助成番号	183115

５－２

研 究 成 果 報 告 書

（国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿）

研究テーマ（和文）	アジア大陸由来 $PM_{2.5}$ による我が国の大気質への影響評価		
研究テーマ（英文）	Impact assessment of $PM_{2.5}$ coming from the Asian continent on Japanese air quality		
研究期間	2018年 ～ 2020年	研究機関名　金沢大学	
研究代表者	氏名	（漢字）	唐　寧
		（カタカナ）	トウ　ネイ
		（英文）	TANG Ning
	所属機関・職名		金沢大学・教授
共同研究者（１名をこえる場合は、別紙追加用紙へ）	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		

概要　（600 字～800 字程度にまとめてください。）

我が国の $PM_{2.5}$ は自動車や工場からの一次生成やガス成分が大気反応を経由して二次的に生成したほか，初冬から春先にかけてアジア大陸からの越境輸送されるものもある。大気汚染物質の越境ルートとして，北ルート（北京を含む北部の都市経由）と南ルート（上海を含む南部の都市を経由し，東シナ海より北上）に大きく分けることができるが，いずれも我が国の大気質への悪影響が懸念されている。そこで，本研究では，上述の強い発がん性を有する多環芳香族炭化水素類（PAHs）に焦点を合わせて，国内の大気中濃度を都市と $PM_{2.5}$ 越境輸送ルート上で測定するとともに，曝露チャンバーを用いて PAHs の生成や酸化，分解反応を解析するとともに，これらの反応に基づく $PM_{2.5}$ の変質が大気毒性に生ずる変化を試算することを目的とした。

本研究における調査は，我国のバックグラウンド地域である福江島（国立環境研究所運営）と輪島（金沢大学輪島大気測定局：KUWAMS）のほか，越境輸送北ルート上にある中国の蘭州，新郷，南ルート上にある中国の上海，それから国内においては金沢（北ルート）と霧島（南ルート）で行った。またこれまでのデータと比較するために，札幌，相模原，瀋陽（中国）とウラジオストク（ロシア）においても冬季と夏季に調査した。また，越境輸送中における PAHs の変質試験は，モデル PAHs のナフタレンを用いて黄砂有無，紫外線照射有無など様々な条件下において行った。

本研究で得られた主な成果は，①中国都市の大気中 PAHs 濃度は中国政府の厳しい規制により近年低減傾向にあったが，依然として日本の都市より著しく高かった。②我が国の異なるバックグラウンド地域に越境輸送される PAHs は気圧の配置により濃度や組成が異なり，しかも必ず黄砂の飛来に伴わないことが分かった。③黄砂は PAHs を吸着するが，吸着容量が比較的に小さく，しかも PAHs の変質（酸化プロセス）に参画しないことを初めて明らかにした。

なお，本研究で得られた成果は，別紙「発表文献」に示されるように，番号 1）の論文が投稿中である。

発表文献　（別紙参照）

雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文課題					
	著者名					
	ページ	～	発行年		巻号	

英文抄録　（100 語～200 語程度にまとめてください。）

In East Asian regions, Japan is an island country located downwind of the East Asian monsoon. As a result, in addition to domestic emissions, the $PM_{2.5}$ pollution in Japan is greatly influenced by pollutants transported over long distances from the Asian continent. To evaluate the impact of air pollutants transported from the Asian continent on Japan, $PM_{2.5}$ samples were collected in typical areas along the North and South routes of East Asian winter monsoon, including two background sites (i.e., Fukuejima and Wajima in Japan) and nine urban sites, such as Lanzhou, Xinxiang, Shanghai, and Shenyang in China, and Sapporo, Sagamihara, Kanazawa, and Kirishima in Japan, and Vladivostok in Russia. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in all samples were then detected and analyzed. Furthermore, naphthalene was used as the model PAH for a series of aqueous phase experiments to investigate the physical and chemical interactions with Asian Dust particles. The main results are as follows:

(1) The atmospheric PAH concentration in Chinese cities has been on a downward trend in recent years due to strict regulations by the Chinese government, but it was still considerably higher than that in Japanese cities.

(2) PAHs transported from the Asian continent arrived at two background sites in Japan in different concentrations and compositions, depending on the atmospheric pressure distribution, and they were not always accompanied by Asian Dust.

(3) It was elucidated for the first time that Asian Dust particles had weak or negligible adsorption on PAHs and had no inducing or promoting effect on PAHs.

研究代表者名　　唐　寧

共同研究者	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		

別紙　「発表文献」

1) Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Chen, L.J., Han, C., Sakai, S., Akutagawa, T., Endo, O., Yamauchi, M., Chohji, T., Mishukov, V.F., Neroda, A., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A., **Tang, N.***, Polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in five East Asian cities: seasonal characteristics, health risks, and yearly variations, *Environ. Pollut.*, **Under Review**.
2) Zhang, L.L., Yang, L., Bi, J.R., Liu, Y.Z., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Characteristics and unique sources of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons in $PM_{2.5}$ at a highland background site in northwestern China, *Environ. Pollut.*, **274**, 116527 (2021).
3) Zhang, X. Yang, L., Zhang, H., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. Wei, Y.J., **Tang, N.***, Assessing approaches of human inhalation exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons: a review, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 3124 (2021).
4) Zhang, H., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Li, Y., Hayakawa, K., Toriba, A. and **Tang, N.***, Characteristics and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-PAHs in Xinxiang, China in 2015 and 2017, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 3017 (2021).
5) Zhang, H., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and **Tang, N.***, Impact of COVID-19 Outbreak on the Long-Range Transport of Common Air Pollutants in KUWAMS, *Chem. Pharm. Bull.*, **69**, 237-245 (2021).
6) Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Hu, M., Chen, B., Han, C., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Long-term variability of inorganic ions in TSP at a remote background site in Japan (Wajima) from 2005 to 2015, *Chemosphere*, **264**, 128427 (2021).
7) Yang, L., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and **Tang, N.***, Exposure to atmospheric particulate matter-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and their health effects: A review, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 2177 (2021).
8) Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, H., Zhang, X., Xing, W.L., Wang, Y., Bai, P.C., Yamauchi, M., Chohji, T., Zhang, L.L., Hayakawa, K., Toriba, A. and **Tang, N.***, Atmospheric behaviour of polycyclic and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons and water-soluble inorganic ions in winter in Kirishima, a typical Japanese commercial city, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **18**, 688 (2021).
9) Yang, L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Zhang, L.L., Wu, Q., Zhou, Z.J., Chen, R.J., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Yearly variation in characteristics and health risk of polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-PAHs in urban shanghai from 2010–2018, *J. Environ. Sci.*, **99**, 72-79 (2020).
10) Yang, L., Zhang, L.L., Zhang, H., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Takami, A., Sato, K., Shimizu, A., Yoshino, A., Kaneyasu, N., Matsuki, A., Hayakawa, K., Toriba, A. and **Tang, N.***, Comparative analysis of $PM_{2.5}$-bound polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), nitro-PAHs (NPAHs), and water-soluble inorganic ions (WSIIs) at two background sites in Japan. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **17**, 8224 (2020).
11) Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Xing, W.L., Zhang, H., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Impact of the COVID-19 outbreak on the long-range transport of particulate PAHs in East Asia, *Aerosol Air Qual. Res.*, **20**, 2035-2046 (2020).
12) Zhang, L.L., Zhang, X., Xing, W.L., Zhou, Q.Y., Yang, L., Nakatsubo, R., Wei, Y.J., Bi, J.R., Shima, M., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Natural aeolian dust particles have no substantial effect on atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs): a laboratory study based on naphthalene, *Environ. Pollut.*, **263**, 114454 (2020).
13) Zhang, X., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Xing, W.L., Toriba, A., Hayakawa, K., Wei, Y.J.* and **Tang, N.***, Characteristics of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and common air pollutants at Wajima, a remote background site in Japan, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **17**, 957 (2020).
14) Xing, W.L., Zhang, L.L., Yang, L., Zhou, Q.Y., Zhang, X., Toriba, A., Hayakawa, K. and **Tang, N.***, Characteristics of $PM_{2.5}$-bound polycyclic aromatic hydrocarbons and nitro-polycyclic aromatic hydrocarbons at a roadside air pollution monitoring station in Kanazawa, Japan, *Int. J. Environ. Res. Public Health*, **17**, 805 (2020).