

日本動物学会公開シンポジウム

生物教科書の新たなトピックについて研究者が語る

2014年8月25日（月）

13:00～17:00

@中央大学後楽園キャンパス

「新課程の学習指導要領による高校生物の変化と大学入試」

嶋田正和（東京大学）

以前から、難関校はすでに現代生命科学の知見を大学入試に入れていた。
でも、これは、リード文で丁寧な説明を与えた上で考察させる出題だった。
しかし、新課程の入試では、「高校で習ったもの」として出題される可能性あり。

「みどりの地球とわたしたちの未来」

伊藤昭彦（国立環境研究所）

●生態系の物質循環モデル

コンピューターシミュレーションを行う。

呼吸や光合成が、温度変化や水分量の変化によりどのような影響を受けているかもすべて数式を作ってシミュレーションを行う。

→陸と海がどのくらい光合成をしているかを地球規模でマッピング (Newton の光合成特集に掲載されている図)

●生態系の「効率」

光利用効率：吸収した光量あたり

水利用効率：吸収した水分量あたり

生物圏全体の生産量

計 104.9Gt C/yr

陸 56.4

海 48.5

●IPCC

気候変動に関する政府間パネル

×研究所やプロジェクト

○世界中の多数の研究所が参加する地球温暖化に関する科学的知見を集約する活動

ほぼ5年に1回報告書を発表

●IPCC 第5次報告書のハイライト

二酸化炭素排出量と温暖化の関係

●新動向：ハイエイタス

この1～2年で出てきた考え方

ハイエイタス：中断、空白

最近数年間、温暖化が見かけ上止まっている＝ハイエイタス

●地球環境変化への植物・生態系の応答

将来的に植物バイオマスは増加することが予想された（モデルごとに推定の幅が大きいことに注意）。

●バイオームは変化する？

温暖化が進むとバイオームは変化すると考えられている。

でも、植物の移動速度はとても低い。

→植物がついていけない。すると、動物も影響を受ける可能性がある。

●新動向：人工衛星で光合成/呼吸を測る

大気 CO₂ の濃度を観測することで、地球規模での光合成/呼吸を測定する試み。

「細胞の能力を利用して試験管内で生きた組織をつくる」

永楽元次（理化学研究所 発生・再生科学総合研究センター）

神経発生学と幹細胞生物学

プルキンエ細胞に魅せられた。

なぜその形なのか？機能との関連は？

（当時扱っていた）マウスの個体発生は複雑すぎる。細胞動態を理解するのは難しい。
特に、子宮内で進むほ乳類の個体発生はリアルタイムで見ることができない。
→リアルタイムで観察できる新たな系をつくる必要がある。

●試験管内で立体組織形成を再現する意義

・生物学的意義

発生過程を再現して観察できることで、新しい生命現象を見つけることができる。

・応用技術的意義

幹細胞を使って、ヒト臓器の試験管内作成

●どうやって試験管内で幹細胞から形成させるのか？

個体発生を culture dish で模倣する。

受精卵は再現性高く発生を進める。

効率的、機能的なメカニズムがあるはず。

これを探る。

●細胞の分化

人生で最も重要なタイミングは誕生でも結婚でも死でもなく、原腸陥入だ（ルイス）

原腸陥入＝三胚葉形成

●立体組織の形成

大脳、網膜、下垂体、内耳、消化管、肝臓などがつくれるようになっている。

今日は網膜の話。

●シュペーマンオーガナイザー

コーディンが神経誘導因子の実体だった。
BMP4 が神経組織への分化を阻害する。
その BMP4 を阻害するのがコーディン。

●試験管内で脳をつくるためには？

ES 細胞から神経組織をつくるには、BMP4 の阻害が必要。

多能性幹細胞の定義：無限増殖性と多分化能
ES 細胞の細胞周期は8時間（すごく速い）。
個体の全ての細胞種になることができる。

神経管の特異的な領域への選択的な分化ができる。方法を見つけた。

E S 細胞から、” 眼杯 ” 様構造の形成にも成功。
まずは、神経の「細胞シート」の一部がふくらみ、しばらくすると勝手に折りたたまれて
眼杯のような構造をつくる。

多細胞を適当な環境においておくと、勝手に複雑な組織を形成する！
＝多細胞の自己組織化。

その後、きれいな層構造をつくることも確認された。

将来的には機能的な網膜を作成し移植して治療したい。

失明したマウスに移植すると、ある程度光応答性を回復することができた。

●個体発生は再現性が高い。なぜ？

現時点では、実験的な網膜作成の再現性は低い。
この問題の解決には、個体発生の再現性の高さを解明する必要あり（現時点ではほとんど
研究されていない）。

●個体発生の再現性と頑強性

組織自律的な発生メカニズムだけでは外乱に弱い。

個体発生は外乱に強い。

何らかの組織間相互作用があるのではないか？

●**サイズをどのように制御するのか？**

同じES細胞を使っても、マウスよりヒトの方が大きな網膜ができる。

このしくみはよくわかっていない。

「昆虫における環境に応じた体の作りかえのしくみ」

三浦徹（北海道大学・大学院地球環境科学研究員）

進化発生学

生態発生学

●表現型多型

同じ種であっても異なる表現型が出現する。

●シロアリ

高校生物でも生態、環境の話題として取り上げられることがある。

カースト制など。

身近でも森林で見つけることができる。

アマゾンの熱帯雨林は、昆虫の現存量としてはアリとシロアリがすごく多い。

●コウゲンシロアリ

大行進を行う。

かじり取るもの、運ぶものが分業。

カーストが生じるしくみ＝発生学

●後胚発生

胚発生より後のプロセス。

昆虫であれば、卵からふ化した後の発生。

脱皮や変態があるので、昆虫では特に重要。

7 齢以降でカーストが分化してくる。

表現型多型（環境によって変わる）

●カースト分化

生じた多型間で分業・協働がみられる。

生じた個体が環境要因となって、他の個体のカースト分化に影響を与える。

●シロアリの兵隊カースト分化

プロポーションの変化 (=アロメトリー)

頭が大きくなる。大顎が大きくなる (先端がすぐ区成長する)。

幼若ホルモンにより誘導可能。

●カースト分化における幼若ホルモンの役割

アラタ体から多く分泌される。

JH3が重要。一番シンプルかつ普遍的な構造をしている。

●幼若ホルモン濃度の齢間の変動パターン

ずっと濃度が高いと兵隊に。

シロアリのカースト分化に中心的な役割

●クワガタムシの大顎伸長

オスはサイズのバリエーションが大きい。

幼若ホルモンによって、大顎が伸長する。

それでは、オスとメスの違いは何か？

doublesex という遺伝子は、オルタナティブ・スプライシングによって、オス型の mRNA、メス型の mRNA がそれぞれつくられる。

RNAi によって、それぞれのタイプの mRNA を阻害すると、大顎の大きさに劇的な変化がみられる。

メスは、幼若ホルモンに応答して大顎が大きくなるが、doublesex をつぶすと、応答するようになり、大顎が発達し、オスに似たような形態に。

●アブラムシ

アブラムシでは、同じゲノムでも7タイプくらいの表現型が生じる。

密度によって羽が生じたり、生じなかった e c t...

夏は、メスのみが生じて単為生殖。

低温短日になると、メスだけでなくオスもでてくる。

メス (XX) から、X染色体を1本捨ててXOになりオスになる。

※ミツバチでは、働き蜂などではメチル化などがあるようだが、シロアリでエピジェネティックな修飾はあるのか？

現時点では、「可能性はある」ということ。それっぽい研究も出始めている。

※アクチビン現在の発生生物学ではどのような位置づけなのか？

アクチビンは、内胚葉誘導に必須。

ノーダルも同じ。

消化管なんかをつくる時には必ず使う。