

国内の鉛ばく露の実態と 小児の神経発達への影響に関する研究

代表者 岩井美幸（国立環境研究所）
分担者 龍田 希（東北大学、国立環境研究所）
中山祥嗣（国立環境研究所）

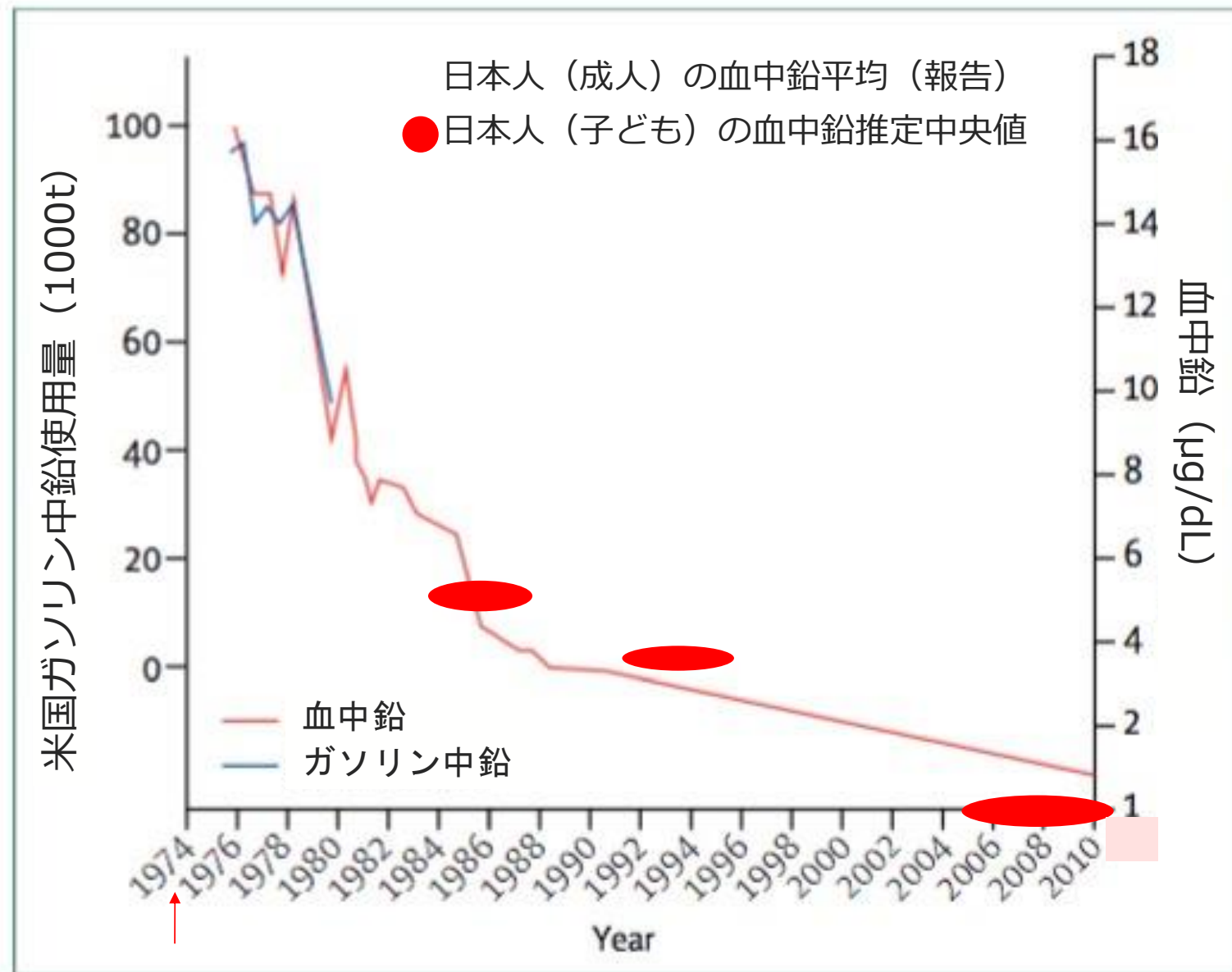
研究協力者 高木麻衣、磯部友彦、小林弥生、岩井健太（国立環境研究所）
仲井邦彦（東海学園大学）安里要（東都大学）
溝上 哲也、伊東 葵、山本 尚平（国立国際医療研究センター）



National
Institute for
Environmental
Studies, Japan

鉛 (Pb)

- 古くから利用されている重金属、生体に有害
- 有鉛ガソリンの廃止、鉛水道管の切り替えなどの取り組みにより、国民の血中鉛濃度は低下したものの、より低い濃度でも子どもの精神神経発達への影響（IQ低下など）が報告され、さらなる対策が必要



米国、ドイツ、カナダ、韓国ではヒューマンバイオモニタリング調査（HBM調査）が大規模に実施され、国民の化学物質ばく露が把握されている。

Canadian Health Measures Survey, カナダ保健省およびカナダ公衆衛生局と連携してカナダ統計局が主導

National Health and Nutrition Examination Survey
アメリカ疾病管理予防センター（CDC）が実施（1960～）

German Environmental Survey, ドイツ連邦保健省の健康調査に合わせてドイツ連邦環境庁が実施（1985～）
German Environment Specimen Bank, ドイツ連邦環境・自然保護・建設・原子炉安全省の固定事業

HBM4EU, 28ヶ国が参加

Korean National Environmental Health Survey等, 韓国政府環境部、国立環境科学院、韓国疾病管理本部が実施（2005～）

鉛ばく露と健康影響

血中Pbレベルが10 μ g/dL以上の場合、IQ（知能指数）が6.60点低下することを報告（メタアナリシス）

Wu Y. et al., *Biol Trace Elem Res*, 2018, 182(2):185-195

小児期の血中Pbレベルが 5 μ g/dL以上の場合、38歳での認知機能、社会経済状況への影響を報告

Reuben A. et al., *JAMA*. 2017, 317(12):1244-1251

日本でも小児期の血中PbレベルとIQ低下との関連を報告

Tatsuta N. et al., *Environmental Res*, 2020, 189:109844.

妊娠女性の血中鉛レベルが高いほど、男児の出生割合が高くなることを報告

Tatsuta N. et al., *STOTEN*, 2022, 152726.

血中Pbレベルと成人での腎機能との関連を報告

Harari F. et al., *Am J Kidney Dis*. 2018, 72:381-389.

他国での状況

アメリカ疾病予防管理センター（CDC）

（血中鉛参照値）：5 μ g/dL（2012） → 3.5 μ g/dL（2021.10）

世界保健機構（WHO）

（血中鉛 臨床管理値）：5 μ g/dL（2021）

低濃度鉛ばく露に関して報告が増え、指針値としての血中Pbレベルが下がっている。

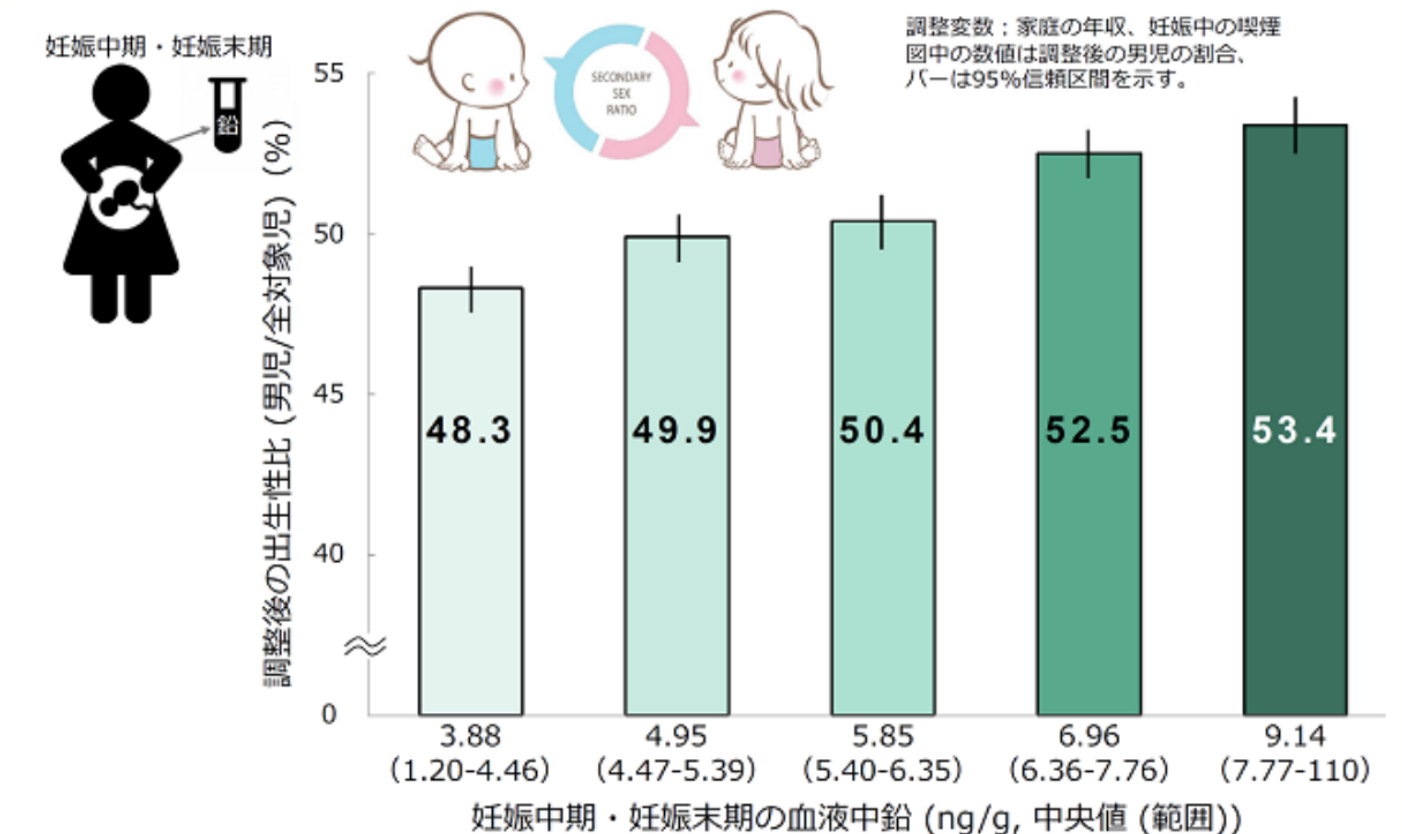


図1. 妊娠中期・妊娠末期の妊婦の血液中鉛濃度と出生性比の解析

<https://www.nies.go.jp/whatsnew/20220215/20220215.html>

評価書

鉛

2021年6月
食品安全委員会

- **我が国における各媒体からの鉛ばく露の状況に関する知見**
 1. 各媒体中鉛濃度に関する、十分 LOD が低く、かつ信頼できる分析データ
 2. 代表性の担保された各媒体の摂取量に関するデータ
- **我が国における血中鉛濃度の状況に関する知見**
 3. 代表性のあるサンプルでの全国規模のヒューマンバイオモニタリングによるデータ
- **我が国（日本人）における低濃度鉛ばく露の影響に関する知見（可能ならば、大規模な前向きコホート調査のデータ）**
 4. 小児における IQ スコア低下等に関するデータ
 5. 成人における 慢性腎臓病（CKD） 発症等に関するデータ

上記5を念頭に、 4つの研究から鉛のリスク評価に資する研究を計画した

目 的

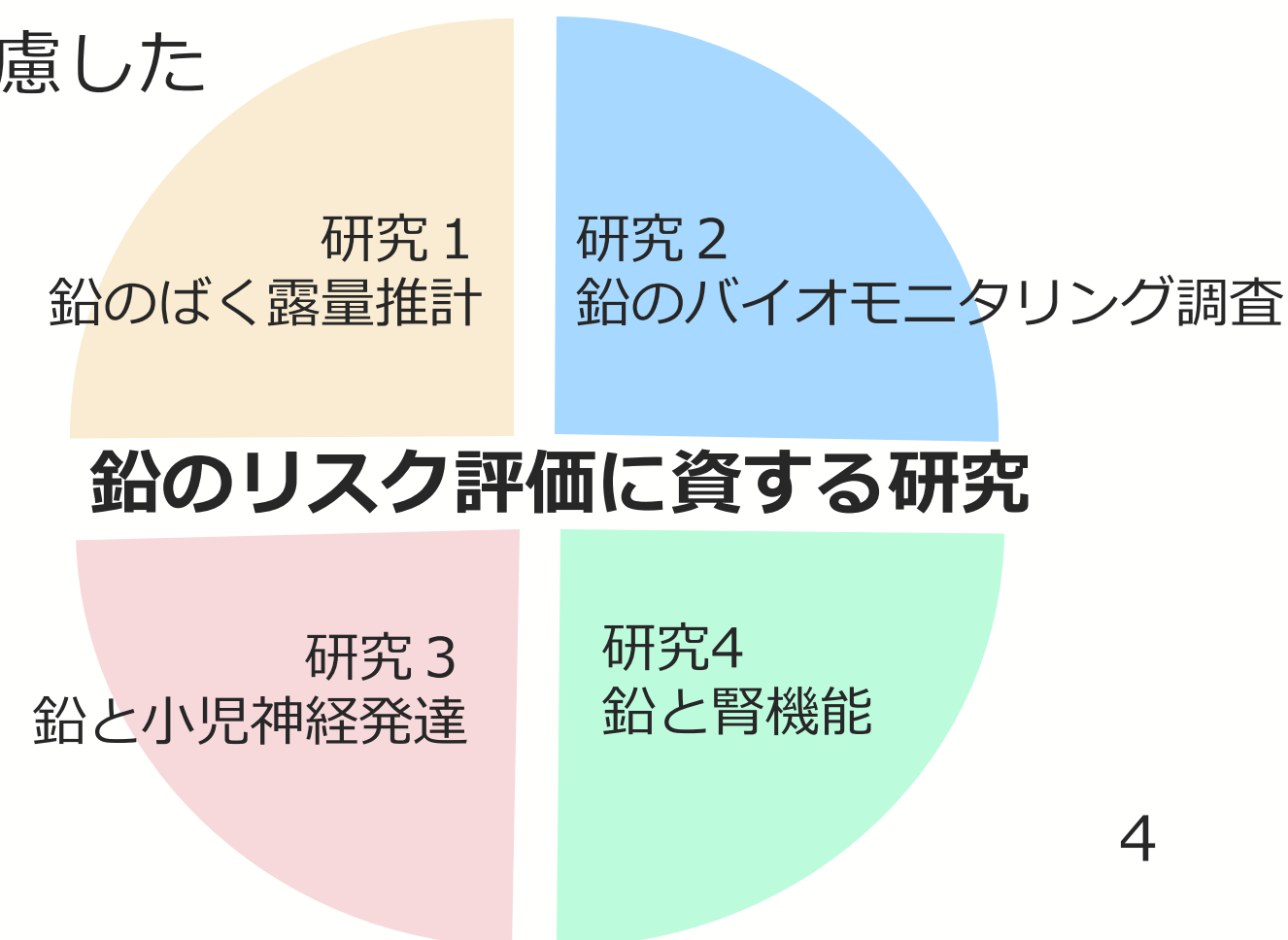
日本国内の鉛ばく露の実態を把握するため、以下4つの研究から鉛のリスク評価に資する研究を実施する。

研究1：鉛ばく露源となる各媒体中（食事、土壌、ハウスダスト等）の鉛濃度、各媒体のばく露係数から鉛の推計ばく露量を明らかにする

研究2：バイオモニタリング調査を実施し、幅広い年齢層の鉛レベルを明らかにする

研究3：低濃度鉛ばく露と小児神経発達との関連について複合曝露を考慮した解析を実施し、低濃度鉛曝露の影響を考察する

研究4：成人の鉛曝露と腎機能との関連について明らかにする（追加提案）



- **A調査（母乳・人工乳調査）**

対象者1人につき出産から1ヶ月目までの母乳（初乳・移行乳・成乳）を縦断的に収集した母乳と市販の乳児調整乳（人工乳）調査（母乳は300名中全ての時期の検体が揃う227名）

- **B調査（離乳食・幼児食調査）**

陰膳法により収集した離乳食・幼児食調査（260名）

- **C調査（小児調査）**

未就学児を対象に、陰膳法により収集した食事、蓄尿、土壌とダストを収集した小児調査（78名）

- **D調査（ばく露源調査）**

エコチル調査宮城ユニットセンター対象者のうち、血中鉛やカドミウム濃度が中央値より高い集団を対象としたばく露源調査（147名中血中鉛濃度が $1\mu\text{g}/\text{dL}$ 以上の対象者）

母乳調査

370名 説明数

- 33 除外基準に該当
- 2 大変そう、難しそう
- 2 上の子の時に母乳で苦労した
- 2 家族の反対

331名 同意数

- 6 母乳が出ない
- 4 低体重
- 2 早産
- 2 産後に余裕がない
- 1 産後の母の疾患
- 1 妊娠糖尿病
- 1 断乳
- 3 辞退
- 11 連絡取れず

300名 母乳を回収できた数

そのうち11名より、生後 5 ヶ月まで月に 1 回母乳を採取することで同意取得済み。

854検体	初乳	移行乳	成乳※
	(0-4日)	(5-14日)	(15-30日)
268	○	○	○
12	○	○	×
9	○	×	×
1	○	×	○
7	×	○	○
2	×	○	×
1	×	×	○

※成乳は授乳前後にそれぞれ採取

乳児用調整乳（人工乳）

- 市場で入手可能な人工乳（6社、8種）について、異なるロットを3つずつ分析
- 液体ミルク 2種、粉ミルク 6種
- 粉ミルクは超純水を使用し調製

<分析法>

母乳・人工乳 50 μ L/100 μ L

↓ TMAH/EDTA

↓ 熱処理

↓ Triton/Bu-OH/IS

分析試料

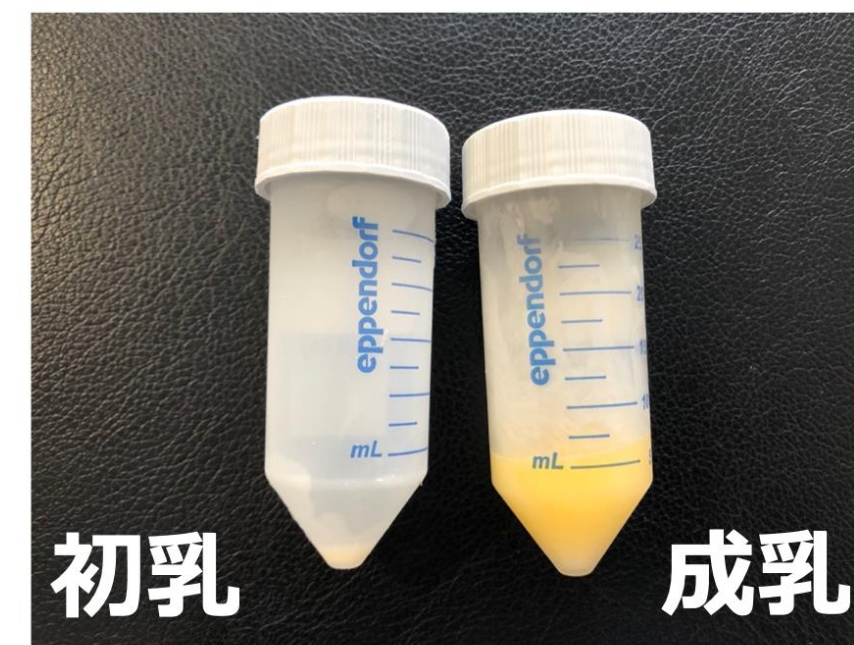
↓

ICP-MS/MS, Agilent 8900
(分析対象 33元素)

精度管理試料

NIST1953, Human breast milk

分析法は発表済み, Iwai et al., *Toxics* 2022, 10(3)



乳児用調製乳（人工乳）中の鉛分析結果

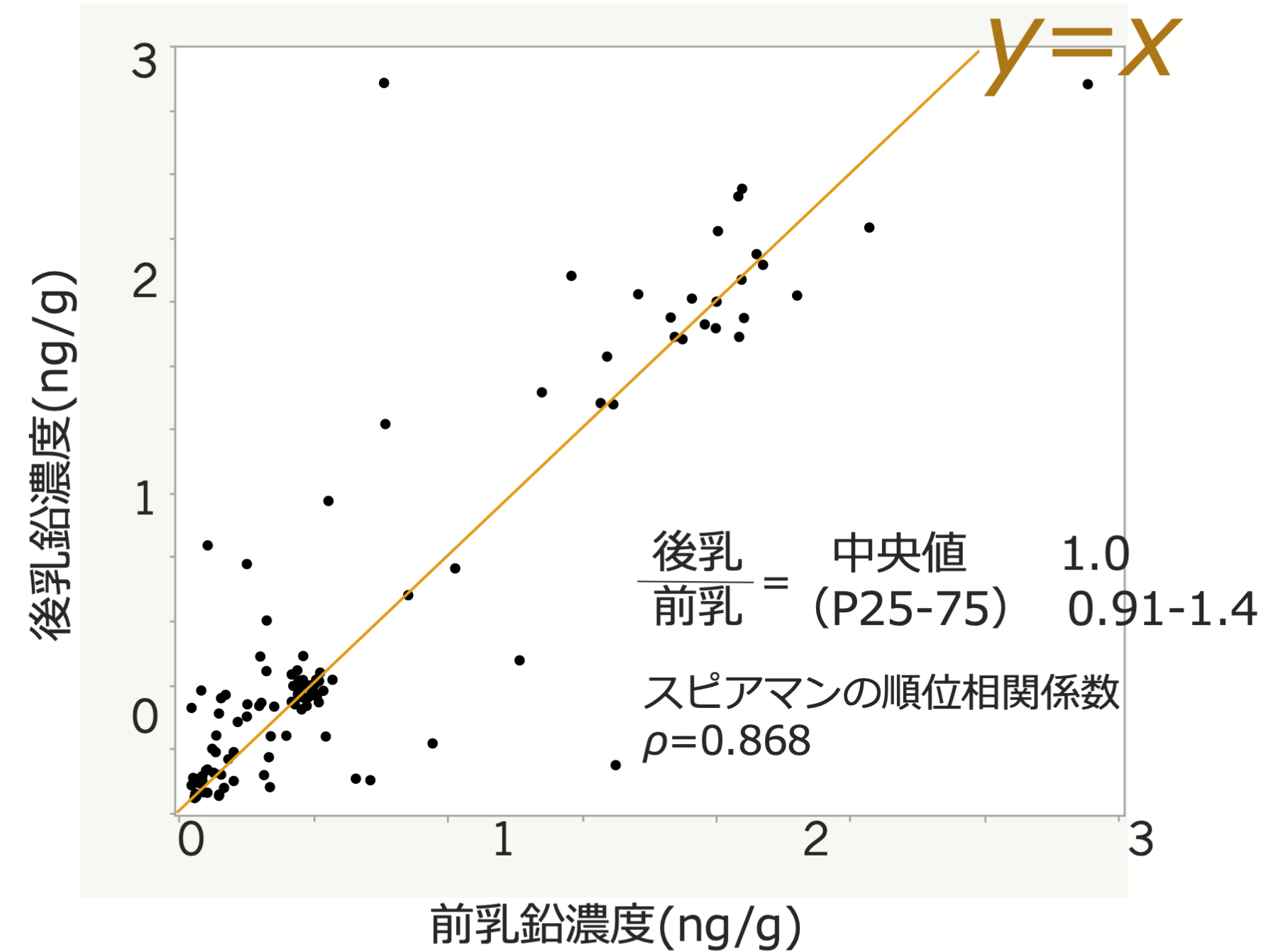
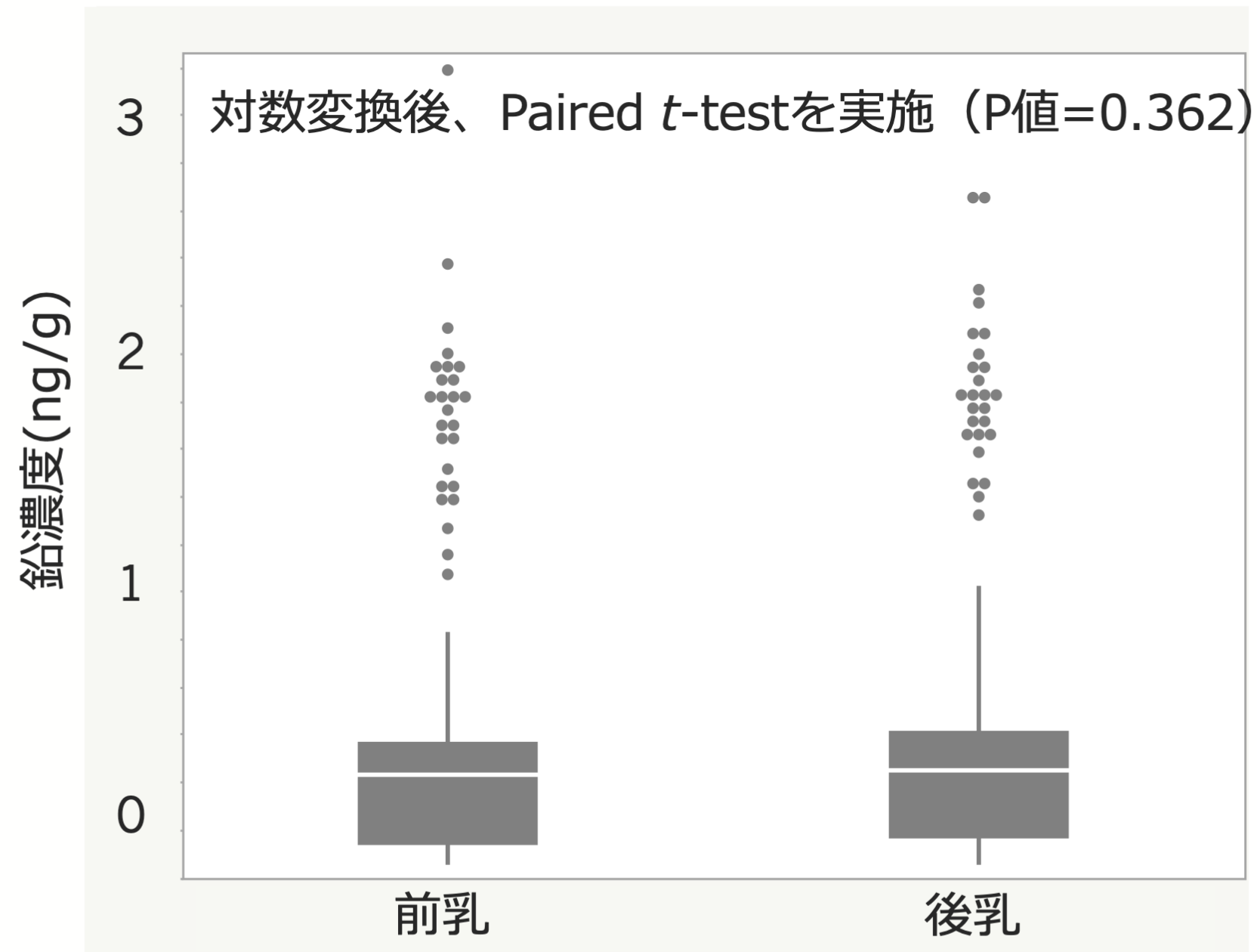
	A	B	C	D	E	F	G	H
鉛濃度(ng/g) Mean±SD(N=3)	<MDL	0.20± 0.061	0.37± 0.25	0.69 ±0.051	0.85± 0.20	0.30±0. 076	<MDL	0.93± 0.38
MDL以上の件数	1	3	3	3	3	3	2	3

MDL (Method detection limit), 0.047ng/g

複数（8 種中 6 種）の人工乳から鉛が検出され、
6 種の鉛濃度の平均値（SD）は0.56（0.31） ng/gであった。

CODEX(2018), EU(2015) の最大基準値 10ng/g（乳児用調製乳、乳児用特別
医療用調製乳、フォローアップミルク）を超えるものはなかった。

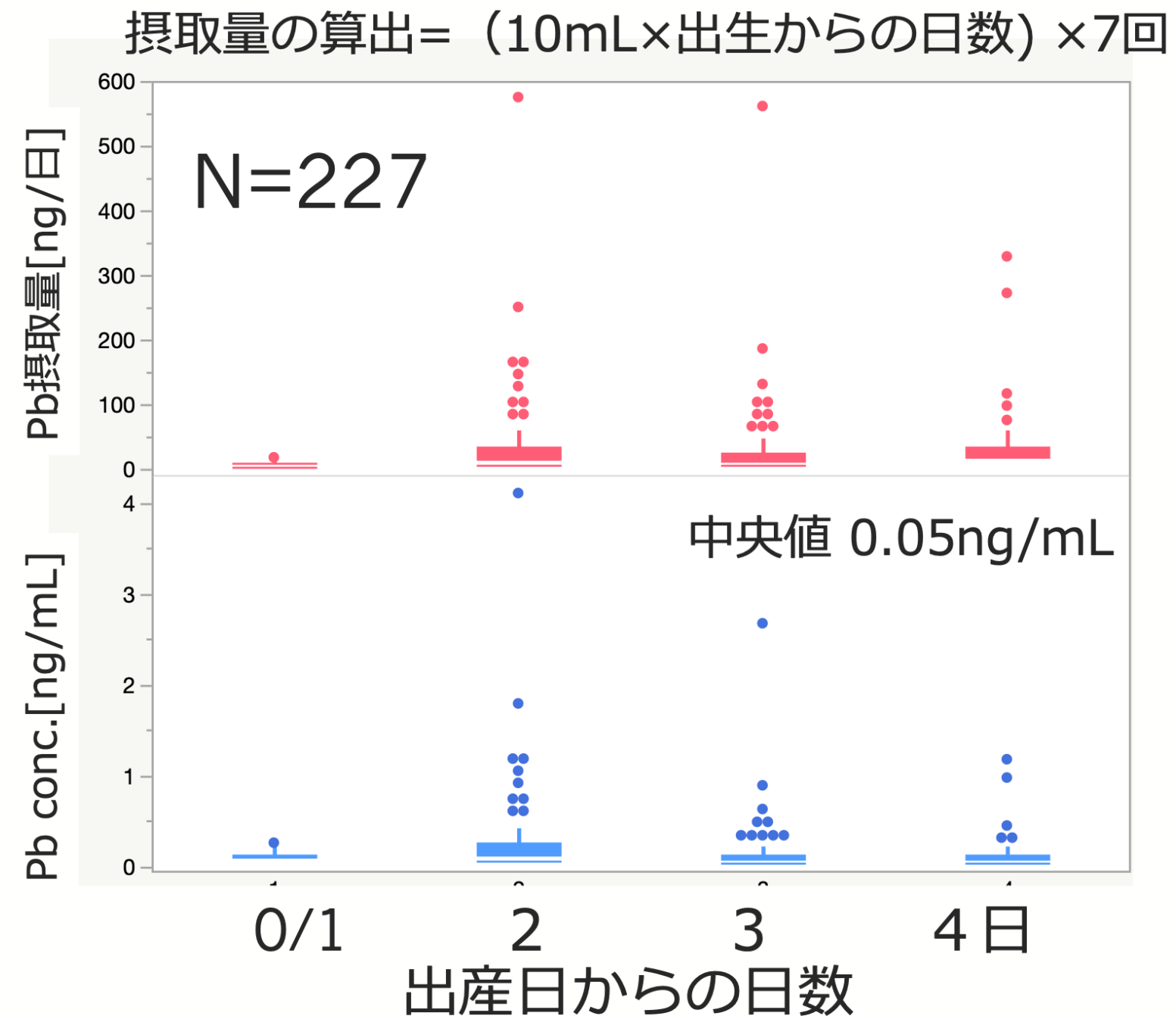
母乳調査における成乳の授乳前後の比較



授乳前後の母乳について鉛濃度に大きな違いはないことが示唆された

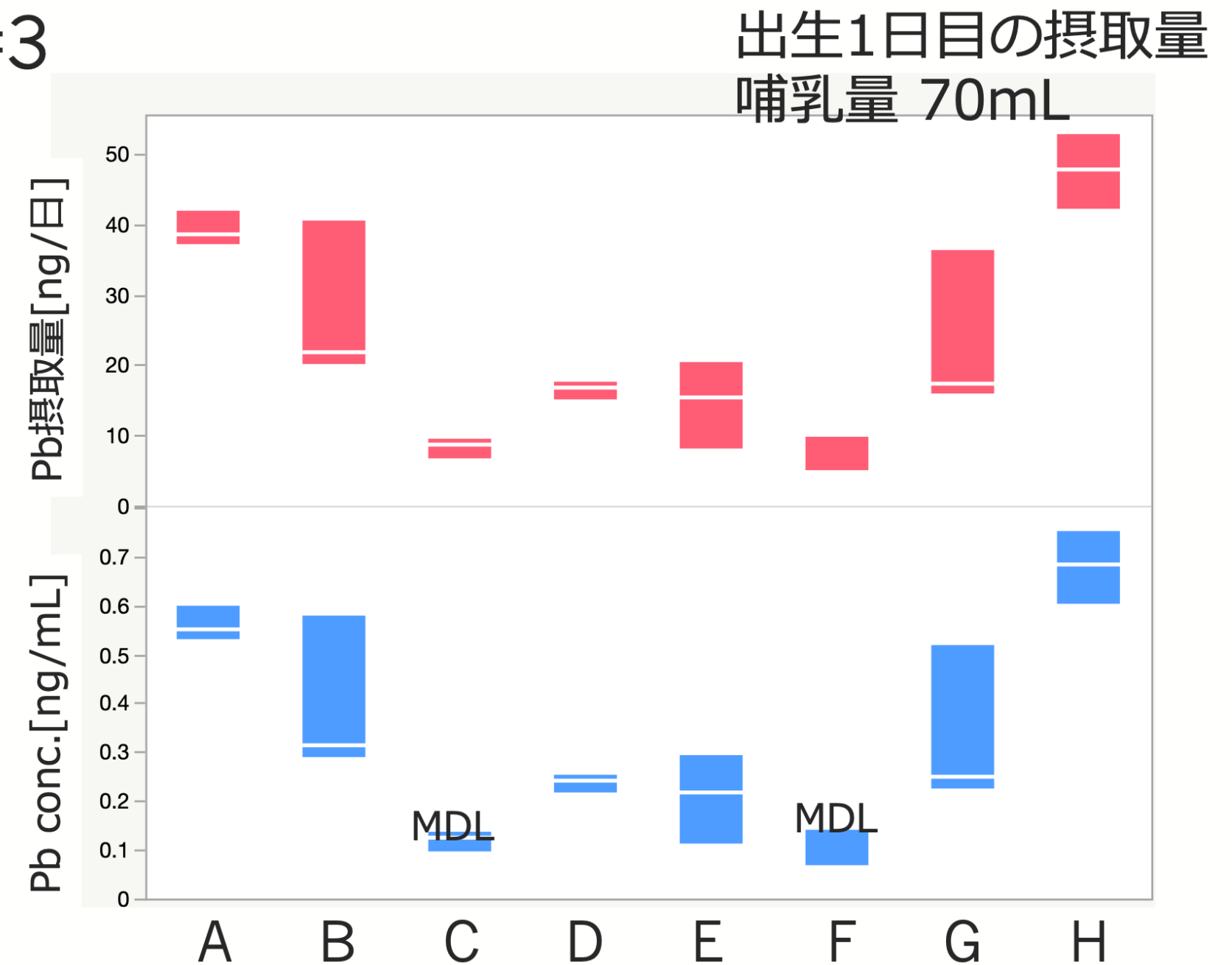
初乳からの鉛摂取量の推計

初乳



移行乳 中央値 0.05ng/mL (P5-P95, <MDL-0.44)
成乳 中央値 0.1ng/mL (P5-P95, <MDL-0.57)

人工乳 N=3



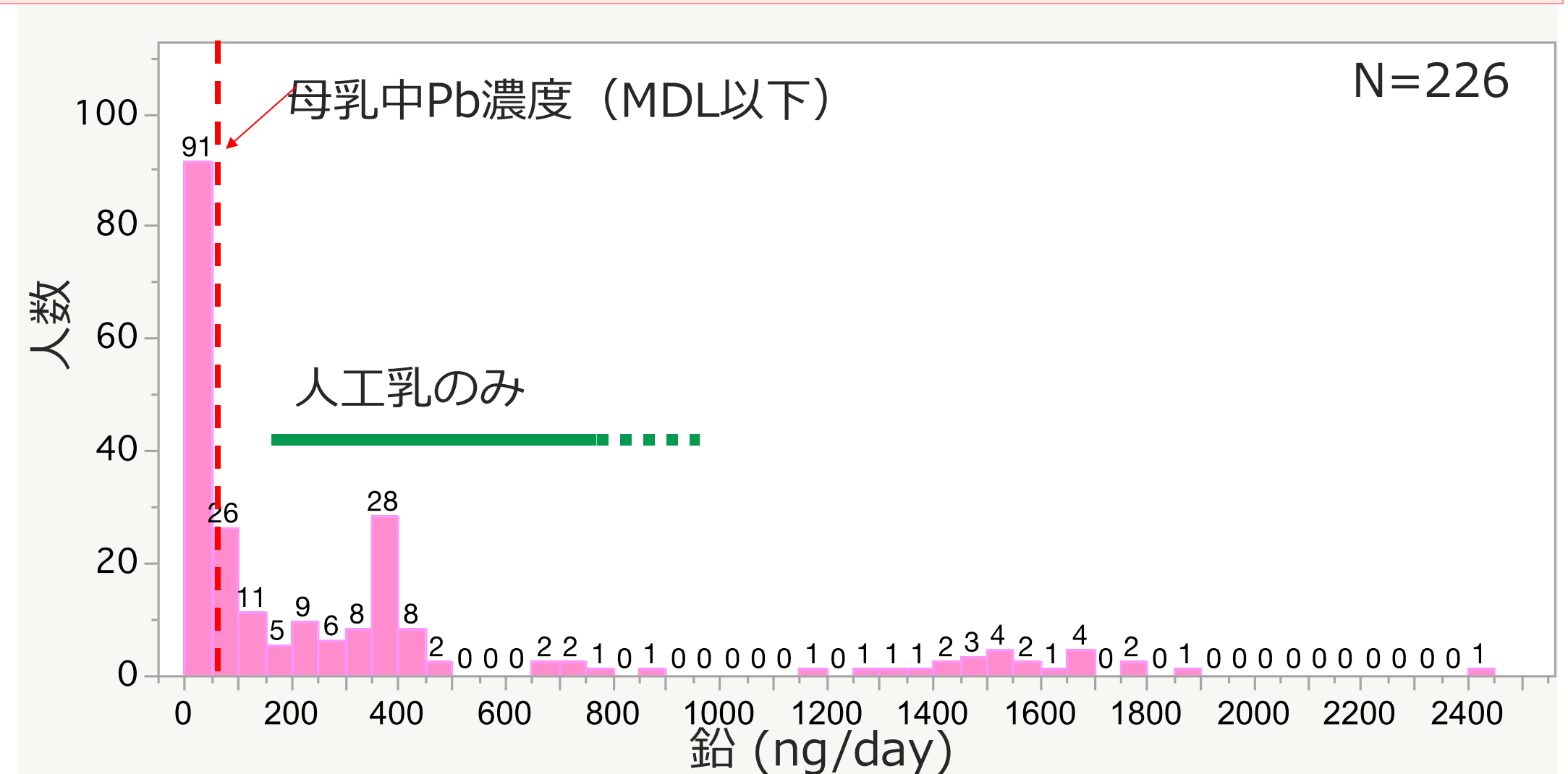
複数（8種中6種）の人工乳から鉛が検出
6種の鉛濃度の平均値（SD）は0.56（0.31）ng/g

研究 1. 鉛のばく露量推計 A調査（母乳・人工乳調査）

（完全母乳を想定）
 母乳からの推計鉛ばく露量=成乳の（前乳中鉛濃度+後乳中鉛濃度）÷ 2 × 1日授乳量（780mL）

中央値 86.2 ng/day
 P25～P95 25.7～374.8 ng/day

※初乳および移行中鉛濃度は、中央値0.05 ng/mL、成乳中鉛濃度は中央値0.1 ng/mLであり、出生から日数が経過しても同レベル



（完全人工乳を想定）
 母乳からの推計鉛ばく露量=人工乳鉛濃度 × 1日授乳量（780mL）

中央値 414.6 ng/day
 P25～P95 153.7～727.7 ng/day

→ 調乳に使用する水によって、さらにばく露量は増加

研究1. 鉛のばく露量推計 B調査（離乳食・幼児食調査）

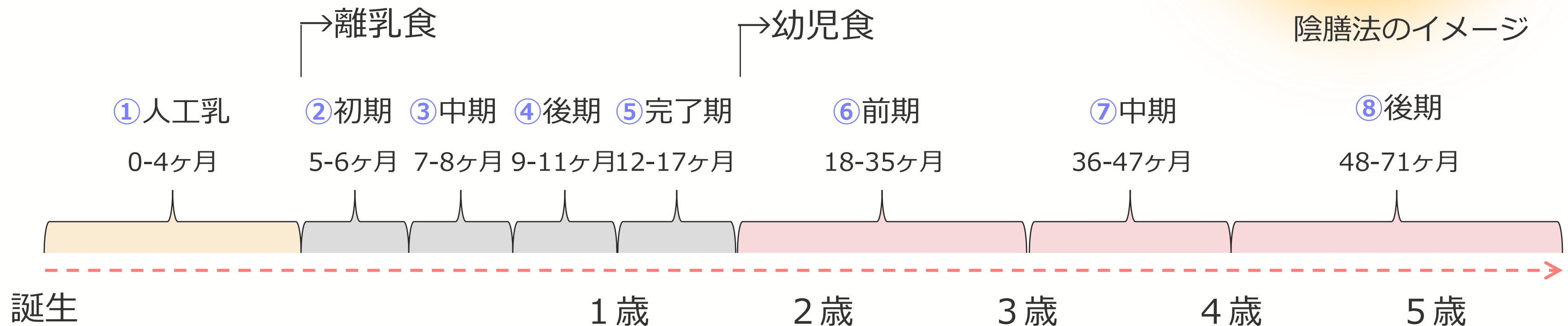
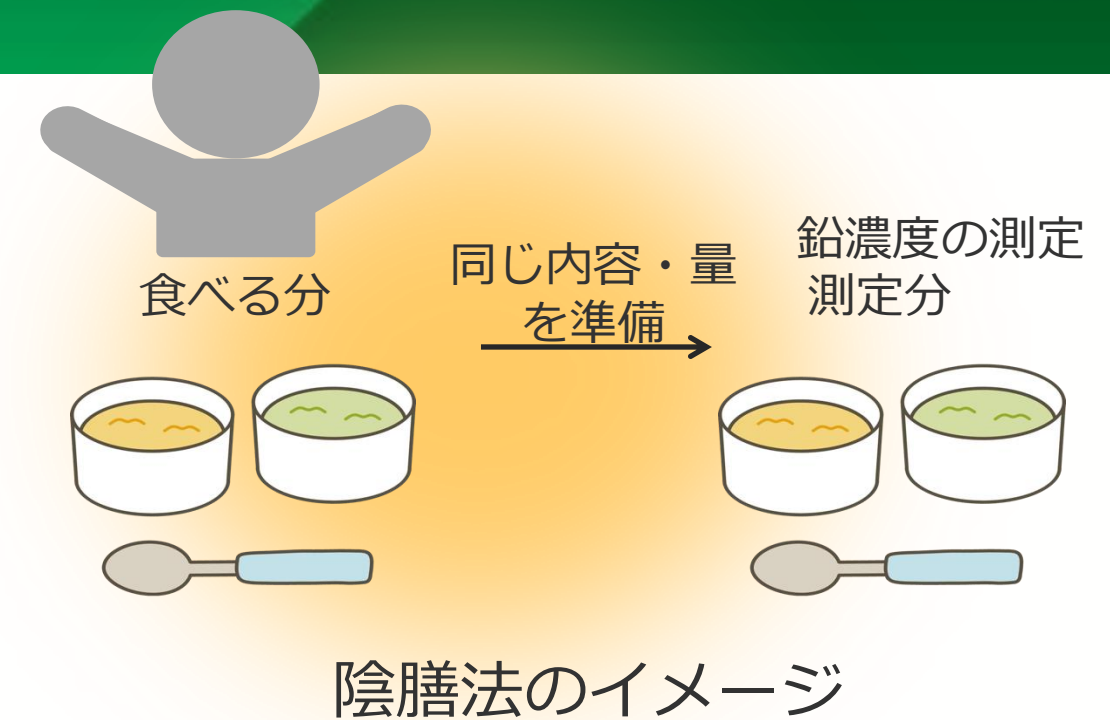
[対象者数] 260名分（各ステージごとに30名程度）

[対象地域] 3地域（宮城県沿岸部・都市部）

同意から1ヶ月の期間に3日間食事を収集する。

毛髪は食事調査1日目に採取。

質問票は、基本属性に関する質問票と食物摂取頻度調査からなる。

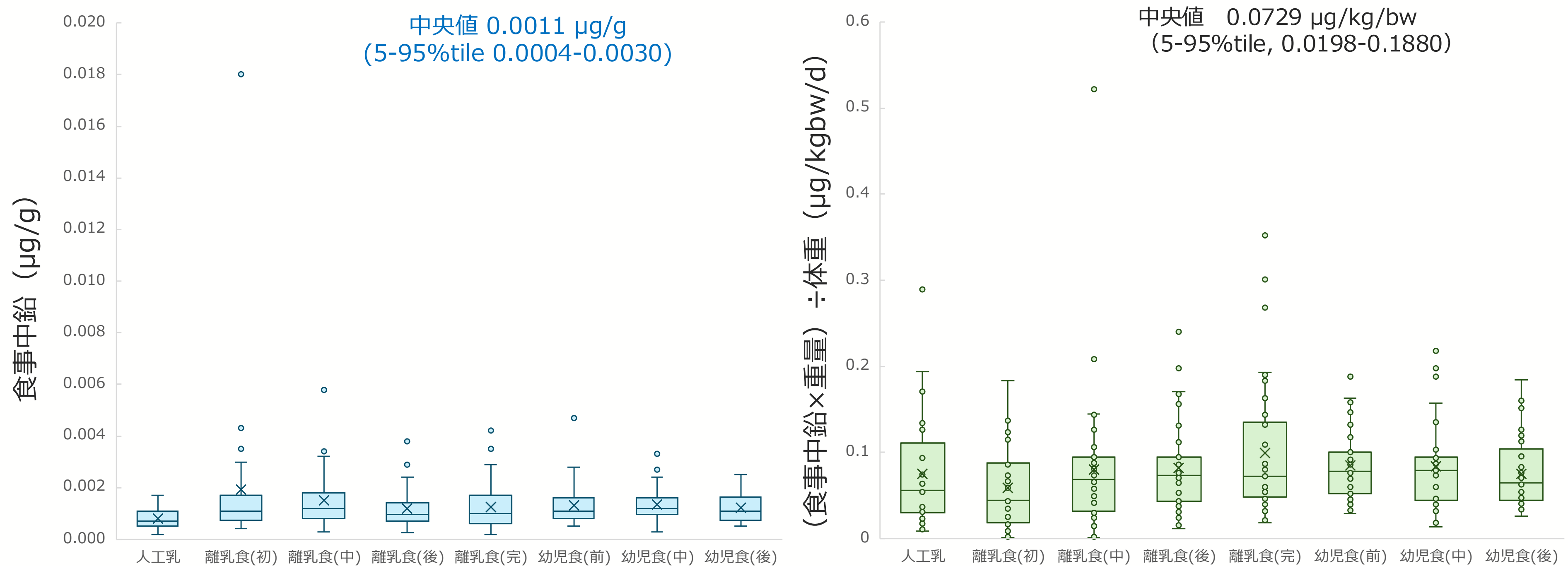


[登録基準] 日本語が母国語の母親、質問票の回答ができる母親

[除外基準] 重篤な疾患・アレルギーなどの食事制限のある児

早産児、低体重児のうち特別な栄養を必要な児

研究 1. 鉛のばく露量推計 B調査（離乳食・幼児食調査）



解析対象となった276検体のうち、定量下限値未満の検体が9検体（3.3%）であった。離乳食・幼児食中の鉛の中央値は0.0011 μg/g（湿重量）であり、鉛の推計ばく露量の中央値は0.069μg/kg/日であった。食事を8ステージに分けて摂取量の違いを調べた結果、各ステージごとに、大きな違いは見られなかった。



研究 1. 鉛のばく露量推計 C調査（小児調査 3－6歳）

茨城県南部に在住している78名の小児（平均年齢5歳児）の蓄尿、食事を陰膳法で収集した。尿は、アルカリ希釈法、食事は混酸を添加しマイクロウェーブで灰化した。誘導結合プラズマ質量分析 (ICP-MS) にて、鉛を測定した。尿や食事の認証物質の測定を行い、分析の精度管理を実施した。

表. 各試料の鉛濃度

	N	中央値	5th	95th
食事中鉛 μg/g-wet	63	0.0017	0.0005	0.0074
蓄尿中鉛 ng/mL	78	0.5	0.1	1.1
ハウスダスト中鉛 μg/g-dry	72	20	9.0	105
土壌中鉛 μg/g-dry	102	26	12	67

食事由来摂取量の中央値
鉛 2.3μg/日

1日尿中排泄量の中央値
鉛 188ng/日

鉛のばく露量推計 3.2μg/日 = 食事2.1 + ダスト0.6 + 土壌0.5μg/日
 (0.2μg/kg/日 体重18kgで換算)

研究 1 . 鉛のばく露量推計 D調査（ばく露源調査）

エコチル調査宮城ユニットセンター対象者のうち、血中鉛濃度が中央値より高い集団で実施したばく露源調査（147名）のうち血中鉛濃度が1 μg/dL以上を対象とした（18名）

表. 鉛のばく露レベル

	Median	P5	P95
妊娠中鉛濃度 ng/g	10.3	5.9	19.2
調査時点血中鉛濃度 ng/g	11.9	10.1	17.7
食事由来鉛ばく露 μg/day	3.2	1.3	8.4
ダスト由来鉛ばく露 μg/day	0.75	0.21	2.85
土壌由来鉛ばく露 μg/day	0.57	0.22	4.40
空気由来鉛ばく露 μg/day	0.07	0.01	0.64
鉛推計ばく露量 μg/day	5.5	2.7	11.5
鉛推計ばく露量 μg/kg/day	0.10	0.04	0.21

表. 鉛の同位体比分析の比較

試料名	Mean (N=3) (ICP-QMS)		MC-ICP-MS		
	207-Pb/206-Pb	208-Pb/206-Pb	207-Pb/206-Pb	208-Pb/206-Pb	
NIES 18 ヒト尿	0.8620 ± 0.0106	2.0976 ± 0.0180	0.8590 ± 0.0005	2.0970 ± 0.00006	NIES
NIES 27 日本人食事	0.8593 ± 0.0017	2.0874 ± 0.0111	0.8554 ± 0.0003	2.0953 ± 0.0004	NIES
JSO-1 土壌 (黒ボク土)	0.8521 ± 0.008	2.1077 ± 0.0108	0.86063 ± 0.00006	2.10550 ± 0.00018	文献値
JMS-2 海底質	0.8300 ± 0.0039	2.0627 ± 0.0021	0.83308 ± 0.00003	2.06400 ± 0.00009	文献値
NIST 2583 Indoor Dust	0.8258 ± 0.0043	2.0310 ± 0.0091	0.827 ± 0.006	2.033 ± 0.008	NIES
Sero L1 血液	0.8473 ± 0.0069	2.0636 ± 0.0145			

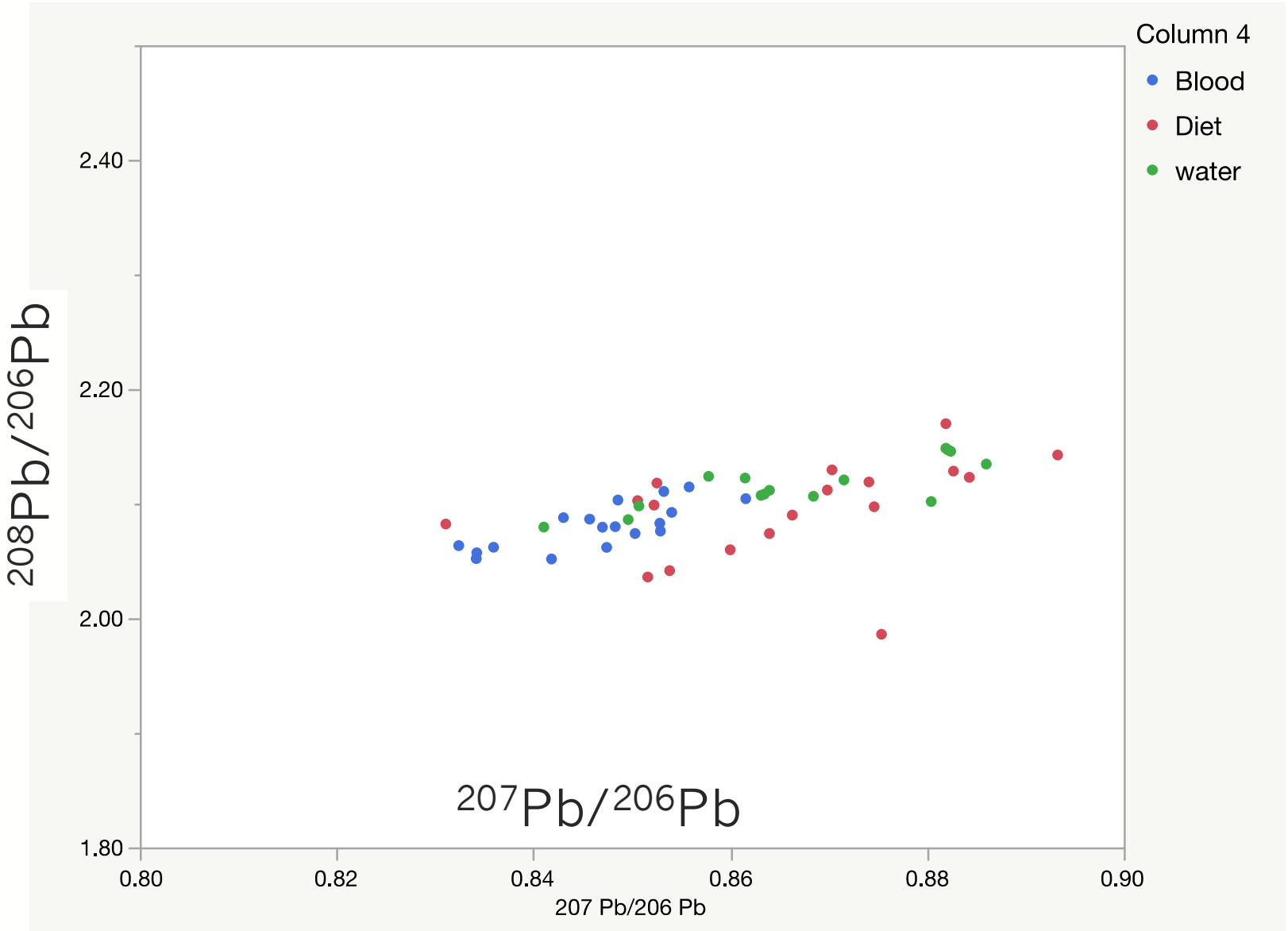


図. ばく露源解析結果

研究1：鉛ばく露源となる各媒体中（食事、土壌、ハウスダスト等）の鉛濃度、各媒体のばく露係数から鉛の推計ばく露量を明らかにする

～研究1のまとめ～

新生児・乳児期

完母 0.08 $\mu\text{g}/\text{日}$
(0.01 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)
人工乳 0.5 $\mu\text{g}/\text{日}$
(0.08 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)
(6kg体重推計)

離乳食期

(0.069 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)

小児期

3.2 $\mu\text{g}/\text{日}$
(0.2 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)

(体重18kg推計)

成人期以降

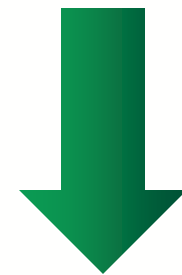
5.5 $\mu\text{g}/\text{日}$
(0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$)

研究2．鉛のバイオモニタリング調査

研究2：バイオモニタリング調査を実施し、幅広い年齢層の鉛レベルを明らかにする

ヒューマンバイオモニタリング調査（**Human Biomonitoring, HBM**）を積極的に進め、大規模に生体試料を集めるために、

簡便に収集できる方法が必要



近年、郵送型の血液検査サービス（生化学検査）などがはじまっていることに着目し、**化学物質曝露を迅速に、簡便に評価することができるようにHBMキットを考案し、実装することとした**

生化学検査キット



測定項目: 中性脂肪、総コレステロール、HDL・コレステロール、尿素窒素、クレアチニン、尿酸、AST(GOT)、ALT(GPT)、 γ -GTP、血糖値、HbA1c、総タンパク、アルブミン

HBMキット

郵送法で収集対象とした試料

指先穿刺による採血



尿



毛髪



水道水
(および浄水)
上水試験法を参考とした



用いる資材についてはブランク試験を実施し、さらにトラベルブランク試験を実施した

<対象者>

WEB登録モニターで参加者を募り、対象者を募集、協力意思確認できた対象者のうち、居住地域、年齢、性別でランダムに選び、同意を取得し、当該キットを送付

<分析>

血液、100 μ L程度、早朝尿、水道水（及び浄水）をICP-MS/MS（Agilent 8900）にて元素分析を実施。分析対象は、マンガン、セレン、ヒ素、水銀、鉛、カドミウム等とした。

血液・尿→アルカリ希釈法

水→酸添加により測定

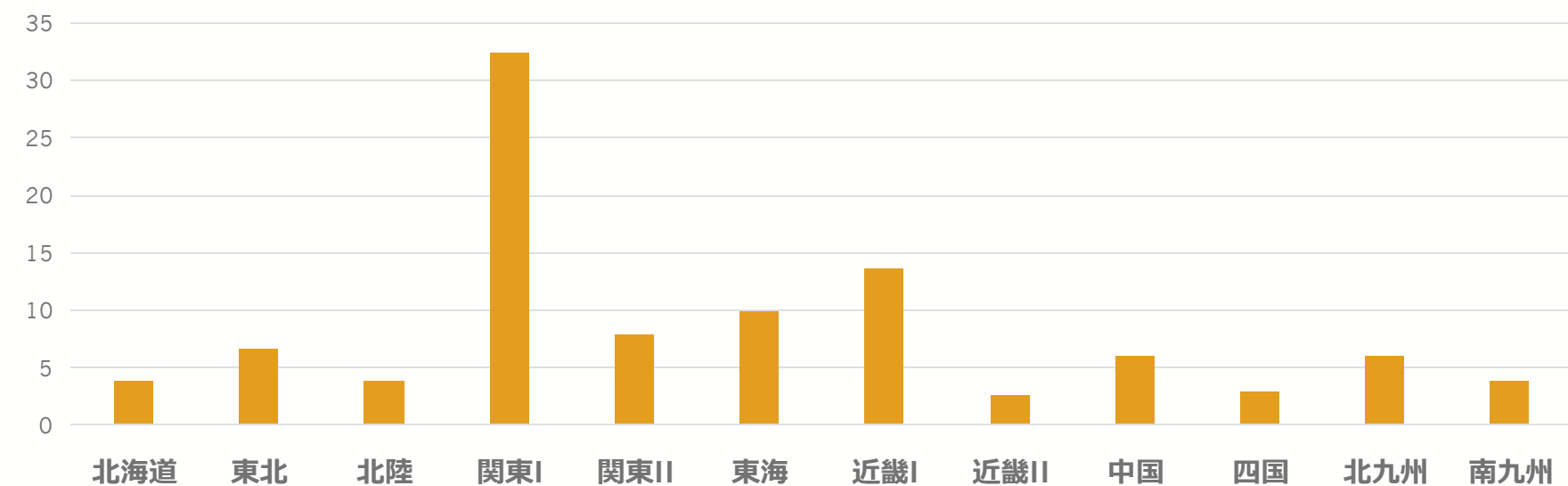


結 果

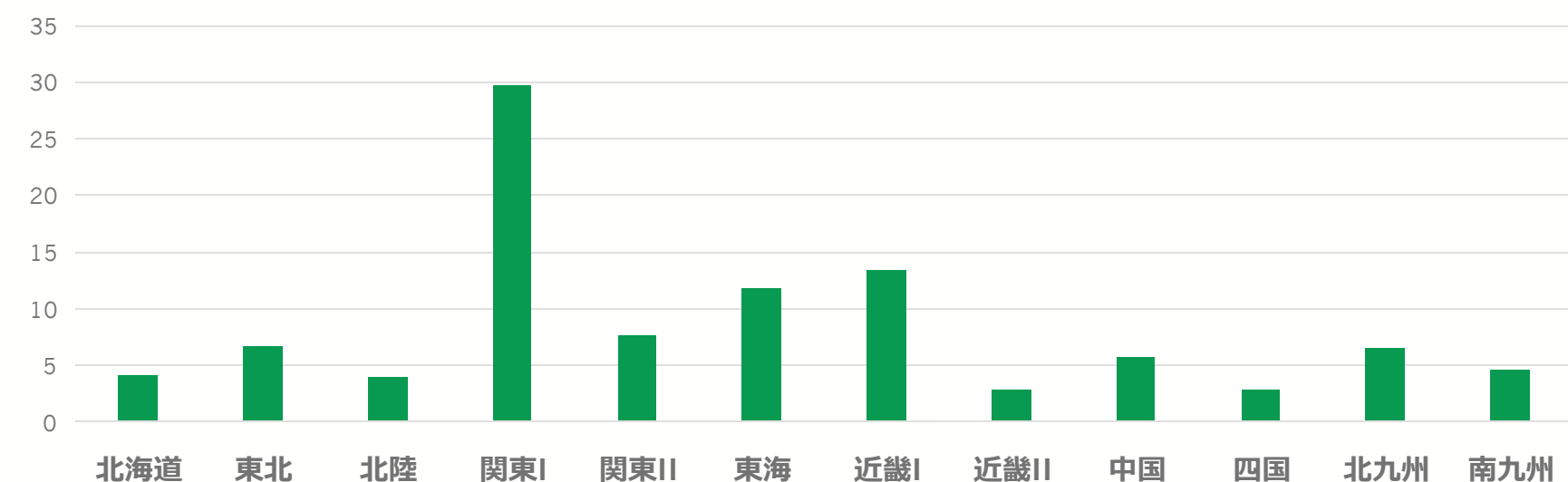
調査協力の得られた657名のうち、1回目は307名中264名から提出、 2 回目は350名中321名から提出があった（回収率はそれぞれ88%、92%）。

ブロック	都道府県名
北海道	北海道
東北	青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県
関東Ⅰ	埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
関東Ⅱ	茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県
北陸	新潟県、富山県、石川県、福井県
東海	岐阜県、愛知県、三重県、静岡県
近畿Ⅰ	京都府、大阪府、兵庫県
近畿Ⅱ	奈良県、和歌山県、滋賀県
中国	鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県
四国	徳島県、香川県、愛媛県、高知県
北九州	福岡県、佐賀県、長崎県、大分県
南九州	熊本県、宮崎県、鹿児島県、沖縄県

調査協力者の割合



日本の人口割合（2023年）



2回目調査時に能登半島地震があり、石川・福井・富山は対象外

提出者583名（平均±SD）
 男性244名(42.5±13.4歳)
 女性339名(40.4±11.5歳)

生化学検査キット

N=566		Median	P5	P95
総タンパク	g/dL	7.5	7.2	7.9
血清アルブミン	g/dL	4.5	4.3	4.6
AST	IU/L	26	19	39
ALT	IU/L	18	8	58
γ-GPT	IU/L	12	5	69
総コレステロール	mg/dL	196	140	260
HDLコレステロール	mg/dL	71	48	103
トリグリセリド	mg/dL	92	45	329
尿素窒素	mg/dL	14.2	8.64	22.3
クレアチニン	mg/dL	0.68	0.48	0.98
尿酸	mg/dL	5	3	7.4
グルコース	mg/dL	100	79	171
HbA1c	%	5.4	5.0	6.6
身長	cm	163	152.6	177.6
体重	kg	60	46	83
収縮期血圧*	mmHg	120	95	143
拡張期血圧*	mmHg	75	57	94
BMI	kg/m2	22.6	18.2	30.7

微量採血

自記式アンケート

*N=318

	Median	P5	P95
Mn µg/L	22.2	11.2	51.6
Zn	8107.1	5517.3	14084.8
As	4.04	1.41	15.3
Se	239.7	169.0	393.5
Cd	1.09	0.32	3.28
Hg	5.29	1.33	17.97
Pb µg/dL	0.98	0.44	2.79

重量ベースで測定したのち、血液比重1.05で換算

エコチル調査での測定結果と、
おおむね同じような曝露レベル

参考文献

1. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2019.
2. https://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport_UpdatedTables_Volume2_Mar2021-508.pdf
3. Int J Hygiene and Environ Health, 2017, 29-35
4. Chemosphere 2016, 270-282
5. Int J Hygiene and Environ Health, 2021, 113822

調査名	登録年	N	Cd ug/L		Pb ug/dL		Total Hg ug/L		対象	国	Ref
			Median	P95	Median	P95	Median	P95			
JECS	FY2010-2013	17997	0.7	1.55	0.63	1.15	3.83	9.26	妊婦	日本	1
NHANSE	2011-2012	7920	0.25	1.5	0.93	3.16	0.64	4.4	全世代	米国※	2
	2015-2016	4988	0.22	1.22	0.78	2.75	0.6	4.25	全世代	米国※	
KoNEHS	2012-2014	6478	0.4	1.36	1.97	4.09	3.05	9.05	大人	韓国※	3
CHMS(MIREC)	2008-2011	1673	0.2	0.74	0.55	1.38	0.56	2.29	妊婦	カナダ※	4
GerES V	2014-2017	720	<0.06	0.23	0.94	1.99			3-17歳	ドイツ※	5

※ヒューマンバイオモニタリング調査

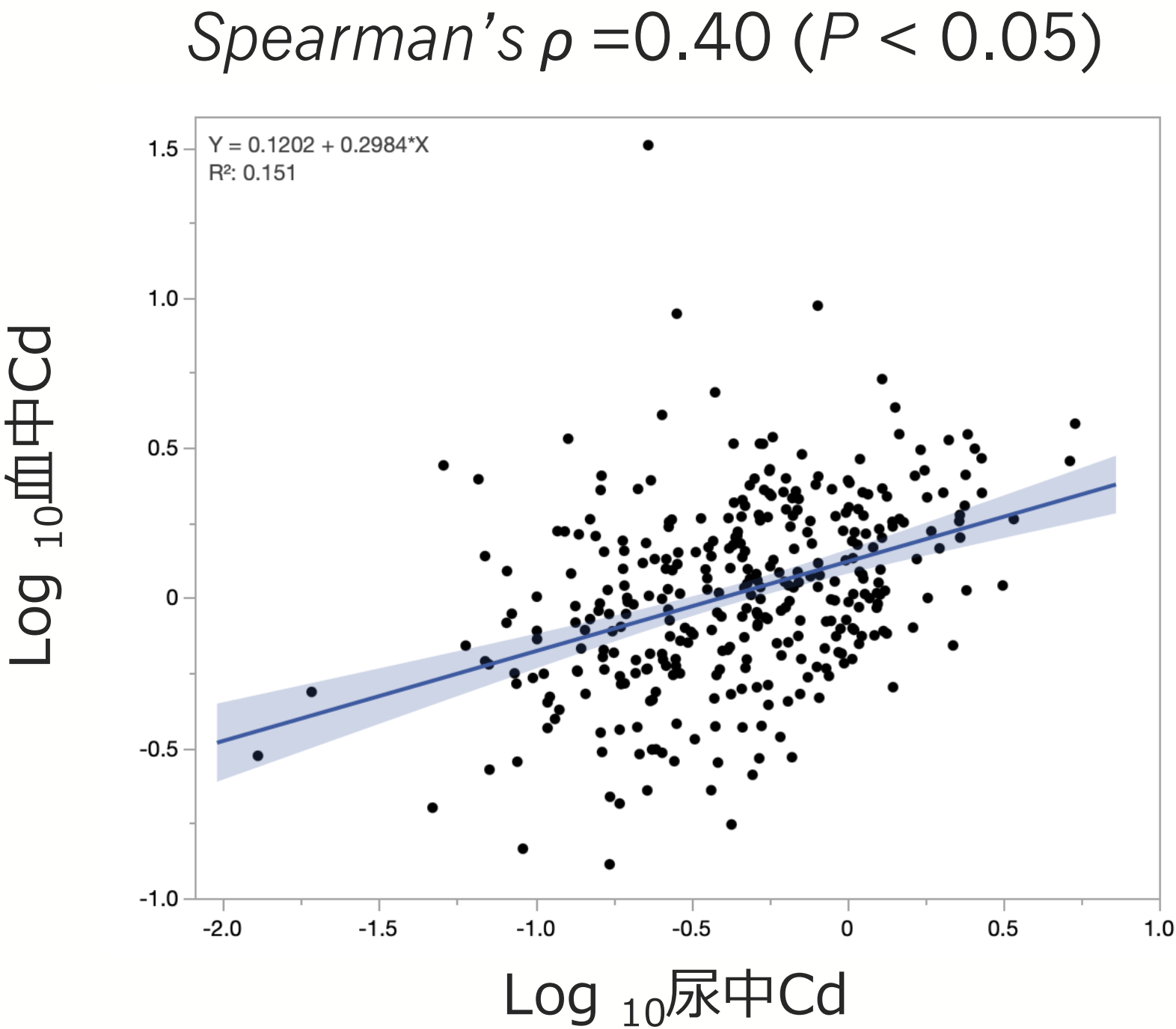
HBMキット

尿中元素分析結果

	本調査			NHANSE	
	Median	P5	P95	Median	P95
Li	24.5	7.8	64.5	NA	
Mn	0.05	<MDL	0.63	0.14	0.55
Cu	4.37	<MDL	19.53	NA	
Zn	382.6	84.7	1093.2	NA	
As	61.9	12.6	257.1	7.7	65.4
Se	31.1	8.8	77.8	NA	
Cd	0.47	0.10	1.92	0.15	0.84
Sb	0.05	0.01	0.16	0.13	0.43
Hg	0.35	0.05	1.58	0.32	1.83
Pb	0.23	<MDL	0.80	0.37	1.49

NA:分析なし

尿は早朝尿を採取,N=584
National Health and Nutrition Examination Survey
(NHANES)



水道水中元素分析結果(N=583)

ng/mL	Median	P5	P95	水道水質基準
Li	1.90	0.21	12.6	NA
Mn	0.15	0.05	1.56	50以下
As	0.31	0.10	1.62	10以下
Se	0.08	<MDL	0.24	10以下
Cd	0.01	<MDL	0.03	3以下
Pb	0.13	0.03	1.68	10以下

浄水中元素分析結果 (N=236)

	Median	P5	P95
Li	2.09	0.17	13.80
Mn	0.17	0.02	2.05
As	0.28	0.04	1.50
Se	0.08	<MDL	0.22
Cd	0.02	<MDL	0.21
Pb	0.02	<MDL	0.43

→低減

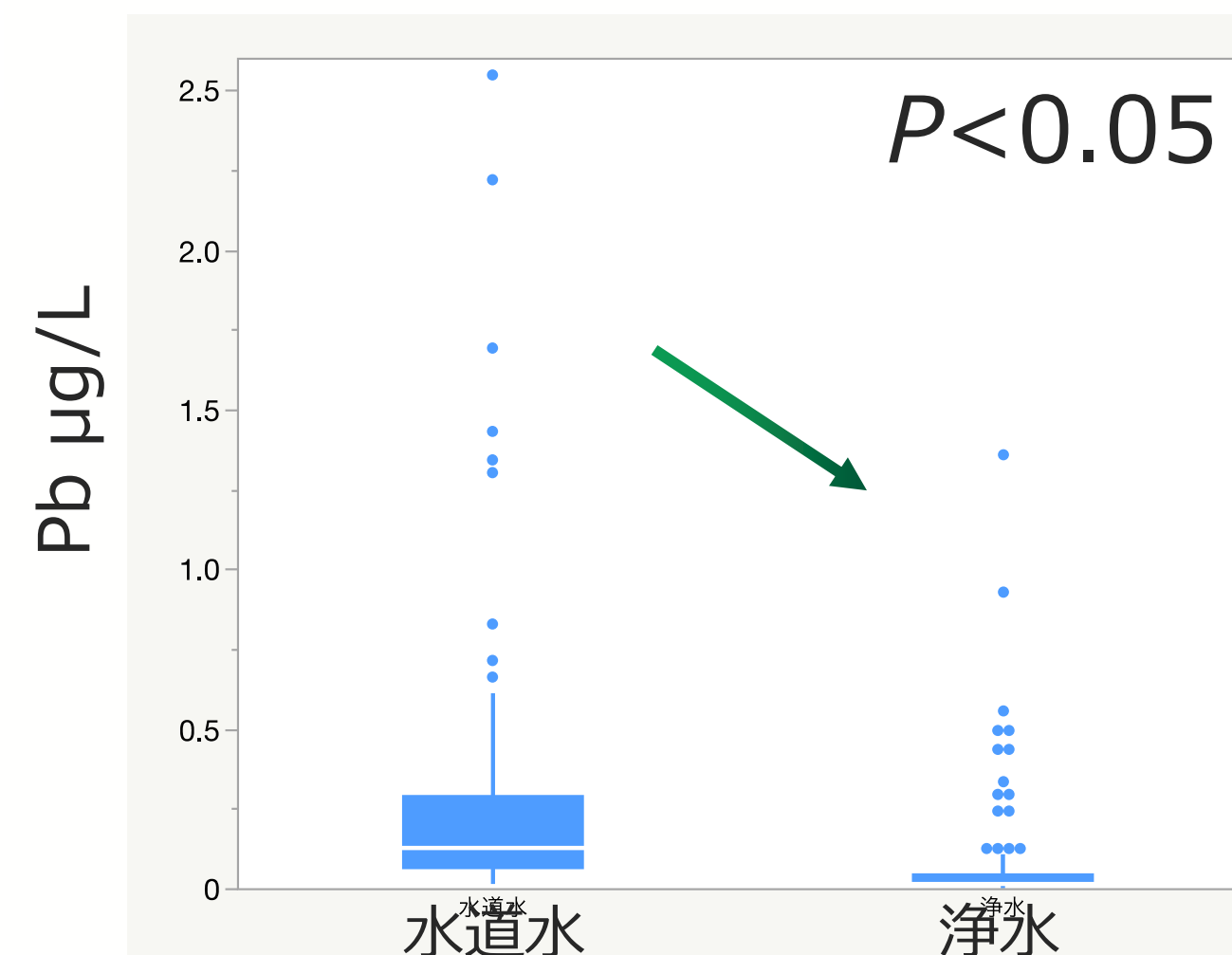
浄水器の使用率

HBM調査 41%

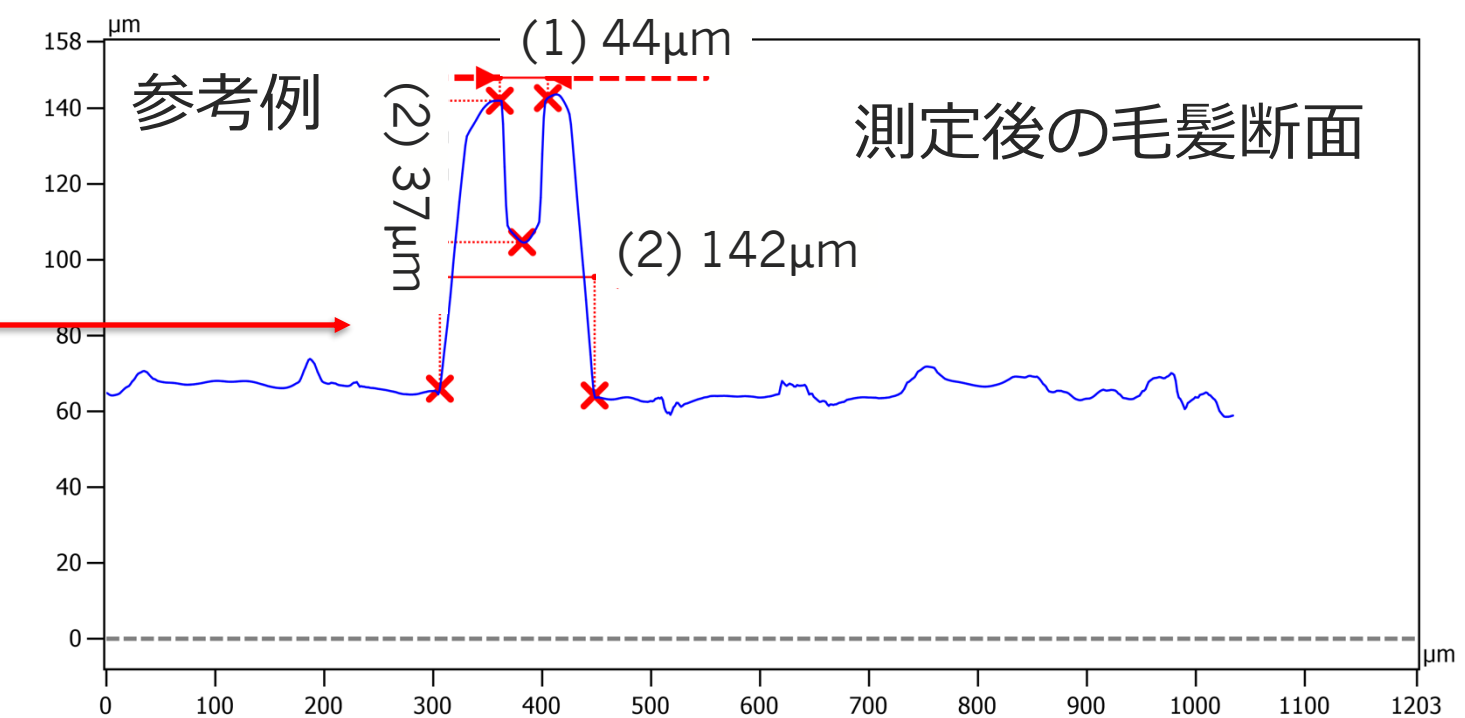
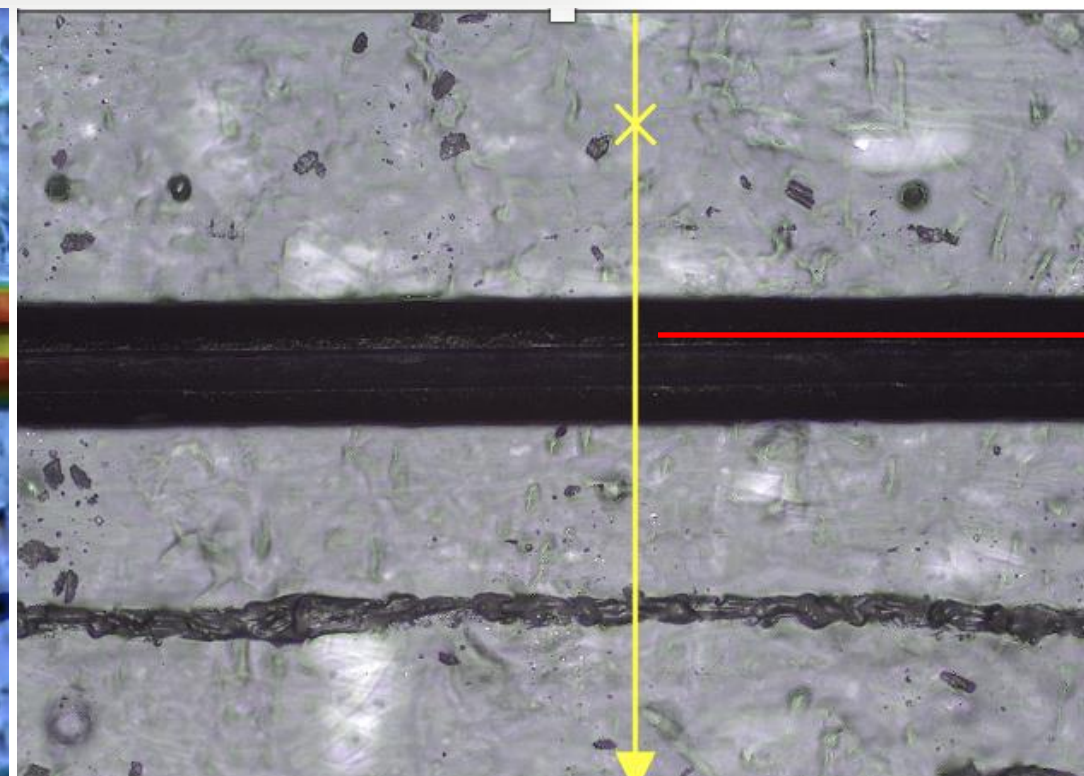
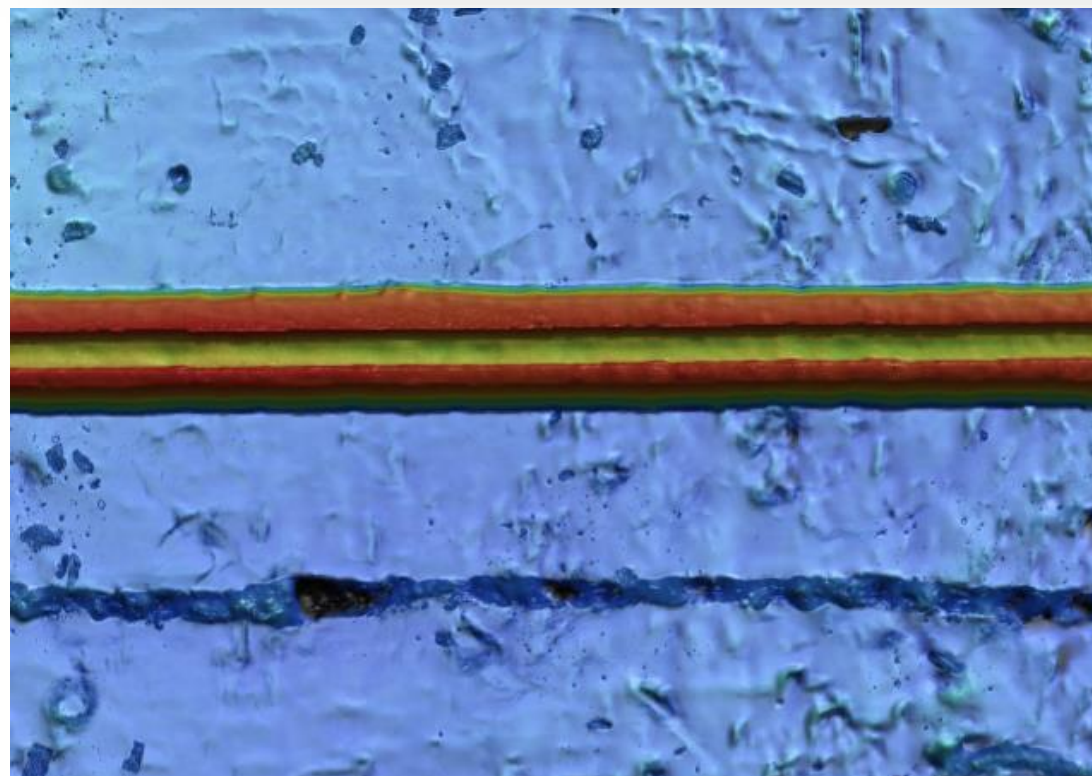
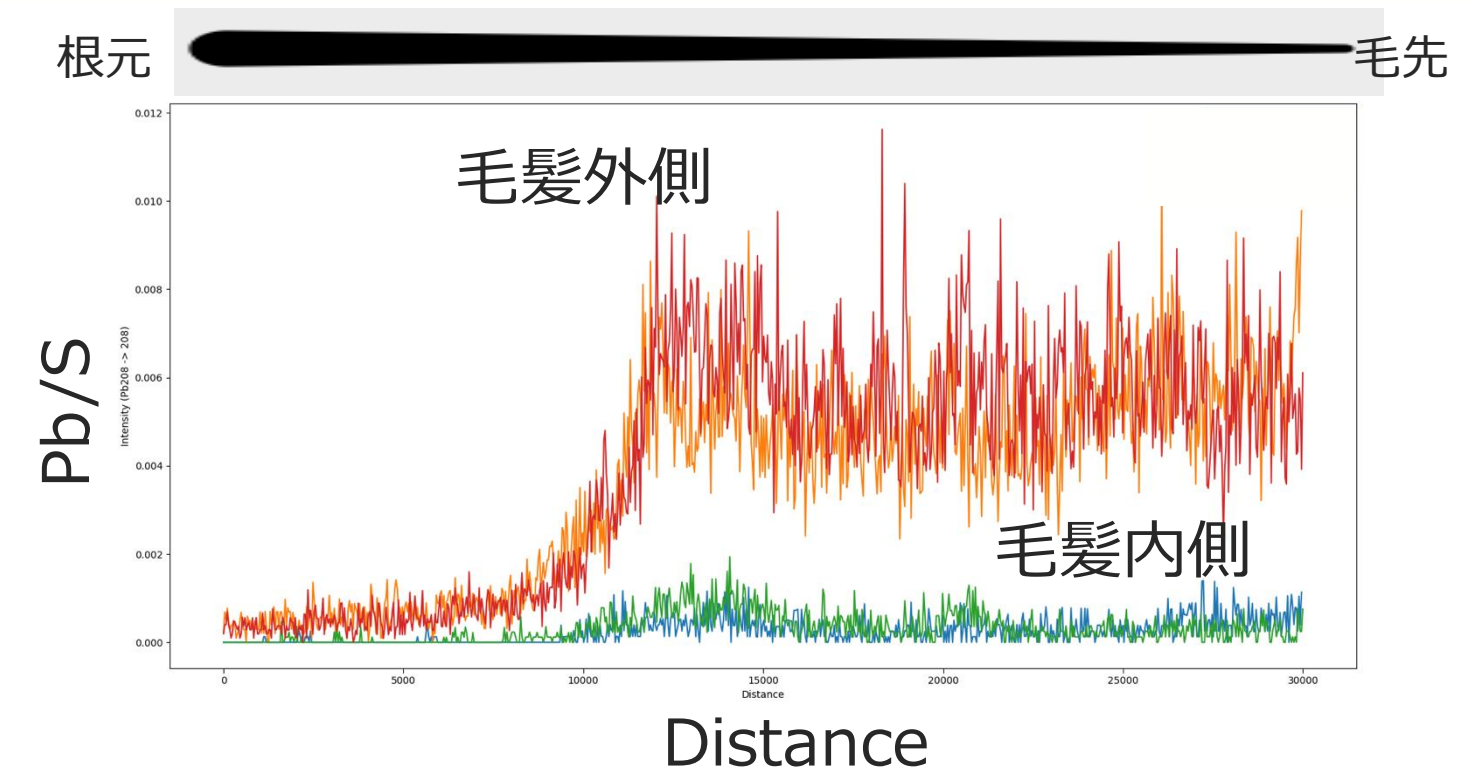
エコチル調査 28%

Iwai-Shimada et al. EHPM(2018) 23:45

Pb10ppb以上6件



毛髪のレーザーICP質量分析（LA-ICPMS）



KEYENCE, LASER MICROSCOPE (VK-X3000)

研究2. 鉛のバイオモニタリング調査

毛髪中鉛レベルの1ヶ月間のばく露推移（HBM調査）

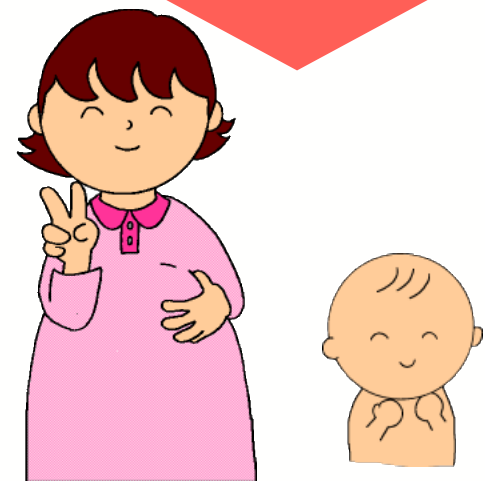


長期的に鉛ばく露が継続している対象者と鉛ばく露が少ない対象者含め、長期的な鉛のばく露推移を確認した

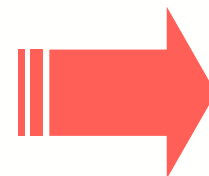
研究3：低濃度鉛ばく露と小児神経発達に関する解析

東北コホート 調査の概要

重金属（HgやPb等）
の環境汚染物質の曝露



発生・発達期にある
神経系への影響



Tohoku Study of Child
Development (TSCD)



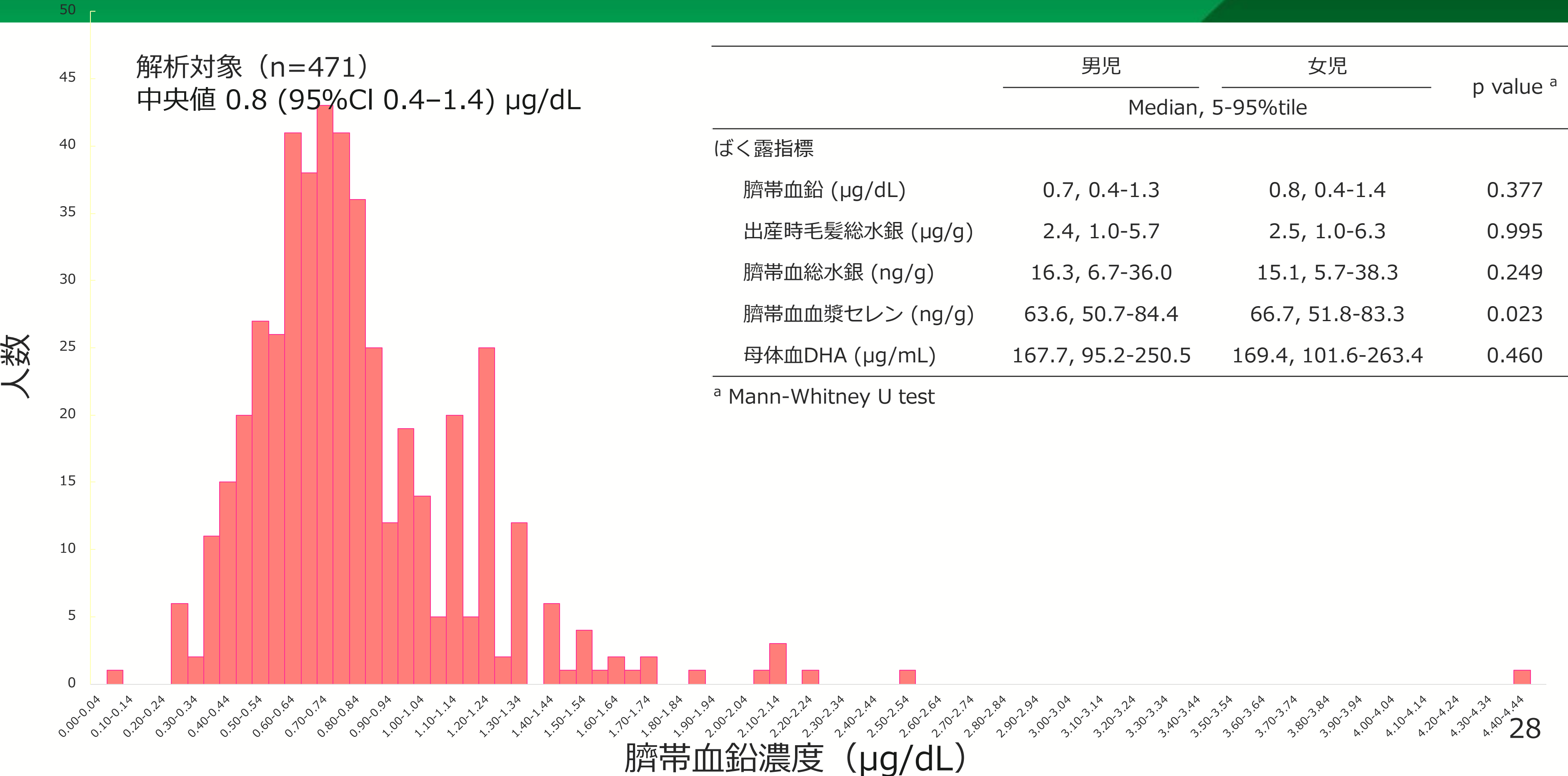
成長後に神経行動学的な影響として検出

神経行動学検査：ブラゼルトン新生児行動評価（NBAS）、ベイリー乳幼児発達検査（BSID）、**カウフマン式児童用アセスメント・バッテリー（K-ABC）**、**ウェクスラー式知能検査（WISC）**、持続的注意集中力検査（CPT）等

解析対象：約1500名の調査対象者のうち、各検査および血中鉛データが揃う対象者を解析

低濃度鉛ばく露と小児神経発達との関連について、複合曝露を考慮した新しい解析を実施

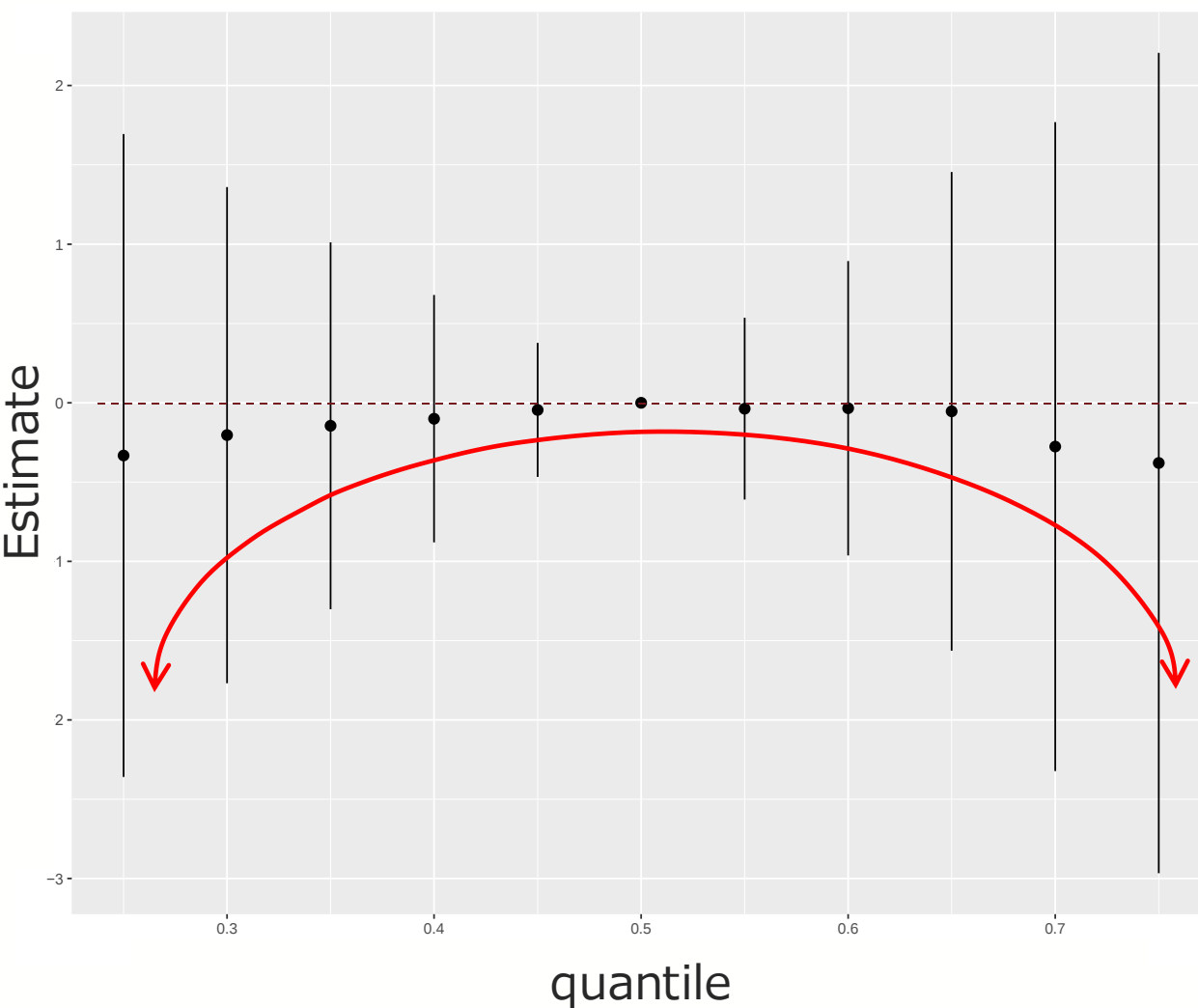
臍帯血鉛濃度の分布



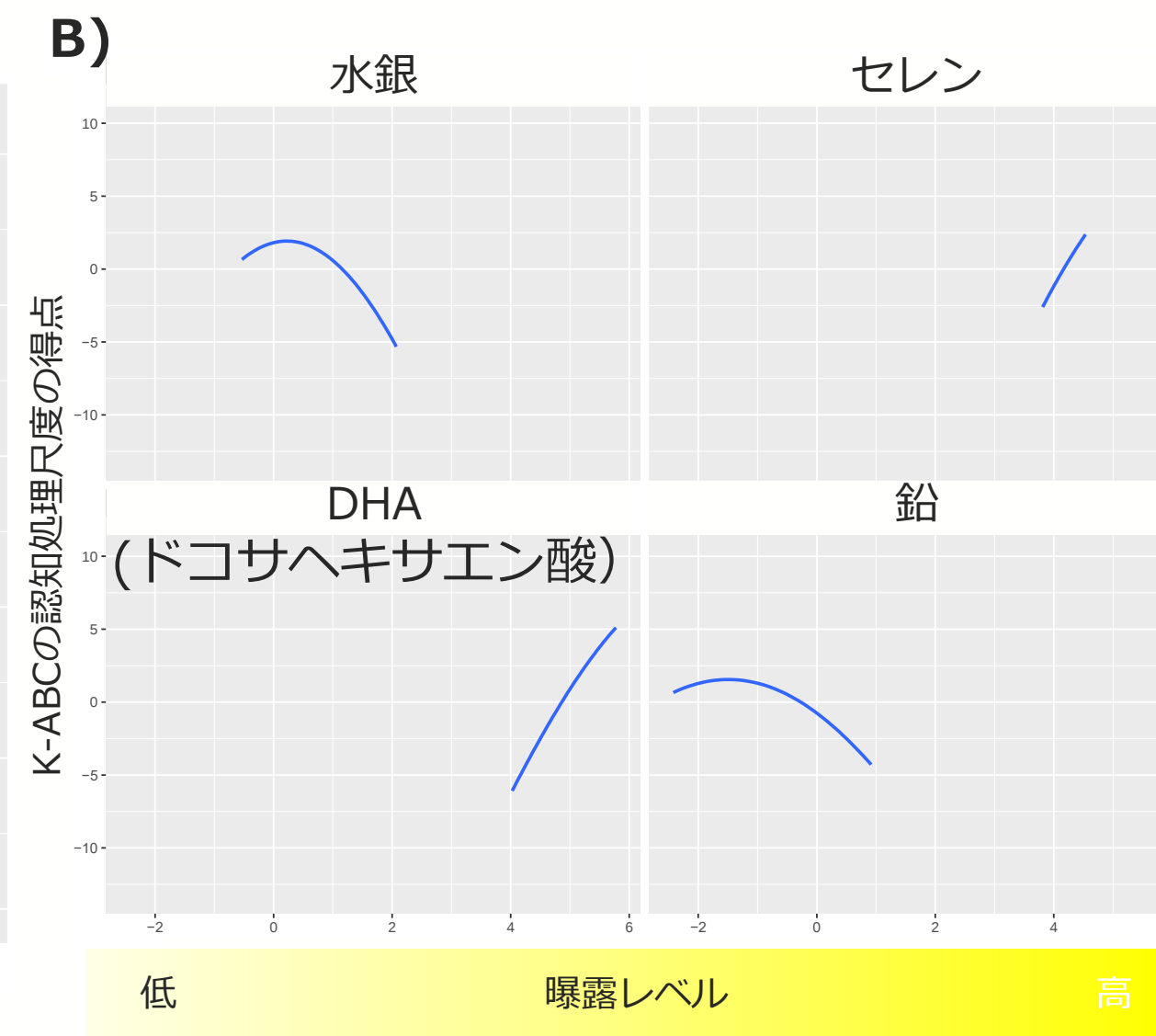
研究3：低濃度鉛ばく露と小児神経発達に関する解析

42ヶ月時のK-ABCの得点とばく露指標 認知処理尺度得点

A)

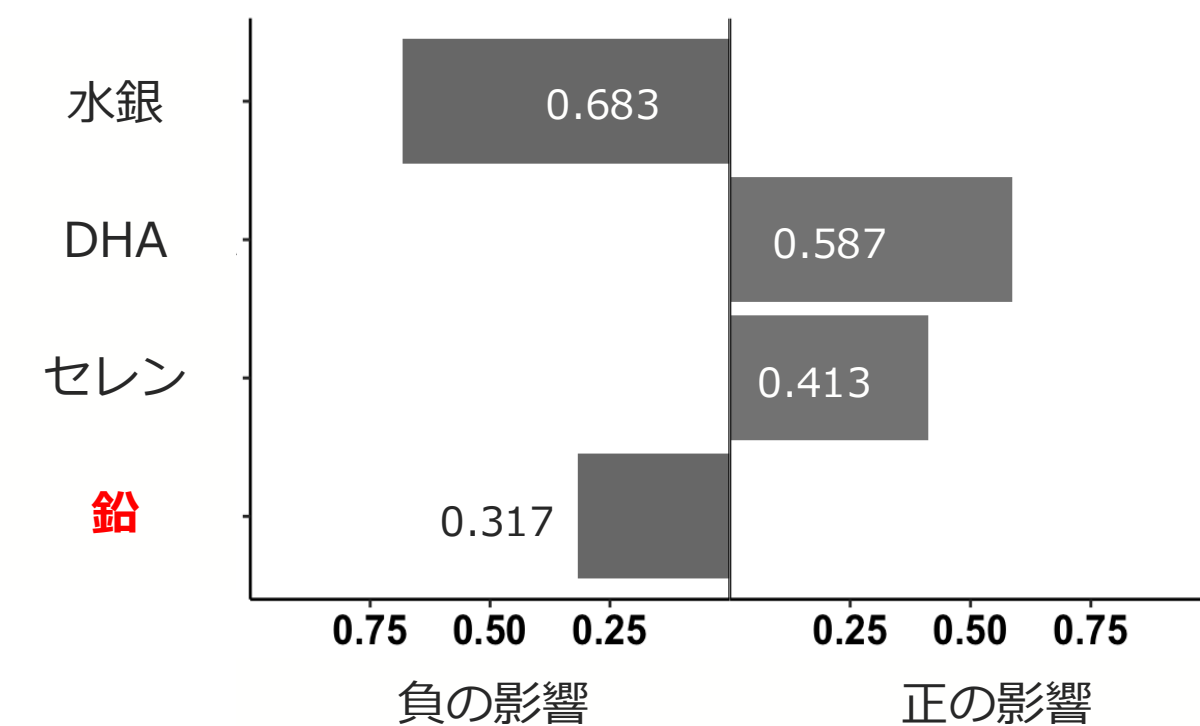


B)



C)

Std $\beta = -0.261$ (CI -3.496, 2.974)



Bayesian kernel machine regression (BKMR) の結果

複合ばく露下における発達影響を調べたところ、逆U字シェイプとなり、これらの濃度が高すぎても低すぎても児のK-ABCの得点を低下させることが示された。

Quantile g-computation

胎児期の水銀・鉛ばく露が児のK-ABCの得点に負の影響を及ぼすとともに、DHA・セレンは正の影響を及ぼすことが示された。

研究4：成人の鉛ばく露と腎機能に関する調査

日立健康研究

The Hitachi Health Study

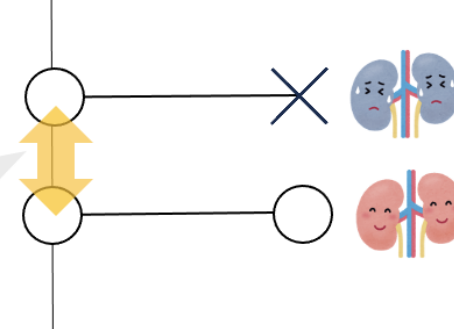
Employees, their spouses,
and retired employees
($n=17,606$)

Men who underwent
abdominal CT examination
and all women, who agreed to
provide blood samples
($n=7,993$)



③マッチング

Matched by
✓ Sex
✓ Age ± 3
✓ eGFR ± 5



②症例定義

CKDの定義
eGFR < 60
または Δ eGFR $\geq 25\%$

①選定



14 years

Case

Control

Case-control study

慢性腎臓病
CKD



2008
Baseline

Follow-up

2022

研究 4 : 成人の鉛ばく露と腎機能に関する調査

対象者の基本属性（マッチング後）

	慢性腎臓病 症例 (n=94)	対照 (n=94)	P
Age (years)	50.9 (6.9)	50.9 (6.8)	0.94
Male	91.5	91.5	1.00
Shift workers	8.6	14.9	0.18
Family history of diabetes	19.1	27.7	0.17
BMI (kg/m ²)	24.6 (3.3)	23.8 (2.8)	0.06
eGFR	76.5 (6.5)	76.5 (6.4)	0.98
Smoking status			
Never	27.7	38.3	0.18
Past	30.9	31.9	
Current	41.5	29.8	
Alcohol drinking, ≥1 go/d	84.1	69.8	0.18
Sleep duration, ≥ 7 h/d	9.6	12.8	0.27
Physical activity, ≥150 min/wk	13.8	12.8	0.83

Data are presented as percentages or mean (standard deviation).

研究 4 : 成人の鉛ばく露と腎機能に関する調査

ng/g	対照群	慢性腎臓病群	P values
	(N=91) 中央値	(N=88) 中央値	
Mg	19918	19648	0.893
Ca	86715	86997	0.647
✓ V	0.229	0.245	*0.036
Mn	0.600	0.629	0.113
Fe	1238.5	1215.7	0.292
Co	0.521	0.518	0.289
✓ Cu	900.4	952.0	**0.006
Zn	863.4	857.0	0.952
As	3.903	4.320	0.759
Se	132.3	132.1	0.274
Br	6238	6153	0.343
Rb	191.8	186.9	0.373
Sr	37.10	35.53	0.955
Ag	0.302	0.316	0.127
✓ Cd	0.033	0.037	#0.094
Sb	2.97	3.12	0.264
I	69.25	67.26	0.679
Ba	0.583	0.595	0.772
✓ Hg	1.81	2.10	#0.076
Tl	0.037	0.035	0.131
Pb	0.092	0.105	0.455

血清中カドミウムや水銀濃度が慢性腎臓病群で高い傾向であったが、鉛について関連は認められなかった

Median, P values by Nonparametric comparisons using Steel test

ま と め

研究1：鉛ばく露源となる各媒体中（食事、土壌、ハウスダスト等）の
鉛濃度、各媒体のばく露係数から鉛の推計ばく露量

→低濃度の鉛ばく露は、 $0.1\mu\text{g}/\text{kg}/\text{日}$ 程度のばく露が生涯に渡って継続し、ばく露を完全に避けることは難しい

研究2：バイオモニタリング調査を実施

→大規模に試料を郵送で収集し、様々な試料の分析を進めた。
浄水器の利用により鉛ばく露が低減

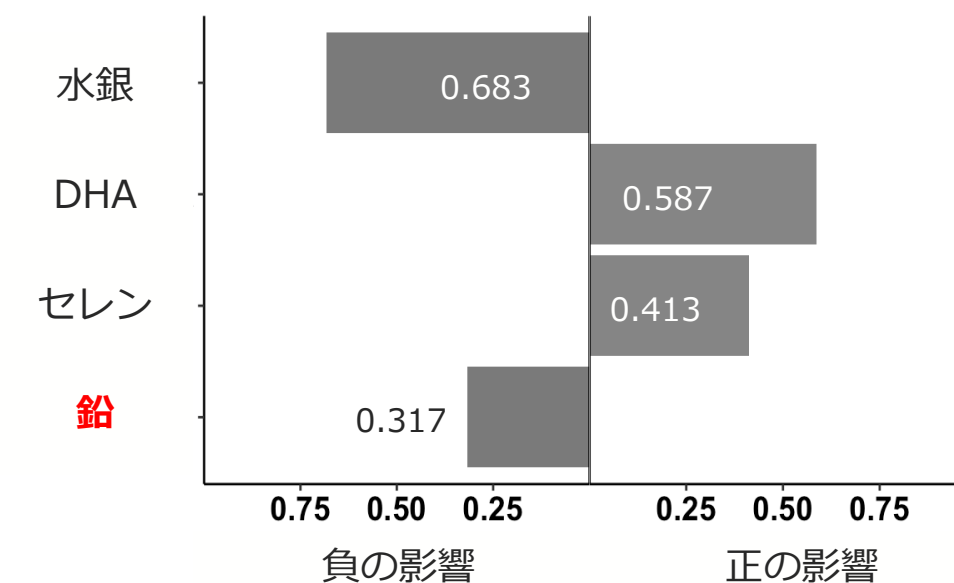
研究3：低濃度鉛ばく露と小児神経発達との関連について複合曝露を考慮した解析

→低濃度ばく露では、子どものK-ABCの得点に負の影響となる水銀と鉛
正の影響となるドコサヘキサエン酸（DHA）とセレン

研究4：成人の鉛曝露と慢性腎臓病との関連

→他の重金属などのばく露の影響が示唆

本研究は鉛のリスク評価に役立つ基礎的な研究に



本研究にご参加いただきました参加者様に深く御礼申し上げます。

本研究は食品健康影響評価技術研究「国内の鉛ばく露の実態と小児の神経発達への影響に関する研究（課題番号：JPCAFSC20222201）」の助成によって実施された。