

2011/12/13 インテレクチャル・カフェ広島

# 地球温暖化に伴う氷河の変化

広島工業大学 環境学部 地球環境学科

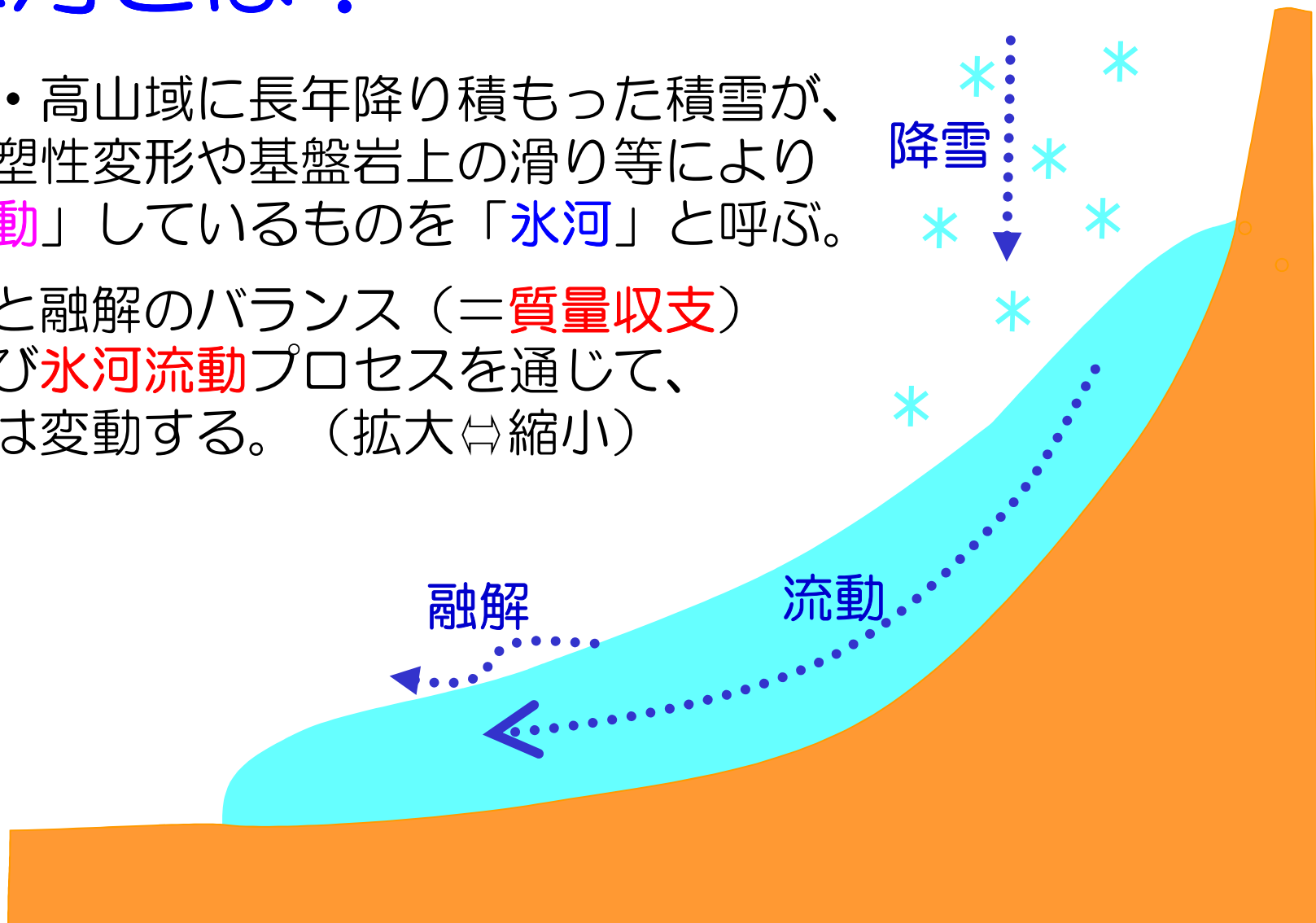
内藤 望

(写真：2010年9月ブータン・ヒマラヤ氷河湖調査)

# 氷河とは？

極地・高山域に長年降り積もった積雪が、氷の塑性変形や基盤岩上の滑り等により「流動」しているものを「氷河」と呼ぶ。

降雪と融解のバランス（＝質量収支）  
および氷河流動プロセスを通じて、  
氷河は変動する。（拡大⇔縮小）



# 地球上最大の氷河：南極氷床

## 地球上の氷の存在量

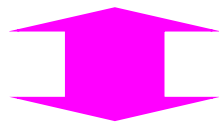
(福田, 1988より)

		質量 (×10 <sup>12</sup> トン)	割合 (%)
氷河・氷床	南極	25,000	89.3
	グリーンランド	2,400	8.6
	その他の山岳氷河	200	0.7
海氷		36	0.1
永久凍土		360	1.3
合計		27,996	100.0

- 地球上の氷の約9割は南極氷床
- ヒマラヤやパタゴニアを含む山岳氷河は、南極氷床と比べると極めて少量でしかない



南極の氷が全部融けると、世界の海面が約70m上昇する

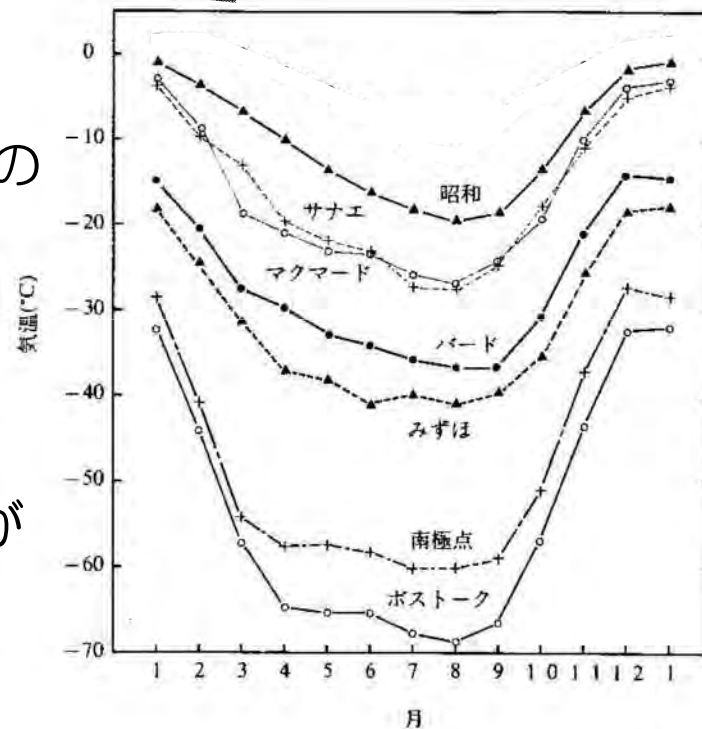


“地球温暖化”によって、南極の氷は融けてしまうのだろうか？

「地球温暖化」による平均気温の上昇は、21世紀中に1.8~4.0°C程度と予測されている。一方、南極の気温はとても低いので、この程度の温暖化では氷の融点（0°C）を上回らない！

つまり、21世紀中に南極の氷が融けてなくなるということはない

ただし、氷が軟らかくなって海へ流れ出す量が増えることで南極の氷を減らす可能性はある。一方、南極に降り積もる雪の量は温暖化に伴って増えると予測されている。



南極各基地における月平均気温  
(川口, 1988より)

結局、降雪量の増え方と海への流出量の増え方のどちらが大きいかにより、南極の氷の増減が決まる。

# 海面上昇の要因と影響度

(IPCC第4次評価報告書, 2007より)

要因	海面水位の上昇率 (mm/年)	
	1960~2003	1993~2003
海水の熱膨張	0.42±0.12	1.6±0.5
山岳氷河	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
合計	1.1±0.5	2.8±0.7
観測値	1.8±0.5	3.1±0.7

地球温暖化による海面上昇への影響は、  
規模の大きな南極氷床よりも、  
小規模な山岳氷河全体の影響の方が大きい。

# 「夏雪型」氷河：ヒマラヤの氷河

- ヒマラヤ周辺の気候

冬：気温は低いが、“乾季”のため降水量は少ない。

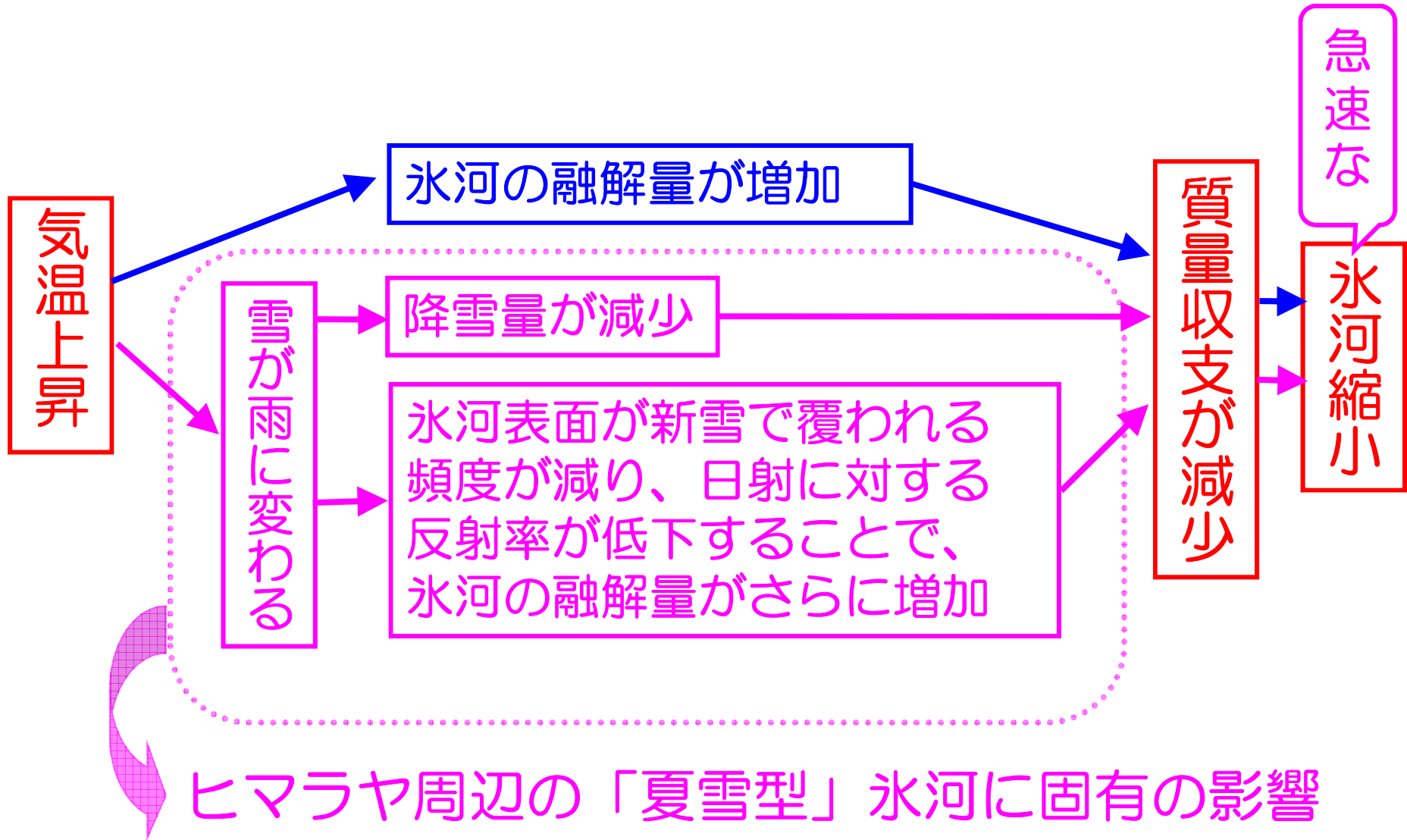
夏：“雨季”にあたり一年間の降水量の大半が夏に集中。  
氷河が存在する高所では、夏でも寒く、雪が降る！

ヒマラヤの降雪は大半が夏期に集中している！



こういう「夏雪型」氷河は、  
「冬雪型」氷河よりも温暖化の影響が大きい

# 「夏雪型」氷河への温暖化の影響



# ヒマラヤの 氷河縮小例

©月原敏博

1984年10月

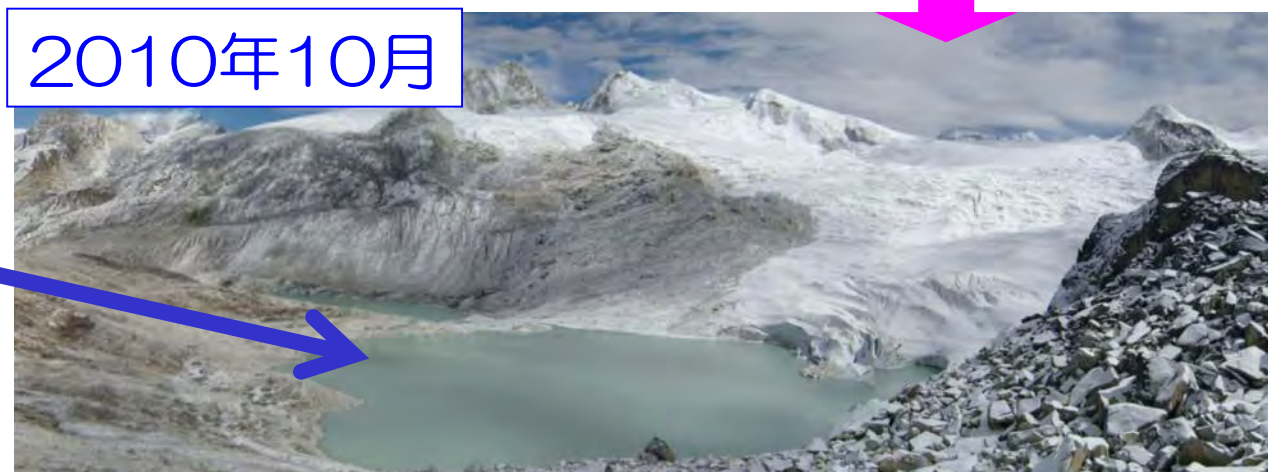


1999年10月



©内藤望

2010年10月

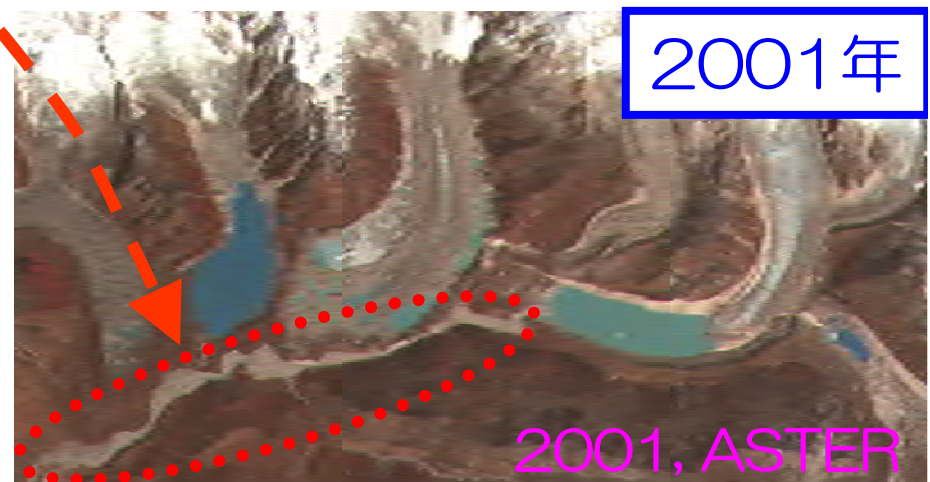
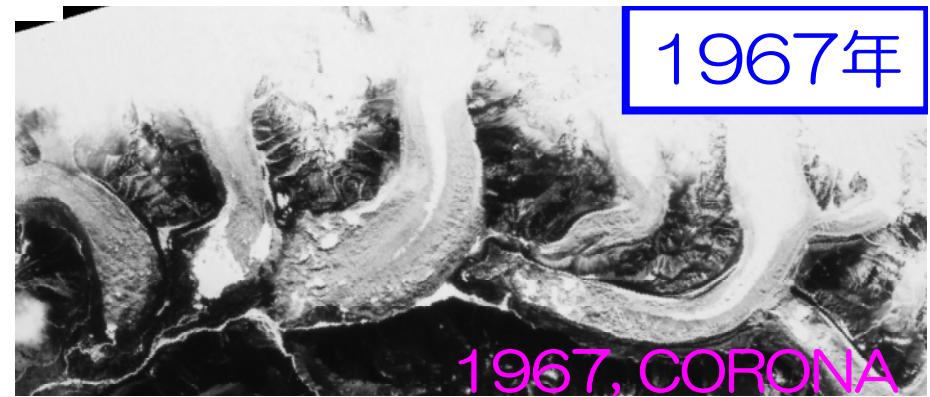


“氷河湖”

©内藤望

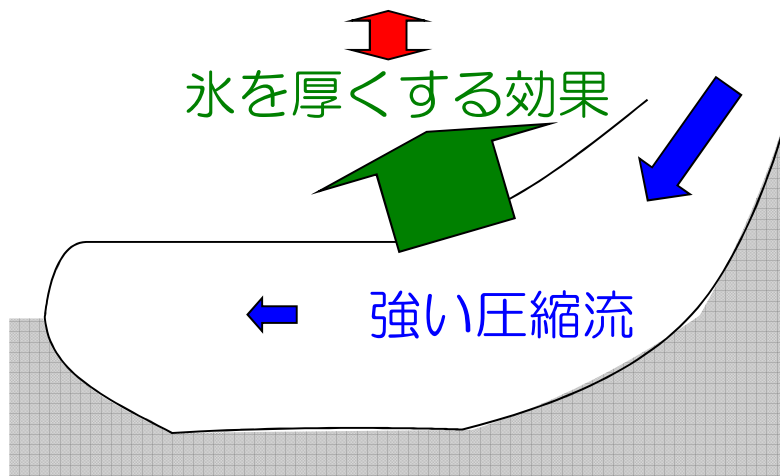
# 人工衛星から見た氷河湖 (ブータン・ルナナ氷河湖群)

- 1960年代から氷河湖が急速に拡大している。
- 1994年10月に東側のルゲ氷河湖から決壊洪水が発生し、下流で21名が犠牲になった。2001年画像の白い河道は、この時の洪水の痕跡。
- 新旧の衛星画像を比較して、氷河湖の拡大の様子を知り、決壊洪水の危険度評価に役立てている。



# 氷河湖による氷河縮小加速メカニズム

表面融解との相殺の結果、  
氷厚が変化



通常の  
氷河下流部

表面融解を相殺せず、  
氷厚が急減少



氷河湖に流入する  
氷河下流部

気候条件が同じで氷河表面での融解量が同等であっても、  
氷河湖に接する氷河の場合には、圧縮流の弱化を通じて  
氷河が速く薄くなる。その結果、カービングが活発化し、  
氷河湖のさらなる拡大を促すメカニズムが働く

# まとめ

- 南極氷床は、地球温暖化に対して比較的安定的  
ただし氷床流動，カービングの活性化には要注意。
- ヒマラヤの氷河は夏雪型氷河であることから、  
他地域の山岳氷河より温暖化に対する応答が敏感。
- ヒマラヤの大型氷河の縮小に伴って形成される  
氷河湖の決壊洪水に対する危険度評価と対策が急務。
- 氷河湖と氷河縮小との相互作用メカニズムに注目中。  
パタゴニアのカービング氷河を対象として、  
氷河底の流動メカニズムに関する研究を推進中。