

第8回日本分類学会連合公開シンポジウム

分類学における DNA 情報の活用

講演要旨集

2009年1月10日（土） 13:30～17:30

国立科学博物館分館

主催：日本分類学会連合

共催：国立科学博物館

協賛

全国農村教育協会

地方都市コンベンション関連団体事務局

東海大学出版会

プログラム

第8回日本分類学会連合公開シンポジウム 「分類学における DNA 情報の活用」

日時：2009年1月10日（土） 13:30～17:30

場所：国立科学博物館分館

13:30～13:35

連合代表挨拶

松井正文（京都大学）

13:35～13:45

はじめに（趣旨説明）

伊藤元己（東京大学）

13:45～14:30

ミトコンドリアゲノム全長配列を用いた魚類の大系統解析と分類への応用

宮 正樹（千葉県立中央博物館）

14:30～15:15

DNA 塩基配列情報を活用した生物学的種の認識～シダとキノコを例にあげて

村上哲明（首都大学東京）

15:15～15:30 休憩

15:30～16:15

分類学における DNA バーコードの利用法

吉武 啓（農業環境技術研究所）

16:15～17:00

分類学における情報基盤システム

神保宇嗣（東京大学大学院総合文化研究科）

17:00～17:30 総合討論

<MEMO>

はじめに

伊藤元己

(東京大学大学院総合文化研究科)

20 世紀後半に飛躍的に進んだ分子生物学の成果は, 生物学に大きな影響を与え, 今では全生物学分野で不可欠な技術となってきた。分類学においても, 以前は形態か分子かというような不毛な議論がなされたことがあるが, 現在では両者ともに重要であるという共通認識を持つに至ったと思われる。そもそも分類学は, 生物に関するあらゆる情報を取り入れてきたのであり, 分子情報も何ら特別な存在ではなく, 有用な情報源の 1 つとして積極的に活用すればよいと思う。

本シンポジウムでは, 分類学において DNA 情報がどのように活用可能かについて, さまざまな利用例を通して考えて行くことを目的としている。

ミトコンドリアゲノム全長配列を用いた魚類の大系統解析と 分類への応用

宮 正樹

(千葉県立中央博物館動物学研究科)

我々が進めてきたミトコンドリアゲノム（ミトゲノム）分析に基づく一連の研究により、魚類系統学はパラダイムの変換を迎えた。脊椎動物の過半数を占め、魚類の中でも最大の分類群である条鰭類（42 目 431 科 4070 属 約 23,680 種）の大系統を 4 つに分けて解析し、新たな系統像を世界に先駆けて発表したのである (Inoue *et al.* 2003; Ishiguro *et al.* 2003; Miya *et al.* 2003; Saitoh *et al.* 2003)。これらの研究はレビュー誌 *TREE* 2003 年 12 月号で特集され、進化学の世界からも大きな注目を集めることになった。また、その後に発表された関連論文 40 数篇は、これまでに 1300 件以上も引用され、魚類分子系統学において国際的イニシアチブを確立するに至った。

こうした中で、米国 National Science Foundation の支援を受けた Assembling Tree of Life (AToL) と All Species Inventory (ASI) という、それぞれ特定生物群の系統と分類を一気に解明することを目的とした大規模なプロジェクトが 2004 年に立ち上がった。魚類においてはコイ目が AToL に、ナマズ目が ASI に採択され、いずれも昨年度一杯で 5 カ年のプロジェクトが終了した。私はコイ目魚類の大系統解明プロジェクト (Cypriniformes Tree of Life: CTOL) の PI である Prof. R. Mayden の強い要請により本プロジェクトの主要メンバーとなり、ミトゲノム全長配列による問題解決に大きな貢献を果たした (Miya *et al.* 2006; Saitoh *et al.* 2006 ほか)。

上記二つの大規模プロジェクトの対象となったコイ目とナマズ目は、いずれも骨鰾類（こっぴょうるい）と呼ばれる、およそ 8200 種を含む巨大クレードの一員である。骨鰾類の大半は淡水域に分布し、コイ目はローラシア型の分布を、カラシン類（ナマズ目+デンキウナギ目+カラシン目）は Gondwana 型の分布をもつという生物地理学的にも興味深い特性をもっている。ところが、その莫大な種多様性ゆえに、これまでまとまった系統進化学的解析は行われてこなかった。

このような巨大な系統学的問題（数千種）の解決を可能にしたのが、ドイツの若手数理生物学者 Dr. Alexandros Stamatakis が開発した最尤法の新たなソフトウェア RAxML の登場である (Stamatakis 2006; *Bioinformatics* 22:2688–2690)。私はコイ目の大系統解明に本ソフトウェアを利用し、300 種を超えるミトゲノム全長配列（約 16,500 塩基対）でも余裕をもって解析できることを確認した。

一方、DNA データベースにはコイ目だけでもミトゲノムのさまざまな遺伝子から

得られた数千件の部分配列（300～1500 bp）が蓄積されている。多数のミトゲノム全長配列（約 16,500 bp）によって頑健な系統関係を推定できれば、それを制約樹（backbone tree）として系統解析を行うことにより、全長配列と部分配列を利用した網羅的な解析が可能になるのではないかと考えた。

今回の発表では、自ら決定する数百のミトゲノム全長配列と、データベースに蓄積されてきた数千の部分配列を組み合わせた「ミトゲノム超行列」（mitogenomic supermatrix）により、Assembling Tree of Life と All Species Inventory を包括するような大規模解析ができるかどうか、その可能性と展望について話す。

DNA 塩基配列情報を活用した生物学的種の認識 ～シダとキノコを例にあげて

村上哲明

(首都大学東京 牧野標本館)

これまで永らく高等生物の種 (species) はその形態の違いによって認識されてきた。それでは、このようにして分類学者が認識した生物の種は生物学の実態と一致していることが期待できるものなのであろうか。視覚を使って交配相手を捜し、それが生殖可能な交配相手かどうかも視覚で判断しているような動物では、交雑しても継続的に子孫を残せない近縁種をその生物種自身が識別できるように外部形態が異なっていることが期待できるかも知れない。しかし、視覚が生殖のどの段階にも関係しないような生物、例えば、精子が水の中を泳いでいって受精するだけのシダ植物やコケ植物、菌糸が接合するだけのキノコやカビなどの菌類では、異なる生物学的種が異なる形態をしている必然性は全くないことになる。しかも、これらの生物の方が外部形態が非常に単純で、種の分類に使える識別形質が少ないのが一般的である。したがって、例えばシダやキノコなどは、一緒に共存していても一切交雑が起こらず、生態学的特性の上でも分化していて、明らかに別の生物学の実体として自然界に存在しているものでも、それらが形態で識別できないことが十分起こり得るはずである。このように生物学的には別の種であるが、互いに形態で識別するのが困難であり、これまで分類学的に同種とされてきたものは互いに隠蔽種 (cryptic species) とよばれている。

一方、DNA の塩基配列の進化的変化は、大部分、中立的進化によって起こると現在では考えられている。ということは、生きた化石と呼ばれるように何億年も形態をほとんど変化させていない生物の間でも、それらが種分化してから経過した時間に対応するだけの塩基配列の違いがみられるはずである。実際に、形態が単純で広域分布するとされてきたシマオオタニワタリなどのシダ植物種やオニグチなどのキノコ類の DNA の塩基配列を我々が詳しく調べてみたところ、これらの種内には非常に大きな塩基配列の多型が見出された。さらに塩基配列が大きく異なるもの間には生殖的隔離が確立していることが明らかとなった。すなわち、これらの形態種には多数の隠蔽種が含まれていることが明らかになったのである。さらに、一度これらの隠蔽種が識別できると、隠蔽種間で生育環境や宿主植物 (キノコ場合) も明瞭に分化している場合が少なくないことが明らかになった。隠蔽種を識別することは、これら形態が単純な野生生物の生物学の実態についての理解を深める上でも非常に重要である。

分類学における DNA バーコードの利用法

吉武 啓

(農業環境技術研究所・農業環境インベントリーセンター)

DNA バーコーディングとは、特定の遺伝子領域の短い塩基配列 (DNA バーコード) を用いた生物の同定法である。標準化された方法で得られた同質のデータによって多様な分類群の同定が可能ながその最も大きな特徴であり、形態差に乏しい種や顕著な性的二型を示す種、未成熟個体など、これまで同定困難だった生物の識別に非常に有用である。

2003 年、ゲルフ大学のポール・エベールらは、イギリスの国際雑誌に掲載された論文の中で、動物界の全グループを対象に、DNA バーコードに基づいた同定システムを構築すべきであると主張した。「バーコードで商品を判別するように、DNA バーコードを用いて全動物を機械的に同定できるようにする」というセンセーショナルな発想は一挙に衆目を集め、これがきっかけとなって国際的な DNA バーコーディングプロジェクトが展開されることとなった。

その後、DNA バーコーディングのコンセプトや実用性等に関して、様々な立場から幅広い議論が交わされて来た。当初こそ、DNA バーコードがあたかも従来の分類情報に代わる「万能薬」であるかのように誤解する向きもあったが、その実用限界を示す研究例が次々に発表され始めるに至り、「既知種の同定や隠蔽種の発見を促進する一手法」としての位置づけが定着しつつある。

近年、我が国でも DNA バーコーディングに対する関心が急速に高まっているが、未だこの手法自体が十分に認知され、普及しているとは言いがたい。とくに、DNA バーコーディングと不可分な関わりを持つ分類学コミュニティ内でこの新たな手法に対する理解を深め、その実践面で分類学者が果たすべき役割について何らかのコンセンサスを得ることは大変重要である。本講演では、分類学における DNA バーコードの利用法や関連研究・プロジェクトを紹介した上で、今後、分類学者がどのように DNA バーコーディングと関わってゆくべきか議論したい。

分類学における情報基盤システム

神保宇嗣

(東京大学大学院総合文化研究科／GBIF 日本ナショナルノード)

分類学の主要な目的は、地球上の膨大な生物多様性を認識・整理・命名し記述することであり、分類学的情報が生物学をはじめ生物にかかわる活動に不可欠なことは周知の通りである。近年、これまで蓄積されてきた莫大な知識の利用に、情報技術を活用する手法の研究開発が行われてきた。分類学における情報技術の活用方法には、ソフトウェアによる日常の機械的作業の自動化、データベースによる多量の情報の保存、インターネットによる情報の共有化・再利用などがあるが、ここではまとめて「分類学における情報基盤システム」と呼ぶ。情報基盤システムの整備は、分類学的研究の効率化を促進するだけでなく、様々な活動への貢献を通じて分類学自身の発展に寄与することも期待される。生物多様性情報に対する情報技術の活用方法は、生物多様性情報学 (Biodiversity Informatics) として体系化されているが、日本におけるこの分野の発展は著しく遅れているのが現状である。このような背景の下、発表者は、世界規模生物多様性情報機構 (GBIF) 日本ナショナルノードの活動の一環として、日本において誰もが利用可能な情報基盤システムの整備を進めている。本発表では、情報基盤システムの概要を示した上で、以下の3つのプロジェクトを、特に DNA バーコードをはじめとした DNA 情報との関連性に触れつつ紹介する。

1) 標本情報データベースシステム：様々な用途で利用できる標本データベースシステム Ru::Ga を開発している。特徴としては、各研究者が自分のデータを自ら管理できること、データを誰にどこまで公開するかを設定できること、画像に加えて DNA 情報や文献情報なども保存できること、標本目録の自動作成ツールや同定支援システムなどを利用できること、外部システムとの情報共有機能を持つことがあげられる。このシステムを使って、i) 日本 DNA バーコードオブライフ・イニシアティブの研究支援システム (JBOLI-DS)、ii) 証拠標本データベース (VSPECIMENS、分類学会連合のタイプ標本データベース JTYPES の拡張)、iii) 鱗翅類コレクション画像データベース (LepImages) の構築を進めている。

2) 日本産生物名辞書システム：日本産生物の学名と和名を網羅した生物名辞書の構築をシステム・内容の両面で進めている。このシステムが提供する和名－学名変換機能を使うことで、GBIF や Barcode of Life Data systems (BOLD) などの海外のデータベースを和名で検索し、和名で結果が得られるシステムを作成できるようになる。

3) オンライン図鑑システム：各生物種の様々な情報を収集しまとめて見られる

ようにするシステムで、学問からレジャーまで多様な分野での利用が期待されるため、分類学の普及やアウトリーチの場としても重要である。海外では Encyclopedia of Life (EOL) をはじめとした大規模プロジェクトが進行中であるが、発表者らは、その日本版を構築する予備的段階として、標本や種名のシステムの情報共有機能を利用し、まとめて公開するシステムを作成している。DNA バーコーディング同定支援システムと本システムとを組み合わせることで、誰もがより多くの情報に基づいた同定を試みられるようになる。

桑原義晴

日本イネ科植物図譜

桑原義晴／著 B5判 504頁 定価 7,140円 (本体6,800円+税)
ISBN978-4-88137-139-8 C3645

【イネ科植物図 343点；属別比較図 108点；カラー生態写真 190余種】

本書の特長

1. 日本のイネ科植物のほとんどを網羅する343種を収録。全体図と小穂・小花・包穎・護穎・内穎・穎果・葉舌・葉耳などの拡大図を掲載したわかりやすい本格イネ科図鑑。
2. イネ科植物の識別・同定のポイントである各種包葉（包穎、護穎、内穎）の拡大図を属別に数種ずつ比較した図を108点掲載。識別・同定をよりいっそう容易にした。
3. 主要種については芽ばえ（幼植物）の姿、根茎による繁殖の状態や越冬様式を表した生態図を掲載。
4. 全収録種のおよそ6割に当たる190余種のカラー生態写真を掲載。
5. 内容の充実した本格イネ科植物図鑑で、手頃な価格を実現。



内容見本

種の図版（ノガリヤス）

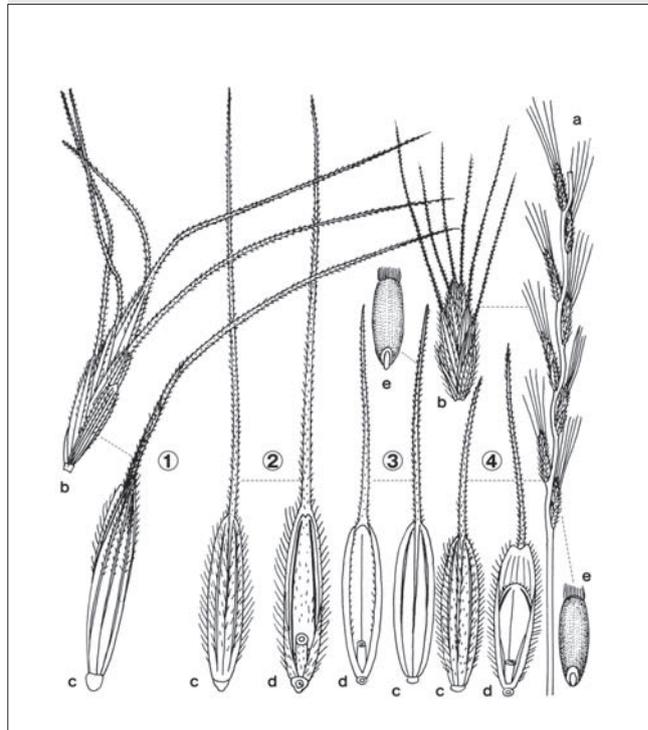
全体図のほか、小穂、小花、包穎、穎果、葉舌の拡大図を掲載。さらに幼苗（芽ばえ）の姿、成植物の地下部も描かれている。



内容見本

属別比較図（カモジグサ属の小穂の比較）

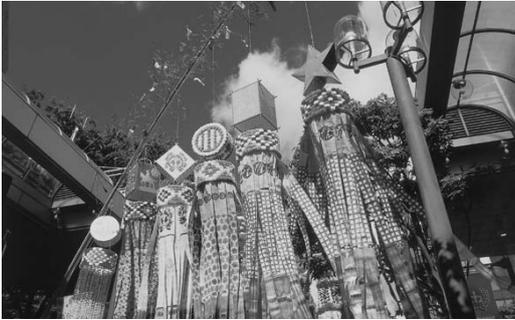
イネ科植物を識別・同定するポイントである小穂、護穎、内穎などを同属内でわかりやすく比較している。



学術大会・総会の地方都市での開催を応援しています

- 会議施設の優先確保
- 開催助成金による財政支援
- 観光資料の提供
- 事前視察の受け入れ等々・・・ 何でもご相談ください。

(サービス内容は、各ビューローで異なります。詳細はお問い合わせください)



仙台市：セタまつり



新潟市：朱鷺メッセ



松本市：国宝松本城



豊橋市：手筒花火発祥の地



滋賀県：琵琶湖 海津大崎



高松市：サンポート高松



長崎市：グラバー園の
野外懇親会



佐世保市：ハウステンボス

とよ 実り豊かな時間、今 地方都市が面白い 地方都市コンベンション関連団体事務局

〒130-0022 東京都墨田区江東橋4-19-2

キャッスルM錦糸町602号室 Tel & Fax 03-5669-8812

参加団体

(財)仙台観光コンベンション協会
Tel 022-268-6251

松本コンベンションビューロー
Tel 0263-32-5355

(社)びわこビジターズビューロー
Tel 077-511-1535

(社)長崎県観光連盟コンベンション推進室
Tel 095-826-9407

(財)新潟観光コンベンション協会
Tel 025-265-8000

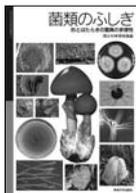
豊橋観光コンベンション協会
Tel 0532-54-1484

(財)高松観光コンベンション・ビューロー
Tel 087-822-7060



水産総合研究センター叢書
東北フィールド魚類図鑑
 ー沿岸魚から深海魚までー
 北川大二・今村 央・後藤友明・
 石戸芳男・藤原邦浩・上田祐司 著
 B5判 160頁 定価4725円

東北地方の太平洋側にひろがる黒潮・親潮の混合域には、きわめて多様な魚類相が形成されている。その数はわが国周辺から知られている約4000種の魚類のうち少なくとも五分の一に相当する。本書は本海域に出現種を網羅した日本で初の図鑑である。



国立科学博物館叢書⑨
菌類のふしぎ
 ー形とはたらきの驚異の多様性ー
 国立科学博物館 編
 B5判 228頁 定価2940円

そもそも菌って何？菌類っていつから地球にいるの？菌類に化石はあるの？きのこやカビが繰り返す驚異に満ちた多様な世界。身近だけどよく知らない、キンについての疑問に答える。



シーラカンズ
 ーブラジルの魚類化石と大陸移動の証人たちー
 北九州市立自然史・歴史博物館、財団法人福岡文化財団 編／藪本美孝 著
 B5判 92頁 定価1680円

世界有数の魚類化石の産出地であるブラジル北東部のセアラ州アラリペ。ここにはおよそ1億1000万年前一つの大陸であった南アメリカとアフリカが分裂し、大西洋ができたころの湖や浅い海に堆積した地層が露出している。シーラカンズ類の研究から三畳紀から白亜紀にかけての大陸の分裂と移動の謎を読み解く。



大阪市立自然史博物館叢書④
鳴く虫セレクション
 ー音に聴く虫の世界ー
 大阪市立自然史博物館・大阪自然史センター 編著 A5判 350頁 定価2940円

秋の夜長に美しく響く虫たちの声、彼らは鳴くことで何を伝えているのだろうか。日本に根ざした鳴く虫を楽しむ文化、鳴く虫たちの生態・分布・進化・・・その不思議のすべてを解き明かす。

泳ぐDNA

猿渡敏郎 編著
 A5変型判 304頁 定価3675円
 若手研究者たちの執筆による、塩基配列で解き明かす魚類・軟体動物・甲殻類などの進化や発生、系統、生態などの最新生物学12編。

大阪市立自然史博物館叢書②

標本の作り方ー自然を記録に残そうー
 大阪市立自然史博物館 編著
 A5判 208頁 定価2625円

博物館の大型標本から家庭や学校で簡単に作成できる標本、標本の記録のつけ方などを写真とイラストでわかりやすく解説。

寄生と共生

石橋信義・名和行文 編著
 A5判 312頁 定価3990円
 生物は個体の維持、成長、繁殖のために様々な生活様式をとっている。生物の多様性ととも重要なタームである寄生と共生を、農学、獣医学、水産学、医学までの学問領域で解説する。

日本の金

彌永芳子 著
 A5変型判 264頁 定価2940円
 彌永北海道博物館館長である著者による日本の砂金および金に関する歴史とエピソードをつづる。特に砂金に関しては、砂金史から砂金採集、砂金の科学的分析までを解説する。

国立科学博物館叢書③

標本学ー自然史標本の収集と管理ー
 国立科学博物館 編
 B5判 260頁 定価2940円

動植物をはじめ、菌類、化石、岩石、鉱物など自然史標本のほぼ全域の標本について、その収集方法、作製法、保存、管理、自然史標本のデータベース、標本利用の方法までを総合的に解説する。

リズム生態学

ー体内時計の多様性とその生態機能ー
 清水 勇・大石 正 編著
 A5変型判 248頁 定価2940円
 生物が生まれつきもつと想定される時間測定機構（体内時計の生体機能）をまとめる。様々なフィールドで生物が体内時計をどのようにうまく生活に利用しているかを解説する。

潜水調査船が観た深海生物

ー深海生物研究の現在ー
 藤倉克則・奥谷喬司・丸山 正 編著
 B5判 512頁 定価7140円
 海洋研究開発機構の潜水調査船が日本周辺海域にて調査・収集してきた深海生物の情報を公表する。わが国初の深海生物生態図鑑である。

海洋生物学入門

村山 司 編／
 東海大学海洋学部海洋生物学科 著
 A5変型判 390頁 定価2940円
 海洋生物に興味のある若い人や初学者を対象として、本学海洋学部海洋生物学科の教員が執筆する海の生物たちの世界を紹介する海洋生物の自然史。巻末には用語解説と執筆者による「なぜ海洋生物学者になったのか？」を収録。

藻類30億年の自然史 第2版

藻類から見る生物進化・地球・環境
 井上 勲 著
 A5変型判 676頁 定価3990円
 好評『藻類30億年の自然史』の改訂版。より藻類を詳述する。藻類という生き物がおよそ30億年という時を刻み、様々な多様性をとげてきたこと、そして地球と生命の進化に深く関わってきたことについて解説。藻類のハテナ？がわかる。

耐性の昆虫学

田中誠二・小滝豊美・田中一裕 編著
 A5判 440頁 定価4410円
 環境や化学物質、暑さ、水環境と乾燥、食物不足、混み合い、不衛生な環境、殺虫剤抵抗性に対する適応などの環境下での昆虫の耐性に焦点をあて、その多様性と昆虫学の面白さを伝える。

日本分類学会連合

<http://wwwsoc.nii.ac.jp/ujssb/index.html>

日本分類学会連合は、日本国内の生物の分類に関わる学会の連合組織として、分類学全般に関わる研究および教育を推進し、分類学分野の普及と発展に寄与することを目的に設立されました。趣旨に賛同する学協会の参加により組織運営されています。

種生物学会	地衣類研究会	日本貝類学会
日本魚類学会	日本菌学会	日本蜘蛛学会
日本珪藻学会	日本原生動物学会	日本甲虫学会
日本古生物学会	日本昆虫学会	日本鞘翅学会
日本植物分類学会	日本シダ学会	日本進化学会
日本生物地理学会	日本蘚苔類学会	日本線虫学会
日本藻類学会	日本ダニ学会	日本地衣学会
日本土壤動物学会	日本動物分類学会	日本爬虫両生類学会
日本プランクトン学会	日本哺乳類学会	

第8回日本分類学会連合公開シンポジウム要旨集

2009年1月10日発行

発行者：日本分類学会連合

〒169-0073 東京都新宿区百人町 3-23-1

国立科学博物館動物研究部内

印刷：(株)国際文献印刷社