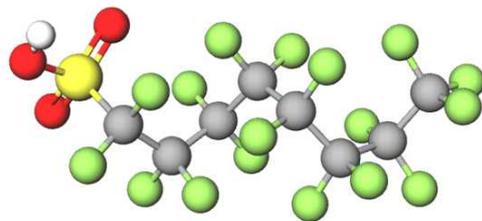
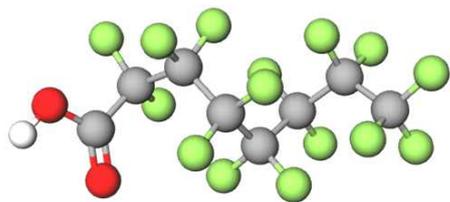


# 有機フッ素化合物 (PFAS) 汚染の全国的な広がり：基地との関連

京都大学医学研究科  
原田浩二



## 報告の概要

- PFAS汚染の背景
- 曝露と健康影響
- 沖縄、東京などでの事例
- 国内外の動向
- 今後に向けて

# PFAS (有機フッ素化合物)



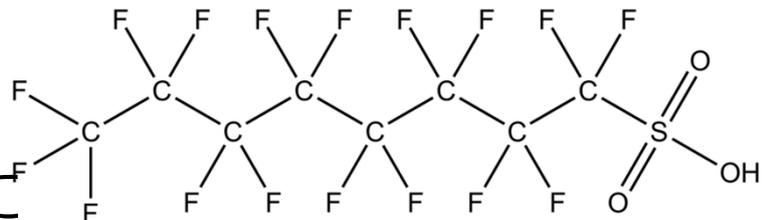
<https://mylearnlab.link/yukimuki/>



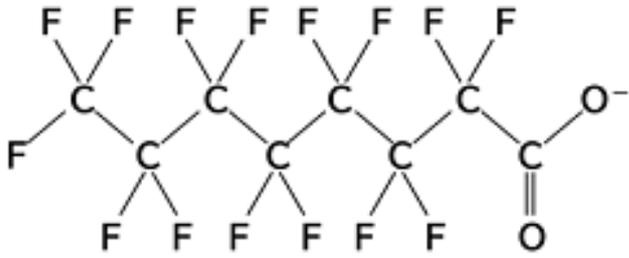
## PFASとは？

(per- and polyfluoroalkyl substances)

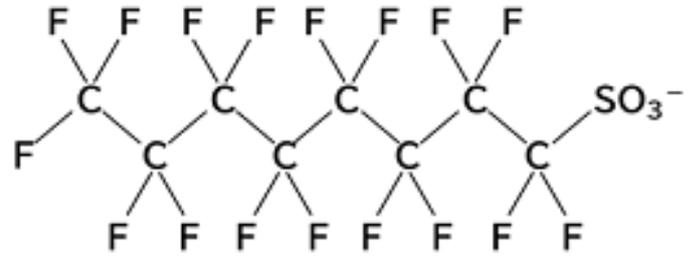
- ペル／ポリフルオロアルキル物質 (少なくとも4700種類以上)
- 人工の有機物 (炭素C をふくむもの)
- 水素ではなく **フッ素 F** で覆われた **ペルフルオロアルキル鎖**  $\text{CF}_3-(\text{CF}_2)_n-$  を持つ
- 耐熱性、耐光性



- PFAS関連物質も最終的に安定なPFASになって残留する可能性
- 特に注目されている2物質  
ペルフルオロオクタンスルホン酸 (**PFOS**)  
ペルフルオロオクタン酸 (**PFOA**)



PFOA(ペルフルオロオクタン酸)



PFOS(ペルフルオロオクタンスルホン酸)

## PFAS類の用途

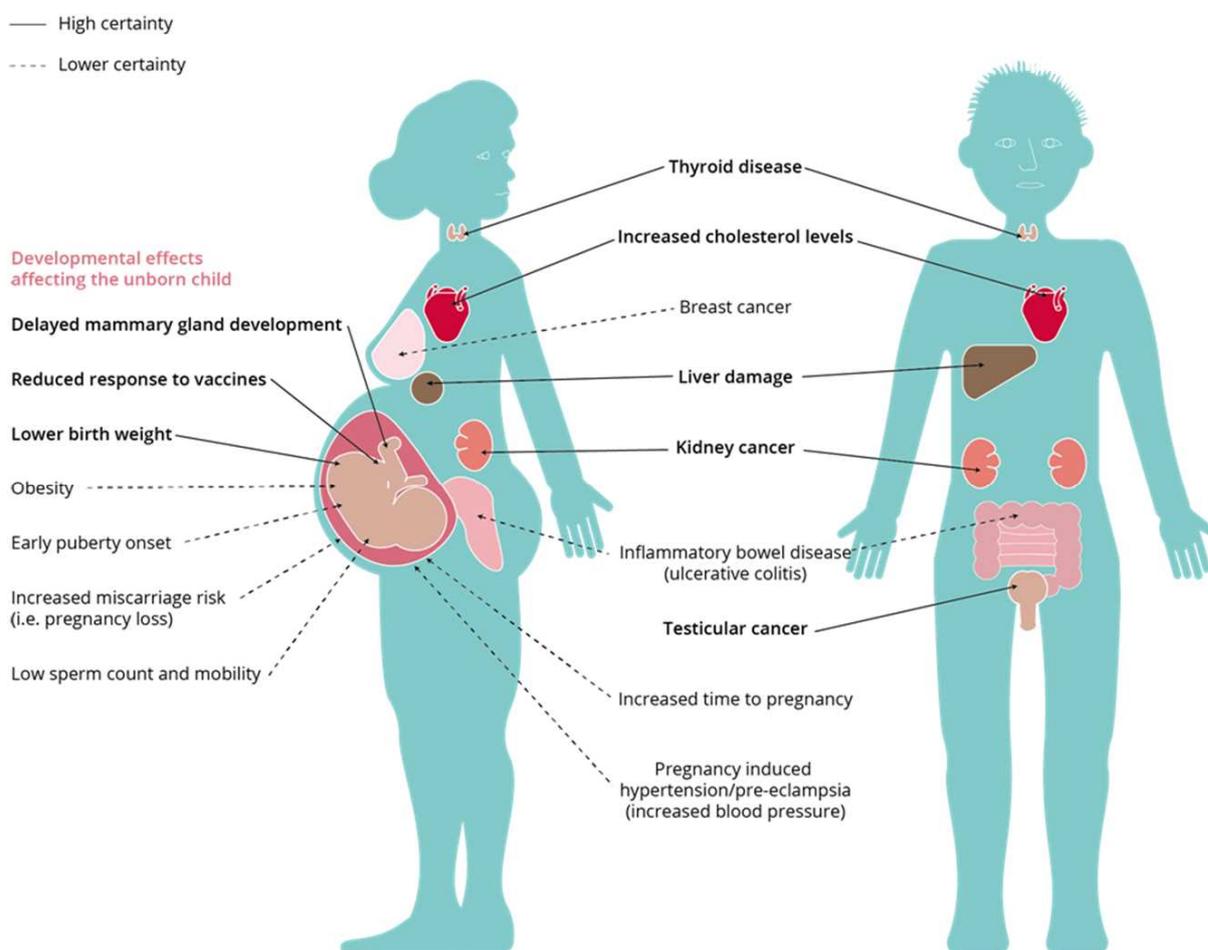
- 撥水撥油コーティング剤
- 泡消火剤 (特に**PFOS**)
- 半導体フォトレジスト
- 金属メッキ槽のミスト抑制剤
- アリ誘引殺虫剤の有効成分
- 航空機油圧作動油の抗腐食剤
- フッ素樹脂製造時の加工補助剤 (特に**PFOA**)



© 2014 The Dow Chemical Company. All rights reserved. PFOS is a registered trademark of The Dow Chemical Company. PFOA is a registered trademark of The Dow Chemical Company. PFAS is a registered trademark of The Dow Chemical Company.

# PFASsの利用と汚染

- 1940年代に3Mによって開発された。
- 2000年5月、3M社がPFOA・PFOS生産の2002年までの自主的廃止を発表
- PFASの性質である環境残留性により各地で深刻な地下水や土壌汚染が継続しており健康影響が懸念
- PFOS/PFOA以外のPFASは依然使用されている



Sources: US National Toxicology Program, (2016); C8 Health Project Reports, (2012); WHO IARC, (2017); Barry et al., (2013); Fenton et al., (2009); and White et al., (2011).

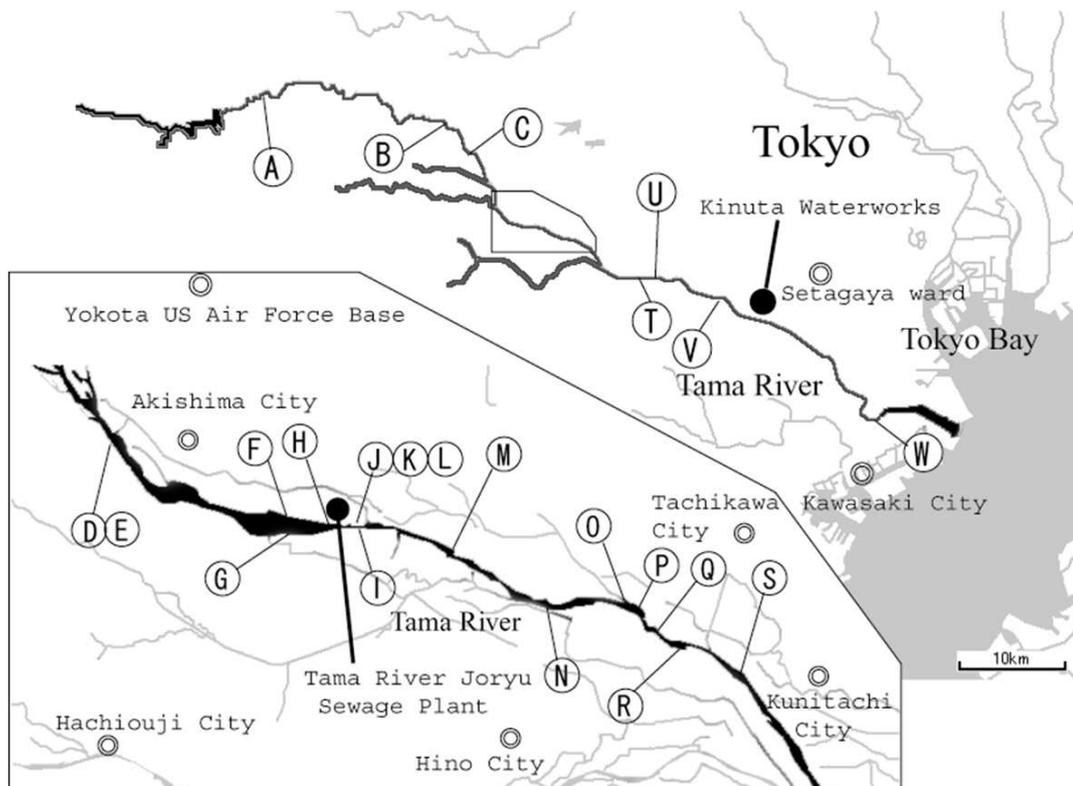
# 河川水のPFAS分布

- 全国79河川 (2002年、2003年調査)  
PFOAは大阪近辺で高濃度
- 水道水でも関西地域でPFOA高め



(Saito et al., AECT 2003; J Occup Health 2004)

## 2002年の多摩川調査



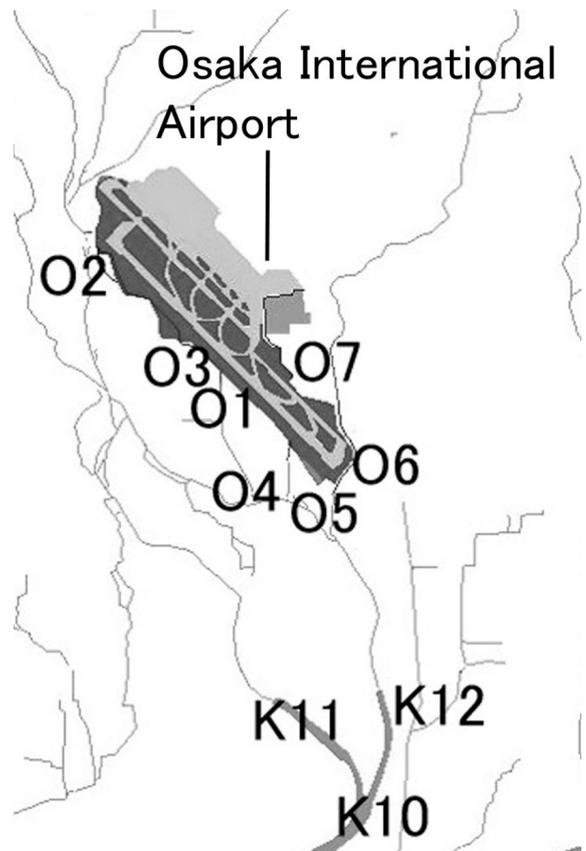
A-IまでPFOSは10 ng/L以下、M-Wは36から157 ng/L  
砧浄水場からの水道水は43から50 ng/L

(Harada et al., BECT 2003)

# 大阪国際空港付近

位置	PFOA (ng/L)	PFOS (ng/L)
大阪国際空港付近		
O1	39.2	96.0
O2	40.8	9.6
O3	36.4	57.2
O4	56.6	526
O5	64.4	73.2
O6	55.0	10.2
O7	41.2	30.4

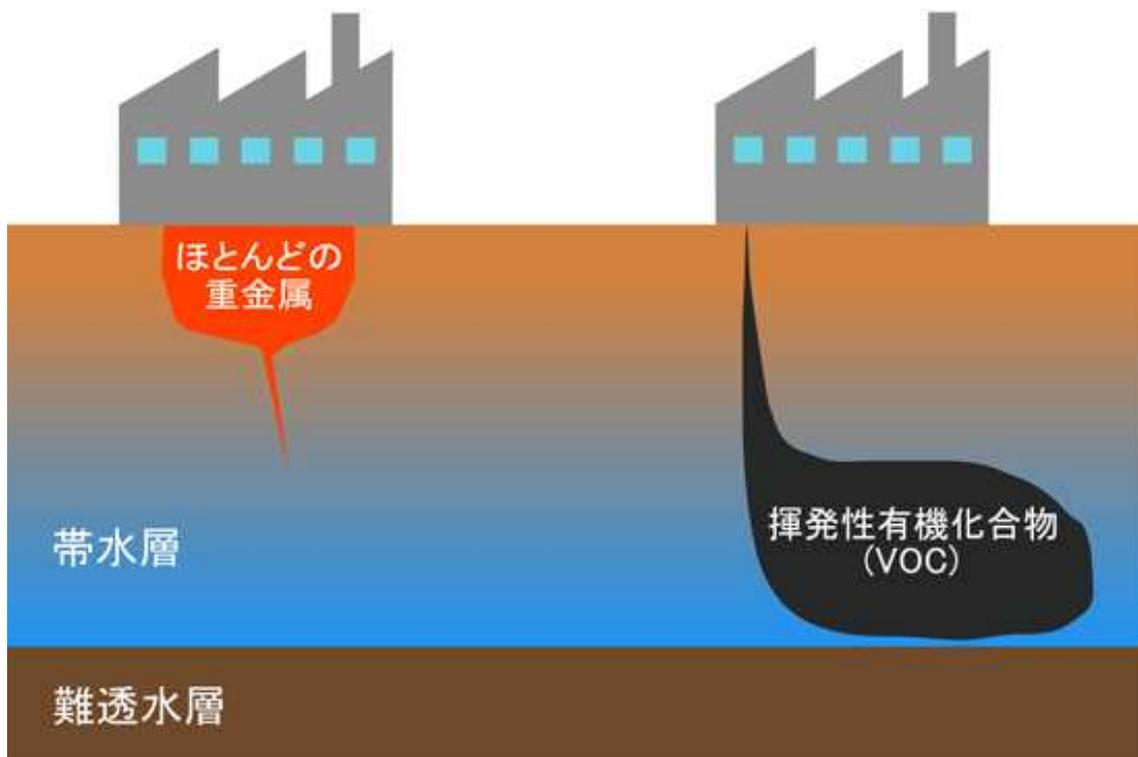
O1・O3・O4  
空港施設からの排水路  
O5  
下水処理水放流口



## 航空関連施設周辺での汚染

- PFAS問題の初期から、ミシガン州Wurtsmith空軍基地の消火訓練場、トロント・ピアソン国際空港での汚染が報告されていた
- 日本国内でも大阪国際空港（伊丹空港）の周辺河川、横田基地に近い多摩川上流下水処理場（現・多摩川上流水再生センター）放流水でPFOS濃度が高かった
- 北海道の空港周辺河川の調査事例も

# 土壌汚染と地下水汚染



PFASは分解しにくく、水に溶けやすい  
土壌のなかをゆっくりと進んでいく  
地下水から河川へのしみ出しもある

国立環境研究所HPから

## 泡消火剤とPFAS汚染

- 航空関連施設では、燃料火災に備えて消火設備が備えられている
- 消火剤として泡消火剤AFFFsが採用されてきた
- 主成分はPFOSであった（3M light water）
- 事故時の放出以外に、訓練などでも使用
- 開放系での使用のため、環境への影響が大きい



# 米国の多くの軍施設で地下水汚染

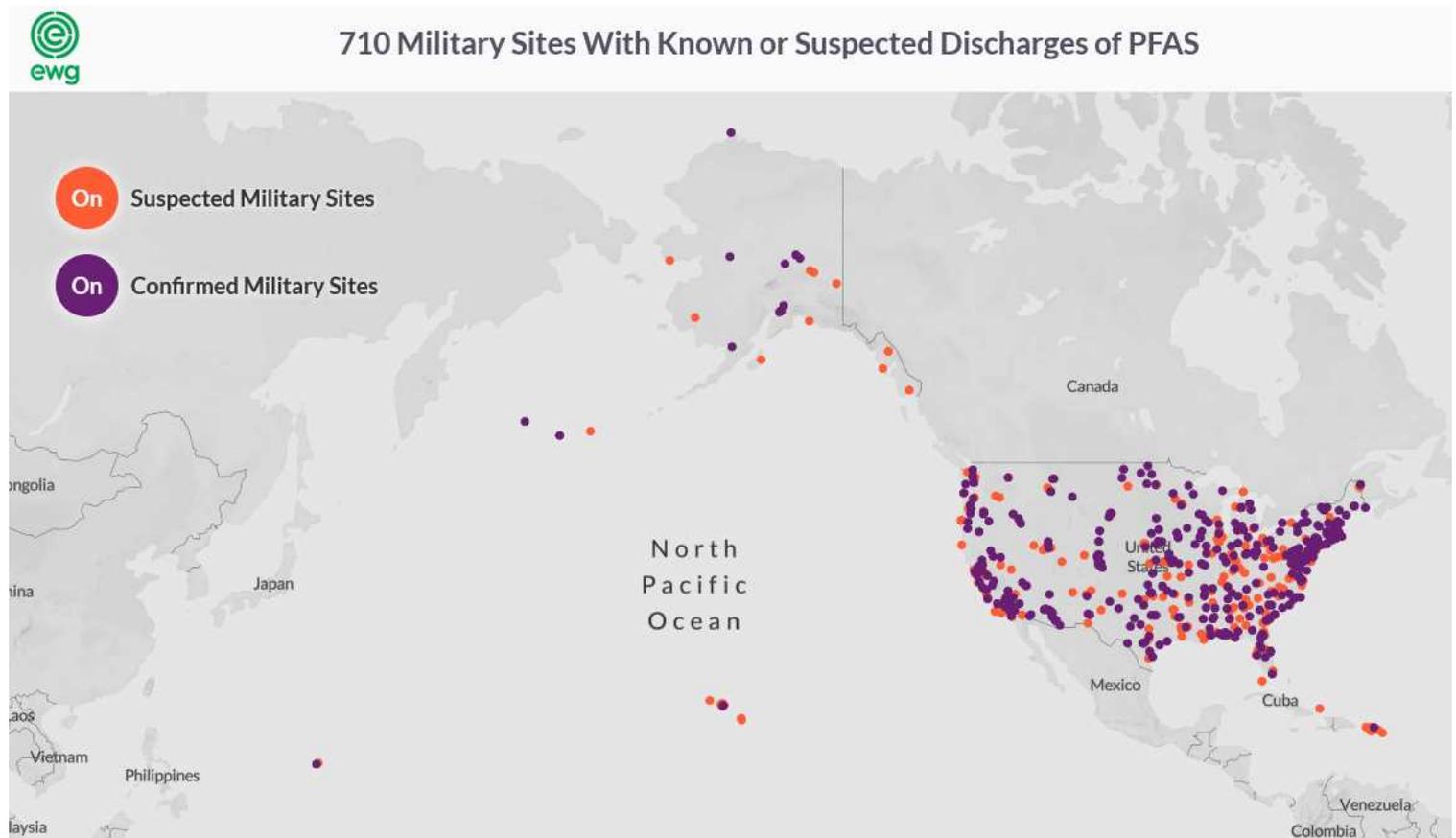
The Pentagon Says More Than 400 Military Sites Could Be Contaminated With PFAS Chemicals

Branch of service	Total sites with known or suspected release of PFOS/PFOA (as of 8/31/17)	Sites sampled where results exceeded EPA health guideline (as of 8/31/17)	Groundwater wells sampled	Groundwater wells that tested above the EPA guideline
Army	64	9	258	104
Navy/Marine Corps	127	40	1,368	784
Air Force	203	39	1,022	719
Defense Logistics Agency	7	2	20	14
Total	401	90	2,668	1,621

Source: Department of Defense PowerPoint, March 2018

2017年に401施設のうち90施設が勧告値超え  
2021年末には687施設で過去のPFAS使用が特定され、  
地下水汚染の懸念が示されている。

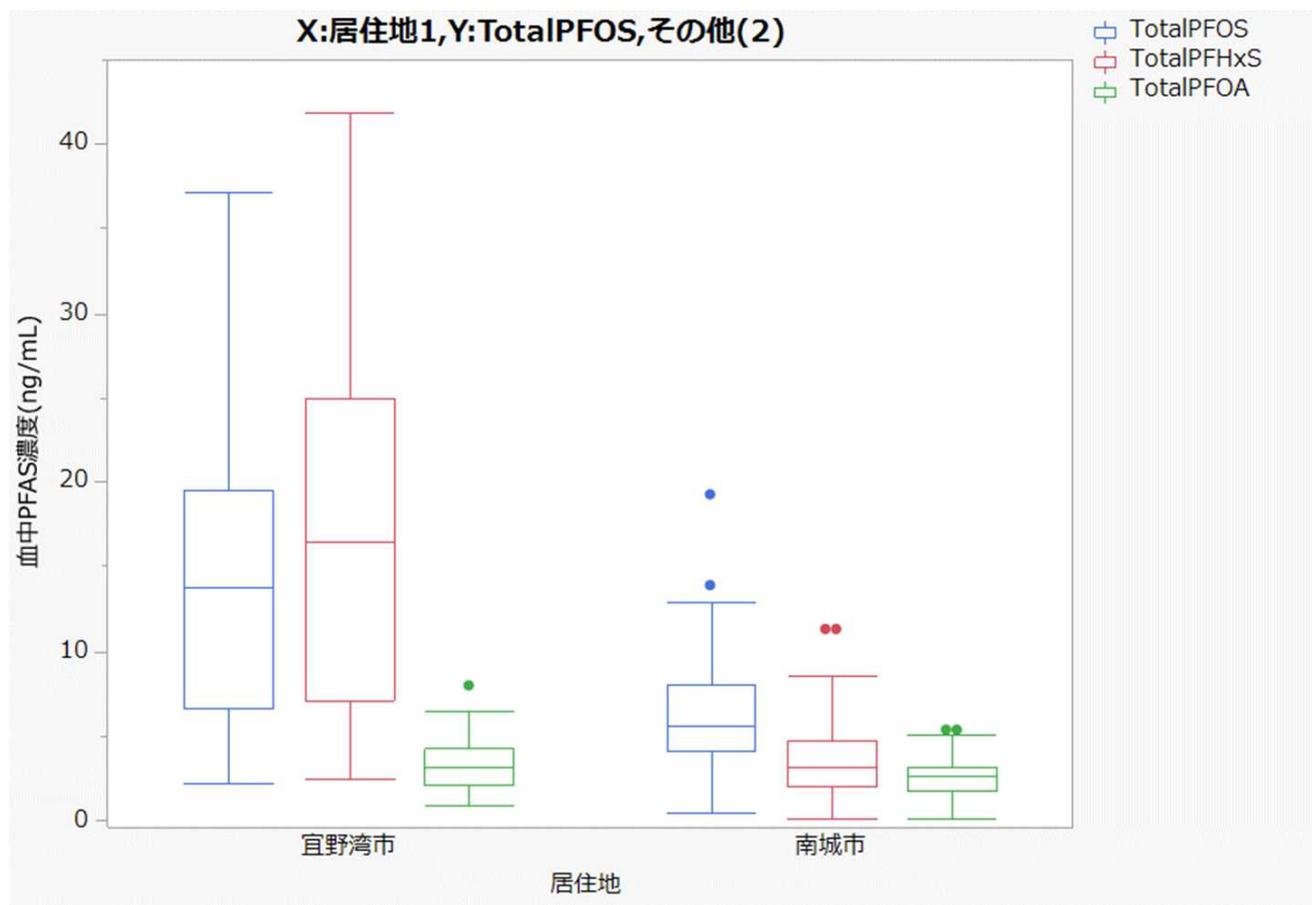
<https://www.ewg.org/research/mapping-pfas-chemical-contamination-206-us-military-sites>



# 宜野湾市での調査

- 2016年の沖縄県の調査以降、北谷浄水場取水源、普天間飛行場周辺湧水での高濃度PFOSの検出
- 2019年4月に宜野湾市および南城市の住民の要望、協力により、普天間飛行場周辺のPFAS環境汚染の研究機会

## 血漿中PFASs濃度



# 普天間飛行場泡消火剤流出事故

- 2020年4月10日午後4時40分ごろ、米軍普天間飛行場から泡消火剤が基地外に流出



写真：琉球新報社

# 航空自衛隊那覇基地泡消火剤流出

- 2021年2月26日午後3時30分ごろ、那覇基地から泡消火剤が基地外に流出
- PFOSを含まない代替品との当初説明、約900リットル、のちの分析でPFOS含有と判明



写真：琉球新報社



動画：twitter

<https://twitter.com/CGGBeen/status/1365501624274182145>

# 国内48の自衛隊施設で基準値を超えるPFAS検出 防衛省が調査公表、検出を正式に認める 海自那覇基地は7万倍

2022年7月23日 08:48

自衛隊 PFAS PFOS PFOA 防衛省

シェアする BI 2 ツイート 共有する

【東京】防衛省は22日、全国の自衛隊施設の消火用水槽で実施した有機フッ素化合物（PFAS＝ピーファス）の調査結果を公表した。航空自衛隊那覇基地（那覇市）、海上自衛隊那覇航空基地（同）、空自知念分屯基地（南城市）を含む国内48施設で、環境に関する国の暫定指針値を超える値が検出されていたことを正式に認めた。海自那覇航空基地では最大約7万倍のPFASが検出された。

## ▼【ニュースの言葉】有害物質PFASとPFOSとは？

調査対象は、泡消火薬剤を希釈するための真水をためている消火用水槽。真水のはずだった水槽から高濃度のPFASが検出された原因について、防衛省は「特定できない」と結論付けた。

防衛省は調査した水槽229槽のうち、指針値を超えてPFASが検出された125槽について水を入れ替える方針。指針値を超えた水を全て焼却処分する費用に、12億円余りを要する可能性を見込んでいる。2021年2月に空自那覇基地から泡消火剤が飛散した問題で、消火薬剤を混ぜる前の水槽からもPFASが検出され、防衛省はPFAS含有の有無について調査対象を全国に広げていた。

防衛省は全国62の自衛隊施設・地区にある消火用水槽を調べた。このうち約8割の48施設・地区で、PFASの一種であるPFOS（ピーフォス）とPFOA（ピーフォア）が、国の暫定指針値（両物質の合計が1リットル当たり50ナノグラム）を超えて検出された。



防衛省

## 自衛隊施設のPFAS調査結果

施設	指針超過数 / 水槽数	数値 (ナノグラム / リットル)
航空自衛隊	那覇基地	17/17 79~160万
	知念分屯基地	1/1 3900
海上自衛隊	那覇航空基地	2/4 13~370万
	沖縄基地	0/1 6.8

# 有害物質PFAS、387人分の血中検査 宜野湾、北谷など6地域で

2022年7月26日 11:04

PFAS 血中濃度検査 嘉手納町

シェアする BI 0 ツイート 共有する

【嘉手納】「有機フッ素化合物（PFAS）汚染から市民の生命を守る連絡会」によるPFASの血中濃度検査の採血が23日、嘉手納町の屋良共栄会事務所で実施された。6月25日に北谷町を皮切りに始まった検査の最終日で、6地域7会場で計387人が採血した。

地域ごとの内訳は宜野湾市109人、北谷町59人、大宜味村58人、沖縄市56人、金武町54人、嘉手納町51人。血液は京都大に送られ、原田浩二准教授（環境衛生学）らが分析する。8月中旬に結果は出そう予定。その後、問診で得た妊娠歴や病歴などのデータに照らして、健康への影響などについて調べる。

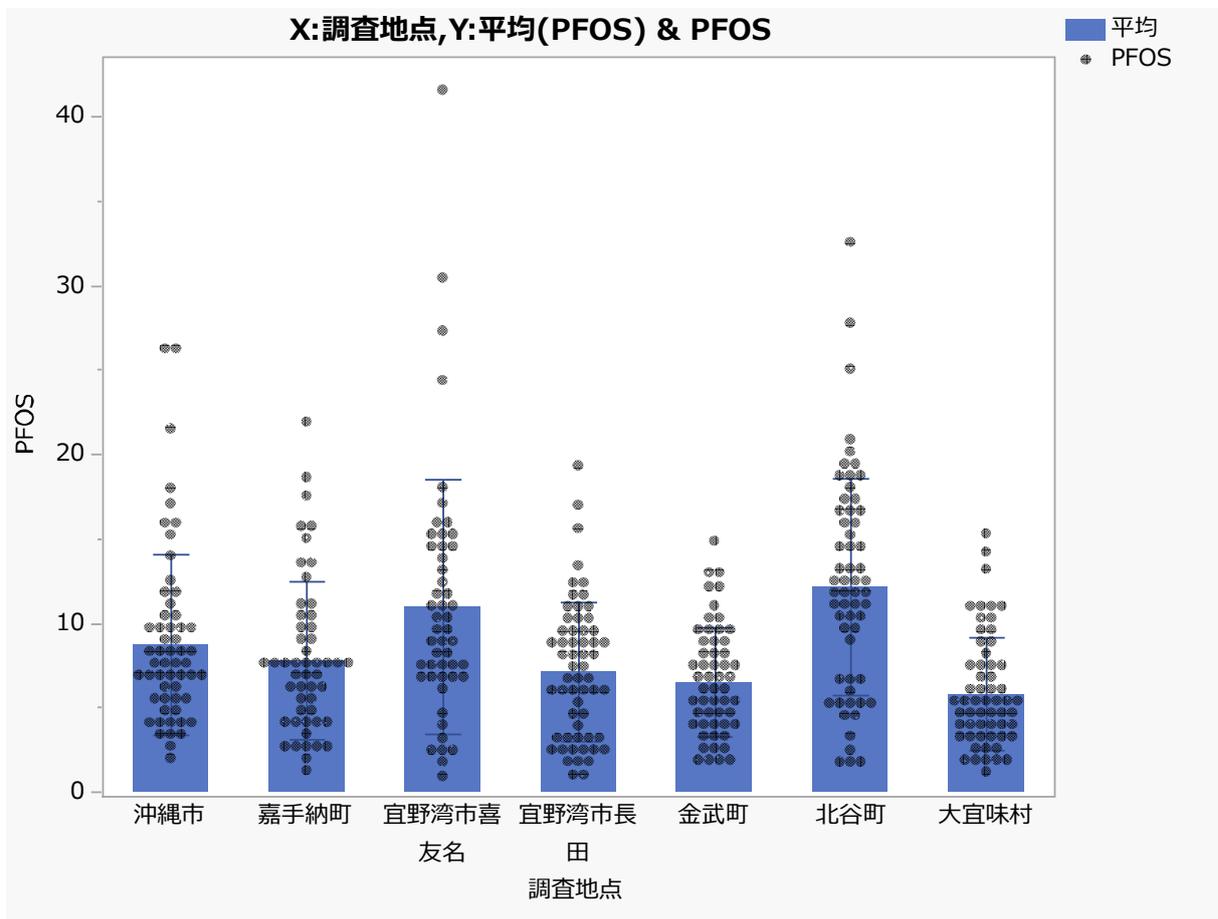
嘉手納町水釜から訪れた45歳の女性は「普段から料理や飲料水として使用してきたが、心配もしている。家族も同じ水を使っているので、代表して検査に来た」と語った。

連絡会の桜井国俊共同代表は「県民の健康に責任を持つ県が本来は調査すべきだ。民間でやるには限界がある。結果次第では県が動くことを願う」と述べた。9月中旬にも分析結果の内容などを公表する予定だ。

（名嘉一心）



PFASの血中濃度検査＝23日、嘉手納町の屋良共栄会事務所



(大宜味村を比較対照として)血漿中PFOS濃度は沖縄市、宜野湾市喜友名、北谷町の参加者で有意に高かった。

健康リスクの予防のための目安であるドイツ環境庁のHBM-IIではPFOSは血中濃度20 ng/mL、PFOAは10 ng/mLと2019年に公表  
これを超える場合には曝露を低減することが必要

米国アカデミーが2022年8月に公表した臨床ガイダンスでは7つのPFAS (PFOS, PFHxS, PFOA, PFNA, PFDA, PFUnDA, MeFOSAA) の合計値で20 ng/mLを超える患者へは特別の注意を勧めている

## PFAS血中濃度、金武と北谷の受検者の6割が米学術機関の目安値超える 市民団体調査 沖縄

2023年2月17日 06:40  
PFAS 血中濃度 有機フッ素化合物 (PFAS) 汚染から市民の生命を守る連絡会

シェアする B! 0 ツイート 共有する

人体に有害とされる有機フッ素化合物 (PFAS) が沖縄県内の米軍基地周辺で高い値で検出されていることに関して、市民団体「有機フッ素化合物 (PFAS) 汚染から市民の生命を守る連絡会」が2022年に独自に行った血中濃度検査を受検した387人のうち、米国の学術機関が示した健康対策を要する目安値を超えた人が40.1% (155人) いたことが16日、分かった。検査を実施した6市町村7地域別では、金武町の受検者の66.7% (54人中36人)、北谷町の受検者の66.1% (59人中39人) が目安値を超えた。

調査地点	検査数	米国目安値超過
金武	54	36人(66.7%)
北谷	59	39(66.1)
喜友名	50	27(54.0)
長田	59	21(35.6)
沖縄	56	18(32.1)
嘉手納	51	11(21.6)
大宜味	58	3(5.2)
合計	387	155人(40.1%)

※アメリカの目安値はPFOS、PFOA、PFHxS、PFNAの合計20 ng/mL以上、PFUnDA、MeFOSAAの合計20 ng/mL以上。※有機フッ素化合物汚染から市民の生命を守る連絡会まとめ

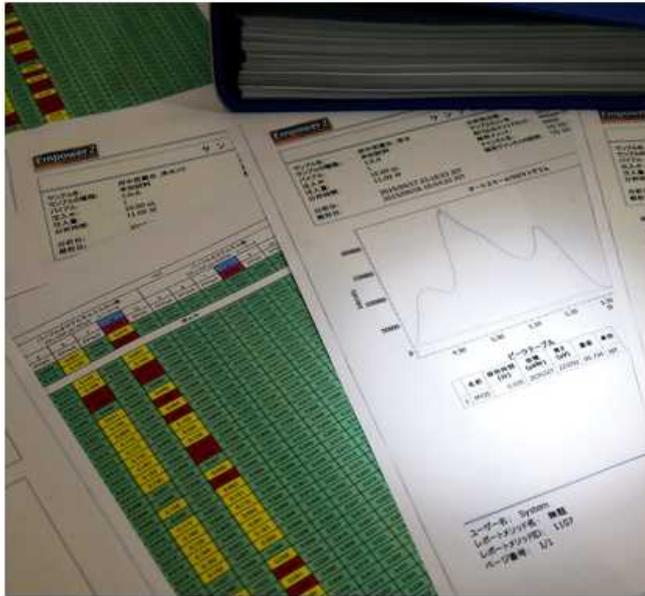
# 東京・多摩の水道で高濃度有害物質 井戸のくみ上げ停止

有料会員記事

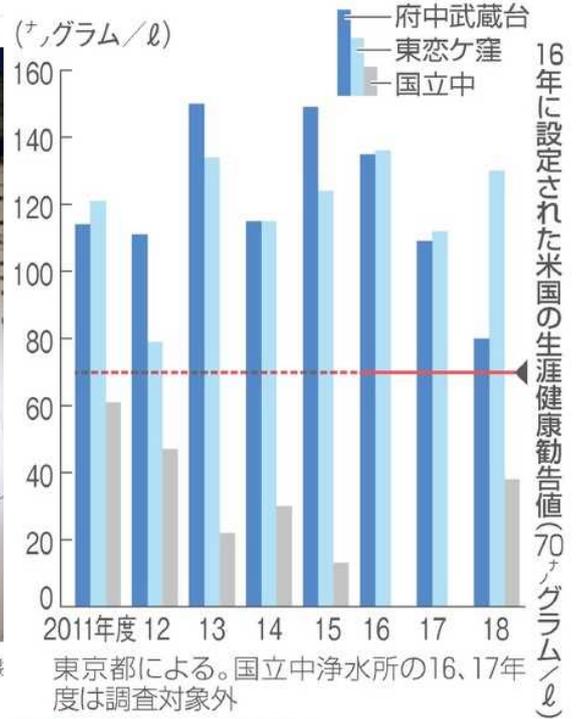
諸永裕司、藤山圭、鈴木彩子 2020年1月8日 5時00分

シェア ツイート B!ブックマーク メール 印刷

## 3浄水所のPFOS・PFOA合計の最大値

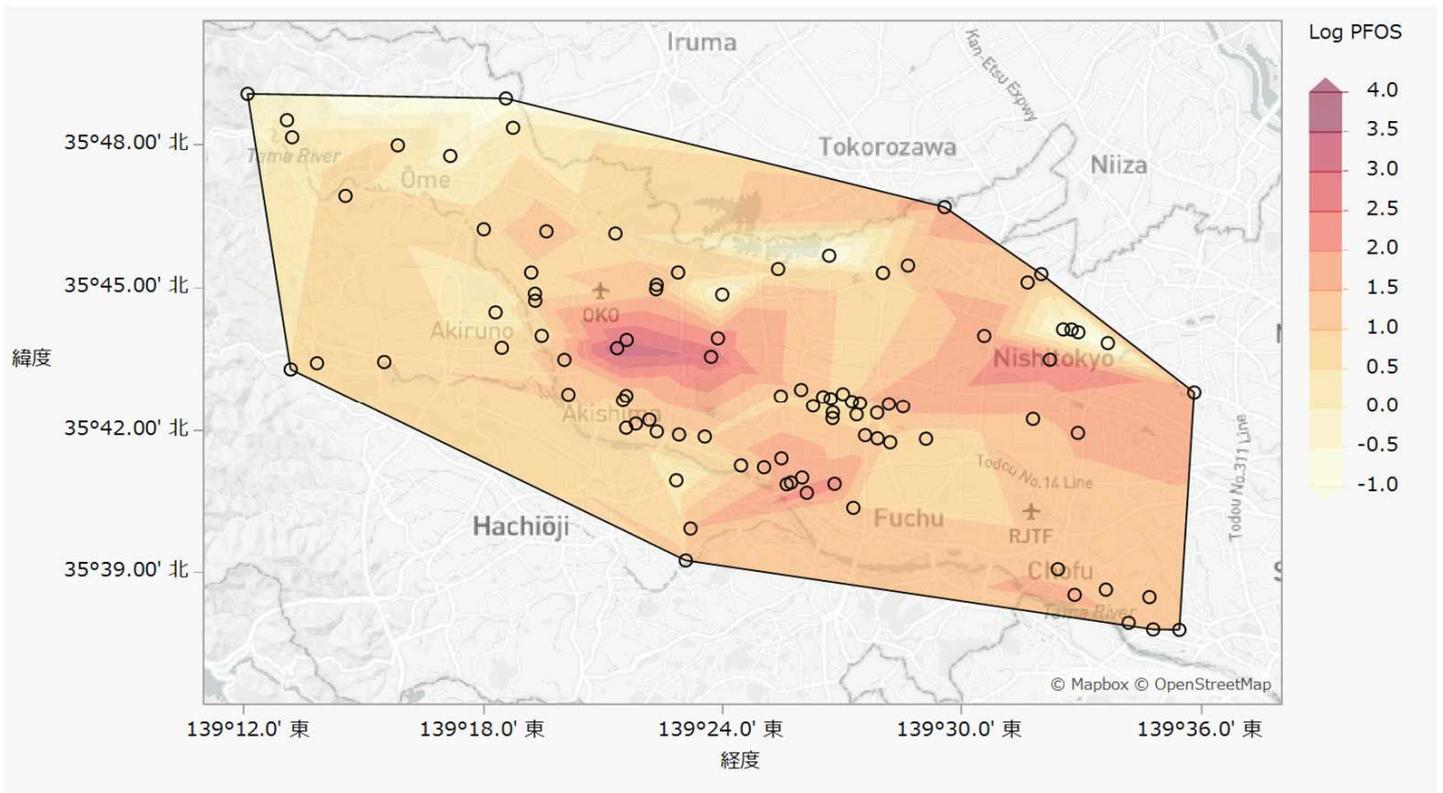


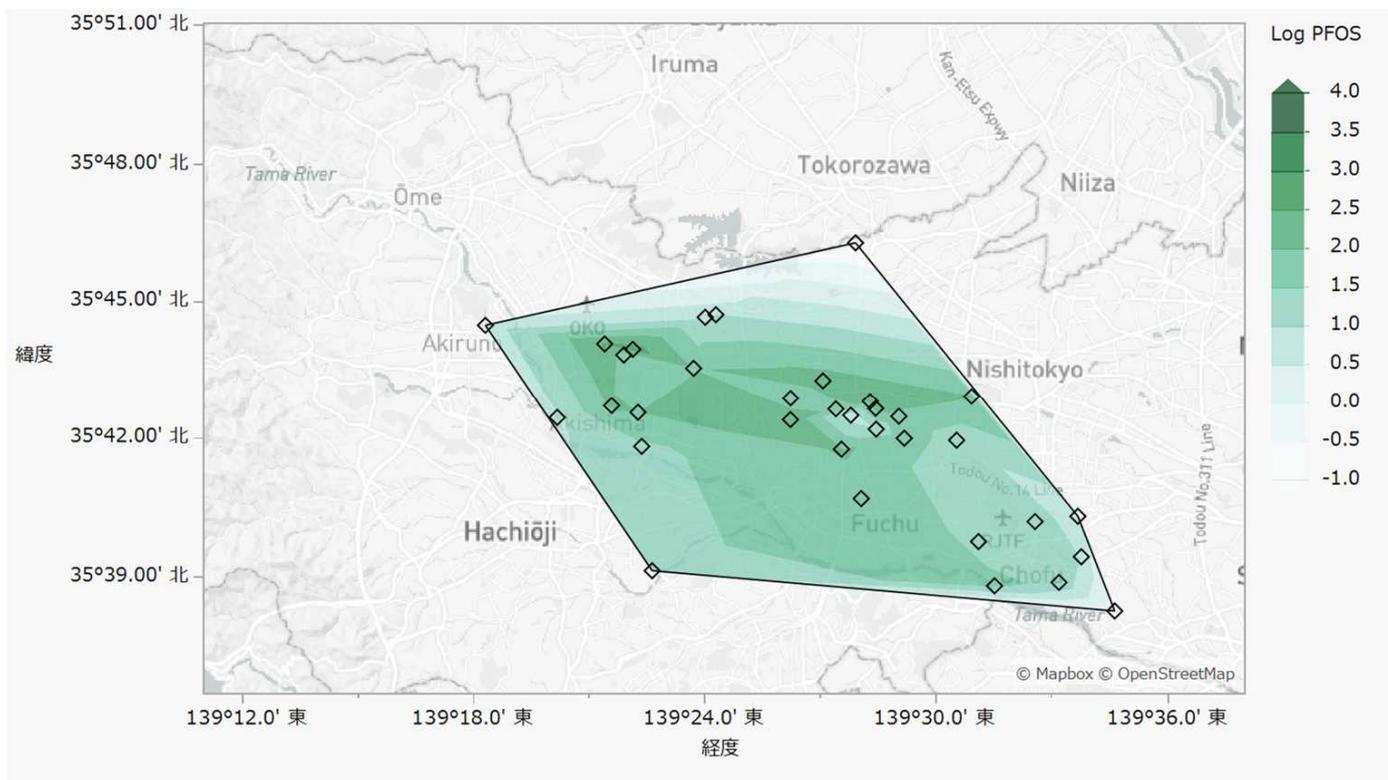
東京都が開示したPFOS、PFOAに関する水質検査の結果=江口和貴撮影



東京都による。国立中浄水所の16、17年度は調査対象外

3浄水所のPFOS・PFOA合計の最大値

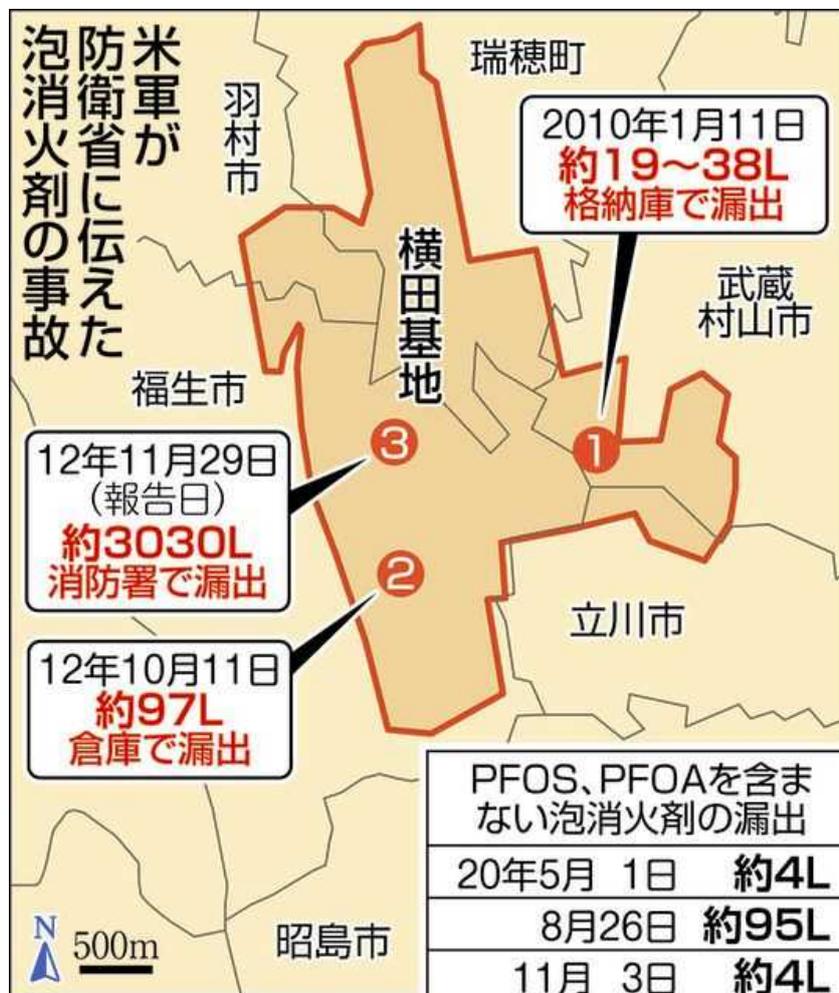
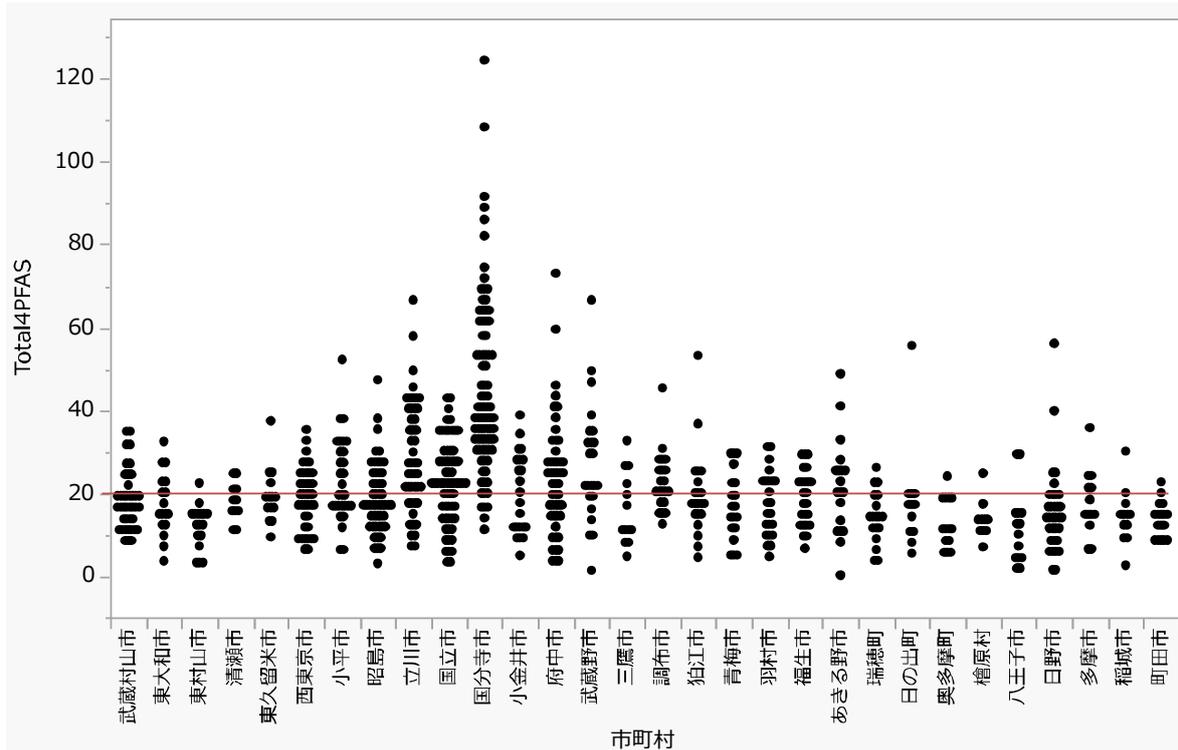




## 東京多摩地域での調査

- 「多摩地域のPFAS汚染を明らかにする会」が11月14日、検査を23日に始めると正式発表
- 京都大学で血液中のPFASを分析
- 主な4つのPFAS（PFOS、PFOA、PFHxS、PFNA）についてまとめ
- 米国アカデミーの指標値（20 ng/mL）との比較

# 居住地ごとの血漿中4PFAS濃度(ng/mL)



# PFAS汚染は全国的な課題

## 有機フッ素化合物 地下水など37地点で国目標値超え 自然界で分解されず

社会 | 環境・科学 | 速報 | 環境

毎日新聞 | 2020/6/11 21:32 (最終更新 6/12 07:20) | 有料記事 English version 2049文字



米軍普天間飛行場から近くを流れる宇地泊川に流出したPFOS含有の泡消火剤＝沖縄県直野湾市提供

発がん性が指摘される有機フッ素化合物のPFOS（ペルフルオロオクタンスルホン酸）とPFOA（ペルフルオロオクタン酸）について、環境省は11日、全国計171地点の地下水などの含有量を調査した結果を公表した。1都2府10県の37地点で国の暫定的な目標値（1リットル当たり50ナノグラム）＝ナノは10億分の1＝を超え、最大で目標値の約37倍に達しており、在日米軍基

NHK

NHK NHKについて

NEWS WEB

新着

天気

動画

特集・

社会

気象・災害

科学・文化

政治

ビジネス

国際

## 東海 NEWS WEB

◀ 愛知の

### PFAS発生源を住民が独自調査 愛知・豊山町

09月14日 20時05分



有機フッ素化合物＝PFASについてです。

その一部に有害性があると指摘され、河川や地下水に漏れ出した問題が全国に広がっています。

愛知県豊山町では2年前に地下水から高濃度のPFASが検出されました。

町にある航空自衛隊の小牧基地では、敷地内にあった水から、国の暫定目標値を大幅に上回るPFASが検出されましたが、小牧基地では基地の外へは流出していないとしています。

発生源はどこなのか。

不安に感じる市民団体が独自に調査を行った結果、最大で国の目標値の1.2倍以上に達するPFASが検出されました。

(内容は東海NEWSWEBをご覧ください)



<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/cbc/741836?page=2>

## 中日新聞

ニュース

連載

話題・深掘り

地元なび

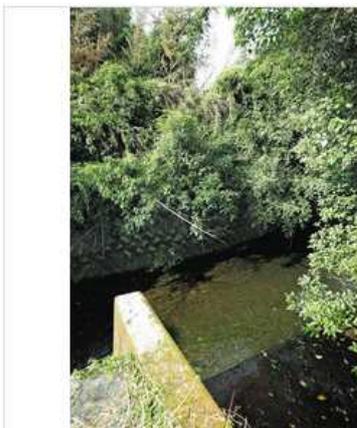
紙面を見る

投稿

静岡のニュース

### 航空自衛隊浜松基地近くでPFAS指針値28倍検出 浜松市が基地に調査への協力要請

2023年8月3日 05時11分 (8月3日 09時42分更新)



暫定指針値を大幅に超えるPFASが検出された北部承水路とその支流 = 2日、浜松市西区で (袴田貴資撮影)

浜松市内を流れる河川から発がん性が疑われる有機フッ素化合物「PFAS (ピーファス)」が暫定指針値を上回って検出された問題で、市は二日、新たに調査した八カ所の測定結果を発表した。航空自衛隊浜松基地近くの北部承水路から一リットル当たり二八〇ナノグラム、その支流から一四〇〇ナノグラムが検出され、それぞれ暫定指針値 (五〇ナノグラム) の五・六倍、二十八倍だった。市は同日、原因を特定するため、基地内での調査に協力するよう基地側に要請した。 (木造康博、木谷孝洋)

# 米軍三沢基地隣接のため池 PFASが目標値の1.4倍超で検出

06月03日 18時03分



アメリカ軍三沢基地に隣接するため池で一部が有害とされる有機フッ素化合物が検出されたと指摘されていた問題で、県と三沢市はため池で採取した水を詳しく調べた結果、国の暫定の目標値の1.4倍を超える値が検出されたと発表しました。

三沢市のアメリカ軍三沢基地の東側にある「五川目堤」と呼ばれるため池について、東京の市民団体はことし1月、水質を調べたところ有害性が指摘されている2種類の有機フッ素化合物「PFAS」が国の暫定の目標値の1.5倍の濃度で検出されたと指摘していました。

<https://www3.nhk.or.jp/lnews/aomori/20240603/6080022762.html>

千葉県二ユーエス 千葉

## 柏・白井市境でPFAS検出 金山落、最大で指針値36倍に 自衛隊基地付近で高く

2024年4月17日 07時33分



発がん性などが指摘される有機フッ素化合物（PFAS）が各地で検出されている問題で、千葉県と柏市は16日、同市と白井市の市境を流れる「金山落（かなやまおとし）」で行った追加調査の結果を発表した。調査地点11カ所のうち、7地点でPFASの一種のPFOSとPFOAの合計値が国の暫定指針値（1リットル当たり50ナノグラム）を超過した。最大は指針値の36倍の1800ナノグラムだった。（小川直人）

金山落は人工河川で飲用の水源にはなっていない。

金山落の名内橋地点（白井市）は国の2019年度の調査で1リットル当たり349.2ナノグラムを検出。その後の県の調査でも指針値を超えたため調べた。

調査は3月11日。超過した7地点中、柏市側の海上自衛隊下総航空基地北東側の水路で1800ナノグラム、同南東側の水路2地点でそれぞれ1000ナノグラムを検出した。

<https://www.tokyo-np.co.jp/article/321715>

# 基地PFAS 調査依頼へ 民間調査で指針超 岩国市、国・県に

24年9月6日



米軍と海上自衛隊が共同で使う岩国基地（岩国市）そばの今津川河口付近での米国の平和団体の調査で、発がん性が指摘される有機フッ素化合物（PFAS）が国の暫定指針値（1リットル当たり50ナノグラム）を超え検出された問題で、岩国市は5日、環境省や山口県にモニタリング調査の実施を依頼する考えを明らかにした。（川村奈菜）

PFASの代表的な物質であるPFOSとPFOAについては、2019年度に環境省、21年度に県が基地周辺の海でそれぞれ調査している。結果はいずれも国の暫定指針値を下回っていた。福田良彦市長はこの日の市議会一般質問で「年数が経過していることからモニタリング調査の検討を依頼したい」と述べた。

一方、米国の平和団体の調査結果について市は「採水や分析の方法が確認できないため、調査結果を評価することができな

<https://www.hiroshimapecacemedia.jp/?p=145204&query=R>

朝日新聞デジタル > 記事

## 米軍弾薬庫周辺で高濃度PFAS 進まぬ実態調査 東広島市

柳川迅 2024年6月18日 10時15分



米軍の川上弾薬庫の門。周辺の井戸水や水路から高濃度のPFASが検出された=2024年6月5日午後5時15分、広島県東広島市八本松町宗吉、柳川迅撮影



広島県 東広島市 の瀬野川流域の井戸水などから国の暫定目標値を大きく上回る濃度の有機フッ素化合物（PFAS）が検出されている。付近に在日米軍の川上弾薬庫があるため、市は敷地内の環境調査を実施するよう繰り返し求めてきたが、米軍側から実態解明への前向きな回答はないという。

市が昨年から瀬野川水系で複数回実施した水質調査によると、水路や井戸など計99地点のうち25地点でPFASの暫定目標値を上回った。弾薬庫近くの井戸水からは暫定目標値の300倍に相当する1万5千ナノグラムが検出された。

<https://www.asahi.com/articles/ASS6K3VGXS6KPITB004M.html>

# 東広島市のPFAS問題、米軍が過去に使用歴 米側の調査結果で明らかに

地域

政治・行政

広島

行政

2024/9/6 (最終更新: 2024/9/7) 



広島県東広島市内の瀬野川水系周辺で国の暫定指針値を超える有機フッ素化合物（PFAS）が検出された問題で、広島県と市は6日、過去に米軍川上弾薬庫（同市）でPFASを含む泡消火剤を使用していたとする米軍からの回答があったと公表した。従来は使用歴はないとしていた。専門家は弾薬庫に近い同水系周辺での高濃度のPFAS検出との関連性を指摘している。



PFASを含む泡消火剤の使用が確認された米軍川上弾薬庫

<https://www.chugoku-np.co.jp/articles/-/523484>

## まとめと今後

- 泡消火剤を利用してきた施設周辺ではPFAS汚染が認められてきた
- PFAS汚染が見られる地域での血中濃度は健康リスクを懸念する状況
- これまでPFASを様々な場面で使用してきたことから汚染は各地に存在するが、把握されていない箇所がありうる
- PFAS使用の履歴と汚染調査がリンクする必要
- 環境省だけでは限界がある