

研究者・市民・企業による 生物多様性モニタリングと生物資源の持続的利用

石原 正恵 (京都大学フィールド科学教育研究センター 芦生研究林 林長)

京都大学
芦生研究林
100周年記念

生物多様性モニタリングの課題

- 生物多様性を保全するためには、その状況を把握することが必要
→長期モニタリング
- 従来は研究者やプロがやるもの。
←モニタリングを行う研究者、行える研究者が減ってきている。
←予算も減少して組織としても継続できなくなってきた事例も。
- 市民によるモニタリング調査（市民参加型調査、自然保護団体による調査）も増えてきた。
←精度が課題である場合もあり、保全に活かされている事例は限定的

生物多様性モニタリングを広く継続的に実施し、保全政策に活かすにはどうしたらいいか。

Living Planet Index (生きている地球指標)

世界各地4392種の生物に対し、ある地域に生育する個体の集まり（個体群）を長期間モニタリングする。1970年の個体数を1として、その増減を示したものの。

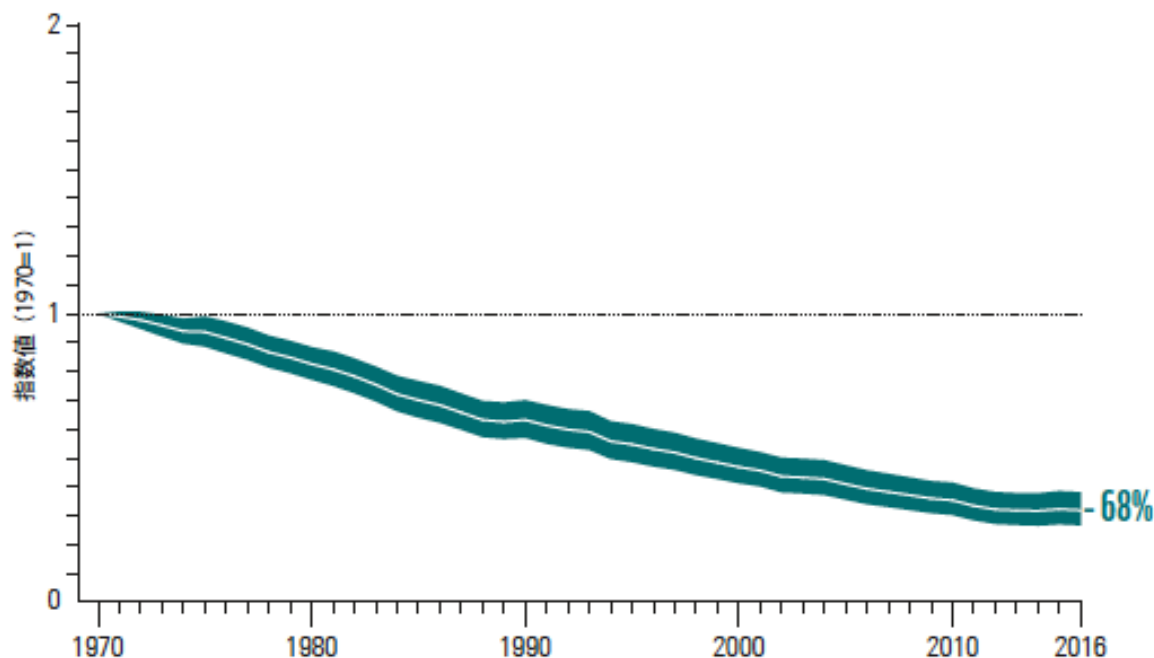


図1：世界の生きている地球指数 (1970～2016)

世界各地のモニタリング対象 4,392種、20,811 個体群が平均で 68% 減少。白線は指標値、色のついた部分は信頼限界（範囲：-73%～-62%）。
出典：WWF/ZSL, 2020¹

凡例

世界の生きている地球指数
信頼限界

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

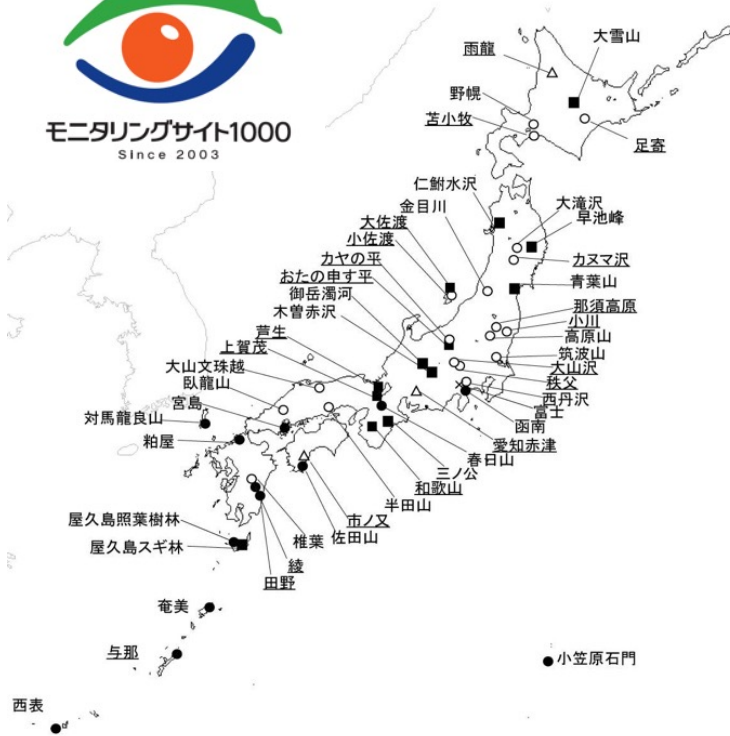
関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

研究者によるモニタリング ネットワーク化が進む

環境省モニタリングサイト1000
2004年～

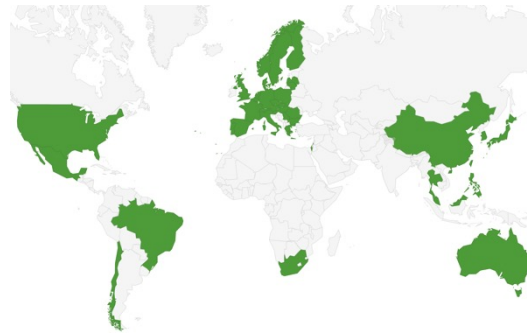


多様な生態系
全国1000箇所
データ公開

100年間

日本長期生態学研究ネットワーク **JaILTER**
2006～

国際長期生態学研究ネットワーク **ILTER**
39カ国、759サイト



<https://www.ilter.network/>



嶺北・準サイト (高知大、森林、高知県)

<http://www.jalter.org/>



北浦・準サイト (茨城大、湖沼、茨城県)

様々な長期モニタリングと研究
データ公開

多地点長期観測から全体の傾向を見る

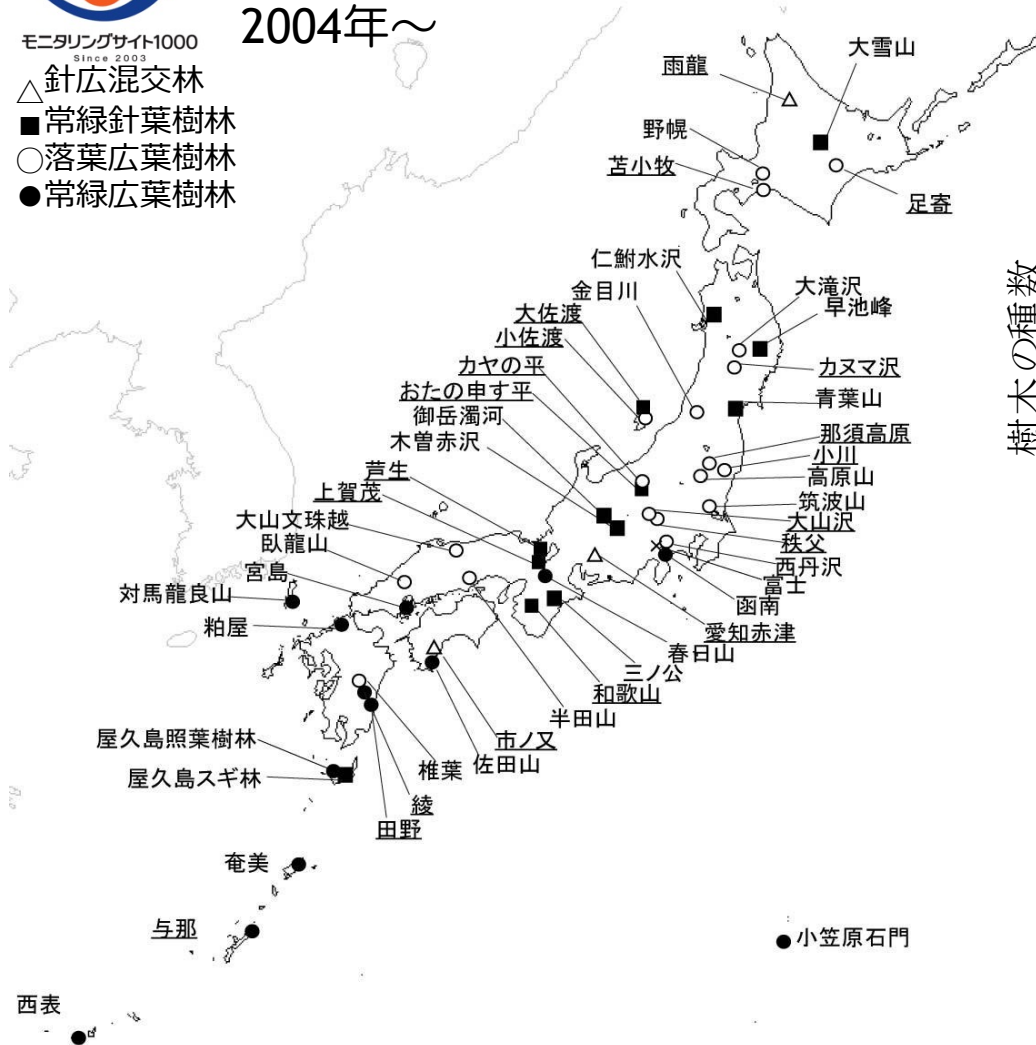


モニタリングサイト1000森林調査

モニタリングサイト1000
Since 2003

2004年～

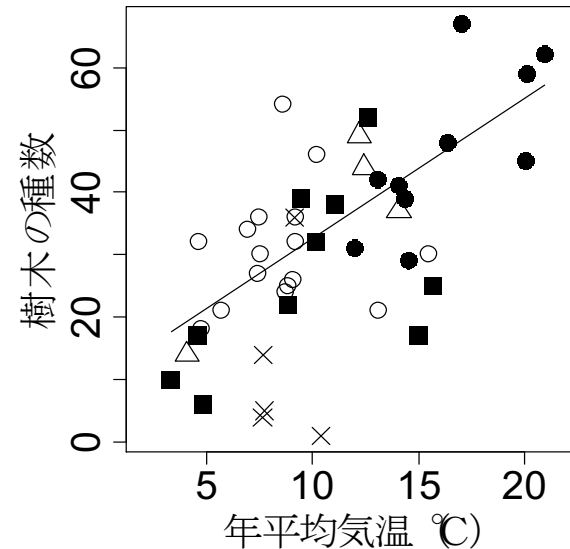
- △ 針広混交林
- 常緑針葉樹林
- 落葉広葉樹林
- 常緑広葉樹林



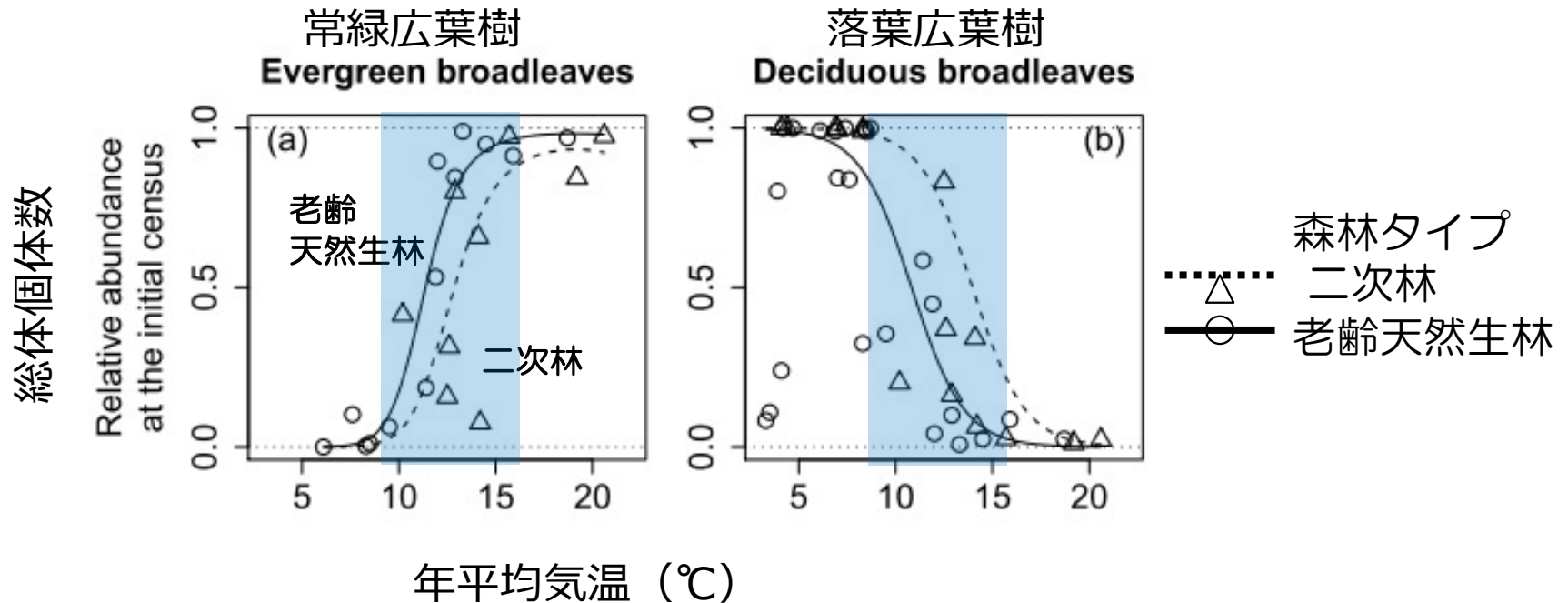
樹木

69科164属353種 (日本産樹木の20%)

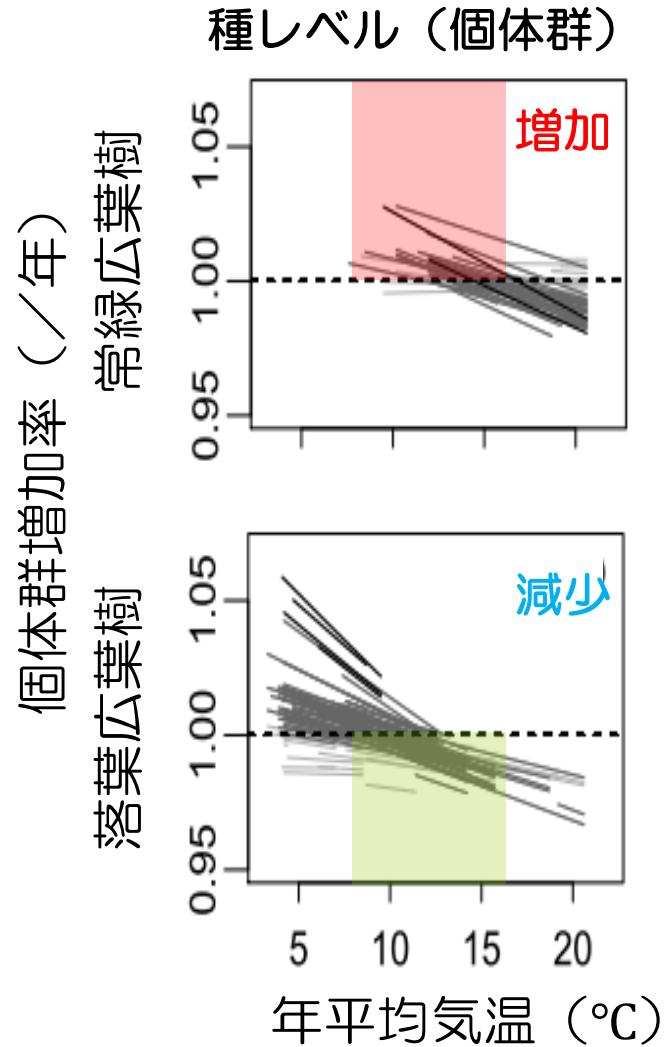
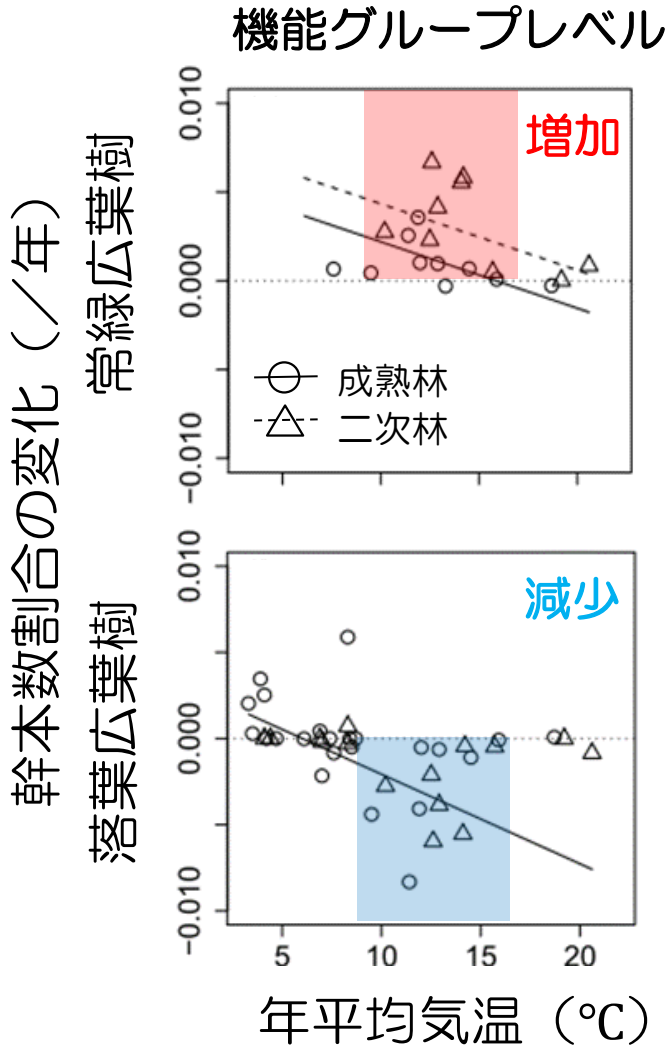
60,166幹



常緑広葉樹と落葉広葉樹の入れ替わり



寒冷な森林で常緑広葉樹が増加傾向



温暖化 (氷河期以降 + 近年) と人間による利用の減少が要因と考えられる

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

•

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

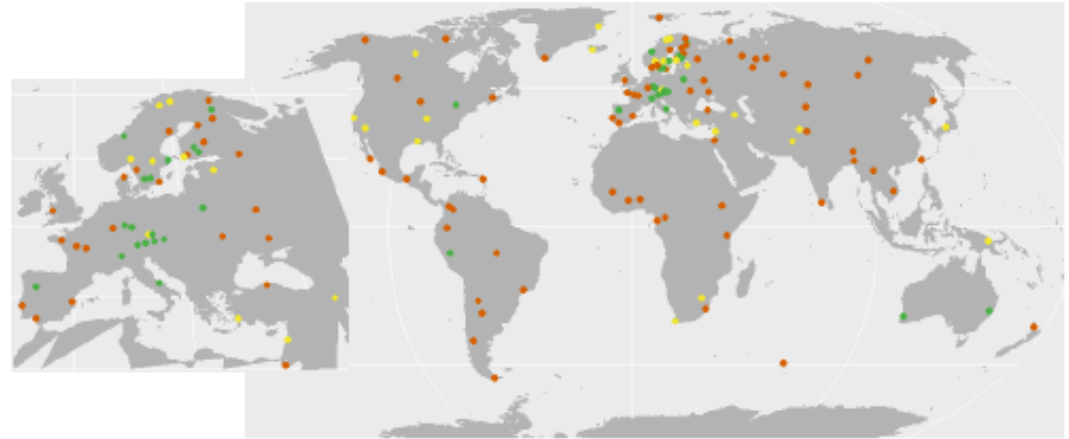
- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

LIFEPLAN



- ヘルシンキ大学が中心
- 世界100カ所 2020～
- 世界の生物多様性の現状を把握
調査が十分でない昆虫、菌類。他に鳥類、哺乳類



Maps with teams colour coded: Red = lacking some equipment or contract, Yellow = has all equipment and contracts, OK to start sampling, Green = has contracts and equipment, and has uploaded image or audio data

LIFEPLAN Newsletter May 2021

- 同じ方法で調査を行う
- バイオインフォマティクス、統計的アプローチ、AI、DNA分析を活用し、生物多様性ビッグデータを収集分析

調査種

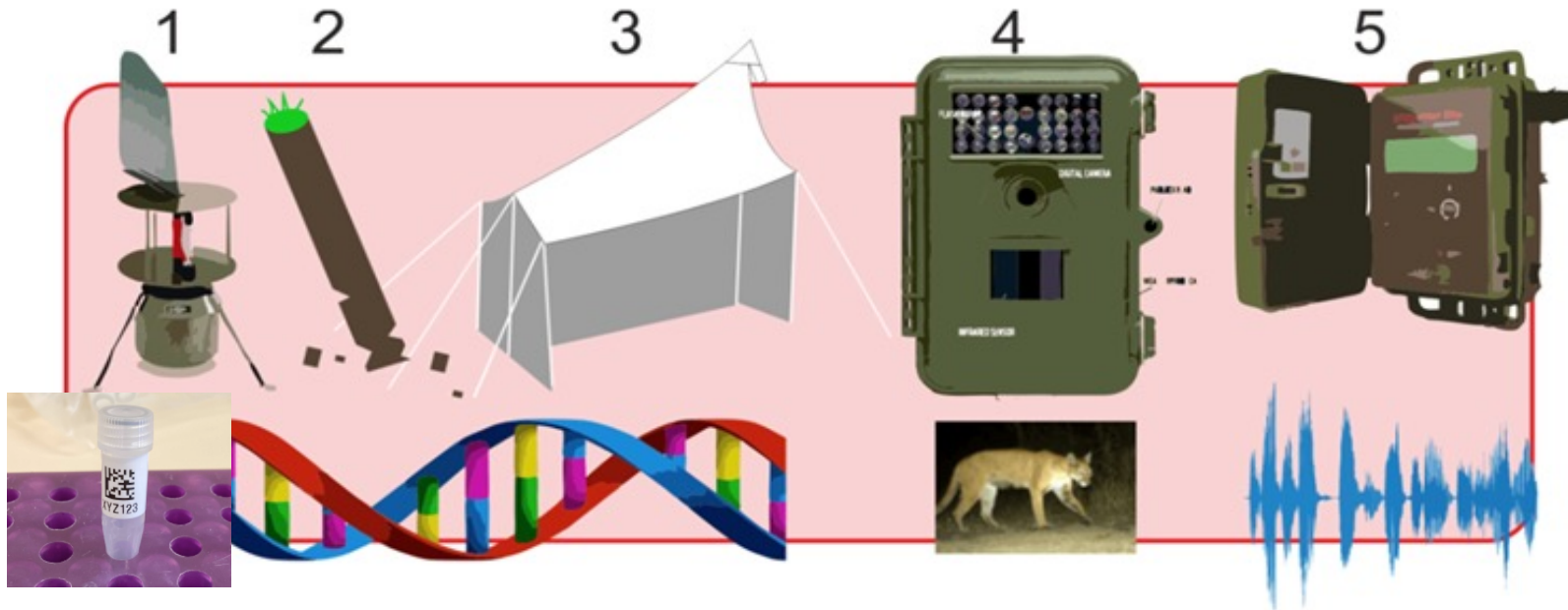
サイクロンサンプラー
菌類の孢子

センサーカメラ
哺乳類

土壌サンプル
菌類

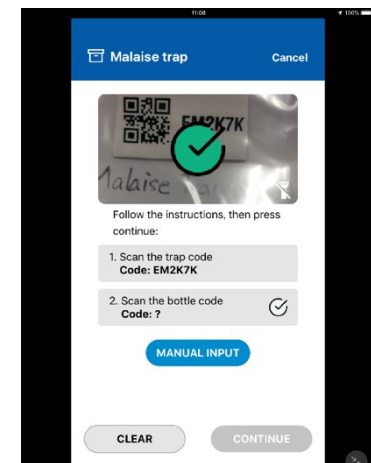
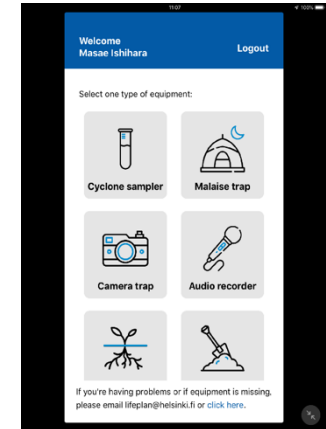
マレーゼトラップ
昆虫

音声ロガー
鳥類



デジタル技術による データ収集・保存・共有の効率化

- 専用タブレットアプリで調査ログ（位置と時刻）を記録
- サンプルにはすべてQRコード
いつ、どこで取られたかが瞬時にデータ化、保存される
- データはクラウドサーバーを通じて、本部に送付。
- AIをつかって哺乳類や鳥類を同定
- サンプルは空輸。スウェーデンとカナダでDNA分析し、昆虫と菌類を同定。
- データは各サイトにフィードバックされる



生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者



京都大学芦生研究林の森

近畿有数の原生的森林

京都大学芦生研究林 1990年代後半からシカの過剰採食による植生衰退



Nakagawa et al. (2019)

2000年ころから個体数が増加したニホンジカによる下層植生の食害
嗜好性植物の減少 裸地化

不嗜好性植物の増加：オオバアサガラ、テツカエデ、バイケイソウ、コ
バノイシカグマ、イワヒメワラビなど

大面積の植生保護柵を使った研究と保全

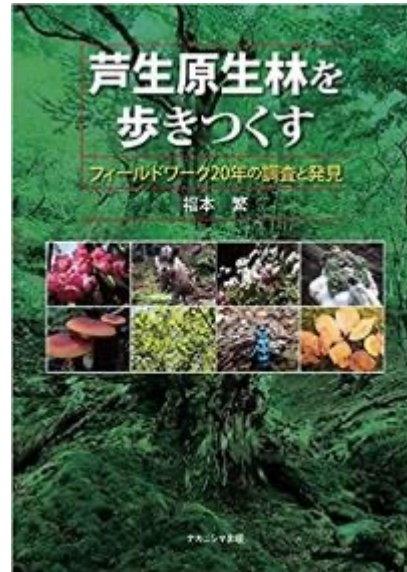
ABC (Ashiu Biological Conservation) プロジェクト

集水域全体を囲う柵13ha 2006年~
植物だけでなく生態系への影響を調べている



福本繁さん

- ABCプロジェクトのメンバー
- 市民研究者
- 芦生研究林全域を歩き回り
希少種の生育状況を調べる
- 危機的状況が判明



福本 繁(2021) 芦生原生林を歩きつくす
フィールドワーク20年の調査と発見.
ナカニシヤ出版



A dense forest of Taijinguasa plants, characterized by their palmately lobed leaves. The leaves are a vibrant green color and are densely packed together, creating a thick canopy. The lighting is bright, suggesting a sunny day, with some light filtering through the leaves. The overall scene is a lush, green forest.

今では数株しか確認できていない

タイミンガサ
(京都府絶滅危惧種)

芦生希少植物域外保全プロジェクト

- 京都府と京都大学間で植物の保全に関する協定
- 緊急避難的な処置として2018年から開始
- 危機に直面している希少植物種を京都大学や京都府立植物園等の域外で増殖・栽培管理



ゼンテイカの苗

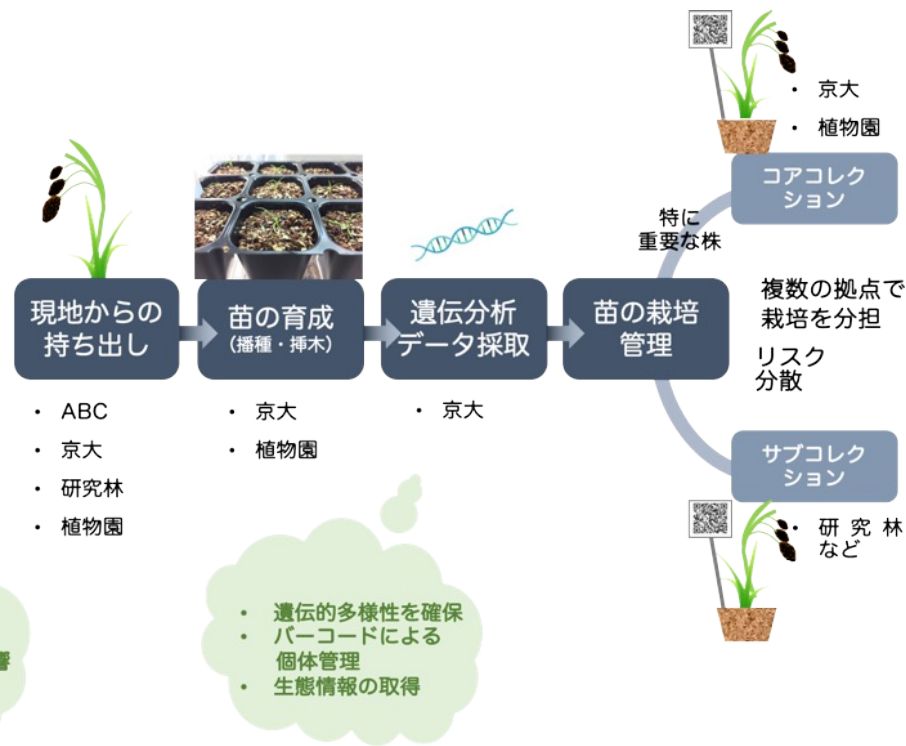


図9 京都府立植物園内にある絶滅危惧植物温室にて、タヌキランのコアコレクション (遺伝分析の結果に基づいて選抜した実生個体群 36 個体) を京都府立植物園に移譲した (2019 年 4 月 16 日)。個体が植えられている鉢には、苗の由来や遺伝分析の結果に紐づけられた管理ラベルが付与されている (写真中の白色ラベル)。

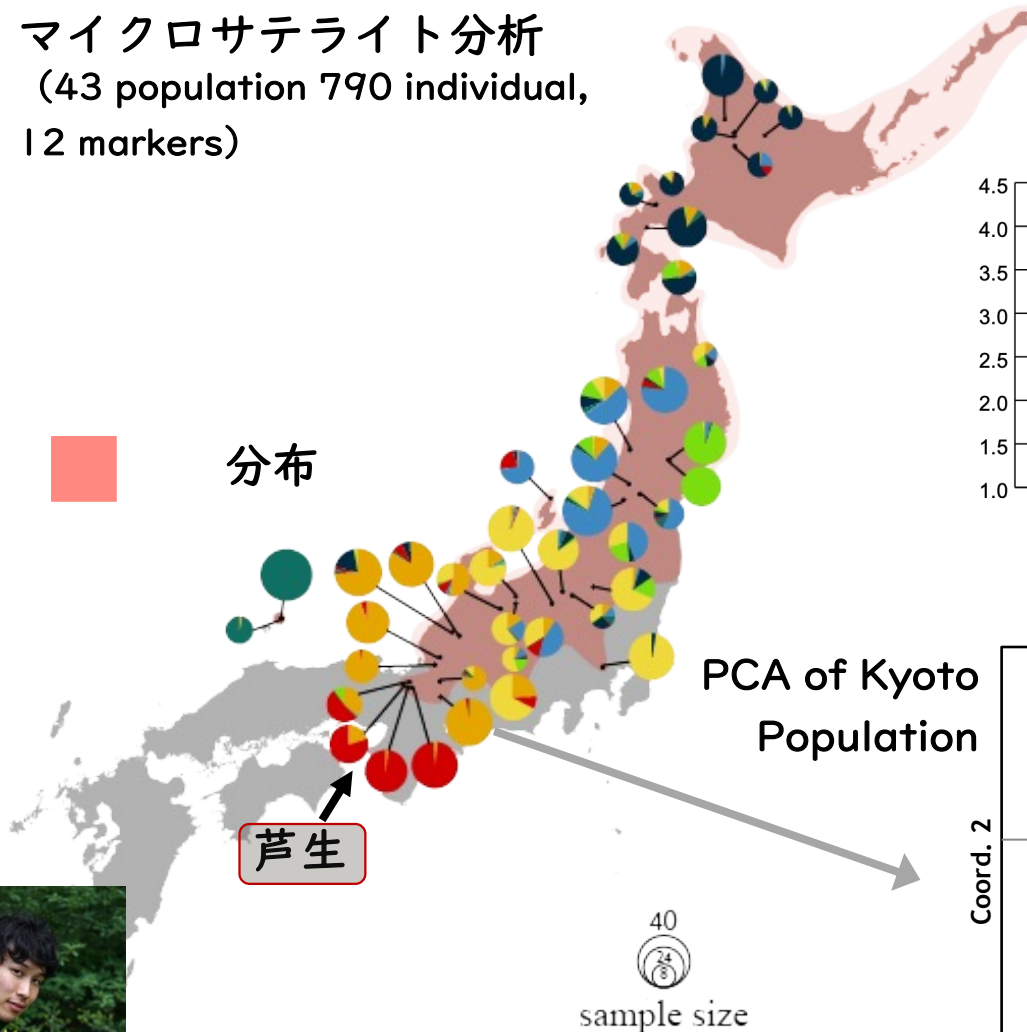
芦生希少植物域外保全プロジェクト 対象5種



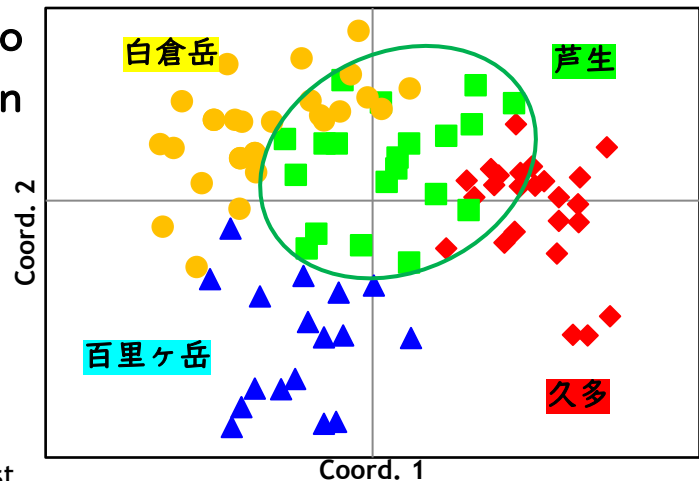
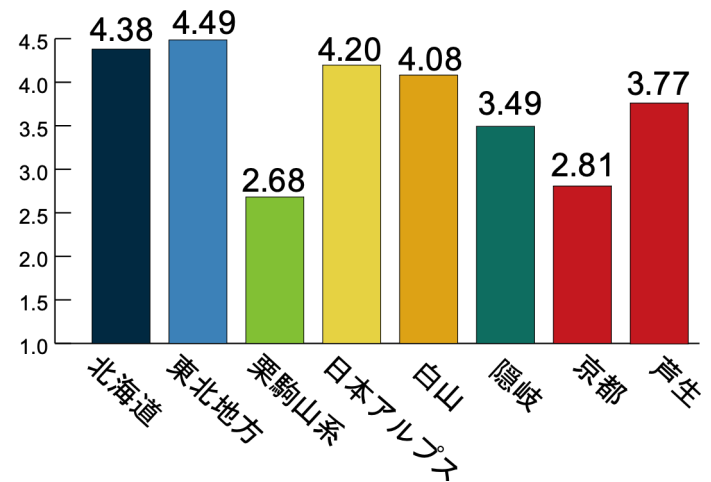
ゼンテイカ (ニッコウキスゲ)



マイクロサテライト分析
(43 population 790 individual,
12 markers)



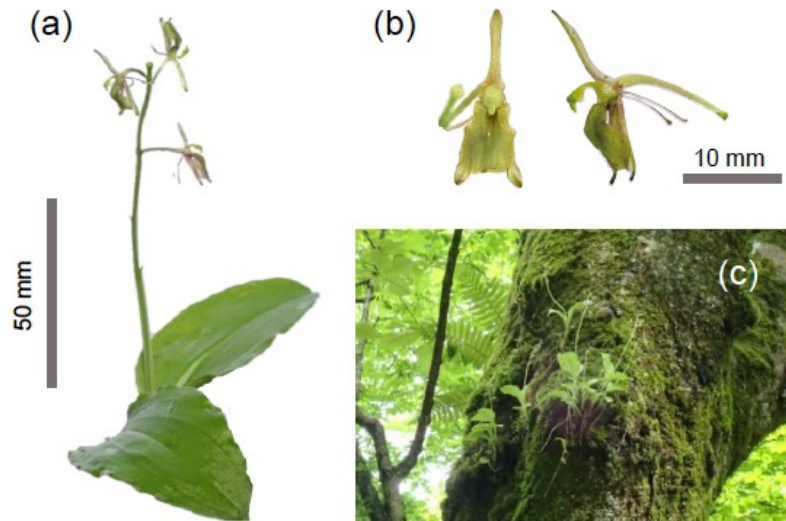
Genetic diversity



Masuda K, Setoguchi H, Nagasawa K, et al (2020) Predicting Genetic Demography of Rear-edge Populations of *Hemerocallis Middendorffii*: A Test for Climate Effects in Last Glacial Maximum and Holocene Optimum. *Res Sq* 1-33.



芦生希少植物域外保全プロジェクト まだまだ生物相の解明が続く



アキタスズムシソウ (地上性)
2020年 京都府下で4地点目の発見

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのご相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

芦生研究林のガイドツアー 一般社団法人 芦生もりびと協会



芦生もりびと協会
ASHIU MORIBITO KYOKAI



芦生の森とともに暮らす
芦生研究林公認ガイドが
原生的な自然と暮らしと共にある
芦生の森の魅力を伝えます

芦生の森ガイド

詳しく見る

<https://ashiu-moribito.jp/>

ガイドの多様な機能

1) エコツアーのプロのガイド

2) インタープリター

ツアー参加者、地域の子どもたちへの環境教育
研究林の研究成果を共有することで、

芦生の森の理解 → **愛着** → **地元出身者の誇り**
→ **保全への市民の理解**

3) 生物多様性モニタリング調査の担い手

生物種の豊富な知識、頻繁にフィールドに入る機会



赤石大輔（京大フィールド科学教育研究センター助教）

ガイドとの協働による調査1

芦生研究林
きのこの多様性調査
2019-2021





和名：ツキヨタケ 分類：ツキヨタケ科ツキヨタケ属
学名：*Omphalotus japonicus* (オンファロトゥス・ジャポニクス)
分布：日本、韓国、旧ソ連沿海州。
特徴：シイタケ、ヒラタケ、ムキタケに似る。ブナやイタヤカエデ等の枯れ木に発生。
食毒：有毒。死亡例アリ。食後1時間までにわかに嘔吐、腹痛、頻繁に下痢。見るもの全て青色に見えるなど。
分類ポイント：柄とひだの付け根との境に「つば」＝環状の隆起帯がある（右上写真）。
柄の内部に黒いシミが特徴だが、ないものもあるので注意（右下写真）。
生物との関係：
オオキバハネカクシという昆虫が、柄の部分にトンネルをつくり子育てをする（右下写真）。

京都府下で絶滅したと考えられていた キイロスツポインタケの再発見



生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

市民参加型調査×研究者 「市民参加による生き物モニタリング調査」 (いきモニ)

中央大学・東京大学・パルシステム東京協働プロジェクト「市民参加による生き物モニタリング調査」-東京のチョウを対象に-



<http://butterfly.diasjp.net/>

HOME

「いきモニ」ってなに？

一般向けデータ公開

調査員ページ

お問い合わせ

The banner image is divided into three main sections. On the left, a large black and white butterfly is perched on a cluster of small yellow flowers. In the center, a white cartoon character with a camera and a white balloon stands on a small patch of grass. Below the character, Japanese text reads: '大学と市民との協働による 東京のチョウを対象にした 東京大学・パルシステム東京協働プロジェクト' and a URL 'http://butterfly.tkl.iis.u-tokyo.ac.jp/'. On the right, there is a vertical stack of logos and text: 'Supported by' with a butterfly icon, the 'DIAS' logo (Data Integration & Analysis System) with the text 'データ統合・解析システム', the '東京大学 THE UNIVERSITY OF TOKYO' logo, the text '地球観測データ統融合連携研究機構 農学生命科学研究科(鷺谷研) 生産技術研究所(喜連川研)', and the 'pal*system' logo with the text '生活協同組合パルシステム東京'.

生活共同組合パルシステム東京、中央大学、東京大学が協働
チョウを対象とした市民参加型調査
研究者単独よりも広域かつ時間的に緻密なデータ取得が可能
学び実践する貴重な機会でもある (海老原ほか2020 保全生態学研究)

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

自然観察会×研究者・ガイド

ビジターセンター主催の 親子植物観察会 2021年4月より

企画の目的：ビジターセンター周辺の自然を手がかりに、国定公園内の豊かな自然に目を向けるきっかけを作る。

方法：毎回同じルートを観察しながら発見した生物を記録。ルートを記した大型地図上に書き込んでいき、情報を蓄積。

1. 地域の環境教育
2. 地域の植物相モニタリング
3. モニタリングの担い手養成
4. データの観光資源化（花ごよみ）

京都丹波高原国定公園ビジターセンター主催 

旬感！ 

～親子で学ぼう～

野道かんさつ塾

毎月第3土曜日 開催 6/19 7/17 8/21 9/18 10/16 11/20 12/18



身近な野道を散策して、季節ごとに咲く花の変化を、はかせの助手になって大調査！昆虫や田んぼの生き物、動物の痕跡なども観察します。

- 対象 小学1年生以上の親子
(参加は4歳から可能、ただし常時保護者の付き添いが必要)
- 参加費 500円/1人1日
(小学生以下は必ず保護者と一緒に参加ください)
- 定員 10名程度 (申し込み先着順)
- 時間 9:30集合～12:30解散予定
- 場所 京都丹波高原国定公園ビジターセンター
- TEL (0771)75-9020 ●メール info@yototamba-vc.com
- 〒601-0722 京都府南丹市美山町安曇下28

■ お申し込み方法は裏面へ



はかせプロフィール

あかいしだいすけ (赤石大輔)
京都大学フィールド科学教育研究センター所属。結核治療のこころを伝える昆虫の専門家。地域住民が自然観察と親しくなる方法を調査中。かんさつ塾では、調査子ども助手を見つけていきたいと思っています。いろいろな調査や実践方法をみなさんと試して、身近な自然を楽しみたいのです。



身近な自然の見方を学んで味方になろう

アビリティセンターの保護者も、特に自然観察の「目撃」

赤石大輔 (京大フィールド科学教育研究センター助教)



自然観察会×研究者・ガイド その成果

活動の成果：実施期間：2021年4月-12月（9回）

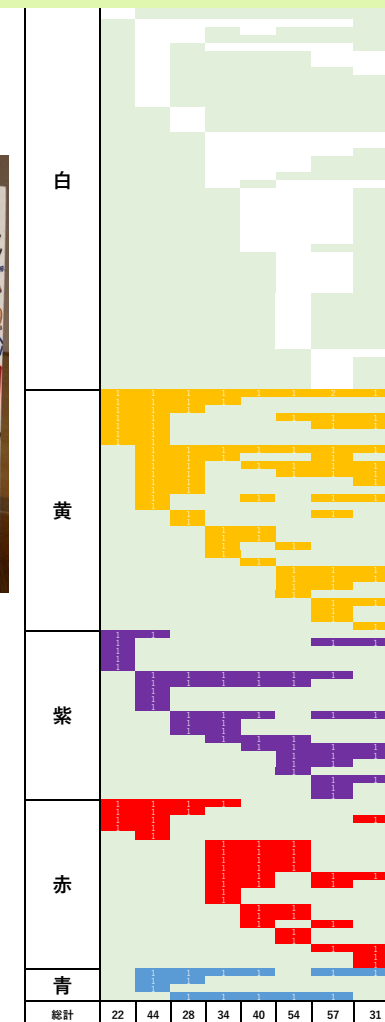
1. 観察した植物種：128種
2. 参加者：親子15組42名のべ132名
3. 体験プログラム構築
4. 花ごよみ
5. 観察マップ



今後の展開：

- ・参加者へアンケート (植物のモニタリングへの理解)
- ・観察会の担い手育成 (ガイドが調査の担い手に)
- ・美山町内の横の展開 (観光との循環)

身近な自然のモニタリング
関心がない人へのアプローチ
観光への発展への可能性



生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

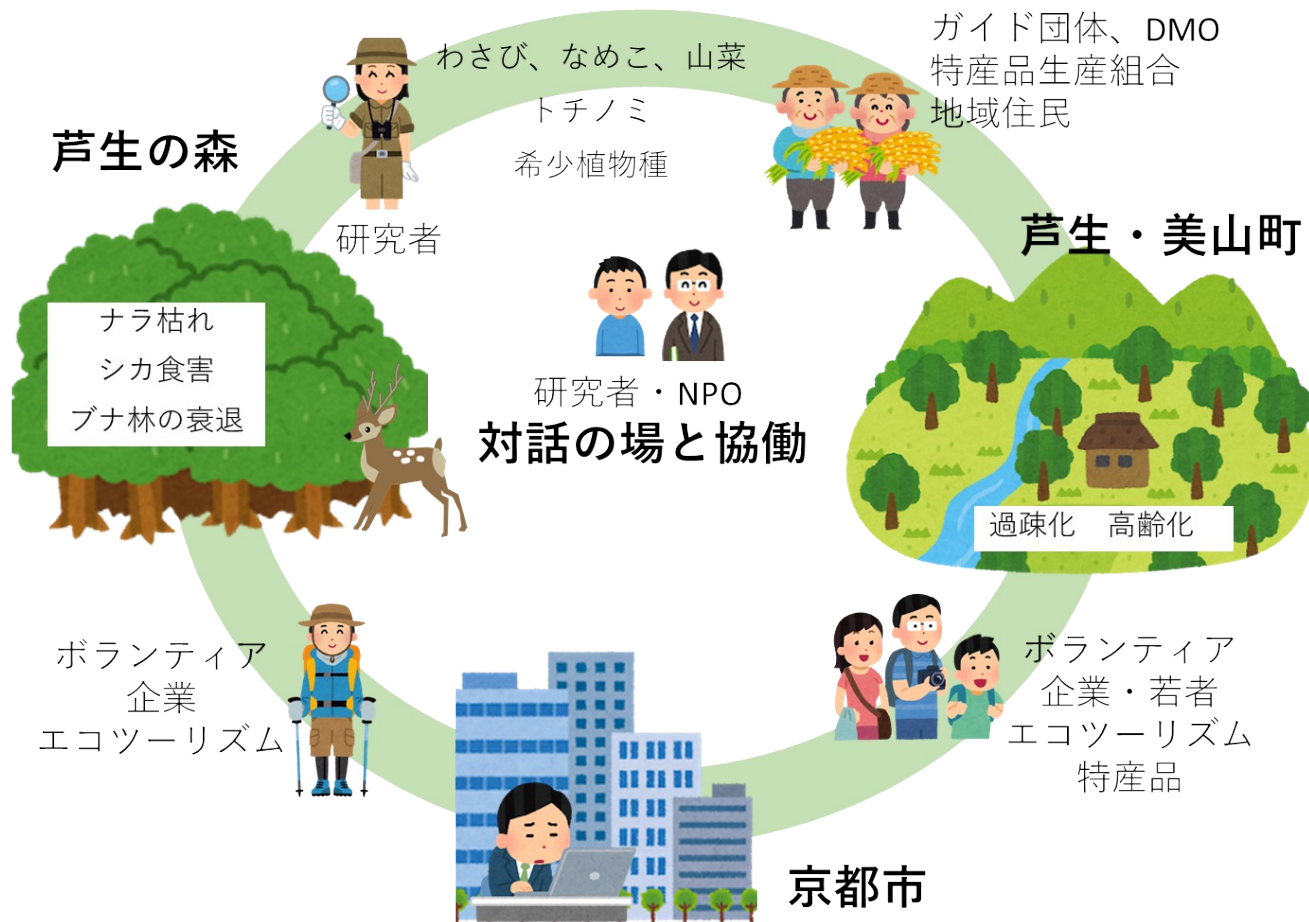
関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者

「豊かな森と里」プロジェクト

森里連環学に基づく豊かな森と里の再生
「芦生の森」における研究者と地域との協働に基づく学際実践研究



トチノキ



はちみつ

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aesculus_turbinata_7.JPG



枥の実
(種子)

栃の実食文化



2000個の栃の実が詰まった貯蔵穴
京都市左京区京都大学構内

京都大学埋蔵文化財調査報告III-北白川追分町縄文遺跡の調査一,1985 図版4

栃の実は山村における炭水化物源として重要だった。飢饉の際の救荒食として備蓄されるほか、半ば常食されていた地域もあった。

栃の実食は1960-70年代にかけて衰退



トチモチ（綾部市古屋）

坂野上なお 提供

トチノキの生育状況 1989 vs. 2020

1989



Kaneko, Y., Takada, T. & Kawano, S. Population biology of *Aesculus turbinata* Blume : A demographic analysis using transition matrices on a natural population along a riparian environmental. *Plant Species Biol.* 47-68 (1999).

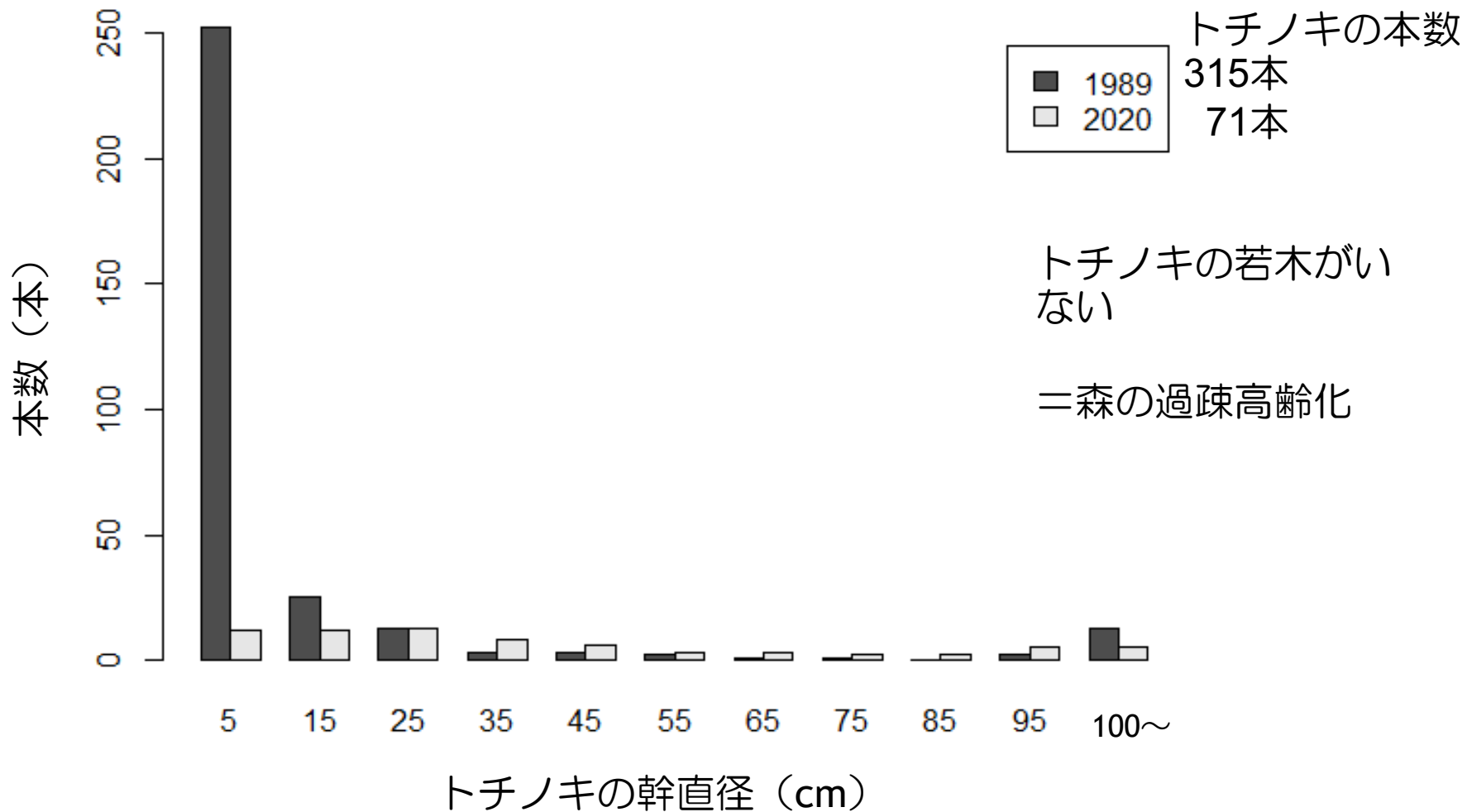
1989年11月



2020年11月



トチノキの分布調査 1989 vs. 2020



枥の実の生態学的調査

どれだけ生産されていて、どれだけ採取しても大丈夫なのか

ルールを決める

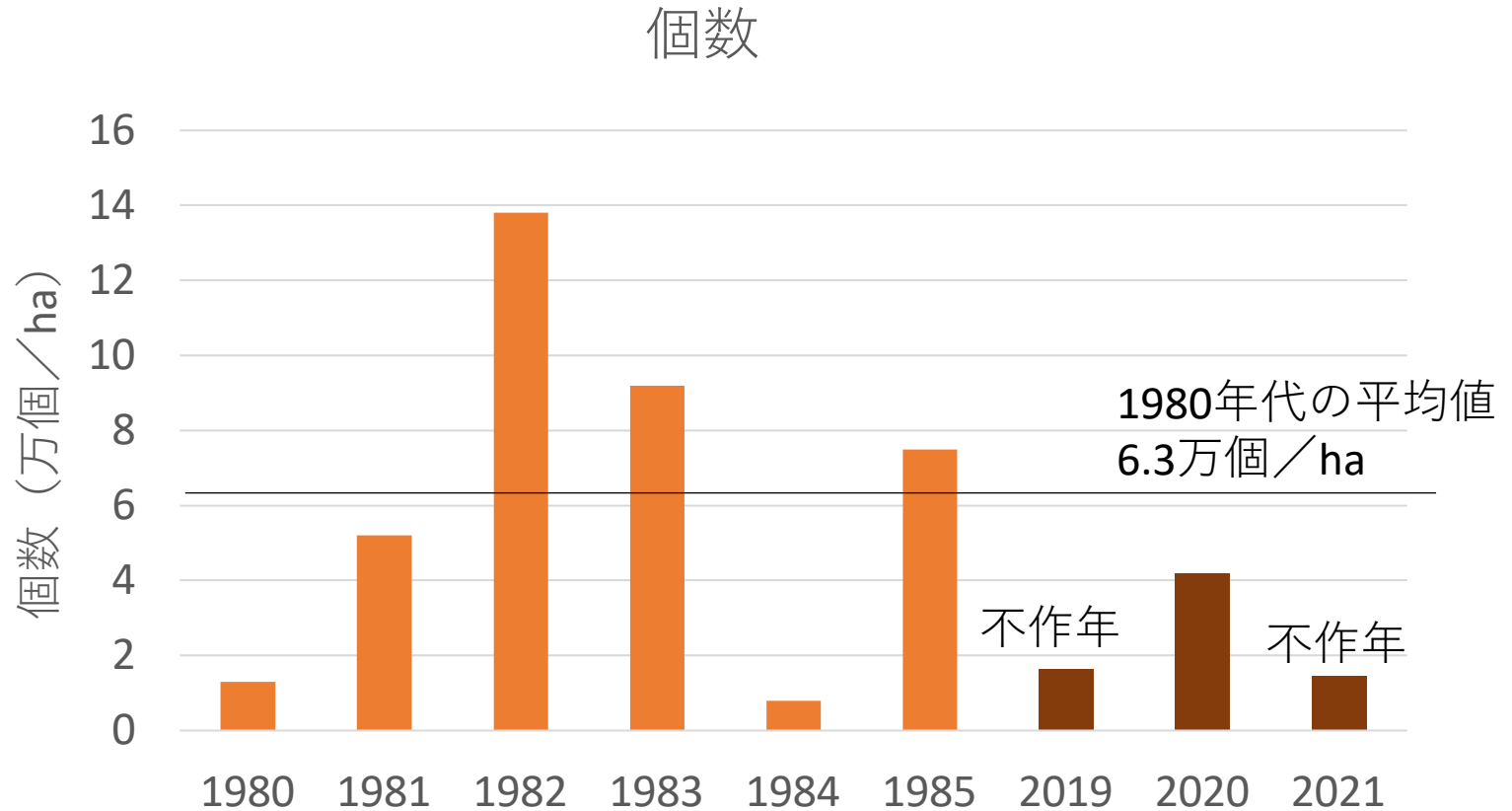
一緒に採取

重さ、個数を測る

その後、地域に利用してもらおう



栃の実食の生産量



→種子生産量は危機的状況にはないかどうかは継続調査が必要

人による柝の実食の採取量とそのインパクト

採取エリアを限定

総採取量（生重量）は14kg (2019)、93kg (2020)、27kg (2021)であった。

採取した林においては、土地面積あたりの生産量の3～23%

採取量		落下量に対する割合	
		当年 (%)	1980－1985年平均 (%)
個数(個/ha)			
2019	2795.1	23.1	4.4
2020	6186.3	15.1	9.8
2020	1794.0	12.4	2.8
乾燥重量 (kg/ha)			
2019	21.8	23.1	5.6
2020	51.7	15.6	13.3
2021	18.4	18.5	4.7

今回の方法は生態系へのインパクトは小さい

一緒に調査する、話す、良い方法を一緒に考える 生産・採取や加工に関する現状把握 森や文化の存続に対する危機意識を共有

地域住民との資源量調査・採取



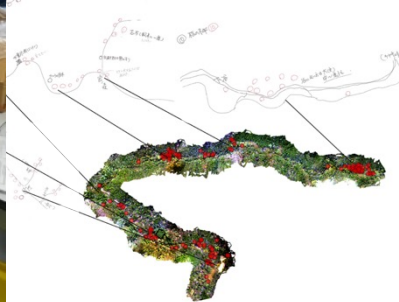
栃の実加工と地域づくり



研究



伝統知から生態学者が学ぶ



キュー王立植物園に研究試料提供

大学教育への活用



採取と調査

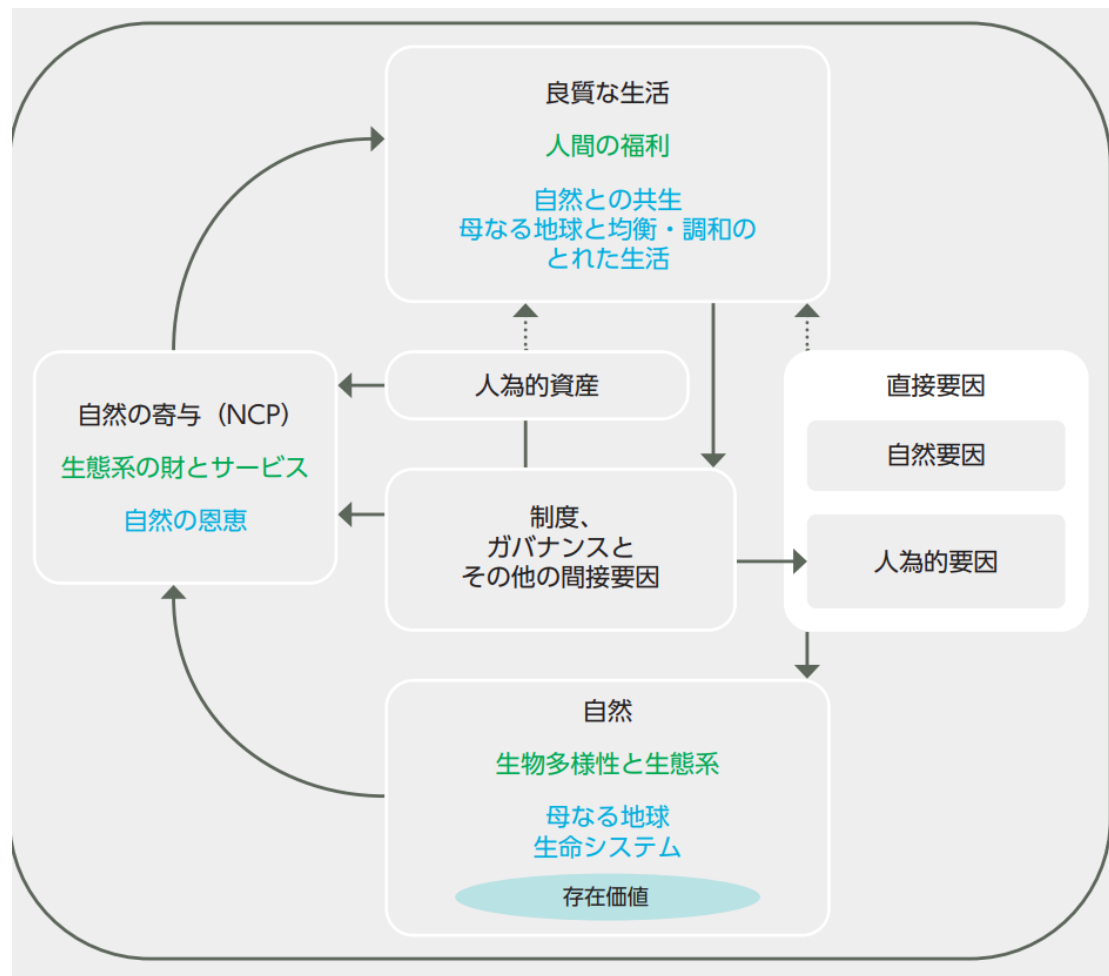
地域の方

大学生



伝統文化の活用を学ぶ

自然がもたらすもの “Nature’s contributions to people” (NCP)



生物多様性および生態系サービスに関する政府間科学-政策プラットフォーム

The IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services Chapter 1. (2019)

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

- 自然観察会×研究者
野道観察会

関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者
積水ハウス

積水ハウス「5本の樹」

20年間で、100万世帯の個人住宅 累計1,700万本以上植樹

その地域の気候風土・鳥や蝶などと相性の良い在来樹種を中心とした植栽にこだわった庭づくり・まちづくり

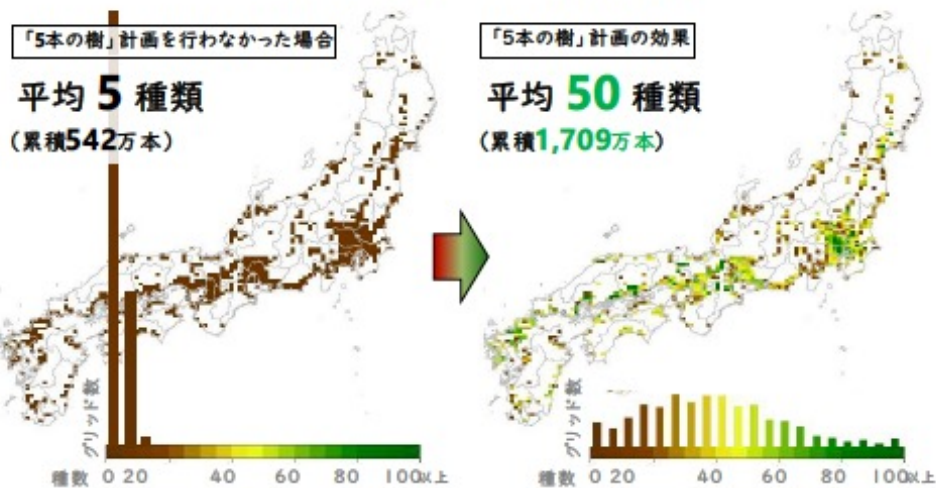
集合住宅やまちづくりにも取り入れる

久保田康裕（琉球大学）がその効果を分析



ビッグデータ分析結果「樹種数を約 **10 倍**に」

→ 生物多様性の基盤を強化



積水ハウス（2021）

定量評価分析結果①

お客様と共に20年、「5本の樹」計画で都市の生物多様性保全推進
～生物多様性の財務価値化の幕開け、ネイチャー・ポジティブ方法論を公開～

生物多様性モニタリングの事例紹介

プロ

- 研究者や研究機関
環境省モニタリングサイト1000
地球規模生物多様性プロジェクトLIFEPLAN

- 市民科学者×研究者
希少種モニタリングと芦生希少植物域外保全プロジェクト

セミプロ

- ネイチャーガイド×研究者
芦生のきのこ相の解明

- 市民参加型調査×研究者
「市民参加による生き物モニタリング調査」(いきモニ)

アマチュア

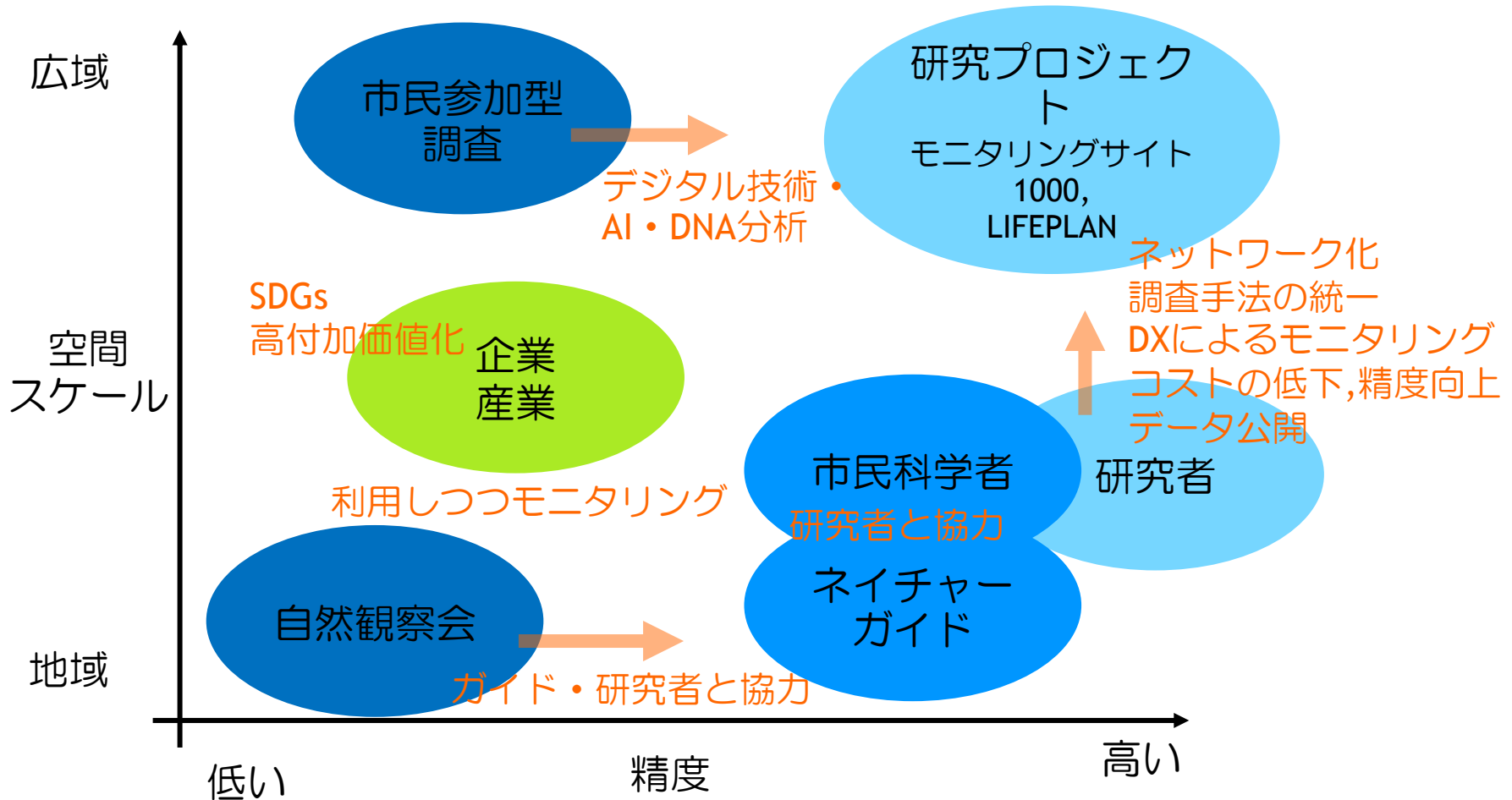
- 自然観察会×研究者
野道観察会

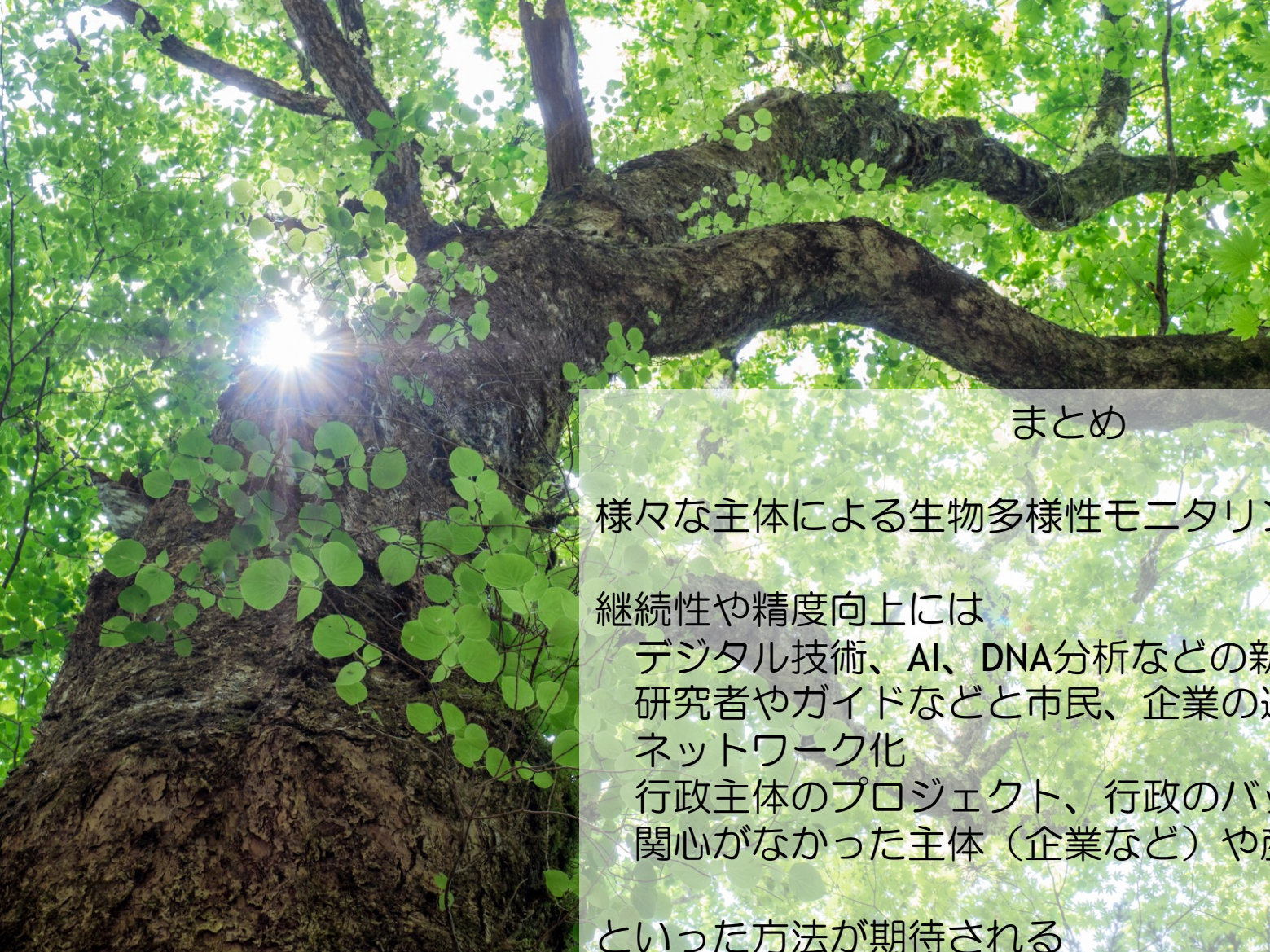
関心や関係が
なかった主体

- 地域資源利用×研究者
栃の実プロジェクト

- 企業×研究者
積水ハウス

様々な主体によるモニタリングの 継続性の確保と精度向上





まとめ

様々な主体による生物多様性モニタリング

継続性や精度向上には

デジタル技術、AI、DNA分析などの新しい技術
研究者やガイドなどと市民、企業の連携

ネットワーク化

行政主体のプロジェクト、行政のバックアップ
関心がなかった主体（企業など）や産業の参画

といった方法が期待される

謝辞 赤石大輔、阪口翔太、福本繁、岸本泰典、芦生もりびと協会、芦生山村活性化協議会、芦生地域の皆さん（敬称略）