

「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(1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①2017年における電気自動車(EV)の普及に伴う大気中のO₃とPM_{2.5}濃度、及びヒートアイランド効果への影響の試算、②2050年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領域大気質モデルによるEV導入に伴うヒートアイランド効果を加味した大気質への影響の評価を実施した。

【成果の概要】

1. 電気自動車(EV)導入に伴う大気汚染物質排出と人工排熱量の削減効果の試算

国内の軽乗用車と普通乗用車、及び小型貨物車が全て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効果を試算した。ここで大型貨物車を考慮しなかった理由として、現状のバッテリーでは大型貨物車のような重量級かつ長距離走行を行う車両には適しておらず、大幅な技術革新が起きない限り大型貨物車のEV化は難しいという見解に基づく。大気汚染物質排出の削減量の試算にあたっては、自動車排気のみならず、ガソリン自動車の駐車時と走行時、及び給油時の燃料蒸発ガスの削減も考慮した。一方でEV化に伴うブレーキ摩耗・巻上粉塵の変化は考慮していない。人工排熱量変化の試算にあたっては、国内における乗用車と貨物車の年間平均走行距離等の各種統計データを加味し、エンジン自動車の燃費データとEVの交流電力量(走行時と充電時の総電力量)に演算することで排熱量を算出した。本試算により、エンジン自動車をEVにすることで、関東域において15%程度の人工排熱の削減効果が見込まれた。また、領域気象モデルWRFv4.3.3(格子解像度:5km×5km)を用いた、2017年を対象とした人工排熱の減少に伴う東京、横浜、千葉、さいたまの4地点における四季別の平均気温の変化はおよそ0.1-0.2℃程度の減少となり、EV導入に伴うヒートアイランド効果への寄与が示唆された。

2. 2050年における大規模固定発生源由来の人工排熱量の削減効果の試算

EA Grid-2010-Japan(福井ほか(2014))のCO₂排出量データを用い、消費燃料とCO₂排出係数を考慮することで、東京圏の3次メッシュレベルの人工排熱量を計算した。具体的には、推計対象地域・推計対象年を決定した後、EA Grid推計対象の3次メッシュを抽出し、CO₂排出量データのチェックをおこなった。一方、部門(排出源)別消費燃料を調査し、2010年を推計年に換算するための燃料消費の伸び率を求めた(総合エネルギー統計、都道府県別エネルギー消費統計、およ

び自動車燃料消費調査を使用)。また、CO₂ 排出係数(資源エネルギー庁公表の炭素排出係数一覧表を参照)を調査した。これらのデータを用いて、2010 年の 3 次メッシュ別 CO₂ 排出量データから推計年の排出源別人工排熱量データ(mappoint, road, offroad, smallcombustion)を作成した。ただし、火力発電所からの排熱は、大気と海洋に放出される。今回の研究目的を考慮すると、大気放出分のみを抽出する必要があるため、国土交通省・環境省の既存資料を使用し、品川・大井火力発電所からの排気熱放出割合を算定した。なお、推計年として、他項目に合わせた 2017 年のほか、将来評価のための 2050 年を設定した。2050 年の将来排出シナリオは Hata et al. *Sci. Total Environ.* (2023)のネットゼロシナリオを参照した。

3. 領域大気質モデルによる大気影響評価に関する試算とヒト健康リスク評価算出プログラムの作成

領域大気質モデル CMAQv5.3.3 を用いて、2017 年関東域(格子解像度:5km×5km)に EV を導入した場合の O₃ と PM_{2.5} 濃度の 2017 年現在に対する変化を試算した。結果を Fig. 1 に示す。研究代表者らの既往研究(Hata et al. *Sci. Rep.* (2019))と同様、EV 導入に伴い O₃ 濃度は東京を中心とする首都圏で増加する結果となった。これは関東域が NO_x の削減により O₃ 濃度が増加する大気状態(VOC 律速)にあり、かつ NO のタイトレーション効果が減少したこと起因する。PM_{2.5} 濃度は東京湾近傍で減少する一方で、関東西部では増加する傾向となった。東京湾近傍では自動車排出ガスからの一次排出由来の PM_{2.5} 濃度の削減効果が寄与し、一方で関東西部では主に冬季の気温減少による粒子の凝縮が促進されたことが考えられる。一方で先行研究では EV 導入に伴うヒートアイランド現象への方は行われていない。本研究で初めて、EV の導入に伴うヒートアイランド効果の減少で、最大で 1ppb 程度の O₃ の減少が試算された。O₃ と PM_{2.5} 濃度の変化に伴うヒト健康リスク評価の算出プログラムを作成した。現在、本プログラムを用いた関東全域における O₃ と PM_{2.5} 濃度変化に伴うリスクの増減を算出しており、次年度に結果を報告する。

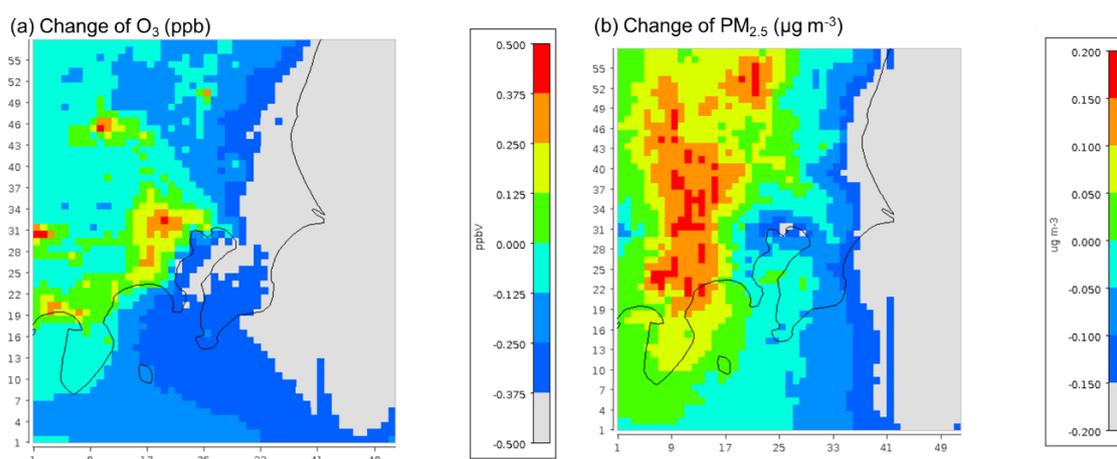


Fig. 1: 2017 年関東における EV 導入前後の(a) O₃, (b) PM_{2.5} 濃度の変化(年間平均)。

【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。