

学校法人東京農業大学の最新情報をお届けする

新・実学ジャーナル

No.173

New Practical Science Journal

2023 9月号
SEPTEMBER



NEW REPORT | 研究

ワックス量を調整して
植物の乾燥・塩・高温耐性を
増強させる仕組みを発見

KLU contributes to cuticle biosynthesis and
improves various abiotic stress tolerances

太治 輝昭 教授 TAJI Teruaki Professor
東京農業大学
生命科学部 バイオサイエンス学科 植物遺伝子工学研究室

環境への配慮とエネルギー
利用に最も適したごみ燃焼発電を
AIを用いて実現する

Achieving Environmentally Friendly
and Energy Efficient Waste Incineration Power Generation Using AI

マッキン・ケネスジェームズ 教授
Kenneth James MACKIN Professor
東京情報大学
総合情報学部 総合情報学科 AI・デザイン研究室

NODAI TOPICS | 学校法人 東京農業大学の今

東京農業大学第三高等学校・附属中学校
の紹介と取り組みについて

Introduction of the Third High School and its affiliated Junior High School of Tokyo NODAI

14大会ぶり、
東京農大 農友会
陸上競技部が
「全日本大学駅伝」への
出場権を獲得

未来のリーダーを
育てる東京農大
三中・三高
改革の3本柱

学校法人
東京農業大学
江口理事長就任の
お知らせ

TOKYO-
NODAI-
NEWS



学校法人東京農業大学



ワックス量を調整して植物の乾燥・塩・高温耐性を増強させる仕組みを発見

KLU contributes to cuticle biosynthesis and improves various abiotic stress tolerances

ワックス量を調整する遺伝子を発見し、植物の乾燥・塩・高温耐性を向上させることに成功。温暖化によって頻発する干ばつや温度上昇など幅広い環境変動に適應する作物育種が期待される。

太治 輝昭 教授 TAJI Teruaki Professor

東京農業大学 Tokyo University of Agriculture
生命科学部 バイオサイエンス学科 植物遺伝子工学研究室
Faculty of Life Sciences Department of Bioscience



研究背景

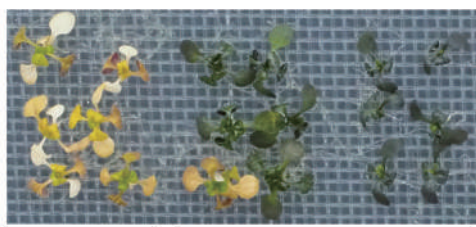
近年、世界中で干ばつ・塩害・日照り(高温障害)が多発しており、農業生産に甚大な被害が生じています。これまで多くの研究者が植物の環境ストレス耐性を向上させるための基礎研究、さらにはその成果を利用した作物育種に取り組んできたものの、未だに応用面で十分な成果が得られていません。その一因として、実際の圃場ではこれらの環境ストレスが複合的に生じるため、単一のストレス耐性増強では不十分であり、幅広い環境変動に適應させる育種戦略の必要性が考えられます。研究室ではこれまでに、数百のシロイヌナズナ野生系統を比較することで、水不足に耐性を示す野生系統を見出し、水不足耐性の多様性を決定する遺伝子の同定に成功しましたが(Ariga et al., 2017 Nature Plants)、水不足耐性を示す野生系統の耐性メカニズムの解明には至りませんでした。

研究成果

今回の研究では、水不足耐性を示す野生系統に突然変異処理を施し、水不足耐性が損なわれた突然変異株、*aod2*を単離し、*aod2*変異株と野生株の比較をしました。結果は、乾燥・塩・高温と幅広いストレス耐性が損なわれおり、その原因遺伝子を特定したところ、極長鎖脂肪酸合成に寄与するエノイル-CoA還元酵素をコードするCER10遺伝子であることが分かりました。植物は乾燥や外部からの物理刺激から身を守るために、葉・根・茎をはじめとする植物体全身がクチクラワックス(以後、ワックス)で覆われていますが、*aod2*変異株は野生株と比較してワックスが著しく減少していました。

一方、我々は数百の遺伝子を個別に過剰発現させたシロイヌナズナのトランスジェニック植物系統より、水不足耐性が向上したトランスジェニック植物系統のスクリーニングを行いました。

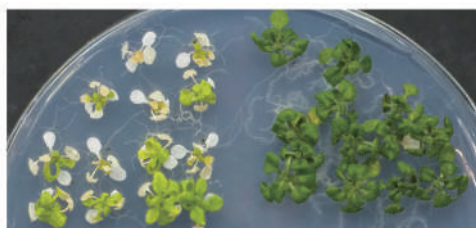
水不足
耐性



WT

KLU 過剰発現株

高温
耐性



WT

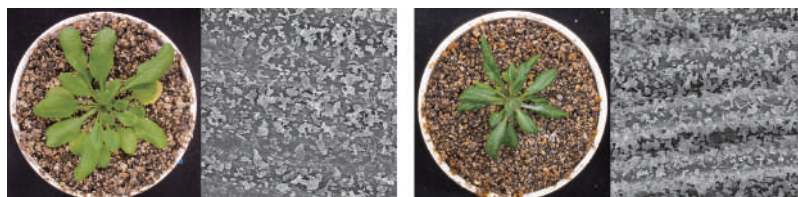
KLU 過剰発現株

図1 KLU過剰発現株の水不足・高温耐性評価

KLU過剰発現株は、ワックスが増加するため、水不足(上段)のみならず・塩・高温(下段)に対しても野生株と比較して耐性が向上する。

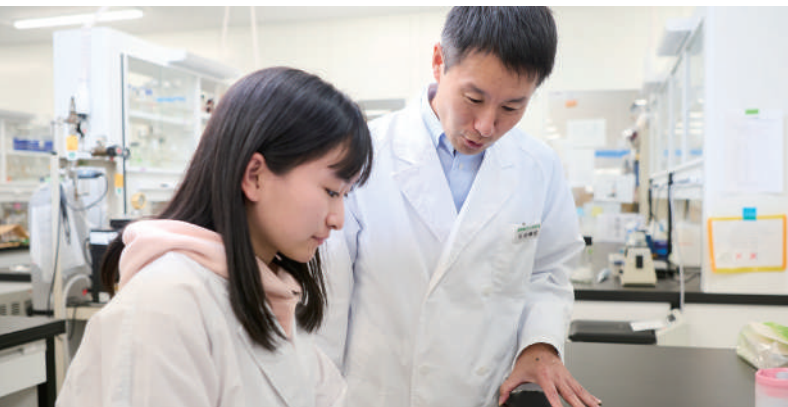
図2 KLU過剰発現株のワックス蓄積

植物体表面の電子顕微鏡観察。KLU過剰発現株(右)は、野生株(左)と比較してワックスが顕著に発達している。



野生株

KLU 過剰発現株



To identify genes that can confer water-deficient tolerance to plants, we performed full-length cDNA overexpression (FOX) hunting using full-length cDNAs of halophyte *Eutrema salsugineum*, a close relative of *Arabidopsis*. We identified *KLU* as a gene that can confer water-deficient to *Arabidopsis* plants. *KLU* overexpression led to high accumulation of cutin monomers and very-long-chain fatty

acids (VLCFAs), resulting in increased epidermal cuticular wax load. The *KLU*-overexpressing plants exhibited not only water-deficient tolerance but also salt- and heat-tolerance compared with WT plants. Therefore, *KLU*-overexpression may be very useful in breeding strategies for stress-tolerant crops.

その結果、酸化還元酵素のシトクロムP450をコードする*KLU* 遺伝子を過剰発現させた植物(以後、*KLU*過剰発現株)が、乾燥・塩・高温耐性を著しく向上させることが分かりました(図1)。*KLU*過剰発現株の葉が野生型と比較して明らかな光沢を示すことから、電子顕微鏡にて植物体表面のワックス構造を確認したところ、野生株と比較して高次なワックス構造を有していることが分かりました(図2)。ワックス構成成分である長鎖・極長鎖脂肪酸を定量した結果、野生株と比較して、*aod2*変異株では減少し、逆に*KLU*過剰発現株では増加していることが明らかとなりました(図3)。またタンパク質の三次元構造予測モデルより、*KLU*は長鎖脂肪酸を基質とし得ることが示唆されました。以上の結果より、植物の乾燥・塩・高温耐性にワックスが必須であること、さらに*KLU*遺伝子の発現調節によりワックス

を増加させて植物の乾燥・塩・高温耐性を増強できることが明らかとなりました。

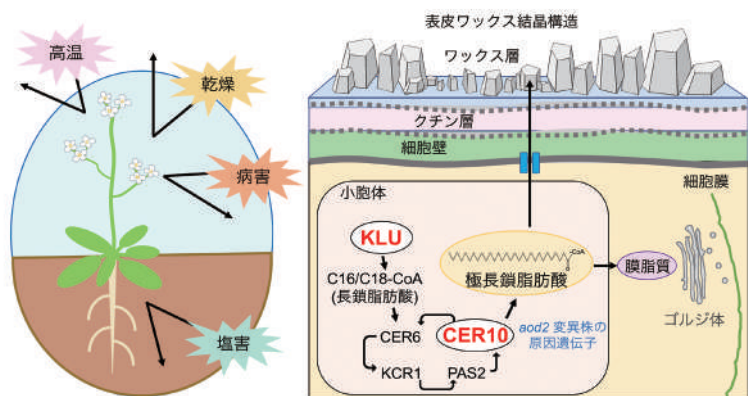
今後の展望

これまでにワックスが乾燥からの水分損失を防ぐことは知られていたものの、本研究により、塩・高温耐性にも寄与することが明らかとなりました。さらに*KLU*過剰発現株については他の研究から様々な病原菌に抵抗を示すことが報告されています。*KLU*過剰発現株は発現量によって生育遅延を示すため、発現量の厳密なコントロールが求められますが、*KLU*遺伝子の発現調節によって、幅広い環境変動に適応する作物育種への応用が期待されます。

図3 今回明らかになったワックス量による水不足・塩・高温耐性メカニズム
水不足・塩・高温耐性が低下する*aod2*変異株は、長鎖脂肪酸を極長鎖脂肪酸へ伸長させる*CER10*遺伝子の欠損が原因であり、極長鎖脂肪酸が減少し、植物全身を覆うワックスが損なわれる。一方、水不足・塩・高温耐性が向上する*KLU*過剰発現株は、長鎖および極長鎖脂肪酸が増加し、ワックス構造が顕著に発達する。このことから、植物を覆うワックスは、幅広い外界刺激に対するバリアの役割を果たすことが示唆された。

スマート農業×植物バリア ～自然リスクに左右されない農業の実現～

生産現場の課題を先端技術で解決する「スマート農業」は、ロボットによる作業の自動化、ドローンや衛星を介した各種データ活用による作業の適切化により、新たな農業の実現が期待されています。一方、農業は天候や気温など、スマート農業ではどうにもならない自然リスクに大きく左右されます。植物の全身を覆うワックスが「植物バリア」として乾燥・塩・高温・病原菌耐性強化に繋がる発見は、スマート農業の弱点をカバーする、植物バリアによる自然リスクに左右されない農業の実現が期待されます。現在、ワックス高蓄積作物の分子育種に加えて、短・中・長鎖脂肪酸によるワックス高蓄積化の検討を行うことで、植物バリア剤の開発にも取り組んでいます。





環境への配慮とエネルギー利用に最も適したごみ焼却発電をAIを用いて実現する

Achieving Environmentally Friendly and Energy Efficient Waste Incineration Power Generation Using AI

マッキン・ケネスジェームズ 教授 Kenneth James MACKIN Professor

東京情報大学 Tokyo University of Information Science
総合情報学部 総合情報学科 AI・デザイン研究室
Faculty of informatics Department of informatics



AIを用いて地球温暖化に立ち向かう

現在、世界中でSDGs(持続可能な開発目標)が重視され、産業分野でも環境問題をはじめ、SDGsへの様々な取り組みが進められています。特に、地球温暖化の要因となっている二酸化炭素など温室効果ガスの問題は、その解決が急務となっています。そこで、この地球温暖化対策に人工知能(AI)を用い、従来の手法よりさらに環境に優しい制御を実現させるべく、企業とともに研究を行っています。

ごみ焼却発電の効率をAIを用いて向上させる

近年、温室効果ガスを増やさずにエネルギーを作る再生可能エネルギーが注目されています。ごみを焼却した熱で発電する「ごみ焼却発電」は、もともと大気中から二酸化炭素を吸収した木や食物のごみを燃やすので、二酸化炭素の総量が変わらないカーボンニュートラルな再生可能エネルギー発電です。そこで、ごみ焼却発電の世界トップ企業である日立

造船とともに、温室効果ガスの発生を押さえ、発電効率を高める、人工知能を用いた最新の制御の研究を進めています。

ごみ焼却発電の制御が難しい点は、燃料となるごみ質が均一でないため、燃焼が不安定になることです。燃焼が安定しないと、エネルギー回収率が悪くなり、発電量にも影響を及ぼします。燃焼を安定化するには、2つの条件が必要で、1つはごみ質を安定させること、もう1つは変化する燃焼状態に合わせて燃焼を制御することです。ごみ質を安定させるには、ごみを焼却する前によく混ぜて(攪拌して)から焼却炉に投入することが重要になります。従来はごみ焼却炉運転員の長い経験と高い技術で対応していましたが、AIが代わりとなり、もっと効率よく行うことをゴールの1つにしています。

さらに、焼却炉の燃焼の制御もAIが補助することも目指しています。具体的には、焼却炉の燃焼状態を写したカメラ画像やさまざまなセンサー情報をAIで分析・判定し、現在の状態から今後の燃焼状態の変化を予測します。ごみ送りのスピードや酸素供給量などの調整・制御を行うことで、安定した燃焼と高い発電効率をもったまま、温室効果ガスの発生を抑えられると考えています。





In today's world, Sustainable Development Goals (SDGs) are emphasized globally, and various initiatives are being undertaken in industries to address environmental issues and contribute to SDGs. Particularly, the issue of greenhouse gases such as carbon dioxide, a significant factor in global warming, requires urgent resolution. Therefore, in response to this challenge of combating global warming, artificial intelligence (AI) is being employed to achieve even more environmentally friendly control than conventional methods, through collaborative research with industry.

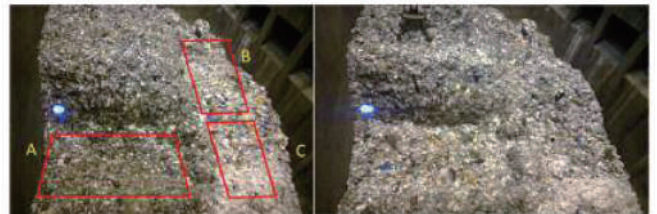
AI研究では、あいまいさや柔軟な思考をもったコンピュータがカギに

そのほか、本研究所ではドローンによるソーラーパネル故障検知(ニチゾウテック)、泌尿器癌の再発予測(北里大学病院)など多彩な共同研究も行っています。これらの研究の特徴は、AIの分野である「ソフトコンピューティング」を用いている点です。「ソフトコンピューティング」とは人に近い柔軟な問題解決能力をもった「やわらかいコンピュータ」技術のことを表します。これまでのコンピュータは答えの「正確性」が重視されてきましたが、ソフトコンピューティングは、正解の無いあるいは正解の分からない複雑な問題を、もっと柔軟に解決することを目指しています。

産業分野は今、従来の制御手法では十分な精度が得られない、自動化が難しいといった様々な問題が山積みです。こうした問題でAIを活用することで、よりよい制御への改善や自動化を行うのがAIの産業応用研究であり、今後、さらに期待される研究です。

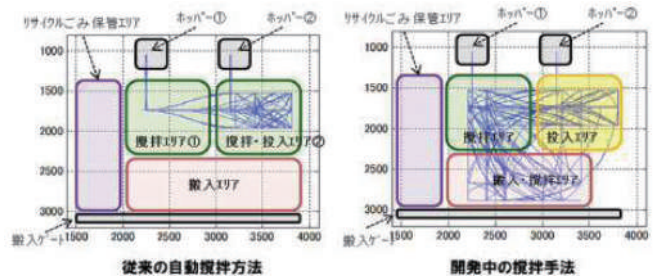
●実機検証実験

・8時間連続作業の実証実験のごみピット変化



左図:積替作業開始時の状態/右図:積替作業開始3時間後の状態

・閑散期におけるクレーンの運転経路(6時間)



従来の運転経路(上図と同じ)/右図:本手法の運転経路
(平面図:横軸=走行方向[cm]、縦軸=横行方向[cm])





東京農業大学第三高等学校・ 附属中学校の紹介と 取り組みについて

—「未来のリーダーを育てる農大三中・三高」—

Introduction of the Third High School and its affiliated Junior High School of Tokyo NODAI

東京農業大学第三高等学校 The Third High School, Tokyo University of Agriculture

東京農業大学第三高等学校附属中学校 The Third Junior High School, Tokyo University of Agriculture

〒355-0005 埼玉県東松山市大字松山1400-1

2023年4月、農大三高は開校39年、三中は開校15年を迎えました。

本年はキャッチフレーズとして「農大三中・三高は未来のリーダーを育てます」を掲げました。教育改革3本柱である「大胆なグローバル化」「実学で真の力を育てる」「学内完結型学習体制」を更に練り上げ、未来社会で生き抜ける人材育成に努めております。

一つ目の「大胆なグローバル化」では、高校は、英語4技能の習得と異文化理解・国際感覚の育成を目指し、3日間のファームステイを盛り込んだ「オーストラリア修学旅行」(高2)、留学生との交流を主眼にした「アクティブコミュニケーション研修」(高1)、クイーンズランド州への語学研修(グローバル課程)・海洋研修(理数探究課程)が行われます。中学校では、外国人留学生との交流企画として、校内実施のイングリッシュワークショップ(中1)、宿泊型のグローバルキャンプ(中2)、ニュージーランド語学研修(中3)、中高共通の取り組みとしては、オンライン英会話・イベントごとにプレゼン発表を実施し、英語力向上を図っております。

二つ目の「実学で真の力を育てる」では、高校は、各教科によ

るフィールドラーニングを実施しております。化学はジャム作り体験、国語は埼玉文学館見学、美術では西洋美術館見学など、教室では味わえない学びを体験しています。中学校では、醸造体験(ダイズ栽培から味噌作り)、養殖体験(ヒラメ)、新巻き鮭作り体験などを楽しむ北海道修学旅行などに加え、近隣の歴史的遺物に触れる「中学版フィールドラーニング」を実施。理科的な要素が中心であった三中の実学教育に文系的な要素を組み込み、文理融合、そしてSTEAM教育という新たな教育の方向性を実践しております。

三つ目は「学内完結型学習体制」です。高校は、自習室の活用、定期的な二者面談等により自立した学習姿勢作りあげております。学内塾EdOMでは、チューターによる個別指導、予備校講師による進学講習等を実施し、進路目標達成の支援システムを構築しています。EdOMに関しては、中学生は全員必修参加とし、保護者・本校教員・EdOMスタッフが三位一体となって生徒一人ひとりを育てていく新しい教育スタイルを展開しております。

また、高校のコース制は、時代が求める教育の流れに即応して、改編しました。Iコース(進学重視)、IIコース(文武両道)、



三高のクイーンズランド語学研修



三中のフィールドラーニングの様子



-NODAI Sanchu-Sanko, fostering Future Leaders-
In April 2023, the Third High School and its affiliated Junior High School of Tokyo NODAI, NODAI Sanko and Sanchu, celebrated its 39th year for the high school and 15th year for the junior high school since their establishment. The catchphrase for this special year is

"NODAI Sanchu-Sanko, fostering Future Leaders."
Additionally, the three pillars of educational reform are: "Bold Globalization," "Cultivating Genuine Capabilities through Practical Learning," and "An Integrated Learning System within the School," all striving to nurture individuals equipped to thrive in the society of the future.



三高の化学フィールドラーニング(ジャム作り)



三高の北海道修学旅行中の実習体験

IIIコース(スポーツ科学)、中高一貫コースの4つのコースに加えて、Iコース内に2つの課程を設置しました。グローバル課程は、英語力の向上と国際的視点で行動できる人材育成を目指した特化プログラムを展開し、最初の卒業生においては国立大学合格者を複数名出すなど、結果を残すことができました。理数探究課程は、日本土壌肥料学会、日本生態学会大会等での研究発表、東京農業大学との連携で乳酸菌の研究等、様々な成果を蓄積している段階です。両課程とも、海外大学・難関国公立大学への進学、そして、将来的にはキャリアを活かした社会貢献の実現を目指します。

部活動は、陸上競技部・剣道部・男子ハンドボール部・弓道部・チアリーダー部・百人一首部・演劇部等が全国・関東大会に進出し、野球部も県上位に安定、関東大会出場を窺う力を示しております。

予測することが困難な未来を生き抜き、国際社会で貢献できる人材の育成、その実現を目指し、教職員一同一丸となって取り組む所存でございます。来年度、高校設立40周年を迎えます。皆様の更なるご支援とご協力をお願い申し上げます。



三高の浪漫祭的一幕



三高の理数探究課程の学び

学校法人東京農業大学の様々なニュースをご紹介します!

TOKYO-NODAI-NEWS

学校法人東京農業大学 新理事長就任のお知らせ

Announcement: The newly appointed Chairman of the Board of Trustees, Tokyo University of Agriculture Educational Corporation, has assumed duty.



東京農業大学などを運営する学校法人東京農業大学は、令和5年7月16日(日)に開催された理事会におきまして、江口文陽が理事長に選任され、同日付で就任しました。

江口 文陽(えぐち ふみお)

専門分野: 林産化学、きのこ学

研究テーマ: きのこの栽培技術と

機能性解析・新規木材保存剤の効力評価

1965年群馬県生まれ、1984年東京農業大学第二高等学校卒業。

1988年東京農業大学農学部林学科(現: 森林総合科学科)を卒業。

1993年同大学院博士課程修了 博士(林学)

2012年東京農業大学地域環境科学部森林総合科学科教授(現在に至る)。

2016年4月: 「食と農」の博物館長。

2019年7月: 学校法人東京農業大学評議員。

2020年4月: 森林総合科学科長。

2021年4月: 東京農業大学学長(現在に至る)、学校法人東京農業大学理事。

2023年7月: 学校法人東京農業大学理事長(現在に至る)。

14大会ぶり、農友会 陸上競技部が「全日本大学駅伝」への出場権を獲得

～関東地区選考会で5位に入賞～

After a 14-year gap, the Noyukai Track and Field Team secures a spot in the "All-Japan University Ekiden"
～ Achieved 5th place in the Kanto Region Qualifying Tournament ~

農友会 陸上競技部が6月17日(土)、相模原ギオンスタジアムで行われた「全日本大学駅伝」の関東地区選考会(秩父宮賜杯第55回全日本大学駅伝対校選手権大会 関東学生陸上競技連盟推薦校選考会)に出場。5位入賞を果たし、14大会ぶりとなる本戦への出場を決めました。

「全日本大学駅伝」は、「出雲駅伝」、「箱根駅伝」とともに学生三大駅伝と呼ばれ、毎年11月に名古屋・熱田神宮 - 三重・伊勢神宮8区間の106.8kmで競います。今年は11月5日(日)に開催される予定で、シード校や全国8地区の選考会を勝ち抜いてきた代表校25校と、オープン参加の日本学連選抜、東海学連選抜の計27チームが出場し、大学駅伝日本一を決定します。



時疾風が7戦全勝で幕下優勝し、大相撲秋場所の十両復帰が決定



Toki Hayate attains a perfect 7-0 record, securing victory in the Juryo division and confirming his return to the ranks of "Juryo" in the upcoming Autumn Sumo Tournament.

東幕下筆頭の時疾風が、7戦全勝し、名古屋場所で幕下優勝を飾りました。栃清龍との全勝対決は、立ち合いで左を差すと、休まず攻め続けて寄り倒し。19年名古屋場所の序二段優勝以来、4年ぶり2度目の各段優勝となりました。