

ウラン移動に係る水試料の採水及び水質分析
仕様書

令和7年8月
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
人形峠環境技術センター
鉦山施設課

1. 件名

ウラン移動に係る水試料の採水及び水質分析

2. 目的及び概要

本仕様書は、日本原子力研究開発機構 人形峠環境技術センター（以下、原子力機構）で実施している環境研究の一環として、ウラン移動に係る水試料の採水及び水質分析を行うものである。

受注者は水試料の汚染（コンタミネーション）、採水および分析方法、関係法令等を十分理解し、受注者の責任と負担において計画立案し、本作業を実施するものとする。

3. 作業実施場所

・池河川集水域および十二川集水域、上齋原地区

4. 納期

(1) 水試料（ポリエチレン瓶500ml）10本：令和7年12月25日

(2) その他（上記以外）：令和8年3月31日

5. 契約内容

5. 1 作業範囲及び項目

(1) 水試料の採水 1式

(2) 水試料の分析 1式

(3) 分析後の残試料の廃棄 1式

(4) 分析結果の報告 1式

5. 2 作業内容及び方法等

(1) 水試料の採水

作業範囲と採水地点の候補は、図-1に示す。採水地点と採水日は別途、原子力機構と協議の上、決定する。なお、本件は地下水の水質を確認するため、採水時は降水の影響を避けること。採水時期は渇水期の11月～12月頃とする。

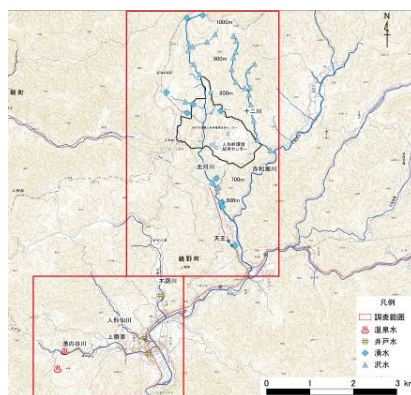


図-1：作業範囲と採水地点の候補

(2) 採水方法と前処理方法

採水方法および前処理方法は、全国レベルのウラン濃度のデータとの比較のため、「望月陽人，杉山雅人；本邦河川水中の自然レベルウラン，陸水学雑誌，73，89-107，2012」に従う。なお、採水、前処理、分析に用いる備品・消耗品・装置等は相当品可とする。

- ① 採水は、河岸から直接ポリエチレン瓶(1Lおよび500ml)に採水する。
- ② Nalgene製低密度ポリエチレン瓶を沢水もしくは湧水で三回共洗いする。
- ③ 採水時には、スマートフォン等を用いて各採水地点のGPS情報を記録する。
- ④ 水試料（ポリエチレン瓶500ml）は $\delta^{18}\text{O}$ ・ $\delta^2\text{H}$ の分析を別途行うため、令和7年12月25日までに第8項に示す納入場所に納品すること。
- ⑤ 水試料（ポリエチレン瓶1L）は採水当日にクリーンルーム等が整備された実験室へクール便にて発送する。
- ⑥ 水試料（ポリエチレン瓶1L）の到着後、直ちにろ過を行う。ろ過はWhatmann製ヌクレポアフィノレター(孔径 $0.4\mu\text{m}$)，あるいはポリエチレン注射器に取りつけたMillipore製PVDPフィノレターMILLEX（孔径 $0.45\mu\text{m}$ ）を用いて行う。
- ⑦ ろ液はNalgene製低密度ポリエチレン瓶(125mL) 2本に採取し，一方を陽イオン濃度測定用，もう一方を陰イオン濃度測定用とすること。陽イオン濃度測定用のろ液には関東化学製の超高純度硝酸(60%)を直ちに添加し，ろ液中の硝酸濃度が約 0.02mol L^{-1} となるように調製する。

(3) 水試料の分析

水試料の分析方法は、全国レベルのウラン濃度のデータとの比較のため、「望月陽人，杉山雅人；本邦河川水中の自然レベルウラン，陸水学雑誌，73，89-107，2012」に従う。

なお、採水、前処理、分析に用いる備品・消耗品・装置等は相当品可とする。

分析項目と試料数は、表-1に示す。また、各元素の定量下限目標値を表-2に示す。

表-1 水試料の分析

分析項目	試料数	1 試料の容量
pH, EC, Eh, DO の測定	10	1L
主要元素(Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO_4 ,) アルカリニティー(HCO_3 , CO_3) 微量元素(Br, Li, Sr, U, Th)	10	1L

表-2 主要元素と微量元素の定量下限目標値

	主要元素						
	Na	K	Ca	Mg	Si	Cl	SO ₄
定量下限 目標値	0. 1mg/L		0. 2mg/L	0. 1mg/L	0. 05mg/L	0. 1mg/L	
	微量元素						
	Br		Li	Sr	U	Th	
定量下限 目標値	0. 001mg/L		1. 0ng/L	0. 05mg/L	0. 2ng/L		
	アルカリニティー						
	CO ₃		HCO ₃				
定量下限 目標値	0. 1mg/L		0. 1mg/L				

【pH, EC, Eh, DOの測定方法】

- ① 現場において、堀場製作所製の多項目水質計U-10、東亜DKK製の電気伝導度計CM-21P、および東亜DKK製の溶存酸素計DO-24Pを用いて、水温、電気伝導度、溶存酸素濃度を測定する。pHを比色法あるいは電極法で測定する。
- ② 実験室において、前処理よりも前に同様の測定を行う。

【主要元素(Na, K, Ca, Mg, Si, Cl, SO₄)の分析方法】

- ① Na, Kは、日本ジャーレル・アッシュ製AA-845型原子吸光分析装置あるいはPerkin Elmer製誘導結合プラズマ発光分析(ICP-AES)装置 Optima5000DVによって測定する。
- ② Ca, MgおよびSiは、セイコー電子工業製ICP-AES装置 SPS400あるいはPerkinElmer製ICP-AES装置 Optima 5000DVによって測定する。
- ③ 以上5元素の標準溶液には、和光純薬工業製の各元素の原子吸光測定用溶液(各1,000ppm)をMQ水で適宜希釈したものを用いる。
- ④ Cl, SO₄は、イオンクロマトグラフィーによって測定する。装置は日立製作所製のL-7000型高速液体クロマトグラムLaChrom、カラムは東ソー製のTSKgel IC-Anion-PWを用いる。溶離液は、ナカライテスク製のフタル酸水素カリウムをMQ水で溶解して1mmol L⁻¹とし、pHを6.5に調整したのち脱気したものを用いる。標準溶液には、デシケーター内で乾燥させた硫酸カリウムおよび塩化ナトリウムの固体を秤量し、MQ水で適宜希釈したものを用いる。

【アルカリニティーの分析方法】

- ① プロモクレゾールグリーンーメチルレッド溶液(MR-BCG)を用いた滴定法によって測定する。これは、陰イオン濃度測定用の試水25mLに和光純薬工業製のMR-BCG(滴定用)を3滴加え、和光純薬工業製の0.05mol L⁻¹硫酸(容量分析用)を希釈した0.005mol L⁻¹硫酸溶液で滴定する方法である。終点はpH4.8とし、その判断には試水の呈色(灰紫色)およ

び堀場製作所製のpHメーターM-11の測定値を用いる。

【微量元素（U）の分析方法】

- ①Uの測定には、Thermo Fisher Scientific製誘導結合プラズマ質量分析(ICP-MS) 装置 Element2を使用する。また、装置の感度変化や試料間での粘性の違いによる影響を、Biを用いた内標準法により補正する。具体的な方法は以下のとおりである。
- ②ポリエチレンスピッツに試水10mLをとり、1 mgL⁻¹ Bi溶液と関東化学製の超高純度硝酸(60%)を各100 μL添加してから分析に供する。装置は低分解能、滞在時間1msに設定する。濃度の算出には²³⁸Uのカウント数ではなく²³⁸U/²⁰⁹Biのカウント数比を用いる。また、10個の試料測定につき1回、標準溶液(濃度が最大のもの)を測定し、そのカウント数比を用いて、内標準法では補正できないドリフトも適宜補正する。
- ③U標準溶液にはMerck製のICP-MS用多元素標準溶液(10 mg-U L⁻¹)を、内標準用Bi溶液には和光純薬工業製の原子吸光測定用溶液(1,000ppm)を、それぞれMQ水で適宜希釈して用いる。

【U濃度分析に関する性能要件】

(1) 検出限界

ICP-MSによるウランの定量分析においては、Biを用いた内標準法により、検出限界は0.39 ng/L (S/N=3.28) とする報告がある(望月&杉山, 2012)。本業務においてもこれと同等の感度を目安とし、必要に応じて測定前に確認試験を行うこと。

(2) 再現性

ウラン標準液(30 ng/L および 300 ng/L)を10回測定した際の相対標準偏差は、それぞれ1.03%、0.631%であった(望月&杉山, 2012)。本仕様書においても同等の再現性を確保すること。

(3) 精度

日本分析化学会認証の河川水標準物質(JSAC 0302-3)を10回測定した結果、平均値3.05±0.12 ng/L(認証値: 3.1±0.1 ng/L, 95%信頼限界)が得られており、良好な精度が報告されている(望月&杉山, 2012)。測定精度の妥当性を検証するため、同様の標準物質もしくはスパイク回収試験を行うこと。

【微量元素（Br, Li, Sr, Th）の分析方法】

- ①Br, Li, Sr, Thの測定には、JIS規格に定めるICP-MSまたはイオンクロマトグラフィー等によって測定する。前処理(例えば、樹脂カラム等で濃縮)を行い、極低濃度まで測定することを目指す。

(4) 分析後の残試料の廃棄

関係法令、自治体の指示に従い、受注者の責任で廃棄する。

(5) 分析結果の報告

水試料の前処理方法、分析方法、分析結果を取りまとめ、電子データまたは原子力機構の指示する様式で報告する。

5. 3 採水作業日及び作業時間

採水作業の日時は以下とする。

(1) 採水作業日

原則として、原子力機構職員の出勤日に合わせることを。

(2) 作業時間

原則として、8時30分から17時00分とすること。

6 支給物品及び貸与品

- ・原子力機構は、申請等により原子力機構が所有している資料等で必要なものを貸与する。資料の貸与を受ける場合はそのリストを作成し、原子力機構の承諾を得ること。
- ・前述の場合において、貸与期間中は受注者による適切な管理を行い、業務完了時には全てを返却すること。
- ・電力及び工業用水の支給（可能な範囲）
- ・その他、協議により必要と認められるもの

【特記事項】

- ・受注者は必要に応じて適切な前処理を行い、信頼性の高い値を算出すること。
- ・受注者は、本件で使用する測定装置等の機器類を自己の責任と費用負担により準備すること。
- ・これらの機器類は、分析を完了させることができるよう十分な能力と耐久性を持たせること。
- ・受注者は本分析依頼に必要な試薬、器具類等の備品、消耗品を自己の責任と費用負担により調達すること。
- ・受注者が調達する資機材の品質は、仕様書に適合するものとする。
- ・仕様書に、特に品質の規格が指示されていないものは、分析依頼の目的に適する JIS 規格に従うものとする。
- ・これらの資機材について原子力機構が不適合または不十分と認めた場合は、変更を行うよう受注者に命ずることができる。この場合、受注者は原子力機構の指示に速やかに従うこと。
- ・分析試料状況等を理由として良好なデータ取得が行えない場合には、必要な措置を講じた上で再測定を実施するとともに、速やかに原子力機構に報告して、その指示に従うこと。

7. 提出書類

表-2 に示す提出物を、以下のとおり、指定日までに指定部数提出する。

- ・提出場所は、「原子力機構 鉦山施設課」とする。
- ・提出物の内容及び様式については、原子力機構の指示に従うこと。
- ・提出図書は原則として A4 判、図面は A4 判あるいは A3 判サイズで作成すること。
- ・記録媒体を示すものについては指定された媒体で納入すること。

表-2 提出図書

提出図書	書式	提出時期	数量	備考
作業計画書		契約締結後速やかに	1 部	
品質保証計画書		契約締結後速やかに	1 部	
現場代理人届	○	契約後 14 日以内	1 部	現場代理人を選任した時
委任又は下請負等の承認について	○	その都度	1 部	委任又は下請け業者を使用する場合
安全組織・体制図	○	調査着手 7 日前		
リスクアセスメントシート	○	調査着手 7 日前	1 部	必要に応じて
一般安全チェックシート	○	調査前	1 部	必要に応じて
KY 実施記録	○	実施日後	1 部	必要に応じて
作業日報		翌朝のミーティングまで	1 部	必要に応じて
撮影許可証	○	構内における写真撮影時		
打合せ議事録		打合せ後速やかに	2 部	
分析結果報告書		納期まで	2 部	
その他		その都度	1 式	原子力機構の指示による

(提出場所)

原子力機構 鉾山施設課

(1) 打合せ議事録

採水開始前及び分析中に原子力機構あるいは受注者より発議し、両者の協議の上実施した打ち合わせについて、打合せ実施後、直ちに議事録を作成し、2 部を原子力機構に提出し、確認を得ることとする。また、議事録は原子力機構、受注者の双方で保管することとする。

8. 納入場所

(1) 納入場所

岡山県苫田郡鏡野町上齋原 1550 番地
国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
人形峠環境技術センター 鉾山施設課

(2) 納入条件

第 5 (2) 項に示す水試料 (ポリエチレン瓶 500ml) 10 本の納入場所への納入。
第 7 項に示す提出図書の納入場所への郵送等による納入。

9. 検収条件

第8項に示す納入場所に納入後、員数検査及び提出図書の合格をもって検収とする。

10. 検査員及び監督員

検査員

- (1) 一般検査 管財担当課長

監督員

- (1) 採水作業 鉱山施設課長

1 1. 品質保証

本業務においては、十分な品質管理を行うこととし、品質保証計画書を提出し、これを厳格に遵守する。

1 2. 安全管理

- ・受注者は、本契約を実施するにあたり、適用法規・規格、原子力機構の定める規則等及び原子力機構監督員の指示事項を作業員に周知徹底させ、安全衛生の確保に万全を期さなければならない。なお、安全管理上生じた損害はすべて受注者の負担とする。
- ・受注者は、現場作業責任者及び作業員の安全意識の高揚に努めるほか、人的災害が生じた時は直ちに原子力機構担当者に報告するとともに災害者の救助、処置を行う。
- ・その他、足場等の使用、清掃管理等について、原子力機構担当者の指示に従い、受注者の責任において行うこと。

1 3. 作業管理

- ・受注者は、原子力機構の定めるセンター内諸規則に従わなければならない。
- ・特に資格を必要とする作業は、有資格者を配置すること。
- ・各種の機械器具、電気機器等は常に整備保守点検を行い、検査及び試験の合否判定基準との適合が確認できる精度を有する機器であること。あらかじめ危険防止の方法を講ずるなど、災害防止策については万全の処置を施さなければならない。

1 4. グリーン購入法の推進

- (1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達等の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、OA機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。
- (2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1 5. 特記事項

- (1) 受注者は機構が原子力の研究・開発を行う機関であるため、高い技術力及び高い信頼性を社会的にもとめられていることを認識し、業務を遂行しうる能力を有する者を従事させる。
- (2) 納入物件の所有権及び納入物件の著作権その他、技術情報に係わるものの権利は、機構に帰属する。

- (3) 受注者は業務を実施することにより取得した当該業務及び作業に関する各データ、技術情報、成果その他のすべての資料及び情報を機構の施設外に持ち出して発表もしくは公開し、または特定の第三者に対価をうけ、もしくは無償で提供することはできない。ただし、あらかじめ書面により機構の承認を受けた場合はこの限りではない。
- (4) 受注者は、本仕様書に記載された適用・要求事項等を下請人及び外注先に対しても周知徹底を図る。
- (5) その他、本業務に伴って疑義が生じた場合、機構の担当者と協議し、その決定に従う。

以上