

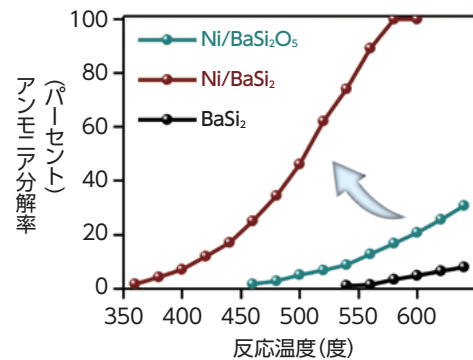
## 低温でのアンモニア分解活性を大幅向上 ニッケルとコバルトで貴金属並みの触媒性能を達成

アンモニアは近年、クリーンなエネルギーである水素を高密度で安全に貯蔵・輸送できる媒体として注目されています。しかし、アンモニアを分解して水素を取り出すには、高温で反応させるか、希少で高価な貴金属であるルテニウム(Ru)を触媒として使う必要があります。

東京科学大学総合研究院の北野政明教授らの研究チームは、ニッケル(Ni)やコバルト(Co)を触媒として固定する枠組みにケイ化バリウム(BaSi<sub>2</sub>)を用いることで、低温でRu触媒に匹敵するアンモニア分解活性を達成しました。NiやCoをアンモニア分解の触媒に使う研究はこれまでも行われてきましたが、低温での作動は困難とされてきました。研究チームは、BaSi<sub>2</sub>が、ケイ素(Si)原子間で共有結合を形成すると同時に、バリウム(Ba)からSiへの電荷移動が生じることで全体としてイオン結晶的な性質を示すことに着目。NiやCoに対してより強く電子を与える性質を持つことからアンモニア分解活性を向上できると考え、この仮説を実験で示しました。さらに、反応後の触媒をX線

光電子分光で分析し、これらの触媒では、BaSi<sub>2</sub>の境界面において、Baとアンモニア由来の窒素、NiやCoとで構成する中間体が形成されることで、高い触媒性能が得られることを示しました。

非貴金属触媒を低温でも効率良く作動させられることを明らかにした今回の研究成果は、今後の触媒の設計指針となり得るものです。水素利用技術の進展を通じて、カーボンニュートラル社会の実現にも寄与することが期待されます。(TEXT:中條将典)



ケイ化バリウム(BaSi<sub>2</sub>)にNiを固定した触媒(Ni/BaSi<sub>2</sub>)を用いた際のアンモニア分解の反応温度と分解率(赤い線)。他の触媒(Ni/BaSi<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)に比べて低温で高効率に分離できる。

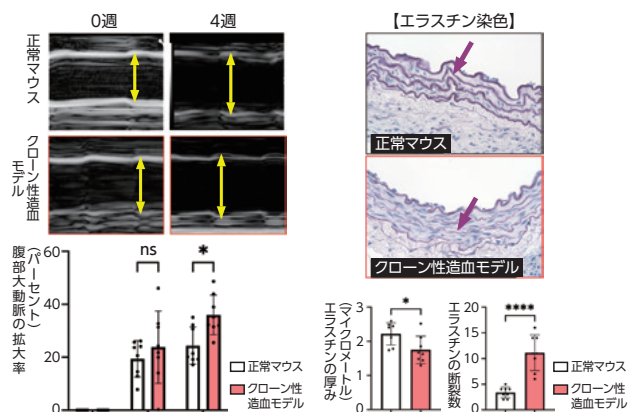
## 加齢で大動脈瘤が悪化する仕組みを解明 免疫細胞に着目した薬物治療戦略開発の可能性に道

大動脈がこぶ状に広がる大動脈瘤<sup>りゅう</sup>は、加齢とともに発症リスクが高まり、破裂した場合には突然死に至ることもある重い病気です。現在、有効な薬物治療はなく、手術が主な治療法となっています。一方で近年、加齢に伴って造血細胞に遺伝子変異が生じた特定の血液細胞が増える現象である「クローン性造血」が、心血管疾患の新たな危険因子となっていることが注目されています。

名古屋大学大学院医学系研究科循環器内科学の由良義充助教らの研究チームは、腹部大動脈瘤とクローン性造血との関連に着目。腹部大動脈瘤の手術予定患者の血液から採取したDNAを解析し、クローン性造血がある患者では、腹部大動脈瘤の拡大速度がより速いことを示しました。さらに、マウスを用いた実験により、クローン性造血が腹部大動脈瘤の拡大を促進することや、クローン性造血の原因遺伝子の1つであるTet2に変異を持つ免疫細胞が骨を分解する細胞に似た性質を獲得して血管壁の弾力を保つエラスチンを分解することで、腹部大動脈瘤を悪化させるこ

とを解明しました。また、この過程に関与するシグナルの伝達を、遺伝学的手法または阻害剤により抑制することで、動物モデルで腹部大動脈瘤の進行が抑えられることがわかりました。

今回の成果は、腹部大動脈瘤において、血液の加齢性変化という新たな視点から病態を捉え、内科的な治療戦略開発への道筋を示すものです。クローン性造血の患者に対するフォローアップにも役立つ可能性があります。(TEXT:中條将典)



クローン性造血モデルマウスは大動脈瘤の形成に伴う大動脈径の拡大が速く(左)、大動脈壁におけるエラスチン(矢印)が薄くて断裂が多い(右)。

## 北太平洋亜寒帯で顕著な「海の温暖化」

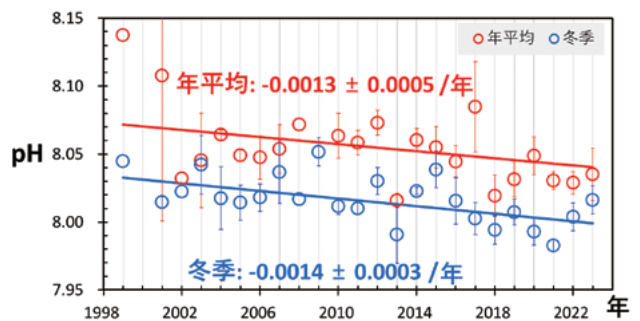
### 長期観測で海洋酸性化に伴う生態系の変動を探る

近年、地球温暖化が進むにつれて、海洋環境にも深刻な影響が広がっています。海洋は人間活動によって排出された二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の約4分の1を吸収しているため、CO<sub>2</sub>排出量の増加に伴って「海洋酸性化」が進行しています。海水が酸性に傾くと、炭酸イオン濃度が減少して炭酸カルシウムの溶けやすさが低下し、炭酸カルシウムを骨格や殻に利用しているサンゴや貝類、プランクトンなどの海洋生態系に重要な生物に悪影響を及ぼす恐れがあります。

海洋研究開発機構地球環境研究部門の相田(野口)真希主任研究員らの研究チームは、北太平洋西部亜寒帯域のカムチャツカ半島沖に位置する定点K2(北緯47度、東経160度)において、海洋地球研究船「みらい」による現地調査や人工衛星観測データを用い、1999年から2023年までの25年間にわたる海水温などの変化を解析。その結果、同海域の海面水温は年率0.056度で上昇し、日本近海の1.87倍の速さで温暖化が進んでいることがわかりました。酸性化の指標となるpHが年0.0014ずつ減少しており、そ

の変化は全季節を通じて世界平均とほぼ同程度でした。一方、ケイ酸塩、リン酸塩、硝酸塩といった植物プランクトンの生産に必要な栄養塩の年平均濃度には長期的な変化は見られませんが、5月に増加し、7月に減少するという10年規模の変化が確認されました。

この研究により、北太平洋亜寒帯域の海洋酸性化と生物生産の長期変動に関する理解が大きく前進しました。研究チームは今後も、定点K2での継続観測を通じて海洋環境変化の予測精度向上を目指していく考えです。(TEXT:中條将典)



船舶観測による定点K2における表層混合層のpH(赤丸:年平均値、青丸:冬季の値)の経年変化。実線は統計的に有意を示し、海洋酸性化の進行速度は世界平均とほぼ同程度であった。

## たった1つの遺伝子が決める共生への進化

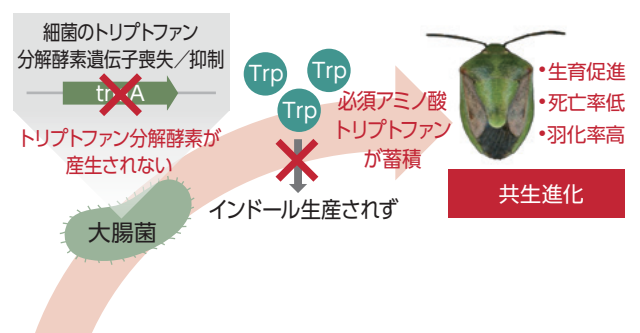
### カメムシの生存を支える共生大腸菌の代謝基盤を実証

生態系の中で、多種多様な生物は単独で生きているのではなく、しばしば共生関係を構築して生息環境に適応しています。例えば、カメムシ類の多くは消化管に共生器官が発達しており、生存や成長に重要な役割を果たす共生細菌を保有しています。

産業技術総合研究所モレキュラーバイオシステム研究部門の深津武馬首席研究員らの研究チームは、チャバネアオカメムシと大腸菌を使った実験で、単一の酵素遺伝子の機能を喪失させるだけで、大腸菌がカメムシの腸内に共生して成長および生存を支える共生細菌に変化することを見いだしました。研究チームは今回、共生するように独自に進化させた大腸菌に感染したカメムシでは、必須アミノ酸の1つであるトリプトファン(Trp)の体内濃度が著しく上昇する一方で、大腸菌におけるTrp分解酵素遺伝子の発現量が顕著に低下していることを発見。Trpを分解して作られる毒性の有機化合物であるインドールの体内濃度が有意に低下していることもわかりました。さらに、自然界におい

てカメムシ類の生存を支える多様な腸内共生細菌のゲノム配列を調べたところ、Trp分解酵素遺伝子をことごとく喪失していることが判明しました。

今回の成果は、これまで容易には起こり得ないと考えられていた共生細菌の進化が、Trp分解酵素というたった1つの酵素遺伝子の機能喪失により起こることと、その代謝的な基盤を実証的に示したものです。今後は、共生を創り出したり、デザインしたりする技術への展開も可能になると見込まれます。(TEXT:中條将典)



Trp分解酵素遺伝子を喪失・抑制した大腸菌は、毒性のあるインドールの生産を阻害し、必須アミノ酸のTrpを蓄積することで宿主であるカメムシの生存を支える共生細菌となる。