

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 1 月 24 日

原田 浩二

●調査参加者の概要

国分寺市の診療施設 2 箇所で採血が実施され、87 名が参加し、血漿中 PFAS 濃度を調査した。

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 66.8 歳 最大 91 歳 最小 21 歳

性別 女性 53 名 男性 34 名

居住場所	国分寺市	65
	小平市	11
	小金井市	4
	武蔵野市	4
	東大和市	1
	八王子市	1
	立川市	1
	<u>合計</u>	<u>87</u>

今回は特に参加者の多数を占める国分寺市での状況を中心に検討した。

●測定対象の PFAS

血液（血漿）中の PFAS13 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。

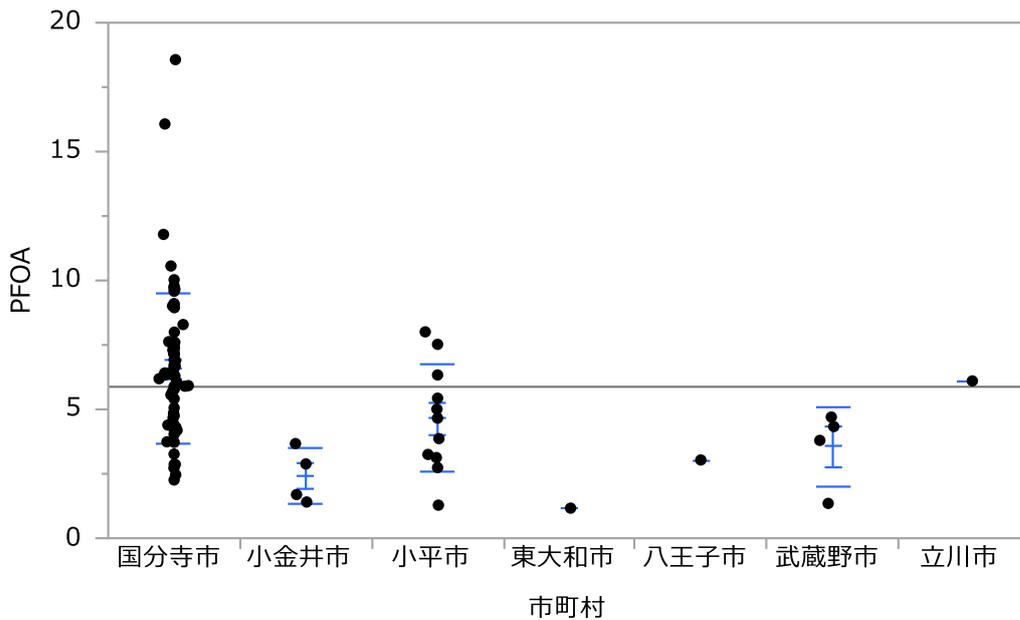
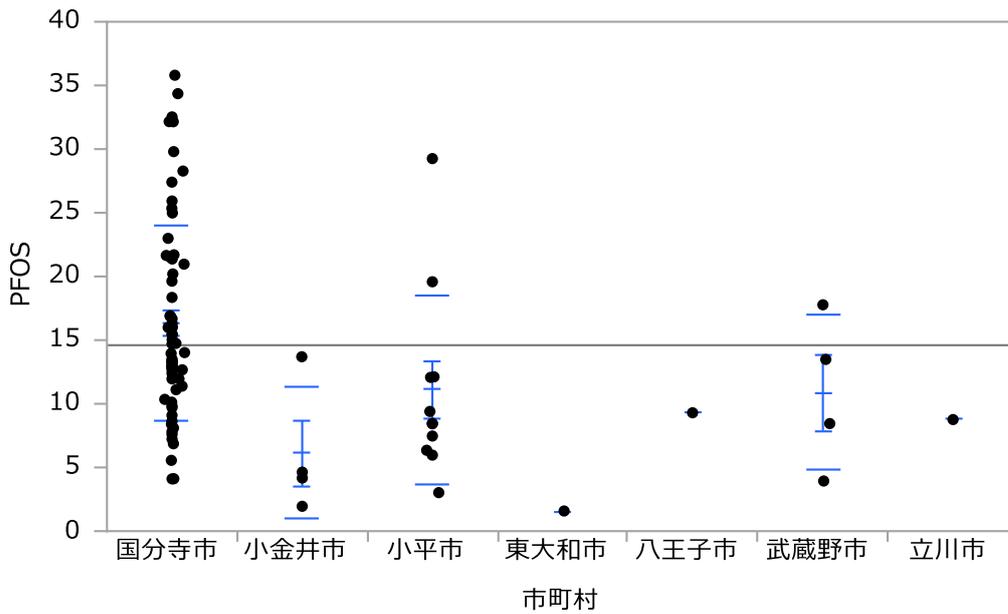
●分析結果の全体概要

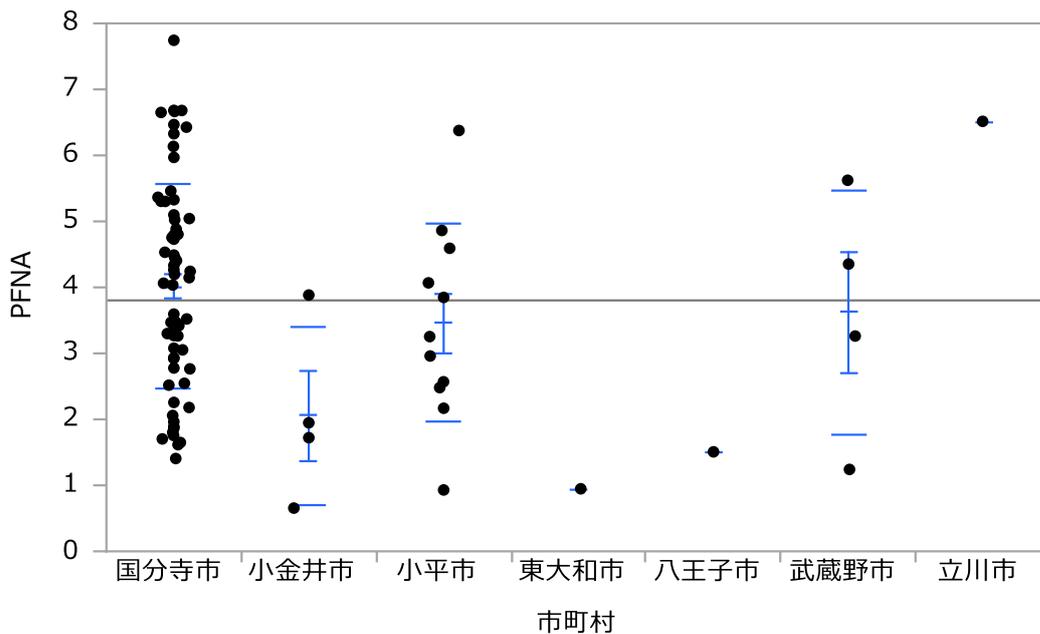
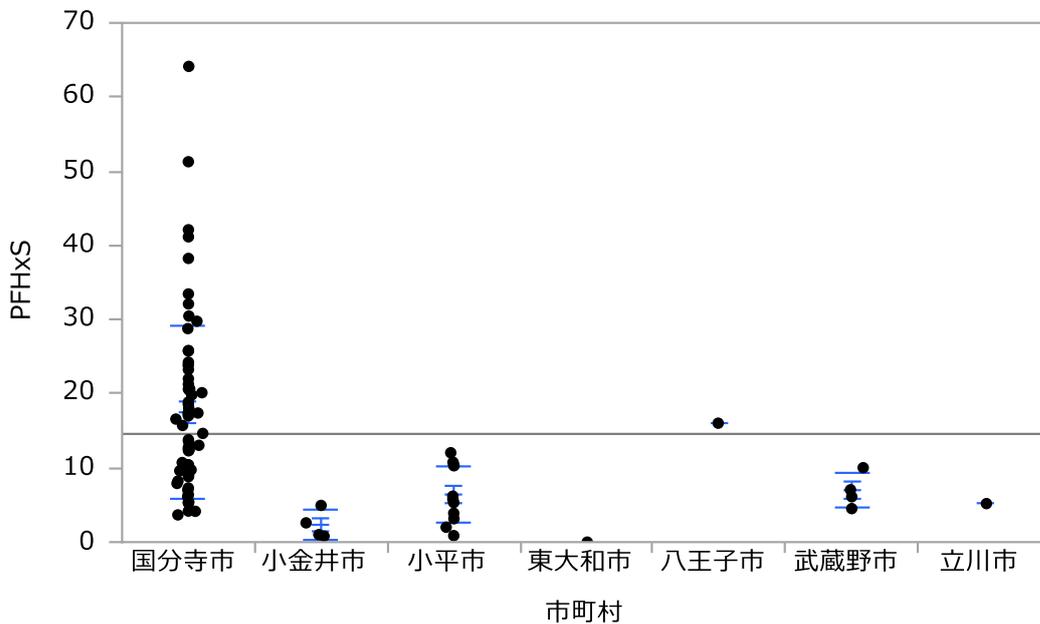
調査対象のほぼ全てから PFAS を検出した。1 名のみ PFHxS が検出限界 0.15 以下であった。以下に検出された平均値、最大値を示す。PFOS、PFHxS が検出された濃度の過半を占めた。

87名分	PFOS	PFHxS	PFOA	PFNA	Total 4PFAS	Total PFOS+PFOA
最大	35.8	64.1	18.6	7.7	124.5	54.4
平均	14.6	14.8	5.9	3.8	38.8	20.5

●地域別粗集計結果

今回参加した方の住所地 7 市の参加者の血漿中 PFAS 濃度を以下に示す。





国分寺市以外はまだ人数が少ないため途中経過を示すに留める。

今回の調査の住所地のうち国分寺市での結果を最近の他地域での調査結果と比較する。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。環境省は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 濃度を調査して報告している (<https://www.env.go.jp/content/000065644.pdf>)。この結果との比較を以下に示す。

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		血漿中濃度(ng/mL)			
			PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA
国分寺市	65	平均値	16.3	6.5	17.5	4
		最大値	35.8	18.6	64.1	7.7
		標準偏差	7.7	2.9	11.7	1.6
	環境省2021との比較	p値	<0.00001	<0.00001	<0.00001	<0.00001
環境省2021年調査	119	平均値	3.9	2.2	1.0	1.6
		最大値	14.0	6.2	11.0	4.9
		標準偏差	2.5	1	1.4	0.92

参加者の性別の割合、年齢が異なることには留意するが、明らかに国分寺市からの参加者の血中 PFAS 濃度は環境省 2021 年調査より高かった。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。

●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。

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>

このことから水道水の利用状況から血中濃度に違いが生じるかを検討した。国分寺市に居住する参加者で水道水を利用しない住民は 3 名のみであったことから統計学的な調査には適しないと考えたが、参考までに血中 PFOS、PFHxS 濃度の平均値は利用する参加者より 3~4 割低かった。

浄水器の利用状況を聴取し、65 名のうち、23 名が利用していた。

PFAS血中濃度と浄水器使用の関連							
地域	浄水器使用	参加者人数		血漿中濃度(ng/mL)			
				PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA
国分寺市	なし	42	平均値	17.2	7.1	20.6	3.9
	あり	23	平均値	14.7	5.5	11.9	4.3
		水道水の影響	p値	0.22	0.024	0.0031	0.34

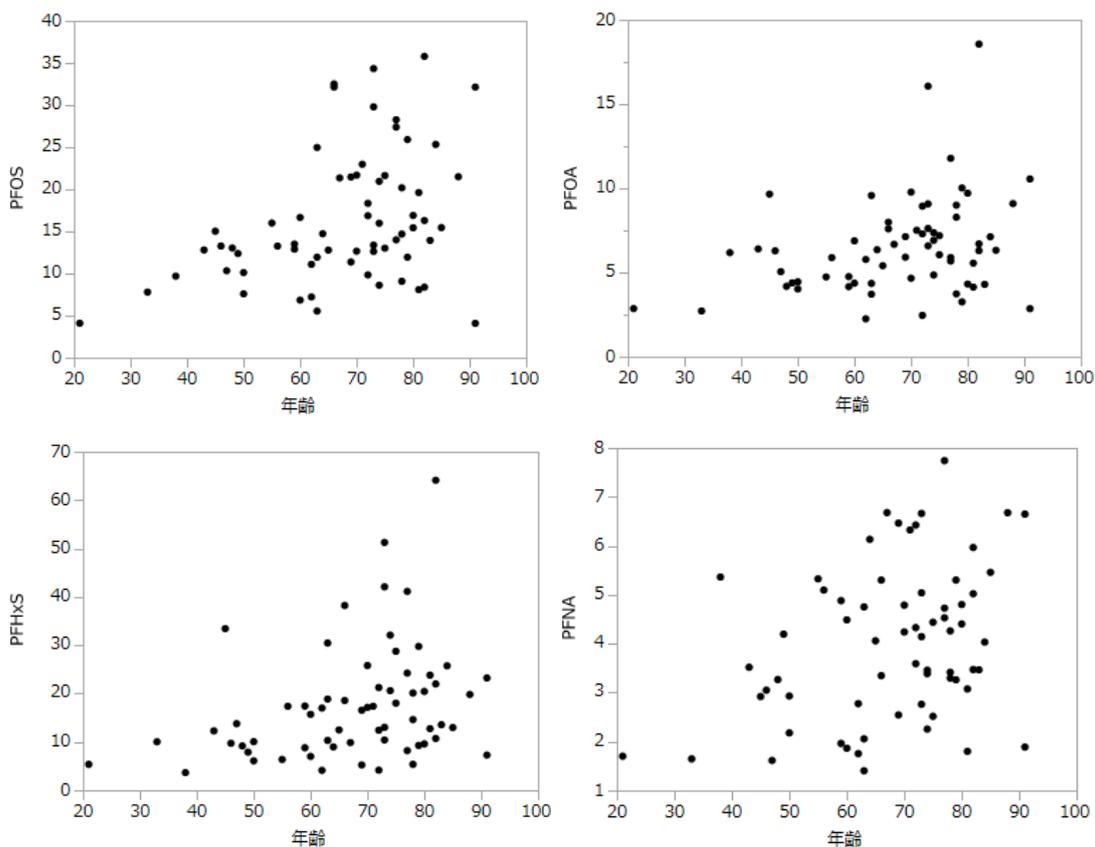
その平均値から概ね使用者で血中 PFAS 濃度が低かった。特に PFHxS で顕著であった。このことは、水道水に PFAS が多く含まれ、住民が摂取することになっていたことを示唆す

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、統計学的有意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。

男女の差については現時点では有意でなかった。個別の要因をさらに含めて今後検討が必要と思われる。

PFAS血中濃度と性別の関連							
地域	性別	参加者人数		血漿中濃度(ng/mL)			
				PFOS	PFOA	PFHxS	PFNA
国分寺市	女性	38	平均値	16.7	6.7	18.7	4.2
	男性	27	平均値	15.8	6.4	16	3.8
		男女差	p値	0.64	0.65	0.36	0.31

年齢との関係について以下のようになった。年齢の上昇と血中濃度との相関はあったが、これがどのような要因が関与しているのかは別途検討が必要である。



●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。

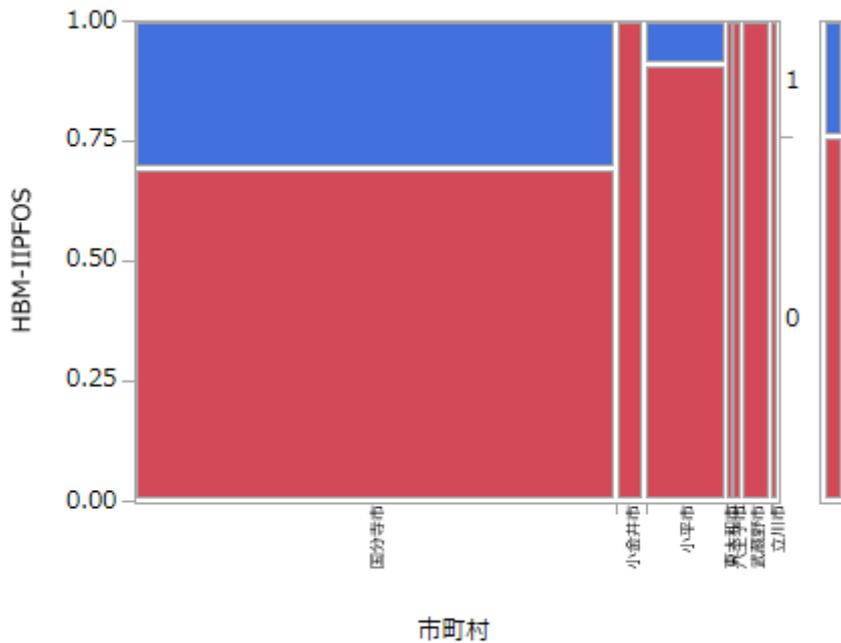
ドイツの HBM 委員会は多くの PFAS の研究から PFOS、PFOA による影響が起きうる血中濃度を個別に定めた。米国アカデミーではこれらの PFAS が同等に影響するだろうと考えて合計値で考える姿勢である。どこまでの PFAS をどのように合算するかは異なる意見があるが少なくとも多くの研究があり、類似した影響がみられる PFOS と PFOA は合計するのが妥当とした。

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 87 人のうち、HBM-II について 21 人、4 つの PFAS については 74 人、PFOS + PFOA については 36 人がこの数値を上回っていた。

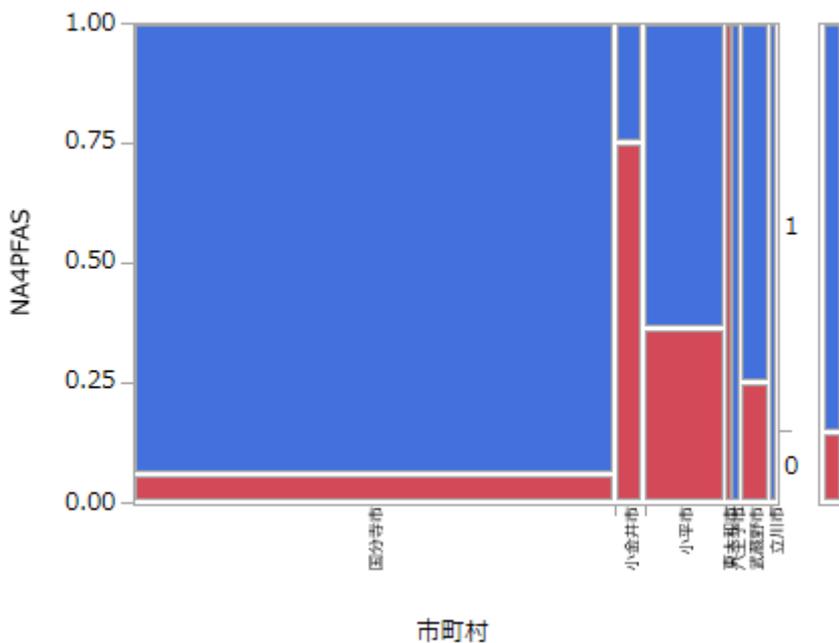
87名分	PFOS	PFHxS	PFOA	PFNA	Total 4PFAS	Total PFOS+PFOA
最大	35.8	64.1	18.6	7.7	124.5	54.4
平均	14.6	14.8	5.9	3.8	38.8	20.5
HBM-2,NA超過	21		6		74	36
%	24.1		6.9		85.1	41.4

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 30.7%（65 名中 20 名）であった。小平市でも 11 名中 1 名が超えた。PFOA で HBM-II を超過する参加者は PFOS でも超過していた。PFOS、PFOA は同じ摂取源があることを示している。

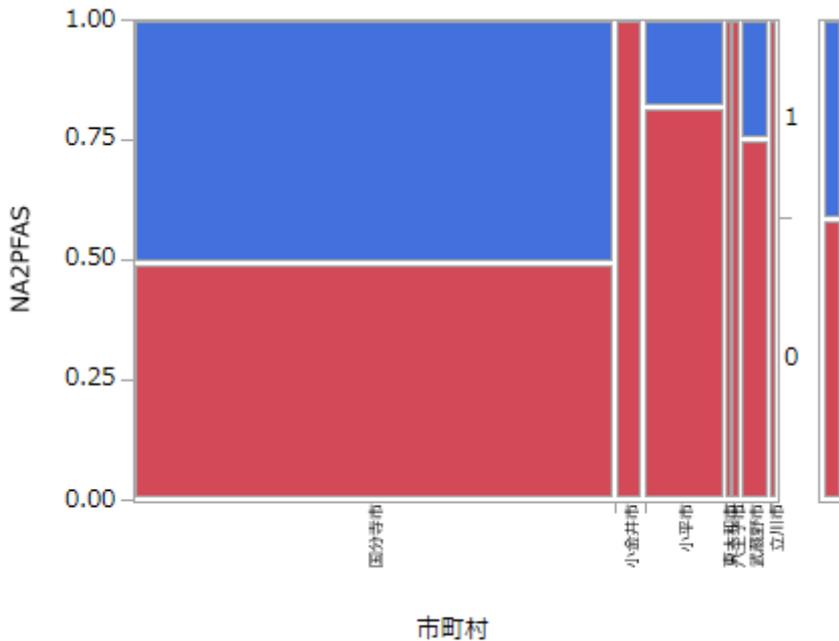


図のうち、1はHBM-IIのPFOS濃度20ng/mLを超えた方を示し、0は20ng/mL未満であった方である。

米国アカデミーのガイダンス値との比較では、国分寺市では94%で20ng/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。PFOS、PFOAの合計値で比較した場合で国分寺市では51%で20ng/mLを超えた。



図のうち、1は4つのPFAS濃度が医学アカデミーの示す20ng/mLを超えた方を示し、0は20ng/mL未満であった方である。



図のうち、1はPFOSとPFOA濃度の合計値が医学アカデミーの示す20 ng/mLを超えた方を示し、0は20ng/mL未満であった方である。

●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、過去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照として指定された。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。