

基調講演

いのちをつなぐDNAとゲノム

Keynote Lecture

DNA and Genomes are Connecting our Lives

座 長

Chairperson

小林 公子（静岡県立大学 食品栄養科学部 教授）

Kimiko Kobayashi (Professor, School of Food and Nutritional Sciences,
University of Shizuoka)

いのちをつなぐDNAとゲノム

齋藤 成也／国立遺伝学研究所 集団遺伝研究部門 教授

生物はこの地球上できわめて多様性に富んでいる。またひとつひとつの生物も多数の遺伝子から構成されるゲノムを有している。これら遺伝子の複雑な構成は、生命の起源以来、長大な時間におよぶ進化を経て生じてきたものである。本講演はこの観点にたって、ゲノムの時間的変化を中心とした生物の進化を論じる。

生命の誕生以前からすでに進化的変化は「化学進化」と呼ばれるプロセスとして始まっており、現在に至るまで常にこの変化は続いている。したがって、生命の進化を研究するには、DNAやタンパク質などの分子レベルまで掘り下げる必要がある。研究分野としての分子進化学は、20世紀なかばに生化学や遺伝学が発展してはじめて確立した。このようにはじまりが遅かったので、現在でも進化研究がなにか特別な興味を持つごく一部の研究者のすることだと考えている分子生物学者がいたり、分子レベルの研究を軽視したり嫌う古いタイプの進化学者がいたりする。

進化とは生命の時間的変化である。もともと「evolution」という単語は、卵からの胚発生を意味していた。1830年代に『地質学原理』を著したチャールズ・ライエルがおそらくこの単語を現代の意味で使った最初の研究者であろう。生物進化の研究は、ラマルク、ワラス、ダーウィンらの先駆者をはじめとした多数の研究者の努力により、生物学的現象としての進化は、過去200年のあいだにすこしずつ受け入れられていった。もっとも、「進化」には発生と異なり、もともと決められた道筋は含まれない。時間の矢が過去から現在まで動くあいだに、生命は変化する。したがっ

て、生物のどんな時間的変化でも進化である。現在では、進化概念は、宇宙の進化や人間社会の進化というように、非生命現象にも拡大されて使われることがある。

「ゲノム」という言葉は1920年に植物学者のハンス・ヴィンクラーが提唱した。当時、遺伝子はすでに核内の染色体に局在することが知られており、ヴィンクラーは遺伝子 (gene) と染色体 (chromosome) を結合させて新しく「genome」という単語を創ったのである。植物は倍数体であることがあり、染色体のセットのなんらかの単位を指示する必要があったのである。その後、木原均が、その生物の生存に必要な最小セットという定義をゲノムにあたえた。この機能指向の定義は現在でも用いられているが、すこしずつ構造指向の定義が用いられるようになっていく。私は2004年に刊行した日本語の本において、ゲノムを「自己複製体の持つ最大単位」という定義を提唱した。自己複製体は通常の生物だけでなく、その複製に生命体からの助けが必要なオルガネラやウイルスも含んでいる。

木原とその共同研究者は、20世紀の前半にさまざまな小麦の種についてゲノム解析をおこなった。木原は次の有名な対句を残している：

地球の歴史は地層に記録されている。

すべての生命の歴史は染色体に刻まれている。

この対句の内容は、木原が1946年に刊行した日本語の本のなかでもともとと言及されたものだが、生物進化の研究がゲノムの塩基配列レベルで進められている現在、ますます輝いている。



齋藤 成也

略歴	1979年3月 1981年3月 1986年9月 1989年2月 1991年1月 2002年3月 2002年4月 2005年10月 2006年4月	東京大学理学部生物学科人類学課程 卒業 東京大学大学院理学系研究科人類学先行修士課程 修了 (理学修士) テキサス大学ヒューストン校生物医科学大学院 修了 (Ph.D.) 東京大学理学部 助手 (生物学科人類学教室) {~1991年1月} 国立遺伝学研究所 助教授 (進化遺伝研究部門) {~2002年2月} 国立遺伝学研究所 教授 (集団遺伝研究部門) {現職} 総合研究大学院大学生命科学研究科遺伝学専攻 教授 (兼任) {現職} 日本学術会議会員 (兼任) {~2014年9月}
受賞歴	1995年10月 2004年5月 2013年8月 2013年8月 2014年10月 2015年6月 2017年8月	東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻 教授 (兼任) {現職} 日本遺伝学会より 奨励賞 受賞 木原記念横浜生命科学振興財団より 第12回木原記念財団学術賞 受賞 日本進化学会より 学会賞 受賞 公益信託進化学振興木村資生基金より 木村賞 受賞 フランス・ツールズのポール・サバティエ大学より 名誉博士号 授与 遠州顕徳会 遺伝学振興会より 遺伝学奨励賞 受賞 日本進化学会より 教育啓発賞 受賞

DNA and Genomes are Connecting our Lives

**Naruya Saitou / Professor, Division of Population Genetics,
National Institute of Genetics**

Organisms on the earth are rich in diversity. Each organism contains its own genome with many genes. This complex genetic system has been generated and constantly modified through eons of evolution since the origin of life. I will discuss evolution of organisms from the viewpoint of temporal changes of genomes in this lecture.

Evolutionary changes already started even before the origin of life, known as chemical evolution. Therefore, we need to dig bottom to the molecular level, starting from nucleotides and amino acids. In this sense, it is logically straight forward to study evolution of life at the molecular level. Molecular evolutionary study as a discipline was established only after biochemistry and genetics became the center of biology in the middle of the 20th century. Because of this late start, there are still some molecular biologists who consider the study of evolution as carried out by specialized researchers, while there are some old-fashioned evolutionists who do not appreciate molecular level studies.

Evolution is the temporal process of life. Originally, the word "evolution" meant development of embryo from egg. Charles Lyell was probably the first person to use this word in the modern meaning in his "Principles of Geology" published in 1830s. Thanks to pioneering works of Lamarck, Wallace, and Darwin as well as later evolutionists, evolution as biological phenomenon was gradually accepted during the last 200 years. Evolution, however, does not contain a predetermined pathway, unlike developmental processes. As the time arrow moves from past to present,

life forms change. Therefore, any temporal change of organisms is evolution. Nowadays, concept of evolution is sometimes extended to non-life, such as evolution of universe, or evolution of human society.

The word "genome" was coined by Hans Winkler, botanist, in 1920. Genes were already localized in chromosomes in cell nucleus at that time, and Winkler joined two words, "gene" and "chromosome" to produce a new word "genome". Plants are often polyploid, and there was need to designate certain unit of chromosome sets. Later, Hitoshi Kihara defined genome as minimum set of genes that is necessary for that organism. This function-oriented definition is still used today, but gradually structure oriented definition is often used. Thus I redefined genome as "a maximum unit of self-replicating body" in Japanese book published in 2004. "Self-replicating body" includes not only usual organisms but also organella and virus that need some help from organisms for their replication.

Kihara and his group conducted genome analysis on various wheat species in the early 20th century, and he left this famous couplet;

The history of the earth is recorded in the layers of its crust:

The history of all organisms is inscribed in the chromosomes.

This couplet was originally mentioned in his book written in Japanese in 1946, and is more and more shining as we now study evolution at the genomic nucleotide sequence level.

Naruya Saitou

Past Records	March 1979:	Graduated from Anthropology Course, Department of Biology, Faculty of Science, the University of Tokyo
	March 1981:	Received M.S. from Department of Anthropology, Graduate School of Science, the University of Tokyo
	September 1986:	Received Ph.D. from Graduate School of Biomedical Sciences, University of Texas at Houston
	February 1989:	Assistant Professor, Department of Biology, Faculty of Science, the University of Tokyo (until January 1991)
	January 1991:	Associate Professor, Division of Evolutionary Genetics, National Institute of Genetics (until February 2002)
	March 2002:	Professor, Division of Population Genetics, National Institute of Genetics (current position)
	April 2002:	Professor, Department of Genetics, School of Life Science, Graduate University for Advanced Studies (concurrent; current position)
	October 2005:	Council Member, Japan Science Council (until September 2014)
	April 2006:	Professor, Department of Biology, Graduate School of Science, the University of Tokyo (concurrent; current position)
	Special Awards	October 1995:
May 2004:		12th Kihara Memorial Yokohama Foundation Academic Award from Kihara Memorial Yokohama Foundation
August 2013:		Eminent Evolutionist Award from Society for Evolutionary Studies, Japan
August 2013:		Kimura Award from the Motoo Kimura Trust Foundation for the Promotion of Evolutionary Biology
October 2014:		Docteur Honoris Causa from Paul Sabatier University, Toulouse, France
June 2015:		Genetics Promotion Award from Enshu Shotokukai
August 2017:		Award for Education and Enlightenment from Society for Evolutionary Studies, Japan