

報道関係者 各位

東京大学大学院工学系・情報理工学系研究科 第 31 回 記者会見のご案内

下記の通り、東京大学大学院工学系研究科 研究発表等を行います。

記

【発表日時】 平成 21 年 2 月 17 日 (火) 14:00 ~ 16:00

【発表場所】 工学部列品館 2 階 中会議室

【発表タイトルおよび発表者】

1. 工学系研究科シンポジウム「企業と博士」開催報告--東京大学大学院工学系研究科の博士の現状--

北森 武彦 教授 (大学院工学系研究科 応用化学専攻・工学系研究科副研究科長)

2. 先進パイロット支援システム研究開発 落ちない飛行機を目指して

鈴木 真二 教授 (大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻)

3. 水中ナノメートルサイズの人工かご状分子内で安定化された、わずか 1 つの塩基対から成る最小の RNA 二重鎖

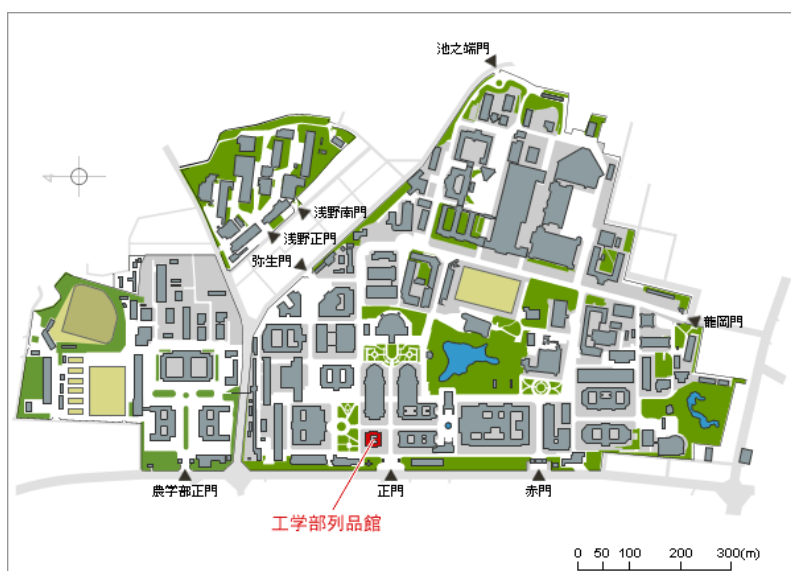
(科学技術振興機構 (JST) / 東京大学大学院工学系研究科 共同発表)

藤田 誠 教授 (大学院工学系研究科 応用化学専攻)

【司会】

大久保 達也 教授 (大学院工学系研究科 化学システム工学専攻・工学部広報室長)

【会場地図】



【問い合わせ先】

工学部広報室 (特任教員) 内田麻理香

【発表タイトル】

工学系研究科シンポジウム「企業と博士」開催報告--東京大学大学院工学系研究科の博士の現状

北森 武彦 教授（大学院工学系研究科 応用化学専攻）

【発表概要】

シンポジウム「企業と博士」のご報告・大学院工学系研究科の博士の現状についてのご説明。

【発表内容】

近日「高学歴ワーキングプア」「博士の就職難」という言葉が世間の耳目を集めている。しかし、東京大学大学院工学系研究科の博士課程修了者は上記の事例にあてはまらない。過去 5 年間の追跡調査により、修了者は大学・企業・研究機関と多様な社会に巣立ちキャリアを積んでおり、就職難とは無縁であることが明確になった。しかし一方で、東京大学大学院内で工学系研究科の博士課程進学比率が最も低いこと、ここ数年で工学系研究科における博士課程進学者が減少していることもわかった。

大学院工学系研究科では「博士進学者が減少すると工学のイノベーションを担う人材を東京大学が供給できなくなる」という憂慮から、シンポジウム「企業と博士」を過去 3 回開催した。このシンポジウムの報告とともに、大学院工学系研究科の博士課程修了者の現状をご説明する。

【参考 URL】

- ・ 「企業と博士」第 1 回 「企業で活かす博士の資格」開催報告
<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/public/2007/1227.html>
- ・ 「企業と博士」第 2 回 「インターナショナルに活かす博士の資格」開催報告
<http://dir.u-tokyo.ac.jp/topics/event080318j.html>
- ・ 「企業と博士」第 3 回 「博士の活躍の多様性」開催案内(pdf)
<http://www.t.u-tokyo.ac.jp/public/2008/pdf/Guidance2008.kigyoDoc.pdf>

【問い合わせ先】

北森 武彦 教授（大学院工学系研究科 応用化学専攻）

【発表タイトル】

先進パイロット支援システム研究開発 落ちない飛行機を目指して

鈴木 真二 教授（大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻）

【発表概要】

飛行中の事故や故障を自動的に学習し、その影響を最小化するニューラルネットワーク（注１）を用いた耐故障飛行制御システムを開発し、無人航空機によりその有効性を実証した。

【発表内容】

航空機産業は、我が国産業構造の高度化に貢献することが期待され、特にその特性上、安全性や信頼性に傑出した先進システム技術が要求される。日本航空宇宙工業会の取りまとめにより東京大学・富士重工業（株）・JAXA(宇宙航空研究開発機構)は、経済産業省からの委託事業として平成 20 年度「航空機用先進システム基盤技術開発（先進パイロット支援システム）」を実施している。本研究では、今後大きな成長が期待される小型ビジネスジェットを対象とした研究を行う。小型航空機は、パイロットの技能の差・突風など気象状況への影響などにより事故確率は旅客機に比べて高く、特に先進的なパイロット支援システムの開発が求められている。

具体的には

１）突風回避制御：

突風を事前に検知し、その影響を最小化する飛行制御システム

２）耐故障制御：

機体の故障や破損による飛行特性の悪化を複数の制御出力を最適化することで最小化する飛行制御システム

３）知的操縦支援システム：

目標経路からの逸脱など飛行状況の変化をパイロットに早期に感知させるための操縦システム
を研究開発する。

今年度、耐故障制御に関してエルロン（注２）が故障した場合のラダー（注３）による代替制御の実証飛行試験に成功した。その内容をご報告する。

【実験風景写真】



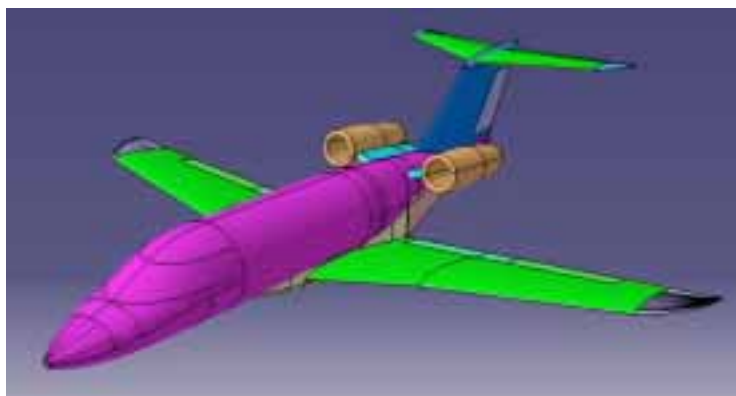
実験用航空機(MuPAL- α)による地上シミュレーション試験 (JAXA)



ビジネスジェットモデルによる自律飛行試験



、
研究用無人機によるニューラルネットワーク飛行試験（東京大学）



来年度実施予定の実験用ビジネスジェット無人機（富士重工業、東京大学）

【用語解説】

（注１）ニューラルネットワーク

脳の神経網をモデル化した数学モデル。学習や知的制御に応用されている。

（注２）エルロン

主翼の両端の補助翼。バンク角制御に用いる。

（注３）ラダー

垂直尾翼の方向舵。方向制御に用いる。

【問い合わせ先】

鈴木 真二 教授（大学院工学系研究科 航空宇宙工学専攻）

**【発表タイトル】**

[科学技術振興機構(JST)/東京大学大学院工学系研究科 共同発表]

水中ナノメートルサイズの人工かご状分子内で安定化された、わずか1つの塩基対から成る最小の RNA 二重鎖

(自己組織化ナノ空間内での、最小のヌクレオチド二重鎖の形成)

藤田 誠 教授 (大学院工学系研究科 応用化学専攻)

【発表概要】

自己組織化により水中で組み上がるナノメートルサイズの人工的なかご状分子の内部空間へ、DNA や RNA 断片を閉じ込めることで、DNA や RNA の極めて小さな二重鎖を作り出すことに成功した。本成果は英国科学誌「ネイチャーケミストリー」(創刊号)に、2009 年 2 月 22 日(英国時間)付のオンライン版にて発表される。なお、本発表は JST との共同発表になる。

【発表内容】

デオキシリボ核酸 (DNA) やリボ核酸 (RNA) とは、 $A \cdot T(U) \cdot G \cdot C$ の 4 種類の塩基が連なった生体高分子である。これらは通常、水中で 2 本の鎖から、A は T と G は C と相補的な塩基対を作り、その塩基対が数十～数万個上下に積み重なることで大きく安定化され、二重らせん構造となる。DNA 鎖が非常に短い場合には二重鎖にはなれず、水溶液中でバラバラな状態となることが知られている。ところが、タンパク質のナノサイズの酵素ポケットの中では、3 塩基対以下の非常に短い二重鎖構造が巧みに作り出され、それによって遺伝情報の複製や発現が行われている。

本研究では、3 塩基対以下の極めて小さな DNA や RNA の二重鎖構造を、人工的に作られたナノ空間の中で再現することに世界で初めて成功した。すなわち、有機分子と金属イオンの自己組織化により、ナノメートルサイズのかご状分子を水中で組み上げ、そのかご状分子の持つ内部空間へ DNA 断片 (もしくは RNA 断片) を取り込ませることで、わずか 1,2 塩基対から成る最小の二重鎖構造を安定化することに成功した。今回実現した、ナノメートルサイズの人工かご状分子内での極小の DNA (RNA) 二重鎖の安定化は、生体の巧みなシステムを人工分子によってうまく再現した希有な例であり、また今後、分子情報を変換・複製する新たな機能システムへの発展が期待される

<研究の背景と経緯>

DNA 二重鎖の安定性に関する研究は、生命の遺伝の仕組みに直接関わるため、これまでに

詳しく調べられてきた。通常、水中で2本のDNA鎖が、水素結合（注1）によってAはTとGはCと相補的な塩基対を作り、その塩基対が数十～数万個上下に積み重なることで大きく安定化され、自発的に二重らせん構造になる。しかし、DNA鎖が非常に短い場合、一般に4塩基よりも短いDNA断片では、たとえ相補的な配列であっても無数にある水分子による妨害の影響が無視できなくなり、二重鎖には成れずに水溶液中でバラバラな状態となる。生体内の酵素には、水分子が容易には接近できないようなナノメートル（注2）サイズのポケットがあり、その中で3塩基対以下の非常に短いDNA二重鎖構造が巧みに作り出され、遺伝情報の複製や発現が行われている。

近年では、この様な生体の優れた仕組みを解明するだけでなく、模倣して人工分子による高度な機能システムを作り出すことが次世代のテクノロジーとして期待されている。藤田誠教授のグループでは、合理設計した有機分子と金属イオンを水中で自己組織化（注3）させるという独自の手法により、様々な形状・大きさのかご状分子を作り出してきた。その様なかご状分子には、生体の酵素のように、ナノサイズの疎水性の空間がある。

本研究では、理想的な人工ナノ空間を設計し、3塩基以下の極めて小さなDNAやRNA断片の不安定な二重鎖構造を人工的に再現することを検討した。

<研究の内容>

生体分子であるDNAやRNAを人工分子によって水中で認識し、コントロールするためには、DNAやRNAの特異な形状や大きさ、性質に由来する様々な問題点を克服する必要がある。そこで我々はまず、RNA断片を2つ閉じ込めることができるような理想的なかご状分子を設計し、有機分子と金属イオンの自己組織化によって構築した。そして、そのかご状分子のもつ内部空間へ、水中でAとUのRNA断片を“ペアで”取り込ませることでAとUの間に水素結合を生じさせ、わずか1塩基対から成る最小のRNA二重鎖構造を安定化することに成功した（図1）。

また、構築した二重鎖構造を分子レベルで詳細に解析することに成功し、かご状分子のナノ空間内では、“フーグスティーン型”と呼ばれる向きでペアが安定化されていることを明らかにした（図2）。さらにこの時、かご状分子とRNAペアの間では、静電的な相互作用や疎水性の分子同士が集まる性質（疎水性相互作用）、RNAペア間の水素結合などといった、様々な弱い相互作用による安定化のメカニズムも明らかになった。

さらに、上下に拡張した自己組織化かご状分子を使うことで、2塩基対から成るDNA二重鎖の安定化についても達成した。T・Aの配列のDNA鎖を水中で、かご状分子のナノ空間内へ取り込ませてみると、二つのフーグスティーン型のA・Tペアが形成し、極小のDNA二重鎖へと安定化されることが確かめられた（図3）。

<今後の展開>

本研究では、極めて小さなDNA・RNA断片から二重鎖構造を安定化した。将来、長いDNA・

RNA 鎖からターゲットの数塩基の配列だけを部分的に人工かご状分子内に取り込ませることにより、細胞内で行われる遺伝情報の複製や発現の ON/OFF を自在にコントロールできるようなテクノロジーへと発展することが期待される。

本研究では、DNA や RNA に化学修飾を施すことなく、DNA や RNA をそのまま人工ナノ空間の中でとり扱う独創的な手法を用いた。今後、生体内に存在する様々な長さや種類の DNA・RNA 化合物の中から、目的の性質や機能を有する部位のみを切り出しナノ空間内で利用することで、低コスト・簡便な遺伝子診断や化学分析、高効率な反応への応用が期待できる。

次世代のテクノロジー技術として、生体に匹敵するような精密な分子情報の変換・複製といった高度な人工分子機械・人工分子機能システムへの発展も期待される。

< 参考図 >

図 1 かご状分子および安定化された最小の RNA 二重鎖（構造式）

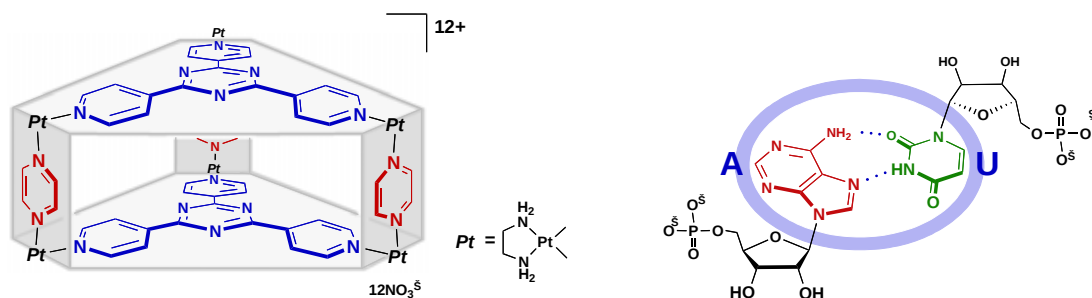


図 2 かご状化合物内で安定化された最小の RNA 二重鎖の様子（結晶構造）

また、右図は RNA 二重鎖部分の拡大図（空間充填表示）

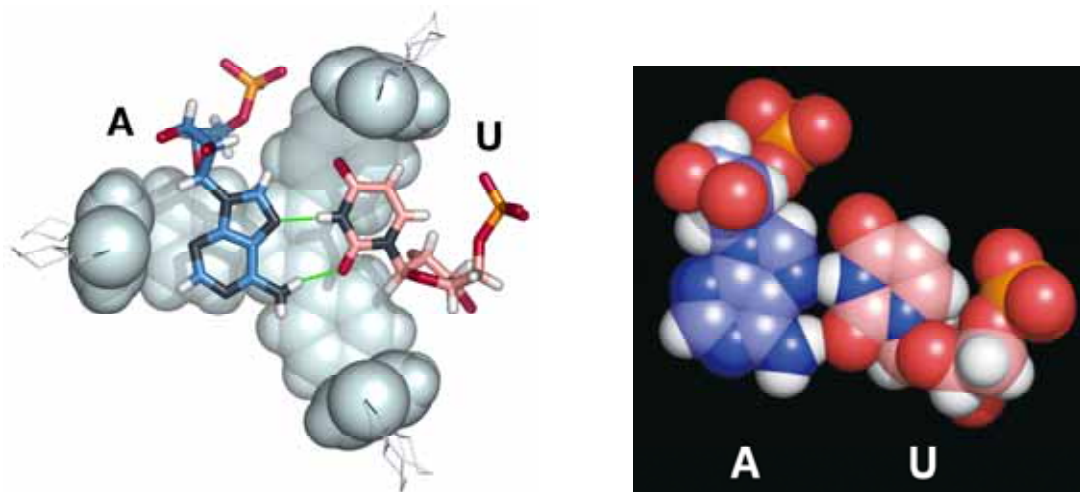
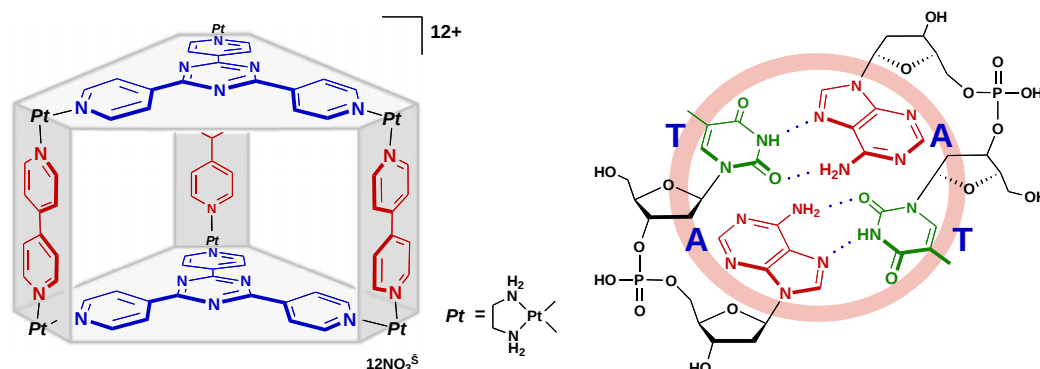


図3 拡張したかご状分子と、その内部で安定化された2塩基対の二重鎖（構造式）



<用語解説>

（注1）水素結合

負電荷を運びやすい原子の間に、水素原子が介することで生じる弱い結合。一つの水素結合自体は非常に微弱であるが、同時に複数の水素結合が関与することで、強さかつ選択性が生じる。生体内のタンパク質やDNA鎖は、無数の水素結合により、構造体の形成や、分子同士の精密な認識、また高選択的な反応を実現している。

（注2）ナノメートル

1メートルの10億分の1の大きさ。フラーレンやカーボンナノチューブなどの比較的大きい化合物がその大きさに対応する。

（注3）自己組織化

複数の分子が分子間での弱い相互作用により自発的に組織や高次構造を作り出すこと。例えば、生体内で、タンパク質は複数の高分子鎖が自己組織化によって折りたたまれ、一定の立体構造に作られる。

【掲載雑誌など】

Nature Chemistry "Minimal nucleotide duplex formation in water through enclathration in self-assembled hosts"

自己組織化ホスト化合物内への包接を利用した水中での最小ヌクレオチド二重鎖の形成

【注意事項】

英国時間:2009年2月22日(18時)に掲載のため、公表は日本時間:2月23日(3時)以降でお願いします。

【研究領域】

独立行政法人科学技術振興機構(JST)戦略的創造研究推進事業 チーム型研究(CREST)

「ナノ界面技術の基盤構築」研究領域

(研究総括: 崇城大学工学部 教授・九州大学 名誉教授 新海征治)

研究課題名: 自己組織化有限ナノ界面の化学

研究代表者: 藤田 誠 (東京大学大学院工学系研究科応用化学専攻 教授)

研究実施場所：東京大学工学部 5 号館

研究実施期間：平成 19 年 10 月～平成 25 年 3 月

【問い合わせ先】

< 研究に関すること >

藤田 誠 教授（大学院工学系研究科 応用化学専攻）

< J S T の事業に関すること >

金子 博之（カネコ ヒロユキ）

科学技術振興機構 戦略的創造事業本部 研究領域総合運営部

〒102-0075 東京都千代田区三番町 5 番地 三番町ビル