



愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

○ キログラム原器が重要文化財に

～ 日本の質量の基準として、明治以降の近代化と産業発展に大きく貢献 ～

2021年10月15日国立研究開発法人 産業技術総合研究所
報道発表資料抜粋

国立研究開発法人 産業技術総合研究所（以下「産総研」という）が所有するキログラム原器および関連する原器類が、歴史上および学術上の価値が評価され、重要文化財に指定されることになりました。

【 歴史的経緯 】

計測は科学の基本であるばかりでなく、商取引や法規制を介して社会生活にも大きな影響を与えます。計測の基盤となるのが単位系であり、正確な測定を実現し、社会生活が円滑に営まれるためには、信頼性の高い世界共通の単位系が欠かせません。メートル法は計量単位の国際統一のために18世紀末にフランスで作られた単位系であり、その普及のためにメートル条約が1875年に締結されました。日本は近代化にむけた取り組みの一環として、1885年（明治18年）にメートル条約に加盟しました。

質量の単位「キログラム（記号：kg）」は、メートル法にもとづく最も基本的な単位の一つです。メートル条約の理事機関である国際度量衡委員会は、1kgの具体的な質量を定める、すなわち、キログラムを定義するために、白金イリジウム合金製の分銅「国際キログラム原器」を1880年代に製作しました。さらに、国際キログラム原器と同じ材料を使ってメートル条約加盟国用キログラム原器40個を製作し、国際キログラム原器を基準にしてそれらの質量を測定しました。これらの原器群の製作完了をうけ、1889年（明治22年）に開催された第1回国際度量衡総会において、キログラムは国際キログラム原器の質量として定義されました。日本には、No.6と番号付けされたキログラム

原器が割り当てられました。

1890年（明治23年）、キログラム原器が日本に到着しました。これをうけて、欧米の学問や技術をスムーズに導入できるよう、キログラム原器を質量の基準とする計量単位制度にかかる法律「度量衡法」が1891年（明治24年）に制定されました。制定時の度量衡法は、メートル法を基礎としつつも、基本となる質量の単位はそれまで日本で使われていた貫でした。ただし、貫はキログラム原器の質量の4分の15として定められており、国際的なメートル法に間接的に準拠していました。度量衡法制定後、日本はキログラム原器の質量変動を監視するために、国際キログラム原器の複製を国際度量衡局から追加受領し、キログラム副原器（図1）として運用しました。さらに、貫の実際上の基準とするために貫原器も受領しています。

度量衡法は1921年（大正10年）に改正され、キログラムが質量の単位の基本となりました。その後、度量衡法の役割は1951年（昭和26年）に公布された計量法に引き継がれましたが、キログラム原器は一貫して質量の基準としての役割を果たし、計量単位制度の礎として、日本の近代化およびその後の産業発展に大きく貢献しました。



図1 キログラム原器（上段中央）、キログラム副原器（上段左）と貫原器（下段左および右）

いずれも国際キログラム原器と同じく白金イリジウム合金で製作された分銅であり、国際キログラム原器の複製であるキログラム原器とキログラム副原器の質量は約1kg。一方、貫の基準であった貫原器の質量は約3.75kg。

【 キログラム原器の役割変更と重要文化財への指定 】

信頼性の高い計測を実現するために、最先端の科学技術を取り入れながら単位の定義は進化し続けています。国際キログラム原器は国際度量衡局で厳重に保管されていましたが、表面汚染などのため、その質量が変動している可能性のあることが指摘されていました。この問題を根本的に克服するために、2019年、キログラムの定義は普遍的な物理定数「プランク定数」にもとづく定義に改定され、国際キログラム原器は原器としての役割を終えました。

一方、メートル法における長さの単位「メートル」は、1889年から1960年まで、国際メートル原器にもとづいて定義されていました。日本は、この国際メートル原器の複製の一つであるメートル原器を1891年（明治24年）から1960年（昭和35年）まで、長さの基準としていました。つまり、キログラム原器とメートル原器は対をなして、日本の計量単位制度の根幹としての役割を果たしてきたのです。

2012年、メートル原器とメートル副原器などの関連原器類の価値が評価され、「メートル条約並度量衡法関係原器」として重要文化財に指定されました。

今回、2019年のキログラム定義改定に伴うキログラム原器の役割変更をうけ、キログラム原器、キログラム副原器、貫原器および1889年に国際度量衡局が発行したキログラム原器に関する校正証明書についても、その歴史上および学術上の価値が評価され、「メートル条約並度量衡法関係原器」に追加指定されることになりました。

【現在の質量の国家標準】

現在の質量の国家標準は、産総研で保管されているプランク定数を基準として質量を校正した1mg から 20kg のステンレス鋼製の分銅群です。これらの分銅を基準として様々な分銅の質量を校正され、質量標準として供給されています。

○ 道東沖赤潮の横断観測にはじめて成功

～ 漁業被害の原因となる赤潮のメカニズム解明と将来予測の可能性に期待 ～

2021 年 10 月 18 日北海道大学報道発表資料抜粋

北海道大学水産学部附属練習船うしお丸は、2021年10月5日から10月13日に実施した第499次航海において、漁業被害が甚大になっている道東沖赤潮の横断観測にはじめて成功しました。昨年度より実施している厚岸沖定点の物理パラメータ（水温塩分・流向流速）、化学成分（栄養塩等）、植物プランクトン濃度及び種のサンプルを取得し、特に沖合の数点において、茶色から黒色に見える帯状の濃い赤潮を観測しました。

【背景】

2021年9月中旬から、北海道道東沿岸では海の色が変色する「赤潮」が観測されています。この赤潮の影響とみられる秋サケやウニの大量斃死が相次ぎ、漁業への被害が甚大になっています。

北海道学大学院水産科学研究院の研究グループは、2019年より別寒辺牛川を通じて厚岸湖、厚岸湾に供給される陸起源物質の沿岸海域での分布を把握し、生物生産への影響を評価するため、厚岸湾沖海域の物理、化学、生物の環境調査をしています。この度の赤潮発生の急報を受け、うしお丸では当初から計画していた道東沖での観測に、植物プランクトン種サンプルの取得等を追加しました。2021年10月5日から13日に行われた第499次航海で道東沖各所の赤潮を観測し、サンプルを取得、10月7日から8日にかけては厚岸沖で赤潮の鉛直横断観測を実施しました。

【研究手法】

道東沖沿岸各所の赤潮発生地点と思われる地点で表層連続採水ポンプによる採水を用い、植物プランクトンサンプルを採取、グルタルアルデヒドにて固定しました。航路上では表層海水を汲み上げ、CTD（Conductivity-Temperature-Depth）による表層水温塩分の連続測定とADCP（Acoustic

Doppler Current Profiler)による流向流速観測を実施し、赤潮の動向について観測を行いました。

また厚岸沖定点（図1）において、CTDによる鉛直の水温塩分・植物プランクトン（クロロフィルa）濃度・酸素濃度の観測、ニスキン採水による栄養塩類の測定を実施しました。

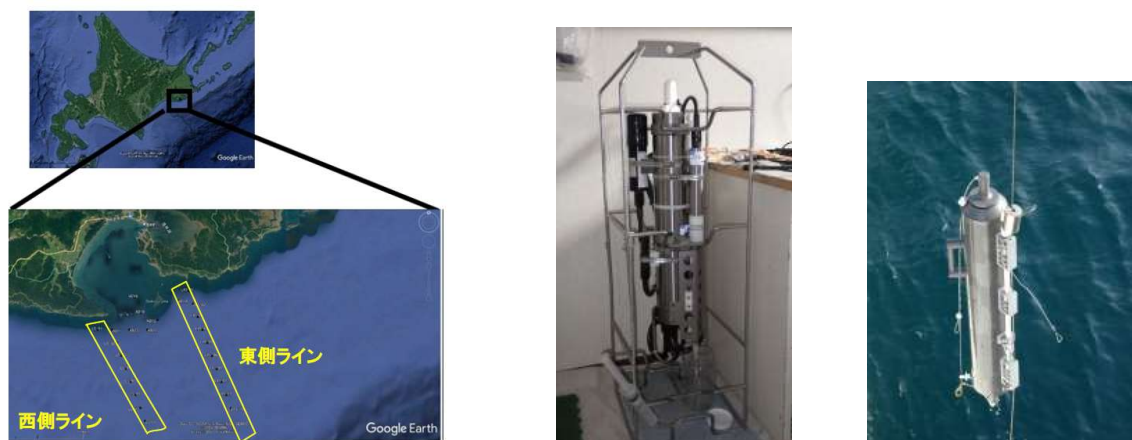


図1. 厚岸沖観測点地図

写真左：CTD観測装置、右：ニスキン採水器

【 研究成果 】

宇宙航空研究開発機構（JAXA）が打ち上げ、運用している人工衛星「しきさい」のデータによると、9月上旬から植物プランクトン（クロロフィルa）濃度（黄色から赤，濃赤にかけて高濃度）が増加、9月16日には道東沿岸数キロメートルに渡り大増殖が見られました（図2左）。その後10月9日には沿岸だけでなく、色丹島沖、道東沖から日高沖、さらに三陸沖はるか沖まで広く、これまでにない特異的な高い植物プランクトン濃度が観測されています（図2右）。一部は襟裳岬を回り込み、浦河沖へ到達しつつあります。

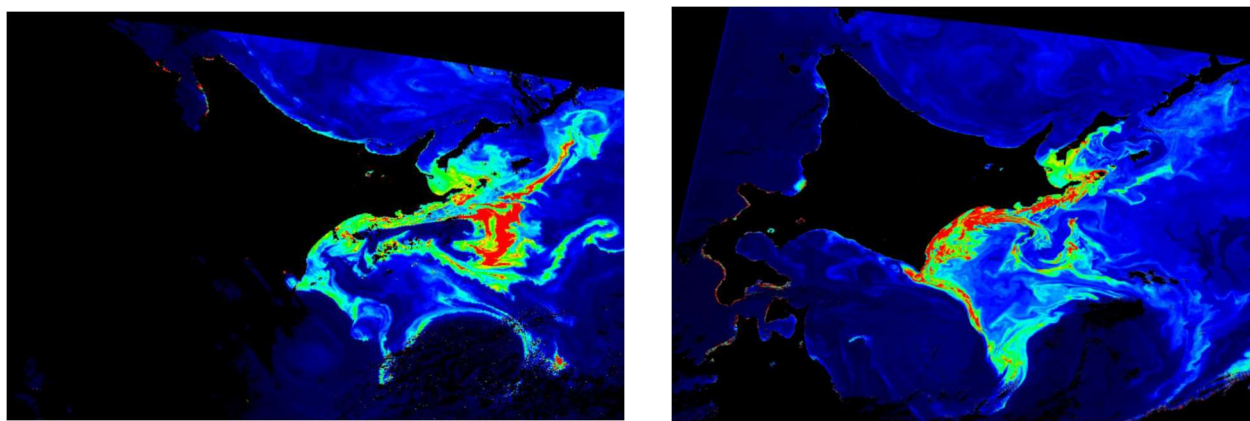


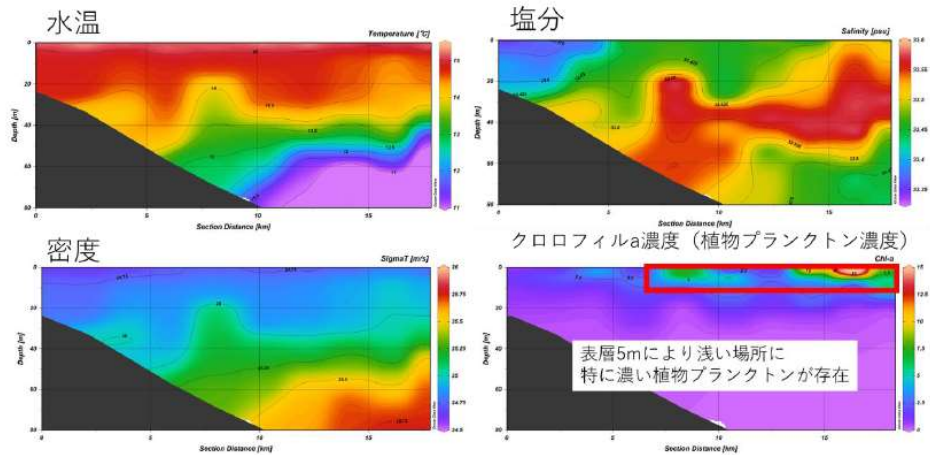
図2. JAXA「しきさい」による植物プランクトン（クロロフィルa）濃度

左：2021年9月16日、右：2021年10月9日

厚岸沖の2つの観測ラインにおける海洋観測データからは、沖合10kmから15km付近の表層から5m付近まで特に濃い濃度の植物プランクトンが分布し、水深20m付近まで高い植物プランクトンの存在を観測しました（図3）。20mより深い深度では高い植物プランクトン濃度は観測されませんでした。

この表層から20mまでの海水の水温塩分特性からは親潮の影響が考えられ、発生源は不明ですが、ロシア海域から親潮に沿って南下したと考えられます。また昨年の同地点での観測と比較すると水温が0.7度ほど高く、水温上昇の影響も考えられますが因果関係は不明で、今後、詳細に解析する必要があります。植物プランクトン種については10月末を目途に解析を進める予定です。

厚岸沖東側ライン



厚岸沖西側ライン

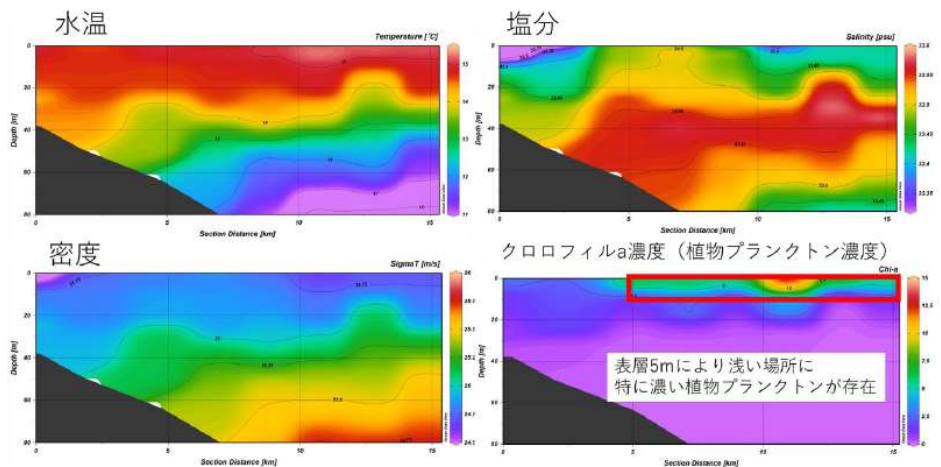


図3. 厚岸沖定点における水温・塩分・密度・クロロフィルa(植物プランクトン)濃度の鉛直断面図

【 今後への期待 】

流向流速データの解析、衛星観測データの時系列解析、数値モデル等を通じて赤潮がどのような海洋環境下で発生し、どのような流れに沿って分布していったのか明らかにする予定です。昨年の定点観測結果との比較や、他機関による観測とも協力し赤潮発生メカニズムを解明したいと考えます。また、冬にかけてどのように収束が見られるのか、衛星でリアルタイムに監視することで、漁業への被害をなるべく低減できるような方策に繋がりたいと考えます。

**○ 世界の海鳥の50%にプラスチック添加剤の汚染が広がっていることを、
世界16地域32種の海鳥の分析から明らかにしました**

2021 年 10 月 8 日東京農工大学報道発表資料抜粋

国立大学法人東京農工大学の研究グループは、世界18の研究機関の研究者と共に、世界の海鳥の50%にプラスチック添加剤汚染が広がっていることを世界16地域32種の海鳥の分析から明らかにしました。

【 現状 】

海鳥の雛に添加剤（臭素系難燃剤と紫外線吸収剤）を練り込んだプラスチックを与えると海鳥の脂肪、肝臓、尾腺ワックスに添加剤が蓄積することは飼育実験で明らかにされていましたが、その広がりについては明らかにされていませんでした。



【 尾腺ワックスとは 】

尾腺ワックスとは鳥の尾羽の付け根の尾腺という器官から分泌される脂です。鳥はこの脂を羽根に塗布することで羽根に撥水性を持たせています。尾腺ワックスが脂であるがゆえ、親油性の化学物質が蓄積・濃縮されていることから、海鳥の化学物質汚染を調査する

図1. 尾腺ワックスとその採取

手段として用いられています。

尾腺ワックスを使った調査の利点は、海鳥を傷つけることなく、生きた鳥から採取して、その海鳥への化学物質の曝露状況を知ることができる点です。

【 研究体制 】

国内8大学・研究機関、アメリカ、オーストラリア、南アフリカ、スペイン、エクアドル、アイルランド、など海外10大学・研究機関の24人の研究者が研究を行いました。

【 研究成果 】

今回両極域、赤道域を含む世界16箇所で32種、145個体の海鳥の尾腺ワックス（図1）中のプラスチック添加剤（臭素系難燃剤と紫外線吸収剤）の分析を行い、半数以上（76個体、52%）の個体から添加剤を検出し、プラスチック添加剤による海鳥の汚染が地球規模に広がっていることを世界で初めて明らかにしました（図2）。

特に、ハワイのシロハラミズナギドリと西オーストラリアのアカアシミズナギドリでは胃内にプラスチックが検出された個体で添加剤濃度が高い結果となりました。ハワイのアホウドリや亜南極海のアオミズナギドリやズクロミズナギドリなどプラスチック摂食の報告のある鳥でも、高い濃度の添加剤が検出されました。添加剤は餌生物からの寄与もありますが、餌からの寄与をPCBsの濃度との比較などで考慮しました。結論として、今回分析した個体の10%～30%が摂食したプラスチックから直接添加剤を濃縮していることと推定されました（図3）。

世界16地域32種145個体の海鳥の尾腺ワックスの分析の結果、
半数からプラスチック添加剤が検出された。



特に、ハワイのシロハラミズナギドリ、西オーストラリアのアカアシミズナギドリ、ハワイのアホウドリ、亜南極海のアオミズナギドリやズクロミズナギドリなどで高い濃度の添加剤が検出され、摂食したプラスチックからの蓄積であると考えられました。

Photos by

David Hyrenbach (Hawaiian petrel, Black-footed albatrosses, Laysan albatrosses), Juan Pablo Muñoz-Pérez (Red billed tropicbird), Christopher K. Pham (Cory's shearwater), Lauren Roman (Flesh footed shearwater, Short tailed shearwater, Fairy prion), Peter G. Ryan (Great shearwater, Blue petrel), Akinori Takahashi (Least Auklet), Carlos A. Valle (Great frigate bird), Takashi Yamamoto (Thick-billed murre).

図2. プラスチック添加剤の蓄積が確認された海鳥の写真。

赤い字の種は、特に高い濃度の添加剤が検出され、プラスチック摂食との関連が確認された種。



図3. 研究の結論

世界の海鳥の10%～30%で摂食したプラスチックから海鳥の脂質への添加剤の移行・蓄積が起こっている。

【 今後の展開 】

今回の結果は、海洋プラスチック汚染が世界中の海の生物に広がっていることを示す結果であり、海洋へのプラスチックの流入を抑える対策の履行が急務であることを示すものです。今後、これらの添加剤による生物への影響について調べる必要があります。例えば、アカアシミズナギドリの子についてプラスチック摂食量と血中尿酸濃度の相関が確認されています。また、ハワイのシロハラミズナギドリは絶滅危惧種です。これらの種についてプラスチック摂食および添加剤の影響を調べる必要があります。

【 プラスチック添加剤とは 】

プラスチックには、劣化を抑える「安定剤」や柔軟性を付与し加工をしやすい「可塑剤」などの化学物質が添加されています。

この論文で調査された添加剤は、臭素系難燃剤であるデカブロモジフェニルエーテル及びデカブロモジフェニルエタンとベンゾトリアゾール系紫外線安定剤であるUVP、UV326、UV329、UV328、UV327及びUV234です。

デカブロモジフェニルエーテルは「化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律（化審法）」の第一種特定化学物質に指定され製造、使用が規制されています。デカブロモジフェニルエタンは国内での公的規制はありませんが、カナダで規制が検討されています。

ベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤は環境中で分解されにくく、鳥や魚などの体内に蓄積しやすい性質があり、多くの生物体内から検出されるなど汚染の広がりが懸念されています。中でもUV-328は2021年1月に行われた「残留性有機汚染物質検討委員会」（POPRC）の会合でストックホルム条約（POPs条約）の対象物質として規制対象とするかどうかを検討するためのリスク評価が開始されています。

また、UV328、UV320、UV327、UV350の4種類のベンゾトリアゾール系紫外線吸収剤は欧州のREACH規則において高懸念物質に分類されています。

編集後記

生物多様性条約第15回締約国会議（COP15）の第1部が、2021年10月11日から15日に中国の昆明で開催され「昆明宣言」が採択されました。第2部は2022年4月から5月にかけて開催され、COP10で採択された「愛知目標」の次の目標が議論されます。各国の利害が絡む交渉をどのように取りまとめるか注目です。

(A. K.)

おかげさまで、愛研は創業50周年を迎えます。



株式会社 愛 研

(<https://www.ai-ken.co.jp>)

本 社 〒463-0037 名古屋市守山区天子田 2-710

電話(052)771-2717 FAX(052)771-2641

半田営業所 〒475-0088 半田市花田町 2-65

電話(0569)28-4738 FAX(0569)28-4749