



Title	自動車走行時の環境経由の負荷による健康リスクの評価に関する研究
Author(s)	岡崎, 祐樹
Citation	大阪大学, 2025, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/101479">https://doi.org/10.18910/101479</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

## 論文内容の要旨

氏名（岡崎祐樹）	
論文題名	自動車走行時の環境経由の負荷による健康リスクの評価に関する研究
論文内容の要旨	
<p>日本では自動車による環境問題に対する法整備が進められ、光化学オキシダントを除く主要な大気汚染物質の環境基準達成率は100%を満たしてきた。騒音も同様に評価対象戸数のうち90.0%以上で昼夜間の環境基準を達成してきた。その一方で、自動車騒音については会話影響や睡眠影響などの感覚公害だけでなく、虚血性心疾患や高度の睡眠妨害などの身体的健康影響をもたらすことが指摘されてきた。また、環境基準達成率が著しく低い光化学オキシダントについては、2019年に発生した新型コロナウイルスに対するロックダウンで交通量が大きく減少することにより、前駆物質であるNO<sub>2</sub>排出量が減りO<sub>3</sub>濃度が増加した事例が世界各地で報告された。さらに、将来的には電気自動車の普及により自動車排出ガスが減少することで非排出ガスが占める割合が増加することが懸念される。第1章では、環境問題の現状と課題を踏まえてこれらを自動車走行時における3つの環境経由の負荷とした。第2章から第4章では、それぞれの環境経由の負荷に対して互いに比較可能な共通指標を用いた健康リスクの評価手法を構築した。また、日本の中でも特に健康リスクが高い大阪市に対してそれらの手法を実際適用した。第5章では、研究の総括及び意義について述べた。</p> <p>第2章では、自動車騒音による身体的健康影響として虚血性心疾患及び高度の睡眠妨害の健康リスクを評価する手法を構築した。本研究を通して指標に用いた障害調整生存年数（DALY）は、損失生存年数（YLL）と障害共存年数（YLD）の合計であり、致死や非致死によらず疾病負荷を総合的に表現することが可能である。本課題では、建物の防音性能ごとに異なる2つのシナリオ（防音性能：10 dB / 25 dB）で騒音レベル及び健康リスクの推定を行った。大阪市では自動車騒音による健康リスクが97.8~3,102.1 year-DALYであることが推定された。これは同地域における自動車由来の大気汚染物質による健康リスク（3.2 year-DALY）の約1,000倍（最大）の大きさであった。また、夜間に曝露人口が最大となる50~55 dBの等価騒音レベルにおいては、騒音を不快なものと認識しづらいレベルの大きさであることや、継続的な曝露によって騒音に慣れることにより、無意識に継続曝露することによる潜在的なリスクの存在も示唆した。</p> <p>第3章では、新型コロナウイルス対策のための緊急事態宣言の発出期間（2020年4月～5月）における交通量の減少をシナリオに設定してNO<sub>2</sub>濃度の減少によるO<sub>3</sub>濃度の増加量を推定した。また、各物質による呼吸器系疾患を引き起こす健康リスクの変化量をDALYを用いて求めた。大阪市においては、NO<sub>2</sub>濃度は3.4%減少したが、O<sub>3</sub>濃度は1.7%増加した。また、O<sub>3</sub>濃度の増加により健康リスクは55.90 year-DALY増加したが、NO<sub>2</sub>濃度の減少により811.4 year-DALY減少した。本研究では共通指標を用いて健康リスクを評価することにより、交通量の減少が健康リスクを押し下げる方向に働くことを明確に示した。一方で、特に大阪市を含む都市部では、NO<sub>x</sub>排出量が多くVOC律速であるためO<sub>3</sub>濃度が増加したが、郊外や同じ都市部においても律速状態やその強さが異なる可能性があることから、O<sub>3</sub>濃度の低減を目的とした前駆物質（NO<sub>2</sub>及びVOC）の削減を行う場合にはそれらの排出量や排出源分布等の地域特性を踏まえた対策を実施する必要がある。</p> <p>第4章では、ブレーキ摩耗に由来する非排出ガスに含まれるCu及びSb排出量の推定を行い日本全国における2020年度から2050年度までの濃度分布を予測した。車両台数や車種構成、各物質の含有率の変化を踏まえて、Cu全沈着量及び大気中Sb濃度はそれぞれ2%、11%まで減少した。また、2050年度のCu全沈着量、大気中Sb濃度のうち従来型自動車によるものの割合はそれぞれ1%、3%まで減少した（2020年度はそれぞれ82%、81%である）。発がん性がある可能性があるSbによる健康リスクは、日本全国で<math>9.25 \times 10^{-1}</math> year-DALY（2020年度）、<math>9.90 \times 10^{-2}</math> year-DALY（2050年度）であり、1人あたりの健康リスクは、<math>7.34 \times 10^{-9}</math> year-DALY/人（2020年度）、<math>7.84 \times 10^{-10}</math> year-DALY/人（2050年度）と推算した。一方、全国で最も大気中Sb濃度が高い大阪市における1人あたりの健康リスクは、<math>1.14 \times 10^{-7}</math> year-DALY/人（2020年度）、<math>1.20 \times 10^{-8}</math> year-DALY/人（2050年度）となり、局所的となる排出特性を踏まえたリスク評価の必要性について示した。</p> <p>第5章では、第2章から第4章で求めた各課題における健康リスクについて、1人あたりの健康リスクとして比較した。大阪市の自動車騒音による健康リスクは<math>3.7 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-3}</math> year-DALYであり、非排出ガス（2020年度）の<math>1.1 \times 10^{-7}</math> year-DALYを上回る。本研究で構築した手法では、リスクの大きさだけでなく同時にリスクの削減効果を表現するため、地球温暖化対策を含め将来的な政策の検討において、より優先順位の高い実効策の選択を支援することが期待される。</p>	

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏名 ( 岡崎祐樹 )	
	(職) 氏名
	主査 教授 東海 明宏
論文審査担当者	副査 教授 紀伊 雅敷
	副査 准教授 中久保豊彦

## 論文審査の結果の要旨

日本では自動車による環境問題に対する法整備が進められ、光化学オキシダントを除く主要な大気汚染物質の環境基準達成率は 100 %を満たしてきている。騒音も同様に評価対象戸数のうち 90.0 %以上で昼夜間の環境基準を達成してきている。その一方で、自動車騒音については会話影響や睡眠影響などの感覚公害だけでなく、虚血性心疾患や高度の睡眠妨害などの身体的健康影響をもたらすことが指摘されてきている。また、環境基準達成率が著しく低い光化学オキシダントについては、2019 年に発生した新型コロナウイルスに対するロックダウンで交通量が大きく減少することにより、前駆物質である NO<sub>2</sub> 排出量が減り O<sub>3</sub> 濃度が増加した事例が世界各地で報告されている。さらに、将来的には電気自動車の普及により自動車排出ガスが減少することで非排出ガスが占める割合が増加することが懸念されている。以上をふまえ本論文の第 1 章では、環境問題の現状と課題を踏まえてこれらを自動車走行時における 3 つの環境経由の負荷を定義している。第 2 章から第 4 章では、それぞれの環境経由の負荷に対して互いに比較可能な共通指標を用いた健康リスクの評価手法を構築している。また、日本の中でも特に健康リスクが高い大阪市に対してそれらの手法を実際適用している。第 5 章では、研究の総括及び意義について述べている。

第 2 章では、自動車騒音による身体的健康影響として虚血性心疾患及び高度の睡眠妨害の健康リスクを評価する手法を構築している。本研究を通して指標に用いた障害調整生存年数 (DALY) は、損失生存年数 (YLL) と障害共存年数 (YLD) の合計であり、致死や非致死によらず疾病負荷を総合的に表現することが可能である。本課題では、建物の防音性能ごとに異なる 2 つのシナリオ (防音性能 : 10 dB / 25 dB) で騒音レベル及び健康リスクの推定を行っている。大阪市では自動車騒音による健康リスクが 97.8~3,102.1 year-DALY であると推定している。これは同地域における自動車由来の大気汚染物質による健康リスク (3.2 year-DALY) の約 1,000 倍 (最大) の大きさに相当している。また、夜間に曝露人口が最大となる 50~55 dB の等価騒音レベルにおいては、騒音を不快なものと認識しづらいレベルの大きさであることや、継続的な曝露によって騒音に慣れることにより、無意識に継続曝露することによる潜在的なリスクの存在も示唆している。

第 3 章では、新型コロナウイルス対策のための緊急事態宣言の発出期間 (2020 年 4 月~5 月) における交通量の減少をシナリオとして設定して NO<sub>2</sub> 濃度の減少による O<sub>3</sub> 濃度の増加量を推定している。また、各物質による呼吸器系疾患を引き起こす健康リスクの変化量を DALY を用いて求めている。大阪市においては、NO<sub>2</sub> 濃度は 3.4 %減少したが、O<sub>3</sub> 濃度は 1.7 %増加したこと、また、O<sub>3</sub> 濃度の増加により健康リスクは 55.90 year-DALY 増加したが、NO<sub>2</sub> 濃度の減少により 811.4 year-DALY 減少したことを明らかにしている。本研究では共通指標を用いて他のリスクと比較しうる尺度で健康リスクを評価することにより、交通量の減少が健康リスクを押し下げる方向に働くことを明確に示している。一方で、特に大阪市を含む都市部では、NO<sub>x</sub> 排出量が多く VOC 律速であることから O<sub>3</sub> 濃度が増加したが、郊外や同じ都市部

においても律速状態やその強さが異なる可能性があることから、O<sub>3</sub>濃度の低減を目的とした前駆物質（NO<sub>2</sub>及びVOC）の削減を行う場合にはそれらの排出量や排出源分布等の地域特性を踏まえた対策を実施する必要を示している。

第4章では、ブレーキ摩耗に由来する非排出ガスに含まれるCu及びSb排出量の推定を行い日本全国における2020年度から2050年度までの濃度分布を予測している。車両台数や車種構成、各物質の含有率の変化を踏まえて、Cu全沈着量及び大気中Sb濃度はそれぞれ2%、11%まで減少したことを明らかにしている。また、2050年度のCu全沈着量、大気中Sb濃度のうち従来型自動車によるものの割合はそれぞれ1%、3%まで減少したことを明らかにしている（2020年度はそれぞれ82%、81%である）。発がん性の可能性があるSbによる健康リスクは、日本全国で $9.25 \times 10^{-1}$ year-DALY（2020年度）、 $9.90 \times 10^{-2}$ year-DALY（2050年度）であり、1人あたりの健康リスクは、 $7.34 \times 10^{-9}$ year-DALY/人（2020年度）、 $7.84 \times 10^{-10}$ year-DALY/人（2050年度）と推算している。一方、全国で最も大気中Sb濃度が高い大阪市における1人あたりの健康リスクは、 $1.14 \times 10^{-7}$ year-DALY/人（2020年度）、 $1.20 \times 10^{-8}$ year-DALY/人（2050年度）となり、局所的となる排出特性を踏まえたリスク評価の必要性について示している。

第5章では、第2章から第4章で求めた各課題における健康リスクについて、1人あたりの健康リスクとして比較している。大阪市の自動車騒音による健康リスクは $3.7 \times 10^{-5} \sim 1.2 \times 10^{-3}$ year-DALYであり、非排出ガス（2020年度）の $1.1 \times 10^{-7}$ year-DALYを上回ることを明らかにしている。本研究で構築した手法では、リスクの大きさだけでなく同時にリスクの削減効果も評価できることから、自動車交通起源の地球温暖化対策を含めた将来的にわたる包括的な政策の検討にむけて、より優先順位の高い効策選択を支援することへの展望をまとめている。

以上のように、本論文は自動車走行時の環境経由の負荷による健康リスク評価を通じて実務支援を含めた環境リスク管理学の発展に寄与する重要な知見を導出している。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。