

発生学(2):第1章



医学系研究科附属創生応用医学研究センター長
脳神経科学コアセンター長
発生発達神経科学分野教授
大隅典子



Center for
Neuroscience,
ART



TOHOKU
UNIVERSITY

Carnegie Stages of Human Development

Dr Mark Hill, Cell Biology Lab, School of Medical Sciences (Anatomy), UNSW



Stage 1 Zygote
(1 day, not to scale)

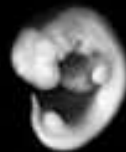
1
(1 day)

2
(3 days)

3
(4 days)

7
(15-17 days)

8
(17-19 days)



14
(31-35 days)

15
(35-38 days)

16
(37-42 days)

17
(42-44 days)

18
(44-48 days)

9
(19-21 days)

10
(21-23 days)

11
(23-26 days)

12
(26-30 days)

13
(28-32 days)

19
(48-51 days)

20
(51-53 days)

21
(53-54 days)

22
(54-58 days)

23
(56-60 days)

5 mm

Acknowledgements

Special thanks to Dr S. J. DiMarzo and Prof. Kohel Shlota for allowing reproduction of their research images and material from the Kyoto Collection and Ms B. Hill for image preparation.

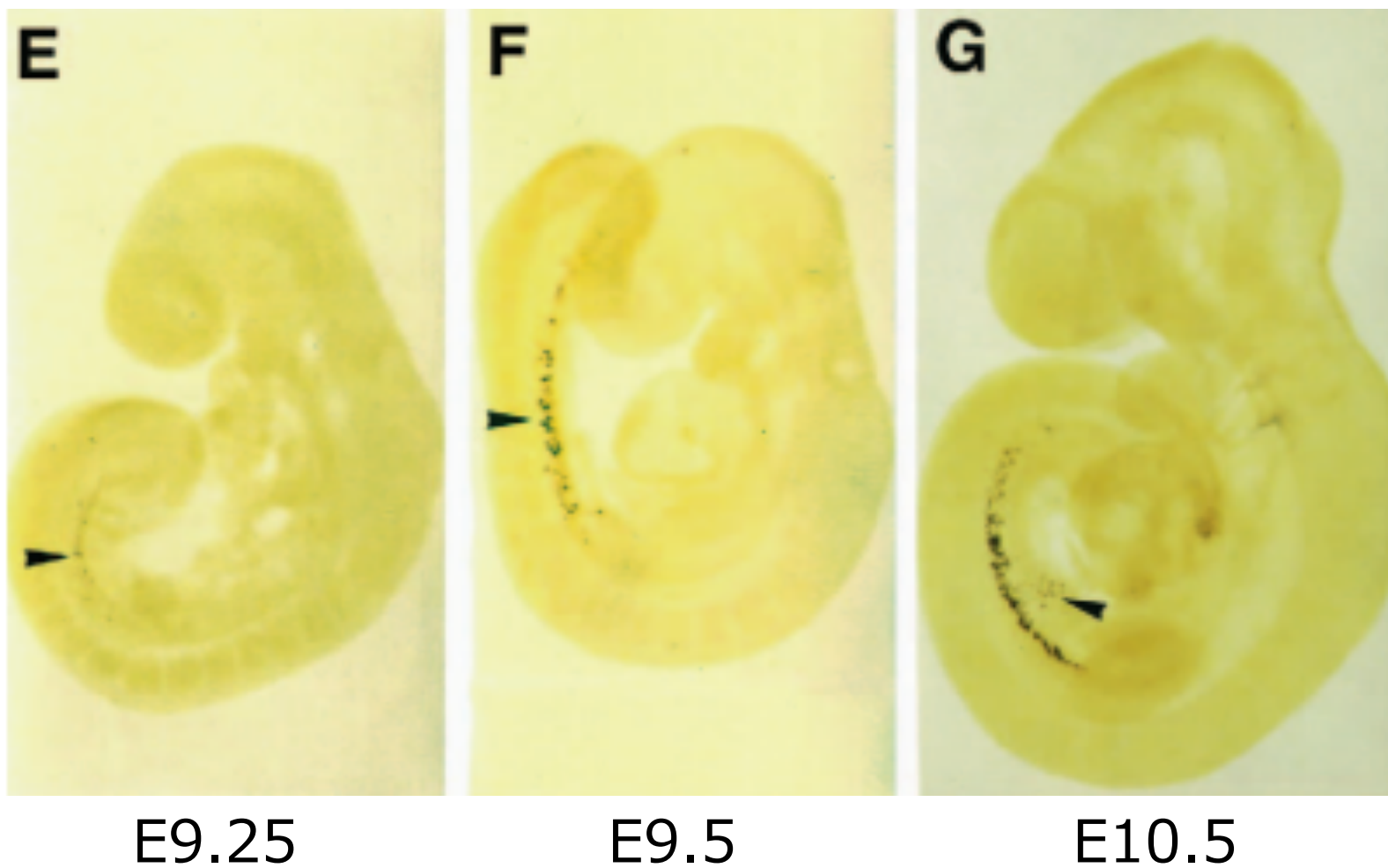
© M.A. Hill, 2004

配偶子形成 gametogenesis

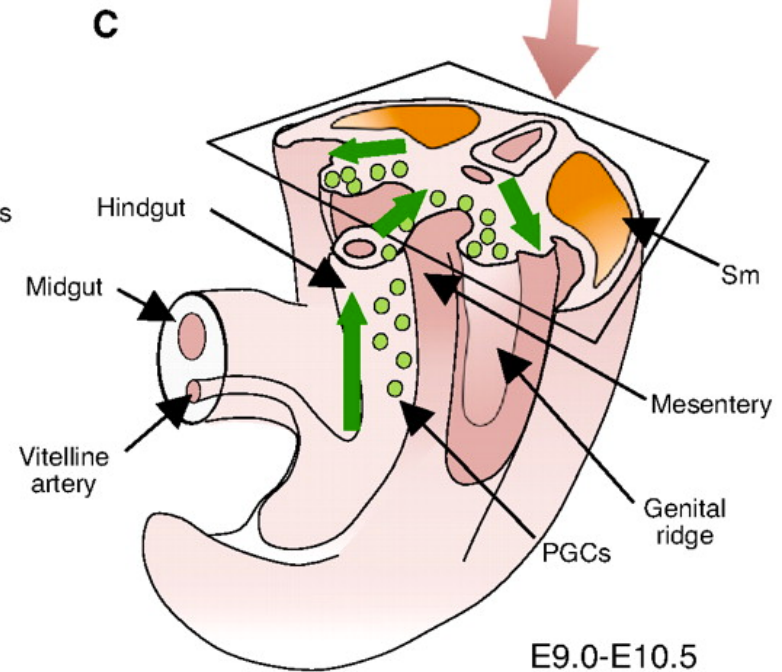
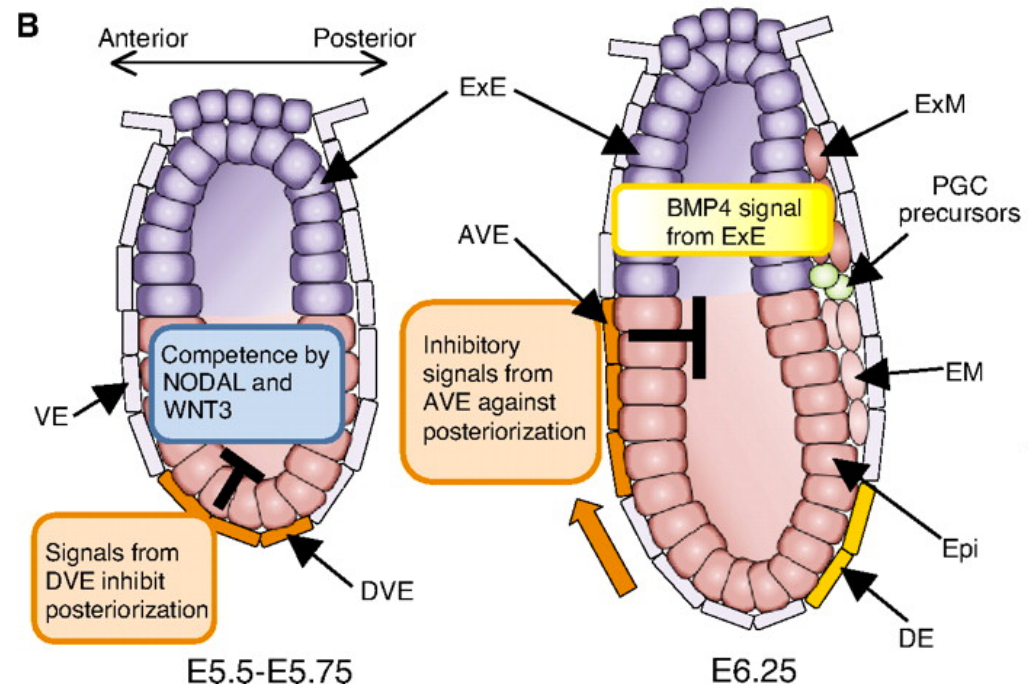
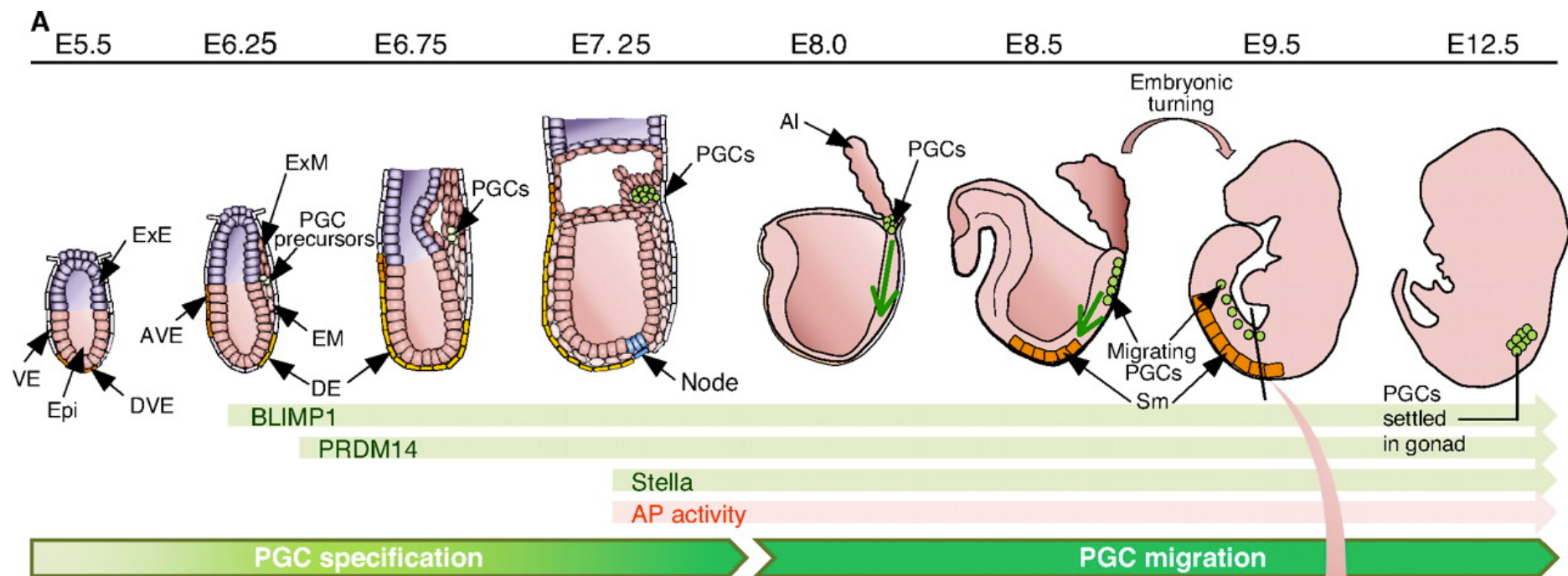


- 始原生殖細胞 primordial germ cells (PGCs)
 - 胎生第4～6週
 - 最終的には配偶子 = 生殖細胞をつくる
 - ✦ 卵 egg または精子 sperm
- 卵黄嚢から胚体への移動
 - 胎生第6～12週
 - 精祖細胞 spermatogonium、卵祖細胞 oogoniumになる
 - 二倍体
- 配偶子形成：減数分裂
 - 精子形成
 - 卵子形成：極体の放出
 - 一倍体

マウスPGCsの移動



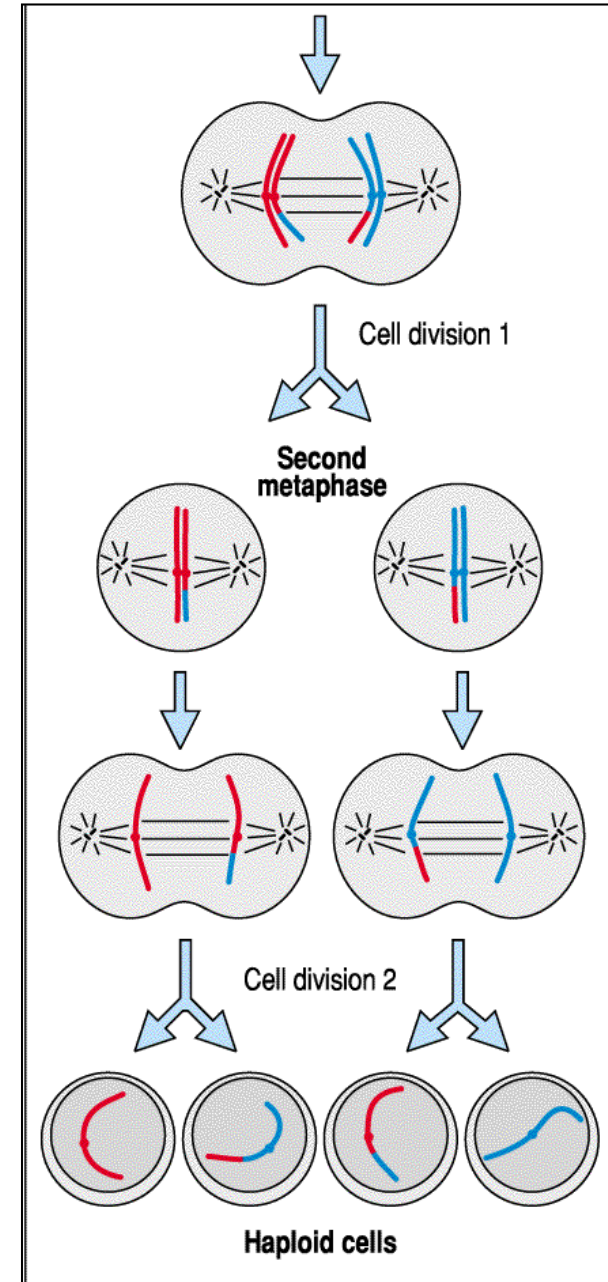
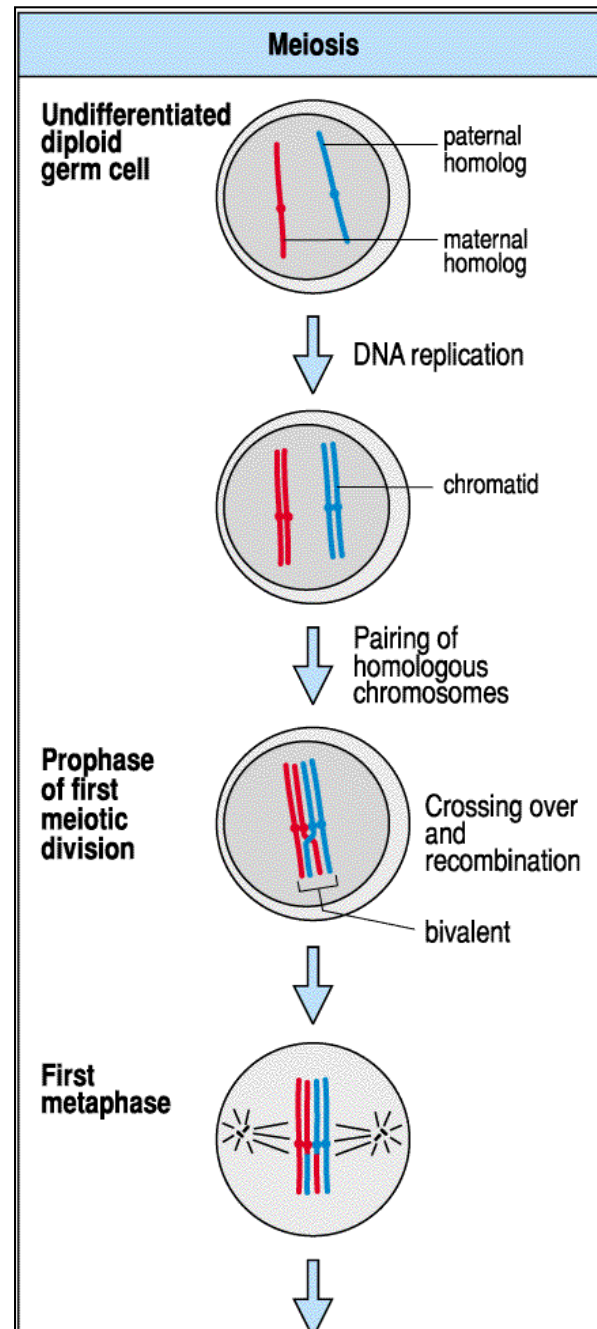
Yeom et al., Development, 1996



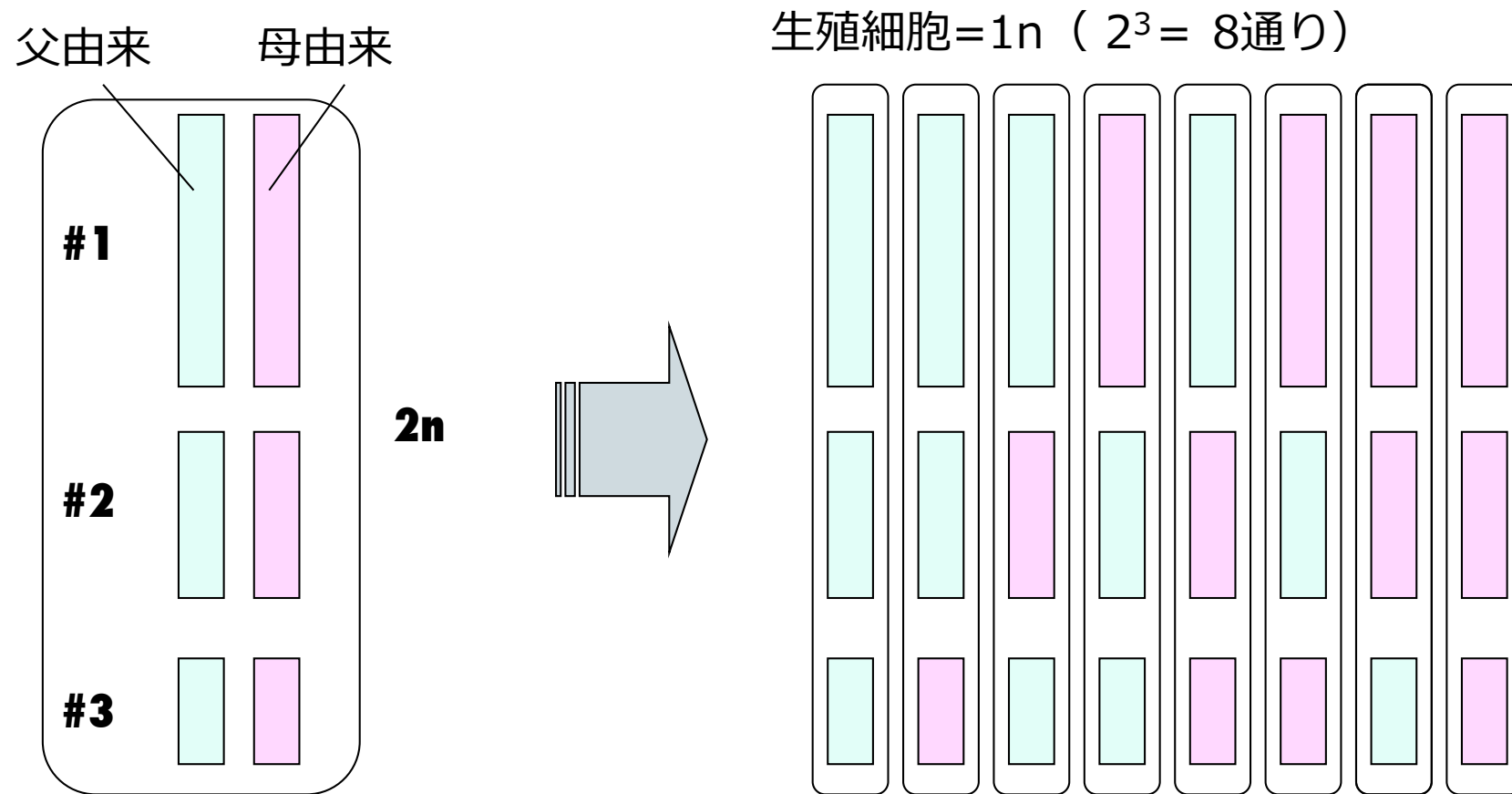
減数分裂

DNA複製

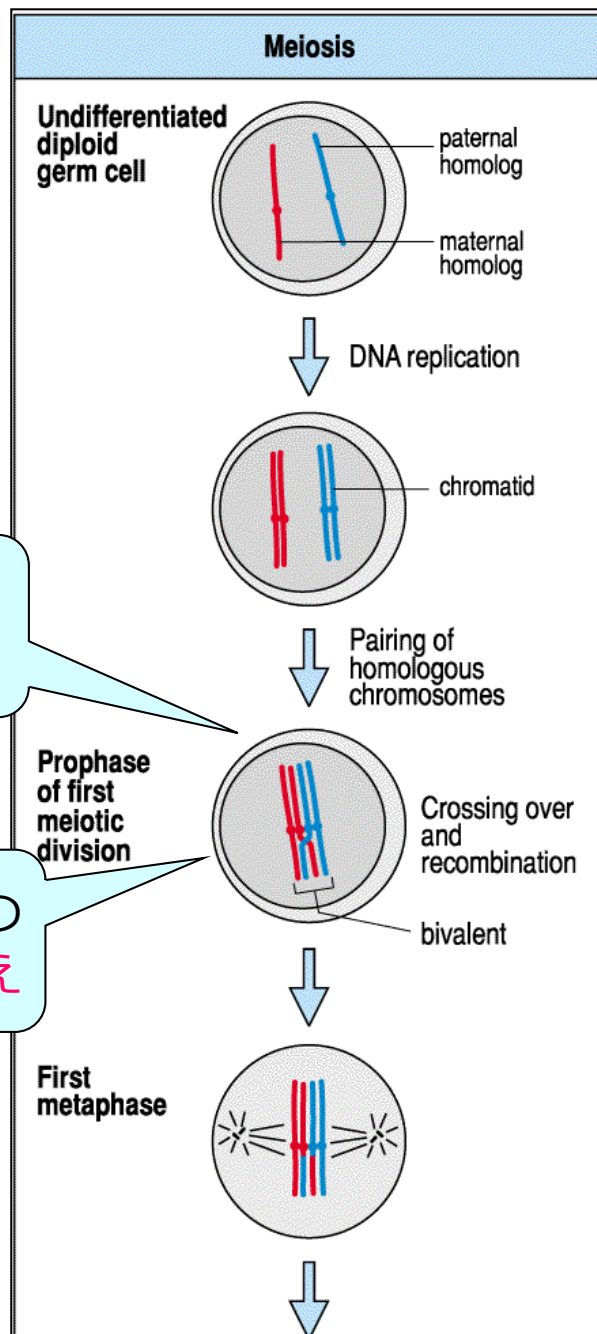
染色体対合



減数分裂の意義

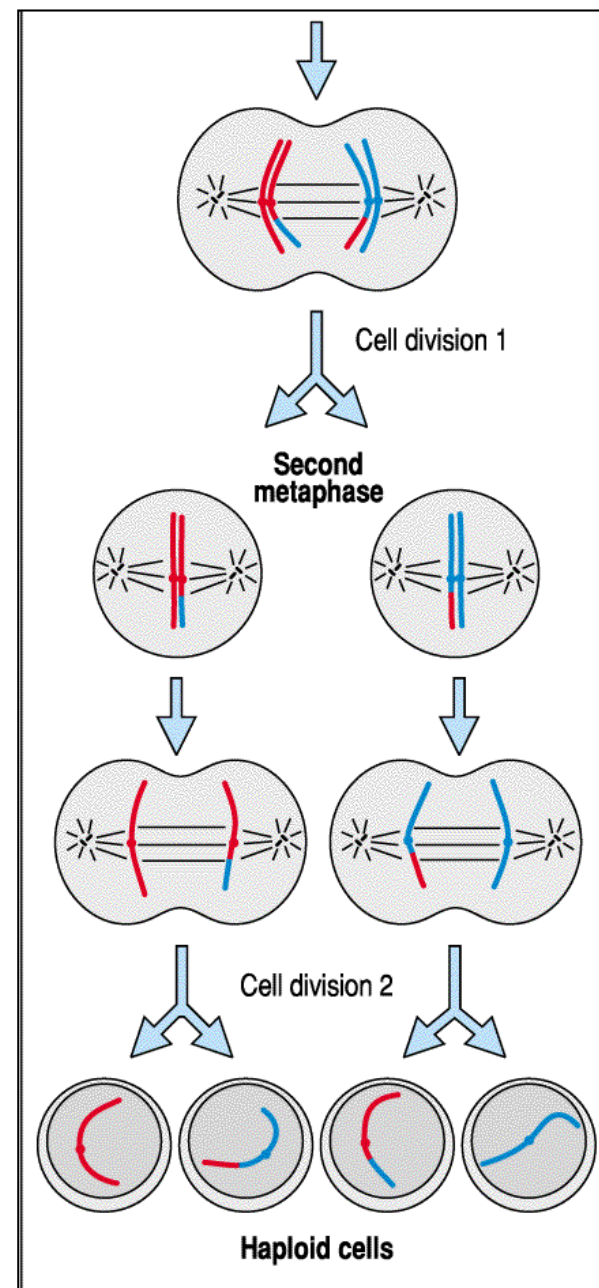


- 染色体23組だと $2^{23} = \text{約}840\text{万通り}$
- 父方×母方でさらに違う組合せ = $\text{約}71\text{兆通り}$
- 染色体の組換えがあるのでさらに多様

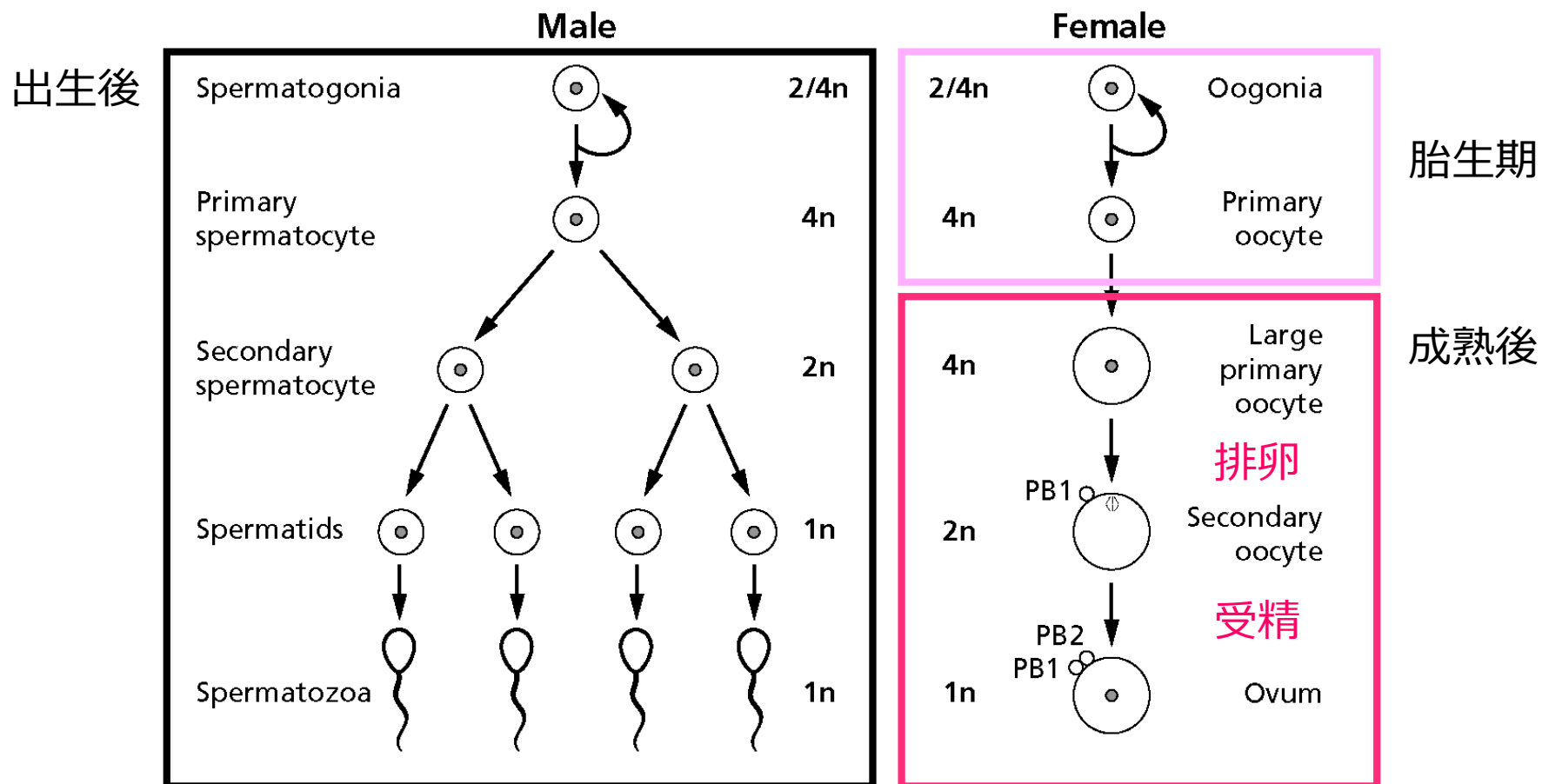


相同染色体の対合

相同染色体の交叉と組換え

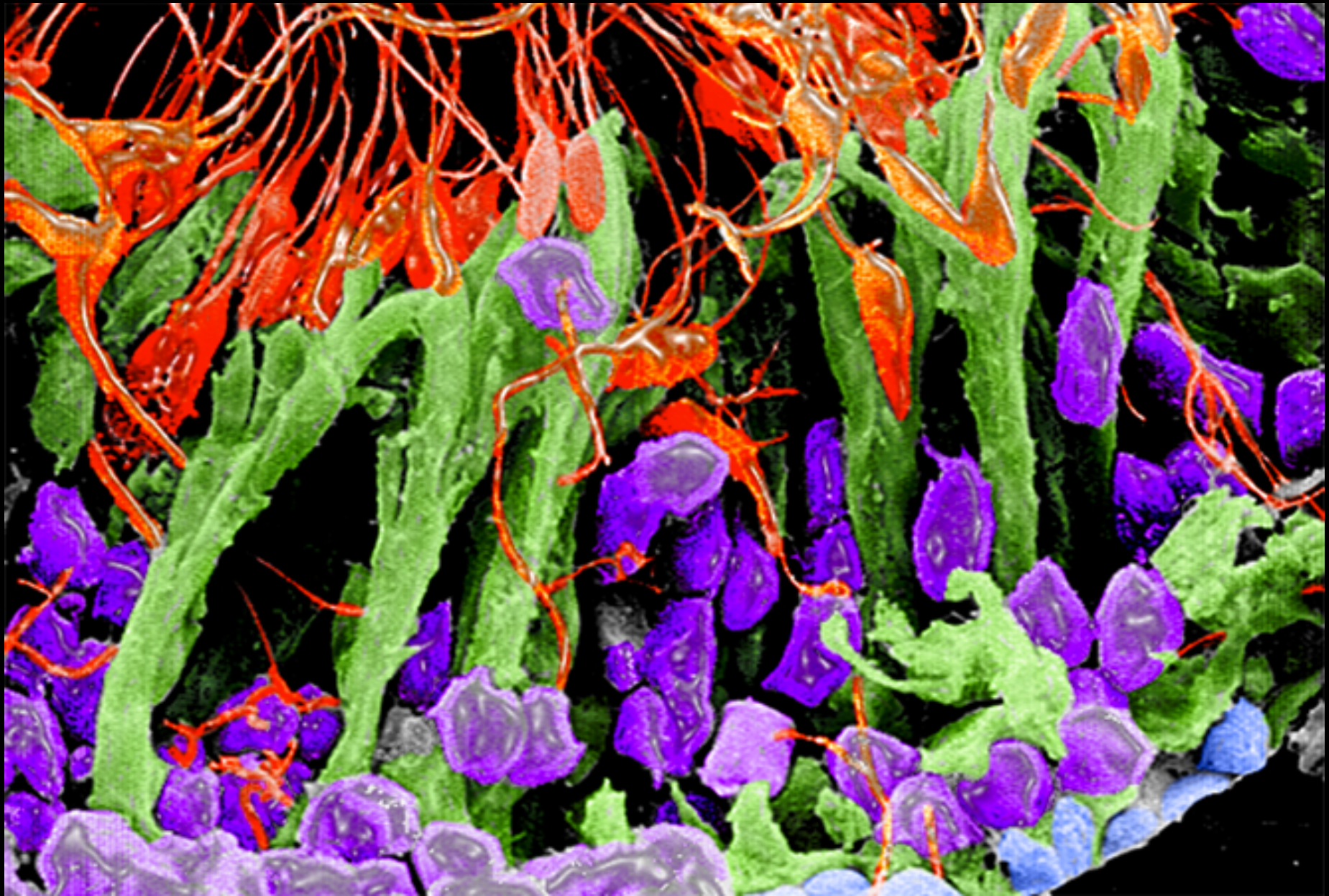


精子形成と卵子形成

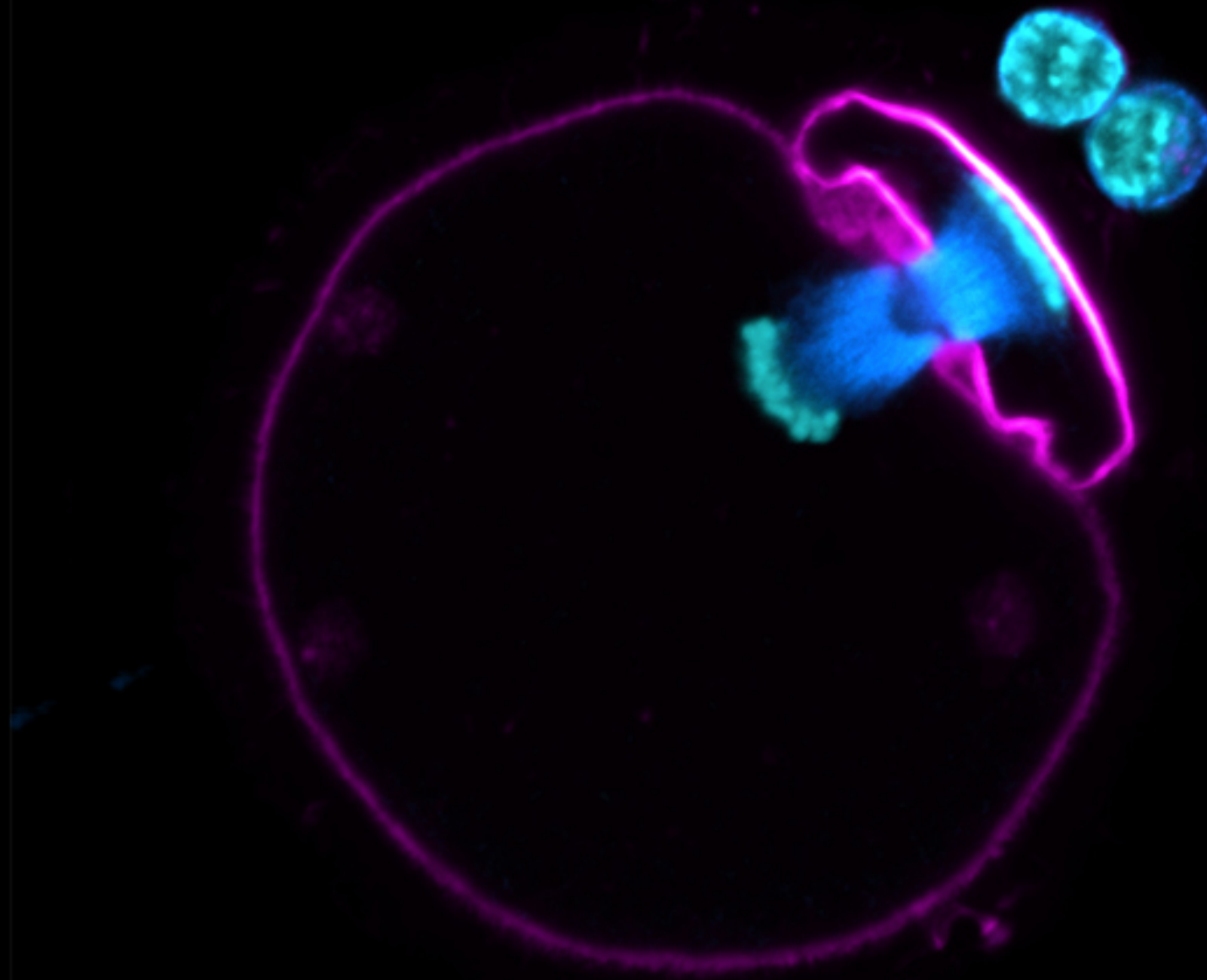




Cell, Picture Show

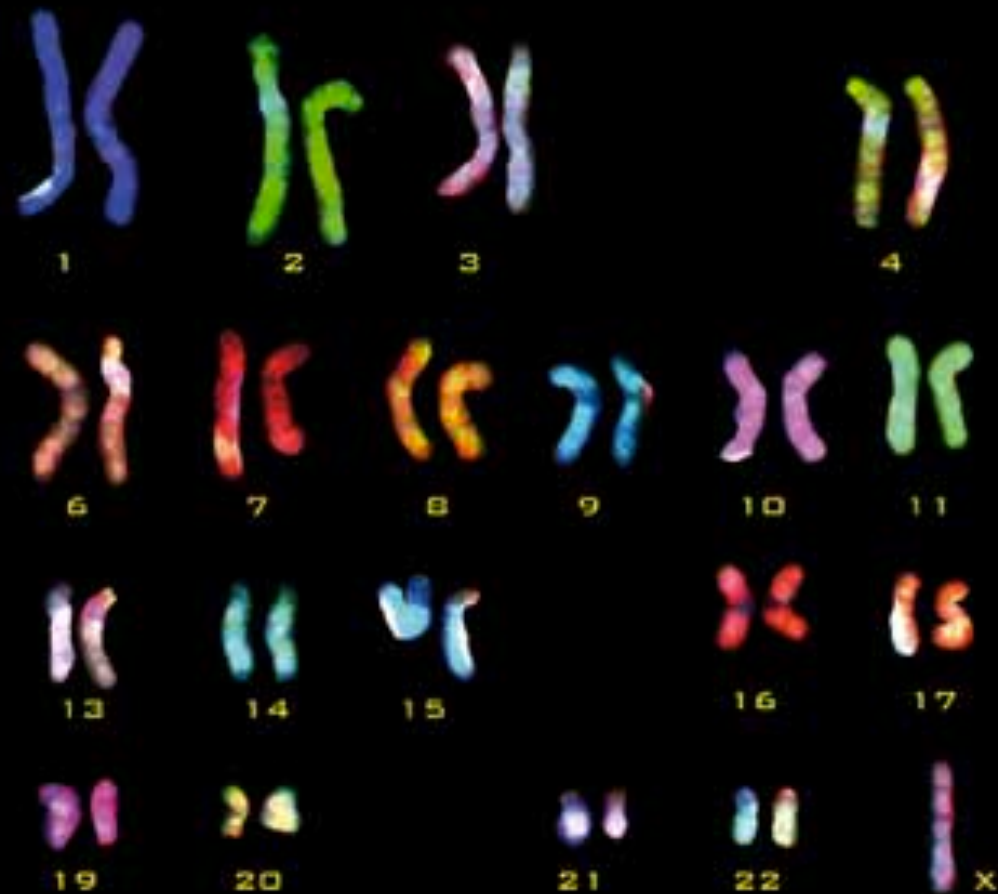


Cell, Picture Show

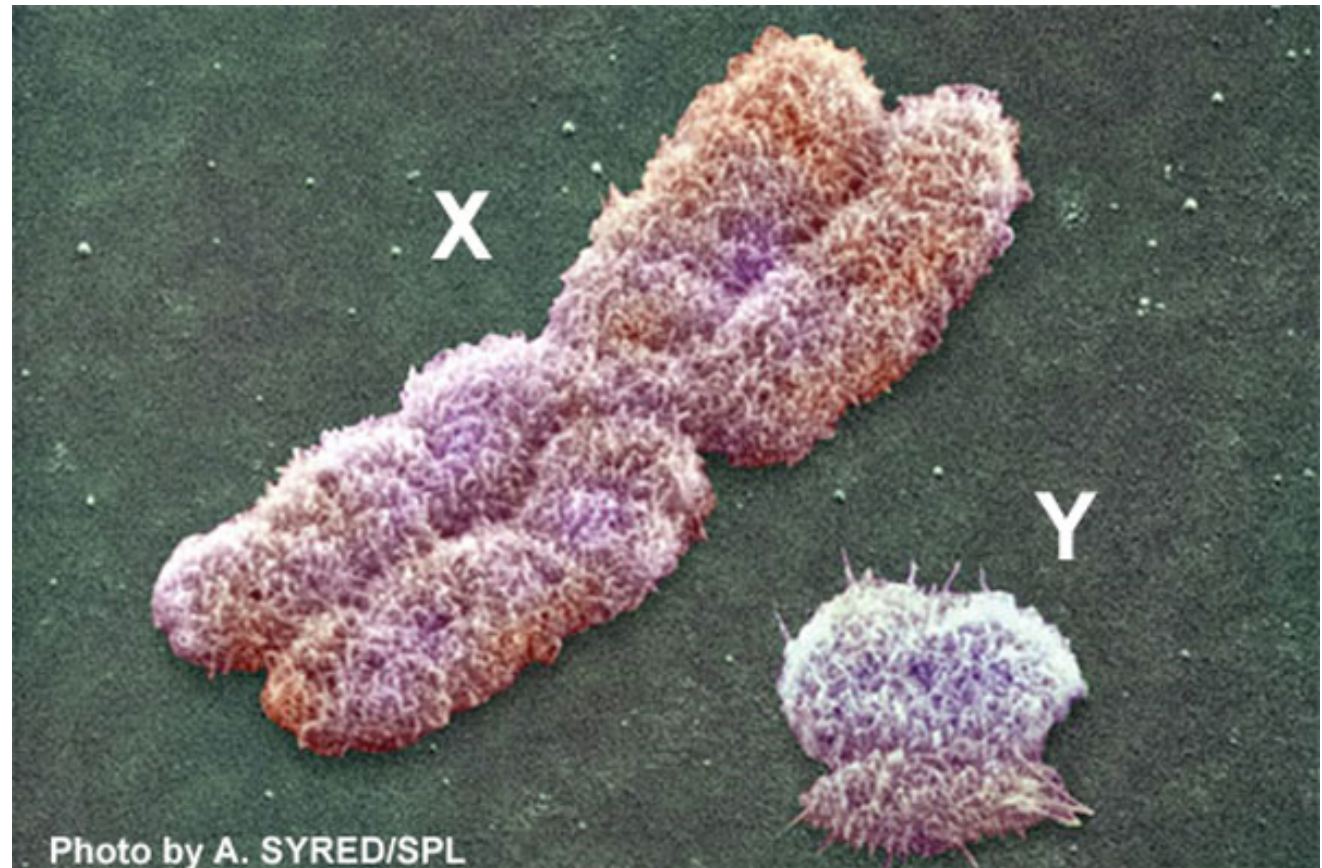
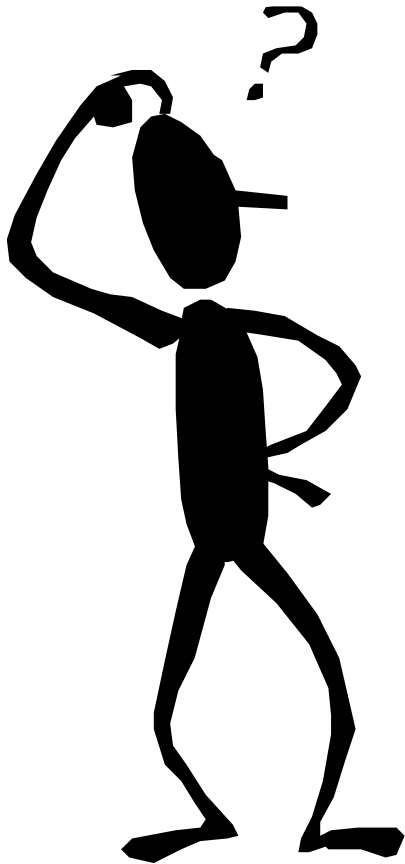


Cell, Picture Show

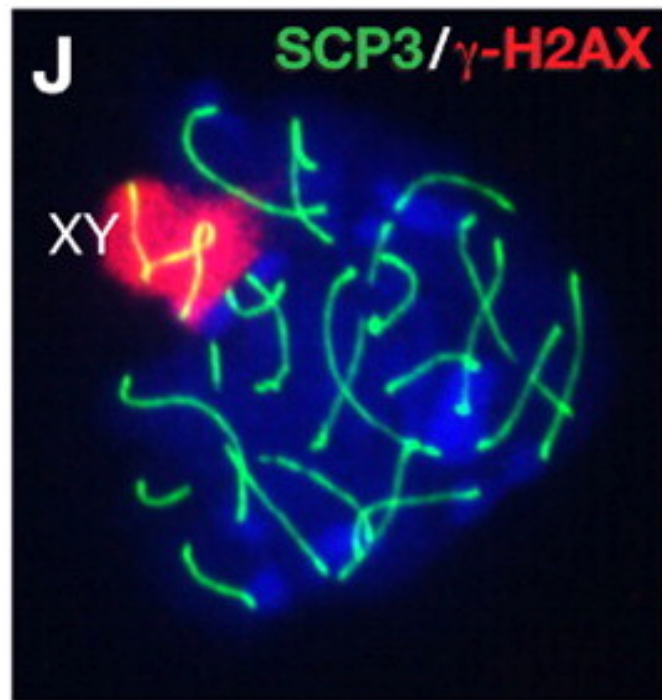
マルチカラー染色体解析法



性染色体は「対合」するのか？

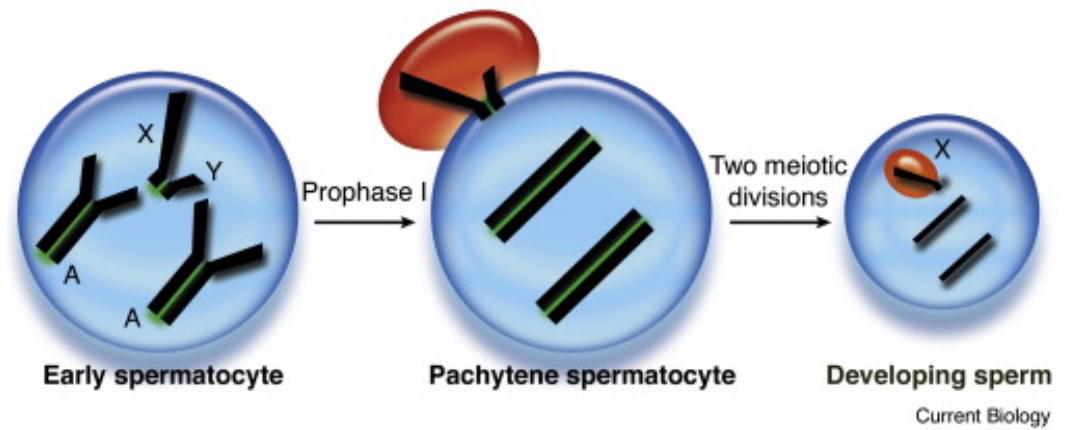


XY bodyの形成

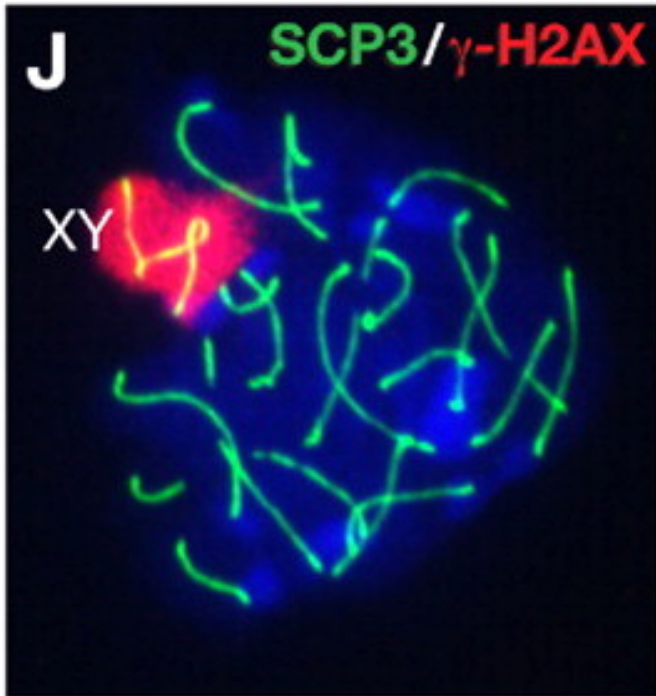


Kuznetsov et al., 2007

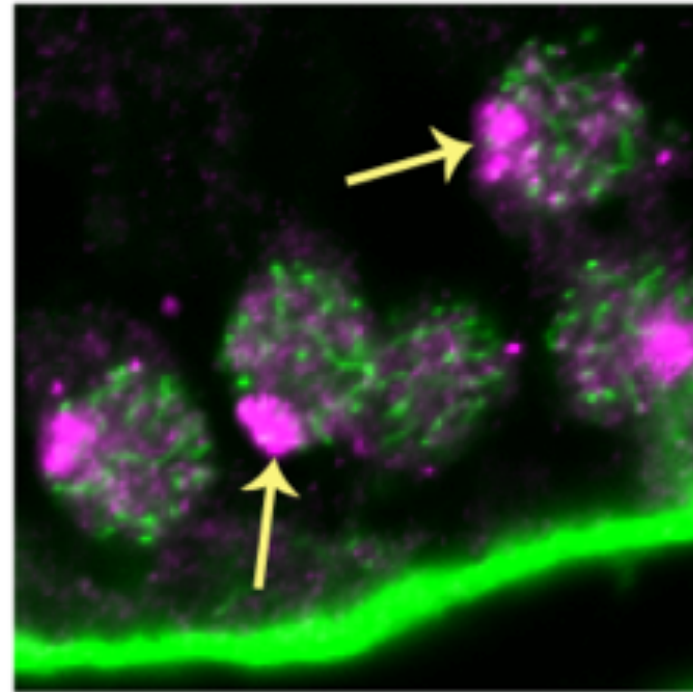
XY body



XY bodyの形成



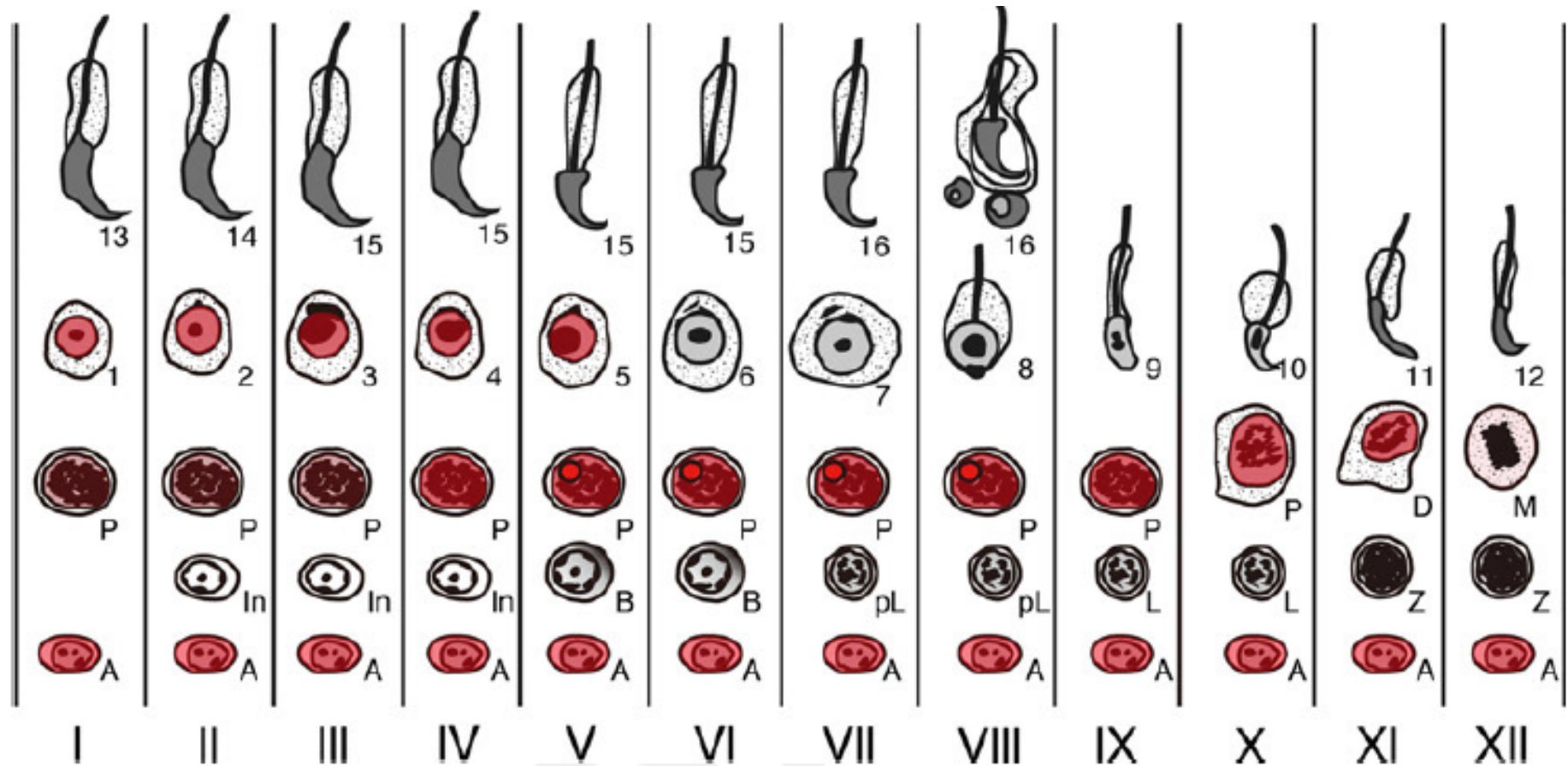
Kuznetsov et al., 2007



Kimura et al., J Anat, 2015

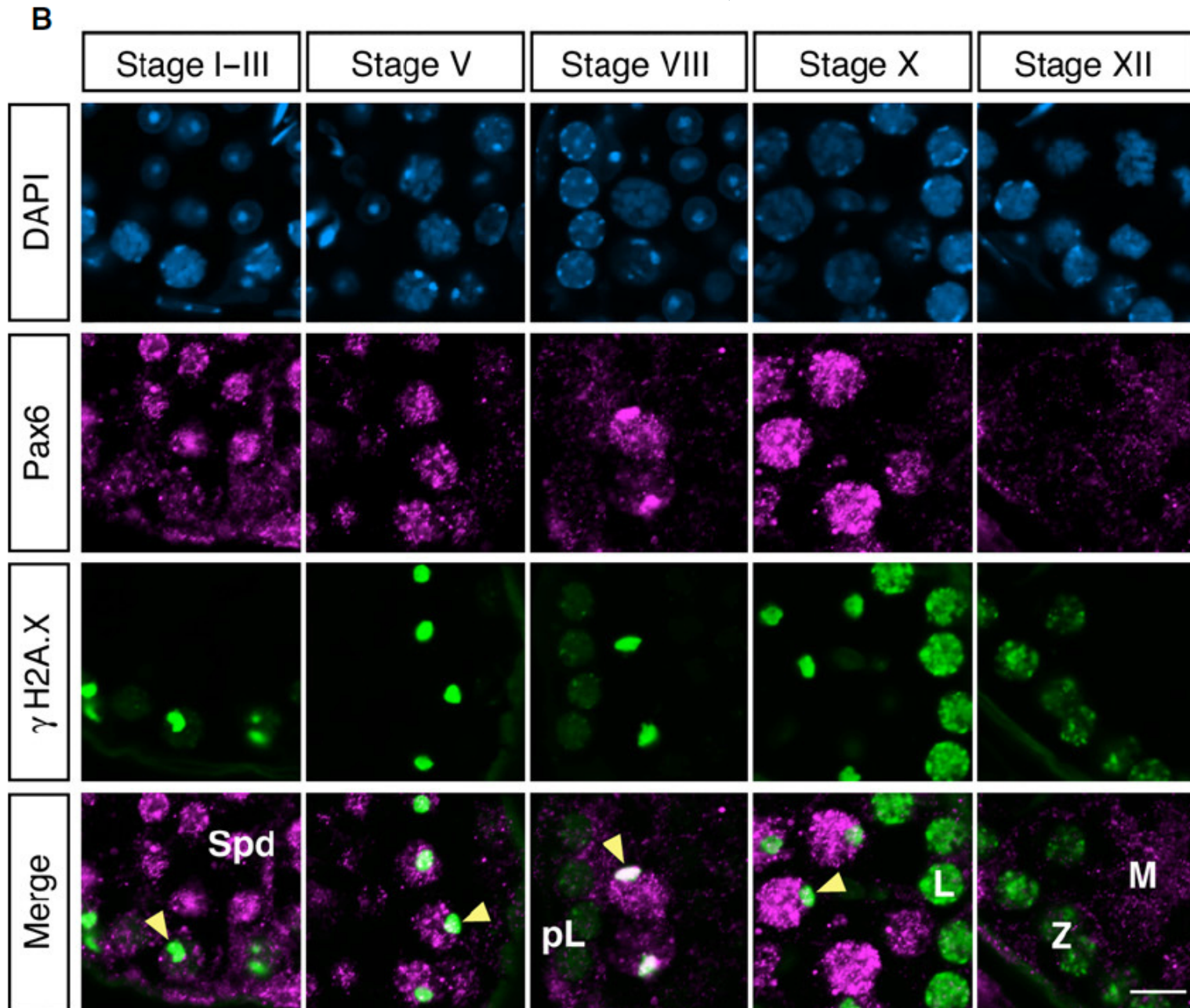
もう少し詳しい精子形成

内側



外側

精子形成で働く Pax6



「世界ダウン症の日」 サイト

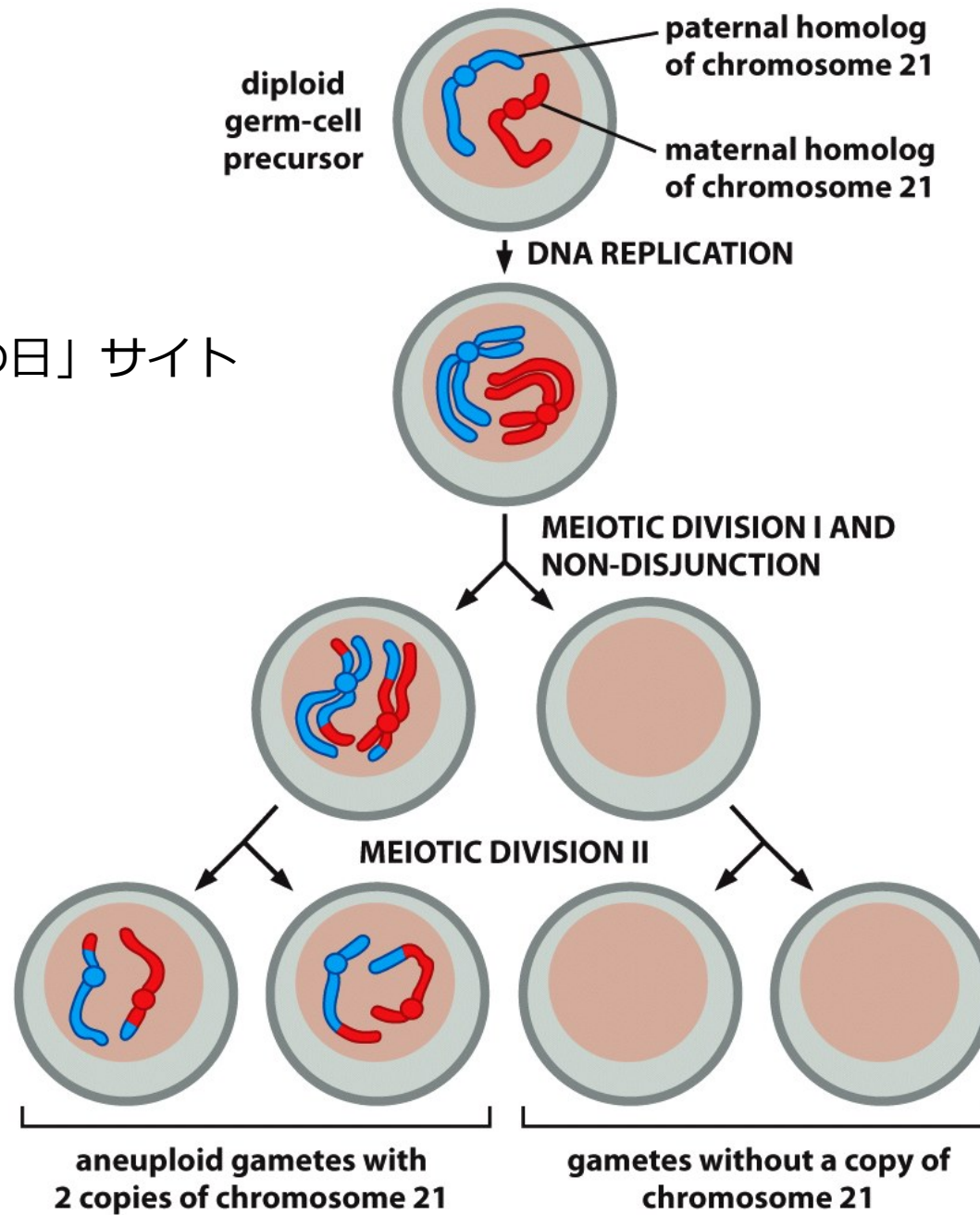
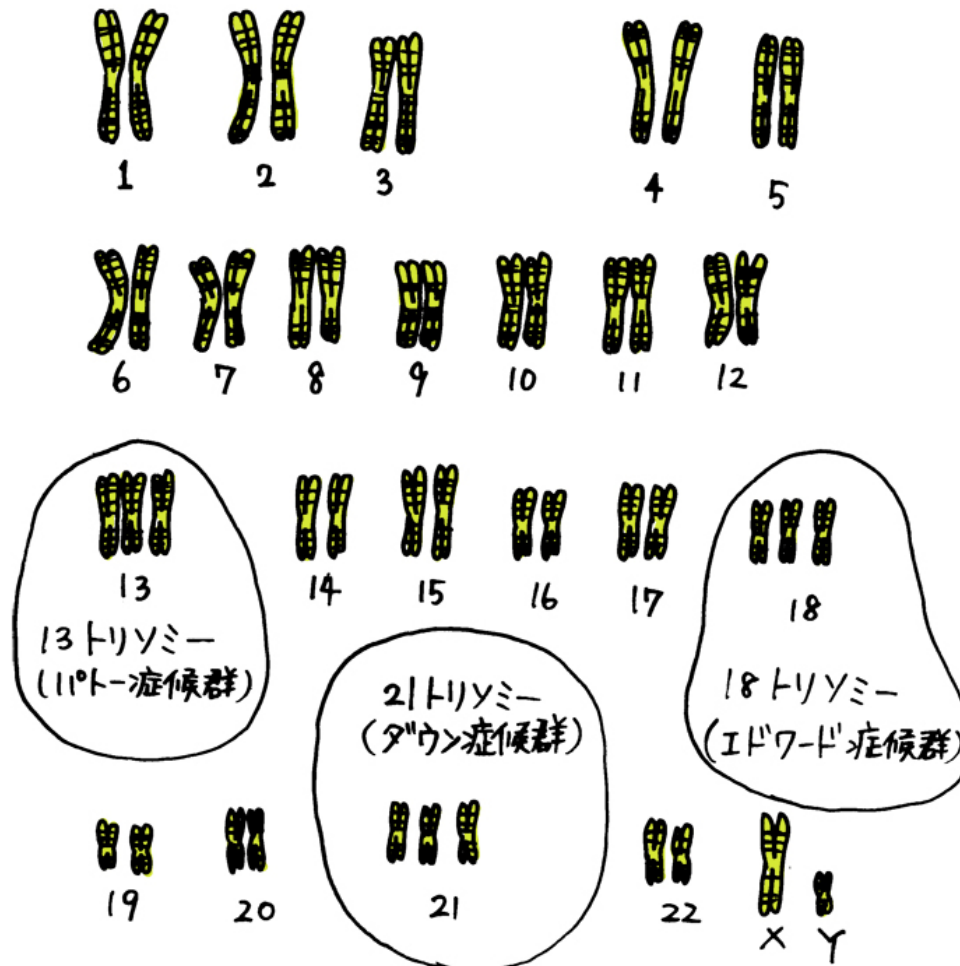


Figure 19-14 *Essential Cell Biology* (© Garland Science 2010)

他にもある染色体異常



13、18、21番以外の染色体トリソミーは、
ほとんどの場合、出生前に死んでしまう。

配偶子形成のまとめ



染色体数($2n$) = 46, XX (女性) or 46, XY (男性)

有糸分裂：体細胞の分裂

$$4n \rightarrow 2n + 2n$$

減数分裂：生殖細胞形成時に起きる分裂

$$4n \rightarrow 2n + 2n \rightarrow n \times 4$$

相同染色体の
交叉と組換え

女性配偶子：卵子 (23, X)

男性配偶子：精子 (23, X or 23, Y)

減数分裂の意義



- 体細胞分裂 = ゲノムの複製
- 減数分裂 = ゲノムの創出
 - 多様性の生まれる仕組み
- 男性のX染色体 → 必ず女性のみに関わる
 - 父親のX染色体を受け継ぐのは娘のみ
 - 息子は母親のどちらか（祖父or祖母）のX染色体を受け継ぐ

受精 fertilization



- 排卵 ovulation
- 受精 fertilization
 - 卵子と精子の大きさは著しく異なる
- 接合子 zygote 形成
 - 倍数性の獲得
 - 胚発生の開始

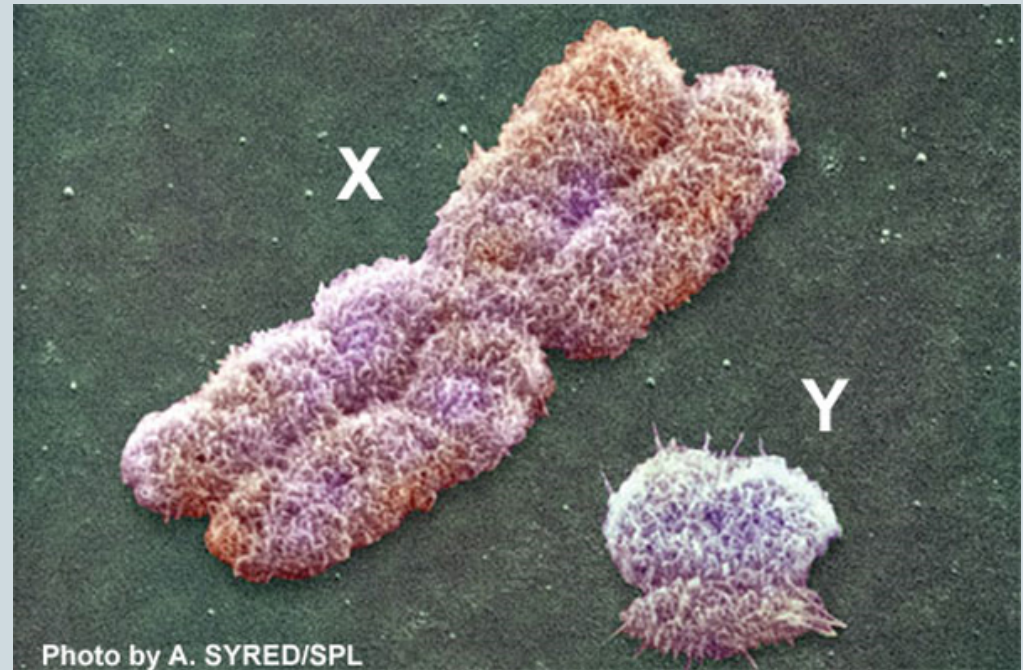


Photo by A. SYRED/SPL

受精の模式図

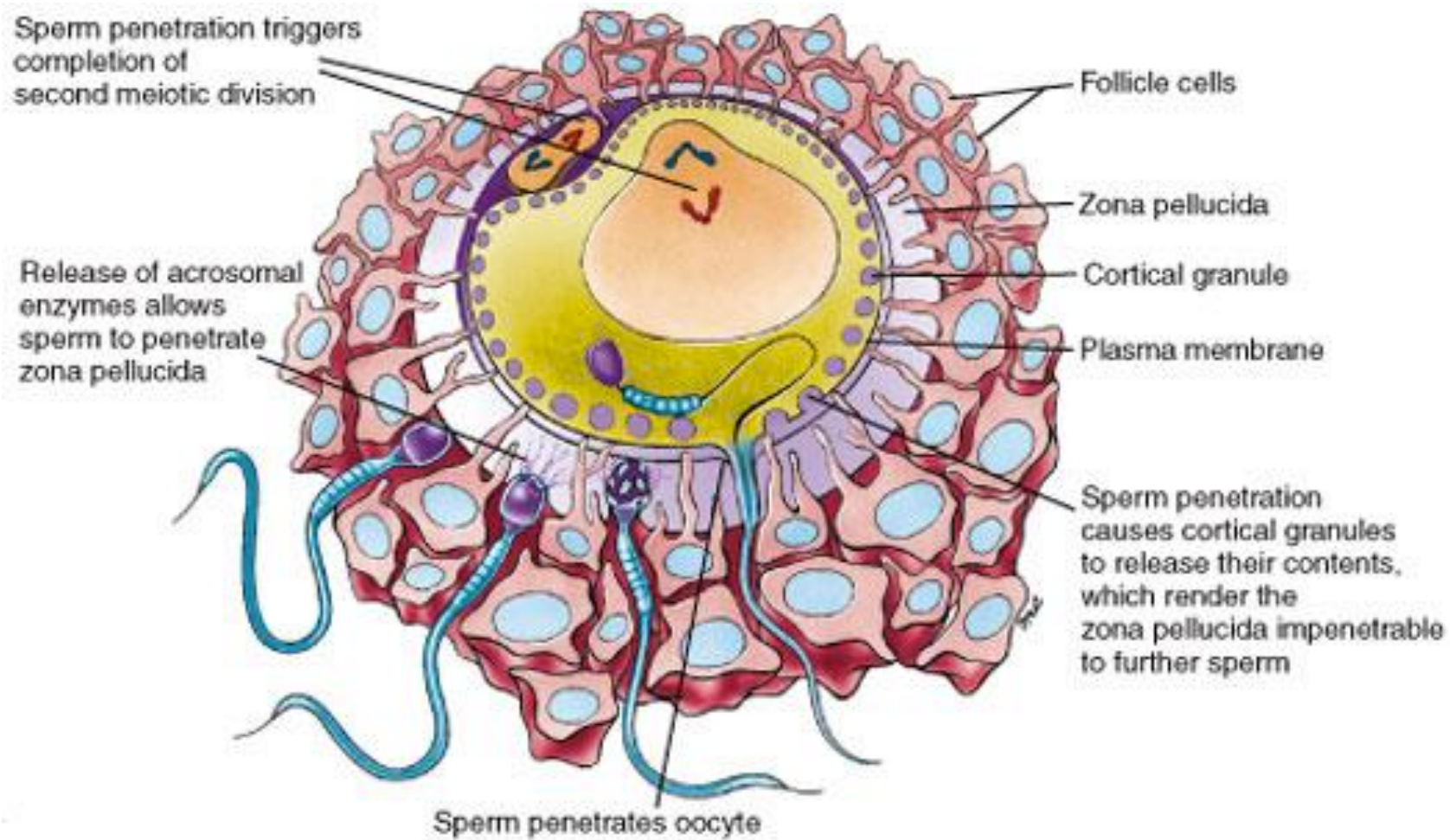
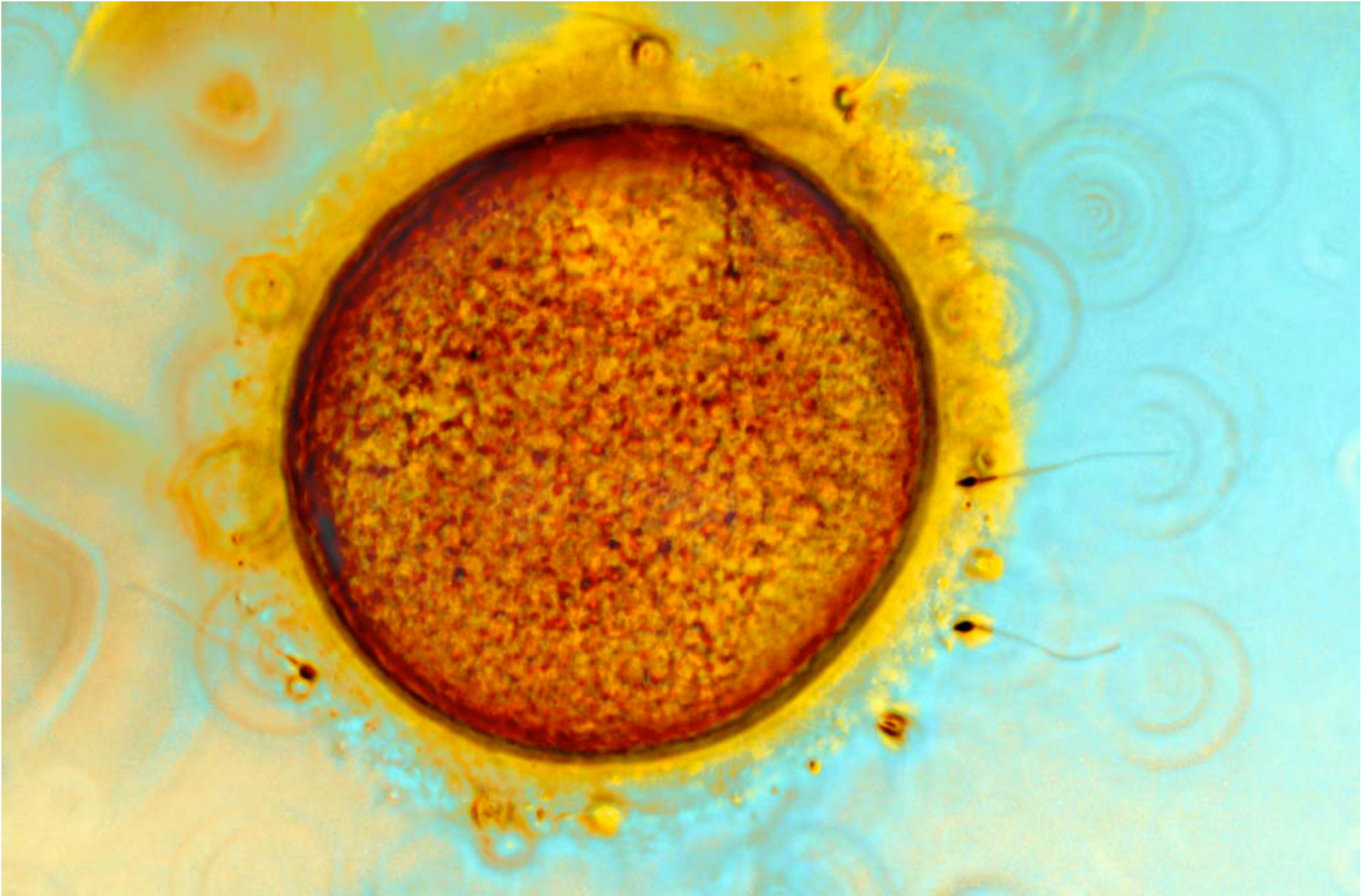
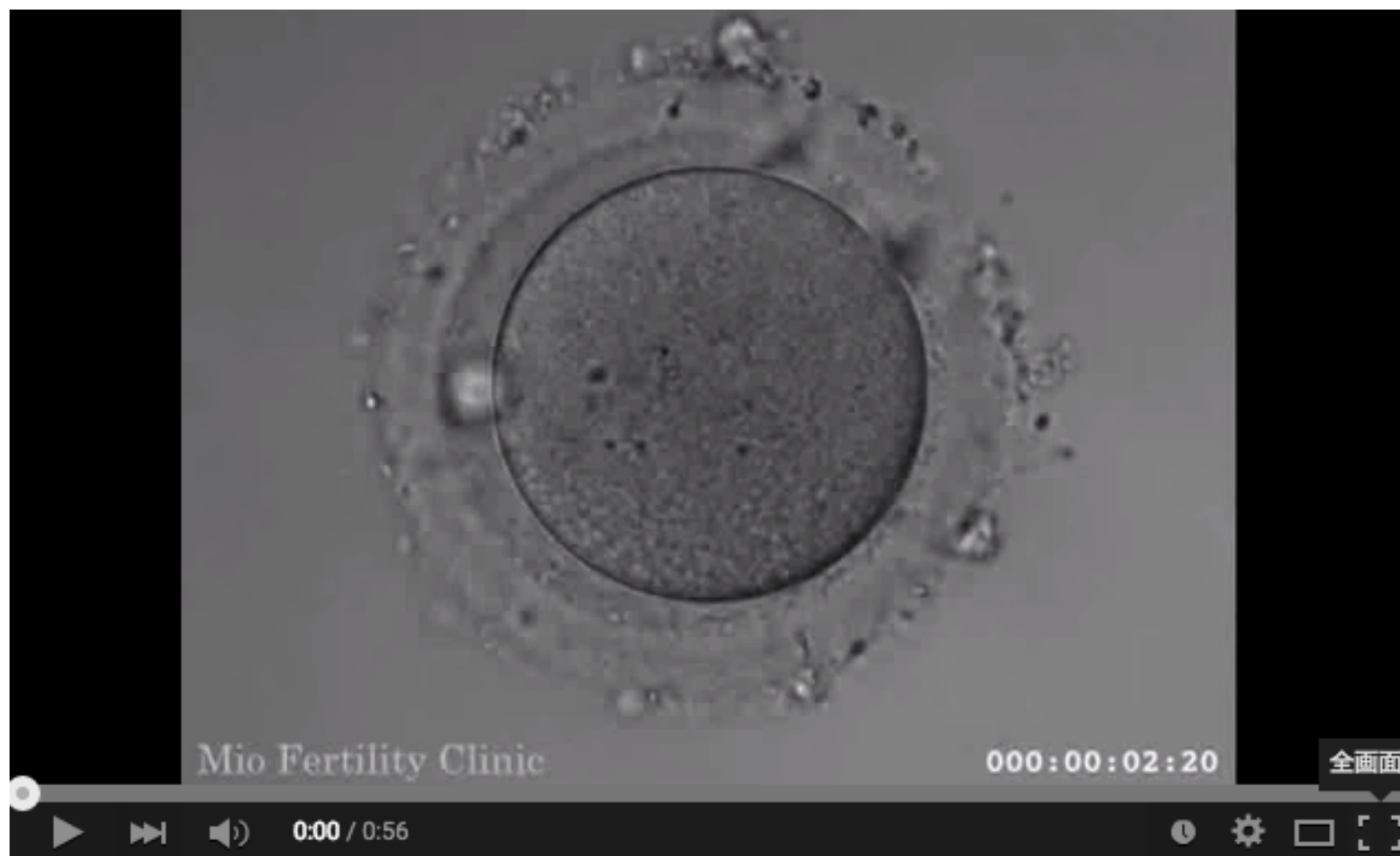


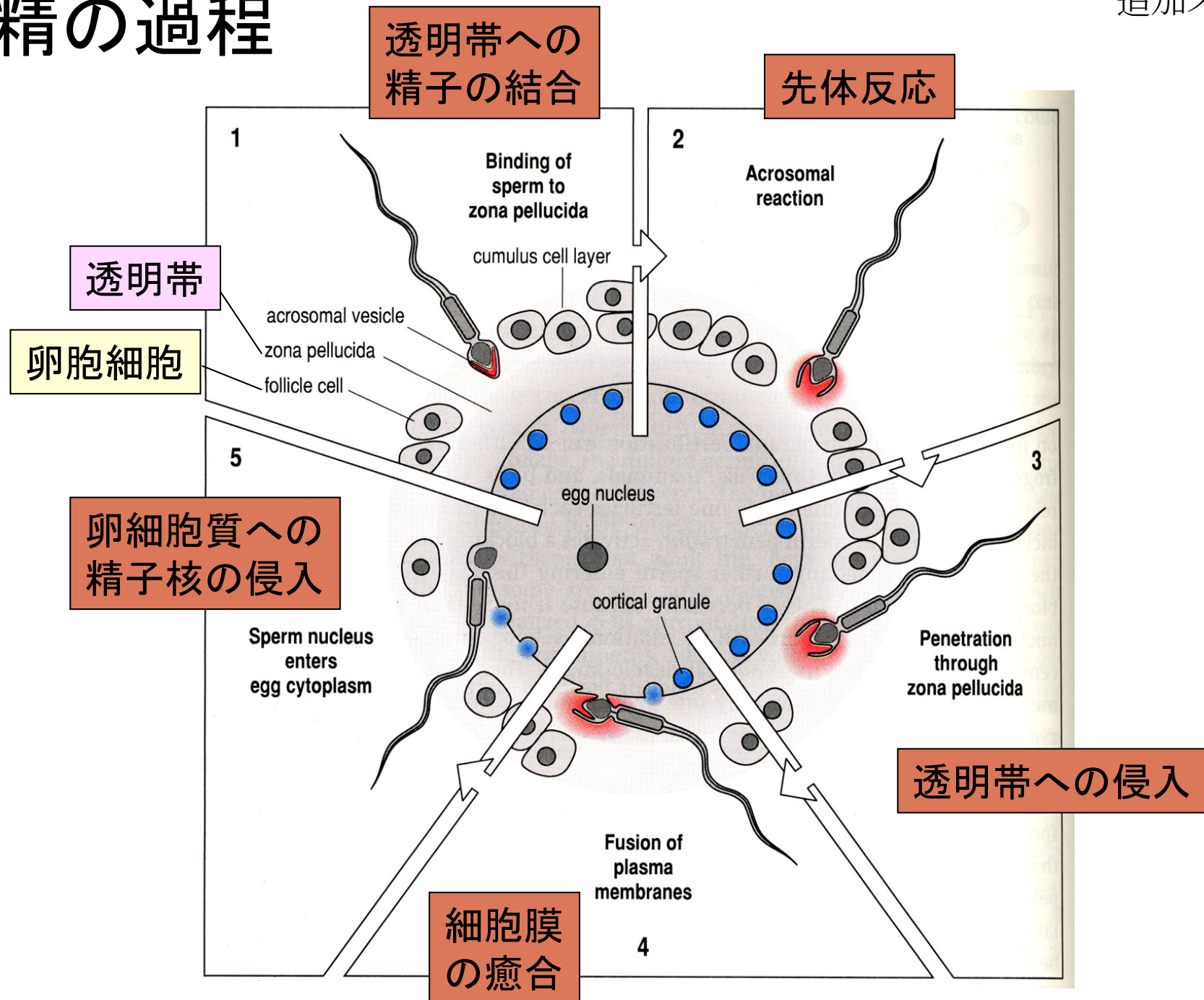
図1-14に相当する原図



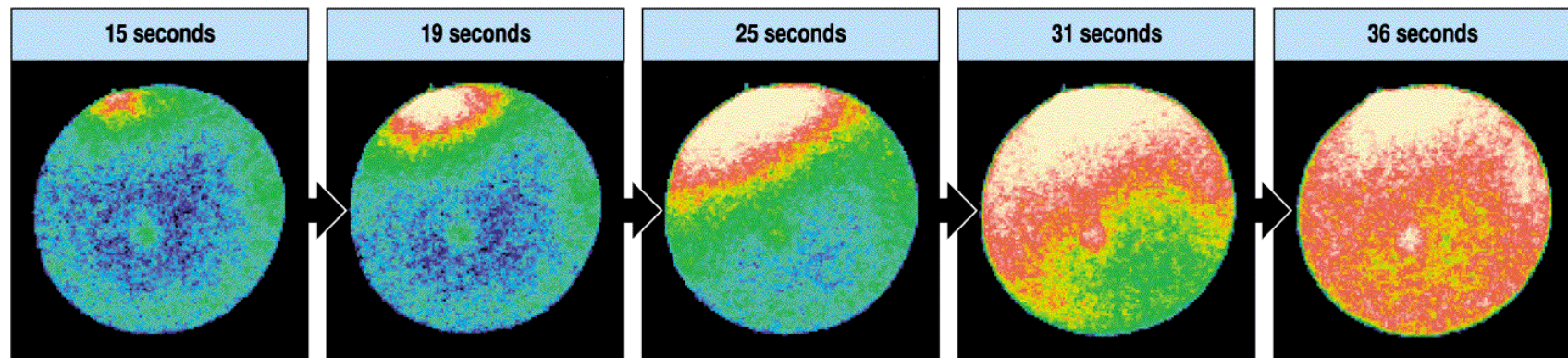
Cell, Picture Show



受精の過程

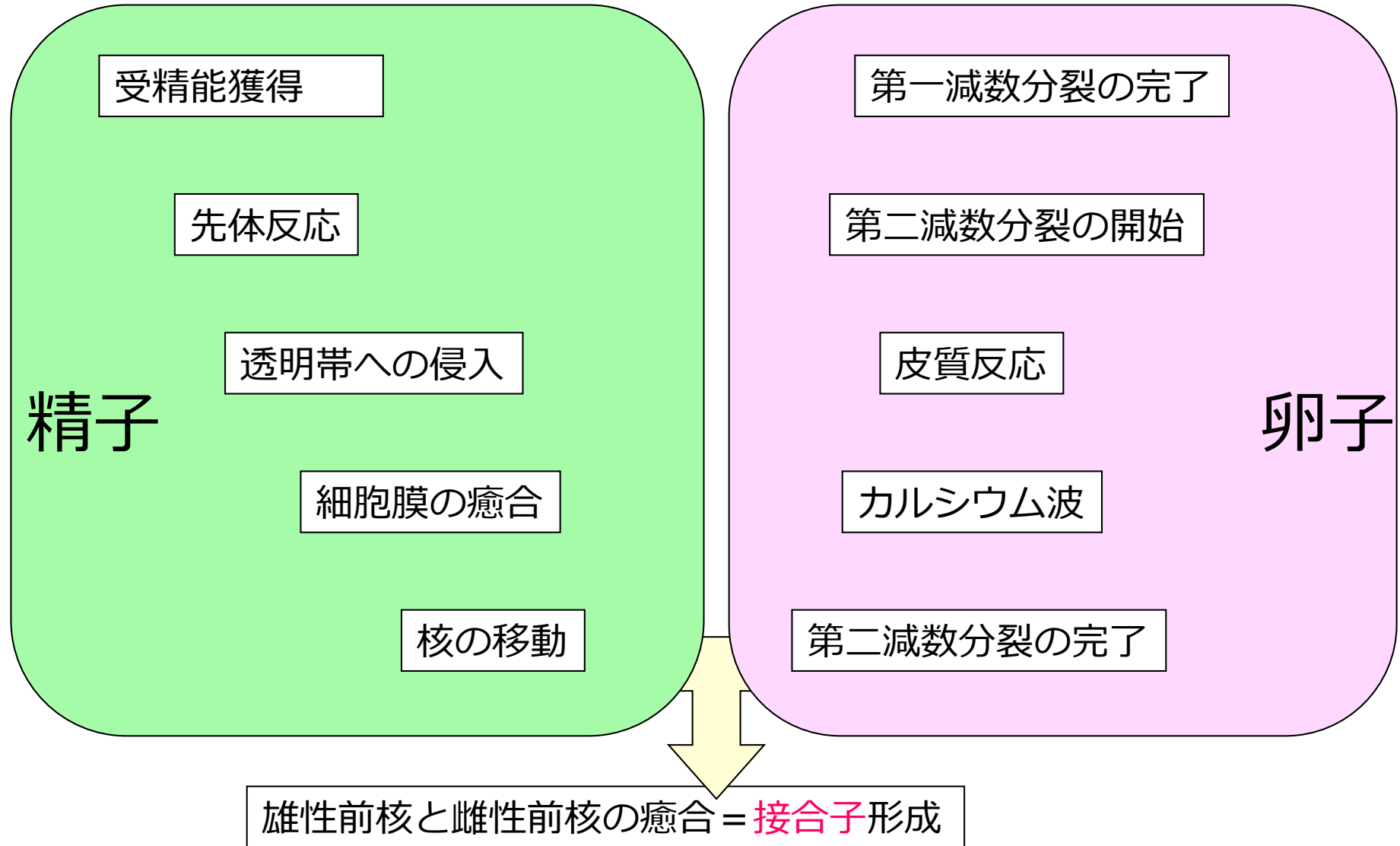


受精後のカルシウムの波



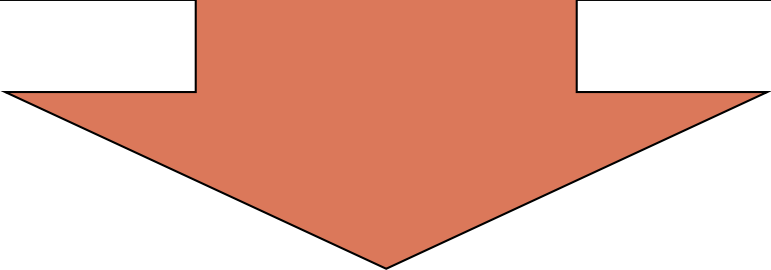
卵を賦活化している！

受精過程のまとめ



雄性前核と雌性前核の癒合
= 接合子形成

- * 染色体の倍数性の回復
- * ゲノムの個人差確立
- * 染色体的性の決定



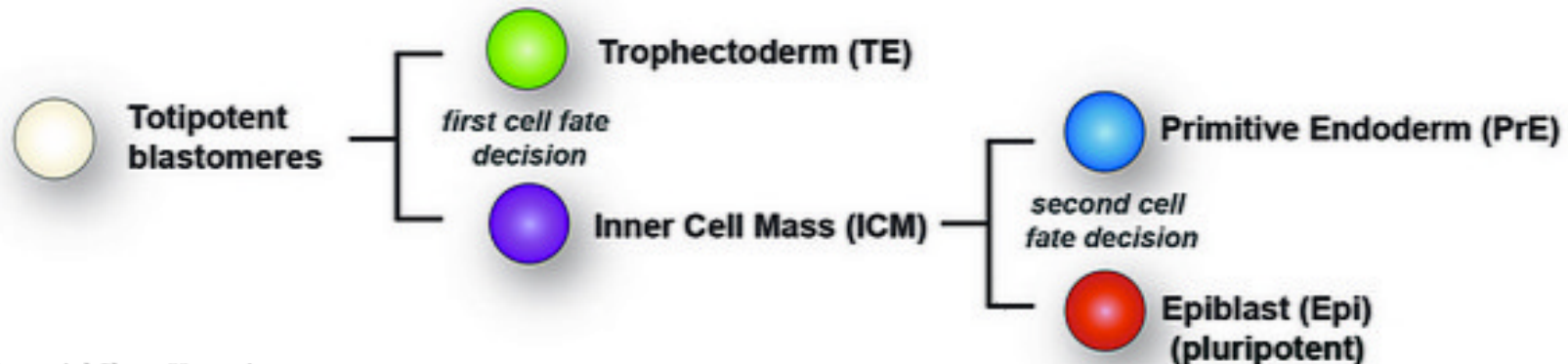
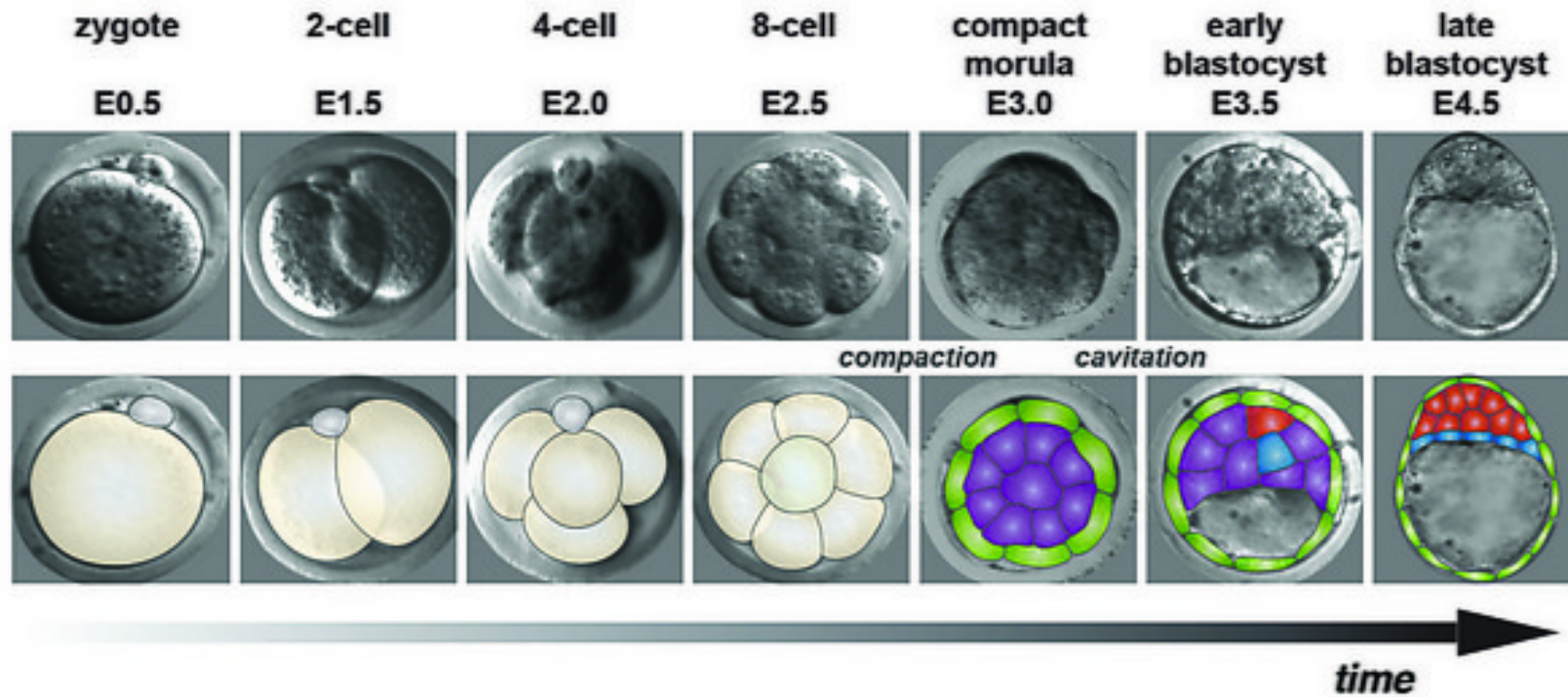
卵割開始

卵割 cleavage

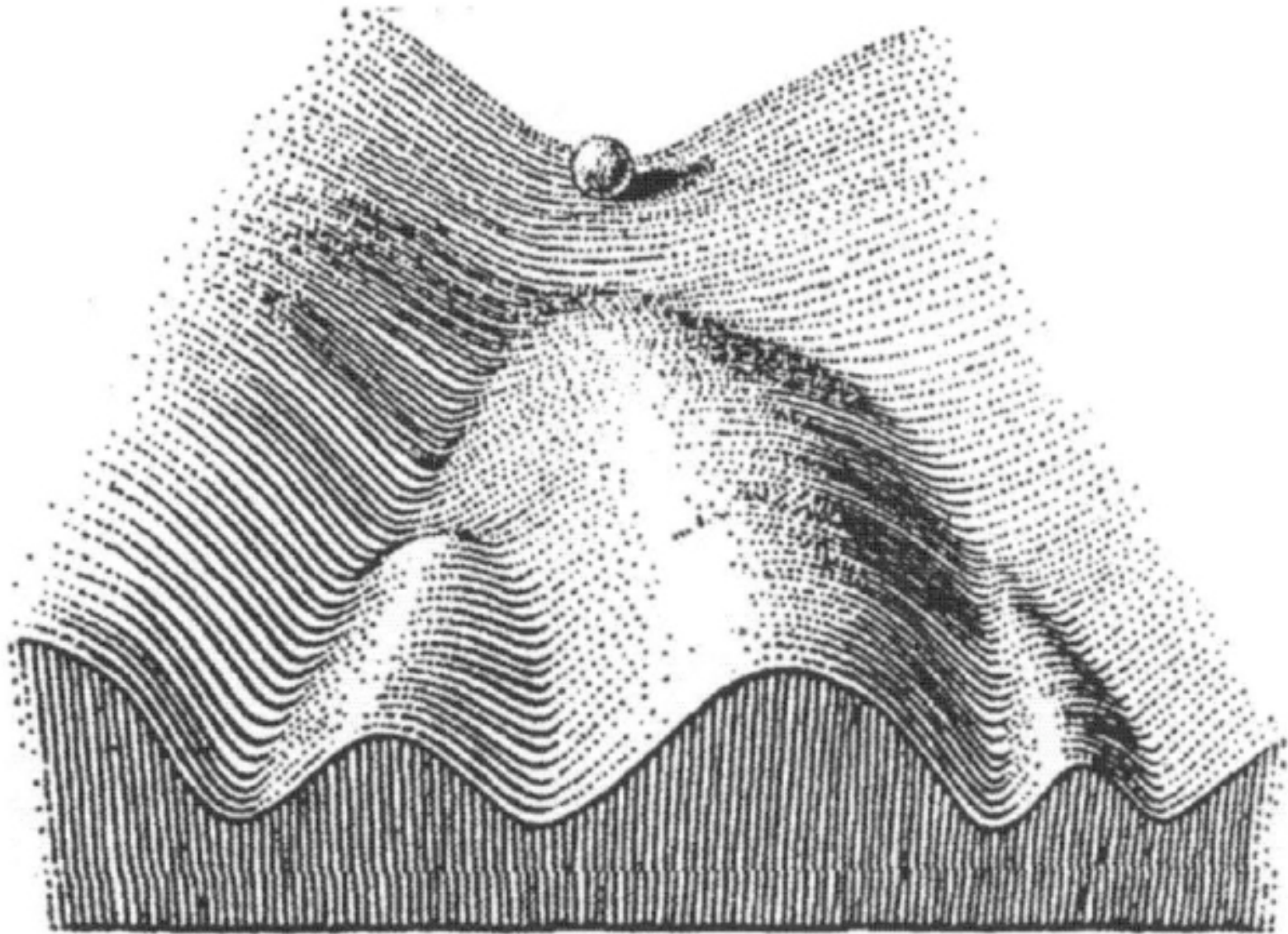


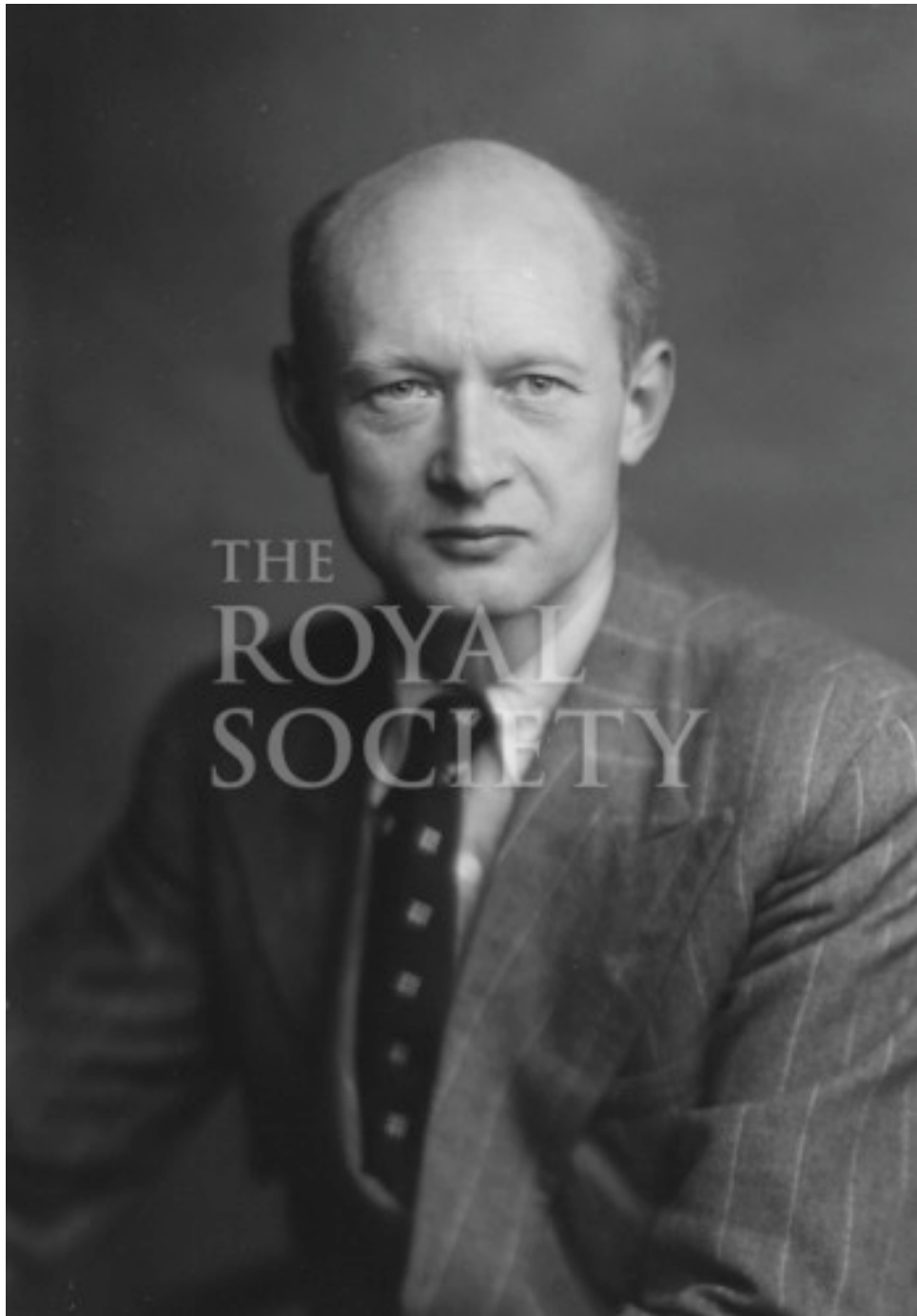
- 卵割 cleavage : 発生1～2日
 - 細胞は小さくなっていく
- 桑実胚 molura : 発生3～4日
 - その後、コンパクション compaction が生じる
- 胚盤胞 blastocyst : 発生5～8日
 - 外側 : 栄養膜 trophoblast
 - 内側 : 内部細胞塊 inner cell mass (ICM) = 胚芽 embryoblast
 - 胚盤胞腔 blastocyst cavity
 - 着床 implantation

マウスの初期発生



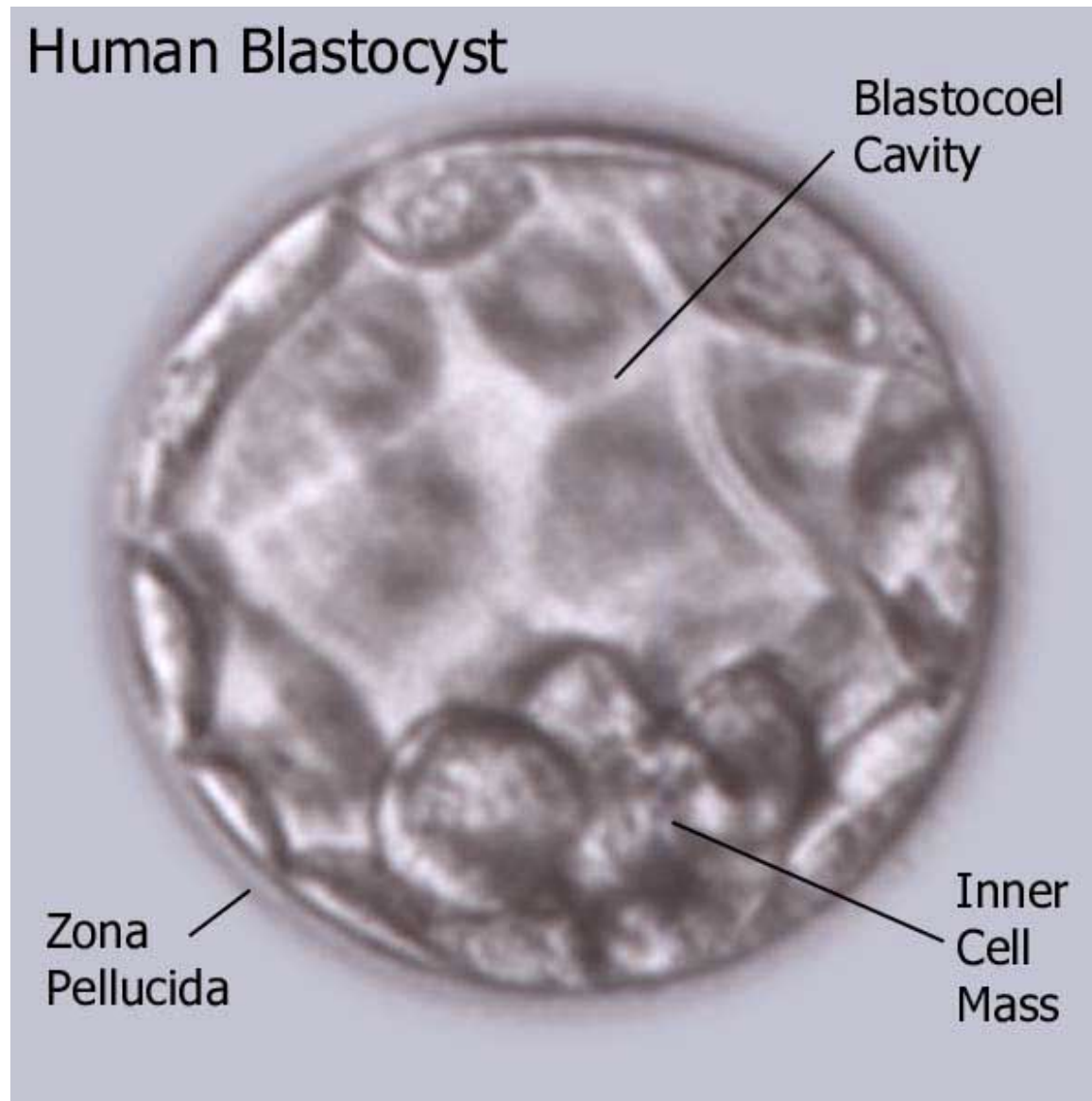
Waddington's Epigenetical Landscape



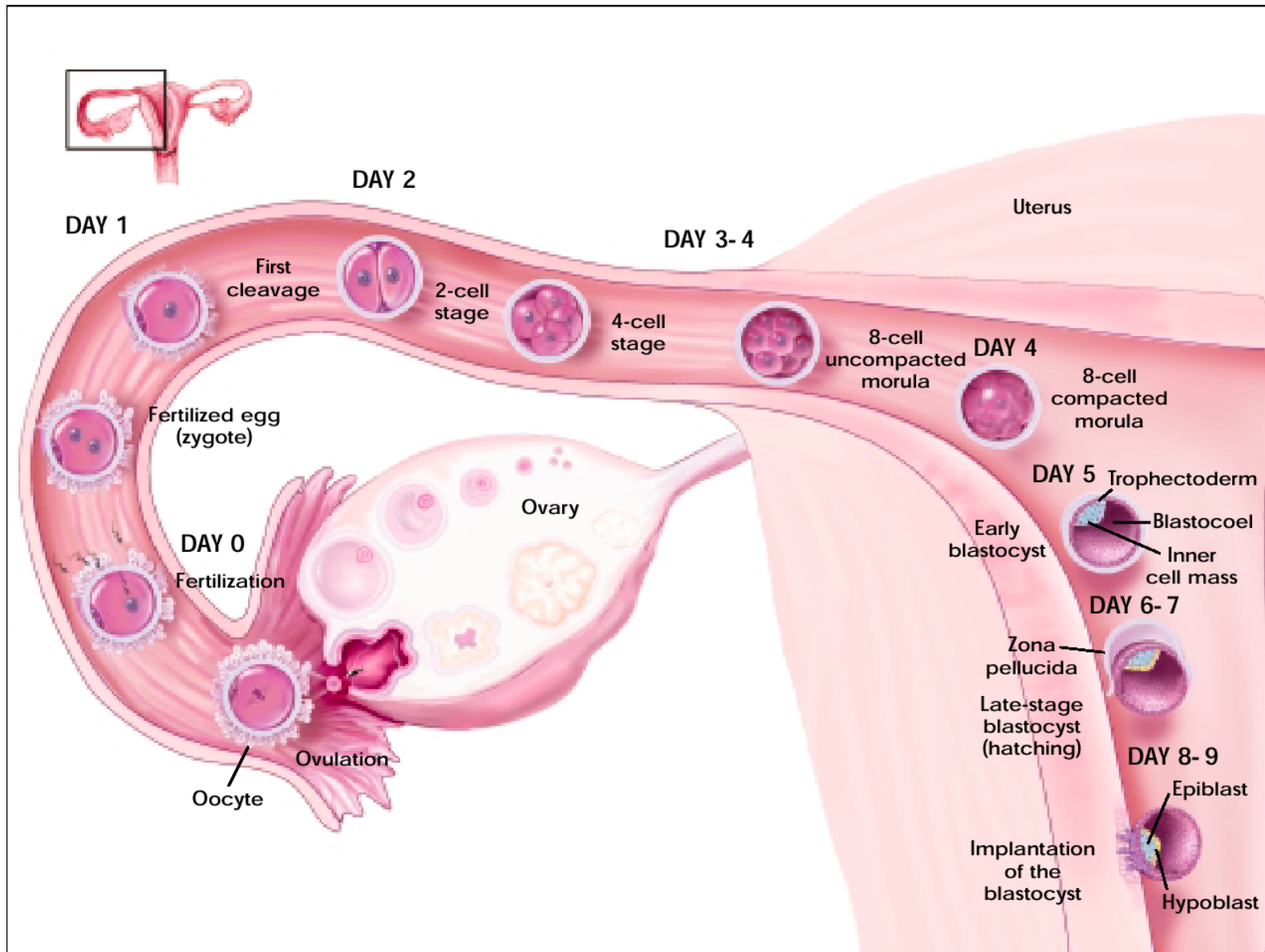


Portrait of Conrad Hal Waddington
(1905-1975)

ヒト胚盤胞



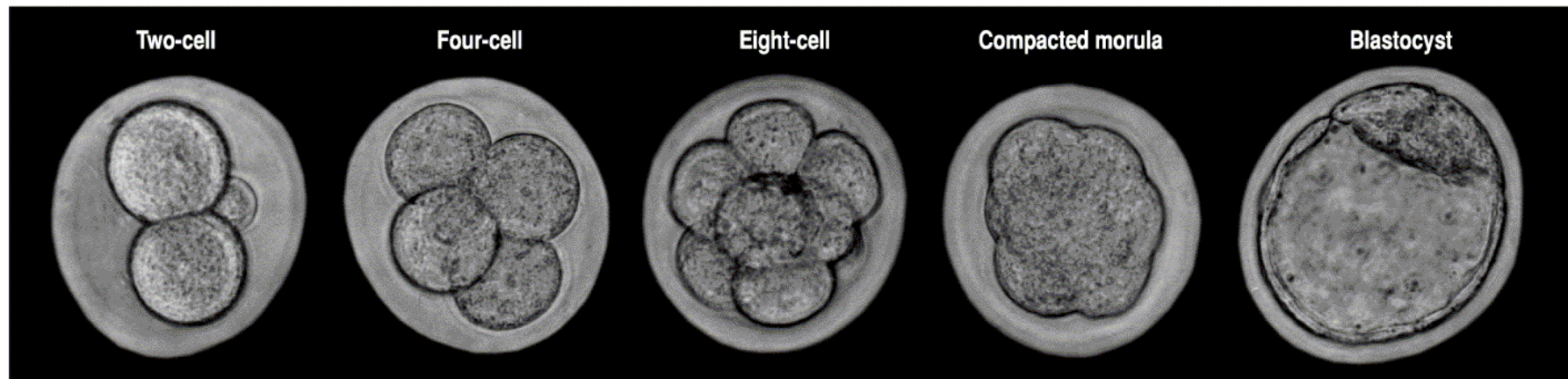
ヒトの受精～着床まで



NIH Stem Cell Reportより

コンパクションはなぜ生じるのか？

コンパクション



Molecular & Developmental Biology (BIOL3530)

With Dr. Brian E. Staveley
Department of Biology
Memorial University of Newfoundland

