

生殖細胞 その誕生と振る舞い

組織委員会挨拶	6
文部省挨拶	7

A セッション さまざまな生物で生殖細胞がえられる仕組み

酵母にみる生殖細胞の起源	山本 正幸	12
はじめに / 生物の系統樹と酵母の位置づけ / パン酵母と分裂酵母 酵母にみる増殖の特徴 / 体細胞分裂と減数分裂 / 分裂酵母の有性生殖 研究材料としての酵母の利点 / 減数分裂移行への分子機構 Mei2の機能と meiRNA / おわりに		
プラナリア全能性細胞から生殖細胞への分化	渡辺 憲二	23
プラナリアの再生様式 / 全能性幹細胞は単一の細胞集団か否か プラナリアの増殖様式の特徴 / プラナリアの生活環 / 全能性幹細胞の分子的特徴 新生細胞から生殖系列の細胞への分化 / 全能性幹細胞から始原生殖細胞の形成		
線虫における生殖細胞の形成	杉本亜砂子	33
精子と卵子の違い / 線虫 <i>C.elegans</i> とは / 線虫の生殖細胞形成 <i>C.elegans</i> の有用性 / <i>C.elegans</i> を用いた遺伝学的解析法 / DAZ 遺伝子とは DAZ 遺伝子欠損変異体の特徴 / <i>daz-1</i> 遺伝子の発現パターンと機能 線虫から人間へ		
ショウジョウバエにおける生殖細胞の形成	小林 悟	44
はじめに / ショウジョウバエの生殖細胞形成 極細胞の形成と mtlrRNA / mtlrRNA の機能 / mtlrRNA の極顆粒への輸送機序 mtlrRNA と極細胞の形成 / 極細胞から生殖細胞への分化 / Nanos と Pumilio の機能 生殖細胞形成機構の普遍性		
カエルの卵にみる減数分裂の原理	佐方 功幸	53
減数分裂と体細胞分裂の違い / 減数分裂における S 期省略のモデル Mos による S 期の省略 / Wee1 の欠如による S 期の省略 / カエル卵からの普遍化の問題点		
魚類における卵と精子のできる仕組み - 性ホルモンの働き	長濱 嘉孝	62
はじめに / 魚類における性分化と性転換 / 生殖腺の性分化 卵形成と精子形成 / 卵成熟と精子成熟 / まとめ		

B セッション 生殖細胞の特質

植物における生殖細胞形成	岡田 清孝	74
はじめに / 植物には 2 種類の体がある / 藻類とシダ類の生活史 被子植物の生活史 / 被子植物の生活史と性の決定 / 花器官の形成モデルと変異体 雌雄異花にみる花の発生過程 / 雌雄異花株における性決定遺伝子 花が咲くまでの段階 / 受精のための巧妙な機構 / まとめ		
個性を生みだす遺伝的組換えの仕組み	小川 智子	85
はじめに / 生物の多様性を生みだす組換え反応 / 大腸菌 RecA タンパク質の活性の発見 真核生物の <i>recA</i> ホモログ <i>RAD51</i> 遺伝子の発見 出芽酵母 Rad51 タンパク質の活性とそれを促進する Rad52 タンパク質 / DNA 鎖移行反応について 真核生物における <i>RAD51</i> 遺伝子 / 減数第 1 分裂期過程における染色体構造 減数分裂期の染色体上での Rad51 と Dmc1 / Lim15 タンパク質の局在		

目次

相同組換え過程と Mre11 の機能変化 / おわりに

生殖細胞はなぜ不老不死か	石川 冬木	98
生殖細胞と体細胞 / 体細胞はなぜ有限寿命であるのか / 酸化ストレスと誤り蓄積		
老化時計と細胞の有限分裂能 / ヘイフリックの限界と動脈硬化症		
染色体テロメアと細胞の有限分裂能 / 生殖細胞はなぜ不死か / テロメレース欠損マウスの特徴		
テロメレースは不老不死の薬か / われわれはなぜテロメアをもつのか / おわりに		

Cセッション 哺乳動物の生殖細胞と細胞工学

マウス始原生殖細胞の発生	松居 靖久	110
マウスの発生過程と原始外胚葉の形成 / 培養下での原始外胚葉の分化		
原始外胚葉の始原生殖細胞形成能 / 胚体外外胚葉の作用 / 始原生殖細胞の移動と増殖		
始原生殖細胞の増殖の分子メカニズム / EG 細胞の樹立 / EG 細胞と ES 細胞 / おわりに		
マウスにおける精子形成の機構	西宗 義武	120
体細胞と生殖細胞 / 人口爆発と不妊、種の保存 / 精子形成の現場 / 精子の形成過程		
半数体生殖細胞に特異的な遺伝子とは / <i>hils1</i> および <i>tektin-t</i> の発現と精子形成 / おわりに		
マウスにおける雌雄生殖細胞の発生と分化	中辻 憲夫	127
始原生殖細胞の出現と移動 / <i>Sry</i> 遺伝子の発現時期の生殖細胞		
始原生殖細胞の増殖停止と分化プログラム / 自律的プログラムの解除と EG 細胞株の出現		
減数分裂マーカーの開発と生殖細胞の性分化 / 将来への課題		
体細胞を操作してクローン牛をつくる	角田 幸雄	135
核移植の成功例 / 生殖系列上の細胞核はいつまで全能性か / 体細胞系列の核移植		
クローン家畜の作出法 / 成体体細胞の核移植の概要 / 体細胞のスクリーニング		
ウシにおける核の全能性誘導 / 体細胞クローン作出の問題点 / おわりに		

Dセッション 特別講演

生殖細胞核と体細胞核の卵子への移植	柳町 隆造	144
生殖細胞の受精能獲得過程 / 卵子への精子注入 / 精子注入の男性不妊への適用		
精子の死と核の死 / 形態異常の精子からの子孫は異常か / 精子細胞による受精		
体細胞を用いたクローニング / クローニングの有用性と問題点		

Eセッション 特別講演

生殖細胞研究と社会	米本 昌平	152
キリスト教圏における自然解釈 / アメリカとヨーロッパ諸国との違い		
研究管理体制の米欧日 3 極比較 / 生殖技術への対応 / イギリスの生殖技術への対応		
ヨーロッパ諸国の生殖技術への対応 / クローン問題への対応 / 日本における対応		

Fセッション パネルディスカッション・生殖細胞の操作をめぐる諸問題

人工授精と受精卵移植の歴史	角田 幸雄	160
人工授精技術と受精卵移植技術の比較 / 受精卵移植技術の開発史		
不妊治療としての生殖細胞研究	柳町 隆造	161
不妊治療の種類と開発史 / 男性不妊と生殖細胞操作		
誰にでも子どもを残す権利はある / ヒトクローンに関する問題点		

日本のクローン技術への対応	米本 昌平	163
日本の倫理規制策定の構造 / 国家の倫理諮問委員会の設置と役割		
雄性生殖細胞の操作	毛利 秀雄	164
生殖介助技術と精子 / 精子形成細胞の操作 / 男女の生みわけと生殖細胞操作		
精子による外来遺伝子導入		
新しい生殖補助医療技術の進歩とその臨床応用	廣井 正彦	168
生殖補助医療技術の発達 / 体外受精・胚移植 / 体外受精・胚移植や胚凍結の問題点		
顕微授精 / 胚生検 / 卵・胚の寄附、代理母		
総合討論		174
生殖細胞の操作をめぐる諸問題 / ヒト精子の原形質膜の特徴 / 精子形成過程と利用細胞		
免疫反応と人工授精 / 男女の生みわけは可能か / クローン作出技術と倫理問題		
生態系と遺伝子組換え / クローン問題に対する日本の取り組み		
国家レベルでの倫理諮問委員会の設置を		
演者紹介		182

酵母にみる生殖細胞の起源

山本 正幸

東京大学大学院理学系研究科教授

はじめに

私は本シンポジウムの企画に携わった関係で、最初に、この企画の背景となった文部省科学研究費・特定領域研究について簡単に説明します。

特定領域研究とは、わが国として学術的に重要な領域を振興するため、その領域の研究者とグループに対して手厚い研究費を与えるシステムです。私どもは『生殖細胞の成立と減数分裂移行の分子メカニズム』というテーマで、平成7～10年度までの4年間、研究費をいただき研究を続けてきました。研究に携わったのは次の2班です。第1班は「生殖細胞の成立の分子機構」で、班長を基礎生物学研究所の長濱嘉孝先生が務められ、第2班の「減数分裂の特性とその制御」の班長を私が務めました。さらに、このような研究班が研究費を無駄に使っていないか、研究は進展しているか、ということをチェックするお目付役である総括班があります。今年度は研究成果をとりまとめる年度になっていますが、これまでの研究で得られた研究成果をもとに、さまざまなお話をこれからご紹介いたします。

本シンポジウムでは、第1・第2の班員の先生方や総括班の先生方にご講演と司会を務

めていただいで進めていきます。ただし、渡辺憲二先生、岡田清孝先生、そして角田幸雄先生は、私どもの研究グループには直接所属されていませんでした。しかし、同じ領域の研究者として“助っ人”となっただき、シンポジウム全体の内容を膨らませていただきます。

私どもの行っている研究は基礎的なものです。生殖細胞を理解することは、われわれの生命の本質を理解することに通じますし、どうして地球上にこのように多様な生き物がいるのかを理解することにも通じます。

この重要な領域で、最近、さまざまなことが明らかになってきましたが、まだ不明な点が非常に多いことも事実です。本シンポジウムでは、現在、どのようなことが明らかになり、どんな重要なことが解明できていないのかを、ご理解していただくことが第1の目的です。また最近、生殖細胞というと、マスコミなどではすぐにクローンの話題とむすびつけて議論することが多くなっていますが、そのような技術を考えるうえでも基礎研究がたいへん重要であることをご理解いただければと考えています。

そして、生殖細胞に関する研究は、最終的には人間の生殖の問題などにも関係してくる

ことから、クローン技術で先端的な研究をされておられるハワイ大学の柳町隆造先生に、無理をお願いして参加していただきました。さらに、科学と社会の接点について発言を続けておられる三菱生命科学研究所の米本昌平先生にも、やはり特別講演をおひきうけいただきました。

プログラムの最後のパネルディスカッションでは、私どもが進めているような研究を、もう少し大きな観点から、どのようにみているのかということとを討論する予定で、不妊症医学の立場から山形大学の廣井正彦先生にも参加していただくことになっています。

生物の系統樹と酵母の位置づけ

さて、生殖細胞を研究するグループでありながら、なぜ、私のような酵母を研究している者がそのとりまとめ役を務めているのか、皆さんは奇異に思われるかもしれません。この点について最初に説明することにします。

まず、生物の進化を模式化した、いわゆる系統樹を図1に示します。もっとも原始的な生命は、35億年ほど前に地球上に出現し、20億年ほど前に、私どもが現在いうところの細菌類などの核をもたない原核生物と、核をもった真核生物に分岐しました。この2者の中間に、古細菌と呼ばれる、高塩濃度の湖や高温の温泉などに棲息するグループが存在することが最近明らかになってきましたが、古細菌は真核生物になりきっていません。この古細菌に原核生物のあるものがもぐりこんでミトコンドリアとなって動物の祖先の細胞が進化し、さらに光合成をする原核生物がはいりこんでできた葉緑体をもつことで、植物細胞が進化してきたと考えられています。

植物と動物はそれぞれ独自に多様な進化をとげてきましたが、それらと分岐した酵母はいわゆる単細胞生物として生き残りました。

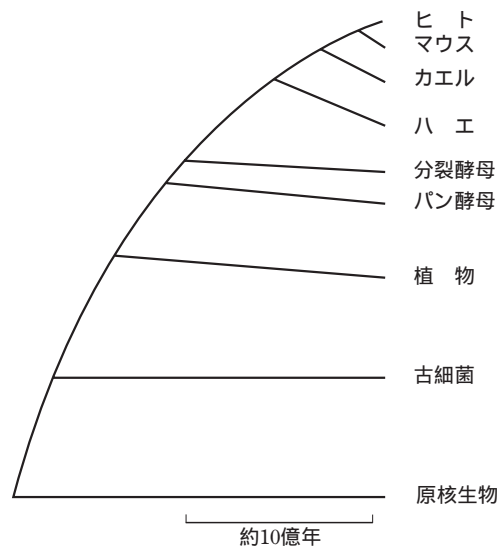


図1 単純化した生物間の系統樹

酵母とわれわれは10億年ほど前に分岐したと推定されています。そして、5億年ほど前の、いわゆるカンブリア紀の動物の大爆発で、例えばハエやカエルなどが分岐しました。それらの生物については、ほかの演者が説明されると思います。

パン酵母と分裂酵母

パンやビールづくりに使われる酵母菌は、現代の分子細胞生物学に不可欠の研究材料となっています。酵母と呼ばれるもののなかでも、パンづくりに用いられるサッカロミセス酵母(パン酵母)と、熱帯地方で酒づくりに用いられる分裂酵母が特によく研究されています。ちなみに、私は分裂酵母を研究対象としています。

ところで、パン酵母と分裂酵母には同じ酵母という名称がついていますが、両者がどれくらいの親戚関係にあるのかということ、それはパン酵母とヒト、あるいは分裂酵母とヒトが親戚関係であるというと同程度の非常に離れた関係にあります。両者の遺伝子を比較