

CESS NEWS LETTER



埼玉県環境科学国際センター
ニュースレター

発行者: 埼玉県環境科学国際センター
〒347-0115 埼玉県加須市上種足914
TEL 0480-73-8331 FAX 0480-70-2031



第73号
Vol.73

October, 2026

CESS(セス)とは、
埼玉県環境科学国際センターの愛称です。

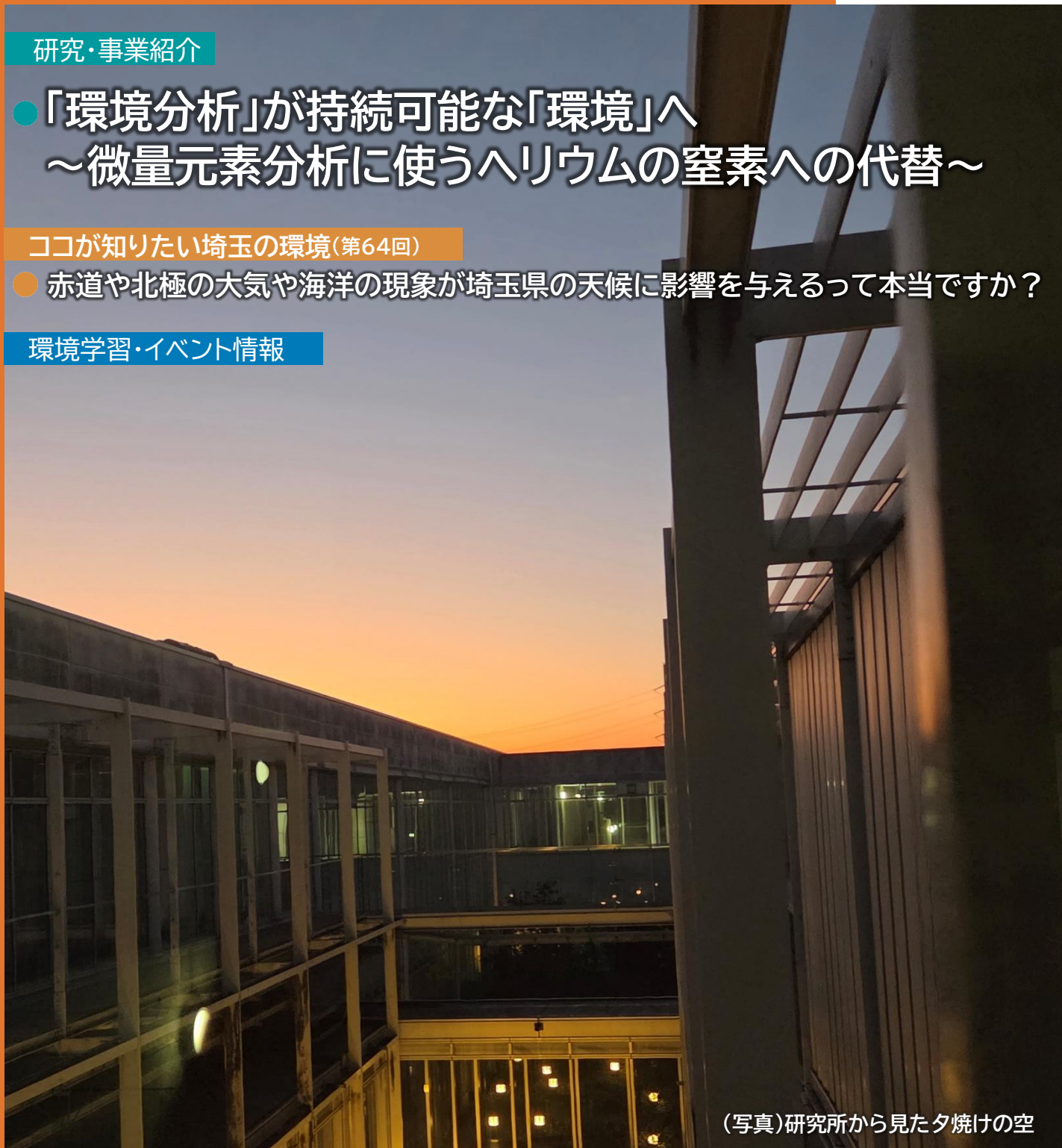
研究・事業紹介

●「環境分析」が持続可能な「環境」へ ～微量元素分析に使うヘリウムの窒素への代替～

ココが知りたい埼玉の環境(第64回)

● 赤道や北極の大気や海洋の現象が埼玉県の天候に影響を与えるって本当ですか？

環境学習・イベント情報



(写真)研究所から見た夕焼けの空

役立つ情報を発信

センター紹介動画公開中
センター事業を動画で紹介

<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>





土壌・地下水・地盤担当
北島 卓磨

「環境分析」が持続可能な「環境」へ ～微量元素分析に使うヘリウムの窒素への代替～

ヘリウムとは

ヘリウムと言えば、パーティグッズ売り場で見かける声が変わるガスを思い浮かべる人も多いのではないのでしょうか。実は、様々な分野で生活を支える、なくてはならない重要な物質なのです。

ヘリウムは、原子番号2、元素記号、化学式ともにHeで表され、“希ガス“と呼ばれるグループに分類される単原子分子です。非常に安定でほかの物質と反応しにくく、扱いやすいヘリウムは、様々な測定機器や医療機器に使用されています。医療などの直接生活にかかわる分野から、環境管理などの行政分野、大学等の研究機関など産官学すべてで社会を支える超重要な物質と言えます。

多分野で重宝されるヘリウムですが、日本は100%輸入に頼っています。なぜなら、ヘリウムは石油などと同じく天然資源であるため、産出地が限定されているからです。日本では、主な生産地域である北米や中東などから大部分を輸入しています。ところが、ヘリウムの単価が年々高騰し、輸入量も減少してきました(図1)。さらに、今年はホルムズ海峡の閉鎖により主要な取引先である中東からの輸入が滞り、状況はひっ迫しています。令和8年度の輸入実績(令和8年7月時点)では、実質アメリカのみが唯一の安定供給元となり(図2)、平均輸入単価は過去最高を更新しています。現在の日本は、国際情勢も相まって我が国始まって以来のヘリウム危機ともいえる状態に陥っています。

ヘリウム不足による環境管理の危機

地方環境研究所などでは、日頃から環境中の様々な物質をヘリウムを用いて測定を行い、環境リスクの評価に取り組んでいます。環境管理では、大気、水、土壌などの環境中に存在する化学物質や汚染物質を継続的に把握し、人の健康や生態系への影響を管理することを目的としています。環境の分析には測定試料の種類や測定対象の物質に応じて様々な機器を使用しており、ヘリウムもまた、正確な測定のために多くの測定機器で利用されています。しかしながら、ヘリウム危機によって継続的な環境管理が困難な状態となっています(埼玉県「令和6年度国の施策に対する提案・要望」)。このままでは近い将来、ヘリウム不足によって環境管理が実施できない状態になってしまいます。そこで、ヘリウム依存を脱し持続可能な環境管理に向け、ヘリウムの代替が提案されつつあります。それが、窒素です。

ヘリウムの代替元素、窒素とは

窒素は化学式 N_2 で表され、空気中の約8割を占めている我々に最も身近な気体の一つです。最も貴重なヘリウムの代わりを最もありふれた窒素が務めることができるのでしょうか。じつは、窒素はコスト的にも性質的にも非常に優等生な気体なのです。性質の面では、窒素は化学的に安定していること、比較的分子量が小さいことが挙げられます。また、比較的反応性が低いため、お菓子の袋の充填ガスなどに使用されています。ヘリウムの安定性や分析への有効性には一歩及びませんが、窒素にも同様に使用できる可能性があります。また、窒素の最大のメリットは、低価格かつ自国生産ができることです。窒素への代替は、コストの削減と安定した供給を実現し、持続可能な環境分析への第一歩となります。

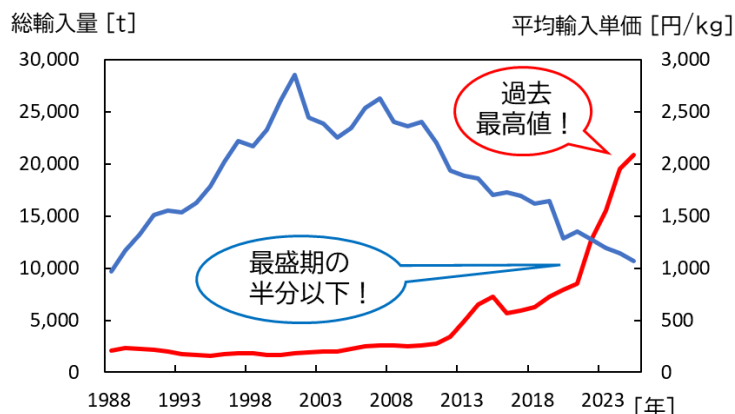


図1 日本のヘリウムの総輸入量(青線)と平均輸入単価(赤線)の経年変化

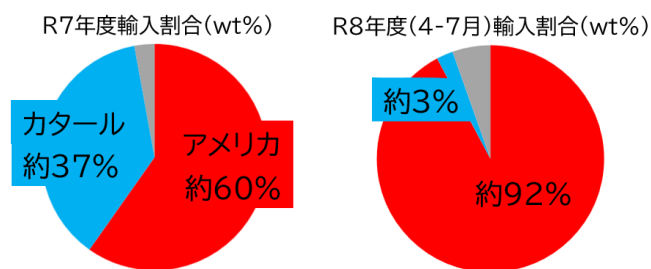


図2 日本のヘリウムの国別輸入割合 (財務省 貿易統計)

ICP-MSによる微量元素測定

誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)は環境分析によく使われる機器の一つです。河川などの水試料中の微量元素を100万分の1g($\mu\text{g/L}$)以下の精度で測定できます。この機器の仕組みは、水の中の成分を高温のプラズマによってばらばらに分解し、イオンに変化させます。そのあと、イオンを質量検出器へ吹き飛ばし、質量数ごとに検出されるイオンの量を測定します。例えば、鉄(Fe)の質量数は56のため、質量数56のイオンの数をカウントすることで、鉄濃度の測定を行います。しかし、同じ質量数の妨害イオンによって実際よりも鉄イオンが多く見えてしまうことがあります。この干渉をヘリウムによって低減します(図3)。

干渉除去の原理は、いたって単純で、ヘリウムによって妨害イオンを物理的に弾き飛ばすのです(図3)。例えば、質量数56の鉄を測定する際、分析に使用する質量数40のアルゴンと質量数16の酸素が合わさり、質量数56の分子イオンが生成されます。ICP-MSではこの二つを区別できませんが、分子イオンのほうが大きいため、ヘリウムと衝突しやすく、優先的に弾き飛ばされるので、鉄を分析しやすくなります(図4)。また、ヘリウムは衝突によって新たな物質が生成しないため、ICP-MSの干渉除去において最適なガスといえます。

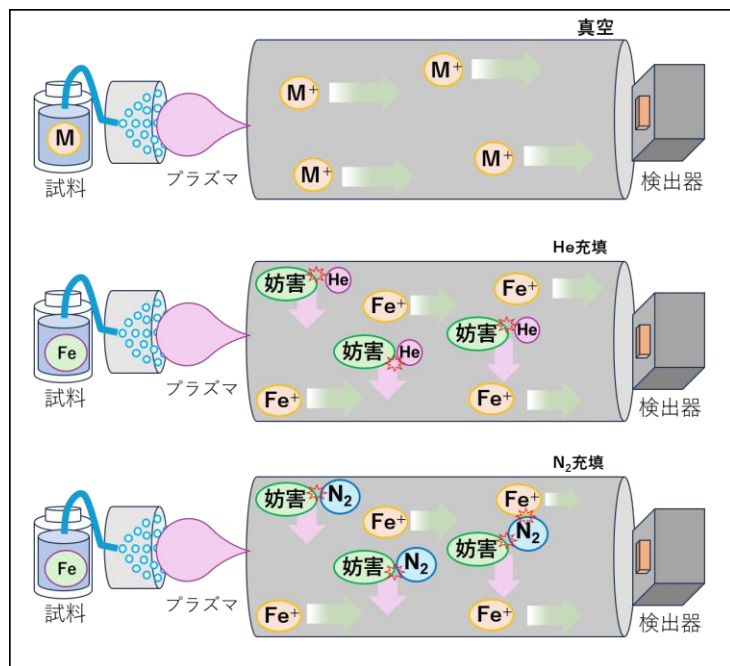


図3 ICP-MSの測定原理のイメージ

窒素はヘリウムの代替になる？

さて本題ですが、窒素はヘリウムの代替になれるのでしょうか。ポイントは、どこまでの感度(測定可能範囲)を必要とするかです。行政機関の環境管理は限界まで低濃度を測るのではなく、法律に基づいた基準値の達成を確認することが目的です。つまり、基準値を的確に測定できることが代替の条件となります。

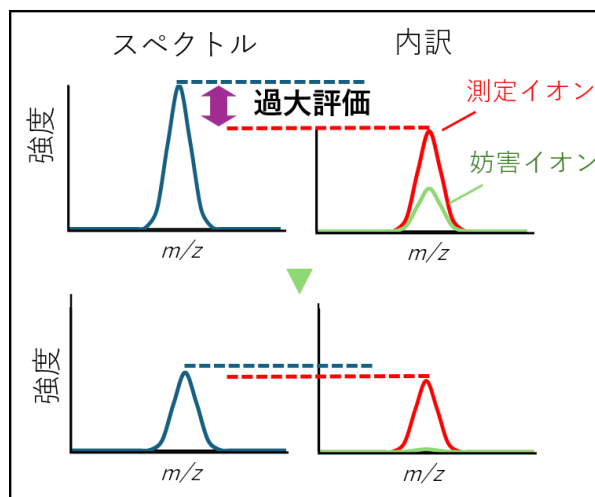


図4 干渉除去によるデータの正確性向上の原理
全体の強度は下がるが、妨害イオンの影響は小さくなる。

今回の研究では、測定において干渉除去を必要とするバナジウム、クロム、鉄、ヒ素の4元素について検討を行いました。それぞれの目標とする測定濃度は、0.5、2、30、1 $\mu\text{g/L}$ に設定し(表1)、窒素の代替性について検討を行いました。

今回の研究では、埼玉県内の河川水を対象としているため、県内10地点の河川水の水質を参考にして成分を調整した模擬的な河川水を作成しました。ここで最も重要なポイントとなる、窒素に代替したときの測定可能な最低濃度を検討しました。結果としては、4元素全てにおいて目標値を達成しました(表1)。これにより、埼玉県の河川水では十分に窒素でも環境管理に必要な感度を確保できることが示されました。

さらに本研究では、実際の河川水試料を用いて実用性の検討を行いました。環境試料には不確定成分が含まれているため、模擬河川水では見られなかった不具合があるかもしれません。この検討においては、ヘリウムによる河川試料の測定値と窒素による測定値を比較することで、環境試料への実用性を議論しました。10地点の河川試料をヘリウムと窒素で測定し、それらの値を比較したところ、ほとんどの項目で乖離率は15%以下という非常に良好な結果となりました。

これらの検討の結果、ヘリウムは窒素で代替が可能であることが示されました。本研究が現在直面しているヘリウム危機を脱する一歩になると嬉しいです。

表1 各元素の基準値、目標値、窒素利用時の測定可能下限値

元素	基準値	目標値	N ₂ の測定下限
バナジウム ^{※1}	—	0.5 $\mu\text{g/L}$	0.034 $\mu\text{g/L}$
クロム ^{※2}	20 $\mu\text{g/L}$	2 $\mu\text{g/L}$	0.030 $\mu\text{g/L}$
鉄 ^{※2}	300 $\mu\text{g/L}$	30 $\mu\text{g/L}$	0.61 $\mu\text{g/L}$
ヒ素 ^{※2}	10 $\mu\text{g/L}$	1 $\mu\text{g/L}$	0.019 $\mu\text{g/L}$

※1 バナジウムは法律による基準値が無い。※2 水道法の水道水質基準値。

ココが知りたい埼玉の環境 (第64回)

CESS

このコーナーでは、よく分かっているようで明快な答えがすぐに思い付かない、環境に関する質問や素朴な疑問について、当センターの研究員がズバリお答えします。
なお、バックナンバーは当センターのホームページに掲載していますのでご覧ください。
(<http://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>)

質問

答

赤道や北極の大気や海洋の現象が 埼玉県の天候に影響を与えるって本当ですか？

本当です。大気や海洋の最も支配的な現象として赤道ではエルニーニョ・南方振動が、北極域では北極振動があります。熊谷の平均気温を用いて調べたところ、エルニーニョ時には暖冬・冷夏となりやすい傾向、逆の現象であるラニーニャ時には夏に高温となりやすい傾向が見られました。また、北極に寒気が留まる北極振動正の時には冬に気温が高くなる傾向が見られました。自然災害に適応するためには、日々の天気予報だけでなく様々な時間スケールの情報(1か月、3か月、季節予報など)を取り入れ備えることが重要です。

日本で最も暑い県の一つである埼玉

埼玉県は最も暑い地域の一つです。熊谷では2007年8月16日に40.9℃、2018年7月23日に41.1℃と、当時の国内最高気温を観測しました。また2025年8月5日には鳩山で41.4℃を観測し、現在の国内2位タイとなっています。こうした高温の発生にはフェーン現象などの局地的な要因が重要ですが、その背景には、季節を通して暑くなりやすい傾向(季節の天候)があります。季節の天候には、日本の上空を吹く西風ジェット気流の蛇行や、太平洋高気圧など支配的な高低気圧の強さが関係しています。では、ジェット気流の蛇行や高低気圧の強さは何が決めているのでしょうか？

鍵は北極や赤道の現象

日本周辺のジェット気流の蛇行や高低気圧の強さには、赤道や北極での大気の変動が影響します。

赤道で最も顕著な現象がエルニーニョ・南方振動(図1左)です。エルニーニョの時、太平洋赤道域の中～東部で海水温が普段より高くなります。大気では、活発な対流が東へずれ、西側が高気圧偏差、東側が低気圧偏差という南方振動が生じます。また、対流への中緯度の応答として、北米へ向かう高低気圧の列が形成され、中緯度のジェット気流を蛇行させます。逆の現象がラニーニャで、熱帯太平洋の海水温が通常より低く、中央～東側では対流が不活発になります。

また、北極域の現象も中緯度に影響を与え、最も顕著なものが北極振動(図1右)です。北極振動はジェット気流の強弱と関連しており、正の時はジェット気流の蛇行が小さく、北極に寒気が溜まる状態を表します。一方、負の時にはジェット気流が南北に蛇行し、北極の寒気が中緯度に流れ出しやすい状態を表します。日本周辺では、北極振動が正の時に暖かい傾向になり負の時に寒くなる傾向になります。

このように離れた地域の大気の変動が結び付く現象は遠隔影響(テレコネクション)と呼ばれます。

埼玉県も影響を受けている？

埼玉県でもそれらの影響を受けるのかを、1990～2025年の熊谷の平均気温を用いて調べてみました(表1)。

エルニーニョ時は冬に気温が高い傾向(+0.42℃)、夏に気温が低い傾向(-0.51℃)が見られ、暖冬・冷夏という傾向と整合的です。ラニーニャ時は夏に気温が高い傾向(+0.54℃)でした。北極に寒気が留まる時(北極振動正)は冬に気温が高い傾向(+0.80℃)が現れましたが、北極寒気の流出時(北極振動負)は意味のある差はありませんでした。

近年、異常気象の原因は地球温暖化と考えられがちですが、実際にはさまざまな要因(局地～地球規模の変動、温暖化、都市のヒートアイランドなど)が重なっています。様々な時空間規模の情報を適切に取り入れて、異常気象や災害に適応していくことが大切です。(温暖化対策担当 山上 晃央)

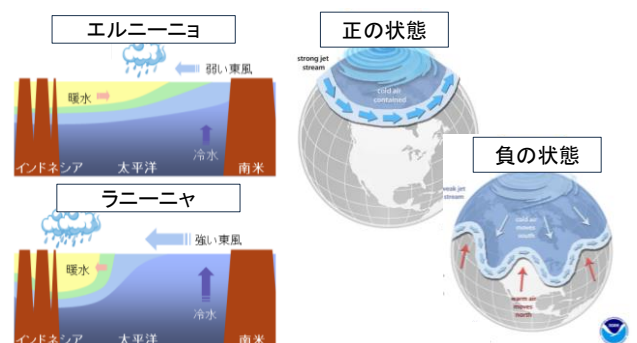


図1 (左) エルニーニョ・ラニーニャ(気象庁HPより)と(右)北極振動(NOAA HPより)の概念図

表1 各現象発生時のと熊谷の冬と夏の平均気温

	エルニーニョ		ラニーニャ		北極振動正		北極振動負	
季節	冬	夏	冬	夏	冬	夏	冬	夏
平均値	5.8	25.0	5.2	26.0	6.1	25.6	5.4	25.2
気温差	0.42	-0.51	-0.15	0.54	0.80	0.12	0.08	-0.26

冬:12～2月、夏:6～8月、太字: 95%有意な差

*エルニーニョ(ラニーニャ)は気象庁のNINO3における海水温年偏差が0.5℃以上(-0.5℃以下)の月で定義

*北極振動はNOAA CPCが提供する月別AO指数の、各季節のAO指数の1標準偏差以上(-1標準偏差以下)を正(負)として定義

彩の国環境大学

Events

「彩の国環境大学」は、県民の皆様を対象に環境に関する基礎知識や地域での環境活動に必要な手法等を学んでいただけるよう、今年度は基礎課程9月5日(土)から、実践課程を10月3日(土)から開講しています。

11月23日(月・祝)に行われる閉講式にあわせ、埼玉県環境科学国際センター 研究所長 八戸 昭一による公開講座『過去から学ぶ埼玉の地盤環境～低地編～』を開催します。

どなたでもご参加いただけますので、多くの方の参加をお待ちしております。詳しくはホームページをご覧ください。



県民の日特別企画

Events

埼玉県環境科学国際センターでは、11月14日(土)に県民の日特別企画のイベントを開催します。

当日は、大人の方も展示館の入場が無料となります。普段は入ることができない研究所の公開や、サイエンスショーをはじめ多くのイベントを開催しますので、ご家族連れで是非お越しください。

なお、詳細につきましては当センターホームページをご覧ください。また、イベントの内容については変更や中止になる場合もあります。あらかじめご了承ください。

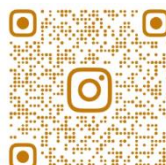


自然観察会

CESS情報発信中！

Notice

埼玉県環境科学国際センター（Center for Environmental Science in Saitama）を、もっともっと皆さんに知ってもらうため、YouTube無料動画「CESSチャンネル」や「フェイスブック」「インスタグラム」でも情報発信をしています。フォローお待ちしております！

 YouTube


#野鳥 #イカルチドリ
#バードウォッチング
#環境科学国際センター

お問い合わせ

埼玉県環境科学国際センター 総務・学習・情報担当 TEL 0480-73-8363
〔休館日:月曜(ただし休日及び県民の日の場合は開館)、開館した月曜日(県民の日を除く)の翌平日、年末年始12月29日～1月3日〕

<https://www.pref.saitama.lg.jp/cess/index.html>

