

課題名	5C-1152 戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト(黄砂)による呼吸器/アレルギー疾患リスクの定量的評価
課題代表者名	中山 健夫 (京都大学大学院医学研究科 社会健康医学系専攻 健康情報学分野 教授)
研究実施期間	平成23～25年度
累計予算額	124,565千円(うち25年度40,215千円) 予算額は、間接経費を含む。
本研究のキーワード	黄砂、越境大気汚染、アレルギー、喘息、母子保健、PM2.5

## 研究体制

- (1) 小児における、土壌性ダスト(黄砂)による喘息「発症」及び喘鳴に対する影響(京都大学)
- (2) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の呼吸器アレルギー症状発現への影響(富山大学)
- (3) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の高感受性群の検索(富山大学)
- (4) 土壌性ダスト(黄砂)の影響の地域差

## 研究概要

### 1. はじめに(研究背景等)

近年、人口増加に伴う森林の伐採や過放牧により世界で砂漠化が進んでおり、地球温暖化とあいまって砂漠の砂(土壌性ダスト)が偏西風や貿易風によって飛来する量・頻度が増えている。黄砂は、アジア大陸内陸部の砂漠で風によって上空に巻き上げられた土壌/鉱物粒子が東アジア等の広範囲に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であるが、黄砂が日本で観測される頻度・量とも1980年代後半から特に2000年頃から急激に増えていることが報告されている。黄砂粒子はシリカやアルミといった土壌鉱物、LPSやβグルカンのような微生物成分と、人為起原と考えられる硫酸塩、硝酸塩、芳香族環状炭化水素(PAH)、農薬といった成分から構成される。近年、基礎免疫学において、アレルギーに対する免疫応答の開始には、PAMPsと呼ばれる細菌やウイルスなどの感染源が特異的に持つ分子パターンと、DAMPsと呼ばれる細胞障害成分との共同作業が必要であること、これらの自然免疫の活性化がアレルギー疾患の発症において重要であることが明らかにされたが黄砂の主成分であるシリカはDAMPsとしての、βグルカンやLipopolysaccharide(LPS)等の微生物成分はPAMPsとしての作用を持つ。つまり黄砂はそれ自体で、アレルギー反応開始に必要な物質を両方持っているのである。実際に動物実験において、黄砂粒子に含まれるシリカが喘息様病態を悪化させ、また抗原特異的抗体産生を高めること、さらに、微生物成分や硫酸塩を除去しない黄砂粒子ではそれらを除去した黄砂粒子より炎症反応が強いことが示されている。

一方、気管支喘息の患者数は世界的に増加傾向であり、特に都市化の進んだ地域における増加が著しい。我が国においても、小児気管支喘息(以下喘息と表現する)は、文部科学省の2007年度学校保健統計調査において小学生の有症割合が過去最多と報告されている。また近年、発症の低年齢化や、通常成長に伴って思春期頃から寛解、治癒するいわゆるグローアウトの率の低下が疑われ注目されている。しかし、低年齢化やグローアウト率低下の原因は明らかになっていない。

小児気管支喘息の有病割合を都道府県別にみると、小学生全体では山梨県4.0%と鳥取県9.3%との間で2.3倍の開きがあり、特に西日本では必ずしも都市化の進んだ地域で有病率が高いわけではなく、鳥取などの日本海側や大分、福岡などの九州での有病率の高さが目をひくが、これらの地域は、黄砂が高頻度に飛来する地域と一致している。我々は富山において、黄砂の飛来が小児喘息児の入院の独立したリスクであることを示したが、上記の黄砂高頻度飛来地域の有病割合の高さからも、黄砂曝露は既存の喘息を短期的に悪化させるだけでなく、上記自然免疫の活性化あるいは気道過敏性の獲得を介した喘息の発症、グローアウトにも関与し、長期的な影響を及ぼしていることが疑われる。

前述のように、我々は小児喘息児において土壌性ダスト(黄砂)飛来時に発作による入院のリスクが統計学的に有意に上昇することを世界で初めて示したが、土壌性ダストの長期的な影響である、喘息「発症」や喘息の

「治癒」への影響をみた報告は、まだ世界でも皆無である。さらに喘息児の中でも黄砂への高感受性を示す群の検索はされていない。

これは、日本やアジアの黄砂問題への取り組みの一助となるだけでなく、近年、世界で砂漠化の進行とそれに伴う土壌性ダストの飛来による影響は国際社会が注視する問題となっている。

我々は、子育て中の母親世代に広く普及しているケータイ端末のメール機能を使い、曝露予防行動等についてタイムリーな情報収集を行った上で黄砂の喘息「発症」や「治癒」への影響を評価し、さらに母親と児の両方の黄砂高感受性群を特定し将来的に感受性の差を決定する遺伝子の検索を行う基礎を築きたいと考える。なお、ケータイメールは着信音の調節が可能のため寝た子を起こさず、また短時間でも手があいたタイミングでどこでもいつでも見て作業することができるため、特に幼い子どもを持つ母親にはなくてはならない通信手段となっており、今回の調査にも最適であると考えられる。今後のこの世代を対象とした調査として、本調査の実施は方法論的にも意義が大きいと考える。

## 2. 研究開発目的

我々の調査の目的は、土壌性ダスト(黄砂)のアレルギー病態への短期的、長期的影響を定量的に明らかにすること、及び高感受性群を検索することである。さらに、妊婦への影響と児への影響を両方調べることにより、今後、黄砂感受性の差に関与する遺伝子を効率的に検索するための基礎データを得ることである。

### ①児への影響

- A 生後初期の黄砂曝露が小児の喘鳴発現に与える影響を定量的に評価する。
- B 生後初期の黄砂曝露が小児の喘息「発症」に与える影響を定量的に評価する。
- C 生後初期の黄砂曝露が小児のアレルギー疾患(アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎、アトピー性皮膚炎、花粉症)に与える影響を定量的に評価する(長期的影響の評価)ための曝露データベースを構築する。
- D 喘息小児における、黄砂曝露時の症状悪化による「学校欠席」「予定外受診」「入院」のリスクを定量的に評価する(短期的影響の評価)ためのデータベースの基礎を構築する。
- E 黄砂の感受性の差に関わる遺伝子の検索を行うデータベースの基礎を構築する。

A,Bについては、具体的には、生後3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月までの黄砂高曝露群で、低曝露群に比べて喘鳴発現、喘息発症のリスクが何倍に上昇するかを算出する。さらに、リスクを上昇させる曝露黄砂濃度の閾値を検索し、予防行動により喘鳴発現、喘息発症のリスクが本当に低減されているかを検証する。

Cについては、上記A、Bについて、京都、富山、鳥取の3地域で、地域により黄砂の影響が変わるか、地域により影響が変わるなら、差を決定する因子について検索、考察する。

### ②妊婦への影響

- A 黄砂曝露の呼吸器／アレルギー症状発現への影響を定量的に評価する(短期的影響の評価)。
- B 黄砂に対する感受性の差を決定する因子を検索する。
- C 上記黄砂の影響の地域性について考察する。

Aについては、黄砂曝露時に、非曝露時に比べて呼吸器アレルギー症状発現のリスクが何倍に上昇するかを算出する。さらに、予防行動によりリスクが低下するかを検証する。Bについては、妊婦の既往歴や生活スタイル等どういう背景因子をもつ妊婦が黄砂の感受性が高いのかを検索、考察する。

Cについては、上記Aについて、京都、富山、鳥取の3地域で、地域により黄砂の影響が変わるか、地域により影響が変わるなら、差を決定する因子について検索、考察する。

## 3. 研究開発の方法

1、エコチル全体調査に参加している母子に、その場もしくは追って郵送等で追加調査のリクルートを行った。必要に応じて面談や電話等による説明を行い、インフォームドコンセントを手交もしくは郵送にて得た。

2、妊娠中に地域のLIDAR(Light Detection And Ranging:土壌性ダストを特異的に測定できるシステム)にて午前6時から午後6時までの黄砂濃度(光学的濃度)の中央値が0.070 /kmを超えた日(及びコントロール日)の夜8時頃に、その日に屋外にいた時間、及び呼吸器／アレルギー症状の有無を尋ねるアンケートが自動的に発信されるシステムを構築した。比較のためのコントロール日は、概ね、黄砂シーズン中(3-5月、10-11月)に1/10程度の確率でランダムに選択されることとした。

3、児の出生後は、地域のLIDARにて午前6時から午後6時までの黄砂濃度(光学的濃度)の中央値が0.070/kmを超えた日の夜8時頃に、児が戸外にいた時間等の曝露に影響すると思われる因子について尋ねるアンケートを自動的に発信した。また、生後3ヶ月、生後6ヶ月、その後は生後6ヶ月毎に、児の半年間の喘鳴の有無、医師による喘息の診断の有無、及びアレルギー疾患発症の有無を尋ねるアンケートを自動的に発信した。

4、対象者は上記情報をWeb上のアンケートサイトにアクセスし回答を入力した。回答は自動的にデータベースに格納した。

## 解析方法

### (1) 小児における、土壌性ダスト(黄砂)による喘息「発症」及び喘鳴に対する影響

喘息・喘息様気管支炎「発症」と喘鳴「発現」について、生後3ヶ月、生後6ヶ月、生後12ヶ月の各時点において、生後からそれぞれの時点までのLIDAR非球状粒子状物質の累積値により黄砂高曝露群(上位4分の1)と黄砂低曝露群(下位4分の1)に分け、発症・発現までの時間を比較した。

今後、交絡や影響修飾の可能性として、以下を考慮する予定である。

居住地(幹線道路から0-30m,30-50m,>50m)／家屋構造(鉄筋,木造,戸建て,集合)／排気型暖房器具の使用の有無／両親の喘息の既往の有無／両親のアレルギー疾患の既往の有無／母親・同居者の喫煙の有無／社会経済的状況(年収)／地域のLIDARの球状粒子状物質濃度の累積／地域のスギ・ヒノキ花粉数の累積／地域のその他の大気汚染物質(SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, オゾン)濃度の累積／生後6ヶ月もしくは12ヶ月の体重／母体の血中ビタミンD濃度もしくは母体のビタミンD摂取量

### (2) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の呼吸器アレルギー症状発現への影響

一般化推定方程式(GEE)など、個人内相関を考慮して解析した。

主要評価項目:妊婦の呼吸器／アレルギー症状の有無:黄砂曝露時と非曝露時で個人内相関を考慮した上で比較した。

交絡・影響修飾の可能性を考慮した因子

年齢／喘息の既往／登録時の喘息治療の有無／アレルギー疾患の既往／スギ・ヒノキ花粉症の有無／喫煙の既往／登録時の喫煙習慣の有無／同居者の喫煙の有無／居住地(幹線道路から0-50m,>50m,田園部)／家屋構造(鉄筋,木造)／暖房器具の種類(排気型／非排気型)／両親のアレルギー疾患の既往／花粉濃度／地域のSO<sub>2</sub>,NO<sub>2</sub>,O<sub>x</sub>,CO／地域のLIDARの球状粒子状物質の消散係数／妊娠前のBody Mass Index (BMI)

### (3) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の高感受性群の検索

上記①,②において、参加者の様々な背景因子・環境因子(年齢／体重／既往歴／社会経済状況／住居環境等)と「黄砂」の交互作用項をモデルに投入し、背景因子／環境因子により黄砂の影響に違いが出るかどうかを考察した。

### (4) 土壌性ダスト(黄砂)の影響の地域差

上記①,②において、「地域(京都／富山／鳥取)」や「黄砂」と「地域」の交互作用項をモデルに投入し、地域による影響の違いがあるかどうかを検討し、黄砂の影響の地域差の原因となっているものを検索した。

## 4. 結果及び考察

ケータイ端末のメール機能を環境測定システムと連携させ、曝露時間やその日の症状等についてタイムリーな情報収集を行った上で、黄砂の喘息「発症」や呼吸器・アレルギー症状への影響を評価する疫学調査を続行し、解析を行った。環境測定システムと個人端末とを連携させて疫学調査を行う試みは、我々の知る限りでは世界初であったが、非常に高い回答率が得られ、今後の疫学調査の一方法として期待できる。具体的には、以下を実施した。

### ① システムの構築

環境測定機器と連動させてタイムリーに曝露に影響する情報や症状を得るという試みは、我々の知る限りでは、この調査が初めてである。LIDARデータを毎日定時にシステムにダウンロードし、必要なときに参加者に個人端末からアンケートに回答してもらうシステムを、国立環境研究所のLIDAR測定チームや測定データ配信を担当するメーカ、そして健康情報を専門に扱うデータ管理会社の協力を得て、構築、稼働させた。

また、妊娠中／子育て中の母親が必要とするような健康情報(地域のインフルエンザ発生情報や、国民の越境大気汚染への関心が高まった際には、PM2.5やその健康影響についてわかっていること、わかっていないこと、現在調べていること等)を配信する等して信頼関係の構築に努め、結果、高いアンケート回答率を得た。

② リクルート:参加候補者が通う産婦人科、地域の幼稚園や保育園、子育てイベントや健康イベント、公共施設にて積極的に広報を行い、本調査の主旨を広く一般社会に理解していただく様努めた上で、エコチル調査参加者の中から本調査への参加者をリクルートした。

2014年3月31日までに3地域であわせて5796名をエントリーした。

③ 曝露情報／アウトカム情報の取得:LIDARデータ、参加者の予防行動情報、参加者の症状及び疾患発行情

報をタイムリーに取得した。

④ 解析：各サブテーマにて、解析を実施した。以下に、サブテーマ毎に記載する。

#### (1) 小児における、土壌性ダスト(黄砂)による喘息「発症」及び喘鳴に対する影響

登録妊婦から生まれてきた児において、生後初期の土壌性ダスト曝露と喘息「発症」及び喘鳴発現の関連を評価した。ただし、現時点で、交絡の影響については考慮できていない。今後、交絡データを固定後に、交絡を考慮に入れた解析を実施したい。また、黄砂飛来時のアレルギー症状について、共存大気汚染物質の効果修飾をみる目的で、粒子状物質中のPAHs(ニトロ化PAHs及びキノン化PAHsを含む)の成分分析を行った。

以下の知見が得られた。

- ・ 生後初期の黄砂高曝露群は、喘鳴「発現」、喘息・喘息様気管支炎の「発症」までの時間が短い(ただし、交絡未調整)
- ・ 特に男児で、黄砂曝露の喘鳴発現、喘息・喘息様気管支炎への影響が大きそうであり、屋外活動時間の長さがその一因として考えられた
- ・ 生後初期の球形粒子状物質高曝露群も、喘息・喘息様気管支炎の「発症」までの時間が短く(ただし、交絡未調整)、やはり男児で影響が大きそうである
- ・ フィルター中のPAHsの総量はその日のLIDARの球状粒子状物質と有意な正の相関が示された。
- ・ フィルター中のニトロ化PAHsとPAHsの比、キノン化PAHsとPAHsの比は、その日のLIDARの球状粒子状物質よりもLIDARの非球状粒子状物質と有意な正の相関がみられ、黄砂はPAHs誘導体の二次生成を引き起こすことで、それらの大気中濃度の上乗せに寄与している可能性が示唆された。

#### (2) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の呼吸器アレルギー症状発現への影響

妊婦において土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響を評価し、以下の知見が得られた。

- ・ 妊婦において、黄砂飛来時(LIDAR非球状粒子状物質 $>0.07/\text{km}$ )に、何らかのアレルギー様症状のある割合が増加した(オッズ比 1.24 95%信頼区間1.16 - 1.33)
- ・ 他の大気汚染物質や天候因子、花粉を考慮に入れても、黄砂の影響は有意に残った
- ・ 花粉が黄砂の影響の大きな修飾因子となっており、黄砂のアレルギー様症状への影響は花粉の共存在下に主に発揮されていた
- ・ 春／秋の上位10～50パーセントイル程度の黄砂濃度でも、有意な影響がみられた( $p<0.001$ )
- ・ 黄砂日に屋外にいた時間の長かった妊婦で影響が大きかった
- ・ 「窓閉め」「洗濯物の外干しを避ける」「布団の外干しを避ける」といった予防行動は、屋外に出なかった妊婦において、限定的な効果が認められた
- ・ 球状粒子状物質やSO<sub>2</sub>などの大気汚染物質は、黄砂の影響を増強した(統計学的にはmarginal)
- ・ 妊婦において、PM<sub>2.5</sub>高値時にも、何らかのアレルギー様症状のある割合が増加していた
- ・ PM<sub>2.5</sub>上昇時のアレルギー様症状への影響は、屋外に出た時間に修飾されていた

#### (3) 妊婦における、土壌性ダスト(黄砂)の高感受性群の検索

土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響について、妊婦の様々な背景因子別に解析し、どのような因子をもつ妊婦で黄砂時に症状悪化が強いのかを検索した。背景因子として、既往歴・体重・年齢・喫煙環境・居住環境・社会経済的環境(年収等)を考慮した。

以下の知見が得られた。

- ・ 花粉症・アレルギー性鼻炎の既往、低年収、中学卒／高校卒、居住地の室内カビの存在、居住地での空気清浄機／除湿器／加湿器の使用を背景にもつ妊婦で、全体的にアレルギー症状スコアが高い。
- ・ 花粉症・アレルギー性鼻炎の既往、低年収を背景にもつ妊婦で黄砂時のアレルギー様症状の悪化が強い傾向がある。

#### (4) 土壌性ダスト(黄砂)の影響の地域差

土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響について、地域別に解析し、地域によってアレルギー様症状発現の頻度や黄砂時の症状悪化の程度に違いがないかを検討した。その後、地域差をもたらす原因について考察した。

以下の知見が得られた。

- ・ 富山の妊婦では、全体的にアレルギー様症状を発現する割合が低い
- ・ 鳥取の妊婦では、黄砂時( $>0.07/\text{km}$ )に症状悪化する程度が大きい
- ・ 鳥取の妊婦で黄砂時に症状悪化する程度が大きく観察された一因として、本調査期間中では鳥取の黄砂

イベント(>0.07/km)では、黄砂濃度(実際にはLIDARの消散係数)が高いものが多かったこと、古築・木造アパートに住むものが多かったこと、社会経済的な弱者が多かったことが考えられた

## 5. 本研究により得られた主な成果

### (1) 科学的意義

黄砂飛来時のアレルギー様症状への影響、黄砂の喘息「発症」への影響が定量的に評価され、黄砂飛来がアレルギー様症状悪化のリスクとなっていること(交絡調整済)、生後初期の黄砂曝露が喘鳴「発現」や喘息「発症」のリスクとなっていること(交絡調整未)が、示された。

これまで大気汚染時には外出を控える等の予防行動が一般に推奨されてきたが、予防行動が実際にどの程度効果があるのかは、検証されていなかった。黄砂飛来時の予防行動の効果が定量的に評価された。

一般妊婦においては、黄砂飛来時のアレルギー様症状の悪化は、花粉の存在下に強く発現されていることを明らかにした。

一般妊婦において、黄砂への感受性に影響する因子を明らかにした。

わが国における、PM2.5のアレルギー様症状への影響を、定量的に評価した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

黄砂飛来時・PM2.5高値時に、国民にアナウンス並びに予防行動の推奨をする際の、裏付けとなるエビデンスを提出できた。

黄砂の影響を受けやすい集団に絞った対策の基礎となるエビデンスを提出できた。

我々の調査では、調査の趣旨を参加候補者に理解していただく過程で、日本の一般的な子育て世代にとって「遠いよその国の問題」として捉えられがちな「砂漠化」の問題を、より身近な実際に自身の家族に直接的な影響を及ぼす可能性のある問題として考えていただくことができたと感じている。「子どもの健やかな成長」という共通した価値観・願いのもとに、広く国民レベル特に若い世代で環境保全への関心が得られたことは貴重であると考えられる。

## 6. 研究成果の主な発表状況

### (1) 主な誌上発表

#### <査読付き論文>

1) K. T. Kanatani, B. T. Slingsby, K. Mukaida, H. Kitano, Y. Adachi, D. Haefner and T. Nakayama. *Allergol Int.* Sep;62(3):337-41. "Translation and linguistic validation of the Allergy-CONTROL-Score™ for use in Japan" (2013)

2) 亀田 貴之, 片山 裕規, 後藤 知子, 鳥羽 陽, 唐 寧, 早川 和一, インライン還元-蛍光検出HPLCを用いた多環芳香族炭化水素キノン分析法の改良と大気粒子抽出物への適用, 分析化学 2013; 62(11):979-984

3) K.T. Kanatani, M. Okumura, S. Tohno, Y. Adachi, K. Sato, T. Nakayama. *Environ Health Prev Med.* Jan;19(1):81-8. "Indoor particle counts during Asian dust events under everyday conditions at an apartment in Japan." (2014)

4) 黒沢洋一、大西一成:環境情報科学 42巻4号(2014)「黄砂の飛来と健康影響」

5) K.T. Kanatani, Y. Adachi, N. Sugimoto, H. Noma, K. Onishi, K Hamazaki, Y. Takahashi, I. Ito, M, Egawa, K. Sato, T. Go, Y. Kurozawa, H. Knadera, I. Konishi, T. Nakayama. *BMJ open.* in press. "Birth cohort study on the effects of desert dust exposure on children's health: protocol of an adjunct study of the Japan Environment & Children's Study." (2014)

### (2) 主な口頭発表(学会等)

1) 金谷久美子: 富山酸性雨研究会(2011.7)「黄砂の健康影響」

2) Kumiko Kanatani, Yuichi Adachi, Takeo Nakayama: 第52回大気環境学会年会(2011.9)International Symposium "Health effect of Asian dust in Japan"

- 3) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第52回大気環境学会年会 黄砂特別集会(2011.9)「黄砂の小児喘息への影響」
- 4) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第48回日本小児アレルギー学会 & APAPARI(合同開催)(2011.10) “Epidemiological studies using atmospheric monitoring data in Japan”
- 5) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第61回アレルギー学会秋期学術大会(2011.11)「黄砂飛来時の窓の開け閉めによる、室内粒子カウント数変化」
- 6) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、高橋由光、中山健夫：H23年度環境研究総合推進費 黄砂3課題合同勉強会(2011.11)「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト(黄砂)による呼吸器/アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 7) 金谷久美子：ながはま健康フェスタ(2011.11)「子どもとぜんそく」
- 8) Kazunari Onishi: American Association for Aerosol Research 30th Annual Conference(2011.10) Effect of metal aerosols in Asian dust on symptoms in healthy subjects, affected by migratory flyways to Japan.
- 9) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、浜崎景、板澤寿子、高橋由光、稲寺秀邦、黒沢洋一、中山健夫：第22回 疫学会総会(2012.1)「エコチル追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 10) 金谷久美子：Symposium on dust and health(2012.2)「黄砂とアレルギー」
- 11) 大西一成：Symposium on dust and health(2012.2)「自覚症状からみた黄砂の影響」
- 12) 金谷久美子：愛知保険医協会東三河地区総会(2012.3)「黄砂とアレルギー」
- 13) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第82回日本衛生学会「黄砂の小児喘息への影響」(2012.3)
- 14) K. Onishi, K. Kanatani, S. Otani, S. Minato, H. Mu, Y. Kurozawa 12th World Congress of Environmental Health Vilnius (2012.5 Lithuania), ADVERSE HEALTH EFFECTS OF ASIAN DUST EVENTS AND AIR POLLUTIONS
- 15) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル(2012.5 滋賀)「ぜんそく「こんなもん」とあきらめていませんか？」
- 16) Kumiko Kanatani : 第22回国際喘息学会 シンポジウム2 “Effects of Asian dust on pediatric asthma” (2012.7)
- 17) 金谷久美子：大地の会(2012.7)「黄砂と子どもの健康調査」
- 18) 大西一成：鳥取県臨床皮膚科医会(2012.9)「黄砂と大気汚染物質の皮膚への影響 ～疫学的見地から～」
- 19) 大西一成 黒沢洋一：第6回山陰疫学研究会(2012.9)「黄砂と健康への影響～住民への自覚症状調査と一般化推定方程式を用いた解析～」
- 20) 金谷久美子：地域エコチル調査運営協議会(2012.10)「黄砂と子どもの健康調査」
- 21) 大西一成、黒沢洋一：第71回日本公衆衛生学会総会(2012.10)「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける広報活動とリクルート同意率に関する検討」
- 22) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第51回富山県小児保健学会(2012.10)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)～これまでの進捗と今後～」
- 23) 大西一成 原田省 黒沢洋一：第3回 エコチル協力医療機関への報告会(2012.11)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 24) 金谷久美子：第46回周南耳鼻科医会(2012.11)「黄砂とアレルギー」
- 25) 金谷久美子：第62回アレルギー学会(2012.11)シンポジウム2「小児喘息への黄砂の影響」
- 26) 大西一成 原田省 黒沢洋一：環境ホルモン学会(2012.12)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 27) 金谷久美子：第23 回日本疫学会学術総会(2013.1)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル)追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の進捗報告」
- 28) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、中山健夫、浜崎景、黒沢洋一：第23回日本疫学会学術総会(2013.1)「鳥取におけるエコチル認知度調査と追加調査による大気汚染物質が及ぼす妊婦への健康影響」
- 29) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム(2013.1)「『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 30) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、浜崎景、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム(2013.1)「黄砂飛来と妊婦のアレルギー症状 -『黄砂と子どもの健康調査』より-」
- 31) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第47回富山県公衆衛生学会(2013.2)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査)の進捗状況」
- 32) 大西一成：黄砂プロジェクト公開講演会(2013.2)「鳥取発！黄砂研究の最前線」
- 33) 金谷久美子、中山健夫：環境省における黄砂関連調査・研究に係る合同報告会(2013.3)「戸外活動時

間を考慮に入れた、土壌性ダスト(黄砂)による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」

- 34) エコチル鳥取ユニットセンター助産師:倉吉 伯耆しあわせの郷 鳥取県助産師会教育研修会(2013.4)「子どもの成長とオキシトシンの影響」
- 35) 金谷久美子:ながはま健康フェスティバル(2013.5)「ぜんそく、こんなもと思っていませんか？」
- 36) 大西一成:はりま産学交流会 ～ビジネススキームを創ろう～ 創造例会 2013(2013.5)「大気浮遊粒子状物質(黄砂・汚染物質・PM2.5成分)の簡易判別装置の創出」
- 37) 大西一成:福生公民館講演(2013.5)「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 38) 金谷久美子:第32回アレルギー談話会(2013.6)「黄砂の健康影響」
- 39) 大西一成:明道公民館講演～第3回環境・健康講座 あすなろ学級～(2013.6)「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 40) 大西一成:南極医学医療ワークショップ(2013.7)「黄砂に代表されるダストの健康影響と昭和基地における研究計画」
- 41) 大西一成:乾燥地研究センター一般公開(2013.8)「黄砂の健康影響～メタリックシンドローム?? 黄砂にのせられた粒子たち～」
- 42) 大西一成:尚徳公民館講演～第5回健康講座～(2013.9)「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 43) 大西一成、黒崎泰典、杉本伸夫、大谷眞二、篠田雅人、黒沢洋一:大気環境学会年会(2013.9)「黄砂・大気汚染日の経路・成分による分類および人体へ及ぼす健康影響評価」
- 44) 金谷久美子:福岡市 黄砂・PM2.5シンポジウム(2013.10)「黄砂の健康影響」
- 45) 大西一成、中山健夫、大谷眞二、穆浩生、細田武伸、徳嶋靖子、浜崎景、黒沢洋一:第72回 日本公衆衛生学会(2013.10)「モンゴル／ロシア発生森林火災の鳥取妊婦への影響 ～エコチル追加調査とリクルート数～」
- 46) 大西一成:エコチルフォローアップ情報交換会(2013.11)「子どもの健康と環境に関する全国調査(エコチル調査) 鳥取ユニットセンターの広報実施報告」
- 47) 大西一成:院内セミナー(2013.11)「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 48) 大西一成:中部地区高等学校理科教育研究会 秋の研修会(2013.11)「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 49) 大西一成:第72回 日本体力医学会 中国・四国地方会(2013.11)「黄砂と大気汚染の健康影響～メタリックシンドローム??ジョギング前後の呼吸機能への影響評価～」
- 50) 大西一成:第52回 日本生気象学会(2013.11)「黄砂と大気汚染物質(PM2.5)の気象・飛来経路による健康影響評価」
- 51) 金谷久美子:富山大学 環境塾(2013.11)「PM2.5の健康影響」
- 52) 足立雄一:第63回日本アレルギー学会秋期学術大会(2013.11)教育講演「環境因子とアレルギー発症・増悪」
- 53) 大西一成:第63回日本アレルギー学会 秋季学術会(2013.11)「黄砂の皮膚アレルギー ～疫学の観点から～」
- 54) 大西一成:附属病院外来 広報部主催ミニ健康講座「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 55) 金谷久美子:松江市市民公開講座(2013.12)「ここまでわかった黄砂およびPM2.5の健康影響」
- 56) 大西一成、黒沢洋一、原田省:第16回 日本環境ホルモン学会(2013.12)「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける同意率と認知度の推移」
- 57) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫:第8回バイオエアロゾル研究会(2014.1)「黄砂の、花粉・その他の大気汚染物質との相互作用 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 58) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫:第8回バイオエアロゾル研究会(2014.1)「黄砂の影響の、地域差 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 59) 大西一成、金谷久美子、大谷眞二、細田武伸、穆浩生、黒沢洋一:第24回 日本疫学会(2014.1)「健常者とアレルギー性鼻炎有症者への黄砂(土壌性ダスト)の健康リスク評価」
- 60) 大西一成:黄砂パネル展 院内健康講座 総合診療外来(2014.2)「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 61) 金谷久美子:おでかけO次カフェ
- 62) 大西一成:大気環境学会 近畿支部(2014.3)「飛来経路による黄砂金属成分と健常者への健康影響評価」
- 63) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、中山健夫:第26回日本アレルギー学会春季臨床大会(2014.5)「黄砂のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 64) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、伊藤功朗、中山健夫:第26回日本アレルギー学会春季臨床大会(2014.5)「PM2.5のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 65) 金谷久美子:ながはま健康フェスティバル(2014.5)「気になる黄砂とPM2.5～どれくらい気をつけたらいい

の?～」

## 7. 研究者略歴

課題代表者:中山 健夫

東京医科歯科大学卒業、医学博士、現在 京都大学大学院医学研究科 健康情報学 教授

研究分担者

1)足立 雄一

富山医科薬科大学医学部卒業、医学博士、現在 富山大学附属病院 小児科 教授

2)大西 一成

鳥取大学大学院医学研究科卒業、医学博士、現在、鳥取大学医学部 エコチル調査 鳥取  
ユニットセンター 助教



## 5C-1152 戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価

### （１）小児における、土壌性ダスト（黄砂）による喘息「発症」及び喘鳴に対する影響

京都大学大学院 医学研究科社会健康医学系専攻 健康情報学分野	中山 健夫・高橋 由光
京都大学医学部 附属病院 呼吸器内科	伊藤 功朗
産婦人科	小西 郁生・江川 美保
京都大学医学部 エコチル調査 京都ユニットセンター	呉 東進
<研究協力者>	
京都大学大学院 エネルギー科学研究科	
エネルギー社会・環境科学専攻 エネルギー環境学分野	亀田 貴之（平成25年度）
京都大学大学院 医学研究科 社会健康医学系専攻 健康情報学分野	
	金谷 久美子

平成23(開始年度)～25年度累計予算額：63,316千円

(うち、平成25年度予算額：19,782千円)

予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

黄砂は古くから知られる現象であるが、近年、日本への飛来頻度が増えている。また黄砂に限らず、砂漠化・気候変動・地球温暖化により、地球大気中の砂漠由来の粒子状物質（土壌性ダスト）は今後さらに増えていく可能性が懸念されているが、その健康影響については不明な点が多い。一方、気管支喘息の患者数は世界的に増加傾向であり、我が国においても小学生の有症割合が過去最多と報告されているが、その原因は不明である。我々は、環境省子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）参加母子を対象に、京都・富山・鳥取の3カ所で生後初期の黄砂曝露が児の喘鳴発現や喘息発症に及ぼす影響について定量的に評価した。

環境測定システム（light detection and ranging: LIDARを用いた黄砂観測システム）と個人端末を連携し、環境データに基づき質問が自動的に配信されるシステムを構築した。調査対象者から黄砂日／非黄砂日に屋外時間等のデータをタイムリーに収集した。各地のLIDARの非球状粒子状物質消散係数の生後からの累積量を児の曝露量とし、曝露上位1/4の群と下位1/4の群で喘鳴の発現、喘息・気管支炎の発症までの時間を比較した。その後、屋外時間を考慮に入れて同様の解析を実施した。

生後初期の黄砂曝露は、喘鳴「発現」、喘息・喘息様気管支炎の「発症」のリスクを上昇させており、特に男児で影響が大きい傾向が伺えた。また、屋外に出ていた日のみを黄砂曝露回数として比較した場合に黄砂高曝露群と低曝露群の二群間の差が顕著になり、影響の男女差が縮まる傾向を認めた。ただし現時点では生後2才まで成長している児は多くなく、交絡の検討ができて

いない。今後、児の成長を待って解析を追加し、正確な判断を行いたい。

また、共存大気汚染物質の効果修飾をみる目的で、調査期間中毎日粒子状物質を採取・保存し、一部においてPAHs類のパイロット測定を行った。黄砂はPAHs誘導体の二次生成を引き起こすことで、それらの大気中濃度の上乗せに寄与していることが示唆された。

#### [キーワード]

黄砂 越境大気汚染 喘息 アレルギー 母子保健

### 1. はじめに

近年、人口増加に伴う森林の伐採や過放牧により世界で砂漠化が進んでおり、地球温暖化とあいまって砂漠の砂（土壌性ダスト）が偏西風や貿易風によって飛来する量・頻度が増えている。黄砂は、アジア大陸内陸部の砂漠で風によって上空に巻き上げられた土壌／鉱物粒子が東アジア等の広範囲に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であるが、黄砂が日本で観測される頻度・量とも1980年代後半から特に2000年頃から急激に増えていることが報告されている。黄砂粒子はシリカやアルミといった土壌鉱物、Lipopolysaccharide; LPSやβグルカンのような微生物成分と、人為起原と考えられる硫酸塩、硝酸塩、芳香族環状炭化水素（PAH）、農薬といった成分から構成される。近年、基礎免疫学において、アレルゲンに対する免疫応答の開始には、PAMPsと呼ばれる細菌やウイルスなどの感染源が特異的に持つ分子パターンと、DAMPsと呼ばれる細胞障害成分との共同作業が必要であること、これらの自然免疫の活性化がアレルギー疾患の発症において重要であることが明らかにされたが黄砂の主成分であるシリカはDAMPsとしての、またβグルカンやLipopolysaccharide; LPS等の微生物成分はPAMPsとしての作用を持つ。つまり黄砂はそれ自体で、アレルギー反応開始に必要な物質を両方持っているのである。実際に動物実験において、黄砂粒子が喘息様病態を悪化させ、また抗原特異的抗体産生を高めること、さらに、微生物成分や硫酸塩を除去しない黄砂粒子ではそれらを除去した黄砂粒子より炎症反応が強いことが示されている。

一方、気管支喘息の患者数は世界的に増加傾向であり、特に都市化の進んだ地域における増加が著しい。我が国においても、小児気管支喘息（以下喘息と表現する）は、文部科学省の2007年度学校保健統計調査において小学生の有症割合が過去最多と報告されている。しかし、その原因は明らかになっていない。

小児気管支喘息の有病割合を都道府県別にみると、小学生全体では山梨県4.0%と鳥取県9.3%との間で2.3倍の開きがあり、特に西日本では必ずしも都市化の進んだ地域で有病率が高いわけではなく、鳥取などの日本海側や、大分や福岡などの九州での有病率の高さが目をひくが、これらの地域は、黄砂が高頻度に飛来する地域と一致している。黄砂曝露は既存の喘息を短期的に悪化させるだけでなく、上記自然免疫の活性化あるいは気道過敏性の獲得を介した喘息の発症にも関与し、長期的な影響を及ぼしていることが疑われる。

近年、世界で砂漠化の進行とそれに伴う土壌性ダストの飛来による影響は国際社会が注視する問題となっている。

我々は、子育て中の母親世代に広く普及している携帯端末のメール機能を使い、曝露予防行動等についてタイムリーな情報収集を行った上で黄砂の喘息「発症」への影響を評価したいと考えた。なお、携帯メールは着信音の調整が可能なため寝た子を起こさず、また短時間でも手があい

たタイミングでどこでもいつでも見て作業することができるため、特に若い子どもを持つ母親にはなくてはならない通信手段となっており、今回の調査にも最適であると考えられた。今後のこの世代を対象とした調査として、本調査の実施は方法論的にも意義が大きいと考える。

## 2. 研究開発目的

我々のサブテーマの目的は、土壌性ダスト（黄砂）のアレルギー病態への長期的影響を定量的に明らかにすることである。

- A 生後初期の黄砂曝露が小児の喘鳴発現に与える影響を定量的に評価する。
- B 生後初期の黄砂曝露が小児の喘息「発症」に与える影響を定量的に評価する。
- C 生後初期の黄砂曝露が小児のアレルギー疾患（アレルギー性鼻炎、アレルギー性結膜炎、アトピー性皮膚炎、花粉症）に与える影響を定量的に評価する（長期的影響の評価）ための曝露データベースを構築する。
- D 喘息小児における、黄砂曝露時の症状悪化による「学校欠席」「予定外受診」「入院」のリスクを定量的に評価する（短期的影響の評価）ためのデータベースの基礎を構築する。
- E 黄砂の感受性の差に関わる遺伝子の検索を行うデータベースの基礎を構築する。

## 3. 研究開発方法

まず、研究方法を概説する。その後、その妥当性についての検討を記載する。

### (1) 研究開発方法の概要

1) エコチル調査の参加同意取得後、引き続いてもしくは追って郵送等で追加調査のリクルートを行った。必要に応じて面談や電話等による説明を行い、インフォームドコンセントを手交もしくは郵送にて得た。

2) 妊娠中に地域のLIDAR (Light Detection And Ranging:土壌性ダストを特異的に測定できるシステム)にて午前6時から午後6時までの黄砂濃度（光学的濃度）の中央値が0.070 /kmを超えた日（及びコントロール日）の夜8時頃に、その日に屋外にいた時間、及び呼吸器／アレルギー症状の有無を尋ねるアンケートが自動的に配信されるシステムを構築した（図（1）-1）。比較のためのコントロール日は、概ね、黄砂シーズン中（3-5月、10-11月）に1/10程度の確率でランダムに選択されることとした。

3) 児の出生後は、地域のLIDARにて午前6時から午後6時までの黄砂濃度（光学的濃度）の中央値が0.070/kmを超えた日の夜8時頃に、児が戸外にいた時間等の曝露に影響すると思われる因子について尋ねるアンケートを自動的に配信した。また、生後3ヶ月、生後6ヶ月、その後は生後6ヶ月毎に、児の半年間の喘鳴の有無、医師による喘息の診断の有無、及びアレルギー疾患発症の有無を尋ねるアンケート（International Study of Asthma and Allergies in Childhood, ISAACの質問票より作成）を自動的に配信した。



図(1)-1 データ取得方法

4) 対象者は上記情報をWeb上のアンケートサイトにアクセスし回答を入力した。回答は自動的にデータベースに格納した。

#### 5) 解析方法

喘息・喘息様気管支炎「発症」と喘鳴「発現」について、生後3ヶ月、生後6ヶ月、生後12ヶ月の各時点において、生後からそれぞれの時点までのLIDAR非球状粒子状物質の累積値により黄砂高曝露群（上位4分の1）と黄砂低曝露群（下位4分の1）に分け、発症・発現までの時間を比較した。

ただし、交絡や影響修飾の可能性は考慮できていない。また、LIDAR値は速報値である。

### (2) 大阪、富山、松江の LIDARの135m及び135-1000mの消散係数を黄砂濃度として用いる妥当性に関する検討

LIDARの消散係数を疫学調査の曝露指標として用いる試みは、世界でもまだ多くは実施されていない。本疫学調査へのLIDAR値の導入にあたって、以下が懸念点として挙げられた。

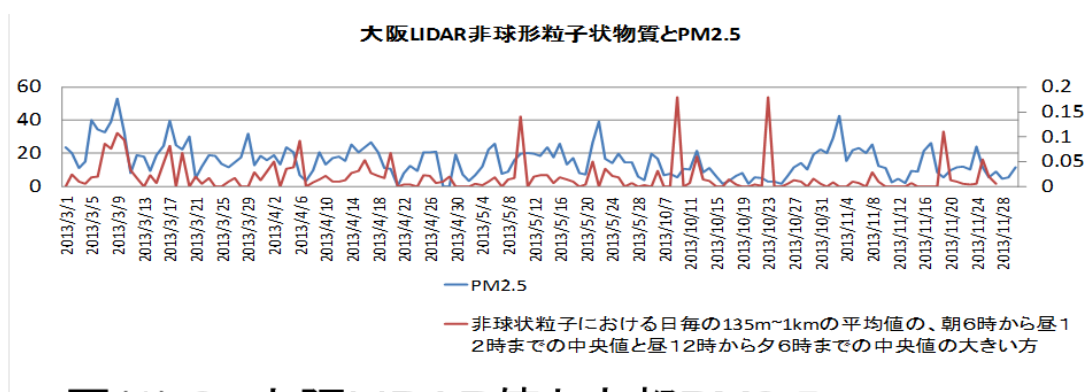
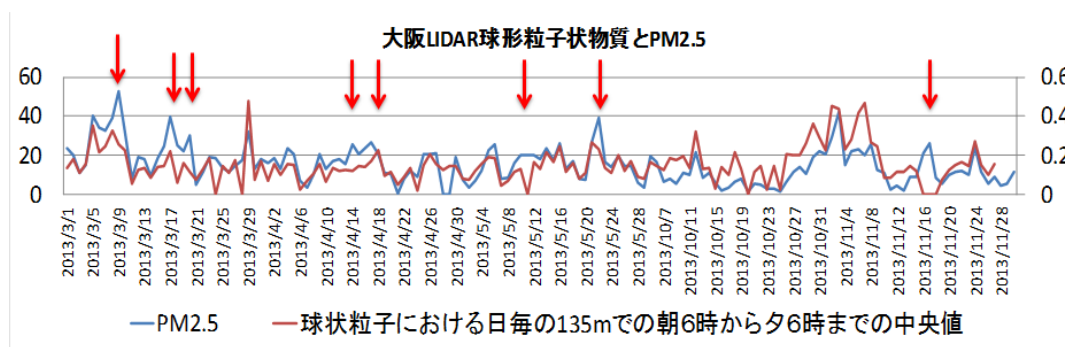
- ・ 上空の濃度の推移と地上の濃度の推移に解離はないか
- ・ 3点で黄砂濃度を代表させているが、地形等により居住地による曝露差はないのか
- ・ 大阪LIDARの測定値は、京都滋賀の参加者の曝露値として用いるには離れ過ぎていないか

これらに関して、LIDARデータと各地のSPMやPM2.5実測値による検討を以下に記す。

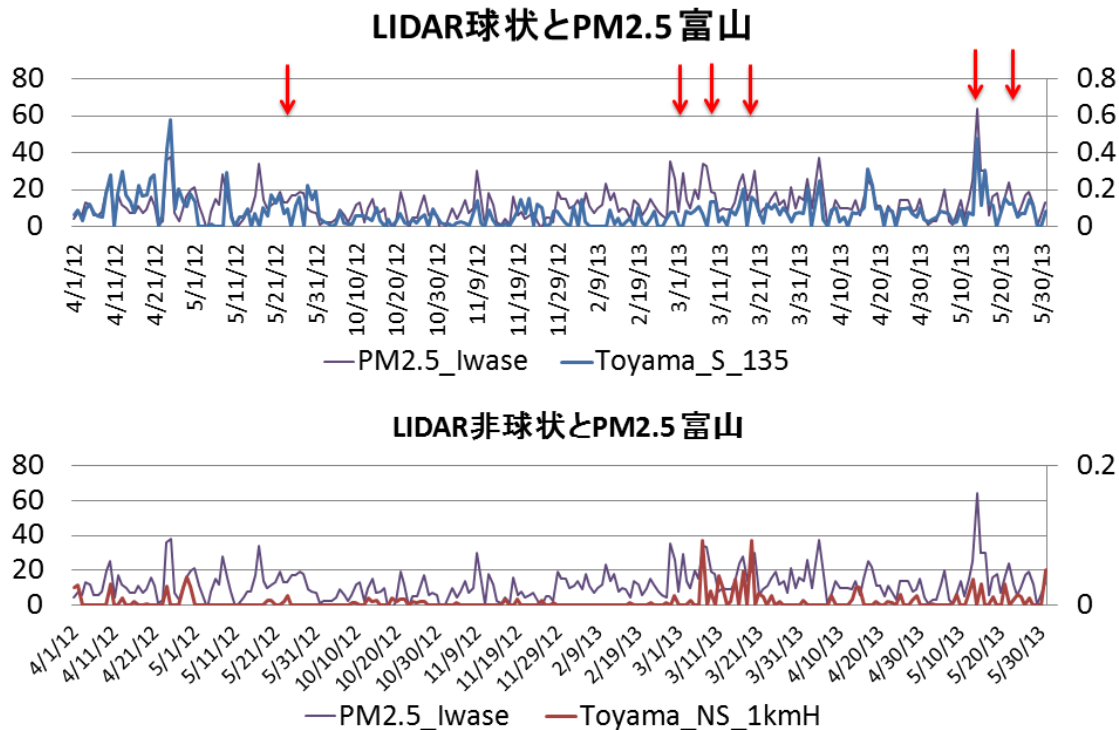
#### 1) 上空と地上の濃度推移の違い

本調査期間中の、大阪LIDARの球状粒子状物質と非球状粒子状物質の消散係数、並びに大阪LIDAR最寄りの常時観測局（東大阪市西保健センター局）のPM2.5の推移（2013年3月以降）（**図（1）－2**）、富山LIDARの球状粒子状物質と非球状粒子状物質の消散係数、並びに富山LIDAR近辺の常時観測局（富山市岩瀬局）のPM2.5の推移（2012年4月以降）（**図（1）－3**）、松江LIDARの球状粒子状物質と非球状粒子状物質、並びに松江LIDAR近辺の常時観測局（米子市米子保健所局）のSPMの推移（**図（1）－4**）を示す。

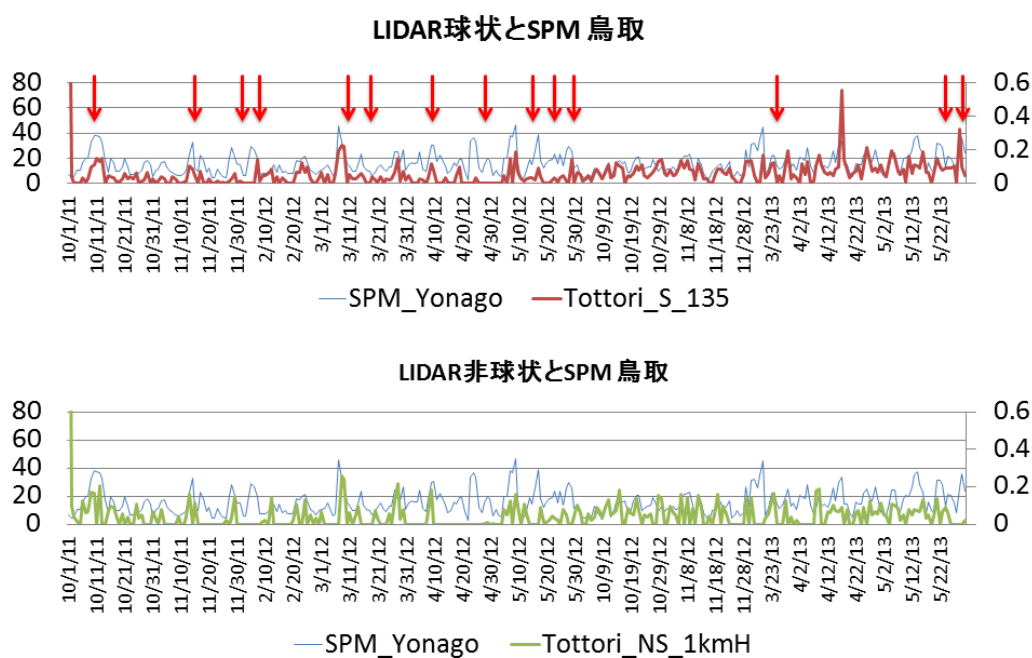
LIDARの球状粒子状物質の消散係数の推移は、各近傍局のPM2.5、SPMの推移と全般的によく連動しており、地上と上空で推移の違いはさほどないものと考えられた（**図（1）－2, 3, 4**）。なお、球状粒子状物質の消散係数に比べてPM2.5、SPMが高い時が数点認められ（**図中の赤矢印**）、このときLIDARの非球状粒子状物質の消散係数は概ね高値を示していた（一部、例外あり：大阪の2013/10/9, 10/23、富山の2012/5/20頃, 2013/3/1頃など）。LIDARの球状粒子状物質の値と非球状粒子状物質濃度の値の推移と、地上でのPM2.5、SPMの推移は概ね一致していると考えられた。なお今回示すグラフはLIDAR速報値によるものであり、固定値を用いて今後さらに検討を重ねる。



図(1)-2 大阪LIDAR値と京都PM2.5



図(1)-3 富山LIDAR値と富山PM2.5



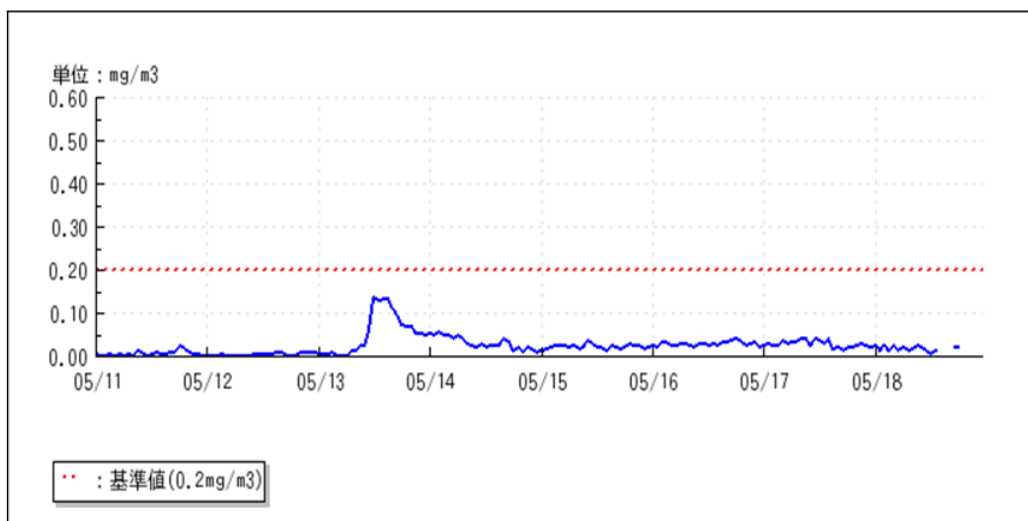
図(1)-4 松江LIDAR値と鳥取SPM

以上、本調査期間中、対象3地域では、LIDAR値の推移と地上のPM<sub>2.5</sub>やSPMの推移に大きな解離はなく、LIDAR値の推移を地上での曝露値として用いることは概ね妥当と考えた。一部の例外については、LIDARが雲を土壌性ダストと誤認した可能性、地上で降雨があった可能性などが考えられる。今後、固定値を用いてLIDAR専門家と共に詳細な検討を行いたい。

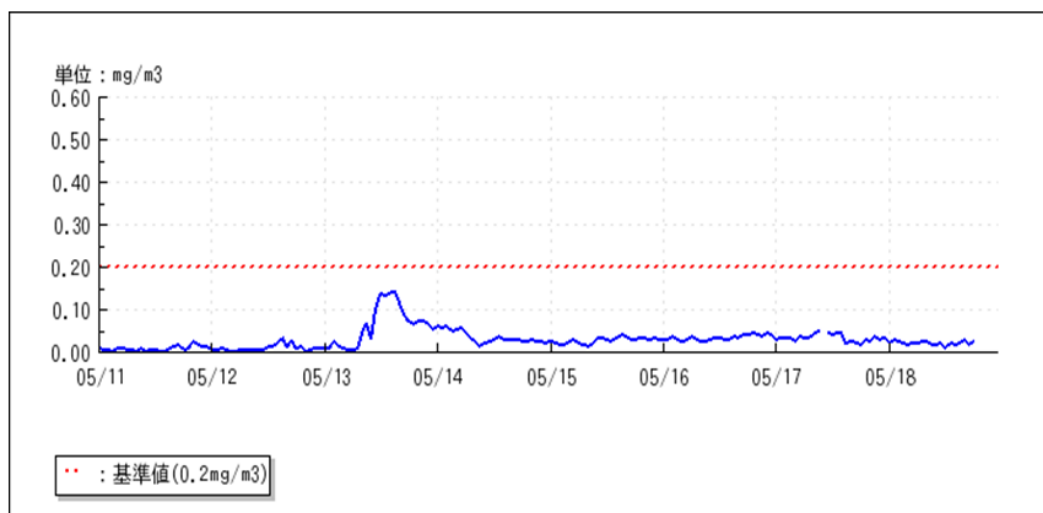
## 2) 地形等による局地的な違い

LIDARは日本に十数カ所しかなく、また上空の濃度を捉えているため地形等による局地的な違いの検討は難しいが、Suspended Particulate Matter; SPMは京都市内のみでも十カ所程度で測定されている。一例として一黄砂イベント（2011年5月13日）前後の京都市内の各地点のSPM濃度の推移を以下に示す（図（1）-5，6，7，8，9，10）が、SPM濃度の推移は、黄砂イベント時を含めて各観測局で非常によく一致しており、少なくとも日平均のレベルでは局地的な差は大きくはなさそうであると考えられた。

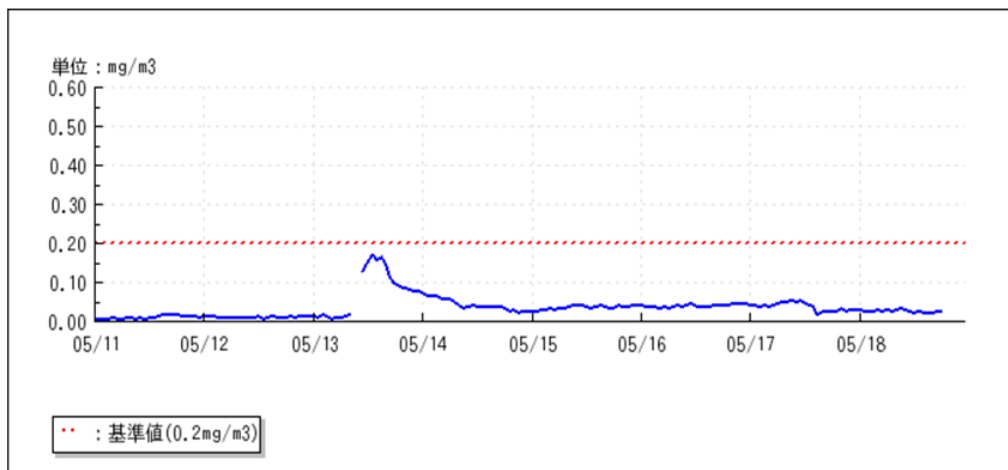
また、やや距離の離れた（数十キロレベル）比較にはなるが京都市左京区・京都府木津川市・滋賀県長浜市のSPMとPM<sub>2.5</sub>の推移、富山県富山市・魚津市のSPMとPM<sub>2.5</sub>の推移（数km～数十kmレベル）、鳥取県米子市・倉吉市（数十kmレベル）のSPMとPM<sub>2.5</sub>の推移を示す（図（1）-11，12）。SPM，PM<sub>2.5</sub>は各地で非常によく連動しており、これらをもみても、黄砂の局地的な濃度の差は小さそうであると思われた。少なくとも、屋内外による濃度差や、窓の開け閉めによる室内濃度の違いほどの差にはならなさそうであると判断した。



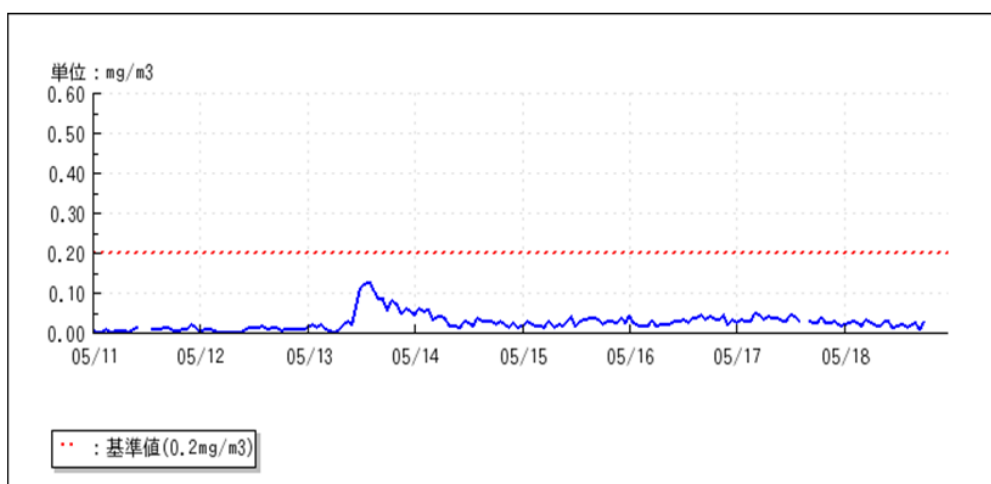
図(1)-5 左京区局 2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より



図(1)-6 京都市役所局 2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より

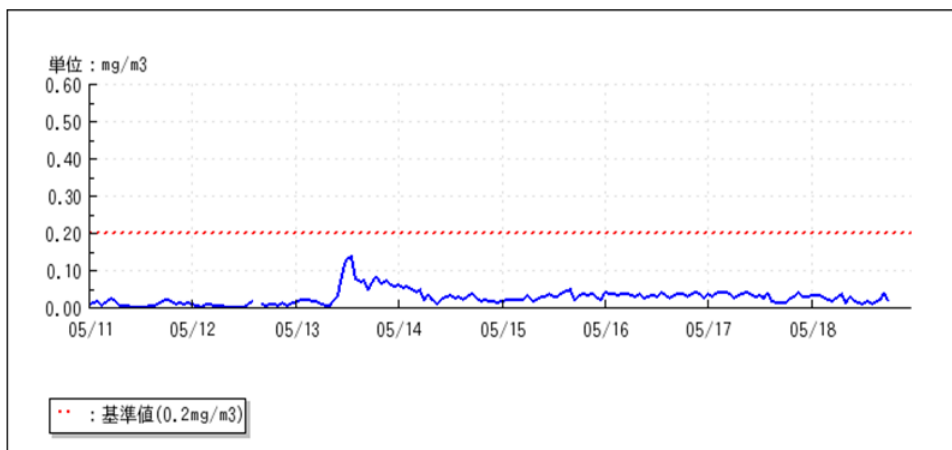


図(1)-7 壬生局(2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より

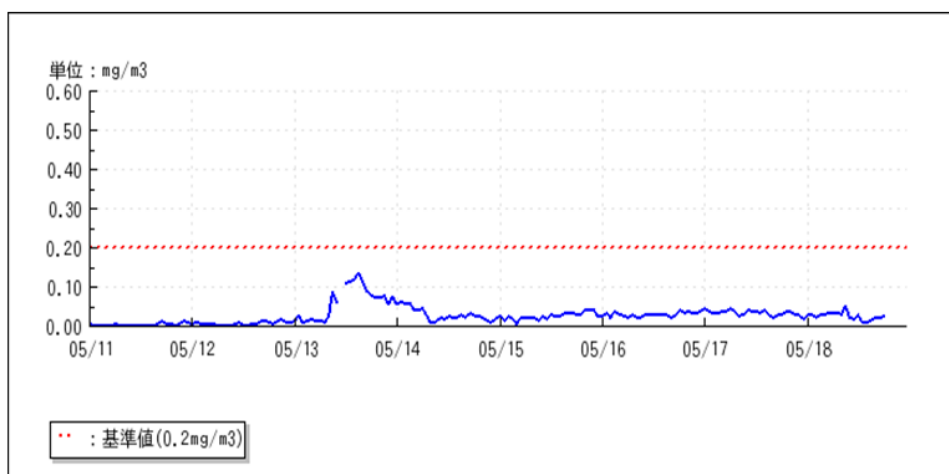


図(1)-8 南区局 2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より

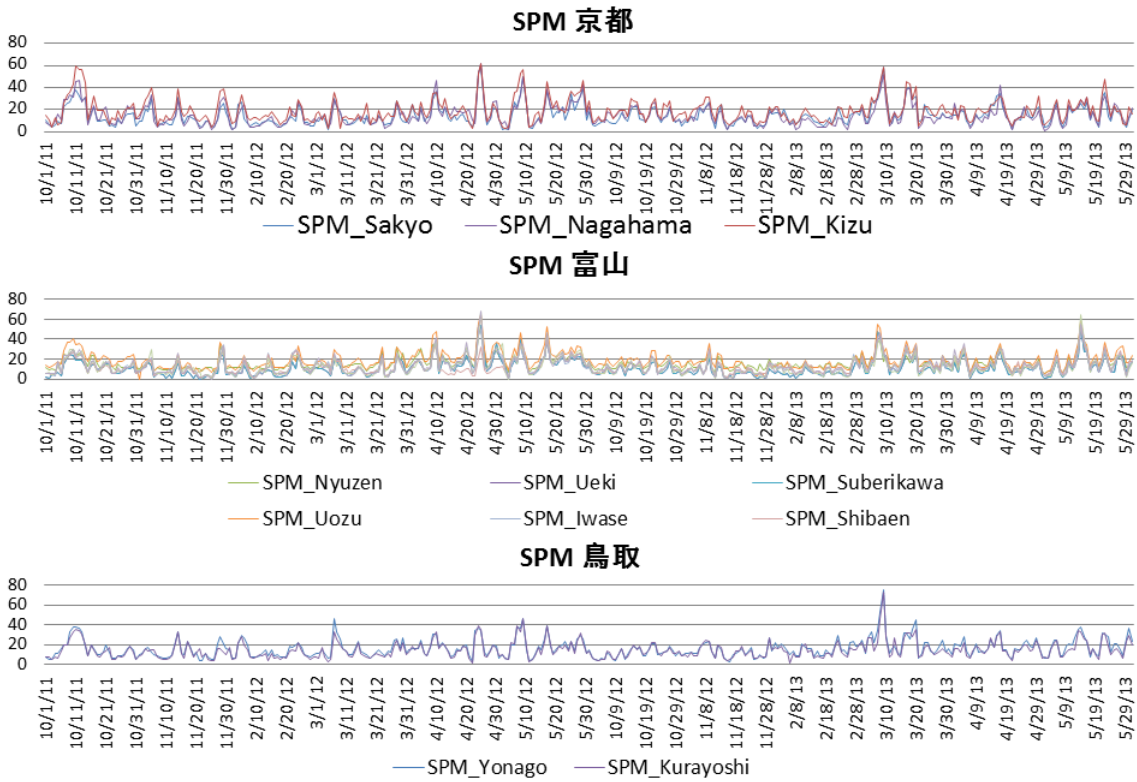




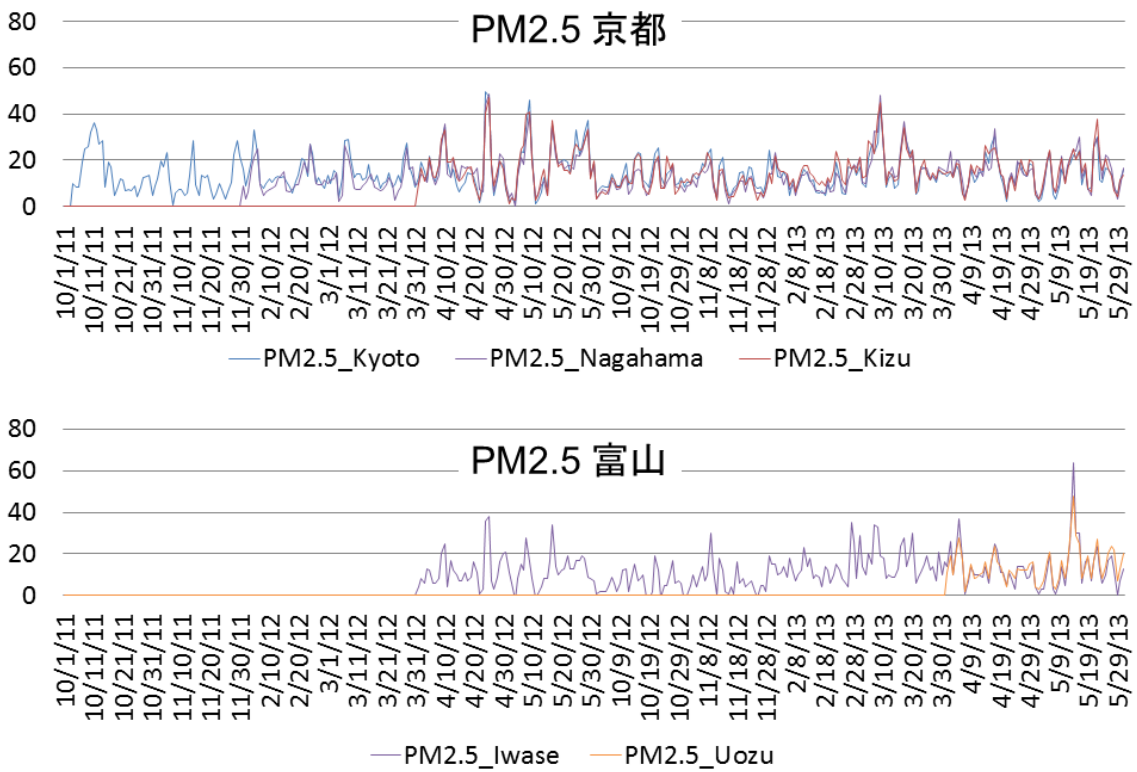
図(1)-9 伏見局 2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より



図(1)-10 山科局 2011/5/11-18までのSPM濃度  
環境省大気汚染物質広域監視システムの速報値より



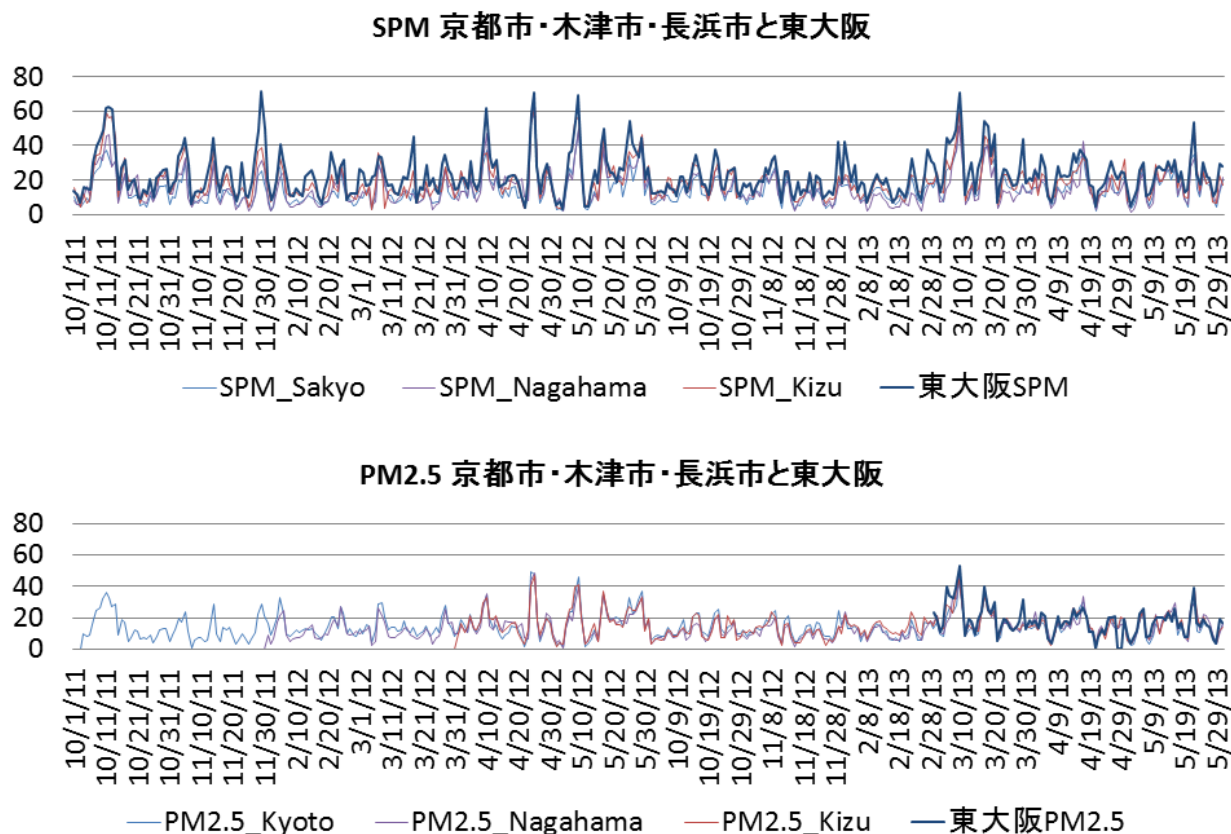
図(1)-11 各地の常時監視局のSPM推移



図(1)-12 各地の常時監視局のPM2.5推移

### 3) 大阪と、京都・滋賀の濃度推移の違い

LIDARのある東大阪市と、京都市、木津川市、長浜市では直線距離にして20-100km程度の隔りがあるため、東大阪のLIDARで京都・滋賀の濃度を反映できるかについて検討を行った。下に、京都市左京区・京都府木津川市・滋賀県長浜市と東大阪市のSPMとPM2.5の推移を示す（図（1）－13）。黄砂飛来時も含めて、SPM, PM2.5は東大阪市と京都・滋賀各地で非常によく連動していた。大阪と京都・滋賀では距離的には離れているものの濃度の推移は近似しており、大阪LIDARの値の推移を京都・滋賀の濃度の推移を表現するのに採用することに大きな問題はないと判断された。



図(1)-13 東大阪と京都・滋賀のSPMとPM2.5の推移

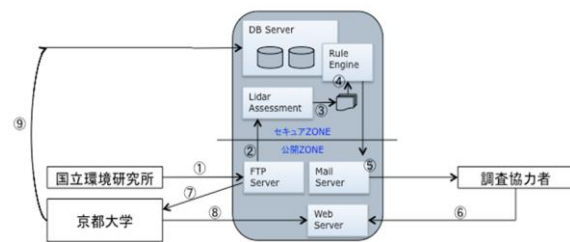
#### (3) 補足：個人端末と環境測定機器を連携させるシステムによるデータ収集

必要となしにのみ回答依頼を行って子育て中の母親の負担を少なくし、そして、曝露時間やその日の症状等について正確な記憶でタイムリーに情報収集を行うため、環境測定システム（LIDARを用いた黄砂観測システム）と個人端末とを連携させて情報を収集するシステムを構築した。環境測定機器と個人端末を連携させて疫学調査を行う試みは、我々の知る限りでは世界初である。具体的には、以下を実施した。

##### 1) システム（ハード）の構築

国立環境研究所のLIDAR測定チームや測定データ配信を担当する企業、そして健康情報を専門に扱うデータ管理会社の協力を得て、以下のシステムを作成、稼働させた（図（1）－14）。

- ・ LIDARデータを毎日定時にシステムにダウンロード
- ・ 得られたデータから日の代表値を計算
- ・ 日の代表値が設定閾値を超えた場合に、定時に参加者にアンケート依頼メールを配信
- ・ 閾値を超えない場合には、参加者の中から一定の確率でコントロールをランダムに選定し、アンケート依頼メールを配信
- ・ アンケートサイトに回答スペースを作成



図(1)-14 システム概略

## 2) 参加者との良好な関係（ソフト）の構築

システムのスムーズな運用には、ソフト面の構築も非常に重要である。特に、参加者のアンケート回答への意欲を高めること、参加者に携帯メールに注意してもらうことが、タイムリーなデータ取得には必須である。そこで、妊娠中／子育て中の母親が必要とするような健康情報（地域のインフルエンザ発生情報等）を希望者の登録メールアドレスに提供する試みを実施した。また、平成25年2月から3月にかけて国民の越境大気汚染への関心が高まった際には、PM2.5やその健康影響についてわかっていること、わかっていないこと、現在調べていること等を配信した。これらの情報提供を通じて、一般社会にはおそらく馴染みのない「疫学調査」というものが、どのように健康情報になり実際に人の役に立っていくのかを、実感できるように配慮した。結果「子育てに追われてニュースを見る余裕がないのでとても良い情報源になりました」「エコチル調査に参加してよかった」「今後も協力できることがあれば積極的に参加したい」「食事や身の回りを整えることで、上手く付き合う方法を知ることができれば、有り難く思います。」等の感想を得た。また「住んでいる地域の毎日のPM2.5の観測値が知りたい」「黄砂やPM2.5の予測図みたいなのが見られるといいなと思います」「もっと詳しい情報がほしい」といった個人端末への情報配信に期待する声も多く聞かれた。また実際に、アンケートへの回答率は非常に高い状態が続き、長期フォローを可能にする上で「疫学調査」に対する理解や健康情報配信が役に立つ可能性がうかがわれた。

## 4. 結果及び考察

登録妊婦から生まれてきた児において、生後初期の土壌性ダスト曝露と喘息「発症」及び喘鳴発現の関連を評価した。ただし、現時点で、交絡の影響については考慮できていない。今後、交絡データを固定後に、交絡を考慮に入れた解析を実施したい。また、黄砂飛来時のアレルギー症状について、共存大気汚染物質の効果修飾をみる目的で、粒子状物質中のPAHs（ニトロ化PAHs及びキノン化PAHsを含む）の成分分析を行った。

以下の知見が得られた。

- ・ 生後初期の黄砂高曝露群は、喘鳴「発現」、喘息・喘息様気管支炎の「発症」までの時間が短い（ただし、交絡未調整）
- ・ 特に男児で、黄砂曝露の喘鳴発現、喘息・喘息様気管支炎への影響が大きそうであり、屋外活動時間の長さがその一因として考えられる

- ・ 生後初期の球形粒子状物質高曝露群も、喘息・喘息様気管支炎の「発症」までの時間が短く（ただし、交絡未調整）、やはり男児で影響が大きそうである
- ・ フィルター中のPAHsの総量はその日のLIDARの球形粒子状物質と有意な正の相関が示された。
- ・ フィルター中のニトロ化PAHsとPAHsの比、キノン化PAHsとPAHsの比は、その日のLIDARの球形粒子状物質よりもLIDARの非球形粒子状物質と有意な正の相関がみられ、黄砂はPAHs誘導体の二次生成を引き起こすことで、それらの大気中濃度の上乗せに寄与している可能性が示唆された。

詳細を下に記す。

2014年1月31日までに3地域で合計延べ5796例を登録した。2014年2月13日までに、3985例が生後6ヶ月に、2815例が生後12ヶ月に、1654例が生後18ヶ月に、651例が生後24ヶ月に達した。そのうち2014年2月13日までに、疾患発生状況の回答をそれぞれ3805例（6ヶ月時 回答率95%）、2552例（12ヶ月時 回答率91%）、1434例（18ヶ月時 回答率87%）、537例（24ヶ月時 回答率82%）から得た。

まず、喘鳴やその他の疾患の発生状況と黄砂曝露状況を示し、その後、疾患発生と黄砂曝露との関連、疾患発生と球形粒子状物質曝露との関連、フィルターの分析結果を示す。なお、居住環境等の背景については、サブテーマ（2）に記載あり。

### （1）疾患の発生状況

ISAACの質問票（日本語版）において、「あなたのお子さまは、今までいずれかの時期に、胸がゼイゼイまたはヒューヒューしたことがありますか」の質問に「はい」と回答したものを、喘鳴発現とした。続いて「そのようなゼイゼイ、ヒューヒューは1週間以上の間隔をあけて、今までに3回以上ありましたか」の質問に「はい」と回答したものを、繰り返す喘鳴発現とした。続いて「あなたのお子さまは、医師に「ぜん息」あるいは「ぜん息様気管支炎」といわれたことがありますか」の質問に「はい」と回答したものを、喘息・喘息様気管支炎発症とした。

生後6ヶ月までの喘鳴の発現率は12%（n=461）、そのうちの36%が3回以上繰り返す喘鳴であった。また全体の1.9%（n=71）が既に医師から「喘息」あるいは「喘息様気管支炎」と診断されていた（表（1）－1）。

表（1）－1 生後6か月までの喘鳴等の発現率

生後6ヶ月 まで	喘鳴	くりかえす 喘鳴	喘息 (医師診断)	アトピー性皮膚 炎(医師診断)
京都 (1114)	12.4%	4.3%	2.2%	3.9%
富山 (1700)	11.4%	4.0%	1.5%	1.8%
鳥取 (991)	13.0%	4.8%	2.0%	4.6%
全体 (3805)	12.1%	4.3%	1.9%	3.2%

\*（ ）内は回答のあった例数 回答率95%

生後12ヶ月までの喘鳴の発現率は19% (n=461)、そのうちの33%が3回以上繰り返かえず喘鳴であった。医師から「喘息」あるいは「喘息様気管支炎」と診断されたのは全体の4.9% (n=124)であった(表(1)-2)。

表(1)-2 生後12か月までの喘鳴等の発現率

生後12ヶ月 まで	喘鳴	くりかえす 喘鳴	喘息 (医師診断)	直近6ヶ月の 喘鳴
京都 (708)	19.4%	5.8%	6.8%	15.5%
富山 (1148)	17.6%	4.9%	3.6%	14.1%
鳥取 (696)	20.8%	8.0%	5.0%	16.8%
全体 (2552)	19.4%	6.0%	4.9%	15.2%

\* ( ) 内は回答のあった例数 回答率91%

また、全体の11%で食物アレルギー、4%でアトピー性皮膚炎と医師に診断されていた(表(1)-3)。

表(1)-3 生後12か月までのアトピー性皮膚炎等の医師診断率

生後12ヶ月 まで	アトピー性 皮膚炎	食物 アレルギー
京都 (708)	5.5%	10.9%
富山 (1148)	2.2%	9.1%
鳥取 (696)	6.8%	14.1%
全体 (2552)	4.3%	11.0%

\* ( ) 内は回答のあった例数 回答率91%

生後18ヶ月までの喘鳴の発現率は23% (n=331)、そのうちの31%が3回以上繰り返かえず喘鳴であった。医師から「喘息」あるいは「喘息様気管支炎」と診断されたのは全体の8.4% (n=120)であった(表(1)-4)。

表(1)-4 生後18か月までの喘鳴等の発現率

生後18ヶ月 まで	喘鳴	くりかえす 喘鳴	喘息 (医師診断)	直近6ヶ月の 喘鳴
京都 (378)	23.8%	8.7%	13.0%	16.1%
富山 (620)	21.5%	7.6%	5.8%	16.5%
鳥取 (436)	24.8%	9.9%	8.0%	17.2%
全体 (1434)	23.1%	8.6%	8.4%	16.6%

\* ( ) 内は回答のあった例数 回答率87%

また、全体の13%で食物アレルギー、6%でアトピー性皮膚炎と医師に診断されていた（表（1）－5）。

表（1）－5 生後18か月までのアトピー性皮膚炎等の医師診断率

生後18ヶ月 まで	アトピー性 皮膚炎	食物 アレルギー
京都 (378)	7.4%	14.0%
富山 (620)	2.6%	11.5%
鳥取 (436)	8.5%	15.6%
全体 (1434)	5.6%	13.4%

\*（ ）内は回答のあった例数 回答率87%

生後24ヶ月までの喘鳴の発現率は24%（n=127）、そのうちの39%が3回以上繰り返さず喘鳴であった。医師から「喘息」あるいは「喘息様気管支炎」と診断されたのは全体の7.6%（n=41）であった（表（1）－6）。

表（1）－6 生後24か月までの喘鳴等の発現率

生後24ヶ月 まで	喘鳴	くりかえす 喘鳴	喘息 (医師診断)	直近6ヶ月の 喘鳴
京都 (112)	25.0%	8.9%	8.0%	13.4%
富山 (234)	20.9%	6.8%	6.4%	12.4%
鳥取 (191)	26.2%	12.6%	8.9%	16.2%
全体 (537)	23.6%	9.3%	7.6%	14.0%

\*（ ）内は回答のあった例数 回答率82%

また全体の15%で食物アレルギー、6%でアトピー性皮膚炎と医師に診断されていた（表（1）－7）。

表（1）－7 生後24か月までのアトピー性皮膚炎等の医師診断率

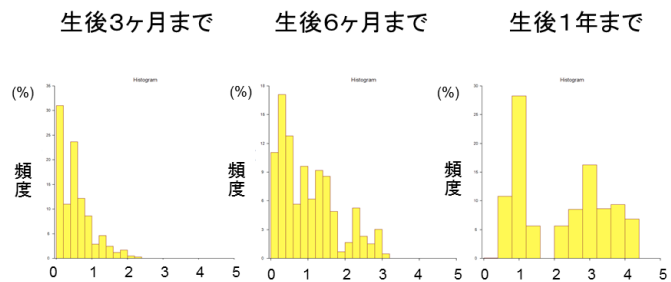
生後24ヶ月 まで	アトピー性皮 膚炎	食物 アレルギー
京都 (112)	5.4%	10.7%
富山 (234)	3.0%	14.1%
鳥取 (191)	11.0%	18.3%
全体 (537)	6.3%	14.9%

\*（ ）内は回答のあった例数 回答率82%

## (2) 黄砂曝露状況

### 1) 黄砂濃度（光学的濃度）累積

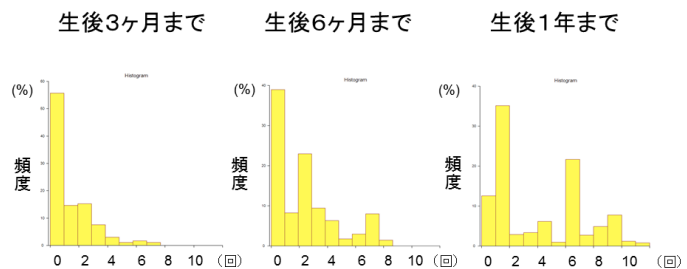
誕生から生後3ヶ月，6ヶ月，12ヶ月までのLIDAR非球状粒子状物質の朝6時から夕6時までの中央値を累積した値の分布を示す（図（1）－15）。生後3ヶ月までの最低値は0，最高値は2.26，平均値は0.53，中央値は0.44、生後6ヶ月までの最低値は0，最高値は3.12，平均値は1.02，中央値は0.92、生後1年までの最低値は0.26，最高値は4.36，平均値は2.20，中央値は2.38であった。



図(1)-15 生後各段階までの黄砂濃度累積量

### 2) 黄砂飛来回数

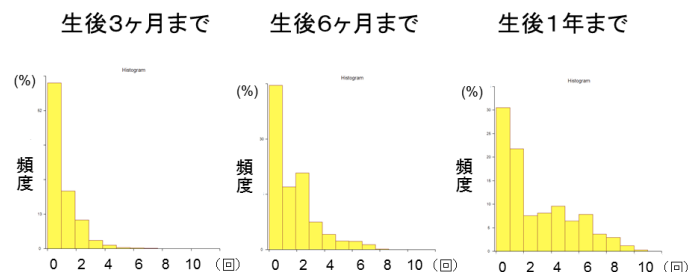
誕生から生後3ヶ月，6ヶ月，12ヶ月までに地域のLIDAR非球状粒子状物質の朝6時から夕6時までの中央値が0.07/kmを超えた回数(日)の分布を示す（図（1）－16）。生後3ヶ月での最低値は0日，最高値は7日，平均値は1.03日，中央値は0日、生後6ヶ月での最低値は0日，最高値は8日，平均値は2.02日，中央値は2日であった。



図(1)-16 生後各段階までの黄砂飛来回数

### 3) 黄砂曝露回数

地域のLIDAR非球状粒子状物質の日の値が0.07/kmを超えた日のうち、外にいた時間があったもの（屋外時間が10分未満と回答したもの以外）を黄砂曝露ありとした場合の、誕生から生後3ヶ月，6ヶ月，12ヶ月までの黄砂曝露の回数（日）の分布を示す（図（1）－17）。生後3ヶ月での最低値は0日、最高値は7日、平均値は0.62日、中央値は0日、生後6ヶ月での最低値は0日、最高値は8日、平均値は1.33日、中央値は1日、生後12ヶ月での最低値は0日、最高値は11日、平均値は3.23日、中央値は2日であった。



図(1)-17 生後各段階までの黄砂日に屋外にいた回数



### (3) 黄砂と喘鳴発現／喘息発症の関連

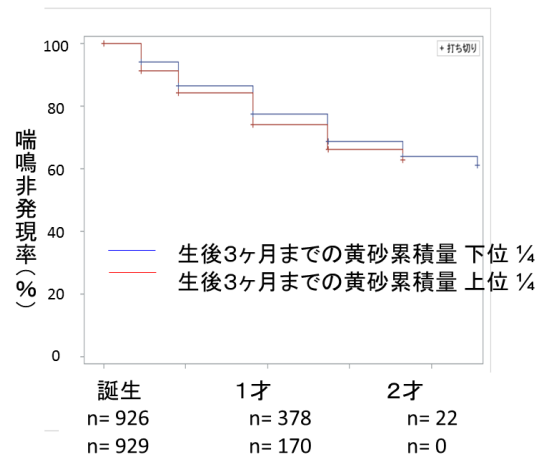
#### 1) 喘鳴

ISAACの質問票（日本語版）において、「あなたのお子さまは、今までいずれかの時期に、胸がゼイゼイまたはヒューヒューしたことがありますか」の質問に「はい」と回答したものを、喘鳴発現とした。

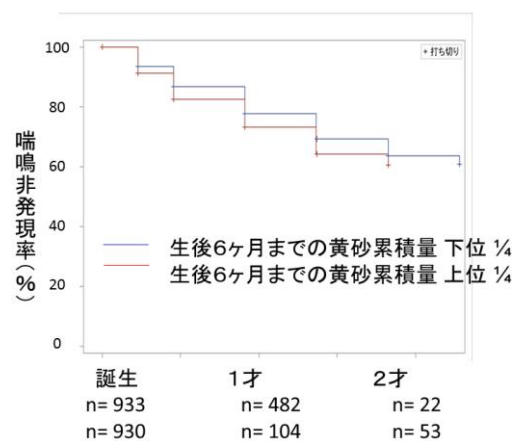
生後3ヶ月までの黄砂曝露累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で喘鳴発現までの時間を比較した（図（1）－18）。生後3ヶ月で既に上位1/4群で下位1/4群よりも喘鳴発症した児が多く、その後その差はさほど開いていかない。黄砂に曝露すると一時的に喘鳴発現のリスクが上がるが、黄砂の影響があとから出てくるということはないように思われる。上記二群について検定を行うと、ログランク検定 $p=0.1439$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0845$ と統計学的には差

は明らかではないか、marginalな差であった。生後3ヶ月時までに喘鳴を発現していなかった児のみを対象に同様の分析を行った場合は、ログランク検定 $p=0.3031$ 、Wilcoxon検定 $p=0.2762$ と二群間の差は統計学的には明らかでなかった。

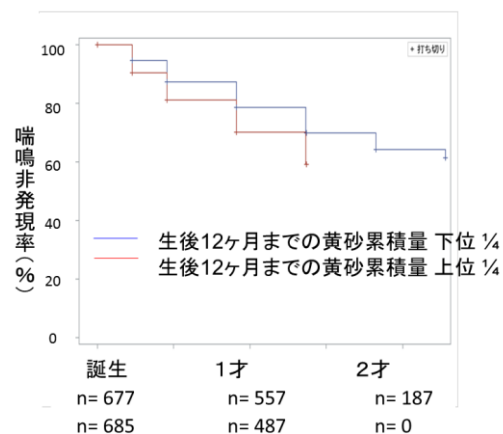
同様に、生後6ヶ月まで、生後1年までについて、それぞれ黄砂曝露累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4の、喘鳴発現までの時間を比較した（図（1）－19、20）。生後1年までの曝露でみた場合は、群間差が徐々に開いていっている様子が伺える。これは一見、生後3ヶ月までの曝露でみた場合と矛盾があるが、生後3ヶ月までの曝露量は誕生のタイミングの季節性を反映している一方、生後1年までの曝露を指標とした場合は、その地域の黄砂飛来頻度がある程度反映されており、その後の黄砂曝露も多い傾向があるため、差が開いていっているのではないかと考えられる。上記二群について検定を行うと、生後6ヶ月までの曝露ではログランク検定 $p=0.0251$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0136$ 、生後1年までの曝露



図(1)-18 生後3カ月までの黄砂累積量とその後の喘鳴



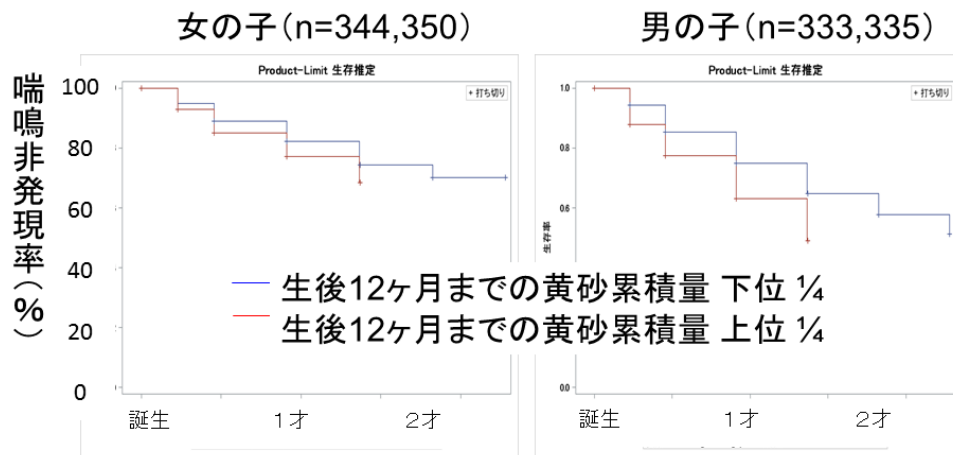
図(1)-19 生後6か月までの黄砂累積量と喘鳴発現



図(1)-20 生後12か月までの黄砂累積量と喘鳴発現

ではログランク検定 $p=0.0001$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0002$ と統計学的に有意な差を認めた。しかし、対象をそれぞれ生後6ヶ月まで生後1年までに喘鳴を発現していないもの限定して二群間の比較を行った場合は、生後6ヶ月までの曝露での比較ではログランク検定 $p=0.4031$ 、Wilcoxon検定 $p=0.3449$ 、生後1年までの曝露での比較では、ログランク検定 $p=0.1917$ 、Wilcoxon検定では $p=0.1917$ と、それぞれ2群間の差は統計学的には明らかではなく、黄砂の喘鳴の新規発症への影響は短期的であることが推察された。

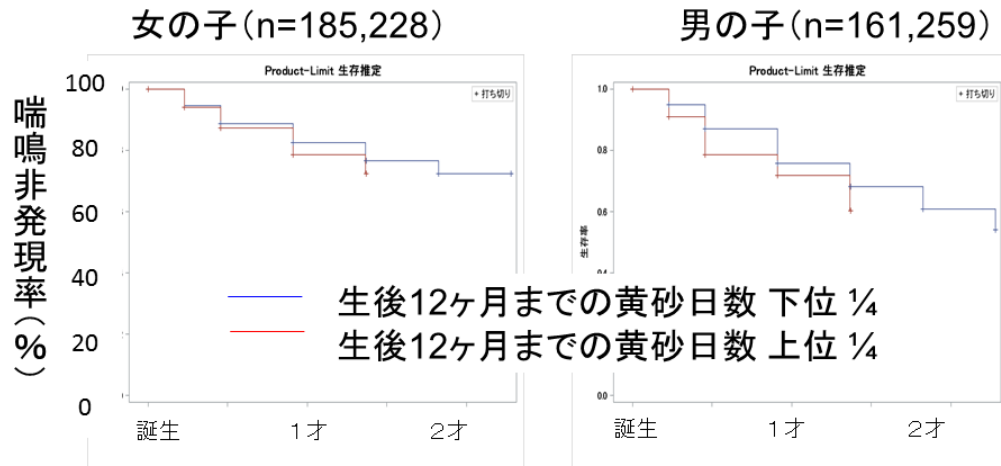
また、男女別に分析すると、特に男児で影響を受けやすい傾向が観察され（図(1)－21）、女児では二群間の差は統計学的にはmarginalであったが、男児では有意な差が認められた（女児：ログランク検定 $p=0.0876$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0824$ 、男児：ログランク検定 $p=0.0003$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0004$ ）。



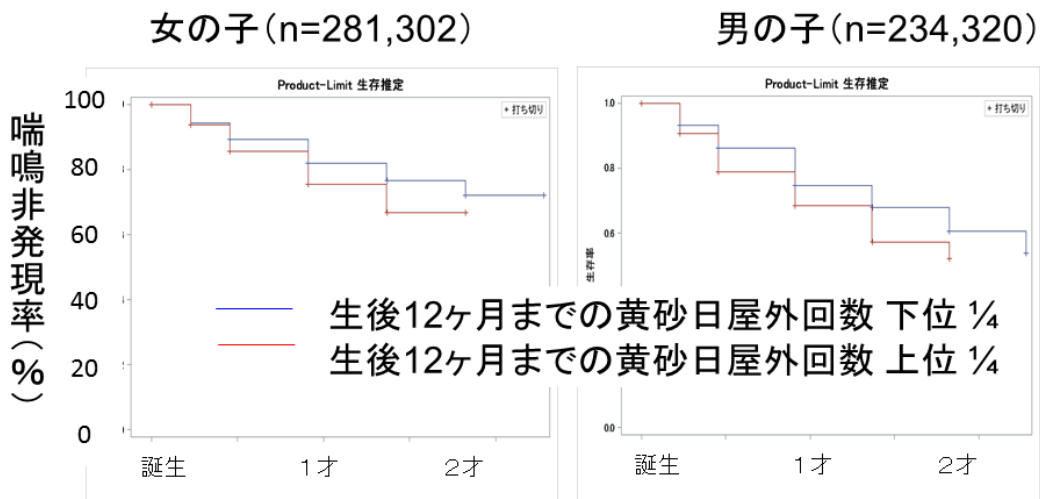
図(1)-21 12か月までの黄砂累積量と喘鳴発現

一般に幼少時の喘息発症率は男児で高いことが知られており男女差の原因は不明である。今回、男児では屋外活動量が多いことが反映されているのかもしれないと考え、屋外に出ている時間を考慮に入れた上での解析を行った。図(1)－22は、生後から1才になるまでの黄砂日（LIDARの非球状粒子状物質濃度135m-1kmの平均値の6-12時の中央値12-18時の中央値の高い方が0.07/kmを超える）の回数を黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合、図(1)－23は、上記の黄砂日からその日に「屋外に出た時間がなかった」と回答した回数を除いたものを黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合である。室内/屋外を考慮しないと男児で影響が強い様子が伺えるが（女児：ログランク検定 $p=0.3343$ 、Wilcoxon検定 $p=0.3532$ 、男児：ログランク検定 $p=0.1213$ 、Wilcoxon検定 $p=0.1108$ ）、室内/屋外を考慮に入れると、女児においても影響がはっきりしてくる様子である（女児：ログランク検定 $p=0.0316$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0406$ 、男児：ログランク検定 $p=0.0314$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0366$ ）。症例数が少ないため、今後の児の成長を待

つ必要があるが、黄砂日に屋外にいると喘鳴発現リスクが高まる可能性があり、また男児で黄砂の影響が強くみられる原因の一つとして、屋外活動時間が長い可能性が考えられる。



図(1)-22 生後12か月までの黄砂日数と喘鳴発現



図(1)-23 生後12か月までの黄砂日屋外回数と喘鳴発現

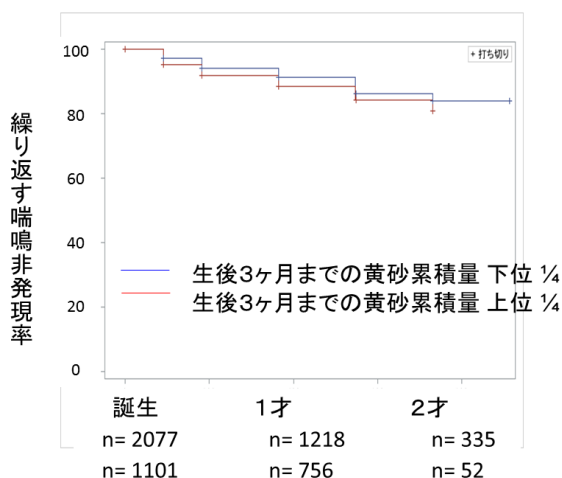
## 2) 繰り返す喘鳴

ISAACの喘鳴の質問に続いて「そのようなゼイゼイ、ヒューヒューは1週間以上の間隔をあけて、今までに3回以上ありましたか」の質問に「はい」と回答したものを、繰り返す喘鳴発現とした。

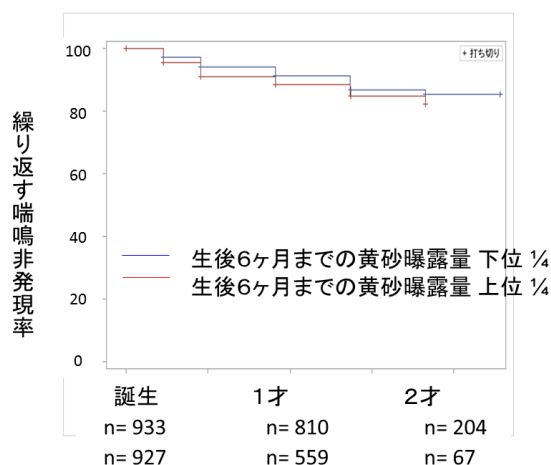
繰り返す喘鳴発現までの時間を、生後3ヶ月までの黄砂曝露累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で比較した(図(1) - 24)。生後3ヶ月で既に上位1/4群で下位1/4群よりも繰り返す喘鳴発現した児が多く、その後はその差はさほど開いていかない。喘鳴発現と同様に、黄砂に曝露すると一時的に、繰り返す喘鳴発現のリスクが上がるが、新規発症への影響は長くは続いているように思われる。上記二群について検定を行うと、ログランク検定

$p=0.1222$ 、Wilcoxon検定 $p=0.1104$ と統計学的には差は明らかではなかった。生後3ヶ月時までに喘鳴を発現していなかった児のみを対象に同様の分析を行った場合は、ログランク検定 $p=0.8123$ 、Wilcoxon検定 $p=0.8410$ と二群間の差を認めなかった。

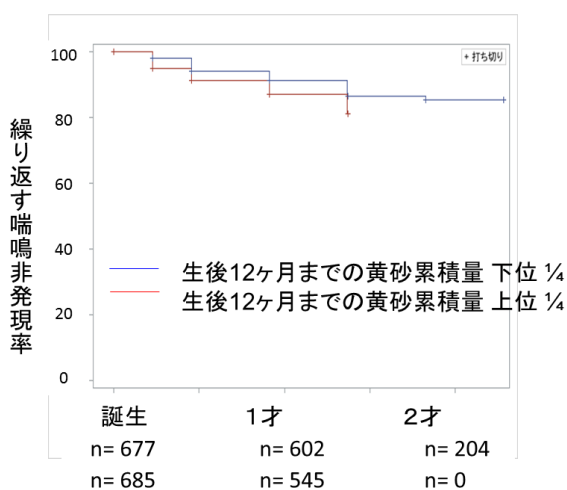
同様に、生後6ヶ月まで、生後1年までについての四分位で、上位1/4と下位1/4の、繰り返す喘鳴発現までの時間を比較した(図(1) - 25, 26)。上記二群について検定を行うと、生後6ヶ月までの曝露ではログランク検定 $p=0.0524$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0315$ 、生後1年までの曝露ではログランク検定 $p=0.0527$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0515$ と統計学的に有意もしくはmarginalな差を認めた。しかし、対象をそれぞれ生後6ヶ月まで生後1年までに繰り返す喘鳴を発現していないものに限って二群間の比較を行った場合は、生後6ヶ月までの曝露での比較ではログランク検定 $p=0.8846$ 、Wilcoxon検定 $p=0.9679$ 、生後1年までの曝露での比較では、ログランク検定



図(1)-24 3カ月までの黄砂累積量と「繰り返す喘鳴発現」



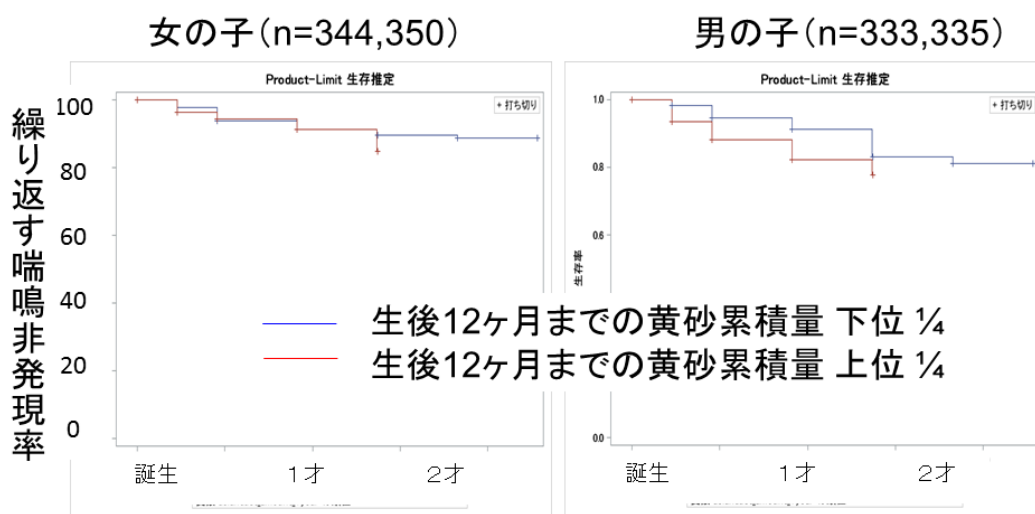
図(1)-25 6か月までの黄砂累積量と「繰り返す喘鳴」発現



図(1)-26 12か月までの黄砂累積量と「繰り返す喘鳴」発現

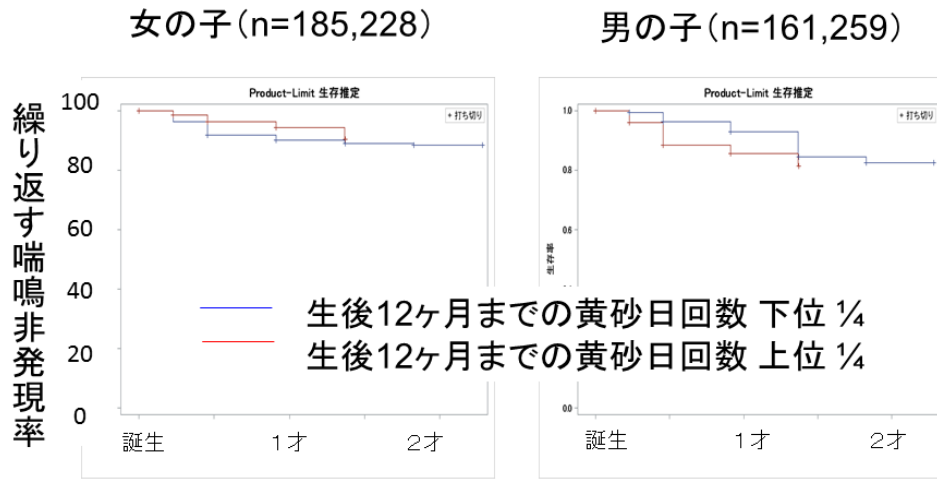
p=0.546、Wilcoxon検定ではp=0.546と、それぞれ2群間に統計学的な差は認められなかった。黄砂の喘鳴への影響と同様に、黄砂に曝露すると繰り返す喘鳴発現のリスクは上がるが、その影響は一時的なものが大きく、新規発現への影響は数ヶ月以上持続するものではなさそうであると考えられた。

また、男女別に分析すると、「喘鳴」と同様に特に男児で影響を受けやすい傾向が観察され（図（1）－27）、女児では二群間に差を認めなかったが、男児では統計学的に有意な差が認められた（女児：ログランク検定p=0.3832, Wilcoxon検定p=0.6234, 男児：ログランク検定p=0.0061, Wilcoxon検定p=0.0016）。

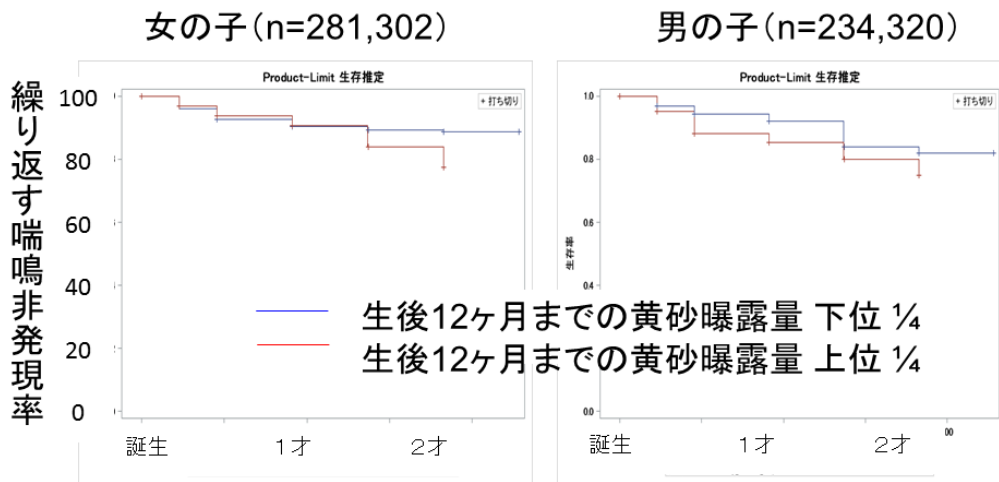


図(1)-27 生後12か月までの黄砂累積量と「繰り返す喘鳴」

「喘鳴」と同様に、屋外に出ている時間を考慮に入れた上での解析を行った。図（1）－28は、生後から1才になるまでの黄砂日の回数を黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合、図（1）－29は、上記の黄砂日からその日に「屋外に出た時間がなかった」と回答した回数を除いたものを黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合である。「喘鳴」と同様に、室内／屋外を考慮しないと、男児で影響が強いが（女児：ログランク検定p=0.4101, Wilcoxon検定0.2646, 男児：ログランク検定 p=0.1853, Wilcoxon検定0.0731）、室内／屋外を考慮に入れると、女児においても影響がややはっきりしてくる様子である（女児：ログランク検定p=0.1728, Wilcoxon検定0.4738, 男児：ログランク検定 p=0.0835, Wilcoxon検定0.0411）。「喘鳴」以上に症例数が少ないため、今後のデータの蓄積を待つ必要があるが、黄砂日に屋外にいると繰り返す喘鳴発現リスクが高まる可能性があり、また男児で黄砂の影響が強くみられる原因の一つとして、屋外活動時間が長い可能性が考えられる。



図(1)-28 生後12か月までの黄砂日回数と「縦り返す喘鳴」



図(1)-29 生後からの黄砂日屋外回数と「縦り返す喘鳴」

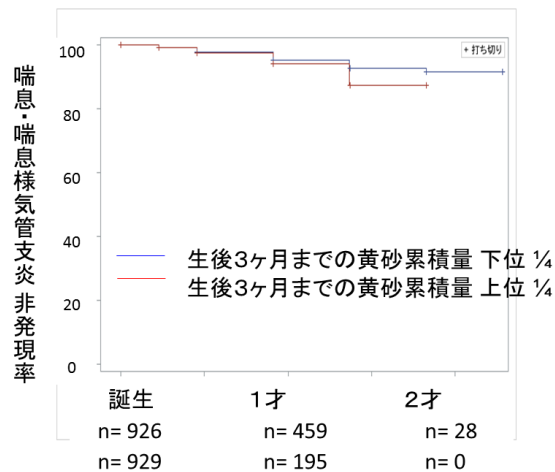
### 3) 喘息・喘息様気管支炎の医師診断

喘鳴の質問に続いて「あなたのお子さまは、医師に「ぜん息」あるいは「ぜん息様気管支炎」といわれたことがありますか」の質問を行い、これに「はい」と回答したものを、喘息・喘息様

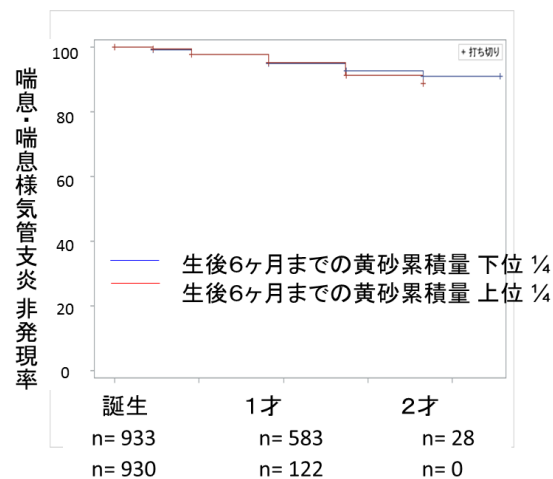
気管支炎発症とした。

喘息・喘息様気管支炎発現までの時間を、生後3ヶ月までの黄砂曝露累積量の上位1/4と下位1/4で比較した（図（1）－30）。推移を詳しくみると、生後1年は上位1/4群と下位1/4群で喘鳴発症の割合は変わらないが、その後、その差が開いていっているように思える。黄砂の喘息発症への影響は、一部の児において曝露後に喘鳴発現という形で発現し、その後時を経て喘息と診断されているのではないかとと思われる。上記二群間の差は、ログランク検定では $p=0.0514$ 、Wilcoxon検定では $p=0.1669$ と統計学的にはmarginalであった。

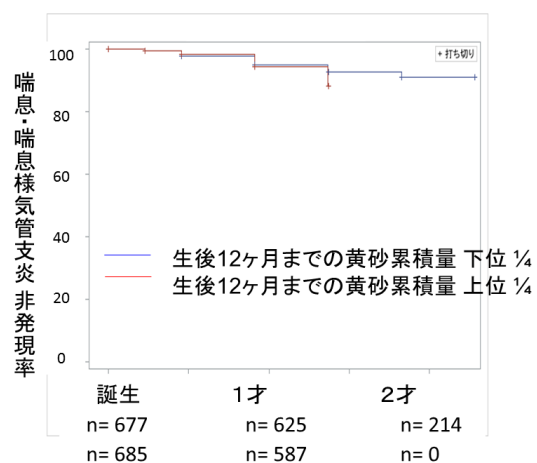
同様に、生後6ヶ月まで、生後1年までについての曝露量の四分位で、上位1/4と下位1/4の、喘息・喘息様気管支炎発現までの時間を比較した（図（1）－31、32）。どちらも二群間に差はほとんどないように観察された。生後6ヶ月までの曝露での比較では、ログランク検定では $p=0.8486$ 、Wilcoxon検定では $p=0.8654$ 、生後1年までの曝露での比較では、ログランク検定では $p=0.0573$ 、Wilcoxon検定では $p=0.3027$ と、それぞれ2群間の差は、差を認めないか統計学的にはmarginalな差であった。



図(1)-30 3か月までの黄砂累積量と喘息等の医師診断



図(1)-31 6か月までの黄砂累積量と喘息等の医師診断

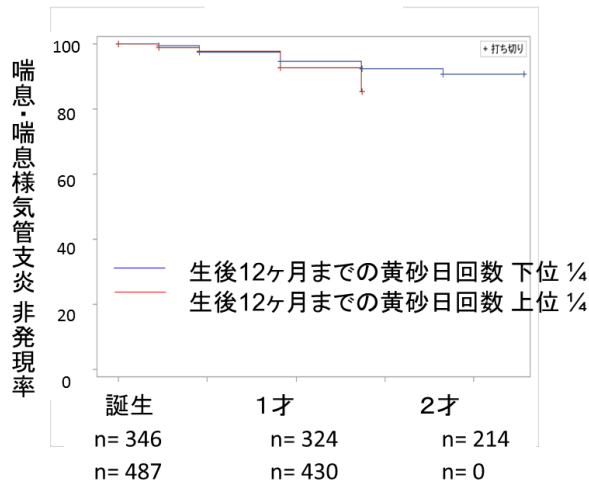


図(1)-32 12か月までの黄砂累積量と喘息等の医師診断

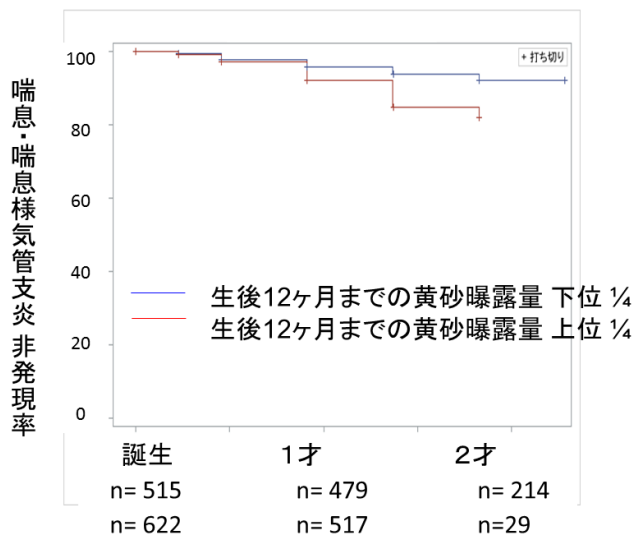
しかしここで、屋外に出ていた時間を考慮に入れた上での解析を行うと、図（1）－33は、生後から1才になるまでの黄砂日の回数を黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合、



図(1)－34は、上記の黄砂日からその日に「屋外に出た時間がなかった」と回答した回数を除いたものを黄砂曝露回数としてカウントし、上位1/4と下位1/4で比較した場合であるが、室内にいた日を除いて黄砂曝露回数として比較した場合に二群間の差が顕著になる様子を認めた（室内／屋外の考慮なし：ログランク検定 $p=0.0082$ ，Wilcoxon検定 $p=0.0225$ ，室内／屋外を考慮：ログランク検定 $p<0.0001$  Wilcoxon検定 $p=0.0005$ ）。ただし、現時点では交絡の考慮ができていない。通常、医師の喘息の診断は2～3才以降でなされることが多いため、今後の症例数の蓄積を待って、交絡の検討を行いたい。



図(1)-33 12か月までの黄砂日回数と喘息等の医師診断



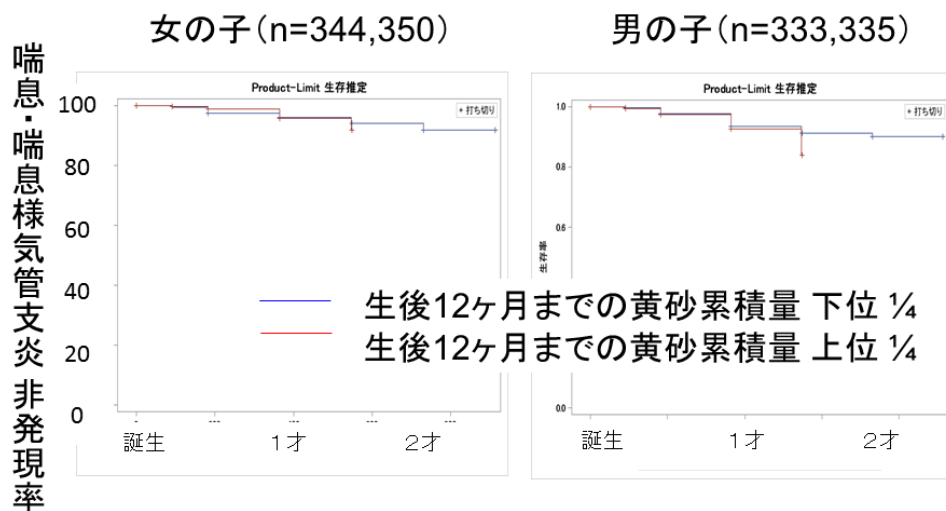
図(1)-34 12か月までの黄砂日に屋外にいた回数と喘息等の医師診断

男女別の解析では、喘鳴同様に、喘息・喘息様気管支炎においても、女兒よりも男児で影響が強い傾向が伺えた（ただし、二群間の差は両性とも統計学的には有意ではない）（図(1)－35）。

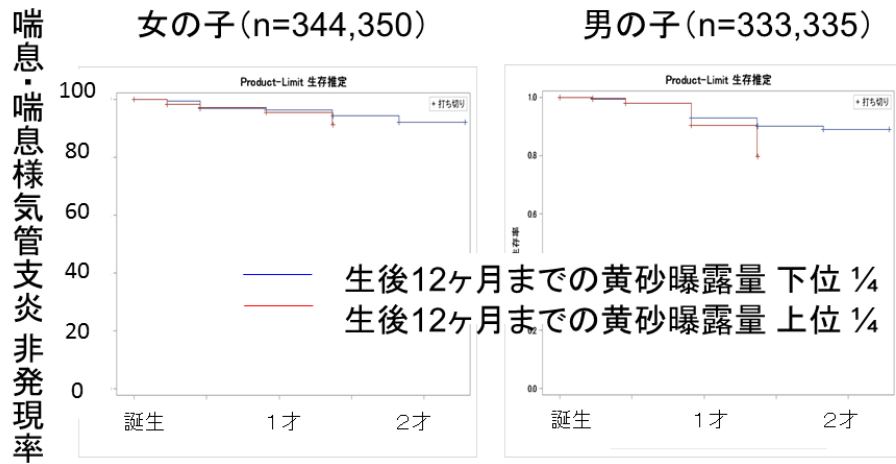
「喘鳴」と同様に、屋外に出ている時間を考慮に入れた上での解析を行った。図(1)－36は、生後から1才になるまでの黄砂日の回数を黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合、



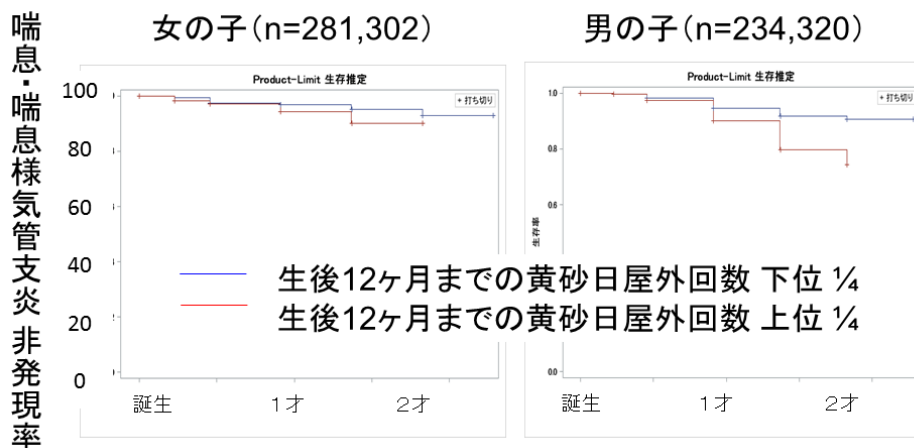
図(1) - 37は、上記の黄砂日からその日に「屋外に出た時間がなかった」と回答した回数を除いたものを黄砂曝露回数として上位1/4と下位1/4で比較した場合である。「喘鳴」と同様に、室内／屋外を考慮しないと、男児で影響が強い様子であるが（女児：ログランク検定 $p=0.3154$ ，Wilcoxon検定 $0.3871$ ，男児：ログランク検定  $p=0.0211$ ，Wilcoxon検定 $0.0517$ ）、室内／屋外を考慮に入れると、女児においても影響がややはっきりしてくる様子である（女児：ログランク検定  $p=0.0634$ ，Wilcoxon検定 $p=0.0782$ ，男児：ログランク検定 $p=0.0011$ ，Wilcoxon検定 $p=0.0058$ ）。今後の症例の集積が待たれるが、黄砂日に屋外にいると喘息・喘息様気管支炎発症のリスクが高まる可能性があり、また男児で黄砂の影響が強くみられる原因の一つとして、屋外活動時間が長い可能性が考えられる。



図(1)-35 12か月までの黄砂累積量と喘息等の医師診断



図(1)-36 12か月までの黄砂日回数と喘息等の医師診断



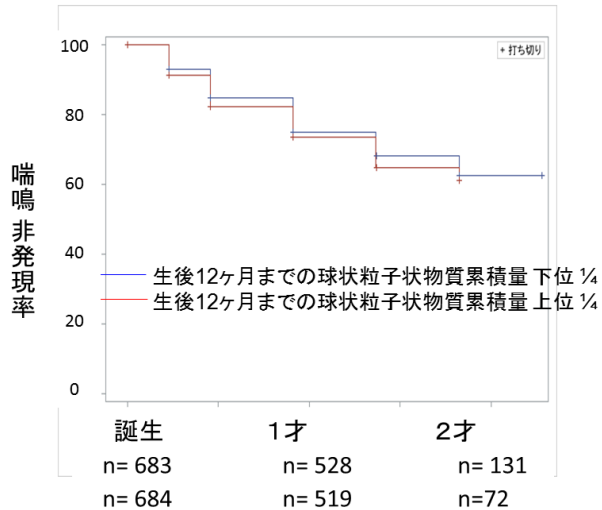
図(1)-37 12か月までの黄砂日屋外回数と喘息等の医師診断

#### (4) 球状粒子状物質と喘鳴発現／喘息発症の関連

生後12ヶ月までの球状粒子状物質累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で喘鳴発現までの時間を比較した。喘鳴、くりかえす喘鳴においては、高曝露量群で発現率が高い傾向が伺えるが、統計学的な有意差は認めなかった。喘息・喘息様気管支炎の医師診断については、高曝露群で喘鳴発現までの時間は統計学的に有意に短かった。喘鳴、繰り返す喘鳴、喘息の医師診断のいずれにおいても、男児で曝露量の影響が大きい傾向が伺えた。以下に示す。

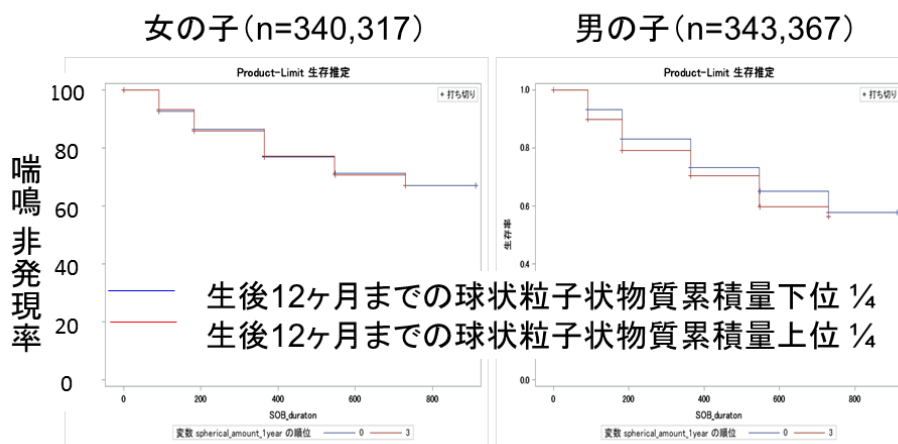
## 1) 喘鳴の発現

生後12ヶ月までの球状粒子状物質累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で喘鳴発現までの時間を比較した(図(1)-38)。曝露量上位1/4で発現率がやや高かったが、ログランク検定 $p=0.371$ 、Wilcoxon検定 $p=0.330$ と、統計学的には差は明らかではなかった。



図(1)-38 12か月までの球状粒子状物質累積量と喘鳴発現

男女別の解析では、女兒よりも男児で影響が強い傾向が伺えた(ただし、曝露量上位と下位の二群間の差は両性とも統計学的には有意ではない)(図(1)-39)。



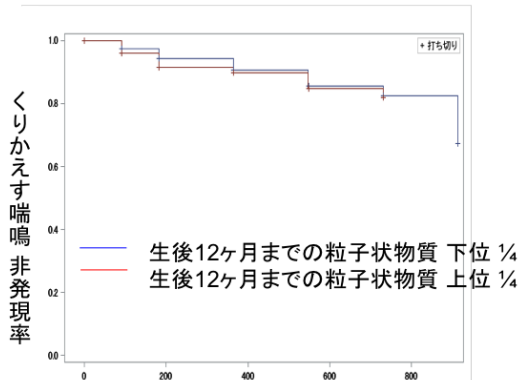
図(1)-39 12か月までの球状粒子状物質累積量と喘鳴発現

## 2) くりかえす喘鳴の発現

生後12ヶ月までの球状粒子状物質累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で、くりかえす喘鳴発

現までの時間を比較した（図（1）－40）。喘鳴と同様に、曝露量上位1/4で、くりかえす喘鳴発現までの時間がやや短い様子が伺えるが、ログランク検定 $p=0.539$ 、Wilcoxon検定 $p=0.389$ と、統計学的には差は明らかではなかった。

生後からの球状粒子状物質濃度累積

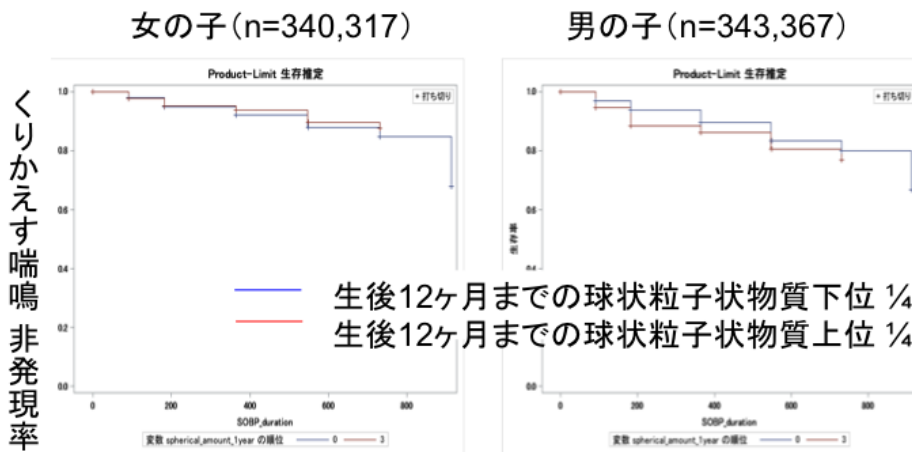


図(1)-40

	誕生	1才	2才
n=	683	583	156
n=	684	576	92

男女別の解析では、喘鳴と同様に女兒よりも男児で影響が強そうな様子が伺えた（ただし、曝露量上位と下位の二群間の差は両性とも統計学的には有意ではない）（図（1）－41）。

生後からの粒子状物質濃度累積

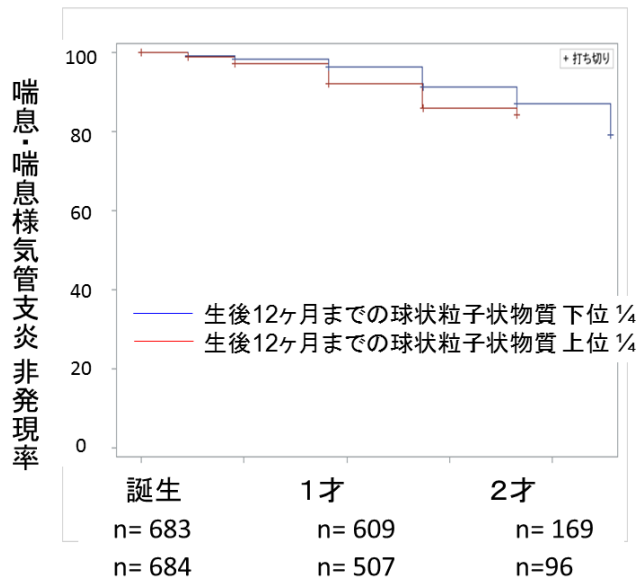


図(1)-41

### 3) 喘息・喘息様気管支炎の医師診断

生後12ヶ月までの球状粒子状物質累積量を四分位し、上位1/4と下位1/4で、喘息もしくは喘息様気管支炎発症までの時間を比較した（図（1）－42）。曝露量上位1/4で、喘息もしくは喘息様気管支炎の発症率が高い様子が伺え、二群間で検定を行うと、ログランク検定 $p=0.0095$ 、Wilcoxon検定 $p=0.0021$ と、曝露量上位1/4群では下位1/4に比べて発症までの時間が統計学的に有

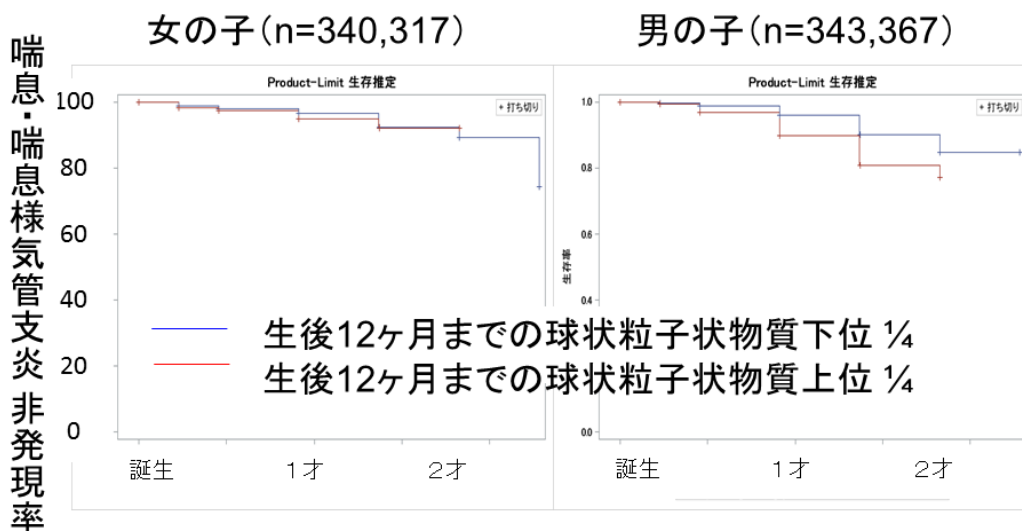
意に短いことが示された。



図(1)-42 12か月までの球状粒子状物質累積量と喘息等と医師診断

男女別の解析では、喘鳴やくりかえす喘鳴と同様に、女兒よりも男児で影響が強そうな傾向があり（図（1）－43）、男児では二群間に統計学的に有意な差を認めた（女兒：ログランク検定 $p=0.883$ ，Wilcoxon検定 $p=0.513$ ，男児：ログランク検定 $p=0.0033$ ，Wilcoxon検定 $p=0.0013$ ）。

ただし、黄砂の影響同様、現時点では交絡の考慮ができていないため、現時点では解釈には注意が必要である。症例の集積を待って、さらなる解析を実施する。



図(1)-43 12か月までの球状粒子状物質累積量と喘息等の医師診断

### (5) 粒子状物質の化学分析

黄砂飛来時のアレルギー症状について、共存大気汚染物質の効果修飾をみる準備段階（パイロット分析）として、粒子状物質中のPAHs（ニトロ化PAHs及びキノン化PAHsを含む）の成分分析を行った（金沢大 亀田助教に依頼）。

対象フィルターはLIDARにて地上135mでの non-spherical dustの日の平均値が1.0/km を超えた日及びspherical dustの平均値が2.0/km を超えた日のうち、粒子状物質をサンプリングできていた京都15日分、富山7日分（図（1）－44）。

フィルター中のPAHsの総量はその日のLIDARの球状粒子状物質の平均値と有意な正の相関がみられた（図（1）－45上段）。フィルター中のニトロ化PAHsとPAHsの比、キノン化PAHsとPAHsの比は、その日のLIDARの球状粒子状物質の平均値と正の相関がみられたが有意ではなく、その日のLIDARの非球状粒子状物質の平均値と有意な正の相関がみられた（図（1）－45下段）。

ここからは、黄砂はPAHs誘導体の二次生成を引き起こすことで、それらの大気中濃度の上乗せに寄与しているのではないかと考えられた。今後、資金が得られ次第、分析フィルター数を十分に増やした上で、黄砂飛来時のアレルギー症状について、PAHsの効果修飾をみる解析を実施したい。

#### 粒子状物質(TSP)サンプリング

##### 京都

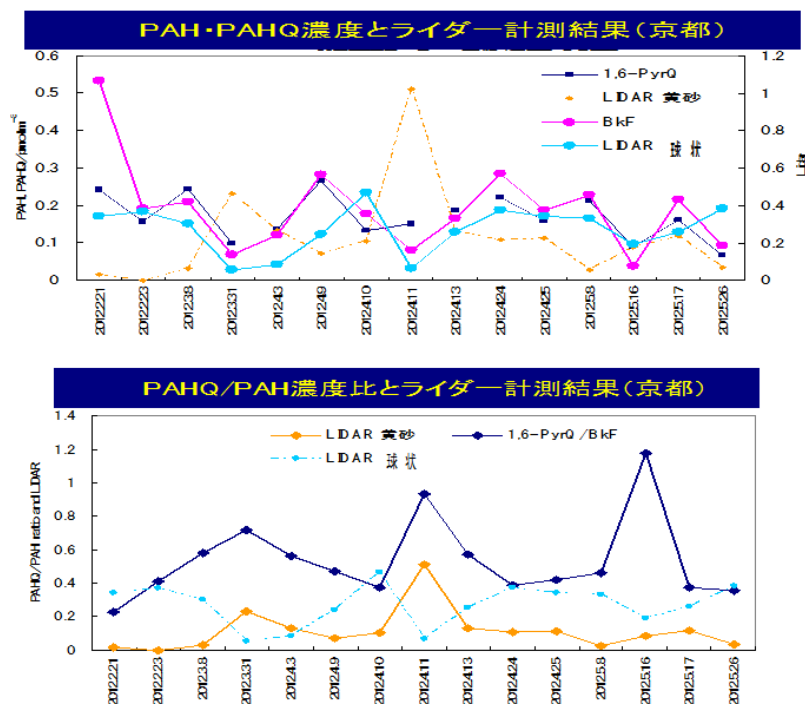
捕集地点: 京都大学吉田キャンパス  
捕集期間: 2012年2月21日～2012年5月30日  
(12時間捕集, n = 15)

##### 富山

捕集地点: 富山大学杉谷キャンパス  
捕集期間: 2012年3月2日～2012年4月25日  
(12時間捕集, n = 7)

\* サンプラー: ハイボリュームエアサンプラー  
(吸引流量: 900 L/min, オープンフェイス)  
\* フィルター: 石英繊維フィルター

図(1)-44 粒子状物質(TSP)捕集セッティング



図(1)-45 PAH・PAHQの濃度(上)・濃度比(下)とLIDAR値

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- ・今までに例を見なかった、環境測定システムと個人携帯端末を連携させてタイムリーに情報を得るシステムを構築し、実際にタイムリーに高率の回答を得られることを示した。このモデルは、今後、種々の疫学調査に応用できると考えられる。
- ・生後初期の黄砂曝露の喘鳴発現・喘息発症への影響の初期検討が実施できた。生後初期の黄砂曝露が児の喘鳴発現や、喘息発症のリスクとなる可能性、特に男児でその傾向が強いこと、男児で傾向が強い一因として屋外活動時間が長い可能性を示した。ただし、LIDAR値は速報値であり、また交絡の考慮ができていないため、上記3点すべて現時点でのはっきりした判断は難しい。基盤となるデータは取得できており、今後、LIDAR専門家とのLIDAR値の検討および児の成長と症例の集積を待って、交絡を含めた詳細な検討を実施する。
- ・調査期間中ほぼ毎日、粒子状物質のサンプリングを行い、今後の化学的／微生物学的分析と各成分のアレルギー症状への影響の解析を実施する準備を整えた。また、粒子状物質中のPAHs類のパイロット測定を実施し、これまでは実験室レベルでの証明にとどまっていた、黄砂がPAHs誘導体の二次生成を引き起こす可能性を実大気で検討し、黄砂がPAHs誘導体の大気中濃度の上乗せに寄与している可能性を示した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

我々の調査では、調査の趣旨を参加候補者に理解していただく過程で、日本の一般的な子育て世代にとって「遠いよその国の問題」として捉えられがちな「砂漠化」の問題を、より身近な実際に自身の家族に直接的な影響を及ぼす可能性のある問題として考えていただくことができたと感じている。「子どもの健やかな成長」という共通した価値観・願いのもとに、広く国民レベル特に若い世代で環境保全への関心が得られたことは貴重であると考えている。今後も、論文発表、学会発表、地域での講演、参加者携帯端末への情報配信などを通じて、本研究成果の広報・普及に努める。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文（査読あり）>

- 1) K. T. Kanatani, B. T. Slingsby, K. Mukaida, H. Kitano, Y. Adachi, D. Haefner and T. Nakayama.

*Allergol Int. Sep*;62(3):337-41. “Translation and linguistic validation of the Allergy-CONTROL-Score™ for use in Japan“ (2013)

- 2) 亀田 貴之, 片山 裕規, 後藤 知子, 鳥羽 陽, 唐 寧, 早川 和一, インライン還元-蛍光検出HPLCを用いた多環芳香族炭化水素キノン分析法の改良と大気粒子抽出物への適用, *分析化学* 2013; 62(11):979-984
- 3) K.T. Kanatani, M. Okumura, S. Tohno, Y. Adachi, K. Sato, T. Nakayama. *Environ Health Prev Med. Jan*;19(1):81-8. “Indoor particle counts during Asian dust events under everyday conditions at an apartment in Japan. “ (2014)
- 4) 黒沢洋一、大西一成：環境情報科学 42巻4号(2014)「黄砂の飛来と健康影響」
- 5) K.T. Kanatani, Y. Adachi, N. Sugimoto, H. Noma, K. Onishi, K Hamazaki, Y. Takahashi, I. Ito, M, Egawa, K. Sato, T. Go, Y. Kurozawa, H. Knadera, I. Konishi, T. Nakayama. *BMJ open*. in press. “Birth cohort study on the effects of desert dust exposure on children’s health: protocol of an adjunct study of the Japan Environment & Children’s Study. “ (2014)

#### <その他誌上発表（査読なし）>

- 1) 金谷久美子、足立雄一：アレルギーの臨床 435,996-1001 (2013)  
「黄砂の小児喘息に与える影響」
- 2) 足立雄一、金谷久美子：Respiratory Trends 4, 16-17 (2014)  
「小児喘息と大気汚染」

#### (2) 口頭発表（学会等）

- 1) 金谷久美子：富山酸性雨研究会（2011.7）「黄砂の健康影響」
- 2) Kumiko Kanatani, Yuichi Adachi, Takeo Nakayama：第52回大気環境学会年会（2011.9）  
International Symposium “Health effect of Asian dust in Japan”
- 3) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第52回大気環境学会年会 黄砂特別集会（2011.9）「黄砂の小児喘息への影響」
- 4) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第48回日本小児アレルギー学会&APAPARI（合同開催）（2011.10）“Epidemiological studies using atmospheric monitoring data in Japan”
- 5) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第61回アレルギー学会秋期学術大会（2011.11）  
「黄砂飛来時の窓の開け閉めによる、室内粒子カウント数変化」
- 6) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、高橋由光、中山健夫：H23年度環境研究総合推進費 黄砂3課題合同勉強会（2011.11）「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 7) 金谷久美子：ながはま健康フェスタ（2011.11）「子どもとぜんそく」
- 8) Kazunari Onishi：American Association for Aerosol Research 30th Annual Conference(2011.10) Effect of metal aerosols in Asian dust on symptoms in healthy subjects, affected by migratory flyways to Japan.
- 9) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、浜崎景、板澤寿子、高橋由光、稲寺秀邦、黒沢洋一、中



- 山健夫：第22回 疫学会総会（2012.1）「エコチル追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 10) 金谷久美子：Symposium on dust and health（2012.2）「黄砂とアレルギー」
  - 11) 大西一成：Symposium on dust and health（2012.2）「自覚症状からみた黄砂の影響」
  - 12) 金谷久美子：愛知保険医協会東三河地区総会（2012.3）「黄砂とアレルギー」
  - 13) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第82回日本衛生学会「黄砂の小児喘息への影響」（2012.3）
  - 14) K. Onishi, K. Kanatani, S. Otani, S. Minato, H. Mu, Y. Kurozawa 12th World Congress of Environmental Health Vilnius（2012.5 Lithuania）, ADVERSE HEALTH EFFECTS OF ASIAN DUST EVENTS AND AIR POLLUTIONS
  - 15) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2012.5 滋賀）「ぜんそく「こんなもん」とあきらめていませんか？」
  - 16) Kumiko Kanatani：第22回国際喘息学会 シンポジウム2 “Effects of Asian dust on pediatric asthma”（2012.7）
  - 17) 金谷久美子：大地の会（2012.7）「黄砂と子どもの健康調査」
  - 18) 大西一成：鳥取県臨床皮膚科医会（2012.9）「黄砂と大気汚染物質の皮膚への影響 ～疫学的見地から～」
  - 19) 大西一成 黒沢洋一：第6回山陰疫学研究会（2012.9）「黄砂と健康への影響～住民への自覚症状調査と一般化推定方程式を用いた解析～」
  - 20) 金谷久美子：地域エコチル調査運営協議会（2012.10）「黄砂と子どもの健康調査」
  - 21) 大西一成、黒沢洋一：第71回日本公衆衛生学会総会（2012.10）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける広報活動とリクルート同意率に関する検討」
  - 22) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第51回富山県小児保健学会（2012.10）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）～これまでの進捗と今後～」
  - 23) 大西一成 原田省 黒沢洋一：第3回 エコチル協力医療機関への報告会（2012.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
  - 24) 金谷久美子：第46回周南耳鼻科医会（2012.11）「黄砂とアレルギー」
  - 25) 金谷久美子：第62回アレルギー学会（2012.11）シンポジウム2「小児喘息への黄砂の影響」
  - 26) 大西一成 原田省 黒沢洋一：環境ホルモン学会（2012.12）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
  - 27) 金谷久美子：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル）追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の進捗報告」
  - 28) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、中山健夫、浜崎景、黒沢洋一：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「鳥取におけるエコチル認知度調査と追加調査による大気汚染物質が及ぼす妊婦への健康影響」
  - 29) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
  - 30) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、浜崎景、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「黄砂飛来と妊婦のアレルギー症状 -『黄砂と子どもの健康調査』より-」
  - 31) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第47回富山県公衆衛生学会（2013.2）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）の進捗状況」

- 32) 大西一成：黄砂プロジェクト公開講演会（2013.2）「鳥取発！黄砂研究の最前線」
- 33) 金谷久美子、中山健夫：環境省における黄砂関連調査・研究に係る合同報告会（2013.3）「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 34) エコチル鳥取ユニットセンター助産師：倉吉 伯耆しあわせの郷 鳥取県助産師会教育研修会（2013.4）「子どもの成長とオキシトシンの影響」
- 35) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2013.5）「ぜんそく、こんなもんとっていませんか？」
- 36) 大西一成：はりま産学交流会 ～ビジネススキームを創ろう～ 創造例会 2013（2013.5）「大気浮遊粒子状物質（黄砂・汚染物質・PM2.5成分）の簡易判別装置の創出」
- 37) 大西一成：福生公民館講演（2013.5）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 38) 金谷久美子：第32回アレルギー談話会（2013.6）「黄砂の健康影響」
- 39) 大西一成：明道公民館講演～第3回環境・健康講座 あすなる学級～（2013.6）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 40) 大西一成：南極医学医療ワークショップ（2013.7）「黄砂に代表されるダストの健康影響と昭和基地における研究計画」
- 41) 大西一成：乾燥地研究センター一般公開（2013.8）「黄砂の健康影響～メタリックシンドローム?? 黄砂にのせられた粒子たち～」
- 42) 大西一成：尚徳公民館講演～第5回健康講座～（2013.9）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 43) 大西一成、黒崎泰典、杉本伸夫、大谷眞二、篠田雅人、黒沢洋一：大気環境学会年会（2013.9）「黄砂・大気汚染日の経路・成分による分類および人体へ及ぼす健康影響評価」
- 44) 金谷久美子：福岡市 黄砂・PM2.5シンポジウム（2013.10）「黄砂の健康影響」
- 45) 大西一成、中山健夫、大谷眞二、穆浩生、細田武伸、徳嶋靖子、浜崎景、黒沢洋一：第72回日本公衆衛生学会（2013.10）「モンゴル／ロシア発生森林火災の鳥取妊婦への影響 ～エコチル追加調査とリクルート数～」
- 46) 大西一成：エコチルフォローアップ情報交換会（2013.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査） 鳥取ユニットセンターの広報実施報告」
- 47) 大西一成：院内セミナー（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 48) 大西一成：中部地区高等学校理科教育研究会 秋の研修会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 49) 大西一成：第72回 日本体力医学会 中国・四国地方会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響～メタリックシンドローム?? ジョギング前後の呼吸機能への影響評価～」
- 50) 大西一成：第52回 日本生気象学会（2013.11）「黄砂と大気汚染物質（PM2.5）の気象・飛来経路による健康影響評価」
- 51) 金谷久美子：富山大学 環境塾（2013.11）「PM2.5の健康影響」
- 52) 足立雄一：第63回日本アレルギー学会秋期学術大会（2013.11）教育講演「環境因子とアレルギー発症・増悪」

- 53) 大西一成：第63回日本アレルギー学会 秋季学術会（2013. 11）「黄砂の皮膚アレルギー ～疫学の観点から～」
- 54) 大西一成：附属病院外来 広報部主催ミニ健康講座「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 55) 金谷久美子：松江市市民公開講座（2013. 12）「ここまでわかった黄砂およびPM2. 5の健康影響」
- 56) 大西一成、黒沢洋一、原田省：第16回 日本環境ホルモン学会（2013. 12）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける同意率と認知度の推移」
- 57) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014. 1）「黄砂の、花粉・その他の大気汚染物質との相互作用 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 58) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014. 1）「黄砂の影響の、地域差 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 59) 大西一成、金谷久美子、大谷眞二、細田武伸、穆浩生、黒沢洋一：第24回 日本疫学会（2014. 1）「健常者とアレルギー性鼻炎有症者への黄砂（土壌性ダスト）の健康リスク評価」
- 60) 大西一成：黄砂パネル展 院内健康講座 総合診療外来（2014. 2）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 61) 金谷久美子：おでかけ0次カフェ
- 62) 大西一成：大気環境学会 近畿支部（2014. 3）「飛来経路による黄砂金属成分と健常者への健康影響評価」
- 63) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014. 5）「黄砂のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 64) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、伊藤功朗、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014. 5）「PM2. 5のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 65) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2014. 5）「気になる黄砂とPM2. 5～どれくらい気をつけたらいいの？～」

### （3）出願特許

特に記載すべき事項はない。

### （4）シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない。

### （5）マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHKきんスタ（2013年4月19日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 2) NHKあさイチ（2013年4月25日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 3) BSSラジオ「スマイル金曜日」エコチル探検隊（2014年2月～2014年10月毎週金曜日）

### （6）その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

## (2) 妊婦における、土壌性ダスト（黄砂）の呼吸器アレルギー症状発現への影響

富山大学医学部 小児科	足立 雄一・板澤 寿子
富山大学医学部 公衆衛生学	稲寺 秀邦
＜研究協力者＞	
富山大学医学部 公衆衛生学	浜崎 景

平成23～25年度累計予算額：39,211千円 ただし（3）予算額を含む  
 （うち、平成25年度予算額：13,500千円 ただし（3）予算額を含む）  
 予算額は、間接経費を含む。

### [要旨]

近年、中国などのアジア大陸からの越境汚染が問題となっている。そのなかでも、黄砂はシリカやアルミなどの土壌成分ばかりでなく、細菌や真菌などの微生物成分や、硫酸塩や硝酸塩などの大気汚染成分が付着した形で日本に飛散するため、その健康被害が懸念されている。そこで我々は、環境省が実施しているエコチル調査に参加している母子を対象に、富山・鳥取・京都の3カ所で黄砂が妊婦の呼吸器・アレルギー様症状にどのような影響を及ぼすかについて検討した。方法としては、黄砂飛来日ならびに非飛来日に対象者の携帯端末を介してアンケート調査を依頼し、携帯端末を介して直接回答してもらい、コンピューターシステムを用いて集計したデータを用いて統計学的解析を行った。なお、黄砂飛来は各地に設置されているLIDAR (light detection and rangin) のデータから判断した。妊婦において、黄砂飛来日にアレルギー様症状（鼻・目・気管支の症状）の有症割合は有意に増加していた（非飛来日と比較して、オッズ比1.24 95%信頼区間1.16 - 1.33）。他の大気汚染物質、天候、花粉などの交絡因子を考慮しても、黄砂の影響は明らかであった。また、花粉や大気汚染（球状粒子物質、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>など）が黄砂の影響を増強することも観察された。以上より、黄砂が妊婦のアレルギー・呼吸器症状を惹起あるいは増悪させることが明らかとなった。今後、妊娠中に黄砂に曝露されることが生まれた子どものどのように影響するのかに関する解析を実施する予定である。

### [キーワード]

黄砂 越境大気汚染 アレルギー PM2.5 母子保健

### 1. はじめに

近年、人口増加に伴う森林の伐採や過放牧により世界で砂漠化が進んでおり、地球温暖化とあいまって砂漠の砂（土壌性ダスト）が偏西風や貿易風によって飛来する量・頻度が増えている。黄砂は、アジア大陸内陸部の砂漠で風によって上空に巻き上げられた土壌／鉱物粒子が東アジア等の広範囲に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であるが、黄砂が日本で観測される頻度・量とも1980年代後半から特に2000年頃から急激に増えていることが報告されている。黄砂粒子はシリカやアルミといった土壌鉱物、Lipopolysaccharide:LPSやβグルカンのような微生物成分と、人為起原と考えられる硫酸塩、硝酸塩、芳香族環状炭化水素（PAH）、農薬といった成分から構成

される。近年、基礎免疫学において、アレルゲンに対する免疫応答の開始には、PAMPsと呼ばれる細菌やウイルスなどの感染源が特異的に持つ分子パターンと、DAMPsと呼ばれる細胞障害成分との共同作業が必要であること、これらの自然免疫の活性化がアレルギー疾患の発症において重要であることが明らかにされたが、黄砂の主成分であるシリカはDAMPsとして、 $\beta$ グルカンやLPS等の微生物成分はPAMPsとしての作用を持つ。つまり黄砂はそれ自体で、アレルギー反応開始に必要な物質を両方持っているのである。実際に動物実験において、黄砂粒子に含まれるシリカが喘息様病態を悪化させ、また抗原特異的抗体産生を高めること、さらに、微生物成分や硫酸塩を除去しない黄砂粒子ではそれらを除去した黄砂粒子より炎症反応が強いことが示されている。

一方、わが国の花粉症の患者数は依然増加傾向である。また、わが国においては、スギ・ヒノキの花粉シーズンと黄砂飛来シーズンは重なっていることから、動物にて黄砂にアジュバント作用が確認されているように、実際に人においても黄砂が花粉症の症状を悪化させている可能性も考えられるが、真偽は明らかでない。

我々は、サブテーマ(1)(4)と共同で、子育て中の母親世代に広く普及している携帯端末のメール機能を使い、曝露予防行動や症状等についてタイムリーな情報収集を可能とするシステムを作成し、妊婦において黄砂飛来のアレルギー様症状悪化リスクを定量的に評価した。

## 2. 研究開発目的

本サブテーマの目的は、土壌性ダスト（黄砂）のアレルギー病態への短期的影響を定量的に明らかにすることである。そして、花粉やその他の大気汚染共存による影響修飾や、予防行動による影響修飾を検討することである。

## 3. 研究開発方法

(1) エコチル調査の参加同意取得後、引き続いてもしくは追って郵送等で追加調査のリクルートを行った。必要に応じて面談や電話等による説明を行い、インフォームドコンセントを手交もしくは郵送にて得た。登録時情報として、母親：年齢／体重／喘息の既往／登録時の喘息治療の有無／アレルギー疾患の既往／花粉症の有無／喫煙の既往／登録時の喫煙習慣の有無／同居者の喫煙の有無／居住地（幹線道路から0-30m, 30-50m, >50m）／家屋構造（鉄筋鉄骨, 木造, 集合住宅, 戸建て）／開放型暖房器具の使用の有無／社会経済状態／常時使用しているメールアドレスを得た。

(2) 妊娠中に地域のLIDAR (Light Detection And Ranging : 土壌性ダストを特異的に測定できるシステム)にて午前6時から午後6時までの黄砂濃度の中央値が0.070 /kmを超えた日（及びコントロール日）の夜8時頃に、その日に屋外にいた時間、及び呼吸器／アレルギー症状の有無を尋ねるアンケートを自動的に配信した。コントロール日は、概ね、黄砂シーズン中に1/10程度の確率でランダムに選択され配信されることとした。

(3) 対象者は上記情報をWeb上のアンケートサイトにアクセスし回答を入力し、回答は自動的にデータベースに格納されるように設計した。

### (4) 解析方法

一般化推定方程式(GEE)など、個人内の相関を加味できる方法にて解析した。

主要評価項目：妊婦の呼吸器／アレルギー症状の有無：黄砂曝露時と非曝露時で個人内相関を考

慮した上で比較した。

副次的評価項目：妊婦のアレルギー症状スコアの点数：対数変換等、統計学的に適切な変換を行った上で、黄砂曝露時と非曝露時で個人内相関を考慮した上で比較した。さらに、花粉やその他の大気汚染物質、予防行動との交互作用をTwo-factor modelにて検討した。

交絡・影響修飾の可能性を考慮した因子

年齢／喘息の既往／登録時の喘息治療の有無／アレルギー疾患の既往／スギ・ヒノキ花粉症の有無／喫煙の既往／登録時の喫煙習慣の有無 /同居者の喫煙の有無 /居住地（幹線道路から0-50m, >50m, 田園部）／家屋構造（鉄筋, 木造）／開放型暖房器具の使用の有無／両親のアレルギー疾患の既往／花粉濃度／地域のSO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>x</sub>, CO／地域のLIDARの球状粒子状物質の消散係数／妊娠前のBody Mass Index (BMI)

#### 4. 結果及び考察

妊婦において土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響を評価し、以下の知見を得た。ただし、LIDAR値は速報値であり、今後固定値を用いた解析時にはオッズ比等の数字が少々変わる可能性がある。

- ・ 妊婦において、黄砂飛来時（LIDAR非球状粒子状物質>0.07/km）に、何らかのアレルギー様症状のある割合が増加した（オッズ比 1.24 95%信頼区間1.16 - 1.33）
  - ・ 春／秋の上位10～50パーセントイル程度の黄砂濃度でも、有意な影響がみられた（p<0.001）
  - ・ 黄砂日に屋外にいた時間の長かった妊婦で影響が大きかった
  - ・ 「窓閉め」「洗濯物の外干しを避ける」「布団の外干しを避ける」といった予防行動は、屋外に出なかった妊婦において、限定的な効果が認められた
  - ・ 他の大気汚染物質や天候因子を考慮に入れても、黄砂の影響は有意に残った
  - ・ 花粉が黄砂の影響の大きな修飾因子となっており、黄砂のアレルギー様症状への影響は花粉の共存在下に主に発揮されていた
  - ・ 球状粒子状物質やSO<sub>2</sub>などの大気汚染物質は、黄砂の影響を増強した（統計学的にはmarginal）
  - ・ 妊婦において、PM<sub>2.5</sub>高値時にも、何らかのアレルギー様症状のある割合が増加していた
  - ・ PM<sub>2.5</sub>上昇時のアレルギー様症状への影響は、屋外に出た時間に修飾されていた
- これらの結果の詳細を下に記す。

##### （1） 調査期間

平成23年10月から平成25年5月までの10～11月と3～5月の期間（合計363日間）、黄砂日\*及びコントロール日\*の夜8時前後に、アンケートの回答を依頼するメールを参加者へ送付した。回答期限は次の日の深夜12時とした。

\*【黄砂日】地域のLIDAR観測値において、地上から135mの非球状粒子状物質の値の朝6時から夕18時までの中央値が0.07/kmを超えた日を、プロトコル上の「黄砂日」とした。

\*【コントロール日】上記調査期間中、各地域で「黄砂日」でなかった日において、毎日約10分の1の確率で参加者に「黄砂日」と同じ内容のアンケートの依頼を行った。

##### （2） 黄砂の飛来状況とアンケートの依頼状況

調査実施期間中（平成23年10-11月、平成24年3-5月及び10-11月、平成25年3-5月）に地域のLIDAR観測値において黄砂日であったのは、以下のとおりであった。

京都 29日間

富山 17日間

鳥取 15日間

上記全日においてアンケートが依頼されたが、このうち、調査開始初期のシステムの不具合によるアンケート依頼中断のため、京都の平成23年10月14日の黄砂日データの取得は、該当者61名中6名にとどまった。その他の黄砂日においては問題なくデータ収集が可能であった。また、コントロール日のアンケート依頼については、調査開始初期のシステム不具合のため、9日間においてデータの取得はないか非常に低い（0-9名/日）状況であった。その他の日では、問題なくデータ収集が可能であった。

### （3）参加者の背景

妊娠中の調査に同意し、実際に登録から出産までもしくは2013年5月末までに最低1回の黄砂シーズンがあり、アンケート回答の依頼がされたものを調査参加者とした。

#### 1) 年齢

10代から46才まで幅広い年齢層に渡って参加されていた。京都 $32.1 \pm 4.6$ 才、富山 $31.0 \pm 4.8$ 才、鳥取 $30.8 \pm 4.8$ 才と、参加者の年齢は京都でやや高かった。

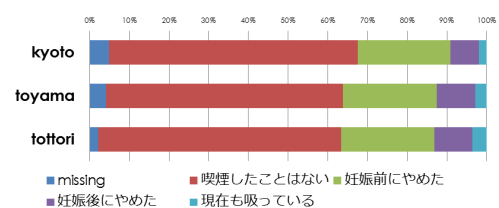
#### 2) 妊娠前のBMI

参加者の妊娠前のBMIは14.6から41.7まで幅広い範囲にわたっていた。京都 $20.7 \pm 2.9$ 、富山 $20.9 \pm 2.9$ 、鳥取 $20.9 \pm 3.2$ と、京都でやや低かった。75%の参加者で妊娠前のBMIはのぞましい範囲（BMI：18.5-25）に入っていた。

#### 3) 喫煙環境

##### a) 本人の喫煙（図（2）－1）

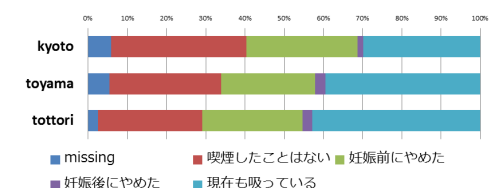
3地域において、喫煙したことがないものが64%、妊娠前に喫煙をやめたものが23%、妊娠発覚時に喫煙していたものが11%おり、その2割強である2.4%は妊娠発覚後も続けて喫煙していた。地域別にみると、京都で妊娠発覚時に喫煙していたものが少なかった（京都8.6%、富山12.0%、鳥取12.6%）。



図(2)-1 母親本人の喫煙状態

##### b) 夫の喫煙（図（2）－2）

3地域において、喫煙したことがないものが31%、妊娠前に喫煙をやめたものが27%であり、妊娠発覚時に喫煙していたものが39%、その9割以上の36%のものは妊娠発覚後も続けて喫煙していた。全体として妊婦本



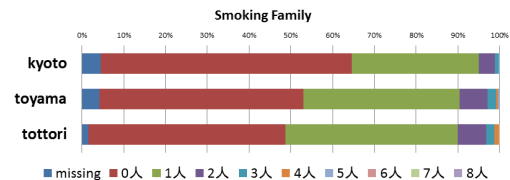
図(2)-2 夫の喫煙状態



人に比べて喫煙率が高く、また喫煙者における妊娠発覚後に喫煙をやめられた割合も、妊婦本人に比べて非常に低い（妊婦78%，夫5.8%）。地域別にみると、京都で妊娠後も喫煙を続けているものが少なく、妊婦本人の状況と同様であった。

### c) 家族内の喫煙者数（図（2）－3）

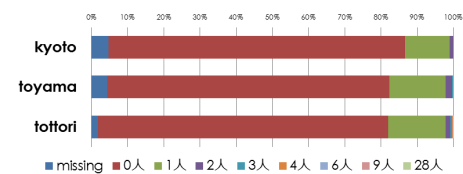
3地域において、家族内に喫煙者がいない妊婦の割合は54%であった。喫煙者がいる家庭の8割は、家族内の喫煙者数は1人であったが、4人以上のものも散見された（0.7%）。



図(2)-3 家族内喫煙人数

### d) 妊婦が過ごす部屋内での喫煙者数（図（2）－4）

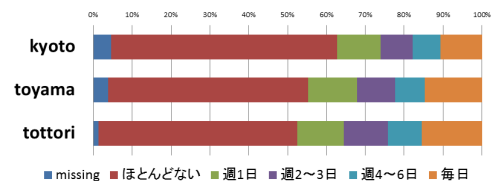
3地域において、81%の妊婦では、普段過ごす部屋内に喫煙者はいなかった。



図(2)-4 妊婦が過ごす部屋で喫煙している人数

### e) 妊娠前の受動喫煙の頻度（図（2）－5）

妊娠前の受動喫煙の機会については、55%では「ほとんどない」と回答した一方、「毎日」と回答したのも13%いた。上記の喫煙環境と同様に、京都で受動喫煙の頻度は低く、鳥取で高かった。

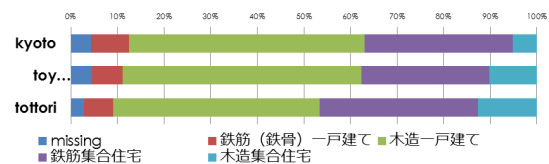


図(2)-5 受動喫煙の機会

## 4) 居住環境

### a) 家屋構造（図（2）－6）

参加者の半数は木造一戸建てに、31%は鉄筋集合住宅（マンション）に居住していた。また木造住宅が59%、鉄筋コンクリート造が38%と、総務省の日本の統計での住宅59%木造、33%鉄筋コンクリート造に合致する結果であった。地域別にみると、鳥取で、木造集合住宅に居住する割合が高かった（京都5.3%、富山9.4%、鳥取11.6%）。

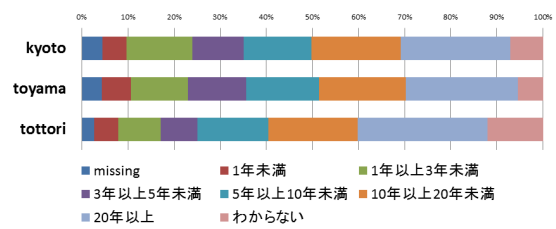


図(2)-6 居宅の構造

### b) 築年数（図（2）－7）

参加者の居住住宅の築年数は、1年未満から20年以上まで多岐にわたった。ほぼ半数は築10年未

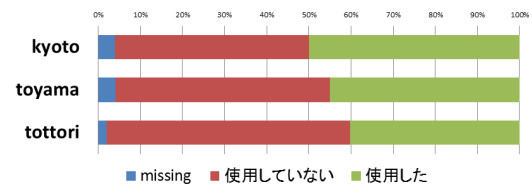
満の住宅に居住していた。総務省の日本の統計では築12年未満の住宅に居住するのは30%であり、本調査参加者は比較的新しい住宅に居住するものが多く、地域別にみると鳥取で全体的に築年数が高かった。



図(2)-7 居宅の築年数

#### c) 空気清浄機の使用の有無 (図(2)-8)

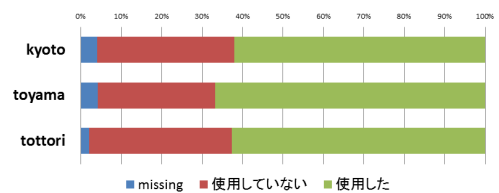
全体として、半数弱の参加者の居住宅で空気清浄機が使用されていた。地域別にみると、京都で使用割合が高く、鳥取で低かった(京都50%、鳥取40%)。



図(2)-8 居宅での空気清浄機の使用

#### d) 除湿器使用の有無 (図(2)-9)

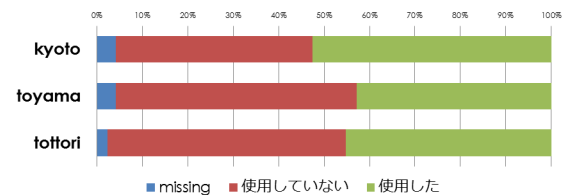
全体として、65%の参加者の居住宅で除湿器が使用されていた。地域別にみると、富山で使用割合が高かった(京都62%、富山68%、鳥取63%)。



図(2)-9 居宅での除湿機の使用

#### e) 加湿器の使用の有無 (図(2)-10)

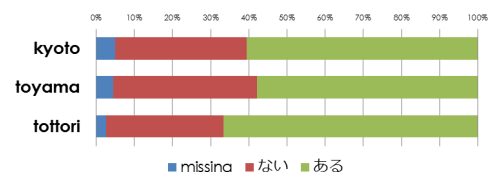
全体として、47%の参加者の居住宅で加湿器が使用されていた。地域別にみると、富山で使用割合が低く(京都54%、富山43%、鳥取46%)、上記除湿器の結果とあわせて、富山の湿度の高い気候を反映したものと思われる。



図(2)-10 居宅での加湿器の使用

#### f) 居住地のカビの有無 (自己申告) (図(2)-11)

全体として、62%の妊婦が屋内にカビの存在を認識していた。地域別にみると、カビの存在を認識していた割合は鳥取で最も高く67%であった。



図(2)-11 居宅での室内カビの有無

## 5) 既往歴（医師診断を自己申告）

各既往歴について、医師に診断されたことがあると報告した割合を、表（2）－1に示す。

表（2）－1 各疾患の医師診断既往の自己申告

	Kyoto n=997	Toyama n=1315	Tottori n=656	Total n=2968
Asthma	9.8%	9.7%	13.9%	10.4%
Allergic rhinitis/pollinosis	41%	33%	36%	36%
Chronic sinusitis	3.9%	1.9%	5.0%	3.2%
Chronic otitis media	0.5%	1.3%	2.0%	1.1%
Atopic dermatitis	6.1%	15.0%	18.9%	12.9%
Allergic conjunctivitis	3.1%	12.0%	9.0%	8.3%
Food allergy	1.1%	2.7%	3.8%	2.4%
Drug allergy	1.0%	2.2%	3.2%	2.0%
Hives	4.0%	15.4%	16.2%	11.4%
Contact dermatitis	0.5%	2.8%	2.6%	1.9%
Sick-building syndrome	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
Chemical sensitivity	0.0%	0.3%	0.0%	0.1%

\* 2013年5月末までに回答のなかったものを除く

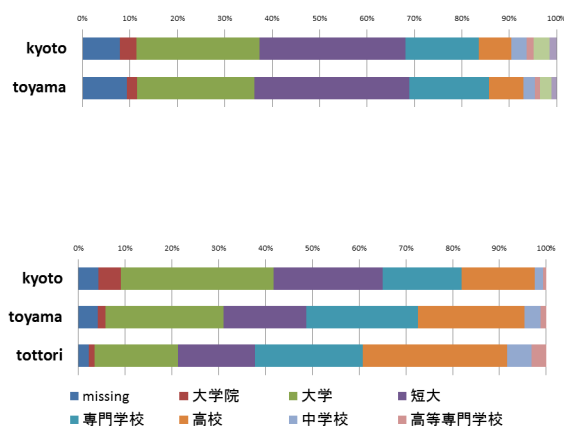
全体では、医師の診断として、喘息の既往のあるものが10%、アレルギー性鼻炎・花粉症の既往のあるものが36%、アトピー性皮膚炎の既往のあるものが13%いた。地域別にみると、アレルギー性鼻炎・花粉症の既往は京都で高く、京都の花粉飛散数の多さに合致した結果であった。喘息は鳥取で高く、学校保健調査で報告された結果と合致していた。鳥取ではその他、アトピー性皮膚炎、食物アレルギー、薬アレルギーといったアレルギー疾患や、耳鼻科系感染性疾患（慢性副鼻腔炎、慢性中耳炎）も高く観察された。

## 6) 社会的状況

### a) 収入（図（2）－12）

年収200万円未満から2000万円以上まで幅広く分布していた。最も多かったのは、京都と富山では400-600万円、鳥取では200-400万円であった。全体的に、鳥取で年収が低かった。

### b) 教育



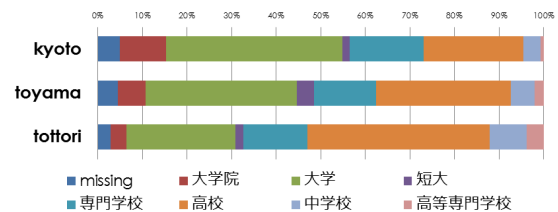
図(2)-13 本人の学歴

### i) 本人の最終学歴（図（2）－13）

参加者の最終学歴は、中学から大学院まで、幅広い層にわたっていた。地域別にみると、京都で高学歴のものが、鳥取で低学歴のものが多く、総務省の日本の統計に合致した結果であった。

### ii) 夫の最終学歴（図（2）－14）

夫の最終学歴も、中学から大学院まで、幅広い層にわたっていた。地域別にみると、夫においても京都で高学歴のものが、鳥取で低学歴のものが多く、総務省の日本の統計に合致した結果であった。



図(2)-14 夫の学歴

## （4）調査期間中の黄砂以外の大気汚染物質濃度・花粉飛散・天候の状況

妊婦のアレルギー様症状に影響を与える可能性のある黄砂以外の大気汚染物質として、日の球状粒子状物質濃度（光学的濃度）、SO<sub>2</sub>濃度、NO<sub>2</sub>濃度、O<sub>x</sub>濃度、花粉数を（以上、ラグ期間を3日後まで検討）、天候因子として日の平均気温、前日からの気温の変化、気温の日内変動の幅、日の平均気圧、前日からの気圧変化、日の平均風速、平均相対湿度（以上、ラグ期間を2日後まで検討）を考慮した。以下に、各地域別に各大気汚染物質及び天候因子の状況を概況する。

### 1) 京都地区（京都市左京区・北区、京都府木津川市、滋賀県長浜市）

調査期間中の非球状粒子状物質及び球状粒子状物質については、国立環境研究所より東大阪市のLIDARデータの提供を受けた。その他の大気汚染物質濃度については、京都府、滋賀県、京都市より、常時監視一般局（左京局／北局／長浜局／木津川局）のデータの提供を受けた。欠損値については、最寄りの常時監視一般局及び京都大学東野研究室の連続測定データから推定した。各参加者において、4カ所の常時監視一般局から最も近い局を選択し、その局の日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

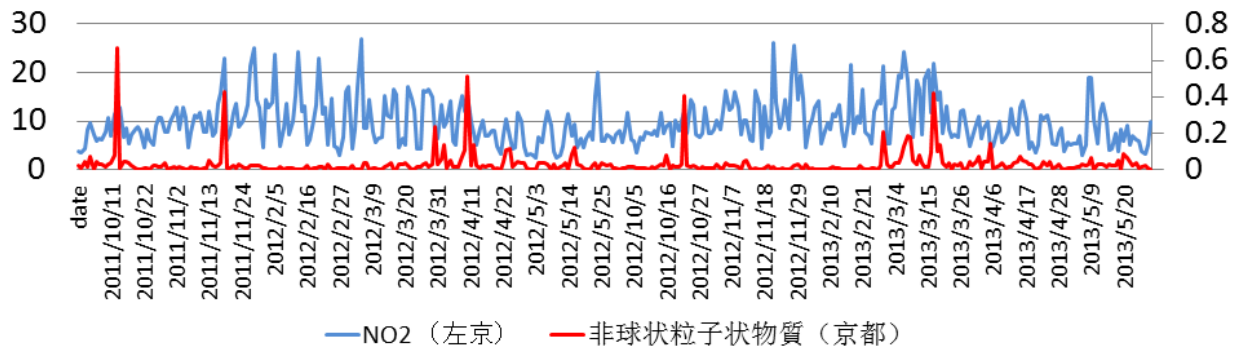
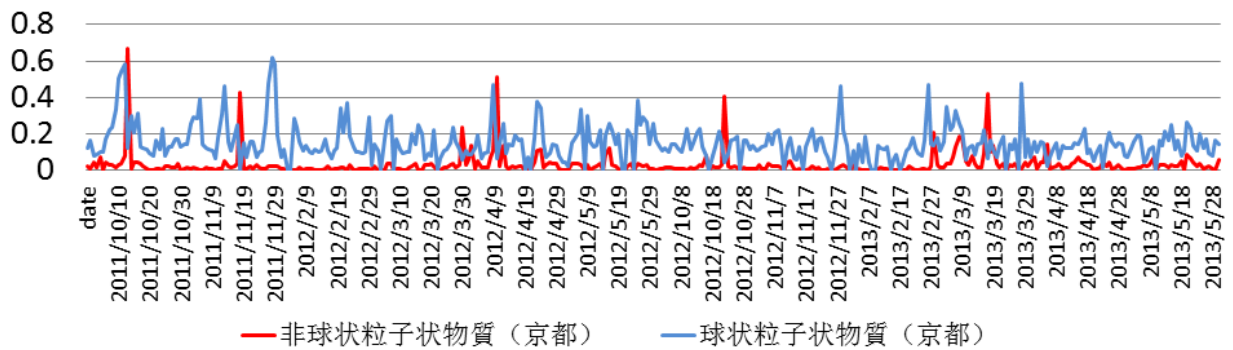
花粉数は、環境省「はなこさん」の京都府立医科大学、彦根市役所、奈良県産業振興総合センターのデータ、及び日本気象協会より京都市右京区のダーラム測定結果の提供を受けた。ダーラム測定結果と「はなこさん」のデータの相関係数が十分に高いことを確認した後、各参加者において「はなこさん」の3カ所の測定局から最も近い局を選択し、その日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

天候因子については、気象庁より京都市、京田辺市、彦根市のデータの提供を受けた。各参加者において3カ所の測定局から最も近い局を選択し、その日毎の平均値をその日の各参加者の指標として使用した。

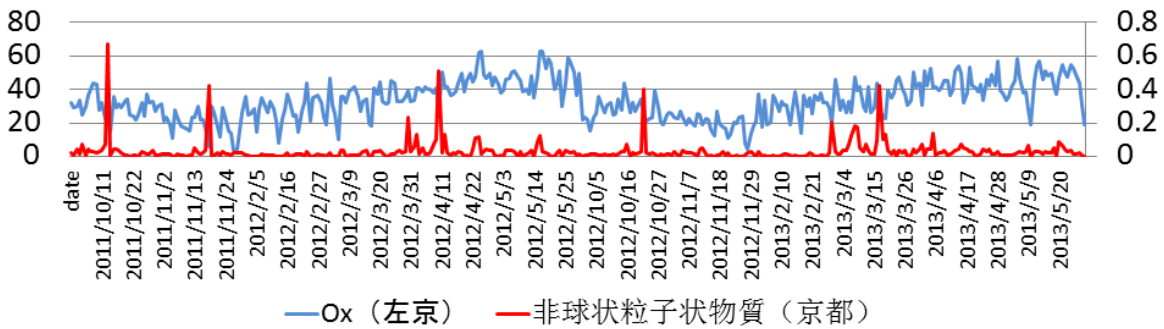
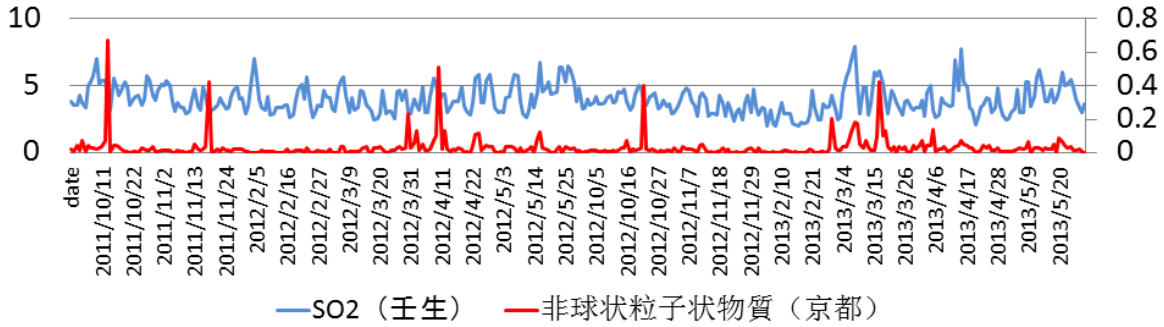
各大気汚染物質、花粉、天候因子において、非球状粒子状物質と格別に高い相関を示すものは

なかった。一例として、京都市左京区の各大気汚染物質濃度／花粉数／天候因子（青）と非球状粒子状物質濃度推移を下図におのおの示す（図（2）－15）。同様に一例として、京都市左京区（もしくは中京区）の各大気汚染物質濃度／花粉数／天候因子と非球状粒子状物質との相関係数を表（2）－2に示す。

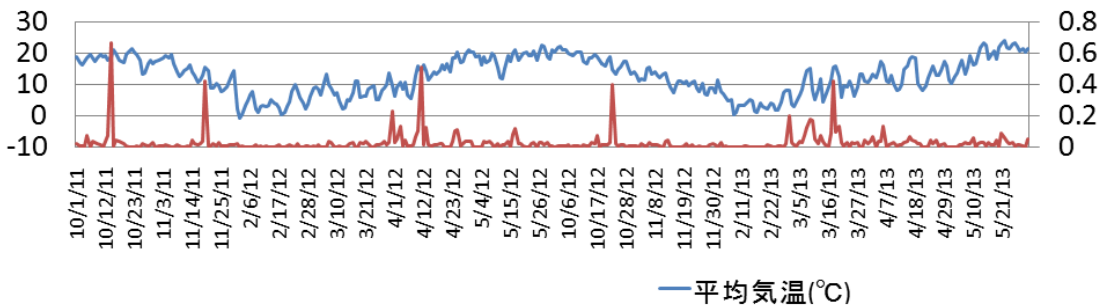
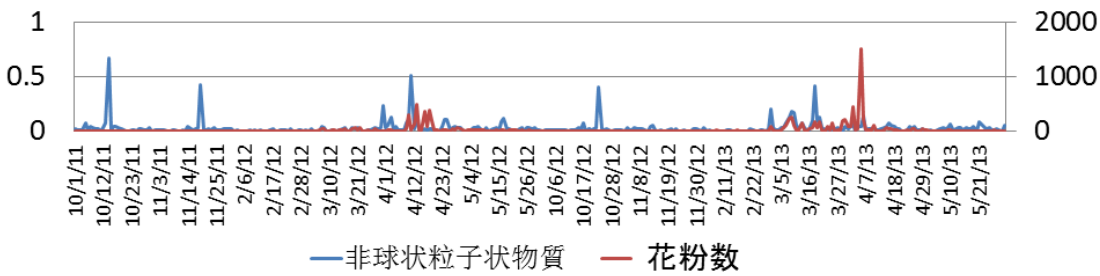
## 京都



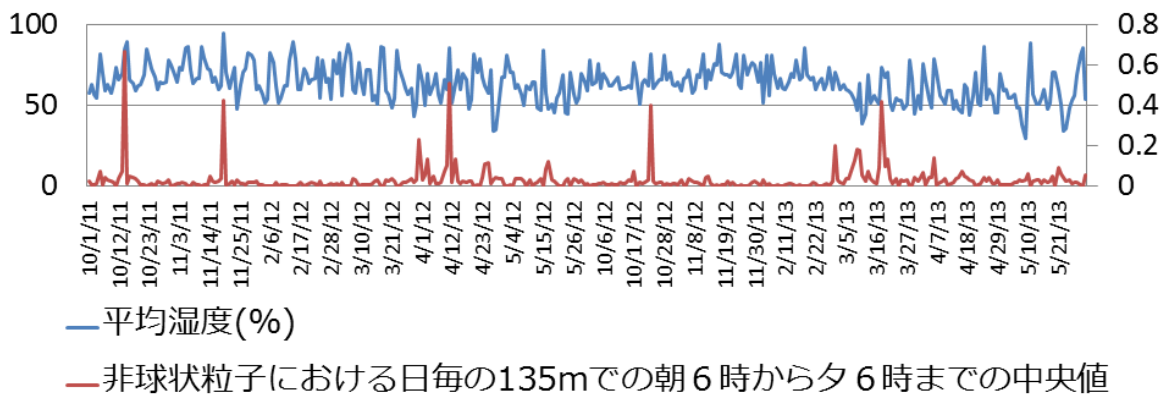
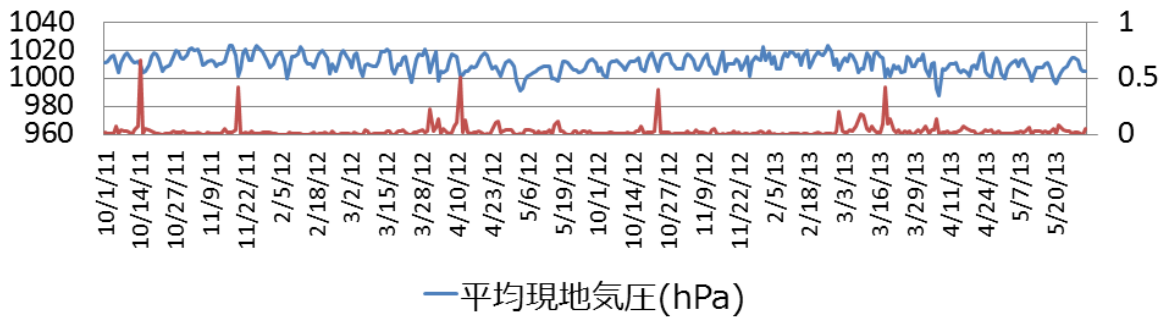
京都



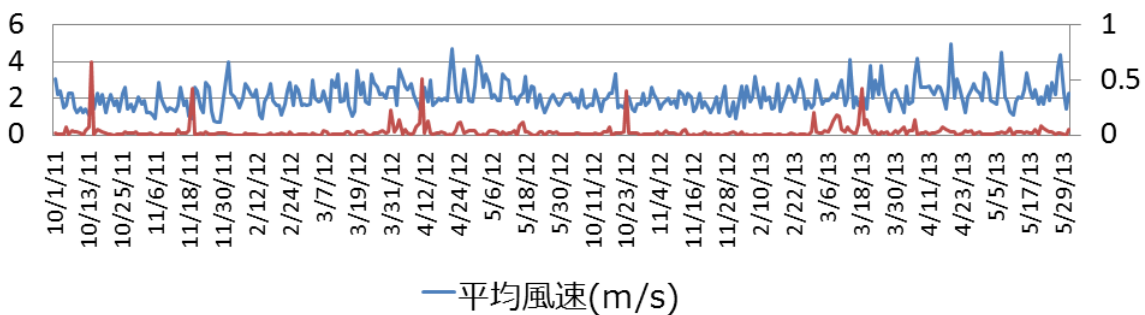
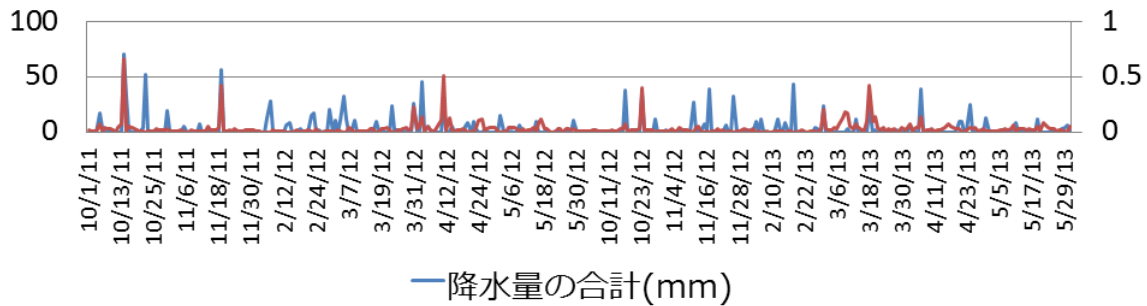
京都



## 京都



## 京都



図(2)-15 京都の黄砂とその他の大気汚染物質濃度や気象因子の推移

表(2) - 2

調査期間中の京都市の各大気汚染物質濃度及び天候因子と非球状粒子状物質との相関係数

	Correlation Coefficient		95%CI	
Spherical PM	0.3780	0.2861	-	0.4630
NO2	0.0278	-0.0755	-	0.1305
SO2	0.2884	0.1910	-	0.3802
Ox	0.3471	0.2531	-	0.4346
Pollen	0.3601	0.2669	-	0.4466
Humidity	-0.4380	-0.3508	-	-0.5177
Wind speed	0.0800	-0.0233	-	0.1815
Air pressure	0.1815	0.0130	-	-0.1915
Air pressure difference from the previous day	0.1084	0.0056	-	0.2090
Temperature	0.2626	0.1639	-	0.3560
Temperature difference within the day	0.4450	0.3583	-	0.5240
Temperature difference from the previous day	0.0676	-0.0357	-	0.1695

\* Spearman's Rank correlation

## 2) 富山地区(富山市、黒部市、魚津市、滑川市、入善町、朝日町)

調査期間中の非球状粒子状物質及び球状粒子状物質については、国立環境研究所より富山県射水市のLIDARデータの提供を受けた。その他の大気汚染物質濃度については、富山県及び富山市より、常時監視一般局(婦中速星局、富山岩瀬局、入善局、富山蜷川局、富山芝園局、黒部植木局、魚津局、滑川上島局)のデータの提供を受けた。欠損値については、最寄りの常時監視一般局の連続測定データから推定した。各参加者において、上記8カ所の常時監視一般局から最も近い局を選択し、その日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

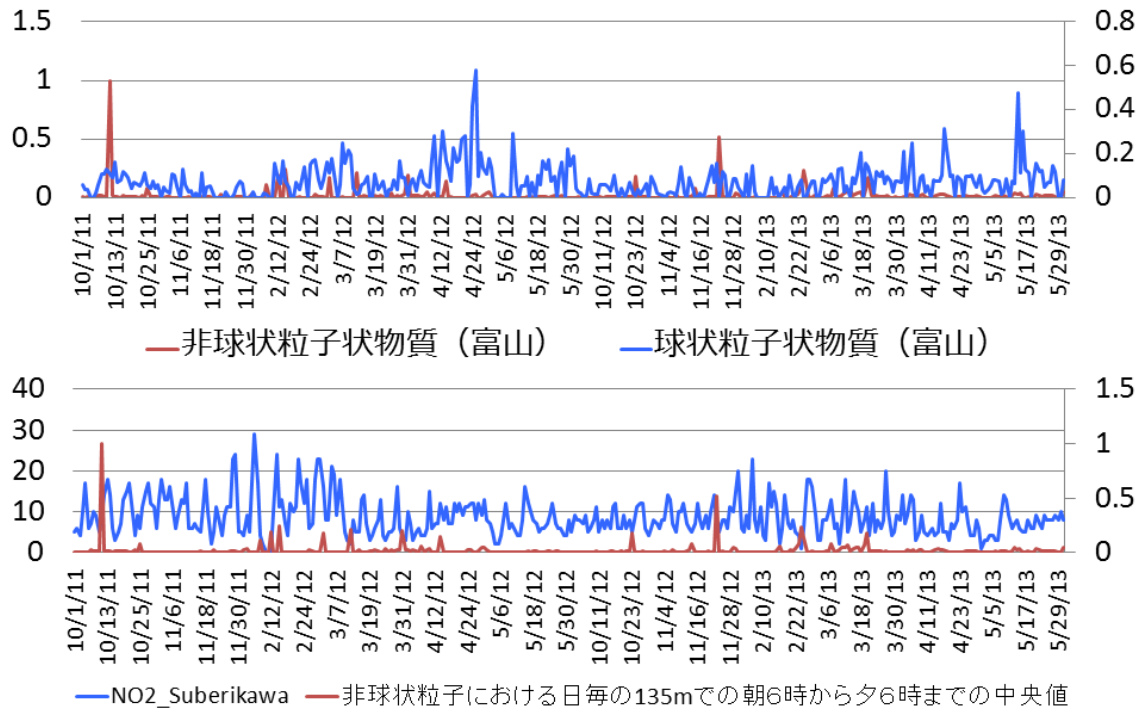
花粉数は、環境省「はなこさん」の富山県庁舎のデータの提供を受けた。各参加者において、「はなこさん」富山県庁舎データの日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

天候因子については、気象庁より秋ヶ島、富山、泊、魚津、大山、八尾、宇奈月、上市、砺波、伏木、猪谷のデータの提供を受けた。各参加者において、上記12カ所の測定局から最も近い局を選択し、その日毎の平均値をその日の各参加者の曝露指標として使用した。

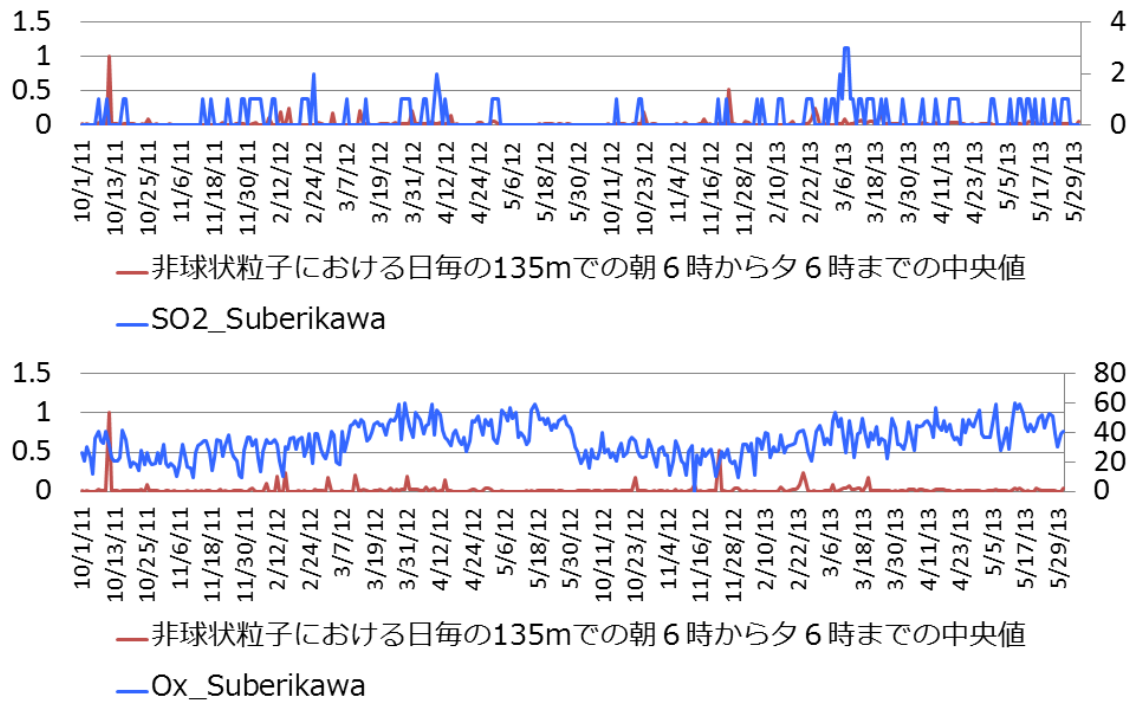
各大気汚染物質、花粉、天候因子において、非球状粒子状物質と格別に高い相関を示すものはなかった。一例として、滑川局の各大気汚染物質濃度、富山市の花粉数、富山市の天候因子と、非球状粒子状物質濃度の推移を示す(図(2) - 16)。同様に一例として、上記の各大気汚染物質濃度/花粉数/天候因子と非球状粒子状物質との相関係数をさらに表(2) - 3に示す。



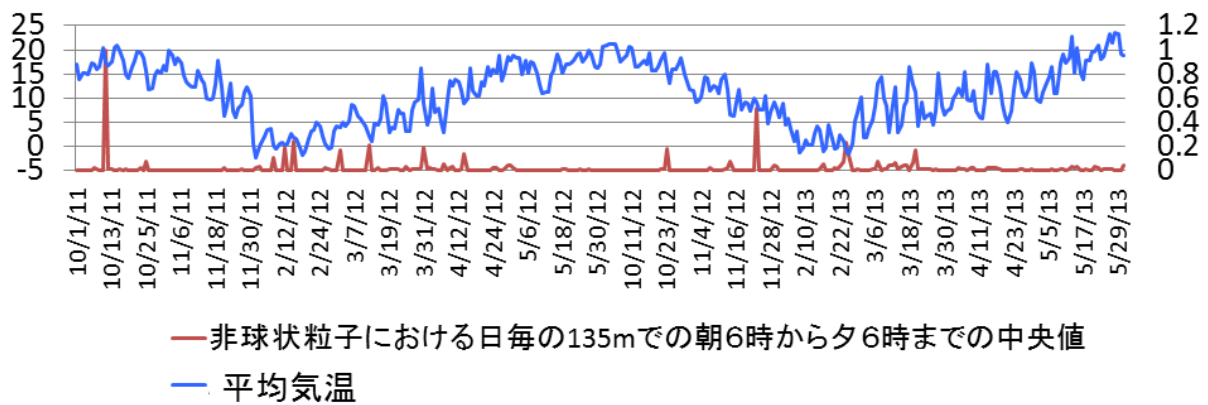
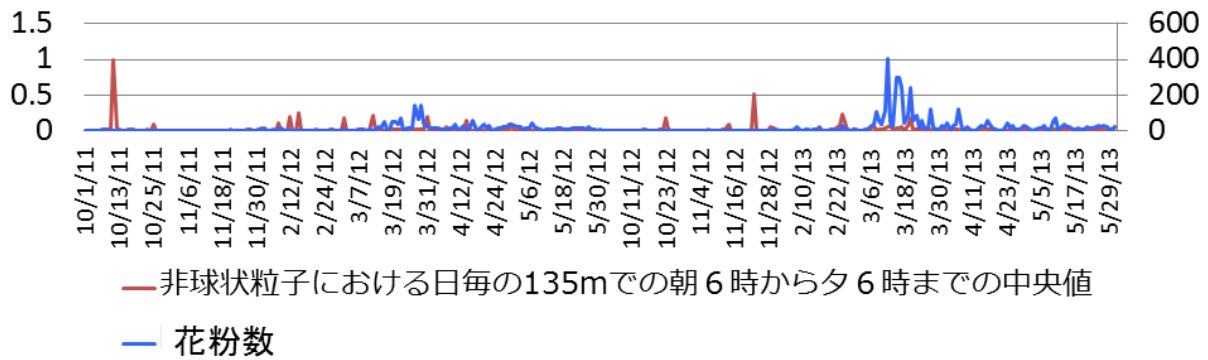
## 富山



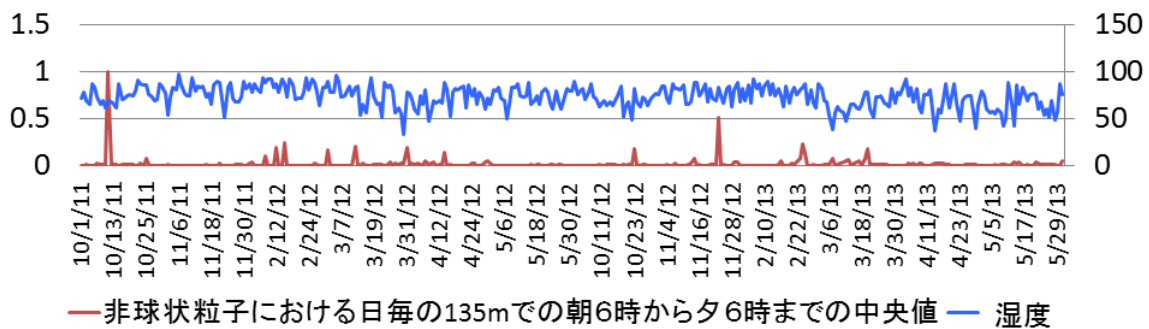
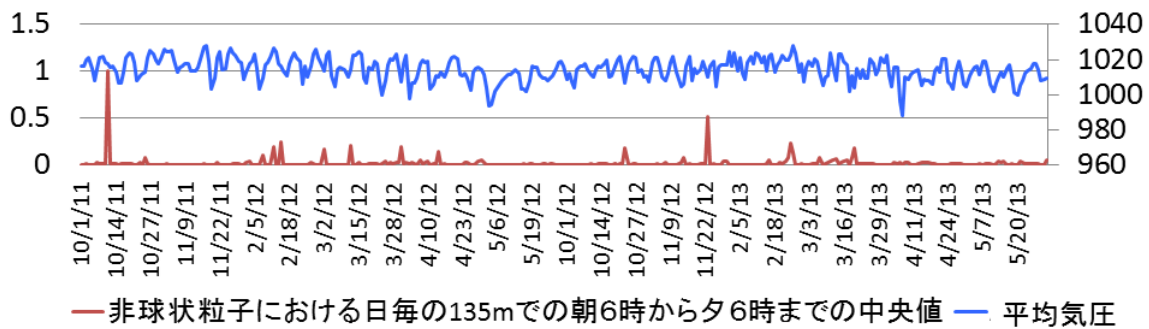
## 富山



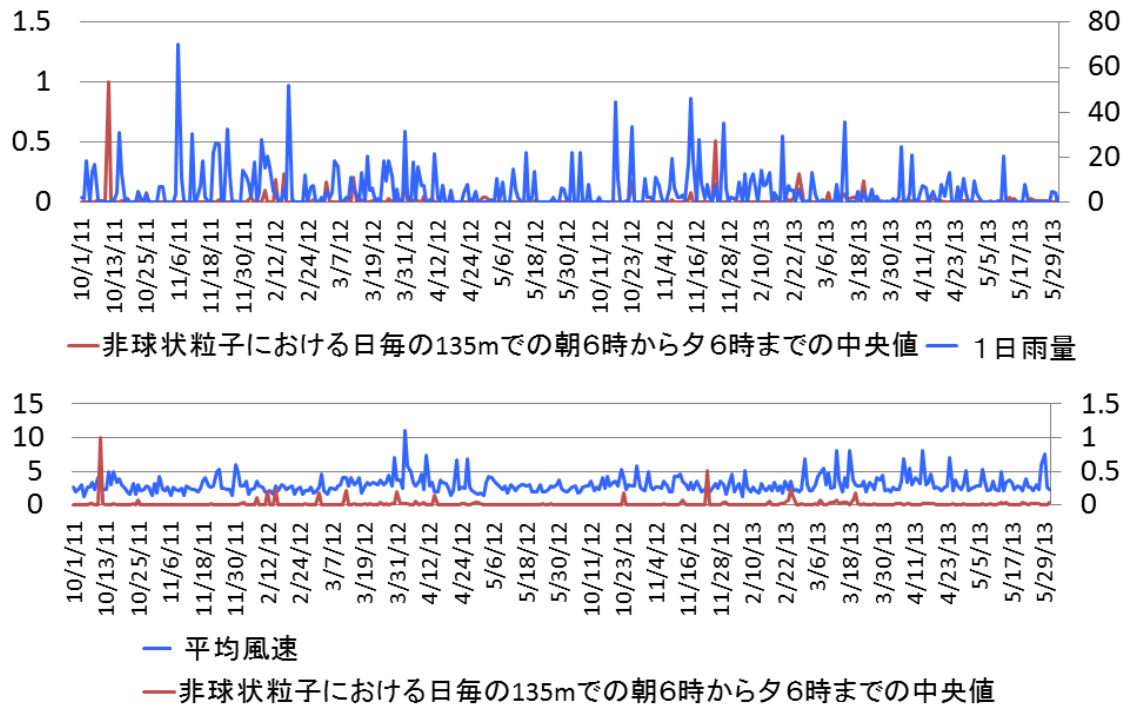
## 富山



## 富山



## 富山



図(2)-16 富山の黄砂とその他の大気汚染物質濃度や気象因子の推移

表(2) - 3

表調査期間中の富山県滑川市の各大気汚染物質濃度及び富山市天候因子と非球状粒子状物質との相関係数

	Correlation Coefficient	95%CI
Spherical PM	0.3666	0.2741 - 0.4525
NO <sub>2</sub>	-0.0568	0.0465 - -0.1588
SO <sub>2</sub>	0.2977	0.2010 - 0.3887
Ox	0.2295	0.1295 - 0.3249
Pollen	0.3011	0.2045 - 0.3919
Humidity	-0.3824	-0.2909 - -0.4670
Wind speed	0.1145	0.0117 - 0.2149
Air pressure	0.0503	-0.0529 - 0.1525
Air pressure difference from the previous day	0.1616	0.0597 - 0.2602
Temperature	0.0433	-0.0599 - 0.1456
Temperature difference within the day	0.3928	0.3021 - 0.4765
Temperature difference from the previous day	0.0150	-0.0881 - 0.1177

\* Spearman's Rank correlation

### 3) 鳥取地区（米子市、境港市、大山町、伯耆町、南部町、江府町、日野町、日南町、日吉津村）

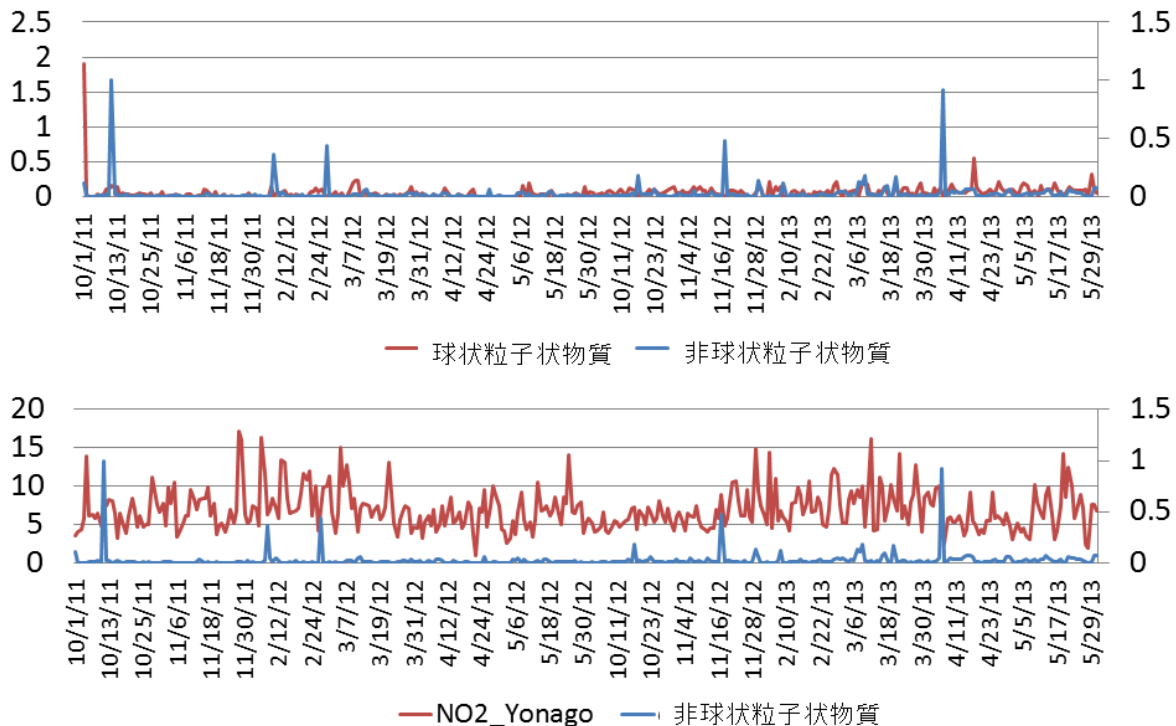
調査期間中の非球状粒子状物質及び球状粒子状物質については、国立環境研究所より松江市のLIDARデータの提供を受けた。その他の大気汚染物質濃度については、鳥取県より常時監視一般局（米子保健所局、倉吉保健所局）のデータの提供を受けた。欠損値については、最寄りの常時監視一般局の連続測定データから推定した。各参加者において、上記常時監視一般局から最も近い局の日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

花粉数は、環境省「はなこさん」の鳥根県保健環境科学研究所（松江市）のデータの提供を受けた。各参加者において、「はなこさん」鳥根県保健環境科学研究所データの日毎の平均値をその日の曝露濃度として使用した。

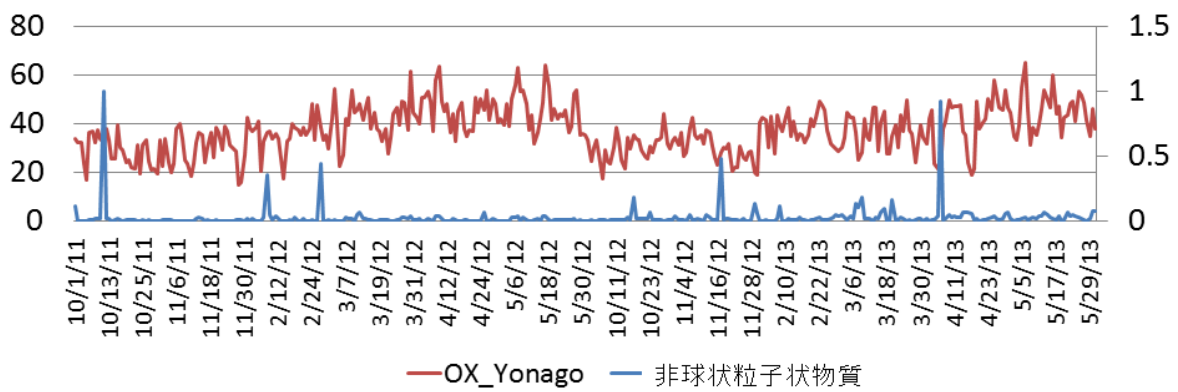
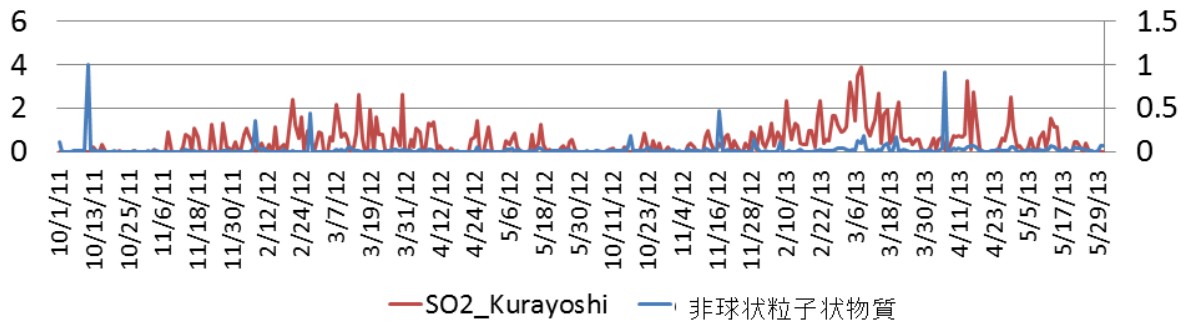
天候因子については、気象庁より米子、境、倉吉、茶屋、江尾、関金、塩津のデータの提供を受けた。各参加者において、上記7カ所の測定局から最も近い局の日毎の平均値をその日の各参加者の指標として使用した。

各大気汚染物質、花粉、天候因子において、非球状粒子状物質と格別に高い相関を示すものはなかった。一例として、米子局の各大気汚染物質濃度、松江の花粉数、米子観測所の天候因子（青）と、非球状粒子状物質濃度（赤）推移を示す（図（2）－17）。同様に一例として、上記の各大気汚染物質濃度／花粉数／天候因子と非球状粒子状物質消散係数との相関係数を表（2）－4に示す。

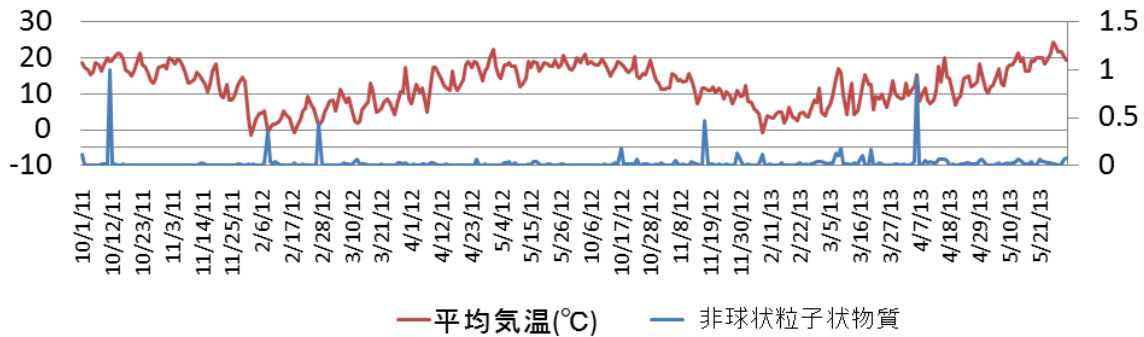
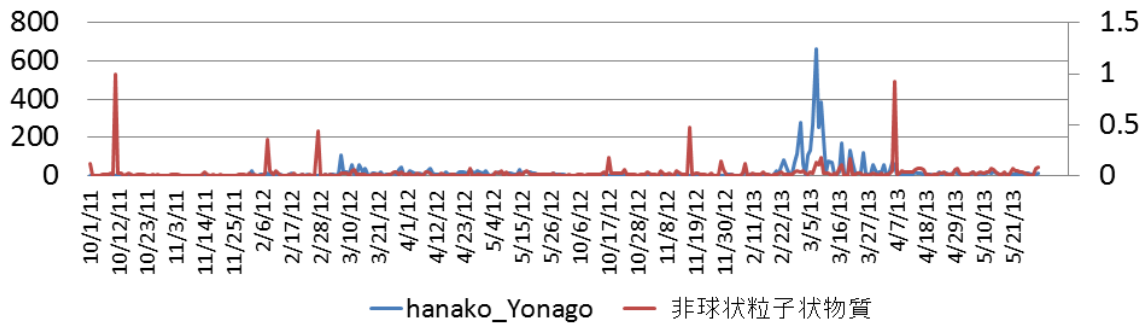
#### 鳥取



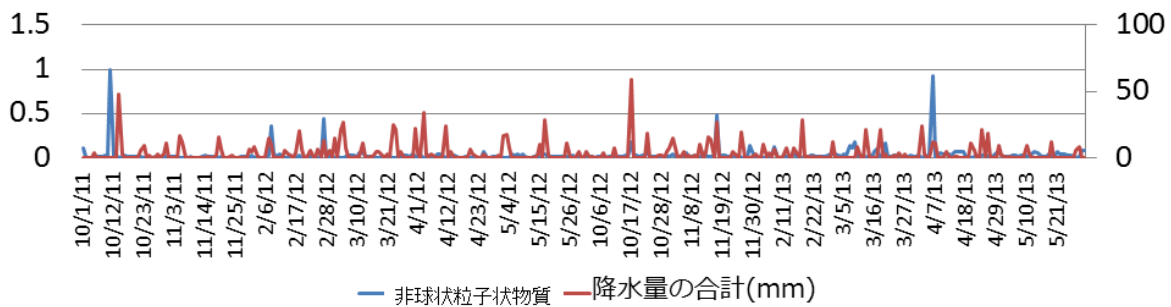
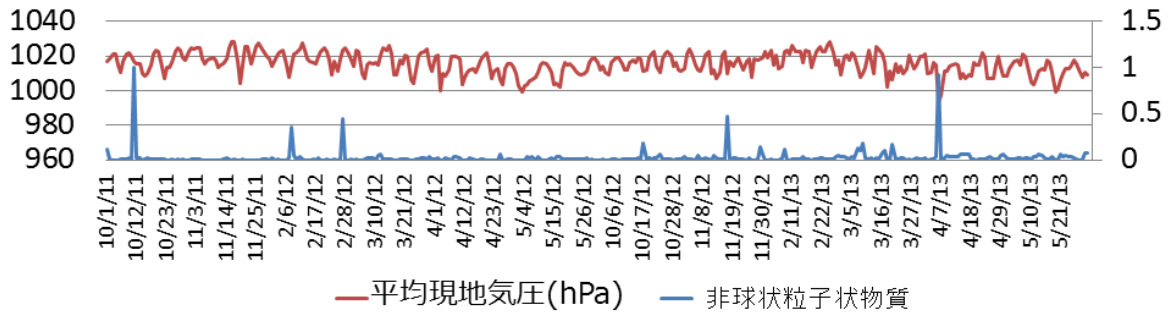
## 鳥取



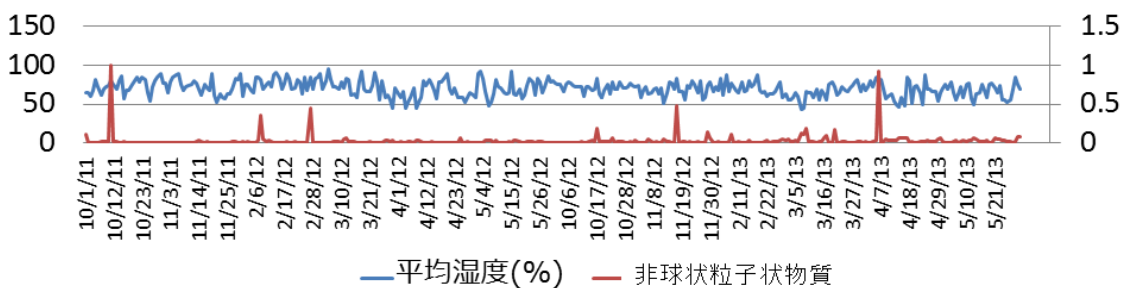
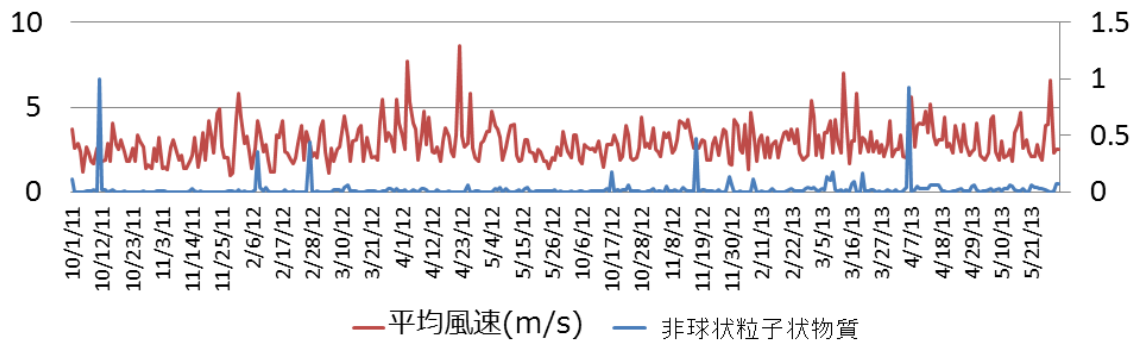
## 鳥取



## 鳥取



## 鳥取



図(2)-17 鳥取の黄砂とその他の大気汚染物質濃度や気象因子の推移



表(2) - 4 調査期間中の米子市の各大気汚染物質濃度及び天候因子と非球状粒子状物質との相関係数

	Correlation Coefficient		95%CI	
Spherical PM	0.6201	0.5525	-	0.6797
NO <sub>2</sub>	0.0707	-0.0325	-	0.1723
SO <sub>2</sub>	0.3428	0.2486	-	0.4305
Ox	0.1973	0.0963	-	0.2942
Pollen	0.2842	0.1367	-	0.3761
Humidity	-0.3133	-0.2174	-	-0.4032
Wind speed	0.0477	-0.0555	-	0.1499
Air pressure	-0.0673	0.0359	-	-0.1691
Air pressure difference from the previous day	0.0891	-0.0139	-	0.1903
Temperature	0.0708	-0.0323	-	0.1725
Temperature difference within the day	0.3249	0.2296	-	0.4140
Temperature difference from the previous day	0.0407	-0.0625	-	0.1430

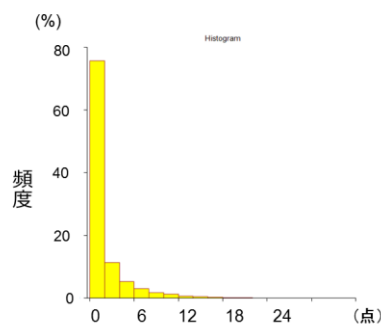
\* Spearman's Rank correlation

## (5) 黄砂とアレルギー様症状の有無との関連

### 1) Crude Model

調査期間中に黄砂日（LIDARの非球状粒子状物質>0.07/km）が3地域で延べ61日観察され、同期間に妊婦 延べ3,547名（複数回妊娠含む）に41,020回アンケート回答を依頼した。そのうち延べ29,434回で回答が得られた。

アンケートのアレルギー様症状の質問は、Allergy-CONTROL-Score™ の日本語版を使用していた。これは、鼻・目・胸の各症状について「症状なし」から「重度」まで各0-3点でスコア化して回答するものである。図(2) - 18に、全回答におけるアレルギー症状スコア（鼻・目・胸の症状の合計）の分布を示す。スコア0（症状なし）の回答が大半をしめており、右に偏倚した分布であった。



図(2)-18 アレルギー症状スコアの分布

上記症状スコアの平均値は、非黄砂日で1.6

(n=20,904)、黄砂日では2.2 (n=9,025)であり、黄砂日には症状スコアが高いものの割合が増える様子が伺えた。上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかのアレルギー症状があった割合は、黄砂飛来日には非飛来日に比べて統計学的に有意に上昇することが示された(表(2) - 5)。

表(2) - 5 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.139	1.15	1.10 - 1.21	<0.001

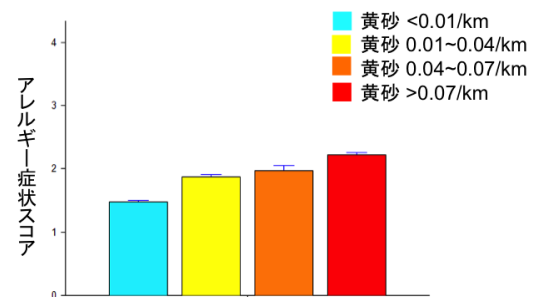
\* 個人内相関はexchangeable

\* 0.07/km未満と比較

さらに、日の黄砂の濃度（実際にはLIADRの非球形粒子状物質の消散係数）を、<0.01/km, 0.01~0.04/km, 0.04~0.07/km, >=0.07/kmに分けて、その日の症状スコアの分布を比較した。黄砂の濃度が高くなるほど、症状スコアが高くなる傾向が示唆された（図(2) - 19）。

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかのアレルギー症状があった割合は、0.01~0.04/kmといった比較的少量の黄砂観察日であっても、<0.01/kmであった日に比べて統計学的に有意に増加することが示された（表(2) - 6）。なお、0.01/kmは、3地域の調査期間（2-5月, 10-11月）の黄砂濃度の上位50パーセンタイルであり、0.04/kmは10パーセンタイル、0.07/kmは5パーセンタイルである。

黄砂濃度別の症状スコア



図(2)-19 (n=1,1832, n=7,335, n=1,242, n=9,025)

表(2) - 6 黄砂レベル別の何らかのアレルギー症状が出現するリスク

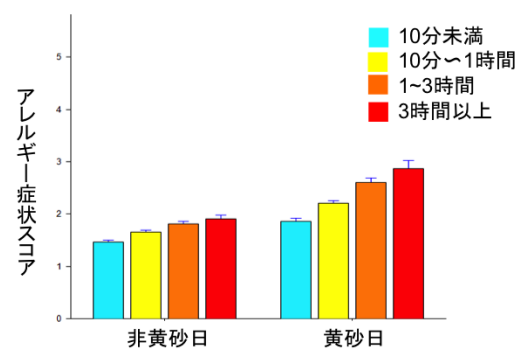
	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
0.01~0.04/km	0.089	1.09	1.04 - 1.15	<0.001
0.04~0.07/km	0.123	1.13	1.03 - 1.24	0.0106
0.07~/km	0.184	1.20	1.14 - 1.27	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

\* 0.01/km未満と比較

次に、個人が屋外にいた時間がどの程度症状悪化に影響しているか、翻っては個人の行動により、どの程度症状悪化を防ぐことができるかを検討した。図(2) - 20は、非黄砂日及び黄砂日に分けて、屋外にいた時間の長さ別にアレルギー症状スコアの平均を示したものである。非黄砂日においても黄砂日においても、屋外にいた時間の長さが長くなればなるほど症

屋外にいた時間別の症状スコア



図(2)-20 n= 6629, 8138, 3537, 2067, 3023, 3553, 1623, 816



状スコアが高くなる傾向が認められたが、黄砂日にその傾向がより顕著に観察された。

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、黄砂日に何らかの症状があった割合は、屋外にいた場合には有意に上昇することが示された（表（2）－7）。

表（2）－7 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.035	1.04	0.97 – 1.11	0.3285
屋外に出た	0.092	1.10	1.04 – 1.16	0.0016
交互作用項	0.167	1.18	1.09 – 1.29	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

\* 0.07/km未満の日と比較

以上、当初の予定通りに地域のLIDARの地上135mでの非球状粒子状物質の中央値が0.07/kmを超えていた場合を「黄砂日」とし、予定通りの解析を行った。しかし実際には、135mのみのモデルであると特に富山で冬シーズンの雲を識別できず、設定した基準値（0.07/km）を超えてしまうことがあった（地上のSPM濃度は非常に低かった）ため、135m-1kmの平均値の午前と午後の中央値の高い方が0.07/kmを超えていた場合を「黄砂日」として、解析を実施した。以下に、結果を示す。

症状スコアの平均値は、非黄砂日で1.7（n=26,267）、黄砂日では2.8（n=3,167）であった。上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかのアレルギー症状があった割合は、黄砂飛来日には非飛来日に比べて統計学的に有意に上昇することが示された（表（2）－8）。

表（2）－8 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

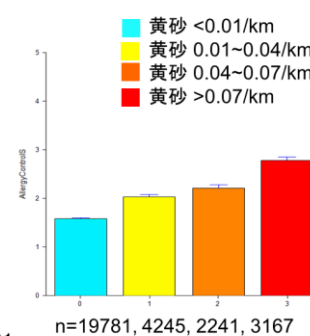
	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.262	1.30	1.22 – 1.39	<0.001

\* 個人内相関はexchangeableを選択した

日の黄砂の濃度を、<0.01/km, 0.01-0.04/km, 0.04-0.07/km, ≥0.07/kmに分けて、その日の症状スコアの分布を比較した。黄砂の濃度が高くなるほど、症状スコアが高くなる傾向が示唆された（図（2）－21）。

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかのアレルギー症状があった割合は、0.01-0.04/kmといった比較的少量の黄砂観察日であっても、<0.01/km

黄砂濃度別の症状スコア



図(2)-21

であった日に比べて統計学的に有意に増加することが示された（表（2）－9）。なお、0.01/kmは、3地域の調査期間（2-5月，10-11月）の黄砂濃度の上から約20パーセンタイルであり、0.04/kmは5パーセンタイル、0.07/kmは3パーセンタイルである。

表（2）－9 黄砂レベル別の何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
0.01～0.04/km	0.079	1.08	1.02 - 1.14	0.0051
0.04～0.07/km	0.085	1.09	1.01 - 1.17	0.0217
0.07～/km	0.289	1.34	1.25 - 1.43	<0.001

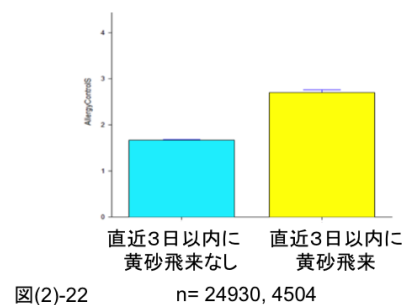
\* 個人内相関はexchangeable

\* 0.01/km未満の日と比較

ラグ期間については、3日間について検討した。回答前3日以内に黄砂日がなかった日の妊婦の症状スコアの平均は1.67（n=24,930）、黄砂日後3日以内の日の症状スコアの平均は2.70（n=4,504）であった（図（2）－22）。

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかの症状があった割合は、黄砂後3日以内では回答前3日以内に黄砂日がなかった日に比べて有意に増加していた（表（2）－10）。

飛来後3日以内の症状スコア



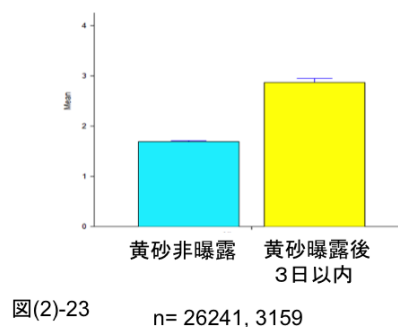
表（2）－10 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.126	1.13	1.08 - 1.19	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

黄砂飛来時に屋外にいた時間があつた場合にのみ黄砂曝露ありとした場合、黄砂曝露後3日以内のアレルギー症状スコアの平均は2.87、黄砂非曝露時（直近3日以内に黄砂日がなかった、もしくは、直近3日以内に黄砂飛来日があつたが屋外に出た時間が10分以内であった）は1.69であり（図（2）－23）、屋外時間を考慮に入れなかった場合に比べて黄砂飛来後の症状スコアの平均はやや高くな

黄砂曝露後3日以内の症状スコア  
（黄砂日に屋外に出た場合を曝露ありとした場合）



った。

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、黄砂曝露後3日以内に何らかのアレルギー症状があった割合は、非曝露時に比べて統計学的に有意に上昇することが示され、そのオッズ比は屋外時間を考慮に入れない場合（オッズ比 1.13）に比べて高く算出された（表（2）－11）。

表（2）－11 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

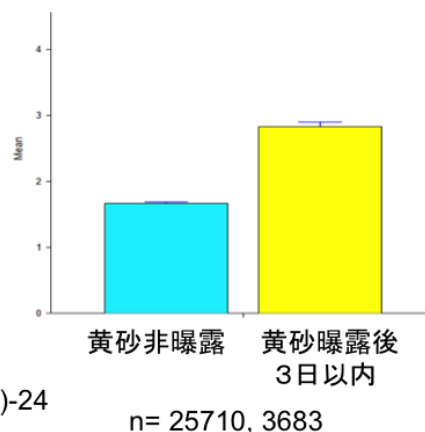
	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂曝露	0.349	1.42	1.31 - 1.53	<0.001

（黄砂日の屋外時間等の質問に未回答であった回答を除いて解析）

\* 個人内相関はexchangeable

その他の行動要因として「黄砂飛来時に、屋外にいた時間があつた、窓を開けていた時間があつた、洗濯物を外干しした、布団を外干しした、のいずれか一つ以上があつた場合に黄砂曝露ありとした場合」の、黄砂曝露の有無別アレルギー症状スコアの平均値を示す。黄砂非曝露時の平均スコアは1.67、黄砂曝露後3日以内の平均スコアは2.83であつた（図（2）－24）。

黄砂曝露後3日以内の症状スコア  
（黄砂日に屋外or窓開or外干しを実施した場合を曝露ありとした場合）



図(2)-24

n= 25710, 3683

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、黄砂曝露後3日以内に何らかのアレルギー症状があつた割合は、非曝露時に比べて統計学的に有意に上昇することが示され、そのオッズ比は屋外時間のみを考慮に入れた場合（オッズ比 1.42）とさほど変わらなかつた（表（2）－12）。

表（2）－12 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂曝露	0.330	1.39	1.29 - 1.49	<0.001

（黄砂日の屋外時間等の質問に未回答であった回答を除いて解析）

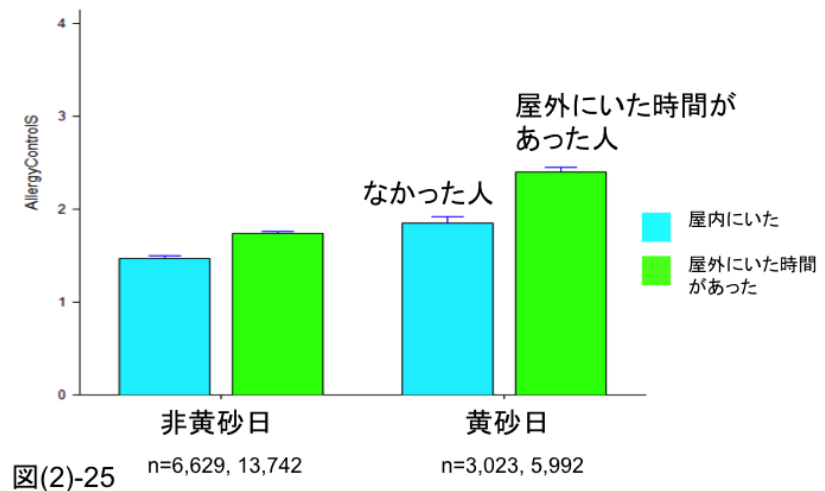
\* 個人内相関はexchangeable

## 2) 予防行動による影響修飾

次に、各行動により、黄砂飛来日当日、及び黄砂飛来後3日以内のアレルギー症状スコアがどの程度影響を受けるかを検討した。

### a) 外にいた時間

非黄砂日と黄砂日それぞれについて、屋外にいた時間がなかった場合(「10分未満」と回答)、屋外にいた時間があった場合に分けて比較した。非黄砂日に屋外にいた時間がなかった場合及び屋外にいた時間があった場合のアレルギー症状スコアの平均値はそれぞれ1.5、1.7、黄砂日では、屋外にいた時間がなかった場合は1.9、屋外にいた時間があった場合は2.4であった(図(2)-25)。



図(2)-25

上記、黄砂日の回答のみにおいて、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、屋外にいた時間がなかった場合には、屋外にいた時間があった場合に比べて何らかのアレルギー症状があった割合は統計学的に有意に減少することが示された(表(2)-13)。また、屋外にいることによる症状ありの割合の増加を、黄砂は統計学的に有意( $p=0.0124$ )に増加させていた(表(2)-14)。

表(2)-13 何らかのアレルギー症状が出現するリスク(黄砂日のみの検討)

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
外に出た	0.137	1.15	1.09 - 1.21	<0.001

(黄砂日の屋外時間の質問に未回答であった回答を除いて解析)

\* 個人内相関はexchangeable

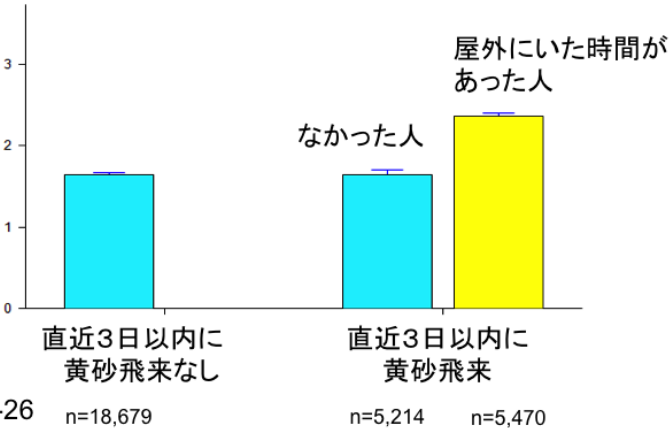
表(2)-14 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
outdoor_Yes	0.121	1.13	1.07 - 1.19	<0.001
黄砂	0.146	1.16	1.03 - 1.30	0.0125
交互作用項	0.171	1.19	1.04 - 1.36	0.0124

(黄砂日の屋外時間の質問に未回答であった回答を除いて解析)

\* 個人内相関はexchangeable

さらに、3日間のラグ期間を考慮した場合、つまり直近3日以内に黄砂日がなかったときと、直近3日以内に黄砂日があったが黄砂日に屋外にいた時間がなかった場合（「10分未満」と回答）、直近3日間の黄砂日に屋外にいた時間があった場合に分けて比較した。直近3日以内に黄砂日がなかったときのアレルギー症状スコアの平均値は1.6、



図(2)-26

直近3日以内に黄砂日があったが黄砂日に屋外にいた時間がなかった場合は1.7、直近3日間の黄砂日に屋外にいた時間があった場合は2.4であった（図（2）－26）。

上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて3日以内に黄砂日あった場合の回答のみで、一般化推定方程式により解析すると、黄砂日に外に出ていなかった場合、黄砂日に外に出ていなかった場合に比べて、何らかのアレルギー症状があった割合は有意に減少していた（表（2）－15）。

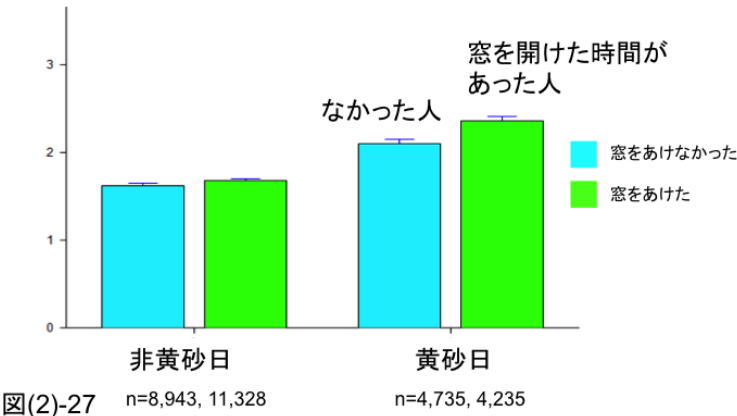
表（2）－15 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
外に出た	0.32	1.37	1.19 - 1.58	<0.0001

\*直近3日以内に黄砂日があった場合の回答のみでの解析  
 \*個人内相関はexchangeable

b) 窓閉めによる影響

非黄砂日と黄砂日それぞれについて、窓を閉めていた場合、窓を開けていた時間があった場合に分けて比較した。非黄砂日に窓を開けていた時間がなかった場合及び窓を開けていた時間があった場合のアレルギー症状スコアの平均値はそれぞれ1.6、1.7、黄砂日では、窓を開けた時間がなかった場合は2.1、窓を開けた時間があった場合は2.4であった（図（2）－27）。



図(2)-27

上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて黄砂日に屋外に出なかった人の回答のみで、一般化推定方程式により解析すると、黄砂日に窓を開けた時間がなかった場合、窓を開けた時間があつ

た場合に比べて、何らかのアレルギー症状があった割合は有意に減少していた ( $p=0.0115$ , 表(2)-16)。

表(2)-16 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

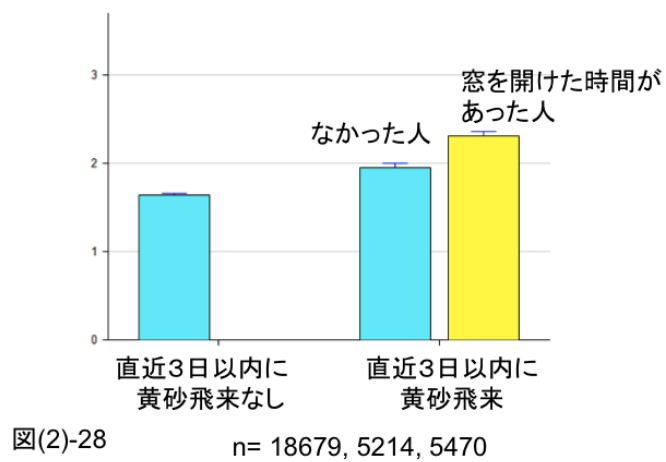
(黄砂日に屋外にいた時間が10分未満であったもののみでの検討)

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
窓をあけた	0.31	1.36	1.07 - 1.73	0.0115

\*黄砂日に屋外にいた時間が10分未満であったもののみでの解析

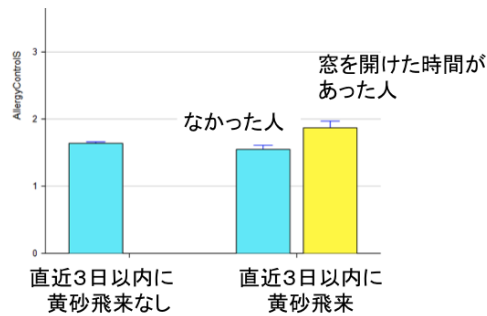
\*個人内相関はexchangeable

次に、直近3日間に黄砂日がなかった場合と、直近3日間に黄砂日があったが窓をあけた時間がなかった場合(「窓を開けていた時間はなかった」と回答)と開けた時間があった場合の、アレルギー症状スコアを比較した。直近3日間に黄砂日があった場合のアレルギー症状スコアの平均値は1.7、直近3日間に黄砂日があったが窓をあけた時間がなかった場合は2.65、窓を開けた時間があった場合は2.7、と、黄砂日に窓を閉めていると、症状スコアは若干低減される様子が伺えた(図(2)-28)。



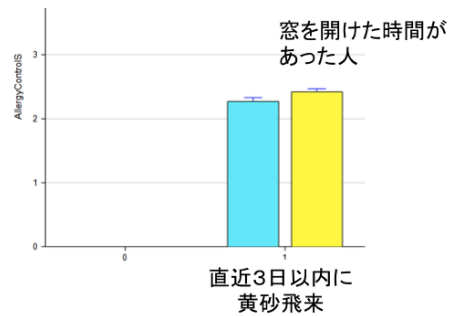
さらに、黄砂日に屋外にいた時間があった場合となかった場合に分けて、同様の解析を行った。屋外にいた時間があった場合は、窓閉めによるアレルギー症状の軽減はほとんど観察されないが、屋外にいた時間のなかったものでは窓閉め時のアレルギー症状スコアの低減が観察された(図(2)-29, 30 表(2)-17)。

## 黄砂日に外にいた時間がなかった人では 外にいた時間のあった人では・・



図(2)-29

n= 18679, 2287, 1076



図(2)-30

n= 2927, 4388

表 ( 2 ) - 1 7 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
窓をあけた	0.44	1.56	1.21 - 2.01	0.0007

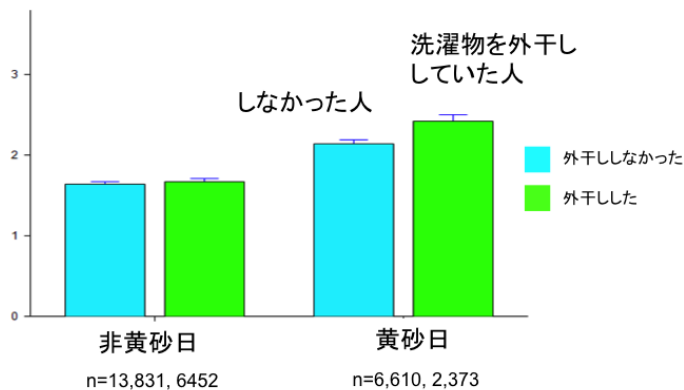
(黄砂日の窓明けの質問に未回答であった回答を除いて解析)

\* 黄砂飛来後3日以内の日の回答でかつ黄砂飛来日に屋外に出た時間が10分未満と回答した方のみでの解析

\* 個人内相関はexchangeable

### c) 洗濯物の外干しによる影響

非黄砂日と黄砂日それぞれについて、洗濯物を外干しした場合、外干ししなかった場合に比べて比較した。非黄砂日に洗濯物の外干しをしなかった場合及び外干しした場合のアレルギー症状スコアの平均値はそれぞれ1.6、1.7、黄砂日では、外干しをしなかった場合は2.1、外干しした場合は2.4であった(図(2)-31)。



図(2)-31

n=13,831, 6452

n=6,610, 2,373

しかし、上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて黄砂日に屋外にいた時間が10分未満のもののみで一般化推定方程式により解析すると、洗濯物を外干した場合には、洗濯物を外干しなかった場合に比べて何らかのアレルギー症状があった割合が増加する傾向ははっきりしなかった（ $p=0.3433$ ，表（2）－18）。

表（2）－18 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
洗濯物外干しした	-0.143	0.87	0.64 - 1.17	0.3433

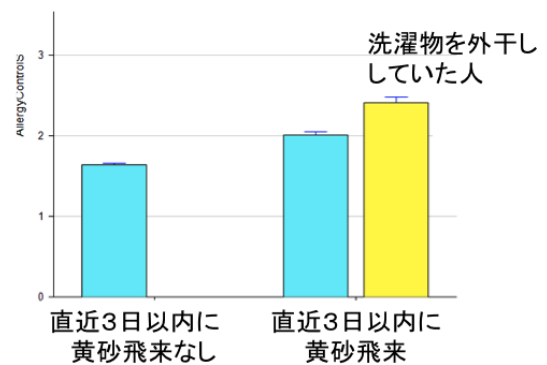
\* 黄砂日の回答でかつ黄砂飛来日に屋外に出た時間が

10分未満と回答した方のみでの解析

\* 個人内相関はexchangeable

次に、直近3日間に黄砂日がなかった場合と、直近3日間に黄砂日があったが洗濯物を外干ししなかった場合（「洗濯物を外干ししなかった」と回答）と外干した場合の、アレルギー症状スコアを比較した（図（2）－32）。さらに、直近3日間の黄砂日に屋外にいた時間があった場合となかった場合に分けて、同様の解析を行った。屋外にいた時間があった場合は、洗濯物を外干ししなかった場合のアレルギー症状の軽減は顕著には観察されないが、屋外にいた時間のなかったものでは、洗濯物を外干ししなかった場合のアレルギー症状の軽減は顕著に観察された（図（2）－33，34）。

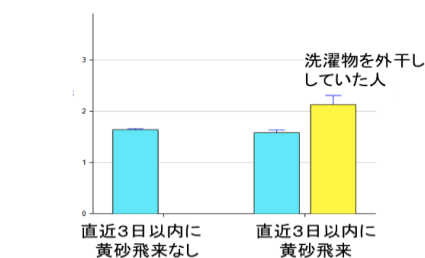
上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて黄砂日に屋外にいた時間が10分未満のもののみで一般化推定方程式により解析すると、黄砂日に洗濯物を外干した場合、洗濯物を外干しなかった場合に比べて、何らかのアレルギー症状があった割合は有意に増加していた（ $p<0.001$ ，表（2）－19）。



図(2)-32

n= 18679, 7382, 3291

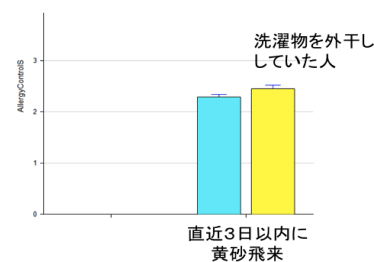
黄砂日に外にいた時間のなかった人では



図(2)-33

n= 18679, 2914, 449

外にいた時間のあった人では



図(2)-34

n= 4468, 2838



表（２）－１９ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

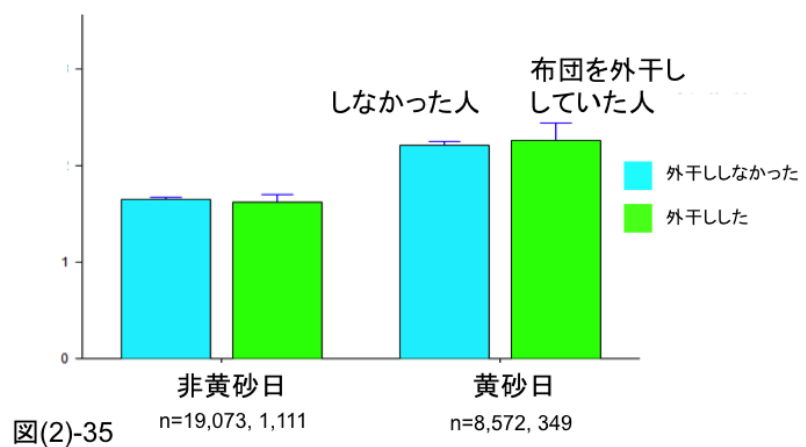
	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
洗濯物外干しした	0.369	1.45	1.29 - 1.62	<0.001

\* 黄砂飛来後3日以内の日の回答でかつ黄砂飛来日に屋外に出た時間が10分未満と回答した方のみでの解析

\* 個人内相関はexchangeable

#### d) 布団の外干しによる影響

非黄砂日と黄砂日それぞれについて、布団を外干しした場合、外干ししなかった場合に比べて比較した。非黄砂日に布団の外干しをしなかった場合及び外干しした場合のアレルギー症状スコアの平均値はそれぞれ1.7、1.6、黄砂日では、外干しをしなかった場合は2.2、外干しした場合は2.3であった（図（２）－35）。



上記、同一被験者内の相関を考慮に入れて黄砂日のみの回答で一般化推定方程式により解析しても、布団を外干しした場合には、布団を外干しなかった場合に比べて当日に何らかのアレルギー症状があった割合はほとんど変わらなかった（表（２）－20）。

表（２）－20 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
布団外干し	0.04	1.05	0.79 - 1.38	0.753

（黄砂日の洗濯物の質問に未回答であった回答を除いて解析）

\* 黄砂日の回答のみでの解析

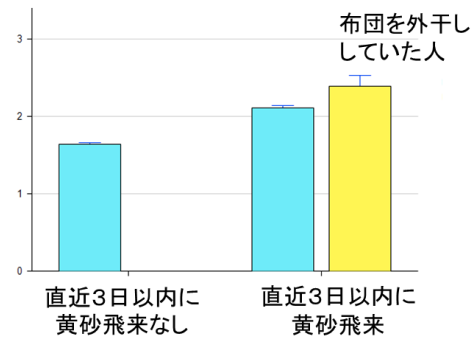
\* 個人内相関はexchangeable

次に、直近3日間に黄砂日がなかった場合と、直近3日間に黄砂日があったが布団を外干しなかった場合と外干しした場合の、アレルギー症状スコアを比較した（図（２）－36）。さらに、直近3日間の黄砂日に屋外にいた時間があった場合となかった場合に比べて、同様の解析を行った。屋外にいた時間があった場合は布団を外干しなかった場合のアレルギー症状の軽減は顕著には観察されないが、屋外にいた時間のなかったものでは布団を外干しなかった場合のア

アレルギー症状の軽減は顕著に観察された(図(2)-37, 38)。

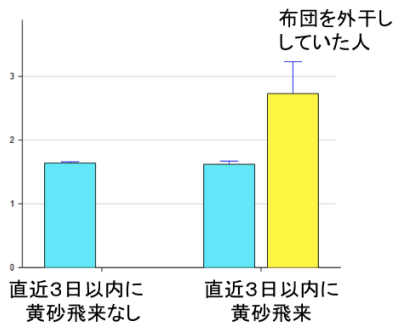
上記、直近3日間の黄砂日に屋外にいた時間がなかった場合のみの回答で、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、布団を外干ししなかった場合には、布団を外干した場合に比べて何らかのアレルギー症状があった割合は有意に低減することが示された(表(2)-21)。

### 黄砂日の布団の外干しの有無別のその後3日間の症状スコア



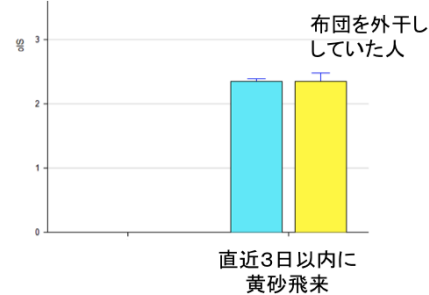
図(2)-36 n= 18679, 9872, 783

#### 黄砂日に外にいた時間のなかった人では



図(2)-37 n= 18679, 3274, 89

#### 外にいた時間のあった人では



図(2)-38 n= 6598, 694

表(2)-21 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
布団外干し	0.315	1.37	1.14 - 1.65	0.0008

(黄砂日の布団の質問に未回答であった回答を除いて解析)

\* 黄砂飛来後3日以内の日の回答でかつ黄砂飛来日に屋外に出た時間が10分未満と回答した方のみでの解析

\* 個人内相関はexchangeable

黄砂日に布団を干した際、当日の症状スコアにはほとんど影響がみられなかったことと考え合わせると、布団を干す為に屋外に出たことよりも、干した布団で就寝した、もしくは干した布団を居住空間に入れたことによる影響ではないかと考えられる。

### 3) アレルギー様症状の詳細

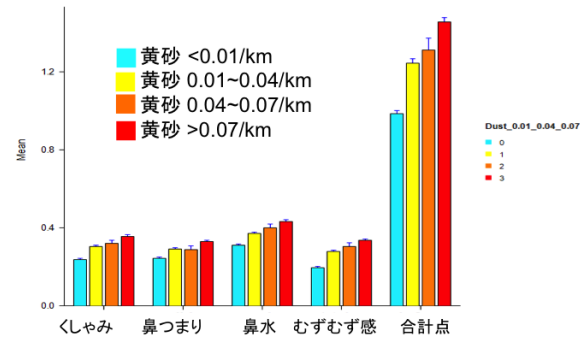
次に、鼻・目・胸/気管支の各症状とその他の症状について、どのような症状で黄砂時のスコア上昇がみられるかを検討した。

鼻（図（2）－39）・目（図（2）－40）については、特定の症状のスコアが上がっている訳ではなく、全体的にまんべんなく上昇する様子が観察された。

胸／気管支の症状（図（2）－41）については、「妊婦」という比較的元気な集団で観察していることに留意すべきではあるが、大きなスコアの上昇はみられなかった。

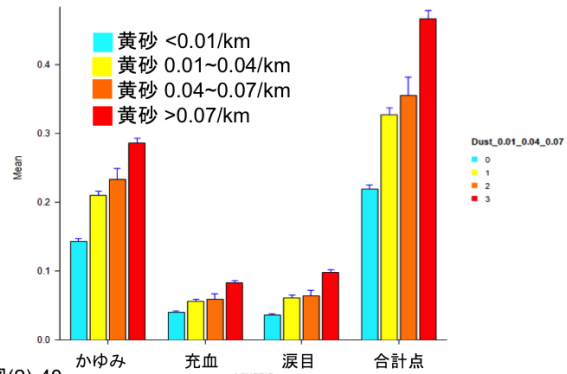
その他の症状については、皮膚のかゆみ、熱っぽさ、全身の倦怠感について、わずかながら黄砂濃度の上昇に伴ったスコアの上昇が観察された（図（2）－42）。

鼻症状のスコア



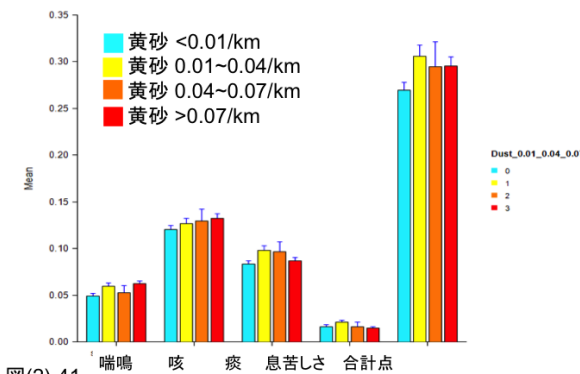
図(2)-39

目症状のスコア



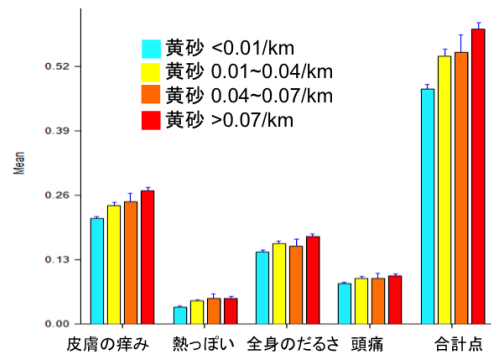
図(2)-40

呼吸器症状のスコア



図(2)-41

その他の症状のスコア



図(2)-42

#### 4) 交絡モデル

次に、交絡因子について考慮した。交絡の可能性のある因子として、球状粒子状物質、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、オゾン、天候因子（気温、気圧、湿度）、花粉を検討した。

##### a) 大気汚染物質

上記各因子をそれぞれ単因子解析にて症状スコアとの関連を探り、最も当てはまりのよいモデル（QIC: Quasilikelihood under the Independence model Criterionの低いモデル）をそれぞれ決定した。そして、関連のある因子（ $p < 0.1$ ）を、それぞれ黄砂との相関係数が高くなりすぎないことを確認した上で、何らかのアレルギー症状の有無を従変数とするモデルに投入した。結

果を下に示す。黄砂のアレルギー様症状への影響は低減されたが有意に残った(表(2)-22)。

表(2)-22 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.221	1.25	1.17 - 1.33	<0.001
S02	0.162	1.18	1.09 - 1.27	<0.001
N02	0.062	1.06	1.02 - 1.11	0.0098
球状粒子状物質	0.090	1.09	1.00 - 1.20	0.0087

\* 大気汚染物質は、常時監視測定局より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\* S02は、3ppbをカットオフ値として2分した

\* N02は、10ppbをカットオフ値として2分した

\* 球状粒子状物質は、0.1/kmをカットオフ値として2分した

\* 個人内相関はexchangeable

#### b) 天候因子

気温、前日からの気温変化、気温の日内変動幅、最低気温、気圧、前日からの気圧変化、湿度について、各因子をそれぞれ単因子解析にて症状スコアとの関連を探り、関連のあるもの(p<0.1のものを採択)を、黄砂を主効果、何らかのアレルギー症状の有無を従変数とするモデルに投入した。結果を下に示す。黄砂の影響は低減されたが有意に残った(表(2)-23)。

表(2)-23 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.211	1.23	1.15 - 1.32	<0.001
前日からの気温変化	0.007	1.01	0.99 - 1.02	0.0711
最低気温	-0.012	0.99	0.98 - 0.99	<0.001
気温の日内変動幅	0.011	1.01	1.01 - 1.02	<0.001
前日の湿度	-0.005	1.00	0.99 - 1.00	<0.001
前日からの気圧変化	-0.002	1.00	1.00 - 1.00	0.3195

\* 天候因子は、気象庁観測局より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\* 天候因子は全て、連続変数として扱った

\* 個人内相関はexchangeable

ここからさらに、subtraction法にてp<0.1の因子を除いてゆき、最終的に表(2)-24の結果を得た。

黄砂の影響は単因子モデルと比較すると低減されたが有意に残った。

表（２）－２４ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.215	1.24	1.16 – 1.33	<0.001
最低気温	-0.012	0.99	0.98 – 0.99	<0.001
気温の日内変動幅	0.011	1.01	1.01 – 1.02	<0.001
前日からの気温変化	0.008	1.01	1.00 – 1.02	0.013
前日の湿度	-0.005	1.00	0.99 – 1.00	<0.001

\*天候因子は、気象庁観測局より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\*天候因子は全て、連続変数として扱った

\*個人内相関はexchangeable

#### c) 花粉

単因子解析にて症状スコアとの関連を探り、最も当てはまりのよいモデル（QICが最も低いモデル）を選択した。そしてそれらを、黄砂を主効果、何らかのアレルギー様症状の有無を従変数とするモデルに投入した。結果を表（２）－２５に示す。黄砂のアレルギー様症状への影響は低減されたが有意に残った。

表（２）－２５ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.134	1.14	1.07 – 1.22	<0.001
花粉10-40	0.111	1.12	1.06 – 1.18	<0.001
花粉>40	0.393	1.48	1.37 – 1.60	<0.001

\*花粉数は、「はなこさん」より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\*花粉数は、10/cm, 40/cmをカットオフ値として3分し、カテゴリーとして扱った

\*個人内相関はexchangeable

#### 4) 最終モデル

最後に、上記1-3にて最終モデルに残った因子をすべて、黄砂を主効果、何らかのアレルギー様症状の有無を従変数とするモデルに投入し、subtraction法にて $p>0.1$ の因子を順に除いた。結果を表（２）－２６に示す。黄砂のアレルギー様症状への影響は単因子モデルと比較すると低減されたが有意に残った。

表（２）－２６ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.097	1.10	1.03 – 1.18	0.003
最低気温	-0.014	0.99	0.98 – 0.99	<0.001

前日からの気温変化	0.006	1.00	1.00 - 1.01	0.035
前日の湿度	-0.004	1.00	0.99 - 1.00	<0.001
S02	0.125	1.13	1.05 - 1.22	0.002
球状粒子状物質	0.044	1.05	1.00 - 1.09	0.048
花粉10-40	0.088	1.09	1.03 - 1.15	0.002
花粉>40	0.345	1.41	1.31 - 1.53	<0.001

\* 天候因子は、気象庁観測局より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\* 天候因子は全て、numericalとして扱った

\* S02, N02は、常時監視測定局より各参加者の最寄り局のものを曝露値とした

\* S02は、3ppbをカットオフ値として2分した

\* N02は、10ppbをカットオフ値として2分した

\* 球状粒子状物質は、0.1/kmをカットオフ値として2分した

\* 個人内相関はexchangeable

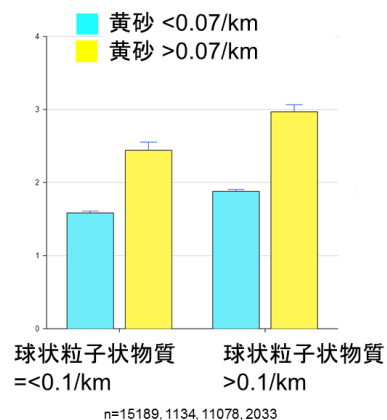
## 5) 大気汚染物質・花粉による影響修飾

次に、共存する大気汚染物質、花粉による影響修飾の可能性を探った。各大気汚染物質について単因子モデルにて最もQICが低かったcut-off値で2分し、黄砂濃度別（-0.07/km, 0.07-/km）にその日のアレルギー症状スコアを比較した。さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し、交互作用項の効果をみた。

### a) 球状粒子状物質

単因子モデルにて最もQICが低かったcut-off値である、球状粒子状物質が0.1/km未満の日とそれ以外の日に分けて、黄砂濃度別（-0.07/km, 0.07-/km）にその日の症状スコアを比較した。球状粒子状物質が0.1/km未満の日においても、黄砂濃度の上昇によるアレルギー症状のスコア上昇は観察されたが、球状粒子状物質が0.1-/kmの日には、黄砂によるアレルギー症状スコア上昇がやや大きく観察された（**図（2）- 4 3**）。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し、交互作用項の効果をみたところ、球状粒子状物質>0.1/km時に黄砂の影響が強く観察される傾向はあったが、統計学的には有意ではなかった（**表（2）- 2 7**）。



図(2)-43 球状粒子状物質多寡別の黄砂日のアレルギー症状スコア平均

表（2）－27 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.220	1.25	1.14 – 1.37	<0.001
球状粒子状物質	0.082	1.09	1.04 – 1.14	<0.001
交互作用項	0.061	1.19	0.98 – 1.45	0.3007

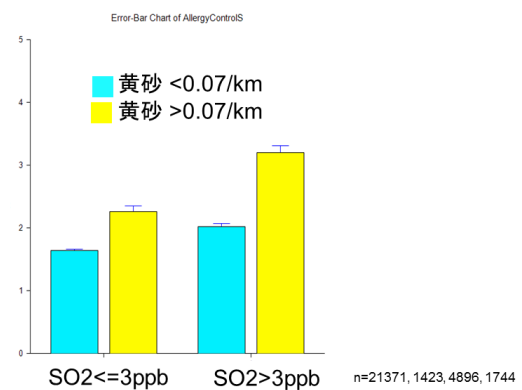
\* 球状粒子状物質は、0.1/kmをカットオフ値として2分した

\* 個人内相関はexchangeable

### b) SO2

単因子モデルにて最もQICが低かったcut-off値である、SO2が3ppb未満の日とそれ以外の日に分けて、黄砂濃度別（-0.07/km, 0.07-/km）にその日の症状スコアを比較した。SO2が3ppb未満の日においても、黄砂濃度の上昇によるアレルギー症状のスコア上昇は観察されたが、SO2が>3ppbの日には、黄砂によるアレルギー症状スコア上昇が大きく観察された（図（2）－44）。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し、交互作用項の効果をみたところ、交互作用項は正ではあったが有意ではなかった（表（2）－28）。



図(2)-44 SO2多寡別の黄砂日のアレルギー症状スコア平均

表（2）－28 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.172	1.19	1.09 – 1.29	<0.001
SO2	0.178	1.20	1.11 – 1.29	<0.001
交互作用項	0.095	1.10	0.97 – 1.24	0.1256

\* SO2は、3ppbをカットオフ値として2分した

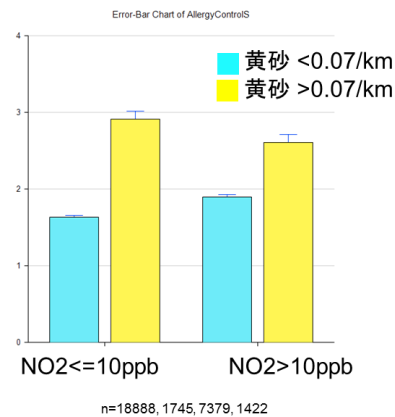
\* 個人内相関はexchangeable

### c) NO2

単因子モデルにて最もQICが低かったcut-off値である、NO2が10ppb未満の日とそれ以外の日に分けて、黄砂濃度別（-0.07/km, 0.07-/km）にその日の症状スコアを比較した。NO2が10ppb未満の日においても、黄砂濃度の上昇によるアレルギー症状のスコア上昇は観察されたが、NO2が>10ppbの日に、黄砂によるアレルギー症状スコア上昇が大きく観察される様子はいかたがえなかった（図（2）－45）。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し交互作用項の効果をみたところ、

NO<sub>2</sub>>10ppb時に黄砂の影響が強く観察される傾向はあったが、統計学的には marginal (p=0.053) であった (表 (2) - 29)。



図(2)-45 NO<sub>2</sub>多寡別の黄砂日のアレルギー症状スコア平均

表 (2) - 29 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.227	1.25	1.17 - 1.34	<0.001
NO <sub>2</sub>	0.054	1.06	0.98 - 1.14	0.1503
交互作用項	0.157	1.17	1.00 - 1.37	0.0527

\* NO<sub>2</sub>は常時監視測定局から、各参加者の最寄り局の値を曝露値とした

\* NO<sub>2</sub>は、10ppbをカットオフ値として2分した

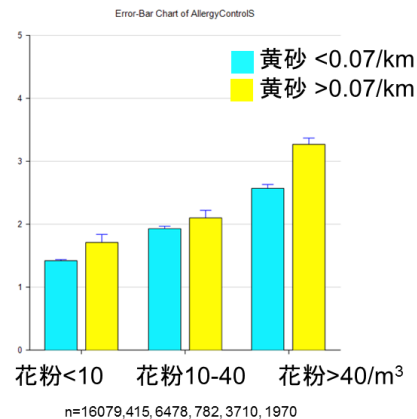
\* 個人内相関はexchangeable

#### d) 花粉

単因子モデルにて最もQICが低かった cut-off値である、花粉が10/cm<sup>3</sup>未満の日と10-40/cm<sup>3</sup>の日、40/cm<sup>3</sup>以上の日に分けて、黄砂濃度別 (<0.07/km, 0.07-/km) にその日の症状スコアを比較した。花粉が10/cm<sup>3</sup>未満の日においても、黄砂濃度の上昇によるアレルギー症状のスコア上昇は観察されたが、花粉が多い場合 (>40/cm<sup>2</sup>) に黄砂時の症状スコア上昇が大きく観察された (図 (2) - 46)。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を

考慮に入れて解析し交互作用項の効果をみたところ、花粉>40/cm<sup>2</sup>時に黄砂の影響が強く観察され、この効果修飾は統計学的には marginal (p=0.085) であった (表 (2) - 30)。



図(2)-46 花粉の多寡別の黄砂日のアレルギー症状スコア平均



表(2) - 30 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.061	1.06	0.91 - 1.24	0.4371
花粉10-40/cm	0.120	1.13	1.07 - 1.19	<0.001
花粉40-/cm	0.365	1.44	1.33 - 1.56	<0.001
交互作用項(1)	-0.033	0.97	0.80 - 1.18	0.7391
交互作用項(2)	0.154	1.17	0.98 - 1.40	0.0853

\*NO2は常時監視測定局から、各参加者の最寄り局の値を曝露値とした

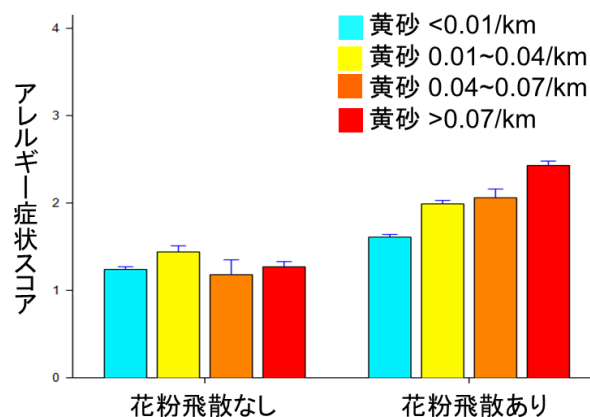
\*NO2は、0.2/kmをカットオフ値として2分した

\*個人内相関はexchangeable

また、花粉飛散の有無別に（カットオフ値を0として2分）黄砂濃度別にその日の症状スコアを比較した。花粉が飛散していない日においては黄砂濃度の上昇によるアレルギー症状のスコア上昇は観察されず、花粉飛散時には黄砂時の症状スコア上昇が観察された（図(2) - 47）。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し交互作用項の効果のみをみると、花粉飛散時に黄砂の影響が強く観察され、この効果修飾は統計学的に有意（ $p < 0.001$ ）であった（表(2) - 31）。

## 花粉飛散有無別の黄砂の影響



図(2)-47 n=6717, 545, 47, 313, n=13064, 3700, 2194, 2854

表(2) - 31 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	-0.045	0.96	0.80 - 1.15	0.6298
花粉	0.105	1.11	1.00 - 1.23	0.0441
交互作用項	0.339	1.40	1.15 - 1.71	<0.001

\*個人内相関はexchangeable

少し表現を変えると、表(2) - 32に示すように、何らかのアレルギー様症状の出るオッズは、花粉飛散単独で1.11倍であるが、黄砂飛来が重なるとオッズは1.49倍となる。妊婦においては、黄砂時のアレルギー様症状の悪化は主に花粉の影響を増強する形で出現していると考えられる。

表（２）－３２ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂単独	-0.045	0.96	0.80 – 1.15	0.6298
花粉単独	0.105	1.11	1.00 – 1.23	0.0441
同時に飛散	0.399	1.49	1.32 – 1.69	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

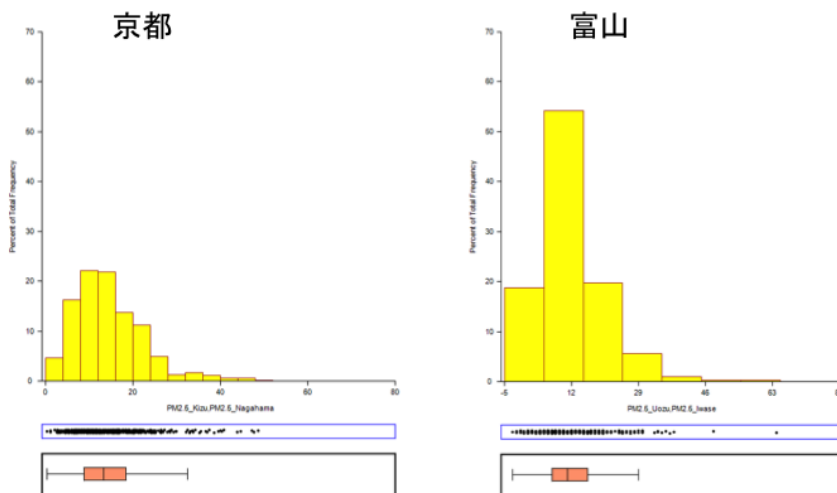
#### （６）PM2.5のアレルギー様症状への影響（当初の計画にはなかった解析）

さらに、当初の計画にはなかったが、わが国の各地の常時監視測定局で測定が始まったPM2.5についても、アレルギー様症状への影響について定量的評価を行い、また屋外時間によりどの程度影響が修飾されるかを探った。

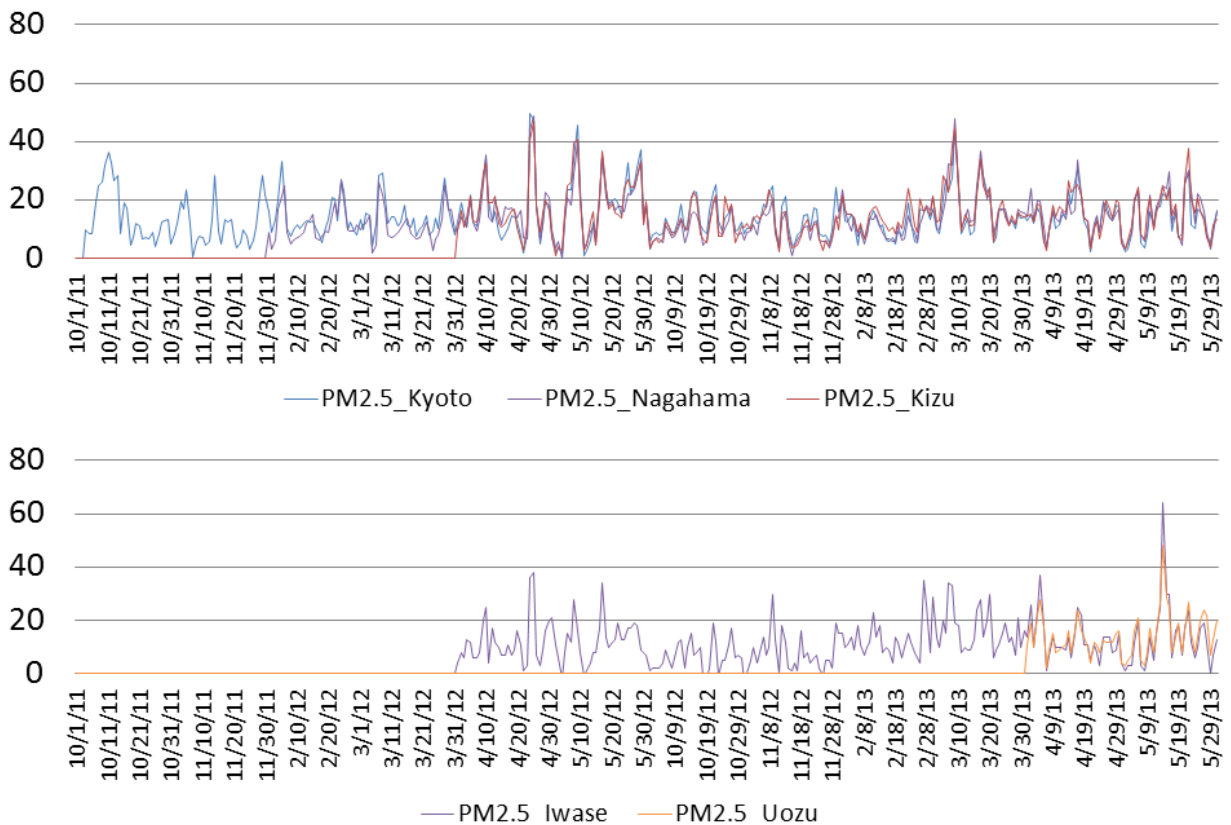
最寄りの常時監視測定局及び京都大学医学部構内にてPM2.5が測定された期間／地域（京都市左京区・北区：H23.10-H25.5、木津川市：H24.4-H25.5、長浜市：H23.2-H25.5、富山県岩瀬：H24.4-H25.5、富山県魚津：H25.4-H25.5）の回答を対象とした。

京都（木津局／長浜局）及び富山（魚津局／岩瀬局）のPM2.5の分布を図（２）－４８に示す。PM2.5は主に0-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の間に分布していたが、大気汚染の日平均値基準である35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える日もあった（5地点延べ1210日中延べ44日）。また、京都府京都市＝京都府木津＝滋賀県長浜、富山県魚津＝富山県岩瀬のように、比較的離れた（数十km）観測局でもPM2.5の値は非常によく連動していた（図（２）－４９）。

### PM2.5の分布



図(2)-48



図(2)-49 京都(上)と富山(下)のPM2.5の推移

PM2.5日平均値が大気環境基準値（日平均値 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超えた日には、基準値内であった日に比べて、何らかのア症状がある妊婦の割合は有意に増加していた（同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析（表（2）-33））。

表（2）-33 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
PM2.5(>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.203	1.23	1.12 - 1.34	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

さらに、その他の大気汚染物質（SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>x</sub>を考慮）や天候因子（平均気温、最低気温、気温の日内変動、前日からの気温変化、平均気圧、前日からの気圧変化、湿度を考慮：p<0.1を採択）で調整すると、PM2.5のアレルギー様症状への影響は単因子モデルと比較すると低減されたが有意に残った（表（2）-34）。

表(2) - 34 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
PM2.5 (>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.086	1.09	1.00 - 1.19	0.048
最低気温	-0.021	0.98	0.97 - 0.99	<0.001
S02	0.139	1.15	1.05 - 1.25	0.002
花粉10-40/ $\text{m}^3$	0.187	1.21	1.10 - 1.31	<0.001
花粉>40/ $\text{m}^3$	0.469	1.60	1.43 - 1.79	<0.001

\* 天候因子は、気象庁観測局より各参加者の最寄りの局のものを曝露値とした

\* 天候因子は全て、numericalとして扱った

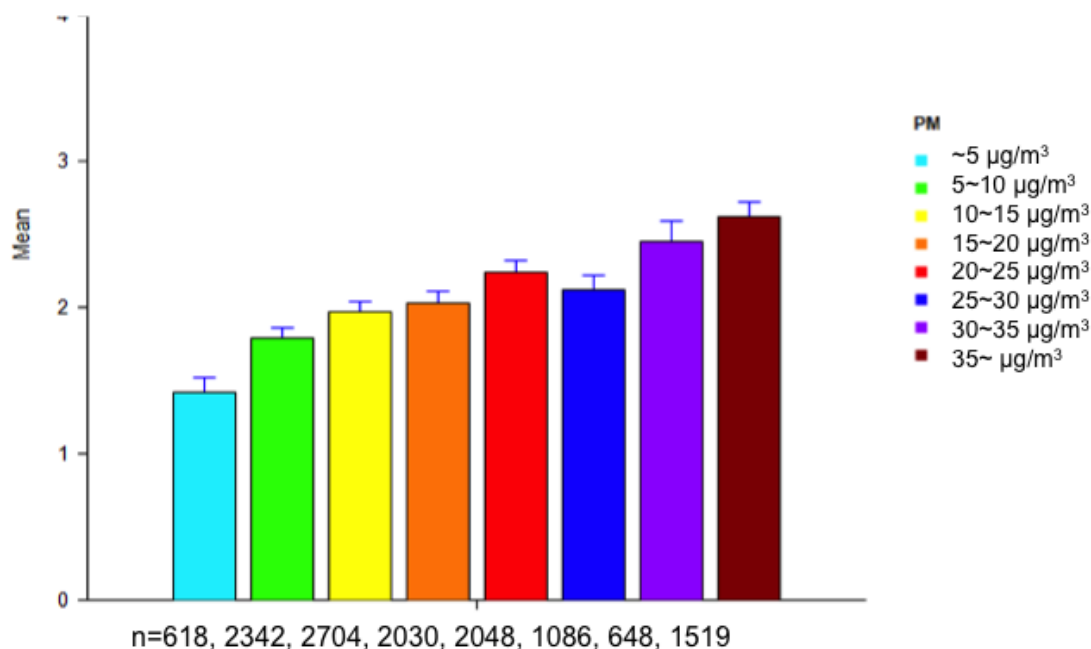
\* S02, N02, O<sub>x</sub>は、常時監視測定局より各参加者の最寄り局のものを曝露値とした

\* S02は、3ppbをカットオフ値として2分した

\* 個人内相関はexchangeable

さらに、PM2.5の日平均値を5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 毎に分けて、症状スコアの平均値を示した。PM2.5濃度が高くなるほど、症状スコアが高くなる傾向が示された(図(2) - 50)。

## PM2.5 低濃度から用量反応性



図(2)-50

上記を、同一被験者内の相関を考慮に入れて一般化推定方程式により解析すると、何らかのアレルギー症状があった割合は、PM2.5が10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ といった比較的濃度の低い日であっても、<5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ の日に比べると統計学的に有意に増加することが示された（表（2）－35）。

表（2）－35 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

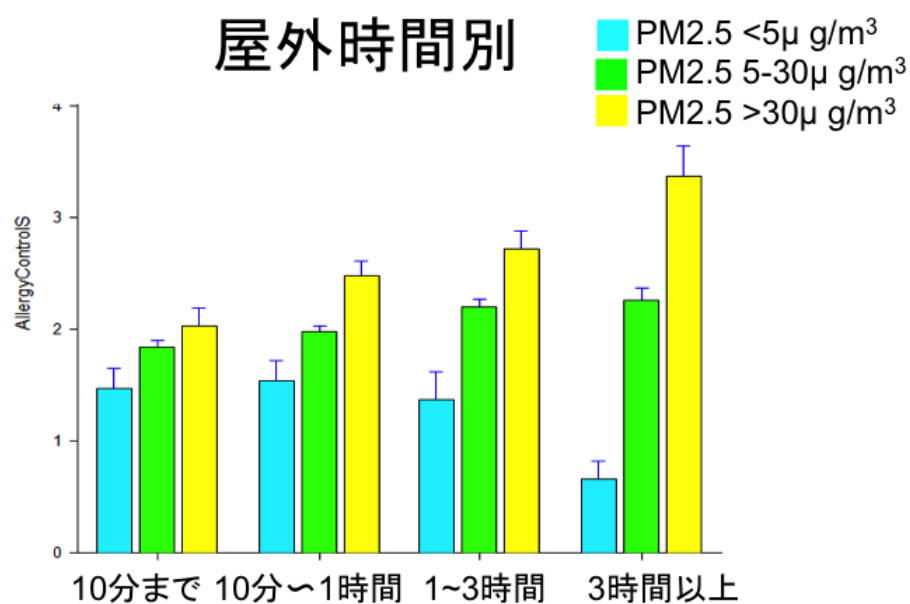
	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.142	1.15	1.00 - 1.33	0.0538
10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.200	1.22	1.07 - 1.40	0.0040
15-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.266	1.30	1.13 - 1.51	0.0004
20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.293	1.34	1.15 - 1.56	0.0001
25-30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.265	1.30	1.11 - 1.52	0.0009
30-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.383	1.47	1.23 - 1.75	<0.001
35- $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.438	1.55	1.32 - 1.82	<0.001

\* 個人内相関はexchangeable

\* 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 未満の日の回答と比較

PM2.5の濃度別に、屋外にいた時間毎に症状スコアの平均を示した。PM2.5の濃度が高いと、屋外にいた時間が長くなるにつれて症状スコアが上昇する様子が伺えた（図（2）－51）。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し交互作用項の効果をみたところ、屋外に出た時間があった場合に影響が強く観察され、この効果修飾は統計学的に有意（ $p=0.0391$ ）であった（表（2）－36）。



図(2)-51

n=262, 2863, 420, n=226, 4230, 899, n=80, 2026, 576, n=50, 1087, 272

表(2) - 36 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
PM2.5	0.0036	1.004	0.998 - 1.009	0.2011
屋外時間あり	0.0730	1.076	0.944 - 1.226	0.2737
交互作用項	0.0062	1.006	1.003 - 1.012	0.0391

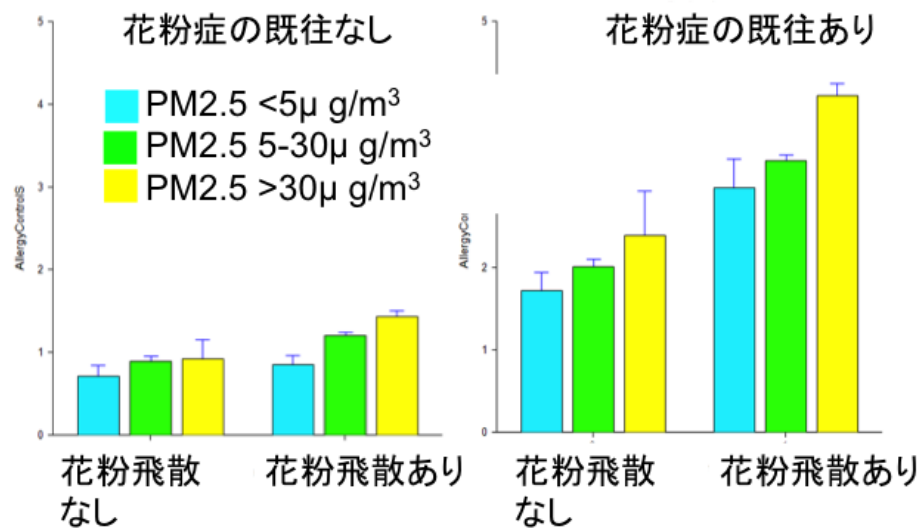
\* 個人内相関はexchangeable

\* PM2.5は連続変数として扱った ( $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ あたり)

PM2.5の濃度別花粉の濃度別に、アレルギー性鼻炎・花粉症の既往の有無別の症状スコアの平均を示した。アレルギー性鼻炎・花粉症の既往をもつ妊婦で、花粉飛散時も非飛散時もPM2.5の濃度が高くなるにつれて症状スコアが上昇する傾向が伺えた(図(2) - 52)。

さらに、同一被験者の繰り返し測定を考慮に入れて解析し交互作用項の効果をみたところ、アレルギー性鼻炎・花粉症の既往があった場合に影響が強く観察され、この効果修飾は統計学的に有意( $p=0.035$ )であったが、既往のないものでもPM2.5の影響は有意に認められた(表(2) - 37)。

## 花粉症既往の有無別



図(2)-52 n=149, 893, 36, 230, 4601, 1171, n=106, 1022, 36, 133, 3694, 924

表（２）－３７ 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
PM2.5 (>35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0.1342	1.144	1.016 – 1.287	0.026
既往あり	1.0351	2.815	2.376 – 3.358	<0.001
交互作用項	0.2184	1.244	1.015 – 1.524	0.035

\* 個人内相関はexchangeable

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

妊婦において、黄砂時にアレルギー様症状（鼻・目・気管支の症状）が増悪することを世界で初めて定量的に示した。また、花粉や大気汚染（球状粒子物質、SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>）が黄砂の影響を増強すること、黄砂の影響が主に花粉の共存存在下に発揮されており、アレルギー性鼻炎・花粉症を既往にもつ妊婦で症状悪化が強いことも明らかにした。

PM2.5についても、大気汚染基準値を超えた際には低濃度からアレルギー様症状が増悪すること、屋外時間の長い妊婦において影響が顕著であること、アレルギー性鼻炎・花粉症を既往に持つ妊婦で症状増悪が強いが、既往のない妊婦においても症状悪化がみられることを定量的に示した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

現在、PM2.5高値時には「不要不急の外出や屋外での長時間の激しい運動をできるだけ減らす」注意喚起がなされているが、我々は実際に屋外時間を減らすことによって症状悪化を低減できる根拠を提出できた。

また我々の調査では、調査の趣旨を参加候補者に理解していただく過程で、日本の一般的な子育て世代にとって「遠いよその国の問題」として捉えられがちな「砂漠化」の問題を、より身近な実際に自身の家族に直接的な影響を及ぼす可能性のある問題として考えていただくことができたと感じている。「子どもの健やかな成長」という共通した価値観・願いのもとに、広く国民レベル特に若い世代で環境保全への関心が得られたことは貴重であると考えます。今後も、論文発表、学会発表、地域での講演、参加者携帯端末への情報配信などを通じて、本研究成果の広報・普及に努める。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

## (1) 誌上発表

## &lt;論文(査読あり)&gt;

- 1) K. T. Kanatani, B. T. Slingsby, K. Mukaida, H. Kitano, Y. Adachi, D. Haefner and T. Nakayama. *Allergol Int. Sep*;62(3):337-41. "Translation and linguistic validation of the Allergy-CONTROL-Score™ for use in Japan" (2013)
- 2) 亀田 貴之, 片山 裕規, 後藤 知子, 鳥羽 陽, 唐 寧, 早川 和一, インライン還元-蛍光検出HPLCを用いた多環芳香族炭化水素キノン分析法の改良と大気粒子抽出物への適用, *分析化学* 2013; 62(11):979-984
- 3) K.T. Kanatani, M. Okumura, S. Tohno, Y. Adachi, K. Sato, T. Nakayama. *Environ Health Prev Med. Jan*;19(1):81-8. "Indoor particle counts during Asian dust events under everyday conditions at an apartment in Japan." (2014)
- 4) 黒沢洋一、大西一成：環境情報科学 42巻4号(2014)「黄砂の飛来と健康影響」
- 5) K.T. Kanatani, Y. Adachi, N. Sugimoto, H. Noma, K. Onishi, K Hamazaki, Y. Takahashi, I. Ito, M, Egawa, K. Sato, T. Go, Y. Kurozawa, H. Knadera, I. Konishi, T. Nakayama. *BMJ open*. in press. "Birth cohort study on the effects of desert dust exposure on children's health: protocol of an adjunct study of the Japan Environment & Children's Study." (2014)

## &lt;その他誌上発表(査読なし)&gt;

- 1) 金谷久美子、足立雄一：アレルギーの臨床 435,996-1001 (2013)  
「黄砂の小児喘息に与える影響」
- 2) 足立雄一、金谷久美子：Respiratory Trends 4, 16-17 (2014)  
「小児喘息と大気汚染」

## (2) 口頭発表(学会等)

- 1) 金谷久美子：富山酸性雨研究会 (2011. 7) 「黄砂の健康影響」
- 2) Kumiko Kanatani, Yuichi Adachi, Takeo Nakayama: 第52回大気環境学会年会 (2011. 9)  
International Symposium "Health effect of Asian dust in Japan"
- 3) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第52回大気環境学会年会 黄砂特別集会 (2011. 9) 「黄砂の小児喘息への影響」
- 4) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第48回日本小児アレルギー学会&APAPARI (合同開催) (2011. 10) "Epidemiological studies using atmospheric monitoring data in Japan"
- 5) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第61回アレルギー学会秋期学術大会 (2011. 11)  
「黄砂飛来時の窓の開け閉めによる、室内粒子カウント数変化」
- 6) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、高橋由光、中山健夫：H23年度環境研究総合推進費 黄砂3課題合同勉強会 (2011. 11) 「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト(黄砂)による呼吸器/アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 7) 金谷久美子：ながはま健康フェスタ (2011. 11) 「子どもとぜんそく」



- 8) Kazunari Onishi : American Association for Aerosol Research 30th Annual Conference(2011.10) Effect of metal aerosols in Asian dust on symptoms in healthy subjects, affected by migratory flyways to Japan.
- 9) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、浜崎景、板澤寿子、高橋由光、稲寺秀邦、黒沢洋一、中山健夫：第22回 疫学会総会（2012.1）「エコチル追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 10) 金谷久美子：Symposium on dust and health（2012.2）「黄砂とアレルギー」
- 11) 大西一成：Symposium on dust and health（2012.2）「自覚症状からみた黄砂の影響」
- 12) 金谷久美子：愛知保険医協会東三河地区総会（2012.3）「黄砂とアレルギー」
- 13) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第82回日本衛生学会「黄砂の小児喘息への影響」（2012.3）
- 14) K. Onishi, K. Kanatani, S. Otani, S. Minato, H. Mu, Y. Kurozawa 12th World Congress of Environmental Health Vilnius（2012.5 Lithuania）, ADVERSE HEALTH EFFECTS OF ASIAN DUST EVENTS AND AIR POLLUTIONS
- 15) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2012.5 滋賀）「ぜんそく「こんなもん」とあきらめていませんか？」
- 16) Kumiko Kanatani : 第22回国際喘息学会 シンポジウム2 “Effects of Asian dust on pediatric asthma”（2012.7）
- 17) 金谷久美子：大地の会（2012.7）「黄砂と子どもの健康調査」
- 18) 大西一成：鳥取県臨床皮膚科医会（2012.9）「黄砂と大気汚染物質の皮膚への影響 ～疫学的見地から～」
- 19) 大西一成 黒沢洋一：第6回山陰疫学研究会（2012.9）「黄砂と健康への影響～住民への自覚症状調査と一般化推定方程式を用いた解析～」
- 20) 金谷久美子：地域エコチル調査運営協議会（2012.10）「黄砂と子どもの健康調査」
- 21) 大西一成、黒沢洋一：第71回日本公衆衛生学会総会（2012.10）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける広報活動とリクルート同意率に関する検討」
- 22) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第51回富山県小児保健学会(2012.10)「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）～これまでの進捗と今後～」
- 23) 大西一成 原田省 黒沢洋一：第3回 エコチル協力医療機関への報告会（2012.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 24) 金谷久美子：第46回周南耳鼻科医会（2012.11）「黄砂とアレルギー」
- 25) 金谷久美子：第62回アレルギー学会（2012.11）シンポジウム2「小児喘息への黄砂の影響」
- 26) 大西一成 原田省 黒沢洋一：環境ホルモン学会（2012.12）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 27) 金谷久美子：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル）追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の進捗報告」
- 28) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、中山健夫、浜崎景、黒沢洋一：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「鳥取におけるエコチル認知度調査と追加調査による大気汚染物質が及ぼす妊婦への健康影響」
- 29) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「『黄砂と子どもの健康調査』の計画」

- 30) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、浜崎景、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム (2013.1) 「黄砂飛来と妊婦のアレルギー症状 -『黄砂と子どもの健康調査』より-
- 31) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第47回富山県公衆衛生学会 (2013.2) 「子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査) の進捗状況」
- 32) 大西一成：黄砂プロジェクト公開講演会 (2013.2) 「鳥取発！黄砂研究の最前線」
- 33) 金谷久美子、中山健夫：環境省における黄砂関連調査・研究に係る合同報告会 (2013.3) 「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト (黄砂) による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 34) エコチル鳥取ユニットセンター助産師：倉吉 伯耆しあわせの郷 鳥取県助産師会教育研修会 (2013.4) 「子どもの成長とオキシトシンの影響」
- 35) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル (2013.5) 「ぜんそく、こんなもんと思っていまませんか？」
- 36) 大西一成：はりま産学交流会 ～ビジネススキームを創ろう～ 創造例会 2013 (2013.5) 「大気浮遊粒子状物質 (黄砂・汚染物質・PM2.5成分) の簡易判別装置の創出」
- 37) 大西一成：福生公民館講演 (2013.5) 「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 38) 金谷久美子：第32回アレルギー談話会 (2013.6) 「黄砂の健康影響」
- 39) 大西一成：明道公民館講演～第3回環境・健康講座 あすなる学級～ (2013.6) 「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 40) 大西一成：南極医学医療ワークショップ (2013.7) 「黄砂に代表されるダストの健康影響と昭和基地における研究計画」
- 41) 大西一成：乾燥地研究センター一般公開 (2013.8) 「黄砂の健康影響～メタリックシンドローム?? 黄砂にのせられた粒子たち～」
- 42) 大西一成：尚徳公民館講演～第5回健康講座～ (2013.9) 「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 43) 大西一成、黒崎泰典、杉本伸夫、大谷眞二、篠田雅人、黒沢洋一：大気環境学会年会 (2013.9) 「黄砂・大気汚染日の経路・成分による分類および人体へ及ぼす健康影響評価」
- 44) 金谷久美子：福岡市 黄砂・PM2.5シンポジウム (2013.10) 「黄砂の健康影響」
- 45) 大西一成、中山健夫、大谷眞二、穆浩生、細田武伸、徳嶋靖子、浜崎景、黒沢洋一：第72回日本公衆衛生学会 (2013.10) 「モンゴル／ロシア発生森林火災の鳥取妊婦への影響 ～エコチル追加調査とリクルート数～」
- 46) 大西一成：エコチルフォローアップ情報交換会 (2013.11) 「子どもの健康と環境に関する全国調査 (エコチル調査) 鳥取ユニットセンターの広報実施報告」
- 47) 大西一成：院内セミナー (2013.11) 「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 48) 大西一成：中部地区高等学校理科教育研究会 秋の研修会 (2013.11) 「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 49) 大西一成：第72回 日本体力医学会 中国・四国地方会 (2013.11) 「黄砂と大気汚染の健康影響～メタリックシンドローム?? ジョギング前後の呼吸機能への影響評価～」
- 50) 大西一成：第52回 日本生気象学会 (2013.11) 「黄砂と大気汚染物質 (PM2.5) の気象・飛来経路による健康影響評価」

- 51) 金谷久美子：富山大学 環境塾（2013.11）「PM2.5の健康影響」
- 52) 足立雄一：第63回日本アレルギー学会秋期学術大会（2013.11）教育講演「環境因子とアレルギー発症・増悪」
- 53) 大西一成：第63回日本アレルギー学会 秋季学術会（2013.11）「黄砂の皮膚アレルギー ～疫学の観点から～」
- 54) 大西一成：附属病院外来 広報部主催ミニ健康講座「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 55) 金谷久美子：松江市市民公開講座（2013.12）「ここまでわかった黄砂およびPM2.5の健康影響」
- 56) 大西一成、黒沢洋一、原田省：第16回 日本環境ホルモン学会（2013.12）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける同意率と認知度の推移」
- 57) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014.1）「黄砂の、花粉・その他の大気汚染物質との相互作用 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 58) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014.1）「黄砂の影響の、地域差 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 59) 大西一成、金谷久美子、大谷眞二、細田武伸、穆浩生、黒沢洋一：第24回 日本疫学会（2014.1）「健常者とアレルギー性鼻炎有症者への黄砂（土壌性ダスト）の健康リスク評価」
- 60) 大西一成：黄砂パネル展 院内健康講座 総合診療外来（2014.2）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 61) 金谷久美子：おでかけ0次カフェ
- 62) 大西一成：大気環境学会 近畿支部（2014.3）「飛来経路による黄砂金属成分と健常者への健康影響評価」
- 63) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014.5）「黄砂のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 64) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、伊藤功朗、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014.5）「PM2.5のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 65) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2014.5）「気になる黄砂とPM2.5～どれくらい気をつけたらいいの？～」

### （3）出願特許

特に記載すべき事項はない

### （4）シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない

### （5）マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHK きんスタ（2013年4月19日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 2) NHK あさいち（2013年4月25日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 3) BSSラジオ「スマイル金曜日」エコチル探検隊（2014年2月～2014年10月毎週金曜日）

**(6) その他**

特に記載すべき事項はない。

**8. 引用文献**

特に記載すべき事項はない。

### (3) 妊婦における、土壌性ダスト（黄砂）の高感受性群の検索

富山大学医学部 小児科	足立 雄一・板澤 寿子
富山大学医学部 公衆衛生学 <研究協力者>	稲寺 秀邦
富山大学医学部 公衆衛生学	浜崎 景

平成23～25年度累計予算額：39,211千円 ただし（2）予算額と合算  
 （うち、平成25年度予算額：13,500千円 ただし（2）予算額と合算）  
 予算額は、間接経費を含む。

#### [要旨]

近年、中国などのアジア大陸からの越境汚染が問題となっている。そのなかでも、黄砂はシリカやアルミなどの土壌成分ばかりでなく、細菌や真菌などの微生物成分や、硫酸塩や硝酸塩などの大気汚染成分が付着した形で日本に飛散するため、その健康被害が懸念されている。そこで我々は、環境省が実施しているエコチル調査に参加している母子を対象に、富山・鳥取・京都の3カ所で黄砂が妊婦の呼吸器・アレルギー症状にどのような影響を及ぼすか、さらに黄砂の影響がある場合には黄砂への影響を受けやすい素因について検討した。方法としては、黄砂飛来日ならびに非飛来日に対象者の携帯端末を介してアンケート調査を依頼し、携帯端末を介して直接回答してもらい、コンピューターシステムを用いて集計したデータを用いて統計学的解析を行った。なお、黄砂飛来は各地に設置されているLIDAR (light detection and rangin) のデータから判断した。

全体としては、花粉症・アレルギー性鼻炎の既往者、低年収者、中・高卒者、居住環境が悪い（室内のカビなど）者において、呼吸器・アレルギー様症状を多く認めた。そのなかでも、特に花粉症・アレルギー性鼻炎の既往がある妊婦や低収入の妊婦において、黄砂飛来による影響が強く認められた。今後、黄砂への感受性が高い妊婦に対してどのような予防処置が可能なのか、また高感受性の妊婦から出生した子どもが成長段階でどのような影響を受けるのかについて引き続き研究を継続する必要がある。

#### [キーワード]

黄砂 越境大気汚染 PM2.5 アレルギー 母子保健

#### 1. はじめに

近年、人口増加に伴う森林の伐採や過放牧により世界で砂漠化が進んでおり、地球温暖化とあいまって砂漠の砂（土壌性ダスト）が偏西風や貿易風によって飛来する量・頻度が増えている。黄砂は、アジア大陸内陸部の砂漠で風によって上空に巻き上げられた土壌／鉱物粒子が東アジア等の広範囲に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であるが、黄砂が日本で観測される頻度・量とも1980年代後半から特に2000年頃から急激に増えていることが報告されている。黄砂粒子はシリカやアルミといった土壌鉱物、Lipopolysaccharide:LPSやβグルカンのような微生物成分と、

人為起原と考えられる硫酸塩、硝酸塩、芳香族環状炭化水素（PAH）、農薬といった成分から構成される。近年、基礎免疫学において、アレルゲンに対する免疫応答の開始には、PAMPsと呼ばれる細菌やウイルスなどの感染源が特異的に持つ分子パターンと、DAMPsと呼ばれる細胞障害成分との共同作業が必要であること、これらの自然免疫の活性化がアレルギー疾患の発症において重要であることが明らかにされたが、黄砂の主成分であるシリカはDAMPsとして、 $\beta$ グルカンやLPS等の微生物成分はPAMPsとしての作用を持つ。つまり黄砂はそれ自体で、アレルギー反応開始に必要な物質を両方持っているのである。実際に動物実験において、黄砂粒子に含まれるシリカが喘息様病態を悪化させ、また抗原特異的抗体産生を高めること、さらに、微生物成分や硫酸塩を除去しない黄砂粒子ではそれらを除去した黄砂粒子より炎症反応が強いことが示されている。

一方、わが国の花粉症の患者数は依然増加傾向である。また、わが国においては、スギ・ヒノキの花粉シーズンと黄砂飛来シーズンは重なっていることから、動物にて黄砂にアジュバント作用が確認されているように、実際に人においても黄砂が花粉症の症状を悪化させている可能性も考えられるが、真偽は明らかでない。

我々は、サブテーマ(1)(4)と共同で、子育て中の母親世代に広く普及している携帯端末のメール機能を使い、曝露予防行動や症状等についてタイムリーな情報収集を可能とするシステムを作成し、妊婦において黄砂飛来のアレルギー様症状悪化リスクを定量的に評価するとともに、どのような背景の妊婦で黄砂の影響が強く観察されるかを検討した。

## 2. 研究開発目的

本サブテーマの目的は、土壌性ダスト（黄砂）のアレルギー病態への短期的影響について、どのような因子をもつ妊婦で強いのかを検索することである。

## 3. 研究開発方法

(1) エコチル調査の参加同意取得後、引き続きもしくは追って郵送等で追加調査のリクルートを行った。必要に応じて面談や電話等による説明を行い、インフォームドコンセントを手交もしくは郵送にて得た。登録時情報として、年齢／妊娠前Body Mass Index (BMI)／各アレルギー疾患の既往／喫煙の既往・登録時の喫煙習慣の有無／同居者の喫煙の有無／居住地（幹線道路から<30m, 30-50m, >50m)／家屋構造（鉄筋, 木造, 戸建て, 集合住宅)／築年数／室内カビの有無／空気清浄機使用の有無／除湿器使用の有無／加湿器使用の有無／常時使用しているメールアドレスを得た。

(2) 妊娠期に地域のLIDAR (Light Detection And Ranging : 土壌性ダストを特異的に測定できるシステム)にて午前6時から午後6時までの消散係数の中央値が0.070 /kmを超えた日（及びコントロール日）の夜8時頃に、その日に屋外にいた時間、及び呼吸器／アレルギー症状の有無を尋ねるアンケートへの回答依頼を自動的に配信した。コントロール日は、概ね、黄砂シーズン中に1/10程度の確率でランダムに選択され配信されることとした。

(3) 対象者は上記情報をWeb上のアンケートサイトにアクセスし回答を入力し、回答は自動的にデータベースに格納されるように設計した。

### (4) 解析方法

一般化推定方程式(GEE)にて個人内の相関を加味して解析した。アレルギー様症状の有無

(Allergy Control Score™の症状スコア>0) を従変数とするモデルに、黄砂飛来 (>0.07/km) と妊婦の各背景因子、それらの交互作用項を投入し、交互作用項の係数をみた。

影響修飾の可能性を考慮した背景因子

年齢／妊娠前Body Mass Index (BMI)／各アレルギー疾患の既往／喫煙の既往・登録時の喫煙習慣の有無／同居者の喫煙の有無／居住地(幹線道路から<30m, 30-50m, >50m)／家屋構造(鉄筋, 木造, 戸建て, 集合住宅)／築年数／室内カビの有無／空気清浄機使用の有無／除湿器使用の有無／加湿器使用の有無

#### 4. 結果及び考察

土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響について、妊婦の様々な背景因子別に解析し、どのような因子をもつ妊婦で黄砂時に症状悪化が強いのかを検索した。背景因子として、既往歴・体重・年齢・喫煙環境・居住環境(室内カビ等)・社会経済的環境(年収等)を考慮した。

以下の知見が得られた。ただし、LIDAR値は測定値を使用している。今後、固定値による再解析を行う。

- ・花粉症・アレルギー性鼻炎の既往、低年収、中学卒／高校卒、住居の室内カビの存在、住居での空気清浄機／除湿器／加湿器の使用を背景にもつ妊婦で、全体的にアレルギー症状スコアが高かった。
- ・花粉症・アレルギー性鼻炎の既往、低年収を背景にもつ妊婦で、黄砂飛来時にアレルギー様症状の悪化が強い傾向にあった。

これらの詳細を下に記す。

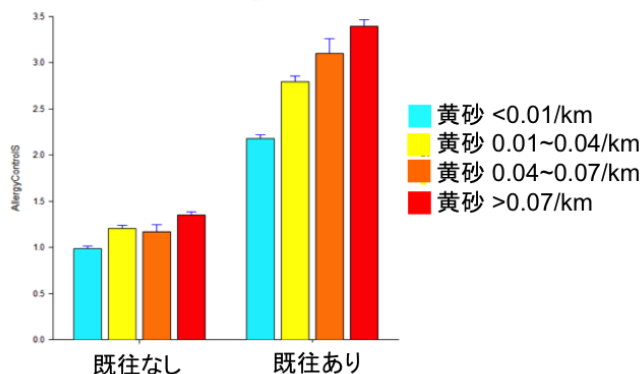
##### (1) 既往歴(医師に診断されたことがあるかを、参加者が報告)

下記の各既往歴の有無別に黄砂時の症状スコアの変化を算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、各既往歴の有無が黄砂時に何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。

【検討した既往歴】アレルギー性鼻炎・花粉症／喘息／シックハウス症候群／アトピー性皮膚炎／慢性中耳炎／慢性副鼻腔炎／じんましん／薬剤アレルギー／化学物質過敏症／接触性皮膚炎

アレルギー性鼻炎・花粉症を既往にもつと報告した妊婦、シックハウス症候群を既往にもつと報告した妊婦で、黄砂時のアレルギー症状スコアの上昇の程度が大きかった。アレルギー性鼻炎・花粉症をもつ妊婦では、既往のない妊婦に比べて黄砂時に何らかのアレルギー症状のある割合は有意に増加していた(図(3)-1、表(3)-1)。シックハウス症候群は例数が少なく統計学的な有意にはならなかった。

#### アレルギー性鼻炎・花粉症の有無



図(3)-1 n= 11555, 2507, 1301, 1774, 8226, 1738, 940, 1393

表（3）－1 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.196	1.22	1.11 – 1.33	0.0068
花粉症の既往	0.912	2.49	2.24 – 2.76	<0.001
交互作用項	0.202	1.22	1.06 – 1.42	<0.001

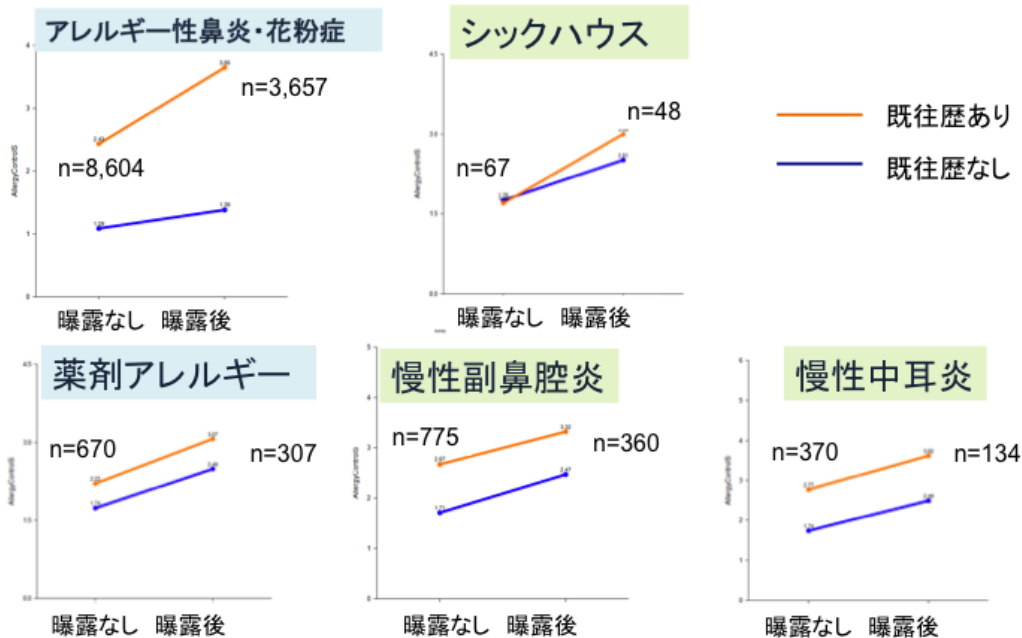
\* 個人内相関はexchangeable

図（3）－2に、アレルギー性鼻炎・花粉症の既往の有無における、黄砂濃度別の（<0.01/km, 0.01-0.04/km, 0.04-0.07/km, >0.07/km）、アレルギー症状のスコアの平均値を示す。アレルギー性鼻炎・花粉症を既往にもつ妊婦では、黄砂非飛来時から症状スコアが高く、黄砂時の症状悪化の程度も大きかった。ただし、既往がないと報告した妊婦においても、黄砂濃度に応じた症状スコアの上昇は軽度ながら観察された。

既往のあるものでは、鼻や目の症状スコア上昇の他に、皮膚のかゆみや、全身のだるさ、頭痛、熱っぽい感じといった全身症状のスコア上昇も観察された。

シックハウス症候群は例数が少なく現時点で結論は出せないが、その他の疾患については、ベースラインでの症状スコアには既往の有無で差があったものの、黄砂時の症状スコアの上昇の程度は既往の有無に関わらず同程度であり（図（3）－2）、特に黄砂の影響を受けやすい様子はみられなかった。

## 既往歴の有無による、反応の違い

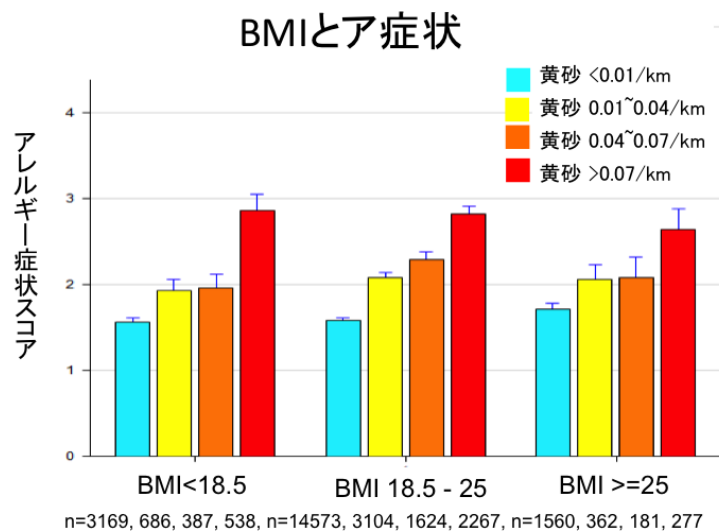


図(3)-2



## (2) 妊娠前BMI (図(3) - 3)

妊娠前のBMIに基づいて、やせ・適性範囲(18.5-25)・肥満に3分し、黄砂濃度別の症状スコアを算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、BMIが、黄砂時の何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。低BMIでは、非黄砂時には症状スコアが低い、黄砂時のスコア上昇の程度にはBMIによる大きな修飾は観察されなかった(表(3) - 2)。



図(3)-3

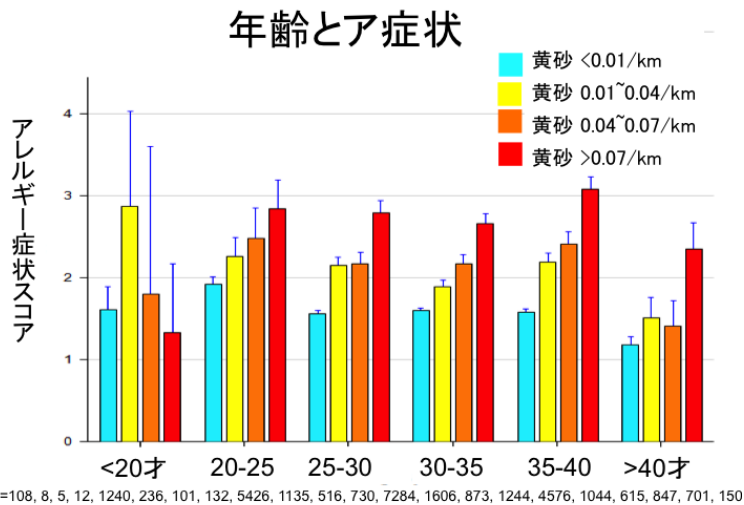
表(3) - 2 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.289	1.34	1.23 - 1.44	<0.001
低BMI (<18.5)	-0.141	0.87	0.75 - 1.00	0.0499
高BMI (>=25)	-0.017	0.98	0.79 - 1.22	0.8734
交互作用項(1)	-0.089	0.91	0.77 - 1.09	0.3209
交互作用項(2)	-0.116	0.89	0.70 - 1.14	0.3584

\* 個人内相関はexchangeable

## (3) 年齢 (図(3) - 4)

回答時年齢に基づいて、15才から45才まで5才刻みに6分し、黄砂時の症状スコアの変化を算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、年齢が、黄砂時の何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。年齢が高いほど、非黄砂時には症状スコアが低い、黄砂時のスコア上昇の程度は大きい傾向があった(表(3) - 3)。



図(3)-4

表(3) - 3 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.078	1.08	0.87 - 1.35	0.4169
年齢 (5才刻み)	-0.004	1.00	0.94 - 1.05	0.4875
交互作用項	0.060	1.06	0.99 - 1.14	0.0888

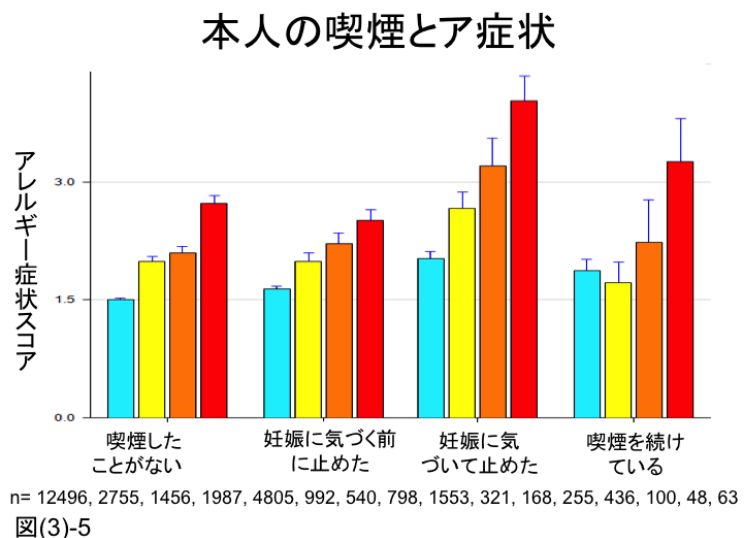
\* 個人内相関はexchangeable

\* 年齢はカテゴリーオーダー (&lt;20才と比較)

#### (4) 喫煙環境

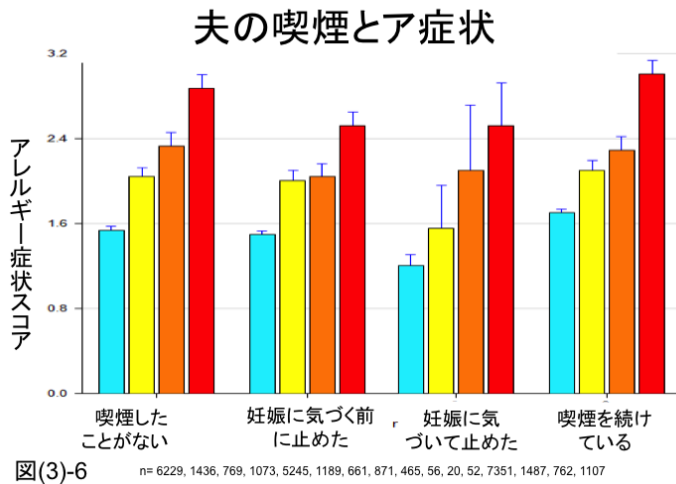
本人の喫煙歴／夫の喫煙歴／受動喫煙の頻度について、黄砂時の症状スコアの変化を算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、喫煙環境が、黄砂時の何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。

- 本人の喫煙歴では、直近まで吸っていた妊婦ほど症状スコアが高い傾向が観察された(図(3)-5)。喫煙歴の違いによる黄砂濃度に応じた症状スコアの上昇の違いは、直近まで吸っていた妊婦ほど上昇が大きいような傾向もみられるが、はっきりしたものは観察されなかった。

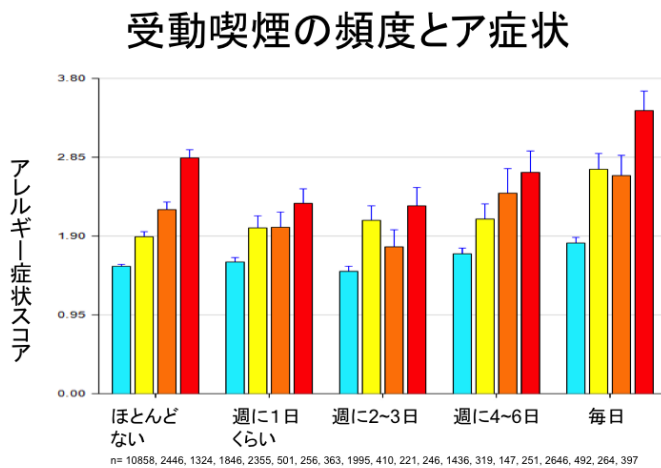


図(3)-5

- 夫の喫煙歴では、夫が喫煙を続けている妊婦で症状スコアが高い傾向が観察された（図（3）－6）。夫の喫煙歴の違いによる黄砂濃度に応じた症状スコアの上昇の違いは、はっきりしたものは観察されなかった。



- 受動喫煙では、受動喫煙の機会の多いもので、症状スコアが高い様子が観察された（図（3）－7）。ただし、黄砂飛来時のスコアの上昇の程度が大きい様子ははっきりしなかった。



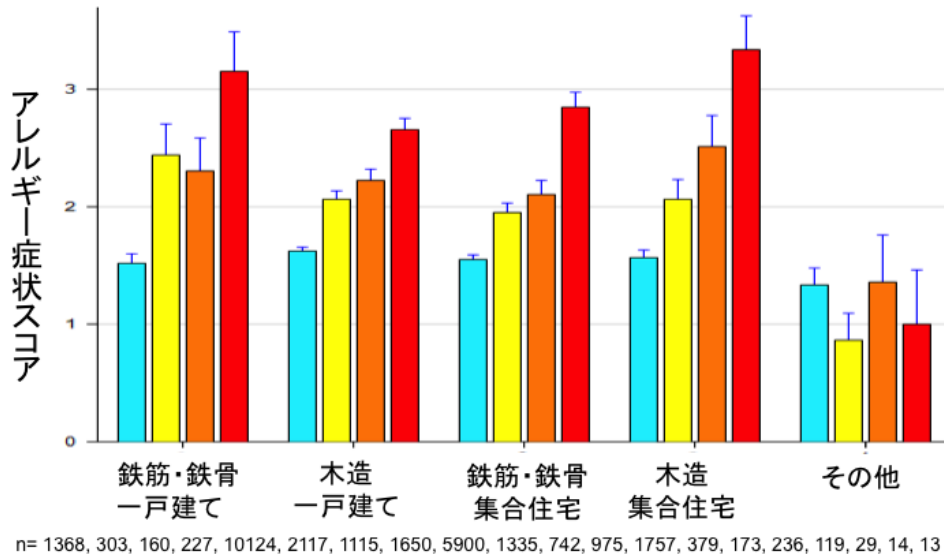
#### （5）居住環境

家屋構造／築年数／室内のカビの有無（自己申告）／空気清浄機使用の有無／加湿器使用の有無／除湿器使用の有無について、黄砂時の症状スコアの変化を算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、居住環境が、黄砂時に何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。

- 家屋構造では、木造集合住宅に住む妊婦で黄砂時のアレルギー症状スコアの上昇が大きい傾向が観察された（図（3）－8）。個人内相関を考慮に入れた上で解析すると、木造アパートで

あると黄砂時の影響が強い傾向は観察されたが、統計学的には有意ではなかった。

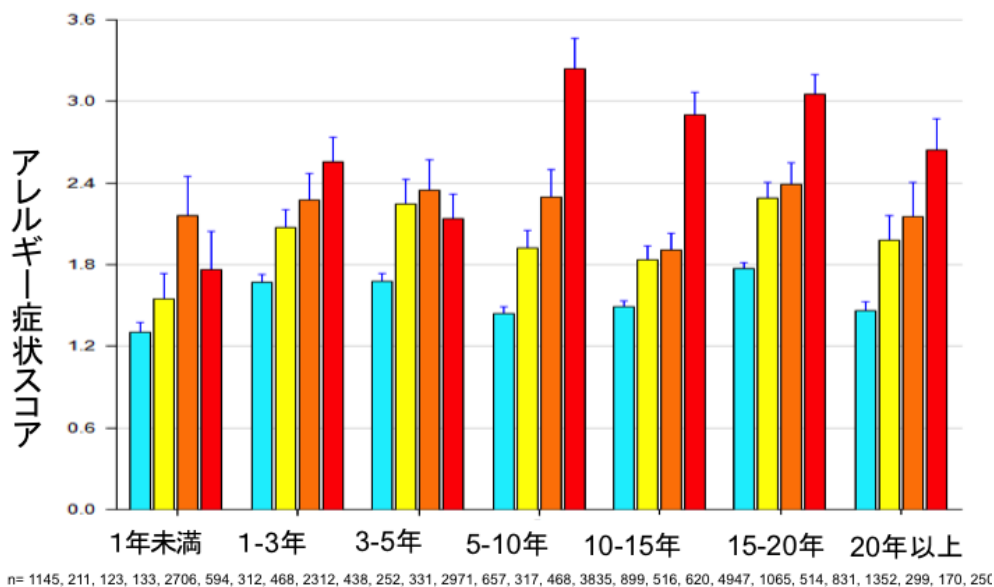
## 居住家のタイプとア症状



図(3)-8

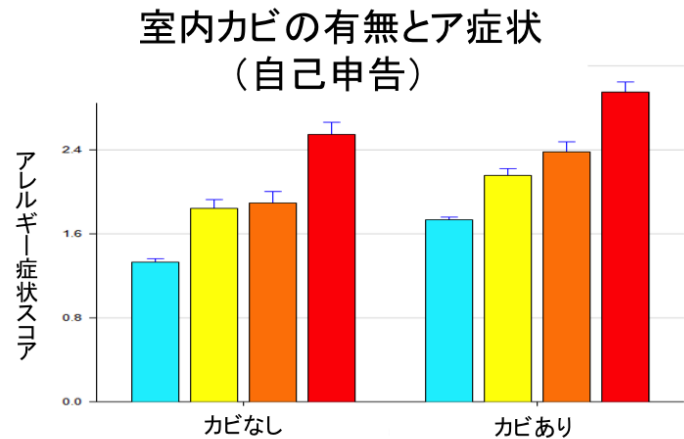
- ・ 築年数では、5年を超えたあたりから黄砂時のアレルギー症状スコアの上昇が大きい傾向が観察された(図(3)-9)。個人内相関を考慮に入れた上で解析すると、築5年以上であると黄砂時の影響が強い傾向は観察されたが、統計学的には有意ではなかった(p=0.15)。

## 居住家の築年数とア症状



図(3)-9

- 室内カビの有無については、カビがあると申告した妊婦でアレルギー症状スコアが高い傾向が観察された（図（3）-10）。黄砂時の症状スコアが大きいかについては、はっきりしたものは観察されなかった。個人内相関を考慮に入れた上での解析でも、同様の結果であった。



図(3)-10 n= 6988, 1482, 830, 1157, 12280, 2681, 1374, 1944

- 空気清浄機や加湿器、除湿器の使用については、使用者で症状スコアがやや高い傾向が観察されたが（data not shown）、これについては、もともと症状のあるものが購入して使用しているのではないかと考えている。

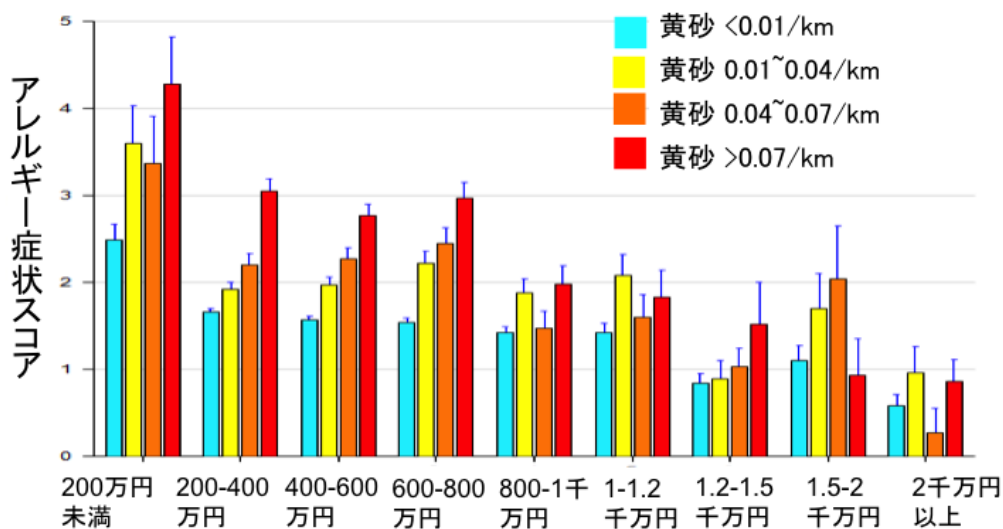
#### （6）社会経済的環境

収入／学歴について、黄砂時の症状スコアの変化を算出した。さらに個人内相関を考慮に入れて、収入／学歴が、黄砂時に何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。

- 収入（図（3）-11）

年収が低いとアレルギー症状スコアが高い様子、黄砂時の症状スコア上昇の程度も大きい様子が観察された。

### 経済的状況（年収）とア症状



n=1444,391,191,257,n=5518,1239,628,898,n=6643,1348,754,1032,n=3191,635,338,498,n=1443,306,162,250,n=517,107,58,76,n=251,61,34,42,n=188,50,28,27,n=73,26,11,21

図(3)-11

さらに個人内相関を考慮に入れて、年収が黄砂時に何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみた。高年収であると黄砂時にアレルギー症状を有する割合が低減する傾向は認められたが、統計学的には有意ではなかった（表（3）-4）。

表（3）-4 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.317	1.37	1.07 - 1.57	<0.001
年収	-0.044	0.96	0.92 - 1.00	0.0328
交互作用項	-0.030	0.97	0.92 - 1.02	0.2357

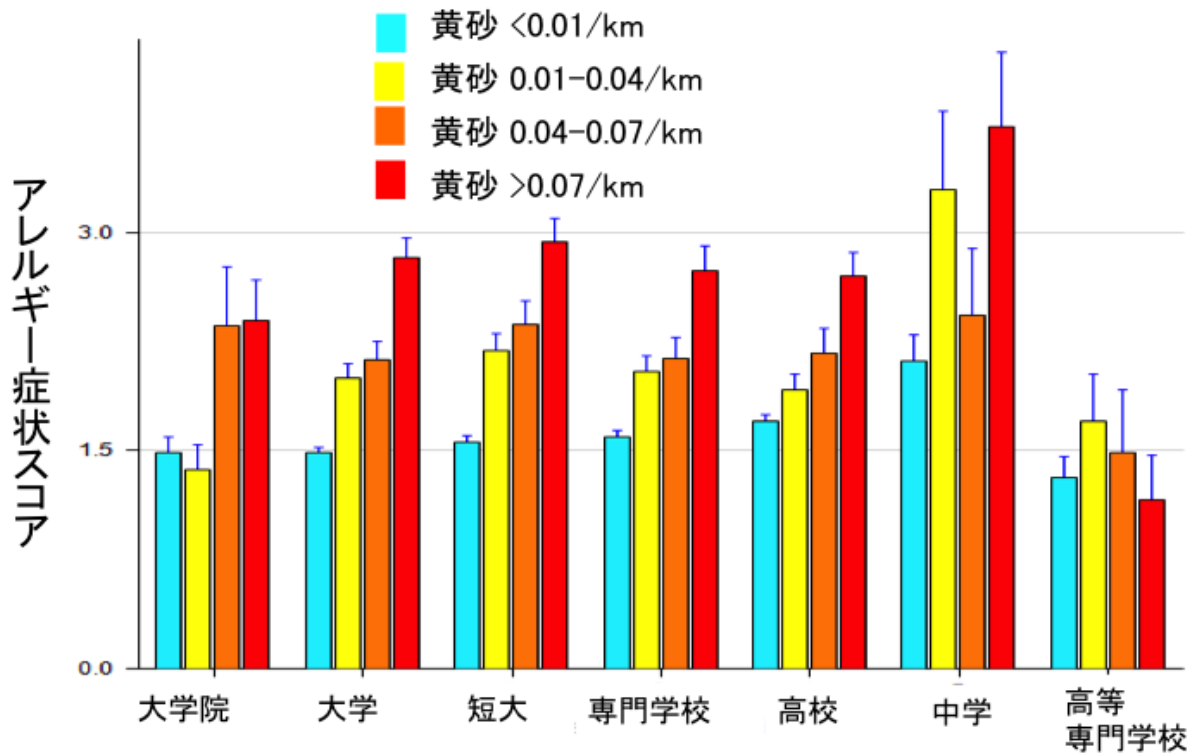
\* 個人内相関はexchangeable

\* 年収はカテゴリーオーダー

・ 学歴（図（3）-12）

中学卒／高校卒でアレルギー症状スコアが高い様子が観察された。黄砂時の症状スコア上昇の程度については、明らかな違いは観察されなかった。

## 本人の最終学歴とア症状



n= 675, 169, 113, 150, 5455, 1214, 678, 959, 3583, 827, 448, 627, 4364, 888, 433, 605, 4438, 911, 432, 632, 478, 100, 63, 90, 275, 54, 37, 38

図(3)-12

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響は、花粉症・アレルギー性鼻炎の既往、低年収を背景にもつ妊婦で悪化が強いことを示した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

また我々の調査では、調査の趣旨を参加候補者に理解していただく過程で、日本の一般的な子育て世代にとって「遠いよその国の問題」として捉えられがちな「砂漠化」の問題を、より身近な実際に自身の家族に直接的な影響を及ぼす可能性のある問題として考えていただくことができたと感じている。「子どもの健やかな成長」という共通した価値観・願いのもとに、広く国民濃度特に若い世代で環境保全への関心が得られたことは貴重であると考えます。今後も、論文発表、学会発表、地域での講演、参加者携帯端末への情報配信などを通じて、本研究成果の広報・普及に努めます。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

#### <論文(査読あり)>

- 1) K. T. Kanatani, B. T. Slingsby, K. Mukaida, H. Kitano, Y. Adachi, D. Haefner and T. Nakayama. *Allergol Int.* Sep;62(3):337-41. "Translation and linguistic validation of the Allergy-CONTROL-Score™ for use in Japan" (2013)
- 2) 亀田 貴之, 片山 裕規, 後藤 知子, 鳥羽 陽, 唐 寧, 早川 和一, インライン還元-蛍光検出HPLCを用いた多環芳香族炭化水素キノン分析法の改良と大気粒子抽出物への適用, *分析化学* 2013; 62(11):979-984
- 3) K.T. Kanatani, M. Okumura, S. Tohno, Y. Adachi, K. Sato, T. Nakayama. *Environ Health Prev Med.* Jan;19(1):81-8. "Indoor particle counts during Asian dust events under everyday conditions at an apartment in Japan." (2014)
- 4) 黒沢洋一、大西一成：環境情報科学 42巻4号(2014)「黄砂の飛来と健康影響」
- 5) K.T. Kanatani, Y. Adachi, N. Sugimoto, H. Noma, K. Onishi, K Hamazaki, Y. Takahashi, I. Ito, M, Egawa, K. Sato, T. Go, Y. Kurozawa, H. Knadera, I. Konishi, T. Nakayama. *BMJ open.* in press. "Birth cohort study on the effects of desert dust exposure on children's health: protocol of an adjunct study of the Japan Environment & Children's Study." (2014)

<査読付論文に準ずる成果発表> (対象：社会・政策研究の分野)

特に記載すべき事項はない

<その他誌上発表(査読なし)>

- 1) 金谷久美子、足立雄一：アレルギーの臨床 435,996-1001 (2013)  
「黄砂の小児喘息に与える影響」
- 2) 足立雄一、金谷久美子：Respiratory Trends 4, 16-17 (2014)  
「小児喘息と大気汚染」

(2) 口頭発表(学会等)

- 1) 金谷久美子：富山酸性雨研究会 (2011.7) 「黄砂の健康影響」
- 2) Kumiko Kanatani, Yuichi Adachi, Takeo Nakayama: 第52回大気環境学会年会 (2011.9)  
International Symposium “Health effect of Asian dust in Japan”
- 3) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第52回大気環境学会年会 黄砂特別集会 (2011.9) 「黄砂の小児喘息への影響」
- 4) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第48回日本小児アレルギー学会&APAPARI (合同開催) (2011.10) “Epidemiological studies using atmospheric monitoring data in Japan”
- 5) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第61回アレルギー学会秋期学術大会 (2011.11)  
「黄砂飛来時の窓の開け閉めによる、室内粒子カウント数変化」
- 6) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、高橋由光、中山健夫：H23年度環境研究総合推進費 黄砂3課題合同勉強会 (2011.11) 「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト(黄砂)による呼吸器/アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 7) 金谷久美子：ながはま健康フェスタ (2011.11) 「子どもとぜんそく」
- 8) Kazunari Onishi: American Association for Aerosol Research 30th Annual Conference (2011.10) Effect of metal aerosols in Asian dust on symptoms in healthy subjects, affected by migratory flyways to Japan.
- 9) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、浜崎景、板澤寿子、高橋由光、稲寺秀邦、黒沢洋一、中山健夫：第22回疫学会総会 (2012.1) 「エコチル追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 10) 金谷久美子：Symposium on dust and health (2012.2) 「黄砂とアレルギー」
- 11) 大西一成：Symposium on dust and health (2012.2) 「自覚症状からみた黄砂の影響」
- 12) 金谷久美子：愛知保険医協会東三河地区総会 (2012.3) 「黄砂とアレルギー」
- 13) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第82回日本衛生学会「黄砂の小児喘息への影響」(2012.3)
- 14) K. Onishi, K. Kanatani, S. Otani, S. Minato, H. Mu, Y. Kurozawa 12th World Congress of Environmental Health Vilnius (2012.5 Lithuania), ADVERSE HEALTH EFFECTS OF ASIAN DUST EVENTS AND AIR POLLUTIONS
- 15) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル (2012.5 滋賀) 「ぜんそく「こんなもん」とあきらめていませんか？」
- 16) Kumiko Kanatani : 第22回国際喘息学会 シンポジウム2 “Effects of Asian dust on pediatric asthma” (2012.7)



- 17) 金谷久美子：大地の会（2012.7）「黄砂と子どもの健康調査」
- 18) 大西一成：鳥取県臨床皮膚科医会（2012.9）「黄砂と大気汚染物質の皮膚への影響 ～疫学的見地から～」
- 19) 大西一成 黒沢洋一：第6回山陰疫学研究会（2012.9）「黄砂と健康への影響～住民への自覚症状調査と一般化推定方程式を用いた解析～」
- 20) 金谷久美子：地域エコチル調査運営協議会（2012.10）「黄砂と子どもの健康調査」
- 21) 大西一成、黒沢洋一：第71回日本公衆衛生学会総会（2012.10）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける広報活動とリクルート同意率に関する検討」
- 22) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第51回富山県小児保健学会（2012.10）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）～これまでの進捗と今後～」
- 23) 大西一成 原田省 黒沢洋一：第3回 エコチル協力医療機関への報告会（2012.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 24) 金谷久美子：第46回周南耳鼻科医会（2012.11）「黄砂とアレルギー」
- 25) 金谷久美子：第62回アレルギー学会（2012.11）シンポジウム2「小児喘息への黄砂の影響」
- 26) 大西一成 原田省 黒沢洋一：環境ホルモン学会（2012.12）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 27) 金谷久美子：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル）追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の進捗報告」
- 28) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、中山健夫、浜崎景、黒沢洋一：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「鳥取におけるエコチル認知度調査と追加調査による大気汚染物質が及ぼす妊婦への健康影響」
- 29) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 30) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、浜崎景、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「黄砂飛来と妊婦のアレルギー症状 -『黄砂と子どもの健康調査』より-」
- 31) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第47回富山県公衆衛生学会（2013.2）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）の進捗状況」
- 32) 大西一成：黄砂プロジェクト公開講演会（2013.2）「鳥取発！黄砂研究の最前線」
- 33) 金谷久美子、中山健夫：環境省における黄砂関連調査・研究に係る合同報告会（2013.3）「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 34) エコチル鳥取ユニットセンター助産師：倉吉 伯耆しあわせの郷 鳥取県助産師会教育研修会（2013.4）「子どもの成長とオキシトシンの影響」
- 35) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2013.5）「ぜんそく、こんなもんとっていませんか？」
- 36) 大西一成：はりま産学交流会 ～ビジネススキームを創ろう～ 創造例会 2013（2013.5）「大気浮遊粒子状物質（黄砂・汚染物質・PM<sub>2.5</sub>成分）の簡易判別装置の創出」
- 37) 大西一成：福生公民館講演（2013.5）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 38) 金谷久美子：第32回アレルギー談話会（2013.6）「黄砂の健康影響」

- 39) 大西一成：明道公民館講演～第3回環境・健康講座 あすなる学級～（2013.6）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 40) 大西一成：南極医学医療ワークショップ（2013.7）「黄砂に代表されるダストの健康影響と昭和基地における研究計画」
- 41) 大西一成：乾燥地研究センター一般公開（2013.8）「黄砂の健康影響～メタリックシンドローム?? 黄砂にのせられた粒子たち～」
- 42) 大西一成：尚徳公民館講演～第5回健康講座～（2013.9）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 43) 大西一成、黒崎泰典、杉本伸夫、大谷眞二、篠田雅人、黒沢洋一：大気環境学会年会（2013.9）「黄砂・大気汚染日の経路・成分による分類および人体へ及ぼす健康影響評価」
- 44) 金谷久美子：福岡市 黄砂・PM2.5シンポジウム（2013.10）「黄砂の健康影響」
- 45) 大西一成、中山健夫、大谷眞二、穆浩生、細田武伸、徳嶋靖子、浜崎景、黒沢洋一：第72回日本公衆衛生学会（2013.10）「モンゴル／ロシア発生森林火災の鳥取妊婦への影響 ～エコチル追加調査とリクルート数～」
- 46) 大西一成：エコチルフォローアップ情報交換会（2013.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査） 鳥取ユニットセンターの広報実施報告」
- 47) 大西一成：院内セミナー（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 48) 大西一成：中部地区高等学校理科教育研究会 秋の研修会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 49) 大西一成：第72回 日本体力医学会 中国・四国地方会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響～メタリックシンドローム?? ジョギング前後の呼吸機能への影響評価～」
- 50) 大西一成：第52回 日本生気象学会（2013.11）「黄砂と大気汚染物質(PM2.5)の気象・飛来経路による健康影響評価」
- 51) 金谷久美子：富山大学 環境塾（2013.11）「PM2.5の健康影響」
- 52) 足立雄一：第63回日本アレルギー学会秋期学術大会（2013.11）教育講演「環境因子とアレルギー発症・増悪」
- 53) 大西一成：第63回日本アレルギー学会 秋季学術会（2013.11）「黄砂の皮膚アレルギー ～疫学の観点から～」
- 54) 大西一成：附属病院外来 広報部主催ミニ健康講座「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 55) 金谷久美子：松江市市民公開講座（2013.12）「ここまでわかった黄砂およびPM2.5の健康影響」
- 56) 大西一成、黒沢洋一、原田省：第16回 日本環境ホルモン学会（2013.12）「エコチル調査 鳥取ユニットセンターにおける同意率と認知度の推移」
- 57) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014.1）「黄砂の、花粉・その他の大気汚染物質との相互作用 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 58) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014.1）「黄砂の影響の、地域差 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 59) 大西一成、金谷久美子、大谷眞二、細田武伸、穆浩生、黒沢洋一：第24回 日本疫学会（2014.1）「健常者とアレルギー性鼻炎有症者への黄砂（土壌性ダスト）の健康リスク評価」

60) 大西一成：黄砂パネル展 院内健康講座 総合診療外来（2014.2）「黄砂と大気汚染の健康影響」

61) 金谷久美子：おでかけ0次カフェ

62) 大西一成：大気環境学会 近畿支部（2014.3）「飛来経路による黄砂金属成分と健常者への健康影響評価」

63) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014.5）「黄砂のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」

64) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、伊藤功朗、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014.5）「PM2.5のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」

65) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2014.5）「気になる黄砂とPM2.5～どれくらい気をつけたらいいの？～」

### （3）出願特許

特に記載すべき事項はない

### （4）シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない

### （5）マスコミ等への公表・報道等

1) NHKきんスタ（2013年4月19日、本調査の意義について数分ほど紹介）

2) NHKあさイチ（2013年4月25日、本調査の意義について数分ほど紹介）

3) BSSラジオ「スマイル金曜日」エコチル探検隊（2014年2月～2014年10月毎週金曜日）

### （6）その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

#### (4) 土壌性ダスト（黄砂）の影響の地域差

鳥取大学医学部 公衆衛生学

大西 一成

平成23～25年度累計予算額：22,038千円（うち、平成25年度予算額：6,933千円）

予算額は、間接経費を含む。

##### [要旨]

アレルギー疾患患者数は世界的に著しく増加している。我が国でも今や国民の半数は何らかのアレルギー疾患患者である。鳥取県は、学校保健調査において喘息の有病割合が最も高く報告されているがその真偽や理由は明らかになっていない。

そこで、サブテーマ(2)(3)より明らかになった黄砂の影響修飾因子（花粉やその他の大気汚染物質、予防行動等）について地域別に検討し、地域差をもたらす原因について考察した。

富山の妊婦では、全体的にアレルギー様症状を発現する割合が低かった。鳥取の妊婦では、黄砂時(>0.07/km)に症状悪化する程度が大きく観察された。本調査期間中では鳥取の黄砂イベント(>0.07/km)では、黄砂濃度（実際にはLIDARの消散係数）が高いものが多かったこと、古築・木造アパートに住むものが多かったこと、社会経済的な弱者が多かったことが考えられた。さらに研究を継続して現象を解明することが必要である。

##### [キーワード]

黄砂 越境大気汚染 アレルギー 母子保健

#### 1. はじめに

近年、人口増加に伴う森林の伐採や過放牧により世界で砂漠化が進んでおり、地球温暖化とあいまって砂漠の砂（土壌性ダスト）が偏西風や貿易風によって飛来する量・頻度が増えている。黄砂は、アジア大陸内陸部の砂漠で風によって上空に巻き上げられた土壌／鉱物粒子が東アジア等の広範囲に飛来し、大気中に浮遊あるいは降下する現象であるが、黄砂が日本で観測される頻度・量とも1980年代後半から特に2000年頃から急激に増えていることが報告されている。黄砂粒子はシリカやアルミといった土壌鉱物、Lipopolysaccharide;LPSやβグルカンのような微生物成分と、人為起原と考えられる硫酸塩、硝酸塩、芳香族環状炭化水素（PAH）、農薬といった成分から構成される。近年、基礎免疫学において、アレルゲンに対する免疫応答の開始には、PAMPsと呼ばれる細菌やウイルスなどの感染源が特異的に持つ分子パターンと、DAMPsと呼ばれる細胞障害成分との共同作業が必要であること、これらの自然免疫の活性化がアレルギー疾患の発症において重要であることが明らかにされたが、黄砂の主成分であるシリカはDAMPsとして、βグルカンやLPS等の微生物成分はPAMPsとしての作用を持つ。つまり黄砂はそれ自体で、アレルギー反応開始に必要な物質を両方持っているのである。実際に動物実験において、黄砂粒子に含まれるシリカが喘息様病態を悪化させ、また抗原特異的抗体産生を高めること、さらに、微生物成分や硫酸塩を除去しない黄砂粒子ではそれらを除去した黄砂粒子より炎症反応が強いことが示されている。

一方、気管支喘息の患者数は世界的に増加傾向であり、特に都市化の進んだ地域における増加

が著しい。我が国においても、小児気管支喘息（以下喘息と表現する）は、文部科学省の2007年度学校保健統計調査において小学生の有症割合が過去最多と報告されている。しかし、その原因は明らかになっていない。小児気管支喘息の有病割合を都道府県別にみると、小学生全体では山梨県4.0%と鳥取県9.3%との間で2.3倍の開きがあり、特に西日本では必ずしも都市化の進んだ地域で有病率が高いわけではなく、鳥取などの日本海側や大分、福岡などの九州での有病率の高さが目をひくが、これらの地域は、黄砂が高頻度に飛来する地域と一致している。

我々は、サブテーマ(1)(2)(3)と共同で、子育て中の母親世代に広く普及している携帯端末のメール機能を使い、曝露予防行動や症状等についてタイムリーな情報収集を可能とするシステムを作成し、妊婦における黄砂飛来時のアレルギー様症状悪化リスクについて、地域差の検討を行った。

## 2. 研究開発目的

本サブテーマの目的は、土壌性ダスト（黄砂）のアレルギー病態への短期的影響について、京都、富山、鳥取の3地域で、地域により黄砂の影響が変わるか、地域により影響が変わるなら、差を決定する因子について検索、考察することである。

## 3. 研究開発方法

(1) エコチル調査の参加同意取得後、引き続いてもしくは追って郵送等で追加調査のリクルートを行った。必要に応じて面談や電話等による説明を行い、インフォームドコンセントを手交もしくは郵送にて得た。登録時情報として、母親：年齢／体重／喘息の既往／登録時の喘息治療の有無／アレルギー疾患の既往／花粉症の有無／喫煙の既往／登録時の喫煙習慣の有無／同居者の喫煙の有無／居住地（幹線道路から0-30m, 30-50m, >50m）／家屋構造（鉄筋鉄骨, 木造, 集合住宅, 戸建て）／開放型暖房器具の使用の有無／社会経済状態／常時使用しているメールアドレスを得た。

(2) 妊娠中に地域のLIDAR（Light Detection And Ranging：土壌性ダストを特異的に測定できるシステム）にて午前6時から午後6時までの黄砂濃度の中央値が0.070 /kmを超えた日（及びコントロール日）の夜8時頃に、その日に屋外にいた時間、及び呼吸器／アレルギー症状の有無を尋ねるアンケートを自動的に配信した。コントロール日は、概ね、黄砂シーズン中に1/10程度の確率でランダムに選択され配信されることとした。

(3) 対象者は上記情報をWeb上のアンケートサイトにアクセスし回答を入力し、回答は自動的にデータベースに格納される。

### (4) 解析方法

「地域（京都／富山／鳥取）」や「黄砂」と「地域」の交互作用項をモデルに投入し、地域による影響の違いがあるかどうかを検索した。一般化推定方程式(GEE)など、個人内の相関を加味できる方法にて解析した。

## 4. 結果及び考察

土壌性ダストのアレルギー様症状への急性影響について、地域別に解析し、地域によってアレルギー様症状発現の頻度や黄砂時の症状悪化の程度に違いがないかを検討した。その後、地域差

をもたらす原因について考察した。

以下の知見が得られた。ただし、LIDAR値は速報値であることに留意が必要である。

- ・ 富山の妊婦では、全体的にアレルギー様症状を発現する割合が低かった
- ・ 鳥取の妊婦では、黄砂時 (>0.07/km) に症状悪化する程度が大きかった
- ・ 鳥取の妊婦で黄砂時に症状悪化する程度が大きく観察された一因として、本調査期間中では鳥取の黄砂イベント (>0.07/km) では、黄砂濃度 (LIDARの消散係数) が高いものが多かったこと、古築・木造アパートに住むものが多かったこと、社会経済的な弱者が多かったことが考えられた

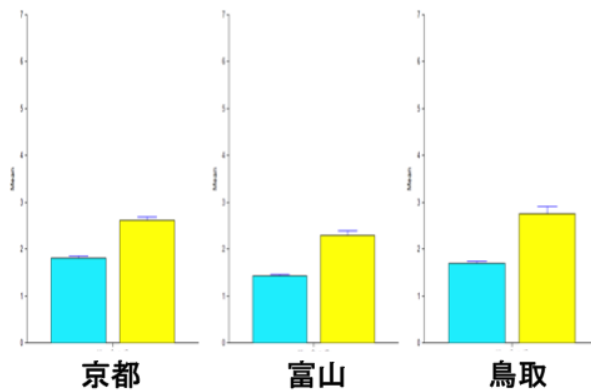
以下に、これらの結果の詳細を記す。

### (1) 地域別の検討

妊婦のアレルギー症状スコアの平均を、地域別に黄砂非飛来時と飛来時に分けて示した(図(4)-1)。富山では、黄砂飛来に関係なく全体的に症状スコアが低い様子、鳥取では黄砂非飛来時には京都とさほど変わらないが、黄砂飛来時の症状スコアの上昇の程度は大きそうな様子が観察された。さらに個人内相関を考慮に入れて、地域が、黄砂時に何らかの症状をもつ割合の増加を修飾するかをみ

た。富山では、黄砂非飛来時から何らかのアレルギー様症状をもつものの割合は京都より有意に低く、鳥取では、黄砂非飛来時には京都よりもアレルギー様症状をもつものの割合は低い、黄砂時のスコアの上昇の程度は京都よりも大きい傾向にあった(表(4)-1)。

## 地域差とその原因の検索



図(4)-1 n= 7627, 4524, 10583, 1110, 4828, 762

表(4)-1 何らかのアレルギー症状が出現するリスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.247	1.28	1.18 - 1.39	<0.001
富山	-0.304	0.74	0.66 - 0.83	<0.001
鳥取	-0.118	0.89	0.77 - 1.02	0.101
交互作用項(富山)	-0.072	0.93	0.79 - 1.10	0.399
交互作用項(鳥取)	0.149	1.16	0.95 - 1.41	0.137

\* 個人内相関はexchangeable

## \* 京都と比較

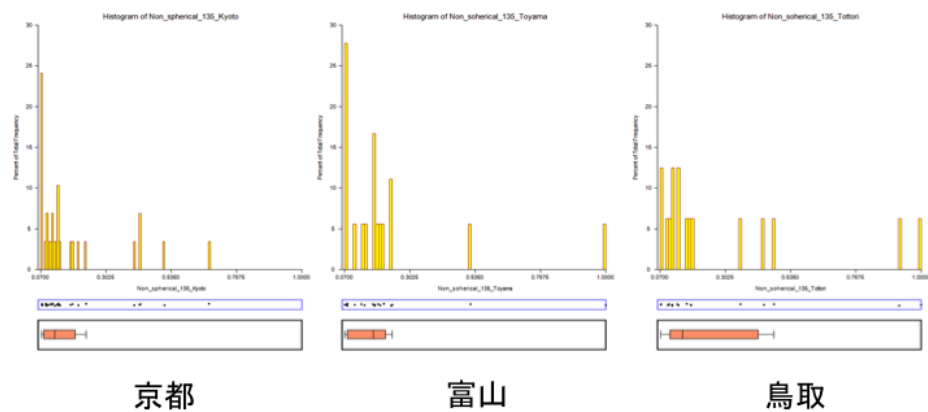
## (2) 地域差の原因の考察：黄砂や他の大気汚染物質、花粉の地域差

上記の原因を考察するために、まず、黄砂自体の濃度（消散係数）、サブテーマ(2)(3)の解析にて黄砂の影響を強くすると考えられた、その他の大気汚染物質や花粉の飛散状況の地域差について検討した。

## 1) 黄砂

図(4)-2に、3地域の調査期間中の黄砂日の黄砂濃度（実際にはLIDARの消散係数）の分布を示す。鳥取に飛来した黄砂は比較的濃いもの（LIDARの消散係数の高いもの）が多い一方で、京都や富山ではそれほどでないものも多く観察された。予定していた解析ではこれらのイベントを一律「黄砂飛来」として扱っていたが、規模の大

## 黄砂日の黄砂レベル



図(4)-2

きさを考慮に入れるためLIDARの非球状粒子状物質を連続変数として扱う解析を追加した。そして、地域との交互作用項を、個人内相関を考慮に入れたモデルにて解析したところ、鳥取の交互作用項は低減され、京都よりもむしろ低めに算出された（表(4)-2）。

鳥取で黄砂の影響が強い様子が観察されたのは、鳥取では飛来日の黄砂の濃度（消散係数）が高かったことが一因にあると考えられる。

表(4)-2

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂（連続変数）	2.434	11.4	4.67 - 27.8	<0.001
富山	-0.290	0.75	0.66 - 0.84	<0.001
鳥取	-0.108	0.90	0.80 - 1.03	0.182
交互作用項（富山）	0.155	1.17	0.21 - 6.41	0.859
交互作用項（鳥取）	-0.138	0.87	0.20 - 3.84	0.856

\* 個人内相関はexchangeable

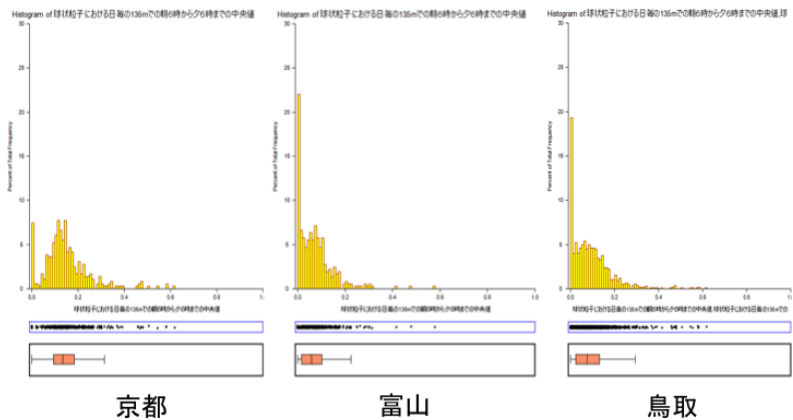
\* 京都と比較

### 2) 球状粒子状物質

全体の解析にて、球状粒子状物質が多く共存すると黄砂の影響が強まる様子が観察された。鳥取で黄砂の影響が強く観察された原因の1つとして球状粒子状物質が高い可能性も検討した。地域毎の球状粒子状物質の日の中央値の分布を図(4)-3に示す。特に鳥取で高い様子はみられなかった。

また、黄砂日の球状粒子状物質の分布をみても、特に鳥取で高い様子はみられなかった(データ非表示)。

## 球状粒子状物質

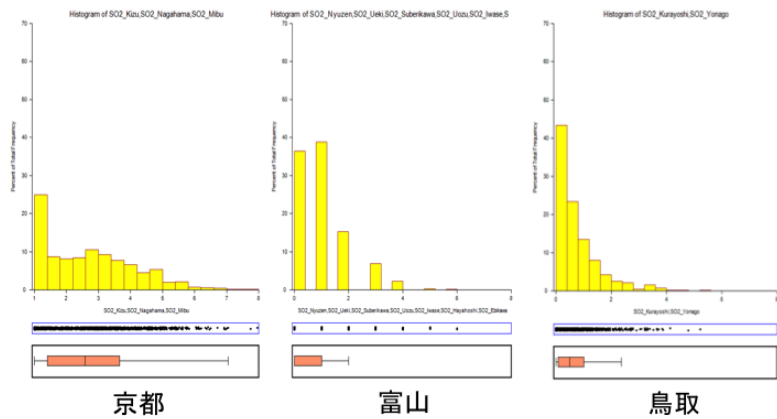


図(4)-3

### 3) SO2

全体の解析にて、SO2が多く共存すると黄砂の影響が強まる傾向が観察された。鳥取で黄砂の影響が強く観察された原因の1つとしてSO2濃度が高い可能性も検討したが、SO2は特に鳥取で高い様子はみられなかった。SO2の日の中央値の分布を図(4)-4に示す。また、黄砂日のSO2の分布をみても、特に鳥取で高い様子はみられなかった(データ非表示)。

## SO2

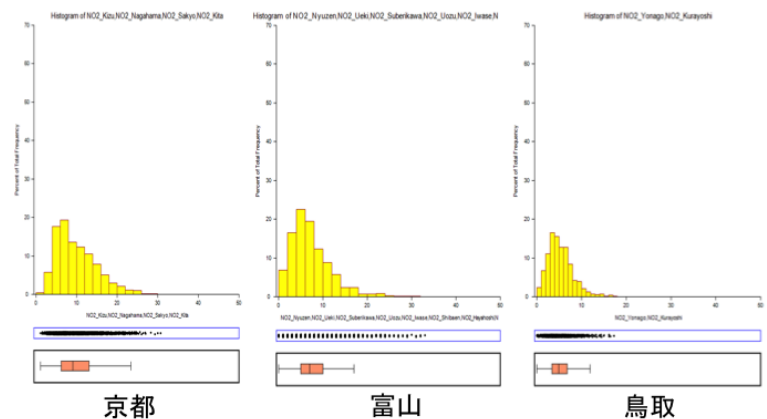


図(4)-4

### 4) NO2

全体の解析にて、NO2が多く共存すると黄砂の影響が強まる様子が観察された。鳥取で黄砂の影響が強く観察された原因の1つとしてNO2濃度が高い可能性も検討したが、NO2は特に鳥取で高い様子はみられなかった。NO2の日の中央値の分布を図(4)-5に示す。また、黄砂日のNO2の分

## NO2



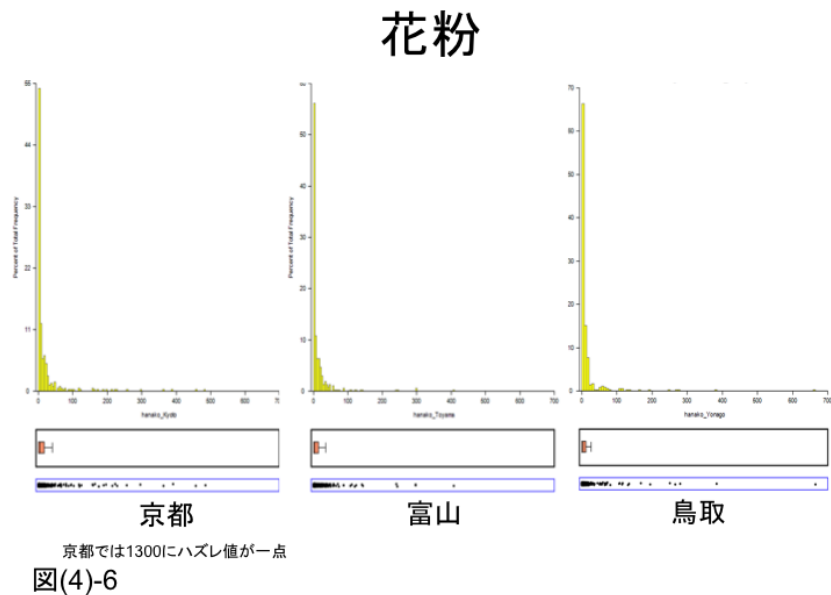
図(4)-5



布をみても、特に鳥取で高い様子はみられなかった（データ非表示）。

## 5) 花粉

全体の解析にて、黄砂の影響は主に花粉の共存在下に発揮されている様子が観察された。鳥取で黄砂の影響が強く観察された原因の1つとして花粉量が多い可能性が考えられた。期間中の日の花粉の分布を図(4)-6に示す。特に鳥取で高い様子はみられなかった。また、黄砂日の花粉の分布をみても、特に鳥取で高い様子はみられなかった（データ非表示）。



## (2) 背景の地域差

富山で黄砂飛来に関係なく全体的に症状スコアが低い理由、鳥取で黄砂飛来時の症状スコアの上昇の程度が大きい理由を考察するために、次に、妊婦の背景の地域差について検討した。

### 1) 既往歴

アレルギー・耳鼻科疾患に関連する参加者の各既往歴をもつ割合（医師診断を自己申告）を、地域別に示す（表(4)-3）。主解析にてアレルギー性鼻炎・花粉症をもつ妊婦で黄砂時のアレルギー症状スコアの上昇の程度が大きかったが、京都に比べて鳥取でアレルギー性鼻炎・花粉症を既往歴にもつ割合は低く、既往歴の差は鳥取で黄砂の影響が大きい理由にはならないことが示された。また、これまで、鳥取県は学校保健調査で子どもの喘息有病割合が高いことが示されていたが、その真偽は不明とされていた。我々の調査においても、妊婦・児において喘息やその他のアレルギー疾患、耳鼻科疾患の既往をもつ割合が鳥取で高いことを示した（児についてはサブテーマ(1)の表を参照のこと）。

表(4) - 3 各疾患の既往歴 (医師診断の有無を自己申告)

	Kyoto n=997	Toyama n=1315	Tottori n=656	Total n=2968
Asthma	9.8%	9.7%	13.9%	10.4%
Allergic rhinitis/pollinosis	41%	33%	36%	36%
Chronic sinusitis	3.9%	1.9%	5.0%	3.2%
Chronic otitis media	0.5%	1.3%	2.0%	1.1%
Atopic dermatitis	6.1%	15.0%	18.9%	12.9%
Allergic conjunctivitis	3.1%	12.0%	9.0%	8.3%
Food allergy	1.1%	2.7%	3.8%	2.4%
Drug allergy	1.0%	2.2%	3.2%	2.0%
Hives	4.0%	15.4%	16.2%	11.4%
Contact dermatitis	0.5%	2.8%	2.6%	1.9%
Sick-house syndrome	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%
Chemical sensitivity	0.0%	0.3%	0.0%	0.1%

\* 回答のなかったものを除いて解析

## 2) 年齢/体重 (BMI)

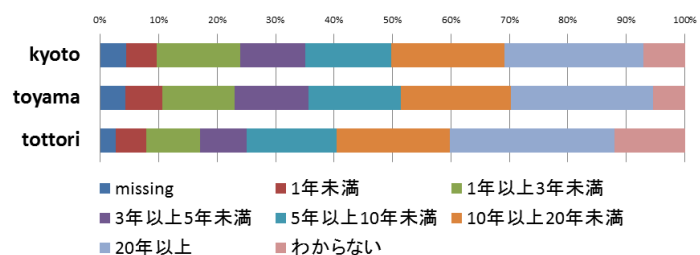
参加者の年齢は、京都 $32.1 \pm 4.6$ 才、富山 $31.0 \pm 4.8$ 才、鳥取 $30.8 \pm 4.8$ 才と、京都でやや高かった。参加者の妊娠前のBMIは、京都 $20.7 \pm 2.9$ 、富山 $20.9 \pm 2.9$ 、鳥取 $20.9 \pm 3.2$ と、京都でやや低かった。妊娠前のBMIがのぞましい範囲 (BMI: 18.5-25) であった参加者は、京都76%、富山77%、鳥取73%と、鳥取でやや低く、全体では75%であった。鳥取では、やせ・肥満ともに、京都や富山よりも多かった。ただし、黄砂の影響はやせ・肥満ではむしろ小さい傾向にあったため、これらが鳥取で黄砂の影響が強く観察された理由にはならないと考えられる。

## 3) 居住環境

全体の解析にて、居宅の築年数が古い場合、木造アパートの場合に黄砂の影響が大きい傾向が観察された。鳥取で黄砂の影響が強く観察された原因の1つとしてこれらの割合が高い可能性を検討した。居宅の築年数及び居宅の建築タイプの分布を図

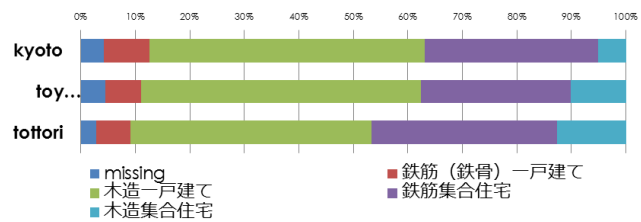
(4) - 7, 図 (4) - 8 に示す。

鳥取で古築、木造アパートが多くみ



図(4)-7 居宅の築年数

られた。さらに、黄砂と築年数、その交互作用項を、地域差をみるモデルに投入すると、地域差の係数はやや低減された。古築が多いことも、鳥取で黄砂の影響が強く観察された一因と考えられる。



図(4)-8 居宅の構造

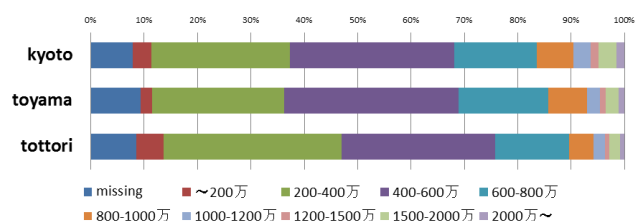
表 (4) - 4 何らかのアレルギー症状の出現リスク

	beta	オッズ比	95%信頼区間	P-value
黄砂	0.169	1.18	1.04 - 1.35	<0.001
築年数5年以上	-0.062	0.94	0.84 - 1.06	0.294
黄砂*築年数	0.266	1.30	1.19 - 1.44	<0.001
富山	-0.289	0.75	0.66 - 0.84	<0.001
鳥取	-0.100	0.91	0.78 - 1.04	0.172
交互作用項(富山)	-0.365	0.69	0.57 - 0.85	<0.001
交互作用項(鳥取)	0.037	1.04	0.82 - 1.32	0.766

\* 個人内相関はexchangeable

#### 4) 社会経済的状況

全体の解析にて、年収が低い場合に黄砂の影響が大きい傾向が観察された。年収の分布を図(4)-9に示す。鳥取で低年収が多くみられ、低年収が多いことも、鳥取で黄砂の影響が大きく観察された一因と考えられる。



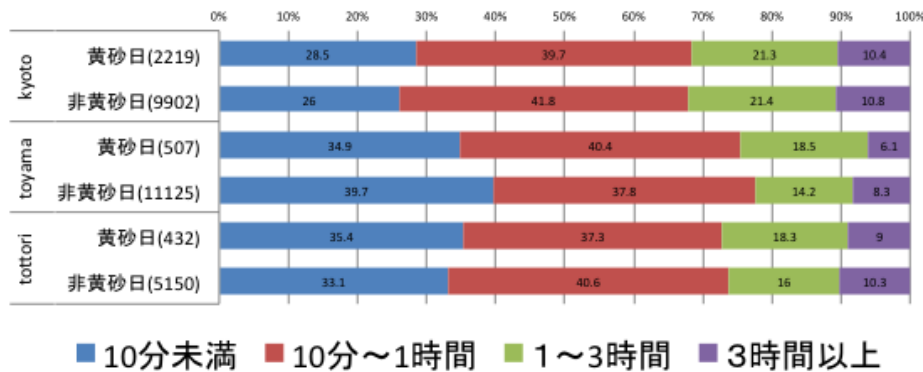
図(4)-9 年収

#### 5) 行動の地域差

##### a) 屋外に出ていた時間

全体の解析にて、屋外に出ていた時間が長い場合に黄砂の影響が強い様子が観察された。屋外に出ていた時間の分布を図(4)-10に示す。特に鳥取で外出時間が長い様子はみられなかった。

## 屋外時間の割合

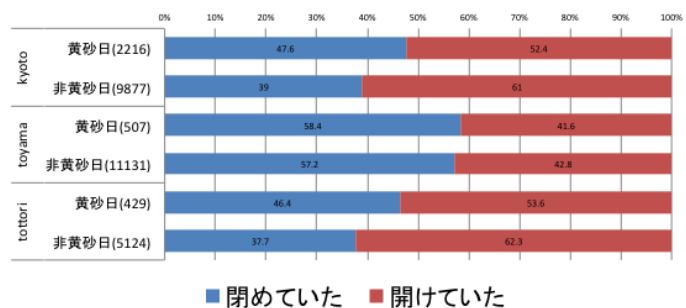


図(4)-10

### b) 窓を開けていた時間の有無

全体の解析にて、窓をあけていた時間があった場合に黄砂の影響がやや強い様子が観察された。窓を開けていた割合を図(4)-11に示す。特に鳥取で窓を開けていた人が多い様子はみられなかった。

## 窓明け

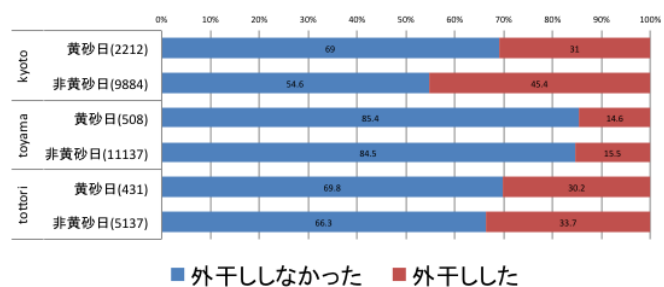


図(4)-11

### c) 洗濯物の外干しの有無

全体の解析にて、洗濯物を外干ししていた場合に黄砂の影響がやや強い傾向が観察された。洗濯物を外干ししていた割合を図(4)-12に示す。特に鳥取で洗濯物を外干ししていた人が多い様子はみ

## 洗濯物の外干し

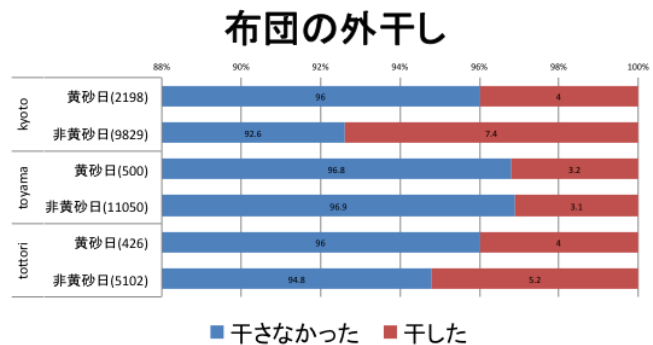


図(4)-12

られなかった。

#### d) 布団の外干しの有無

全体の解析にて、布団を外干ししていた場合に黄砂の影響がやや強い傾向が観察された。布団を外干ししていた割合を図（4）－13に示す。特に鳥取で布団を外干ししていた人が多い様子はみられなかった。



図(4)-13

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

これまで、鳥取県は学校保健調査で子どもの喘息有病割合が高いことが示されていたが、その真偽は不明とされていた。我々は妊婦において、喘息やその他のアレルギー疾患、耳鼻科疾患の既往をもつ割合が鳥取で高いことを示した。

鳥取の妊婦では、黄砂時に症状悪化する程度が大きいことを示し、その一因として、鳥取では黄砂イベントの規模が大きいものが多いこと、古築・木造アパートに住むものが多いこと、社会経済的な弱者が多いことが考えられることを示した。

### (2) 環境政策への貢献

#### <行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

#### <行政が活用することが見込まれる成果>

我々の調査では、調査の趣旨を参加候補者に理解していただく過程で、日本の一般的な子育て世代にとって「遠いよその国の問題」として捉えられがちな「砂漠化」の問題を、より身近な実際に自身の家族に直接的な影響を及ぼす可能性のある問題として考えていただくことができたと感じている。「子どもの健やかな成長」という共通した価値観・願いのもとに、広く国民レベル特に若い世代で環境保全への関心が得られたことは貴重であると考えている。今後も、論文発表、学会発表、地域での講演、参加者携帯への情報配信などを通じて、本研究成果の広報・普及に努める。

## 6. 国際共同研究等の状況

特に記載すべき事項はない。

## 7. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

## &lt;論文（査読あり）&gt;

- 1) K. T. Kanatani, B. T. Slingsby, K. Mukaida, H. Kitano, Y. Adachi, D. Haefner and T. Nakayama. *Allergol Int. Sep*;62(3):337-41. “Translation and linguistic validation of the Allergy-CONTROL-Score™ for use in Japan“ (2013)
- 2) 亀田 貴之, 片山 裕規, 後藤 知子, 鳥羽 陽, 唐 寧, 早川 和一, インライン還元一蛍光検出HPLCを用いた多環芳香族炭化水素キノン分析法の改良と大気粒子抽出物への適用, *分析化学* 2013; 62(11):979-984
- 3) K.T. Kanatani, M. Okumura, S. Tohno, Y. Adachi, K. Sato, T. Nakayama. *Environ Health Prev Med. Jan*;19(1):81-8. “Indoor particle counts during Asian dust events under everyday conditions at an apartment in Japan. “ (2014)
- 4) 黒沢洋一、大西一成：環境情報科学 42巻4号(2014)「黄砂の飛来と健康影響」
- 5) K.T. Kanatani, Y. Adachi, N. Sugimoto, H. Noma, K. Onishi, K Hamazaki, Y. Takahashi, I. Ito, M, Egawa, K. Sato, T. Go, Y. Kurozawa, H. Knadera, I. Konishi, T. Nakayama. *BMJ open*. in press. “Birth cohort study on the effects of desert dust exposure on children’s health: protocol of an adjunct study of the Japan Environment & Children’s Study. “ (2014)

## &lt;その他誌上発表（査読なし）&gt;

- 1) 金谷久美子、足立雄一：アレルギーの臨床 435,996-1001 (2013)  
「黄砂の小児喘息に与える影響」
- 2) 足立雄一、金谷久美子：Respiratory Trends 4, 16-17 (2014)  
「小児喘息と大気汚染」

## (2) 口頭発表（学会等）

- 1) 金谷久美子：富山酸性雨研究会（2011.7）「黄砂の健康影響」
- 2) Kumiko Kanatani, Yuichi Adachi, Takeo Nakayama：第52回大気環境学会年会（2011.9）  
International Symposium “Health effect of Asian dust in Japan”
- 3) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第52回大気環境学会年会 黄砂特別集会（2011.9）「黄砂の小児喘息への影響」
- 4) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第48回日本小児アレルギー学会&APAPARI（合同開催）（2011.10）“Epidemiological studies using atmospheric monitoring data in Japan”
- 5) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、中山健夫：第61回アレルギー学会秋期学術大会（2011.11）  
「黄砂飛来時の窓の開け閉めによる、室内粒子カウント数変化」
- 6) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、高橋由光、中山健夫：H23年度環境研究総合推進費 黄砂3課題合同勉強会（2011.11）「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 7) 金谷久美子：ながはま健康フェスタ（2011.11）「子どもとぜんそく」
- 8) Kazunari Onishi：American Association for Aerosol Research 30th Annual Conference(2011.10) Effect of metal aerosols in Asian dust on symptoms in healthy subjects,

affected by migratory flyways to Japan.

- 9) 金谷久美子、足立雄一、大西一成、浜崎景、板澤寿子、高橋由光、稲寺秀邦、黒沢洋一、中山健夫：第22回 疫学会総会（2012.1）「エコチル追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 10) 金谷久美子：Symposium on dust and health（2012.2）「黄砂とアレルギー」
- 11) 大西一成：Symposium on dust and health（2012.2）「自覚症状からみた黄砂の影響」
- 12) 金谷久美子：愛知保険医協会東三河地区総会（2012.3）「黄砂とアレルギー」
- 13) 金谷久美子、足立雄一、中山健夫：第82回日本衛生学会「黄砂の小児喘息への影響」（2012.3）
- 14) K. Onishi, K. Kanatani, S. Otani, S. Minato, H. Mu, Y. Kurozawa 12th World Congress of Environmental Health Vilnius（2012.5 Lithuania）, ADVERSE HEALTH EFFECTS OF ASIAN DUST EVENTS AND AIR POLLUTIONS
- 15) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2012.5 滋賀）「ぜんそく「こんなもん」とあきらめていませんか？」
- 16) Kumiko Kanatani：第22回国際喘息学会 シンポジウム2 “Effects of Asian dust on pediatric asthma”（2012.7）
- 17) 金谷久美子：大地の会（2012.7）「黄砂と子どもの健康調査」
- 18) 大西一成：鳥取県臨床皮膚科医会（2012.9）「黄砂と大気汚染物質の皮膚への影響 ～疫学的見地から～」
- 19) 大西一成 黒沢洋一：第6回山陰疫学研究会（2012.9）「黄砂と健康への影響～住民への自覚症状調査と一般化推定方程式を用いた解析～」
- 20) 金谷久美子：地域エコチル調査運営協議会（2012.10）「黄砂と子どもの健康調査」
- 21) 大西一成、黒沢洋一：第71回日本公衆衛生学会総会（2012.10）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける広報活動とリクルート同意率に関する検討」
- 22) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第51回富山県小児保健学会（2012.10）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）～これまでの進捗と今後～」
- 23) 大西一成 原田省 黒沢洋一：第3回 エコチル協力医療機関への報告会（2012.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 24) 金谷久美子：第46回周南耳鼻科医会（2012.11）「黄砂とアレルギー」
- 25) 金谷久美子：第62回アレルギー学会（2012.11）シンポジウム2「小児喘息への黄砂の影響」
- 26) 大西一成 原田省 黒沢洋一：環境ホルモン学会（2012.12）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）鳥取ユニットセンターの現状報告」
- 27) 金谷久美子：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル）追加調査『黄砂と子どもの健康調査』の進捗報告」
- 28) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、中山健夫、浜崎景、黒沢洋一：第23回日本疫学会学術総会（2013.1）「鳥取におけるエコチル認知度調査と追加調査による大気汚染物質が及ぼす妊婦への健康影響」
- 29) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「『黄砂と子どもの健康調査』の計画」
- 30) 大西一成、金谷久美子、足立雄一、浜崎景、中山健夫：第7回 バイオエアロゾルシンポジウム（2013.1）「黄砂飛来と妊婦のアレルギー症状 -『黄砂と子どもの健康調査』より-」

- 31) 浜崎景、田中朋美、伊藤実香、稲寺秀邦：第47回富山県公衆衛生学会（2013.2）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査）の進捗状況」
- 32) 大西一成：黄砂プロジェクト公開講演会（2013.2）「鳥取発！黄砂研究の最前線」
- 33) 金谷久美子、中山健夫：環境省における黄砂関連調査・研究に係る合同報告会（2013.3）「戸外活動時間を考慮に入れた、土壌性ダスト（黄砂）による呼吸器／アレルギー疾患リスクの定量的評価」
- 34) エコチル鳥取ユニットセンター助産師：倉吉 伯耆しあわせの郷 鳥取県助産師会教育研修会（2013.4）「子どもの成長とオキシトシンの影響」
- 35) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2013.5）「ぜんそく、こんなもんと思っていまませんか？」
- 36) 大西一成：はりま産学交流会 ～ビジネススキームを創ろう～ 創造例会 2013（2013.5）「大気浮遊粒子状物質（黄砂・汚染物質・PM2.5成分）の簡易判別装置の創出」
- 37) 大西一成：福生公民館講演（2013.5）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 38) 金谷久美子：第32回アレルギー談話会（2013.6）「黄砂の健康影響」
- 39) 大西一成：明道公民館講演～第3回環境・健康講座 あすなる学級～（2013.6）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 40) 大西一成：南極医学医療ワークショップ（2013.7）「黄砂に代表されるダストの健康影響と昭和基地における研究計画」
- 41) 大西一成：乾燥地研究センター一般公開（2013.8）「黄砂の健康影響～メタリックシンドローム?? 黄砂にのせられた粒子たち～」
- 42) 大西一成：尚徳公民館講演～第5回健康講座～（2013.9）「黄砂と大気汚染による健康影響について」
- 43) 大西一成、黒崎泰典、杉本伸夫、大谷眞二、篠田雅人、黒沢洋一：大気環境学会年会（2013.9）「黄砂・大気汚染日の経路・成分による分類および人体へ及ぼす健康影響評価」
- 44) 金谷久美子：福岡市 黄砂・PM2.5シンポジウム（2013.10）「黄砂の健康影響」
- 45) 大西一成、中山健夫、大谷眞二、穆浩生、細田武伸、徳嶋靖子、浜崎景、黒沢洋一：第72回日本公衆衛生学会（2013.10）「モンゴル／ロシア発生森林火災の鳥取妊婦への影響 ～エコチル追加調査とリクルート数～」
- 46) 大西一成：エコチルフォローアップ情報交換会（2013.11）「子どもの健康と環境に関する全国調査（エコチル調査） 鳥取ユニットセンターの広報実施報告」
- 47) 大西一成：院内セミナー（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 48) 大西一成：中部地区高等学校理科教育研究会 秋の研修会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 49) 大西一成：第72回 日本体力医学会 中国・四国地方会（2013.11）「黄砂と大気汚染の健康影響～メタリックシンドローム?? ジョギング前後の呼吸機能への影響評価～」
- 50) 大西一成：第52回 日本生気象学会（2013.11）「黄砂と大気汚染物質(PM2.5)の気象・飛来経路による健康影響評価」
- 51) 金谷久美子：富山大学 環境塾（2013.11）「PM2.5の健康影響」
- 52) 足立雄一：第63回日本アレルギー学会秋期学術大会（2013.11）教育講演「環境因子とアレ



ルギー発症・増悪」

- 53) 大西一成：第63回日本アレルギー学会 秋季学術会（2013. 11）「黄砂の皮膚アレルギー ～疫学の観点から～」
- 54) 大西一成：附属病院外来 広報部主催ミニ健康講座「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 55) 金谷久美子：松江市市民公開講座（2013. 12）「ここまでわかった黄砂およびPM2. 5の健康影響」
- 56) 大西一成、黒沢洋一、原田省：第16回 日本環境ホルモン学会（2013. 12）「エコチル調査鳥取ユニットセンターにおける同意率と認知度の推移」
- 57) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014. 1）「黄砂の、花粉・その他の大気汚染物質との相互作用 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 58) 金谷久美子、足立雄一、浜崎景、大西一成、中山健夫：第8回バイオエアロゾル研究会（2014. 1）「黄砂の影響の、地域差 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 59) 大西一成、金谷久美子、大谷眞二、細田武伸、穆浩生、黒沢洋一：第24回 日本疫学会（2014. 1）「健常者とアレルギー性鼻炎有症者への黄砂（土壌性ダスト）の健康リスク評価」
- 60) 大西一成：黄砂パネル展 院内健康講座 総合診療外来（2014. 2）「黄砂と大気汚染の健康影響」
- 61) 金谷久美子：おでかけ0次カフェ
- 62) 大西一成：大気環境学会 近畿支部（2014. 3）「飛来経路による黄砂金属成分と健常者への健康影響評価」
- 63) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014. 5）「黄砂のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 64) 金谷久美子、足立雄一、板澤寿子、大西一成、伊藤功朗、中山健夫：第26回日本アレルギー学会春季臨床大会（2014. 5）「PM2. 5のアレルギー様症状への影響 『黄砂と子どもの健康調査』より」
- 65) 金谷久美子：ながはま健康フェスティバル（2014. 5）「気になる黄砂とPM2. 5～どれくらい気をつけたらいいの？～」

### （3）出願特許

特に記載すべき事項はない

### （4）シンポジウム、セミナー等の開催（主催のもの）

特に記載すべき事項はない

### （5）マスコミ等への公表・報道等

- 1) NHKきんスタ（2013年4月19日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 2) NHKあさイチ（2013年4月25日、本調査の意義について数分ほど紹介）
- 3) BSSラジオ「スマイル金曜日」エコチル探検隊（2014年2月～2014年10月毎週金曜日）

### （6）その他

特に記載すべき事項はない。

## 8. 引用文献

特に記載すべき事項はない。

## **Quantitative Evaluation of Desert Dust (Asian Dust) on Respiratory/Allergy Risk, taking into consideration times spent outside**

Principal Investigator: Takeo NAKAYAMA

Institution: Kyoto University Graduate School of Medicine  
Yoshida-Konoe-cho, Sakyo-ku, Kyoto, 606-8501, JAPAN  
Tel: +81- 75-753-4488 / Fax: +81-75-753-4497  
E-mail: nakayama.takeo.4a@kyoto-u.ac.jp

Cooperated by: University of Toyama, and Tottori University

### [Abstract]

**Key Words:** Asian dust, Kosa, transboundary air pollution, PM2.5, Asthma, Allergy, Maternal and Child Health

Aerosol particles are produced by a variety of natural and anthropogenic processes, with desert dust estimated to constitute about 35% of aerosol mass with diameter smaller than 10  $\mu$  m. Desertification, climatic variability, and global warming all can contribute to increased dust formation. We aimed to examine possible health effects of desert dust exposure on pregnant women and their children, as an adjunct study of the Japan Environment & Children's Study (JECS) involving three regions: Kyoto, Toyama, and Tottori.

The JECS participants of the three regions above who also agreed to participate in this adjunct study were enrolled prior to delivery. Light Detection and Ranging (LIDAR) with a polarization analyzer was used for exposure measurements. The outcomes were allergic symptoms for mothers and developments of asthma and other allergic or respiratory diseases for their children. Data were acquired in a timely manner by connecting local LIDAR equipment to an online questionnaire system. Participants answered the online questionnaire using their mobile phones or personal computers.

Of those who presented consent forms to participate in this adjunct study, 5361 (97%) completed the baseline questionnaire. A total of 169,100 questionnaires were issued in the evening on Asian dust days and control days, and 81% (136,238 / 169,100) were completed by the set time limit (within 28 hours after issue).

The Generalized Estimating Equations analysis showed that the pregnant women were more likely to develop allergic symptoms on Asian dust days compared with other days (OR: 1.24, 95%CI: 1.16-1.33). Who has a past history of allergic rhinitis or pollinosis and who spent times outside on the day had significantly higher risk of developing symptoms than those who did not. Coexistence of pollen or other air pollutants

such as NO<sub>2</sub> enhanced the risk of Asian dust for developing allergic symptoms.

Children with higher exposure to Asian dust during the first year in their lives developed wheezing or asthma/asthmatic bronchitis earlier than children with lower exposure. This was more apparent for boys than girls, one reason of which was time spent outside. However, because we have followed children only for 1.5 years on average, and we have not conducted analysis taking into consideration the covariates, the interpretation is limited at this moment. Further observation is necessary to clarify the effects of Asian dust to children's asthma development.