

令和 6 年 6 月 6 日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K10644

研究課題名（和文）Health effects of local and transboundary particulate air pollution in Japan: a multi-city study

研究課題名（英文）Health effects of local and transboundary particulate air pollution in Japan: a multi-city study

研究代表者

ウン クリス・フック・シェン（Ng, Chris Fook Sheng）

東京大学・大学院医学系研究科（医学部）・准教授

研究者番号：70620409

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究について、越境および地域の源に帰属する粒子状物質の割合を解明する方法は、欧州の研究手法を適応し、日本の都市における大気汚染の死亡負担の変化を明らかにすることができました。また、地球温暖化による影響を考慮し、高温と粒子状物質の共同作用に関するトピックについても研究することができました。結果、日本の都市における粒子状物質の起源の解明、大気汚染の長期的変動と死亡負担、高温と粒子状物質の相互作用、そして黄砂の砂塵イベントと大気汚染のデータベース構築し、世界的な研究グループとの国際共同研究のための重要なリソースを提供することができました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

この研究の結果は、地域と越境の両方から発生する大気汚染に起因する健康問題の防止と公衆衛生保護の政策に情報を提供する上で重要です。また、気候変動による温度上昇の文脈での大気汚染の健康負担を明らかにするのも重要です。

研究成果の概要（英文）：This study accomplished several goals. Firstly, it devised a method to discern daily particulate matter sources in Japanese cities, utilizing aerosol maps and wind trajectory analyses, adapted from European research on East Asian desert dust events. Secondly, it investigated long-term variations of daily air pollutants and their associated mortality burden in Japanese cities, providing crucial insights into the changing short-term mortality burden of air pollution. Thirdly, it explored particulate matter's interaction with high ambient temperature to jointly affect human health, addressing concerns related to rising global temperatures due to climate change. Finally, it established a database containing exposure information on desert dust events and air pollutants in Japan, essential for ongoing international collaborations with European research groups to investigate the global health burden of desert dust storms.

研究分野：環境疫学

キーワード：大気汚染 越境大気汚染 黄砂 環境保健

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1 (共通)

1. 研究開始当初の背景

大気汚染は毎年世界中で 700 万人の死因となっており、そのうちの 3 分の 2 はアジアで発生していると世界保健機関 (WHO) は述べています[1]。東アジアの大気汚染は、越境汚染源と地域の排出源が混在する複雑な問題です。これは、アジア大陸からの空気の移動に影響を受ける下流域に位置しているためです。この地域では、汚染された空気が長距離を移動することができるため、低レベルの大気汚染がある都市でも空気の質の悪化に寄与しています。過去の疫学研究は、総粒子状大気汚染の健康への影響に焦点を当ててきました。この研究のギャップに対処するために、私たちは日本における地域および越境粒子状物質と日々の死亡率との短期的な関連を調査する研究を提案しました。

2. 研究の目的

この研究の目的は、地域および越境からの粒子状物質への日々の曝露に関連する急性健康影響を調査することです。

3. 研究の方法

日本のデータを使用して、砂塵の定量化に関する欧州連合 (EU) 参照法を適用し、粒子状物質 (PM) への砂塵および非砂塵源の寄与を解明しました [2, 3]。私たちは住宅地の地上ステーションから日平均の浮遊粒子状物質 (SPM) を収集しました。SPM は 1.16 倍の係数を使用して PM_{10} に変換されました。各日において、以下二つの条件が満たされる場合に黄砂の砂塵イベントが記録されます: (i) 黄砂の砂塵イベントの視覚的識別のためのエアロゾル濃度マップ (Navy Aerosol Analysis and Prediction System [NAAPS] グローバルエアロゾルモデル)、および (ii) ハイブリッドシングルパーティクルラグランジアン統合軌道 (HYSPLIT) モデルを使用した気塊の後方軌道解析、地上 500、1000、1500 メートルの 3 つの高さレベルで 120 時間、気塊が中国およびモンゴルの砂漠源から発生しているかどうかを確認する。これらの情報を使用して、黄砂の砂塵イベントのある日を除き、黄砂の砂塵イベントのない一連の日データを得ることができました。その後、30 日移動平均を使用して平滑化し、これを地域の排出源からの寄与と見なしました。背景レベルを黄砂の砂塵イベントのある日に観測された PM_{10} の総レベルから差し引いて、砂塵による PM_{10} の寄与割合を算出しました。異なる源からの PM_{10} データは、特定の源との健康影響に関する疫学的評価に役立ちました。

私たちは、1976 年から 2015 年まで、日本の 10 主要都市から日々の死亡率と大気汚染物質 (SPM、二酸化硫黄、二酸化窒素、酸化物質) のデータを収集しました。最初に各都市における各大気汚染物質と日々の死亡率との関連を推定し、次にメタアナリシスを行って都市別の推定値を統合する 2 段階の分析を行いました。

4. 研究成果

本研究によって、いくつかの重要な目標を達成することができました。まず、日本の都市において、地域および越境からの日々の粒子状物質の割合を解明する方法を実施しました。この方法は、東アジアの黄砂の砂塵イベントを研究するために欧州の研究手法を適応しました。また、この方法は、エアロゾルマップと風の軌道解析を利用して黄砂の砂塵イベントを特定し、視認性に基づく従来の方法に対する利点があります。図 1 は福岡市における PM_{10} の日々のレベル (中空の円) を示しています。縦線は黄砂の砂塵イベントが特定された日を示しています。濃い実線は背景レベルの 40 パーセント移動平均を示しています。この方法は、 PM_{10} の総レベルを 3 つの成分に分割し、砂塵の日には砂塵由来の PM_{10} と非砂塵由来の PM_{10} の 2 つの成分が観測され、黄砂の砂塵イベントのない通常の日には非砂塵由来の PM_{10} の 1 つの成分が観測されました。

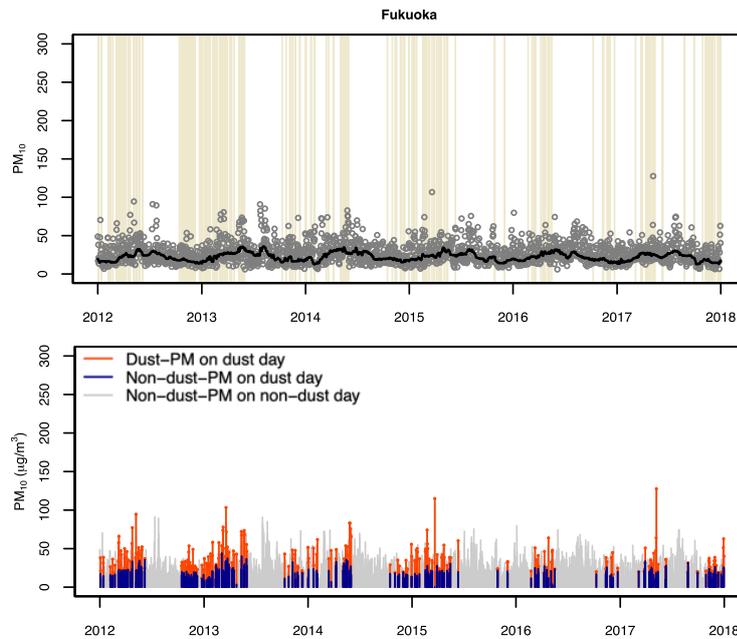


図1 上部パネル：日々のPM₁₀（中空の円）、黄砂の砂塵イベントの日（縦線）、40パーセント移動平均に基づく背景レベル（黒実線）。下部パネル：PM₁₀の成分：砂塵の日には非砂塵由来PM₁₀（青）と砂塵（オレンジ）の2つの成分、それ以外の日には背景PM₁₀（灰色）。

第二に、本研究は日本の都市における日々の大気汚染物質の長期的な変動とそれに伴う死亡負担についても調査しました[4]。これにより、日本の都市における大気汚染の短期的な死亡負担が時間とともにどのように変化したかについての重要な洞察が得られます。1977年から2015年の間にSPMの濃度は減少しているにもかかわらず、最近の期間においてSPMに起因する日々の死亡リスク（非事故死および呼吸器系原因）が増加していることがわかりました。これにより、SPMに関連する健康負担の継続的な監視の必要性が示唆されます（図2）。他の大気汚染物質については同様の関連を観察しませんでした。

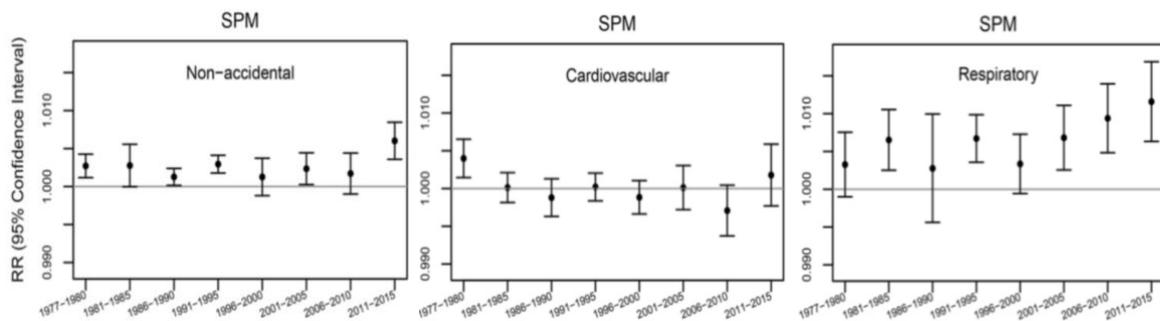


図2 1977年から2015年までの浮遊粒子状物質（SPM）への曝露に関連する死亡リスク。非事故死（左パネル）、心血管疾患（中央）、呼吸器疾患（右パネル）の死亡に対するリスクを示しています。非事故死および呼吸器疾患による死亡リスクは、最近の期間で増加しているように見えます。

第三に、本研究は、粒子状物質が高温とどのように相互作用して人間の健康に共同で影響を与えるかを理解するための関連トピックを探求する機会も提供しました。これは、気候変動による地球温暖化の進行を考えると重要な課題です。私たちは、2012年から2019年の間に日本の47都道府県で発生した院外心停止のデータを収集しました。結果は、PM_{2.5}と高温の相互作用が、病気に対する脆弱性を持つ人口に追加の健康リスクをもたらすことを示唆しています。

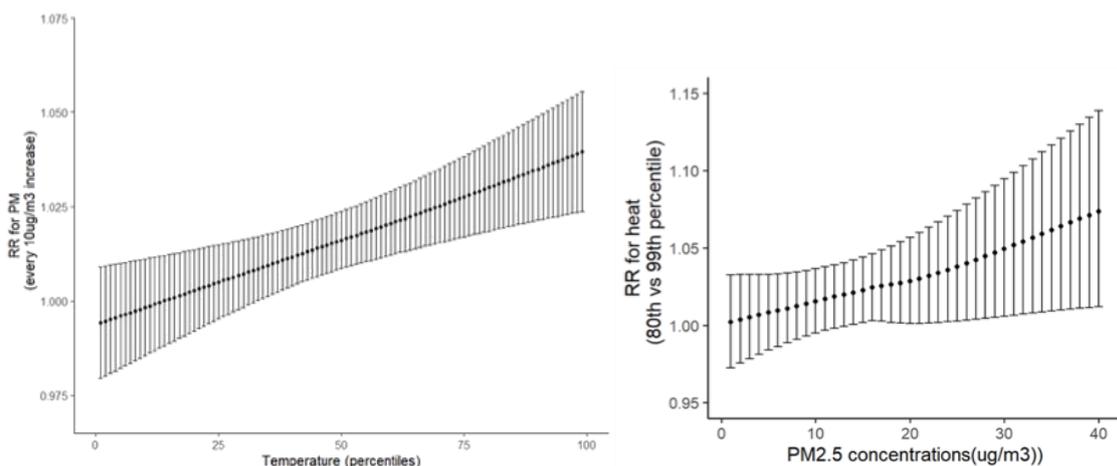


図3 左パネル:温度が上昇するにつれて、PM_{2.5}への曝露による院外心停止のリスクの線形増加。右パネル:PM_{2.5}の濃度が上昇するにつれて、熱曝露によるリスクの増加。

最後に、本研究を通じて、日本における黄砂の砂塵イベントと大気汚染物質に関する情報を含むデータベースを構築しました。このデータベースは、砂塵嵐の健康負担を世界的に調査するための欧州の研究グループとの継続的な国際共同研究において重要です。

これらの研究成果は、6つの国際会議で報告され、査読付き国際学術誌に3つの論文として発表されました。

<引用文献>

1. World Health Organization,
<http://www.wpro.who.int/mediacentre/releases/2018/20180502/en/>
2. Escudero et al. (2007). A methodology for the quantification of the net African dust load in air quality monitoring networks. *Atmospheric Environment*, 41(26): 5516-5524.
3. Pey et al. (2013). African dust outbreaks over the Mediterranean Basin during 2001-2011: PM₁₀ concentrations, phenomenology and trends, and its relation with synoptic and mesoscale meteorology, *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 1395-1410.
4. Nishikawa et al. (2023). Long-term trends in mortality risk associated with short-term exposure to air pollution in 10 Japanese cities between 1977 and 2015. *Environmental Research*, 219: 115108.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 3件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Nishikawa Hironori, Seposo Xerxes Tesoro, Madaniyazi Lina, Kim Yoonhee, Tobias Aurelio, Yamagami Makiko, Kim Satbyul Estella, Takami Akinori, Sugata Seiji, Honda Yasushi, Ueda Kayo, Hashizume Masahiro, Ng Chris Fook Sheng	4. 巻 219
2. 論文標題 Long-term trends in mortality risk associated with short-term exposure to air pollution in 10 Japanese cities between 1977 and 2015	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Research	6. 最初と最後の頁 115108
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.envres.2022.115108	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Lwin Kaung Suu, Tobias Aurelio, Chua Paul Lester, Yuan Lei, Thawonmas Ramita, Ith Sophearen, Htay Zin Wai, Yu Lin Szu, Yamasaki Lisa, Roque Marta, Querol Xavier, Fussell Julia C., Nadeau Kari Christine, Stafoggia Massimo, Saliba Najat A., Sheng Ng Chris Fook, Hashizume Masahiro	4. 巻 7
2. 論文標題 Effects of Desert Dust and Sandstorms on Human Health: A Scoping Review	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 GeoHealth	6. 最初と最後の頁 e2022GH000728
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1029/2022GH000728	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Stafoggia Massimo, Michelozzi Paola, Schneider Alexandra, Armstrong Ben, Scortichini Matteo, Rai Masna, et al.	4. 巻 181
2. 論文標題 Joint effect of heat and air pollution on mortality in 620 cities of 36 countries	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environment International	6. 最初と最後の頁 108258 ~ 108258
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.envint.2023.108258	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件/うち国際学会 6件）

1. 発表者名 Chris Fook Sheng Ng, Aurelio Tobias, Jorge Pey, Sara Basart, Massimo Stafoggia, Satbyul Estella Kim, Xerxes Seposo, Lina Madaniyazi, Ho Kim, Haidong Kan, Shih Chun Pan, Yue Liang Leon Guo, Xavier Querol, Masahiro Hashizume
2. 発表標題 Asian dust and daily mortality in East Asian cities: analysis using the European Union Reference Method for decomposing PM10
3. 学会等名 35th Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Kaohsiung, Taiwan（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Zhesi Yang, Chris Fook Sheng Ng, Kayo Ueda, Sunao Kojima, Yoshio Tahara, Naohiro Yonemoto, Hiroshi Nonogi, Ken Nagao, Takanori Ikeda, Hiroyuki Tsutsui, Masahiro Hashizume
2. 発表標題 Effect modification of the association between high temperature and Out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) risk by PM2.5 in Japan
3. 学会等名 35th Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology, Kaohsiung, Taiwan (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Aurelio Tobias, Vera Ling Hui Phung, Muhammad Abdul Basit Bin Ahmad Tajudin, Kayo Ueda, Masahiro Hashizume, Chris Fook Sheng Ng
2. 発表標題 Modeling smoke haze exposure in epidemiological studies of short-term health effects
3. 学会等名 2023 International Conference on CMAS-Asia-Pacific, Saitama, Japan (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Chris Fook Sheng Ng, Jorge Pey, Aurelio Tobias
2. 発表標題 Quantifying Asian Dust load for epidemiological assessment of acute health risk
3. 学会等名 International Conference on CMAS-Asia-Pacific (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Massimo Stafoggia, Jorge Pey, Chris Fook Sheng Ng, Sara Basart, Carmen Iniguez, Aurelio Tobias, MCC Collaborative Group
2. 発表標題 Short-term effects of particulate matter and desert dust on mortality in Southern Europe, the Middle East and Eastern Asia
3. 学会等名 34th Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Ng Chris Fook Sheng, Tobias Aurelio, Querol Xavier, Shimizu Atsushi, Honda Yasushi, Hashizume Masahiro, Gasparrini Antonio
2. 発表標題 Contribution of Asian Dust to suspended particulate matter and its association with daily mortality in southern Japan
3. 学会等名 31st Annual Conference of the International Society for Environmental Epidemiology (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hashizume Masahiro, Kim Yoonhee, Ng Chris Fook Sheng, Chung Yeonseung, Madaniyazi Lina, Bell Michelle, Guo Yue Leon, Kan Haidong, Honda Yasushi, Yi Seung-Muk, Kim Ho, Nishiwaki Yuji
2. 発表標題 A review of the health impacts of Asian Dust
3. 学会等名 The 84th Annual Meeting of the Japanese Society of Health and Human Ecology
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 Chris Fook Sheng Ng (eds. Hajime Akimoto and Hiroshi Tanimoto)	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Springer	5. 総ページ数 18
3. 書名 Temperature and Rainfall (chapter in Handbook of Air Quality and Climate Change)	

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関