

厚生労働科学研究費補助金（地球規模保健課題解決推進のための行政施策に関する研究事業）「国連の持続可能な開発目標 3 (SDG3) - 保健関連指標における日本の達成状況の評価および国際発信のためのエビデンス構築に関する研究」

令和 2 年度 分担研究報告書

「国内の環境負荷因子が引き起こす健康への影響」

研究協力者 戸次加奈江 国立保健医療科学院生活環境研究部 主任研究官

研究協力者 浅見真理 国立保健医療科学院生活環境研究部 上席主任研究官

研究分担者 樺田尚樹 産業医科大学 産業保健学部 教授

研究代表者 児玉知子 国立保健医療科学院 国際協力研究部 上席主任研究官

#### 研究要旨：

【目的】「持続可能な開発目標 3」(SDG3) では、保健医療分野に関する評価・モニタリング指標の提示が求められているものの、日本での適切なデータは収集できておらず、その算出方法も明確とされていない。そこで本研究では、国内外で報告される主な環境負荷因子のうち、国内の疫学研究による疾病及び死亡率について文献ベースで調べることで、健康指標を提示するための基礎データを得ることを目的とした。

【方法】一般環境から労働環境までを対象に、WHO の報告書や国内外の調査研究から、環境リスクが指摘される化合物及び物理的因子を対象に文献調査を行った。文献検索にはデータベースとして PubMed を使用し、最近 10 年間で発行されたものの中から、コホート研究、前向き研究、症例対照研究に該当する文献を選定し調査した。また、国内の学会誌を始め、調査報告書、学会要旨等に関する情報についても適宜収集し調査した。

【結果】国内の主な環境化学要因と考えられる 10 項目（微小粒子状物質、カドミウム、ヒ素、水銀、有機溶剤、オゾン、揮発性有機化合物、準揮発性有機化合物）について、3.9.1 に該当する健康影響指標（Tier I）との関連性を調べたところ、項目ごとにデータに偏りが見られたものの、室内では、近年急増するアレルギー疾患に対する SVOC やダンプネス（湿度環境の悪化、局所での湿気の上昇）の強い関与が示された。また、死亡との関与が指摘される室内寒暖差や、大気中の微小粒子状物質と呼吸器系及び循環器系疾患との明確な関連性が示された。

【結論】本研究により、国内の大気及び室内環境中において、健康影響との関連が指摘される環境負荷因子が明確にされた。特に一般の室内環境下では、アレルギー疾患に関連した Tier I 以外の疾患との関連性も疫学調査から報告されていたため、SDGs3.9.1 における新たな健康影響指標として、検討の必要性が示された。

## A. 研究目的

2016年の世界保健機関（WHO）による報告「健康的な環境による疾病予防」（WHO, 2016）<sup>1)</sup>によると、2012年度における全世界の死亡者数の23%は、環境に起因するものであり、その死亡者数は1260万人に達すること、そしてDALY全体の22%が環境に起因するものであることが報告されている。そのため、環境負荷を減らすことは、世界の疾病負荷の大幅な削減に繋がるものでもあり、SDGs（持続可能な開発目標）を達成していく上でも大きく貢献できるものと考えられている。また、死亡要因の上位を占める疾患として、脳卒中、虚血性心疾患、下痢症およびがんが挙げられており、環境が仲介する疾病負荷は主に開発途上国で非常に高いものの、心疾患やがんなど幾つかの非感染性疾患については、先進国において特に高い傾向がみられている。こうしたことから、環境決定要因となる各国の産業や農業、交通機関を含む輸送、居住環境の安全性や固形燃料の削減を目的としたクリーンエネルギー開発など多岐にわたる根本原因にも取り組むことが重要視されてきている。

こうした中、日本における主な環境リスク因子としては、これまで経済の高度成長の進展の中で生じた大気や水質の公害問題を初め、欧米化の進展による閉鎖型住宅の生活様式に変化することで、室内の環境汚染とそれに伴う健康障害の問題が着目されてきた。さらに、近隣中国における急速な工業化によって、越境大

気汚染に関する健康影響が指摘されている。

ヨーロッパ地域では、既に2011年に室内の主な環境負荷因子に対する疾病及び死亡率に関する統計的なデータを基にDALYが算出されており<sup>2)</sup>、改善に向けた対策が進められているものの、日本の明確指標は提示されていない。また、SDGs 3.9「2030年までに、有害化学物質、並びに大気、水質及び土壌の汚染による死亡及び疾病の件数を大幅に減少させる」におけるグローバル指標3.9.1

「家庭内及び外部の大気汚染による死亡率」については、現在、国内で提供されるデータは無く、関連するデータの集計が急務とされている。

そこで本研究では、国内外で報告される主な環境負荷因子のうち、これまでの疫学研究により報告された疾病や死亡率との関連が示唆される主な環境負荷因子について、文献をベースに実態を調べることで、将来的なDALY算出のために必要な基礎データを収集することとした。

## B. 研究方法

本研究で対象とする環境負荷因子としては、一般環境から労働環境までを含む幅広い生活環境の中で、WHOからの報告書<sup>3)</sup>や国内外の学術論文等で、環境リスクが指摘される化合物及び物理的因子を中心に文献調査を行った。具体的なキーワードは表1に示す通り、重金属（鉛、カドミウム、ヒ素、水銀）、微小粒子状物質（PM2.5）、アスベスト、有

機溶剤（二硫化炭素）、オゾン、揮発性有機化合物（VOC）、準揮発性有機化合物（SVOC）である。

表 1 検索に用いた Mesh term

#### 環境化学要因

particulate matter  
cadmium  
arsenic  
mercury  
carbon disulfide  
ozone  
volatile organic compound  
phthalic ester  
phosphate ester

#### アウトカム

acute respiratory infection  
cerebrovascular diseases (stroke)  
ischaemic heart diseases (IHD)  
chronic obstructive pulmonary diseases  
lung cancer  
mortality  
allergy  
sick building syndrome

#### 研究の種類

Clinical Trial, Meta-Analysis, Systematic Review, review in the last 10 years

また、化学物質以外にも、室内での汚染や重要な環境負荷としなる湿気やカビなどの生物学的要因についても取り挙げた。対象としたアウトカムは、WHO 欧州支局国際的な SDGs の指標として国連統計部 (UNSD) より報告のある Tier I<sup>4)</sup> に分類された指標「5 歳以下の急性呼吸窮迫、25 歳以上の脳血管疾患、25 歳以上の虚血性心疾患、25 歳以上の慢性閉塞性肺疾患、25 歳以上の肺癌」(Global SDG Indicator platform) 及び、近年、国内で患者が増加するアレルギー疾患で

ある。文献検索にはデータベースとして PubMed を使用し、最近 10 年間で発行されたものの中から、コホート研究、前向き研究、症例対照研究に該当する文献を選定し調査した (表 1)。また、国内の学会誌を初め、調査報告書、学会要旨等に関する情報についても適宜情報収集し調査した。

## C. 研究結果・考察

### C.1 文献調査

まず初めに、WHO 欧州支局から報告される室内の環境化学要因に関する国内外での報告事例について調べた結果を表 2 に示す。海外での事例も含めると、カビによる喘息や受動喫煙による下気道感染症、喘息、心臓病、肺癌、死亡、そして鉛による循環器疾患を中心に多くの疫学調査に関する文献が報告されていた。しかしながら、国内での報告は非常に限られたものしか無く、屋内の寒さによる死亡率 (2 件)、受動喫煙による肺癌 (6 件) 及び死亡 (2 件)、そして鉛による循環器疾患 (14 件) である。

また、国連統計部 (UNSD) による 3.9.1 に該当する健康影響指標 (Tier I) について、国内での主な環境化学要因とされる 10 項目について調査した結果を表 3 に示す。調査の結果、微小粒子状物質については肺癌 (2 件)、死亡 (3 件)、カドミウムについては肺癌 (1 件)、死亡 (2 件)、ヒ素については死亡 (1 件)、水銀については脳血管疾患 (1 件)、オゾンについては急性呼吸窮迫 (1

件)、慢性閉塞性肺疾患 (1 件)、アレルギー (1 件)、死亡 (2 件)、揮発性有機化合物についてはシックハウス症候群 (2 件)、フタル酸エステル類についてはアレルギー (2 件)、シックハウス症候群 (1 件)、リン酸エステル類についてはアレルギー (2 件) について報告があった。これらの文献を初め、国内での報告も含めた各成分の健康影響に関する情報を C.2. に示す。

## C.2 環境化学要因と健康影響

### 重金属 (カドミウム, 水銀)

国内での重金属曝露による健康影響については、主に公害問題の原因物質とされてきたカドミウムや水銀による環境汚染や職域での曝露がその要因として挙げられる。カドミウムは 1955 年に富山で問題とされたイタイイタイ病の発症因子として知られており、その他国内では、石川県梯川流域でのカドミウム汚染<sup>5)</sup>、長崎県対馬のカドミウム汚染、そして労働者におけるカドミウム曝露に関する追跡調査が行われてきており<sup>6,7)</sup>、カドミウム曝露による主な病態として低分子量蛋白尿や腎尿細管障害が挙げられるが、こうした障害のバイオマーカーとされる  $\beta$ 2-MG、総蛋白および総アミノ窒素の尿中濃度を指標としたこれらの病態症状は、死亡率の上昇と強く関連していることが有澤らによって明らかとされている<sup>8)</sup>。

### 微小粒子状物質

微小粒子状物質は、大気汚染の主要な汚染因子として、特に PM2.5 を中心に途上国のみでなく先進国や越境汚染も含めた世界的な環境問題としてこれまでも多くの疫学研究が行われてきている<sup>9,10)</sup>。PM2.5 と疾患との関連性については、海外での報告も含めると、循環器系疾患、呼吸器系疾患及び死亡に関する合計 376 報が報告されていた。国内での疫学的な報告は僅かではあるものの、Michikawa ら<sup>11)</sup>により、大気中濃度と死亡率との関連性について、全国 100 都市の PM 濃度と各都市の死亡率 (厚生労働省) から算出された調査結果 (2012 年-2014 年) が報告されている。本調査では、全国 100 都市の PM 濃度と各都市での偶発的でない死亡率の増加 (1.3%) (95%信頼区間 (CI)、0.9-1.6%) と PM2.5 の平均濃度  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  の増加が関連することを統計的に明らかにしており、特に、これらの死亡要因として、心血管疾患や呼吸器系疾患が指摘されている。

### アスベスト

石綿産業における多くの労働者から肺がんや中皮腫などの重篤な健康障害が発症したことで、我が国では 2004 年に原則石綿の使用が全面禁止された。しかしながら、石綿を原因とする肺がんや中皮腫は発症までに 10~50 年を要する。そのため、厚生労働省の人口動態統計によると、1960 年代に石綿輸入量が増加し

た時期に潜伏期間（平均約 40 年）を加えた最近において、中皮腫を要因とする死亡者が急増していることが報告され、2017 年の死亡者数は 1,555 名であった（図 1）。

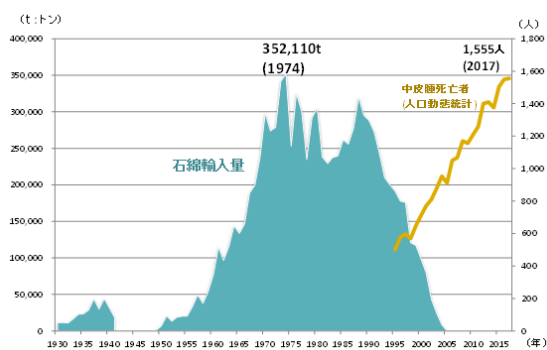


図 1 1995 年の石綿輸入量と中皮腫発生動向  
 出典：石綿輸入量は「財務省貿易統計」、中皮腫死亡者数は厚生労働省「厚生労働省都道府県（21 大都市再掲）別にみた中皮腫による死亡者数の年次推移（平成 7 年～平成 29 年）人口動態統計（確定

このようなアスベスト曝露と死亡との関連については、海外を含めこれまでも多くの疫学研究が報告されている。日本国内での一般環境由来の石綿曝露と中皮腫及び肺がんによる死亡率との関連については、「クボタショック」としても知られる尼崎市のクボタ旧神崎工場周辺の住民にアスベスト疾患が発症したことで知られている。これについて、2002 年～2015 年までに行われた Zha らによるコホート調査によると<sup>12)</sup>、アスベスト曝露が引き起こした中皮腫を原因とする死亡率（標準化死亡比（SMR））は、男性で 6.75%（95%CI、5.83～7.78）、女性で 14.99%（95%CI、12.34～18.06）増加したことが明らかにされている。石綿の使用が全面禁止されて以降、30 年から 40 年間使用されなくなったにもかかわらず

ならず、中皮腫による死亡者は、今もなお増加していることから、男性の場合は職業性曝露、女性の場合は非職業性曝露による影響があることもこうした調査結果により示されている。

### 有機溶剤（二硫化炭素、ノルマルヘキサン、トリクロロエチレン）

産業現場では、多種類の有機溶剤が大量に使用されている。これら化学物質の中には、急性・慢性の健康障害を引き起こすものや死に至るほど危険な物質も多く含まれており、特に、作業場での安全対策が不十分である場合には、労働者は吸入・経皮・経口摂取によりこうした物質の曝露を受け、様々な疾患を誘発する可能性がある。本項目では、有機溶剤の中でも、これまで職業性曝露を中心に有害性が指摘され、労働安全衛生法において第 1 種または第 2 種有機溶剤に指定される二硫化炭素、ノルマルヘキサン、トリクロロエチレンに関するこれまでの事例について報告する。

#### （二硫化炭素）

労働安全衛生法の第 1 種有機溶剤に指定される二硫化炭素は、末梢神経障害を初め、精神症状、胃腸障害、視神経炎、動脈硬化性血管性脳症など多岐に渡ることが知られている<sup>13)</sup>。海外の報告では、特に二硫化炭素の心血管系疾患や脂質代謝に対する影響については、レーヨン工場労働者を対象とした多くの横断研究からも報告されている<sup>14-18)</sup>。一方で、国内

での疫学的データに基づく知見については報告が殆ど無い。

(ノルマルヘキサン)

労働安全衛生法の第2種有機溶剤に指定されるノルマルヘキサンは、1960年代、ビニールサンダルの製造工場にて、ノルマルヘキサン含有の接着剤を使用した労働者に抹消神経障害が多数発症した事例が報告されている<sup>19,20)</sup>。その後、液晶画面の洗浄液や建材・家具等の接着剤にもノルマルヘキサンは含有され使用されているため、現在でも職業性曝露は避けられないものであり、ノルマルヘキサンは末梢神経障害(多発神経炎)を引き起こす代表的な有機溶剤<sup>21)</sup>として有害性が危惧されている。

(トリクロロエチレン)

トリクロロエチレンは、金属加工部品などの脱脂洗浄用材や化学品の製造原料として1970年代まで幅広く使用されてきた。しかしながら、その取扱量の多い労働環境において、麻酔作用などによる急性中毒症状が多数報告されたことで、第1種有機溶剤としての規制が強化され<sup>22)</sup>、有害大気汚染物質としても環境基準(年平均0.2 mg/m<sup>3</sup>)が設定されている。このような環境基準はトリクロロエチレンの神経機能に対する慢性影響から設定されたものであるが、労働環境における疫学的知見から、ヒトの腎臓がんを引き起こすものとして、国際がん研究機関(International Agency for Research on

Cancer; IARC)ではGroup1(ヒトに対して発がん性あり)と分類されている。

上記に示す有機溶剤については、国内でも職業性曝露による様々な症例報告があるものの、疫学調査データについては報告が殆ど無い。また、一般環境を対象に住宅内の室内空気を調査した結果から(605件)(Uchiyama 2015)、トリクロロエチレンについて作業環境基準値(10 µg/m<sup>3</sup>)を超える場所は検出されておらず、ノルマルヘキサンについては作業環境基準値(40 µg/m<sup>3</sup>)を超過する家屋が検出されている<sup>23)</sup>。これら単独の成分と健康影響との関連性については未解明である。

## 揮発性有機化合物(SVOC)

(フタル酸エステル類)

プラスチック製品の可塑剤として主に

表4 床ダスト中リン酸エステル類濃度とアレルギーとの関連<sup>24)</sup>

	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)
TNBP	2.85 (1.23-6.59)*	0.77 (0.45-1.34)	1.56 (0.83-2.95)
TCIPP	0.87 (0.33-2.35)	0.99 (0.62-1.58)	2.43 (1.28-4.61)**
TCEP	1.16 (0.42-3.28)	1.22 (0.74-2.00)	1.66 (0.82-3.35)
TEHP	2.16 (0.73-6.42)	1.59 (0.87-2.90)	1.83 (0.82-4.07)
TBOEP	1.15 (0.51-2.62)	1.27 (0.83-1.18)	1.01 (0.57-1.81)
TDCIPP	1.85 (0.96-3.58)	0.82 (0.63-1.99)	1.84 (1.17-2.88)**
TPHP	1.60 (0.55-4.67)	1.12 (0.80-2.15)	1.86 (0.92-3.75)

CI: confidence interval, OR: odds ratio, TBOEP: tris(2-butoxyethyl) phosphate, TDCIPP: tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate, TNBP: tributyl phosphate, TCEP: tris(2-chloroethyl) phosphate, TCIPP: tris(2-chloro-iso-propyl) phthalate, TPHP: triphenyl phthalate

使用されるフタル酸エステル類は、食物や医療器具、玩具、飲み物などを介した人への曝露量が高く、アレルギーや喘息、シックハウス症候群等との関連性が指摘されている。また、室内で過ごす時間が長く、床との接触機会が多いとされる乳幼児においては、特にhand-to-mouth行動により床ダストからフタル酸エステルを摂取する機会も多いため、室

内での化学物質の摂取経路として重要性が指摘されている。フタル酸エステル類のうち、ポリ塩化ビニル（PVC）の可塑剤として多く使用される DEHP (di(2-ethylhexyl) phthalate) 及びその代替物質である DINP (diisononyl phthalate) については、国内でのダスト中濃度が海外と比べても比較的高い傾向にあるため、新築の戸建調査の結果からは、フタル酸エステル類 DEHP 濃度が 10 倍上昇するとアレルギー性結膜炎のオッズ比も上昇し、DINP 濃度が高い場合はアレルギー性鼻炎のリスク、DINP および BBzP (Buthyl Benzyl Phthalate) 濃度が高くなるとアトピー性皮膚炎のリスクが有意に上がることが報告されている<sup>24)</sup>。

#### (リン系難燃剤)

臭素系難燃剤やリン系難燃剤は、主にプラスチック製品や繊維製品、電化製品に用いられる難燃剤として、幅広く使用されてきた。臭素系難燃剤については、2006 年から欧州で電気電子製品中での使用濃度に制限が設けられたことや、残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約の対象物質にも指定されたことで、リン系難燃剤が臭素系の代替として急速に需要が増加してきた。こうした成分は、利便性の高さから、その使用が急速に伸びてきているものの、室内環境の汚染要因となることや、ハウスダストや空気を介した曝露により、アレルギーや神経系の疾患との関連が指摘されている。アレルギーとの関連性や発がん性を

有する他、神経系への影響や生殖毒性を有することも報告されているため<sup>25, 26)</sup>、特に小児への曝露が学習や行動への障害との関連性も危惧されている。実際に、これらの症状とも密接な関与があるシックハウス症候群と室内濃度との関連性について、札幌市内の新築戸建て住宅の床から採取したハウスダストと子供と大人の健康影響について調べた荒木らの報告からは、室内ダスト中の TNBP 濃度が 10 倍になった時の喘息のオッズ比が 2.85 (1.23–6.59)、TCIPP および TDCIPP 濃度が 10 倍になった時のアトピー性皮膚炎のオッズ比がそれぞれ 2.43 (1.29–4.61)、1.84 (1.17–2.88) (表 4) と有意であることが示されており、環境中のリン系難燃剤とアレルギーなどの健康影響との関連性が示されている。

#### 温湿度・カビ

気象条件と死因との関連性について、多くの研究報告がある中で、疾患による死亡の発生が冬期に集中していることやその多くを高齢者が占めている状況にある。特に寒暖差の大きな地域においては、気温差により血圧に差が出ることや、高齢者の主な死因とされる心疾患、脳血管疾患の多くが高血圧などを要因としていることから、気温の変化がもたらす血圧異常が死亡の要因として寄与している可能性が指摘されている。このような因果関係を明確にするため、羽山らによって、人口動態統計データにおける気温と血圧との関係について解析した結果

が報告されている。特に 65 歳以上の高齢者における月死亡率は、月平均外気温及び自宅の気温が低下するほど増加する傾向にあることが明確にされている（図 2）<sup>27)</sup>。

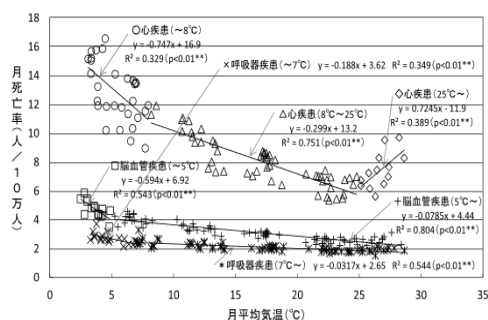


図 2 自宅における月平均外気温と月平均死亡率の関係（心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患）<sup>27)</sup>

また、過度の湿気や微生物などのカビ・ダニアレルゲンなどの生物学的要因については、特に室内環境中でアレルギーとの関連が指摘されている<sup>28)</sup>。実際に、札幌市の小学生を対象に行われた調査では、ダンプネス（湿度環境の悪化、局所での湿気の上昇）指標が多くなるほど喘息やアトピー性皮膚炎のリスクをあげることが明らかとされており<sup>29,30,31)</sup>、オッズ比についてもダンプネス指標の増加に伴い上昇することが報告されている（図 3）<sup>32)</sup>。

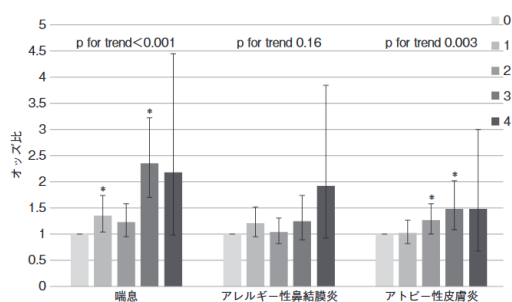


図 3 ダンプネス指標と喘息・アレルギーとの関連<sup>32)</sup>  
棒グラフエラーバーはダンプネス指数が 0 をリファレンスとした時のオッズ比 ± 95% 信頼区間。\* $p < 0.05$

## D. 結論

本研究により、国内の大気及び室内環境中において、健康影響との関連が指摘される環境負荷因子が明確にされた。特に一般の室内環境下では、アレルギー疾患に関連した Tier I 以外の疾患との関連性も疫学調査から報告されていたため、SDGs3.9.1 における新たな健康影響指標として、検討の必要性が示された。

## F. 引用文献

- 1) World Health Organization. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of diseases from environmental risks. Geneva: WHO; 2016.  
[https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventing-disease/en/)  
浅見真理監訳. 浅田 安廣, 三浦 尚之, 齋藤 智也, 牛山 明, 越後 信哉. 『健康的な環境による疾病予防—環境リスクによる疾病負荷の国際評価』国立保健医療科学院. 2019.  
<https://www.niph.go.jp/publications/healthenvironment2019.pdf> (2021 年 3 月確認)
- 2) Braubach M, Jacobs DE, Ormandy D. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Summary report, WHO Europe 2011.
- 3) Global SDG Indicator.  
<https://sdg.tracking-progress.org/indicator/3-9-1-mortality-rate-attributed-to-ambient-air-pollution/>



- 4) 三浦宏子、下ヶ橋雅樹、富田奈穂子。持続可能な開発目標 (SDGs) における指標とモニタリング枠組み。保健医療科学 2017; 66: 358-366.
- 5) Nishijo M, Nakagawa H, Morikawa Y, Tabata M, Senma M, Kitagawa Y, Kawano S, Ishizaki M, Sugita N, Nishi M, Kido T, Nogawa K. Prognostic factors of renal dysfunction induced by environmental cadmium pollution. *Environ Res* 1994; 64: 112-121.
- 6) Kido T, Honda R, Tsuritani I, Yamaya H, Ishizaki M, Yamaya Y, Nogawa K. Progress of renal dysfunction in inhabitants environmentally exposed to cadmium. *Arch Environ Health* 1988; 43: 213-217.
- 7) 原田孝司, 平井義修, 原耕平, 嘉村末男. カドミウム環境汚染地域における経過観察者の近位尿細管障害の推移. 環境保健レポート 1988; 54: 127-133.
- 8) 有沢 孝吉. 環境カドミウム曝露の健康影響に関する縦断的研究 2001; 56(2): 463-471.
- 9) Newby DE, Mannucci PM, Tell GS, et al; ESC Working Group on Thrombosis, European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation; ESC Heart Failure Association. Expert positionpaper on air pollution and cardiovascular disease. *Eur Heart J*. 2015; 36: 83-93b.
- 10) Mustafić H, Jabre P, Caussin C, et al. Main air pollutants and myocardial infarction: a systematic review and meta-analysis *JAMA*. 2012; 307: 713-721.
- 11) Michikawa T, Ueda K, Takami A, Sugata S, Yoshino A, Nitta H, Yamazaki S. Japanese Nationwide Study on the Association Between Short-term Exposure to Particulate Matter and Mortality. *J Epidemiol* 2019; 29(12): 471-477.
- 12) Zha L, Kitamura Y, Kitamura T, Liu R, Shima M, Kurumatani N, Nakaya T, Goji J, Sobue T. Population-based cohort study on health effects of asbestos exposure in Japan. *Cancer Sci*. 2019; 110(3): 1076-1084.
- 13) Santonen T, Aitio A, Vainio H. Organic Chemicals. *Hunter's Diseases of Occupations*, 10th, by Baxter PJ, Aw T-C, Cockcroft A, et al. CRC press, Florida, 2010; 321-394.
- 14) World Health Organization. Carbon Disulfide. Concise International Chemical Assessment Documents No.46. 2002.
- 15) Vanhoorne M, De Bacquer, G De Backer. Epidemiological study of the cardiovascular effects of carbon disulphide. *Int J Epidemiol* 1982; 21: 7745-7752.
- 16) Chang S-J, Shin T-S, Chou T-C, et al. Electrocardiographic abnormality for workers exposed to carbon disulfide at a viscose rayon plant. *J Occup Environ Med* 2006; 48: 394-399.
- 17) Korinth G, G Göen T, Ulm K, Heardt R, Hubman M, Drexler H. Cardiovascular function of workers exposed to carbon disulphide. *Int Arch Occup Environ Health* 2003; 76: 81-5.

- 18) Takebayashi T, Nishikawi Y, Uemura T, Nakashima H, Nomiyama T, Sakurai H, Omae K. A six-year follow-up study of subclinical effects of carbon disulfide exposure on cardiovascular system. *Occup Environ Med* 2004; 61: 127-34.
- 19) 井上 俊, 竹内康浩, 竹内寿和子, 山田信也, 鈴木秀吉, 松下敏夫, 宮垣仁実, 前田勝義, 松本忠雄: ノルマルヘキサン中毒の多発をみたビニールサンダル業者の労働衛生学的調査研究. *産業医学* 1970; 12(3): 78-84.
- 20) 竹内康浩. 大学からの労働衛生管見 (7) ノルマルヘキサン中毒 (1). *産業医学ジャーナル* 2016; 39: 85-89.
- 21) 上野晋. 有機溶剤による職業性末梢神経障害. *Peripheral Nerve 末梢神経* 2020; 31(1).
- 22) 上島通浩, 柴田英治. 職場における未知の中毒発生事例から今後の環境リスク対応を考える. *保健医療科学* 2018; 67: 282-291.
- 23) Uchiyama S, Tomizawa T, Tokoro A, Aoki M, Hishiki M, Yamada T, Tanaka R, Sakamoto H, Yoshida T, Bekki K, Inaba Y, Nakagome H, Kunugita N. Gaseous chemical compounds in indoor and outdoor air of 602 houses throughout Japan in winter and summer. *Environ Res.* 2015; 137: 364-372.
- 24) Ait Bamai Y, Shibata E, Saito I, Araki A, Kanazawa A, Morimoto K, Nakayama K, Tanaka M, Takigawa T, Yoshimura T, Chikara H, Saijo Y, Kishi R. Exposure to house dust phthalates in relation to asthma and allergies in both children and adults. *Sci Total Environ* 2014; 485-486: 153-163.
- 25) Andresen JA, Grundmann A, Bester K. Organophosphorus flame retardants and plasticisers in surface waters. *Science of The Total Environment* 2004; 332: 155-166.
- 26) Ni Y, Kumagai K, Yanagisawa Y. *Atmospheric Environment* 2007; 41: 3235-3240.
- 27) 羽山広文, 斎藤雅也, 三上遥. 健康と安全を支える住環境. *保健医療科学* 2014; 63: 383-393.
- 28) Bornehag CG, Nanberg E. Phthalate Expo-sure and Asthma in Children. *Int J Androl* 2010; 33: 333-345.
- 29) Araki A, Saito I, Kanazawa A, Morimoto K, Nakayama K, Shibata E, Tanaka M, Takigawa T, Yoshimura T, Chikara H, Saijo Y, Kishi R. Phosphorus flame retardants in indoor dust and their relation to asthma and allergies of inhabitants. *Indoor Air* 2014; 24: 3-15.
- 30) Ukawa S, Araki A, Kanazawa A, Yuasa M, Kishi R. The relationship between atopic dermatitis and indoor environmental factors: a cross-sectional study among Japanese elementary school children. *Int Arch Occup Environ Health* 2013; 86 (7): 777-787.
- 31) Cong S, Araki A, Ukawa S, Ait Bamai Y, Tajima S, Kanazawa A, Yuasa M, Tamakoshi A, Kishi R. Association of

mechanical ventilation and flue use in heaters with asthma symptoms in Japanese schoolchildren: a cross-sectional study in Sapporo, Japan. J Epidemiol. 2014; 24(3): 230-238.

32) 荒木敦子、アイツバマイゆふ、岸玲子. 環境汚染とアレルギーに関する疫学的知見－特に室内空気質に焦点をあてて－. アレルギー 2014; 63(8): 1075-1084.

## **G.研究発表**

### **学会発表**

児玉知子, 大澤絵里, 浅見真理、戸次加奈江、松岡佐織、嶋根卓也、松本俊彦、三浦宏子、櫻田尚樹、横山徹爾. 日本における Universal Health Coverage の達成状況と課題. 第 35 回日本国際保健医療学会学術大会. グローバルヘルス合同大会 2020. 2020 年 11 月. 大阪. 抄録集. P202.

### **論文発表**

なし

## **H.知的財産権の出願・登録状況**

なし

表2 文献検索一覧（2011年 WHO 欧州支局提示項目）

環境化学要因	健康影響	キーワード	日本	全体
カビ	喘息死	mold, asthma	1	49
湿気	喘息死	dampness, asthma	0	11
屋内の寒さ	冬の過剰死亡率	indoor cold, winter mortality	2	3
熱中症	死亡	heat wave, mortality	0	16
ラドン	肺癌	radon, lung cancer	0	18
住宅内の受動喫煙	下気道感染症	residential, secondhand smoke, respiratory infections	0	79
	喘息	residential, secondhand smoke, asthma	0	173
	心臓病	residential, secondhand smoke, heart disease	0	52
	肺癌	residential, secondhand smoke, lung cancer	6	83
	死亡	secondhand smoke, mortality	2	92
鉛	精神遅滞	mental retardation, lead, metal	0	14
	循環器疾患	cardiovascular disease, lead, metal	14	284
	行動上の問題	behavioural problems, lead, metal	0	8
	死亡	mortality, lead, metal	0	9
屋内の一酸化炭素	頭痛	indoor, carbon monoxide, headache	0	18
	吐き気	indoor, carbon monoxide, nausea	0	2
	心血管虚血	indoor, carbon monoxide, cardiovascular	0	1
	発作	indoor, carbon monoxide, seizures	0	0
	昏睡	indoor, carbon monoxide, coma	0	0
	意識の喪失	indoor, carbon monoxide, loss of consciousness	0	0
	死亡	indoor, carbon monoxide, mortality	0	5
ホルムアルデヒド	子どもの呼吸器症状の低下	formaldehyde, respiratory symptoms, children	0	2

表3 文献検索一覧 (UNSD による 3.9.1 に該当する健康影響指標 (Tier I))

環境化学要因	健康影響	キーワード	日本	全体
微小粒子状物質	急性呼吸窮迫	particulate matter, acute respiratory	0	44
	脳血管疾患	particulate matter, stroke	1	24
	虚血性心疾患	particulate matter, ischaemic heart diseases	0	23
	慢性閉塞性肺疾患	particulate matter, COPD	0	52
	肺癌	particulate matter, lung cancer	2	57
	死亡	particulate matter, mortality	3	170
	カドミウム	急性呼吸窮迫	cadmium, acute respiratory	0
脳血管疾患		cadmium, stroke	0	12
虚血性心疾患		cadmium, heart disease	0	53
慢性閉塞性肺疾患		cadmium, COPD	0	5
肺癌		cadmium, lung cancer	1	17
死亡		cadmium, mortality	2	33
ヒ素		急性呼吸窮迫	arsenic, acute respiratory infection	0
	脳血管疾患	arsenic, stroke	0	12
	虚血性心疾患	arsenic, ischaemic heart diseases	0	9
	慢性閉塞性肺疾患	arsenic, COPD	0	4
	肺癌	arsenic, lung cancer, mortality	0	7
	死亡	arsenic, mortality	1	129
	水銀	急性呼吸窮迫	mercury, acute respiratory infection	0

	脳血管疾患	mercury, stroke	1	12
	虚血性心疾患	mercury, ischaemic heart diseases	0	6
	慢性閉塞性肺疾患	mercury, COPD	0	2
	肺癌	mercury, lung cancer	0	3
	死亡	mercury, mortality	0	30
二硫化炭素	急性呼吸窮迫	carbon disulfide, acute respiratory infection	0	0
	脳血管疾患	carbon disulfide, stroke	0	1
オゾン	急性呼吸窮迫	ozone, pollution, acute respiratory	1	36
	脳血管疾患	ozone, pollution, stroke	0	16
	虚血性心疾患	ozone, pollution, ischaemic heart diseases	0	12
	慢性閉塞性肺疾患	ozone, pollution, COPD	1	40
	肺癌	ozone, pollution, lung cancer	0	13
	アレルギー	ozone, pollution, allergy	1	66
	シックハウス症候群	ozone, pollution, sick building syndrome	0	0
	死亡	ozone, pollution, mortality	2	90
揮発性有機化合物	急性呼吸窮迫	volatile organic compound, acute respiratory	0	13
	慢性閉塞性肺疾患	volatile organic compound, COPD	0	27
	肺癌	volatile organic compound, lung cancer	0	56
	アレルギー	volatile organic compound, allergy	0	73
	シックハウス症候群	volatile organic compound, sick building	2	5
	死亡	volatile organic compound, mortality	0	40

フタル酸エステル類	肺癌	lung cancer, phthalic ester	0	1
	アレルギー	allergy, phthalic ester	2	0
	シックハウス症候群	sick building syndrome, phthalic ester	1	0
	死亡	phthalic ester, mortality	0	1
リン酸エステル類	肺癌	lung cancer, phosphate ester	0	1
	アレルギー	allergy, phosphate ester	2	0
	シックハウス症候群	sick building syndrome, phosphate ester	0	0
	死亡	phosphate ester, mortality	0	1

表4. 床ダスト中リン酸エステル類濃度とアレルギーとの関連 (再掲)

	OR (95%CI)	OR (95%CI)	OR (95%CI)
TNBP	2.85 (1.23–6.59) *	0.77 (0.45–1.34)	1.56 (0.83–2.95)
TCIPP	0.87 (0.33–2.35)	0.99 (0.62–1.58)	2.43 (1.28–4.61) **
TCEP	1.16 (0.42–3.28)	1.22 (0.74–2.00)	1.66 (0.82–3.35)
TEHP	2.16 (0.73–6.42)	1.59 (0.87–2.90)	1.83 (0.82–4.07)
TBOEP	1.15 (0.51–2.62)	1.27 (0.83–1.18)	1.01 (0.57–1.81)
TDCIPP	1.85 (0.96–3.58)	0.82 (0.63–1.99)	1.84 (1.17–2.88) **
TPhP	1.60 (0.55–4.67)	1.12 (0.80–2.15)	1.86 (0.92–3.75)

CI: confidence interval, OR: odds ratio, TBOEP: tris(2-butoxyethyl) phosphate, TDCIPP: tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate, TNBP: tributyl phosphate, TCEP: tris(2-chloroethyl) phosphate, TCIPP: tris(2-chloro-iso-propyl) phthalate, TPhP: triphenyl phthalate

(出典: Ait Bamai Y, Shibata E, Saito I, Araki A, Kanazawa A, Morimoto K, Nakayama K, Tanaka M, Takigawa T, Yoshimura T, Chikara H, Saijo Y, Kishi R. Exposure to house dust phthalates in relation to asthma and allergies in both children and adults. *Sci Total Environ* 2014; 485-486: 153-163.) (文献 24)

図1 (再掲)

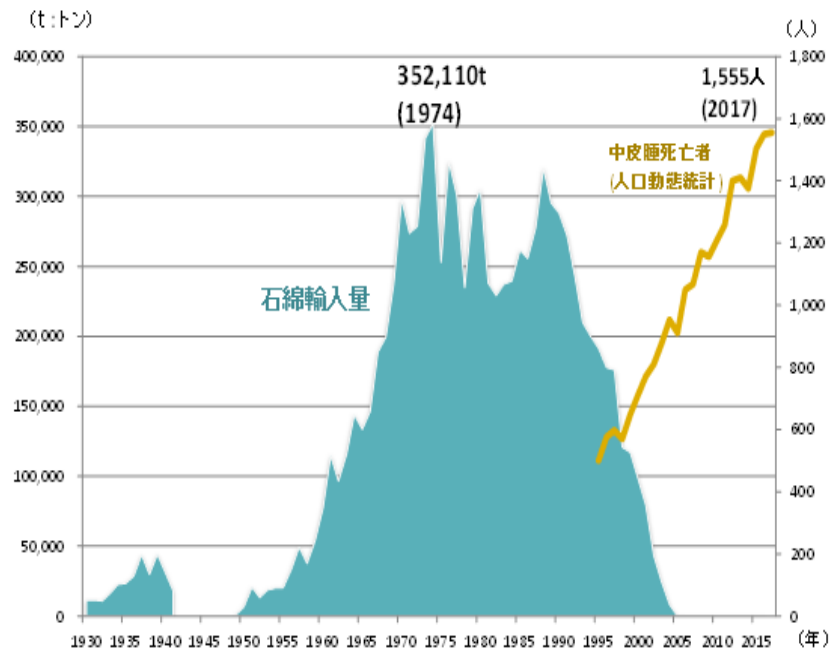


図1 1995年の石綿輸入量と中皮腫発生動向  
 出典：石綿輸入量は「財務省貿易統計」、中皮腫死亡者数は厚生労働省「厚生労働省都道府県（21大都市再掲）別にみた中皮腫による死亡者数の年次推移（平成7年～平成29年）人口動態統計（確定数）」

（出典：独立行政法人環境再生保全機構）  
<https://www.erca.go.jp/asbestos/what/higai/jittai.html>

図2 (再掲)

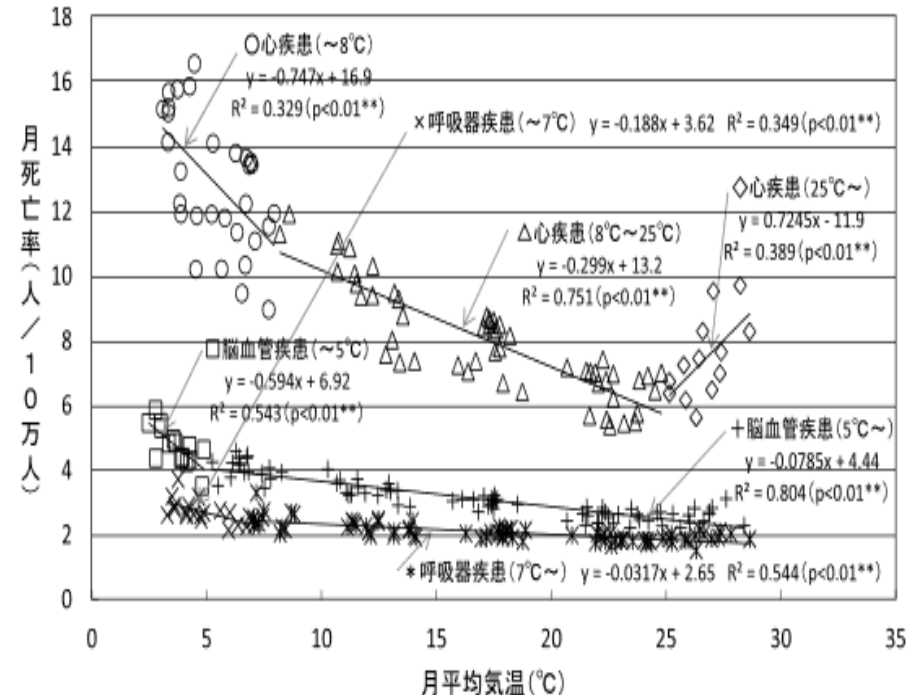


図2 自宅における月平均外気温と月平均死亡率の関係（心疾患、脳血管疾患、呼吸器疾患）27)

（出典：羽山広文、斎藤雅也、三上遥. 健康と安全を支える住環境. 保健医療科学 2014; 63: 383-393.)(文献 27)



図3 (再掲)

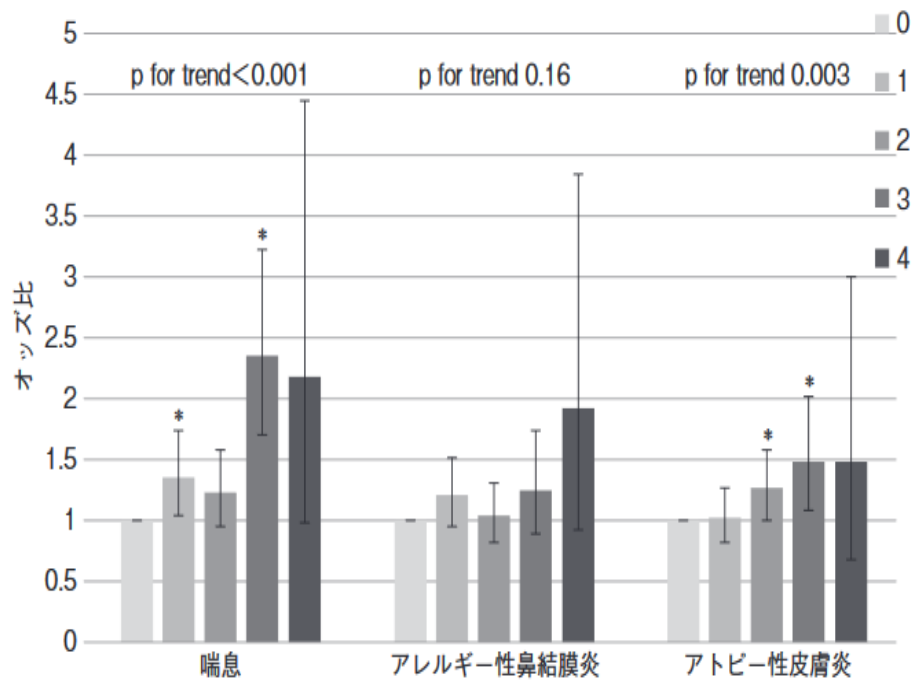


図3 ダンプネス指標と喘息・アレルギーとの関連 32)

棒グラフ±エラーバーはダンプネス指数が0をリファレンスとした時のオッズ比±95%信頼区間, \*p<0.05

(出典：荒木敦子、アイツバマイゆふ、岸玲子. 環境汚染とアレルギーに関する疫学的知見—特に室内空気質に焦点をあてて—.

アレルギー 2014; 63(8): 1075-1084.)(文献 32)