

東京農業大学・東京情報大学の最新情報をお届けする

新・実学ジャーナル

October+November
2019
No.162

10+11



▶研究&教育 最前線

シアノバクテリアと未来を描く
東京農業大学 准教授 渡辺 智

▶ZOOM UP

南相馬でサマースクール
人材育成で復興支援

▶東京農大厚木キャンパスに新棟完成 実験実習 さらに充実へ

私の宝もの My Treasure

チャーノフ教授からの手紙 千葉 晋

学校法人東京農業大学



研究&教育 最前線

The front line of
research
and education



東京農業大学

准教授 渡辺 智

わたなべ・さとる／1979年千葉県生まれ。東京農業大学大学院農学研究科バイオサイエンス専攻博士後期課程修了。東京農業大学生命科学部バイオサイエンス学科(細胞ゲノム生物学研究室)准教授。博士(バイオサイエンス)。

- 専門分野: 応用微生物学
- 主な研究テーマ: シアノバクテリア・藻類のゲノム解析とそれを利用した有用物質生産

シアノバクテリアと未来を描く

基礎研究からSDGsへ

シアノバクテリアは光合成を行う藻類の一種である。二酸化炭素から酸素とエネルギーを作る光合成により、太古の昔から地球環境を支えてきた。これまでの研究から筆者はシアノバクテリアが他の微生物とは異なるメカニズムで増殖することを見出した。現在は基礎研究で培った知見や技術を駆使して、シアノバクテリアの細胞そのものを使ったものづくりに挑戦している。これまでの成果と共に現在取り組んでいる研究について紹介する。

優れたバイオマス生産

シアノバクテリア(藍藻^{らんそう})は植物と同じように光合成を行う藍色の原核藻類である。約27億年前に地球上に大量発生したシアノバクテリアにより、大量の酸素が供給され、現在の地球環境が形成されたと考えられている。現在でも海、河川、湖沼から氷河まで地球上の至るところに分布する多種多様な生物群であり、一次生産者として地球環境を根底から支えている。また、植物の細胞の中に存在する葉緑体もシアノバクテリアに由来する。シアノバクテリアをはじめとする藻類は植物に比べ単位面積あたりのバイオマス生産量が高く、近年では物質生産のホス

トとしても注目されている。

ゲノム複製システムで新発見

日本では早くからトップレベルのシアノバクテリア研究が進められており、1998年、世界で初めて(全生物で4番目)シアノバクテリアの全ゲノム配列を決定したのも、かずさDNA研究所のグループである。我々はゲノム情報を利用して様々な研究を行ってきたが、ここでは「シアノバクテリアのゲノム複製について紹介する。シアノバクテリアに限らず、細胞はあらかじめゲノムを増やしてから分裂する。ゲノムを増やすことを複製と呼び、これは細胞が増えるために最も重要なイベントである。我々は本学生

物資源ゲノム

解析センター

の次世代シー

ケンサーを

使って世界で

初めてシアノ

バクテリアの

ゲノム複製が

始まる場所

(複製開始

点)を決定

し、複数コ

ピーのゲノム

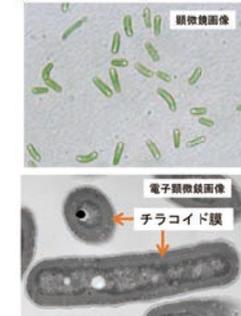
が非同調的に複製することを明らかにした。

最近の研究からゲノム複製システムはシアノバクテリアの種間で異なるという結果も得られており、生物学の常識を覆す新しい発見を目指して日々研究を進めている。これらの結果は国内外で高く評価され、2019年3月、日本農芸化学会の農芸化学奨励賞を受賞した。

有用物質生産に挑戦

こうしたシアノバクテリアの基礎研究と同時に「シアノバクテリアを用いたものづくり」にも取り組んできた。シアノバクテリアをホストとして利用することで、従来の醗酵生産に比べて培地コストを削減でき、環境にかかる負荷を抑えることができるからだ。これまでシアノバクテリアにバチルス由来の生合成酵素を組み込み、医薬・農薬・香料などの出発原料であるカテコール前駆体の生産を達成し、2018年

研究室で使用しているシアノバクテリア
Synechococcus elongatus PCC 7942



食用のシアノバクテリア(スピルリナ)
Arthrospira platensis NIES-39



- 酸素発生型光合成
二酸化炭素を吸収して、炭水化物と酸素をつくる
- 地球生態を支える
一次生産者: プラントンのえさ、葉緑体の祖先
- 植物の葉緑体の先祖

図1 シアノバクテリア

田隆一広島大学准教授)では、亜リン酸を利用して組換えシアノバクテリアを封じ込める技術を確認した。

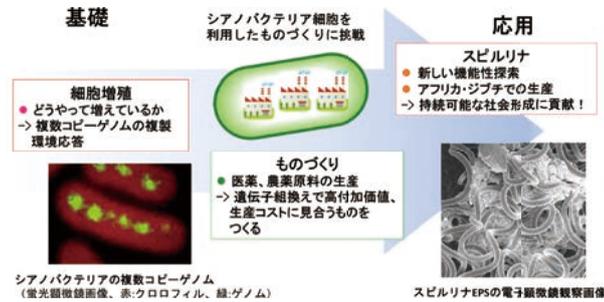


図2 基礎から応用まで全てに通用するシアノバクテリア研究を目指して

B. B. B. 論文賞を受賞した。

現在は「シアノバクテリアならではの」物質生産を目指し、植物の生理活性物質の生産にフォーカスして研究を進めている。本学の2019年度大学院先導的実学研究プロジェクト「アフリカ農業を救うストリゴラクトン高生産系の構築と高活性類縁体の創出」(代表・坂田洋一教授)もその一つである。アフリカの根寄生植物の駆除に効果のある植物ホルモン・ストリゴラクトンの合成遺伝子をシアノバクテリアに組み込み、大量生産を目指している。

物質生産機能など遺伝子改変によって新たな機能をシアノバクテリアに付与する一方で、遺伝子組換えシアノバクテリアが環境中に流出しないように安全策を講じる必要がある。JST先端的低炭素化技術開発「亜リン酸を用いたロバスト且つ封じ込めを可能とする微細藻類の培養技術開発」(代表・廣

バクテリアは、自然界には存在しない亜リン酸しか利用できないため、環境中に流出しても生存することができない。このような封じ込め技術はシアノバクテリアだけでなく他の藻類にも応用可能と考えて研究を進めている。

アフリカでスピルリナ生産へ

昨年度からスピルリナという食用シアノバクテリアの研究を新たに開始した。スピルリナはらせん状の形状をした大型のシアノバクテリアで、熱帯・亜熱帯のアルカリ性湖沼に生息する。アフリカ・チャド湖周辺では湖に発生したスピルリナの塊を乾燥させて日常的に食している。スピルリナは高タンパク質で鮮やかな青色色素を含むことから、日本でもサプリメントや食品用の着色料として利用されている。

スピルリナの産業利用の歴史は古く、すでに大量培養系が確立されているが、我々はスピルリナの培養条件を変えることで、その性質や含有成分が大きく変化することを発見した。筆者が代表を務める本学の2018年大学戦略研究プロジェクト「食用藍藻スピルリナが生産する細胞外多糖 E.P.S.の利用に関する研究」では学内外の専門家だけでなく、東京農大第一高校・第三高校附属中学校の生徒と一緒に、新たな培養方法や活用方法について研究を進めている。

またアフリカのような厳しい環境でも育つという特徴を生かして、ジブチ共和国でのスピルリナ栽培を計画している。昨年度よりJST-ERIC地球規模課題対応国際科学技術協力プログラムに採択された「ジブチにおける広域緑化ポテンシャル評価に

基づいた発展的・持続可能な水資源管理技術確立に関する研究」(代表・島田沢彦東京農大教授)では、ジブチ大学の研究者と共にスピルリナの現地栽培や新しい藻類の単離・調査を行う予定である。

このようなシアノバクテリア研究の魅力を広めるために、イラストレーターの西内としおさんにシアノバクテリアのキャラクターデザインを依頼した。スピルリナがモデルの「Mr. Byoyon」は中学、高校での出張講義や一般講演などで好評を博している。

持続可能な社会へ

地球温暖化、石油資源の枯渇、人口増加に伴う食料問題など地球規模の諸問題が深刻化するなかで国連は2030年までに人類が解決すべきSDGs (Sustainable Developmental Goals) を掲げている。持続可能な社会を作るために、我々は何ができるだろうか。筆者はずっと基礎研究を行ってきたが、SDGsに出会ってから、これまで培ってきたシアノバクテリア・藻類研究の知識、技術、人脈そして情熱を、社会に役立てることができると思い至った。次の世代に託せる世界に少しでも近づけられるよう、シアノバクテリア・藻類の可能性を信じる仲間達と共に、これからの研究・教育を展開していきたい。



図3 スピルリナをモデルとしたキャラクター「Mr. Byoyon」

南相馬でサマースクール

人材育成で復興支援

東京農大 地元高校生対象に

東日本大震災と東京電力福島原子力発電所の事故による大きな被害を受け、いまだ復興途上にある福島県浜通り地方の高校生に、農学分野の勉強の面白さを理解してもらうことを目的にした「東京農大サマースクール」が8月8日、南相馬市で開かれた。高校生21人に、東京農業大学の大学院生・学生33人もサポート役で加わり、真夏の日差しの下、汗を流しながら農学の幅広さ、奥深さを体験していた。

(東京農業大学客員教授・鈴木敬吾)

専門の教員が企画した4講座

東京農大は震災発生から2カ月後の2011年5月、相馬市を拠点にした東日本支援プロジェクトを開始し、大学の総力を挙げて支援活動を継続している。今回のサマースクールは、福島県が設立した公益財団法人福島イノベーション・コースト構想推進機構が大学を対象に募った同構想推進事業に申請、採択されて開催された。東日本支援プロジェクトはこれまで、津波被害を受けた水田の復興など、産業復興支援に重点を置いた活動が主だったが、今回は浜通り地方の農林業の担い手となりうる高校生の人材育成に主眼を置いた。



掘った穴の断面を観察し、状態を記録していく参加者ら



再活用が望まれる耕作制限地はまだまだ広大だ

参加したのはいずれも県立の相馬高校10人、相馬農業高校3人、原町高校8人。「水田の土壌の横顔をみてみよう」「田畑と里山の虫たち」「里山に進出する野生動物」「マーケティング実践講座」の4講座を設け、事前のアンケート調査を基に割り振った。4講座はそれぞれ、土壌学、生態学、野生動物、マーケティングが専門の東京農大の教員が企画した。いずれの学問領域も広い意味での「農学」に含まれる。

参加者たちは8日午前9時からの開校式の後、講座ごとのグループに分かれ、マイクロバス等でそれぞれの現場に出発した。

津波の証 20cmの土層

「水田の土壌の横顔をみてみよう」には、高校生4人、大学生4人が参加した。最初に土壌学の概略についての説明を受けた後、南相馬市小高区井田川南新田の水田に移動した。そこは一面に葦が生い茂っている。津波の浸水被害を受け、その後、原発事故の影響で耕作が制限されたままになっていたのである。スコップを使い深さ約50センチの穴を二つ掘り、スコップやコテで作った垂直の断面を観察した。土壌の色、硬さ、構造などを見ると、4層に分かれ、



足達教授（左）から捕えた昆虫を標本にする方法を学ぶ参加者

表面から20センチあたりに砂の層があった。応用生物科学部農芸化学科の大島宏行助教が解説する。「この水田が津波による水で一面覆われた後、水の中の砂が最初に沈み、その後、粘土性の土の粒子が時間をかけて沈殿していった。だから、この砂から上の層約20センチが津波で運ばれてきた土砂であることが分かります」。高校生たちは「そんなにあつたのか!」「やっぱりなあ」などと感想を口に出していた。この後、地域環境科学部生産環境工学科の中島亨准教授らの指導で、土砂の塩分、カリウム、リン酸、pHなどを、その場で検査していった。

昆虫から環境が見える

「田畑と里山の虫たち」には、高校生7人と大

学生5人が参加した。マイクロバスの中で、大学院生の柿沼穂垂さんが、これから始める群集調査について説明。「群集とは、ある一定区域に生きている生物種の個体群をまとめて考えるときの概念。それを調べることで、自然環境の変化などが分かります。また、これから捕まえる昆虫類、甲殻類、クモ類、ムカデ類などの節足動物は世界の生物の85%を占めます」などと解説した。

到着した相馬農業高校のひばりが原農場の草地や茂みには、事前に虫などを捕まえるトラップ（罠）を仕掛けてある。地面に掘った穴にプラスチックのコップを埋めておいた罠や、虫がいったん入ったら出にくいプラスチック製の容器の罠を木の枝に吊るしておいた。国際食料情報学部国際農業開発学科の足達太郎教授が、「さて、何が入っているかな。見てごらん」と、中身を確認させた。エサの種類により、捕まる虫の種類も違っていた。高校生たちはさらに捕虫網を使って昆虫を捕まえた。ナミアゲハを捕まえると、足達教授は「標本にしたい? それなら殺し方を知っておかない」とナミアゲハの胸部を指で挟んで圧迫するメ方も指導した。この後、高校生たちは近くの高校理科室に移動し、採集した虫たちを同定し、その数を数えた。

野生動物たちが行進

「里山に進出する野生動物」には、高校生5人と大学生3人が参加し、まず南相馬市小高区泉沢の里地里山に移動。網で覆われたり、電気柵が設けられている畑があった。家庭菜園と思われる小



撮影された映像はその場で確認し、動物たちの行動分析を行う

規模な畑だ。地域環境科学部森林総合科学科の山崎晃司教授が「里地里山は、人が住み働く世界と野生動物が暮らす世界の境界だが、最近では野生動物が人間界に出没してトラップが多発している。避難指示区域だったこの土地にどんな動物たちがいるのかを確かめよう」と説明した。

山崎教授は山裾まで移動すると、「あそこに獣道があります。分かるでしょ」と指さした。確かに草などが倒れた帯が急角度の山の斜面を上っている。山崎教授は事前にこの獣道の5カ所に動物を感知して撮影するセンサーカメラを設置していた。高校生たちは急角度の獣道を、木の枝などにつかまって登っていく。センサーカメラからカードを抜き取り、タブレットで確認すると、イノシ

シ、タヌキ、アナグマ、リス、ノウサギ、ニホンザルなどに加え、ペット動物由来のアライグマ、ハクビシンも写っていた。高校生たちは、動物たちを確認するたびに「すごい!」「はつきり写っている」など、驚きの声を上げていた。山崎教授は「アライグマは親子で写っているから、ここで繁殖している。動物たちが生きていくためには、食べ物と水があることに加えて、隠れる場所が必要。山の向こう側には原発事故で耕作が放棄された水田が広がっている。水田の土にはミミズなどタヌキの好物がたくさんいるから、彼らにとってはこの一帯は非常に過ごしやすい土地なんです」と解説した。

商業活動への影響続く

「マーケティング実践講座」には、最も多い高校生5人と大学生22人が参加した。マーケティング戦略についての説明を受けた後、地元の農業法人、高ライスセンターを訪問した。同センターはコメ、小麦、大豆などを生産するほか、6次化商品の試みとして「多珂うどん」を生産し、直売所などで販売している。この後、地元の特産品などを販売する「道の駅南相馬」とスーパーマーケットの「フレスコ東原町店」を視察した。多珂うどんは道の駅ではのぼり旗を立て、地場産品であることをアピールして販売されていたが、スーパーでは陳列棚の下から2段目の目立たない位置に置かれ、しかもナショナルブランドのうどんに比べ価格が高く、「売れ筋」の扱いにはなっていないことを確認した。

スーパーの店長は「避難区域が解除されても、児童・生徒を子に持つ若い世帯の帰還は進んでいないため、震災前とは客層が大きく変化している。そう菜の販売も高齢世帯向けの少量パックを増やすなどしている。また、復興事業で働く単身の労働者のお客さんも多く、それに対応した食品販売を工夫している」と説明。高校生たちは熱心にメモを取っていた。

「将来に役立つ体験」「また参加したい」「大学でやりたいことが増えた」 アンケートで高い評価

午後2時近くまで現場で学んだ高校生たちは、この後、班ごとで、何を学んだかについて討論し、その成果を全員の前で発表。発表ごとに大きな拍手が送られていた。最後にサマースクール責任者の国際食料情報学部国際バイオビジネス学科の渋谷往男教授が「今日の体験で、農学・農業が楽しいものと感じてもらえたら大成功だと思います」とあいさつし、閉校した。

ワールドワークの最中、どの班に参加した高校生も笑顔で、プログラムを楽しんでいるよう



スーパーでの商品調査。実際に商品を手に取りながら価格や原材料、パッケージの特徴なども記録していく



閉校式で挨拶する渋谷教授

だった。終了後のアンケートの自由記述欄にも、そのことが書かれていた。

「地域の特性や課題を実際にその場に行って考えることの難しさや楽しさを感じることができ、将来に役立つ体験になった」▼「自分の家のすぐそばで、こんなにも野生動物がいるのを知り、驚いた」▼「地元のものに興味を持っていなかったの、この調査はとて新鮮だった。また参加したい」▼「志望とは違っていただけ、いろいろなことを体験して、農学に少し興味を持った」▼「震災後の水田土壌の現状や課題を知ることができた。自分がやりたいこと、学びたいことの幅が広がった」

渋谷教授は「来年度もさらに工夫して開催し、将来的に地元出身の若者が農林業復興のリーダーに育ってもらいたい」と語っている。

東京農大厚木キャンパスに新棟完成

実験実習 さらに充実へ

東京農業大学が農学部のある厚木キャンパスに建設していた実験実習棟が完成し、農学部4学科のすべてが後期カリキュラムから利用を始めた。学生の実験実習の拠点となり、実験実習プログラムのさらなる充実が期待されている。
(東京農業大学客員教授・鈴木敬吾)

外観は地層(知層)を表現

鉄骨造3階建て延べ2301平方メートル。外観は、建学の精神「人物を畑かえに還す」から万物の成長を育む豊かな大地を、知性と経験を積み重ねた「地層(知層)」になぞらえ、外装と窓の水平ラインによって褐色の地層の重なりを表現している。



実験実習棟外観

1階はジャムなどを作る農産加工、バター、チーズなどを作る乳加工、ハムなどを作る肉加工と、食品加工と、三つの実習室が並ぶ。2階・3階は生物系・化学系の実験室となっており、2階には4室、3階に

は2室が設けられている。実験室はいずれも教員の手作業を拡大して写す、多くの大型画面が天井から吊り下げられている。

1階には教員、学生が語り合うラウンジ、また3階露天部には、丹沢山系の名山、大山を一望する「大山テラス」が設けられている。テラスには実験実習棟敷地にあったヒノキ、イチヨウの大木から作ったベンチが置かれ、学生・教職員が集う場として活用される。



大山テラス

「社会の期待に応える教育研究を」

実験実習棟の落成式は9月19日に開かれた。学

校法人東京農業大学の澤貫寿理事長は「農学部が世田谷から厚木に移ってから21年となり、今回、昨年の農学部改組に伴い実験実習棟を建設した。社会に発信できる農学部として発展することを期待している」。また、高野克己学長は「農に対する社会の期待は多岐にわたり高まっており、私たちはその期待に応えていかなくてはならない。農学部は東京農大の基幹学部であり、その幅広い期待のすべてに応えることが可能だ。素晴らしい施設が整えられたことで、教員のみならずには、教育研究をさらに発展させるよう尽力いただきたい」とあいさつした。

この後、無事故無災害で工期内に完工させた設計施工の竹中工務店に感謝状が贈られた。最後に小川博農学部長が「建物は高い省エネルギー性能を持つ『BELS』の認証を受けた。持続可能な社会の実現を目指す農学部にふさわしい実験実習棟を建設いただいたことを感謝したい。大切に使用していきます」と閉会のあいさつをした。



農産加工実習室



実験室

チャーノフ教授からの手紙

私の宝もの

My Treasure

第14回

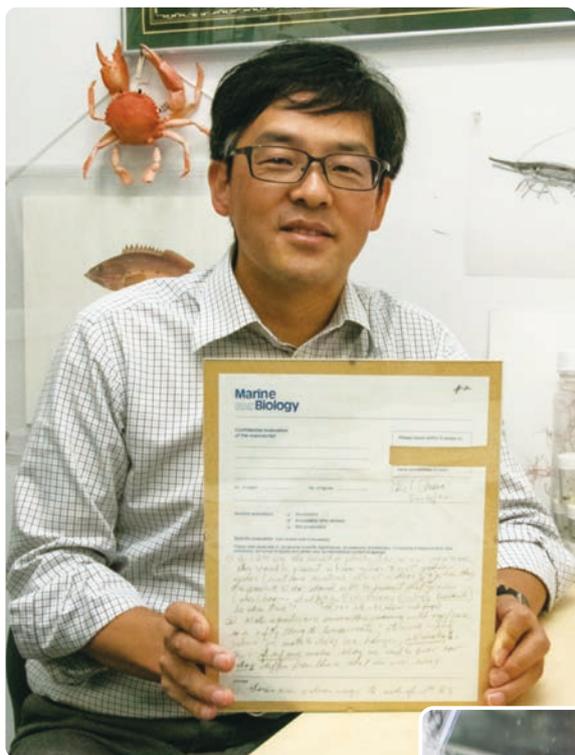
東京農業大学 教授 千葉 晋

ちば・すすむ / 1972年宮城県生まれ。北海道大学大学院水産学研究所博士課程修了。博士（水産科学）。東京農業大学生物産業学部海洋水産学科教授。専門は進化生態学、水産増殖学。

研究室の壁に、殴り書きされたような英文の手紙を額に入れ、飾っています。目を留める人は滅多にいません。自分のため。「初心忘るべからず」の戒めです。

手紙をくれたのは、アメリカの進化生物学者、エリック・チャーノフ教授です。雄と雌の性差がどう決まるかを論じた『性配分理論』などを著し、1970年代には『ネイチャー』『サイエンス』に論文がひっきりなしに掲載された進化生物学、進化生態学の世界の超有名人です。

ポスドクでニューヨーク州立大に留学していた2002年のことです。「マリン・バイオロジー」という学術誌に、ホッカイエビ（通称・北海しまえび）の性転換についての論文を投稿すると、チャーノフが査読者に選ばれ、「ここここを直せば、大丈夫、掲載される」と、編集長を通じて助言の手紙をくれたのです。査読者は匿名とされるのが普通ですが、彼は名を明かして手紙をくれました。



▶ 研究室で飼育しているホッカイエビ。雌が減ると、雄が雌に性転換する性質を研究し、増養殖の技術開発を進めている



飛び上がりましたよ。例えば、ロックのスーパースターから、一緒に演奏しないかと誘われたようなものです。手紙の中身は、論文の足らざる点を批判しているのですが、あのチャーノフが自分の論文を真摯に読んでくれたことに感激しました。少なくともチャーノフと同じ土俵の上に立てた。研究者として何とかやっていけるのではないかと受け止めました。

チャーノフは理論研究者なので、『性配分理論』も、実証データが十分に伴っていませんでした。その後、私がホッカイエビの性転換の研究を重ね、東京農大に赴任した後の2013年、彼の理論の正しさを初めて証明すると、たいへん喜んでくれ「これで、みんなから批判されなくて済む」とメールをくれました。

学会など、機会はあったはずなのに、チャーノフとは一度も会ったことがありません。それでも、大きな学恩を感じています。学問の世界には、国境も肩書も関係ありません。研究成果こそがすべてです。私の研究室の学生にもそんな体験をどんどんしてもらいたいですね。

(まとめ・東京農業大学客員教授、鈴木敬吾)

東京農業大学の沿革

榎本武揚と横井時敬

創設者は、明治の英雄榎本武揚だ。明治政府で通信相、農商務相、文相、外相などの要職を歴任した榎本は、1891（明治24）年、東京に「私立育英塾」を設立した。その農業科が東京農学校、東京高等農学校と名を替えつつ、拡充の歴史を歩み、今日の東京農業大学となる。東京農学校時代の1895（明治28）年、評議員として参画したのが、明治農学の第一人者横井時敬だった。「人物を畑に還す」「稲のことは稲にまかせ、農業のことは農民にまかせ」と唱えて、「実学」による教育の礎を築き、東京農業大学の初代学長を務めた。本学の「生みの親」は榎本、「育ての親」は横井である。

高等教育から初等教育まで

東京農業大学は、農学部、応用生物科学部、生命科学部、地域環境科学部、国際食料情報学部、生物産業学部の6学部23学科からなり、大学院は2研究科20専攻体制が整っている。世田谷、厚木、北海道オホーツク（網走）の3キャンパスに約13,000人が学んでいる。学校法人東京農業大学の傘下には、東京情報大学（千葉）があり、総合情報学部、看護学部の2学部2学科と大学院1研究科に約2,000人が学ぶ。また、併設校として農大一高／中等部（東京）、同二高（群馬）、同三高／附属中学（埼玉）がある。2019年4月、東京農業大学稲花小学校が世田谷に開校。

2019 | 東京農大創立128年

学校法人東京農業大学

- ◆東京農業大学
- ◆東京情報大学
- ◆東京農業大学第一高等学校
- ◆東京農業大学第二高等学校
- ◆東京農業大学第三高等学校
- ◆東京農業大学第一高等学校中等部
- ◆東京農業大学第三高等学校附属中学校
- ◆東京農業大学稲花小学校