



准教授 小端 拓郎
Associate Professor
Takuro Kobashi

速やかな都市の脱炭素化に向けて

Toward rapid urban decarbonization

2022年は、IPCC から第 6 次評価報告書 (AR6) が発表され人為起源の気候変動がますます深刻化していることが示された。世界気温の上昇を 1.5 度未満に抑えるためには一刻の猶予も許されない状況である。幸い太陽光や風力といった再生可能エネルギーが化石燃料より安くなりつつあるため、この再エネを使った脱炭素化がカギを握る。また、急速に普及が進む電気自動車 (EV) を、太陽光発電と一緒に活用することで非常に効果的な都市の脱炭素化が可能になる。本研究室では、屋根上太陽光発電と EV を組み合わせて都市の脱炭素化を行う「ソーラー EV シティ構想」など都市の脱炭素化に関する研究を行っている。2023 年は世界の都市 (ジャカルタ、パリ) における SolarEV シティの研究成果などを国際学術雑誌に発表した。また、日本全国の市区町村の解析や都市の 1km メッシュ分析等を行った。

In 2022, IPCC sixth assessment reports (AR6) were published, showing that climate change has intensified. To halt global warming within 1.5C, we must achieve net-zero emissions by 2050, which means we have no time left today. Because solar and wind power is increasingly cheaper than fossil fuels, renewable energy is key to removing fossil fuels as an energy source. In addition, by using electric vehicles (EVs) as a battery for variable renewable energy, it is possible to reduce CO₂ emissions in an economically efficient way. Therefore, we have been working on research using rooftop photovoltaic (PV) and EV (SolarEV City Concept) for urban decarbonization. In 2023, we published our results of the analyses for decarbonization on South Korean cities, Shenzhen, and Jakarta. In addition, we analyzed all the local municipalities in Japan.

ソーラー EV シティ構想

日本や多くのアジアの都市では、人口密度が高く土地が限られているため屋根上太陽光発電 (PV) を活用することが、都市の脱炭素化に有効である。しかし、屋根上 PV の普及には様々な課題がある。一つは、PV 発電の変動性であり、大容量 PV を都市の脱炭素化に有効に活用するためにはエネルギー貯蔵が必要になる。そこで、今後、急速な普及が予想される EV を蓄電池として活用することで、PV による脱炭素化の経済性が大きく高まる (より大きなエネルギー経費の節約につながる)。私たち研究グループは、この屋根上 PV と EV を蓄電池として組み合わせて都市レベルで脱炭素化を行うことを、「ソーラー EV シティ構想」と名付けて研究を進めている。これまで、札幌市、仙台市、郡山市、新潟市、京都市、岡山市、広島市、東京都区部、川崎市などの分析を行い、都市全体の屋根面積の 70% を活用しつつ、全ての自動車を EV とし、そのバッテリーの半分以上を PV の蓄電池として活用することにより、各都市の 53-95% の電力を供給できることがわかった。また、電力消費と自動車からの CO₂ 排出の 54-95% を削減できる。また、エネルギーコストの 26-41% の削減に繋がる可能性がある。特に、地方都市においては、一人当たり屋根面積と自動車台数が大きいため、最大 95% 近くの電力供給と CO₂ 排出削減に繋がる。

Solar EV city concept

In many Asian cities with high population density, land is limited such that utilization of rooftop PV is an important option for urban decarbonization. However, using rooftop PV generation causes various problems. One is the variability of PV generation. By using EVs as storage, the economic efficiency of rooftop PV greatly improves, leading to greater energy cost savings and CO₂ emissions reduction. Our group conducted research on urban decarbonization by combining rooftop PV and EV as storage to support the "Solar EV City Concept." We analyzed Sapporo, Sendai City, Koriyama City, Niigata City, Kyoto City, Okayama City, Hiroshima City, Tokyo Ward, and Kawasaki City, utilizing 70% of the roof area of each city. By making all cars EVs and using half of their

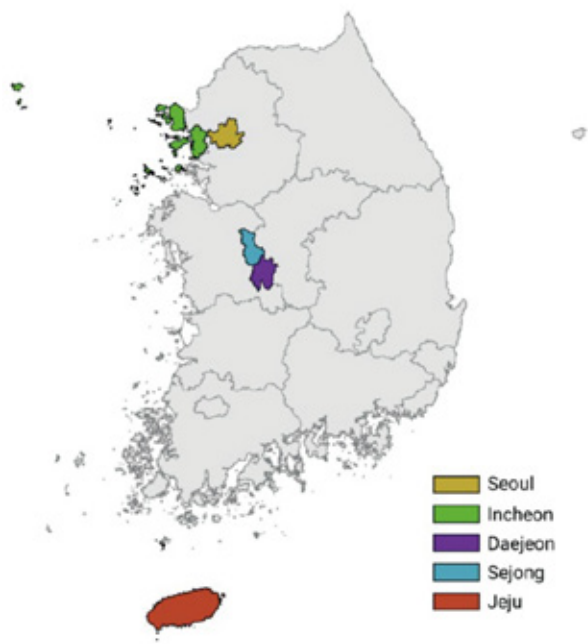


Fig. 1 Analyzed Korean cities.

韓国の都市におけるソーラー EV シティ

ソウル国立大学との共同研究により、いくつかの韓国の都市の分析も行った。韓国の都市は、日本の住宅・低層ビルと違ってアパートやマンションなどの高層ビルが多い。つまり、日本の大都市型の都市が一般的のため、一人当たり屋根面積や自動車数が小さい。そのため、PV+EV の効率も日本の大都市に近いが、それよりも小さいことが分かった。つまり、PV+EV では、対象とする都市に供給できる電力に限られる。しかし、ジェジュ島は、低層の建物が多いため日本の地方都市と同様に PV+EV による脱炭素化の効果が高い。

2022 年 9 月には、ソウル国立大学知能生態科学研究科・共同研究者の Kang 准教授と、東北大学大学院環境科学研究科は、部局間協定を締結した。また、小端准教授は 11 月にソウル国立大学を訪問し、Kang 准教授の研究グループと意見交換を行った。

中国・深圳におけるソーラー EV シティ

中国第 3 の経済都市に成長した深圳は、超高層ビルが建ち並ぶ大都市となっている。本研究室は、ハルビン工業大学深圳の研究者との共同研究により、この深圳市の分析を行った。深圳は、韓国の都市と同様に屋根上 PV と EV による電力供給は限られるが、電力と自動車からの CO₂ 排出の 42% 程度は削減できることが分かった。深圳は、すでに全ての公共バスとタクシーが電動化されている。中国の大手ハイテク企業が、本社を置く深圳において、SolarEV シティが実現されるためには、今後も企業等と連携して研究を続けていく必要がある。

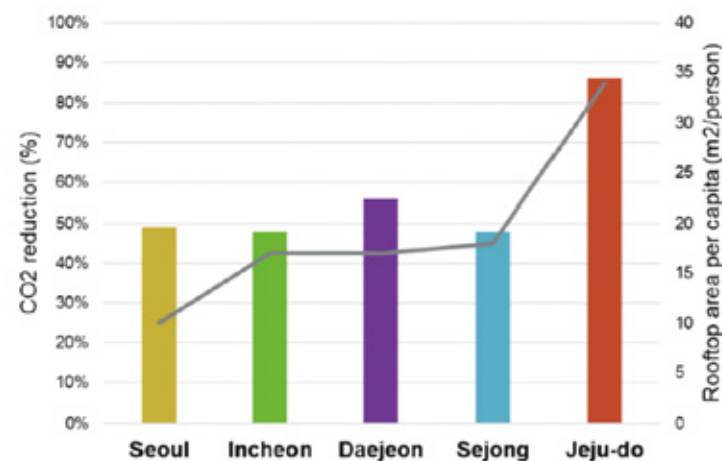


Fig. 2 CO₂ emission reduction by rooftop PV and EV in Korean Cities.

batteries as PV storage, we could supply 53-95% of the electricity demand for each city. It was also found to reduce CO₂ emissions by 54-95%. It can also lead to a 26-41% reduction in energy costs.

Solar EV Cities in Korean cities and Shenzhen China

In collaboration with Seoul National University, we also analyzed several Korean cities. Cities in South Korea have many high-rise buildings such as apartments and condominiums, unlike Japanese houses and low-rise buildings. In other words, when using PV generation combined with EVs, power that can be supplied to the target city is limited. However, because Jeju Island has many low-rise buildings, the effect of PV generation combined with EVs is high, similar to regional cities in Japan.

Shenzhen is the third largest economic city in China. Our laboratory analyzed Shenzhen through joint research with researchers from the Harbin Institute of Technology Shenzhen. Shenzhen, like South Korean cities, has limited power supply from rooftop PV and EV, but it was found that about 42% of CO₂ emissions from electricity and automobiles could be reduced. Shenzhen has already electrified all public buses and taxis. To realize the SolarEV City concept in Shenzhen where major Chinese high-tech companies are headquartered, it is necessary to continue research in collaboration with companies.

Associate Professor Kobashi visited Seoul National University in December and exchanged opinions with Associate Professor Kang's research group. In September 2022, Graduate School of Environmental Studies (GSES) signed an MOU with the graduate school.

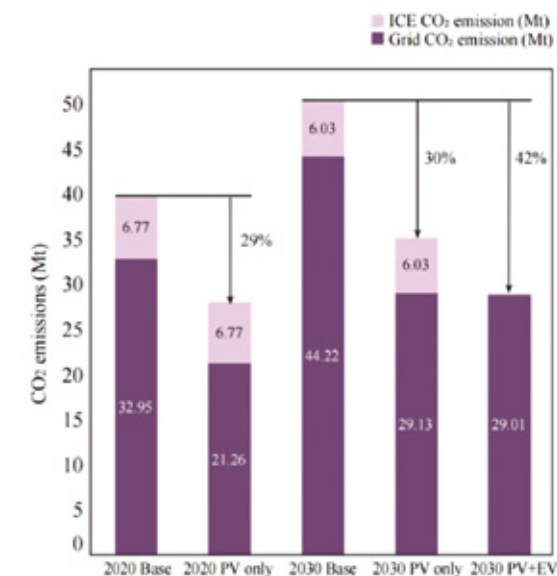


Fig. 3 CO₂ emission reduction in Shenzhen, China by "Base", "PV only", and "rooftop PV and EV".