

地球温暖化と氷河に住む微生物

北海道大学 苫小牧研究林
植竹淳

自己紹介（職歴 = 研究歴）



極地の雪や氷
の微生物



極地や都市の空気
の微生物



森林と極地の雪や氷や空気や水
の微生物

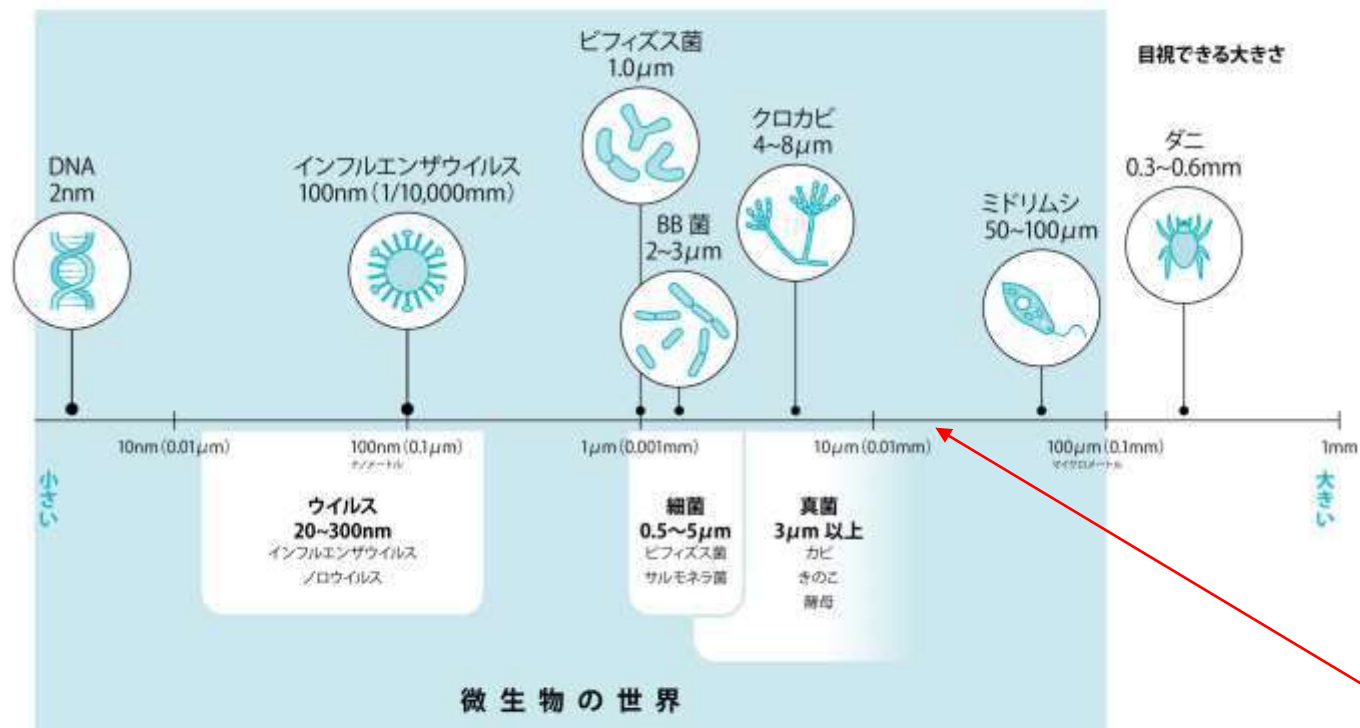


本日の流れ

- 氷河の**微生物**（その背景にある**温暖化**）
- 持続可能な社会を目指すには（自然の恵みを大切に）

微生物：目に見えない生き物

微生物の大きさ



<https://big-bio.com/ec/>



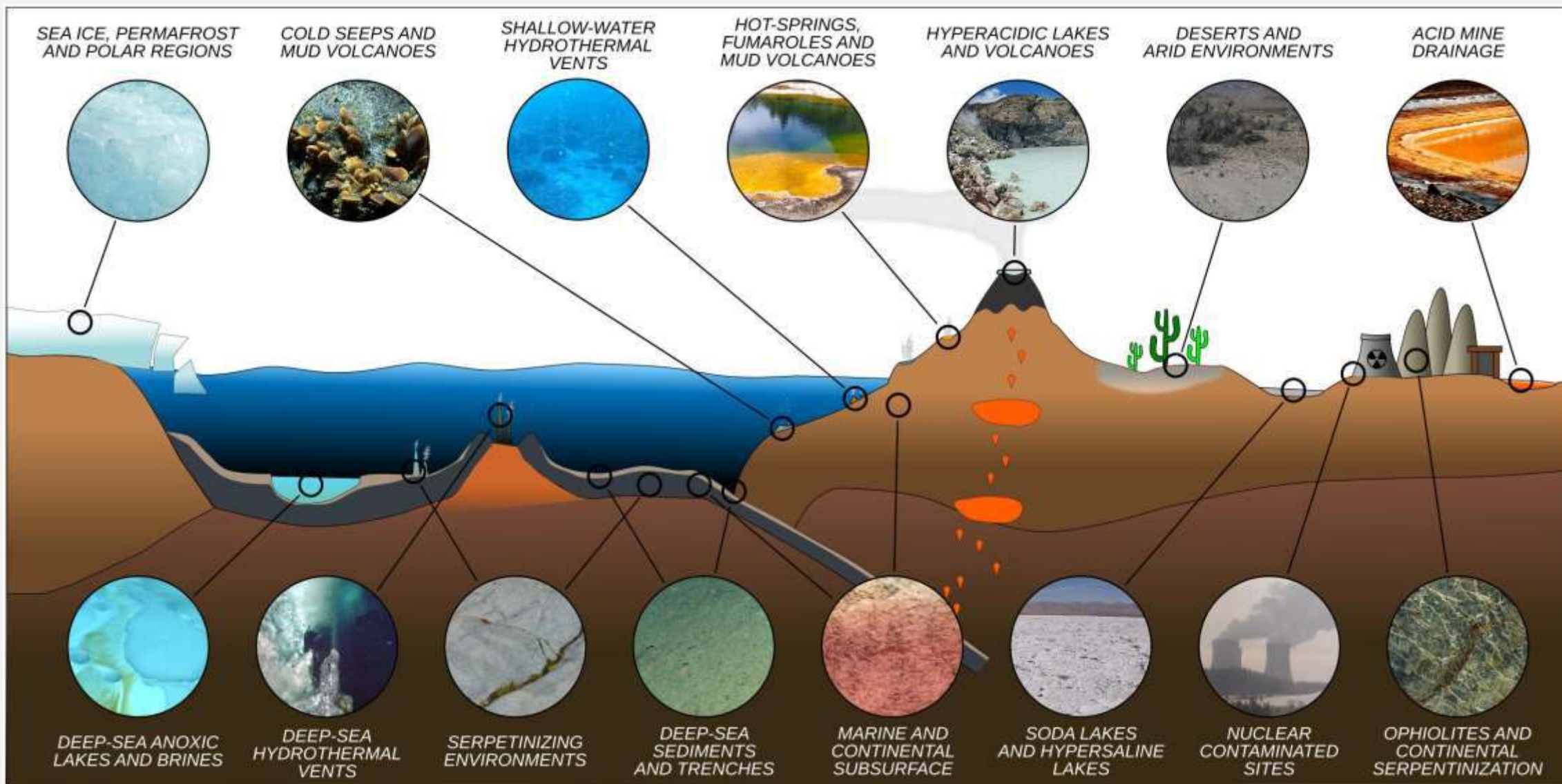
大量に集まると「色」がつく (例：赤潮、アオコ、**彩雪**)

どうして微生物？ どうやって？

- どうして微生物？
 - 病気（細菌感染症）
 - 食品（ビール、パン、納豆）
 - 物質循環（光合成でCO₂から炭素を作る）
 - 環境変動（アオコ、氷河融解）



極限環境を生きる微生物



温泉に住む微生物

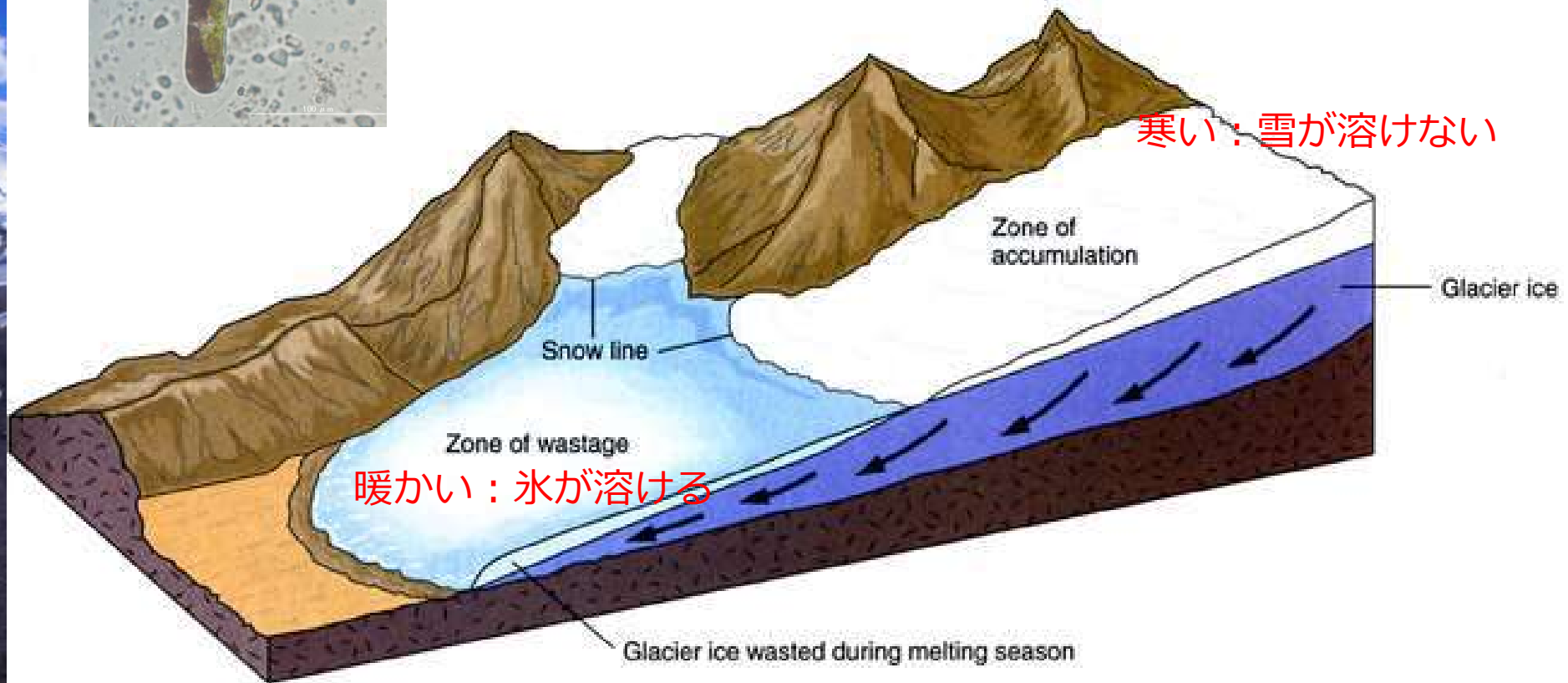


観光客

グランプリズマティックスプリング
イエローストーン国立公園、アメリカ



氷（氷河）にも住んでいる微生物



世界各地の氷河で調査してきました

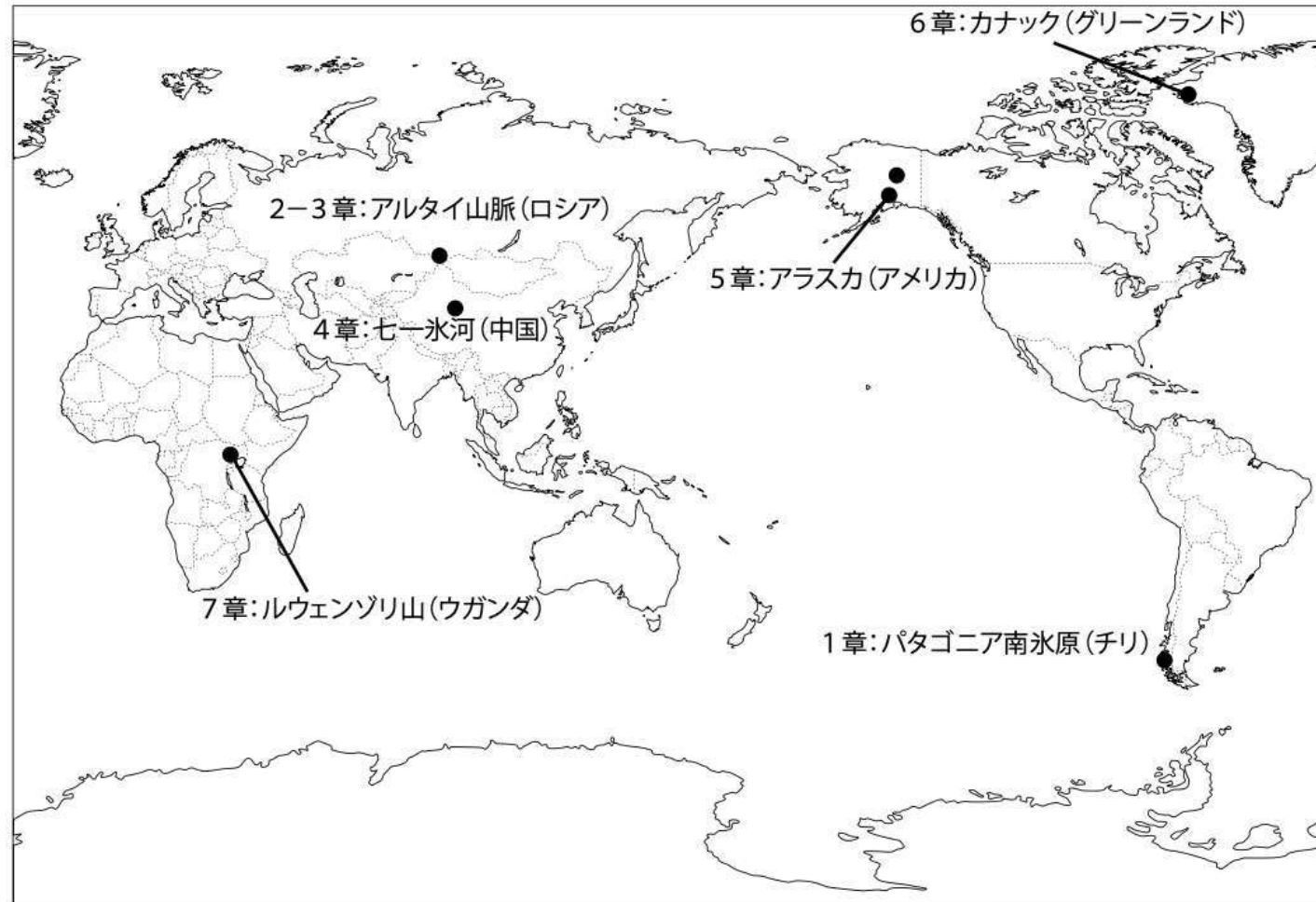


図 本書でももにとりあげる著者が旅した氷河.





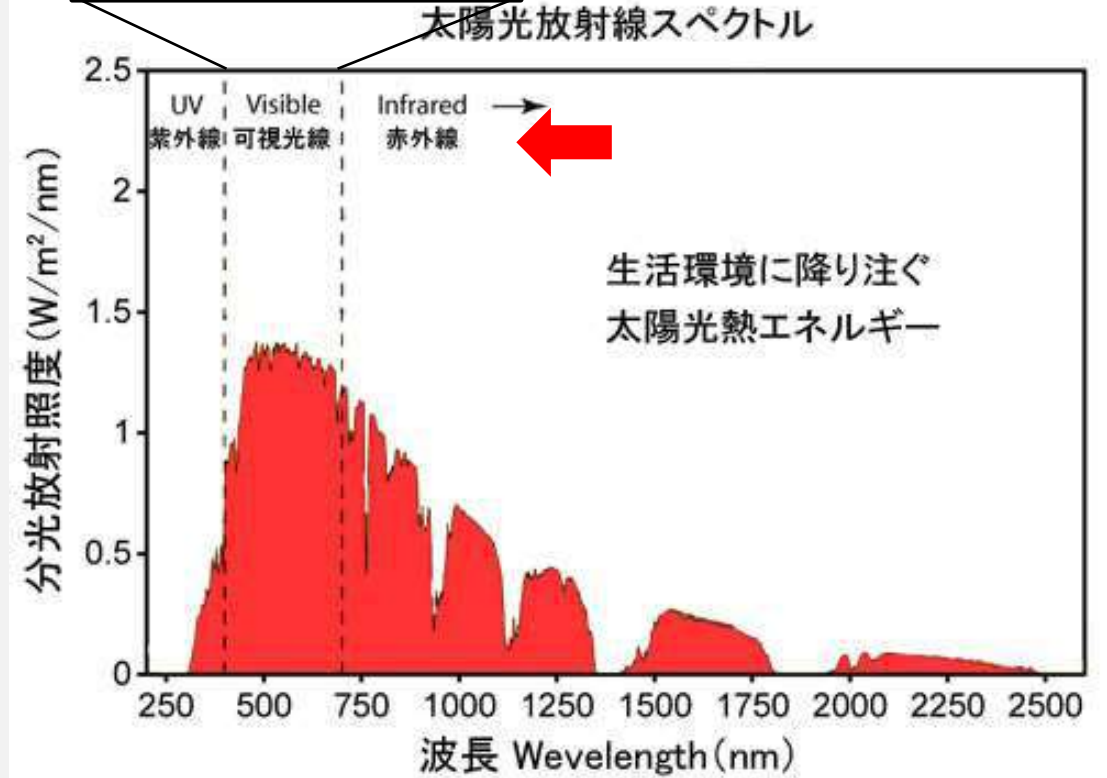
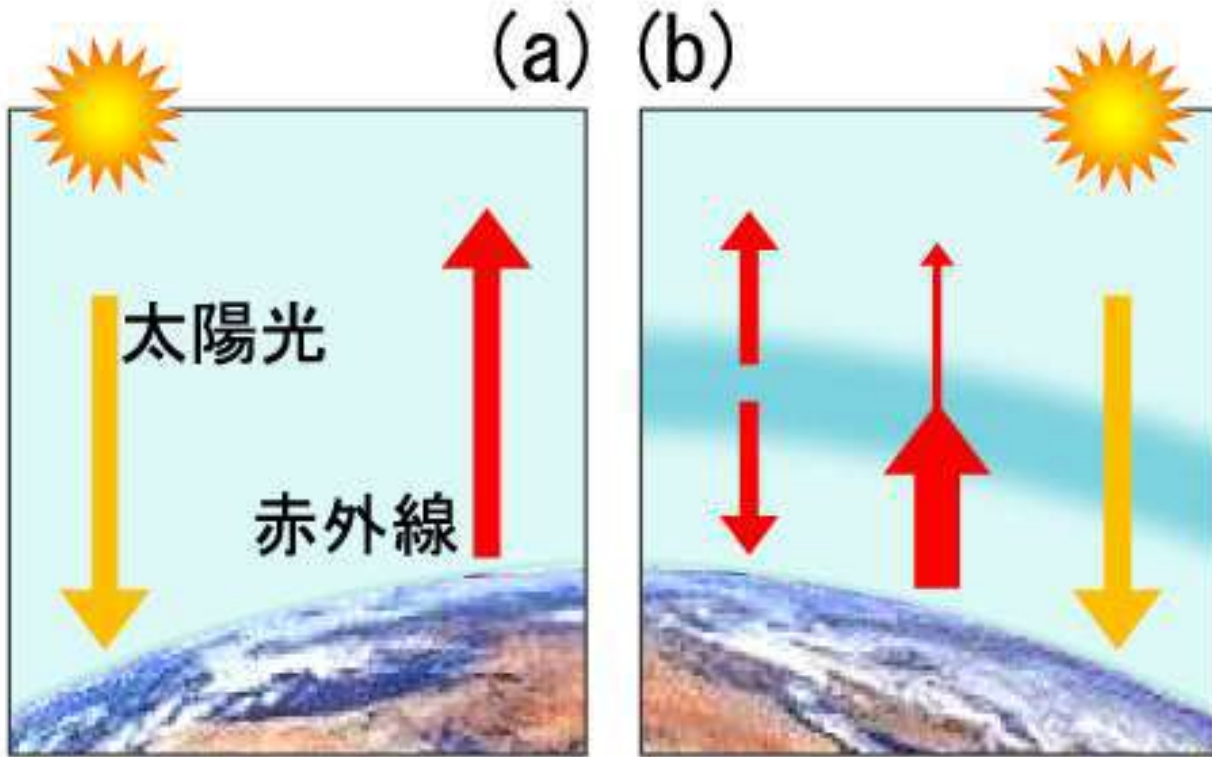
氷がどんどん小さくなっている

原因：地球温暖化



地球が温室のように温まっている！

二酸化炭素 (CO₂) が地球を温める

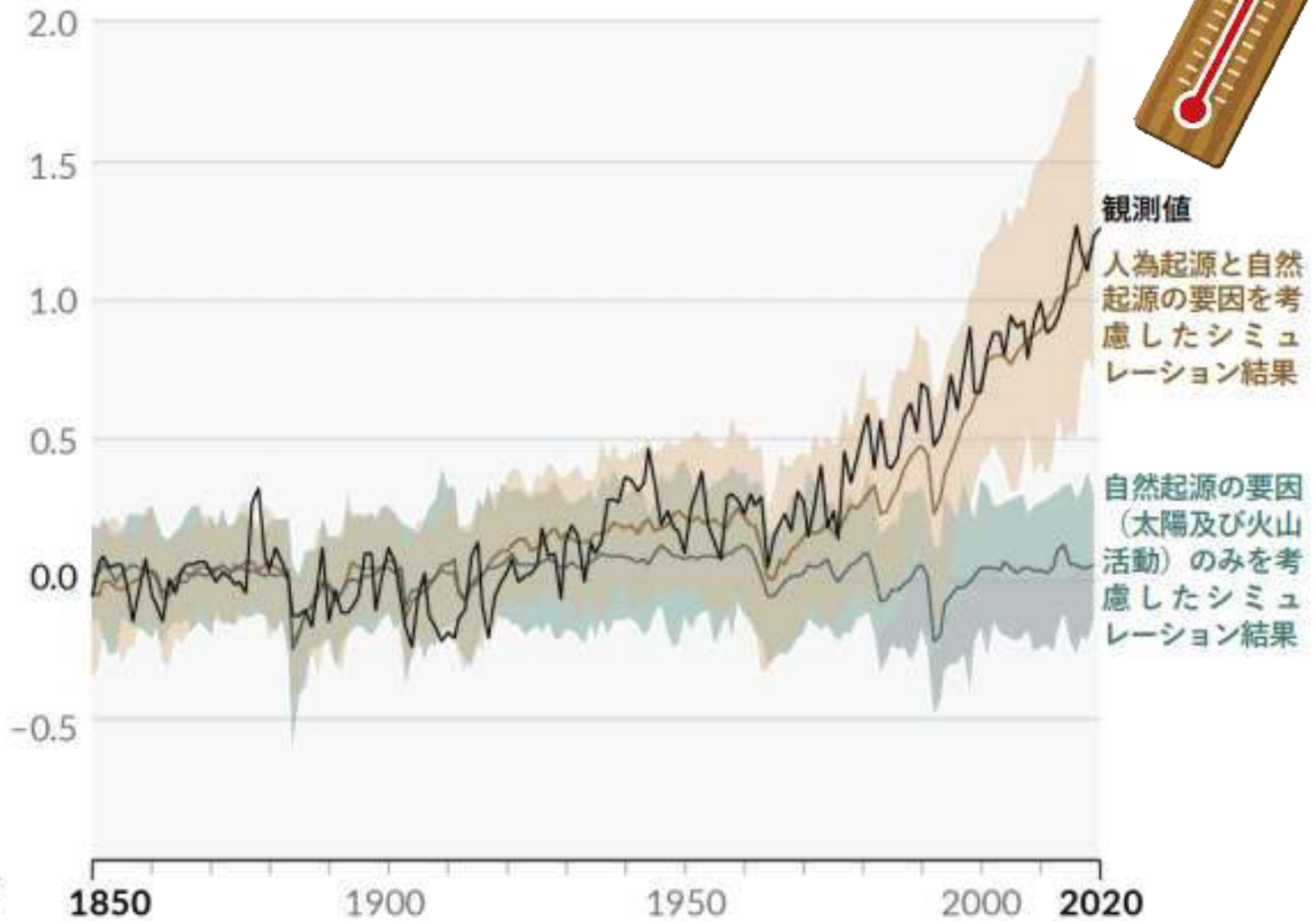


気候変動に関する政府間パネル: IPCC

- Intergovernmental Panel on Climate Change
- 国際的な専門家で作る、地球温暖化についての科学的な研究の収集、整理のための政府間機構
- 学術的な機関であり、地球温暖化に関する最新の知見の評価を行い、対策技術や政策の実現性やその効果、それが無い場合の被害想定結果などに関する科学的知見の評価を提供
- 数年おきに発行される「**評価報告書**」は地球温暖化に関する世界中の**数千人の専門家の科学的知見**を集約した報告書であり、国際政治および各国の政策に強い影響を与えつつある。

1850～1900年を基準とした世界平均気温の変化

(b) 観測あるいは人為起源と自然起源の要因を考慮 又は自然起源の要因のみを考慮してシミュレーションされた世界平均気温（年平均）の変化
°C（いずれも1850～2020年）



気温上昇



温室効果ガスと温暖化

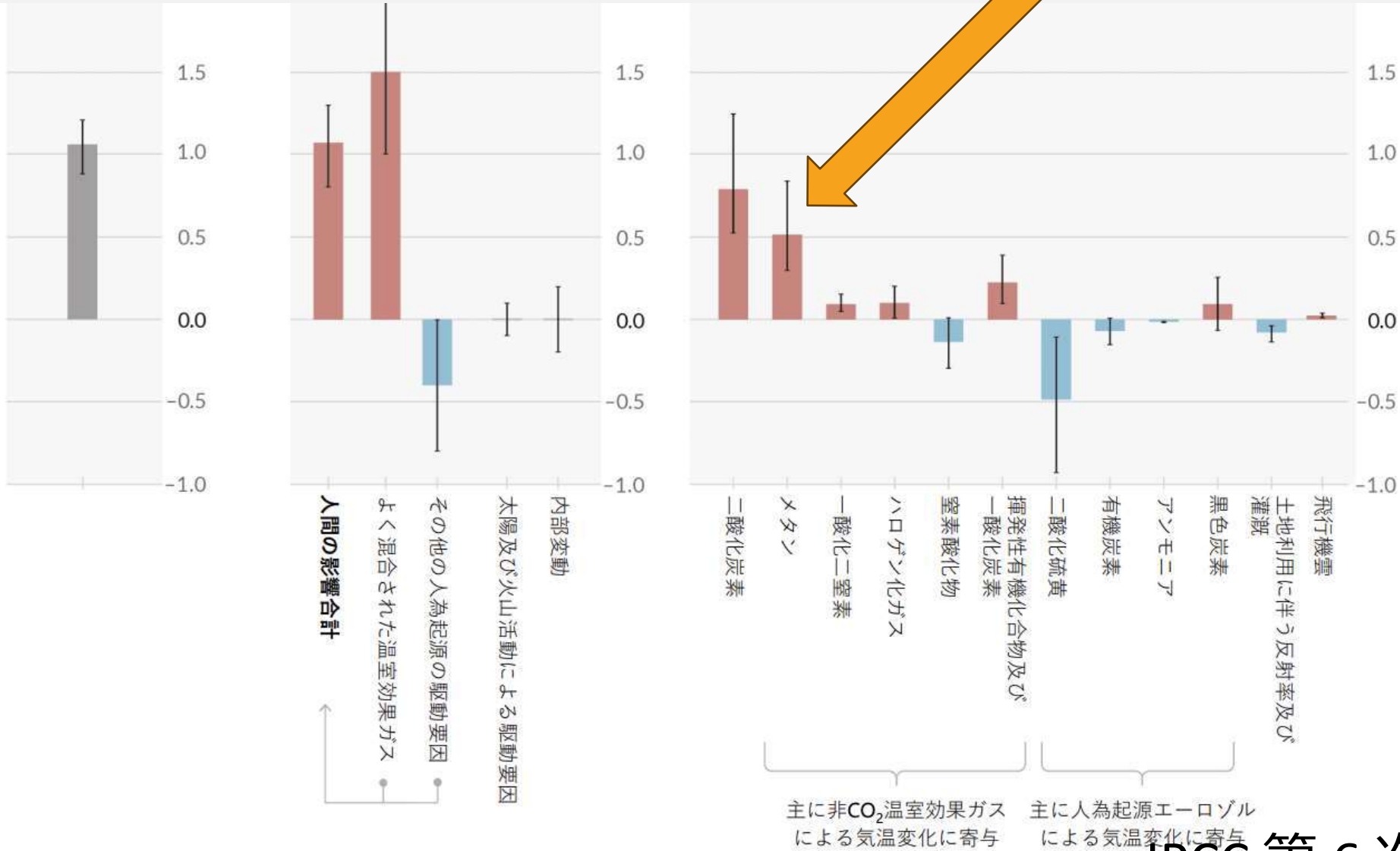
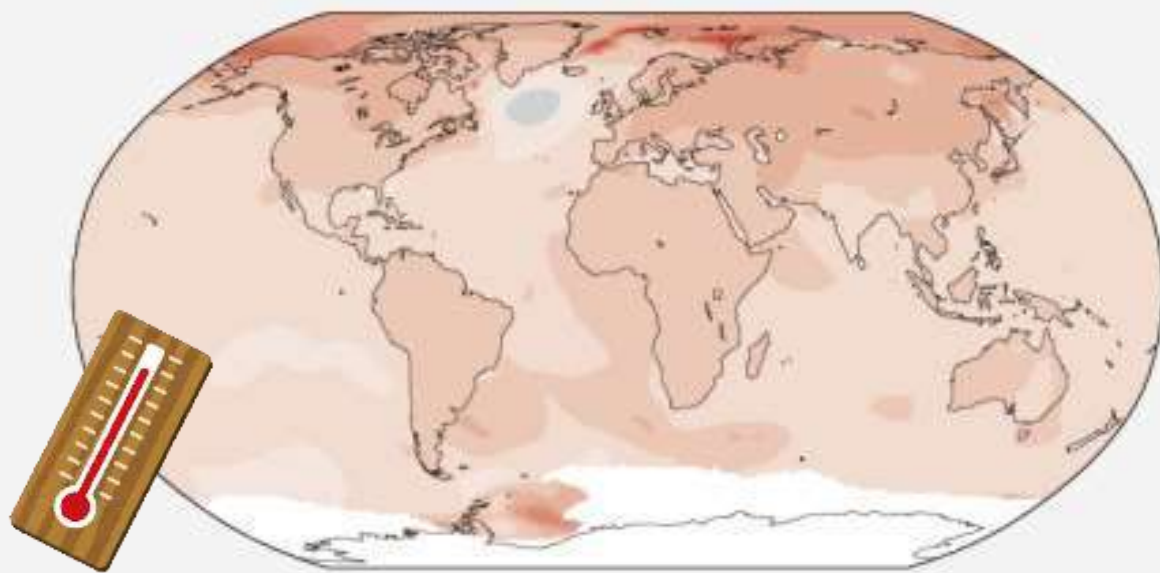


図 SPM.2 | 1850~1900 年を基準とした 2010~2019 年の観測された昇温への寄与の評価

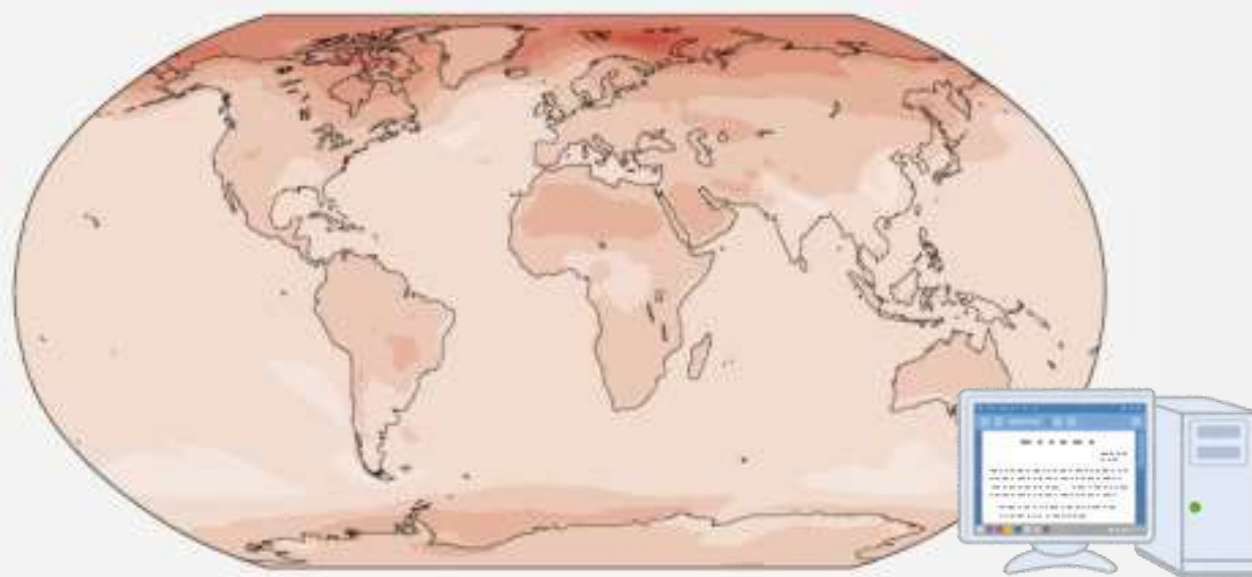
暖かくなる極地

(a) 1°Cの地球温暖化における
年平均気温の変化 (°C)

地球温暖化1°Cあたりの観測された変化



1°Cの地球温暖化におけるシミュレーションされた変化



0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 --->

変化 (°C)

温暖

その影響は北極へ (グリーンランド、カナック村)



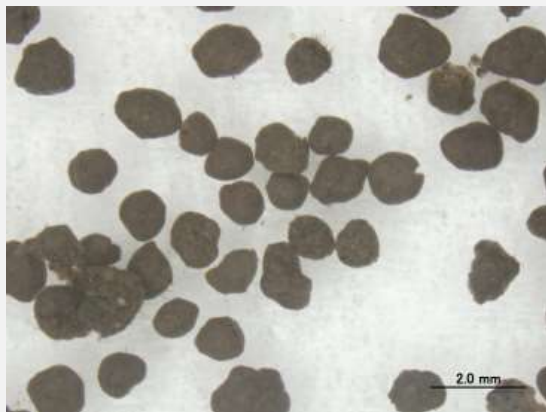
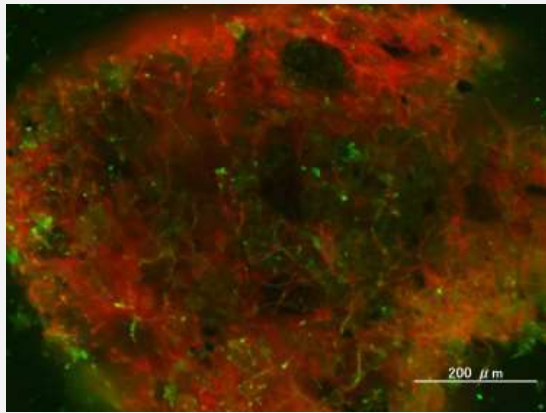
黒くなってきた氷河の表面

地球温暖化 ⇒ 氷が融ける ⇒



茶色い色素を持つ微生物が増える
雪氷藻類（光合成微生物）

氷河の上のさまざまな色と微生物

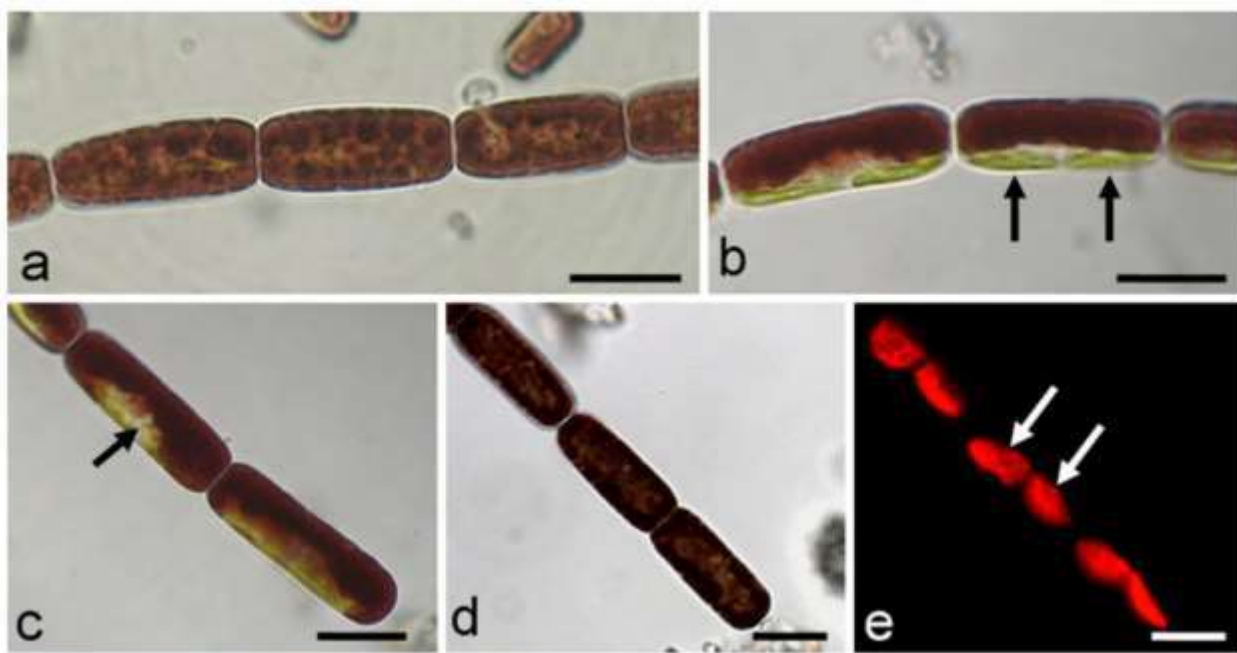


紫冰

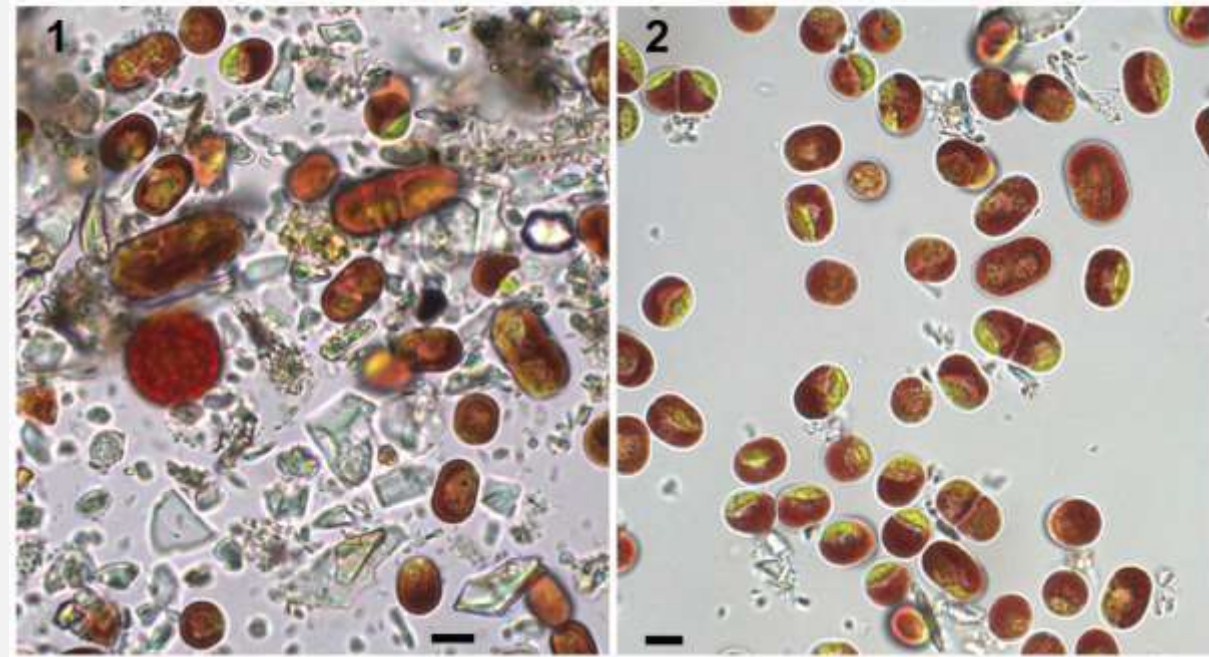


茶紫色の色素を持つ藻類

- 種類: *Ancylonema*属, *Cylindrochystis*属
- プロプレガリン: 樹皮などに含まれる色素
- 色素により有害なUVが軽減される



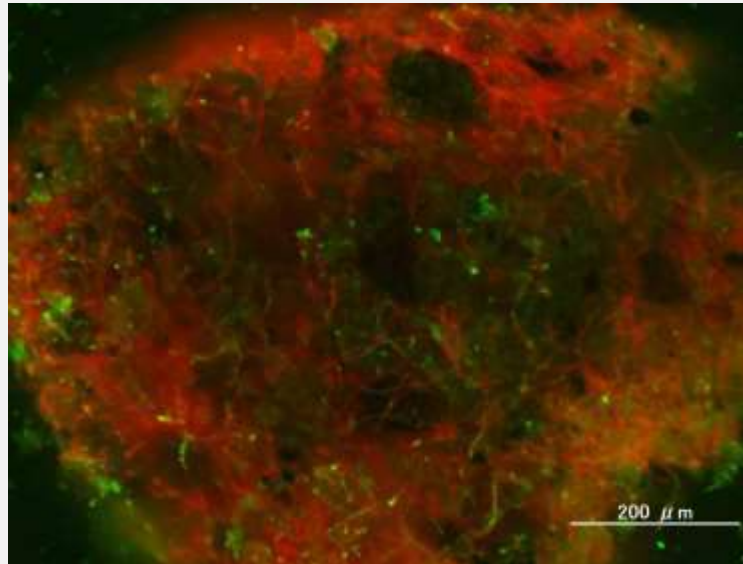
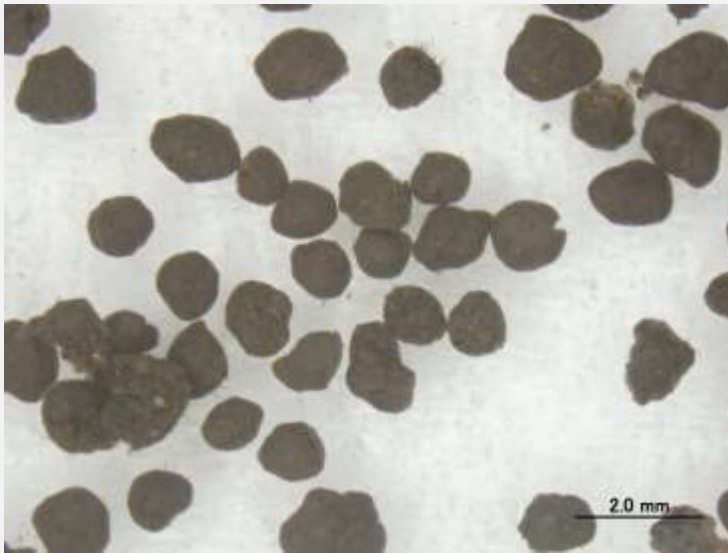
Ancydonema nordenskiöldii



Mesotaenium → *Ancydonema alaskana*

氷河マリモ：クリオコナイト粒

- サイズ: 直径約1mmまで成長
- 腐食物質の影響で茶色（土が茶色いのもと同じ）
- 種類: シアノバクテリア（*Phormidium*属, *Phormidesmis*属, *Oscillatoria*属）



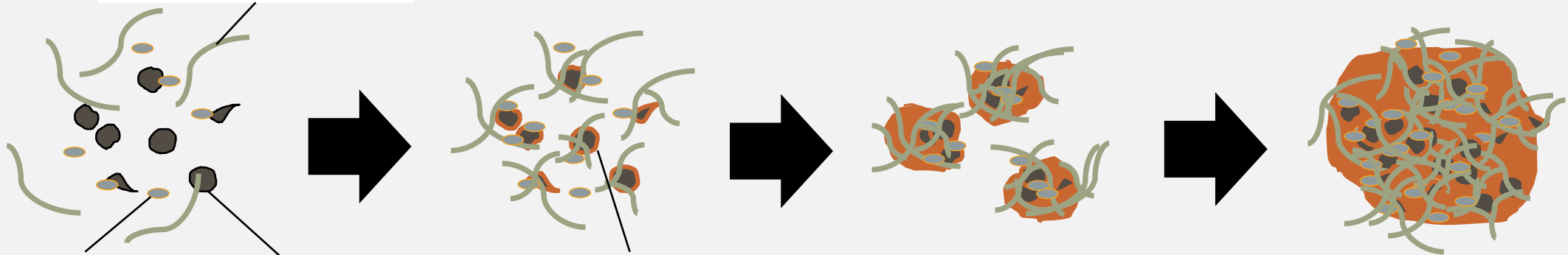
糸状性シアノバクテリアと
その他の微生物の集合体



Phormidesmis priestleyi

クリオコナイト粒の形成過程

シアノバクテリア

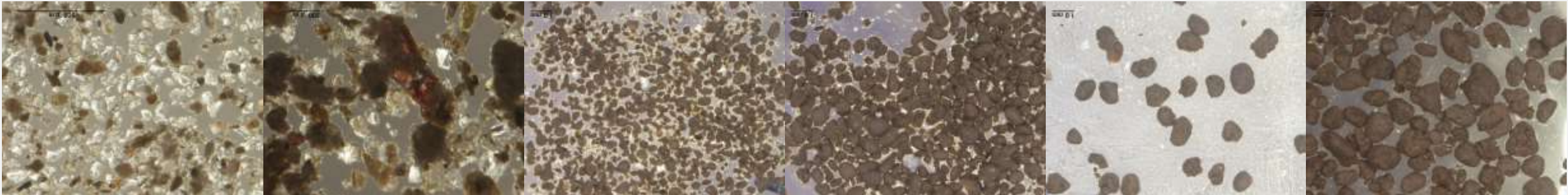


その他バクテリア

鉱物

細胞外多糖類 = シンクや歯のヌメリ

ノリとして機能して微生物と物質をくっつける

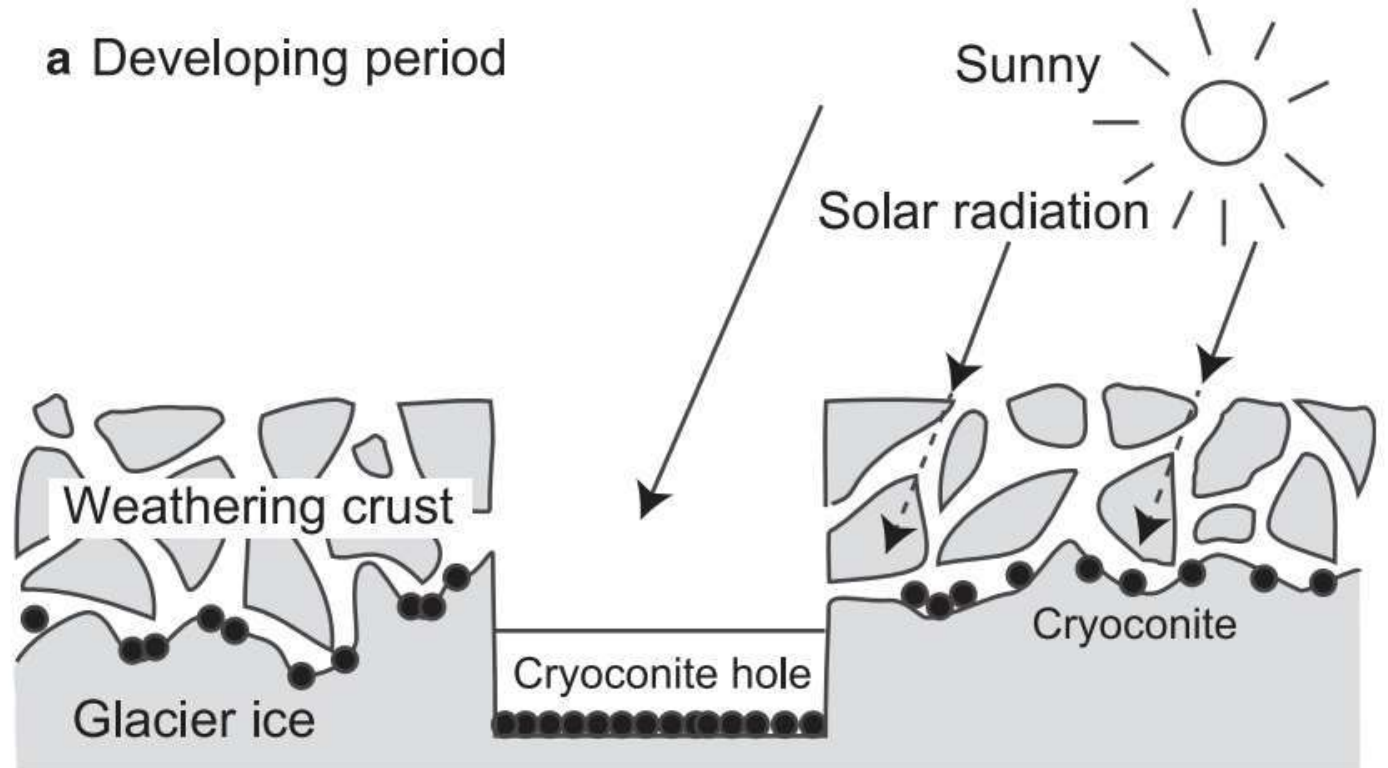


クリオコナイトホール

Temporal variations of cryoconite holes and cryoconite coverage on the ablation ice surface of Qaanaaq Glacier in northwest Greenland

Nozomu TAKEUCHI,¹ Ryutaro SAKAKI,¹ Jun UETAKE,² Naoko NAGATSUKA,³ Rigen SHIMADA,^{4,5} Masashi NIWANO,³ Teruo AOKI^{5,6}

a Developing period



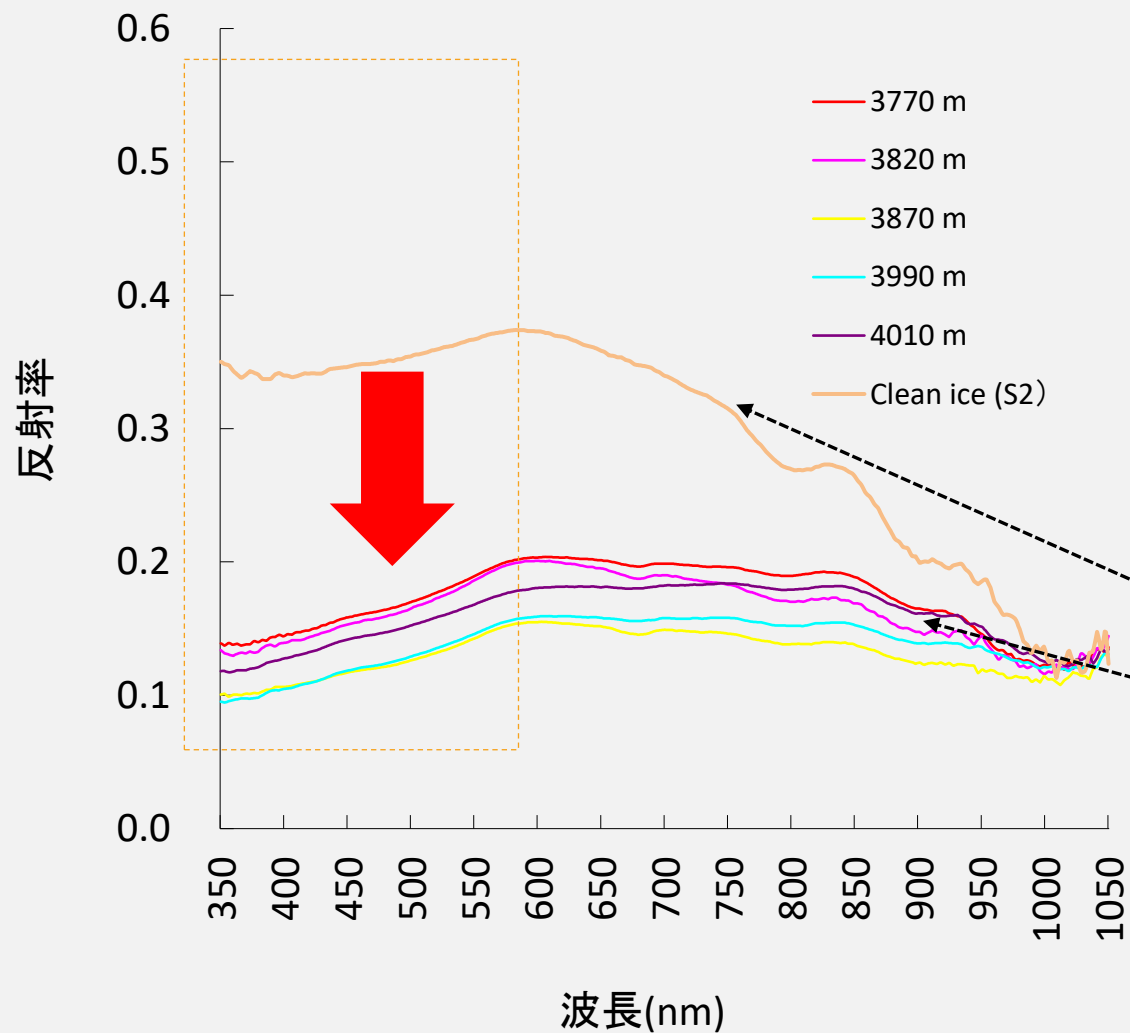
微生物による氷河融解の促進



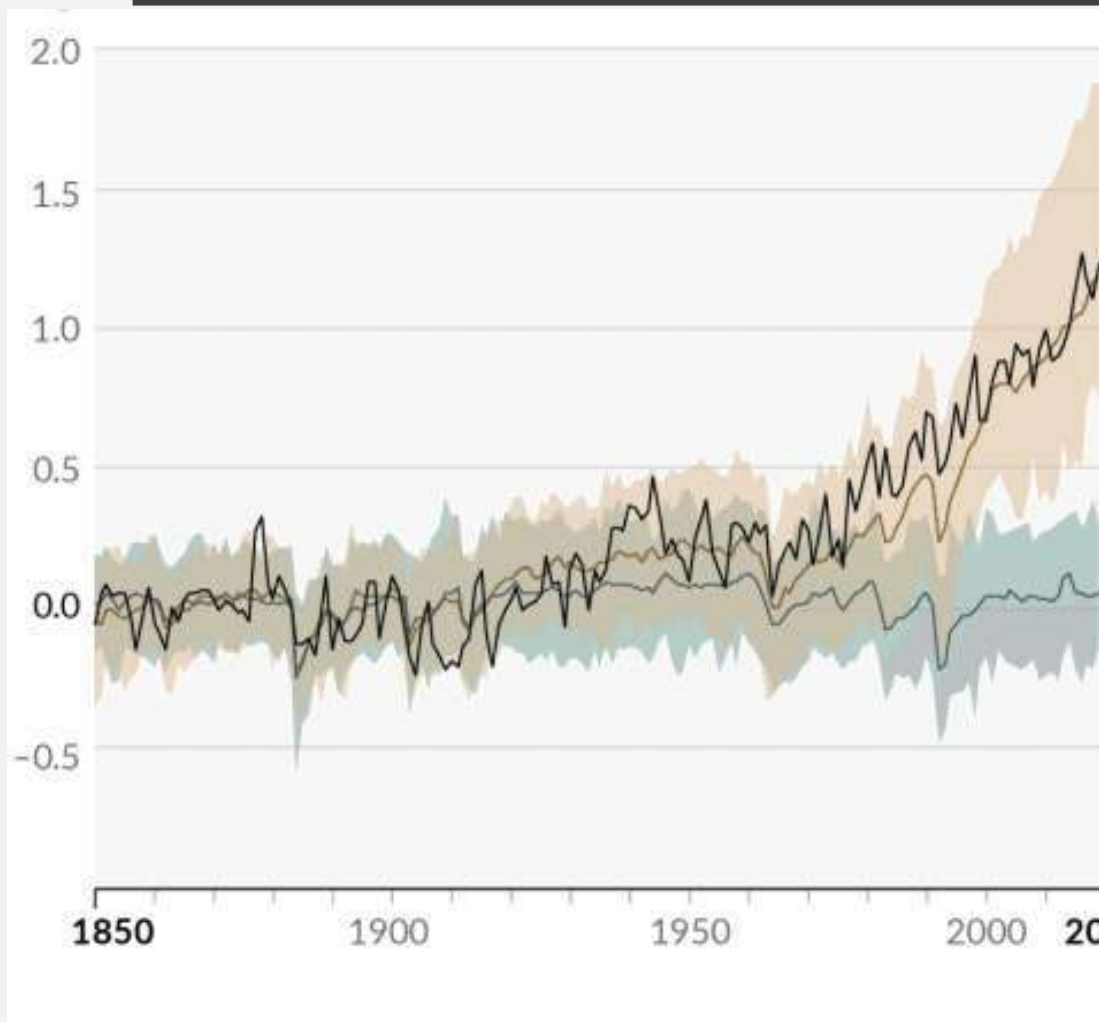
24時間後



微生物による反射率（アルベド）低下



微生物による反射率（アルベド）低下



微生物数の増幅
生育期間の増大

微生物の増殖(色素量 ↑)

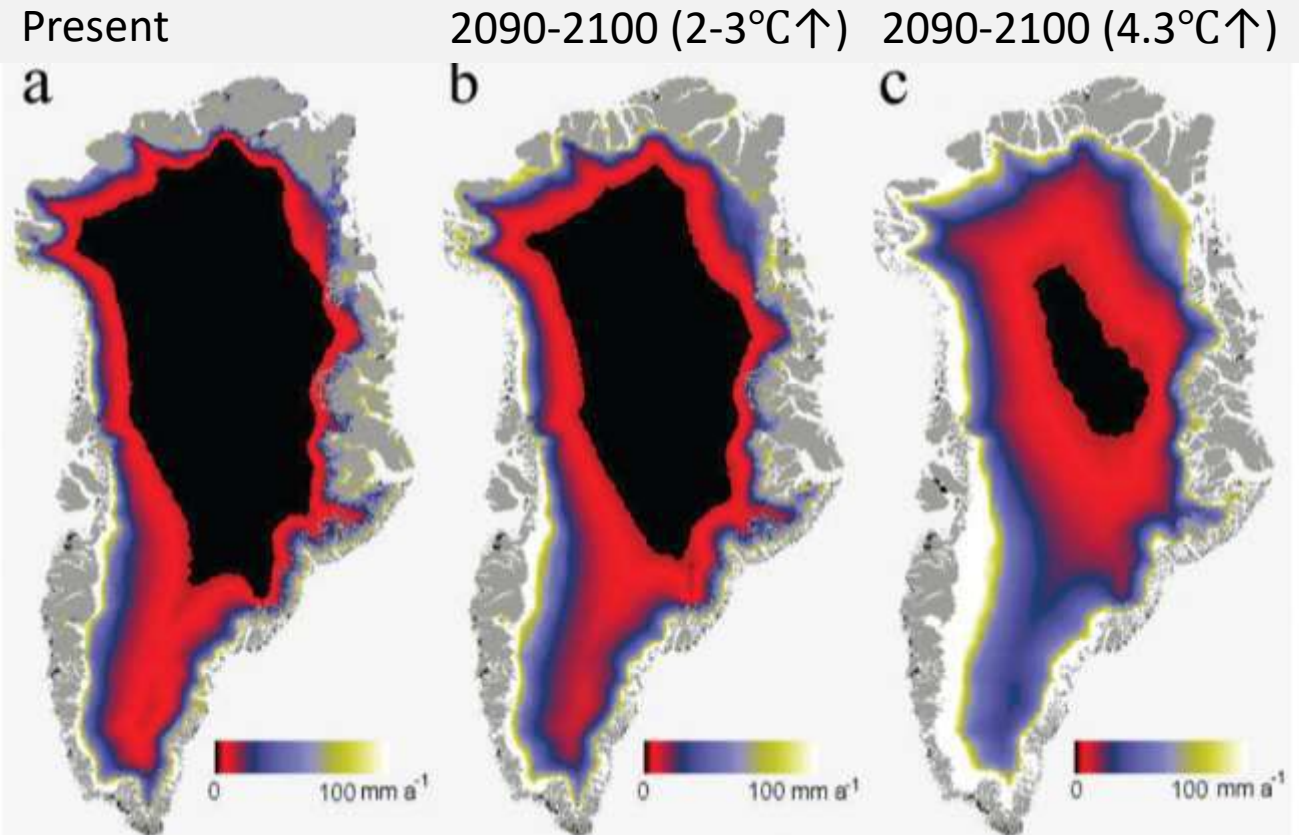
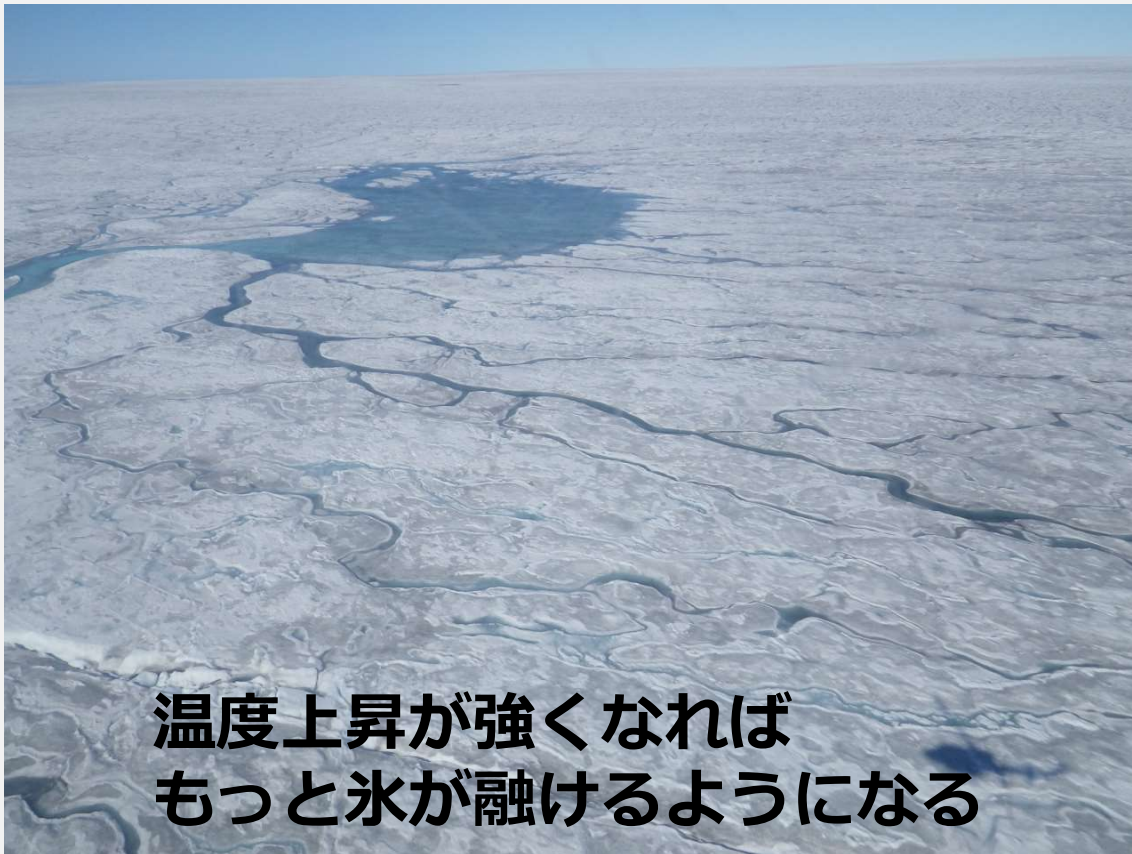


アルベド低下(融解の促進↑)

拡大している微生物増殖域と氷河の汚れ

■ Experimental evidence that microbial activity lowers the albedo of glaciers

M. Musilova^{1,2*}, M. Tranter¹, J.L. Bamber¹,
N. Takeuchi³, A.M. Anesio¹



南米コロンビアco

赤道

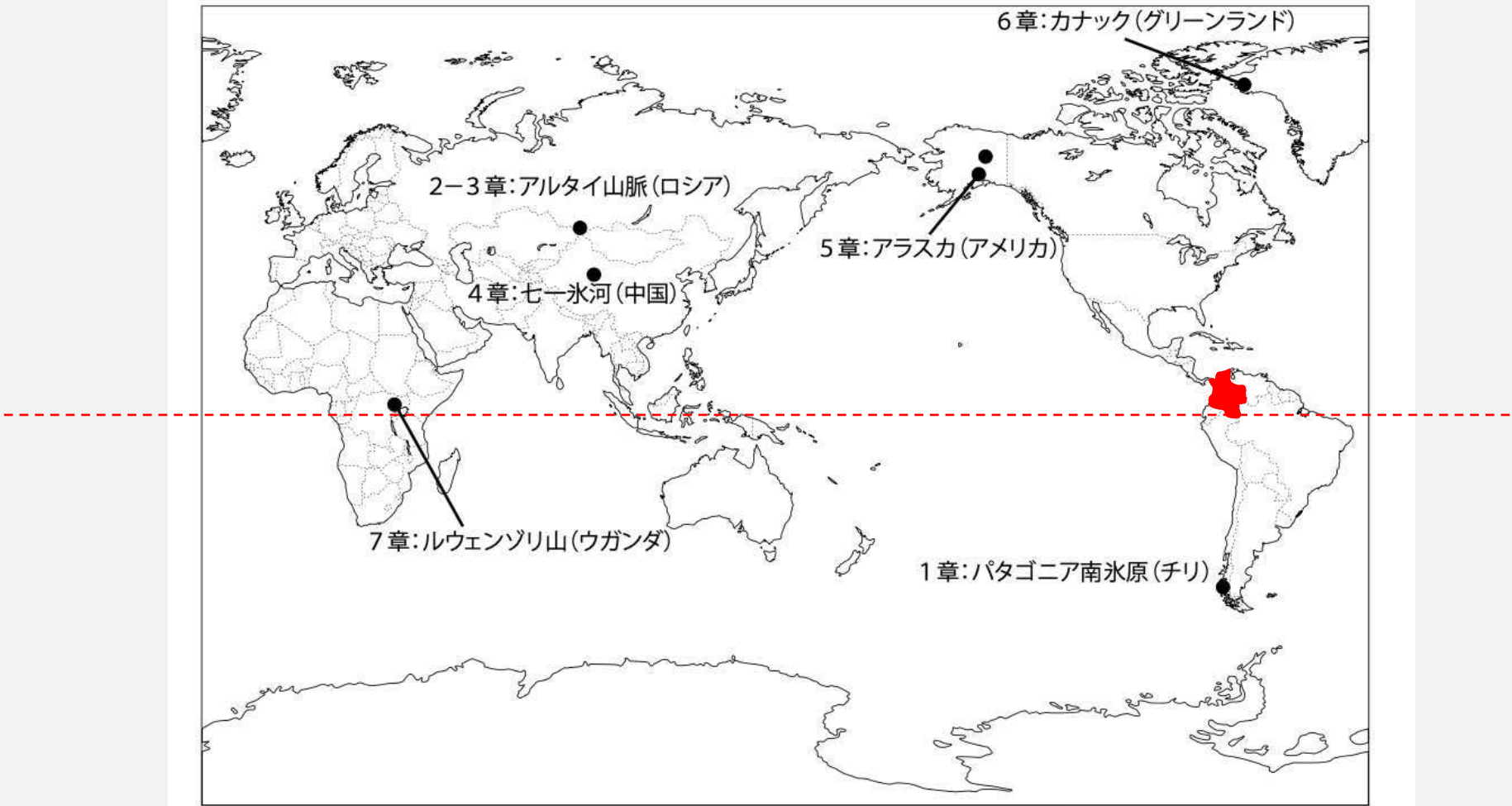
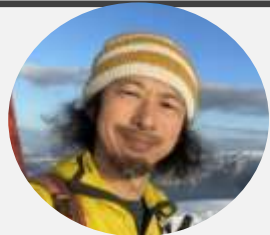


図 本書でももにとりあげる著者が旅した氷河.

10年前に見つけた 「新種」かもしれない雪氷藻類

コロンビアですげえ変な
藻類見つけたんだけど



マジで。新種じゃねえの。
今度一緒に行こうぜ。



Dr. ダニエル (オーストリア)

ちょっとあんたたち私も
仲間に入れなさいよ！



Dr. レンカ (チェコ)

みんな来いよ！



ホルヘ (コロンビアの氷河研究者)



コネヘラス氷河



すでに消滅していた氷河



2024年

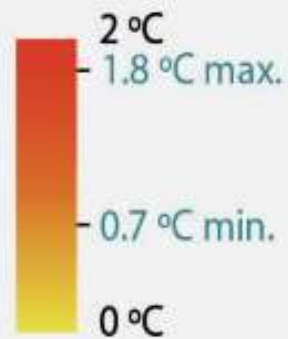


コネヘラス氷河

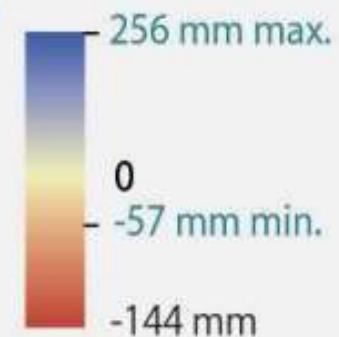
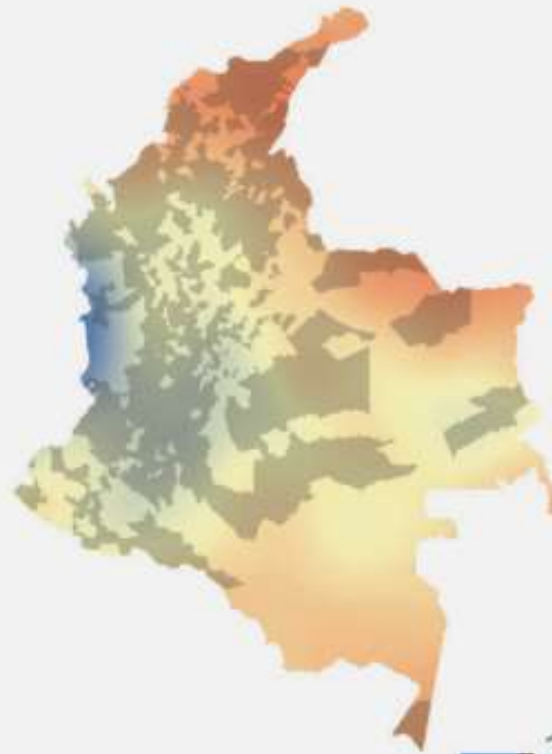
2014年

コロンビアの温暖化と乾燥化

温暖化



Municipalities with farming areas > 3,000 ha



乾燥化

隣の山で調査はできたが、、、

1ヶ月後



氷河小さくなったぞ！

ホルヘ（コロンビアの氷河研究者）



エル・ホンゴ氷河



あと10年以内に消滅する

止まらない氷河の消失

ベネズエラ、最後の氷河が「消失」 NASAが衛星画像を公表

国際 | 速報 | 中南米

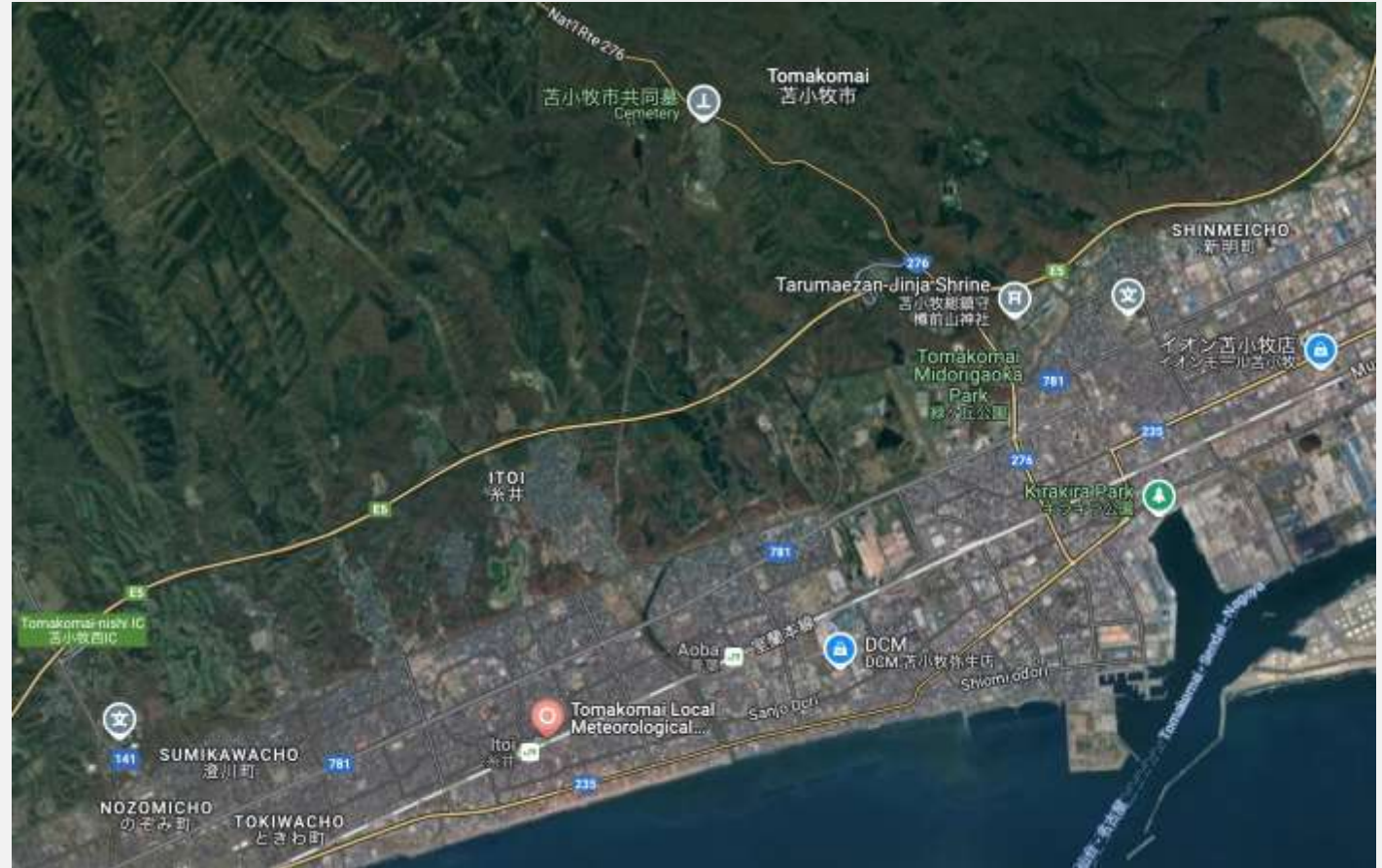
毎日新聞 | 2024/6/9 07:51 (最終更新 6/9 16:43) 有料記事 437文字



2024年5月に撮影された衛星画像。中央部右にあったフンボルト氷河は「氷原」とみなされるまでに縮小した=NASA提供

南米ベネズエラに唯一残っていた最後の氷河が消滅した。地球温暖化を背景にこの数十年で融解が急速に進み、氷河と呼ぶには小さすぎる規模にまで縮小した。米航空宇宙局(NASA)が7日、衛星写真を公表した。世界の熱帯氷河の95%があるとされるアンデス地域で、ベネズエラは氷河を失った最初の国となった。

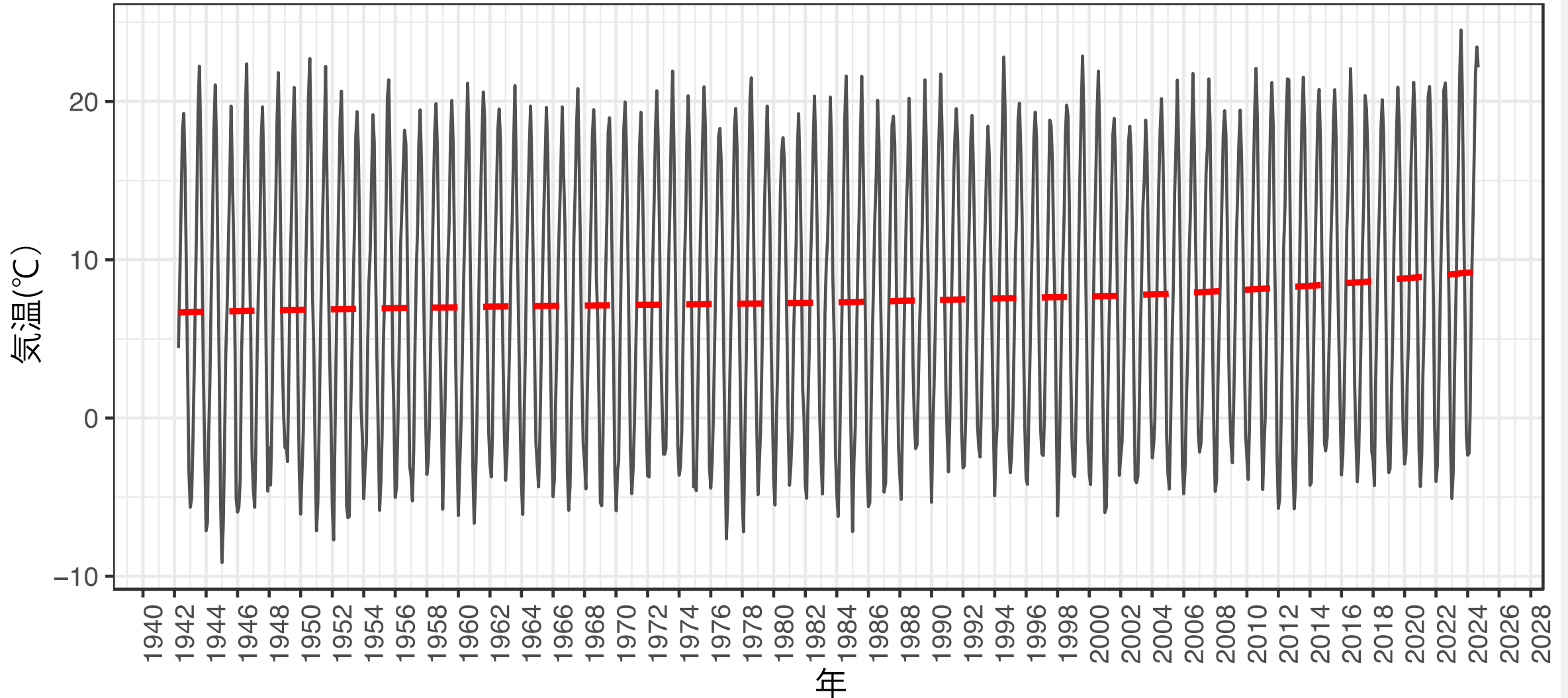
日本では？ 苫小牧では何が起こっている？？



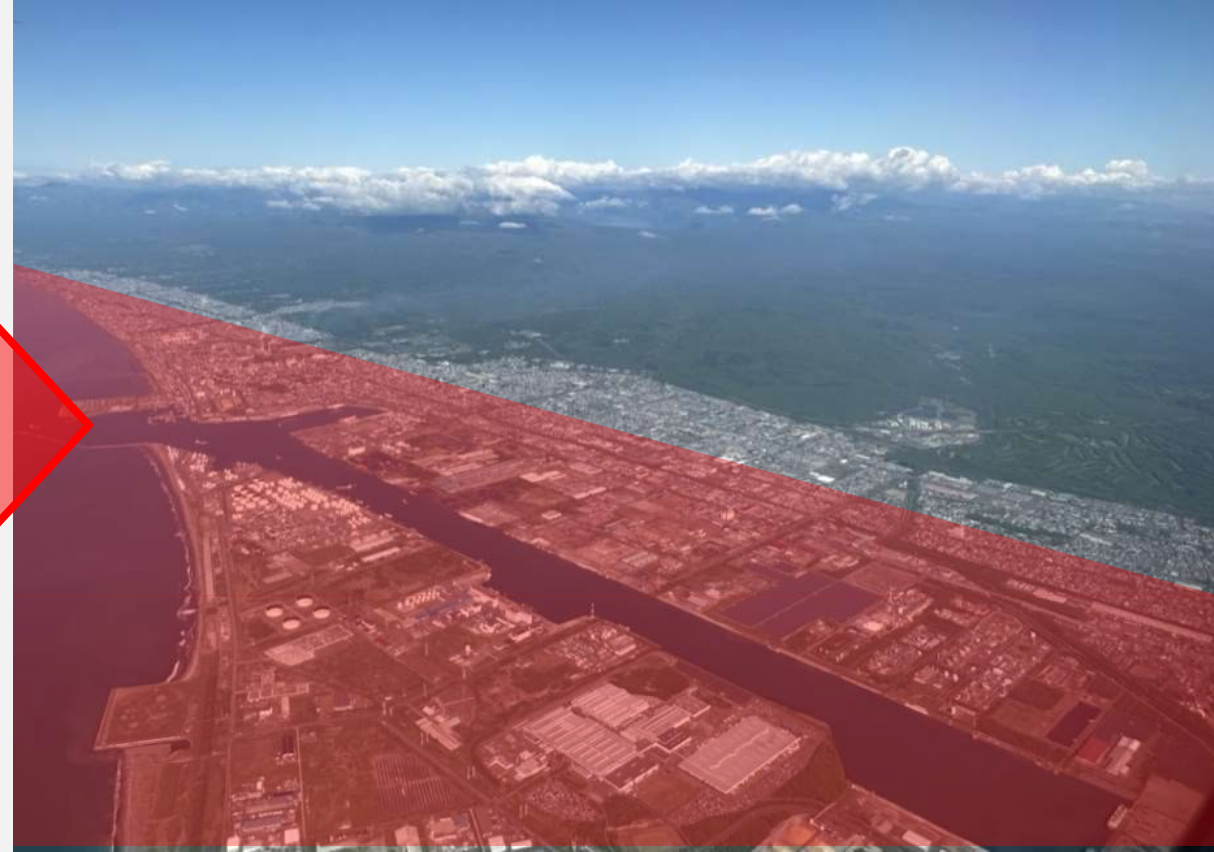
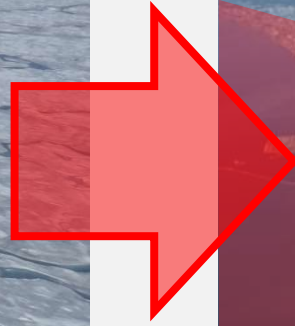
苫小牧の気象観測ステーション

気温は上昇傾向（1°C以上の変化）

苫小牧市の気温（月平均値）1941-2024



グリーンランドの氷が全部溶けたら、



海水面が7m上昇し、苫小牧は海の下

私たちはどうしたらよいの??

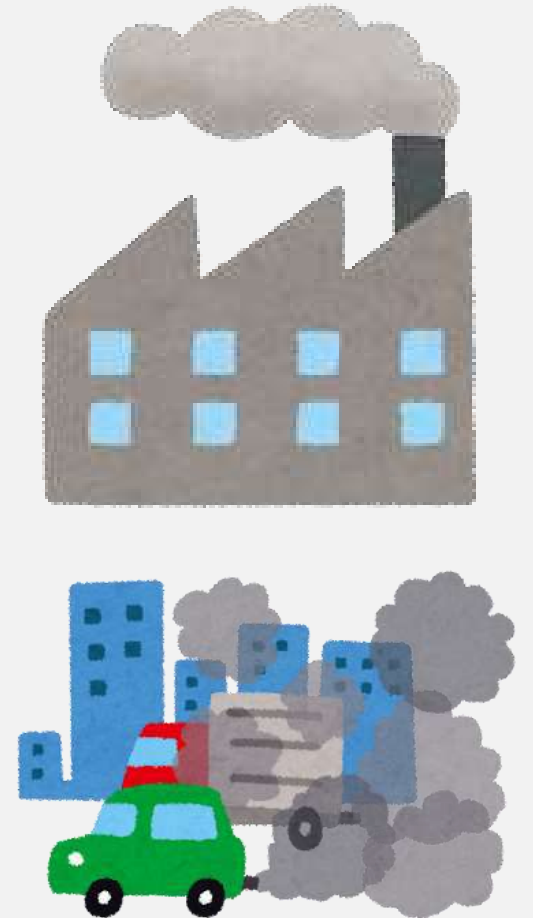
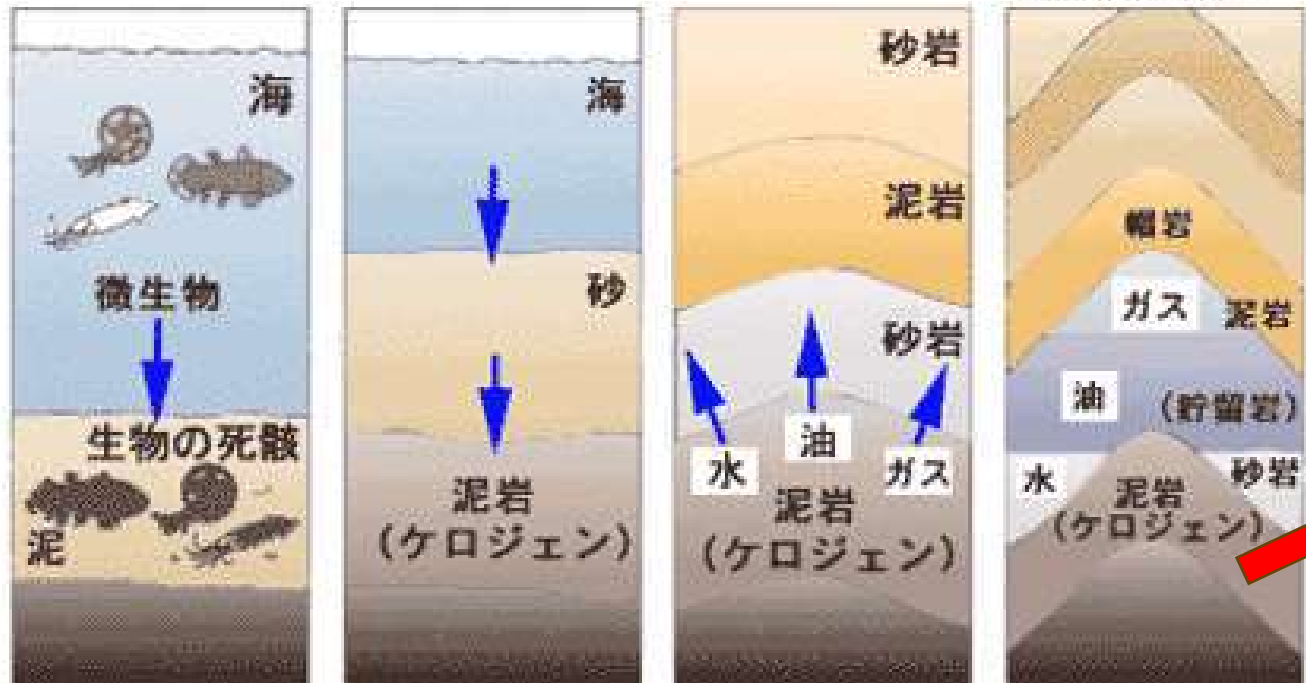


そもそもの原因は？

眠っていた炭素を取り出したから

石油ができるまで

(1) 有機物と土砂の堆積 → (2) ケロジェンの生成 → (3) 熟成・石油の生成 → (4) 石油の移動・集積 (背斜トラップ)



石油情報センター

https://oil-info.ieej.or.jp/whats_sekiyu/1-2.html

二酸化炭素を「増やさない」

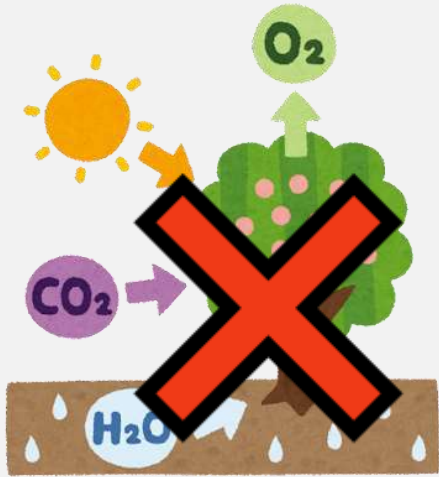
石油ではないエネルギーを使う



エネルギーを無駄にしない

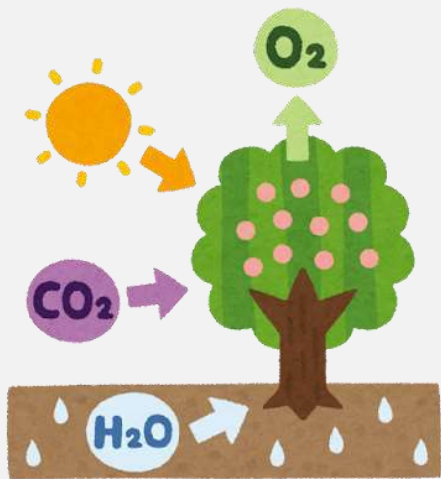


組み合わせを間違えると。。。。



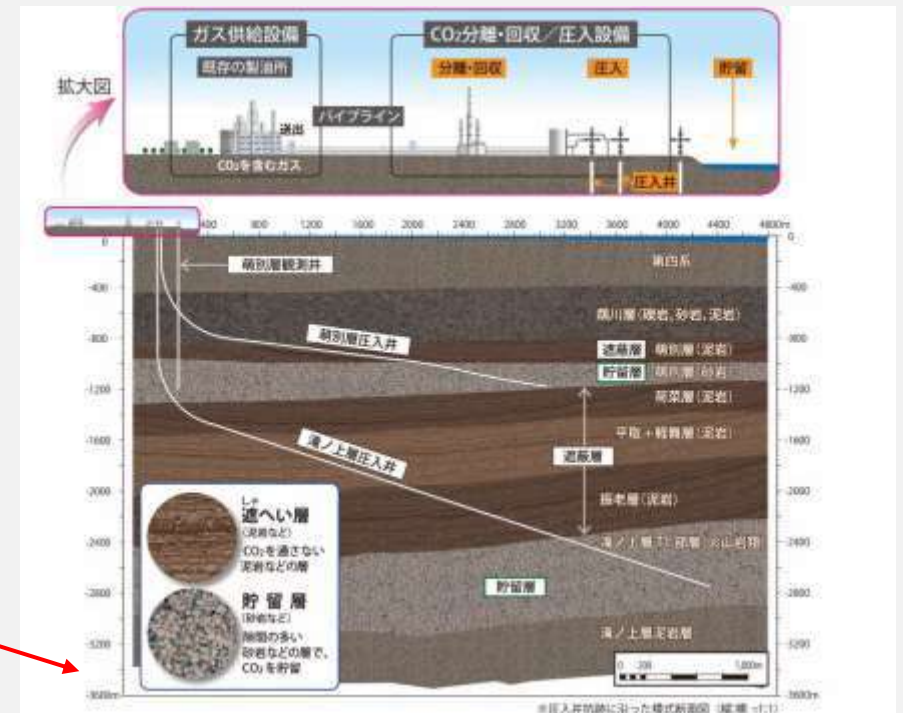
二酸化炭素を「減らす」

自然の吸収 & 蓄積を増やす



森を大切に&増やそう！

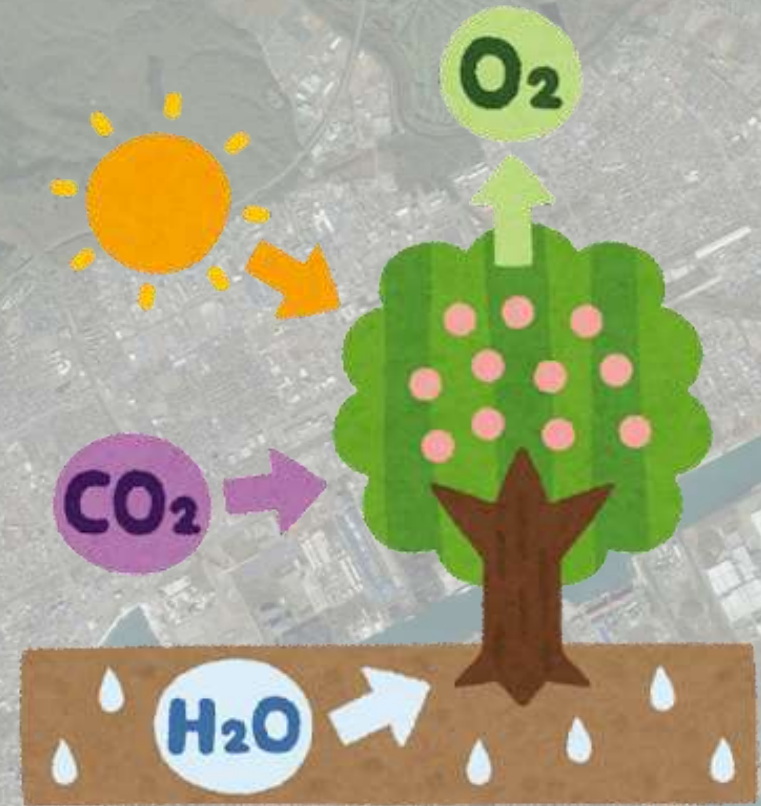
サイエンス & テクノロジー！



二酸化炭素を分離 & 地下に貯留
CCS (Carbon dioxide Capture and Storage)
詳しくは次のご講演を

二酸化炭素を減らす方法

植竹のミッション
減ってきている森を守らなければならない



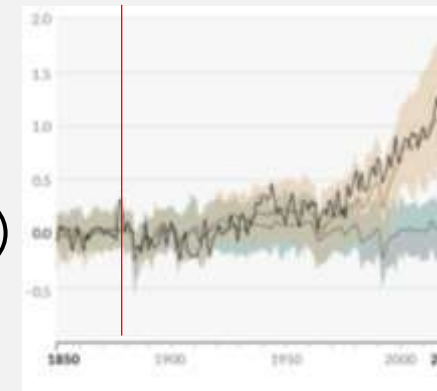
吸収を増やす↑

北海道大学
苫小牧研究林
27.15km² (苫小牧市の1/20)

苫小牧市 561km² 人口17万人
(札幌市 1121km² 人口197万人)

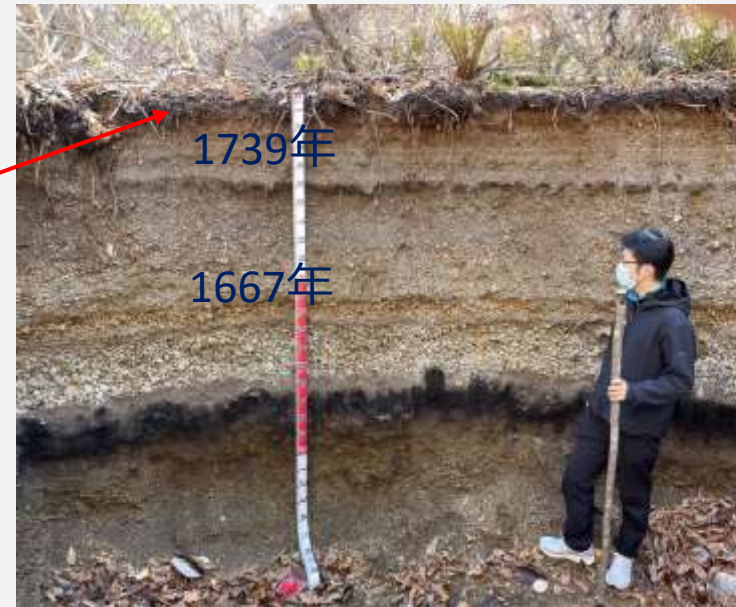
北海道大学 苫小牧研究林

- 1904年にできました
- 面積は5 km×5 kmくらい
- 9割が自然の森（原生林+二次林）
- 研究と勉強の場所です。



地形・地史

- 標高 20~90m
- 斜度5%以下の起伏の少ない台地が大部分
- 1667年の火山噴出物が約2m
- 1739年噴火の火山灰約50cm
- 水はけが非常に良い
- 極めて薄い表土が10-20cm堆積



森林

- 天然林1割、二次林8割、針葉樹の人工林1割
- 二次林
 - 木材生産のための皆伐跡地
 - 1954年の洞爺丸台風による風害跡地
 - 不成績造林地に広葉樹が成長



植物

- 樹木 100種以上、草本植物 300種以上
- 天然林の優占樹種
 - ミズナラ、アオダモ、カエデ類、カンバ類
 - ヤチダモ、シナノキ、オオバボダイジュ、アサダ、アズキナシ、サワシバなど
- エゾマツやトドマツなどの針葉樹も散生



1. フクジュソウ (*Adonis ramosa*)
2. オオバナノエンレイソウ (*Trillium camschatcense*)
3. クリンソウ (*Primula japonica*)
4. エゾマツ (*Picea jezoensis*)

動物

- ヒグマ、エゾシカ、アオサギ、クマゲラなど豊かな動物相



T. Nanba

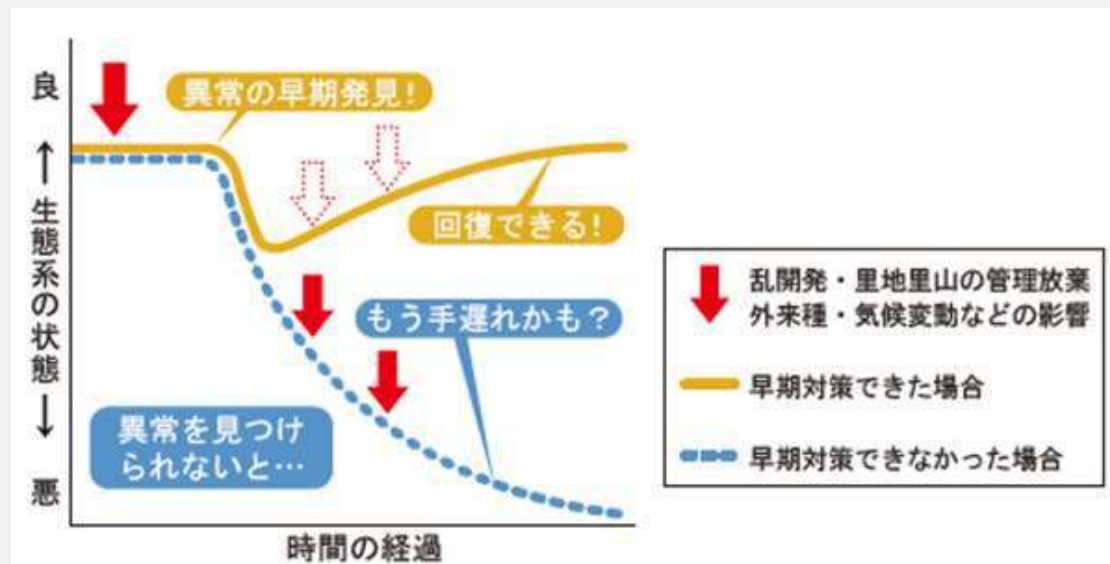


D. Nomi

長期生態系モニタリング調査



- モニタリングサイト1000
- 環境省が主導、2003年から
- 1000ヶ所 + 100年継続を目指す
- 様々な環境で実施



長期生態系モニタリング調査

- 2004年より **7ヶ所*** で実施中 * 大学林で最大規模
- 天然林 1 サイト、二次林 3 サイト、人工林 3 サイト



リタートラップ

(落葉や種子を集める)



鳥類

(直接観察や音声)



樹木

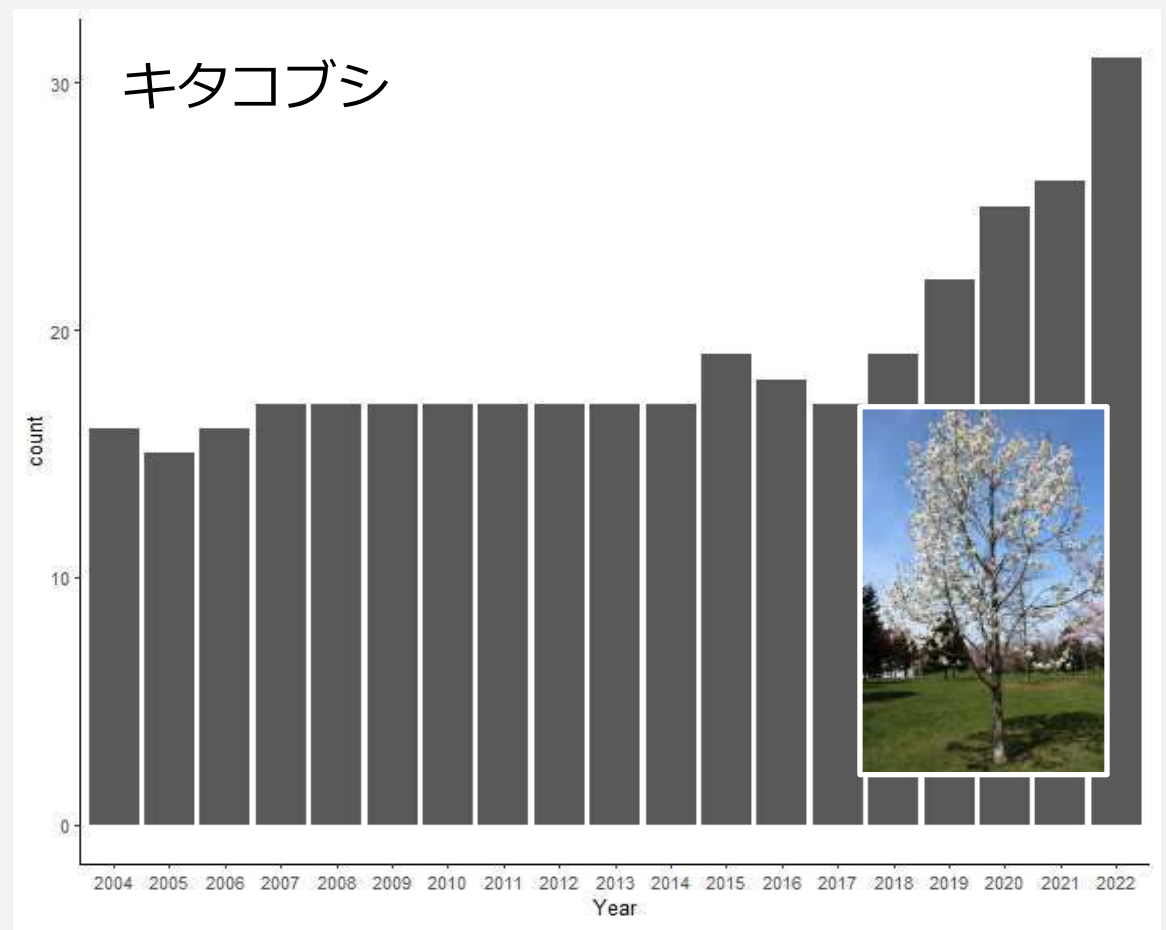
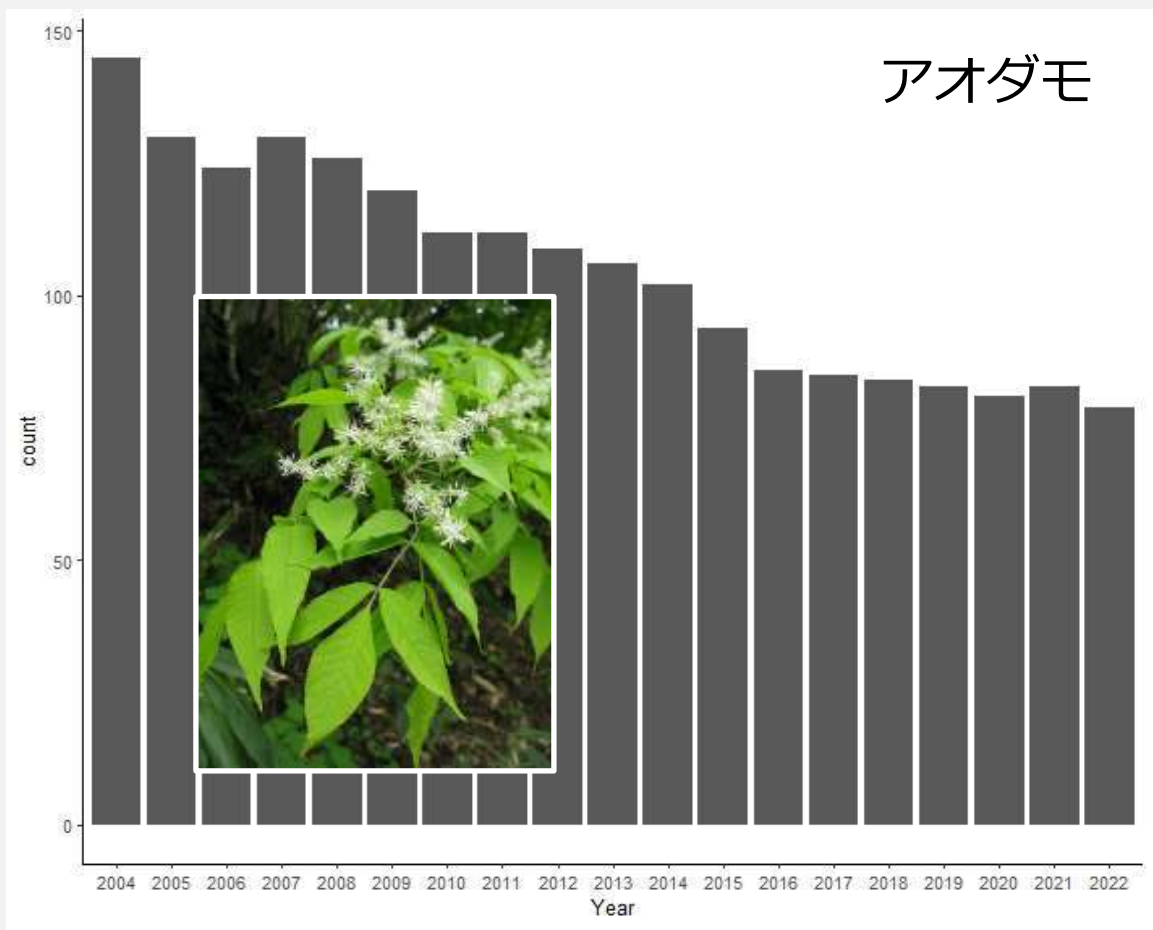
(木の直径を計測)



地表徘徊性甲虫

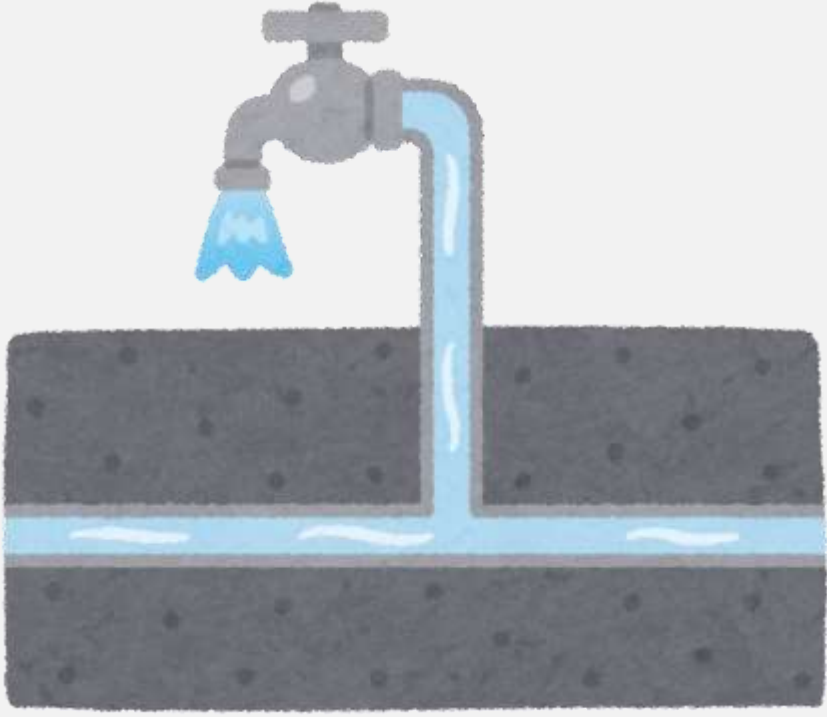
(全国の標本を保管)

樹木の個体数の変化（204林班）





森が生み出す水：幌内川

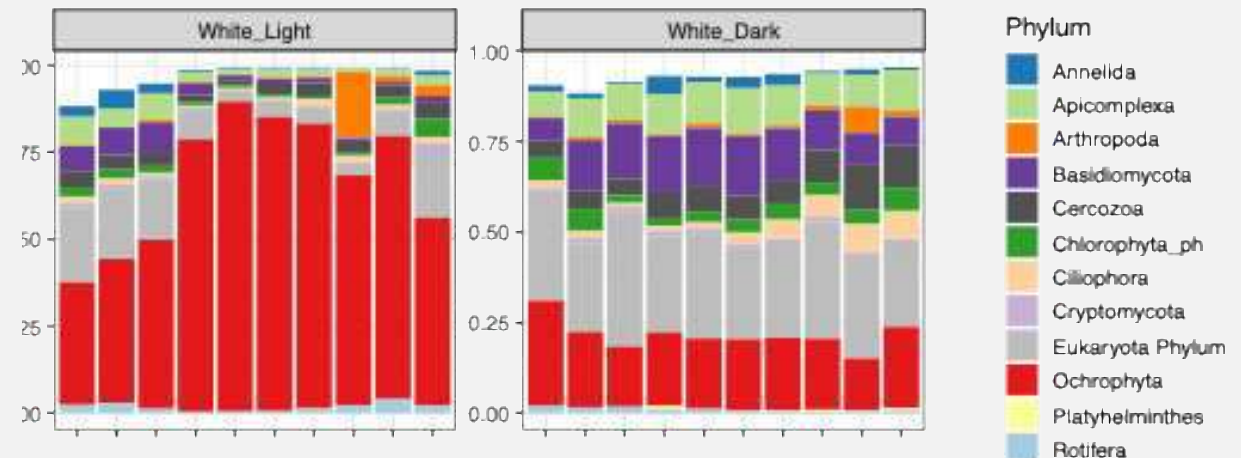
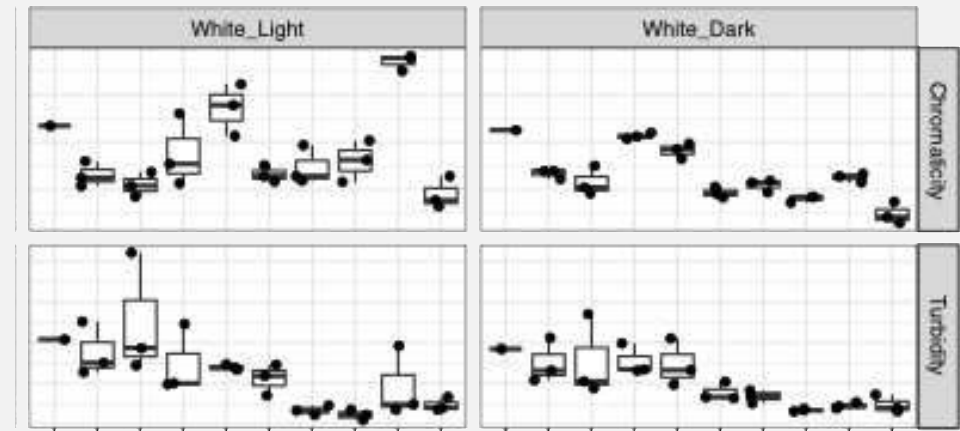


持続可能な水濾過システム
高丘浄水場

苫小牧市民（東半分）の飲み水です！！

濾過を助ける微生物の研究

～微生物のちからで綺麗な水をさらに綺麗に！～





森からの恵み (生態系サービス)

二酸化炭素の吸収を助ける

様々な生物を育む

水をきれいにする

遊びに行っても楽しい

苫小牧研究林 樹木園

- 公園のようになっています
- 入場無料！

森林記念館・森林資料館を土曜日に開放
(無雪期)



北大苫小牧研究林 『樹木園』案内MAP
Tomakomai Experimental Forest

日本各地の実なる低木類を集めています！

カエルや、サンショウウオがいます！

カフェスペースほか、林業の古い道具や写真を展示。4月～10月の最終金曜日は開館無料。

胸苦野球部が走っている坂

山王神社

ミズナラの大本

トイレ

一般駐車場
約80台収容。車はここに停めて、園内は徒歩での移動をお願いします。

事務所
北大苫小牧研究林の植物、研究者と未来の科学者がいます！森のことを日々研究しています！

樹木や動物、林産加工の標本を展示。4月～10月の最終金曜日は開館無料。

森林資料館

高丘浄水場

案内ポンプ場

ぶつか橋

案内取水場

木の橋

水飲み場

とひいし

しばふひろば

？ 園内各スポットにQRの付いた案内板を設置しています！ぜひスマートフォンでのぞいてみてください！

園内の禁止事項

火	ゴミ捨て	タバコ	エサやり
鳥釣り	ペット	ドローン	車の場所

北大苫小牧研究林
Tomakomai Experimental Forest
北海道苫小牧市高丘
TEL. 0144-33-2171 [平日8:30～17:00]
FAX. 0144-33-2173
https://tomakexpforest.jimdofree.com/
e-mail. tomak@fsc.hokudai.ac.jp

ホームページ

ご清聴ありがとうございました



積雪：1970-80年代で最小

最大積雪深（月平均） 1941-2024

