

ディーゼル排気粉塵由来未規制有害大気汚染物質の 低減化に関する研究

著者	早川 和一
雑誌名	平成12(2000)年度 科学研究費補助金 基盤研究(B) 研究成果報告書
巻	1998-2000
ページ	10p.
発行年	2001-03-01
URL	http://hdl.handle.net/2297/48776

KAKEN
2000
67

金沢大学

ディーゼル排気粉塵由来未規制有害 大気汚染物質の低減化に関する研究

(課題番号 10557215)

平成10年度～12年度科学研究費補助金 (基盤研究(B)(1))

研究成果報告書

平成13年3月

研究代表者 早川 和 一

金沢大学附属図書館



8000-96494-5

(金沢大学薬学部教授)

N

大学

[はしがき]

都市域における大気質の悪化が肺癌や喘息等の呼吸器疾患の増加原因の一つとして指摘され、その有害物質の排出源として自動車、特に粉塵排出量が多いディーゼル車の寄与が大きいと推定されている。ディーゼル粉塵には発癌性/変異原性を有する多環芳香族炭化水素 (PAH) やニトロ多環芳香族炭化水素 (NPAH) が含まれている。また、最近、研究代表者らのグループによりディーゼル粉塵には内分泌攪乱作用があることも明らかになった。

以上の現状を踏まえて、研究代表者は昭和 62 年より未規制有害大気汚染物質の挙動と毒性に関する研究を進めてきた。本研究はそれを展開発展させて、平成 10-12 年度に日本学術振興会科学研究補助金 (基盤研究(B)) の交付をうけて実施した。研究は金沢大学薬学部を中心に行ったが、内燃機関を用いた実験は宇部興産 (株) も参加して金沢工業大学で、分析装置試作の一部は (株) 島津製作所、大気粉塵捕集の一部は石川県保健環境センターでそれぞれ実施した。更に、大気粉塵捕集はロシア科学アカデミー極東支部、金沢市環境部、富山工業高等専門学校他、多くの方々にも協力を頂いた。関係各位に深く感謝の意を表する。

また、平成 9 年 1 月に日本海で発生したロシア船籍タンカーの事故で多量に流出した C 重油には本研究課題と共通する有害性 PAH が多量に含まれていた。しかし、これまで日本近海で発生した同種の事故では環境影響が長期間にわたって追跡調査されたことはなかった。そこで、研究代表者らのグループは、急遽、事故直後からそのための調査研究を開始し、更に継続調査を本研究と密接に連携しながら実施した。その遂行に協力頂いた多くの方々にも深謝する。

[研究組織]

研究代表者 : 早川和一 (金沢大学薬学部教授)
研究分担者 : 木津良一 (金沢大学自然科学研究科助教授)
研究分担者 : 鳥羽陽 (金沢大学薬学部助手)
研究分担者 : 加藤聡 (金沢工業大学機械物質系教授)
研究分担者 : 柿本均 (石川県環境保健センター主任技師)
研究分担者 : 安居嘉秀 (島津製作所主任研究員)
研究分担者 : 山下雅由 (宇部興産主任研究員)

[研究費]

平成10年度	6,100	千円
平成11年度	2,100	千円
平成12年度	2,300	千円
計	10,500	千円

[研究発表]

1. 学会誌等

- 1) Murahashi, T., Hayakawa, K., Determination of Nitroarenes in Precipitation Collected in Kanazawa. *Water Res.*, (2001), in press.
- 2) Yamazaki, H., Hatanaka, N., Kizu, R., Hayakawa, K., Shimada, N., Nakajima, M., Yokoi, T., Bioactivation of Diesel Exhaust Particles Extracts and Their Major Nitrated Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Components, 1-Nitropyrene and Dinitropyrenes, by Human Cytochrome P450s1A1, 1A2, and 1B1. *Mutation Res.*, **472**, 129-138 (2000).
- 3) Hayakawa, K., Murahashi, T., Akutsu, K., Kanda, T., Tang, N., Kakimoto, H., Toriba, A., Kizu, R., Comparison of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Airborne and Automobile Exhaust Particulates. *Polycyclic Aromatic Compounds*, **20**, 179-190 (2000).

- 4) Hayakawa, K., Chromatographic methods for carcinogenic/mutagenic nitropolycyclic aromatic hydrocarbons. *Biomed. Chromatogr.*, **14**, 397-405 (2000).
- 5) Kizu, R., Ishii, K., Kobayashi, K., Hashimoto, T., Koh, E., Namiki, M., Hayakawa, K., Antiandrogenic Effect of Crude Extract of C-Heavy Oil. *Materials Science & Engineering C*, **12** (1-2), 97-102 (2000).
- 6) Kodama, S., Yamamoto, A., Matsunaga, A., Toriba, A., Hayakawa, K., Micellar electrokinetic chromatography of monohydroxybenzo[*a*]pyrene positional isomers using γ -cyclodextrin. *Analyst*, **125** (8), 1555-1559 (2000).
- 7) Hayakawa, K., Noji, K., Tang, N., Toriba, A., Kizu, R., A High-Performance Liquid Chromatographic System Equipped with Reducer and Concentrator Columns for the Determination of Trace Level of Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Extracts from Diesel-Engine Exhaust Particulates. *Luminescence*, **15** (2), 85-86 (2000).
- 8) Kakimoto H., Kitamura, M., Matsumoto Y., Sakai S., Kanoh, F., Murahashi, T., Akutsu K., Kizu, R., Hayakawa, K., Comparison of Atmospheric Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Kanazawa, Sapporo and Tokyo. *J. Health Sci.*, **46** (1), 5-15 (2000).
- 9) Ando, K., Yoshida, N., Yamamoto A., Matsunaga, A., Nishimura, M., Kitaoka M., Matsui, K., Hayakawa, K., Determination of Saccharides in Sake by High-Performance Liquid Chromatography with Polarized Photometric Detection. *Biomed. Chromatogr.*, **14**, 72-76 (2000).
- 10) 小玉修嗣, 早川和一, 話題: キヤピラリ-電気泳動を用いた食品成分・残留農薬のキラル分析. *ぶんせき*, **2000** (3), 167-168.
- 11) 早川和一, 内海彰子, 鹿角昌平, 鳥羽 陽, 木津良一, 阪口利文, 山村 晃, 森田資隆, 民谷栄一, 原油湧出土から単離した菌株によるナフタレンの代謝分解. *水環境学会誌*, **23**(11), 731-736 (2000).
- 12) Yamamoto, A., Kodama, S., Matsunaga, A., Hayakawa, K., Kitaoka, M., Multi-beam circular dichroism detector for HPLC. *Analyst*, **124**, 483-485 (1999).
- 13) Murahashi, T., Kizu, R., Kakimoto, H., Toriba, A., Hayakawa, K., 2-Nitrofluoranthene, 1-, 2- and 4-Nitropyrenes and 6-Nitrochrysene in Diesel-Engine Exhaust and Airborne Particulates. *J. Health Sci.*, **45** (5), 244-250 (1999).
- 14) Takayama, N., Tanaka, S., Kizu, R., Hayakawa, K., HPLC Study on Effects of Permanent Wave, Dye and Decolorant Treatments on Methamphetamine and Amphetamine in Hair. *Biomed. Chromatogr.*, **13** (4), 257-261 (1999).
- 15) 早川和一, 木津良一, 安藤京子, 化学発光検出 HPLC を用いた発癌性ニトロアレーンの大気内挙動と毒性に関する研究. *Chromatography*, **20** (1), 37-43 (1999).
- 16) 早川和一, 発癌性/変異原性 NPAHs の高感度検出法と大気内動態. *Environ.*

Mutagen Res., **21**, 147-152 (1999).

- 17) 早川和一, 村橋 毅, 野路和重, 木津良一, 多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素のカラムスイッチング高速液体クロマトグラフィー. *Chromatography*, **20** (3), 255-262 (1999).
- 18) 木津良一, 加藤詳子, 薄井 修, 早川和一, 重油のエステロゲン作用とその評価法. 分析化学, **48** (6), 617-622 (1999).
- 19) 村橋 毅, 柿本 均, 阿久津和彦, 早川和一, 発がん性ニトロアレーンの大気中二次生成及び分解. エコテクノロジー研究, **5**, 5-9 (1999).
- 20) 村橋毅, 早川和一, 大気中で生成する発がん性ニトロアレーン. 化学, **54** (12), 74-75 (1999).
- 21) 早川和一, 総合的環境防災とリスクマネジメント-日本海沖タンカー事故油汚染に学ぶ- (萩原良巳編) 3. 重油汚染と健康リスク. 日本リスク研究学会誌, **11** (1), 15-20 (1999).
- 22) Utsumi, A., Kizu, R., Ando, K., Hayakawa, K., Flow Injection Analysis of Oil Contaminated Samples Based on Fluorescence of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. *Anal. Sci.*, **14** (4), 845-847 (1998).
- 23) Yamamoto, A., Ohmi, H., Matsunaga, K., Ando, K., Hayakawa, K., Nishimura, M., Selective Determination of D-sorbitol and D-mannitol in Foodstuffs by IC with Polarized Photometric Detection. *J. Chromatogr. A*, **804**, 305-309 (1998).
- 24) Takayama, N., Tanaka, S., Kizu, R., Hayakawa, K., HPLC/Chemiluminescence Detection of Methamphetamine and Amphetamine in Black and White Hair samples. *Jpn. J. Toxicol. Environ. Health*, **44** (2), 116-121 (1998).
- 25) Hayakawa, K., Contamination of Aromatic Hydrocarbons in Environmental Samples after the Nakhodka Oil Spill. In *Oil and Hydrocarbon Spills, Modelling, Analysis and Control*. Ed. By R. Carcia-Martinez and C. A. Brebbia, Computational Mechanics Publications, Southampton, UK, 231-237 (1998).
- 26) 木津良一, 安藤京子, 早川和一, 日本海重油流出事故. 衛生化学, **44** (5), 321-333 (1998).
- 27) 山本 敦, 早川和一, 特集: 光学活性物質の新たな検出法を目指して 偏光吸光度検出法の開発. *ファルマシア*, **34** (1), 34-38 (1998).

2. 国際学会発表

- 1) Hayakawa, K., Noji, K., Tang, N., Toriba, A., Kizu, R., A High-Performance Liquid Chromatographic System Equipped with Pt/Rh Reducer and Concentrator Columns for the Determination of Trace Level Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Extracts from Diesel-Engine Exhaust Particulates, 9th International Symposium on Luminescence

Spectrometry in Biomedical and Environmental Analysis – Spectroscopic and Imaging Detection Techniques, 2000. 5. 11-17, Montpellier, France.

- 2) Akutsu, K., Murahashi, T., Kizu, R., Morito, K., Masamune, Y., Kakimoto, H., Kitamura, M., Hayakawa, K., Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Diesel-Engine Exhaust and Airborne Particulates, 17th International Symposium on Polycyclic Aromatic Compounds, 1999. 10. 25-29, Bordeaux, France.
- 3) Akutsu, K., Murahashi, T., Kizu, R., Morito, K., Masamune, Y., Kakimoto, H., Kitamura, M., Hayakawa, K., Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Nitropolycyclic Aromatic Hydrocarbons in Diesel-Engine Exhaust and Airborne Particulates, 10th Global Warning International Conference & Exposition, 1999. 5. 5-8, Fujiyoshida, Japan.

3. 国内学会発表

- 1) 畑中直也, 山崎浩史, 木津良一, 早川和一, 青木康展, 中島美紀, 横井 毅, ディーゼル排気曝露ラットにおける肺, 肝および腎 P450 1B1 の誘導について, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 2) 山崎浩史, 畑中直也, 木津良一, 早川和一, 中島美紀, 横井 毅, 環境発癌性物質 1-ニトロピレンのヒト P450 1B1 による代謝的活性化経路について, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 3) 唐 寧, 田畑勝弘, Mishukov, V., 鳥羽 陽, 木津良一, 早川和一, 金沢, 富山, ウラジオストクにおける大気中ニトロアレーンの比較, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 4) 矢島 亨, 山田健司, 吉川摩紀, 小野田優, 鳥羽 陽, 木津良一, 正宗行人, 西原 力, 早川和一, たばこ煙に含まれる内分泌攪乱化学物質の追跡, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 5) 中村浩彰, 蔵前弥生, 鳥羽 陽, 木津良一, 早川和一, 中澤裕之, 牧野恒久, カラムスイッチング HPLC を用いたヒト尿中モノヒドロキシベンゾ[a]ピレンの分析, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 6) 木津良一, 木部由香, 高 栄哲, 並木幹夫, 青木康展, 早川和一, ラット雄性生殖系に及ぼすディーゼル排気曝露の影響, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 7) 関 洋平, 木津良一, 白倉義明, 鳥羽 陽, 早川和一, ヒト肝臓癌由来 HepG2 細胞におけるニトロ多環芳香族炭化水素の遺伝子損傷作用, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.
- 8) 岡村和政, 木津良一, 山田健司, 鳥羽 陽, 加藤 聡, 早川和一, ディーゼル排気粉じん抽出物の抗アンドロゲン作用, 日本薬学会 121 年会, 2001. 3. 28-30, 札幌.

- 9) 唐 寧, 田畑勝弘, Mishukov, V., 鳥羽 陽, 木津良一, 早川和一, 金沢, 富山, ウラジオストクにおける大気中ニトロアレーンの比較, 第7回エコテクノロジーに関するアジア国際シンポジウム, 2000. 12. 5-6, 富山.
- 10) Okamura, K., Kizu, R., Toriba, A., Kato, S., Hayakawa, K., Antiandrogenic Activities of Extracts of Diesel Exhaust Particulates, 第3回 日本内分泌攪乱化学物質学会, 2000. 12. 15-18, 横浜.
- 11) 矢島 亨, 木津良一, 鳥羽 陽, 正宗行人, 西原 力, 早川和一, たばこに含まれる内分泌攪乱化学物質の追跡, 第3回 日本内分泌攪乱化学物質学会, 2000. 12. 15-18, 横浜.
- 12) 関 洋平, 白倉義明, 木津良一, 鳥羽 陽, 早川和一, ヒト培養細胞におけるニトロ多環芳香族炭化水素の遺伝子損傷作用, 日本薬学会北陸支部第103回例会, 2000. 11. 11-12, 富山.
- 13) 中村浩彰, 鳥羽 陽, 木津良一, 早川和一, 中澤裕之, 牧野恒久, カラムスイッチング HPLC を用いたヒト尿中モノヒドロキシベンゾ[a]ピレンの分析, フォーラム 2000: 衛生薬学・環境トキシコロジー, 2000. 10. 19-20, 東京.
- 14) 岡村和政, 鳥羽 陽, 木津良一, 早川和一, ディーゼル排気粉じんの抗アンドロゲン作用, フォーラム 2000: 衛生薬学・環境トキシコロジー, 2000. 10. 19-20, 東京.
- 15) 木津良一, 関 洋平, 鳥羽 陽, 早川和一, 哺乳動物細胞におけるニトロ多環芳香族炭化水素の遺伝子損傷作用, フォーラム 2000: 衛生薬学・環境トキシコロジー, 2000. 10. 19-20, 東京.
- 16) 吉川摩紀, 木津良一, 早川和一, ディーゼル内燃機関から排出される粉塵と多環芳香族炭化水素類, 変異原性に及ぼす負荷の影響, 第41回大気環境学会年会, 2000. 9. 26-28, 浦和.
- 17) 唐 寧, 野路和重, 鳥羽 陽, 早川和一, 化学発光検出 HPLC によるニトロアレーン分析システム, 第41回大気環境学会年会, 2000. 9. 26-28, 浦和.
- 18) 鳥羽陽, 野村麻貴, 木津良一, 早川和一, カラムスイッチング HPLC を用いたモノヒドロキシベンゾ[a]ピレンの異性体 12 種の分析法の開発, 第7回クロマトグラフィシンポジウム, 2000. 6. 1-2, 徳島.
- 19) 野路和重, 唐 寧, 木津良一, 早川和一, Pt/Rh 触媒カラムを用いた自動ニトロアレーン分析計の開発と環境試料への適用, 第61回分析化学討論会, 2000. 5. 17-18, 長岡.
- 20) 岡村和政, 木津良一, 保莉悠紀, 広瀬敏治, 森戸慶子, 正宗行人, 早川和一, ディーゼル車排気粉じんの抗エストロゲン作用, 日本薬学会第120年会, 2000. 3. 28-31, 岐阜.
- 21) 木津良一, 石井克明, 保莉悠紀, 早川和一, 並木幹夫, ディーゼル車排気粉じん

- の抗アンドロゲン作用に関する研究, 日本薬学会第 120 年会, 2000. 3. 28-31, 岐阜.
- 22) 野村麻貴, 鳥羽 陽, 木津良一, 久保田明子, 輪島志帆子, 正宗行人, 早川和一, ディーゼル排気粉塵及び尿中のベンゾ[a]ピレンとピレンの水酸化体の検索, 日本薬学会 120 年会, 2000. 3. 29-31, 岐阜.
 - 23) 小玉修嗣, 山本敦, 松永明信, 鳥羽陽, 早川和一, キャピラリー電気泳動によるモノヒドロキシベンゾ[a]ピレンの異性体 12 種類の分離, 日本薬学会 120 年会, 2000. 3. 29-31, 岐阜.
 - 24) 木津良一, 石井克明, 並木幹夫, 早川和一, ディーゼル排ガス粉じん抽出物の抗アンドロゲン作用, 第 2 回 日本内分泌攪乱化学物質学会, 1999. 12. 9-10, 神戸.
 - 25) 岡村和政, 木津良一, 保苅悠紀, 正宗行人, 早川和一, ディーゼル排気粉じん抽出物の抗エストロゲン作用, 第 6 回エコテクノロジーに関するアジア国際シンポジウム, 1999. 11. 27-28, 富山.
 - 26) 木津良一, 石井克明, 鳥羽 陽, 並木幹夫, 早川和一, ディーゼル排ガス粉じん抽出物の抗アンドロゲン作用, 第 25 回環境トキシコロジーシンポジウム, 1999. 11. 21-22, 名古屋.
 - 27) 岡村和政, 木津良一, 広瀬敏治, 森戸慶子, 正宗行人, 早川和一, ディーゼル排ガス粉じんの抗エストロゲン作用に関する研究, 日本薬学会北陸支部第 101 回例会, 1999. 11. 13, 富山.
 - 28) 唐 寧, 木津良一, 早川和一, 東アジアにおける大気中のニトロアレーン, 日本薬学会北陸支部第 101 回例会, 1999. 11. 13, 富山.
 - 29) 唐 寧, 村橋 毅, 柿本 均, 木津良一, 早川和一, 自動車排気粉塵と大気粉塵の多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素の比較, 第 38 回大気環境学会, 1999. 9. 28-29, 津.
 - 30) 野路和重, 木津良一, 早川和一, Pt/Rh カラムを用いた自動ニトロアレーン分析計の開発, 日本分析化学会第 48 年会, 1999. 9. 8-10, 神戸.
 - 31) 木津良一, 早川和一, 高 栄哲, 並木幹夫, ディーゼル排ガス粉じん抽出物の抗アンドロゲン作用, 日本アンドロロジー学会第 18 回学術大会, 1999. 7. 8-9, 東京.
 - 32) 野路和重, 木津良一, 早川和一, Pt/Rh カラムを用いた自動ニトロアレーン分析計の開発, 日本薬学会北陸支部第 100 回例会, 1999. 6. 19-20, 金沢.
 - 33) 広瀬敏治, 森戸慶子, 木津良一, 早川和一, 正宗行人, 小川純人, 松村正美, エストロゲンレセプターに結合する環境物質 II, 日本薬学会北陸支部第 100 回例会, 1999. 6. 19-20, 金沢.
 - 34) 木津良一, 加藤詳子, 薄井 修, 山下克美, 正宗行人, 早川和一, ディーゼル排ガス粉じん及び重油のエストロゲン作用, 日本薬学会第 119 年会, 1999. 3. 29-31, 徳島.

- 35) 石井克明, 木津良一, 早川和一, 小林 淳, 橋本琢磨, 柿島博志, 長谷 哲, ディーゼル排ガス粉じん及び重油のアンドロゲン作用, 日本薬学会第 119 年会, 1999. 3. 29-31, 徳島.
- 36) 早川和一, 木津良一, 柿本 均, 北村守次, 松本 寛, 酒井茂克, 狩野文雄, 札幌, 東京及び金沢の大気粉じんの化学組成比較, 日本薬学会第 119 年会, 1999. 3. 29-31, 徳島.
- 37) 中浜慶子, 平井千恵, 山下克美, 木津良一, 早川和一, 正宗行人, エストロジェンレセプターに結合する環境物質, 日本薬学会第 119 年会, 1999. 3. 29-31, 徳島.

4. 特別招待講演等

- 1) 木津良一, 奨励賞受賞講演: ヒトの保健衛生に関する研究, 日本薬学会北陸支部第 103 回例会, 2000. 11. 11-12, 富山.
- 2) 早川和一, 未規制有害大気汚染物質-ディーゼル粉じんの発癌性と環境ホルモン作用-, 2000 Shodex LC セミナー, 2000. 7. 3, 大阪; 2000. 7. 17, 東京.
- 3) Kizu, R., Hayakawa, K., Endocrine Disrupting Activity of Crude Extracts of Diesel Exhaust Particulates, 1999 Autumn Conference of Korea Environmental Analysis Association, 1999. 12. 2-4, Seoul, Korea.
- 4) Hayakawa, K., Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Related Compounds, International Workshop99 on Monitoring of Endocrine Disruptors, 1999. 11. 11-12, Tsukuba, Japan.
- 5) Hayakawa, K., Oil Spill from the Tanker Nakhodka, 8th Annual Meeting of the North Pacific Marine organization (PICES), 1999. 10. 8-17, Vladivostok, Russia.
- 6) 木津良一, ディーゼル車排ガス粉じん抽出物の DNA 損傷作用と内分泌かく乱作用, 第 38 回大気環境学会, 1999. 9. 28-29, 津.
- 7) 早川和一, 村橋 毅, 野路和重, 木津良一, 内分泌攪乱/発がん性を有する多環芳香族炭化水素及びニトロ多環芳香族炭化水素のカラムスイッチング高速液体クロマトグラフィー, 第 6 回クロマトグラフィーシンポジウム, 1999. 6. 25-26, 金沢.
- 8) Hayakawa, K., Kizu, R., Monitoring of Endocrine Disruptors: Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Related Comounds, International Workshop on Bio-Sensing of Environmental Chemicals, 1999. 6. 11-12, Tsukuba.
- 9) 早川和一, 木津良一, 石田 啓, 重油流出事故に伴う北陸沿岸の影響調査, 第 4 回日本海域国際フォーラム, 1999. 3. 26, 金沢.
- 10) 早川和一, 木津良一, 内分泌攪乱化学物質, 第 5 回エコテクノロジーに関するアジア国際シンポジウム, 1999. 2. 9-10, 富山.

5. 出版物

- 1) 第2回公開シンポジウム「未規制大気汚染物質の挙動と毒性－自動車排気粉じんは環境ホルモンか？－」要旨集，文部省科学研究補助金研究早川班，平成11年11月26日。

[研究成果]

研究代表者は、これまで未規制有害大気汚染物質の挙動と毒性に関する研究の一環として、まず発癌性/変異原性を有するニトロ多環芳香族炭化水素 (NPAH) の超高感度分析法を開発した。次いで、金沢市をフィールド研究の場に定めて、都市大気中に存在する NPAH を同定し、毒性が特に強い 1,3-, 1,6-, 1,8-ジニトロピレン (DNP), 1-ニトロピレン (NP) を追跡して、日内変動や季節変動、発生源、存在様態を明らかにした。更に、開発した分析法の実用性をより高めるために、大気粉塵試料の前処理の簡便迅速化を目的とする NPAH 分析システムの改良に着手するとともに、分析対象化合物を上記4化合物からこれまで大気内挙動が明らかにされていない 2-ニトロフルオランテン、4-NP、6-ニトロクリセン等にまで拡大した。そして、研究対象都市を金沢以外の国内外の都市にも拡大して NPAH の大気内挙動を解明した。

また、はしがきにも述べたように、本研究では平成9年1月にロシア船籍タンカーから流出したC重油により汚染した日本海沿岸の環境影響について、PAHに基づく科学的追跡調査研究も実施した。

これら研究の成果について、以下の項目順に述べる。

1. 自動 NPAH 分析システムの完成
2. 金沢と他都市の主要 NPAH の大気内挙動比較
3. 新規 NPAH の大気内挙動解析
4. PAH/NPAH 生成量に及ぼすディーゼル内燃機関の運転条件の影響解析
5. PAH/NPAH の毒性・生理活性発現機序解明

参考. 重油漂着日本海沿岸の汚染と回復