

平成 30 年 6 月 13 日現在

機関番号：34519

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15H04790

研究課題名(和文)胎児期及び出生後早期の大気汚染曝露が小児のアレルギー発症に及ぼす影響の解明

研究課題名(英文)Effects of prenatal and early-life exposure to air pollution on onset of allergy in childhood

研究代表者

島 正之(Shima, Masayuki)

兵庫医科大学・医学部・教授

研究者番号：40226197

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,900,000円

研究成果の概要(和文)：胎児期及び乳児期の大気汚染曝露がアレルギーに及ぼす影響を評価した。子どもが1歳6か月及び3歳の時に家屋内外の微小粒子(PM<sub>2.5</sub>)及び粗大粒子(PM<sub>10-2.5</sub>)を捕集し、エンドトキシン濃度を測定した。屋内粒子中のエンドトキシン濃度は屋外粒子及び布団ダスト中のエンドトキシン濃度と関連があり、空気清浄機を使用した家庭で低かった。母親の呼気中一酸化窒素濃度は、アレルギーの既往があると高く、非排気型暖房器具を使用した人も高かった。測定前の家屋内のエンドトキシン濃度とは関連がなかったが、二酸化窒素濃度が高いと有意に低下した。また、大気汚染物質への空間的・時間的曝露量を推定するためのモデルを構築した。

研究成果の概要(英文)：Effects of prenatal and early-life exposure to air pollution on allergy were evaluated. Fine (PM<sub>2.5</sub>) and coarse (PM<sub>10-2.5</sub>) particles were collected inside and outside 287 homes of the children at age of 1.5 and 3 years old, and endotoxin concentrations in particle were measured. Indoor endotoxin concentrations in PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10-2.5</sub> significantly correlated with outdoor concentrations in each fraction and endotoxin levels in dust samples collected from mattress. Indoor endotoxin concentrations in both fractions were lower in homes that used air purifiers. Fractional concentrations of exhaled nitric oxide (FeNO) were higher in mothers with a history of allergy and subjects who used unvented heaters. FeNO decreased in relation to an increase in ambient concentrations of nitrogen dioxide, although FeNO was not correlated with indoor and outdoor endotoxin concentrations. In addition, a spatiotemporal land use random forest model was developed in order to estimate exposure to air pollutants.

研究分野：環境疫学

キーワード：大気汚染 微小粒子状物質 粗大粒子 二酸化窒素 アレルギー エンドトキシン 生活環境 出生コホート研究

### 1. 研究開始当初の背景

大気環境中の粒子状物質、特に粒径 2.5 μm 以下の微小粒子 (PM<sub>2.5</sub>) は、呼吸器系、循環器系をはじめとする様々な健康影響を生じることが知られている。胎児期及び乳児期における PM<sub>2.5</sub> への曝露と小児期のアレルギー・呼吸器疾患発症との関連も報告されているが、わが国における知見はほとんどない。

近年、グラム陰性菌の細胞壁構成成分であるエンドトキシンのアレルギー発症における役割が注目されており、大気中にも広く存在することから、大気汚染とアレルギー疾患との関連を評価する上で、エンドトキシンへの曝露についても評価する必要があると考えられるが、国際的にも知見は乏しい。

小児期のアレルギー疾患の発症に影響する因子を解明するためには、出生コホート研究に基づく評価が望ましい。国際的には、米国、ノルウェー、デンマーク等で大規模な出生コホート研究が行われ、大気汚染の健康影響についても検討が進められている。わが国においても、PM<sub>2.5</sub> をはじめとする大気汚染と健康影響との関連を明らかにするための疫学研究が求められている。

### 2. 研究の目的

わが国では、2011 年から環境省により、環境要因が子どもの健康に与える影響を明らかにするための出生コホート研究「子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査)」が行われている。本研究ではエコチル調査の対象地域の一つである兵庫県尼崎市において、乳児期の大気汚染物質及び環境中エンドトキシンへの曝露量を評価し、母子のアレルギー及び気道炎症との関連を明らかにすることを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 対象者

兵庫県尼崎市に居住するエコチル調査参加者 (約 5,000 人) のうち、251 名を対象として詳細調査 (家屋内外の環境測定調査、医学的検査、精神神経発達検査) を実施している。詳細調査を実施する際に本研究への同意が得られたものを対象とした。

#### (2) 環境中エンドトキシン濃度の測定

調査は 2015 年 10 月～2017 年 9 月の間に、子どもが 1 歳 6 か月及び 3 歳の時に実施した。調査員が家庭を訪問して、家屋の内外にミニポンプ (MP-300NIIIT、柴田科学) にインパクト (ATPS-20H、柴田科学) を接続したサンプラーを設置し、1.5L/min で吸引し、予め 250 度で 2 時間乾熱滅菌した石英繊維フィルターに粒径 2.5 μm 以下の PM<sub>2.5</sub> と粒径 2.5～10 μm の粗大粒子 (PM<sub>10-2.5</sub>) に分級捕集した。捕集期間は、5 分稼働の後、30 分停止させる断続運転で、約 1 週間とした。また、捕集期間の最後の 1 日は、家屋内のみ 24 時間連続捕集を同時に実施した。

得られた PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 試料中のエンド

トキシン濃度は、Limulus Amebocyte Lysate Kinetic chromogenic assay (リムルス法) により測定し、結果は採気量当たりのエンドトキシン量 (EU/m<sup>3</sup>) で表した。

また、家庭を訪問した時に、ハンディタイプのクリーナー (ダイソン DC61) を用いて子どもが使用している布団から 50cm × 100cm の範囲のダストを採取し、それに含まれるエンドトキシンを定量した。測定中の家屋内における喫煙の有無、換気回数等の生活環境は質問票によって把握した。

#### (3) 母親の気道炎症の評価

(2) の環境測定終了時に、母親の呼気中一酸化窒素濃度 (FeNO) を測定して、気道炎症を評価した。測定には、NObreath (Bedfont 社、London, UK) を用いて、最大吸気位まで吸気した後にマウスピースをくわえて、フローメーターのメモリを見ながら呼出流量が 50ml/sec になるように約 12 秒間呼出してもらい、測定結果は ppb 単位で記録した。

#### (4) 大気汚染物質への曝露評価

尼崎市のほぼ中央に位置する中部測定局における日平均値を用いて、(2) の測定期間中の微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>)、光化学オキシダント (Ox)、二酸化窒素 (NO<sub>2</sub>) 濃度を算出した。

また、NO<sub>2</sub> 濃度の空間的・時間的濃度分布を推定するため、近隣の約 50 × 50 km の 81 地点における 2011～2014 年度の観測値、土地利用、人口、固定発生源排出量、降雨量、風速、道路延長等のデータを用いて、Land use random forest (LURF) モデルを構築した。

#### (5) 解析

上記の (2)～(4) で得られた結果と、エコチル調査で収集された質問紙調査による家屋の生活環境、母親の既往歴、喫煙習慣等との関連を解析した。粒径別粒子中のエンドトキシン濃度、FeNO 濃度はいずれも対数正規に近似して分布であったため、対数に変換して解析を行い、要因別の幾何平均値を求めた。また、同じ対象者について 1 歳 6 か月時と 3 歳時に測定した結果が含まれるため、エンドトキシン濃度及び FeNO と各要因との関連は混合効果モデルによって評価した。

なお、エコチル調査によって収集された結果は暫定データを使用したものである。

### 4. 研究成果

#### (1) 大気汚染物質濃度

尼崎市の主な大気汚染物質の年平均値の推移を表 1 に示した。PM<sub>2.5</sub> 濃度は 2013 年は 16.9 μg/m<sup>3</sup> と高かったが、その後年々低下していた。NO<sub>2</sub> 及び浮遊粒子状物質 (SPM) も改善傾向であったが、Ox 濃度は増大傾向であった。

表 1 大気汚染物質濃度 (年平均値) の推移

年度	2011	2012	2013	2014	2015	2016
SO <sub>2</sub> (ppm)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.016	0.015	0.015	0.014	0.014	0.014
Ox (ppm)	0.021	0.025	0.031	0.031	0.032	0.033
SPM (mg/m <sup>3</sup> )	0.018	0.017	0.021	0.019	0.017	0.016
PM <sub>2.5</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	15.8	14.5	16.9	16.7	15.0	13.4

尼崎中部測定局における濃度

(2) 家屋内外のエンドトキシン濃度

本研究に同意が得られたのはのべ 287 名(1 歳 6 か月時 74 名、3 歳時 213 名)であり、そのうち 50 名は 1 歳 6 か月時と 3 歳時の 2 回測定を実施した。ポンプの動作不良等による欠測を除き、屋内 284 件、屋外 283 件で有効な測定結果が得られた。

研究期間中の屋内における PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 中のエンドトキシン濃度の幾何平均値

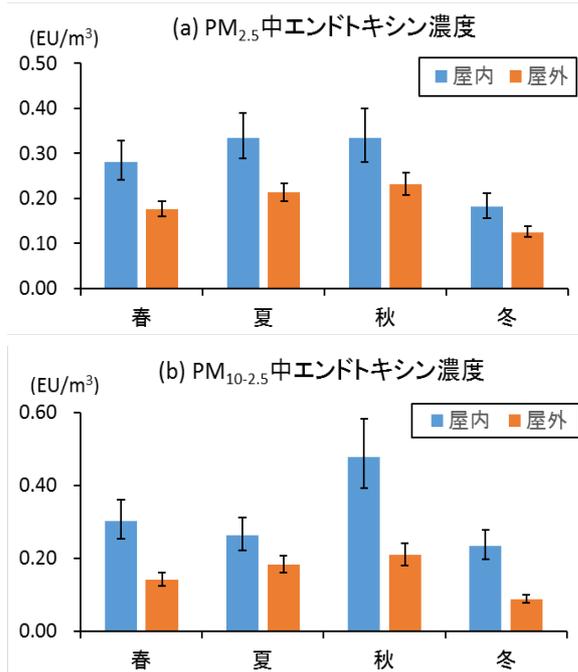


図 1 粒径別粒子中のエンドトキシンの屋内外濃度の比較 (季節別)

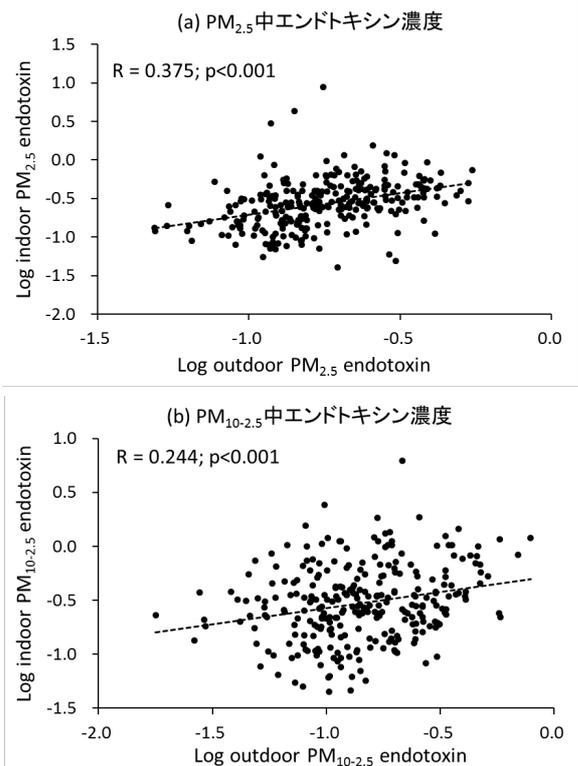


図 2 粒径別粒子中のエンドトキシン濃度の屋内外の比較

は、それぞれ 0.27 EU/m<sup>3</sup>(95%信頼区間:0.25, 0.29)、0.30 EU/m<sup>3</sup>(0.27, 0.33), 屋外ではそれぞれ 0.18 EU/m<sup>3</sup>(0.17, 0.19)、0.14 EU/m<sup>3</sup>(0.13, 0.15)であった。測定した季節別にみると、PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシン濃度は、屋内、屋外ともに秋が最も高く、冬が最も低かったが、いずれの時期においても、屋内のほうが屋外よりも有意に高かった(図 1)。

屋内外における粒径別粒子中エンドトキシン濃度の関係を図 2 に示した。PM<sub>2.5</sub> 中エンドトキシンの屋内と屋外濃度の関係は r = 0.375 であり、有意な弱い相関が認められた。PM<sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシンの屋内外濃度の関係は r = 0.244 であり、有意ではあったが、PM<sub>2.5</sub> についての関連よりもずっと小さかった。

(3) 屋内エンドトキシン濃度と生活環境因子との関連

家屋内の粒径別粒子中エンドトキシン濃度と生活環境因子との関連を表 2 に示した。

測定中に窓を 1 日平均 1 時間以上開けた家庭では、屋内の PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 中のエンドトキシン濃度はいずれも有意に高かった。空気清浄機については、PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシン濃度ともに使用していない家庭が最も高く、次いで 1 日平均 12 時間未満使用した家庭、1 日平均 12 時間以上使用した家庭の順であり、PM<sub>2.5</sub> 中濃度の差は有意であった。住宅構造については、いずれの粒径においてもマンション等の集合住宅は木造一戸建て住宅よりもやや低かったが、その差は有意ではなかった。

表 2 家屋の特性と屋内の粒径別粒子中のエンドトキシン濃度

	n	屋内PM <sub>2.5</sub> 中濃度(EU/m <sup>3</sup> )			屋内PM <sub>10-2.5</sub> 中濃度(EU/m <sup>3</sup> )		
		GM	(95%CI)	p値	GM	(95%CI)	p値
<b>住宅構造</b>							
集合住宅	135	0.26	(0.23 - 0.30)	0.427	0.27	(0.24 - 0.31)	0.051
戸建て	149	0.28	(0.25 - 0.31)		0.32	(0.29 - 0.37)	
<b>床のカーペット</b>							
あり	164	0.28	(0.25 - 0.31)	0.305	0.29	(0.26 - 0.33)	0.693
なし	120	0.26	(0.23 - 0.29)		0.30	(0.26 - 0.35)	
<b>屋内ペット飼育</b>							
あり	32	0.29	(0.22 - 0.37)	0.650	0.35	(0.27 - 0.47)	0.198
なし	252	0.27	(0.25 - 0.29)		0.29	(0.26 - 0.32)	
<b>空気清浄機</b>							
なし	100	0.32	(0.28 - 0.36)	0.010	0.33	(0.29 - 0.39)	0.057
< 12h/日	111	0.26	(0.23 - 0.30)		0.30	(0.26 - 0.35)	
12h/日	73	0.23	(0.20 - 0.27)		0.25	(0.21 - 0.30)	
<b>窓開放時間</b>							
< 1h/日	138	0.24	(0.21 - 0.27)	0.002	0.27	(0.24 - 0.31)	0.046
1h/日	146	0.31	(0.27 - 0.34)		0.33	(0.29 - 0.37)	
<b>非排気型暖房</b>							
使用	32	0.24	(0.19 - 0.31)	0.312	0.34	(0.26 - 0.45)	0.288
非使用	252	0.28	(0.25 - 0.30)		0.29	(0.26 - 0.32)	
<b>屋内での喫煙</b>							
あり	61	0.28	(0.24 - 0.34)	0.613	0.30	(0.24 - 0.36)	0.996
なし	223	0.27	(0.24 - 0.29)		0.30	(0.27 - 0.33)	
<b>家屋内の結露</b>							
あり	79	0.28	(0.24 - 0.32)	0.826	0.31	(0.26 - 0.37)	0.581
なし	205	0.27	(0.24 - 0.30)		0.29	(0.26 - 0.33)	
<b>家屋内のカビ</b>							
あり	44	0.28	(0.23 - 0.35)	0.670	0.30	(0.24 - 0.38)	0.980
なし	240	0.27	(0.25 - 0.29)		0.30	(0.27 - 0.33)	

GM: 幾何平均値、95%CI: 95%信頼区間

次に、混合効果モデルを用いて、屋内のPM<sub>2.5</sub>及びPM<sub>10-2.5</sub>中エンドトキシン濃度と様々な因子との関係を解析した(表3)。

屋内PM<sub>2.5</sub>中エンドトキシン濃度は、同時に測定した屋外PM<sub>2.5</sub>中エンドトキシン濃度との関連が大きく、屋外濃度の影響を受けていることが示された。また、子どもが使用している布団ダスト中のエンドトキシン濃度との関連も有意であった。測定期間中の室内の平均温度、平均湿度との間にも有意な正の関連が認められた。生活環境因子では、床にカーペットを使用している家庭では有意に高く、空気清浄機を使用している家庭では有意に低かった。結露がある家庭ではやや高かったが、有意ではなかった。

屋内PM<sub>10-2.5</sub>中エンドトキシン濃度についても、屋外PM<sub>10-2.5</sub>中及び布団ダスト中のエンドトキシン濃度との関連が大きく、室内の平均湿度との関連も有意であったが、平均気温との関連は認められなかった。また、空気清浄機を使用している家庭では有意に低かったが、他の生活環境因子との関連は認められなかった。

表3 屋内の粒径別粒子中エンドトキシン濃度に関連する因子

因子	変化(%)	95%CI	p値
PM <sub>2.5</sub> 中エンドトキシンの関連因子			
住宅(集合住宅/戸建て)	-4.6	-16.8 7.5	0.452
屋内ペット飼育(あり/なし)	2.6	-15.3 20.6	0.775
床のカーペット(あり/なし)	14.5	2.9 26.0	0.015
空気清浄機(あり/なし)	-17.0	-30.6 -3.4	0.015
窓開放時間(1h/<1h/日)	2.0	-10.7 14.6	0.759
家屋内の結露(あり/なし)	12.2	-0.7 25.1	0.063
室内平均温度(1)	2.3	0.7 3.8	0.004
室内平均湿度(1%)	0.7	0.1 1.4	0.031
布団エンドトキシン(1SD)	9.0	3.4 14.6	0.002
屋外PM <sub>2.5</sub> 中エンドトキシン(1SD)	13.8	7.2 20.5	<0.001
PM <sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシンの関連因子			
住宅(集合住宅/戸建て)	-12.6	-27.1 1.9	0.087
ペット(あり/なし)	11.3	-10.3 32.9	0.303
床のカーペット(あり/なし)	-0.3	-14.1 13.5	0.970
空気清浄機(あり/なし)	-16.5	-32.9 -0.2	0.048
窓開放時間(1h/<1h/日)	5.7	-9.4 20.8	0.457
家屋内の結露(あり/なし)	4.7	-10.7 20.2	0.547
室内平均温度(1)	-0.8	-2.7 1.2	0.442
室内平均湿度(1%)	0.8	0.0 1.6	0.042
布団エンドトキシン(1SD)	15.3	8.6 22.1	<0.001
屋外PM <sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシン(1SD)	14.2	6.1 22.4	0.001

95%CI: 95%信頼区間, SD: 標準偏差

#### (4) 母親の呼気中一酸化窒素(FeNO)濃度

環境測定終了時の母親のFeNO濃度は284名(1歳6か月時73名、3歳時211名)について測定することができた。全期間の幾何平均値は10.6ppb(95%信頼区間: 9.4, 12.1)であり、時期別には1歳6か月時13.3ppb(10.4, 17.1)、3歳時9.8ppb(8.5, 11.4)であった。

アレルギー疾患の既往がある者の幾何平均値は13.2ppb(11.1, 15.8)であり、既往がない者(8.6ppb(7.2, 10.1))よりも有意に高かった。喫煙習慣別には、喫煙者が6.6ppb(3.2, 13.5)と最も低く、過去に喫煙をしていた者9.6ppb(7.7, 12.1)、非喫煙者11.4ppb(9.7, 13.4)の順に高かったがその差は有意ではなかった(図3)。

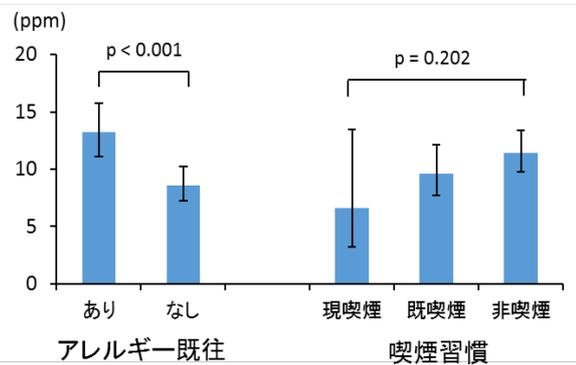


図3 母親のアレルギー疾患既往及び喫煙習慣別の呼気中一酸化窒素濃度の比較

主要要因別のFeNO濃度の比較を表4に示した。測定した季節別には秋が平均13.0ppb(9.8, 17.2)と最も高く、次いで夏、冬、春の順であった。生活環境因子との関連では、測定期間中に屋内で排気型暖房を使用していた者のFeNO濃度は17.3ppb(12.3, 24.4)であり、使用しなかった者(10.7ppb(9.5, 12.1))よりも有意に高かった。季節別には冬に測定した者のFeNO濃度が低かったことから、非排気型暖房による影響と考えられた。また、床にカーペットを使用している者は使用していない者よりもやや高かったが、その差は有意ではなかった。その他の生活環境因子との関連はいずれも有意ではなかった。

表4 要因別の母親の呼気中一酸化窒素(FeNO)濃度

	n	GM	(95%CI)	p値
住宅構造				
集合住宅	135	11.1	(9.4- 13.2)	0.754
戸建て	147	11.5	(9.8- 13.6)	
床のカーペット				
あり	161	12.1	(10.4- 14.2)	0.183
なし	121	10.3	(8.6- 12.4)	
屋内ペット飼育				
あり	32	10.1	(7.1- 14.3)	0.483
なし	250	11.5	(10.2- 13.0)	
空気清浄機				
なし	99	10.8	(8.8- 13.1)	0.576
<12h/日	111	12.2	(10.2- 14.8)	
12h/日	72	10.8	(8.5- 13.6)	
窓開放時間				
<1h/日	134	10.7	(9.1- 12.7)	0.402
1h/日	148	11.9	(10.1- 14.0)	
非排気型暖房				
使用	32	17.3	(12.3- 24.4)	0.011
非使用	250	10.7	(9.5- 12.1)	
屋内での喫煙				
あり	58	10.5	(8.1- 13.6)	0.538
なし	224	11.5	(10.1- 13.2)	
家屋内の結露				
あり	77	11.6	(9.3- 14.6)	0.779
なし	205	11.2	(9.8- 12.9)	
家屋内のカビ				
あり	44	10.6	(7.9- 14.3)	0.653
なし	238	11.5	(10.1- 13.0)	
季節				
春	72	8.4	(6.5- 10.7)	0.047
夏	77	12.6	(9.9- 16.1)	
秋	56	13.0	(9.8- 17.2)	
冬	79	9.7	(7.6- 12.3)	

GM: 幾何平均値, 95%CI: 95%信頼区間

混合効果モデルを用いて、アレルギー疾患の既往、喫煙習慣、非排気型暖房の有無を調整した上で、屋内外のエンドトキシン濃度と FeNO 濃度との関連を解析した(図 4)。屋内 PM<sub>2.5</sub> 中エンドトキシンの測定前 1 日の平均濃度が 1 標準偏差(SD)の増加による FeNO の変化量は 1.6% (95%信頼区間: -3.4, 6.6) であり、有意ではなかった。測定前 7 日平均の屋内外 PM<sub>2.5</sub> 中エンドトキシン濃度との間にも有意な関連は認められなかった。同様に、屋内外の PM<sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシン濃度との関連も有意ではなかった。

次に、尼崎市の一般環境測定局における大気汚染濃度との関連を解析した(図 5)。PM<sub>2.5</sub> 濃度及び O<sub>3</sub> 濃度については、測定前 1 日平均値、7 日平均値のいずれとも有意な関連は認められなかった。NO<sub>2</sub> 濃度については、測定前 1 日平均値との関連は有意ではなかったが、7 日平均値が 1SD (4ppb) 増加すると、FeNO は 7.6% (2.6, 12.5) の有意な低下が認められた。

FeNO は気道炎症の指標であることから、NO<sub>2</sub> 濃度が増加することによって低下が観察された理由は不明である。今回は一般環境測定局における濃度を用いて評価したため、対象者の曝露濃度を正確に反映できていない可能性が考えられる。今後は対象者の家屋内における濃度との関連を評価することが必要であろう。

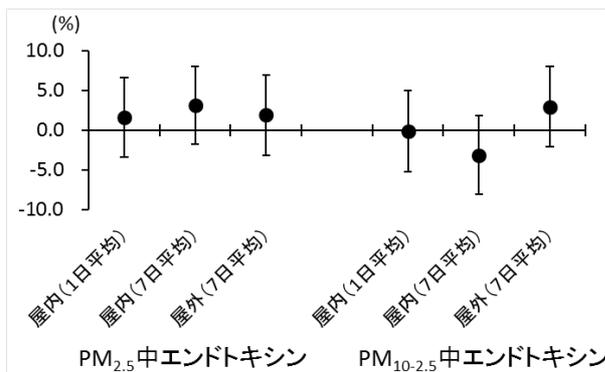


図 4 屋内外の PM<sub>2.5</sub> 及び PM<sub>10-2.5</sub> 中エンドトキシン濃度と母親の FeNO 濃度との関連 (各濃度 1SD 増加当たりの FeNO 変化)

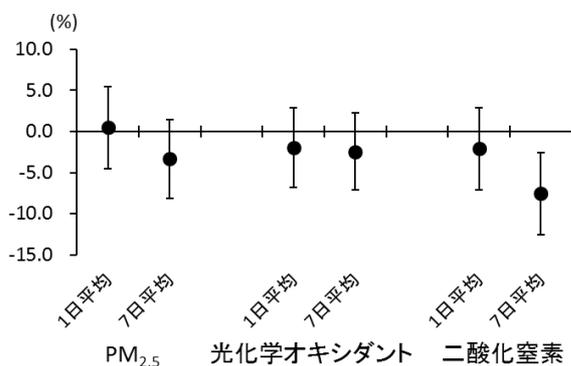


図 5 大気汚染物質濃度と母親の FeNO 濃度の関連 (各濃度 1SD 増加当たりの FeNO 変化)

(5) 大気汚染物質への曝露評価モデル構築  
地域内における NO<sub>2</sub> 濃度の空間的・時間的分布を推定するために LURF モデルの構築を試みた。構築されたモデルでは、地域の緑地割合、調査月、固定発生源排出量、道路延長、NO<sub>2</sub> カラム量が重要な変数であった。同時に線形回帰を用いて構築した Land use multiple linear regression (LUR) モデルでも概ね同様の変数が有意な説明変数であった。

図 6 に 5-fold cross validation の結果、すなわち総合的な予測精度を示した。ドットの色は、赤は高い密度を、青は低い密度をそれぞれ表現している。観測値と予測値の R<sup>2</sup> 値は 0.79、二乗平均誤差 (RMSE) は 2.6ppb であった。LUR モデルでは、R<sup>2</sup>= 0.73、RMSE= 2.9ppb であり、予測精度は LURF モデルのほうが良好であった。

以上より、今回構築した LURF モデルは NO<sub>2</sub> 濃度の空間的・時間的分布を推定する上で有用と考えられた。今後はさらに改良を進めて大気汚染物質への曝露評価に活用したい。

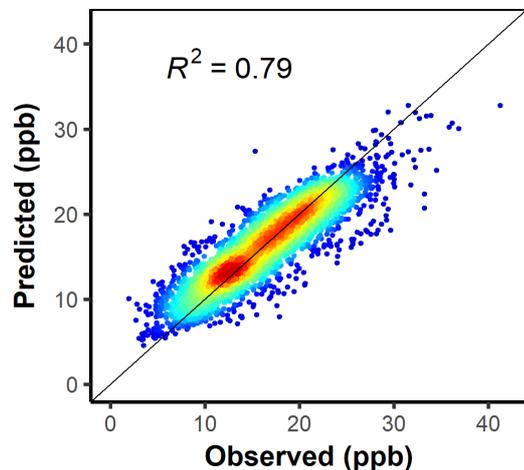


図 6 曝露評価モデルによる観測値と予測値との関係

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 13 件)

Araki S, Shima M, Yamamoto K. Spatiotemporal land use random forest model for estimating metropolitan NO<sub>2</sub> exposure in Japan. Sci Total Environ. 2018;634:1269-1277. (査読有)  
doi:10.1016/j.scitotenv.2018.03.324.

島 正之. 子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査). 日本医事新報. 2017;4901:53. (査読無)  
<https://www.jmedj.co.jp/journal/paper/detail.php?id=9610>

Yoda Y, Tamura K, Shima M. Airborne endotoxin concentrations in indoor and outdoor particulate matter and their

predictors in an urban city. *Indoor Air*. 2017;27:955-964. (査読有)  
doi:10.1111/ina.12370.

島 正之. 大気汚染による健康影響 歴史的変遷と現状 . *日本衛生学雑誌*. 2017;72:159-165. (査読有)  
doi: 10.1265/jjh.72.159

Hasunuma H, Shima M, et al. (11人中11番目) Association between traffic-related air pollution and asthma in preschool children in a national Japanese nested case-control study. *BMJ Open*. 2016;6:e010410. (査読有)  
doi:10.1136/bmjopen-2015-010410.

Yamazaki S, Shima M, et al. (8人中2番目) Patterns of sensitization to inhalant allergens in Japanese lower-grade schoolchildren and related factors. *Int Arch Allergy Immunol* 2015;167:253-263. (査読有)  
doi:10.1159/000439534.

島 正之. 微小粒子状物質(PM2.5)及び黄砂の呼吸器系への影響 . *最新医学*. 2015; 70:1233-1239. (査読有)  
<http://www.saishin-igaku.co.jp/>

[学会発表](計12件)

島 正之. アレルギーと環境(エコチル調査も含めて). 第67回日本アレルギー学会学術大会. 2018年

Yoda Y, Tamura K, Shima M. Airborne endotoxin concentrations in indoor and outdoor particulate matter and their predictors in an urban city. The 29th Annual Scientific Conference of International Society of Environmental Epidemiology. 2017年

島 正之, 余田佳子, 大谷成人, 他. 子どものいる家屋内の空気汚染物質濃度に影響を及ぼす要因: エコチル調査兵庫ユニットセンターにおける環境測定結果. 第58回大気環境学会年会. 2017年

荒木真, 島 正之, 山本浩平. 機械学習を用いた3D Land use regressionモデルによるNO<sub>2</sub>濃度推定とその評価. 第58回大気環境学会年会. 2017年

余田佳子, 大谷成人, 島 正之. 子どものいる家屋の内外における浮遊粒子中エンドトキシン濃度: エコチル調査兵庫ユニットセンターにおける追加調査. 第76回日本公衆衛生学会総会. 2017年

Shima M. Epidemiological studies on health effects of air pollution in Japan. Symposium to Promote Joint Usage / Research Center, Institute of Nature and Environmental Technology. 2017年

余田佳子, 大谷成人, 島 正之, 他. 妊婦が居住する家屋内外における浮遊粒子状物質濃度. 第75回日本公衆衛生学会総会. 2016年

[図書](計1件)

島 正之. 真興交易医書出版部, 最新保健学 公衆衛生学・疫学, 2016, 72-94.

[その他]

ホームページ等

<http://www.ecochil-hyogo.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島 正之 (SHIMA, Masayuki)  
兵庫医科大学・医学部・教授  
研究者番号: 40226197

(2) 研究分担者

大谷 成人 (OTANI, Naruhito)  
兵庫医科大学・医学部・講師  
研究者番号: 10561772

余田 佳子 (YODA, Yoshiko)  
兵庫医科大学・医学部・助教  
研究者番号: 80748434

(3) 研究協力者

荒木 真 (ARAKI Shin)  
大阪大学・大学院工学研究科・研究員

山本 浩平 (YAMAMOTO Kouhei)  
京都大学・大学院エネルギー科学研究科・助教