2026 年 10 月 2 日

株式会社レナテック
国立大学法人筑波大学

～年齢・性別ごとに「高い・低い」を比較する「ものさし」を提示～

1 万 7 千人のデータから
8 種類の微量元素の血清濃度の年齢別・男女別の基準範囲を提示

～レナテック「メタロ・バランス」にて蓄積したデータを筑波大学が解析～

株式会社レナテック（本社：神奈川県伊勢原市、代表取締役：加藤桂、以下「レナテック」）と国立大学法人 筑波大学（所在地：茨城県つくば市、学長：永田恭介、以下「筑波大学」）は、共創の場「つくばデジタルバイオ国際拠点」[*1]の支援を受けて 2018 年 4 月から、泌尿器疾患における体液中の微量元素測定の有用性に関する共同研究を開始するなど、継続的な協力関係を築いてまいりました。

この度、同拠点の継続的な支援のもと、両者が 2021 年 10 月より開始した生体中の微量元素の網羅的測定による診断補助技術に関する共同研究の成果として、これまで大規模な比較指標が乏しかった 8 種類の微量元素(コバルト、ヒ素、セレン、ルビジウム、ストロンチウム、モリブデン、銀、セシウム)について、血清濃度の年齢別・男女別の基準範囲を提示しました。

本成果は、レナテックが「メタロ・バランス」[*2]の開発・提供を通じて蓄積した 1 万 7 千人分のデータを筑波大学が解析することにより得られたものです。

*1 筑波大学、つくば地域をコアに展開する「産・官・学・民」連携によるバイオ分野の学際研究プロジェクト　https://tsukubadigitalbio.jp/

*2 レナテックが開発・提供する、血液中の元素のバランスによるがんリスク評価を目的とした検査システム

【要旨】

・大規模データを用いて 8 つの微量元素(コバルト、ヒ素、セレン、ルビジウム、ストロンチウム、モリブデン、銀、セシウム)の血清濃度の基準範囲を設定することは、公衆衛生・予防医学・環境モニタリングの観点から極めて重要で、次の 3 つの目的に向けた基礎資料として活用が期待される。

1. 環境汚染と健康被害の早期発見
2. 地域の土壌・食習慣による隠れた栄養障害の把握
3. 基礎研究としてのデータ蓄積

・大規模データによる基準範囲の設定は、年齢・性別ごとに測定値を比較するための「ものさし」を作る作業であり、現代の環境医学において不可欠なインフラとなっている。しかしながら、これら 8 元素に関してはこれまで日本の成人の年齢別・男女別の血清基準範囲は十分に整備されていなかった。

・レナテックが「メタロ・バランス」の開発・提供を通じて蓄積したデータを筑波大学が解析。基準範囲の作成には、人数に加え、測定法と品質管理をそろえたデータが必要だが、本研究では、国内 10 施設の成人 17,523 人の血清データを解析し、8 種類の微量元素の血清濃度の年齢別・男女別の基準範囲を提示した。

■背景

大規模データを用いて 8 つの微量元素[注 1)]（コバルト、ヒ素、セレン、ルビジウム、ストロンチウム、モリブデン、銀、セシウム)の血清[注 2)]濃度の基準範囲を設定することは、公衆衛生・予防医学・環境モニタリングの観点から極めて重要で、微量元素の「集団のベースライン」を把握することで、次の 3 つの目的に向けた基礎資料として活用が期待されます。

1. 環境汚染と健康被害の早期発見

   微量元素の体内での働きや健康への影響は、量や化学形態、他の元素との関係によって異なります。「一般的な濃度分布（ベースライン）」を把握しておくことで、水質や土壌などの環境が変化した際に、複数の元素の濃度が普段とどう異なるかを検討できます。

   例えば、魚介類などの食習慣も血中の元素濃度に影響します。基準範囲を環境調査や食事・健康情報と組み合わせることで、環境の変化と健康との関係を調べ、健康影響の早期把握につなげるための基礎資料になります。

2. 地域の土壌・食習慣による隠れた栄養障害の把握

   微量元素の摂取量は住んでいる地域の土壌や食生活の影響を受けます。また、血中濃度には体内での吸収・利用・排泄も関わります。今後、基準範囲を食事・健康情報と組み合わせることで、「食生活の偏り」や「サプリメントの利用による摂取量の変化」が複数の元素の濃度バランスにどう表れるかを検討し、集団レベルの栄養上の偏りを把握する手がかりになります。

3. 基礎研究としてのデータ蓄積

   複数の微量元素の濃度バランスは、体内の状態を一定に保つ「恒常性」の変化を反映する可能性があります。例えば、ストロンチウムはカルシウムと、ルビジウムはカリウムと似た性質を持ちます。大規模データを蓄積することで「加齢による骨密度の低下とストロンチウム濃度の関係」などを調べ、将来の新しい医学的発見（バイオマーカーとしての活用）に繋がることが期待されます。今回の基準範囲は、こうした研究で年齢・性別による違いを考慮するための基盤となります。

このように、大規模データに基づいた血清濃度の基準範囲の設定は、年齢・性別ごとに測定値を比較するための「ものさし」を作る作業であり、現代の環境医学において不可欠なインフラとなっていますが、これら 8 元素に関してはこれまで、日本の成人の年齢別・男女別の血清基準範囲は十分に整備されていませんでした。

そこで本研究では、血液中の元素のバランスによるがんリスク評価を目的としたレナテック「メタロ・バランス」の開発・提供を通じて蓄積したデータを筑波大学が解析し、基準範囲を作成しました。国内 10 施設の成人 17,523 人の血清データから 8 種類の微量元素の血清濃度の年齢別・男女別の基準範囲を提示しました。

■研究内容と成果

2017～2020 年に国内 12 施設で得られた 19,845 件の記録から、対象条件を満たさない記録や重複受検などを除き、10 施設の成人 17,523 人を基本集団としました。誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）[注 3)]で測定した 17 元素のうち、年齢別・男女別の基準範囲が乏しいコバルト、ヒ素、セレン、ルビジウム、ストロンチウム、モリブデン、銀、セシウムの 8 元素を解析の対象としました。

臨床検査の基準範囲に関する国際的な指針（CLSI EP28-A3c）を参考に、極端な値の統計学的処理、分布のゆがみを補正する Box–Cox 変換、推定の不確かさを確認する 2,000 回のブートストラップ解析を行いました。推定に用いた人数は、元素ごとの処理によって異なります。

基準範囲は、集団の濃度分布の中央 95%に相当する範囲として推定しました。20 歳代、30 歳代、40 歳代、50 歳代、60 歳代、70 歳代、80 歳以上の 7 群について男女別に整理し、元素ごとに異なる年齢・性別の特徴を示しました（図 1、表 1）。採血年や施設による違いも検討し、差の大きさが全体として小さいことを確認した上で、データをまとめて基準範囲を算出しました。

本研究により、これまで大規模な比較指標が乏しかった 8 種類の微量元素について、1 万 7 千人のデータから、年齢・性別ごとに測定値を比べる基準範囲、いわゆる「ものさし」が整えられました。

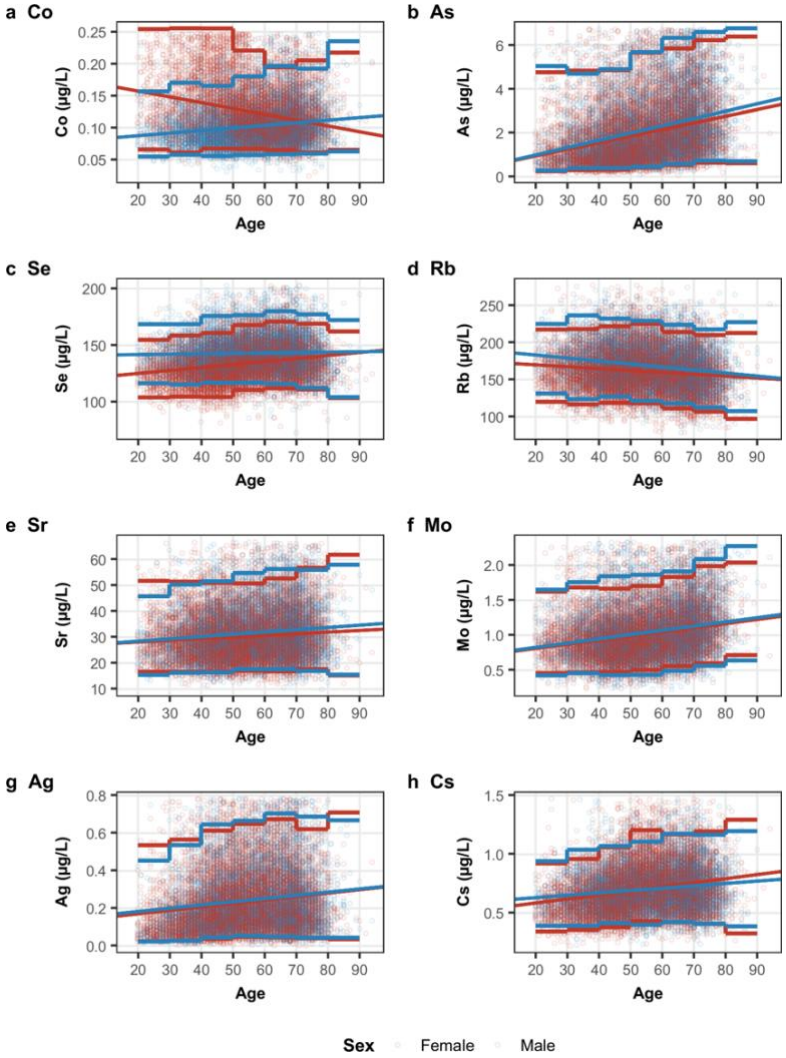
■今後の展開

本成果は、微量元素と食事・生活環境・疾患との関係を調べる際に、年齢・性別による違いを考慮するための参照資料となります。また、検査の開発・提供を通じて蓄積されたデータを、後続の研究でも参照できる比較の基盤へと展開した点に意義があります。

ただし、この基準範囲は、任意検査の参加者集団における濃度分布を表し、健康・病気や有害・無害を分ける境界ではありません。また、本研究では、がんの判定精度は評価していません。今後は、健康状態を詳しく確認した集団や地域構成の異なる集団で検証し、測定法が異なる場合の適用可能性も確認する必要があります。ヒ素など、化学形態によって性質が異なる元素の健康影響を評価する場合は、研究目的に応じて化学形態別の分析も組み合わせます。

<参考図>

図 1　本研究で算出した 8 種類の微量元素の年齢別・男女別の血清基準範囲



横軸は年齢（Age、歳）、縦軸は血清濃度（μg/L）です。赤が女性、青が男性を示します。階段状の線は各年代の基準範囲の上限と下限、丸印は参加者ごとの測定値、直線は年齢と濃度の関係を要約した線形回帰直線です。

(a) コバルト、(b) ヒ素、(c) セレン、(d) ルビジウム、(e) ストロンチウム、(f) モリブデン、(g) 銀、(h) セシウム。年代間の比較であり、同じ人を長期間追跡した変化を示すものではありません。

出典：掲載論文の Figure 2。

<参考表>

表 1　8 種類の微量元素にみられた主な年齢・性別の特徴

元素	主な年齢・性別の特徴
コバルト（Co）	全体として女性が男性より高い値を示しました。女性の基準範囲の上限は 20〜49 歳で高く、50〜69 歳で低い特徴がありました。
ヒ素（As）	男女とも、高齢群ほどおおむね高い傾向がみられました。測定値は、化学形態を区別しない総ヒ素の濃度です。
セレン（Se）	男性では比較的安定し、女性では 60〜69 歳まで高くなる傾向を示した後、それより高齢の群で低下しました。
ルビジウム（Rb）	男女とも、高齢群ほどおおむね低い傾向がみられました。
ストロンチウム（Sr）	基準範囲の上限は高齢群で高くなる傾向を示し、特に 70 歳以上の女性で目立ちました。
モリブデン（Mo）	男女とも、高齢群ほど高い傾向がみられました。
銀（Ag）	高齢群で高い傾向がみられ、年代別のパターンには上昇と低下が混在しました。
セシウム（Cs）	高齢群で高い傾向がみられ、年代別のパターンには上昇と低下が混在しました。

各年代の異なる参加者集団を比較した結果です。年齢・性別による違いの原因や、個人の健康状態を判定する基準を示すものではありません。

<用語解説>

注 1）微量元素

人体や自然界にごくわずかに存在する元素。体内での働きや健康への影響は、量や化学形態、他の元素との関係によって異なる。

注 2）血清

採血した血液を固まらせた後、遠心分離によって血球などを取り除いて得られる上澄みの液体。

注 3）誘導結合プラズマ質量分析法（ICP-MS）

試料に含まれる複数の元素を、ごくわずかな量でも測定できる分析法。本研究では血清を酸で処理し、各元素の総濃度を測定した。

<研究資金>

本研究は、日本学術振興会科学研究費助成事業（21K16737、23K15756、26K19951）、科学技術振興機構 共創の場形成支援プログラム JPMJPF2017「つくば型デジタルバイオエコノミー社会形成の国際拠点」、および経済産業省戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン／Supporting Industry Program、2016〜2018 年度、事業番号 2831412036）の支援を受けて実施されました。また本研究は、筑波大学と株式会社レナテックの共同研究契約に基づいて行われました。

<掲載論文>

【題　名】Age- and sex-stratified serum reference intervals for eight trace elements in a large Japanese screening cohort.

（日本の大規模スクリーニングコホートにおける 8 種類の微量元素の年齢・性別層別血清基準範囲）

【著者名】 田中隆造 1、小栗朋子 2、清水拓弥 3、藤本俊介 3、志賀正宣 4、南雲義之 4、神鳥周也 4、池田篤史 4、古城公佑 4,5、西山博之 4,5

1 日立総合病院泌尿器科

2 産業技術総合研究所安全科学研究部門

3 株式会社レナテック 分析研究センター

4 筑波大学医学医療系腎泌尿器外科

5 筑波大学つくば臨床医学研究開発機構（T-CReDO）

【掲載誌】 Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology

【掲載日】 2026 年 9 月 1 日（オンライン公開日）

【DOI】 10.1038/s41370-026-00968-2

【本件お問い合わせ先】

株式会社レナテック 広報担当

E-mail: ikeda@renatech.net

筑波大学広報局

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

Renatech
Recycling - Ecology for Nature Technology

日本人約1.7万人の血液データから微量元素の「精密な基準範囲」を確立

株式会社レナテックの技術優位性と今後の展望

株式会社レナテック 分析研究センター

なぜ1.7万人の高品質データを集め・測れたのか？

全国で統一された「採血プロトコル」

日内変動の排除：採血時間を「午前9～12時」に統一

微量汚染の防止：採血針・採血管・前処理手順を自社基準で統一

10億分の1（ppb）レベルを捉える「高精度ICP-MS分析」

50mプールにスプーン1杯程度の微量元素を

高感度かつ安定して17元素同時に測るICP-MS分析基盤。



「採血現場の品質管理」×「高度な分析技術」により、
施設間・年次間誤差の極めて少ない、世界に誇れる高品質データセットが実現

がんリスク検査・認知リスク検査

Metallo-balance



「17元素の多変量解析により、極めて高い判別精度（AUC0.8以上）を実現」

今回の1.7万人を含むデータが『健康な基準』としてすでに組み込まれ、稼働中

はばたく300社

KANAGAWA HIGH-TECH GRAND-PRIX
第38回 神奈川工業技術開発大賞
「未来創出賞」受賞

KANAGAWA ME-BYO BRAND

がん・認知症から「新たな疾患・新たな検体」への応用拡大へ

確立された「正常基準」による信頼性

当社の「**メタロ・バランス検査**」は、すでにこの1.7万人規模のデータが「健康な基準」として組み込まれ、がんや認知症のリスクを高精度に判別

さらなる疾患スクリーニングへの応用

今回の「正常なものさし」をベースにがん・認知症以外の疾患（パーキンソン病や緑内障など）サインを発見する研究を進める

尿など非侵襲検体へのプラットフォーム拡張

採血の痛みを伴わない「尿」などの体液へと対象を広げ、より負担の少ないスクリーニングや臨床研究支援を実現

