

第156号（2020年4月7日発行）



# 愛研技術通信

掲 示 板

法令・告示・通知・最新記事・その他

新年度を迎え、弊社にも1名、期待のフレッシュマンが入社。御鞭撻をいただきますよう次号で紹介をさせていただきます。



<新入社員を囲んで 写真前列右が社長>  
(新型コロナウイルス対策で間隔をあけて撮影しました。)

○ 令和元年度「化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会報告書」を公表します  
～ 「塩基性酸化マンガン」と「溶接ヒューム」を新たに特定化学物質として規制 ～

2020年2月10日 厚生労働省報道発表資料抜粋

厚生労働省では、このたび、「化学物質による労働者の健康障害防止措置に係る検討会」を開催しました。検討会では、労働者への健康障害のリスクが高いと認められる「塩基性酸化マンガン」と「溶接ヒューム」について、ばく露防止措置等の健康障害防止措置の検討を行い、報告書を取りまとめましたので公表します。

【 報告書のポイント 】

- ・「塩基性酸化マンガン」と「溶接ヒューム」を第2類特定化学物質として位置付け、特殊健康診断の実施や作業主任者の選任などを義務付けることが必要とされました。  
従来の「マンガン及びその化合物（塩基性酸化マンガンを除く。）」を「マンガン及びその化合物」に改正し、その管理濃度を0.05mg/m<sup>3</sup>（レスピラブル粒子）に引き下げます。なお、「溶接ヒューム」については、作業環境測定の実施除外とされました。
- ・屋内で継続的に行うアーク溶接などの作業の方法を新たに採用したり、変更したりした場合には、個人サンプリングによる空気中の溶接ヒューム濃度を測定し、その結果に応じた改善措置の実施と有効な呼吸用保護具の選定・使用などを義務付けることなどが必要とされました。

【 パブリックコメントの実施 】

この報告書を踏まえ、労働安全衛生法施行令、作業環境評価基準等、特定化学物質障害予防規則及び作業環境測定法施行規則の一部改正案のパブリックコメントが2月22日から開始されました。詳細は厚生労働省ホームページをご覧ください。

【 適用期日等 】

令和2年4月中旬公布（予定）、令和3年4月1日施行。なお、一部に経過措置が設けられません。

注) レスピラブル粒子とは

化学物質の体に与える影響は様々で、肺にまで入って初めて有害となる物質もあれば、気管への影響がある物質、鼻や口に付いただけで毒性を示すものもあります。そこで、化学物質の濃度を測定する場合もその対象となる粒子の大きさがきめられており、それぞれ鼻やのどで止まる吸引性（インハラブル）粉じん、のどをとおり気管まで到達する咽頭通過性（ソラシック）粉じん、肺胞まで到達する吸入性（レスピラブル）粉じんという名称があります。特定のサイズの気中粒子状物質を捕集するためには、目的とする大きさより大きな粒子をカットして特定の大きさ以下の粒子のみ捕集する専用の捕集器具を用います。現在、粉じん測定で用いられている分粒装置で捕集した粉じんがこれに該当します。

下図の左のグラフの各カーブは捕集器具を設計する際に用いる粒子の捕集効率を規定した国際規格です。同じ大きさでも重さが違えば呼吸器中の挙動が違うので粒子の比重で補正した大きさ（空気動力学径と呼びます）でグラフは描かれています。

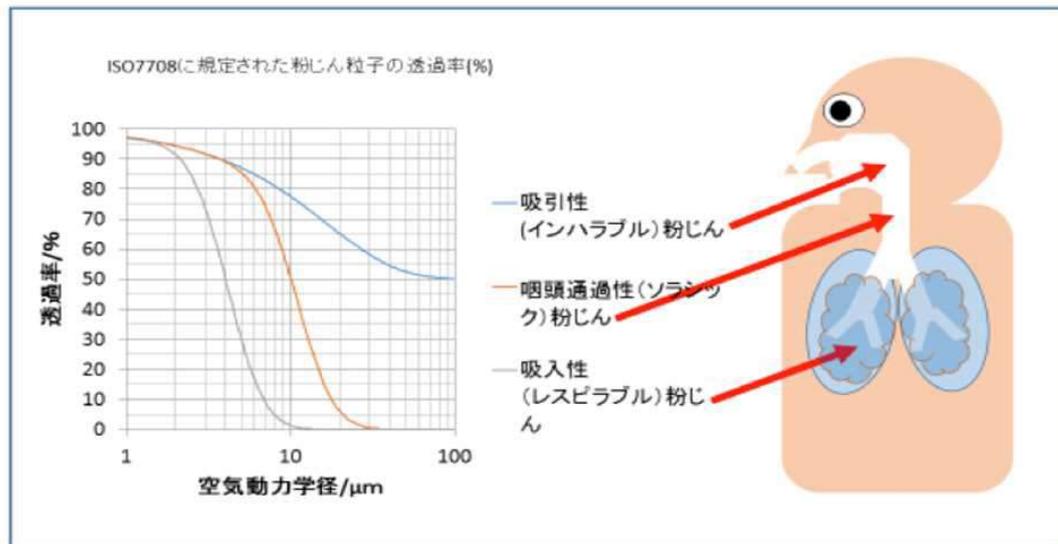


図. 国際基準である ISO 7708 で定められている粉じんの種類  
 (独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 HP より抜粋)

○ 小惑星探査機「はやぶさ2」観測成果論文のNature 誌掲載について  
 ～ 隙間だらけの小惑星、リュウグウ ～

2020年3月17日 宇宙航空研究開発機構報道発表資料抜粋

リュウグウのようなC型（炭素質）に分類される小惑星は46億年前の太陽系形成時の始原的物質を保存している「化石」と考えられています。しかし、どんな物質がどのように集まって形成した天体なのかは、ほとんどわかっていません。

宇宙航空研究開発機構、立教大学、足利大学、千葉工業大学、会津大学、北海道教育大学、名古屋大学らの研究チームは「はやぶさ2」に搭載された中間赤外線カメラ（TIR）を用いて、史上初のC型小惑星の全球撮像を連続1自転分実施し、取得されたデータを解析しました。研究成果をまとめた論文が、イギリスの科学雑誌「Nature」電子版に掲載されましたので、お知らせします。

【 本文 】

小惑星探査機「はやぶさ2」は始原天体と考えられるC型小惑星を探査し、(1) 太陽系初期にどのような物質があり、惑星が形成するまでにどのように変化したのか、(2) ダストから微惑

星、微惑星から惑星へと、天体はどのように進化したのか、これら二つを明らかにすることを研究テーマとしています。本研究ではテーマ（2）にチャレンジしました。

その方法として研究チームが注目したのが中間赤外線カメラTIRによる撮像、つまりサーモグラフィです。すべての主要な地形や地質構造を検知でき、季節変動も調べることができます。研究チームは史上初のC型小惑星の全球撮像を連続1自転分実施しました。理論計算により、リュウグウの熱慣性（温まりやすさ、冷めやすさの指標で熱慣性の値が小さいほど温まりやすく冷めやすい）を調べたところ、予想に反し非常に小さな値（隕石の一種である炭素質コンドライトやその他地球の石に比べて非常に小さな値）になりました。より詳しくモデル計算と比較すると、リュウグウは極めてスカスカ（高空隙）で凹凸が激しいことがわかりました。また、岩塊と周辺土壌が同じ温度であることから、いずれもスカスカの物質であることがわかりました。岩塊と周辺土壌で観測された温度日変化は小さく、さらに、両者ではほぼ同じ温度の日変化を示します。これは岩塊と周辺土壌が熱的に同等の物質であることを示す結果で、予想外の結果でした。

TIRの観測ではコールドスポットと呼ばれる、周囲よりも20度以上も温度が低い岩塊を複数発見しました。これらの熱慣性は、地上で発見された炭素質コンドライトと呼ばれる隕石と同程度で、密度も同程度だと推測されます。

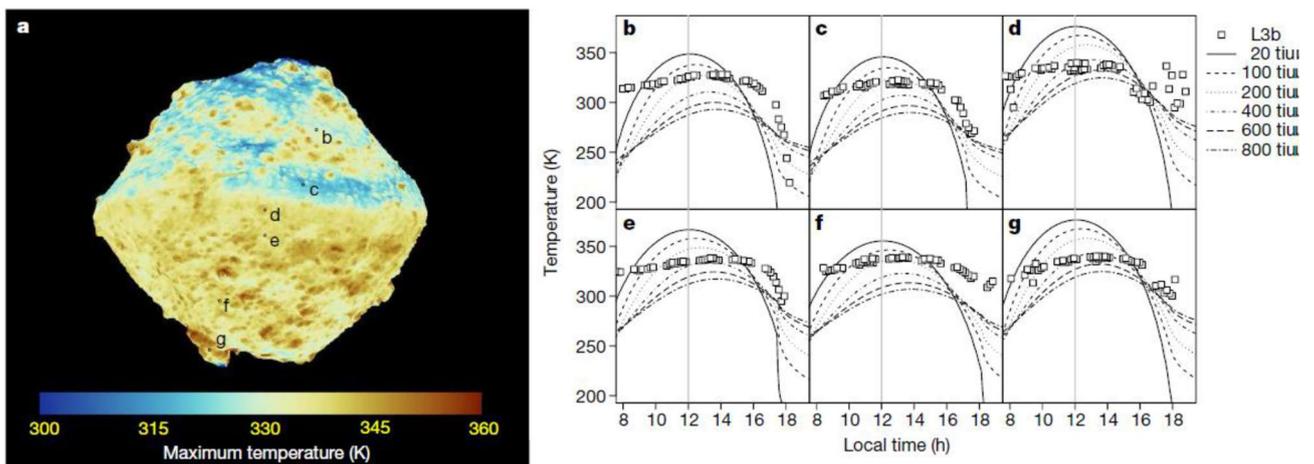


図1：左の図は小惑星リュウグウの1日の最高温度の分布。右のグラフは、各地点で観測された1日の温度変化（□マーク）と理論計算に基づく予測値（実線と破線）の比較。理論計算では一様な熱慣性を仮定し熱慣性の値を変化させて計算している。

以上の観測結果から、リュウグウの形成シナリオは次のように推測されます。まず、（1）ふわふわのダストが集まって成長し、（2）微惑星が形成します。この微惑星は密度が低く、スカスカな状態です。（3）さらに微惑星が成長し、高空隙であり熱進化もしていなかったと思われる母天体が形成します。母天体の中心部はやや圧密されたかもしれませんが、そして、（4）天体衝突により母天体が破壊されます。母天体の外側の物質は飛散し、中央部の物質も露出します。（5）飛び散った岩塊は再度集積し、ラブルパイル天体が形成します。大部分は高空隙な岩塊ですが、圧密を受けたものも含まれ、表面に露出します。この天体の自転は比較的速く、赤道付近が膨らん

だ形状となります。(6) その後、何らかの理由で自転が遅くなり、軌道も変化し、現在のようなリュウグウとなりました。TIRで発見された低温の岩塊は、母天体の中心部で圧密を受けた物質か、もしくは、母天体に衝突してきた天体を起源とする可能性があります。

隙間だらけの小惑星リュウグウは、原始太陽系でふわふわのダストから密度の高い天体が形成するその途中過程を具現しているのかもしれない。

注) ラブルパイル天体：破碎集積体とも言われる。もともと存在した母天体が他の天体との衝突によって破壊され、岩塊が集積することによって形成された天体。初代小惑星探査機「はやぶさ」による「イトカワ」の観測によってその存在が初めて実証された。

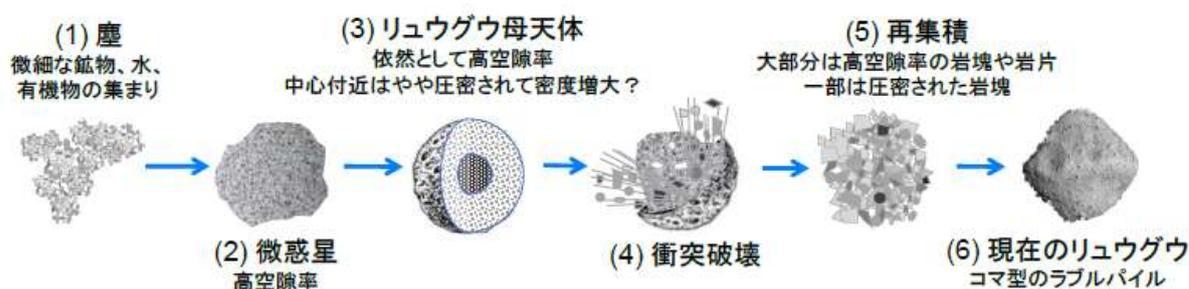


図2. リュウグウ形成のシナリオ

## ○ 江戸の庶民は何を食べていた？

～ 江戸時代の歯石 DNA から当時の食物を復元 ～

2020年3月5日 琉球大学報道発表資料抜粋

琉球大学、新潟医療福祉大学、理化学研究所、早稲田大学理、東京大学らの研究チームは、江戸時代の古人骨に付着する歯石からDNAを抽出・解析することで、当時の食物や生活習慣を個人レベルで明らかにしました。

### 【 研究の背景 】

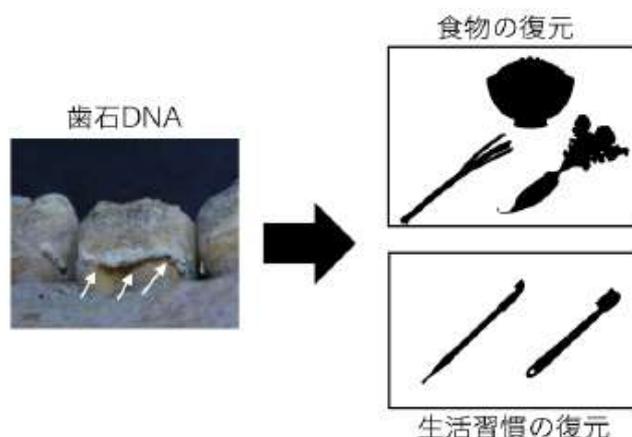
過去のヒトの食物を知る分析手法として、様々な手法が現在までに開発されています。例えば、遺跡から出土した骨・炭化種子などの形態分析、炭素・窒素安定同位体分析、土器残存脂質分析、プラントオパール・花粉・デンプン粒など微化石の形態分析などです。これらの手法にはそれぞれ利点がありますが、多くの手法で容易に克服できない問題となっているのは、食べられていた動物・植物の属・種レベルの同定が困難であるということです。動物では骨などの硬組織が遺跡からよく発掘されますが、葉・茎・根などの柔組織のみからなる植物は、土壌中で分解されやすいため、形を保ったまま発見されることは滅多にありません。このように、過去の食物の実態を品目レベルで復元するためには、新たな手法の開発・応用が必要でした。

## 【 研究アイデア 】

研究チームは、この難点を克服する手法として、古人骨に付着する歯石のDNA分析に着目しました。歯石とは歯垢が石灰化したもので、歯石に含まれるDNAを分析すると、約99%は口内細菌です。菌類のDNAもわずかに含まれていることが分かっていました。今回、研究チームはこの植物DNAに着目し、DNAメタバーコーディング法などを用いて、効率的に食物を復元することを考案しました。

DNAは目で見える形が残らないものにも存在しています。また、国際的なDNAデータベースに様々な生物種のDNA配列が登録されています。

歯石に含まれる植物DNAを配列解読し、データベースと照らし合わせることで、どのような植物が歯石に含まれるのか、調べることが可能となります。また、この手法を用いれば、植物を科～属レベルの細かさで同定できます。この手法により、過去のヒトの口内から直接的に、食物を復元することを試みました。



## 【 研究内容 】

研究チームは、江戸時代後期、深川（現在の東京）から発掘されたヒト（町人）13個体の古人骨に付着する歯石からDNAを抽出・配列解読し、当時の食物を復元しました。まずPCR法により、当時の主食であったコメのDNAが歯石中に含まれるか調べた結果、半数以上（13人中8人）の個体からコメのDNAを得ることに成功しました。また、それ以外の食物が歯石に含まれているか、DNAメタバーコーディング法を適用しました。その結果、植物に関して、シソ属やネギ属、ダイコン属など、合計で7科・10属を同定しました。この結果を当時の文献と照らし合わせたところ、全て江戸時代に食用とされていたもの、あるいは利用されていた種を含んだ分類群であると確認できました（表1・表2）。動物に関してもDNAメタバーコーディング法を適用しましたが、歯石にはヒト由来のDNAが多く含まれており、優先的に検出されてしまうので、ヒト以外の動物のDNAをこの手法で検出することはできませんでした。

表1 科レベルまで同定された植物

分類群	食用となる種/用途	個体数	文献
セリ科	ニンジンなど	1	農業全書
タデ科	ヤナギタデなど	1	農業全書
ウリ科	スイカ・カボチャなど	1	農業全書
イネ科	オオムギ・コムギなど	2	農業全書
ブナ科	クリなど	4	農業全書
ヒノキ科	歯の鎮痛剤/ 箸の材料	1	救民妙薬集
フタバガキ科	生薬（竜脳）	1	和漢三才図会

表 2 属レベルまで同定された植物

分類群	食用となる種/ 用途	個体数	文献
シソ属	シソ	1	農業全書
オオバコ属	オオバコ	1	和漢三才図会
ツバキ属	チャノキ	1	農業全書
アブラナ属	カラシナなど	1	農業全書
ダイコン属	ダイコンなど	1	農業全書
ネギ属	ネギ、ニラなど	1	農業全書
アキノノゲシ属	レタス	2	農業全書
エノキ属	エノキ (実)	1	和漢三才図会
イネ属	イネ	2	農業全書
タバコ属	タバコ	1	農業全書

食物だけでなく、タバコ属の植物 DNA など、当時の生活習慣に由来すると考えられる植物の DNA も検出されました。なかでも特に興味深いものは、フタバガキ科の植物 DNA が検出されたことです。この植物は、野生では、マレーシアなどの熱帯にしか生息していません。当時の文献を紐解いてみると、「龍腦」というフタバガキ科の植物から得られる樹脂が、庶民の歯磨き粉の原料として用いられていたことが分かりました。江戸時代の浮世絵からも、歯磨きの習慣が庶民に広まっていたことが分かります (図 2)。

このように、本研究で使った手法を用いることで、過去の人々の食物や当時の生活文化を個人レベルで復元することが可能になります。また、フタバガキ科の植物の例のように、当時の交易の様子も明らかになると期待されます。また、手法の改良によって、歯石からヒト以外の動物 DNA の解析も可能にしていきたいと考えています。



図 江戸時代の歯磨きの様子

### 【 DNA メタバーコーディングとは 】

地球上のすべての生物が、その種に固有の DNA を持っています。そのため、特定の領域の DNA を「バーコード」として既知 DNA の情報と照合し、種名の特定 (同定) を行うことを DNA バーコーディングと呼んでいます。多種の生物を同時に DNA によって検出する方法を「DNA メタバーコーディング法」と呼んでいます。

DNA を PCR 法で増幅した後、次世代シーケンサーと呼ばれる「DNA 解読装置」を利用して解読（シーケンシング）を行います。次世代シーケンサーを用いることで、さまざまな生物に由来する DNA の配列を同時に取得することが可能です。取得した配列とデータベースの配列を比較し、生物を推定します。野生生物の調査、有用な微生物の探索、病原性微生物の同定、食品表示の正当性検査など幅広い分野で応用が進んでいます。

### 【 土器残存脂質分析とは 】

動植物の遺体や動植物を材料とした製品が、そのままの形で遺跡から出土するケースはごく稀です。土器や石器に何かが付着していても、その土器で煮たもの、石器で切ったものを知ることはできないと考えられていました。長期間埋蔵されたタンパク質・炭水化物（糖質）・脂肪（脂質）などの有機質は、圧力・水分などの物理的作用や、土中に棲む微生物によって分解し、残らないとされていたからです。しかし、微量の有機質は、比較的安定した状態で残存することが判ってきました。なかでも、脂質は長い年月を経過しても変化せずに、もとの化学組成を保持し続けます。

すべての動植物は脂質をもっており、その主成分である脂肪酸の割合は、動植物の種によって少しずつ異なっています。そこで、この脂肪酸の化学組成の違いをいわば指紋として使おうというのが、脂肪酸分析法です。

試料を有機溶媒で抽出し、ガスクロマトグラフ、ガスクロマトグラフ質量分析計、同位体比質量分析計（IRMS）などで測定することにより、試料に含まれている脂質の量、種類、どのような生物に由来するのかを推定していきます。

### 編集後記

土器残存脂肪分析は、筆者の大学時代の恩師である中野益男先生が手掛けていた研究です。卒業後は、遺跡調査とは縁がなくこの研究のことも忘れていましたが、この記事を読んでその当時のことを思い出しました。当時は分析機器が大学に少ないため、機器の順番を調整しながら苦労して研究されていました。最新の研究成果であっても、過去の地道な研究がベースにあるからと思います。

(A. K)



株式会社 愛 研

(<http://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