

## 早発型妊娠高血圧腎症のメカニズム発見 胎盤由来の細胞外小胞たんぱく質が病態に関与

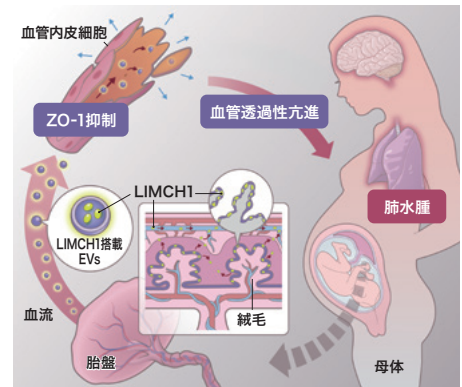
妊娠高血圧腎症は妊娠中に発症する、高血圧を特徴とする疾患です。中でも、妊娠34週未満に発症する早発型妊娠高血圧腎症(Eo-PE)は、母親と胎児の生命を脅かす重篤な妊娠合併症であり、母体では、重症化すると血管から水分が漏出して全身浮腫や肺水腫など致死的な合併症を引き起こすことが知られています。しかし、その詳細なメカニズムの解明は不十分で、根本的な治療法は分娩によって妊娠を終結させることです。

名古屋大学医学部附属病院の横井暁講師らの研究チームは、細胞の骨格や収縮に関わると考えられているたんぱく質の1つである「LIMCH1」に着目。LIMCH1を含む胎盤由来の細胞外小胞(EV)が、Eo-PEにおける血管からの水分の漏出を起こしている可能性を示しました。EVはヒトのあらゆる体液中に存在し、細胞間コミュニケーションを担う重要な因子として注目されています。同チームは、正常妊婦とEo-PE妊婦の血清からEVを抽出して含まれるたんぱく質の違いを分析。胎盤組織におけるRNAの違いも併せ

て分析し、胎盤由来のEo-PEで特異的に増加するたんぱく質として、LIMCH1を突き止めました。さらに、マウスを用いた実験で、血管の内皮がLIMCH1を含むEVを取り込むと血管から水分が漏出する性質が高まることを確認しました。

今回の成果は、Eo-PEの重症化予測および治療戦略に新たな指針をもたらすものです。将来的には、LIMCH1を含むEVを新たなバイオマーカーとして利用する他、EVそのものやLIMCH1を標的としたEo-PE治療法の開発も見込まれます。

(TEXT:中條将典)



胎盤の絨毛に存在するLIMCH1を含むEVによって、血管の透過性を制御するたんぱく質「ZO-1」が抑制されて血管の内皮細胞のバリア機能が破綻。水分が漏出して肺水腫などを起こしている可能性がある。

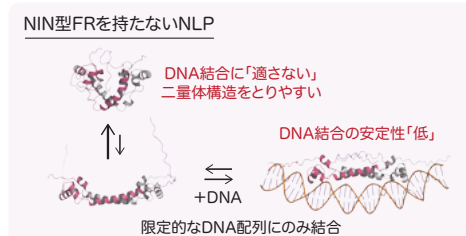
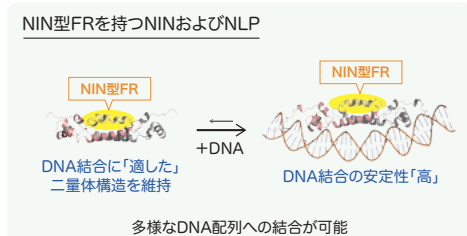
## マメ科植物が根粒菌と共生する進化解明 窒素肥料を減らす持続可能な農業の実現に貢献も

マメ科の植物は、根の根粒と呼ばれる器官に窒素固定細菌を感染させており、この細菌が大気中の窒素から生成したアンモニアを栄養として受け取る一方で、光合成産物を提供する共生関係を築いています。これまでに「NIN」と呼ばれるたんぱく質が、根粒の形成、根粒内部への微生物の感染、窒素のアンモニア変換に至る一連の過程で、遺伝子の働きを統括することが知られています。しかし、その仕組みをどのように獲得したかはまだよくわかっていません。

筑波大学生命環境系の壽崎拓哉教授らの研究チームは、マメ科植物ミヤコグサを用いた実験で、DNA配列に結合するNINの領域の直後に15個のアミノ酸から成る短い配

列が存在することを発見し、この領域を「FR」と命名。たんぱく質とDNAの相互作用解析と、人工知能(AI)によるたんぱく質の構造予測に基づいて、FRがDNAへの結合を安定化させる役割を果たし、多様なDNA配列に結合できるようにすることで根粒共生に必要な多くの遺伝子を同時に制御できるようになったことを明らかにしました。さらに、進化的解析から、このFRは根粒共生が出現する以前から一部の植物に存在していたことがわかりました。

この研究成果は、たんぱく質のわずかな構造変化が新たな生物機能を生み出す仕組みを示したものです。将来的には、窒素肥料への依存を減らす技術の開発や、植物と微生物の共生の人為的な設計により、持続可能な農業に貢献することも期待されます。(TEXT:中條将典)



NIN型FR(黄色の箇所)を持つNINおよびNIN類似たんぱく質(NLP)は、FRがDNA結合に適した二量体の構造を維持してDNA結合の安定性を高めることで、多様なDNA配列に結合できる。NIN型FRを持たないNLPは限られたDNA配列にしか結合できない。

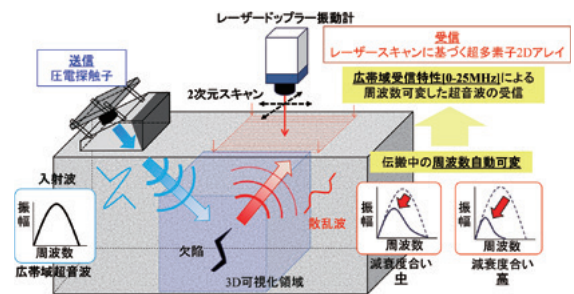
## コンクリート内部の異常を非破壊検査 減衰する超音波とらえ高分解能で3次元可視化

トンネル、橋梁、高速道路などのコンクリート構造物の老朽化による事故が国内外で多発しています。こうした事故は外観からはわからない内部の欠陥や空洞が原因となる場合が多い反面、目視検査は表面のみ、打音による検査も浅い範囲しか評価できません。超音波を当てて内部の欠陥を映像化する技術も普及しつつありますが、コンクリートは超音波の減衰率が極めて大きいため、構造物内部の詳細な映像化は困難でした。

東北大学大学院工学研究科の小原良和教授らの研究チームは、検査対象に応じて、散乱した超音波から最適な周波数を自動で選択する広帯域送受信システムを用いた「周波数自動可変型PLUS」技術を開発。コンクリート内部の欠陥を高分解能かつ3次元で可視化することに成功しました。研究チームはこれまでに、電圧をかけると伸び縮みする圧電材料による広帯域の超音波送信と、レーザー光のドップラー効果を利用して材料内部の振動情報を非接触で計測する手法を組み合わせ、材料内部の欠陥を3次

元で可視化する技術を開発しています。今回は、減衰の影響を受けた超音波から最適な周波数帯を自動選択して計測する仕組みを開発するとともに、内部で散乱した超音波を受信する際の2次元スキャン点数を増やすことで、高分解能の3次元映像化を実現しました。

この技術を利用すると、コンクリート内部の危険箇所を破壊することなく見つけ、優先して補修できるようになります。老朽化したコンクリートインフラの維持管理を効率化し、安全性・信頼性を高められる技術として将来有望です。(TEXT:中條将典)



多様な高減衰コンクリート構造物の内部を3Dで可視化できる「周波数自動可変型PLUS」の概念図。圧電材料による広帯域超音波送信と、ドップラー効果を使って内部振動を計測する際に最適な周波数を自動選択する技術を組み合わせました。

## 台風の急発達をスパコン「富岳」で再現 100メートルの超高解像度で小さな渦まで直接計算

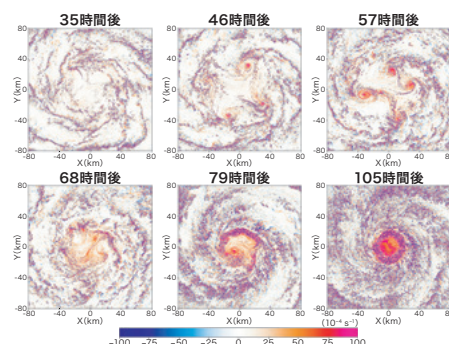
発生した台風がどれだけ強くなるかを予測することは、被害を抑える上で極めて重要です。しかし、台風の急発達期の正確な予測は今なお難しい課題となっています。その主な理由の1つは、活発な渦の大きさが数百メートルと小さいのに、一般的な数値計算の解像度は数キロメートルと粗いからです。

東北大学大学院理学研究科の伊藤純至准教授らの研究チームは、スーパーコンピューター「富岳」を使って、1つの台風が弱い渦の段階から非常に強い台風になるまでの約4日間を、100メートルの超高解像度で再現することに成功しました。同チームは、2000キロメートル四方の巨大な計算領域内を水平解像度100メートル・鉛直60層に区分。比較的大きな渦は直接、それより小さな渦の効果はモデル化して扱う数値計算を実行しました。同じ条件で水平2キロメートルの低解像度計算も実行し、最低気圧・最大風速・最大風速半径などの時間変化を比較しました。

その結果、最大の強さは両者ではほぼ同じですが、超高解

像度計算では急発達の始まりが約1日遅れることがわかりました。そこで同チームは、半径1キロメートル未満の小さな渦の分布や、台風の目の周りにできる半径約10キロメートルの渦を詳しく調べ、これらの渦が台風中心への空気の流入を妨げて台風の急発達が始まる時期が遅れることを突き止めました。

今回の研究により、台風が急発達する時期を左右する条件が、これまでの計算で直接扱えなかった小さな渦の集まりである可能性が示されました。この知見は、今後の台風の強さの予測を改善する上で重要な手がかりとなると考えられます。(TEXT:中條将典)



地表面付近の鉛直渦の発達期から成熟期までのシミュレーション。値の大きさが回転の強さ、符号の正が反時計回り、負が時計回りに対応する。