

令和 5 年 6 月 14 日現在

機関番号：13401

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K21706

研究課題名（和文）加熱式たばこによる低出生体重のリスクを評価する分子疫学研究

研究課題名（英文）Molecular epidemiological study to evaluate the risk of low birth weight caused by heat-not-burn tobacco

研究代表者

平工 雄介（HIRAKU, Yusuke）

福井大学・学術研究院医学系部門・教授

研究者番号：30324510

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 5,000,000円

研究成果の概要（和文）：わが国では近年低出生体重児が増加しており、母親の喫煙が重要な因子である。胎児期の低栄養や発育遅延は成人期の慢性疾患の危険因子である。本課題では、妊娠女性の加熱式たばこの喫煙による低出生体重のリスクを明らかにするため、質問紙調査による疫学研究を行った。現時点では妊娠中の喫煙者の数が少なく、加熱式たばこと出生時体重との関連を明らかにできる知見が得られていない。現有データの統計学的解析により、教育歴や世帯収入のような社会経済的要因が、紙巻きたばこや加熱式たばこの喫煙習慣および受動喫煙に影響を与える可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

加熱式たばこの健康影響を疫学調査で解明するには年単位の長期間を要すると考えられる。しかし、妊娠女性を対象とした研究を行うことにより、月単位の曝露で健康影響を解明できる可能性が期待できるとともに、リスク評価に資するバイオマーカーの開発に寄与できる。研究成果は、妊娠中の喫煙をなくすという厚生労働行政の目的の達成に貢献するとともに、児の成長後の生活の質(QOL)の改善や健康寿命の延長、医療費の削減などに寄与する可能性が期待できる。

研究成果の概要（英文）：In Japan, the prevalence of low birth weight has been recently increasing, and maternal smoking is an important risk factor. Fetal undernutrition and growth retardation are risk factors for chronic diseases in adulthood. In this study, we carried out an epidemiological study with a questionnaire survey to determine the risk of low birth weight due to heat-not-burn (HNB) tobacco among pregnant women. Due to small number of smokers, there are no evidence to clarify the association between HNB tobacco and birth weight. Statistical analysis revealed that socioeconomic factors, such as education and household income, are associated with smoking habits and passive smoking of cigarettes and HNB tobacco.

研究分野：衛生学、公衆衛生学、環境医学、産業医学

キーワード：加熱式たばこ 出生時体重 リスク評価 社会経済的要因 受動喫煙

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。

1. 研究開始当初の背景

我が国では近年、低出生体重児(2,500g以下)が増加しており、2019年では出生数の9.4%を占める(OECD Statistics 2022)。原因として母親のやせ、有害化学物質の曝露、喫煙が重要である。英国の疫学研究では、出生時体重が少ない群で成長後の高血圧、冠動脈疾患、糖尿病の罹患率が増加することが報告され(Barker, *J Intern Med* 2007 他)、胎児期の低栄養や発育遅延が成人期の慢性疾患の危険因子になるというDOHaD(Developmental Origins of Health and Disease, 成人病胎児起源説)の概念が提唱された。国内の出生コホート研究では、妊娠中に喫煙した女性は非喫煙者に比べて児の出生時体重が有意に少ないという報告がある(Sasaki *et al. Mol Hum Reprod* 2006)。

加熱式たばこは2014年に国内で発売されて以来、その普及が急速に進んでいるが、ヒトへの健康影響は不明である。加熱式たばこは紙巻きたばこと異なり、たばこ葉を燃焼させずに加熱して生じるエアロゾル(液体の微粒子)を吸入するたばこである。たばこ会社は、加熱式たばこは紙巻きたばこに比べ有害物質が少ないと宣伝している。しかし、国立保健医療科学院による分析では、加熱式たばこの主流煙には発がん物質のニトロソアミン類や紙巻きたばこほぼ同量のニコチンが含まれており(Bekki *et al. JUEOH* 2017)、健康影響が強く懸念される。加熱式たばこによる健康影響、特に妊娠女性の喫煙による次世代影響について、疫学研究で明らかにすることが急務である。

2. 研究の目的

本研究では、協力医療機関の産婦人科を受診した妊娠女性を対象として質問紙調査を行い、診療録の情報と合わせて、加熱式たばこの喫煙と児の出生時体重との関連を疫学研究で明らかにする。また、加熱式たばこの喫煙習慣や受動喫煙に影響を与える因子(飲酒習慣、学歴や世帯収入などの社会経済学的因子)についても統計学的解析により解明する。また、たばこの煙やエアロゾルには多数の有害な化学物質が含まれ、種々の臓器に炎症反応を誘導し、胎児の発育に影響を与える可能性が考えられる。本研究では、生体試料として対象者から血清を収集し、炎症関連分子(サイトカイン、*DAMP、**マイクロRNA)の解析を行い、低体重出生のリスクを予測するバイオマーカーを探索する。本研究は、妊娠中の短期間の曝露による加熱式たばこの健康影響を解明する先駆的な研究として、出生前を含むライフコース医学の創成と母子保健への貢献を目指す。

*DAMP(Damage-Associated Molecular Pattern): 傷害を受けた細胞から放出され炎症を起こす物質の総称(核蛋白 HMGB1 や S100 蛋白など)。

**マイクロRNA(miRNA): 標的遺伝子のメッセンジャーRNAに結合して発現を抑制し、炎症などの生命現象に関与する短いRNA。

3. 研究の方法

(1) 妊娠初期までの喫煙習慣等の質問紙調査

協力医療機関の産婦人科を受診した妊娠女性を対象として、妊娠初期までの喫煙習慣などに関する質問紙調査を行った。対象者は妊娠初期(10~12週頃)の初回妊婦健診を受診した女性とし、同意説明文書と質問紙を配布した。質問紙では喫煙習慣の有無と内容(紙巻き・加熱式たばこの喫煙年数と1日の本数)、受動喫煙の状況(家庭や職場などでの受動喫煙の頻度、たばこの種類など)、飲酒習慣、社会経済的要因(学歴、世帯収入)などに関する情報を得た。

また、生体試料として血液検査に使用した血清の残余検体を収集した。ただし、当初は血清中の分子(サイトカイン、DAMP、miRNA)を解析して、低体重出生のリスクを予測するバイオマーカー候補を探索する予定であったが、十分な数の対象者の臨床情報が取得できず、分析が進んでいない。

(2) 妊娠中の喫煙習慣等の質問紙調査

妊娠初期の質問紙調査に参加した対象者に対し、出産直前(妊娠35~36週頃)に追加の質問紙を配布した。質問紙では、妊娠中の喫煙習慣の有無と内容(紙巻き・加熱式たばこの1日の本数)、受動喫煙の状況(家庭や職場などでの受動喫煙の頻度、たばこの種類など)についての情報を得た。

(3) 出産に関わる臨床情報の収集

診療録から妊娠・出産とその異常に関する情報を得た。本人の年齢、身長、体重および児の出

生時の身長、体重、在胎週数、分娩方法（自然分娩、帝王切開）、胎盤の重量・大きさと異常、妊娠高血圧症候群、児の先天異常などの情報を収集した。

（４）喫煙習慣と出生時体重との関連の解析

妊娠初期の質問紙と出産時の診療録の情報をもとに、妊娠判明時における紙巻きたばこや加熱式たばこの喫煙の有無によって出生時体重に差があるかどうかについて、 t 検定を行った。喫煙習慣については、質問紙調査で喫煙歴がないか、妊娠判明前に喫煙を中止したと回答した群（対照群）と、妊娠判明後に喫煙を中止したか、妊娠後も喫煙していると回答した群（喫煙群）の２群に分けた。また喫煙習慣の有無、年齢、飲酒習慣、教育歴、世帯収入を独立変数、児の出生時体重を従属変数として重回帰分析を行った。

（５）喫煙習慣や受動喫煙に影響を与える因子の解析

妊娠初期の質問紙の情報をもとに、紙巻きたばこ・加熱式たばこの喫煙習慣や受動喫煙の有無に対する社会経済学的因子（教育歴、世帯収入）の影響について、カイ二乗検定を行った。受動喫煙については、自宅か職場で週１回以上、他人の吸う紙巻きたばこか加熱式たばこの煙（エアロゾル）を吸入する機会がない群（対照群）とある群（受動喫煙群）の２群に分けた。また年齢、飲酒習慣、教育歴、世帯収入を独立変数、喫煙習慣あるいは受動喫煙の有無を従属変数としてロジスティック回帰分析を行った。

本研究は、ヘルシンキ宣言（2013年修正）を遵守し、「人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針」（文部科学省・厚生労働省・経済産業省）に従って行うとともに、福井大学医学系研究倫理審査委員会の承認を受けている（No. 20210024）。研究対象者に対しては、質問紙調査、診療録から情報の取得および血清の採取について説明を行い、文書同意を取得している。

4. 研究成果

（１）対象者の喫煙および受動喫煙の状況

初回妊婦健診を受診した対象者に質問紙を配布し、これまで556名分（回収率96.0%）を回収した。妊娠判明後も紙巻きたばこか加熱式たばこの喫煙をしているのは4名（0.7%、紙巻きたばこ2名、加熱式たばこ3名、複数回答、以下同じ）、妊娠判明後に禁煙したのは45名（8.1%、紙巻きたばこ18名、加熱式たばこ39名、電子たばこ2名）であった。喫煙を妊娠判明前に中止したのは112名（20.1%、紙巻きたばこ110名、加熱式たばこ61名、電子たばこ13名）であった。

妊娠初期までに自宅か職場で週１回以上受動喫煙を受けているのは155名（27.9%）で、たばこの種類は紙巻きたばこ102名、加熱式たばこ97名、電子たばこ43名であった。受動喫煙を受ける場所は自宅が119名（紙巻きたばこ66名、加熱式たばこ70名、電子たばこ28名）、職場が57名（紙巻きたばこ45名、加熱式たばこ41名、電子たばこ22名）であった。

さらに、初回の質問紙を配布した対象者に対し、出産直前に妊娠中の生活習慣に関する質問紙を配布したところ、328名より回答があった。妊娠中も喫煙を継続しているのは紙巻きたばこ1名、加熱式たばこ1名であった。妊娠中に週１回以上受動喫煙を受けているのは78名（23.8%）であり、たばこの種類は紙巻きたばこ46名、加熱式たばこ48名、電子たばこ20名であった。受動喫煙を受ける場所は自宅が62名（紙巻きたばこ34名、加熱式たばこ36名、電子たばこ10名）、職場が27名（紙巻きたばこ18名、加熱式たばこ18名、電子たばこ10名）であった。

（２）喫煙習慣および受動喫煙と出生時体重との関連

妊娠初期の喫煙習慣の児の出生時体重への影響について、出生時体重の記録がある95例（対照群 $n=89$ 、喫煙群 $n=6$ 、うち紙巻きたばこ1名、加熱式たばこ5名）を対象として解析を行った。両群間で t 検定を行ったところ、出生時体重に有意差は認められなかった。

妊娠初期の受動喫煙について、対照群と受動喫煙群（自宅か職場で週１回以上受動喫煙を受ける）の間で t 検定を行ったところ、出生時体重に有意差は認められなかった。

現時点では、出生時体重などのデータがある喫煙者の例数が少ないため、喫煙と出生時体重との関連を明らかにできるだけの知見が得られていない。今後も質問紙調査および臨床情報の収集を継続して、対象者の数を増やして解析を進めていく。

（３）喫煙習慣に影響を与える因子

社会経済学的因子として教育歴と世帯収入に注目し、対象者本人の喫煙習慣に与える影響を統計学的に解析した。教育歴については、中学・高校卒業、短大・専門学校卒業、大学・大学院卒業の３群に分けた。カイ二乗検定で解析した結果、教育歴が低いと紙巻きたばこや加熱式たばこの喫煙習慣を有する割合が有意に増加した（ $n=549, p<0.001$ ）。世帯収入については、300万円未満、500万円未満、700万円未満、700万円以上の４群に分けた。カイ二乗検定で解析した結果、世帯収入が低いと紙巻きたばこの喫煙習慣を有する割合が有意に増加した（ $n=542, p<0.05$ ）。しかし、加熱式たばこの喫煙習慣との有意な関連は見られなかった（ $p=0.099$ ）。

飲酒習慣については、飲酒歴を有しないか妊娠判明前に飲酒を中止した群（対照群）と、妊娠

判明後に飲酒を中止したか妊娠後も飲酒している群(飲酒群)の2群に分けた。カイ二乗検定で解析した結果、飲酒習慣は紙巻きたばこや加熱式たばこの喫煙習慣と有意な関連を認めた(n=549, $p<0.001$)。

なお、上記の社会経済学的因子、飲酒習慣、年齢を独立変数、喫煙習慣の有無を従属変数としてロジスティック回帰分析を行ったところ、有意に影響する因子は見当たらなかった(n=92)。今後はさらに対象者の数を増やして解析を進めていく。

(4) 受動喫煙に影響を与える因子

受動喫煙に影響を与える因子として、本人の喫煙習慣、社会経済学的因子(教育歴、世帯収入)、飲酒習慣との関連について、カイ二乗検定で解析を行った。その結果、本人の喫煙習慣(紙巻きたばこ、加熱式たばこ)は受動喫煙(紙巻きたばこ、加熱式たばこ)との有意な関係を認めた(n=548, $p<0.05$)。社会経済学的因子については、教育歴が低いと受動喫煙(紙巻きたばこ、加熱式たばこ)を受ける者の割合が有意に増加した(n=546, $p<0.01$)。世帯収入が少ないと紙巻きたばこの受動喫煙を受ける者の割合が有意に増加するが(n=539, $p<0.001$)、加熱式たばこの受動喫煙とは関係しなかった。飲酒習慣は受動喫煙と関係しなかった。独立変数として上記の因子および年齢を独立変数、受動喫煙の有無を従属変数としてロジスティック回帰分析を行ったところ、有意に影響する因子は見当たらなかった(n=92)。

また、我々は上記の研究に加えて、環境・産業化学物質による炎症反応および発がんの分子機構に関する研究を行っている。最近では以下の成果が得られている。

(1) インジウム曝露細胞における DNA 損傷機構の解明

インジウム化合物は情報機器のディスプレイなどに使用されるが、実験動物では発がん性が証明され、近年ではヒトにおける発がん性が懸念されている。我々は、ヒト肺胞上皮由来の A549 細胞をインジウム化合物(酸化インジウム(In_2O_3)、インジウム・スズ酸化物(ITO)、塩化インジウム(InCl_3))に曝露して、DNA 損傷塩基 8-ニトログアニンの生成とその分子機構の解析を行った。その結果、いずれのインジウム化合物も極めて低濃度(5 ng/ml)で 8-ニトログアニンを生成した。DNA 損傷の過程には、曝露を受けた細胞から DAMP の一種である核蛋白 HMGB1 が放出され、近傍の細胞膜上の受容体 RAGE と結合してリソソームに取り込まれて TLR9 を活性化し、一酸化窒素(NO)産生を誘導する機構が関与することを明らかにした。本研究により、炎症反応が広範な化学物質の毒性発現に関与するという新たな概念を提唱した(Ahmed S *et al. Sci Rep* 2020)。

(2) 石綿曝露マウスの肺組織における miRNA 発現変動

石綿は吸入曝露により、肺がんや悪性中皮腫をもたらす。我々は、石綿を気管内投与したマウスの肺組織における miRNA と遺伝子の発現をマイクロアレイで網羅的に解析した。その結果、クリソタイルあるいはクロシドライトで有意に発現量が変動する miRNA が 14 種存在した。データベース解析の結果から、miR-21 はがん抑制遺伝子 *Pdcd4* および *Reck* の発現を抑制すると考えられた。これらの遺伝子の発現を蛍光免疫組織染色で解析した結果、対照群では PDCD4 と RECK が気道や肺胞上皮で発現するが、曝露群(特にクリソタイル)ではその発現が組織全体で低下していた。miRNA と標的遺伝子産物は石綿による疾患のリスク評価指標や予防・治療の標的となる可能性が考えられる(Hiraku Y *et al. J Occup Health* 2021)。

<引用文献>

1. Ahmed S, Kobayashi H, Afroz T, Ma N, Oikawa S, Kawanishi S, Murata M, Hiraku Y. Nitrate DNA damage in lung epithelial cells exposed to indium nanoparticles and indium ions. *Sci Rep* **10**: 10741 (2020)
2. Hiraku Y, Watanabe J, Kaneko A, Ichinose T, Murata M. MicroRNA expression in lung tissues of asbestos-exposed mice: Upregulation of miR-21 and downregulation of tumor suppressor genes *Pdcd4* and *Reck*. *J Occup Health* **63**: e12282 (2021)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 5件/うちオープンアクセス 5件）

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 Li Y, Li M, Ahmed K, Yang J, Song L, Cui ZG, Hiraku Y | 4. 巻 68 |
| 2. 論文標題 Mechanistic study of macranthoside B effects on apoptotic cell death in human cervical adenocarcinoma cells | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Folia Biol. | 6. 最初と最後の頁 189-200 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 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 Tamura T, Nagoshi K, Subhannachart P, Dumavibhat N, Akira M, Suzuki K, Lynch DA, Hering KG, Vehmas T, Hiraku Y, Suganuma N, Kusaka Y | 4. 巻 39 |
| 2. 論文標題 Comparison of reading results between experts and beginners after a brief lecture on the international classification of high-resolution computed tomography for occupational and environmental respiratory diseases | 5. 発行年 2022年 |
| 3. 雑誌名 Shimane J. Med. Sci. | 6. 最初と最後の頁 95-104 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.51010/sjms.39.3_95 | 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 Hiraku Y, Watanabe J, Kaneko A, Ichinose T, Murata M | 4. 巻 63 |
| 2. 論文標題 MicroRNA expression in lung tissues of asbestos exposed mice: Upregulation of miR 21 and downregulation of tumor suppressor genes Pdcd4 and Reck | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 J. Occup. Health | 6. 最初と最後の頁 e12282 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/1348-9585.12282 | 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 - |
| 1. 著者名 Li YL, Zhou DJ, Cui ZG, Sun L, Feng QW, Zakki SA, Hiraku Y, Wu CA, Inadera H | 4. 巻 26 |
| 2. 論文標題 The molecular mechanism of a novel derivative of BT0-956 induced apoptosis in human myelomonocytic lymphoma cells | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Apoptosis | 6. 最初と最後の頁 219-231 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10495-021-01664-2 | 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 Sawa S, Hashizume K, Abe T, Kusaka Y, Fukazawa Y, Hiraku Y, Hagihara A | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Pathway linking physical activity, sleep duration, and breakfast consumption with the physical/psychosocial health of schoolchildren | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 J. Child Health Care | 6. 最初と最後の頁 5~17 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1177/1367493519891019 | 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 - |

| | |
|--|------------------|
| 1. 著者名 Sawa S, Sekine M, Yamada M, Fukazawa Y, Hiraku Y | 4. 巻 25 |
| 2. 論文標題 Social and family factors as determinants of exercise habits in Japanese elementary school children: a cross-sectional study from the Super Shokuiku School Project | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Environ. Health Prev. Med. | 6. 最初と最後の頁 54 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12199-020-00892-3 | 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 - |

| | |
|--|---------------------|
| 1. 著者名 Ahmed S, Kobayashi H, Afroz T, Ma N, Oikawa S, Kawanishi S, Murata M, Hiraku Y | 4. 巻 10 |
| 2. 論文標題 Nitrate DNA damage in lung epithelial cells exposed to indium nanoparticles and indium ions | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Sci. Rep. | 6. 最初と最後の頁 10741 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-67488-3 | 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 Xu Y, Zhao W, Mo Y, Ma N, Midorikawa K, Kobayashi H, Hiraku Y, Oikawa S, Zhang Z, Huang G, Takeuchi K, Murata M | 4. 巻 111 |
| 2. 論文標題 Combination of RERG and ZNF671 methylation rates in circulating cell-free DNA: A novel biomarker for screening of nasopharyngeal carcinoma. | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Cancer Sci. | 6. 最初と最後の頁 2536~2545 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/cas.14431 | 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 Mizutani H, Shiga C, Imai M, Ikemura K, Kitamura Y, Ohta K, Miyazawa D, Sakanashi M, Tahira T, Maeda T, Hiraku Y, Kawanishi S | 4. 巻 40 |
| 2. 論文標題 Idarubicin, an anthracycline, induces oxidative DNA damage in the presence of copper (II) | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Anticancer Res. | 6. 最初と最後の頁 5399 ~ 5404 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.21873/anticancerres.14548 | 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 - |

〔学会発表〕 計12件 (うち招待講演 2件 / うち国際学会 0件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 平工雄介 |
| 2. 発表標題 産業化学物質による発がんの分子機構と今後の実験研究の役割 |
| 3. 学会等名 第22回分子予防環境医学研究会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2023年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 崔正国、李孟玲、平工雄介、稲寺秀邦 |
| 2. 発表標題 アルミニウム化合物による細胞死抵抗性の獲得と分子機構 |
| 3. 学会等名 第65回日本産業衛生学会北陸甲信越地方会総会 |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 平工雄介 |
| 2. 発表標題 産業化学物質による呼吸器疾患 |
| 3. 学会等名 第52回日本職業・環境アレルギー学会総会・学術大会 (招待講演) |
| 4. 発表年 2022年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 崔正国、スン ルウ、稲寺秀邦、平工雄介 |
| 2. 発表標題 ファンバレートの曝露が誘発するPI3K-AKT経路を介した癌細胞グルコース代謝の異常 |
| 3. 学会等名 第94回日本産業衛生学会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 平工雄介、Sharif Ahmed、小林果、Tahmina Afroz、馬寧、及川伸二、川西正祐、村田真理子 |
| 2. 発表標題 インジウム化合物による肺上皮細胞におけるDNA損傷 |
| 3. 学会等名 第48回産業中毒・生物学的モニタリング研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 崔正国、李孟玲、平工雄介 |
| 2. 発表標題 フェニルアルシンオキシドの細胞毒性におけるバイカリンの防護効果と分子メカニズム |
| 3. 学会等名 第48回産業中毒・生物学的モニタリング研究会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 崔正国、李孟玲、平工雄介 |
| 2. 発表標題 有機ヒ素化合物による細胞毒性に対するバイカリンの防護効果 |
| 3. 学会等名 第64回日本産業衛生学会北陸甲信越地方会総会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 平工雄介、市瀬孝道、村田真理子 |
| 2. 発表標題 石綿曝露マウスの肺組織におけるマイクロRNA発現の解析 |
| 3. 学会等名 第64回日本産業衛生学会北陸甲信越地方会総会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Mengling Li, Qianwen Feng, Yulin Li, Shahbaz Ahmad Zakki, Yusuke Hiraku, Zheng-Guo Cui, Hidekuni Inadera |
| 2. 発表標題 SIRT3/SOD2の阻害を介したメラトニンによるシコニン誘発癌細胞死の増強 |
| 3. 学会等名 第91回日本衛生学会学術総会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Zheng-Guo Cui, Shahbaz Ahmad Zakki, Mengling Li, Qianwen Feng, Yulin Li, Yusuke Hiraku, Hidekuni Inadera |
| 2. 発表標題 Melatonin sensitizes phenylarsine oxide via induction of apoptosis and results in strong anticancer potential |
| 3. 学会等名 第91回日本衛生学会学術総会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Naw Awm JP, Taro Tamura, Yukinori Kusaka, Yusuke Hiraku, Narufumi Sukanuma |
| 2. 発表標題 Study on the application of ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconioses among physicians from Asian countries |
| 3. 学会等名 第93回日本産業衛生学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---------------------------------------|
| 1. 発表者名 宇野友康、田村太郎、日下幸則、金山ひとみ、平工雄介 |
| 2. 発表標題 ベトナム炭鉱労働者のじん肺についての一年間の追跡調査 |
| 3. 学会等名 第93回日本産業衛生学会 |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計1件

| | |
|-------------------------------------|-----------------|
| 1. 著者名 平工雄介、川西正祐 | 4. 発行年 2020年 |
| 2. 出版社 南山堂 | 5. 総ページ数 677 |
| 3. 書名 図解 腫瘍薬学 (川西正祐、賀川義之、大井一弥 編) | |

〔産業財産権〕

〔その他〕

| |
|--|
| 福井大学医学部 環境保健学分野 https://www.med.u-fukui.ac.jp/laboratory/environmental/ |
|--|

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 |
|-------|---|---|----|
| 研究分担者 | 吉田 好雄 (YOSHIDA Yoshio) (60220688) | 福井大学・学術研究院医学系部門・教授 (13401) | |

6. 研究組織（つづき）

| | 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 |
|-------|--------------------------------|-----------------------|----|
| 研究協力者 | 高橋 望 (TAKAHASHI Nozomu) | 福井大学・学術研究院医学系部門・助教 | |

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 |
|---------|---------|
| | |