

学生が作る東大工学部広報誌



Ttime!

越境する工学

工学部全16学科マップ

学科横断インタビュー

「工学部で使うプログラミング」
「エネルギーと工学」

学科比較インタビュー

「社基・建築・都市工」
「機械・航空・精密」

工学部×農学部 学部横断インタビュー

特集

UTokyo Project Sprint



東京大学工学部

越 境 す る 工 学

冬号では「越境する工学」をテーマに、工学部の学科を越えた関連性や学部を越えたつながりについて注目します。

工学という学問分野の範囲はとても広いです。その広い範囲ゆえ、工学部は他の学部と比べても多くの学科が存在します。しかし、それぞれの学科が独立して全く別の学問を研究している訳ではなく、共通する分野もあります。複数の学科が共通に扱うテーマであっても、異なる学科ではそのテーマの着眼点やアプローチはどのように異なり、どの部分が似ているのか。

また工学部が他の学部とどのように連携しているのか。

この冊子を通して、そうした学科の位置づけの理解をしていただき、それがみなさんの進学選択の助けになればと思います。

右のマップは、工学部ガイダンスブックと工学部ホームページに掲載されている各学科の紹介文を基に、キーワード同士の関連性を共起関係で計算したものです。共起係数の大きいキーワード同士ができるだけ近くなるよう配置されています。

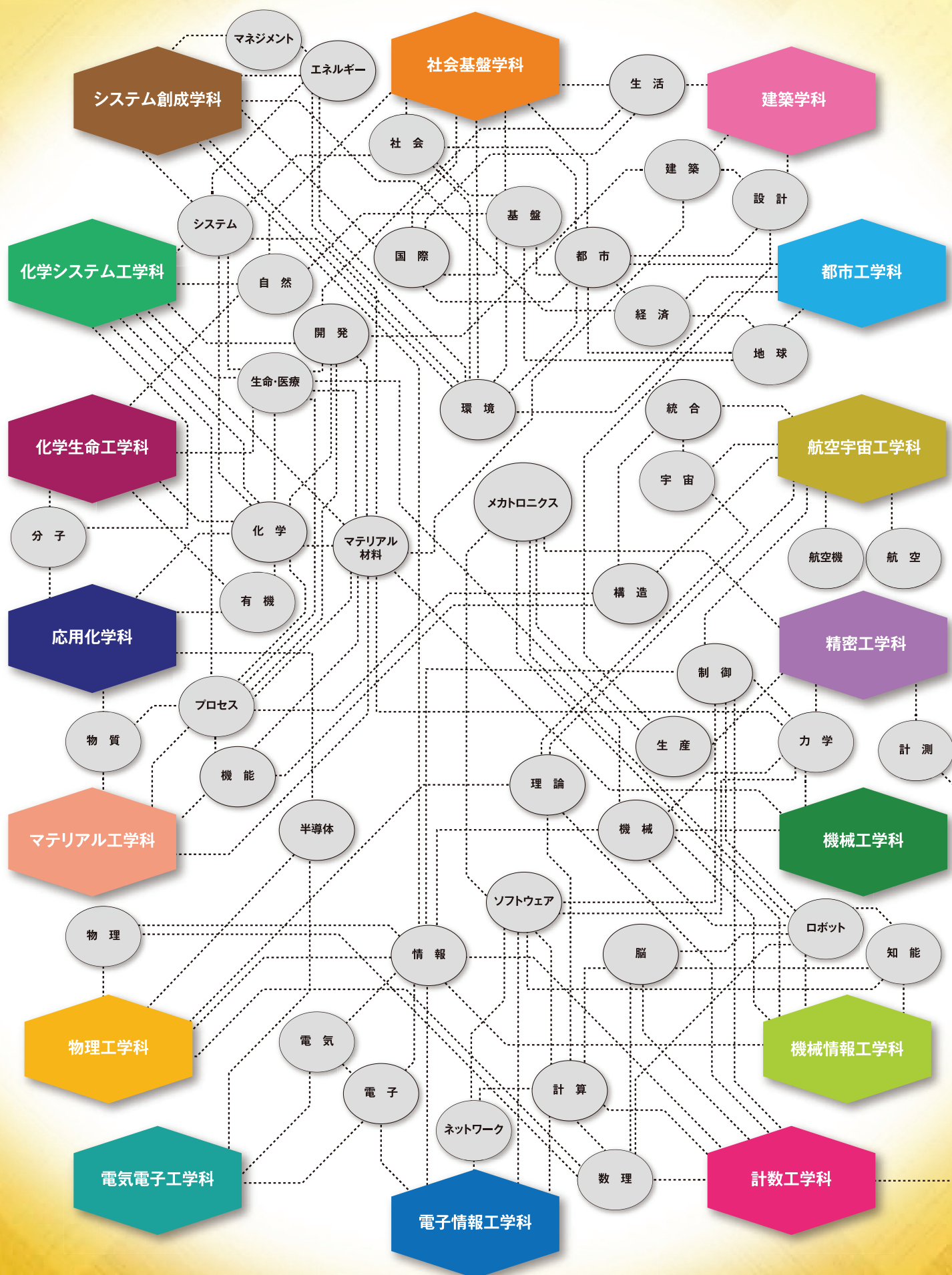
キーワードにある学問を学ぶにはどの学科がいいのか、関連する学問を辿ることでその学科の学問へのアプローチが見えるかもしれません。気になる学科からキーワードを辿っていくと意外な学科に辿り着くかもしれません。

「越境する工学」の見取り図となる各学科の扱うキーワード同士のつながりを見てください。ここにあるキーワードはあくまで上記の紹介文に基づくもので、他の学科と関連性の高いものを優先してキーワードとして表示しています。これらのキーワードが各学科の扱う内容や学科間の関係性の全てを表しているわけではないことをご了承ください。

Written by 高田 篤志

Ttime!

Department MAP





鈴木 勉 教授

工学系研究科
化学生命工学専攻

工学部 × 農学部

RNAの
機能に迫る

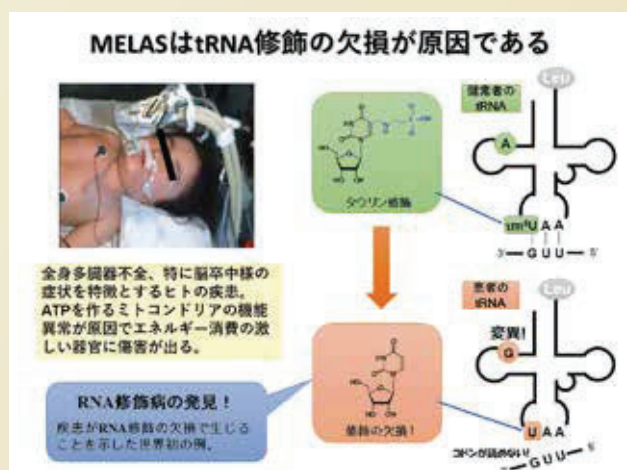
片岡 直行 准教授

農学生命科学研究科
応用動物科学専攻
細胞生化学研究室

—先生ご自身の研究について教えてください。

鈴木先生：細胞内ではDNAの遺伝情報が変換され、最終的にタンパク質が合成されます。RNAはこの過程を仲介する分子です。RNAは、DNAから転写されたのちに、メチル基などの官能基が酵素的に付与される(メチル化)ような、様々な化学修飾を受けます。私たちは、このようなRNA修飾のされ方や、RNAが働くときに修飾が担う役割を研究しています。

特に興味深いのは、RNAを修飾する酵素が遺伝的に欠損したり、何らかの要因でRNAが正しく修飾されなかったりすると病気になることです。このような疾患はRNA修飾病と呼ばれていますが、私たちはRNA修飾病の最初の例を世界に先駆けて発見しました。RNA修飾病の原因がわかればその修飾を復活させるといった治療に役立てられるのではないかと考え、基礎研究に取り組んでいます。巨大なRNA分子のうち重量比で0.1%にも満たないたった一か所の修飾の有無という非常に細かい変化が、RNAの機能に影響を与え、それが無いと病気になるという、大きな生命現象に影響を与えるところに、私はこの研究の大きな魅力を感じています。

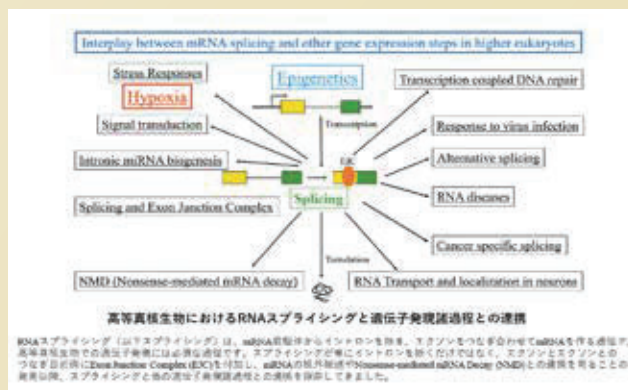


RNA修飾の欠損で生じるミトコンドリア病MELAS

片岡先生：DNAからタンパク質ができる過程の始めに、DNAから転写されてできるmRNA前駆体において、タンパク質をコードする領域

(エクソン)の間にある95%のいない領域(イントロン)を除いてmRNA(messenger RNA)にする過程をスプライシングといい、イントロンのみを全て除く場合と一つのmRNA前駆体から複数種類のmRNAを作り出す場合があります。後者は、例えばあるエクソンを飛ばすか含むかによってmRNAが2種類できるようにパターンが多くあるため、ヒトのタンパク質をコードする遺伝子が23000個程度なのにに対して実際に発現するタンパク質は20万種を超えるほど多様です。このようにゲノムから情報を取り出すRNAスプライシングに興味を持ち、メインに研究しています。スプライシングが他の過程と連携することも知られてきたので、RNAスプライシングそのものに加えて、エピジェネティクス※1との連携、低酸素状態でのスプライシングのパターンの違いや転写の調節も研究したいと考えています。

※1：DNAの配列変化によらない遺伝子発現を制御・伝達するシステムおよびその学術分野。



高等真核生物におけるRNAスプライシングと遺伝子発現諸過程との連携

—お二人でなされた共同研究について教えてください。

片岡先生：RNA病(RNAが関わる過程の異常による病気の総称)の中の家族性自律神経失調症という病気を研究していました。これは、ある遺伝子IKBKAPにおいてエクソンは正常ですが、イントロンの中の1塩基の変異がスプライシングに影響して、必要なエクソンが飛ばされてしまうというスプライシング異常による病気で、IKBKAPのコードするタンパク質IKAPの出芽酵母のホモログ※2は、mRNAを読み取ってタンパク質に翻訳する役割を持つtRNA(transfer RNA)を

修飾する活性がありました。そこで、様々なtRNAをカラムクロマトグラフィー※3で取ることができる鈴木先生の研究室の非常にエレガントなシステムを使って、患者さんの細胞からtRNAを取り出していただき正常型と比べた結果、患者さんの細胞では修飾されたものの比率が低いtRNAが何種類もあったので、IKAP自身がtRNAの修飾に関わると分かりました。スプライシング異常に加えてtRNAの修飾もできない二重のRNA病だったのです。tRNAの修飾に関することは私たちではできなかったのですが、鈴木先生との共同研究によって明らかにすることができました。

※2：進化系統上で同一の祖先から派生した、類似性の高い遺伝子などの一群。

※3：充填剤を詰めた筒状の容器に混合化合物を流し込んで分離する精製方法。

RNA病疾患名	原因遺伝子	異常がみられる過程
サラセミア	α -globin	スプライシング、ポリA鎖付加
筋萎縮性神経症	C11orf1	スプライシング
マルファン症候群	Fbn1/Runx1	スプライシング
家族性乳癌および卵巣癌	BRCA1	スプライシング
家族性前立腺癌発症遺伝子 (F11P17)	Tau	選択的スプライシング
毛細血管拡張性運動失調症	ATM	スプライシング
家族性自律神経失調症	IKAP	スプライシング、tRNA修飾
デュシェンヌ型筋ジストロフィー (DMD)	Myotrophin	スプライシング
骨髄性白血病	SSDN	Li-mRNA生成・スプライシング
筋萎縮性筋ジストロフィー	IKAP	選択的スプライシング
骨髄異形成症候群 (MDS)	SF3B1, SRSF2, U2AF35, ZRSR2	スプライシング
聴覚神経ジストロフィー	PALM2	mRNA核内滞留
脳コンドリア脳病	mt-tRNA	tRNA修飾
肝臓癌遺伝子シグナル	U90E59P-mt-tRNA	リボソームRNA修飾
先天性角化異常症	IKAP	リボソームRNA修飾・ポリA鎖付加
ダイヤモンドブラックファン症候群	S19	リボソーム
レット症候群	MeCP2	エプジェネチクス/miRNA

さまざまなRNA病

一お互いの先生の印象を教えてください。

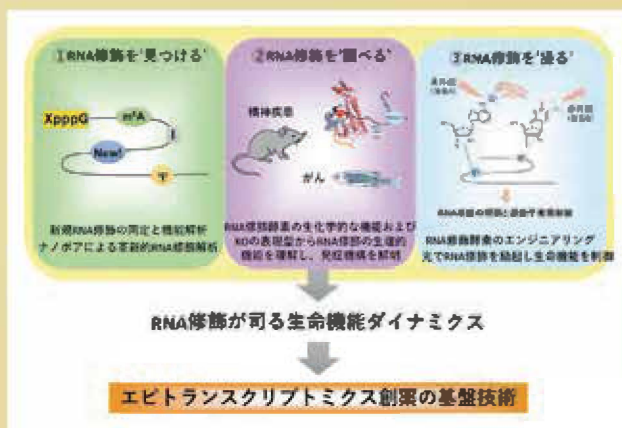
鈴木先生：RNAスプライシングは何百種類もの因子が関わっている非常に複雑なシステムですが、片岡先生は昔からそのメカニズムや制御を深く研究されていて、たくさんのタンパク質の機能やその役割も整理されていて、ほとんど全部頭の中に入っているところがすばらしいですね。また、実験を数多くやっている人でないとわからないような、抗体の選択や詳しい実験条件に精通していて、タンパク質間の相互作用などを調べるような緻密な実験技術を使ってスプライシングの研究をされているという印象です。

片岡先生：日本のtRNAの研究が長い間世界をリードしている中、鈴木先生は手法的にも研究面でも自分の地位を世界的に築いていらっしゃる。細胞の中で何をできるだけ生体に近い状態でわかるには、生化学※4も化学も必要です。私は生化学的なことは得意ですが、鈴木先生はより化学的なアプローチをされています。スプライシングとRNA修飾は一見遠いですが、RNAという共通の分子を通してつながることも多いです。

※4：生物に関係する物質の構造と反応に関する化学。

一今流行している新型コロナウイルス感染症について、先生ご自身の研究分野からのアプローチを教えてください。

鈴木先生：新型コロナウイルスに関する東大のプロジェクトの一つに取り組んでいます。コロナウイルスは遺伝情報をDNAではなくRNAとして持つウイルスですので、細胞の中に入ったゲノムRNAがRNAを複製し、それが翻訳されてウイルスのタンパク質が作られることで増殖します。コロナウイルスのRNAゲノムにはその末端にcap構造と呼ばれるメチル化されたRNA修飾があります。この構造にメチル基がないとウイルスのRNAは翻訳されないことがわかっています。そこで、私たちは、コロナウイルスが持つメチル化酵素の阻害剤を作ることと治療薬ができるのではないかと考えました。実際、nsp14という新型コロナウイルスが持つメチル化酵素を取得し、メチル化酵素を阻害する抗生物質を入れるとnsp14の酵素活性が完全に阻害されることを確認しました。現在、東大創業機構にある約25万の化合物を対象にスクリーニングを行っており、この中からnsp14に対する阻害活性のある化合物を探そうとしています。薬の開発の最初のきっかけになる化合物が得られたら、そこから先の開発は長い道のりになりますが、製薬会社との共同研究を予定しています。私は博士の学位取得後に、製薬会社で薬の開発に携わった経験があります。大学に戻ってからは基礎研究に没頭して来ましたが、コロナ禍でRNA修飾の研究者として自分に貢献できることを探していました。今回、東大のサポートもあり、再び薬の開発に取り組んでいるのは、感慨深いものを感じます。今自分にできることで人類に貢献したいと真剣に考えています。



鈴木RNA修飾生命機能プロジェクト ERATO

片岡先生：農学では、尿中に出るアレルギー物質の量を測っている方が、採血や病気のうつる検査をせず尿だけで測定できるようなコロナウイルスに特化した研究をやろうとされています。動物も人の細胞も扱える農学部では、人に対する薬ができなくても動物に対する薬は可能ですし、工学系と共同するといろいろなことができるのではないのでしょうか。

一鈴木先生、片岡先生、ありがとうございました！

東京大学工学部では、学生が作る広報誌「Ttime!」を発行しています。

東京大学工学部ホームページ

<https://www.t.u-tokyo.ac.jp/foe/index.html>

※本誌掲載情報の無断転載を禁じます。



東京大学工学部
FACULTY OF ENGINEERING
THE UNIVERSITY OF TOKYO

Ttime! バックナンバー



Ttime!
2020 夏号

2019年以前のバックナンバーは
こちらからご覧いただけます！



<https://ut-ttime.net/archives/>

「研究者と学生の素顔に迫る！」

工学部を選んだ理由や普段の生活の様子を通して、
先生や学生の素顔に迫る内容になっています。

「Ttime!」は、全国の高校や予備校に
無料で配布できます。

お問い合わせはこちらから

✉ ttime.todai@gmail.com

Ttime! Web

「Ttime!Web」では、学科紹介や
イベントレポートを掲載しています！

その他にも、高専から編入した学
生や文系から工学部に進学・転学
した学生の経験談も掲載している
ので、ぜひチェックしてください！



<https://ut-ttime.net/>



編集後記

「越境する工学」、そして「UTokyo Project Sprint」の特集いかがだったでしょうか。今回は1冊の冊子ではおそらく史上最多の合計28名の方からお話を伺うことができました。学部や学科間の関係性を紹介することを通して進路選択の参考になれば、という思いで企画したので、進路を考える皆さんの助けになることを願っています。UTokyo Project Sprintは、活動に制約のある中で奮闘したプロジェクトメンバーの様子を今だからこそお伝えしたいと思い、特集として掲載しました。

今年度はオンラインでの冊子制作になりましたが、いつも以上に中身の濃い冊子を作るべく、たくさん打ち合わせを重ねてきました。例年通り2冊の冊子制作を何とか終わることができ、ほっとしています。冊子を手に取り読んでくださった方、取材に協力してくださった方々、そして冊子制作に関わってくださった皆様、本当にありがとうございました！

次号からは新たな体制での冊子製作になります。これからもメンバー一同頑張っていきますので、Ttime!を引き続きチェックしてください！

企画編集・取材

東京大学大学院工学系研究科／工学部広報室学生アシスタント

竹下 明宏(冊子編集長) 古澤 千晶(学生代表) 難波 由紀乃(Web編集長) 栢森 太郎 平田 真唯 西田 昂平 安久 岳志 黒川 亮
菅野 南花 高田 篤志 田端 俊也 長原 颯大 渡邊 碧為 小林 透己 武田 陽 辻 悠基 野口 湖月 升野 綾子 古賀 修一郎

印刷・制作

株式会社アネスタ

協力

東京大学大学院工学系研究科／工学部広報室
和泉 潔 教授(室長) 川畑 友弥 教授(副室長)
瀬田 史彦 准教授 松浦 宏行 准教授
川瀬 珠江 丸川 純夫 北原 美鈴 西 克代

読者アンケートに
ご協力ください！

