

# 「動物の発生における対称性の限定過程（軸形成過程）における「偶然性」の関与」

九州大学・基幹研究員

小早川義尚

2014年8月7日（木）

球は中心さえ通ればどこでも対称。

「球の中心を通る平面に対して左右相称」な構造をつくるためには、2つの軸が必要。それが前後軸と背腹軸。

## ●ショウジョウバエの胚軸の決定

ショウジョウバエは受精卵の段階で「左右相称」

卵管内の egg chamber

「かたまり」がいくつもある。

一つの「かたまり」には卵細胞は1個。保育細胞は15個。

卵原細胞が4回分裂してできる。

たまたま輸卵管の開口部に一番近い細胞が卵細胞になる（偶然性）。

その「かたまり=egg chamber」をとりかこんでいるのがろほう細胞。

卵母細胞からろほう細胞に向けて、グルケンという分子が放出される。

→微小管が卵母細胞内で配向

ピコイドの mRNA が運ばれる。

核も運ばれる。どこにどう運ばれるかは「偶然」。

もともと前後軸に対して放射相称であるが、これで「2つ目の軸=背腹軸」ができる

→左右相称に！

※ナノス mRNA h、オスカータンパク質に補足されている。（キネシンによってオスカー

mRNA が運ばれる。ビコイド mRNA の輸送方向と逆方向)

グルケン (分泌タンパク質) が、核に近いところからはたくさん放出される。

→将来の背側の外側にあるろほう細胞に向けて放出される。

腹側では、グルケンが分泌されないためにある情報伝達経路がはたらいで、最終的に「ドーサル」が卵細胞内で発現する。

※ここでの情報伝達のカスケードは、ろほう細胞と卵細胞の間の細胞外の空間で、タンパク質分解酵素があるタンパク質を分解することで活性化し、次のタンパク質を分解して・・・という連鎖反応。

このカスケードに関する snake などの突然変異体だと、ドーサルの局在が起これないので、腹側が背側化してしまう。

### ●ショウジョウバエの胚軸の決定に関わる「偶然性」

・前後軸

輸卵管に形成される egg chamber 内でたまたま輸卵管の出口側に配置した細胞が卵母細胞に。かつ、そっちが後極に。

・背腹軸

卵母細胞の成長過程で、卵細胞が卵の後極から微小管の配向に沿って移動するとき、たまたま卵表層のどちらか一方に近接し、その近接した側が卵の背側になる。

### ●両生類の胚軸決定

両生類では、産卵直後までは卵の構造は放射相称である。

受精によって「2つ目の軸」ができて左右相称になる。

受精したときに精子から卵に持ち込まれるのは「核」と「中心体」。

中心体は星状体になる。

そこで微小管が配向する。

その影響で「回転」が起こる。

ただし、卵黄は重いので動きにくく、表層は軽いので動きやすいので、表層が動く。

実際の回転の力を出しているのはキネシンと考えられている。

※これはカエルの話。イモリは精子が多数、いろんなところに入る。早く入って星状体をつくって影響力を及ぼすと、そこで微小管の配向が決まる。受精するのは、たまたま卵核に近いところにいた精子。すると、この2つで「ズレ」が生じる。優先されるのは、微小

管の配向。

### ●cortical rotationに伴って移動する背側中軸構造を形成する因子の実態は何か？

Dishevelled だということがわかった。

もともと植物極に局在していたが、それが背側に移動。

→Dishevelled があると、 $\beta$ カテニンが安定化する。

( $\beta$ カテニンを分解するような構造をディシヤベルドが阻害することで、 $\beta$ カテニンが分解されずに、核内ではたらくことができる)

→siamoa が発現

→グースコイドが発現

という感じでどんどん進んでいく。

※微小管の配向によって「回転」が起こる理由は??

※ゼブラフィッシュでも受精後に表層回転により背腹軸ができる(?)

※BMPは中胚葉誘導を起こす。腹側化因子。ノギンやコーディンは、BMPを阻害することによって背側化を起こす。

### ●アフリカツメガエルの胚軸に関わる「偶然性」

精子進入点の決定は「偶然」

※タンパク質の局在を生み出すしくみ

①ダイニン、キネシンで運ぶ

②運ばれた先でアンカーする (そうしないと拡散しちゃう)

## 質疑応答

### ●ウニ、カエルをなぜ使うか？

観察しやすい。

それに、発生の形態形成の基本は「細胞のシートが曲がっていく」ということ。

シートを曲げる原動力は「アクチン・ミオシン」、構造を支えているのが「微小管」など、役者は決まっている。

こういう説明には、ウニの原腸陥入や、カエルの神経管形成なんかは教えておいてほしい。

### ●発生で「普遍的」といえる内容は非常に限られている。

たとえば、多精拒否の機構も、膜電位の変化、そもそも拒否しないなど様々。

だから、「あくまでもこれは〇〇の話」ということになる。

でも、「受精は、半数の核が融合する」というところくらいはおさえておいてほしい。

### ●腸管のできかた

- ・陥入
- ・ようれつ
- ・中までつまっていたやつが抜けていく
- ・バラバラと入っていく。

など、様々な方法がある。

でも、これらはすべて腔腸動物ですべてみられる。

「個体発生は系統発生を繰り返す」はもうやめておいた方がよい。

### ●胚の区画化

ショジョウバエヤカエルはそれでOK。

でも、ほ乳類はまずい。

内部細胞塊なんかは、極性も何も決まっていない。

とにかく細胞を増やしておくことで、あとから外部からの影響をうけて細胞の個性が生まれる。

母性因子の影響が大きいにせよ、外部からの影響が大きいにせよ、まず細胞を細かくしておいて、「影響を受ける対象物」である核を増やしておくという段階は必要。