令和　7　年度
厚生労働行政推進調査事業費補助金（厚生労働科学特別研究事業）
分担研究報告書

# 労働者を対象とした、ペルフルオロオクタン酸（PFOA）およびペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）の血中濃度に係る文献調査

分担研究者
山本　健也
労働安全衛生総合研究所　化学物質情報管理研究センター
化学物質情報管理部長

【研究要旨】

本研究では、PFAS 関連物質のうちその有害性の懸念が高い PFOA および PFOS について、職業ばく露におけるばく露の可能性が高い知見について、その血清中濃度と職種との関連を検討することを目的とした。

職業性の PFOA および PFOS ばく露については先行研究により網羅的に検索されていることから、当該研究以降の期間を条件として、PubMed 等の文献情報データベースを用いて PFOA および PFOS の職業ばく露に関する知見を網羅的に検索した。なお、総説論文、労働者以外を対象とした知見、過去に報告がある研究と同じ対象者の知見等は除外した。

その結果、条件検索式によりヒットした 741 件のうち、除外条件を満たす知見を除いた 26 文献を調査対象とした。なお、本分担研究は業務と血清中 PFOA/PFOS 濃度との関連を検討することが主題であることから、血清中濃度にかかる記述がない 4 文献を除いた 22 文献を調査対象とした。22 文献の業種別内訳は多い順に消防業務従事者（12)、化学工業または製造業従事者（6)、であり、残りはそれぞれ農業（１)、エッセンシャルワーカー（１：消防士を含む)、スキーヤー（１)、その他（１）であった。

当該物質の製造または取扱いによるばく露が疑われる知見として、消防士およびスキーワックス取扱い作業者の知見の追加がみられたほか、新たにめっき・溶接工、農業における温室作業の知見が得られた。特に、めっきおよび溶接工における血清中 PFOS の濃度高値は先行研究では見られない規模の高濃度ばく露の可能性を示唆しており、過去の防霧剤の使用およびその残留機材等の取扱いによると考えられるばく露シナリオについては留意が必要であると考えられた。

また、消防関連業務の従事と血清中濃度高値との関連は必ずしも一貫性がみられないが、航空消防施設における濃度が高い傾向があることから航空消防での消火剤の種類との関連が疑われるほか、取り扱う際のばく露防止対策が血清中濃度の上昇を抑える可能性も示唆されている。

今回見いだされた職業性ばく露の可能性ついては、その報告数が必ずしも多くないことから一般化するには今後の知見の蓄積が必要であるが、業務環境に残存する当該物質群の新たなばく露を防止する観点からは、当該業種で原因となった化学品の使用状況や、そのばく露状況の確認等について検討の余地があると考えられた。

A:研究目的

有機フッ素化合物であるペルフルオロアルキル化合物およびポリフルオロアルキル化合物（以下、「PFAS」という。）類については、その環境中の安定性等から食物連鎖等における生体内蓄積による健康への影響等からが近年懸念され、「残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約（POPs 条約）」ではペルフルオロオクタンスルホン酸（PFOS）を 2009 年の第 4 回締約国会議において、またペルフルオロオクタン酸（PFOA）を 2019 年の第 9 回締約国会議において、それぞれ制限・廃絶の対象としている。また、これらの動向を受け国内外のリスク評価にかかる各機関等において、発がんを含む健康有害性にかかるリスク評価が進められており 1)、国内においても有害性情報として政府の GHS 分類 2)や環境省のリスク評価書 3)、食品安全委員会による評価 4）等のほか、水道水における暫定目標値 5)が設定され、また化審法では第一種特定化学物質に指定されている 6)。

本物質は環境中での難分解性に基づく生体内への取り込みが主に懸念されている一方、業種により職業ばく露の可能性も指摘されており 1)7)、国内外の職業性ばく露限界値（以下、「OEL」という。）の勧告においても当該物質およびその類縁物質にかかる OEL の勧告をしている機関がある 8)9)10）が、PFAS 類の職業ばく露による健康影響の量反応関係については、現時点では最新の知見に基づく国際的に整合がとれた評価が必ずしも確立されていない。また、従来の職業ばく露の知見等に基づく国内での該当職種やその取扱量などに係る整理は現時点では十分に行われていないことから、職業ばく露に係る論文を調査し、ばく露シナリオの整理や健康障害との関連、および国内での職業ばく露に係る可能性等に係る検討を早急に行う必要がある。

本研究では、PFAS 関連物質のうちその有害性の懸念が高い PFOA および PFOS について、職業ばく露におけるばく露の可能性が高い知見について、その血清中濃度と職種との関連を検討することを目的とした。

B:研究方法

1)　網羅的検索

職業性の PFOA および PFOS ばく露については先行研究 33）により網羅的に検索されていることから、当該研究以降の期間を条件として、PubMed 等の文献情報データベースを用いて PFOA および PFOS の職業ばく露に関する知見の網羅的検索及び収集整理を行った。

文献の収集に際して、研究班のうち疫学および情報収集に習熟した研究職（医師）2 名で検索式を検討のうえ、それぞれが検索した文献情報を総合評価のうえ収集対象とする文献を抽出、確定した。なお、抽出した文献は外部委託により収集し、内容の検討を行った。

2）既存の職業ばく露情報との比較

上記 1 ）の網羅的検索結果について先行研究 33）との比較を行い、当該情報との差異について検討のうえ、今後の情報更新に係る課題を整理することとした。

調査対象期間は、先行研究 33）の対象期間後の 2021 年 1 月 1 日から 205 年 11 月 1 日とし、以下の検索式に基づく文献リストを作成した。

(((“PFOA”[Title/Abstract] OR “PFOS”[Title/Abstract]) AND (worker* OR industrial facility OR chemical industry OR textile* OR manufacturing OR occupation OR occupational OR fire fighters OR electroplating OR fluorochemical OR skiing OR waxes OR fire* ))) AND (("2021/1/1"[Date - Entry] : "2025/11/1"[Date - Entry]))

このうち除外条件は、総説論文、調査対象

者が労働者ではないもの、研究対象フィールドおよび調査対象者が同一のもの、調査結果にかかる記述がないもの、飲料水・飲食物等地域環境がばく露要因であると考えられるものとした。

なお、本研究はすでに公開された文献を対象とした調査であることから、倫理面の配慮の問題はないと判断した。

C.研究結果

調査対象文献の選定フローを図 1 に示す。検索式からは 741 件が抽出され、総説論文 85 文献、労働者以外の研究 607 文献のほか、除外条件対象を除外した 26 文献を調査対象とした。なお、本分担研究は業務と血清中 PFOA/PFOS 濃度との関連を検討することが主題であることから、血清中濃度にかかる記述がない 4 文献を除いた 22 文献を調査対象とした。22 文献の業種別内訳は多い順に消防業務従事者（12)、化学工業または製造業従事者（6)、であり、残りはそれぞれ農業（１)、エッセンシャルワーカー（１：消防士を含む)、スキーヤー（１)、その他（１）であった。

１）血清中 PFOA／PFOS 濃度

収集文献の血中 PFOA／PFOS 濃度の分布を図１・２および表１に示す。なお、消防士について一般住民（NHANES 等）との差異がみられないものについては図１・２では一部割愛している。

① 消防業務従事者

消防業務職員の本物質含有の泡消火剤使用が職業性ばく露経路として従来説明されている。今回の収集文献の中では消防業務（市中、空港、軍等）の従事者の知見が 14 文献収集された。

その結果、血清中 PFOA 濃度の中央値または平均値は、バックグラウンドである一般住民（米国 NHANES 調査、その他）との乖離はほとんど見られていないが、値の分布が広く、最大値が 10ng/ml を超える知見もみられている 29)。

血清中 PFOS 濃度の中央値または平均値は、収集された全 14 文献のうち半数の 6 文献ではバックグラウンドである一般住民（米国 NHANES 調査、その他）との差がみられない 14)15)20)21)23)28)が、一方で民間空港消防士および航空消防士では PFHxS、PFHpS、PFOS の血清濃度が高い（total-PFOS：6.46ng/ml）という報告 30）もあり、また PFOS の最大値が 10ng/ml を超える報告 28)29)、平均値が 10ng/ml を超える報告 21)、消防活動をした空軍兵士は他の兵士と比較して血清中の PFOS 濃度が約 2 倍、PFHxS 濃度が約 3 倍程度有意に高いとの報告 31）が認められた。これらの背景として、PFOS と併せて PFHxS および PFHpS の 3 種類の PFAS 類の血中濃度の上昇が同じ供給源（消火剤）に由来するものであるとする報告 29)30）などから、AFFF などの PFOS 含有泡消火剤の使用歴の有無が有力なばく露要因と考えられ、特に一般施設よりも航空施設での消火剤によるばく露の可能性が高いことが示唆される。併せて、ばく露防止保護措置が不十分であること、汚染水の飲用などがその背景とする指摘がみられている。

なお、火災現場での燃焼産物によるばく露の可能性についての指摘 15、32)がある一方で、新人消防士と現役消防士との比較で差を認めない研究もあることから燃焼生成物中の PFAS は当該消防士集団にとって主要なばく露源ではない可能性を示唆する報告 28)もあり、泡消火剤以外の原因によるばく露につい

ては今後の知見の蓄積が必要である。

② 化学工業従事者

収集文献のうち PFOA については電解フッ素化作業従事者、および機械製造業における血清中高度高値の知見がそれぞれ 1 文献得られている。前者については 2014 年まで PFOA/PFOS の製造を行っていた事業場の現職及び元従業員 232 人を対象に 2018 年度にサンプリングした検体試料であり、PFOA：中央値 80.8（最小-最大：0.35-13,033）ng/ml、PFOS：中央値:8.55（最小-最大：0.35-343）ng/ml であった 13)。後者については現職及び元従業員 7 人の PFOA 濃度は中央値 192.6（最小 8.3 –最大 779.1）ng/ml であり、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）重合プロセスでの粉塵の取り扱いに伴う吸入ばく露の可能性が指摘されている 25)。

一方で、今回の調査対象では電気（クロム）メッキ作業者および溶接工で血清中 PFOS 濃度が著しく高い知見が認められた 22）24)。このうち Göen. 2024 (22) の知見に記述のあるメッキ工については先行研究 33）においても指摘がある業種であるが、その際の血清中濃度は PFOS ではなく Other PFAS とされており、その値は 30ng/ml とされている 33)。今回の知見はそれを大幅に上回る値（クロムめっき作業員：中央値：4.83（最大値 789）μg/l）であることは注目に値する。（注:μg/l と ng/ml と同じ単位）

また、溶接工についても血清中 PFOS 濃度の高値がみられている。Göen. 2024(22)ではばく露群の中央値 4.97（最大値 1,513）μg/l であり対照群（中央値 3.65（最大値 13.9）μg/l）に比して高値であった。また、Jiang.2025(24)では PFOS 濃度の平均値は溶接・機械加工等曝露群 4.17(対照群 4.80) ng/ml であるが、データソースとして使用されているデンマークの SAM-Krom 研究でのばく露労働者の 95 パーセンタイル値は 2,044 ng/ml とされている。

これら「めっき工」「溶接工」での血清中濃度が高い理由として、著者らは PFOS がかつて電気めっき槽での作業時に防霧剤として使用されていたことに起因すると説明しており、対照群との大幅な乖離があることからこれらは業務によるばく露の可能性が高く示唆されること、また過去の使用物質の装置内残存等による職場環境汚染に伴うばく露の可能性を指摘している。

③ 農業

PFAS 類が植物成長調整剤や殺虫剤の有効成分、または農薬の展着剤、分散剤、湿潤剤などの界面活性剤（不活性成分）として製剤に添加されていいたことを背景に、温室という閉鎖的な環境で、農薬の散布作業および農薬で処理された植物に触れることによるばく露の可能性を指摘した知見が報告されており、血清中濃度の中央値（25%ile, 75%ile）は PFOA 5.69 (4.35, 6.90)（対照群: 4.43 (3.48, 5.63)）ng/ml、PFOS 42.49 (34.91, 49.90)（対照群: 25.88 (20.19, 34.31)）ng/ml で対照群に比して有意に高値であった 11）。なお、バックグラウンドである一般住民の調査結果（The Danish National Birth Cohort）での結果が PFOA／PFOS それぞれ 4.28 (3.15, 5.49) ng/ml および 28.10 (21.60, 35.80) ng/ml であり、当該地域における環境中の汚染減による複合ばく露の可能性は否定できない。

④ エッセンシャルワーカー

消防職、医療従事者、第一応答者（救急医療サービス（Emergency medical services： EMS）法執行機関（Law enforcement：警察など）刑務官（Correctional officers）およびその他のエッセンシャルワーカー計 1,960 人を対象とした米国の調査において、消防士では Essential Worker に比して PFHxS、Sm-PFOS、n-PFOS、n-PFOA の幾何平均比（注：幾何平均値ではない）がそれぞれ 1.26、1.18、1.19、1.12、1.20 倍で有意に高かったことと併せて、医療従事者では PFHpS および PFUnA（ともに 1.12 倍）、第一応答者では PFHpS が有意に高い（1.21 倍）との結果が報告されている。また、検出率は 50%未満だが医療従事者は Sb-PFOA および PFDoA の「検出率（濃度ではない）」が、対照群より有意に高かった。これらの結果について、ばく露は業務によるものであることが示唆されており、消防士での PFOA／PFOS は泡消火剤である AFFF の使用、装備品、汚染された飲用水などがその要因として、また PFOA/PFOS ではないが医療従事者における PFDoA 等の高値はサージカルマスクやガウン等の個人保護具（PPE）が要因の可能性として指摘されている 27)。

⑤ スキーヤー

スキーワックスなどフッ素入りワックスの職業的な塗布作業に伴う血清中濃度の知見は先行研究でも報告がされており 33)、その平均濃度は PFOA で約 50－120ng/ml 程度、PFOS では 30ng/ml 程度とされている。30 人を対象とした米国での 2023 年の本研究では、検出された 9 種類の PFAS 類（PFBS、PFHpS、PFHxS、Sm-PFOS、n-PFOS、PFDA、PFNA、PFUnDA、n-PFOA）について、血清中 PFOA/PFOS 濃度の中央値は、PFOA：全対象 1.1、コーチ 2.7、NHANES1.2（ng/ml）、PFOS：全対象 2.4、コーチ 4.9、NHANES4.7（ng/ml）と、先行研究と比して高い結果ではないが、「スキーコーチ」であること及び「10 年以上の競技歴があること」と血清中 PFAS（PFOS、PFOA 等）濃度との間に有意な関連があることを指摘している 16)。

⑥ その他

厳密には職業ばく露ではないが、米国 NHANES 調査を 22 種の業種別に層化して分析した研究では、血清中 PFAS 濃度は「鉱業」で PFOS／PFOA それぞれ 6.327／1.264ng/ml、「軍隊」で 6.281／1.570ng/ml と相対的にやや高い傾向ではあるが、総じて平均的であると結論されている 12)。なお、ばく露情報については情報源に乏しい。

D.考察

本調査では、2021 年度に出版された先行研究 33）以降の、職業性ばく露による可能性がある血清中 PFOA/PFOS 高値についての知見を収集した。収集対象となった 22 文献のうち半数は消防業務従事者に関する知見であり、消防業務従事歴があることは血清中濃度高値の主要な要因であることが確認され、特に AFFF 使用歴との関連が高い結果が改めて示された。その一方で、PFAS 含有泡消火剤の代替の有無にかかわらず、血清中 PFOA/PFOS 濃度が、新規採用者およびバックグラウンドである一般住民と変わらない集団があることも確認された。この背景としては、ばく露要因として汚染水地域等での飲用の有無や、適切なばく露防止対策の実施の有無が、血清中濃度の上昇を制御する要因であることを

示唆したものと考えられた。

収集対象となった 22 文献において、化学工業または製造業従事者では他の業種に比して著明に高い血清中 PFOA/PFOS 濃度が認められた。このうち、先行研究には記載のない「メッキ工」「溶接工」での血清中 PFOS が高濃度である知見が複数得られている。これらの業種でのばく露の要因として、当該作業の素材等によるものではなく、作業によって発生するミスト拡散を防ぐ防霧剤中の PFOS によるものと考えられ、特に、これらの使用が代替されたのちも装置内等に残留した PFOS が作業の際に発生することが指摘されており、作業者に対する新たなばく露シナリオとして留意する必要があると考えられた。

また、農業における温室内作業という閉鎖性に伴うばく露の可能性、医療従事者における使用機材の素材に基づくばく露の可能性とが新たに指摘されており、血中濃度の上昇値は大きいとは言えないが、近年の疫学研究等において比較的低濃度のばく露と健康影響との関連を示す知見があることなどから、ばく露シナリオの堅牢性強化のための今後の知見の蓄積が必要と考えられた。

E. 結論

労働者の職業性ばく露の可能性がある血清中 PFOA/PFOS 濃度の、先行研究以降の知見について整理をした。当該物質の製造または取扱いによる血清中濃度高値の知見のうち、消防士およびスキーワックス取扱い作業者の知見の追加がみられたほか、新たにめっき・溶接工、農業における温室作業の知見が得られた。特に、めっきおよび溶接工における血清中 PFOS の濃度高値は先行研究では見られない規模の高濃度ばく露の可能性を示唆しており、過去の防霧材の使用およびその残留機材等の取扱いによると考えられるばく露シナリオについては留意が必要であると考えられた。

また、消防関連業務の従事との関連は必ずしも一貫性がみられないが、航空消防施設における濃度が高い傾向があることから航空消防での消火剤の種類との関連が疑われるほか、取り扱う際のばく露防止対策が血清中濃度の上昇を抑える可能性も示唆されている。

今回見いだされた職業性ばく露の可能性ついては、その報告数が必ずしも多くないことから一般化するには今後の知見の蓄積が必要であるが、業務環境に残存する当該物質群の新たなばく露を防止する観点からは、当該業種で原因となった化学品の使用状況や、そのばく露状況の確認等について検討の余地があると考えられた。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

9　引用文献一覧

1）IARC MONOGRAPHS ON THE IDENTIFICATION OF CARCINOGENIC HAZARDS TO HUMANS vol.135, (2025). PERFLUOROOCTANOIC ACID (PFOA) AND PERFLUOROOCTANESULFONIC ACID (PFOS)

2）GHS 政府分類結果 （2026 年 3 月 1 日アクセス）

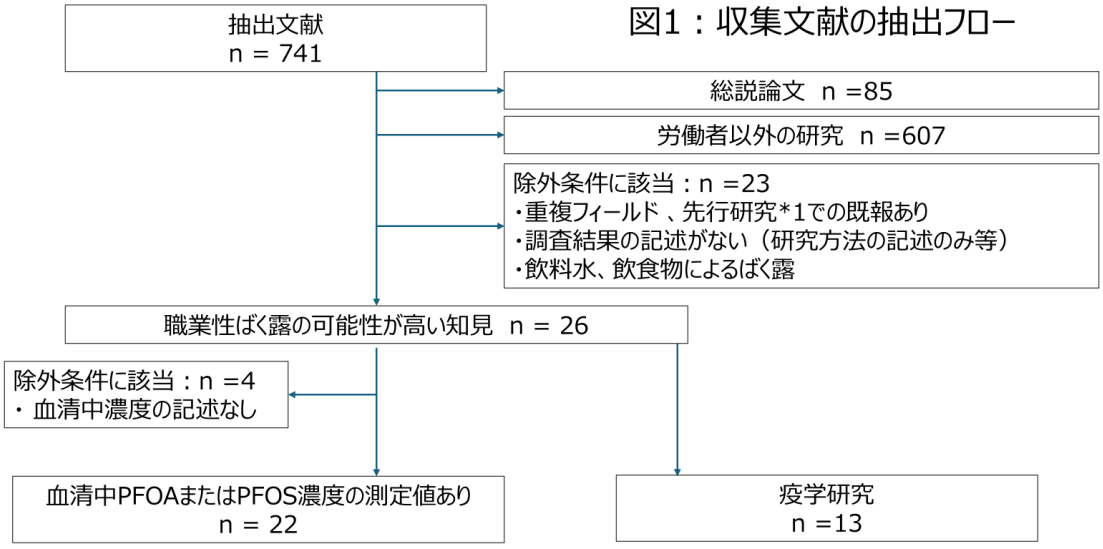
・ペルフルオロオクタン酸
https://www.chem-info.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-335-67-1.html

・ペルフルオロ（オクタン－１－スルホン酸）

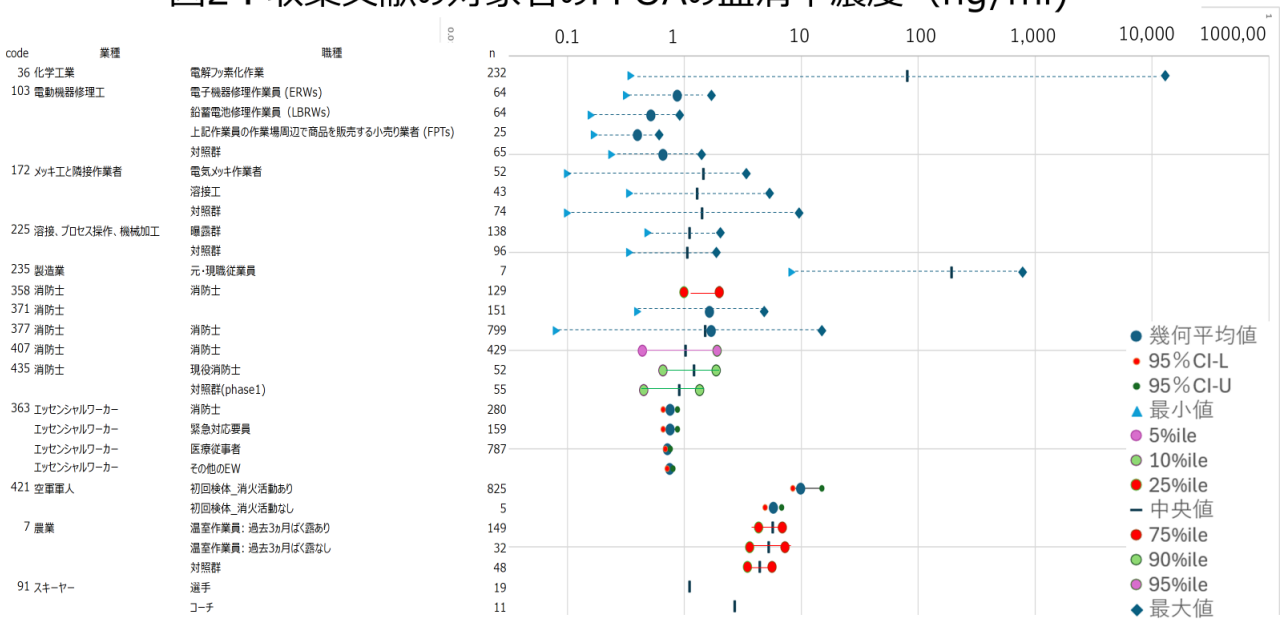
https://www.chem-ifo.nite.go.jp/chem/ghs/m-nite-1763-23-1.html
3）化学物質の環境リスク初期評価書第 6 巻（2009）および第 9 巻（2011）
4）食品安全委員会評価書「有機フッ素化合物（PFAS)」令和 6 年（2024 年）6 月
5）水道法　水質管理目標設定項目
6）化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律施行令第一条第一項第三十五号ハの規定に基づき化学物質を定める省令
7）CDC-site　PFAS and Worker Health. https://www.cdc.gov/niosh/pfas/about/index.html（2026 年 3 月 1 日アクセス）
8）ACGIH-TLV documentation, Ammonium perfluorooctanoate (1994).
9）日本産業衛生学会　許容濃度の勧告（2024）　パーフルオロオクタン酸（許容濃度(2008 勧告)、発がん性物質(2017 勧告、生殖毒性物質）
10）Deutsche Forschungsgemeinschaft, List of MAK and BAT Values. MAK Value Documentations – Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) and its salts(2010) , MAK Value Documentations – Perfluorooctanoic acid and its inorganic salts(2005)
11) Andersen, H. R., et al. (2024). "Higher serum concentrations of PFAS among pesticide exposed female greenhouse workers." Int J Hyg Environ Health 255: 114292. (JNIOSH-code7)
12) Bashir, T. and E. Obeng-Gyasi (2022). "Interaction of Per- and Polyfluoroalkyl Substances and Allostatic Load among Adults in Various Occupations." Diseases 10(2). (JNIOSH-code33)
13) Batzella, E., et al. (2022). "Perfluoroalkyl substance mixtures and cardio-metabolic outcomes in highly exposed male workers in the Veneto Region: A mixture-based approach." Environ Res 212(Pt A): 113225. (JNIOSH-code36)
14) Burgess, J. L., et al. (2023). "Serum per- and polyfluoroalkyl substance concentrations in four municipal US fire departments." Am J Ind Med 66(5): 411–423. (JNIOSH-code57)
15) Clarity, C., et al. (2021). "Associations between polyfluoroalkyl substance and organophosphate flame retardant exposures and telomere length in a cohort of women firefighters and office workers in San Francisco." Environ Health 20(1): 97. (JNIOSH-code89)
16) Claus Henn, B., et al. (2024). "Serum per- and polyfluoroalkyl substance (PFAS) levels and health-related biomarkers in a pilot study of skiers in New England." Environ Res 263(Pt 2): 120122. (JNIOSH-code91)
17) Consonni, D. and S. Fustinoni (2024). "Biochemical and haematological effects of serum PFOA, ADV and cC(6)O(4) in workers of a chemical company producing fluoropolymers, Italy, 2013-2022." Int J Hyg Environ Health 262: 114440. (JNIOSH-code96)
18) Dartey, E., et al. (2021). "Per- and Polyfluoroalkyl Substances in Human Serum Samples of Selected Populations from Ghana." Int J Environ Res Public Health 18(4). (JNIOSH-code103)
19) Delaere, I., et al. (2025). "Changes in serum perfluorooctane sulfonic acid and perfluorohexane sulfonic acid concentrations in firefighters accessing a voluntary perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances reduction treatment program." Environ Int 202: 109609. (JNIOSH-code106)
20) Furlong, M. A., et al. (2025). "Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) and microRNA: An epigenome-wide association study in firefighters." Environ

Res 279(Pt 2): 121766. (JNIOSH-code153)
21) Gasiorowski, R., et al. (2022). "Effect of Plasma and Blood Donations on Levels of Perfluoroalkyl and Polyfluoroalkyl Substances in Firefighters in Australia: A Randomized Clinical Trial." JAMA Netw Open 5(4): e226257. (JNIOSH-code169)
22) Goen, T., et al. (2024). "HBM4EU chromates study - PFAS exposure in electroplaters and bystanders." Chemosphere 346: 140613. (JNIOSH-code172)
23) Goodrich, J. M., et al. (2021). "Per- and polyfluoroalkyl substances, epigenetic age and DNA methylation: a cross-sectional study of firefighters." Epigenomics 13(20): 1619–1636. (JNIOSH-code175)
24) Jiang, Z., et al. (2025). "Per- and polyfluoroalkyl substances exposure in hexavalent chromium exposed workers and the effects of exposure mixtures on oxidative stress and genomic instability." Environ Pollut 387: 127255. (JNIOSH-code225)
25) Kanetani, K., et al. (2025). "High serum perfluorooctanoic acid (PFOA) concentrations and interstitial lung disease in former and current workers in a fluorochemical company." Ind Health 63(5): 490–502. (JNIOSH-code235)
26) Mesfin Tefera, Y., et al. (2023). "Temporal decline in serum PFAS concentrations among metropolitan firefighters: Longitudinal study on post-exposure changes following PFAS foam cessation." Environ Int 179: 108167. (JNIOSH-code358)
27) Mitchell, C. L., et al. (2025). "Differences in serum concentrations of per-and polyfluoroalkyl substances by occupation among firefighters, other first responders, healthcare workers, and other essential workers in Arizona, 2020-2023." J Expo Sci Environ Epidemiol 35(3): 437–444. (JNIOSH-code363)
28) Nematollahi, A. J., et al. (2024). "Comparison of Serum Per- and Polyfluoroalkyl Substances Concentrations in Incumbent and Recruit Firefighters and Longitudinal Assessment in Recruits." J Occup Environ Med 66(3): 202–211. (JNIOSH-code371)
29) Nilsson, S., et al. (2022). "Serum concentration trends and apparent half-lives of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in Australian firefighters." Int J Hyg Environ Health 246: 114040. (JNIOSH-code377)
30) Petersen, K. U., et al. (2025). "Serum concentrations of per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) among men from the Danish fire services and Armed Forces." Int J Hyg Environ Health 267: 114559. (JNIOSH-code407)
31) Purdue, M. P., et al. (2023). "A Nested Case-Control Study of Serum Per- and Polyfluoroalkyl Substances and Testicular Germ Cell Tumors among U.S. Air Force Servicemen." Environ Health Perspect 131(7): 77007. (JNIOSH-code421)
32) Rihackova, K., et al. (2023). "The exposure of Czech firefighters to perfluoroalkyl substances and polycyclic aromatic hydrocarbons: CELSPAC - FIREexpo case-control human biomonitoring study." Sci Total Environ 881: 163298. (JNIOSH-code435)
33) Christensen BT, Calkins MM. Occupational exposure to per- and polyfluoroalkyl substances: a scope review of the literature from 1980-2021. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2023 Sep;33(5):673-686. doi: 10.1038/s41370-023-00536-y. Epub 2023 Mar 28.

図1：収集文献の抽出フロー

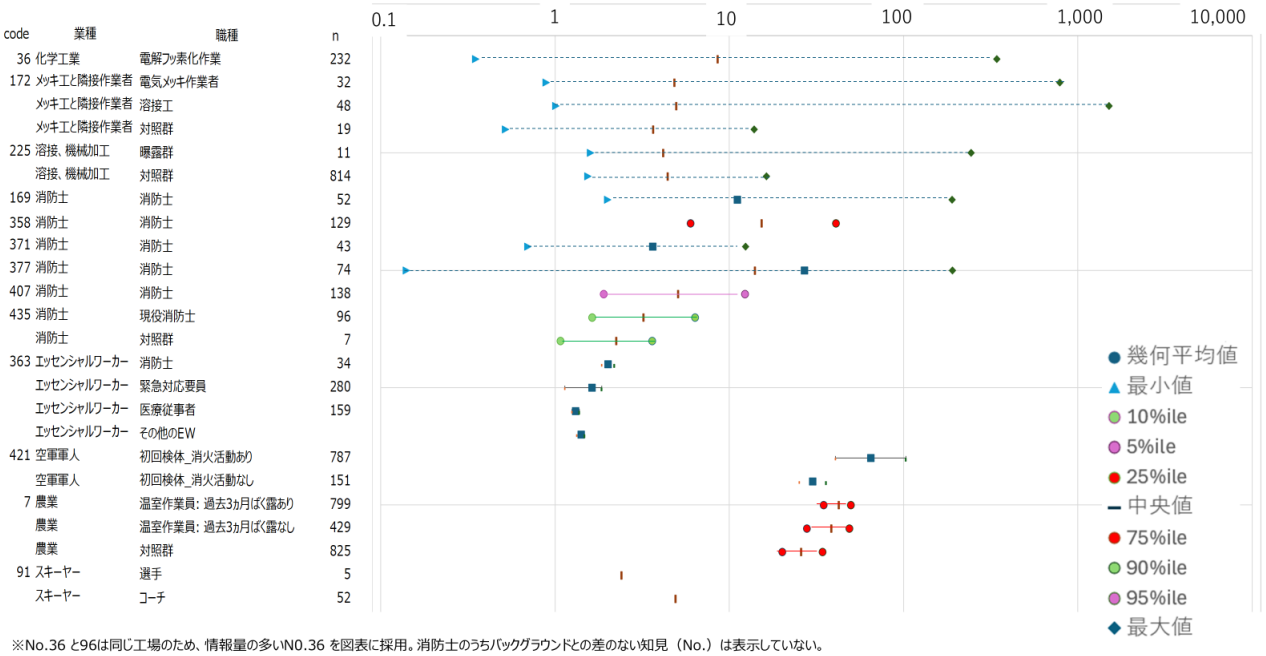


# 図2：収集文献の対象者のPFOAの血清中濃度（ng/ml）




※No.36 と96は同じ工場のため、情報量の多いN0.36 を図表に採用。消防士のうちバックグラウンドとの差のない知見（No.）は表示していない。

# 図3：収集文献の対象者のPFOSの血清中濃度（ng/ml）



| code | 業種 | 職種 | n |
|---|---|---|---|
| 36 | 化学工業 | 電解ﾌｯ素化作業 | 232 |
| 172 | ﾒｯｷ工と隣接作業者 | 電気ﾒｯｷ作業者 | 32 |
| | ﾒｯｷ工と隣接作業者 | 溶接工 | 48 |
| | ﾒｯｷ工と隣接作業者 | 対照群 | 19 |
| 225 | 溶接、機械加工 | 曝露群 | 11 |
| | 溶接、機械加工 | 対照群 | 814 |
| 169 | 消防士 | 消防士 | 52 |
| 358 | 消防士 | 消防士 | 129 |
| 371 | 消防士 | 消防士 | 43 |
| 377 | 消防士 | 消防士 | 74 |
| 407 | 消防士 | 消防士 | 138 |
| 435 | 消防士 | 現役消防士 | 96 |
| | 消防士 | 対照群 | 7 |
| 363 | ｴｯｾﾝｼｬﾙﾜｰｶｰ | 消防士 | 34 |
| | ｴｯｾﾝｼｬﾙﾜｰｶｰ | 緊急対応要員 | 280 |
| | ｴｯｾﾝｼｬﾙﾜｰｶｰ | 医療従事者 | 159 |
| | ｴｯｾﾝｼｬﾙﾜｰｶｰ | その他のEW | |
| 421 | 空軍軍人 | 初回検体_消火活動あり | 787 |
| | 空軍軍人 | 初回検体_消火活動なし | 151 |
| 7 | 農業 | 温室作業員: 過去3ヵ月ばく露あり | 799 |
| | 農業 | 温室作業員: 過去3ヵ月ばく露なし | 429 |
| | 農業 | 対照群 | 825 |
| 91 | ｽｷｰﾔｰ | 選手 | 5 |
| | ｽｷｰﾔｰ | ｺｰﾁ | 52 |



※No.36 と96は同じ工場のため、情報量の多いN0.36 を図表に採用。消防士のうちバックグラウンドとの差のない知見（No.）は表示していない。