



# 創立六十周年連続市民講座 ゲノム研究の現在 ―埼玉から世界へ―

## 第八回

### 講座概要

様々な生物種について、そのゲノムの全塩基配列が解読され、あらゆる生命現象を遺伝子レベルから解明することが可能な時代が来ました。埼玉大学でもゲノム情報に基づいた、世界最先端の研究が行われています。これらの研究と、私たちの社会との関わりについてお話しします。

### 講師プロフィール



【生まれ】 東京都生まれ  
 【略歴】 1993.3 東京大学理学部卒  
 1998.3 東京大学大学院理学系研究科  
 生物科学専攻博士課程修了  
 2000.4 埼玉大学理学部助手を経て  
 2009.1～現在 埼玉大学理工学研究科  
 准教授

理工学研究科准教授  
日原 由香子

【専門】 植物生理学、分子生物学

【主な業績】 第6回日本植物学会奨励賞を受賞 (2009.9.19)  
 Takahashi H, Uchimiya H, Hihara Y (2008) J Exp Bot 59: 3009-3018  
 Ishii A, Hihara Y (2008) Plant Physiol 148: 660-670  
 Seino Y, Takahashi T, Hihara Y (2009) J Bacteriol 191:1581-1586  
 Muramatsu M, Sonoike K, Hihara Y (2009) Microbiology 155: 989-996



Saitama University

埼玉大学/読売新聞 共催



since 1949  
Saitama University

第8回

# ゲノム研究の現在

—埼玉から世界へ—

配付資料

講師：日原 由香子

平成21年10月24日

教養教育1号館301教室

埼玉大学創立60周年記念連続市民講座

埼玉学のすすめ—埼玉の過去・現在・未来を知る—

# ゲノム研究の現在 ー埼玉から世界へー

2009年10月24日  
埼玉大学 理工学研究科  
日原 由香子

## I. ゲノムとは何か？

### 1. ゲノム (genome) の語源

gene (遺伝子) + -ome (全体、総体)  
gene (遺伝子) + chromosome (染色体)

### 2. 染色体とは何か？

#### (1) ヒトの染色体

ヒトの染色体は23対46本。22対の常染色体と性染色体（男性はXY、女性はXX）であり、これらの上に遺伝情報が載っている。

#### (2) 染色体の構造

1本のDNA分子が、ヒストンと呼ばれる糸巻きのようなタンパク質に巻きつけられ、さらにコンデンシンと呼ばれるタンパク質によって束ねられて、1本の染色体構造を形作っている。

### 3. DNAとは何か？

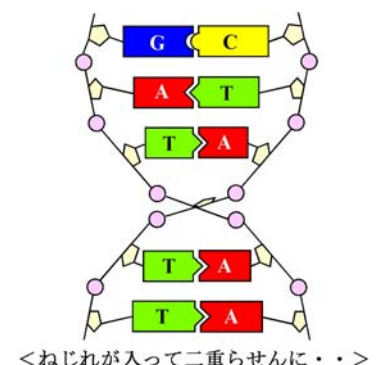
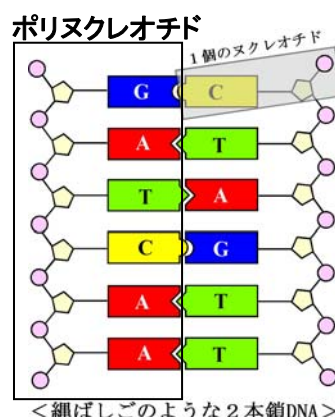
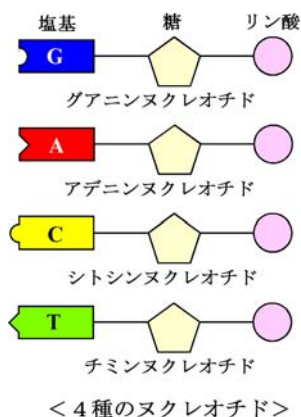
#### (1) DNA(デオキシリボ核酸)の二重らせん構造の解明

1953年 ワトソンとクリック。分子生物学がスタート。

#### (2) DNAの構造

ヌクレオチド：塩基、糖、リン酸が結合。塩基の種類により、グアニン(G)、アデニン(A)、シトシン(C)、チミン(T)-ヌクレオチド、の4種類がある。  
ポリヌクレオチド：ヌクレオチドの糖とリン酸がつながって、長い分子を形成。1本鎖DNA。

DNA二重らせん：ポリヌクレオチドが2本向かい合って、ねじれた縄ばしごのような構造を取る。はしごの足をかける部分では、塩基がペアを作る。必ずAとT、GとCがペアとなる。



## 4. 遺伝情報の発現

### (1) 遺伝子

DNA 上の所々にある。4 種類の塩基の並び方（塩基配列）によって、タンパク質をどのように作るか指定している。遺伝子は「設計図」に例えられる。

### (2) 転写

遺伝子の塩基配列が、mRNA と呼ばれる分子の塩基配列としてコピーされることを転写と呼ぶ。mRNA は「設計図のコピー」に例えられる。

### (3) 翻訳

mRNA 分子の塩基配列に基づき、アミノ酸をつなげてタンパク質を合成する作業を翻訳と呼ぶ。塩基 3 個 1 組で、20 種類のアミノ酸のいずれかを指定する遺伝暗号（コドン）が使われている。4 x 4 x 4 = 64 通りのコドンがある。

### (4) タンパク質

ヒトの一生の間に働くタンパク質は 10 万種類ほどあるとも言われており、様々な形や大きさのタンパク質が、体の中で多彩な役割を果たしている。体を作る素材、化学反応を促進する酵素、酸素の運搬体、免疫システムなど。タンパク質は「細胞を形作る部品」に例えられる。

## 5. ゲノムとは何か？

定義「ある生物を構成するのに必要な遺伝情報全体」

「遺伝子の全体」とは違う。DNA 上には、タンパク質を指定している遺伝子の外にも、転写されるが翻訳されずに RNA のまま働く領域があり、これらも遺伝情報に含まれる。「遺伝情報の全体」= 「DNA の塩基配列全体」と考えておくほうがよい。

## II. ゲノム研究の発展

### 1. さまざまな生物のゲノム解読の歩み

地球上の数千万種類の生物のすべてが、その生物に固有なゲノムを持っており、その情報は、子孫に連綿と受け継がれていく。→ ゲノム DNA の塩基配列を全部読み取れば、その生物がどのように作られているかを知ることができる？

1995 年 インフルエンザ菌 全生物ではじめての解読例

1998 年 線虫 多細胞生物ではじめての解読例

2000 年 シロイヌナズナ 植物ではじめての解読例

2003 年 ヒト

### 2. ヒトゲノムの実態

#### (1) 遺伝子数が少ない

従来 10 万個くらいと予想されていたが、実際には 2 万数千個ほどであった。ヒトゲノムのうち、遺伝子領域はたった数パーセントであった。

## (2) 遺伝子領域以外の部分

- (a) タンパク質の情報を持たないが、RNA として転写される領域
- (b) 繰り返し配列
- (c) 偽遺伝子

## (3) ヒトとチンパンジーの間のゲノム塩基配列の違いは 1%

## (4) ヒトとヒトの間のゲノム塩基配列の違いは 0.1%

重要な機能を持つ遺伝子の中に変異が起きると、その遺伝子の機能が失われ、病気として現れることがある。そこまで重篤でなくとも、特定の変異が体質などに影響を及ぼす場合がある。

- (a) 特定の 1 箇所の塩基の違い (SNP、スニップ)  
(例) *ALDH2* 遺伝子上の 1 塩基変異と「お酒の強さ」
- (b) 繰り返し配列の繰り返し回数の違い  
(例) *DRD4* 遺伝子上の繰り返し配列と「新しもの好き」
- (c) 特定の塩基配列の挿入・欠失

## (5) ヒトゲノム情報の活用

- (a) SNP とオーダーメイド医療
- (b) 繰り返し配列と DNA 鑑定

### III. ゲノム研究を、埼玉から世界へ (埼玉大学理学部分子生物学科の場合)

#### 1. 研究例1: シアノバクテリアの遺伝子の働きは光の強さによって調節されている? (日原准教授)

##### (1) シアノバクテリア

- 約 30 億年前: 光合成を開始し、大気中の酸素濃度を上昇させた。
- 10 数億年前: 単細胞生物に取り込まれ、葉緑体になった。
- 1996 年 シネコシステイス (*Synechocystis* sp. PCC 6803) ゲノム解読。

##### (2) シアノバクテリアの強光応答

弱光下: なるべく光をたくさん吸収して光合成を行うため、光合成に関わる色素やタンパク質を盛んに合成。

強光下: 余分な光の吸収を防ぐため、光合成に関わる色素やタンパク質の量を減らす。

DNA マイクロアレイ解析の結果、これらの応答に、遺伝子発現レベルでの調節が重要な働きをしていることが分かった。

##### (3) DNA マイクロアレイ解析

DNA マイクロアレイ上には、ゲノム上の全遺伝子の塩基配列が 1 つ 1 つのスポットとして貼り付けてある。ゲノム上の遺伝子が、異なる条件下でどのように発現しているかを一度に調べることができる。

(例) 弱光で培養した株、強光で培養した株から mRNA を抽出 →異なる色の蛍光色素で目印をつけて混ぜ合わせ、DNA マイクロアレイにまぶしつける →それぞれの mRNA は、塩基配列が対になる遺伝子のスポットに結合 →各スポットの 2 種の蛍光を個別に測定し、弱光・強光下での発現量を評価

#### (4) DNA マイクロアレイ解析の有用性

同じサンプルの、異なる条件下での遺伝子発現の比較  
正常・異常なサンプル間の遺伝子発現の比較

## 2. 研究例 2: リン脂質はシロイヌナズナの花や花粉を作るのに必要!

(西田教授)

### (1) シロイヌナズナ

植物研究のモデル生物の一つ。種を播いて花が咲き、種を収穫するまでの時間が短い、遺伝子組換えの操作がしやすい、育てやすい、等の長所がある。

5本の染色体を持っており、2000年に全ゲノムの塩基配列が解読された。

### (2) リン脂質の合成に関わる遺伝子を破壊した株の解析

生体膜の構成成分の一つであるリン脂質には主に6種類が存在する。それぞれの役割は?

(a) ホスファチジルコリンが正常に作られないと、花の形がおかしくなる。

(b) ホスファチジルエタノールアミンが正常に作られないと、低温下で大きく育てない。

(c) ホスファチジルセリンが正常に作られないと、花粉の形がおかしくなる。

### (3) 植物のゲノム情報はどのように利用され得るか?

栄養価や収量の高い作物を作る

厳しい環境条件に耐えられる植物を作る、等

## 3. 研究例 3: 枯草菌のゲノムにコンニャクの分解に関わる遺伝子群を発見! (朝井准教授)

### (1) 枯草菌

細菌研究のモデル生物の一つ。外から DNA を自然に細胞の中に取り込んで、自分自身の染色体 DNA に組み替える能力が優れている。

孢子形成に関して、古くから詳細な研究が行われてきた。

1996年に全ゲノムの塩基配列が解読された。

### (2) グルコマンナンの取り込み&分解に関わる遺伝子群

枯草菌のゲノムの中に、グルコマンナン(コンニャクの主成分)の取り込みと分解に関わると考えられる *gmu* 遺伝子群を発見。

枯草菌も納豆菌もコンニャクを分解できる。*gmu* 遺伝子を壊すと分解が不完全に。納豆そのものもコンニャクを溶かす。

### (3) 細菌のゲノム情報はどのように利用され得るか?

様々な環境条件で生育する細菌のゲノム解析により、有用遺伝子を同定

→有用物質の生産、環境保全等に役立つ新しい細菌を生み出す

## 4. 分子生物学科の学生生活

大学入学から、卒業研究・大学院で第一線の研究を行うようになるまで。