



2023年1月5日

報道機関 各位

東北大学大学院環境科学研究科

屋根上太陽光発電と電気自動車用蓄電池の併用で CO₂排出76%減を発展途上国インドネシアで実証 持続可能社会を目指す世界のひな型に

【発表のポイント】

- ・公平で持続可能な世界の実現には、発展途上国の発展ポテンシャルの実現と急速な脱炭素化の両立が課題となる。
- ・屋根上太陽光発電(PV)と電気自動車(EV)を蓄電池として活用することで、ジャカルタの電力と自動車の76-77%のCO₂排出削減に繋がる。
- ・屋根上PVとEVを組み合わせたシステムは、2030年にはジャカルタの既存のエネルギーシステムのコストより33-34%安くなる可能性がある。
- ・低緯度地域のジャカルタは、その気候と緯度により屋根上PVとEVの経済性が、京都より9%程度高い。

【概要】

公平で持続可能な国際社会を構築するには、発展途上国の発展を促しながら急速な脱炭素化を実現する社会的、技術的な道筋を明らかにすることが重要です。そのためには、急速に価格が安くなっているPVシステムを都市で活用することが大きなカギとなります。東北大学大学院環境科学研究科の小端拓郎准教授らの研究グループは、屋根上PVとEVを活用して経済性の高い脱炭素化を実現する「ソーラーEVシティー」構想^{注1}を提案し、研究を進めています。これまで日本の都市を分析してきましたが、発展途上国の都市における屋根上PVとEVの効果が明らかではありませんでした。

本研究ではインドネシアの研究者らと協力し、インドネシアの首都ジャカルタにおいて屋根上PVとEVを蓄電池として活用することによる脱炭素化の効果を分析しました。その結果、ジャカルタにおいて、屋根上PVの活用は、PVのコストの下落に伴い2030年には8-15%程度のエネルギー経費の削減に繋がることがわかりました。さらにEVを蓄電池として活用することで、電力と自動車の運転に伴うCO₂排出の76%から77%のCO₂排出削減に繋がると同時に、エネルギーコストの33-34%の削減に繋がることがわかりました。また低緯度地域にあるジャカルタは、太陽の正中高度が年間を通

じて大きいため、屋根の角度や方位によってPVの発電量があまり変わらず(図1)、地理的な条件がPV施設の経済性にプラスに貢献することがわかりました。

本研究成果は、オランダの学術出版大手エルゼビアの専門誌「Applied Energy」に、2022年12月14日(木)にオンライン掲載されました。

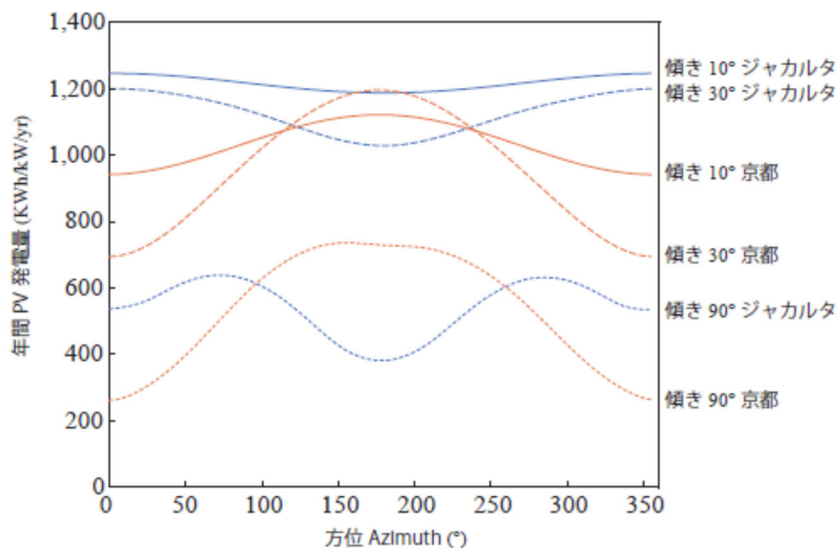


図1 ジャカルタと京都における方位と角度ごとのPV量

【問い合わせ先】

<研究に関する事>

東北大学大学院環境科学研究科

准教授 小端拓郎

TEL: 022-752-2259

E-mail: takuro.kobashi.e5@tohoku.ac.jp

<報道に関する事>

東北大学大学院環境科学研究科

情報広報室

助手 物部 朋子

TEL: 022-752-2241

E-mail: tomoko.monobe.d4@tohoku.ac.jp

【研究の背景】

将来の人為起源の気候変動とその影響を最小限とするには、2050年までに世界の温室効果ガス排出を実質ゼロにする必要があります(IPCC, 2022, 2021)。アジアの多くの発展途上国は、今後急速に発展するポテンシャルを秘めています。気候変動対策のためにこのポテンシャルを減らすのではなく、この発展ポテンシャルを保持しながら、いかに急激な脱炭素化を可能とするかが大きな課題となっています。

東北大学大学院環境科学研究科の小端拓郎准教授のグループは、屋根上 PV と EV を蓄電池として活用しながら都市の脱炭素化を行う「ソーラーEV シティ」構想を提案し、研究を進めてきました。

PV や風力発電は、天候に発電が左右される変動電源であり、これらの電気を効率的に使用するには、蓄電池等と組み合わせる必要があります。また、都市の中で CO₂排出の大きい自動車は、急速に EV に置き換わっていくことが予想されていますが、屋根上 PV と EV を組み合わせることで、CO₂フリーの電気を EV に供給できるだけでなく、EV のバッテリーを蓄電池として PV の変動を吸収し、安定した電力を供給するのに役立ちます。

本研究グループの行った以前の研究では、この PV と EV を組み合わせたシステムを日本の都市で活用すると、経済性の高い大幅な脱炭素化が可能であることを示しました(Kobashi et al., 2022, 2021, 2020)。しかし、電気料金が安い発展途上国では PV が比較的高価であり、化石燃料を代替するエネルギーシステムになりうるかが明らかではありませんでした。また、低緯度地域の発展途上国は、経済条件以外にも気候など様々な要因が日本と異なるため PV と EV システムの効果を分析する必要があります。

【研究の内容】

そこで本研究では、インドネシアの研究者と協力して、インドネシアの首都ジャカルタにおいて屋根上 PV と EV を活用することにより、脱炭素化ポテンシャルの分析を行いました。分析には技術経済性分析^{注2}を用い、既存のエネルギーシステムと、導入する再エネ技術を比較しました。電力に関しては、一時間毎の需給バランスを一年間分分析し、EV の電力需要の増化も考慮して計算しています。都市の屋根上面積の70%を PV 敷設可能としつつ、実際の PV の容量は最も経済性の高くなる値を計算しています。また、全ての乗用車が EV になったと想定し、EV バッテリーの半分を PV の蓄電池として利用することを想定しています。PV のコストや電気料金などの経済指標は、現地の値を用いました。

その結果、ジャカルタにおいても屋根上 PV と EV を活用することで、大幅な脱炭素化が可能となることがわかりました。2030年の PV や EV のコスト見積もりで試算を行うと、電力と自動車からの CO₂ 排出を 75-76%減らしながら、エネルギーコストの 33-34%削減が可能となります。現在、ジャカルタは、自動車や石炭発電所からの排ガスで、大気汚染が深刻な課題となっていますが、PV と EV を導入することで、大気

汚染も大幅に改善されることが予想されます。インドネシアのさらなる発展を持続可能なものとするには、ここで示したように屋根上 PV と EV を組み合わせて導入していくことで、より現実に近づけることが可能となります。

【期待される効果・今後の展開】

まず、屋根上 PV と EV の導入を進めながら、EV から建物に電力供給が可能な V2H (Vehicle to Home) や V2G (Vehicle to Grid) といったシステムを導入していくことが必要になります。また日本などの先進国と協力して、電力システムのデジタル化や ICT を活用して電力システムの効率を高めていくことが必要です。研究グループは、今後も日本を含む世界の都市の分析を進め、より急速な CO₂ 排出の削減と、公平で持続可能な社会構築に向けて研究を続けていく予定です。

【用語解説】

注 1 「ソーラーEV シティ」構想

PV と EV を組み合わせた都市の電力システム。東北大学大学院環境科学研究科の小端拓郎准教授のグループが提案した。インドネシアや他の低緯度の発展途上国の都市にとって、脱炭素化が発展そのものを助ける道筋となる可能性を秘めている。

https://web.tohoku.ac.jp/tkobashi/web/?page_id=26

注 2 技術経済性分析:

既存のエネルギーシステムと新しく導入する再生可能エネルギーのシステムを比較し、電力の需給バランスや、再エネの変動性、電気料金、機器の劣化、売電価格、割引率などを考慮しながら、エネルギーコストの削減や CO₂ 排出の削減を計算する手法。

【引用文献】

IPCC, 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability.

Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

IPCC, 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change.

Kobashi, T., Choi, Y., Hirano, Y., Yamagata, Y., Say, K., 2022. Rapid rise of decarbonization potentials of photovoltaics plus electric vehicles in residential houses over commercial districts. Appl. Energy 306, 118142.

<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2021.118142>

Kobashi, T., Jittrapirom, P., Yoshida, T., Hirano, Y., Yamagata, Y., 2021.

SolarEV City concept: Building the next urban power and mobility

systems. Environ. Res. Lett. 16, 024042.

<https://doi.org/10.1088/1748-9326/abd430>

Kobashi, T., Yoshida, T., Yamagata, Y., Naito, K., Pfenninger, S., Say, K., Takeda, Y., Ahl, A., Yarime, M., Hara, K., 2020. On the potential of “Photovoltaics + Electric vehicles” for deep decarbonization of Kyoto’s power systems: Techno-economic-social considerations. Appl. Energy 275, 115419. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115419>

【論文情報】

発表雑誌: Applied Energy

論文名: Equitable, affordable, and deep decarbonization pathways for low-latitude developing cities by rooftop photovoltaics integrated with electric vehicles

著者: Retno GumilangDewi, Ucok Welo Risma Siagian, Briantama Asmara, Syahrina Dyah Anggraini, Jun Ichihara, Takuro Kobashi

D O I : 10.1016/j.apenergy.2022.120507

U R L : <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2022.120507>