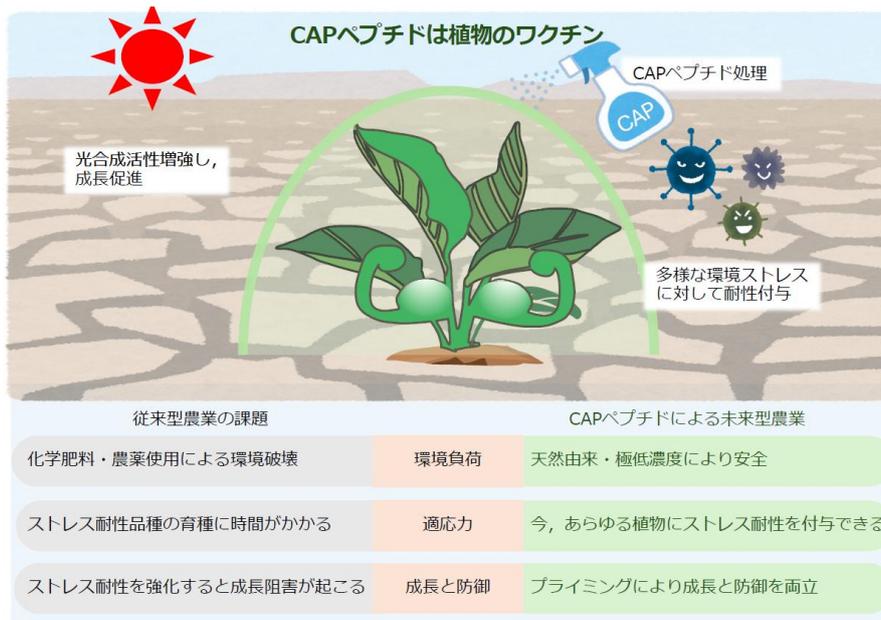


プライミング効果により植物の成長促進と多重ストレス耐性を同時に実現！

—昆虫の戦略を応用した次世代バイオスティミュラント「CAP ペプチド」の開発—

京都府立大学大学院 生命環境科学研究科の研究チーム(松澤 萌大学院生、佐藤 雅彦教授、平野 朋子准教授ら)は、植物の成長を促しながら、同時に高温、塩害、乾燥、病原菌感染といった複数の環境ストレスに対する耐性を劇的に向上させる、新規バイオスティミュラント「CAP ペプチド」を開発しました。CAP ペプチドは、虫こぶ形成因子として同定された6残基からなる短鎖ペプチドですが、様々な生物が共通して持つ分子であり、また、低濃度で効果を発揮するため、ヒトにも環境にも安全で低コストな農業資材として有望です。CAP ペプチドは、地球温暖化や気候変動が引き起こす複合環境ストレスによる作物の損害をカバーし、環境にやさしい持続可能な農業を支える「バイオスティミュラント」として期待されます。



本研究成果は、国際学術誌 "Plant Stress" に 2026年2月11日にオンライン掲載されました。

論文タイトル： CAP peptides: A Novel plant biostimulant that enhances plant growth and multi-stress tolerance via priming. *Plant Stress*, 20 (2026) 101277, <https://doi.org/10.1016/j.stress.2026.101277>

著者 (*責任著者)： Megumi Matsuzawa, Masaki Ohta, Tomoko Hirano*, Masa H. Sato*

◆研究グループ

京都府立大学大学院生命環境科学研究科
(研究統括, 研究実施全般)

大学院生 松澤 萌
学部学生 太田 雅貴
准教授 平野 朋子
教授 佐藤 雅彦

◆問い合わせ先

【研究に関すること】

京都府立大学大学院生命環境科学研究科
細胞動態学・分子共生学研究室 075-703-5449

【報道に関すること】

京都府立大学企画・地域連携課 075-703-5147

【背景:気候変動と農業の課題】

作物の収量は、環境からの様々なストレスにより、それらが持つ潜在的な最大収穫量より大幅に減少してしまいます。

病害虫などの生物ストレスや高・低温、乾燥、塩害などの非生物ストレスなどの様々な環境ストレスにより、作物の収穫量は大幅に減少してしまいます。この問題に対して、従来型の農業では、ストレス耐性品種を育種し、化学肥料で栄養を大量投入し、農薬で生物ストレスを抑え、ハウス栽培などの人工的な環境で非生物ストレスを抑えることで、収量の増加を行ってきました。しかし、多くの石油化学エネルギーを必要とする化学肥料や農薬の大量使用は、大規模な環境破壊を引き起こしています。また、近年、地球温暖化に伴う高温や豪雨などの気候変動、病害虫の拡大は世界の作物収量に深刻な脅威を与えています。

そこで、農薬や化学肥料の使用を減らした環境に優しい持続可能な農業への転換が世界的に推進され、植物本来の力を引き出すことで、植物の成長促進や環境ストレス耐性を付与する「バイオスティミュラント(植物刺激剤)」が注目されています。しかしながら、現在、商品化されているバイオスティミュラントの多くは天然物抽出物であることから、品質・効果は不安定であり、作用メカニズムもほとんどわかっていませんでした。

【研究の成果:昆虫の知恵を「植物のワクチン」に】

ヌルデシロアブラムシは、ホスト植物ヌルデの葉に潜り込んで、シェルター兼餌場の「虫こぶ」の形成を誘導し、その中で自身のコピーを増やしながら、「虫こぶ」を2か月程で100倍以上の体積に急成長させます。

私たちは、植物に「虫こぶ」を形成させる因子として「CAPペプチド」を同定し、このペプチドが、植物において、乾燥やABA応答、病害応答、高温に対する耐性遺伝子や光合成関連遺伝子の発現上昇させることを報告していました(Hirano et al., *Plant Cell Physiol.*, **66**, 1155-1168)。植物に寄生する昆虫は、「CAPペプチド」を使って植物をストレスに強くし、成長促進させているのかもしれませんが。

今回、0.1~10 nM(ナノモラー)という極めて低い濃度のCAPペプチドが、根を伸長促進し(図1)、葉面積を拡大させるなど(図2 a、c)、生育を促進させることを発見しました。この作用は、葉緑体中のクロロフィル量の増加によって(図2 b)光合成活性が向上したためと考えられます。

さらに、CAPペプチド処理は、低窒素(図3)、塩害(図4 a、b)や高温(図4 c-e)などの悪条件においても、生育を大幅に改善させました。

また、シロイヌナズナに、CAPペプチドをあらかじめ処理すると、黒すす病菌の感染を有意に抑制することが明らかとなりました(図5)。黒すす病は、アルタナリア属菌(カビ)黒すす病菌によりキャベツやブロッコリー等の葉や花蕾に黒い輪紋状の斑点やスス状の物質を形成する病気で、風雨による飛散や種子伝染、土壌伝染で拡大し、農作物に甚大な被害を生じさせます。

一方、CAPペプチドをあらかじめ処理した植物は、ストレスが訪れたときに素早く大量のストレス防御遺伝子を発現させ、ストレスがないときはストレス防御態勢にならないことがわかりました(図6)。すなわち、CAPペプチドは、植物があらかじめ特定の刺激を

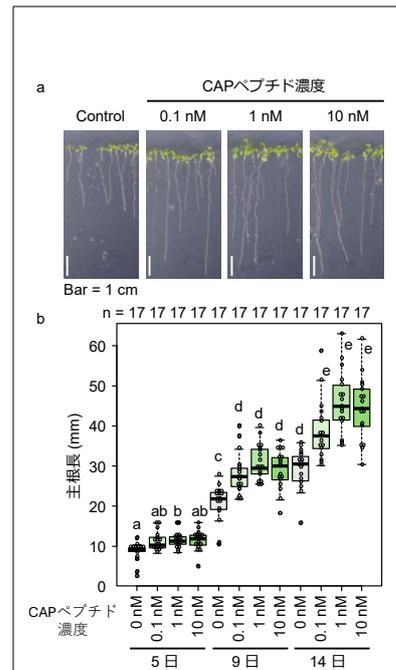


図1.CAP ペプチドは、植物の成長を促進させる。

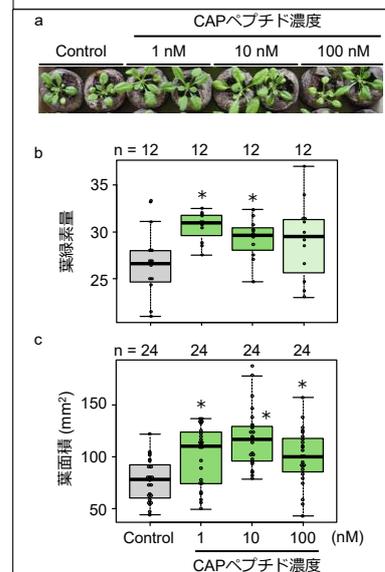


図2.CAP ペプチドは、葉緑素量を増やして植物の成長を促進させる。

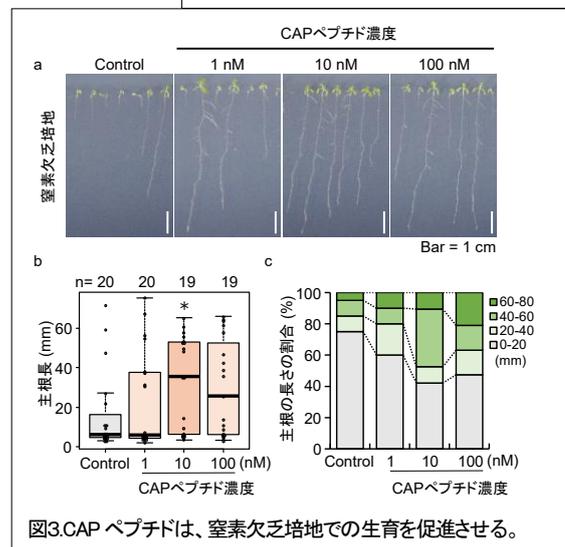


図3.CAP ペプチドは、窒素欠乏培地での生育を促進させる。

受けることで、その後のストレスに対してより迅速かつ強力に反応できる準備状態になる「プライミング効果」を引き起こしているのです。

通常、植物はストレス防御遺伝子発現にエネルギーを割くと成長が停滞するため、ストレス耐性と成長促進を両立させるのは非常に困難でした。今回、開発したCAPペプチドは、遺伝子組み換えすることなく、単に、植物に“かけるだけ”で、ストレスのないときに“成長”させ、ストレス到来時に“耐性付与”する、いわゆる「植物のワクチン」となることがわかりました。

本研究では、モデル植物のシロイヌナズナだけでなく、日本の主要な食料作物であるイネ(コシヒカリ)や、小松菜、ミズナにおいても顕著な成長促進効果を確認しました(図7)。

【今後の展望】

CAP ペプチドは、すべての生物が共通で持つ分子で、低濃度で効果を発揮するため、安全性が高い低コストな「バイオスティミュラント」としての実用化が期待できます。現在、私たちは、あらゆる作物に適合するワクチン型バイオスティミュラントの創生を目指し、CAP ペプチドの詳細な作用メカニズムの解明を進めています。

◆**発表雑誌** :CAP peptides: A Novel plant biostimulant that enhances plant growth and multi-stress tolerance via priming.

Plant Stress, 20 (2026) 101277, <https://doi.org/10.1016/j.stress.2026.101277>

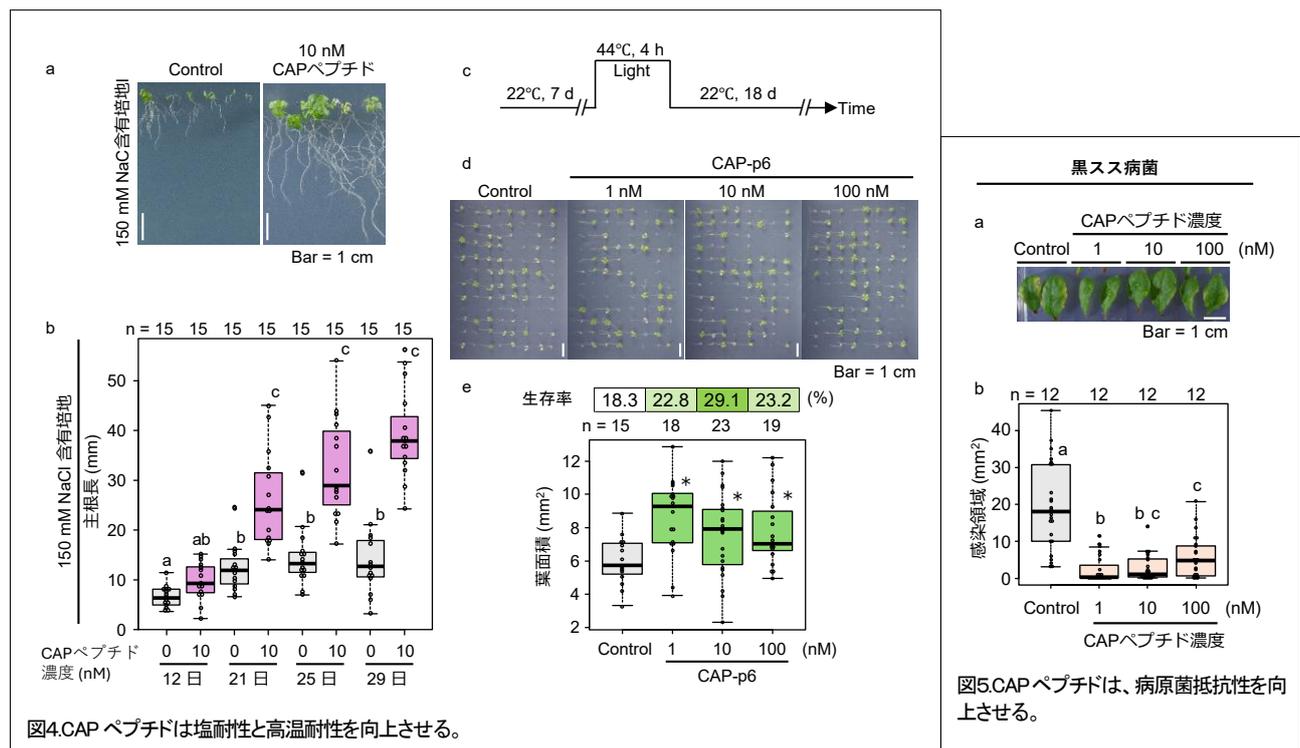
◆**著者(*責任著者)**: Megumi Matsuzawa, Masaki Ohta, Tomoko Hirano*, Masa H. Sato*

◆**研究サポート**: 本研究は科学研究費補助金、基盤研究 B (23H02177)、JST 戦略的創造研究推進事業(さきがけ)(JPMJPR20D5)などの支援により実施されました。

◆用語解説

注1 **バイオスティミュラント(BS)**: 植物の生理プロセスを刺激することで、栄養利用効率、非生物的ストレス耐性、品質などを向上させる物質や微生物。

注2 **nM(ナノモラー)**: 濃度を表す単位。1 nM は、1 L に 1 nmol(ナノモル:分子 6.02×10^{14} 個)が含まれていることを表す。



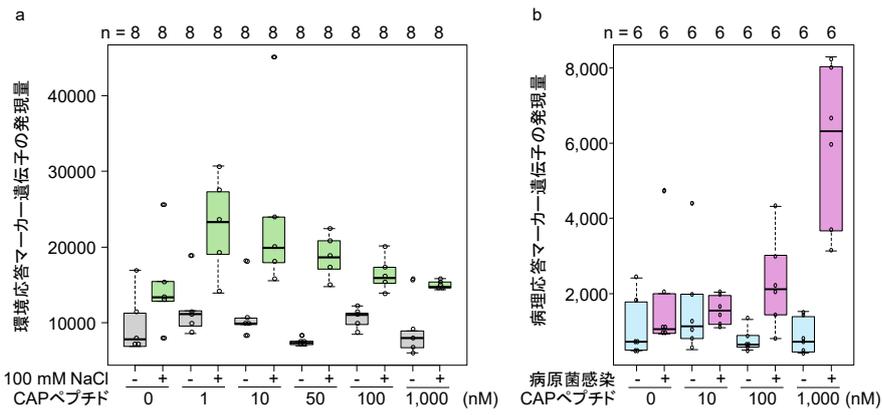


図6. CAP ペプチドの環境ストレスに対するプライミング効果
 あらかじめ CAP ペプチドを処理した植物は、塩ストレス (a) や病原菌 (b) に晒されたとき、応答遺伝子が大幅に発現上昇する。

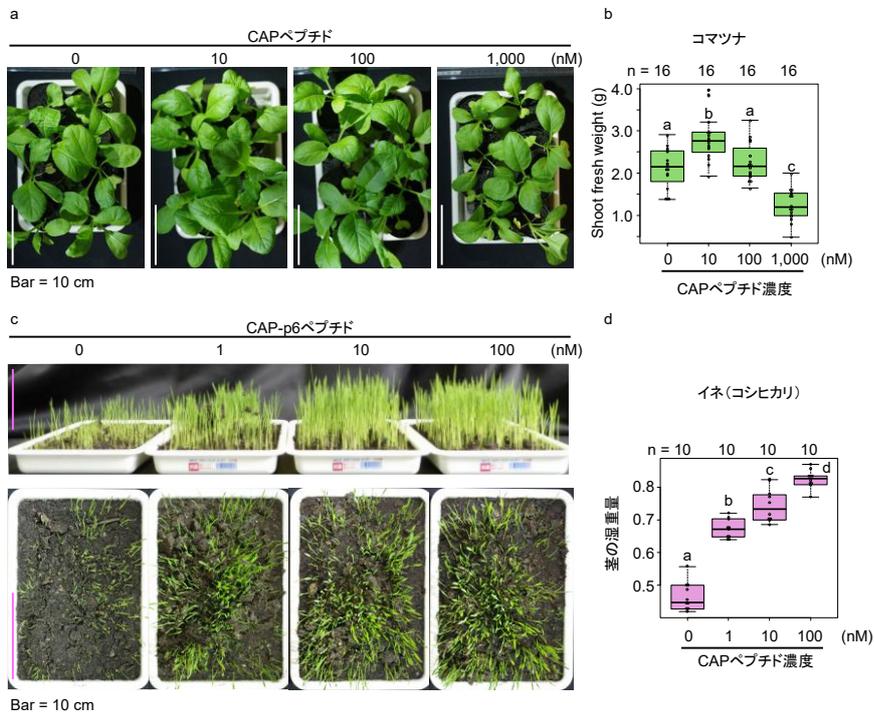


図7. 農作物への CAP ペプチドの効果
 CAP ペプチドは、濃度依存的に、コマツナ (a)、イネ (b) などの初期成長を促進させる。