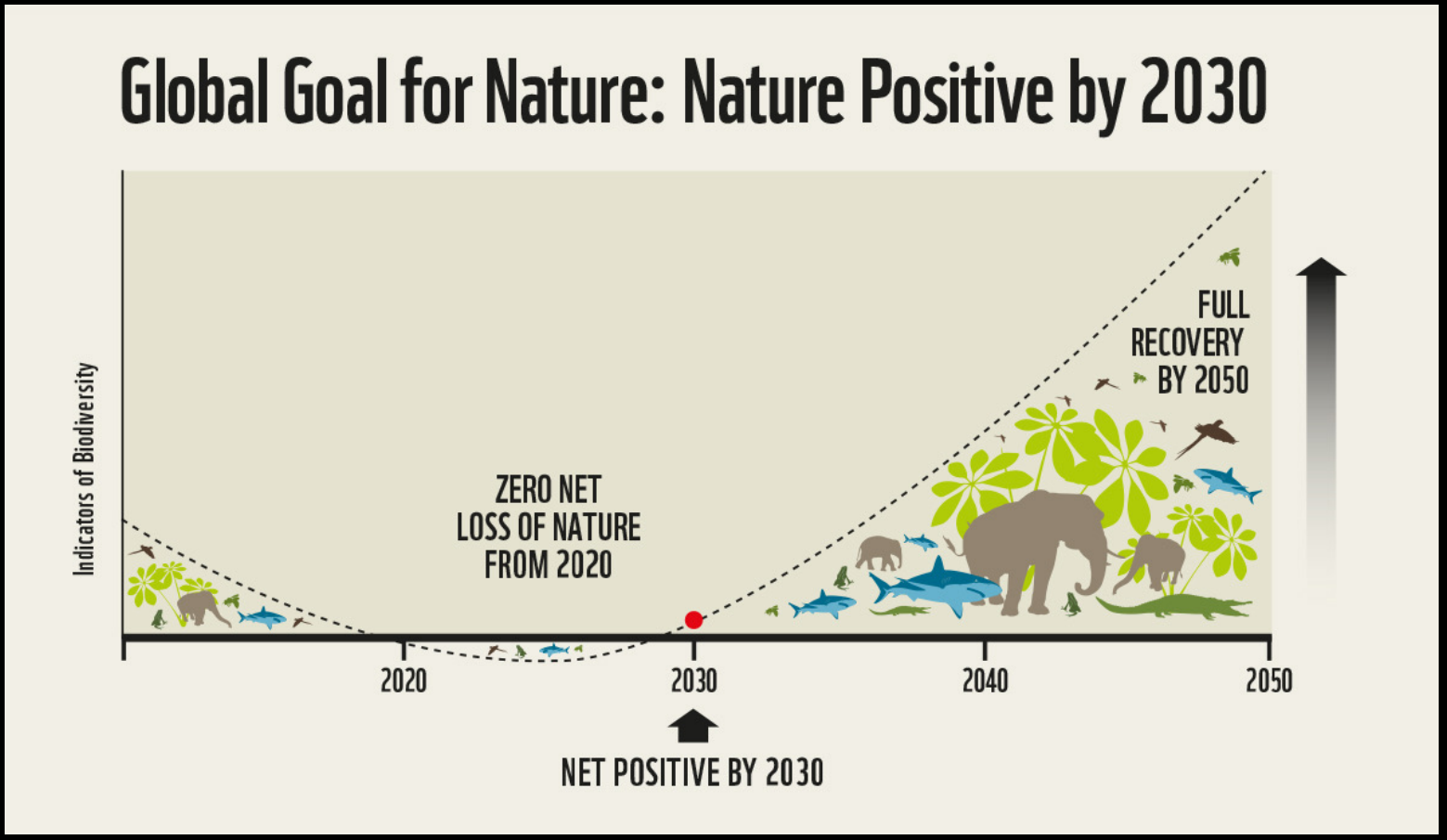
ANEMONE:
an eDNA-based biodiversity monitoring network

KONDOH Michio
Tohoku University



https://www.naturepositive.org

Nature Positive as a global target

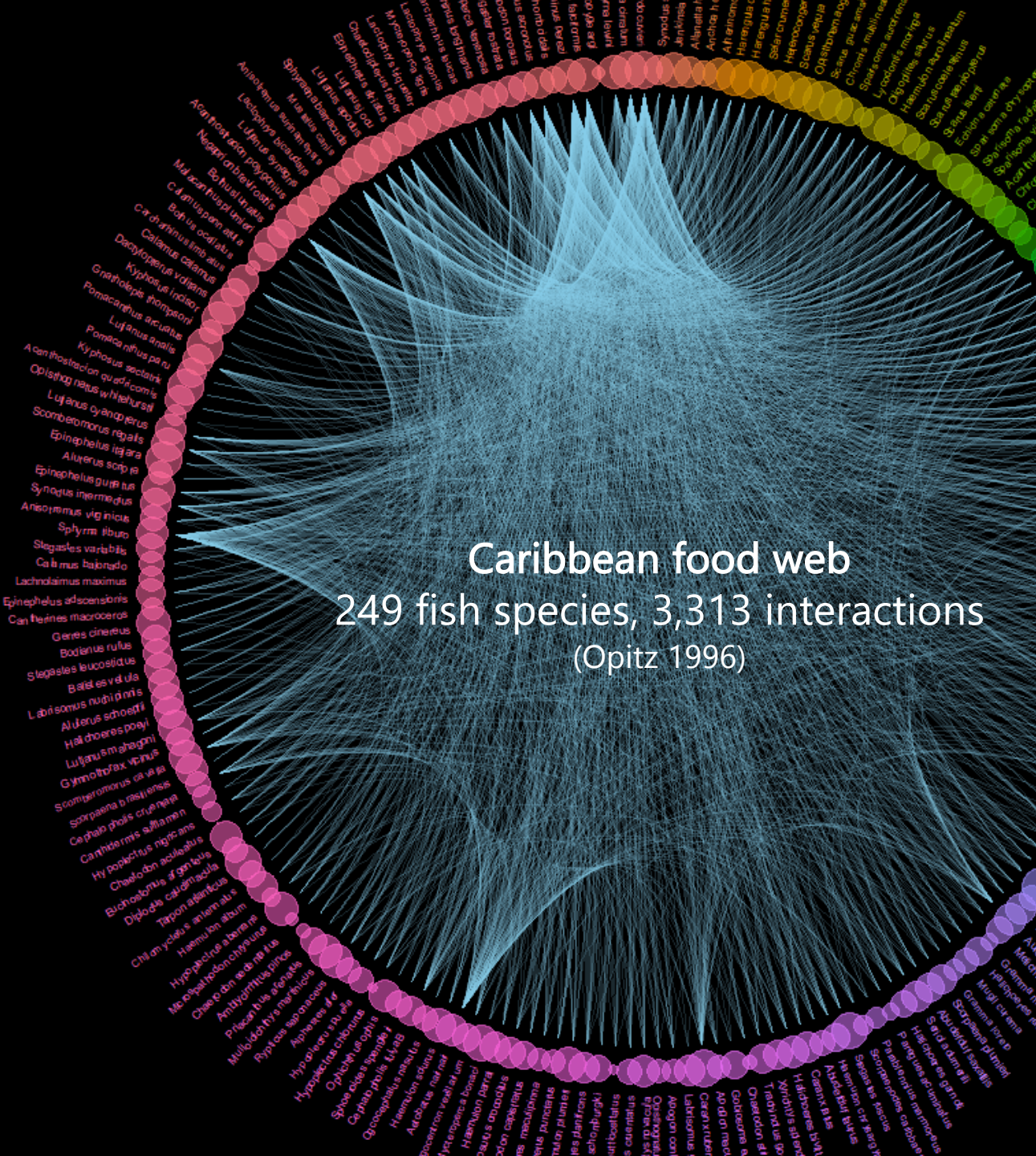
- Biodiversity is rapidly declining due to human activities
- Reversing the decline by 2030. (Nature Positive) set as a stepping stone towards the 2050 vision of “living in harmony with nature” (CBD 2010)
- Big challenges to overcome in order to achieve those targets

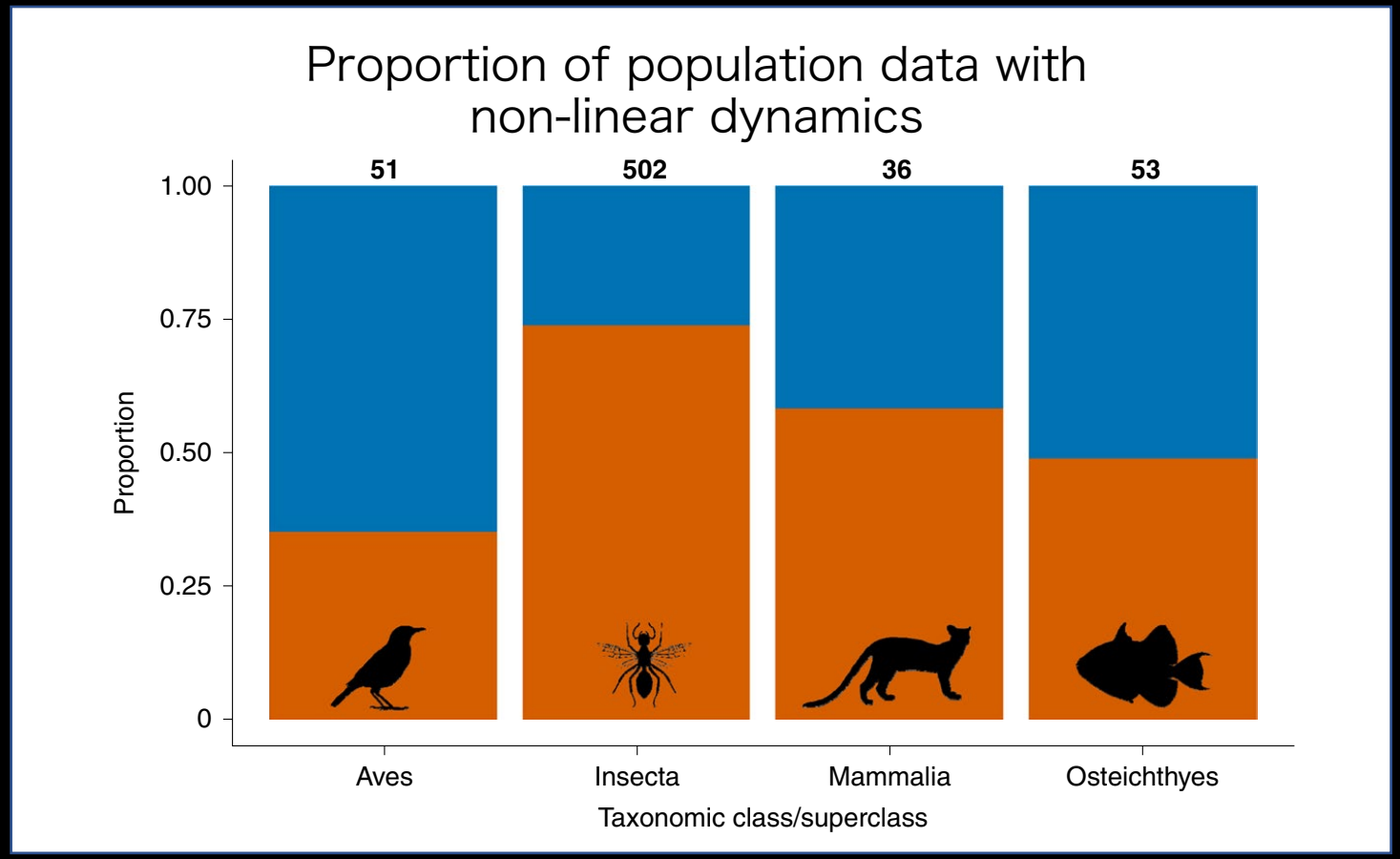
Complexity of Ecosystems

in their structure and dynamics

Ecosystem structured as a huge, complex network

- Ecosystem is built with many biological and non-biological entities and complex interactions between them
- Even assessing the present compositional state is a big challenge
- Developing methodologies for assessing ecosystem's structure is essential for biodiversity conservation





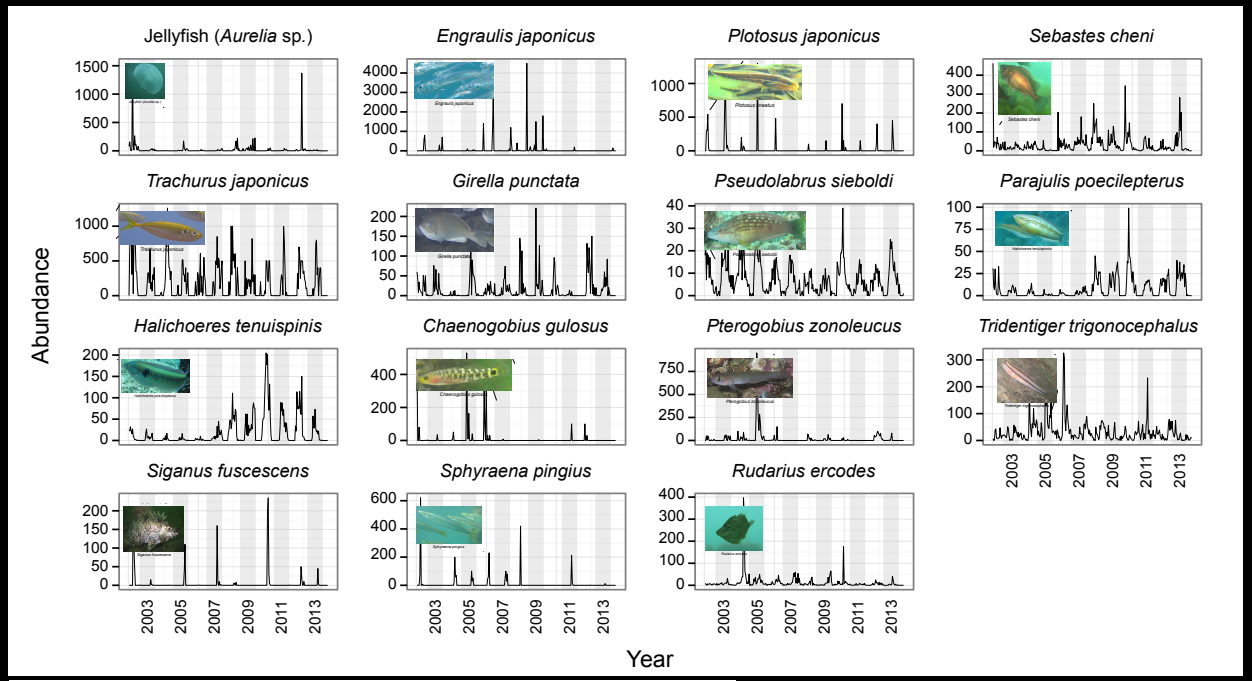
Clark & Luis 2020

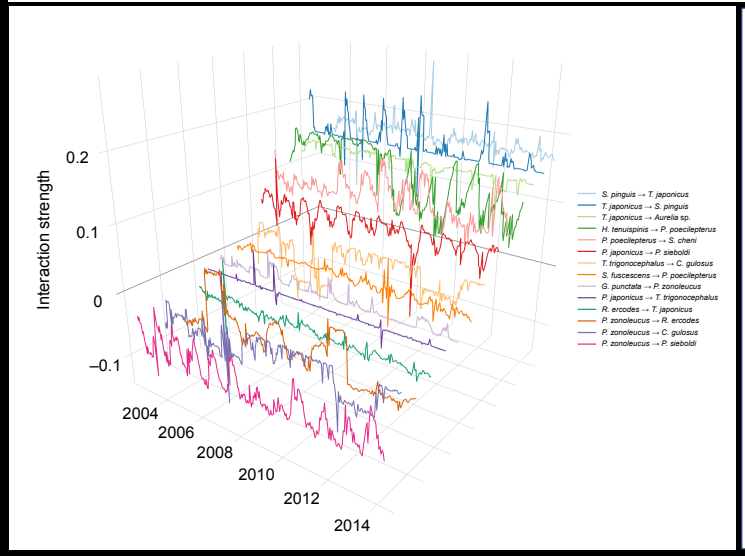
Unpredictable ecological dynamics

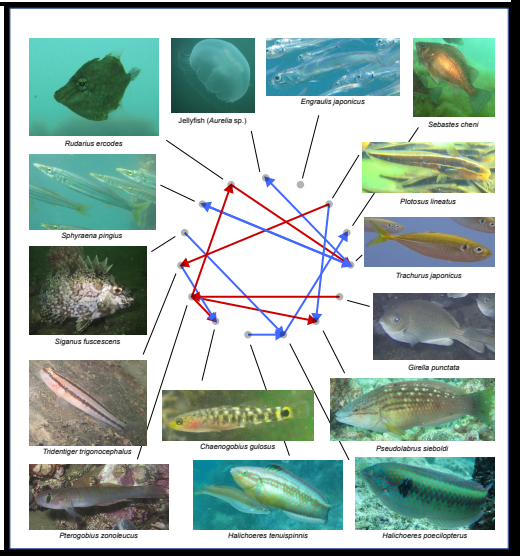
- Non-linear state-dependent dynamics are common in nature
- Linear, equilibrium-based model may fail at predicting population dynamics across a wide range of animal taxa
- Better model, developed based on real data, needed to forecast and successfully manage the ecosystems

Massive data and data-driven approach

an approach to complexity with no master equations







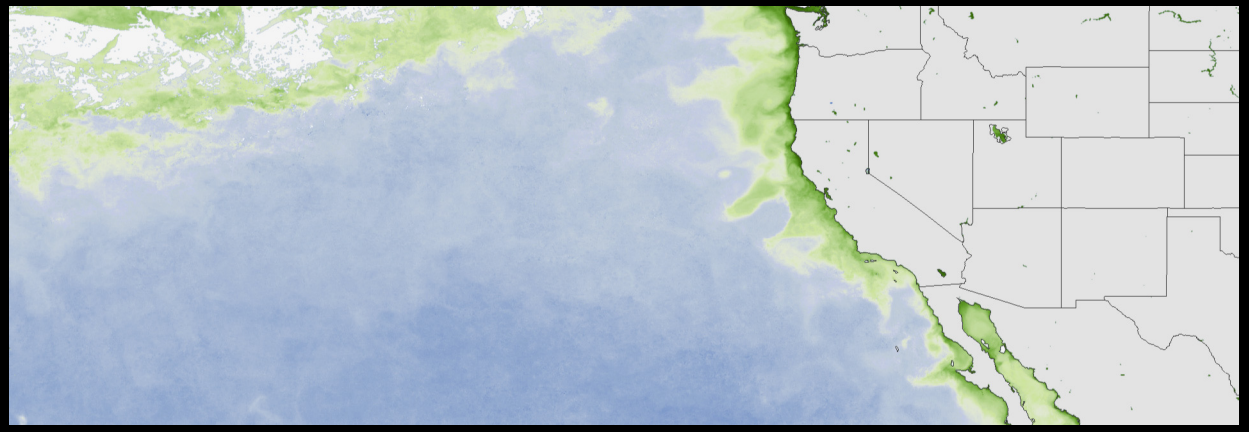
Ushio et al. 2015, Nature

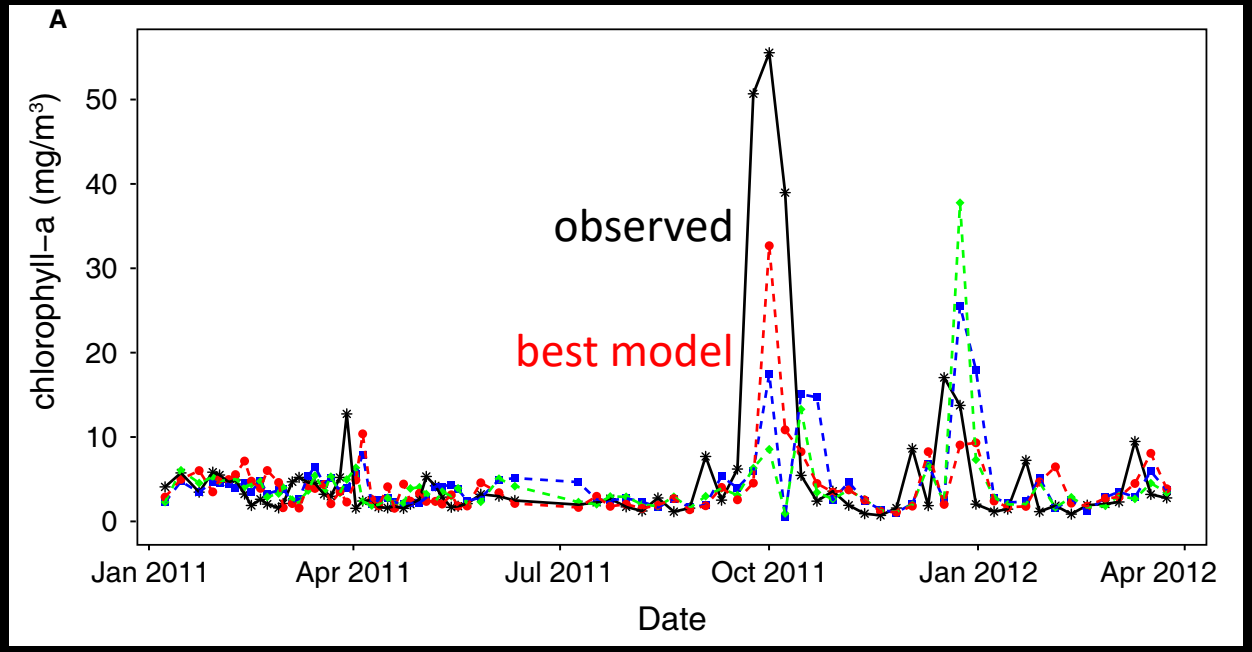
Making the invisible visible by data-driven approach

- Nonlinear causality test, based on dynamical theory, applied to 12-year monitoring data of fish
- Temporally varying interactions identified among 15 marine species

Making the unpredictable predictable

- Recent modeling development enables ecological forecasting based on ‘big data’
- Nonlinear forecasting developed based on the 27-year twice-a-week monitoring data enabled predictions of recent algal blooms



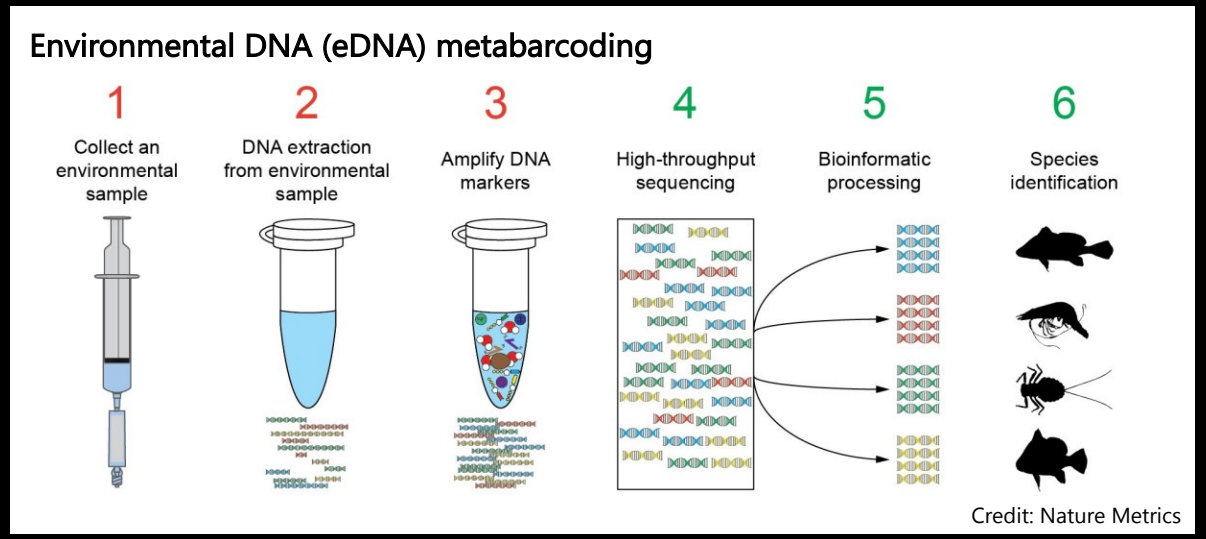


McGowan et al. 2017, PNAS

Big data as a “weapon” to tackle the ecological complexity

- Ecological systems are complex in their structure and dynamics
- We need a monitoring data ‘big’ enough to overcome the complexity

ANEMONE:
the eDNA-based biodiversity monitoring network

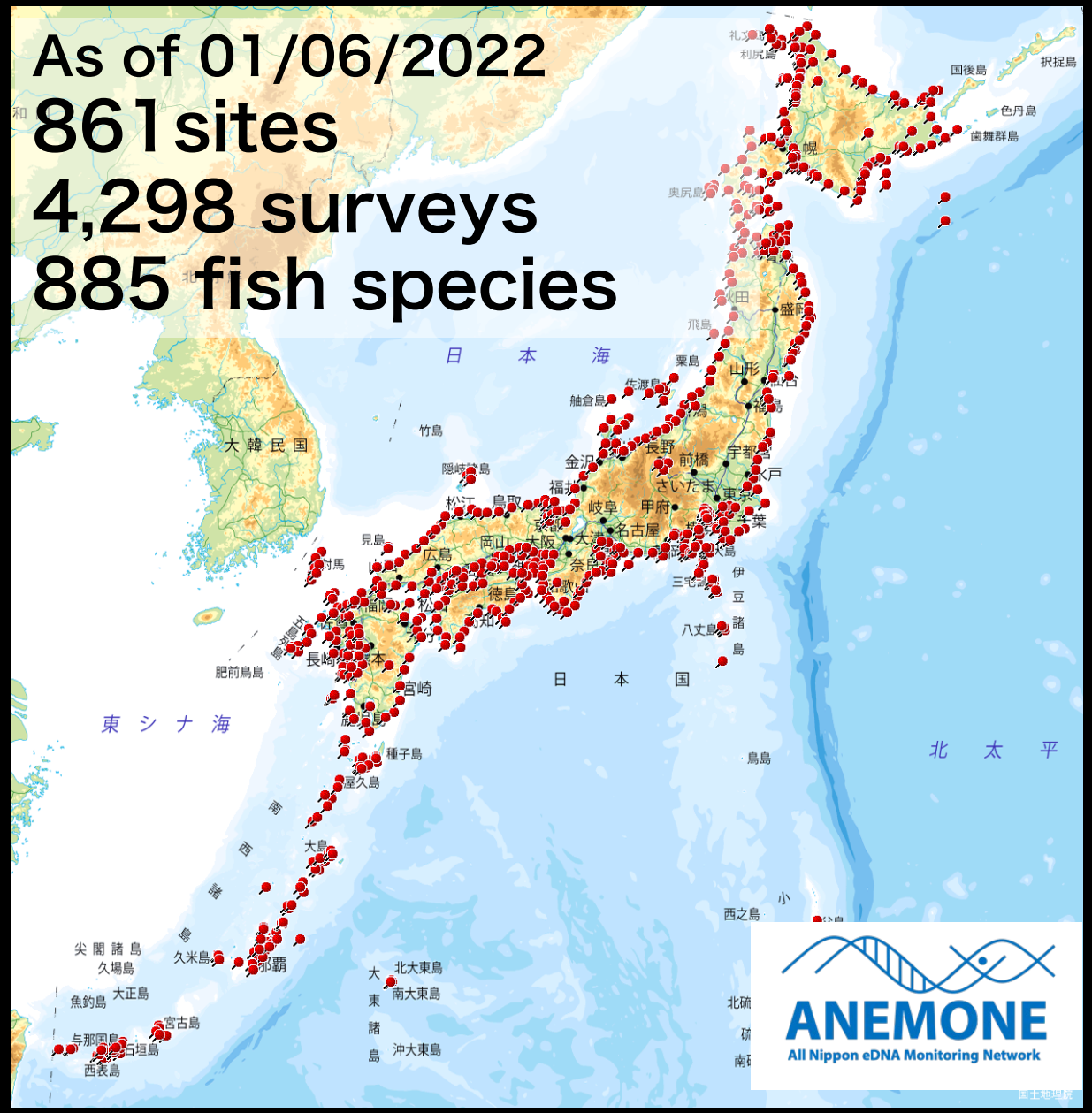


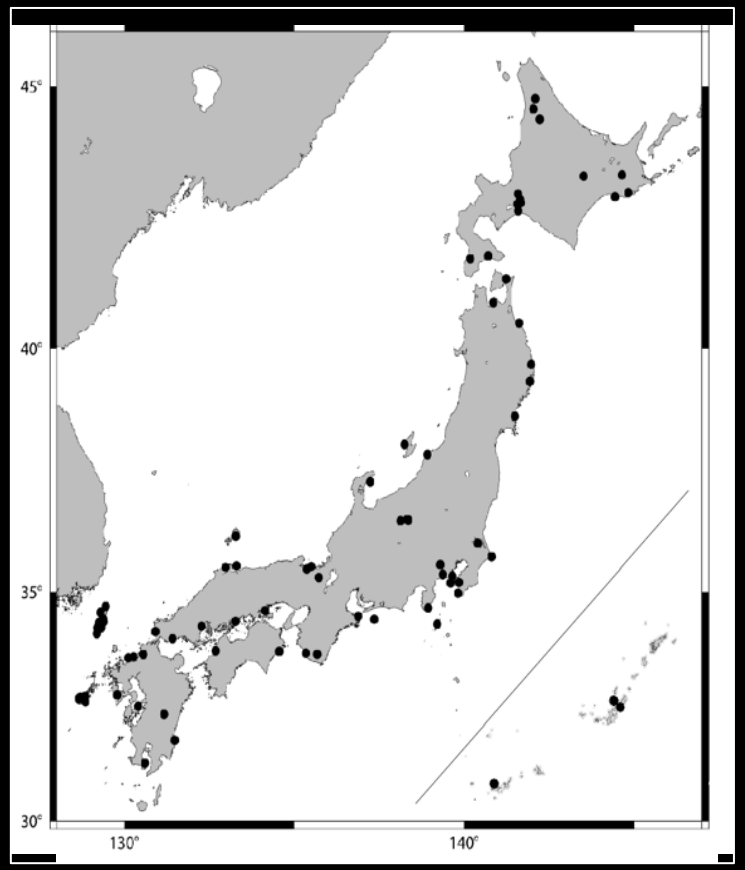
Environmental DNA and what it has brought to us

- DNA extracted from environmental samples, or eDNA, can be used for biodiversity survey
- The eDNA metabarcoding enables revealing biodiversity from a "bucket of water"
- The quick, non-invasive survey method enables multi-site, frequent monitoring of biodiversity

The eDNA monitoring network: ANEMONE

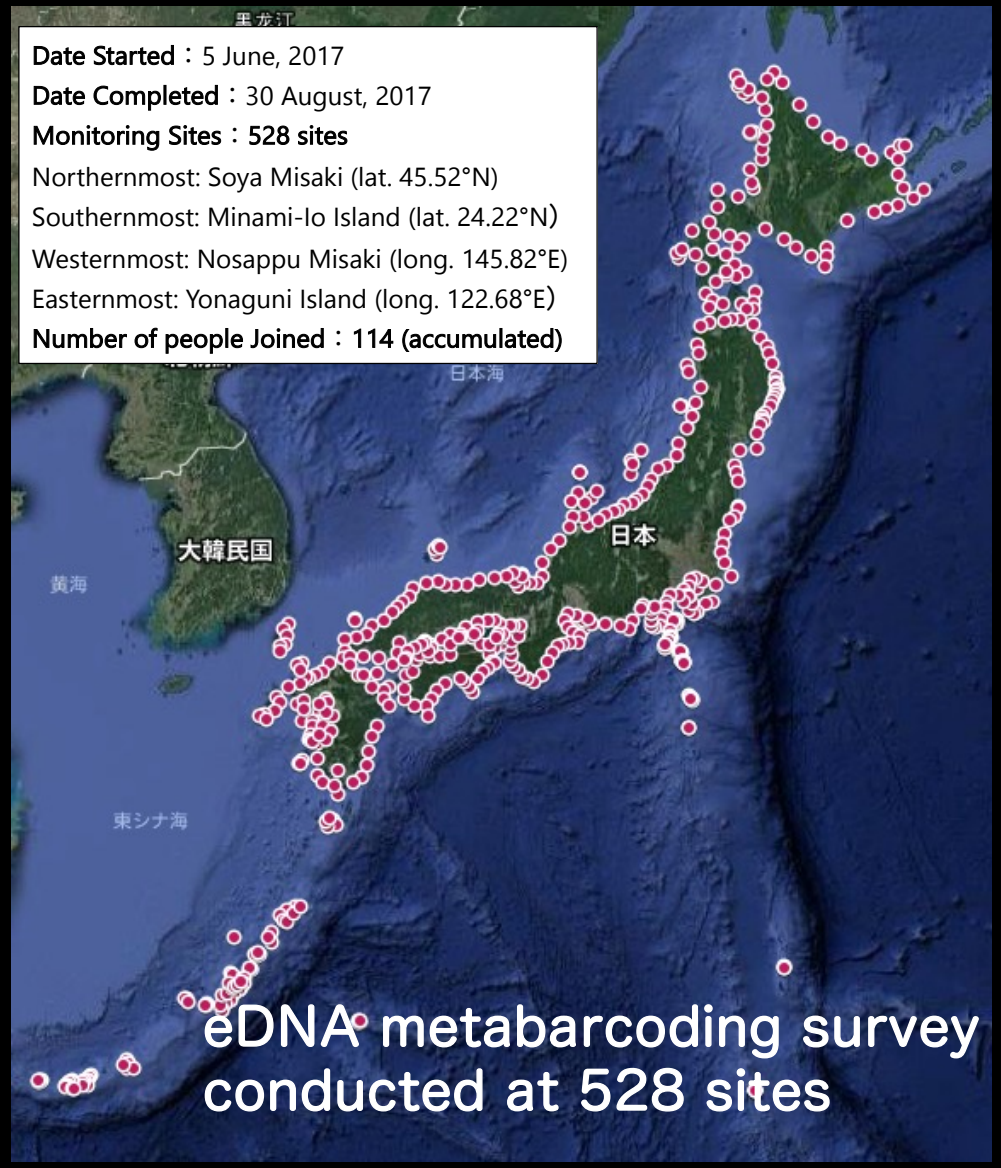
- A network for eDNA-based fish diversity monitoring founded in 2019
- Every survey conducted with the “standard protocol” provided by The eDNA Society
- The eDNA samples are frozen and preserved for future analyses

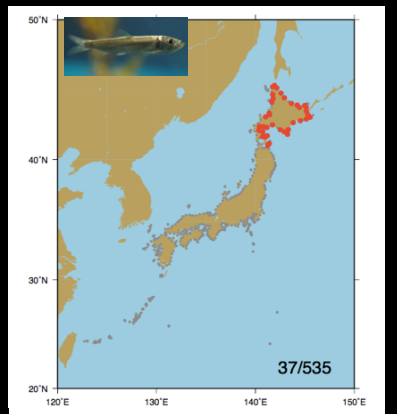




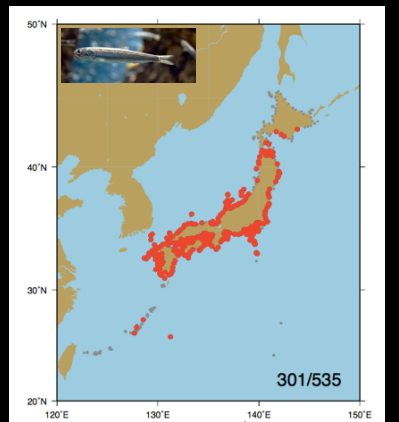
Weekly to seasonal monitoring
at the 77 fixed stations
(55 coastal, 22 freshwater)

- 長浜：益田 玲爾／潮見 美咲（京都大学・舞鶴水産実験所）
- 音海：益田 玲爾／潮見 美咲（京都大学・舞鶴水産実験所）
- 今津：清野聡子（九州大学・環境社会部門）
- 芥屋：清野聡子（九州大学・環境社会部門）
- 対馬：清野聡子（九州大学・環境社会部門）
- 五島：清野聡子（九州大学・環境社会部門）
- 浅虫：熊野 岳／阿部 広和（東北大学・浅虫海洋生物学教育研究センター）
- 滝浜：太齋彰浩（サスティナビリティセンター）
- 七重浜：笠井亮秀（北海道大学・水産科学研究院）
- むつ関根：笠井亮秀（北海道大学・水産科学研究院）
- 備瀬：岡 慎一郎（沖縄ちゅら島財団）
- 嘉陽：岡 慎一郎（沖縄ちゅら島財団）
- 西表：梶田 忠（琉球大学・熱帯生物圏研究センター西表研究施設）
- 瀬戸内海西：堀 正和（水研機構・水産資源研究所）
- 樋合海岸：逸見 泰久（熊本大学・くまもと水循環減災研究教育センター）
- 厚岸湾：仲岡 雅裕／鈴木 一平／山本 麻衣（北海道大学・厚岸臨海実験所）
- 大槌湾：峰岸有紀（東京大学・大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター）
- 白浜：後藤 龍太郎（京都大学・瀬戸臨海実験所）
- 隠岐臨海：吉田 真明／西崎政則（島根大学・隠岐臨海実験所）
- 能登：鈴木 信雄／小木曽正造（金沢大学・能登臨海実験所）
- 佐渡：安東 宏徳／下谷 豊和（新潟大学・佐渡臨海実験所）
- 牛窓：坂本 竜哉／濱田麻友子／齊藤和裕（岡山大学・牛窓臨海実験所）
- 菅島：五島 剛太／福岡 雅史（名古屋大学・菅島臨海実験所）
- 館山：清本 正人（お茶の水大学・館山臨海実験所）
- 浜松：菊池 潔／藤田 真志（東京大学・水産実験所）
- 下田：笹倉 靖徳／柴田 大輔（筑波大学・下田臨海実験センター）
- 式根島：笹倉 靖徳／柴田 大輔（筑波大学・下田臨海実験センター）
- 釧路：長谷川夏樹（水研機構・水産技術研究所　釧路庁舎）
- 宮古：八谷光介（水研機構・水産技術研究所　宮古拠点）
- 神栖：佐藤允昭（水研機構・水産技術研究所　神栖庁舎）
- 横浜：堀　正和（水研機構・水産資源研究所　横浜庁舎）
- 荒崎：堀　正和（水研機構・水産資源研究所　荒崎施設）
- 百島：伊藤　篤（水研機構・水産技術研究所　百島拠点）
- 下関：阿部真比古（水研機構・水産大学校　生物生産学科）
- 長崎：清本節夫（水研機構・水産技術研究所　長崎庁舎）
- 新潟：濱岡秀樹（新潟県水産海洋研究所　本所）
- 八戸：田中義幸（八戸工業大学　生命環境科学科）
- 富津：石井光廣（千葉県水産総合研究センター東京湾漁業研究所）
- 美波：中西達也（徳島県農林水産総合技術支援センター水産研究課美波庁舎）
- 指宿：猪狩忠光（鹿児島県水産技術開発センター）
- 高松：山本昌幸（香川県水産試験場）
- 山口：國森拓也（山口県水産研究センター内海研究部）
- 宮崎：中西健二（宮崎県水産試験場）
- 伊予：石田稔　（愛媛県農林水産研究所水産研究センター栽培資源研究所）
- 南三陸：太齋 彰浩（サスティナビリティセンター）・阿部 拓三／鈴木 将太（自然環境活用センター）
- 冠着橋（千曲川）：田中 健太（筑波大・菅平高原実験所）
- 大明神沢：田中 健太（筑波大・菅平高原実験所）
- 菅平湿原：田中 健太（筑波大学）
- 霞ヶ浦湖心：松崎 慎一郎／今藤 夏子／中川 恵（国立環境研究所・霞ヶ浦コアサイト）
- 苫小牧幌内川：岸田 治／杉山 弘（北海道大学・北大苫小牧研究林）
- 檜山天の川：奥田 篤志（北海道大学・北大苫小牧研究林（檜山））
- 中川琴平川：福澤 加里部／馬谷 佳幸（北海道大学・北大中川研究林）
- 雨龍太釜別川：内海 俊介／坂井 励（北海道大学・北大雨龍研究林）
- 和歌山古座川：中村 誠宏／菅野 由莉（北海道大学・北大和歌山研究林）
- 天塩八線川：小林 真／早柏 慎太郎（北海道大学・北大天塩研究林）
- 京都大学和歌山研究林：長谷川 尚史／淺野 善和／長谷川 敦史（京都大学・京大和歌山研究林）
- 標茶：小林 和也（京都大学・京大北海道研究林）
- 福岡演習林：榎木 勉（九州大学・九州大学演習林）
- 宮崎演習林：久米 朋宣（九州大学・九大宮崎演習林）
- 北海道演習林：智和 正明（九州大学・九大北海道演習林）
- 芦生：石原 正恵／古田 卓（京都大学・京都大学芦生研究林）
- 千歳川（ふ化場上）：荒木 仁志（北海道大学・農学部）
- 千歳川（水族館橋）：荒木 仁志（北海道大学・農学部）
- 千歳川（長都大橋）：荒木 仁志（北海道大学・農学部）
- 千歳川（千歳川橋）：荒木 仁志（北海道大学・農学部）
- 相模川串川：長谷部 勇太（神奈川県環境科学センター）
- 神奈川県：長谷部 勇太（神奈川県環境科学センター）
- 宍道湖・中海：高原 輝彦

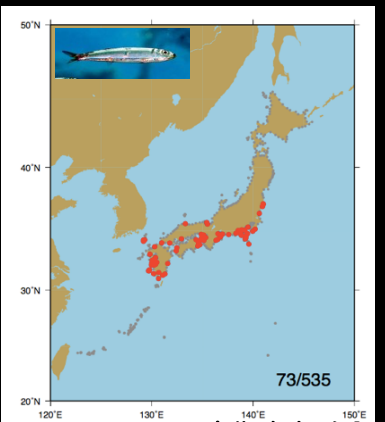




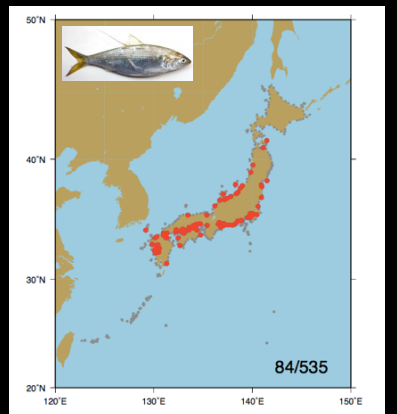
Pacific herring [ニシン]
(*Clupea pallasii*)



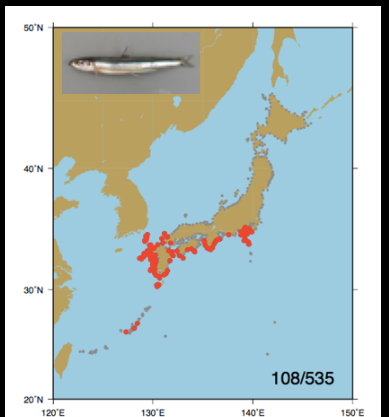
Japanese anchovy [カタクチイワシ]
(*Engraulis japonicus*)



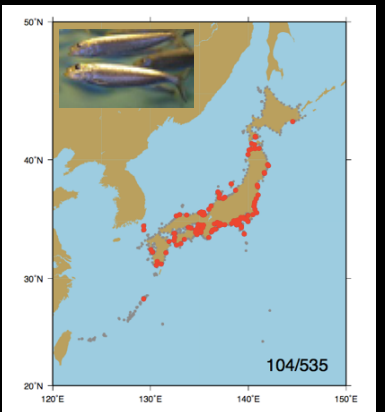
Round herring [ウルメイワシ]
(*Etrumeus teres*)



Dotted gizzard shad [コノシロ]
(*Konosirus punctatus*)



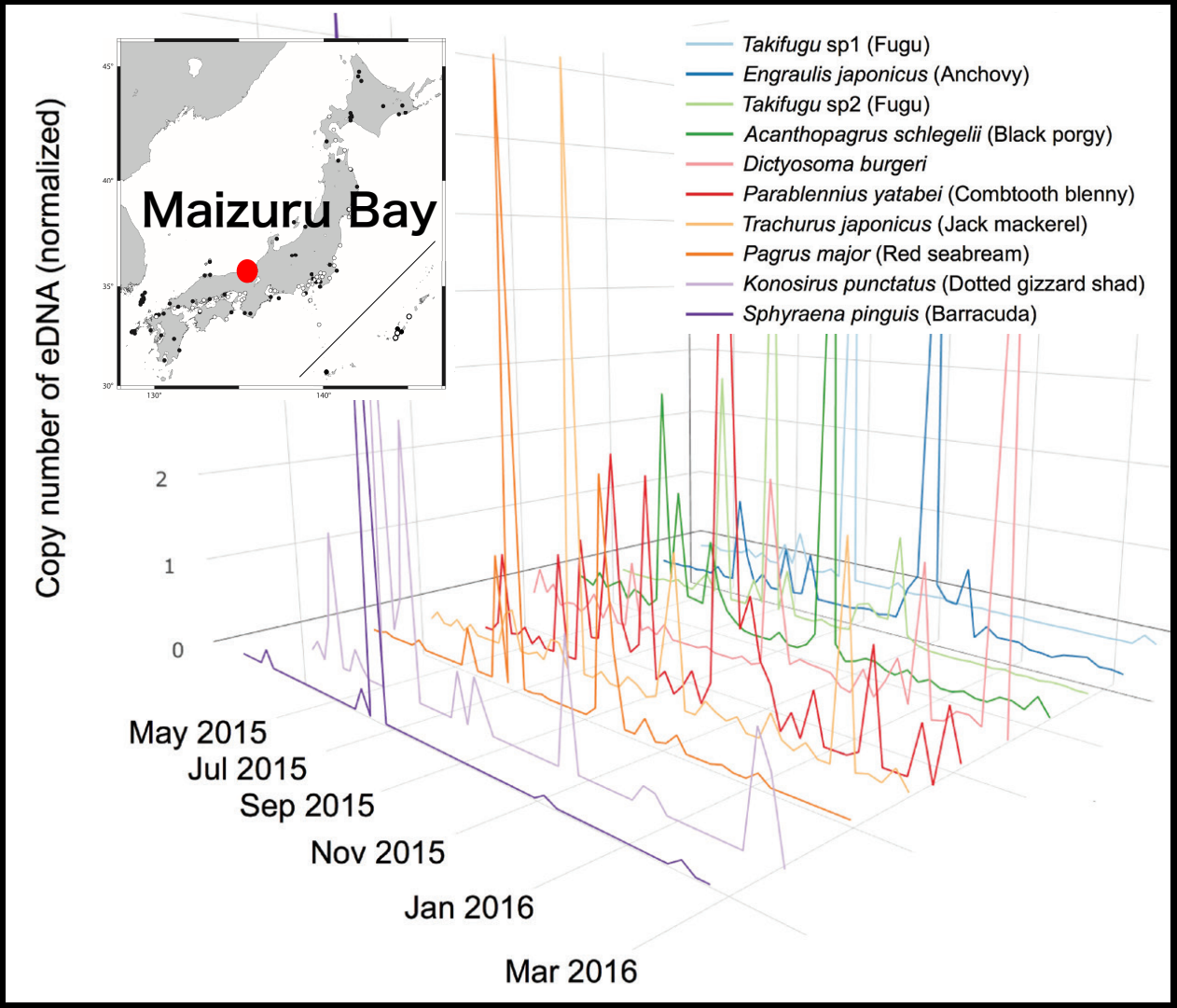
Silver-stripe round herring [キビナゴ]
(*Spratelloides gracilis*)



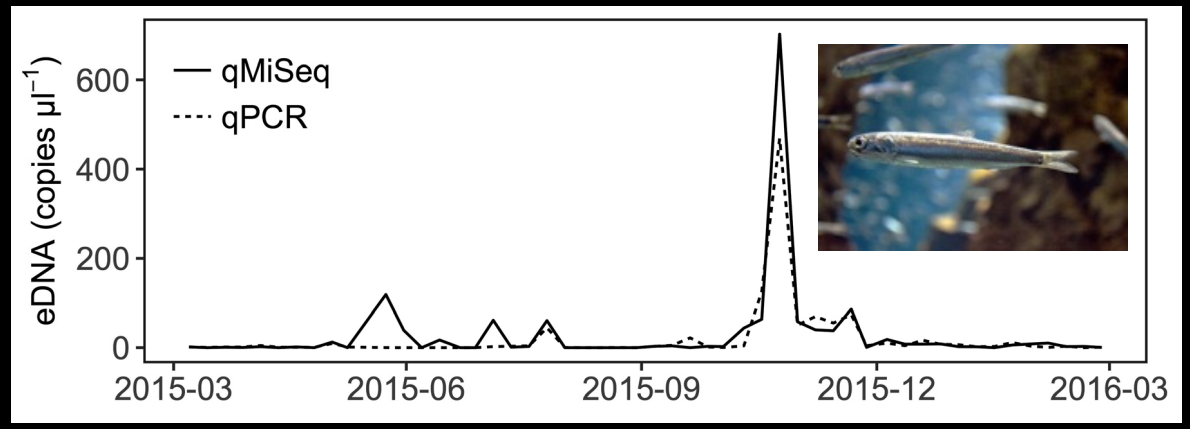
Japanese sardine [マイワシ]
(*Sardinops melanostictus*)

Wide area observation

- MiFish-based eDNA survey at 528 sites conducted in 3 mo.
- 1,218 fish species, 236 families detected



Ushio et al. (2017, MBMG)



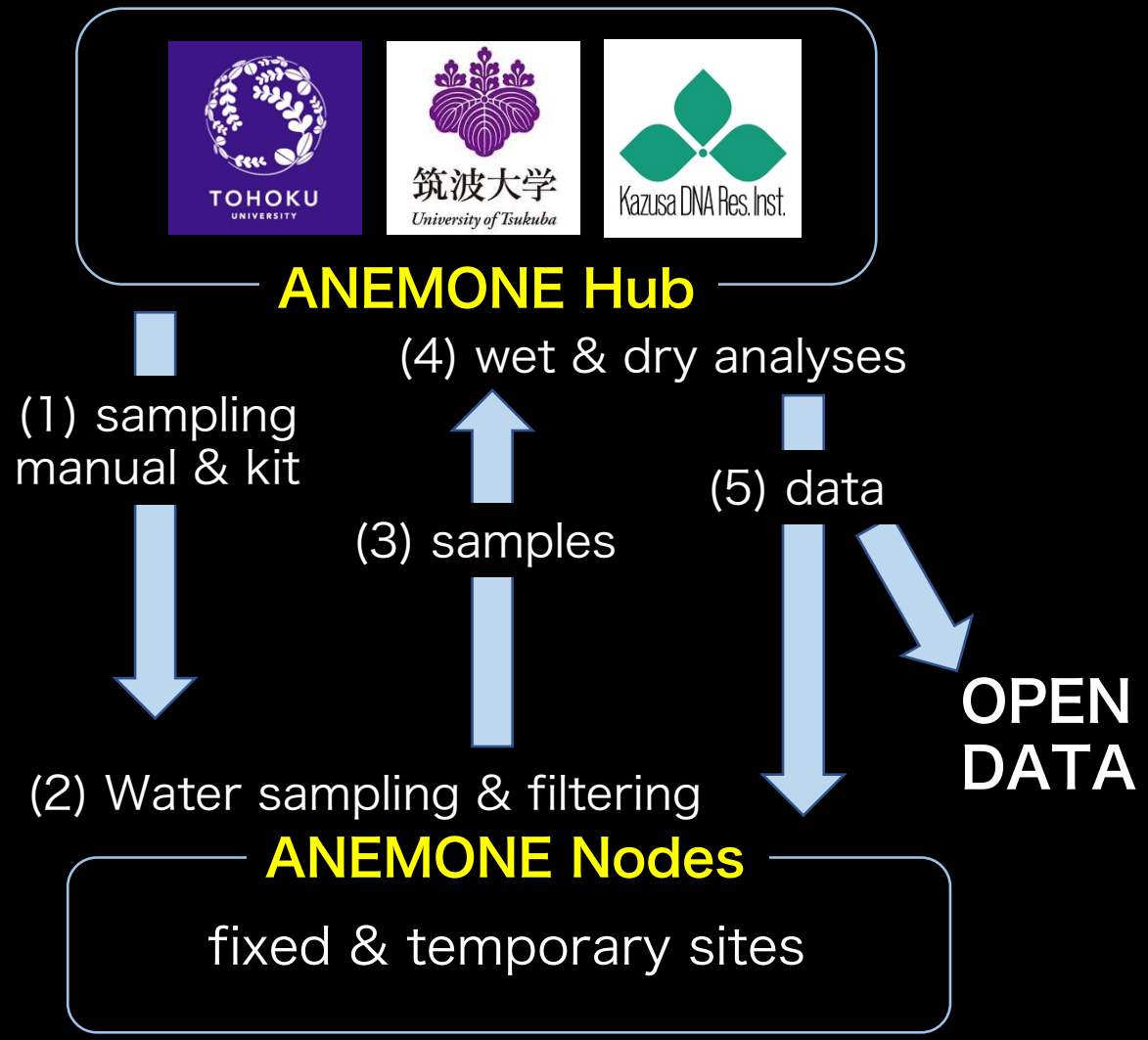
Masuda (unpublished data)

Tracking the species dynamics

- Weekly MiFish-based eDNA monitoring of fish diversdity at Maizuru site since 2015
- The data well-captured the seasonal changes, including the winter ”spike” of anchovy population

ANEMONE's Strategy

making everyone involved via 'open' monitoring



ANEMONE System to make everyone involved

- Professional skills not required to be an ANEMONE Survey Node
- Easy-to-start manual and sampling kit enables field survey with the minimum supervision by professionals

Ready-to-use ANEMONE survey kit

2. 採水・ろ過

12. 余ったバケツの海水を陸側に捨て、調査記録用紙にチェックを入れて、バケツ採水の回数を記録します。
13. 新しく海水を採水します。同じカートリッジで、採水1回ろ過200mL（3～12）の作業を合計で5回繰り返し、1Lの海水をろ過することを目指します。
14. 5回手前でも、途中でピストンが硬くて押せなくなったら、そこで終了です。必ず、ろ過量をmL単位で調査記録用紙に記録します。
15. カートリッジ1本分のろ過が終わったら、保存・封入に進んでください。2本目のろ過は、1本目の保存・封入が終わってからです。

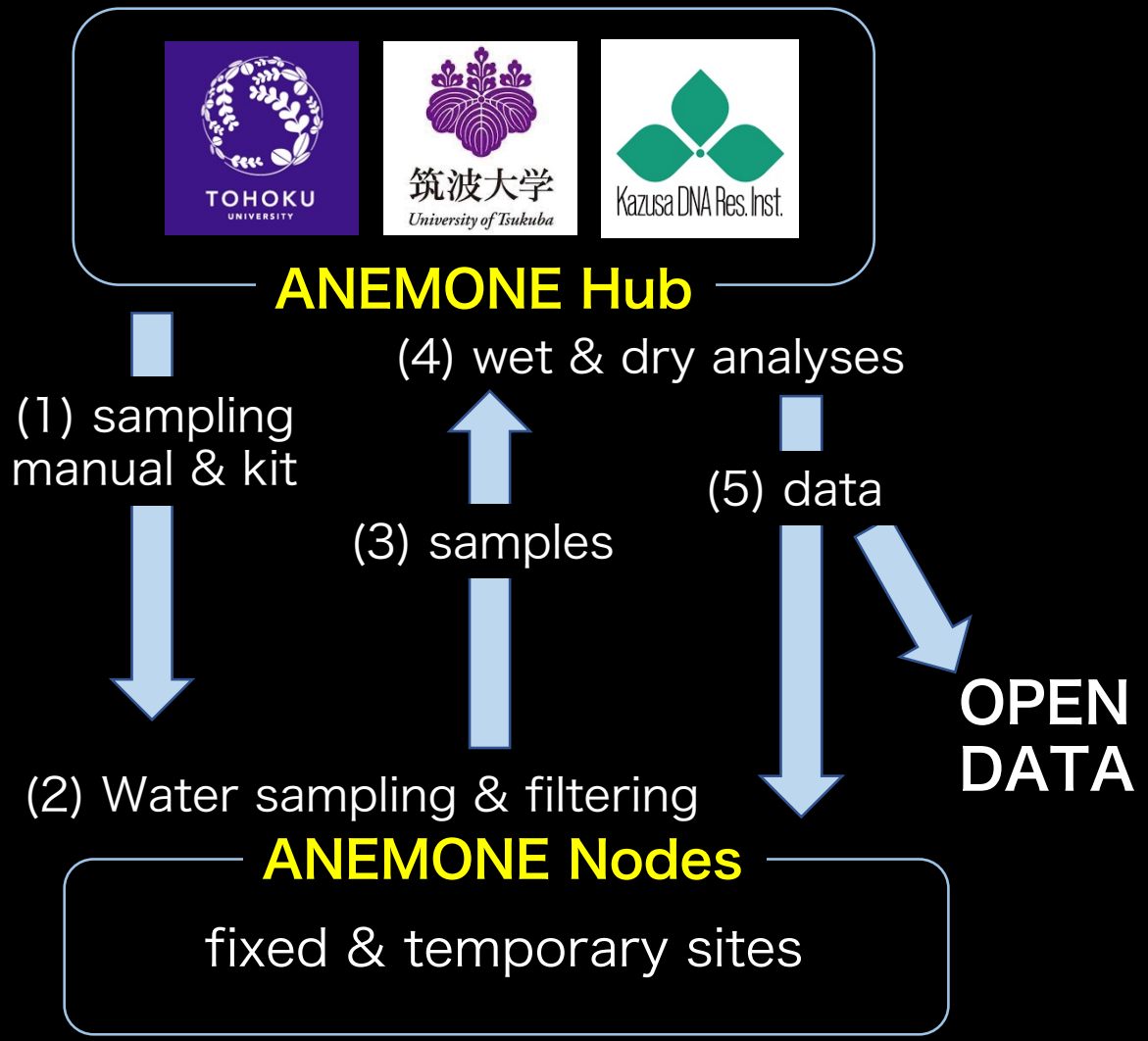
でふさがれてい

に全部は吸えま

射筒で保存液

Manual with many visuals for eDNA beginners

Video manual

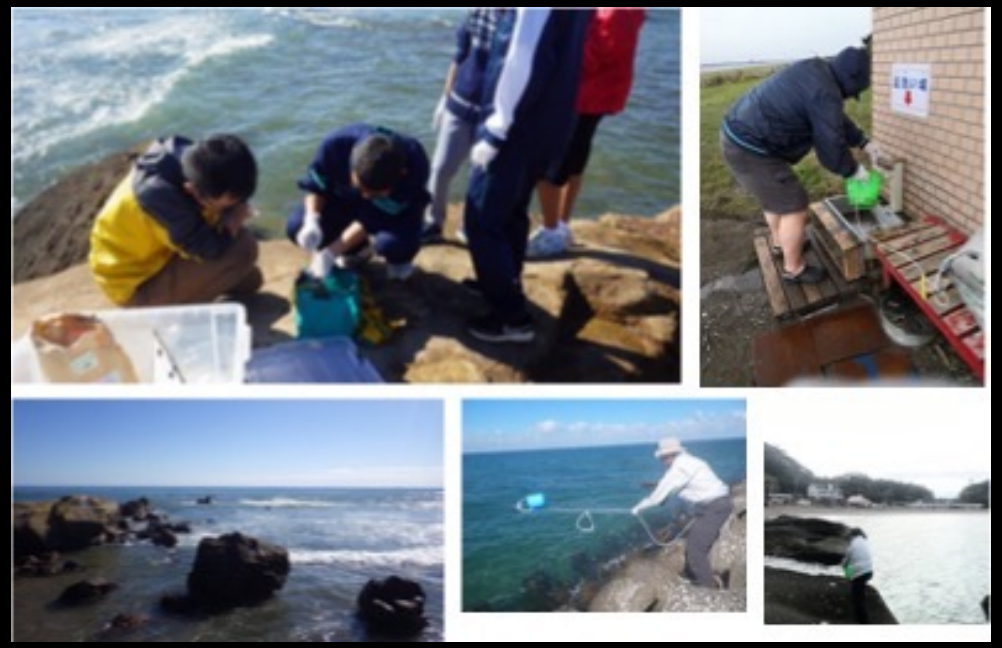


ANEMONE System to make everyone involved

- Professional skills not required to be an ANEMONE Survey Node
- Easy-to-start manual and sampling kit enables field survey with the minimum supervision by professionals

EARTHWATCH INSTITUTE

162 citizens, 146 sites, 633 species in the last two years



Citizens as essential observers

- Curiosity-based choice of survey sites by citizens
- Providing good opportunities for citizens to learn about biodiversity at their locals
- Data quality non-distinguishable from those by professional scientists

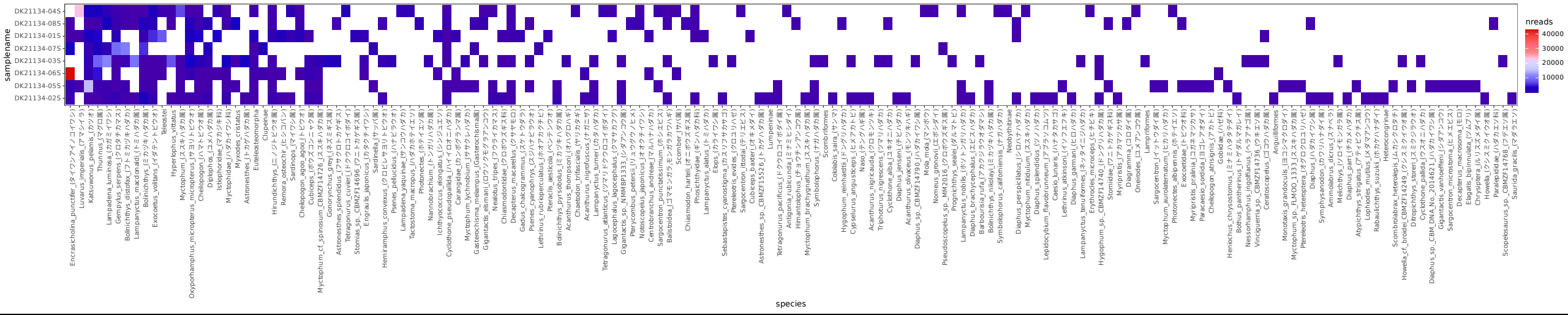
近藤 (東北大)

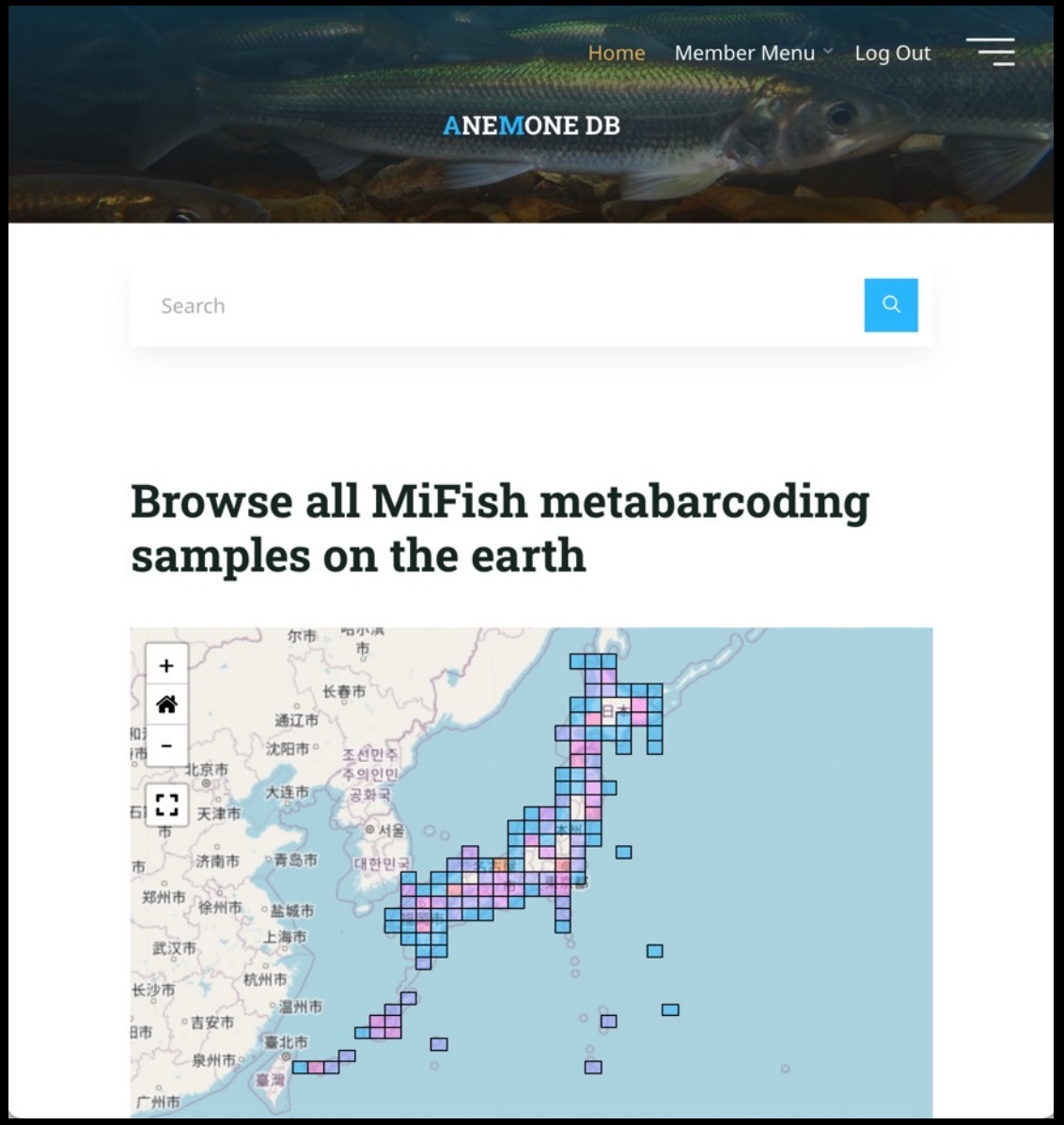
笠井 (北大)

日本郵船

Industrial sector involved in the ANEMONE monitoring

- eDNA survey using the Japan-Australia regular routes of shipping company
- 158 species detected from 8 sites in 2021
- Providing an opportunity for private companies to contribute for biodiversity monitoring

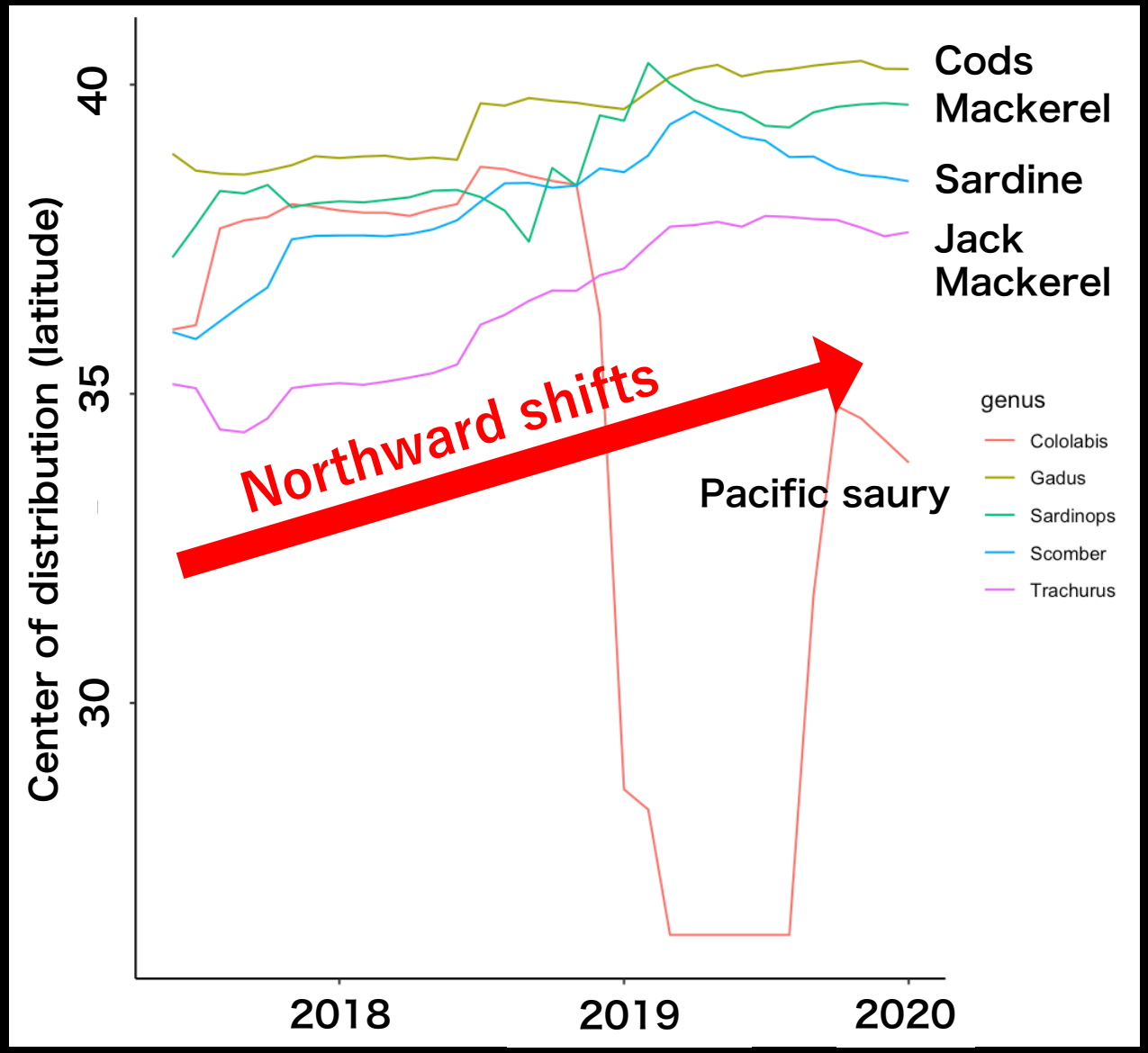




ANEMONE Database for Open Data

- ANEMONE DB, the dedicated database, made available on 2 June 2022
- Freely and publicly accessible and no usage restrictions
- Professional scientists contributing to the monitoring has 6-month data usage priority

https://db.anemone.bio



Detecting the change in species distributions with ANEMONE data

- Estimating the fish distribution using the 2017-2020 ANEMONE data
- Trends of distribution center moving toward North detected

Consortium established for ANEMONE's better contributions to Nature Positive

- Consortium of 12 institutions including industry, government, and academia initiated on 1 July 2022
- Major Targets - Achieving Nature Positive through development of eDNA and establishment of self-sustainable eDNA monitoring network
- The first call for participant soon

SUMMARY

1. Data-driven approach based on ‘ecological big data’ can be a powerful approach to understand and conserve the complex ecosystems
2. Environmental DNA has a potential to provide a massive monitoring data of biodiversity
3. ANEMONE is an eDNA monitoring network aiming to provide the massive, publicly accessible data with everyone’s help
4. In 2022 ANEMONE DB and ANEMONE Consortium established for better contribution to Nature Positive

ANEMONE
All Nippon eDNA Monitoring Network

How will it be in 2030?