

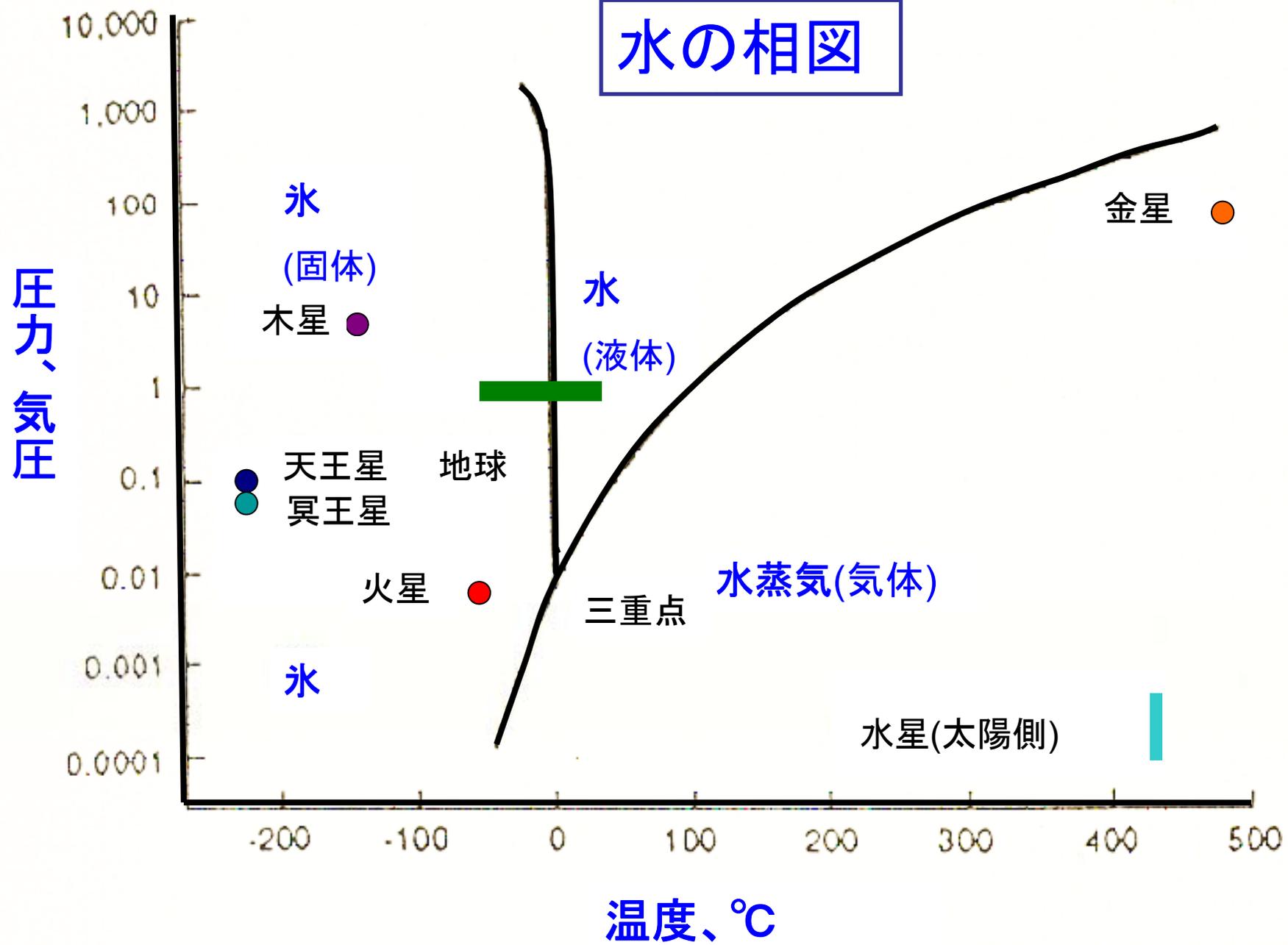
2010年1月29日

温暖化から地球を守る雪氷圏

半田(1996)より

中尾正義(人間文化研究機構)

水の相図



Lawford(1993)をもとにしたNakawo(1998)を修正

水惑星、地球

- 多量の水の存在 地球における炭素の在りか
 - 炭酸塩 (CaCO₃) : 珊瑚など
- 少ない二酸化炭素 土壌中の有機物

	金星	地球	火星
CO ₂	97	0.03	95
			大気中の割合、%

水惑星、地球 その2

多量の水の存在

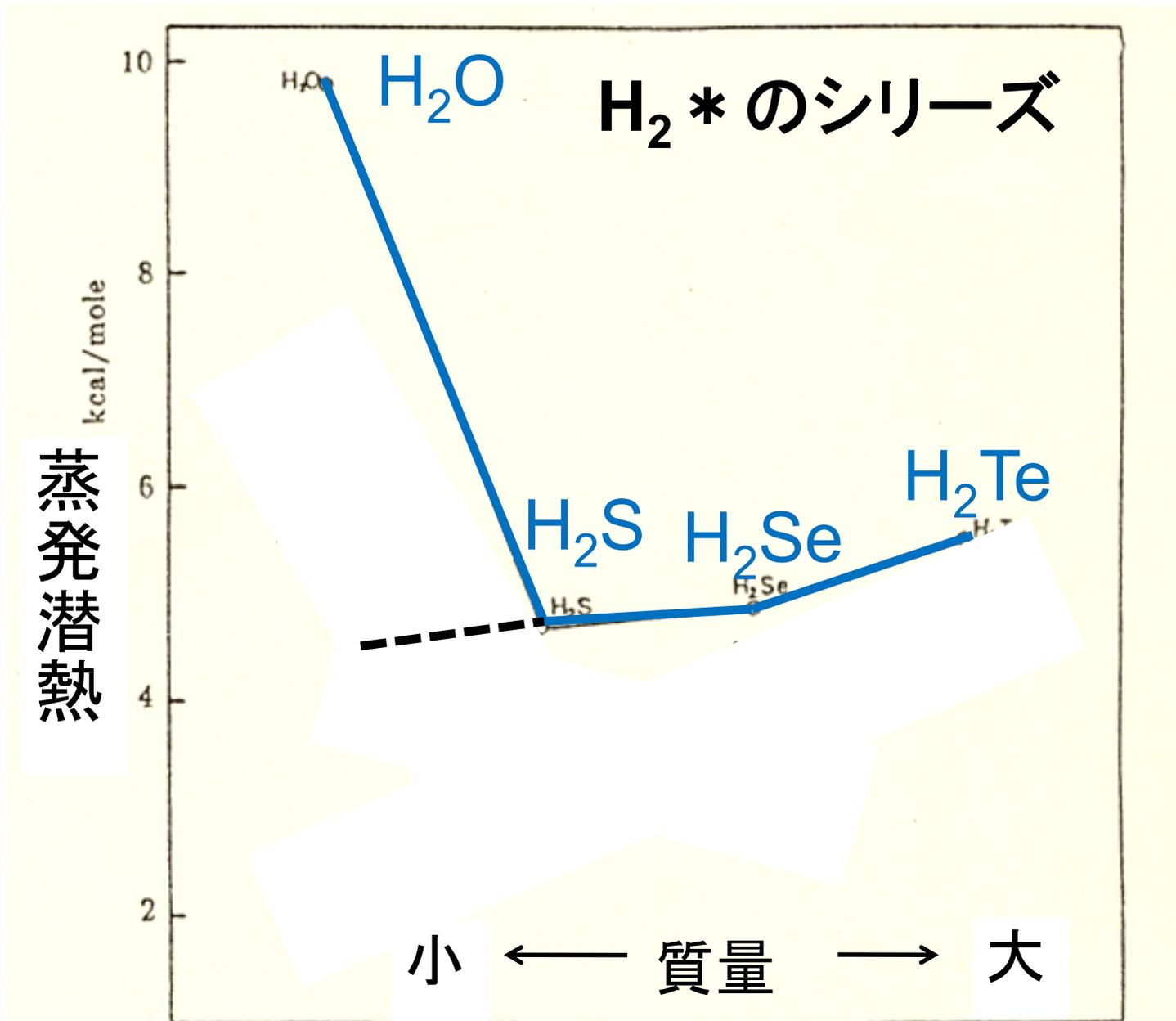
水は非常に特異な物質

融解や蒸発の潜熱が異常に大きい

融点や沸点も異常に高い

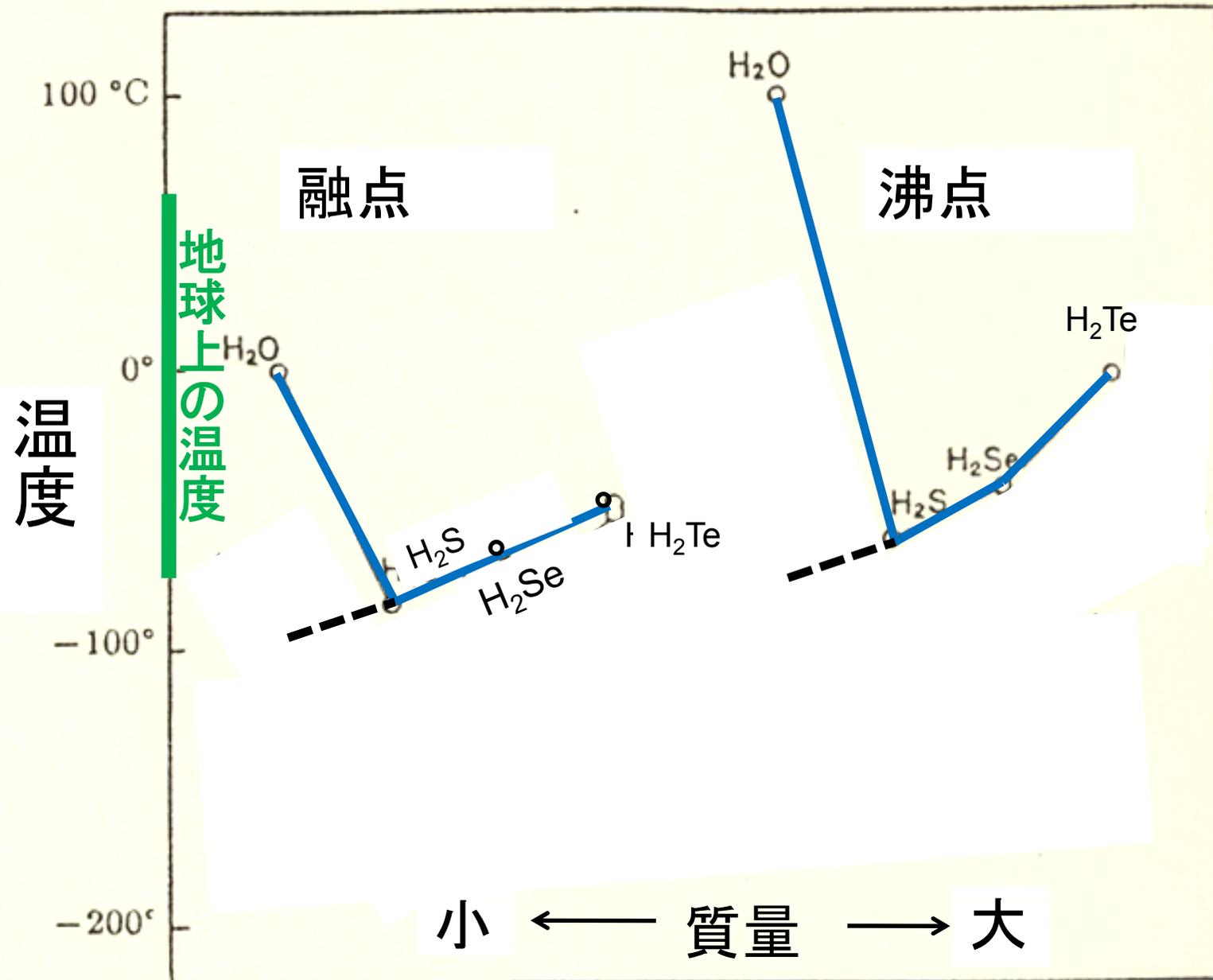
固体の水が液体の水よりも軽い

融解や蒸発の潜熱が異常に大きい



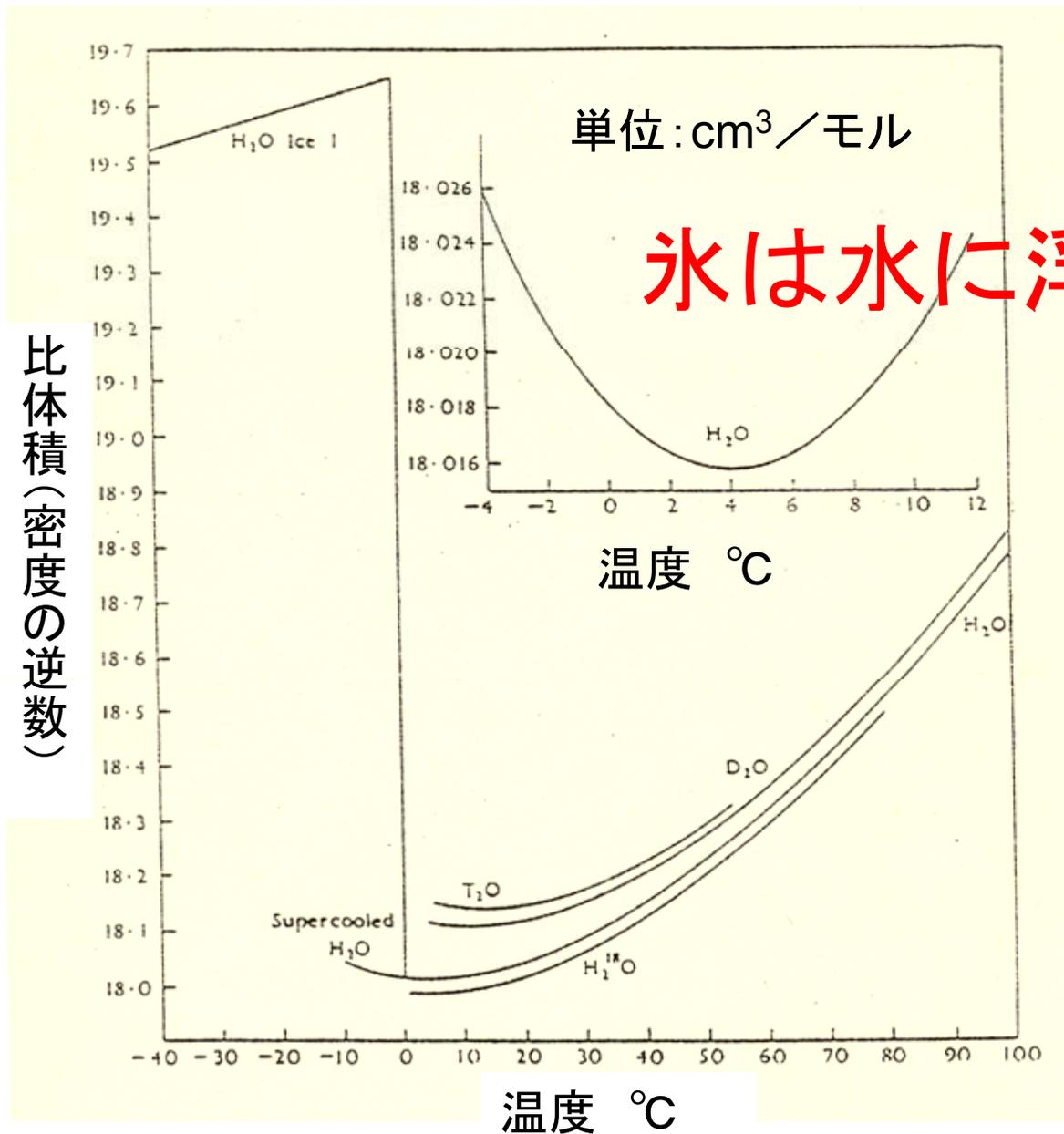
Pauling(1960)をもとにしたNakawo(1998)を修正

融点や沸点も異常に高い(地表温度に近い)



Pauling(1960)をもとにしたNakawo(1998)を修正

固体の水が液体の水よりも軽い



氷は水に浮かぶ

軽い

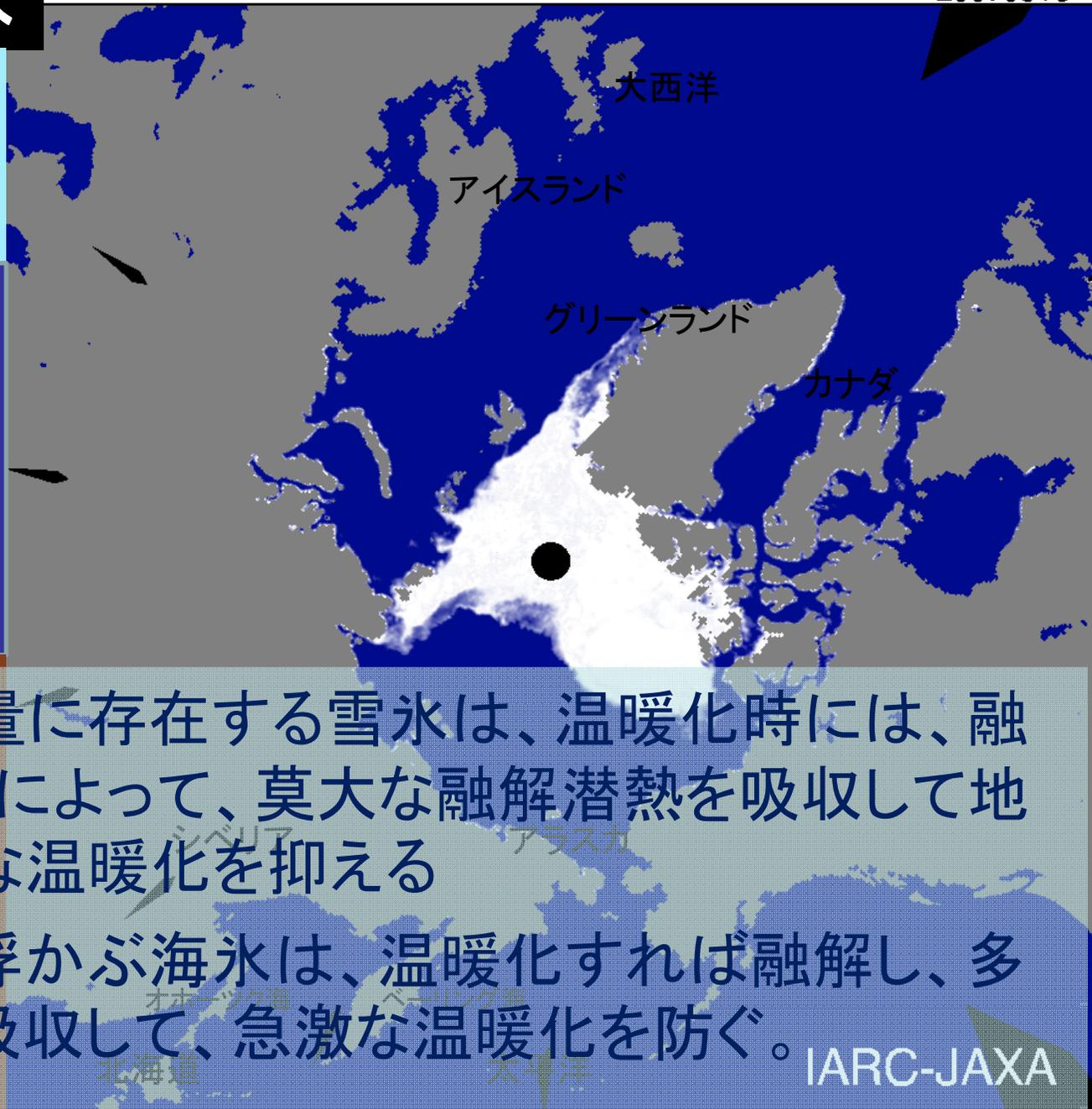


重い

北極の海氷

AMSR-E Sea Ice Concentration

20070916



- 地球に多量に存在する雪氷は、温暖化時には、融解することによって、莫大な融解潜熱を吸収して地球の急激な温暖化を抑える
- 特に海に浮かぶ海氷は、温暖化すれば融解し、多量の熱を吸収して、急激な温暖化を防ぐ。

IARC-JAXA

水惑星、地球

- 多量の水の存在
- 少ない二酸化炭素

水は非常に特異な物質

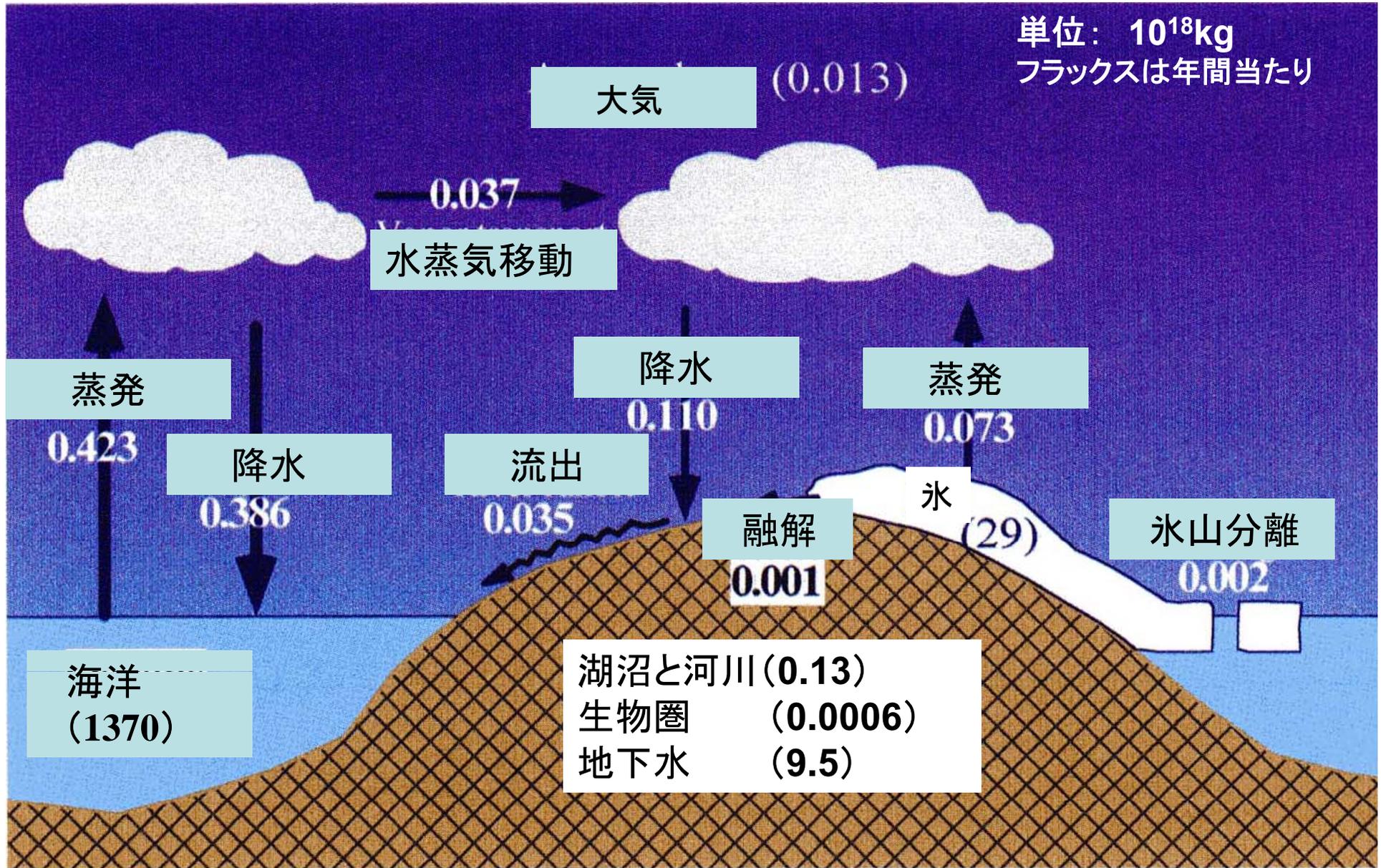
融解や蒸発の潜熱が異常に大きい

融点や沸点も異常に高い(地表温度に近い)

固体の氷が液体の水よりも軽い

水は、わずかな温度変化によって、潜熱の発生や吸収をとめないつつ相変化する

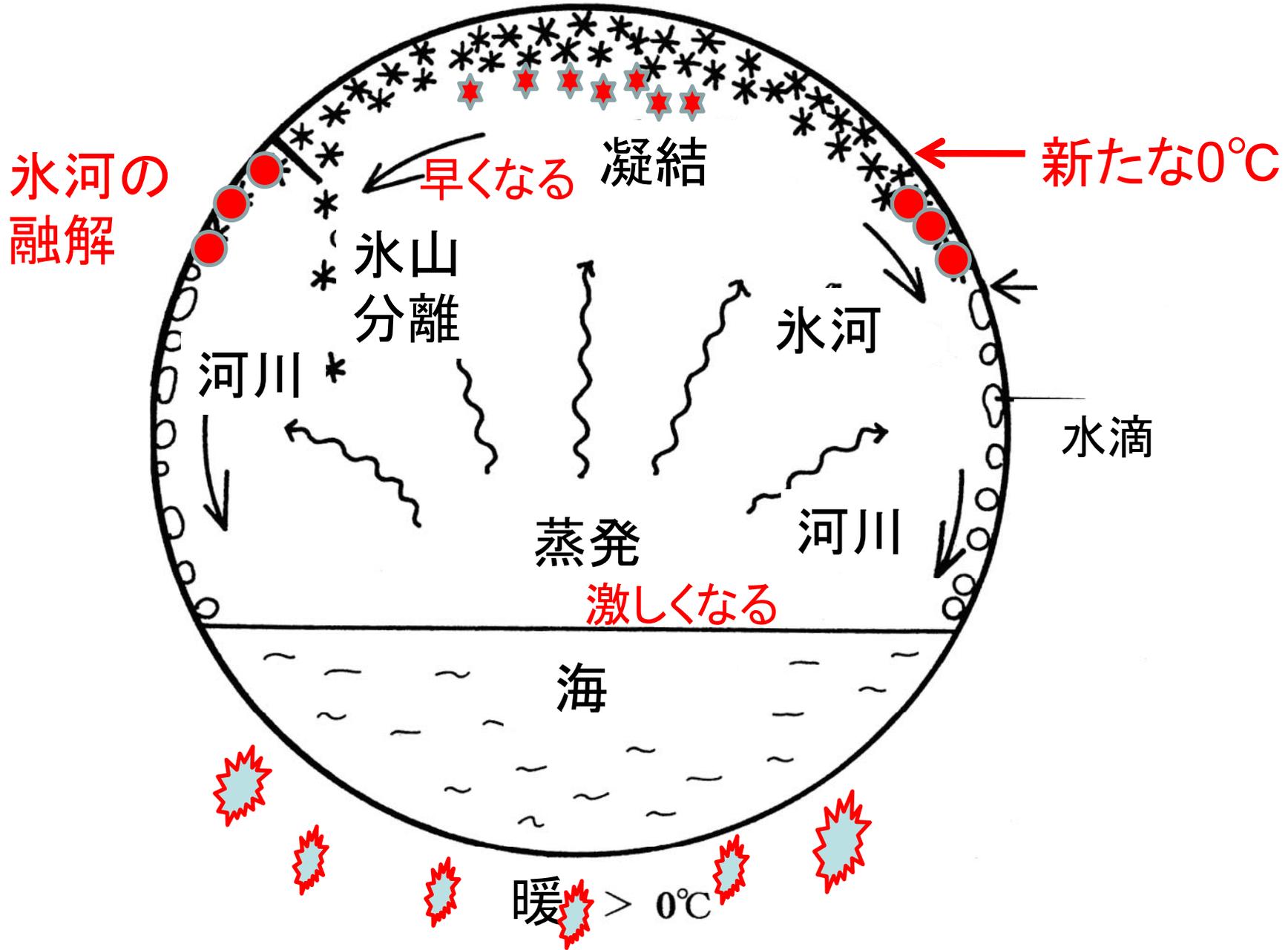
相変化を伴う水の循環

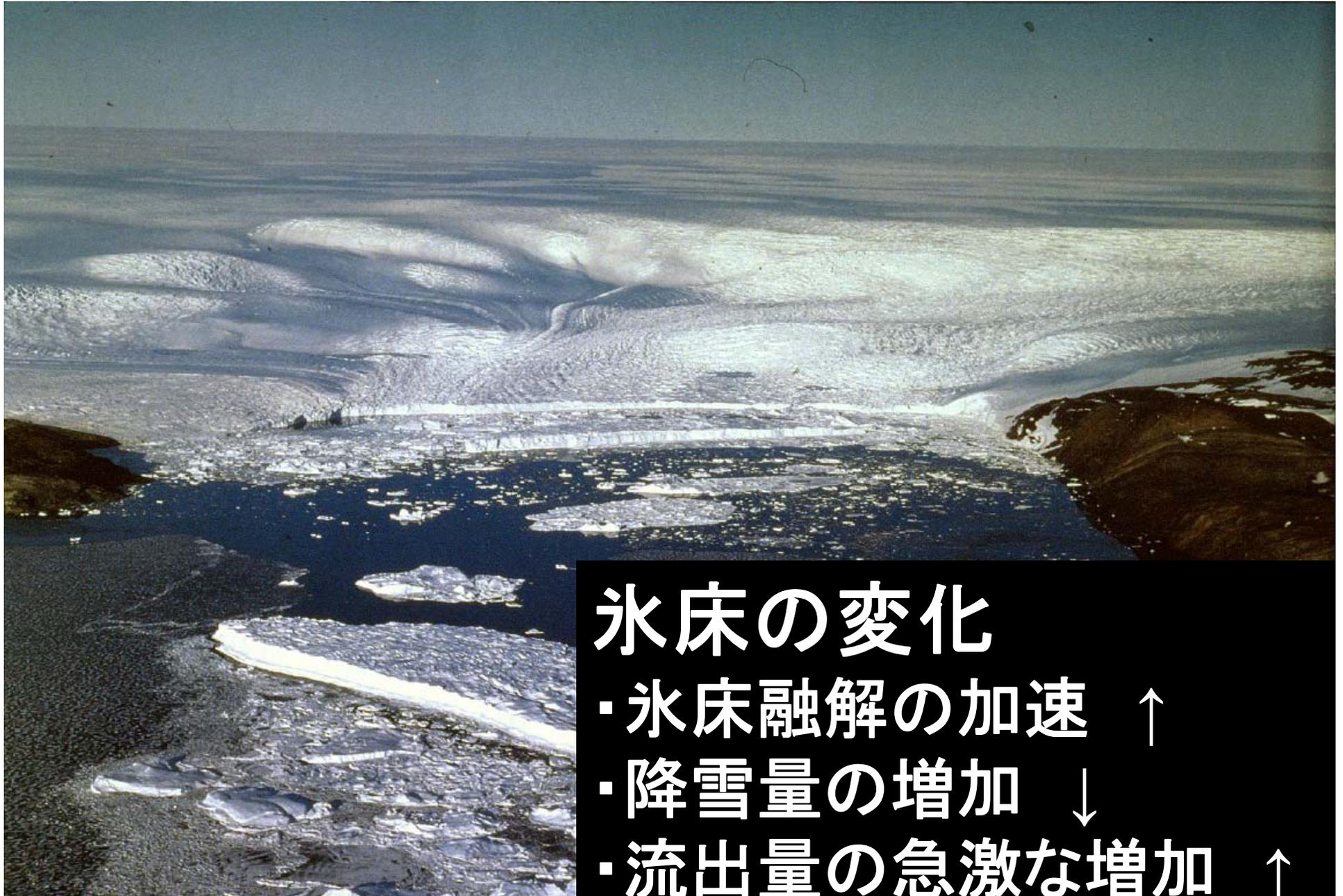


Berner(1992)をもとにしたNakawo(1998)を修正

寒 $< 0^{\circ}\text{C}$

温暖化が生じると

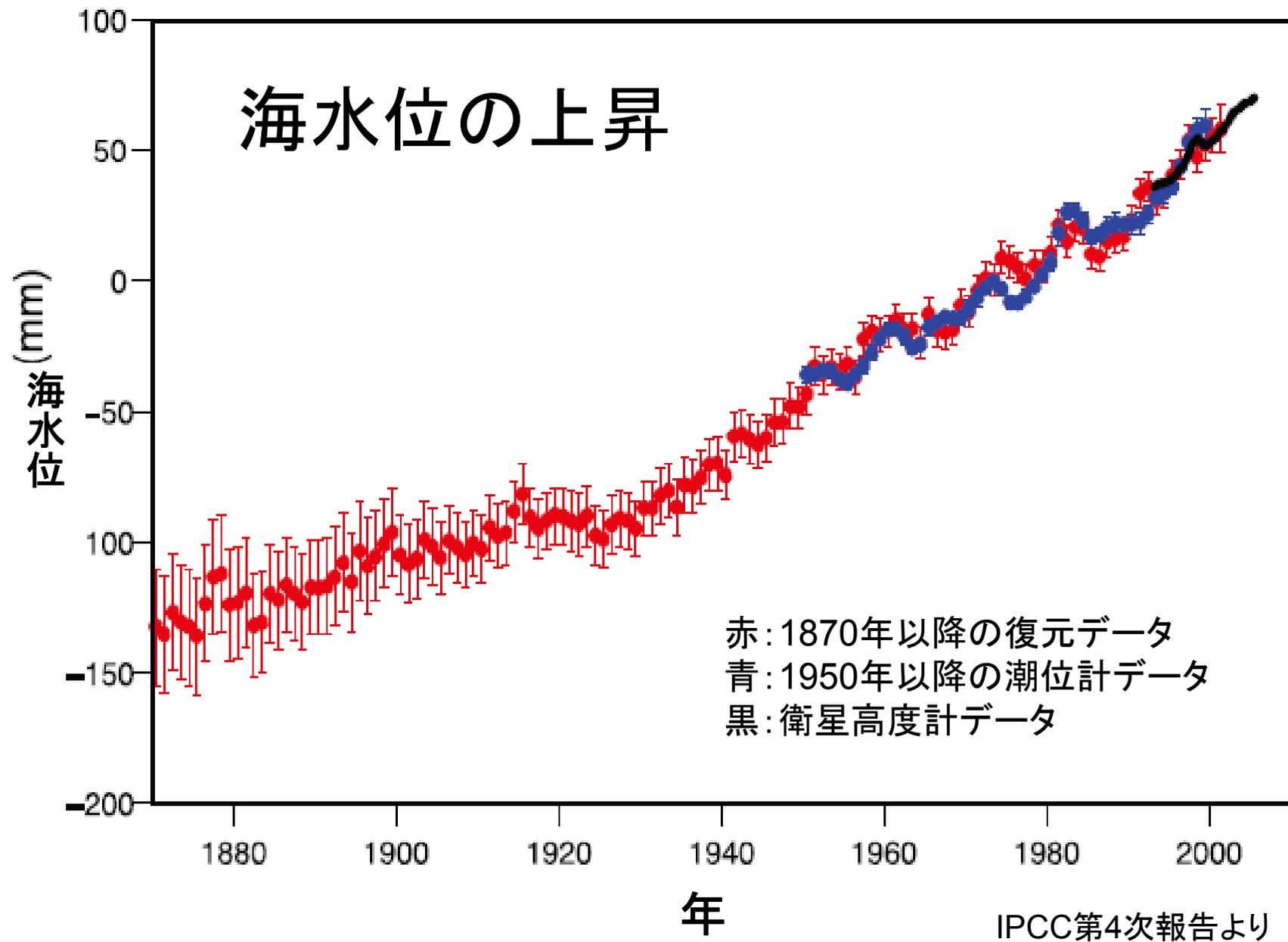




氷床の変化

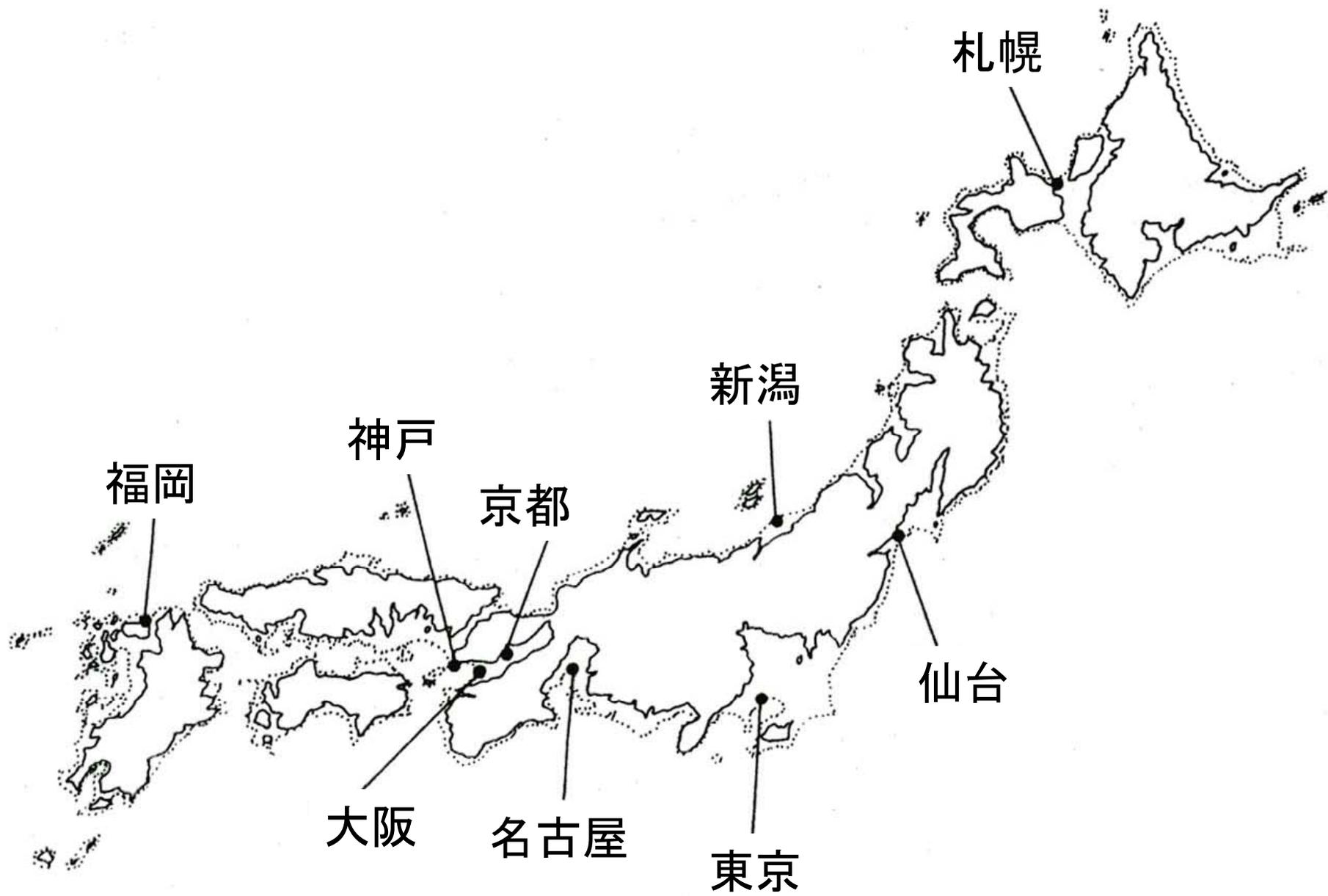
- ・氷床融解の加速 ↑
- ・降雪量の増加 ↓
- ・流出量の急激な増加 ↑

海水位の上昇



海面水位上昇の要因	海面水位の上昇率 (mm/年)	
	1961~2003	1993~2003
熱膨張	0.42 ± 0.12	1.6 ± 0.5
氷河と氷帽	0.50 ± 0.18	0.77 ± 0.22
グリーンランド氷床	0.05 ± 0.12	0.21 ± 0.07
南極氷床	0.14 ± 0.41	0.21 ± 0.35
海面水位上昇に寄与する個別要因の合計	1.1 ± 0.5	2.8 ± 0.7
観測された海面水位上昇	1.8 ± 0.5 ^a	3.1 ± 0.7 ^a
差異 (観測値から気候の寄与の見積もりの総計を差し引いたもの)	0.7 ± 0.7	0.3 ± 1.0

IPCC第1作業部会第4次報告書 政策決定者向け要約 より



札幌

新潟

仙台

東京

名古屋

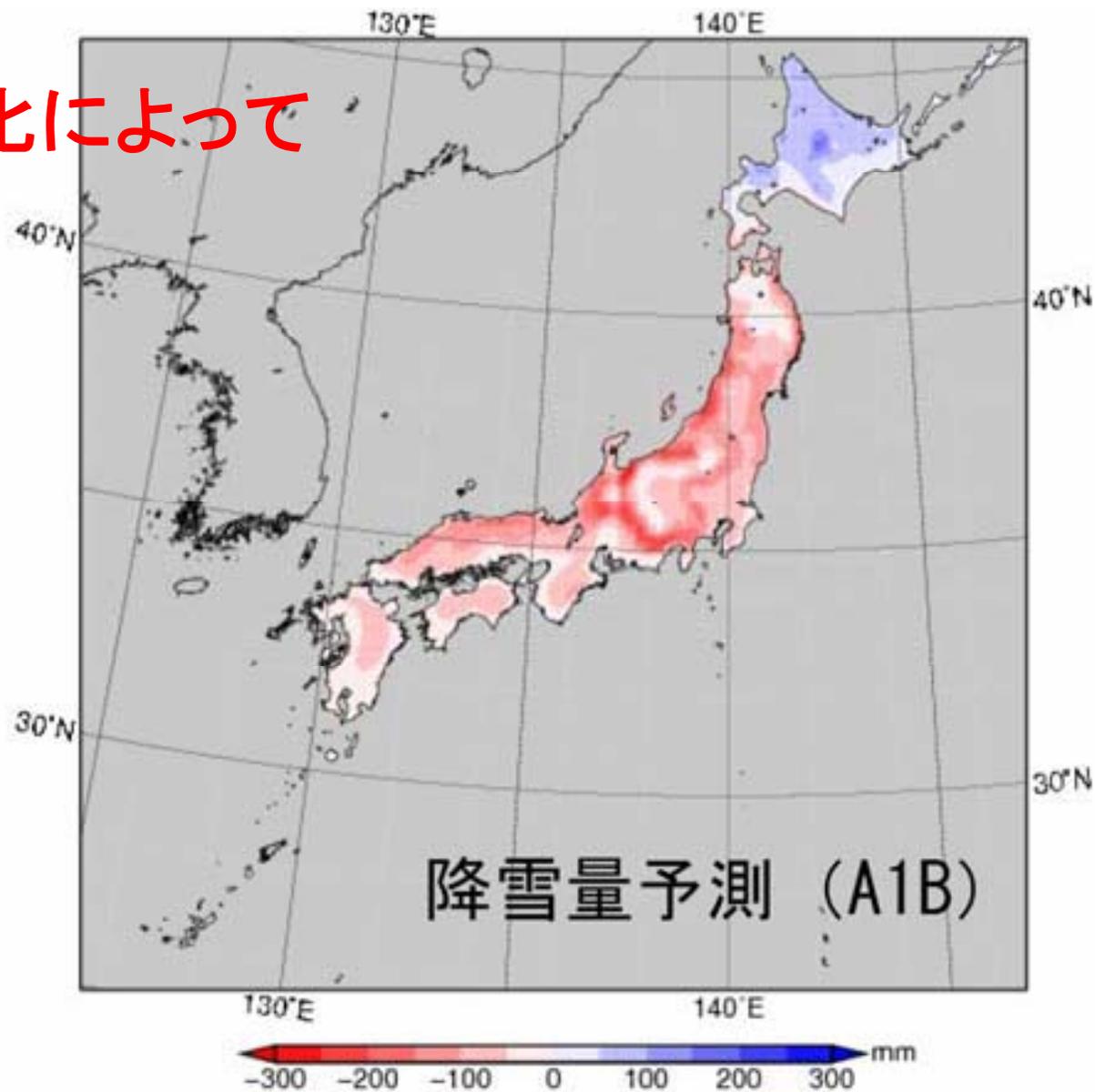
大阪

京都

神戸

福岡

温暖化によって



温暖化による降雪量の変化予測

寒候期(12~3月)の総降雪量の、2081~2100年と1981~2000年の平均値の差。

温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポートより

An aerial photograph of a mountainous region, likely the Himalayas, showing a large glacier flowing down a valley. The surrounding terrain is a mix of green and brown, indicating different vegetation and soil types. The sky is clear and blue.

地球上の雪氷圏：両極や第三の極地

チベット、ヒマラヤ、パミールなど、第三の極地には多くの氷河がある。周辺に住む多くの人々にとって、氷河の融解水は、貴重な水資源

シロンヒマール、AX010氷河（ネパール）



1978

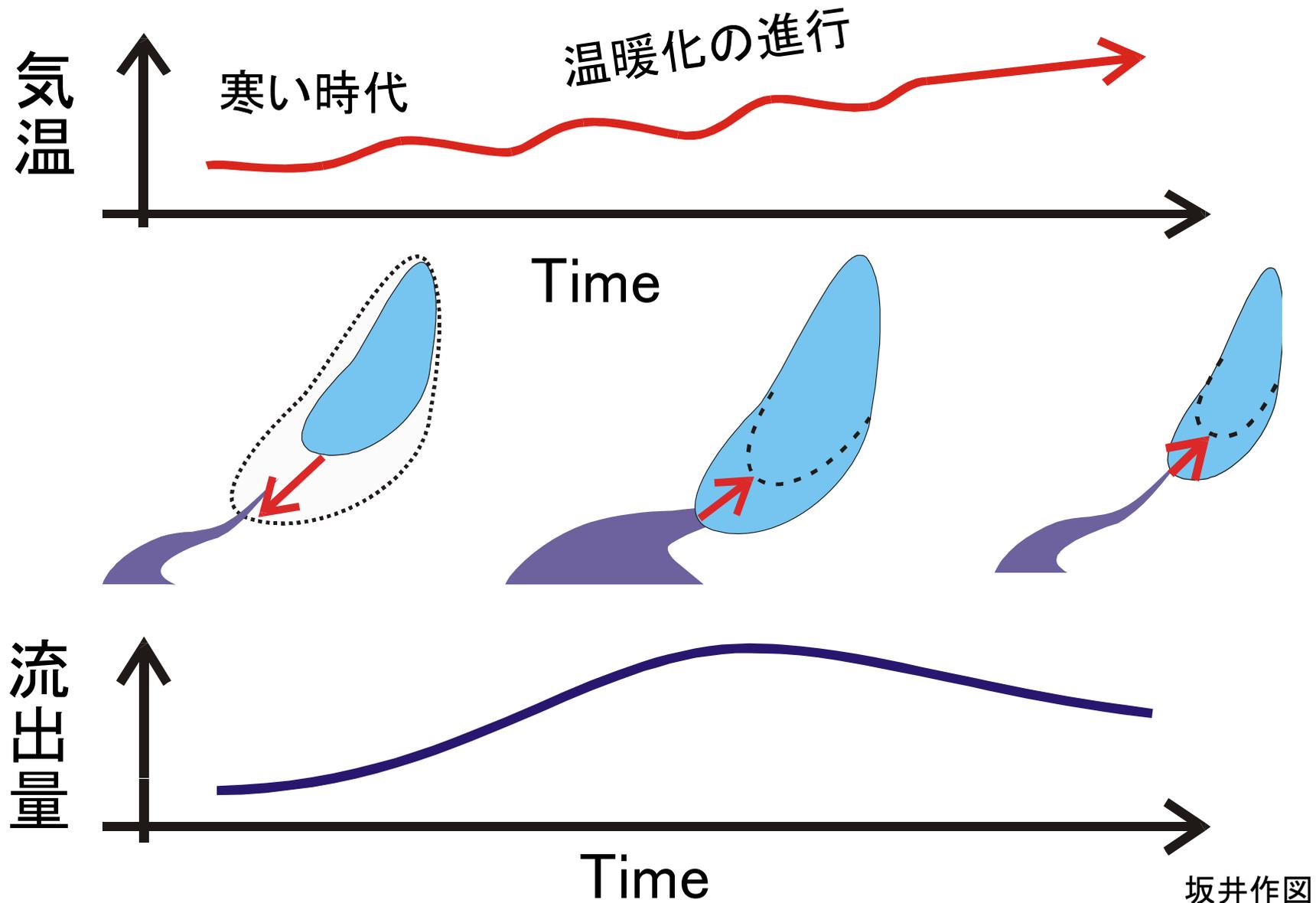


1998

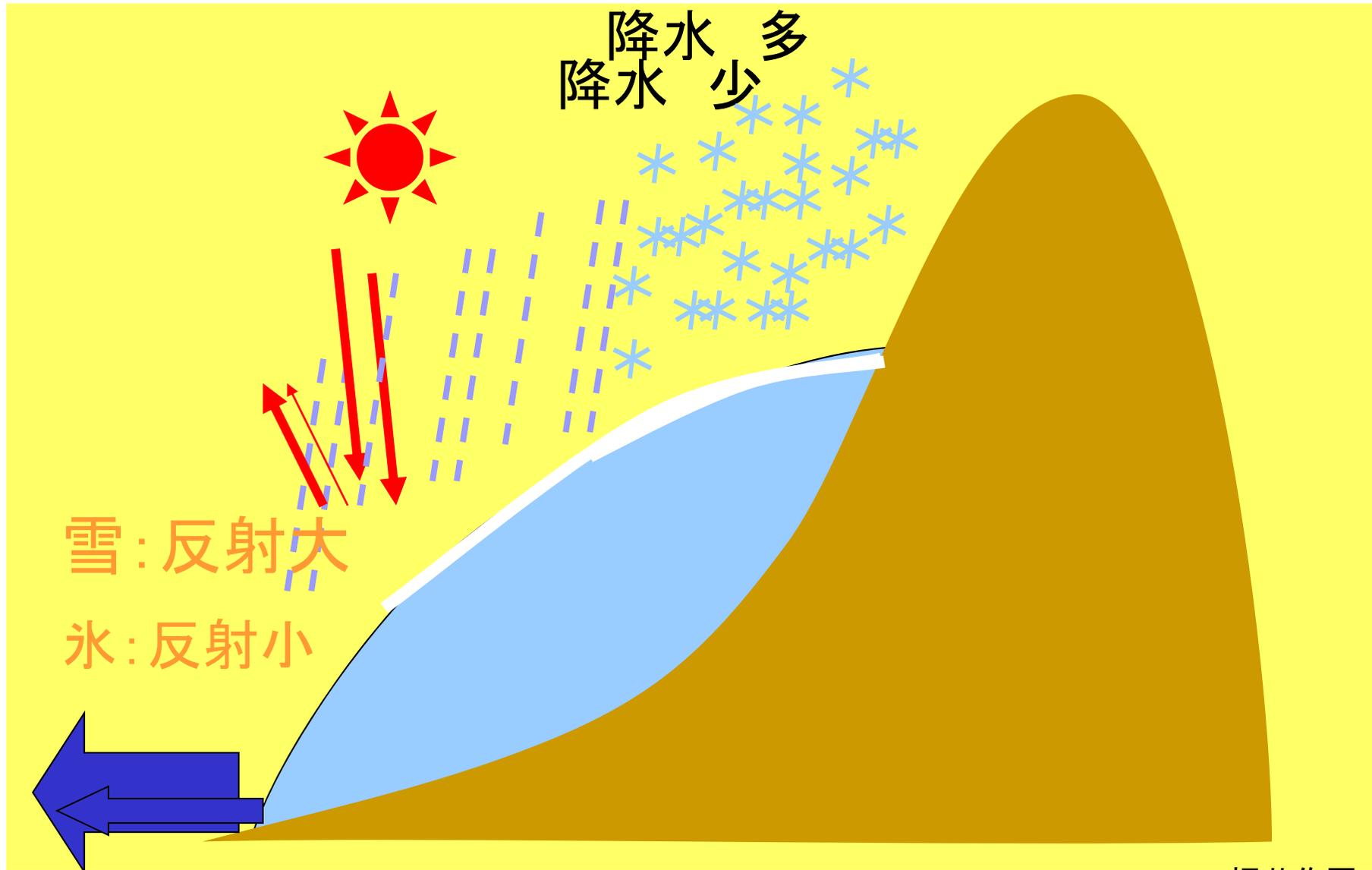
「過去、現在、二枚の写真がチベットの氷河の消えゆくさまを見せおり」

2007年大伴家持大賞（鳥取県三朝町の木島良子さん詠む）

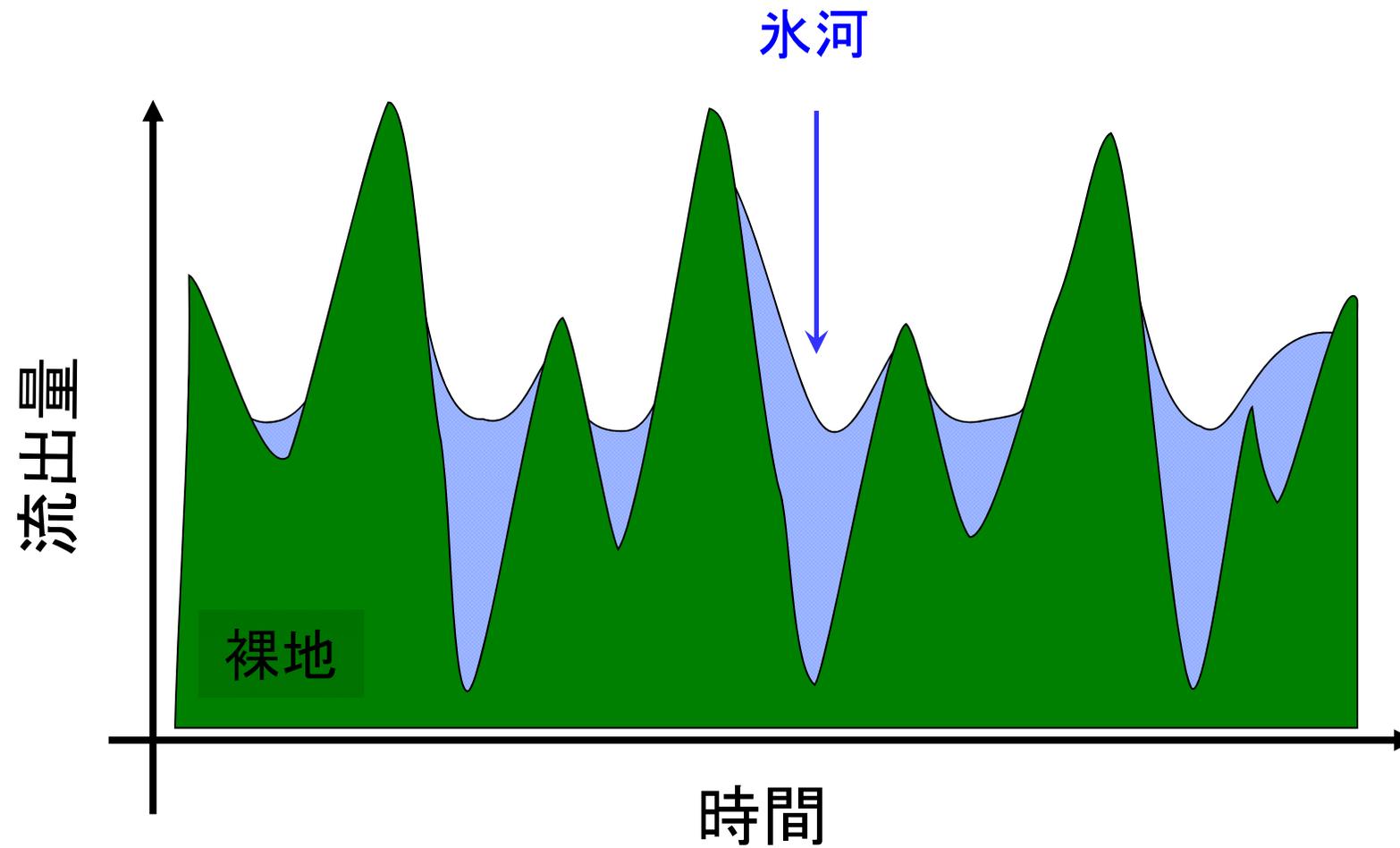
気候変化による氷河からの流出量の変化

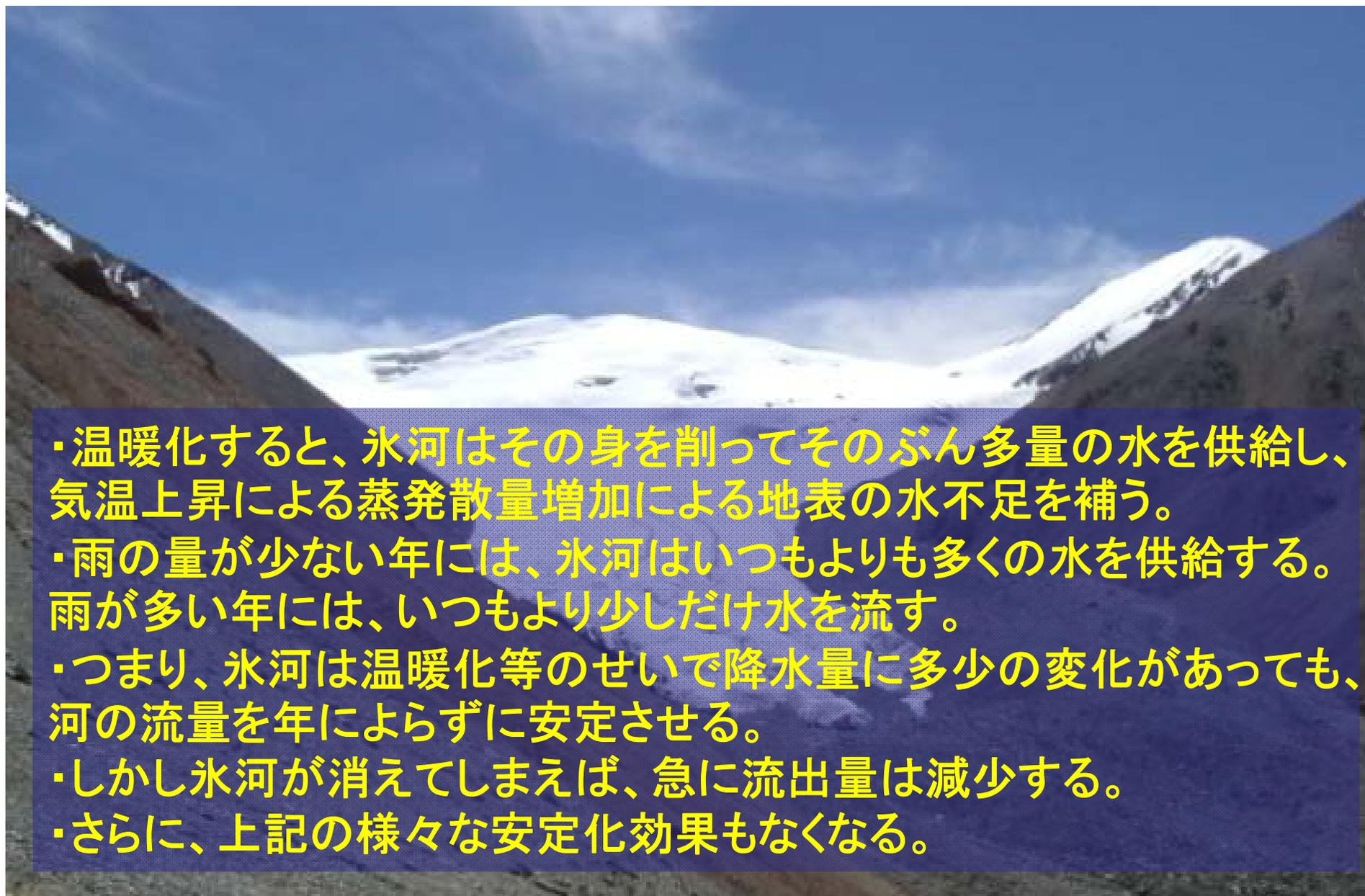


もうひとつの氷河の効果



氷河の存在によって河川水量は安定に保たれる





- ・温暖化すると、氷河はその身を削ってそのぶん多量の水を供給し、気温上昇による蒸発散量増加による地表の水不足を補う。
- ・雨の量が少ない年には、氷河はいつもよりも多くの水を供給する。雨が多い年には、いつもより少しだけ水を流す。
- ・つまり、氷河は温暖化等のせいで降水量に多少の変化があっても、河の流量を年によらずに安定させる。
- ・しかし氷河が消えてしまえば、急に流出量は減少する。
- ・さらに、上記の様々な安定化効果もなくなる。

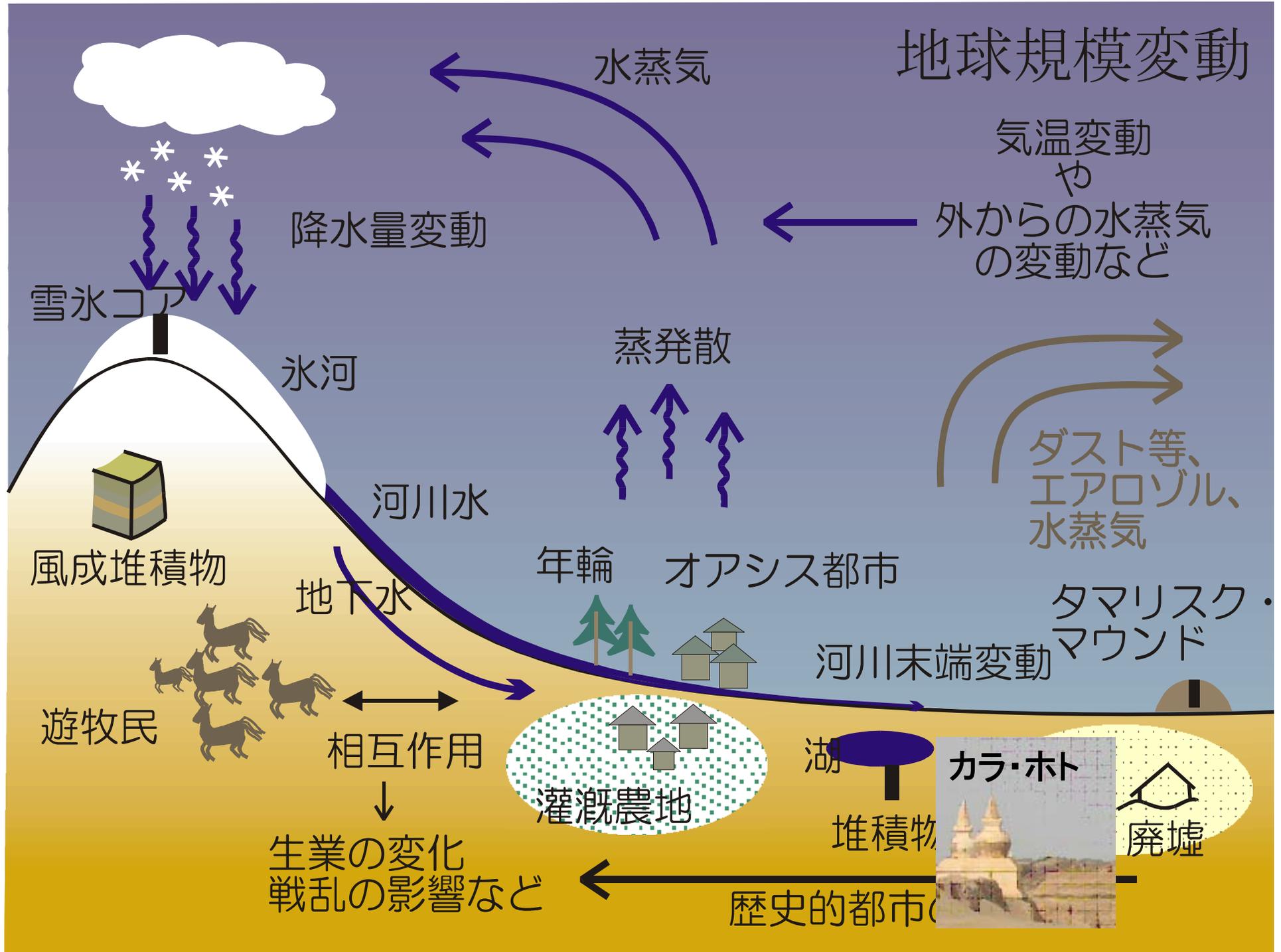


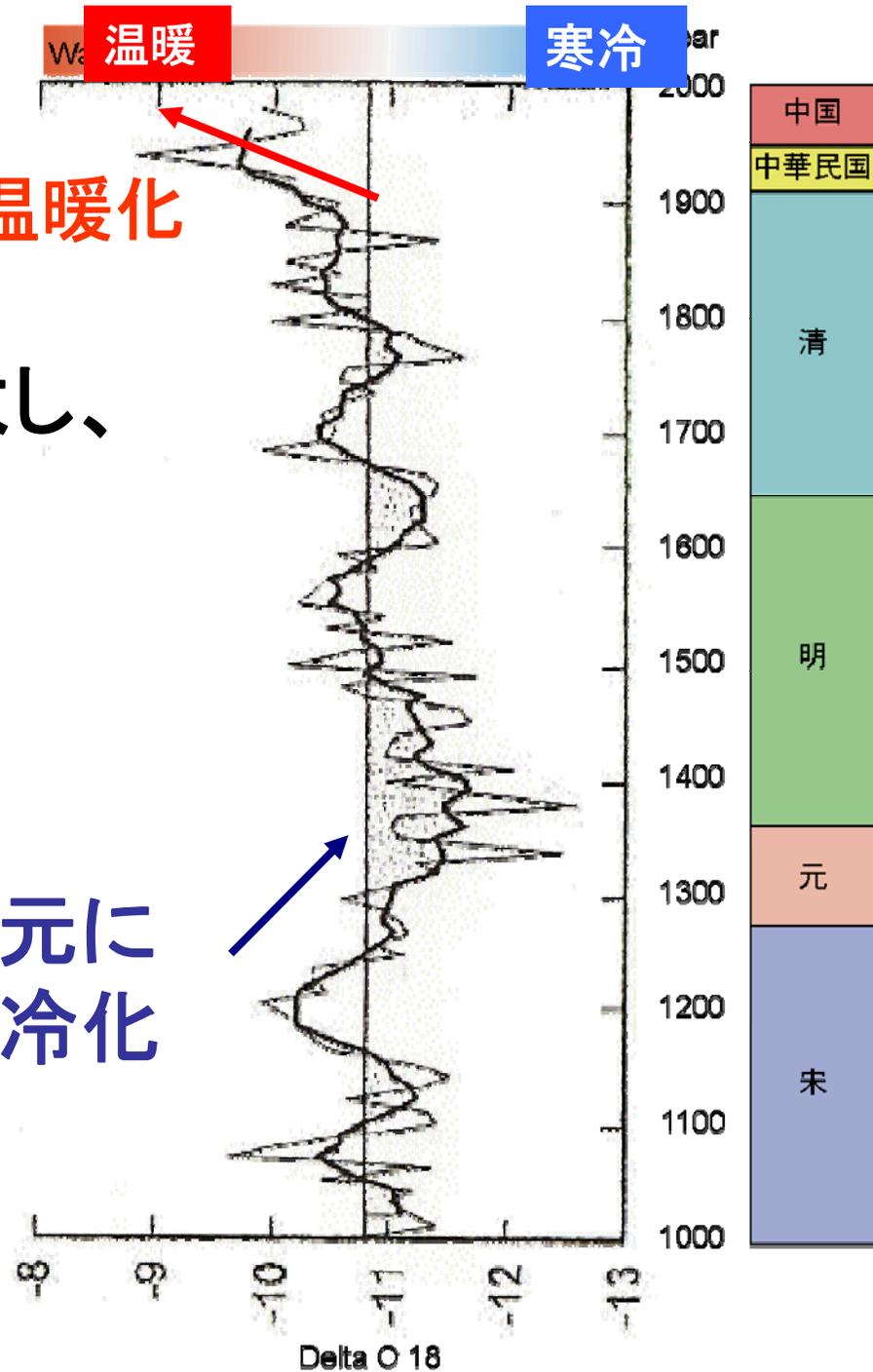
黒城(カラ・ホト):

西夏時代に造られモンゴル時代に繁栄を極めた
モンゴル時代の終焉とともに次第に砂に埋もれて廃墟に



地球規模変動



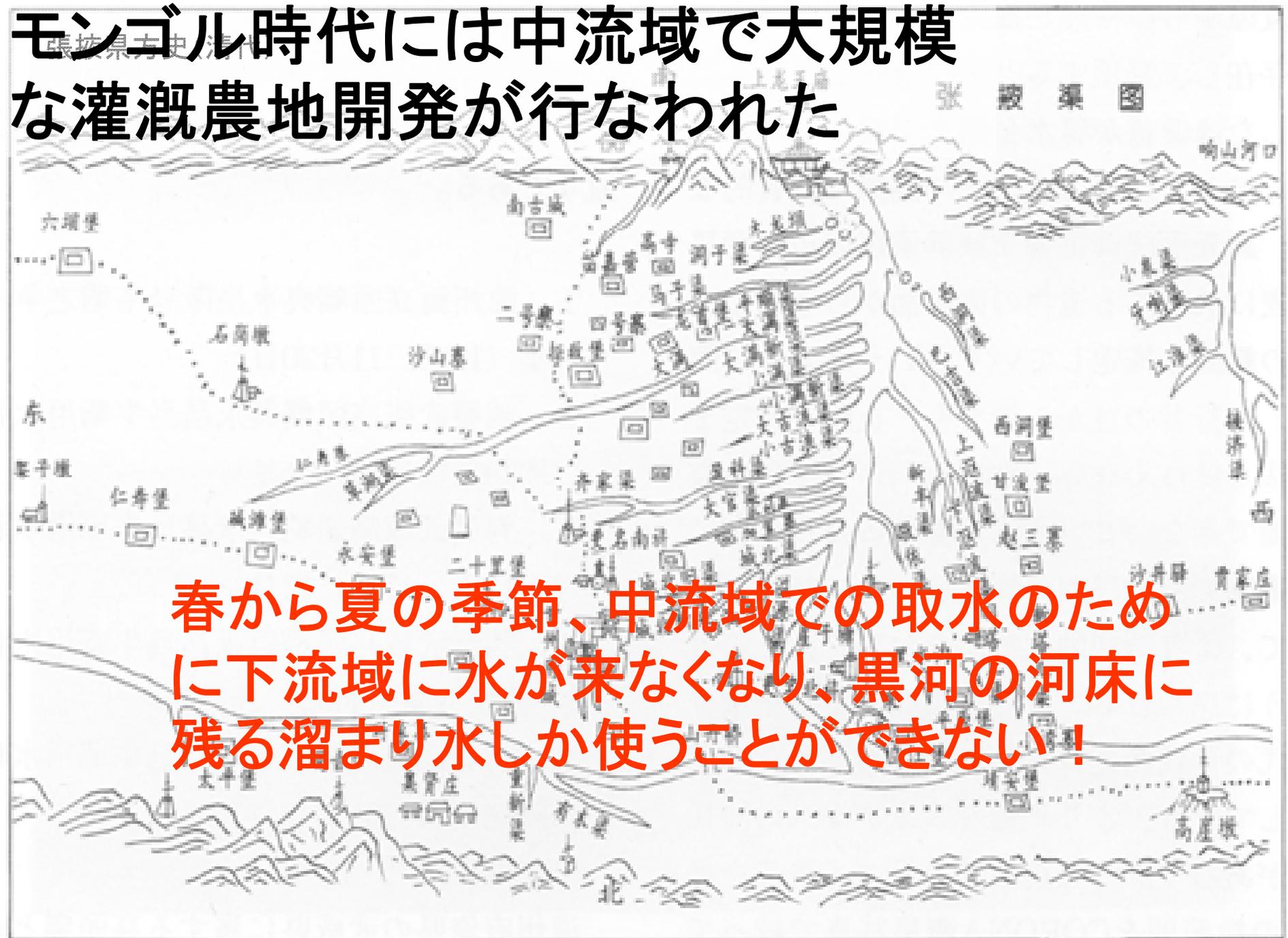


寒冷化で氷河は拡大し、
河川流量は減少

人々は水不足を嘆く
(多数の文書)

西夏から元にか
ける寒冷化

モンゴル時代には中流域で大規模な灌漑農地開発が行なわれた



春から夏の季節、中流域での取水のために下流域に水が来なくなり、黒河の河床に残る溜まり水しか使うことができない！

黒城(カラホト)が滅びたのは
気候寒冷化による氷河の拡大
→河川水量の減少 だけではなく
中流域の農業開発による取水
量の増加

の両者の相乗効果



現在は地球温暖化の時代：流量は大
氷河の消失→氷河からの水供給量の突然減少

および 河川流量変動幅の増加

しかし同時に、急激な農業開発や環境保全活動などにより新たな水不足と水争いが激化。

温暖化という気候変化と、人の自立・自主的な活動との両者を考慮した対応・適応策の検討が必要

1994



ネパールヒマラヤ ランタン谷にある ヤラ氷河

2008



雪氷生物



Stonefly



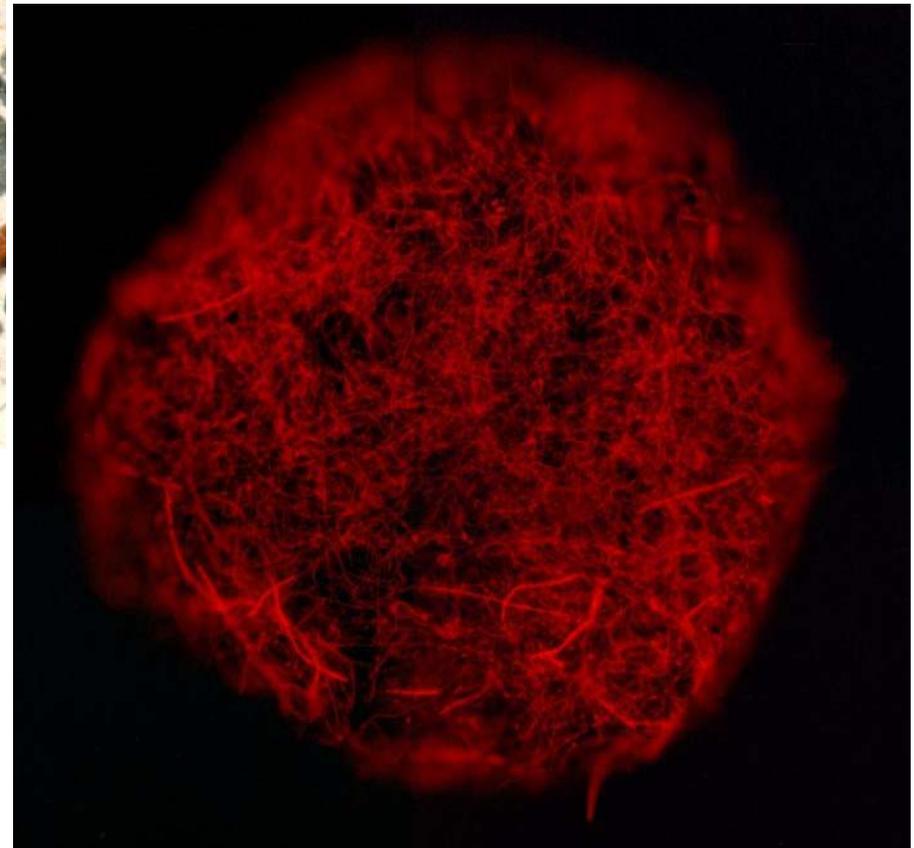
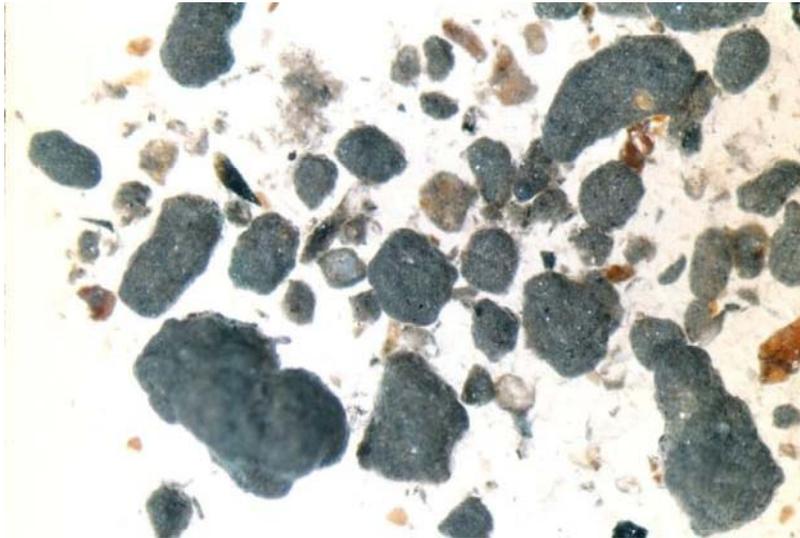
Iceworm



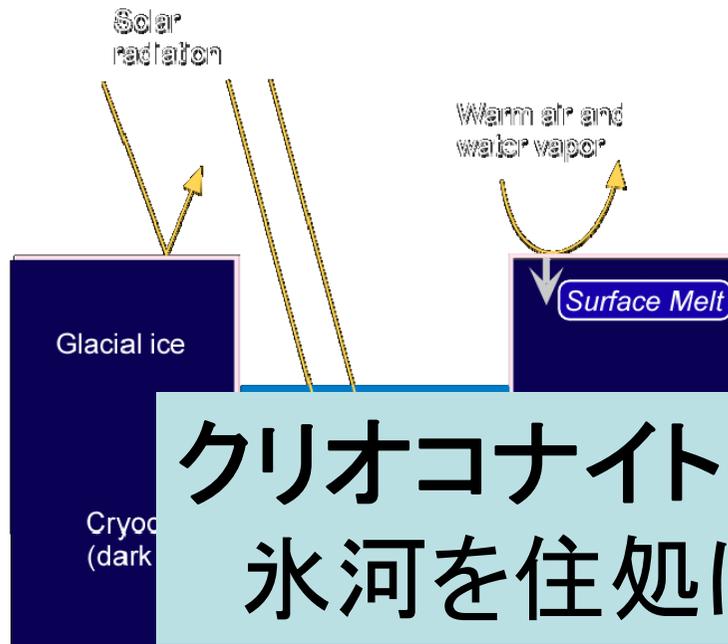
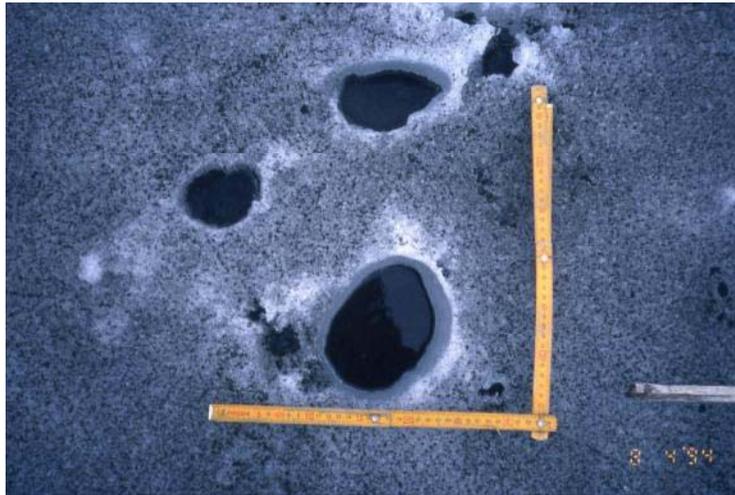
Snow flea
(Spring tail)



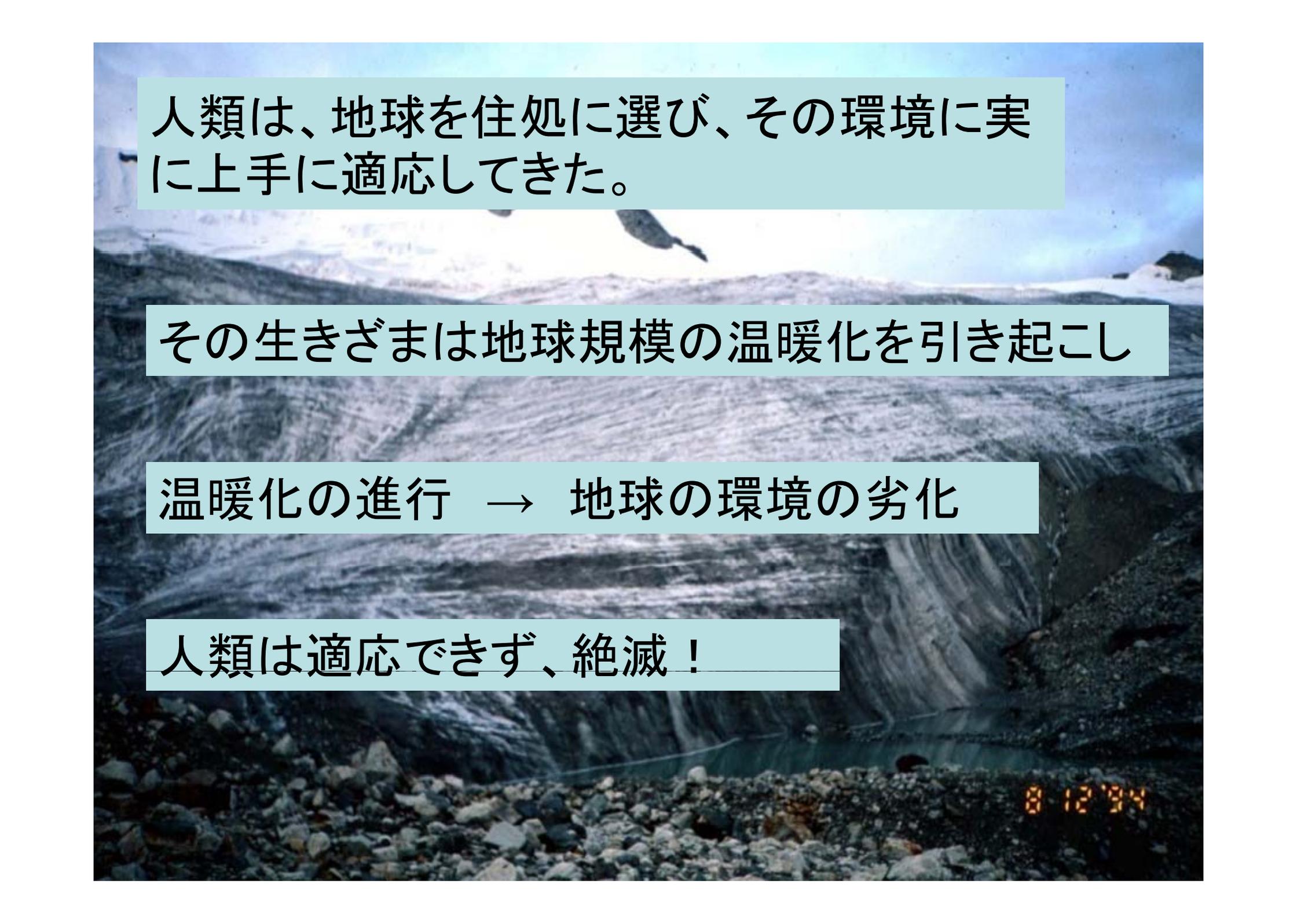
藻類 → クリオコナイト粒



クリオコナイトホール



クリオコナイトの形成
氷河を住処に選んだ雪氷生物の知恵

A photograph of a glacier, likely in a mountainous region, with a digital timestamp '8 12 94' in the bottom right corner. The glacier is dark and textured, with some snow patches visible in the background.

人類は、地球を住処に選び、その環境に実に上手に適応してきた。

その生きざまは地球規模の温暖化を引き起こし

温暖化の進行 → 地球の環境の劣化

人類は適応できず、絶滅！

まとめ

- 雪氷は、温暖化時には、融解することによって、莫大な融解潜熱を吸収し、地球の急激な温暖化を抑える
- 温暖化すると、氷河はその身を削って多量の水を供給し、気温上昇による蒸発散量増加による地表の水不足を補うほか、水不足地域の水資源を安定化する効果がある(氷河の消失は、これらをも失う)
- 温暖化への対応・適応(reaction)は気候変化に対してだけでなく、人間の自立・自主的活動(proaction)をも考慮したものであらねばならない
- 自らの生存のための適応が自らの滅びに通じるクリオコナイト効果は、人類の温暖化への対応の在り方への警鐘となるのではなかろうか



ご清聴ありがとうございました

