

# 速やかな都市の脱炭素化に向けて

Toward rapid urban decarbonization



准教授 小端 拓郎  
Associate Professor  
Takuro Kobashi



特任教授 内藤 克彦  
Professor  
Katsuhiko Naito



助教 張 砢  
Assistant Professor  
Tuo Zhang

気候変動の深刻化に伴い、都市の脱炭素化が一層求められている。IPCC 第6次評価報告書 (AR6) は、迅速な行動と再生可能エネルギーへの移行の重要性を指摘している。そこで、本研究室は、屋根上太陽光発電 (PV) と電気自動車 (EV) を統合する「ソーラー EV シティ構想」の研究を推進している。2024 年には、京都未来門プロジェクトを通じて地域規模の「PV + EV」システムの脱炭素化への寄与を検証し、革新的技術の普及が都市転換を加速しうること示した。この成果は Technology in Society 誌に掲載された。また、新たに張助教、内藤特任教授、3 人の修士課程学生、1 人の博士課程学生が加わり研究体制を強化した。

In response to the increasing impacts of climate change, urban decarbonization has become ever more crucial. The IPCC Sixth Assessment Report (AR6) highlights the urgent need for rapid action and a transition to renewable energy. Our laboratory is advancing the “Solar EV City Concept,” which integrates rooftop photovoltaic (PV) systems with electric vehicles (EVs). In 2024, through the Kyoto Miraimon Project, we evaluated the contribution of community-scale PV + EV systems to decarbonization, demonstrating their potential to accelerate urban transitions. This achievement, published in *Technology in Society*, was complemented by a strengthened research team, including Assist. Prof. Zhang, Specially-Appointed Prof. Naito, and four new graduate students.

## SolarEV City 構想

SolarEV City 構想は、都市の屋根上に太陽光発電 (PV) パネルを設置し、電気自動車 (EV) を蓄電池として活用することで、持続可能なエネルギーシステムを構築し、都市の脱炭素化を目指す取り組みである。この構想により、都市の電力需要の大部分を再生可能エネルギーで賄うことが可能となる。具体的には、都市の屋根面積の 70% に PV パネルを設置し、すべての乗用車を EV に転換、そのバッテリー容量の半分以上を蓄電池として利用することを想定している。このシステムにより、都市の電力需要の 53% から 95% を賄うことが可能であり、CO<sub>2</sub> 排出量の大幅な削減が期待されている。PV と EV を組み合わせることで、日中に PV で発電した電力を EV に蓄え、夜間や天候不良時に家庭やビルに供給することが可能となる。これにより、エネルギーの自給自足率が向上し、災害時の非常用電源としての役割も果たす。経済的な側面では、2030 年には技術コストの低下に伴い、PV と EV の組み合わせによりエネルギーコストが 26% から 41% 削減される可能性が示されている。特に、一人当たりの屋根面積が広く、自動車保有率の高い地方都市において、PV と EV の組み合わせが効果的であるとされている。SolarEV City 構想は、都市のエネルギー自立と持続可能な社会の実現に向けた有望なアプローチとして注目されている。この取り組みを推進するためには、政策立案者、コミュニティ、産業界、研究者が協力し、技術的および社会的な課題を克服することが重要である。

## Solar EV city concept

The SolarEV City concept is an initiative aimed at building a sustainable energy system and achieving urban decarbonization by installing PV panels on city rooftops and utilizing EVs as energy storage batteries. This concept enables a significant portion of a city's electricity demand to be met through renewable energy. Specifically, it envisions installing PV panels on 70% of urban rooftop areas, converting all passenger vehicles to EVs, and utilizing half of their battery capacity for energy storage. Through this system, it is possible to meet 53% to 95% of urban electricity demand while significantly reducing CO<sub>2</sub> emissions.

By combining PV and EV technologies, electricity generated by PV during the day can be stored in EV batteries and supplied to homes and buildings at night or during unfavorable weather conditions. This approach improves energy self-sufficiency and serves as an emergency

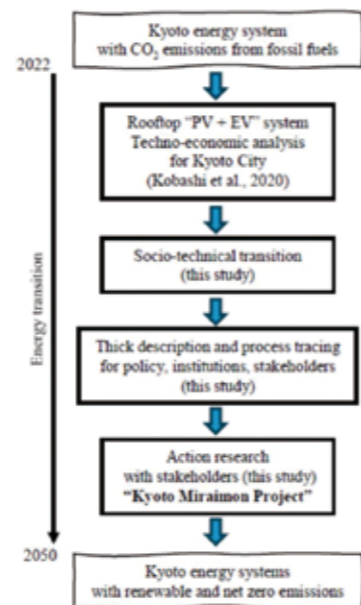


Fig. 1 京都の脱炭素化研究

## SolarEV City 構想による京都脱炭素化の挑戦

2024 年 11 月に Technology in Society に発表した論文は、京都市における持続可能なエネルギー移行を目指す「SolarEV City 構想」について議論している。この構想は、屋根上の太陽光発電 (PV) と電気自動車 (EV) を蓄電池として活用するシステムを組み合わせ、都市全体の脱炭素化を推進するものである。特に、京都未来門プロジェクトを通じて、コミュニティレベルでの PV と EV を活用した分散型エネルギーシステムの実現可能性を探り、政策的・技術的・社会的な課題を明らかにしている。研究では、技術的および経済的な評価を通じて、京都のエネルギー需要の 70% を「PV + EV」システムで賄う可能性が示されている。これにより、CO<sub>2</sub> 排出量を 60 ~ 74% 削減し、エネルギーコストを 22 ~ 37% 削減することが期待される。しかし、技術的課題に加え、社会的受容性や政策フレームワークの整備が必要であることも強調されている。また、伝統的な建築物が多い京都では、景観規制が PV の設置に課題をもたらしており、伝統的な瓦デザインを模した PV パネルが求められている。このような制約を克服するため、研究者、地方政府、企業、NGO が協力して新しいビジネスモデルや政策の提案を行っている。さらに、政府や大学、産業界が協力して社会的なプラットフォームを構築する必要性が示されている。このプラットフォームは、関係者の目標を一致させ、革新的技術の採用を促進する重要な役割を果たすと期待される。京都の事例は、日本や他国の都市における脱炭素化への応用可能性を示す一例として位置づけられる。論文は、社会技術的な移行を加速するためには、政策、ガバナンス、技術革新、地域社会の協力が不可欠であると結論付ける。

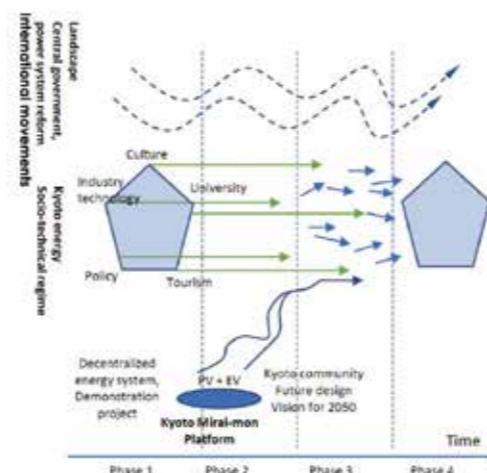


Fig. 2 京都の脱炭素トランジション

power source during disasters. From an economic perspective, the combination of PV and EV technologies is expected to reduce energy costs by 26% to 41% by 2030, thanks to declining technological costs. This approach is particularly effective in regional cities with larger rooftop areas per capita and higher vehicle ownership rates.

## Kyoto Miraimon Project: The Challenge of Decarbonizing Kyoto Through the SolarEV City Concept

The paper titled “Facilitating a Carbon Neutral Transition in Kyoto: Initiatives on Rooftop Photovoltaics Integrated with Electric Vehicles,” published in *Technology in Society* in November 2024, discusses the SolarEV City concept aimed at achieving a sustainable energy transition in Kyoto. This concept promotes urban decarbonization by integrating PV systems with EVs used as storage batteries. The study explores the feasibility of deploying decentralized energy systems at the community level through the Kyoto Miraimon Project, highlighting policy, technical, and social challenges. The research demonstrates that up to 70% of Kyoto's energy demand can potentially be met using the “PV + EV” system, resulting in a 60–74% reduction in CO<sub>2</sub> emissions and a 22–37% reduction in energy costs. However, the study emphasizes the importance of addressing technical challenges, social acceptance, and the development of policy frameworks. In Kyoto, where traditional architecture is prevalent, landscape regulations pose challenges for PV installation, necessitating the use of PV panels designed to resemble traditional tiles. To overcome these constraints, researchers, local governments, businesses, and NGOs are collaborating to propose innovative business models and policies. The paper also highlights the need to build a social platform through cooperation between governments, universities, and industries. This platform is expected to play a critical role in aligning stakeholder goals and promoting the adoption of innovative technologies. Kyoto's case serves as a valuable example of how decarbonization can be applied to other cities in Japan and abroad. The study concludes that accelerating sociotechnical transitions requires robust policies, governance, technological innovation, and community collaboration.

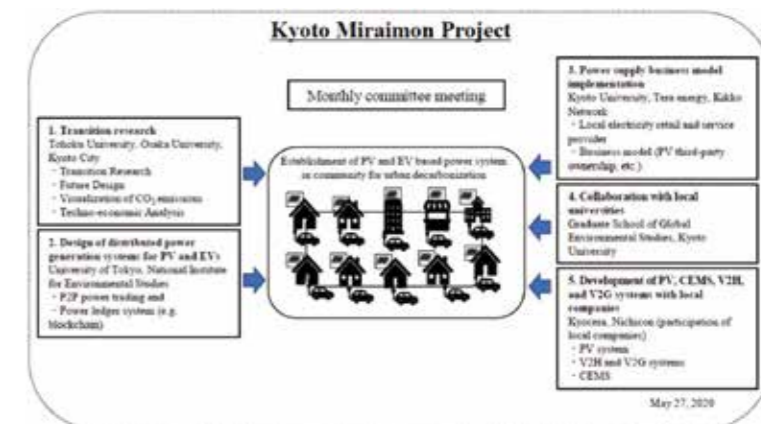


Fig. 3 京都未来門プロジェクト