

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 4 月 5 日現在

機関番号：13901  
 研究種目：基盤研究(B)  
 研究期間：2009～2011  
 課題番号：21406017  
 研究課題名（和文）プロモプロパンのヒト高次中枢神経系・血液毒性に関する分子疫学調査  
 研究課題名（英文）Investigation on toxicity of 1-bromopropane to central nervous system and hematopoietic function in humans  
 研究代表者  
 市原 学 (Gaku Ichihara)  
 名古屋大学・大学院医学系研究科・准教授  
 研究者番号：90252238

研究成果の概要（和文）：1-ブロモプロパン暴露労働者および対照群の健康影響指標を分散分析、ダネットの多重比較法および回帰分析を用いて解析を行った。その結果、遠位潜時、振動覚閾値、LDH、TSH、FSH の量依存的上昇、感覚神経伝導速度、赤血球数、ヘマトクリットの量依存的低下が示された。複数の 1-ブロモプロパン中毒症例解析では、末梢神経の変性が病理組織学的に確認されたほか、中枢神経系障害が確認された。

研究成果の概要（英文）：The analysis of workers exposed to 1-bromopropane and non-exposed workers was conducted using ANOVA followed by Dunnett's multiple comparison and regression analysis. The result showed dose-dependent increase in distal latency, threshold for vibration sense, LDH, TSH, FSH and dose-dependent decrease in sensory nerve conduction velocity, red blood cell, hematocrit. The cases intoxicated with 1-bromopropane showed degeneration of peripheral nerve histopathologically and the abnormality in the central nervous system.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	5,500,000	1,650,000	7,150,000
2010 年度	4,100,000	1,230,000	5,330,000
2011 年度	3,900,000	1,170,000	5,070,000
年度			
年度			
総計	13,500,000	4,050,000	17,550,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・衛生学

キーワード：プロモプロパン、神経毒性、量反応関係

1. 研究開始当初の背景  
 1-ブロモプロパン (1BP) はオゾン層破壊・地球温暖化作用をもつクロロフルオロカーボン (フロン) の代替溶剤として、日本、米国、欧州で広く用いられている。われわれは、先行する動物実験により、1BP が異性体 2-ブロモプロパンに比して強い神経毒性をもつことを世界で初めて明らかにした (Yu 1998, Ichihara 2000)。1 BP に 800ppm、12 週間曝露されたラットは後肢麻痺を示し、電気生理で

は遠位潜時延長、運動神経伝導速度低下が観察された。これらの動物実験と前後して、我々は米国ノースカロライナ州で 3 人の 1BP 中毒患者を発見した (Ichihara 2002)。3 人の症例は感覚障害および歩行の不安定を示していた。中国の比較的低濃度の 1 BP に曝露された労働者は、振動覚低下と下肢神経の遠位潜時延長、運動神経伝導速度低下を示した (Ichihara 2004)。

## 2. 研究の目的

本研究では、1) 対象労働者数の増加、2) ヒトにおける蛋白付加物量と、外部曝露量/期間との関係の解明とこれを用いて推定した長期曝露量と生体影響との関係の解明、3) より敏感で定量的な指標の特定—重心動揺測定、高次中枢神経機能異常を検出するための神経行動学的検査に加えて、新たな血液毒性指標の検討、4) 感受性遺伝子の多型ごとの解析を行った。

## 3. 研究の方法

1) 60人の女性労働者および同数の年齢をマッチングさせた女性労働者のデータを解析した。曝露群を1-ブロモプロパン(1BP)個人曝露量をもとに低濃度、中濃度、高濃度曝露の三つの群に分け、分散分析およびダネットの多重比較法を用いて、曝露群間の神経伝導速度(運動神経伝導速度、遠位潜時、感覚神経伝導速度、F波伝導速度、感情プロフィール、WHO神経行動学テストバッテリー、重心動揺計によるスコア、振動覚、生化学検査データ、血液学的データの比較を行った。さらに、曝露濃度に対する回帰分析を行った。

## 4. 研究成果

その結果、遠位潜時、振動覚閾値、LDH、TSH、FSHの量依存的上昇、感覚神経伝導速度、赤血球数、ヘマトクリットの量依存的低下が示された。複数の1-ブロモプロパン中毒症例解析では、末梢神経の変性が病理組織学的に確認されたほか、中枢神経系障害が確認された。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計15件)

1. Ichihara G et al. Evidence from animal experiments and human studies. *J Adv Res* in press, 2012 (査読有)
2. Nagai H. et al. Diameter and rigidity of multiwalled carbon nanotubes are critical factors in mesothelial injury and carcinogenesis. *Proc Natl Acad Sci U S A* 108: E1330-8, 2011 (査読有)
3. Huang Z. et al. Proteomic analysis of hippocampal proteins of F344 rats exposed to 1-bromopropane. *Toxicol Appl Pharmacol* 257: 93-101, 2011 (査読有)
4. Ichihara G et al. Dose-dependent neurologic abnormalities in workers exposed to 1-bromopropane: authors' response. *J Occup Environ Med* 53: 1095-1098, 2011 (査読有)
5. Elshazley M et al. Pleural plaques profile on chest radiograph and CT scan of asbestos-exposed Japanese construction workers. *Ind Health* 49: 626-633, 2011 (査読有)
6. Mohideen SS et al. Exposure to 1-bromopropane causes degeneration of noradrenergic axons in the rat brain. *Toxicology* 285: 67-71, 2011 (査読有)
7. Li W, Shibata E, Zhou Z, Ichihara S, Wang H, Wang Q, Li J, Zhang L, Wakai K, Takeuchi Y, Ding X, Ichihara G. Dose-dependent neurologic abnormalities in workers exposed to 1-bromopropane. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 52: 769-777, 2010 (査読有)
8. Ichihara S, Yamada Y, Liu F, Murohara T, Itoh K, Yamamoto M, Ichihara G. Ablation of the Transcription Factor Nrf2 Promotes Ischemia-Induced Neovascularization by Enhancing the Inflammatory Response. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 30: 1553-1561, 2010 (査読有)
9. Liu F, Ichihara S, Valentine WM, Itoh K, Yamamoto M, Sheik Mohideen S, Kitoh J, Ichihara G. Increased susceptibility of Nrf2 null mice to 1-bromopropane-induced hepatotoxicity. *Toxicological Sciences* 115: 596-606, 2010 (査読有)
10. Liu F, Ichihara S, Mohideen SS, Sai U, Kitoh J, Ichihara G. Comparative study on susceptibility to 1-bromopropane in three mice strains. *Toxicological Sciences* 112:100-10, 2009 (査読有)
11. Mohideen SS, Ichihara S, Banu S, Liu F, Kitoh J, Ichihara G. Changes in neurotransmitter receptor expression levels in rat brain after 4-week exposure to 1-bromopropane. *Neurotoxicology* 30: 1078-83, 2009 (査読有)
12. Ichihara S, Yamada Y, Gonzalez FJ, Nakajima T, Murohara T, Ichihara G. Inhibition of ischemia-induced angiogenesis by benzo[a]pyrene in a manner dependent on the aryl hydrocarbon receptor. *Biochem Biophys Res Commun* 381 : 44-49, 2009 (査読有)
13. Huang F, Ning H, Xin QQ, Huang Y, Wang H, Zhang ZH, Xu DX, Ichihara G, Ye DQ. Melatonin pretreatment attenuates 2-bromopropane-induced testicular toxicity in rats. *Toxicol* 256: 75- 82 , 2009 (査読有)
14. Donaldson K, Oberdorster G, Ichihara G, Maynard A, Stone V, Borm P, Aitken R. Nanoparticles:- one word: a multiplicity of different hazards. *Biochem Biophys Res Commun* 3: 263 - 264 , 2009 (査読有)
15. 市原学.有機溶剤中毒と尿検査.総合臨床 58 : 1269-1271 ,2009 (査読無)

〔学会発表〕(計 68 件)

1. 張靈逸ほか ラット脳内モノアミンレベルと海馬神経栄養因子の発現への 1-ブロモプロパン曝露の影響 第 82 回日本衛生学会総会 2012 年 3 月 24-26 日京都
2. シェイクモヒディーン サハブディーンほか 1-ブロモプロパン曝露のラット小脳におけるグリア、ミエリンに対する影響第 82 回日本衛生学会総会 2012 年 3 月 24-26 日京都
3. 及川(多田)佐枝子ほか二酸化チタンナノ粒子による細胞毒性作用の解析 第 82 回日本衛生学会総会 2012 年 3 月 24-26 日京都
4. 常杰ほか メタボリック症候群の標的分子マーカーの検索第 82 回日本衛生学会総会 2012 年 3 月 24-26 日京都
5. Huang Z et al. Proteomic Identification of Carbonylated Proteins in F344 Rat Hippocampus after 1-Bromopropane Exposure. The 51th Annual Meeting of the Society of Toxicology 2012 年 3 月 11-15 日 米国 サンフランシスコ
6. 黄振烈ほか Proteomic Identification of Carbonylated Proteins in F344 Rat Hippocampus after 1-Bromopropane Exposure 第 11 回分子予防環境医学研究会大会 2012 年 1 月 27-28 日 倉敷
7. 張靈逸ほか ラット脳内モノアミンレベルと海馬神経栄養因子の発現における 1-ブロモプロパン曝露の影響 第 11 回分子予防環境医学研究会大会 2012 年 1 月 27-28 日 倉敷
8. シェイクモヒディーン サハブディーンほか Exposure to 1-bromopropane induces activation of astrocyte and degeneration of neuronal cells in rat cerebellum 第 11 回分子予防環境医学研究会大会 2012 年 1 月 27-28 日 倉敷
9. 紅林真理恵ほか 高血糖状態における血小板リン酸化タンパク質の同定 第 11 回分子予防環境医学研究会大会 2012 年 1 月 27-28 日 倉敷
10. Suzuki Y. et al. Hyperphosphatemia and hypozincemia aggravated hypertension and cardiac dysfunction in SHR/NDmcr-cp, a model of metabolic syndrome. The 84th Scientific Sessions of American Heart Association 2011 年 11 月 12-16 日、米国、オランダ
11. Ichihara S. et al. Oxidative modification of the proteins related to ATP synthesis leads to the left ventricular dysfunction in cardiomyopathy. The 84th Scientific Sessions of American Heart Association 2011 年 11 月 12-16 日、米国、オランダ
12. Ichihara S. et al. Occupational health Survey on workers handling titanium dioxide. The 48th Congress of the European Societies of Toxicology 2011 年 8 月 28-31 日、フランス、パリ
13. Subramanian K et al. Central nervous system toxicity of 1-bromopropane: an oxidative stress hypothesis. The 48th Congress of the European Societies of Toxicology 2011 年 8 月 28-31 日 フランス、パリ
14. Ichihara S. et al. Occupational health Survey on workers handling titanium dioxide. The 5th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health 2011 年 8 月 9-12 日 米国 ボストン
15. Ichihara G et al. Neurotoxicity of 1-bromopropane, an alternative to ozone-depleting solvents. The 13th International Neurotoxicology Association Meeting & 11th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health 2011 年 6 月 5-10 日 中国 西安
16. Lingyi Z et al. Effects of 1-bromopropane exposure on monoamine levels in brain and hippocampal brain-derived neurotrophic factor expression in rats. The 13th International Neurotoxicology Association Meeting & 11th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health 2011 年 6 月 5-10 日 中国 西安
17. Huang Z et al. Proteomic analysis of hippocampal protein in f344 rats exposed to 1-bromopropane. The 13th International Neurotoxicology Association Meeting & 11th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health 2011 年 6 月 5-10 日 中国 西安
18. Mohideen SS et al. Effects of 1-bromopropane exposure on myelination and glia in rat brain. Neurotoxicology Association Meeting & 11th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health 2011 年 6 月 5-10 日 中国 西安
19. Subramanian K et al. Central nerve system toxicity of 1-bromopropane: an oxidative stress hypothesis. Neurotoxicology Association Meeting & 11th International Symposium on Neurobehavioral Methods and Effects in Occupational and Environmental Health 2011 年 6 月 5-10 日 中国 西安

20. Ichihara G EHS researches on manufactured nanomaterials in Japan. The Seventh International Nanotechnology Conference on communication and collaboration (INC7) (招待講演) 2011年5月18日 米国オーバニー
21. 市原学ほか ヒト研究と動物実験による産業化学物質の毒性解明第84回日本産業衛生学会イブニングシンポジウム 招待講演 2011年5月18-20日東京
22. 黄振烈ほか 1-ブロモプロパンに曝露されたラットにおける脳海馬蛋白のプロテオミクス解析 第84回日本産業衛生学会 2011年5月18-20日東京
23. シェイク モヒディーン ザハブディーンほか 1-ブロモプロパン曝露によるラット脳のエリニン化、アストロサイト活性化への影響第84回日本産業衛生学会 2011年5月18-20日東京
24. 黄振烈、市原佐保子、及川伸二、常傑、張靈逸、スブラマニアン・カビアラサン、シェイクモヒディーン・サハブディーン、市原学 1-ブロモプロパンに曝露されたラットにおける脳海馬蛋白のプロテオミクス解析第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
25. シェイクモヒディーン・サハブディーン、市原佐保子、黄振烈、張靈逸、スブラマニアン・カビアラサン、市原学 1-ブロモプロパン曝露によるラット脳のエリニン化、アストロサイト活性化への影響第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
26. 市原学 オーストラリア鉱山における1-ブロモプロパン中毒事例第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
27. 常傑、及川伸二、安藤知紗、葛谷憲太郎、市原学、市原佐保子マイクロアレイ・プロテオーム解析によるメタボリック症候群の標的分子マーカーの探索第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
28. 市原佐保子、小林隆弘、李衛華、尾村誠一、平工雄介、丁訓誠、市原学ナノ酸化チタンの心肺機能への影響に関する調査研究第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
29. 木村真三、七澤潔、竹内高明、三浦善憲、市原佐保子、市原学、サファー・サラタ、遠藤暁、大瀧慈、藤田博美 チェルノブイリ被災地域における罹患率調査(第1報)第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
30. 市原学、田中昭代、平田美由紀、市原佐保子、王強毅、伊東秀記 分散化多層カーボンナノチューブのラット脳への影響第81回 日本衛生学会学術総会 2011年3月25日-28日昭和大学旗の台キャンパス
31. Ichihara S et al. Occupational health survey on workers and nanoparticle number in factory handling nano-titanium dioxide. Society of Toxicology, 50th Anniversary Annual Meeting and ToxExpo 2011年3月6日-10日 Washington,D.C.,USA
32. Chang J et al. Genomics and proteomics analysis identified the proteins associated with adipocyte lipolysis as a key regulator for the pathogenesis or progression of metabolic syndrome. Society of Toxicology, 50th Anniversary Annual Meeting and ToxExpo 2011年3月6日-10日 Washington,D.C.,USA
33. Ichihara G. et al. Exposure to 1-bromopropane degenerates noradrenergic axons in the rat brain. Society of Toxicology, 50th Anniversary Annual Meeting and ToxExpo 2011年3月6日-10日 Washington,D.C.,USA
34. Mohideen SS et al. Effects of 1-bromopropane exposure on myelination and astroglia in rat brain. Society of Toxicology, 50th Anniversary Annual Meeting and ToxExpo 2011年3月6日-10日 Washington,D.C.,USA
35. Suzuki Y et al. Hyperphosphatemia and hypozincemia affect peripheral nervous system in SHR/NDMCR-CP, a model of metabolic syndrome. Society of Toxicology, 50th Anniversary Annual Meeting and ToxExpo 2011年3月6日-10日 Washington,D.C.,USA
36. Ichihara G et al. Occupational health survey on factory handling Titanium ナノ・バイオメディシンシンポジウム(第4回ナノ・バイオメディカル学会大会) 2011年2月21日-22日名古屋大学野依記念学術交流館
37. Huang Z et al. Proteomic analysis of hippocampal protein in rats exposed 1-bromopropane 第10回分子予防環境医学研究大会 2011年1月21日-22日京都府立医科大学
38. Mohideen SS. Et al. Effects of 1-bromopropane exposure on myelination and astroglia activation in rat brain. 第10回分子予防環境医学研究大会 2011年1月21日-22日京都府立医科大学
39. 市原学 Occupational health survey on factory handling titanium dioxide. 第20回日本MRS学術シンポジウム 2010年12

- 月 20 日-21 日横浜情報文化センター
40. Ichihara G et al. Involvement of oxidative stress in toxicity of 1-bromopropane, an alternative to ozone-depleting solvents. The 6th International Forum on "Oxidative Stress and Aging" 2010 年 9 月 6 日名古屋大学野依記念学術交流館
  41. Ichihara G et al. Dose-dependent neurologic abnormalities in workers exposed to 1-bromopropane. XII International Congress of Toxicology 2010 年 7 月 20 日 Barcelona, Spain
  42. 安藤知沙、市原佐保子、葛谷憲太郎、常杰、黄振烈、市原学、及川伸二 プロテオミクス技術を用いた 1-ブロモプロパンによる中枢神経障害に関連するタンパク質の探索 日本ヒトプロテオーム機構 第 8 回大会・第 6 回日本臨床プロテオーム研究会 連合大会 2010 年 7 月 26 日-27 日千葉 (東京ベイホテル東急)
  43. 柴田英治、Mo'men Hafez、市原学、市原佐保子、上島通浩、酒井潔建設作業者の職種と胸膜肥厚斑発生部位に関する検討 第 83 回日本産業衛生学会 2010 年 5 月 28 日福井 (フェニックス・プラザ)
  44. 張靈逸、李衛華、柴田英治、市原佐保子、王強毅、李潔斐、若井健志、竹内康浩、丁訓誠、市原学ヒトにおける 1-ブロモプロパンの量依存的な神経、血液、生化学指標への影響-再解析による新しい知見- 第 83 回日本産業衛生学会 2010 年 5 月 26 日福井 (福井県国際交流会館)
  45. 近藤喜代太、渡辺宏久、伊藤高行、祖父江元、市原学 1-ブロモプロパン曝露された労働者の脳核磁気共鳴画像と中枢神経障害第 83 回日本産業衛生学会 2010 年 5 月 26 日福井 (福井県国際交流会館)
  46. 劉芳、市原佐保子、シェイクモヒディーン サハブディーン、伊東健、山本雅之、ウィリアム エム ヴァレンタイン、鬼頭純三、市原学転写因子 *nrf2* による生体防御反応と酸化ストレスの 1-ブロモプロパン毒性における役割 第 83 回日本産業衛生学会 2010 年 5 月 26 日福井 (福井県国際交流会館)
  47. 酒井潔、久永直見、柴田英治、上島通浩、市原学、那須民江肺がん患者における職業的石綿曝露と肺内石綿濃度 第 83 回日本産業衛生学会 2010 年 5 月 26 日福井 (福井県国際交流会館)
  48. 市原佐保子、山田芳司、劉芳、伊東健、山本雅之、市原学ストレス応答性転写因子 *Nrf2* の心肥大における役割の解明第 80 回日本衛生学会 2010 年 5 月 10 日仙台 (仙台国際センター)
  49. 張靈逸、李衛華、柴田英治、市原佐保子、王強毅、李潔斐、若井健志、竹内康浩、丁訓誠、市原学ヒトにおける 1-ブロモプロパンの量依存的な健康影響-再解析による新しい知見-第 80 回日本衛生学会 2010 年 5 月 10 日台 (仙台国際センター)
  50. 劉芳、市原佐保子、Sahabudeen Sheik Mohideen、伊東健、山本雅之、William M.Valentine、鬼頭純三、市原学 *nrf2* ノックアウトマウスは 1-ブロモプロパン曝露に対し感受性が高い第 80 回日本衛生学会 2010 年 5 月 10 日仙台 (仙台国際センター)
  51. 近藤喜代太、渡辺宏久、伊藤高行、祖父江元、市原学 1-ブロモプロパン曝露によるヒト中枢神経病変の核磁気共鳴画像 (MRI) 解析 第 80 回日本衛生学会 2010 年 5 月 10 日仙台 (仙台国際センター)
  52. Ichihara G. Epidemiological Study on workers handling titanium dioxide (招待講演). Symposium on the social acceptance of nanomaterials, NIMS WEEK 2009 (2009.7.24, National Institute for Materials Science, Tsukuba, Japan)
  53. 張 靈逸ら. ヒトにおける 1-ブロモプロパンの量依存的な神経、血液、生化学指標への影響-再解析による新しい知見. 平成 21 年度日本産業衛生学会産業神経・行動学研究会・日本衛生学会脳・神経学研究会・日本神経行動・毒性研究会 (2009.12.4, 順天堂大学医学部 9 号館 2 階 8 番教室)
  54. 近藤喜代太ら. 1-ブロモプロパン曝露によるヒト中枢神経病変の核磁気共鳴画像 (MRI) 解析. 平成 21 年度日本産業衛生学会産業神経・行動学研究会・日本衛生学会脳・神経学研究会・日本神経行動・毒性研究会 (順天堂大学医学部 9 号館 2 階 8 番教室)
  55. 市原佐保子、劉芳、山田芳司、室原豊明、伊東健、山本雅之、市原学. ストレス応答型転写因子 *Nrf2* の血管新生における役割の解明. 第 9 回分子予防環境医学研究会.(2010.1.22, 東京大学大学院医学系研究科 1 号館 1 階講堂)
  56. 劉芳、市原佐保子、シェイクモヒディーンサハブディーン、崔 雨佳、市原学. 1-ブロモプロパン感受性の分子的基盤. 第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22, 福岡国際会議場)
  57. シェイクモヒディーンサハブディーン、黄芬、市原佐保子、北河恵美子、岩橋均、劉芳、市原学. 1-ブロモプロパン中枢神経影響の DNA マイクロアレイ解析と中枢神経毒性バイオマーカーの探索.第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22,福岡国際会議場)
  58. Liu F, Ichihara S, Valentine WM, Itoh K,

- Yamamoto M, Mohideen SS, Kitoh J, Ichihara G. High susceptibility of nrf2 mice to 1-bromopropane exposure. 第 37 回有機溶剤中毒研究会、第 42 回生物学的モニタリング・バイオマーカー研究会合同研究会(2009.10.17, 京都大学医学部医学・生命科学棟)
59. Liu F, Ichihara S, Valentine WM, Itoh K, Yamamoto M, Mohideen SS, Kitoh J, Ichihara G. Nrf2 null mice are more susceptible to 1-bromopropane-induced hepatotoxicity. 第 9 回 分子予防環境医学研究会(2010.1.23, 東京大学大学院医学系研究科 1 号館 1 階講堂)
60. Liu F, Ichihara S, Valentine WM, Itoh K, Yamamoto M, Mohideen SS, Kitoh J, Ichihara G. Nrf2 null mice are more susceptible to 1-bromopropane-induced hepatotoxicity. The 49th Annual Meeting of the Society of Toxicology (2010.3.7-11, Salt lake city, USA)
61. Ichihara G, Li W, Fujitani Y, Ichihara S, Ding X, Liu Y, Wang Q, Sai U, Hata N, Kobayashi T. Exposure assessment and evaluation of health status in workers handling titanium dioxide. The 4th International Conference on Nanotechnology (2009.8.29-29, Helsinki, Finland)
62. Suzuki Y, Ichihara S, Kato A, Yamaguchi T, Yamada Y, Ichihara G. N-acetyl-L-cysteine prevents the toxic effects of hyperphosphatemia and hypozincemia on the testicular function in WKY, but not in SHR/NDmcr-cp, a model of metabolic syndrome. The 49th Annual Meeting of the Society of Toxicology (2010.3.7-11, Salt lake city, USA)
63. 李衛華、陳波、劉穎、林靖彦、宋偉民、市原佐保子、丁訓誠、市原学. 1-プロモプロパンの神経毒性と血液毒性のヒト量一反応関係に関する研究. 第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22, 福岡国際会議場)
64. 劉穎、李衛華、陳波、林靖彦、市原佐保子、丁訓誠、市原学. 多層カーボンナノチューブ気管内投与の肺に対する影響. 第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22, 福岡国際会議場)
65. 市原佐保子、山本雅之、伊東健、市原学. ストレス応答に関与する転写因子 Nrf2 の血管新生における役割の解明. 第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22, 福岡国際会議場)
66. 陳波、李衛華、劉穎、林靖彦、宋偉民、市原佐保子、丁訓誠、市原学. マウス RAW264.7 マクロファージとヒト A549 肺細胞を用いた多層カーボンナノチューブが誘導する酸化ストレスの評価. 第 82 回日本産業衛生学会(2009.5.20-22, 福岡国際会議場)
67. 劉芳, 市原佐保子, Sheik Mohideen Sahabudeen, 崔雨佳, 市原学. Balb/cA は C57BL/6J や DBA/2J よりも 1 プロモプロパン曝露に対して感受性が高い. 第 79 回日本衛生学会学術総会(2009.3.29-4.1, 北里大学白金キャンパス)
68. Sheik Mohideen Sahabudeen, 黄芬, 市原佐保子, 北河恵美子, 岩橋均, 劉芳, 市原学. 1-プロモプロパン曝露によるラット脳遺伝子発現変化に関するマイクロアレイ研究. 第 79 回日本衛生学会学術総会(2009.3.29-4.1, 北里大学白金キャンパス)
- 〔図書〕(計 5 件)
1. 市原 学 労働科学研究所 産業安全保健ハンドブック 5.44 生殖次世代影響 2012、印刷中
  2. 市原 学 シーエムシー 「ナノ材料の安全性—世界最前線」ナノファイバー学会監修 2010、319 ページ
  3. 市原 学 コロナ社 「カーボンナノチューブ・グラフェンハンドブック」2011、368 ページ
  4. 市原 学 シーエムシー 篠原久典監修 「ナノカーボンの応用と実用化—フラーレン、ナノチューブ、グラフェンを中心に—」2011、302 ページ
  5. 市原学 フロンティア出版 ナノ材料のリスク 評価と安全性対策 - 生体・環境への影響、安全性対策・国内外動向 - 2010、総ページ 317
  6. 研究組織
    - (1)研究代表者  
市原 学 (Ichihara Gak)  
名古屋大学・大学院医学系研究科・准教授  
研究者番号：90252238
    - (2)研究分担者  
若井 健志 (wakai kenji)  
名古屋大学・大学院医学系研究科・准教授  
研究者番号：50270989

市原 佐保子  
見え大学・地域イノベーション学研究科・准教授 (H 2 1 年～H 2 2 年)
  - (3)連携研究者  
なし