

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：34519

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2018～2021

課題番号：18K19713

研究課題名（和文）大気汚染が小児の精神神経系の発達に与える影響の探索的解析

研究課題名（英文）Effects of air pollution on neuropsychological development in children

研究代表者

島 正之（Masayuki, Shima）

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） 4,600,000円

研究成果の概要（和文）：胎児期及び出生後早期の大気汚染物質への曝露が小児の精神神経系の発達に与える影響を評価することを目的とした。出生コホート調査に参加している子ども247名を対象に、6歳の時に知能と神経行動発達に関する検査を行い、関連要因を調整した上で大気中及び屋内の微小粒子状物質（PM2.5）濃度との関連を検討した。

知能及び神経行動は性別や家庭の社会経済因子による差が認められ、これらの影響を調整すると、妊娠中及び出生後3歳までの大気中PM2.5への曝露と小児の精神神経発達との明確な関連は認められなかった。一方、対象児の居住家屋内のPM2.5濃度が高いと知能の低下が認められた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

諸外国では、これまでに妊娠中及び出生早期の微小粒子状物質（PM2.5）等の大気汚染物質への曝露が小児の精神神経発達に影響を与えることが報告されているが、本研究では明確な関連は示されなかった。わが国では大気中PM2.5濃度が改善していることや社会経済環境の違いにより、大気中PM2.5の影響が認められなかったのかもしれない。一方、家屋内のPM2.5濃度と知能低下との関連が認められたが、家屋内のPM2.5濃度は屋外濃度よりも高くなることもあり、居住環境を改善することの重要性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to evaluate the effects of prenatal and early-life exposure to air pollution on neurodevelopment in childhood. Intelligence quotient (IQ) and the behavior problems were assessed in 247 children who participated in a birth cohort study. The association of exposure to fine particles (PM2.5) and neurodevelopment were examined.

IQ and behavior problems were related to gender and socioeconomic factors. After adjustment for the multivariable factors, there was no association of exposure to airborne PM2.5 during pregnancy and early childhood with neurodevelopment. However, IQ decreased with the increase of indoor PM2.5 concentrations in the home.

研究分野：環境疫学

キーワード：大気汚染 微小粒子状物質 精神神経発達 知能 神経行動 居住環境 出生コホート研究

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、胎児期及び出生後早期の環境中化学物質への曝露が子どもの成長や発達に与える影響が国際的に注目されている^{1,2)}。わが国では、胎児期の化学物質への曝露がアレルギー疾患や精神神経発達等に与える影響を明らかにすることを目的として、2011年から環境省により「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)」が実施されている。

一方、大気環境中の粒子状物質、特に粒径 $2.5\mu\text{m}$ 以下の微小粒子状物質($\text{PM}_{2.5}$)は、人の呼吸器系、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。出生前後の $\text{PM}_{2.5}$ への曝露が小児の精神神経系の発達に影響を及ぼす可能性も指摘されているが、母子の健康状態や生活環境をはじめとする交絡因子が十分に考慮されていないなど、大気汚染と精神神経発達との関連を評価する上では多くの課題が残されている。近年は小児の自閉スペクトラム症(ASD)、注意欠陥・多動症(ADHD)等の発達障害の増加が指摘されていることから、大気汚染との関連を評価することが求められている。

2. 研究の目的

わが国では、2011年から出生コホート研究であるエコチル調査が実施されている。本研究はエコチル調査の追加調査として、対象地域の一つである兵庫県尼崎市において、参加している子どもが6歳の時点で知能検査や神経行動発達に関する検査を実施する。遺伝要因、養育環境、社会経済要因等の影響を考慮した上で、胎児期及び乳幼児期における $\text{PM}_{2.5}$ をはじめとする大気汚染物質への曝露が精神神経発達に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 対象者

エコチル調査は、2011年1月～2014年3月に、全国15地域で妊娠初期の女性を対象にリクルートを行い、生まれた子ども約10万人の追跡する出生コホート研究であり、そのうち約5,000人を対象とした詳細調査では、環境測定、医学的検査、精神神経発達検査を行っている。本研究は、兵庫県尼崎市において2019年4月～2021年2月に5歳11か月～6歳11か月の子どもを対象に実施した医学的検査参加者247名のうち、本研究への同意が得られたものを対象とした。

(2) 知能検査と神経行動発達に関する検査

6歳時の医学的検査を実施する際に、心理士が児童用のウェクスラー式知能検査(Wechsler Intelligence Scale for Children-Fourth Edition: WISC-)³⁾を行い、全検査IQ(Full Scale Intelligence Quotient: FSIQ)および下位検査である言語理解(Verbal Comprehension Index: VCI)、知覚推理(Perceptual Reasoning Index: PRI)、ワーキングメモリー(Working Memory Index: WMI)、処理速度(Processing Speed Index: PSI)の指標得点を算出し、それぞれ4群(79以下、80-89、90-109、110以上)に分類した。

また、保護者には子どもの行動チェックリスト(Child Behavior Checklist: CBCL、6～18歳用)⁴⁾に回答してもらい、全問題尺度および下位検査である内向尺度、外向尺度の評価点を算出した。CBCLの評価点は、正常(59以下)、境界域(60～63)、臨床域(64以上)とされている。

(3) 大気汚染物質への曝露評価

対象地域内及びその周辺の大気環境測定局の常時監視データ、道路、工場等からの排出量データ等に基づいて、日単位の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度を水平解像度 $1\text{km}\times 1\text{km}$ の空間解像度で推計するLand use regression(LUR)モデルを構築し、対象者の居住地における妊娠中、出生後0～1歳、1～3歳の時期別に $\text{PM}_{2.5}$ への曝露濃度を推計した。また、エコチル調査詳細調査では対象者が1歳6か月時及び3歳時に7日間ずつ居住家屋内で測定した $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の結果も用いた。

(4) 解析

まず、WISC-IV及びCBCLの各指標の評価点と、エコチル調査の妊娠中から小児期の質問票調査で得られた子どもの出生時の状況や生活環境等の社会経済要因との関連について、一般化線形モデルを用いて解析を行った。次に、これらの要因を調整した上で、大気中 $\text{PM}_{2.5}$ 曝露濃度推計値とWISC-IV及びCBCLの検査で得られた各評価点との関連を一般化線形モデルにより解析した。また、家屋内 $\text{PM}_{2.5}$ 濃度は1歳6か月時及び3歳時の測定結果の平均値を用いた。結果は、各時期の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の四分位範囲(75パーセンタイル値-25パーセンタイル値)増加あたりの変化量とその95%信頼区間で示した。

さらに、WISC-IVの各指標が「平均」の下限とされる90点未満、CBCLの各指標が「境界・臨床域」とされる60点以上となるリスクを評価するため、多重ロジスティック回帰分析によって関連要因を調整した上で、各時期の $\text{PM}_{2.5}$ 濃度の四分位範囲(75パーセンタイル値-25パーセンタイル値)増加あたりのオッズ比とその95%信頼区間を求めた。

4. 研究成果

(1) 検査実施状況

有効な検査結果が得られたのは、WISC-IV は 195 名 (78.9%)、CBCL は 201 名 (81.4%) であった。WISC-IV の FSIQ が「平均」である 90 点未満は 63 名 (32.3%) であった。4 つの下位検査での 90 点未満は WMI が 99 名 (50.8%) と最も多かった (表 1)。CBCL の点数が 60 点以上の「境界・臨床域」の割合は全問題尺度 33.8%、内向尺度 27.4%、外向尺度 35.3% であった (表 2)。

表 1. WISC-IV の結果 (n=195)

	平均	標準偏差	90点未満 n(%)
FSIQ	96.3	13.8	63 (32.3)
VCI	98.3	13.4	42 (21.5)
PRI	101.5	15.1	50 (25.6)
WMI	88.4	15.7	99 (50.8)
PSI	96.4	14.2	58 (29.7)

(2) 大気中 PM_{2.5} 濃度

曝露濃度推計モデルにより対象地域内及びその周辺における大気中 PM_{2.5} 濃度を 1km メッシュで日単位に推計し、対象者毎の妊娠日、出生日、居住地 (転居情報を含む) をもとに、妊娠期間中、子どもの出生後 1 歳及び

表 2. CBCL の結果 (n=201)

	平均	標準偏差	60点以上 n(%)
全問題尺度	55.8	8.7	68 (33.8)
内向尺度	54.7	8.7	55 (27.4)
外向尺度	55.4	9.3	71 (35.3)

3 歳になるまでの時期別に曝露濃度を推計した (表 3)。妊娠中の PM_{2.5} 濃度の平均は 15.0µg/m³ であり、0~1 歳、0~3 歳では徐々に低下していた。

表 3. 各時期の大気中 PM_{2.5} 濃度推計値及び屋内濃度

	n	平均値	標準偏差	最小値	25%値	中央値	75%値	最大値
妊娠中平均濃度	244	15.0	1.0	12.8	14.3	15.0	15.7	17.5
0~1歳平均濃度	244	14.5	0.9	12.2	13.9	14.5	15.2	16.7
0~3歳平均濃度	242	13.6	0.7	12.1	13.1	13.6	14.1	15.7
屋内濃度*	247	16.7	10.6	5.5	11.5	14.4	17.9	82.3

対象児が 1 歳 6 か月及

* 屋内濃度は 1 歳 6 か月時と 3 歳時に各 7 日間測定した平均値

び 3 歳時に居住家屋内で

測定した PM_{2.5} 濃度の平均は 16.7µg/m³ であったが、最大値は 82.3µg/m³ と極めて高かった。

(3) 知能と神経行動発達に関連する要因

WISC-IV 及び CBCL の各指標に関連する要因について一般化線形モデルによる解析の結果を表 4, 5 に示した。WISC-IV の FSIQ は女子が男子よりも高く、出生月別にみると 4~6 月生に比べて出生時期が後になるほど点数が高く、10~12 月生及び 1~3 月生では有意に高かった (表 4)。下位検査でも VCI と PSI の点数は FSIQ と同様に女子が男子よりも高く、出生月が遅くなるほど高値であった。また、PSI は兄弟姉妹があるものがないものよりも高く、在胎週数が 37 週未満のもので低かった。PRI は母親の教育歴が短いと点数が有意に低かったが、他の因子と関連は有意ではなかった。WMI についてはいずれの因子とも有意な関連は認められなかった。

表 4. WISC-IV の各スコアに関連する要因

	FSIQ				VCI				PRI			
	B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値	
性別: 女子/男子	4.79	0.87	8.71	0.017	5.93	2.11	9.74	0.002	-2.21	-6.56	2.13	0.318
出生月 (4~6月=0)												
7~9月	4.20	-0.65	9.04	0.090	5.01	0.29	9.73	0.037	1.36	-4.01	6.72	0.620
10~12月	6.10	0.61	11.59	0.030	6.42	1.07	11.76	0.019	1.69	-4.39	7.77	0.586
1~3月	7.03	1.01	13.05	0.022	7.06	1.20	12.92	0.018	-1.08	-7.75	5.58	0.750
兄弟姉妹: あり/なし	-0.45	-4.45	3.55	0.826	-2.14	-6.03	1.75	0.281	-1.46	-5.88	2.96	0.517
在胎週数: 37週未満/以上	-8.77	-20.2	2.64	0.132	-4.31	-15.4	6.79	0.447	-10.4	-23.1	2.20	0.106
出生体重: 2500g未満/以上	-3.89	-11.2	3.44	0.299	-3.55	-10.7	3.59	0.330	-4.90	-13.0	3.22	0.237
母出産時年齢: 30歳以上/未満	1.98	-3.02	6.98	0.437	0.74	-4.12	5.61	0.764	1.61	-3.92	7.14	0.569
母教育歴: 12年以下/13年以上	-3.15	-7.88	1.59	0.193	-2.72	-7.33	1.89	0.247	-5.55	-10.8	-0.30	0.038
母AQ: 自閉傾向あり/なし	1.70	-9.46	12.87	0.765	3.55	-7.31	14.41	0.522	7.65	-4.71	20.00	0.225
母喫煙歴: あり/なし	-1.33	-5.70	3.05	0.553	0.46	-3.80	4.72	0.833	-1.45	-6.29	3.40	0.559
母飲酒歴: あり/なし	-0.41	-4.65	3.83	0.849	-1.75	-5.87	2.37	0.405	1.47	-3.23	6.16	0.540
世帯年収: 400万円未満/以上	-0.35	-4.97	4.26	0.880	1.35	-3.14	5.85	0.555	-2.42	-7.53	2.69	0.354

	WMI				PSI			
	B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値	
性別: 女子/男子	3.73	-0.97	8.43	0.120	8.34	4.59	12.08	<0.001
出生月 (4~6月=0)								
7~9月	2.84	-2.97	8.65	0.338	3.02	-1.60	7.65	0.200
10~12月	5.05	-1.53	11.63	0.133	6.21	0.96	11.45	0.020
1~3月	4.34	-2.88	11.55	0.239	11.66	5.91	17.41	<0.001
兄弟姉妹: あり/なし	-1.34	-6.13	3.44	0.582	4.85	1.04	8.67	0.013
在胎週数: 37週未満/以上	3.06	-10.6	16.73	0.660	-13.2	-24.1	-2.31	0.018
出生体重: 2500g未満/以上	-1.23	-10.0	7.55	0.784	-2.36	-9.36	4.64	0.509
母出産時年齢: 30歳以上/未満	4.45	-1.54	10.44	0.145	-0.42	-5.19	4.35	0.862
母教育歴: 12年以下/13年以上	3.24	-2.44	8.92	0.264	-3.60	-8.12	0.92	0.119
母自閉傾向: あり/なし	-1.31	-14.7	12.06	0.847	-6.20	-16.9	4.46	0.254
母喫煙歴: あり/なし	-3.55	-8.79	1.70	0.185	-0.28	-4.45	3.90	0.897
母飲酒歴: あり/なし	0.81	-4.27	5.89	0.754	-1.95	-6.00	2.10	0.345
世帯年収: 400万円未満/以上	-0.74	-6.27	4.79	0.793	0.83	-3.58	5.24	0.712

表に示したすべての要因を含む一般化線形モデルによる WISC-IV スコアの変化量と 95% 信頼区間

CBCL については、全問題尺度、内向尺度、外向尺度のいずれにおいても、兄弟姉妹があるものはないものよりも有意に点数が低かった(表5)。また、世帯年収が400万円未満のものは400万円以上のものよりも点数が高く、全問題尺度と内向尺度では有意であった。一方、WISC-IVでみられた性別や出生月による差は認められなかった。

表5. CBCLの各スコアに関連する要因

	全問題				内向				外向			
	B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値	
性別：女子/男子	1.37	-1.10	3.83	0.277	1.15	-1.27	3.57	0.352	1.95	-0.75	4.65	0.157
出生月(4~6月=0)												
7~9月	-0.04	-3.08	3.00	0.979	-0.76	-3.75	2.23	0.620	-0.69	-4.02	2.64	0.684
10~12月	1.71	-1.70	5.13	0.325	0.30	-3.06	3.67	0.860	1.03	-2.72	4.77	0.591
1~3月	-1.63	-5.45	2.18	0.401	-1.43	-5.19	2.32	0.455	-0.89	-5.07	3.29	0.676
兄弟姉妹：あり/なし	-4.68	-7.19	-2.16	<0.001	-3.17	-5.65	-0.70	0.012	-3.10	-5.86	-0.35	0.027
在胎週数：37週未満/以上	2.17	-4.38	8.72	0.517	3.21	-3.24	9.66	0.329	4.19	-2.99	11.37	0.252
出生体重：2500g未満/以上	2.19	-2.43	6.81	0.354	-1.56	-6.11	2.99	0.502	2.19	-2.88	7.25	0.398
母出産時年齢：30歳以上/未満	-0.82	-3.93	2.28	0.603	0.94	-2.12	4.00	0.547	-1.42	-4.83	1.98	0.413
母教育歴：12年以下/13年以上	0.39	-2.61	3.39	0.798	-0.05	-3.01	2.90	0.971	0.34	-2.95	3.62	0.842
母自閉傾向：あり/なし	0.61	-6.50	7.73	0.866	-3.28	-10.3	3.73	0.359	4.31	-3.48	12.11	0.278
母喫煙歴：あり/なし	1.25	-1.49	3.99	0.371	1.38	-1.32	4.08	0.316	0.82	-2.18	3.83	0.591
母飲酒歴：あり/なし	-0.99	-3.67	1.68	0.466	-1.73	-4.36	0.90	0.197	0.00	-2.92	2.93	0.997
世帯年収：400万円未満/以上	2.97	0.10	5.85	0.042	4.01	1.19	6.84	0.005	1.57	-1.58	4.72	0.328

表に示したすべての要因を含む一般化線形モデルによるCBCLスコアの変化量と95%信頼区間

(4) 知能と神経行動発達と大気中PM_{2.5}濃度との関連

対象者毎に妊娠中及び出生後0~1歳、0~3歳のそれぞれの期間について推計した大気中PM_{2.5}平均濃度とWISC-IV及びCBCLの各指標との関連について、一般化線形モデルにより交絡要因の影響を調整した上で、各時期のPM_{2.5}の四分位範囲濃度増加あたりの変化量とその95%信頼区間で示した。

妊娠中、0~1歳及び0~3歳の大気中PM_{2.5}平均濃度が高くなるとWISC-IVのFSIQの点数は高くなり、妊娠中PM_{2.5}濃度との関連は有意であった(表6)。下位検査5項目の点数は、いずれもFSIQとほぼ同様の傾向であり、妊娠中及び0~3歳の大気中PM_{2.5}濃度が高くなるとPRIの点数は有意に高くなった。一方、対象児が1歳6か月時と3歳時に居住家屋内で測定したPM_{2.5}濃度の平均値が高くなると、WISC-IVのFSIQ及び下位検査5項目のいずれの点数も低くなったが、有意ではなかった。

CBCLについては、妊娠中の大気中PM_{2.5}濃度が高くなると全問題尺度と内向尺度の点数は低く、外向尺度の点数は高かったが、いずれも有意ではなかった(表7)。0~1歳の大気中PM_{2.5}濃度が高くなるとすべての尺度の点数は高く、外向尺度では有意であった。0~3歳の大気中PM_{2.5}濃度との関連はいずれも有意ではなかった。また、屋内PM_{2.5}濃度が高くなると、いずれの尺度の点数も低かったが、有意ではなかった。

表6. WISC-IVの各スコアとPM_{2.5}濃度との関連

	FSIQ				VCI				PRI			
	B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	3.83	0.46	7.19	0.026	0.51	-2.81	3.83	0.764	6.01	2.28	9.74	0.002
0~1歳平均濃度	1.67	-1.16	4.50	0.246	0.13	-2.63	2.90	0.924	2.44	-0.73	5.62	0.131
0~3歳平均濃度	1.93	-0.67	4.53	0.145	-0.03	-2.58	2.51	0.979	3.00	0.09	5.90	0.043
屋内濃度	-0.96	-2.18	0.25	0.120	-0.66	-1.85	0.52	0.274	-0.66	-2.03	0.71	0.343

	WMI				PSI			
	B	95%信頼区間	p値		s	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	2.63	-1.42	6.69	0.203	3.04	-0.19	6.28	0.065
0~1歳平均濃度	2.10	-1.28	5.48	0.224	0.87	-1.85	3.59	0.529
0~3歳平均濃度	2.50	-0.60	5.60	0.114	0.80	-1.70	3.30	0.529
屋内濃度	-1.00	-2.45	0.45	0.178	-0.96	-2.13	0.20	0.104

各時期のPM_{2.5}の四分位範囲濃度増加当たりのWISC-IVスコア変化量と95%信頼区間
性別、出生月、兄弟姉妹の有無、在胎週数、母年齢、母喫煙歴、世帯年収を調整

表7. CBCLの各スコアとPM_{2.5}濃度との関連

	全問題				内向				外向			
	B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値		B	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	-1.27	-3.39	0.85	0.241	-1.51	-3.62	0.59	0.159	0.50	-1.83	2.83	0.677
0~1歳平均濃度	1.11	-0.68	2.89	0.226	0.18	-1.60	1.96	0.845	2.29	0.36	4.23	0.020
0~3歳平均濃度	0.45	-1.18	2.07	0.589	-0.34	-1.95	1.28	0.683	1.60	-0.17	3.37	0.077
屋内濃度	-0.53	-1.31	0.24	0.178	-0.67	-1.44	0.10	0.087	-0.59	-1.44	0.26	0.173

各時期のPM_{2.5}の四分位範囲濃度増加当たりのCBCLスコア変化量と95%信頼区間
性別、出生月、兄弟姉妹の有無、在胎週数、母年齢、母喫煙歴、世帯年収を調整

次に、WISC-IVの各指標の点数が90点未満、CBCLの各指標の点数が60点以上となるリスクについて、多重ロジスティック回帰により大気中PM_{2.5}の四分位範囲濃度増加当たりのオッズ比を求めた。

妊娠中、0~1歳及び0~3歳の大気中PM_{2.5}平均濃度が高くなると、WISC-IVのFSIQが90点未満となるオッズ比は1よりも小さかったが有意ではなかった。0~3歳の大気中PM_{2.5}濃度が高くなるとPRI及びWMIが90点未満となるオッズ比は、それぞれ四分位範囲濃度増加あたり0.58 [95%信頼区間(CI): 0.35, 0.97]、0.63 [95%CI: 0.41, 0.96]と有意に小さかった。一方、対象児が1歳6か月時と3歳時に居住家屋内で測定したPM_{2.5}濃度が高くなると、WISC-IVのFSIQ及びPRIが90点未満となるオッズ比は、それぞれ四分位範囲濃度増加あたり1.27 [95%CI: 1.00, 1.60]、1.26 [95%CI: 1.02, 1.56]と有意に大きく、室内PM_{2.5}濃度が知能に影響を及ぼす可能性が示唆された。

CBCLについては、全問題尺度、内向尺度、外向尺度が60点以上となるオッズ比は、妊娠中の大気中PM_{2.5}濃度が高くなる1よりも小さく、0~1歳の濃度が高くなると1よりも大きかったが、いずれも有意ではなかった。また、すべての尺度について、屋内PM_{2.5}濃度が高くなるとの60点以上となるオッズ比が1よりも小さかったが、有意ではなかった。

表8. WISC-IVの各スコア<90点とPM_{2.5}濃度との関連

	FSIQ				VCI				PRI			
	オッズ比	95%信頼区間	p値		オッズ比	95%信頼区間	p値		オッズ比	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	0.62	0.34	1.11	0.110	0.84	0.43	1.62	0.601	0.45	0.23	0.87	0.018
0~1歳平均濃度	0.84	0.52	1.36	0.479	1.07	0.62	1.84	0.816	0.58	0.33	1.01	0.052
0~3歳平均濃度	0.81	0.52	1.27	0.361	1.14	0.70	1.87	0.591	0.58	0.35	0.97	0.039
屋内濃度	1.27	1.00	1.60	0.046	1.03	0.83	1.28	0.779	1.26	1.02	1.56	0.034

	WMI				PSI			
	オッズ比	95%信頼区間	p値		オッズ比	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	0.75	0.43	1.29	0.297	0.68	0.36	1.30	0.244
0~1歳平均濃度	0.63	0.39	0.99	0.047	1.14	0.69	1.89	0.606
0~3歳平均濃度	0.63	0.41	0.96	0.033	1.06	0.66	1.70	0.807
屋内濃度	1.10	0.89	1.37	0.374	1.19	0.94	1.51	0.143

各時期のPM_{2.5}の四分位範囲濃度増加当たりのオッズ比と95%信頼区間

性別、出生月、兄弟姉妹の有無、在胎週数、母年齢、母喫煙歴、世帯年収を調整

表9. CBCLの各スコア 60点とPM_{2.5}濃度との関連

	全問題				内向				外向			
	オッズ比	95%信頼区間	p値		オッズ比	95%信頼区間	p値		オッズ比	95%信頼区間	p値	
妊娠中平均濃度	0.55	0.29	1.02	0.057	0.69	0.37	1.29	0.244	0.93	0.54	1.60	0.792
0~1歳平均濃度	1.21	0.74	1.96	0.445	1.23	0.74	2.05	0.433	1.54	0.97	2.46	0.069
0~3歳平均濃度	0.96	0.62	1.50	0.872	0.99	0.62	1.57	0.952	1.35	0.89	2.06	0.158
屋内濃度	0.93	0.74	1.17	0.532	0.70	0.49	1.00	0.051	0.77	0.58	1.02	0.068

各時期のPM_{2.5}の四分位範囲濃度増加当たりのオッズ比と95%信頼区間

性別、出生月、兄弟姉妹の有無、在胎週数、母年齢、母喫煙歴、世帯年収を調整

以上のとおり、6歳児の知能検査の結果は性別及び出生時期の違いによる影響が大きく、神経行動は兄弟姉妹の有無、世帯年収による影響も認められた。こうした要因について調整した結果、妊娠中及び出生後3歳までの大気中PM_{2.5}への曝露と小児の精神神経発達との明確な関連は認められなかった。諸外国では、これまでに妊娠中及び出生早期のPM_{2.5}への曝露が小児の精神神経発達に影響を与えることが報告されているが、わが国では大気中PM_{2.5}濃度が改善していることや社会経済環境の違いにより、大気中PM_{2.5}の影響が認められなかったのかもしれない。一方、対象児の居住家屋内で測定したPM_{2.5}濃度が高いとWISC-IVの点数が90点未満となるリスクが有意に高いことが示された。家屋内のPM_{2.5}濃度は屋外濃度よりも高くなることもあり、居住環境を改善することの重要性が示唆された。

<引用文献>

- 1) Suades-González E, et al. Air pollution and neuropsychological development: a review of the latest evidence. *Endocrinology* 2015; 156: 3473-82.
- 2) Loftus CT, et al. Prenatal air pollution and childhood IQ: Preliminary evidence of effect modification by folate. *Environ Res.* 2019; 176: 108505.
- 3) Wechsler, D. Wechsler Intelligence Scale for Children, fourth edition. Pearson, San Antonio, TX, 2003.
- 4) Achenbach TM and Rescorla LA. Manual for the ASEBA Preschool Forms & Profiles. University of Vermont, Burlington, VT, 2000.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Kobayashi Yoshiko, Japan Environment and Children's Study (JECS) Group, Tokuda Narumi, Adachi Sho, Takeshima Yasuhiro, Hirose Munetaka, Shima Masayuki	4. 巻 25
2. 論文標題 Association between surgical procedures under general anesthesia in infancy and developmental outcomes at 1 year: the Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Environmental Health and Preventive Medicine	6. 最初と最後の頁 32
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1186/s12199-020-00873-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 島 正之	4. 巻 29
2. 論文標題 大気環境と健康	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本健康医学会雑誌	6. 最初と最後の頁 122～129
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.20685/kenkouigaku.29.2_122	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 島 正之	4. 巻 68
2. 論文標題 アレルギーと環境：エコチル調査も含めて	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 アレルギー	6. 最初と最後の頁 840～845
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.15036/arerugi.68.840	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -
1. 著者名 島正之	4. 巻 4951
2. 論文標題 大気汚染の健康影響	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本医事新報	6. 最初と最後の頁 55
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Araki Shin, Hasunuma Hideki, Yamamoto Kouhei, Shima Masayuki, Michikawa Takehiro, Nitta Hiroshi, Nakayama Shoji F., Yamazaki Shin	4. 巻 284
2. 論文標題 Estimating monthly concentrations of ambient key air pollutants in Japan during 2010?2015 for a national-scale birth cohort	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Pollution	6. 最初と最後の頁 117483 ~ 117483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.envpol.2021.117483	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Araki Shin, Shimadera Hikari, Hasunuma Hideki, Yoda Yoshiko, Shima Masayuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Predicting Daily PM2.5 Exposure with Spatially Invariant Accuracy Using Co-Existing Pollutant Concentrations as Predictors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 782 ~ 782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos13050782	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shimomura Hideki, Hasunuma Hideki, Tokunaga Sachi, Taniguchi Yohei, Taniguchi Naoko, Fujino Tetsuro, Utsunomiya Takeshi, Tanaka Yasuhiko, Tokuda Narumi, Okuda Masumi, Shima Masayuki, Takeshima Yasuhiro, The Japan Environment and Children's Study (JECS) Group	4. 巻 9
2. 論文標題 Early Developmental Signs in Children with Autism Spectrum Disorder: Results from the Japan Environment and Children's Study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Children	6. 最初と最後の頁 90 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/children9010090	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 島 正之
2. 発表標題 大気環境の健康影響への取り組みから
3. 学会等名 第91回日本衛生学会学術総会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 荒木 真、嶋寺 光、島 正之
2. 発表標題 統計モデルと物理モデルの融合による近畿地方におけるPM 2.5 成分濃度の日単位での推計
3. 学会等名 第61回大気環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 荒木 真, 島 正之, 山本 浩平
2. 発表標題 機械学習を用いた過去30年間にわたる全国スケールPM2.5曝露濃度推計
3. 学会等名 第60回大気環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島 正之
2. 発表標題 大気環境と健康～日本における経験と世界の現状～
3. 学会等名 第29回日本健康医学会総会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 島正之
2. 発表標題 アレルギーと環境（エコチル調査も含めて）
3. 学会等名 第67回アレルギー学会学術大会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 徳田成美、島正之
2. 発表標題 6歳児における心理士による知能の評価と保護者による行動特性の評価の関連
3. 学会等名 第80回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徳田成美、島正之
2. 発表標題 出生月と6歳時の知能及び行動
3. 学会等名 日本心理臨床学会第41回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 島正之
2. 発表標題 エコチル調査の環境科学における意義
3. 学会等名 第80回日本公衆衛生学会総会（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>エコチル調査兵庫ユニットセンター https://www.ecochil-hyogo.jp/</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	澤木 潤子 (Sawaki Junko) (60441268)	兵庫医科大学・医学部・助教 (34519)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 協力者	徳田 成美 (Tokuda Narumi) (00898992)	兵庫医科大学・医学部・助教 (34519)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関