

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 10 日現在

機関番号：32660

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24790130

研究課題名(和文)炭素ナノ粒子の妊娠期曝露による母子免疫系のエピジェネティックな変化に関する研究

研究課題名(英文)The effect and underlying epigenetic mechanism of maternal exposure to carbon nanoparticle on the immune system

研究代表者

梅澤 雅和 (Umezawa, Masakazu)

東京理科大学・薬学部・助教

研究者番号：60615277

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、カーボンブラックナノ粒子の妊娠期経気道投与が次世代免疫系に及ぼす影響を、エピジェネティクスの観点からメカニズムを解明すること、ならびに妊娠中の投与時期(妊娠前期・中期・後期)による影響の差異を検証することを目的として行った。その結果、ナノ粒子の次世代免疫系への影響発現機序におけるエピジェネティクスの寄与は大きくないが、胸腺における転写因子NF1ならびにGF11が機序に関与している可能性が示された。また、次世代免疫系への影響は、器官形成期(妊娠中期)における曝露の影響が最も大きい可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：This project aimed to clarify the effect of maternal exposure to carbon black nanoparticle on the immune system of offspring and underlying epigenetic and other mechanisms. The results indicated that epigenetics does not, but thymic transcription factors NF1 and GF11 may contribute to the developmental effect on the immune system. In addition, exposure to carbon black nanoparticle during the period of organogenesis, the middle fetal development, may mostly contribute to its effects on the immune system of offspring mice.

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：薬学・環境系薬学

キーワード：ナノ粒子 妊娠期曝露 カーボンブラック 脾臓 リスク・コミュニケーション

1. 研究開始当初の背景

大気汚染がアレルギー疾患の発症や増悪化を引き起こす可能性が懸念され、現状を改善するための研究が進められていた。近年では、大気汚染のうち超微小な浮遊粒子が健康影響に大きく寄与する可能性が懸念され、それに焦点を当てた研究も進められている。とくに、超微小粒子(ナノ粒子)の妊娠期曝露が次世代個体に及ぼす影響については複数の研究結果が報告され始めている。これらの研究では、曝露を受けた母体とその個体からの産仔に起こる変化が報告されていたが、その影響発現機序は不明である。この現状は、時代とともに変わる生活環境の中で将来産まれるヒトの健康をどのようにすれば守ることができるのか、という問いに関する重要な課題を投げかけていた。

とくにナノ粒子の生殖発生毒性の発現メカニズムは極めて不明であった。すなわち、妊娠期に曝露したナノ粒子が次世代個体にどの程度移行するのか、また次世代個体に生じる変化の原因として妊娠中の母体に生じる変化がどのように寄与するのかについては不明なままであった。ナノ粒子の妊娠期曝露が次世代の個体(産仔)に与える生体影響に関する研究では、主に妊娠中の母体に投与したナノ粒子が胎盤を通過して産仔に移行し、その次世代個体に影響を及ぼす可能性が注目されていた(Wick et al. *Environ Health Perspect.* 2010; Takeda et al. *J Health Sci.* 2009)。その一方で、母体に生じる変化が仔の発達に及ぼす影響も議論されるべき主要な点の一つであった(Buschmann, *Reprod Toxicol.* 2006)。本研究課題は、炭素ナノ粒子の曝露が引き起こす次世代個体の免疫系への影響にあわせて、母子の双方に起こる変化をエピジェネティクスに関する指標を中心に解析することを目的として行った。とくに、炭素ナノ粒子を分散剤を使わずに安定して懸濁させ、炭素ナノ粒子の「粒子としての毒性」を「リスク評価に生かせる形」で明示することを目指した。

2. 研究の目的

本研究は、炭素ナノ粒子の妊娠期曝露が免疫系に及ぼす影響を、エピジェネティックな変化の母子間比較に焦点をおき明らかにすることを目的として実施した。我々が確立した、胎児期に曝される環境(ナノ粒子曝露や栄養状態)が次世代個体に及ぼす影響を評価する実験系を活用しながら、炭素ナノ粒子の妊娠期曝露が次世代個体の免疫系に及ぼす影響の発現機序を明らかにし、影響発現の制御(予防)法を見出すためのデータを取得することを目的として本研究を実施した。

3. 研究の方法

本研究では、申請者らが確立してきた 1) 生体影響評価に適した炭素ナノ粒子懸濁液の調製法、2) 免疫系組織の解析法、3) メチル化 DNA や RNA 発現の網羅的データの解析手法を活用して実施した。

まず、カーボンブラックナノ粒子(一次粒子径 14 nm)を水中に 5 mg/mL で懸濁させ、30 分間超音波処理を行った後に孔径 450 nm のフィルターに通した。この懸濁液を ICR 系妊娠マウスに対して妊娠 5 日目と 9 日目に点鼻投与した。投与量は 1 mL/kg 体重(CB 量としては約 95 µg/kg 体重)とした。雄性産仔(1 日齢、3 日齢、5 日齢、14 日齢、21 日齢)の免疫系組織(胸腺、脾臓)を採取した。フローサイトメトリーを用いたリンパ球の表現型の解析と、定量的 RT-PCR 法を用いた遺伝子発現変動の定量的解析を行った。さらに、1 日齢及び 5 日齢の出生仔から胸腺を採取し、SurePrint G3 Mouse Gene Expression 8×60K microarray (Agilent) による遺伝子発現解析に供した。

次に、5 日齢の雌雄マウスから摘出・半割した脾臓から ISOGEN を用い total RNA を抽出した。雌群、雄群ともに total RNA 量が 30 µg となるように各サンプルから RNA をプールした。マイクロアレイ解析(miRCURY LNA™ miRNA microarray)を行い、miRNA 発現量を比較した。マイクロアレイで発現量に差のあった miRNA に対して、miRanda、TargetScan、PITA の 3 種のアルゴリズムを用い標的 mRNA を抽出した。3 つのアルゴリズムで共通して得られた mRNA を標的候補とした。上記の方法で抽出された標的候補 mRNA それぞれに生物学的分類用語(GO ターム、MeSH ターム)を振り分け、その濃縮率から miRNA 発現変動パターンが示す生物学的意義を抽出した。

最後に、先の方法でカーボンブラックナノ粒子を超純水中に分散させたものを、ICR 系マウスに対して妊娠 3、4 日目(着床前期)、8、9 日目(器官形成期)または 15、16 日目(胎児発育期)のいずれかに点鼻投与した。出生仔が 1、3、5 日齢になった時点で胸腺と脾臓を採取し、血球計算版を用いた細胞カウント、フローサイトメトリー法によるリンパ球組成解析、定量的 RT-PCR 法による遺伝子発現解析を行った。

4. 研究成果

フィルターに通した後のカーボンブラックナノ粒子懸濁液を動的光散乱(DLS)法により測定した結果、個数分布のピーク粒子径は 68 nm であった。走査型電子顕微鏡では、粒径約 50 nm から 500 nm の粒子が観察されたが、多くの粒子は粒径 100 nm 以下(ナノサイズ)粒子であった。以上より、今回曝露に用いたカーボンブラックナノ粒子懸濁

液は、ナノサイズの粒子を多く含有する懸濁液であることを確認することができた。

カーボンブラック群において、1日齢及び3日齢の胸腺中のCD4陰性CD8陽性T細胞数が減少傾向を示した。胸腺はT細胞の分化の場であることから、カーボンブラック胎仔期曝露により出生直後の胸腺におけるT細胞の分化が抑制されている可能性が示唆された。しかし、5日齢や14日齢の胸腺中のT細胞数には顕著な変化が見られなかったことから、分化の抑制は成長と共に回復したと考えられる。脾臓においては、カーボンブラック群において5日齢のCD3陽性T細胞数が減少した。胸腺で成熟したT細胞は脾臓やリンパ節などの末梢リンパ組織へ移行することから、カーボンブラック胎仔期曝露により胸腺におけるT細胞の分化抑制が起きた結果、もしくは末梢リンパ組織におけるT細胞の生存・維持・遊走機構に何らかの異常が生じた結果、新生児期におけるT細胞数が減少している可能性が考えられる。しかし、14日齢においては顕著な変化は見られなかった。また、T細胞の増殖に関連する遺伝子IL-15、Th2細胞の転写因子Gata3、ケモカインCcl19及びその受容体であるCcr7の遺伝子発現が有意に亢進した。1日齢と3日齢で見られた胸腺リンパ球の分化抑制が、5日齢の脾臓におけるT細胞減少の原因の一つであり、T細胞増殖因子等の発現亢進により成長に伴ってT細胞数が回復したと考えられた。

miRNAの発現変動については、カーボンブラックの胎仔期曝露により、雄性産仔で5日齢の脾臓T細胞数が有意に減少し、miR-291a-3pの発現量が約3分の1となった。In silicoでmiR-291a-3pの生物学的意義を抽出した結果、T細胞に関わる用語が多数付与された。このことから、脾臓T細胞数の減少にmiR-291a-3pが関与している可能性が考えられる。ただし、miR-291a-3pの発現についてはマイクロアレイのみで確認しただけであるため、RT-PCR法を用いたデータの確認が必要であろう。また、miR-291a-3pの機能についてはin silicoによる推測にすぎないため、発現パターンについてより詳細に確認しその役割を検証する必要がある。また、このmiRNAが雄性産仔のみで有意な変化があったという結果から、カーボンブラックナノ粒子の胎仔期曝露による次世代免疫系への影響は、雌雄間で差があることが予想された。

なお、先述のとおりカーボンブラックナノ粒子の妊娠期投与による次世代免疫系への影響において、脾臓中miRNAの発現変動がわずかに認められたが、この発現機序におけるエピジェネティクスの関与は大きくないと考えられた。一方で、カーボンブラックナノ粒子妊娠期投与により次世代個体の胸腺で発現低下する遺伝子の多くが、転写因子NF1及びGF11に関連するものであることが、マ

イクロアレイ解析ならびに遺伝子発現変動プロファイルの機能グループ解析により明らかになった。NF1及びGF11は胸腺リンパ球の分化、選択、成熟に重要な役割を担うことが知られており、これらがCB-NPの妊娠期曝露による次世代免疫系への影響発現メカニズムにおいて重要な役割を担っている可能性が示唆された。

最後に、カーボンブラックナノ粒子が次世代免疫系に及ぼす影響の投与時期による違いを明らかにすることを目的とし、投与時期を着床前期、器官形成期、胎児発育期の3つに分け、免疫系の中核組織である胸腺と免疫系の末梢組織である脾臓に着目して検討を行った。その結果、対照群と比較して器官形成期にカーボンブラックナノ粒子を投与した群において、脾臓の総細胞数、CD3-B220-細胞数、CD4-CD8-細胞数が有意に増加した。着床前期、胎児発育期にカーボンブラックナノ粒子を投与した群では有意な変化は認められず、カーボンブラックナノ粒子の感受性は器官形成期の投与で最も強いことが考えられた。脾臓中のT細胞サブセットごとの割合をmRNA発現により評価したが、カーボンブラックナノ粒子による影響は認められなかった。

脾臓のリンパ球数の増加は、特にCD3-B220-画分、CD4-CD8-画分の細胞数に表れた。一般に脾臓のリンパ球数やCD3-B220-画分の細胞数は、炎症反応に伴って増加することが知られており、本研究の結果は、胎児期にカーボンブラック曝露を受けた仔の体内で炎症反応が起こっている可能性を示唆している。このとき、リンパ球の遊走因子であるCxcr5、Cxcl13、Ccr7、Ccl19のmRNA発現量にはどの群においても対照群との有意な差は認められなかったことから、他のメカニズムであるリンパ球増殖因子の増加、アポトーシスの抑制増強が関与していることが考えられる。

結論として、本研究では、カーボンブラックナノ粒子の胎仔期曝露は新生児期の胸腺におけるT細胞の分化を抑制し、脾臓（末梢リンパ組織）におけるT細胞数を減少させる可能性が示唆された。また、その変化は成長に伴い回復することが示唆された。これらの結果から、ナノ粒子の胎仔期曝露は新生児期におけるT細胞の分化・成熟に対して抑制的な作用を引き起こすことが考えられる。今後の研究により影響発現メカニズム及び外来因子に対する抵抗性の変化が解明されることで、新生児期の免疫系とナノ粒子曝露との関係についてさらに有用な知見が得られることが期待される。最後に、胎児の器官形成期でのナノ粒子への曝露が子の免疫系の発達に最も強く影響を及ぼす可能性が示唆された。なお、ヒトにおいて器官形成期は妊娠4~7週目に相当する。器官形成期は

ヒトでは妊娠4~7週(最終月経の開始日を0週0日として計算)であり、本研究の結果は、母親が妊娠に気づいていない時期のナノ粒子への曝露が最も胎児の免疫系への影響が強いことを示唆している。

また、同様の方法で二酸化チタンナノ粒子の妊娠期曝露による次世代新生児期免疫系への影響を検証した結果、カーボンブラックナノ粒子より高用量の二酸化チタンナノ粒子でも同様の影響が認められなかった。この結果は、二酸化チタンナノ粒子の妊娠期曝露による次世代免疫系への影響は、カーボンブラックナノ粒子と比較すると非常に弱い可能性を示唆している。あわせて本研究課題では、カーボンブラックナノ粒子の免疫系細胞・リンパ組織への影響を解析する中で、他の主要臓器(脳、肺、肝臓)におけるマクロファージに対するナノ粒子の作用・投与による影響について複数の知見を得た。

なお、以上の研究は、東京理科大学武田健教授、立花研助教(現・日本薬科大学講師)、柳田信也助教、新海雄介研究員、入江美代子研究員、久保田夏子研究員、二木力夫研究員、ならびに東京理科大学生命医科学研究所 安部良教授、小川修平助教、渡辺志帆研究員、ならびに大学院生の清水隆平氏、岡本沙紀氏、堀寛氏、小野田淳人氏、石鍋友美氏の研究協力を仰ぎながら遂行したものである。

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12件)

原著論文

1. Umezawa M, Tainaka H, Kawashima N, Shimizu M, Takeda K. Effect of fetal exposure to titanium dioxide nanoparticle on brain development – Brain region information. *Journal of Toxicological Sciences* 37(6): 1247-1252 (2012)
2. Yokota S, Moriya N, Iwata M, Umezawa M, Oshio S, Takeda K. Exposure to diesel exhaust during fetal period affects behavior and neurotransmitters in male offspring mice. *Journal of Toxicological Sciences* 38(1): 13-23 (2013)
3. Yokota S, Hori H, Umezawa M, Kubota N, Niki R, Yanagita S, Takeda K. Gene expression changes in the olfactory bulb of mice induced by exposure to diesel exhaust are dependent on animal rearing environment. *PLoS One* 8(8): e70145 (2013)
4. Umezawa M, Sekita K, Suzuki K, Kubo-Irie M, Niki R, Ihara T, Sugamata

M, Takeda K. Effect of aerosol particles generated by ultrasonic humidifiers on the lung in mouse. *Part Fibre Toxicol* 10: 64 (2013)

5. Hori H, Umezawa M, Uchiyama M, Niki R, Yanagita S, Takeda K. Effect of high-fat diet prior to pregnancy on hepatic gene expression and histology in mouse offspring. *Journal of Perinatal Medicine* 42(1): 83-91 (2014)
6. Onoda A, Umezawa M, Takeda K, Ihara T, Sugamata M. Effects of maternal exposure to ultrafine carbon black on brain perivascular macrophages and surrounding astrocytes in offspring mice. *PLoS One* 9(4): e94336 (2014)

総説・解説(和文)

7. 梅澤雅和 (2012)
ナノ材料による次世代健康影響とリスク管理への課題
科学(岩波書店) 82(10): 1098-1103
8. 梅澤雅和 (2012)
大気中の微小な粒子と子どもの健康
子どものからだと心白書 2012(子どものからだと心・連絡会議) pp.38-40
9. 梅澤雅和、武田健 (2013)
PM2.5の健康影響について私たちが注意したいこと
科学(岩波書店) 83(4): 424-427
10. 梅澤雅和 (2013)
ナノ粒子の健康リスク(2) 私たちはいかにリスクを回避できるのか
市民研通信(市民科学研究室・上田昌文ら編) 第17号=通巻145号
11. 梅澤雅和 (2013)
ディーゼル排ガス・大気中微小粒子の生体影響と測定の意義
第72回大気汚染測定調査結果報告書(大気汚染測定運動東京連絡会) pp.27-29
12. 梅澤雅和 (2013)
大気中の微小粒子(PM2.5)とナノ粒子の健康リスク
環境・衛生薬学トピックス(日本薬学会環境・衛生部会) #36

[学会発表](計50件)

招待講演

1. 梅澤雅和 (2013年2月)
ナノ粒子の健康リスク 私たちはいかにリスクを回避できるのか
市民科学研究室、特別シンポジウム: ナノ粒子の健康リスク ~母子伝達と次世代影響、リスク管理を軸に~(東京)
2. Umezawa M, Takeda K (Sep 2013)
From toxicology to sociology -

effects of nanoparticles on children's health and the next generation.

2nd International Postgraduate Conference on Pharmaceutical Sciences (iPoPS 2013), Session "Pharmaceutical Chemistry" (Puncak Alam, Selangor, Malaysia)

3. 梅澤雅和 (2013年9月)
網羅的遺伝子発現データの機能的解析によるカーボンブラックナノ粒子の次世代免疫系への影響評価
フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー、日本薬学会環境・衛生部会部会賞・金原賞受賞講演 (福岡)
4. 梅澤雅和 (2013年10月)
ディーゼル排ガス・大気中の微小な粒子と子どもの健康
大気汚染測定運動東京連絡会 第72回報告集会 (東京)
5. 梅澤雅和 (2013年10月)
ナノ材料の次世代健康影響 - 疾病予防を目指した研究と取り組み
知の市場、ナノ材料総合管理 (東京)
6. 梅澤雅和 (2014年3月)
大気中の小さな粒子 (PM2.5) による健康影響を防ぐために
日本幼小児健康教育学会第32回大会 (春季: 千葉大会)、若手研究者講演 (千葉)

学会発表

7. Shimizu R, Umezawa M, Uchiyama M, Okamoto S, Niki R, Ogawa S, Watanabe S, Abe R, Takeda K (May 2012)
Fetal exposure to carbon nanoparticle altered development of the neonatal immune system.
PPTOXIII - the 3rd International Conference on Prenatal Programming and Toxicity, Society of Toxicology (Paris, France) **Student Travel Award 受賞 (Shimizu)**
8. Umezawa M, Tainaka H, Kawashima N, Shimizu M, Takeda K (May 2012)
Effect of fetal exposure to titanium dioxide nanoparticle on brain development -- Brain region information.
PPTOXIII - the 3rd International Conference on Prenatal Programming and Toxicity, Society of Toxicology (Paris, France)
9. 梅澤雅和、難波美帆、武田健「ナノ粒子の次世代健康影響 - リスクコミュニケーション課題の事例として」、課題研究 3A1-E “情報提供者の懸念に応えるリスク・コミュニケーションの開発とそのプロセス”、日本科学教育学会第36回年会 東京大会、東京、2012年8月

27~29日

10. Tachibana K, Takahashi Y, Kuroiwa N, Oba T, Umezawa M, Takeda K (Sep 2012)
Effects of prenatal exposure to titanium dioxide nanoparticles on dopaminergic systems in mice.
6th Congress of Nanotoxicology “Nanotoxicology 2012” (Beijing, China) **Best Poster Award 受賞 (立花)**
11. 梅澤雅和、清水隆平、岡本沙紀、渡辺志帆、小川修平、安部良、武田健「カーボンブラックナノ粒子の胎仔期曝露が新生児期の脾臓遺伝子発現に及ぼす影響」、『第19回日本免疫毒性学会学術大会』、東京、2012年9月15~16日
12. 清水隆平、梅澤雅和、岡本沙紀、二木力夫、小川修平、渡辺志帆、安部良、武田健「カーボンブラックナノ粒子の胎仔期曝露が免疫の発達に及ぼす影響」、『第19回日本免疫毒性学会学術大会』、東京、2012年9月15~16日
13. 小野田淳人、梅澤雅和、二木力夫、武田健、井原智美、菅又昌雄「炭素ナノ粒子の胎仔期曝露が脳血管周囲マクロファージに与える影響」、『フォーラム 2012 衛生薬学・環境トキシコロジー』、名古屋、2012年10月25日~26日
14. 関田啓佑、梅澤雅和、鈴木健一郎、武田健「超音波式加湿器から放出される微粒子のキャラクタリゼーション」、『フォーラム 2012 衛生薬学・環境トキシコロジー』、名古屋、2012年10月25日~26日
15. 梅澤雅和、難波美帆、石村源生、武田健「ナノ材料のリスクの情報提供に際する問題の対処法の抽出」、『第25回日本リスク研究学会年次大会』、彦根、2012年11月9~11日
16. 難波美帆、梅澤雅和、石村源生「情報提供者の懸念に応える『リスク・コミュニケーションパターン集』の開発」、『第25回日本リスク研究学会年次大会』、彦根、2012年11月9~11日
17. 梅澤雅和、岡本沙紀、清水隆平、武田健「現代のリスクに対処するためのリスクコミュニケーション」、『日本薬学会第132年会』、横浜、2013年3月28~31日
18. 清水隆平、梅澤雅和、岡本沙紀、小野田淳人、二木力夫、小川修平、渡辺志帆、安部良、武田健「カーボンブラックナノ粒子の胎仔期曝露が新生児期の免疫系に及ぼす影響」、『日本薬学会第133年会』、横浜、2013年3月28~31日
19. Umezawa M, Shimizu R, Okamoto S, Takeda K (Jun 2013)
Effect of prenatal exposure to carbon black nanoparticle on gene expression in the thymus of offspring mouse during neonatal period.
10th International Particle

- Toxicology Conference (IPTC2013), Session "Kinetics/Beyond the lung" (Düsseldorf, Germany)
20. Tachibana K, Kawazoe S, Umezawa M, Takeda K (Jun 2013)
Effect of prenatal exposure to titanium dioxide nanoparticle on the gene expression in the brain of mouse offspring.
10th International Particle Toxicology Conference (IPTC2013) (Düsseldorf, Germany)
21. Umezawa M, Shimizu M, Tainaka H, Takeda K (Sep 2013)
Estimation of brain regions targeted by nanoparticle based on transcriptomics data.
FENS Featured Regional Meeting (Prague, Czech Republic)
22. Yoshida A, Yoshikawa Y, Umezawa M, Suzuki K, Takeda K (Sep 2013)
GLI2-activation by apolipoprotein B regulates gliogenesis in the postnatal cerebral cortex.
FENS Featured Regional Meeting (Prague, Czech Republic)
23. 梅澤雅和, 岡本沙紀, 清水隆平, 武田健「カーボンブラックナノ粒子の妊娠期曝露が次世代リンパ組織に及ぼす影響」、『フォーラム 2013 衛生薬学・環境トキシコロジー』、福岡、2013年9月13~14日
24. Okamoto S, Umezawa M, Shimizu R, Onoda A, Uchiyama M, Watanabe S, Ogawa S, Abe R, Takeda K (Oct 2013)
Effect of treatment of pregnant mice with carbon black nanoparticle on the neonatal immune system.
6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health (NanOEH) (Nagoya, Japan)
25. Umezawa M, Shimizu M, Tainaka H, Takeda K (Oct 2013)
Maternal exposure to titanium dioxide nanoparticle affects gene expression in the brain development.
6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health (NanOEH) (Nagoya, Japan)
26. Onoda A, Umezawa M, Takeda K, Ihara T, Sugamata M (Oct 2013)
Maternal exposure to carbon black nanoparticle affects perivascular cells in the brain of offspring.
6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health (NanOEH) (Nagoya, Japan)
27. Tachibana K, Kojima T, Kuroiwa N, Yuasa T, Umezawa M, Takeda K (Oct 2013)
Effect of prenatal exposure to titanium dioxide nanoparticle on miRNA expression in mouse embryo.
6th International Symposium on Nanotechnology, Occupational and Environmental Health (NanOEH), Session "Health effects and toxicity"
28. 梅澤雅和, 難波美帆, 石村源生「リスクコミュニケーション手法の改善の取り組みと教育プロセス」、『日本幼少児健康教育学会第32回大会(春季:千葉大会)』、千葉、2014年3月1~2日
29. Umezawa M, Okamoto S, Shimizu R, Takeda K (Mar 2014)
Effect of prenatal exposure to carbon black nanoparticle on gene expression in the spleen of offspring mouse.
53rd Annual Meeting of the Society of Toxicology, Phoenix, AZ, USA
30. 梅澤雅和, 岡本沙紀, 小野田淳人, 清水隆平, 小川修平, 渡辺志帆, 安部良, 武田健「カーボンブラックナノ粒子が次世代免疫系に及ぼす影響の投与時期による違い」、『日本薬学会第134年会』、熊本、2014年3月27日~30日
31. 小野田淳人, 梅澤雅和, 武田健, 井原智美, 菅又昌雄「炭素ナノ粒子の胎仔期曝露が脳血管周囲マクロファージ及びアストロサイトに及ぼす影響」、『日本薬学会第134年会』、熊本、2014年3月27日~30日 **優秀発表賞受賞(小野田)**

他、国際学会6件、国内学会12件。

〔その他〕

ホームページ等

健康・環境 | U-runner's View - http://yaplog.jp/ultgear_lasrun/category_6/
戦略的環境次世代健康科学研究基盤センター(研究紹介など、研究代表者の梅澤が管理)
<http://www.rs.tus.ac.jp/env-health/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梅澤 雅和 (UMEZAWA, Masakazu)

東京理科大学 薬学部 助教

研究者番号 : 60615277

(2) 研究分担者 : なし

(3) 連携研究者 : なし