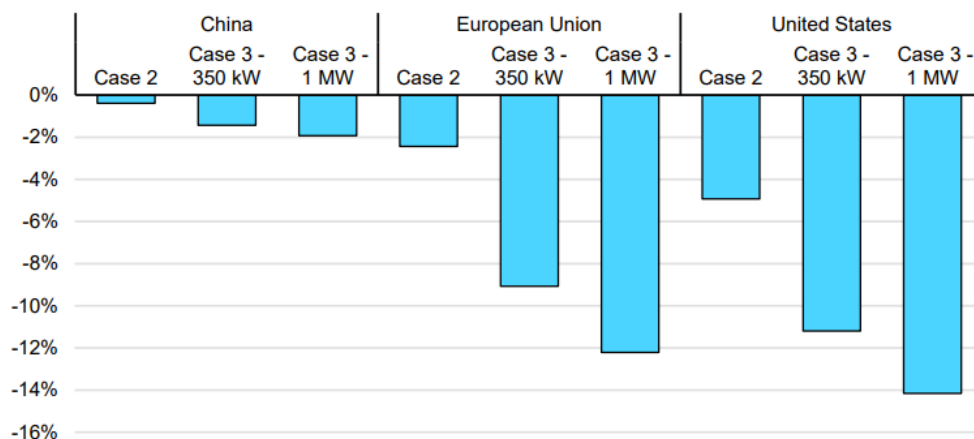
大型EVトラックの日中の急速充電により、電力システムの柔軟性³⁵のニーズを少なくすることができる可能性がある。

夕方の早い時間帯は、いくつかの最終用途からの需要が急速に増加する傾向があるが、まさに日没時に太陽光発電の供給が減少するときである。その結果、純負荷(すなわち、総需要から太陽光発電と風力発電による発電量を差し引いたもの)が急増し、より高いレベルで短時間のうちに柔軟に対処する必要がある。このニーズは、システム全体における太陽光発電の割合が増加すればするほど、ますます重要になる。この柔軟性は、ディスパッチ可能な発電ユニット、貯蔵、デマンドレスポンスなど、いくつかの解決策によって満たすことができる。電力需給の正確なバランスを維持するためには、スタートアップの制約やコストがかかる発電所の使用、あるいはそれぞれが持つ制約条件(エネルギー貯蔵の充電状態など)やコストのような他の手段を使用する必要があるため、さらなる柔軟性を高めるためには、運用上の課題やコスト増につながる可能性がある。

³⁵ 柔軟性とは、電力システムがすべての関連する時間スケールにわたって、需給の変動性と不確実性を確実にかつコスト効率よく管理する能力として定義することができる。本項では、短時間の柔軟性のみに焦点を当てる(すなわち、1日の1時間ごとの変化)

2035 年の APS シナリオの特定地域における、車庫での夜間充電のみのケース（ケース 1）に対する、夕方早めの平均的な電力システムの柔軟性のニーズ

Average early-evening electricity system flexibility needs relative to a case of exclusively overnight charging at depot (Case 1) in selected regions in the Announced Pledges Scenario, 2035



IEA. CC BY 4.0.

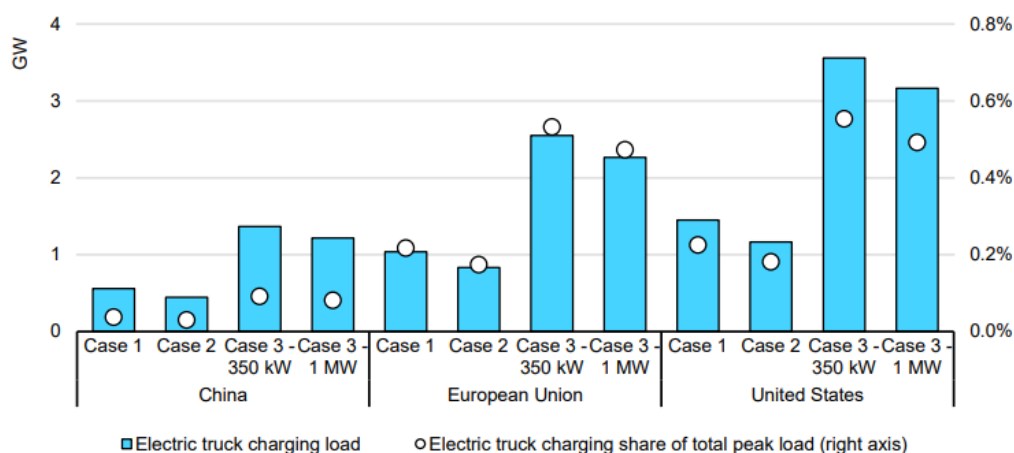
Note: The short-term system flexibility needs are computed as the average hourly net load increases in a three-hour period starting at 17:00.

注:短時間の系統柔軟性ニーズは、17:00 から始まる 3 時間の 1 時間当たりの平均純負荷増加量として計算

我々の分析によれば、APS において 2035 年の EU と米国では、トラックが昼間の経路充電を行うことにより、夜間のみ充電する場合と比較して、夕方早くの短時間柔軟性ニーズが 10%以上減少する可能性がある。APS では、2035 年までに中国、EU、米国のいずれにおいても、EV トラック充電が夕方早くのピーク需要に大きく影響することはない。これらの地域すべてにおいて、(ケース 3 のように) 経路上の急速充電行動が優勢であっても、EV トラック充電は、分析したケースのもとでは、夕方早くの平均ピーク需要の 0.6%を超えない。

APS シナリオにおける、2035 年の特定地域の地域別および充電ケース別の夕方早くの電力ピーク負荷に対する EV トラック充電の平均寄与率

Average electric truck charging contribution to early-evening electricity peak load by region and charging case in selected regions in the Announced Pledges Scenario, 2035



IEA. CC BY 4.0.

Note: The early evening is considered to be a three-hour period starting at 17:00.

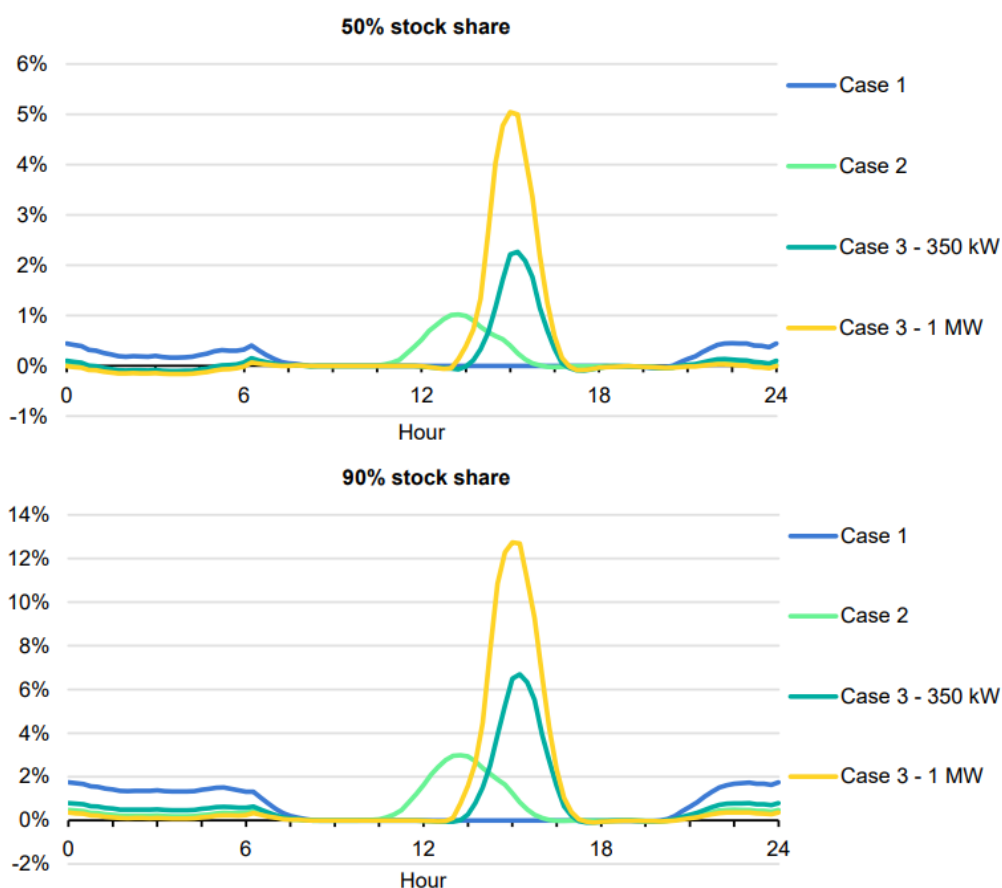
注: 夕方早くの時間は、17:00 から始まる 3 時間としている。

MW 規模のトラック充電は、地域送電網の利用率の顕著な上昇につながる可能性

大型 EV の充電パターンに関するこれらのケーススタディから、グリッド・シミュレーション技術を用いて、様々な負荷と発電ユニットの時間と場所を考慮しながら、グリッドに起こりうる影響を調べることができる。地域のグリッドへの影響は、各システムの特長性によって大きく異なる。しかし、地域の高圧送電網のシミュレーションに基づく我々の分析によると、大型トラックの昼間急速充電の利用が増えると、送電線の利用率が著しく高くなる可能性がある。このことは送電網投資計画をあらかじめよく検討することの必要性と、安全性と経済性を危険にさらすことなく大型車充電ステーションを配備・運用するために利用可能な送電網ホスティング能力をよく考慮することが肝要であることを表している。

EV トラックの保有シェアが 50%と 90%の場合の大型車充電ケースによる平均送電線利用率のポイント差

Percentage point difference in average power line utilisation by heavy-duty vehicle charging case at 50% and 90% electric truck share, compared with no electric truck charging



IEA. CC BY 4.0.

Notes: The average line utilisation rates are calculated considering each line's capacity utilisation rate and its length (in kilometres) relative to the total grid length. The values shown in the chart represent percentage point differences of each HDV charging case compared with a case without any electric truck charging in the simulated grid. Slightly lower network utilisation rates at times can be explained due to electric truck charging absorbing some of the generation of local power plants, which reduces the power flows through lines.

Source: Analysis by [RWTH Aachen University](#).

注: 平均的な送電線利用率は、各送電線の利用率と送電網の全長に対する送電線の長さ (キロメートル単位) を考慮して計算されている。グラフに示された値は、シミュレートされたグリッドに EV トラックの充電がない場合と比較した、各大型車充電ケースのポイント差のパーセンテージを表している。ネットワークの利用率が若干低いのは、EV トラックの充電が地域の発電所の発電の一部を吸収し、送電線を通る電力が減少するためである。

出典: アーヘン工科大学による分析

我々の分析では、昼間の急速充電、特に MW 規模の充電が送電網への投資の主な原動力となる（夜間充電でも送電網のアップグレードが必要になる可能性はある）。車両に占める EV の割合が高くなれば、昼間の急速充電は送電線の平均システム利用率をはるかに高くする可能性があり、これは的を絞った改善が必要であることを示している。我々の分析によれば、EVトラックのシェアが50%の場合、EVトラックによる充電がない場合と比較して、昼過ぎから夕方にかけて、送電線の平均利用率が最大5%ポイント上昇する（EVトラックのシェアが90%の場合は13%）。EVのシェアが低い場合、ネットワークに見られる影響はより局所的なものになる可能性がある。しかし、システムの平均利用率が高いほど、系統の拡張やアップグレード、需要管理や定置用バッテリーのような電力ワイヤ以外の代替手段、またはその組み合わせのいずれかに先行投資する必要性が高まっていることを表している。さらに、予期せぬ故障の際に送電網の容量に十分な余裕がなければ、利用率が高いことは電力の安全保障を脅かす可能性がある。

スマート充電は、充電が電力網に与える影響を管理するために不可欠なツールとなる。システムレベルでの需給調整に役立つだけでなく、地域の制約条件が尊重され、システムにとって最適な瞬間に充電が行われるよう、適切な位置信号を送るのにも役立つ。大型車の具体的なケースでは、夜間における車庫でのスマート充電スキームは、長い充電ウィンドウによって提供される柔軟な機会を可能な限り活用できるようにするのに役立つ。同様に、スマート充電は、積み込み場所や経路の充電器で、充電器の使用を最大化または最小化するようにドライバーにインセンティブを与えることができ、必要であればあとでデポでの充電をするための空きスペースを残すことができる。

その他にも、急速充電の影響を軽減し、さらなる送電網サービスを提供できる対策がいくつかある。多くの場合、送電網のアップグレードが必要になるが、電気道路システムなど他のソリューションも大いに役立つ。バッテリー交換などの対策は、交換用バッテリーをより長い時間枠で充電し、ピーク時の電力需要を減らすことで、送電網への負担を軽減することもできる。あるいは、定置用バッテリーや再生可能発電機を併設することで、CPO（charging point operator：充電ポイント運営者）が自らの充電需要の一部に対応することができる。これは、定置式バッテリーの充電に使用できる太陽光を利用した日中充電と、電力網の負荷を減らすための夜間放電の利点を組み合わせることができ、トラックは定置式バッテリーによる充電ができる。さらに、これらの資産を利用して、エネルギー取引や周波数調整などの系統サービスを提供することも可能で（規制の枠組みがそれをサポートしていればの話）、プロジェクトの収益性を高めることができる。各充電ステーションとシステムにとって、どのソリューション（またはソリューションのセット）が最も安くなるかを決定するために、これらの各対策のビジネスケースを慎重に評価する必要がある。

急速充電による一括した充電システムのアドバンテージと地域のグリッドへの影響とのバランスをとるためには、関係者との協調および課題を予測した対策が不可欠

この分析は、特に大型車充電インフラの円滑な導入のために、また、充電インフラ全般の円滑な普及のために、以下のような多面的な検討が必要であることを浮き彫りにしている：

充電インフラ開発あたっでの調整：政策立案者、電力会社、運送事業システム管理者、CPO（充電ポイント運営者）などの利害関係者が協力して計画を策定することにより、システム開発を最適化し、コストを削減することができる。特に、急速充電は、送電網のさまざまなセグメントでネットワークのアップグ

レードの必要性を生じさせる可能性があるためである。

データ収集： 大型トラックの走行パターンに関する入念な調査は、大型車充電インフラのベストな導入と運用に関する知見を得るために不可欠である。例えば、最近の研究では、ドイツにおける潜在的な充電場所の属性を評価するために、実際のトラック駐車場所のデータを使用し、TEN-T 沿いの工業地域の魅力が明らかになった。これは、充電ニーズだけでなく、柔軟な充電行動を検討するのにも役立つ。

戦略的かつ統合的な送電網計画： 送電網のアップグレードと拡張には長いリードタイムが必要である。送電網が、充電インフラの適切な導入と運用のボトルネックになるのを避けるため、他の分野のニーズも考慮した、オーソライズされたシナリオによる先見的な計画策定が重要になる。場所の選択や充電器の設置容量設計の際には、送電網の容量を考慮しなければならない。送電網の容量が問題になっている場合、ノンファーム型接続は送電網増強の補完的な解決策となる可能性がある。

車両タイプ間の協調充電とスマート充電： 昼充電と夜間充電の間にはトレードオフの関係があることから、スマート充電を導入することで、再生可能エネルギーの統合やシステムの柔軟性ニーズの低減といったメリットと、送電網へのストレスの緩和とのバランスをとることができる。また、すべての車両が夜間に充電され、送電網に大きな影響を与える「群集」行動のような意図しない事象を回避するのにも役立つ。システム影響を最小化するために、いつ、どこで充電するのが最適かを示す市場設計（時間変動制料金など）、スマート充電インフラの準備、利害関係者間のデータ共有が、重要な推進力となる。

地域の課題に対処するための地域のソリューション： 充電ステーションに定置型バッテリー、バッテリー交換、オンサイト再生可能発電所などの技術を導入することで、送電網へのストレスを軽減し、急速充電の融合を支援することができ、それによってユーザーに利益をもたらすことができる。これらのオプションの中には、需要管理以外の付加的なサービスを電力系統に提供できるものもある。多くの場合、これらのソリューションには、送電網の拡張よりも導入リードタイムが短く、全体として安価であるという利点もある。