

生物多様性保全 × データサイエンス

小森 理

成蹊大学 理工学部

場所：データサイエンス研究室

日時：2026 年 6 月 4 日 (木)

本日の内容

1 生物多様性

2 生物多様性の可視化

生物多様性

生物多様性 (biodiversity)

すべての生物 (陸上生態系、海洋その他の水界生態系、これらが複合した生態系その他生息又は生育の場のいかんを問わない) の間の**変異性**をいうものとし、**種内の多様性**、**種間の多様性及び生態系の多様性**を含む。

生物多様性条約 https://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/treaty/pdfs/B-H5-0299_1.pdf

- 種内 (遺伝子) の多様性：1つの種の中での遺伝子の違いによる多様性。個体間の違い (AさんとBさん) と個体群間の違い (日本人と外国人) に大別される。
- 種間 (種) の多様性: 様々な生き物 (動物, 植物, 魚類, 鳥類, 細菌類など) が織りなす多様性
- 生態系の多様性：生態系 (生き物をとりまく環境, 森林, 里山, 河川, 海など) 間の多様性

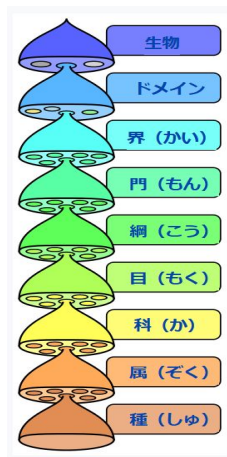
種

種 (species)

生態系を構成する基本要素。

スウェーデンの博物学者リンネが植物種誌において植物界を綱、目、属、種の4つの階級に分けたことが起源。なお学名に属名と種小名を使う二名法もリンネが体系づけた。種より細かい分類が必要な場合は亜種を用いる。

- 界 (かい)：動物界 (Animalia), 植物界 (Plantae), 菌界 (Fungi), 原生生物界 (Protista)
- 門 (もん)：脊索動物門 (Chordata), 節足動物門 (Arthropoda, 虫)
- 綱 (こう)：哺乳綱 (哺乳類), 鳥綱、魚綱、両生綱、爬虫綱
- 目 (もく)：霊長目 (Primates), 食肉目 (Carnivora)
- 科 (か)：ヒト科 (Hominidae)
- 属 (ぞく)：ヒト属 (**Homo**)
- 種 (しゅ)：ヒト (**Homo sapiens**)

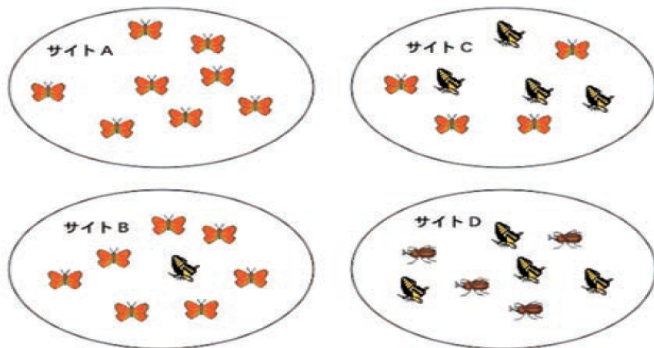


Wikipedia:

[https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A8%](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A8%AE_(%E5%88%86%E9%A1%9E%E5%AD%A6))

[AE_\(%E5%88%86%E9%A1%9E%E5%AD%A6\)](https://ja.wikipedia.org/wiki/%E7%A8%AE_(%E5%88%86%E9%A1%9E%E5%AD%A6))

生物多様性の比較



国立環境研究所 : <https://www.nies.go.jp/kanko/tokubetu/setsumeisr-072-2006b.html>

生物多様性を種数、均等性、遺伝的距離の要素を総合的に見る必要がある。例えばサイト A と B では種数（種間の多様性）が B の方が多い。B と C では種数は同じだが、均等性では C の方が高い。C と D では D の方が遺伝的距離（種内の多様性）において優っている。

持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals)



国連 https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/sdgs_logo/

持続可能な開発目標

貧困や飢餓をなくし、質の高い教育を目指し、地球を保護し、平等、平和、豊かさを目指す普遍的な行動。国連開発計画の 2030 年に向けた行動指針。

「Society 5.0」を実現するとともに、これにより SDGs の達成に寄与する (未来投資戦略 2018, 安倍内閣による成長戦略)

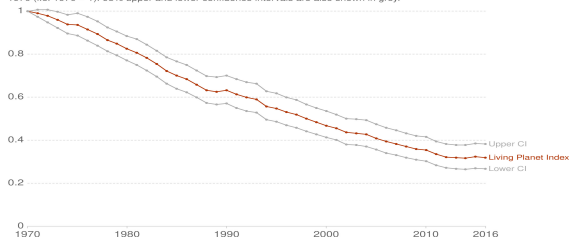
⇒ ターゲット 14「海の豊かさを守ろう」と 15「陸の豊かさを守ろう」が生物多様性に関係する

生物多様性への脅威

Living Planet Index, World

The Global Living Planet Index (LPI) provides a measure of biodiversity based on the average change in populations of species over time. The index value is measured relative to 20,811 populations of 4,392 species in 1970 (i.e. 1970 = 1). 95% upper and lower confidence intervals are also shown in grey.

Our World
in Data



Source: World Wildlife Fund (WWF) and Zoological Society of London

CC BY

World Wildlife Fund (WWF) : <https://ourworldindata.org/grapher/global-living-planet-index>

生きている地球指数 (LPI) は様々な種の個体群数から算出される。年々生物多様性が減少している。

- 森林伐採，開拓の影響
- 異国の土地からの外来種の影響
- 里山の変化の影響
- 地球温暖化の影響

MY 行動宣言

愛知目標採択後に設立された国連生物多様性の 10 年日本委員会では MY 行動宣言を推奨している。

MY 行動宣言 5 つのアクション

- 1 地元でとれたものを食べ、旬のものを味わう。
- 2 自然の中へ出かけ、動物園・植物園などを訪ね、自然や生きものにふれる。
- 3 自然の素晴らしさや季節の移ろいを感じて、写真や絵、文章などで伝える。
- 4 生きものや自然、人や文化との「つながり」を守るため、地域や全国の活動に参加する。
- 5 エコラベルなどが付いた環境に優しい商品を選んで買う。

身近なところから生物多様性保護に向けた活動を開始することが大切。

- 愛知目標：2010 年 10 月に開催された第 10 回生物多様性条約締約国会議（COP10）で合意された 20 項目の目標

データサイエンス

データサイエンスとは？

- データを科学 (サイエンス) する, または調理する学問.
- 見えなかった (気づかなかった) ものを見えるようにする学問. 新たな価値の創生.
- ビッグデータ時代に急速に必要性が認識されてきた. 膨大なデータの中から価値のある情報を取り出すことが主な目的.
- データマイニング (data mining) もその 1 つ.
- データの不確実性 (ランダム性) を扱う統計学と確率論と密接な関係がある.

データ分析とデータサイエンス (柴田里程)

データは現象の放つ光である

この光を適切に捉え, 背後にあるメカニズムを明らかにする. そのためには**数学**, **統計科学**, **機械学習**, **コンピュータ科学**を駆使する必要がある. もともとは 1997 年の C. F. Jeff Wu 教授がミシガン大学での就任演説 (Statistics=Data Science?) が始まりだとされている.

R. A. Fisher(1890-1962)



- 近代統計学（統計的推測）の創設者，頻度論者，ベイズ流の恣意性（パラメータに対して確率構造を考える）を強く批判.
- 「仮説的無限母集団」を想定し，母集団と標本の違いを明確化.
- 推定方式の良さの基準として一致性，有効性，十分性の概念を考案し，それらをすべて満たす**最尤法を確立した**.
- 良い標本を得るためにはどうするか？⇒実験計画法構築される.

最尤法

データ $x = (x_1, \dots, x_n)$ の確率関数を $f(x, \theta)$ とする. このとき $f(x, \theta)$ を θ の関数とみたものを尤度関数という.

尤度関数

$$L(\theta) = f(x, \theta)$$

よって最尤推定量 $\hat{\theta}$ は

$$\hat{\theta} = \operatorname{argmax}_{\theta} L(\theta)$$

となる.

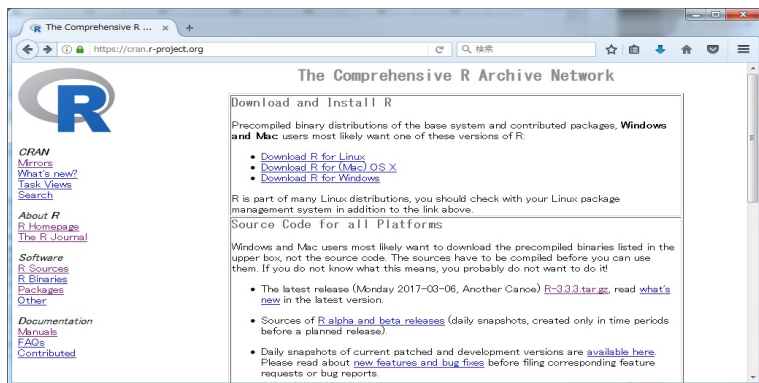
例：コイン投げ（二項分布）

表の出る確率を p とし, n 回コインをなげ x 回表が出たとする. このときの尤度関数は $\binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$ となり,

$$\log L(p) = x \log p + (n-x) \log(1-p) + \log \binom{n}{x}.$$

微分して解くと $\hat{p} = x/n$.

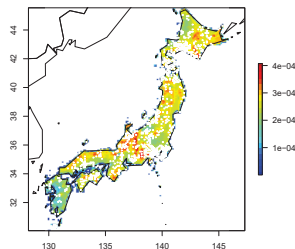
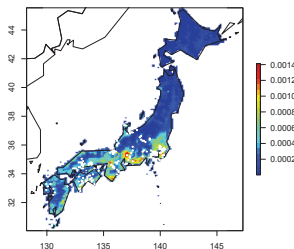
統計解析ソフト R とは？



CRAN : <https://cran.r-project.org/>

- 「探索的データ解析」(Exploratory Data Analysis: EDA) を実践するために作られた対話型計算機環境。グラフィックスの機能も充実している。EDA は 1970 年代に John Wilder Tukey 博士によって初めて提唱された。
- 前身は AT&T(American Telephone & Telegraph Company) のベル研究所で開発された S である。

Maxent による生物多様性パターン予測



Maxent のモデル式

$$p(x) = \frac{\exp(\lambda^\top f(x))}{Z(\lambda)},$$

但し $Z(\lambda)$ は規格化項.

地点 x の気温, 湿度, 降水量などの環境変数 $f(x)$ と生息確率 $p(x)$ を結びつける統計モデル. パラメータ λ は最尤法で推定する.

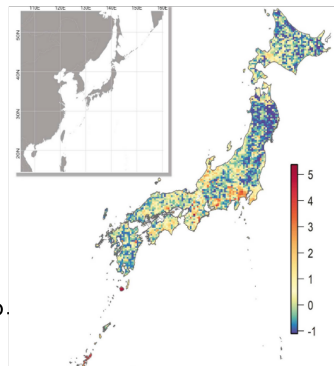
生物多様性解析プロジェクト



維管束植物, 哺乳類, 鳥類, 爬虫類, サンゴ類, 魚類, 藻類, 貝類などの合計2万種類の在地点データと温度, 湿度, 降水量などの環境変数を用いて生物多様性の時空間的な分布を予測.

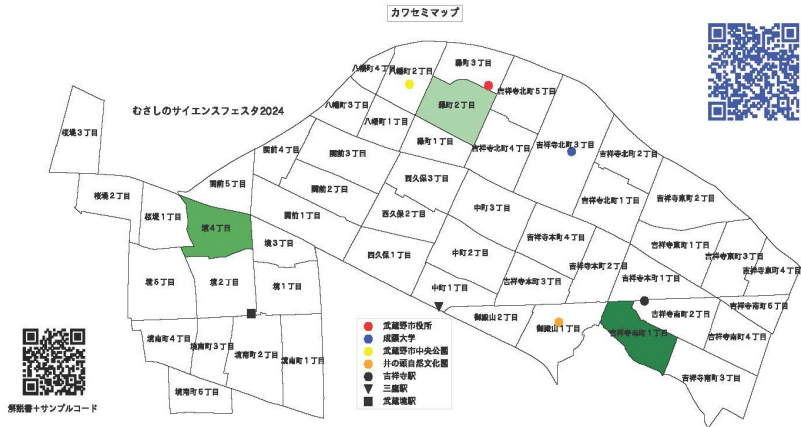


持続可能な開発目標(SDGs)の14「海の豊かさを守ろう」と15「陸の豊かさを守ろう」の達成を目的とする.



武蔵野市生き物生息マップ

武蔵野市の生き物生息マップを作成し「むさしのサイエンスフェスタ」で展示を行っている。



https://www.city.musashino.lg.jp/heiwa_bunka_sports/shogaigakushu_koza/koza_doyogakko/1018856.html

まとめ

- SDGs のターゲット 14「海の豊かさを守ろう」と 15「陸の豊かさを守ろう」のキーワードは生物多様性.
- 生物多様性の保全を実際に行うためにはまず生物多様性を定量化し客観的に評価する必要がある.
- 2030 年までに陸と海の 30 %以上を健全な生態系として効果的に保全する (30by30)。2022 年 12 月に「昆明・モンリオール生物多様性枠組」が採択 (COP15)
- 2025 年 4 月には地域生物多様性増進法が施行。教育活動、広報活動等を通じて、地域生物多様性増進活動に関し、事業者及び国民の理解の増進が明記 <https://www.env.go.jp/content/000253465.pdf>
- その際データサイエンスの 1つの手法である Maxent を用いることで、その生物の生息分布を可視化し定量的な評価ができるようになる.
- SDGs はまずは身近なところから始めるのがよい。生物多様性に関するオープンデータもたくさんある.
- SDGs の達成に関しデータサイエンスの役割は非常に重要.