



Evolutionary Theory for

CONSTRAINED & DIRECTIONAL DIVERSITIES

Grant-in-Aid for Scientific Research on Innovative Areas

Constrained & Directional Evolution Newsletter Vol. 2 No. 5 (2018)

新学術領域研究

進化の制約と方向性

～微生物から多細胞生物までを貫く表現型進化原理の解明～



第3回大規模解析情報交換会 第3回理論情報交換会
若手企画ワークショップ「発生拘束の理解とその応用」 開催報告

目次

開催概要		1
ポスター発表一覧		3
第3回大規模解析情報交換会報告	重信 秀治	4
若手ワークショップ「発生拘束の理解とその応用」開催報告	北沢 美帆	6
第3回理論情報交換会報告	古澤 力	9
理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップに参加して	大石 紗友美	12
理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップ 岡崎にて 感想記	佐伯 望	13
情報交換会&若手WS 参加記	安岡 有理	14
連載エッセイ (9) 愛すべき俳優、ぼくらの汐路章	倉谷 滋	17

新学術領域「進化の制約と方向性」

理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップ

日時:2018 年 12 月 17 日(月)～18 日(火)

場所:基礎生物学研究所(愛知県岡崎市)1F 会議室

<https://github.com/kuratanicde/2018nibbmtng/wiki>

12/17(月)

午前:大規模解析情報交換会 (10:30 - 12:30 世話人:重信)

10:30 - 10:40 イントロダクション(重信)

10:40 - 12:30 外部講師による講演

「Quest for Orthologs: オースログ解析の基礎から応用まで」(基生研・内山郁夫先生)

12:30 - 13:30 昼食

*ポスター発表者は昼食時に指定場所(裏面参照)にポスターを掲示

午後:若手ワークショップ (13:30 - 18:00 世話人:守野、北沢、香曾我部、芝井、内田)

「”発生拘束”の理解とその応用」:若手講師による講演とグループディスカッション

13:30 - 14:00 オープニング&発生拘束のイントロ(香曾我部)

14:00 - 14:55 インプットトーク

- ・ 動物の拘束のはなし(守野・内田)
- ・ 植物の拘束のはなし(北沢)
- ・ 細菌の拘束のはなし(芝井)

15:10 - 16:20 グループディスカッション

グループ討論(30 分)

全体討論(40 分)

16:30 - 17:50 若手講師によるショートトーク

- ・ 尾崎遼(筑波大) “細胞間遺伝子発現変動とエンハンサー”
- ・ 津留三良(東大) “分子進化速度の発現量依存性”
- ・ 鈴木大地(基生研) “原索動物型の脳から脊椎動物型の脳への進化 “
- ・ 守山裕大(東工大) “Cell blebbing bridges time and space in zebrafish gastrulation”

17:50 - 18:00 総合討論

18:30 - 20:30 情報交換会 + ポスターセッション

12/18(火)

理論情報交換会 (9:00 - 17:00 世話人:古澤)

9:00 - 12:30 理論情報交換会 1:python を用いた遺伝子発現制御ネットワークのシミュレーション

12:30 - 13:30 昼食
(集合写真撮影)
(基生研生物機能解析センター施設見学[希望者のみ])

13:30 - 16:30 理論情報交換会 2:python を用いた進化シミュレーション

17:00 終了予定



ポスター発表

	発表者	所属	タイトル
1	飯田 溪太	東大・生産研・小林班	Quantifying biological parameters on genetic switches
2	守屋 央朗	岡大・異分野コア・守屋班	過剰発現の限界から探る細胞の処理能力
3	佐伯 望	岡大・環境生命・守屋班	多コピー化が増殖に有利に働く酵母遺伝子ハイスループットスクリーニング
4	西森 千華	東工大・生命・田中幹子研究室	ニワトリ胚芽における酸素供給と細胞死メカニズムの関連
5	植田 健介	阪大・院情報・市橋班	人工細胞系内で自己複製可能な二種類の遺伝子を持つ RNA の構築
6	鈴木 大地	基生研・神経行動・領域外	ヤツメウナギ成体の視覚行動を制御する神経メカニズム
7	古林 太郎	阪大・院情報・市橋班	In vitro evolutionary arms-races between host-parasite RNA replicators
8	廣田 敏	東大・院理・深津班	貯穀害虫の胚発生過程における共生細菌の局在
9	野尻 太郎	北大院・環境科学, 小藪公募班	翼手類の進化に伴う四肢形成の長期化
10	鳴川 秀樹	基生研・長谷部班	Comparative analysis of pitcher and flat leaf development in the carnivorous plant <i>Cephalotus follicularis</i>
11	守山 裕大	東工大・生命理工学院・田中班	Involvement of HGF/MET signaling in appendicular muscle development in cartilaginous fish
12	安藤 俊哉	基生研・新美班	テントウムシ翅の多様な斑紋パターンの進化を可能にした発生学的枠組みの解明に向けて
13	大石 紗友美	東大・院理・深津班	チャバネアオカメムシ必須共生細菌の体内動態と共生器官の発生過程
14	高井 嘉樹	産総研・生物プロセス・深津班	カメムシと共生できる大腸菌を樹立する！～ハイパーミューデータ形質の大腸菌が教えてくれること～
15	津留 三良	東大・院理・古澤班	分子進化速度の発現量依存性
16	安岡 有理	理研 IMS・安岡班	ネッタイツメガエル胚発生における転写因子一標的遺伝子関係の揺らぎ測定
17	頼本 隼汰	総研大・基礎生物・深津班	Endosymbiont community in the social aphid <i>Ceratovacuna japonica</i>
18	大林 龍胆	遺伝研・細胞遺伝・公募班	細胞サイズと成長に伴う複数コピーゲノムの複製制御機構
19	石川 由希	名大・院理・石川班	配偶者選好性を規定する神経ネットワークの進化
20	甲斐 圭一	東京工業大学 生命理工学院 田中幹子研究室	鰭から四肢への形態変化の過程における分子メカニズムの解明
21	上野 博史	東大・院工・公募上野班	酵素 1 分子の活性揺らぎと進化可能性との関係
22	香曾 我部 隆裕	理研 BDR・倉谷班	進化シミュレーションで探求する進化-発生法則
23	Safiye Sarper	大阪大・院理・金子班	クラゲの発生に隠された 3 つのなぞ
24	晝間 敬	奈良先端大・バイオ・晝間班	植物根圏微生物の共生性と病原性を規定する宿主・菌分子機構の探索



第3回大規模解析情報交換会報告

重信 秀治(基礎生物学研究所)

第3回目を迎えた大規模解析情報交換会は、初の外部講師による講演を企画しました。基礎生物学研究所の内山郁夫先生に「Quest for Orthologs: オーソログ解析の基礎から応用まで」というテーマで約2時間、ご講演いただきました。内山先生は、今回のテーマのオーソログ解析等のバイオインフォマティクスがご専門で、バクテリアを中心とした比較ゲノム解析の第一人者です。内山先生が開発された MBGD: Microbial Genome Database for Comparative Analysis (<http://mbgd.genome.ad.jp/>) は世界中のバクテリア研究者に広く使われている評価の高いバクテリアゲノムデータベースです。

今回「オーソログ解析」をテーマとして取り上げた意図を説明します。オーソログの定義は、「種分岐によって共通の祖先遺伝子から生じた相同な遺伝子」です。オーソログ、パラログ、ホモログの概念は、進化研究において極めて重要で、ゲノムワイドな進化研究においては至る所で登場します。しかしながら、オーソログ解析の実際はかなり複雑であり、なんとなくデータベースを使っているだけの研究者が多いのが実情です。そこで今回、オーソログ解析の専門家である内山先生に、オーソログ解析の基礎(大学院の授業レベル)から、ご自身の開発しているデータベースやアルゴリズムの話題を含む最先端のオーソログ解析の現状までを講演していただくことにしました。



内山先生による講演

講演は、おそらくホモログの概念を初めて提唱した Fitch (Fitch 1970) の論文の紹介を端緒としてホモログ・オーソログ解析の歴史を辿る話題から始まりました。そして、アルゴリズムの工夫の歴

史、2種間比較から3種以上比較への発展について解説がありました。もっともシンプルなオーソログ同定は **Reciprocal Best Hit** 法ですが、パラログの正確な同定のために様々な工夫が多くの研究者から提案されています。次に、これらの様々なオーソログ同定法を用いて構築したオーソログデータベースの紹介がありました。広範な種をまたいだオーソログ解析は非常に計算量の多い過程であるとともに、オーソログデータベースは汎用性の高い研究リソースなので、丁寧に作られたオーソログデータベースは公開して研究者コミュニティで共有することは大きな価値があります。オーソログデータベースは数多く存在し群雄割拠の状況です(内山先生が把握されているだけでも約 40 あるとのこと)。比較的新しいものでは、OMA (<https://omabrowser.org/oma/home/>), EggNOG (<http://eggnogdb.embl.de/>), OrthoDB (<https://www.orthodb.org/>), PhylomeDB (<http://www.phylomedb.org/>) などが、評判が高いようです。これらは公開ゲノムに基づいたオーソログデータベースですが、発表前のローカルデータを使って自分の研究対象の生物種とその他の生物種のオーソログ比較をするニーズも高いでしょう。そのニーズを満たすツールの代表として、OrthoFinder (<https://github.com/davidemms/OrthoFinder>) が紹介されました。講演の後半は、オーソログ解析の今日的な技術的課題として、内山先生ご自身の研究を含んだより高度な内容に転じました。内山先生は独自のオーソログ同定アルゴリズムとして、DomClust を開発されました(Uchiyama 2006)。これは、階層的クラスタリングによってツリーを作成し、species overlap 基準でオーソロググループを作成するもので、いわばグラフベースとツリーベースの折衷的なアプローチです。また、バクテリアの遺伝子はドメイン単位の融合や切断が比較的頻繁に起こることが知られています。このようなバクテリアの遺伝子進化の特性に対応するため、DomClust にはドメイン分割のプロセスが組み込まれています。最後に、内山先生の開発されているデータベース MBGD の今後の展望について語っていただきました。ゲノムが比較的簡単に決定できるようになった現在、MBGD をはじめとしたオーソログデータベースの重要性は益々大きなものになるでしょう。

オーソログ解析のディープな世界を垣間見たご講演でした。このようなディープなオーソログ研究者が集う国際会議「Quest for Orthologs」が2年に一度開催されていますが、なんと、次回は初の日本での開催が決定しています。基生研の国際コンファレンスとして、以下の要領で開催する予定です。これまでの会議はオーソログを「作る」側のインフォマティクスの議論が中心でしたが、今回は基生研主催の会議だということもあって、オーソログを「使う」側の研究者からの生物学的、進化的な話題提供を期待しています。本新学術研究領域の皆様も奮ってご参加いただければ幸いです。内山先生がオーガナイザー、私も準備委員の一人です。

The 67th NIBB Conference "Quest for Ortholog"

Date: 31st July (Wed) to 2nd Aug (Fri), 2019

Venue: Okazaki Conference Center (OCC), Okazaki, Aichi, Japan

Organizer: Dr. Ikuo Uchiyama

若手ワークショップ「発生拘束の理解とその応用」開催報告

北沢 美帆(大阪大学)

12月17日に開催した若手企画のワークショップの様子、成果について報告する。

一般に、何かについて議論する際、言葉に対する認識を参加者間で完全に一致させておく必要はない。しかし、認識のずれがあまりに大きい場合、それによって円滑な議論が妨げられ、議論の積み重ねにのっての障害となり得る。このような問題意識のもと、本ワークショップは「発生拘束」および関連する諸概念について領域関係者間で認識をすり合わせることを目指した。具体的な手順としては、まず概念の辞書的な意味を提示したのち、実際の使用例を通して言葉の意味や言葉間の差異を体感してもらうという形式をとった。

まず、若手ワークショップの世話人が趣旨説明を行ったうえで、関連する概念の辞書的な定義を試みた。この時点で、世話人が提案した定義に対する複数の意見・反論が発言され、認識の相違が本ワークショップの参加者間に実際に存在することが明らかになった。そこでこれがあくまで暫定的な定義であることを強調し、徹底した議論のもと認識のすり合わせを行うという方針を全員で確認した。以上が導入部である。



企画者(内田、香曾我部)による趣旨説明

つづいてこれらの概念の具体的な使用例として、動物(蝶の目玉模様、脊索)、植物(花器官の並び方)、単細胞生物(大腸菌の代謝モデル、ゲノム DNA 配列)の5例を世話人が解説した。実際に具体例をみることで導入部では出てこなかった論点や、定義の不備が明らかになっていき、議論は紛糾した。例えば蝶の目玉模様に関し、何を以て目玉模様と呼ぶべきか、目玉模様の相同性はどう定義されるべきなのか、といった論点が指摘された。このような論点が生じる背景とし

て、研究者によって「目玉模様」の適用範囲が異なる、発生経路が詳細に調べられていない種に対しても見た目のみで相同と呼ぶ場合がある、といった現状があることが明らかとなった。

5 例の具体例を紹介したのち、グループディスカッションを 4 グループ(各 10 名程度)に分けて行った。まず具体例を聞いて考えたこと、感じたことをグループ内で共有したうえで、言葉・概念の関係性をあらわした相関図(概念マップ)の作成を行ってもらった。



グループディスカッションによる概念マップの作成 倉谷領域代表も参加する

グループで議論した内容は、全体討論で共有した。興味深いことに、いずれのグループも論点はよく似たところに落ち着いており、4 グループ中 2 グループは相同性について、残り 2 グループは拘束、特に「保存されている」という概念との関係が主要な論点であった。しかし結論にはグループごとに異なる点があり、例えば拘束については、一方は「拘束は保存されている状態そのものを指す」と考え、他方は「拘束は保存を生むメカニズムの一つ」と考えていた。また、自然選択の結果適応的な状態に留まっていることを「拘束されている」と呼ぶべきかについても意見が分かれ、拘束と呼ぶからには適応に依るものではない必要がある(よって、拘束されているとは言えない)という考えと、適応的な形を保つ仕組みも拘束の一種である(よって拘束されていると言える)という考えの両方が提示された。

全体討論の最後には、このような議論を行うこと自体に関する疑問の提示があった。厳しい見方をするならこのような議論は言葉遊びに過ぎず、今回扱った用語には言ったもん勝ちで生まれたような必要性のない言葉も多いのではないかと、という疑義である。これに対して、もし必要ない言葉があるならばそれを除いた今ある概念ですべてを説明できていることになるが、実際そうだろうか、という反論がなされた。このように議論は白熱したが、時間がきたためここで打ち切りとなった。



白熱する議論

若手ワークショップの最後には、4題のショートトークが行われた。尾崎遼さん(筑波大)「細胞間遺伝子発現変動とエンハンサー」、津留三良さん(東大)「分子進化速度の発現量依存性」、鈴木大地さん(基生研)「原索動物型の脳から脊椎動物型の脳への進化」、守山裕大さん(東工大)「Cell blebbing bridges time and space in zebrafish gastrulation」の4題のトークが行われ、いずれも多数の質問が出て活発な議論が行われた。

事後アンケートでは、「最初、方向性が見えず不安だったが、各班、同じ方向でディスカッションが進むのは意外だった」「最終的にコンセンサスに至れたとは言えないと思うが、発生拘束を扱う上で何を考える必要があるか、明確になったのではないか」といったご意見をいただいた。また、今後の課題として、領域として「揺らぎとは何か」という問いを議論しては、という提案もあった。「時間が足りない」「グループをより少人数にすると議論しやすい」といった改善点と併せて、いただいたご意見は今後に生かしていきたい。

本ワークショップを通して、少なくとも、「様々な概念に対するイメージが人によって異なること」は認識できた。今回、会場内からは自分の使う「相同」が正しいのかといった迷いの声が聞こえたが、「共通祖先に由来する」という最低限の要件を踏まえながら、どのような階層に対して使っているのかを都度提示することが当座の解決策となるであろう。また、「拘束」と「自然選択」の関係の整理や、「拘束」と「保存」の切り分けは、今後の課題として残されている。分野の壁を超え、多種の生物を包括する理論を構築するには、概念に関する議論が今後も必須となると思われる。本ワークショップの経験が、領域内外共に今後の議論の一助となれば、本望である。

最後に、本ワークショップの基礎生物学研究所における開催にあたっては、重信様を始めとした領域関係者各位から多大な貢献をいただいた。この場を借りて御礼申し上げる。

若手 WS 幹事：内田 唯、北沢 美帆、香曾我部 隆裕、芝井 厚、守野 孔明

第 3 回理論情報交換会報告

古澤 力(理化学研究所/東京大学)

本領域の特徴の一つは、理論研究者と実験研究者の密接な相互作用を目指している点にあります。しかし実験研究者の多くは「理論研究者は何か小難しいことを言っているが、実際にどんな研究をどんな方法で進めているか、あまり理解できない」というのが現状でしょう。この状況を打破するために、今回の理論情報交換会では、実験研究者に理論研究を体験してもらい、その進め方や利点/欠点を実感してもらう企画を考えました。

具体的な内容としては、遺伝子制御ネットワークの力学系モデルとその進化シミュレーションを題材とし、それらをプログラミング言語 **Python** で実装するというハンズオンセミナーを行いました。**Python** は機械学習やバイオインフォマティクスの領域において広く用いられているプログラミング言語であり、様々なライブラリが整備されているという特徴を持ちます。生物分野の研究者が何か一つプログラミング言語を習得する必要がある場合に、現在であれば **Python** が最有力候補になるでしょう。また、**Python** の実行環境としては **Jupyter Notebook** を用いました。**Jupyter Notebook** は、ブラウザ上で動作し、初心者でも使いやすいために広く用いられているツールです。

ハンズオンセミナーでは、導入として微分方程式の数値解法などの基礎的な概念を説明した後に、簡単な遺伝子制御ネットワークについて、その発現ダイナミクスを解析するプログラムを作成しました。例えば、図 1a に示される発現を相互抑制する 2 遺伝子が持つ性質を、微分方程式モデルを数値的に解くことにより調べました。図 1b にその解析例のプログラムを示します。このプログラムを実行することにより、さまざまな初期発現パターンから、それぞれの遺伝子の発現量がどのように時間発展をするか、発現量を軸とした 2 次元平面上に軌跡として描くことができます(図 1c)。その結果として、2 つの安定状態があることと、そこに引き込まれる軌跡の構造を見ることが出来ます。

次に、発現制御ネットワークの進化シミュレーションを実装しました。この課題では、20 遺伝子程度からなる発現制御ネットワークの微分方程式モデルを用い、入力シグナルに応じて出力される発現パターンからその適応度が決まるとしました。このモデルを用い、ネットワークへの変異と高い適応度を持つネットワークの選択を繰り返すことにより、制御ネットワークの進化ダイナミクスを解析しました。このプログラムを書くことが出来れば、香曾我部さんの形態形成の進化シミュレーションや、本領域の中心的な問いである表現型の揺らぎと進化の関係について、自らの手で解析することが出来るはずです。

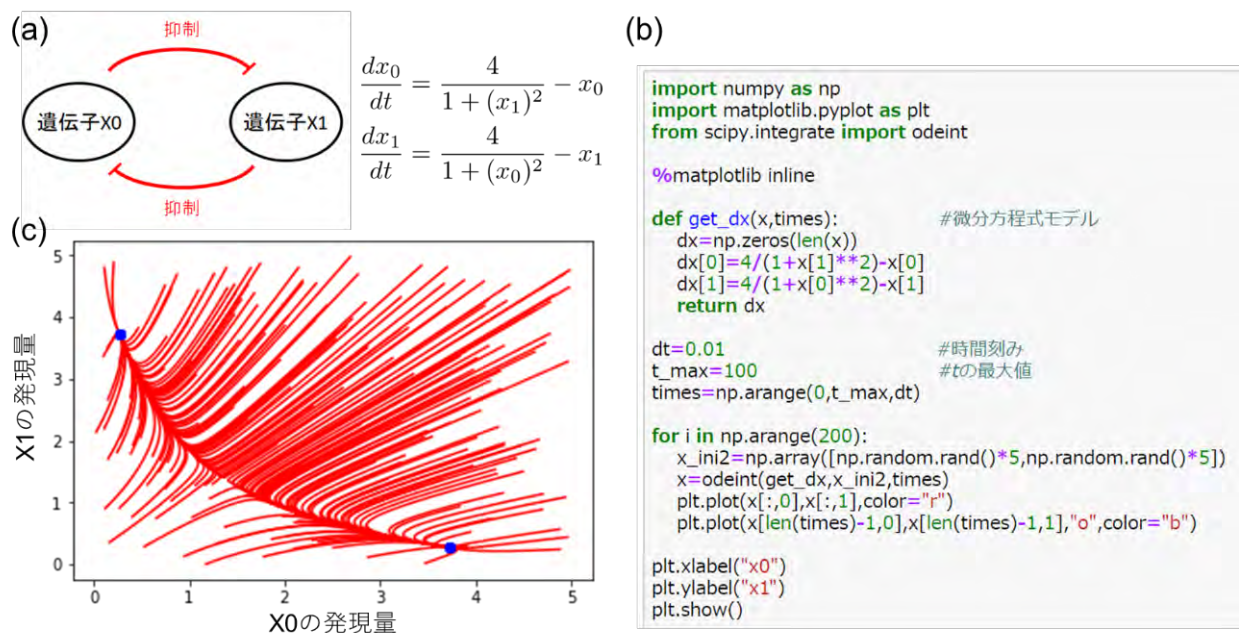


図 1: 相互抑制する 2 遺伝子の微分方程式モデル。(a) モデルの概念図。 x_0 と x_1 は発現量を表す。その時間発展を記述する微分方程式の右辺第一項は、発現抑制の効果を表している。(b): 微分方程式の時間発展を数値的に求める Python コード例。(c): コードの実行結果。0 から 5 の範囲でランダムに決めた x_0 と x_1 の初期条件からの時間発展を赤線で表し、十分に時間が経過した後の点を青点で表している。2 つの安定状態があることが解る。

課題やその解答例、解説スライドなど、このハンズオンセミナーで用いた資料は全て以下の URL から得ることができます。

http://www.qbic.riken.jp/mbd/Python_Lecture.html

Python の初心者の方でも始められるように、Python/Jupyter Notebook の簡単な使い方の説明も含まれているので、興味のある方は御覧ください。

プログラミングにほぼ触れたことがない方がいる中で、どこまで課題を進めることが不安ではあったのですが、多くの方が真剣に取り組んでくれました。後日、受講者のコメントとして「シミュレーションは難しそうと思っていたけど、あの程度のことだったのですね。あれくらいなら自分でも出来そうです。」と聞き、企画の意図が伝わっていることに安堵しました。今後もこうした企画を続け、理論研究へのバリアを低くすることを目指します。

次回のハンズオンセミナー企画でどのような内容が望ましいか、受講者にアンケート調査をしたところ、以下の結果を得ています(回答数:21 件)。

1 位(7 票): ちょっと Deep な機械学習

(例: Auto Encoder や Convolution Neural Network による画像解析)

2 位(6 票): 多変量解析のイロハ

(例: 主成分分析、t-SNE などの原理から応用まで)

3 位(5 票):もっと色々シミュレーション

(例:揺らぎを導入した遺伝子発現ダイナミクスとその進化)

4 位(3 票):その他(パターン形成の進化、データ解析オーバービューなど)

意見が割れているため、どのような企画にするかを考えているところです。もし何かリクエストがある方は、古澤(chikara.furusawa@riken.jp)まで連絡を頂ければ対応をします。



古澤による講義



基礎生物学研究所生物機能解析センター施設見学

理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画 ワークショップに参加して

大石 紗友美

(東京大学大学院 生物科学専攻 修士課程 1 年)



こんにちは。東京大学修士課程 1 年深津研究室の大石紗友美です。普段わたしは、カメムシの消化管に存在する、生存に必須な共生細菌を保持することに高度に特殊化した共生器官の発生機構について研究を行っているのですが、このたび、新学術領域「進化の制約と方向性」理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップに参加させていただきました。それらを通じて得られた感想等について、つたない文章ではありますが述べさせていただきます。

一日目の午前中には、大規模解析情報交換会として基礎生物学研究所の内山郁夫先生の講演がありました。「Quest for Orthologs : オーソログ解析の基礎から応用まで」というタイトルにあるように、オーソログ解析とは何か、という基本的な内容から実践的な内容までお話しをしてくださいました。そこで紹介された、微生物ゲノム比較解析システム MBGD は、カメムシに共生している細菌の研究をしているわたしにとって非常に興味深いものでした。

昼食をはさみ、午後には若手ワークショップが行われました。テーマは、本新学術領域のキーワード”発生拘束”について皆が共通した理解を得られるか、ということでした。はじめに、企画をしていただいた数名の方々から、発生拘束をはじめとして、揺らぎや相同性といった本新学術領域で重要な概念の説明や、実際に発生拘束が起こっていると考えられている事例についての紹介がありました。わたしは、それぞれの事例にはどのような概念が当てはまるのだろうか、そもそも本当にこれらの事例は発生拘束に関係するものなのだろうか、などと考えながら聞いていたのですが、動物や植物、細菌にわたる多様な事例と、普段の研究生活ではあまり深く考えたことのなかった概念の数々に何度も頭がこんがらがりそうになりました。わたし一人の頭では無理がある・・・と思った矢先、グループディスカッションが始まりました。ディスカッションでは個々の認識の違いが浮き彫りとなり、わたしだけが混乱していたのではなくてよかった、と少しほっとしたのと同時に、皆が集まり議論を交わすことの重要性を痛感しました。

翌日は一日、古澤力先生による理論情報交換会でした。正直なところ、申し込みのときに理論情報交換会への参加を悩んだ覚えがあります。わたしは遺伝子発現制御ネットワークのシミュレーションや進化シミュレーションはもちろん、Python を含むプログラミング言語というものに触れたことさえほとんどありませんでした。しかし、せっかくの機会なので参加だけはしてみよう！という軽い気持ちで参加をすることを決めました。今では参加して本当によかったと思っています。古澤先生が事前にメールで配布してくださっていた事前課題のおかげで、初心者のわたしでも、なんとか講義についていくことができました。自分でシミュレーションの問題を解くことができたときは感動すら覚

えました。理論情報交換会が終わったところには、ウェットな実験を中心に行っている自分にはほとんど縁のないもののように感じていた理論生物学を今までより少し身近なものに感じるようになっていました。

思い返してみると、とても2日間とは思えないほど、濃密な時間を過ごしたように感じます。次回、新学術領域のイベントに参加するまでに、自分の研究の中で発生拘束や表現型の揺らぎといった進化の制約と方向性に関わるかもしれない事例を見つけ、今回出会った人たちと議論することを個人的な目標として、今後も研究に励みます。

理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップ

岡崎にて 感想記

岡山大学大学院 環境生命科学研究科 生物資源科学専攻

異分野融合先端研究コア 守屋研究室

修士課程1年 佐伯 望



今回の理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップは夜の岡崎で迷子になることから始まった。ようやく見つけたロッジの中には、私を含めて3人の初対面の理系男子がおり、初めは会話に困りながらも次第にマニアックな話で打ち解けていった。次第に話はpythonのセミナーの話に移り、みんなでセミナーの予習と宿題を進めていった。皆が宿題を終えて、就寝したのは午前3時くらいだったと思う。

翌朝はなんとか寝坊せずに出席できた。一日目のはじめは内山先生によるオーソログ解析についての講演があった。オーソログ解析の話を真面目に座って聴いた。昼食の後は、「発生拘束」の理解とその応用」という題名にの若手ワークショップがあった。私は発生学とは今まで無縁に過ごしてきたため、内容に興味を持てるか正直不安だった。しかし、香宗我部さんのユーモアに溢れたプレゼンテーションを聴いたときに、そのような不安はなくなった。一番に印象に残っているのは、内田さんによる蝶の模様の話とその後の質疑の時間だった。蝶の模様の一つで、会場の議論が白熱したため、発生学の人を惹きつける力とおもしろさを感じることができた気がした。次に、日常の自分の研究室では聞かないような単語、キャナリゼーションや深層の…といった語句がずらりと並べられ、これらの語句についての討論があった。同じ語句でも個人の間で意味やニュアンスが異なっていることを再認識できた。また、互いの意見をぶつけたことにより、各単語に対するイメージが膨らみ、単語間の繋がりを意識することができるようになった。その後の全体討論の結果、進化や発生の中での根本的な疑問がでてきたと倉谷先生がおっしゃられたときに、この新学術領域で知りたいことが非常にぼんやりとだが、わかったような気がした。その後は若手講師によるショートトークがあった。その本題とは関係がないが、守山さんの留学先のボスが有名な理論物理者

のハイゼンベルクの孫(しかもイケメン)だったことが衝撃だった。この日の最後はポスターセッションと情報交換会で意見を交換し、また夕飯を食べた。とにかく、チーズナンとカレーが美味しかった。この日の夜はロッジに一人加わり、ワークショップの話や自分たちの研究の話、進路の悩みなどについて意見を交えた。

2日目は非常にハードな1日だった。この日は理論情報交換会でpythonのハンズオンセミナーがあり、午前は遺伝子発現制御ネットワークのシミュレーション、午後は進化シミュレーションと、朝から夕方までPCとにらめっこをする1日であった。予想していたレベルをはるかに超えるほど内容は濃密で、特に進化シミュレーションを自分で実装するのはとても大変だった。それでも、アトラクターに収束するといったことを、実際に手を動かし、実装していくことで、直感的にまた数学的に理解することができた。また、進化シミュレーションでは適応し次世代に持ち越される数を今回は恣意的に定義したが、これを実際の現象で定義するのは難しく、このようなことから進化の怪奇さを感じた。また、古澤先生や他のTAの方々も質問に対して非常に親切かつ丁寧に対応くださった。ハンズオンセミナーの後は、同世代の学生で余ったお菓子を分け合い、それぞれ帰途についた。帰路も同じ方面の同世代の学生で今回の会についての話や研究の話などをした。

今回の理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップで最も自分にとって有意義だったものは、同世代の学生と同部屋で宿泊したことだ。通常の学会では見知らぬ人と同部屋になったことはなく、同世代の人と夜な夜なディープな議論を交わすというのが非常に有意義だった。また、ロッジで知り合った学生がハンズオンセミナーで自分よりも進捗が良いのを見て、何クソと気合いを入れて追い越しに行き、相手も同様に意識していたようで、互いのモチベーションとなったことが良かった。今回の会では他にも、色々な分野の方々と非常に抽象的なことから現実的なことまでの議論を交わし、一日中プログラミングをしたりと、普段使わない脳の部分まで使ったように感じるほどエクサイティングな会だった。

次は、沖縄で開催される領域会議で自分たちの研究結果を報告できることを楽しみにしつつ、進化制約の本質に迫りたいと研究を頑張りながらこの感想記をまとめました。最後になりましたが、理論情報交換会・大規模解析情報交換会・若手企画ワークショップ参加する機会と、この感想記を書く機会を設けていただきありがとうございました。

情報交換会 & 若手 WS 参加記

安岡有理

(理化学研究所 生命医科学研究センター

応用ゲノム解析技術研究チーム 研究員)



2018 年 12 月 17-18 日、基礎生物学研究所にて開催された本領域主催の大規模解析情報交換会・理論情報交換会・若手 WS に参加した。17 日午前は基生研の内山先生から Ortholog 解析についての講演があり、具体的な解析手法とその応用例について学ぶことができた。前所属では周囲に Ortholog 解析をしている人間が多かったので、その重要性和問題点を再認識できた。

17 日午後は若手 WS として、かなり白熱した議論が展開された。議題としては、進化学で扱われる数々の用語(「相同性」「発生拘束」「キャナリゼーション」などなど)について、皆で共通理解を得ようというもので、具体例を紹介しながらグループディスカッションを行った。同じ言葉話を話していても人によって意味が異なる、といった状態では議論が立ち行かなくなるので、今後領域として同じ方向を向いて研究を進めていくうえでは、こういった議論は非常に重要であり大変いい企画であったと思う。

その後の若手ショートトークでは大学院の同級生でもある守山君の発表が印象的だった。彼は Zebrafish の Hox 遺伝子の機能解析を行い、時系列に沿った「一部の」Hox 遺伝子の発現が発生過程に非常に重要な意味を持つことを示してくれた。ちょうど、「全ての」Hox 遺伝子の時系列に沿った発現というものは存在しないのではないかと(ある種の Hox 神話の否定)、といった趣旨の共著論文(Kondo et al., 2019, *Biology Open*, doi: 10.1242/bio.038422)を発表したところなので、Hox 遺伝子研究の予想以上の難解さを垣間見た気分だ。夕方には交流会兼ポスターセッションが開かれ、筆者も自身の研究計画についてポスター発表を行った。幾人か私の研究に興味を持っていただき、今後の展望などディスカッションができたのは喜ばしい。

18 日は午前午後と理論情報交換会として、python を用いた遺伝子発現制御ネットワークおよびその進化のシミュレーションについて、ハンズオンセミナーが開かれた。講師の古澤先生や TA 陣の熱心な指導の下、それぞれの目標を達成できたように思う。私自身この手の講習会は新しいことを学ぶいい機会なので、とても楽しみにしていた。ある程度予習して臨むことができたので、答え合わせに始まり、先へ先へと課題に取り組むことでより理解が進んだ。いつしかの数学の受験勉強を思い出す。今回学んだシミュレーション手法を今後の自分の研究の発展に利用できればいいのだが、今はまだそれに足るデータを持ち合わせていないのが残念だ。今後のモチベーションにしていきたい。総じて、今回参加した情報交換会および若手 WS は大変有意義なものであり、質・量ともバランスのいいものだった。準備にご尽力いただいた方々に改めて感謝申し上げたい。

最後に、個人的に一番印象に残った議論について述べておきたい。若手 WS の総合討論が終わりに近づき、そろそろお開きというところで、私は一言言わずにはいられなくなった。そこで、「そもそも解釈が難しい概念的な言葉に縛られずに、自分の出した実験データをありのままに解釈して、自分の言葉で発表すればいいのではないかと」と提言したのだが、これがなんとも皆をざわつかせ、物議を醸したようだった。「概念なしでは説明が難しいことも多い」「誰でも理解できる概念に

落とし込むべき」など、反論をたくさん頂戴した。かと思いきや、その後の夕食会では「同じことを思った」「目の前の実験結果をまず正面から理解することが大事だ」との応援メッセージを何人かから頂戴した。概念至上主義と実験至上主義とでもいうべきだろうか、今後も領域会議等で熱い議論が展開されそうで楽しみである。元ボクサーの筆者に言わせれば、闘いのゴングは鳴った、皆でミックスアップしていこうではないか、といった心持ちだ。



最終討論終盤にて この場では試合終了のゴングが鳴った

愛すべき俳優、ぼくらの汐路章

倉谷 滋

いいなあ、汐路章。本当に良いよ、汐路章。

いまさっき、『文学賞殺人事件：大いなる助走（佐藤浩市主演、1989年）』を観終わったところなのだが、この映画の中でも汐路章はばっちり殺されていたんだよ。だいたい、「文豪」なんておよそ汐路章には似合わない役柄なんだけど、最期に佐藤浩市にショットガンで撃ち殺されるというんで、特別に起用されたんだろうな。たぶん、そうに違いない。

もう、これまで何度観たことだろう、汐路章が殺される場面を。まるで彼は、凄絶に殺されるために生まれてきたような俳優だ。彼の死が凄惨であればあるほど、老いも若きも、親も子も、観客たちはみな溜飲を下げていたもんだ。悪党の悲惨な末路がこれほど似合う俳優もなかなかない。その演技は、まさしく天賦の才と呼んで良いであろう。

『激突！・殺人拳（1974年、東映）』で殺され、『逆襲！・殺人拳（1974年、東映）』でも殺され、『里見八犬伝（1983年、角川）』で殺され、『怪竜大決戦（1966年、東映）』で殺され、『仮面の忍者・赤影』では「夢堂一ツ目（第1部）」とか、「夕里弾正（第3部）」とか、一人で複数の悪党を演じていたから、シリーズ中何度か複数回殺されたはずだ。この他、私の守備範囲外のヤクザ映画や時代劇にも多数出演しているから、この2、3倍は確実に殺されていることだろうし、他のテレビドラマまで入れると、そりゃもおエライことになるだろう。規制も何もなかった昭和時代の過激なブラウン管の上で、彼は幾度も幾度も銃弾を浴び、血糊を浴び、刀を突き立てられ、見事なまでの最期を演じ続けたのだった。「男の本懐、ここに極まれり」ってなもんだ。

思えば、こんなにエライ俳優はなかなかいないぞ。悪役と言えばあの、「烏丸少将文麿」こと成田三樹夫も、「死神博士」こと天本英世も、「キングアラジン」こと田口計も、キーハンター最多出演回数を誇る室田日出男も、「メフィスト」&「地獄大使」&「イタチ男」こと潮

健二も、みんな魅力的で素晴らしい俳優だったが、汐路章がいなかったら、たぶん昭和日本はかなり味気ない国になっていたことであろうし、現在の日本の状況がこんなに閉塞しているのは、ひょっとして汐路章と深作欣二がいなくなってしまったからではなかろうかと思うことさえある（女優だったら、さしずめ緑摩子や、三原葉子や、塩沢ときがオススメだ。必ずしも悪女じゃないが）。そんな、悲運な悪党に人生賭けた汐路章が私は昔から大好きで、彼の演じた悪党の中でもとりわけ『赤影・魔風編』に登場した「魔風雷丸（いかづちまる）」が汐路悪党の最高傑作だと思っている。それはまさに、芸術的レベルのメーキャップだった。国宝にしたっていい。キャラ作りは言うまでもなく……。

なんと言っても、その異様な髪型が素晴らしいではないか。いいなあ、いいなあ。文章でもってどのように形容して良いのかさっぱり分からないが、とにかく一目見たら忘れられない。できれば、ここで写真でもお見せしたいところだが、この世には著作権というやっかいなものがあって、簡単にコピペするわけにはいかないのが残念だ。ましてや、誰が読むか分からないニュースレターになんか、決して載せることはできないであろう。その代わりに「魔風雷丸」をキーワードにネット画像検索してみたい。その過激さがただちに分かりますというものだ。

な、すごいだろ。どこかにこんな人いないかなあ。「赤影」程度の男前なんかこの世にはごろごろしているが、魔風雷丸に匹敵するインパクトのある悪党には、そうそう出会うことがない。これに匹敵するのはかろうじて、『ジャイアント・ロボ』に登場した宇宙の悪党、「ドクトル・オーヴァ（演：安藤三男）」ぐらいか（これも、ネット検索してみてくれ）。ドクトル・オーヴァは顔を銀色に塗っていて、外科手術が得意で、人間と宇宙生物使っているんな怪獣を作るんだよ。すごく恐いんだよ。

一体これまで、汐路章ほど魅力的な悪党を演じ切った俳優が他にあったらどうかいやいな

い。いようはずもない。狡猾で、残酷で、自分の手下を犠牲にすることなんか屁とも思わない。とにかく悪いことをするのが生きがいだと思っている。それでいてどこか滑稽で憎めない。関西人ならではのバタ臭いギャグセンスも、今から思えば素晴らしいほどバカバカしい。たぶん、私を含め、『赤影』を観ていた当時の子供たちは、怖がりながらも、その姿、立ち振る舞いから一瞬たりとも目を逸らすことができなかったはずだ。気になって気になって仕方なかったはずだ。夢にまで出てきそうだった。それぐらいに魅力的な悪党なのだ、魔風雷丸は。「こいつはいかにも悪そうだが、赤影たちもこいつには相当苦勞することになるだろう」と、皆目を凝らして、彼の一举一動を追っていたのだ。

思えば、ヒーローもののドラマにおいて、真に重要なのは悪党ではなかろうか。丁度、『ウルトラマン』において怪獣が重要であるのと同じように。ヒーローは毎回出るから、いつの間にか飽きてしまう。名探偵・明智小五郎も同じことで、宿敵・怪人二十面相のおじさんが毎回毎回工夫を凝らして子供たちを驚かせ、怖がらせるから（巨大カブトムシとか、透明人間とか、宇宙人とか、青銅の魔人とか）、それが楽しみで『少年探偵団シリーズ』を読んでものである（そういえば、主役があれやこれやと毎回手を変え品を変えるのは、「多羅尾伴内」と「ひみつのアッコちゃん」ぐらいのものか）。

かくして、ヒーローものが好きな子供は、実際のところ怪獣や悪党を楽しみにしているのである。ちなみに、私の息子は5才の頃、『ジャイアント・ロボ』に登場した悪党、「レッドコブラ（演：三重街恒二）」のファンだった。だから、悪党にしてみれば、子供たちにどれだけ強いインパクトを残せるか、惚れられるかが勝負所となる。次はどんなカツラをかぶろうか、顔は何色で塗ってみようかとか、一所懸命工夫を凝らして子供たちにウケようとする。その創意工夫が日本映像文化の頂点に達したのが、「魔風雷丸」だというわけなのである。この役を掴んだ汐路章は、悪党俳優軍のなかにあって、いわば『ウルトラマン』における、バルタン星人やレッドキング並みに重要なキャラクターとなったのである。

残念ながら、汐路章はもういない。肝臓を悪くして、1996年に亡くなってしまった。日本は寂しくなった。私も肝臓が悪いから気をつ

けなければ。子供たちをこよなく愛し、サーヴィス精神旺盛でもあった汐路章は、日本中の子供たちにとって、文化史上燦然と輝く、最も重要な、「夢の悪党」のアイコンを残すことに成功した、類い希な俳優であった。「魔風雷丸こそはまさに奇跡である」と、私はそう断言してはばからないのである。

Constrained & Directional Evolution Newsletter Vol. 2 No. 5

発 行 : 2019 年 2 月 4 日

発行者 : 新学術領域研究「進化の制約と方向性～微生物から多細胞生物までを貫く表現型
進化原理の解明～」(領域代表者 倉谷 滋)

編 集 : Constrained & Directional Evolution Newsletter 編集委員会(編集責任者 深津 武馬)

領域 URL : <http://constrained-evo.org/>