

多摩地域住民の血漿中 PFAS 濃度調査の結果の統計学的解析結果について（中間発表）

2023 年 3 月 25 日

原田 浩二

●調査参加者の概要

国分寺市、羽村市、立川市の診療施設 4 箇所で 5 回の採血が実施され、273 名が参加し、血漿中 PFAS 濃度を測定した。

参加者の基本的な背景は以下のようになっていた。

年齢 平均 65.7 歳 最大 91 歳 最小 21 歳

性別 女性 178 名 男性 95 名

居住場所	国分寺市	79
	立川市	41
	福生市	24
	羽村市	23
	青梅市	19
	あきる野市	18
	瑞穂町	18
	小平市	15
	小金井市	12
	西多摩郡奥多摩町	4
	日の出町	4
	武蔵野市	4
	昭島市	3
	東久留米市	2
	日野市	2
	府中市	2
	西多摩郡檜原村	1
	東大和市	1
	八王子市	1
	<u>合計</u>	<u>273</u>

水道水使用 あり 251 名 なし 22 名

井戸水使用 あり 72 名 なし 201 名

浄水器使用 あり 105 名 なし 168 名

水の購入 あり 55 名 なし 218 名

今回は特に参加者の居住地で 10 名を超える 9 市町での状況を中心に検討した。

●測定対象の PFAS

血液（血漿）中の PFAS、13 種類を測定した。

今回、組成のうち主な 4 つの PFAS (PFOS、PFOA、PFHxS、PFNA) についてまとめている。

濃度は ng/mL (ng=0.000001 mg) で記載する。

測定はガスクロマトグラフィー質量分析計により行い、精度管理は米国標準技術研究所の標準血清試料 SRM 1957 を分析することにより行った。

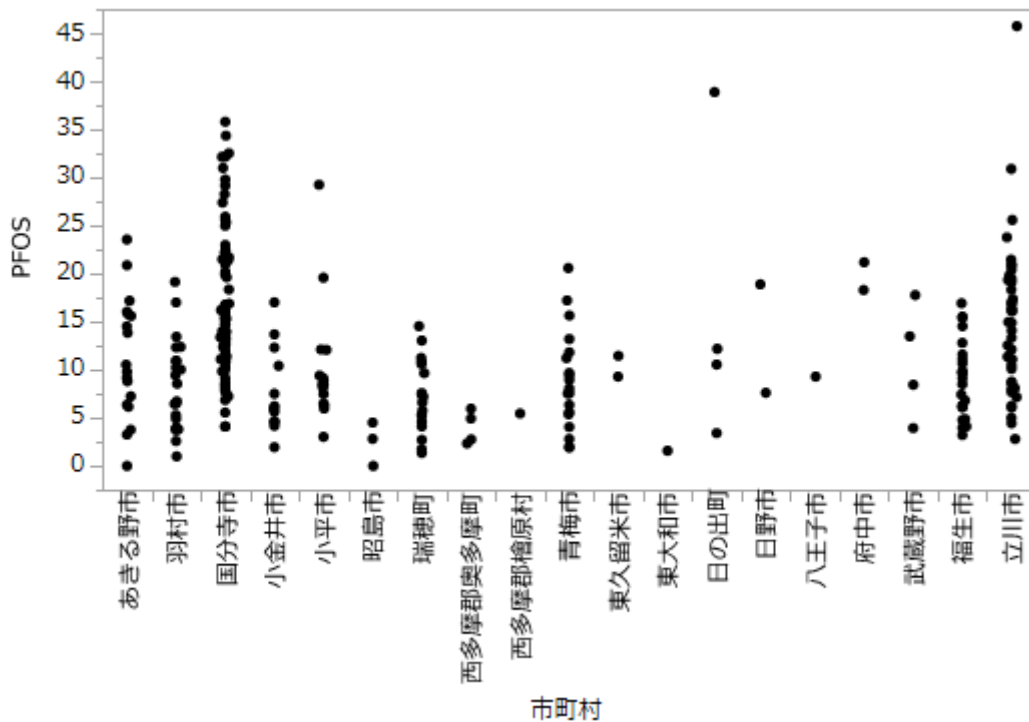
●分析結果の全体概要

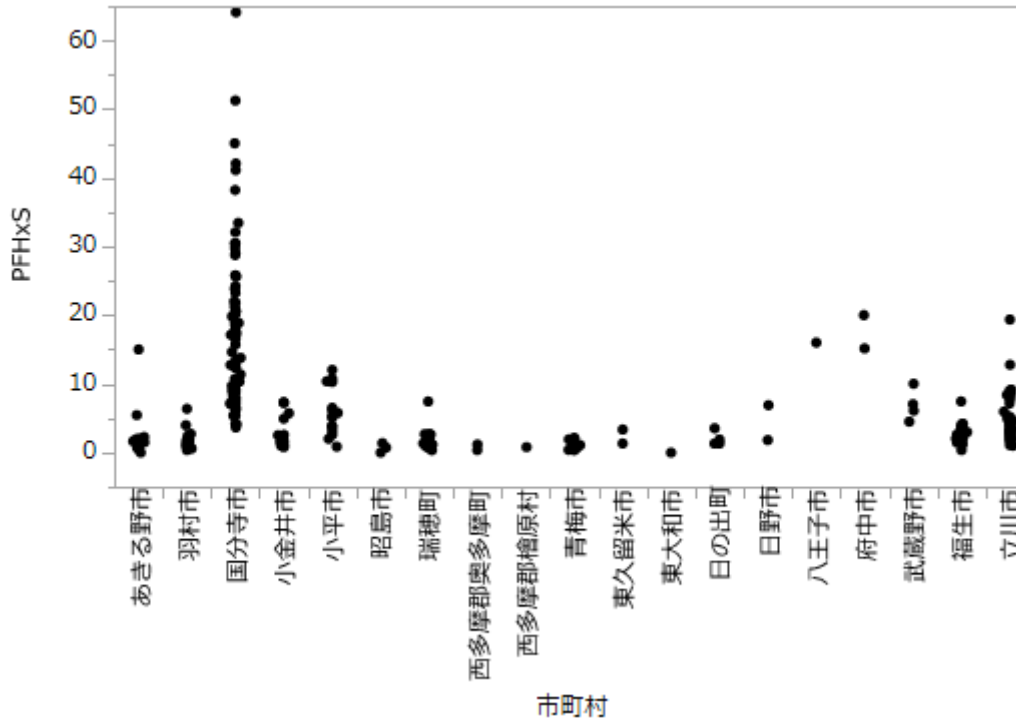
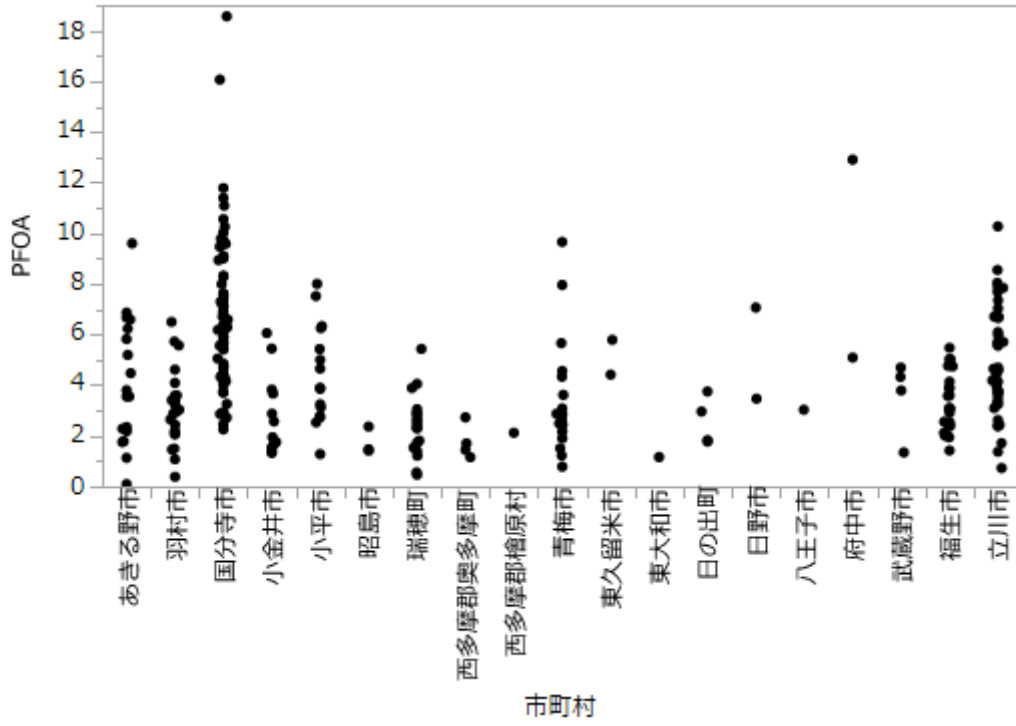
調査対象のほぼ全てから PFAS を検出した。1 名のみ PFHxS が検出限界 0.15 以下であった。以下に検出された平均値、最大値を示す。PFOS がもっとも多いが、4 つの PFAS 合計の半分程度であった。

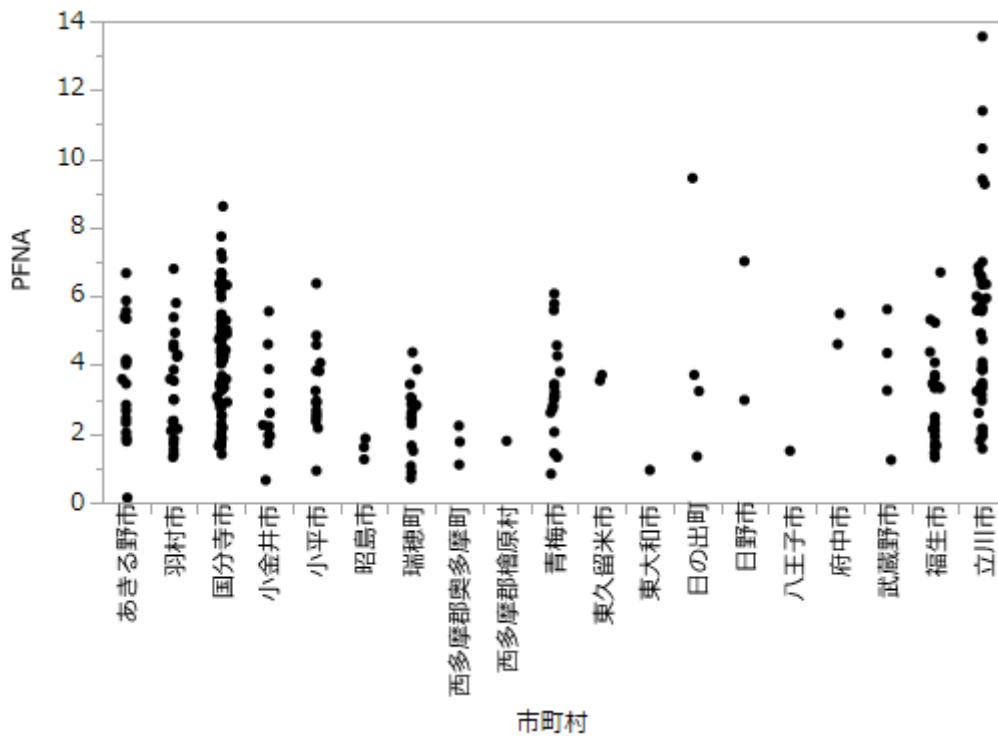
273名分	PFOS	PFHxS	PFOA	PFNA	Total 4PFAS	Total PFOS+PFOA
最大	45.7	64.1	18.6	13.6	124.5	54.4
平均	12.3	7.5	4.6	3.8	28.1	16.8

●地域別粗集計結果

今回参加した方の住所地 19 市町の参加者 273 名の血漿中 PFAS 濃度を以下に示す。







参加者人数が10名を超える9市町での249名の結果と、環境省のモニタリング調査として2021年に国内3地点での血液中PFAS濃度の調査結果をあわせて示す
<https://www.env.go.jp/content/000065644.pdf>。

PFAS血中濃度の要約と過去の調査との比較

地域	参加者人数	平均血漿中濃度(ng/mL)				4PFAS 合計	PFOS +PFOA
		PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA		
国分寺市	79	17.0	6.7	17.8	4.2	45.7	23.6
立川市	41	15.0	4.9	4.8	5.3	30.0	19.9
福生市	24	9.0	3.3	2.7	3.1	18.0	12.3
羽村市	23	8.4	3.1	1.8	3.3	16.7	11.5
青梅市	19	8.9	3.4	1.2	3.3	16.8	12.3
あきる野市	18	11.2	4.1	2.3	3.6	21.3	15.4
瑞穂町	18	7.2	2.4	1.9	2.5	14.0	9.6
小平市	15	10.3	4.4	5.9	3.3	24.0	14.8
小金井市	12	7.8	2.8	3.2	2.7	16.6	10.7
環境省 2021年調査	119	3.9	2.2	1.0	1.6		

国分寺市の参加者の血中 PFAS 濃度が概ね高い値を示している。立川市の参加者では国分寺と同程度の PFOS 濃度であったが、PFHxS 濃度はそこまで高くなかった。このほか、小平市、あきる野市の参加者で平均 PFOS 濃度が 10 ng/mL を超えていた。PFNA 濃度は立川市で高めであったが、他の市町間では大きな違いはなかった。

環境省 2021 年調査と比較して、参加者の性別の割合、年齢が異なることには留意するが、明らかに国分寺市、立川市の参加者の血中 PFAS 濃度は高かった。性別や年齢の影響を加味しても誤差による結果ではないと考える。ほかの市町でも PFOS、PFHxS、PFNA 濃度は高い傾向があった。

●血漿中 PFAS 濃度に関連する要因について

多摩地域の浄水場の給水栓での PFAS 濃度はこれまで東京都により調査、公開されており、2010 年代では国分寺市への配水を行っている浄水場では 100 ng/L 前後という、2020 年に設定された水道水質目標値(50 ng/L)を超えていたことがわかっている。他の浄水場でもところどころで PFAS が検出されている。

参考) 東恋ヶ窪浄水所・府中武蔵台浄水所出口の有機フッ素化合物検出状況

<https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/topic/20191115-03.html>

多摩の浄水所における PFOS 及び PFOA の濃度の推移 浄水(平成 16 年～令和元年 12 月)

<https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/files/items/36009/File/03.pdf>

このことから水道水などの利用状況から血中濃度に違いが生じるかを上記の 9 市町の 249 名で検討した。表中の「調整済み平均」とは、市町で PFAS 濃度や年齢が異なるため、それらを考慮して平均値を算出していることを指す。

PFAS血中濃度と水道水使用などの関連

項目	参加者人数		調整済み平均血漿中濃度(ng/mL)			
			PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA
水道水使用	あり	230	11.2	4.1	5	3.7
	なし	19	9.8	3.8	2.5	3.6
井戸水使用	あり	68	11.1	4.2	4.3	3.8
	なし	181	9.9	3.8	3.2	3.5
浄水器使用	あり	95	9.9	3.6	2.1	3.7
	なし	154	11.2	4.3	5.4	3.6

水道水は大半の参加者が利用していた。使用せずと回答した参加者では PFOS 濃度がやや低く、PFHxS 濃度は半分ほどであった。井戸水を使用した経験があった参加者は 249 名中 68 名で、PFOS、PFHxS 濃度が高めとなった。

浄水器の利用状況を聴取し、249 名のうち、95 名が利用していた。その平均値から概ね使用者で血中 PFAS 濃度が低かった。特に PFHxS で顕著であった。このことは、水道水に PFAS が比較的多く含まれ、住民が摂取することになっていたことを示唆するものである。PFNA は水道水以外の摂取経路がありうることから浄水器使用の差が僅かであったと考えられる。ただし、差がなかったことが、水道水が曝露源であることを否定するものではない。

●血中濃度が高い方の割合

これまでの疫学研究から示された健康リスクの予防のために目安であるドイツの HBM-II では PFOS は血中濃度 20 ng/mL、PFOA は 10 ng/mL と公表している（妊娠可能年齢の女性（今回は便宜上 50 歳未満で、閉経していると回答していない方）はそれぞれ半量）。また米国アカデミーが 2022 年 8 月に公表した臨床上のガイダンスでは 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。

ドイツの HBM 委員会は多くの PFAS の研究から PFOS、PFOA による影響が起きうる血中濃度を個別に定めた。米国アカデミーではこれらの PFAS が同等に影響するだろうと考えて合計値で考える姿勢である。

今回どこまでの PFAS をどのように合算するかは異なる意見があるが、少なくとも多くの研究事例があり、類似した影響がみられる PFOS と PFOA は合計するのが妥当とした。

今回の調査で血中濃度の割合が高い 4 つの PFAS、また HBM-II で評価されている代表的な PFOS、PFOA の合計値でこの勧告値を超えている割合を示す。

調査した 273 人のうち、ドイツの HBM-II について 41 人、米国アカデミーの 4 つの PFAS については 167 人、PFOS+PFOA については 84 人がこの数値を上回っていた。住居地別で見ると、PFOS 濃度により HBM-II を超過していた割合は国分寺市で 34.2%（79 名中 27 名）であった。立川市でも 41 名中 8 名が超えた。他の市でも超過が散見された。PFOA で HBM-II を超過する参加者は PFOS でも超過していた。超過した方では PFOS、PFOA は同じ摂取源があることを示している。米国アカデミーのガイダンス値との PFOS、PFOA の合計値での比較では、国分寺市では 52.4%で、立川市では 23.8%で 20 ng/mL を超えた。他の地域でもこれを超えた参加者がみられた。

	指針値		ドイツHBM-II			
	米国アカデミー		4PFAS合計			
	PFOS+PFOA		未満	以上	未満	以上
	未満	以上	未満	以上	未満	以上
国分寺市	35	44	4	75	52	27
立川市	21	20	9	32	33	8
福生市	22	2	14	10	24	0
羽村市	21	2	14	9	23	0
青梅市	15	4	13	6	18	1
あきる野市	14	4	8	10	16	2
瑞穂町	18	0	15	3	18	0
小平市	13	2	6	9	14	1
小金井市	11	1	8	4	12	0
西多摩郡奥多摩町	4	0	4	0	4	0
日の出町	3	1	3	1	3	1
武蔵野市	3	1	1	3	4	0
昭島市	3	0	3	0	3	0
東久留米市	2	0	1	1	2	0
日野市	1	1	1	1	2	0
府中市	0	2	0	2	1	1
西多摩郡檜原村	1	0	1	0	1	0
東大和市	1	0	1	0	1	0
八王子市	1	0	0	1	1	0
合計	189	84	106	167	232	41

●まとめ

今回の調査から、多摩地域の住民の血中 PFAS 濃度は高い状況にあると考えられ、HBM-II や米国アカデミーの勧告値を超える割合が少なくない。特に国分寺市、立川市の居住者では相当な割合で PFAS 濃度が高いとみられる。

曝露源として主として水道水が考えられる。それに加えて他の日常生活（食品、土壌）での曝露の程度についても調査が必要である。また今回の血液中 PFAS 濃度は直近の曝露を示すことができるが、水道水の PFAS 対策が行われる前の汚染状況はより高かった可能性も考える必要がある。

PFHxS についてはストックホルム条約での残留性有機汚染物質として廃絶対象として指定された。水道水質目標値や HBM-II などの目安がないが、米国アカデミーのガイダンスに含まれ、今回の調査でも血中濃度の多くを占めている、PFOS、PFOA だけでなく PFHxS も含めた対応が必要である。

各浄水場では対策が進められているが、その効果が今後、どのように現れるのかを今後も生物モニタリングを通じて評価する必要がある。そして、飲料水、血中濃度についての勧告値も今後、厳格化されることが想定され、汚染源の特定と除去も必要と考えられる。健康への影響もこれまでの研究から無視できず、米国アカデミーのガイダンスを参考とした対応も考える必要がある。多くの研究は海外で行われていることから、日本人の集団での疫学研究、特に PFAS 曝露が高い集団を含めた調査が必要と考える。