

「日本における環境対策費用便益分析の飛躍的普及に向けた研究開発（2 年目）」

成果報告書（概要版）

国立研究開発法人産業技術総合研究所

井上和也

【研究の背景と目的】

本研究では、日本において実施例が極めて少ない、環境対策に係る費用効果・便益分析、および、それに基づく適切な化学物質管理を飛躍的に普及させることを最終目標として、そのために重要と考えられる、1) シミュレーションによる 2 次生成物質の濃度低減効果推定の高精度化手法の開発、および、2) 2 次生成物質の濃度低減効果を入力値として、ヒト健康・農作物収量への影響の低減効果やその金銭価値（便益）を出力するツール（以下、「便益評価システム」と呼ぶ）の開発を行うことを目的として研究を行った。以下では、今年度（2 年目）に得られた主要な研究成等について記す。

【主要な研究成果】

1. シミュレーションによる 2 次生成物質の濃度低減効果推定の高精度化手法の開発

●オゾン濃度低減効果推定の高精度化について

昨年度に開発したオゾン濃度低減効果推定精緻化手法を適用し、実際に各発生源部門への対策による排出削減効果を推定するとともに、精緻化手法適用の前後で推定結果がどの程度変化するかを調べた。下記 2. のオゾン低減便益原単位導出にも利用するため、死亡者数およびコメ収量への影響に関する濃度低減効率指標として、それぞれ「単位排出削減量あたりの死亡者数重み付き平均濃度（8 時間値）低減量」、「単位排出削減量あたりのコメ収量加重平均濃度（8 時間

値）低減量」を、発生源部門毎、また、関東、近畿地方毎に算出した。ここで濃度低減量の分布は、現況（2015 年ベースケース）および、それぞれの発生源部門からの排出量を 10%削減した場合について 5 km×5 km 解像度のシミュレーションを夏季の代表日について行うことにより得た。図 1 には、精緻化手法適用前後の関東地方における発生源部門毎の単位排出削減量

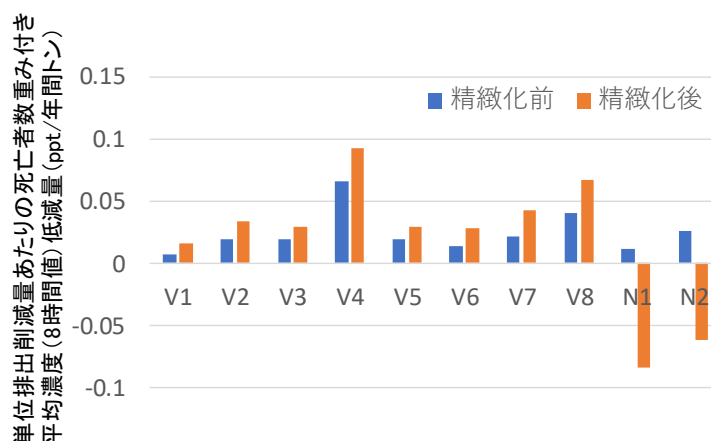


図 1：精緻化手法適用前後の関東地方における発生源毎の単位排出削減量あたりの死亡者数重み付き平均濃度（8 時間値）低減量死算出結果。V1～V8 までは業種別の固定蒸発発生源からの VOC 排出、N1、N2 は、それぞれ自動車、大規模点源（発電所等）からの NO_x 排出を対象としている。

あたりの死亡者数重み付き平均濃度（8時間値）低減量を示す。図1によると、精緻化手法適用の影響はVOC発生源よりNO_x発生源で大きく、NO_x発生源では精緻化前後で正負が逆転していることがわかる。

●PM2.5濃度低減効果推定の高精度化について

昨年度にPM2.5濃度低減効果推定への活用の有用性が示唆されたアンモニアと硝酸の衛星観測データを入手し、排出インベントリに対する補正の必要性や補正法について基礎的な検討を行った。図2にはアンモニアの衛星観測データを示す。図2によると、アンモニア総気柱量の密度は、東京都、神奈川県や大阪府などの都市部で他の地域より小さいことがわかる。一方、別途、既存の積み上げ集計方法により整備した排出インベントリによる都道府県別の排出密度ランキングでは、上述の神奈川と大阪がそれぞれ上位の7、8位に入っているなど、衛星観測データとの間に大きな乖離がみられ、アンモニア排出量推計値の補正の必要性が強く示唆された。

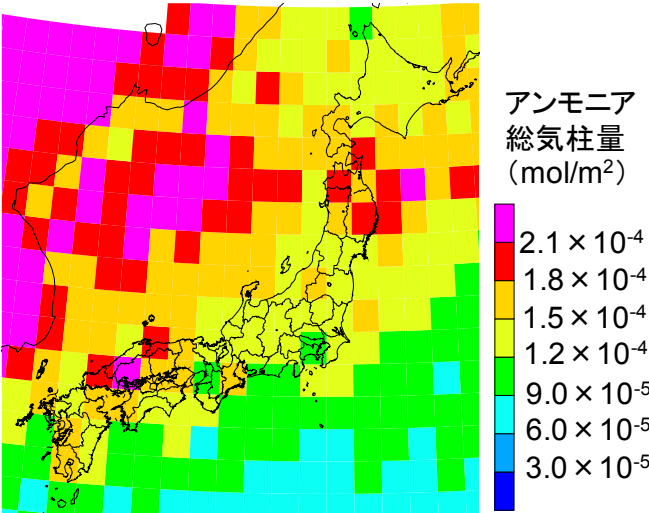


図2：衛星観測（IASI/Metop-B）による2015,16年7,8月平均のアンモニア総気柱量分布

2. 便益評価システムの開発

●パラメータデフォルト値の再検討

昨年度に設定した便益評価システムで使用するパラメータのデフォルト値について、文献調査、および、健康影響、農作物収量影響、環境影響の金銭価値化についての各分野の専門家へのヒアリングを行い再検討した。それぞれの専門家から頂いたご意見を集約すると、現在設定しているデフォルト値については特異な値であるとはいえないが、不確実性が大きいのは確かであり、パラメータに変化幅を持たせた不確実性解析が必要であるということであった。それらの

結果を受け、今後便益評価システムに不確実解析機能を搭載することを前提としたうえで、デフォルト値としては表1に示す値を採用することとした。

表1：便益評価システムで採用した各パラメータのデフォルト値

評価対象	記号	意味	デフォルト値
死亡影響	β (ozone)	オゾン8時間平均濃度1ppb上昇あたりの早期死亡数増加率	0.00125/ppb
	β (PM2.5)	PM2.5日平均濃度1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 上昇あたりの早期死亡数増加率	0.008/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	VSL	確率的生命の価値	4×10^8 円/人
コメ減収影響	γ (ozone)	オゾン8時間平均濃度1ppb上昇あたりのコメ減収率	0.0034/ppb
	VW	コメの価格	240円/kg

●簡易解析機能用のオゾン低減便益原単位値の導出

1. で算出した、精緻化後のオゾン低減効率に関する各指標算出結果および上記のパラメータデフォルト値に基づき、各地方、各発生源部門について単位排出削減量当たりのオゾン低減による各便益の原単位を以下の式で導出した。

・死亡者数低減便益原単位（各発生源部門、各地方）＝「死亡者数影響に関する濃度低減効率指標（各発生源、各地方）」× β （ozone）×ベースライン死亡者数（各地方）×VSL

・コメ収量増加便益原単位（各発生源部門、各地方）＝「コメ収量影響に関する濃度低減効率指標（各発生源、各地方）」× γ （ozone）×ベースラインコメ収穫量（各地方）×VW

各便益の原単位算出結果を 2 に示す。表 2 によると、死亡者数低減便益原単位のほうがコメ収量増加便益原単位より大きいこと、合計便益の原単位は、発生源部門や地方によって大きく異なり、VOC 発生源については関東のほうが近畿より大きく、NO_x 発生源については逆に近畿のほうが関東より大きいこと、などがわかる。表 2 に示したオゾン低減便益原単位は便益評価ツールの簡易解析機能に内蔵され、ユーザは対象発生源部門と対象地域を選択すれば、あとは VOC や NO_x の年間排出削減量を入力するだけで、オゾン低減による便益を概算することが可能となる（ただし後述の線形性が成り立つ範囲においてである）。

表 2：関東、近畿地方における、各発生源部門についての単位排出削減量当たりのオゾン低減便益原単位（万円 / 年間トン）算出結果

発生源部門		V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	N1	N2
関東	死亡者数低減便益原単位	311.0	692.0	581.3	1888.4	593.1	559.3	863.2	1359.5	-1710.1	-1266.8
	コメ収量増加便益原単位	0.7	1.2	0.9	2.7	1.2	0.9	1.3	2.4	1.6	2.7
	合計便益原単位	311.7	693.2	582.3	1891.1	594.3	560.2	864.5	1361.9	-1708.5	-1264.1
近畿	死亡者数低減便益原単位	76.0	194.6	123.3	500.8	128.9	244.9	217.5	461.5	-431.9	44.9
	コメ収量増加便益原単位	0.2	0.4	0.3	1.1	0.3	0.5	0.4	1.0	1.1	1.7
	合計便益原単位	76.2	195.0	123.6	501.9	129.2	245.4	218.0	462.4	-430.8	46.6

（注）V1～V8 までは業種別の固定蒸発発生源からの VOC 排出、N1、N2 は、それぞれ自動車、大規模点源（発電所等）からの NO_x 排出を対象としている。

●便益評価システムの適用例—VOC、NO_x の排出削減によるオゾン低減便益評価—

現況および VOC、NO_x の排出量をそれぞれベースケースから 10%ずつ段階的に削減させるシナリオについて、関東地方の夏季代表日を対象に、大気化学輸送モデル（ADMER-PRO）によるシミュレーションを行い、推定されたメッシュごとの濃度低減効果を便益評価システムに入力することで、それぞれのシナリオによる大気汚染低減便益を評価した。ここで、それぞれのパラメータについて上記のデフォルト値を使用した場合、および、特に不確実性が高いと考えられる死亡者数低減便益算出に係るパラメータ値を、既存のリスク評価（詳細リスク評価書シリーズ 24 オゾン—光化学オキシダント—）の際に採用された値に変更した場合（ β （ozone）=0.0002/ppb、VSL=1×10⁷ 円）の 2 通りについて評価している。図 3 には、その 2 通りについて、VOC だけ、NO_x だけ、VOC と NO_x の両方をそれぞれ 10%刻みで削減させた際の合計便益推計値の変化を示した。図 3 によると、各入力パ

ラメータとしていずれの値を使用した場合にも共通の特徴として、VOC削減による便益は削減率に対して線形的に増加するが、NO_x削減による便益は、削減率が小さい場合は負であるものの、削減率が大きくなると正に転じかつ非線形的に増加していくこと、削減率がある程度以上に大きくなるとVOCとNO_xの両方を削減することによる便益はNO_xのみの削減による便益に漸近していくこと、などがわかる。また、入力パラメータ値を変更した場合には（図3b）、推定される便益の絶対量やVOC削減、NO_x削減それぞれの相対的重要性が大きく変化していることから、入力パラメータ値に対する不確実性解析の必要性が改めて示唆された。

3. 成果の公表

昨年度に得られた研究成果の一部につき、以下の通り誌上発表と口頭発表を行った。

Inoue et al. (2019). Modeling study on the spatial variation of the sensitivity of photochemical ozone concentrations and population exposure to VOC emission reductions in Japan, *Air Quality Atmosphere and Health*, **12**, 1035-1047.

井上 (2019). 光化学指標の衛星観測データを用いた地表オゾン排出削減感度推定の高精度化, 第60回大気環境学会年会, 東京農工大学府中キャンパス (東京都府中市).

井上 (2019). 大気環境対策便益評価ツールの開発 ―概要とプロトタイプを紹介―, 第60回大気環境学会年会, 東京農工大学府中キャンパス (東京都府中市).

【今後の課題】

今後の課題としては以下が挙げられる。

- ・衛星観測データを利用したアンモニア排出量推計の精緻化に基づくPM_{2.5}濃度低減効果推定精緻化手法の開発を引き続き行う。
- ・開発した2次生成物質濃度低減効果推定精緻化手法について、平日、週末の前駆物質と2次生成物質の濃度変化などに関する地表実測データを用いてさらなる検証を行う。
- ・便益評価システムに入力パラメータに関する不確実性解析機能を搭載したうえ公開する。
- ・今年度 to 得られた研究成果について口頭や誌上で発表する。

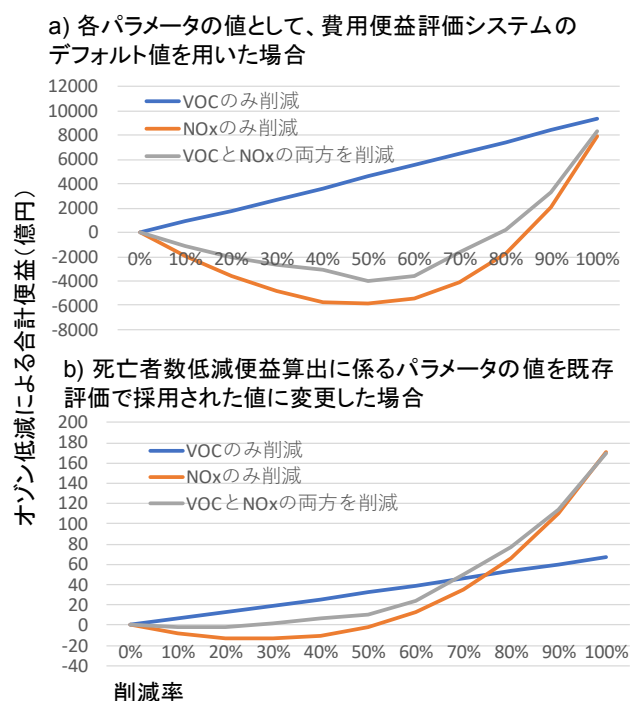


図3：関東地方の夏季代表日についてVOCとNO_xを段階的に削減させた場合のオゾン低減による合計便益の推定結果。a)各パラメータの値として、費用便益評価システムのデフォルト値を用いた場合。b)死亡者数低減便益算出に係るパラメータの値を既存評価で採用された値に変更した場合。