

## 分子計算のしくみ

9月9日(金) 13:00-16:00 [第3イベント会場(5号館3階 5334教室)]

### [全体概要]

「分子計算」は、DNA、RNA、タンパク質等の生体分子の形態変化・自己会合・拡散・変異等の化学反応を活用して、並行並列・分散・自己組織化・進化等の情報処理機構を実現することである。1994年にAdlemanがDNA分子を用いたハミルトンパス問題の解法を示してから、分子計算の研究は盛んに行われている。本チュートリアルでは、分子計算の概念や、実現している情報処理機構を解説する。また、生体分子やその化学反応を設計する上での情報科学的な問題についても解説する。さらに、今後の分子計算の方向性として、計算論的ナノテクノロジーおよび構成的生物学の紹介を行う。



### 司 会：山下 雅史(九大)

1980年名古屋大学工学研究科博士課程後期単位取得退学，1981年工学博士。1980年豊橋技術科学大学助手，1985年広島大学工学部助教授，1992年同教授，1998年以降九州大学システム情報科学研究院教授。

この間、たびたびSimon Fraser大学やWisconsin大学の客員研究員を勤める。主要な研究テーマは、分散システムの基礎理論。電子情報通信学会，情報処理学会，日本応用数理学会，IEEE，ACMの会員。

## ●講演1：分子コンピューティングと分子プログラミング [13:00 - 14:15]



### 萩谷 昌己(東大)

1982年東京大学大学院理学系研究科情報科学専攻修士課程修了。京都大学数理解析研究所を経て、現在、東京大学大学院情報理工学系研究科教授(コンピュータ科学専攻)。検証などプログラミングやソフトウェアの基礎に関する研究を行うかたわら、新しい計算パラダイム、特に分子コンピューティングの研究を行っている。

### [講演概要]

DNAコンピュータやDNAナノテクノロジーを中心に、最近の分子コンピューティングの研究動向について概観する。分子コンピューティングの研究は「計算論的ナノテクノロジー」と言うべき方向へ展開している。「計算論的」という言葉には二つの意味がある。一つは、分子反応に対して「計算」という視点を与え情報処理機能を持った分子システムを構築することである。もう一つは、分子システムの構築において各種の情報処理技術を活用することである。特に、分子システムのシステムティックな設計論を「分子プログラミング」と呼ぶ。本講演においては、上述した分子コンピューティングの研究動向を概観するとともに、その計算論的な技術を中心に解説を行う。特に、DNAの配列セットやDNAを用いた構造分子の設計方法を紹介する。また、計算論的な技術の基盤となるべき各種の計算モデルについても触れる。

●講演 2：DNA ナノテクノロジー -DNA タイルによる自己組織的ナノ構造制御- [ 14：30 - 15：15 ]



山本 雅人 (北大)

1968 年札幌市生まれ。1991 年 3 月北海道大学工学部情報工学科卒業。1996 年 3 月北海道大学大学院工学研究科システム情報工学専攻博士後期課程修了。博士 (工学)。日本学術振興会特別研究員 (PD)、北海道大学大学院工学研究科助手を経て、2000 年 4 月北海道大学大学院工学研究科助教授。2000 年から 2003 年まで科学技術振興事業団さきがけ 21 協調と制御」領域研究員兼任。2004 年 11 月より 2005 年 3 月までデューク大学客員研究員。2003 年 10 月より有限会社ソリューションテクノロジー取締役兼任。2004 年 4 月より現職の北海道大学大学院情報科学研究科助教授。

[ 講演概要 ]

複数の一本鎖 DNA を交叉しながら相補結合させることで、平面的なタイル構造 (DNA タイル) を作ることができる。各 DNA タイルは複数の粘着末端 (一本鎖 DNA) を持っており、他のタイルの相補的な粘着末端と特異的に結合することで、より大きな構造を形成することが可能である。粘着末端部を適切に変えて (プログラムして) DNA タイルを自己組織的に反応させることで、さまざまな構造やタイルパターンの生成を制御する試み (DNA ナノテクノロジー) が注目されている。本講演では、これまで提案されているいくつかの DNA タイルモデルを取り上げ、特に、2 種類の DNA タイルを用いたフラクタルパターンや 2 進カウンタの形成に関する実験的な試みなどについて、その実現方法、課題や今後の展望について紹介する。

●講演 3：自律的に動作する DNA コンピュータ = 生体高分子を組み合わせた『人工生命』 [ 15：15 - 16：00 ]



木賀 大介 (東工大)

1971 年生 (34 歳)。1999 年 3 月東京大学大学院理学系研究科博士課程生物化学専攻単位取得の上退学。1999 年 12 月博士 (理学) 取得 (東京大学)。1999 年 4 月科学技術振興事業団横山情報分子プロジェクト研究員。2001 年 10 月理化学研究所ゲノム科学総合研究センターリサーチアソシエイト。2003 年 9 月東京大学先端科学技術研究センター科学技術振興特任研究員。2004 年 9 月東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻生命環境科学系陶山研究室助手。2005 年 4 月東京工業大学大学院総合理工学研究科知能システム科学専攻助教授。

[ 講演概要 ]

DNA 計算の研究は、生体高分子が持つ様々な特性を利用する可能性を秘めていたが、当初は、データを超並列的に検索できる点に注目が集められていた。演者らは、この観点にとどまらず、生命という自律的に動作するシステムを構成する DNA・RNA・タンパク質を用いている以上、自律的に動作する演算システムを人工構成できるはずである、という観点から、研究を行ってきた。さらに最近では、入力を生命が生産した分子とし、出力も生命が利用可能な分子とする、自律型演算システムの構築に成功している。このような「天然の生命と親和性を持つ」自律型生体高分子コンピュータの構築は、生命の持つ様々な特性のうち、環境からの情報を処理して反応を行う、という点に特化した「人工生命」を創り出しているともいえる。この構築は、情報科学の研究としての側面を持つと同時に、医学的応用も可能であり、さらには、科学としての生物学研究の新たな分野、「構成的生物学 (合成生物学)」の手段ともなっている。