

「脱炭素技術導入に伴う大気汚染物質削減効果の試算とヒト健康リスク評価(2年目)」

成果報告書(概要)

国立研究開発法人産業技術総合研究所 秦 寛夫

(共同研究者:水嶋教文(産総研), 井原智彦(東大), 戸野倉賢一(東大))

【研究の背景と目的】 気候変動対応に係るカーボンニュートラル社会の実現に向けて, 風力や太陽光発電, CO₂ の直接空気回収(DAC)等の技術開発や, 水素を含む代替燃料の導入, 欧州各国での 2035 年を目途に新車のゼロエミッション規制の導入など, 様々な施策検討が行われている. 本研究ではゼロエミッション化の推進とそれに伴うヒートアイランドの緩和が, 大気中の O₃ と PM_{2.5} 濃度に与える影響, 及び国内のヒト健康リスクへの影響について, 大気シミュレーションにより実施している. 今年度は主に①電気自動車(EV)の普及に伴うヒートアイランド効果と O₃ と PM_{2.5} への影響, リスク評価, ②現況と将来の関東における固定発生源由来の人工排熱量の算出, そして③将来排出量シナリオを考慮できる領域大気質モデルの導入と試算を実施した.

【成果の概要】

1. 電気自動車(EV)導入に伴うヒートアイランドと大気汚染, ヒト健康リスク評価

Fig.1 に示すように関東の乗用車と小型貨物車が全て EV 化されると仮定した場合の大気汚染物質排出量と自動車からの人工排熱量の削減による O₃ と PM_{2.5} 濃度変化を, 領域大気化学輸送モデルで計算した. 計算条件等の詳細は昨年度の報告書を参考のこと. O₃ については EV 導入に伴い排ガス由来の一次排出が低減されることで NO タイトレーション効果の促進や, VOC 律速域の一部地域における O₃ の増加が示唆された一方, ヒートアイランドの緩和によるオゾン生成速度の減少やその他気象要因の変化が O₃ の減少が寄与することが示唆された. 他方 PM_{2.5} は一次排出由来の PM_{2.5} が減る一方で, ヒートアイランド緩和に伴う気温低下に伴う二次粒子の凝縮成長が加速することから地域によっては PM_{2.5} 濃度が増加することが示唆された. 関東全域の平均的には O₃ と PM_{2.5} 共に減少すると試算され, さらにそれらに伴うヒトの早期死亡者数(ヒト健康リスク)は全体として 250 人程度減少することが示された.

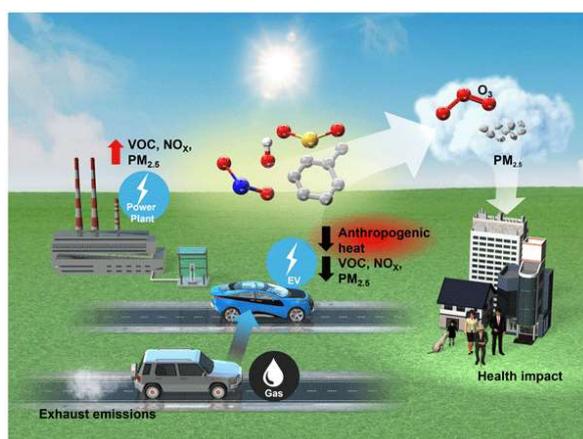


Fig.1: EV 化による大気汚染物質排出量変化と人工排熱削減, その大気影響の模式図

本研究成果は以下の内容で公表した。

Hata et al. Impact of introducing electric vehicles on ground-level O₃ and PM_{2.5} in the Greater Tokyo Area: yearly trends and the importance of changes in the urban heat island effect. *Atmos. Chem. Phys.* **2025**, 25, 1037-1061.

2. 現況(2021年)と将来における固定・移動発生源由来の人工排熱量の削減効果の試算

関東地方に含まれる1都6県の年間エネルギー消費量の年別推移を確認したところ、2021年にはCOVID-19の影響はほぼ存在しないことがわかったため、2021年の値を採用することとした。例として、2021年の1都6県の結果をFig. 2に示す。次に、2021年のエネルギー消費量に対して、民生部門は令和2年(2020年)国勢調査の地域メッシュ別人口、産業部門は令和3年(2021年)経済センサスの地域メッシュ別従業者数を用いて、空間方向に按分した。次に、萱場ほかの月別時刻別偏帰係数を用いて、時間方向にも按分した。

東京都調査結果(「令和4年度大気汚染物質排出量実態調査」)の燃料別排出量(CO, CO₂, HC)から燃料消費量、排熱量を算定した。CO, CO₂, HC濃度を変数とし、カーボンバランス法により燃料消費量に変換した。また、燃料消費量にガソリンまたは軽油の総発熱エンタルピーを乗算することで人工排熱量に変換した。総発熱エンタルピーは総合エネルギー統計検討会で公表されている「エネルギー源別標準発熱量・炭素排出係数(2018年度改訂)」を参照した。結果の一部(2021年における都内の自動車由来人工排熱量分布)をFig.3に示す。



Fig.2 2021年の固定発生源由来人工排熱量

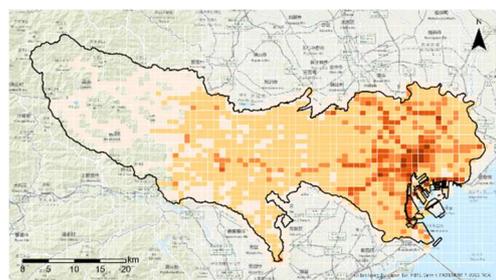


Fig.3 2021年の自動車由来人工排熱量

3. 領域大気化学輸送モデル WRF-GC の導入と試算

1で示したO₃やPM_{2.5}の試算には領域化学輸送モデルCMAQを用いている。本研究テーマでは将来気候変動とヒートアイランド緩和効果を統合した大気汚染影響を評価しようとしているが、主に将来排出量データの観点でより便利な領域化学輸送モデルであるWRF-GCを用いることに方針転換した。今年度はWRF-GCのインストールからドメイン設定、試算を実施し、無事に計算を実行することに成功した。次年度にWRF-GCを用いて、固定発生源と移動発生源の排出量変化、気候変動、ヒートアイランド効果の変化を加味した将来大気質の評価を実施する予定である。

【謝辞】本研究の助成を頂いた一般財団法人環境対策推進財団に謝意を表します。また、自動車由来人工排熱量試算の元データを提供して頂いた東京都環境局に感謝いたします。