

研究成果

ライフサイエンスデータベース統合推進事業

研究領域「統合化推進プログラム(育成型)」

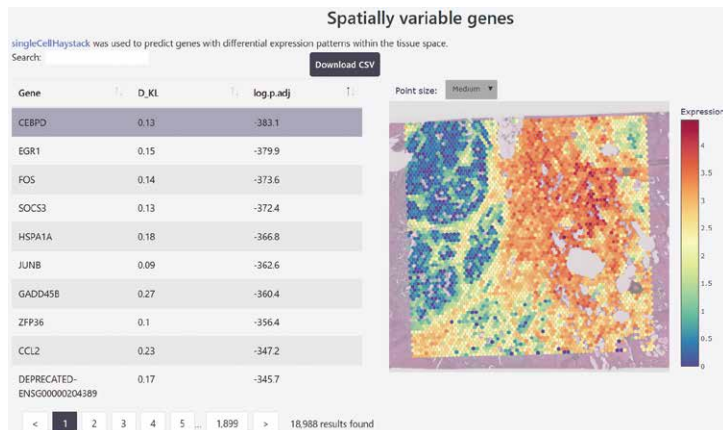
研究課題「空間オミックスデータ解析用データベースの開発」

組織切片の網羅的な遺伝子発現がわかるDB公開

専門家でもなくとも分析しやすく、疾患などの解明につながる

組織試料中の発現する遺伝子の場所、種類、量を網羅的に調べる研究手法を「空間トランスクリプトミクス」(ST)と呼び、研究が進んでいます。近年、新たに登場した分析技術によって、組織内の細胞機能やその機能の変化と疾患との関係を分子レベルで理解することが可能になりました。しか

■ 任意の遺伝子の空間的発現分布の表示



DeepSpaceDBでは、組織試料中の発現する遺伝子の場所、種類、量を閲覧できる。

し、実験にかかる費用が非常に高額な上、データが複雑なために専門家でないと分析が難しいという問題がありました。

京都大学医生物学研究所のバンデンボン・アレクシス准教授は、これまでに公開されているさまざまな組織のSTデータを集約し、自ら実験をしなくても簡単に閲覧・分析できるデータベース(DB)「DeepSpaceDB」を開発し、公開しました。このDBには、2024年9月時点でヒトの626試料、マウスの412試料のデータが収載されており、米国立生

物工学情報センター(NCBI)などが公開している、STの主なプラットフォームである「10x Visium」で取得されたデータをほぼ網羅しています。DeepSpaceDBでは、試料を採取した組織や疾患状態などの情報を精査し、分析しやすいように整備しており、任意の遺伝子の発現部位や、ある機能が活性化あるいは不活性化している部位を調べたりすることができます。このDBを活用することで、例えば、がんの組織のどこにどのような状態の細胞が存在するのかなどを明らかにでき、疾患の病因や病態の解明につながることを期待されます。

■ 開発したDeepSpaceDB

<https://deepspace-db.com/>



研究成果

創発的研究支援事業(FOREST)

研究課題「非平衡状態における触媒反応ネットワーク理論の開拓」

電極触媒の寿命を予測する数理モデル

耐久性の高い代替材料開発の可能性に貢献

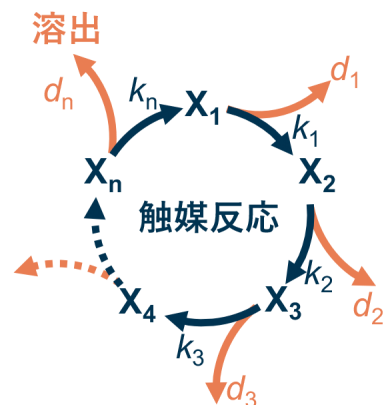
水の電気分解は、環境負荷の少ない水素製造技術として盛んに研究されています。陽極における酸素発生反応を促す電極触媒には酸化イリジウムを用いますが、希少かつ高価な元素であるため、水素の普及には代替材料の開発が不可欠です。活性の高い触媒を探す技術は存在しても、耐久性の高い触媒は不足しているのが現状です。そのため触媒の寿命を定量的に予測し、高耐久性材料を効率的に探せるようになれば、代替触媒の開発を促進できると期待されます。

理化学研究所環境資源科学研究センターの大岡英史研究員と中村龍平チームリーダーらの共同研究グループは、触媒が反応中に少しずつ溶けることで劣化を引き起こしていることを、これまでの研究で明らかにしてきました。さらに今回、溶出速度から触媒寿命を予測する数理モデルの構築にも成功しました。

具体的には酸化マンガン(MnO₂)触媒で水を電気分解し、さまざまな反応条件で溶出速度や触媒寿命を測定し、数式の妥当性を検証。導かれた理論寿命と実験で計測された実験寿命には相関関係があり、定性的な傾向を理論的に再現できたことから、数理モデルの妥当性を確認しました。一

方、今回の実験では求めなかった速度定数などにより、理論寿命と実験寿命の定量的な一致を検証することはできませんでした。今後は触媒寿命をより正確に予測できる数理モデルと理論の精度向上が必要不可欠です。

水素製造用の電極触媒を産業利用するためには数年単位の触媒寿命が必須なため、測定には長期の実験時間を要します。しかし、数理モデルを用いることで触媒寿命の評価にかかる時間を短縮できれば、高耐久性材料を短期間で開発できる可能性が期待されます。カーボンニュートラルの実現に向け、水素製造用の電極触媒を産業利用していくための一歩を踏み出したと言えます。



この研究で考案された数理モデルで、触媒が劣化していく様子を表している。紺色で示した触媒反応のみを永久的に続けられる触媒が理想だが、実際には金属イオンの溶出など、オレンジ色で示した副反応が起こる。このため、触媒は少しずつ劣化し、最終的には全く反応が起こらなくなる。

研究成果

戦略的創造研究推進事業さきがけ

研究領域「計測・解析プロセス革新のための基盤の構築」
研究課題「磁場印加スピン分解顕微光電子分光の開発」

AI導入で電子スピン計測時間を短縮 超高速・省エネの次世代情報デバイス開発に道

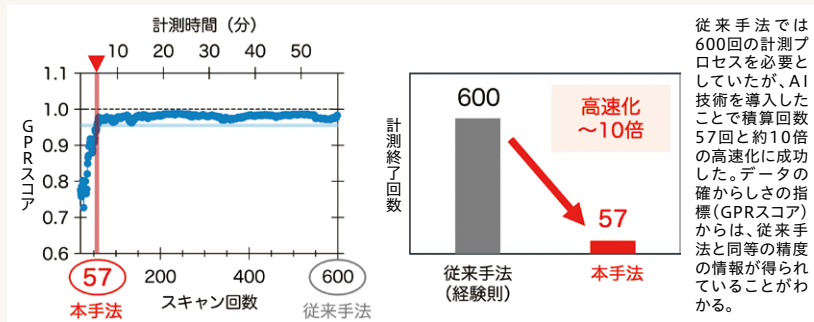
超スマート社会(Society 5.0)の実現には大量の情報通信が伴うため、超高速かつ超低消費電力の次世代情報デバイスが不可欠です。中でも電子の持つスピンと呼ばれる自転運動の向きと動きを利用した「スピントロニクスデバイス」は、従来の半導体や電子部品と比べて省エネと情報伝達の高性能化が見込めると期待されています。このデバイスの開発には、材料内部におけるスピンの状態を計測することが重要となります。

量子科学技術研究開発機構関西量子科学研究所放射光科学研究センターの岩澤英明プロジェクトリーダーらの研究グループは、最先端の計測技術である「軟X線スピン・角度分解光電子分光法(SARPES)」を用いてスピンの状態を計測する装置を開発してきました。しかし計測に長い時間がかかり、その間に試料が劣化して精度が下がることから実用化には至っていませんでした。

今回、研究グループは計測時間の短縮化を図るため、計測プロセスに新たにAIを導入。

これまででは、スピンの向きや動きを把握するために必要なスピン偏極度を測る際、熟練の研究者がデータのばらつきを判断し、十分な品質データが得られるまで積算していました。しかし、AIを導入したことで、従来は600回必要だった積算をわずか57回で完結し、同等精度で情報を抽出することに成功。つまり、計測時間を約10分の1に短縮することが可能となりました。

同機構が官民地域パートナーシップの国側の主体として運用するナノの世界の電子状態を可視化する3GeV高輝度放射光施設、通称「^{ナノ}テラス」にこの技術を導入することで、世界初の軟X線SARPES実用化が可能となります。次世代量子マテリアルデバイス全般の研究開発において、未来を牽引していく存在として注目が集まります。



研究成果

地球規模課題対応国際科学技術協カプログラム(SATREPS)

研究課題「東南アジア海域における海洋プラスチック汚染研究の拠点形成」

海洋マイクロプラスチックをサンゴで発見 1000年規模で残る可能性、蓄積量の再評価に貢献

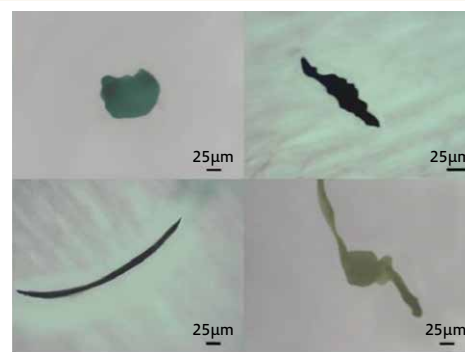
東南アジアの発展途上国では、毎年世界の1/3の排出量にあたる約1000万トンのプラスチックごみが投棄されています。そのごみは海上で劣化や破碎を繰り返して微細なマイクロプラスチック(MP)に変化し、サイズが小さくなるにつれて観測や分析が難しくなるため、海域に流出した内の約70パーセントは行方不明となっています。

九州大学の磯辺篤彦教授らは、SATREPSプロジェクトに併せてタイ王国のチュラロンコン大学内に国際研究拠点を設置し、調査を実施。首都バンコクの沖合に浮かぶシーチャン島周辺で採取した4種の造礁サンゴの体内を調べたところ、サイズが数十から数百マイクロ(マイクロは100万分の1)メートル程度のMPを発見しました。

各種のサンゴ体内での検出量は湿重量1グラムあたり0.7~2.28個で、21種類のポリマータイプを観察できました。中でも大きな割合を占めていたのがナイロンやポリアセチレン、ポリエチレンテレフタレートです。また、検出した174粒のMPは、サンゴの表面粘液、組織、骨格全体に分布しており、その割合は38パーセント、25パーセント、37パーセントでした。

以前は数ミリメートルの合成繊維の検出例がありましたが、骨格内にMPが蓄積していたケースは初めてです。プラスチックごみは自然環境で数百年から1000年規模で残存するとされています。一度骨格に入った異物はサンゴ体外には出ていかないため、サンゴが死滅した後も1000年規模の長期間にわたってMPがサンゴ内に残る可能性が示唆されました。

今回の発見は、世界中のサンゴ内でのMP蓄積量を再評価し、その影響を広く調査する重要性を示しています。同時に、これまで不明だったプラスチックごみの行方についての新たな手掛かりを提供し、海洋環境保全のための基礎データづくりに貢献します。



シーチャン島の造礁サンゴから発見されたマイクロプラスチック片。形状はさまざまだが、いずれも数百マイクロメートル以下と微細だ。