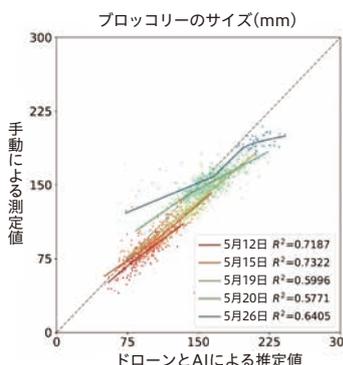
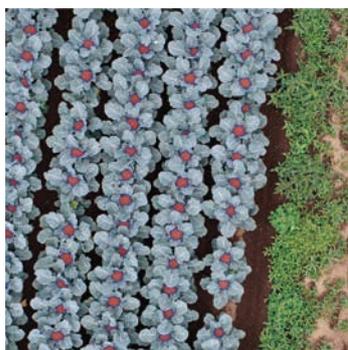


ドローンと深層学習で「規格外野菜」を減らす サイズを予測し、最適な収穫日の推定を可能に

野菜の生産では、安価で安定的な供給のために、形や大きさの規格が設定されています。しかし、栽培時の土壌や気象条件などにより、一定程度の「規格外野菜」が出てしまいます。規格外野菜は生産者にとって生産コストの増加要因になるだけでなく、廃棄されることで環境負荷となる可能性があります。そのため、野菜1つ1つのサイズをどう把握し、いつ収穫するかが課題でした。

東京大学大学院農学生命科学研究科の郭威准教授、平藤雅之特任教授らは、サイズがばらつきやすいブロッコリーを対象に、ドローンの空撮画像から深層学習によって全株の位置検出と花蕾の領域分割を行うことで、全株のサイズを自動推定・予測するシステムを開発しました。検証では、圃場で2年間にわたり栽培した1万株以上のブロッコリーについて、定期的にドローン空撮を行い、全株のサイズを推定しました。その結果、多くを誤差約2~3センチメートル以内の精度で推定することができました。



開発したシステムを用いて推定されたブロッコリーのサイズ(左図赤丸)。ブロッコリー花蕾サイズのドローン空撮による推定値と実測値の散布図(右)。手動で測定した520株と比較して、多くが誤差約2~3センチ以内で推定できることが確認できた。

また、生育モデルと気象予報データを組み合わせて、約10日後までの花蕾サイズを予測。ブロッコリーの成長とサイズごとの出荷価格を組み合わせ、生産者の収入にあたる総出荷価格を日ごとに計算しました。すると、最適な収穫日から1日ずれるだけで規格外が最大約5パーセント増え、収入が最大約20パーセント減ることがわかりました。

今回の研究では畑の全個体を一斉収穫する、という条件で行われたものであることを考慮する必要があります。ですが、このシステムはキャベツなどさまざまな露地野菜にも応用できる可能性があり、これを発展させることで持続的な農業の実現が望まれます。

脳を「柔らかく」覆う薄膜電極を開発 従来の12分の1の薄さ、難治てんかん診断・治療へ

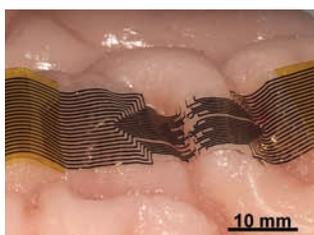
抗てんかん薬を複数処方しても発作を抑制できない「難治てんかん」は、国内の患者数が約30万人と推定されています。病巣の特定や治療には、硬膜の内側にある脳の表面に電極を直接固定し、電位記録や電気刺激を実施する「硬膜下電極」が用いられますが、電極と脳組織の間に生じる力学的なミスマッチによって電極の位置ずれや脳圧亢進が起るため、臨床現場では電極構造の薄膜化が求められていました。

東京工業大学生命理工学院生命理工学系の藤枝俊宣准教授らの研究グループは、合成ゴムでできた柔らかい薄膜を基材層と絶縁層に用いた薄膜電極を作製しました。具体的には、薄膜の表面に金ナノインクをインクジェット印刷することによって、導電配線と多点状の電極パターンを形成し、その表面にもう1枚の薄膜を絶縁層として重ね貼りしました。

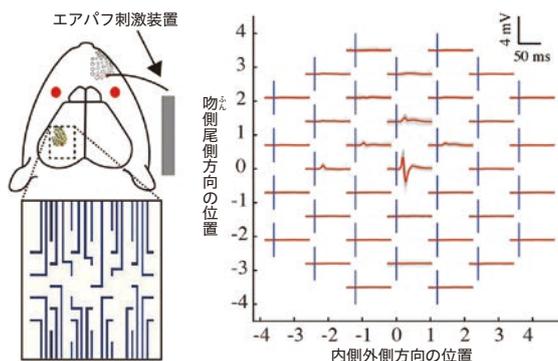
作製した薄膜電極は膜厚が約8マイクロ(マイクロは100万分の1)

メートルで、従来の硬膜下電極と比べて12分の1の薄さを実現し、ヒトの脳を模倣した脳組織モデルの表面の起伏を密に覆うことができます。また、薄膜電極を薬剤誘発型てんかんモデルラットに貼付したところ、てんかん様の脳波を計測できました。電気刺激により誘発された特徴的な動きも確認でき、電極の固定による異常も認められませんでした。

このように柔らかい素材で構成された薄膜電極は、難治てんかん患者の治療における負担や合併症を軽減できる電極として期待されます。今後は脳表脳波記録と電気刺激を両立させ、診断と治療を一体化した完全埋め込み型デバイスの実現を目指します。



ヒト脳組織モデル上の起伏を覆うように貼付された薄膜電極(左)。ラットの脳誘発電位の計測では、特定の大脳皮質部位に電位が局在していることが確認できた(右)。



「オス殺し」毒素の作用メカニズムを解明 害虫をコントロールする技術の開発へ

昆虫のメスは、まれにメスばかりを産むことがあります。この要因の1つとして、共生細菌による生殖操作があります。例えば、共生細菌の「スピロプラズマ」はメスのショウジョウバエに感染し、次世代のオスだけを卵の段階で死に至らしめる「オス殺し」を引き起こします。これはメス親を介してのみ次世代に伝わる共生細菌にとって、感染拡大に有利な戦略なのです。

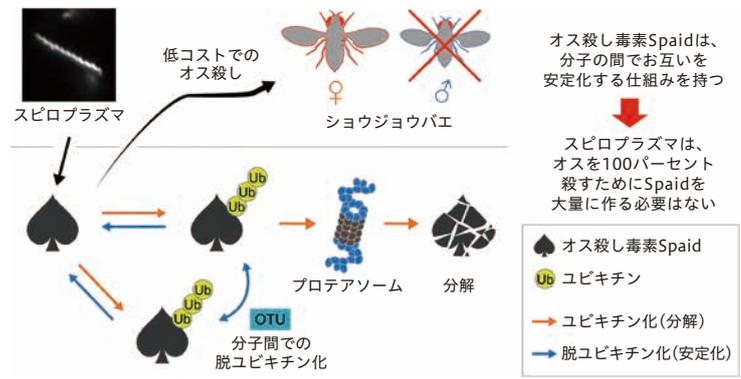
このオス殺しについて、京都大学白眉センター／生命科学研究所の春本敏之特定助教らの研究グループは、2018年に原因となる毒素を世界に先駆けて発見し、Spaid(*Spiroplasma androcinin*)と名付けました。しかし、その詳細な機能や作用メカニズムは明らかになっていませんでした。

そこで同研究グループは、Spaid内の真核生物様ドメインの1つである「OTUドメイン」に着目しました。76残基からなる小たんぱく質ユビキチンの付加は、標的たんぱく質の分解などさまざまな生命現象に関わりますが、OTUドメインはこれを外す活性を持ちます。Spaidから同ドメインを除去す

ると、ショウジョウバエの細胞内でSpaidが分解され、オス殺しが顕著に弱化的ことを突き止めました。また、通常のSpaidと同ドメインを除去したSpaidと一緒に培養細胞で発現させると、後者は細胞内で安定して発現し、ユビキチン化のシグナルが消失しました。これは、同ドメインがSpaid分子の間で働き、お互いを安定化していることを示唆しています。

今回の発見により、昆虫の生殖操作から多くのことが学び取れます。低コストかつ環境に負荷をかけない、新たな害虫コントロール技術の創出に期待が高まります。

共生細菌スピロプラズマの「オス殺し毒素」安定化の仕組み



安価な鉄から高活性・高耐久性触媒 希少金属を用いない持続可能なプロセス構築に寄与

鉄は自然界に広く存在し、安価で毒性が低い特性から、魅力的な触媒材料と言えます。しかし、これまでの鉄触媒はセ氏200度以下の穏やかな液相条件下での水素化反応では著しく活性が低いという問題がありました。また、活性種である鉄ナノ粒子は反応系に残存するわずかな酸素によっても容易に酸化されて活性を失ってしまいます。この低活性と不安定性のため、鉄触媒は高温を要する気相反応などの非常に限られた状況でしか使えませんでした。

大阪大学大学院基礎工学研究科の満留敬人准教授らの研究グループは、鉄とリンで構成されるリン化鉄を100ナノ(ナノは10億分の1)メートル以下までナノ化した「リン化鉄ナノ結晶」を合成。このナノ結晶が200度以下の液相反応下で、工業的に重要なニトリル類の水素化反応に世界最高活性を示す鉄系固体触媒となることを見いだしました。

開発したナノ結晶は大気中でも安定しているため、取り扱いやすく、触媒の改良も容易です。この特徴を生かして、ナノ結晶と酸化チタンを複合化した

ところ、触媒活性が飛躍的に向上し、さまざまなニトリル類から、ポリマー原料や医薬中間体として重要な1級アミン類を選択的に合成することができました。さらに、反応後の触媒は反応溶液から簡単に分離することが可能であり、高活性を維持したまま繰り返し再使用できることも確認しました。

この成果は、液相での水素化反応で高活性・高耐久性を示す世界初の鉄触媒の開発事例です。また、枯渇や毒性による使用制限が懸念される希少金属を用いない、持続可能な次世代型化学反応プロセスの可能性を示唆するものです。さらに、このナノ結晶は高い水素化能を持つため、カーボンニュートラルを見据えたバイオマス変換やポリマー分解反応への応用も見込まれます。

