

ブータンヒマラヤにおける氷河湖決壊 洪水でのデータ利用

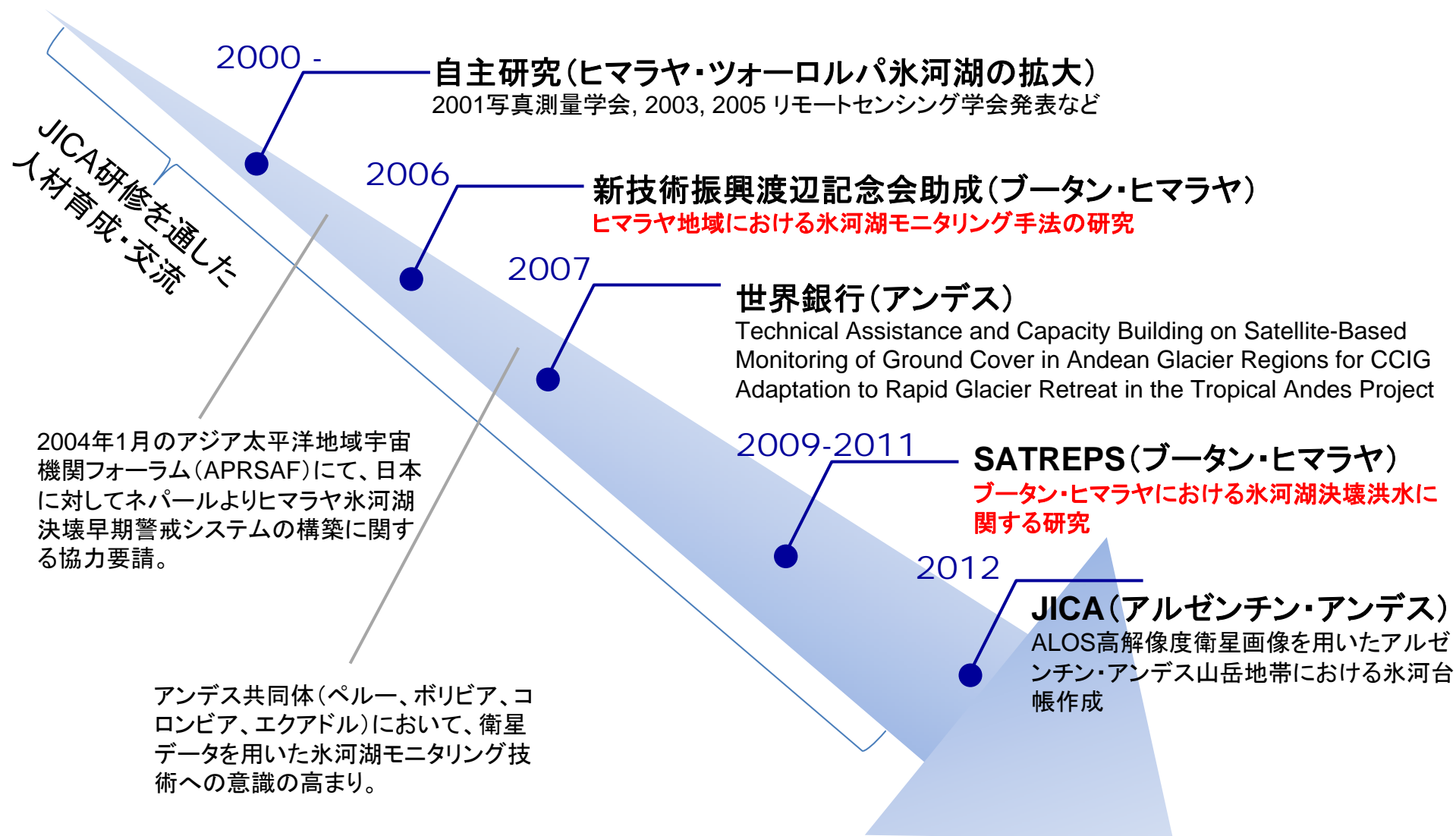


平成24年9月13日

部署 研究開発部

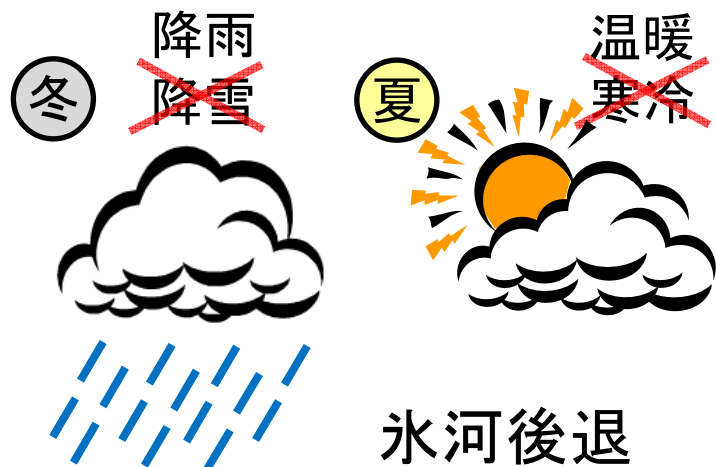
氏名 富山 信弘

RESTECにおける山岳氷河・氷河湖監視に関するとり組み

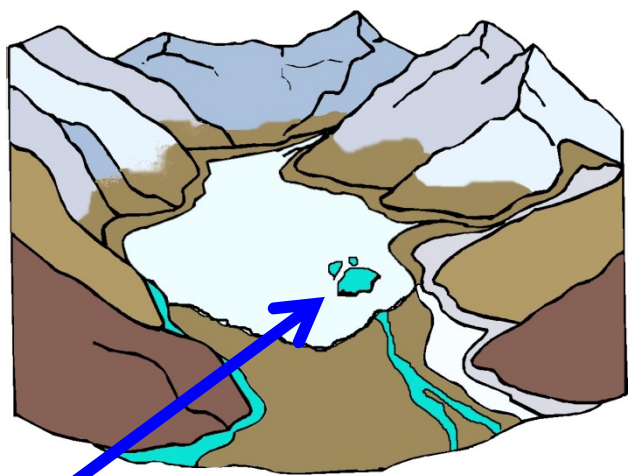


氷河後退の深刻化

地球温暖化が進むと・・・



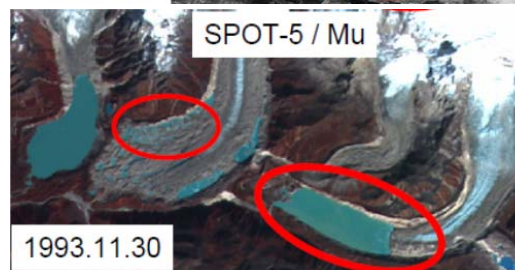
氷河後退



氷河湖

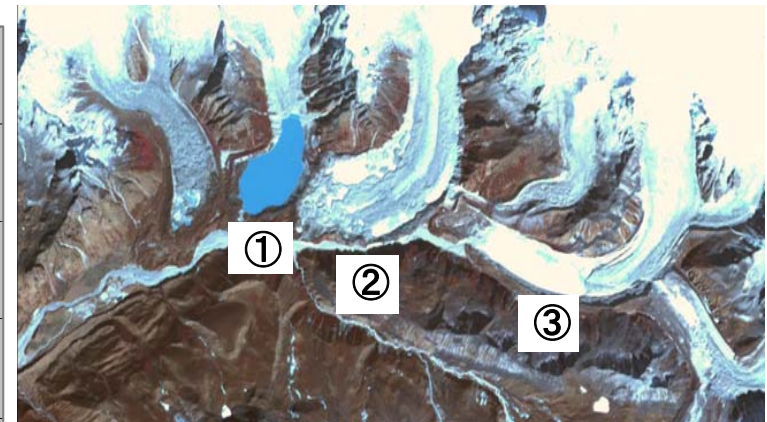
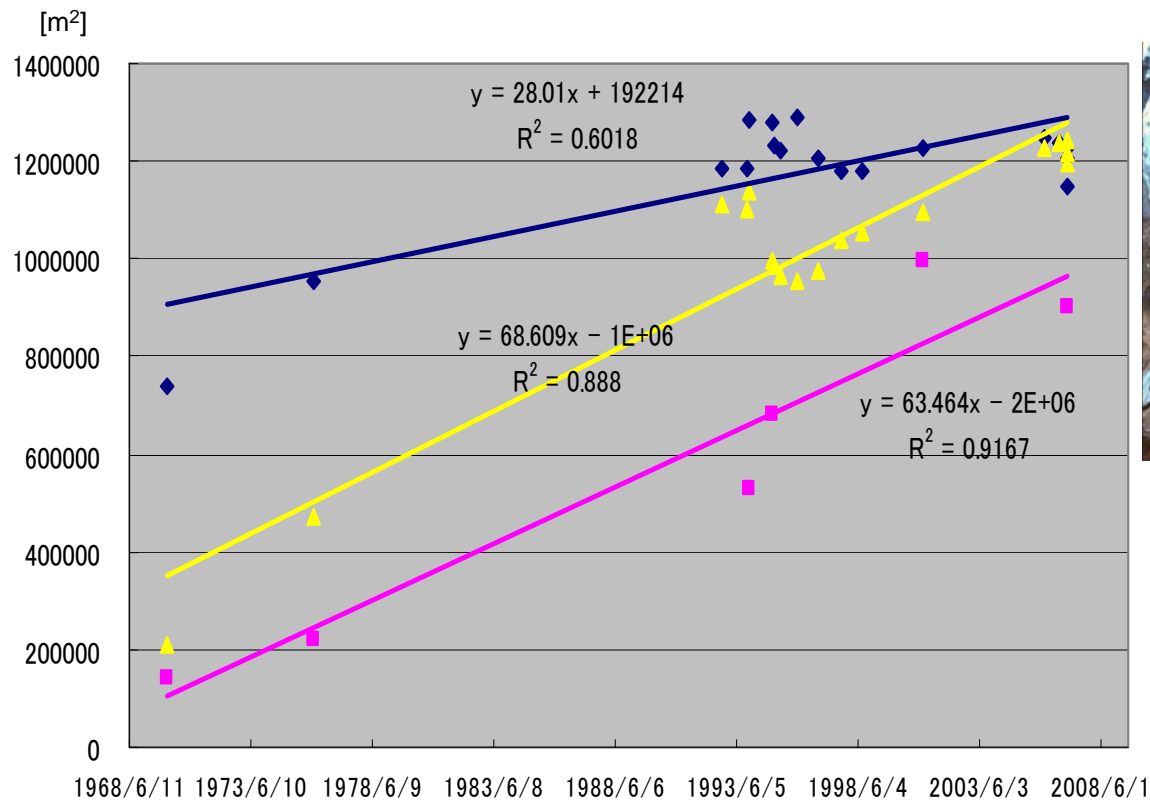
山岳氷河

- この50年ほど、世界各地の山岳氷河の後退・縮小が著しく進んでいる
- 地球温暖化問題との相関
- 氷河の後退後には氷河湖が生成・拡大



氷河湖面積の時系列変化

1969年12月から2007年1月までの衛星データ(KH-4B, JERS-1, SPOT, RADARSAT, ALOS,)を使用して氷河湖面積の時系列変化を調査



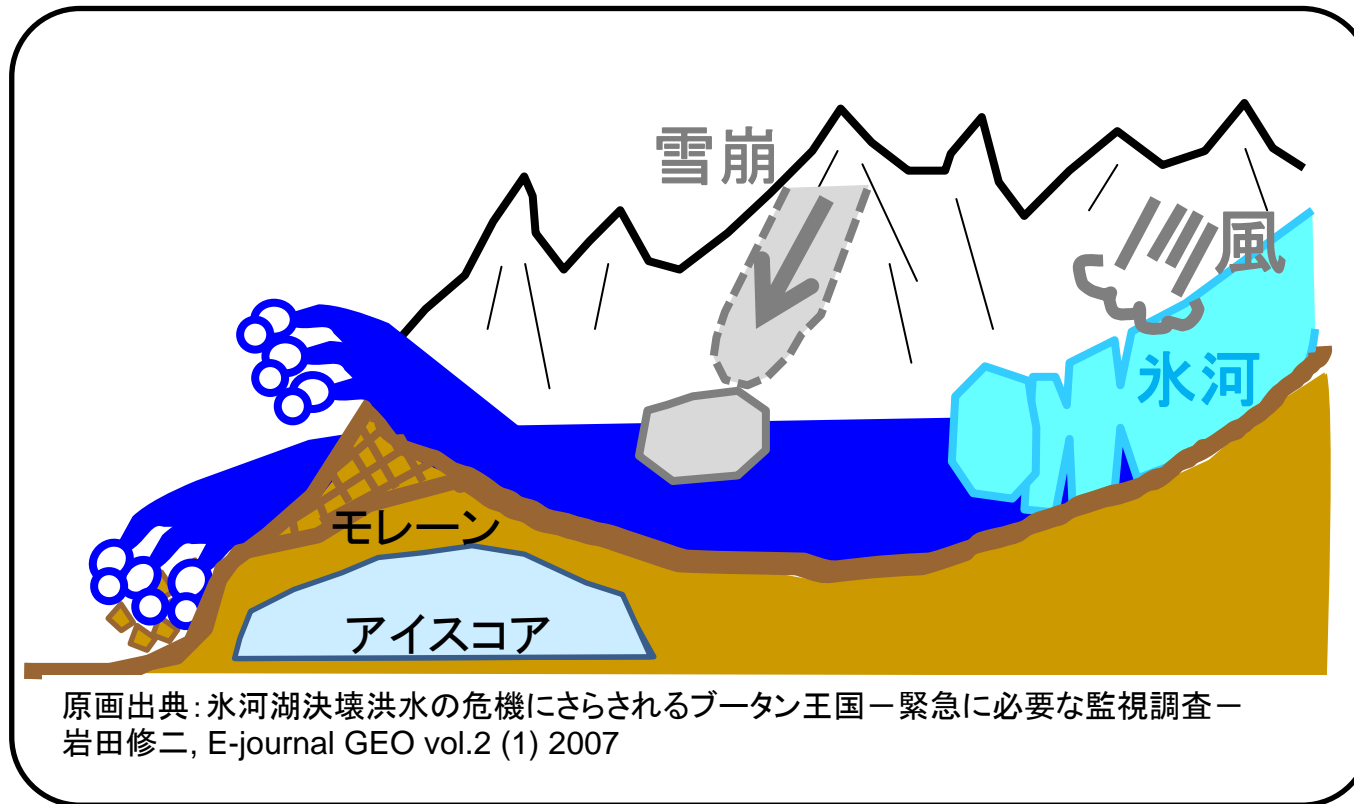
- ◆ ① : Raphstreng Tsho
- ② : Thorthormi Tsho
- ▲ ③ : Lugge Tsho

財団法人 新技術振興渡辺記念会の
助成によりH18年度に実施

氷河湖決壊洪水の危険性

GLOF (Glacier Lake Outburst Flood: 氷河湖決壊洪水)

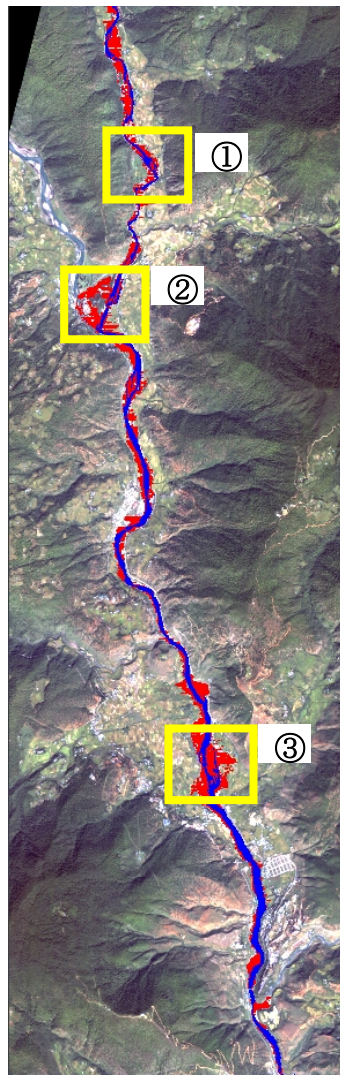
なんらかの理由により氷河湖が決壊し，下流域に洪水が発生すること．通常の洪水と異なり，直近の天候の影響によらず発生する場合が多い



主なGLOFの原因

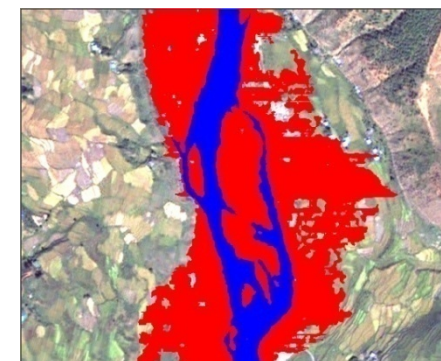
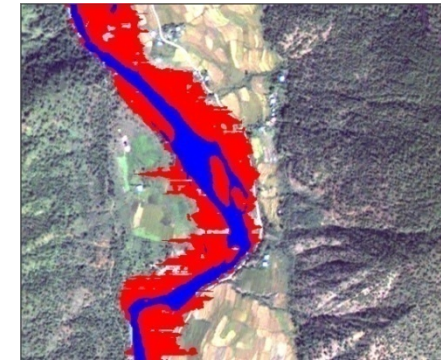
- ①氷河分離などによる水位上昇・大波
- ②雪崩・地滑りによる水位上昇・大波
- ③モレーンの脆弱化による崩壊
- ④氷塊の融解によるモレーンの低下（水位上昇）

氷河湖決壊洪水による被害域の推定



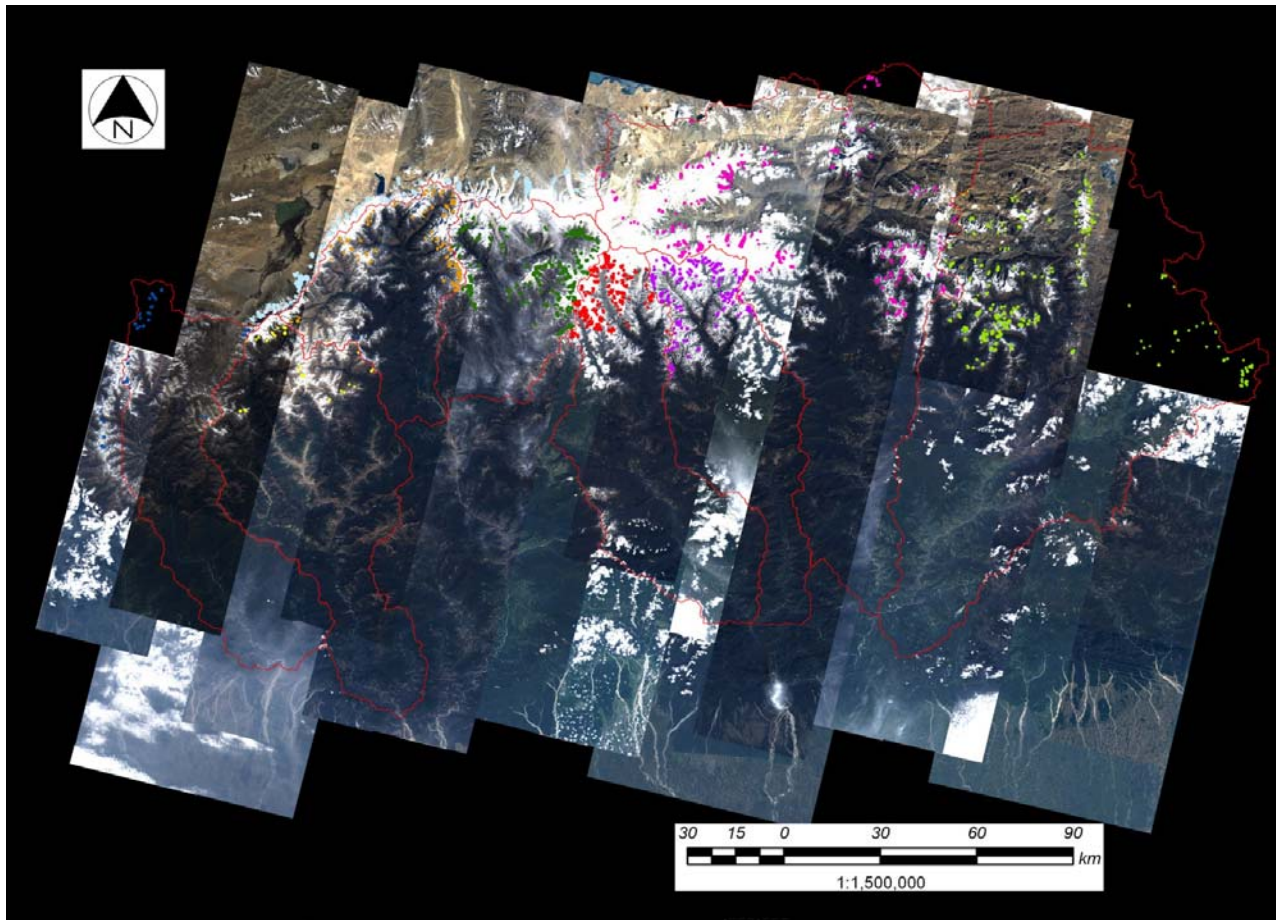
- Po-chu河川水域
(分類処理による抽出)
- 水位が2m上昇することにより推定される河川氾濫域
(DSMによる抽出)

GLOFによる被害のあった橋桁の様子



【背景】ALOSパンスシャープン画像

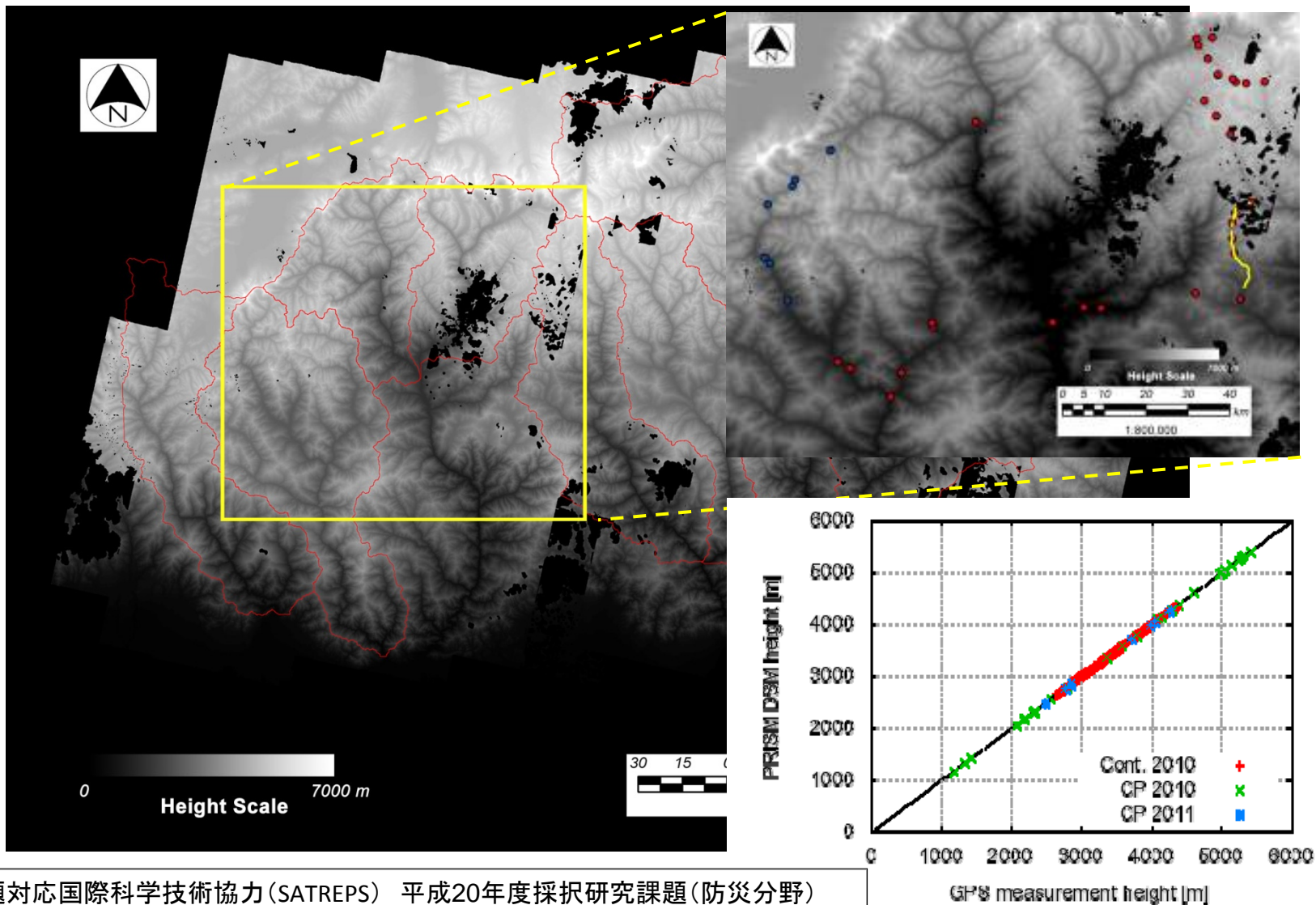
ブータンヒマラヤを対象とした氷河湖インベントリの作成



地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 平成20年度採択研究課題 (防災分野)
「ブータン・ヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究」

ブータン全域の95%以上の領域について、ALOSデータによる良好なパンシャープン画像を作成。

ブータンヒマラヤを対象とした氷河湖インベントリの作成



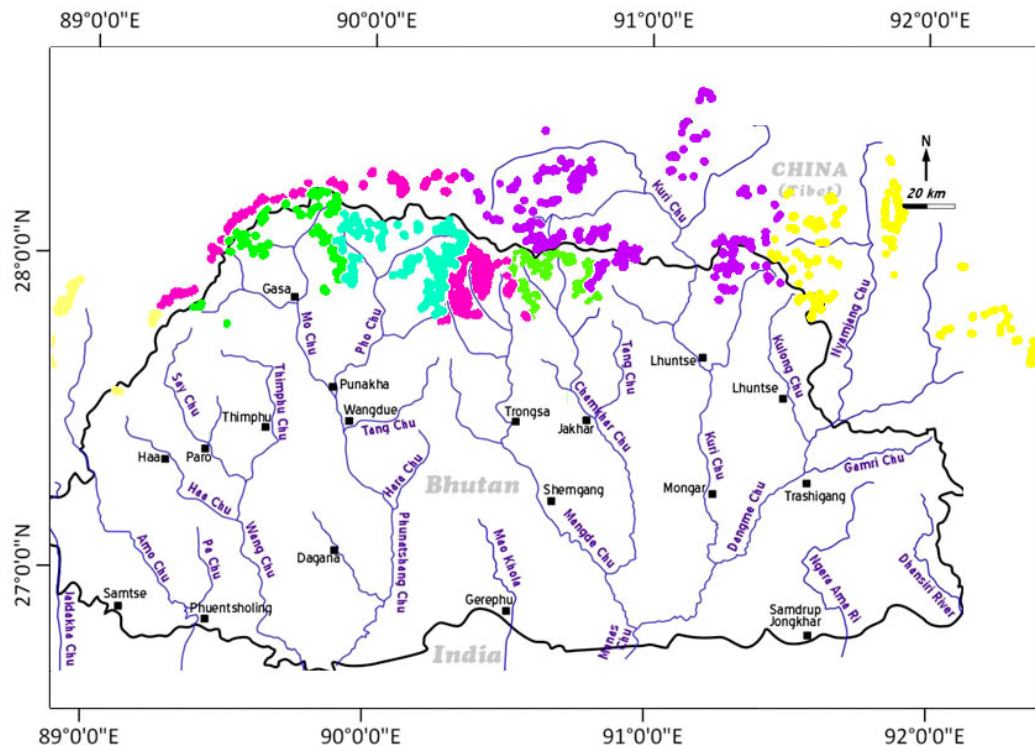
地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 平成20年度採択研究課題 (防災分野)
「ブータン・ヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究」

RESTEC ~地球の今を、あなたに伝えます~

ブータン全域の90%以上の領域について、ALOS PRISMデータによるDSMを作成。

ブータンヒマラヤを対象とした氷河湖インベントリの作成

733 Glacial Lakes in the Inventory



ALOSパンシャープン画像およびPRISMから作成したDSMデータを用いて、ブータン全域を対象に湖を抽出し、次の基準を用いて、氷河に起因しない湖や、決壊による危険度が低い小さな湖を除外してインベントリを作成した。

- ①氷河の上に形成された湖
- ②湖面積が0.01km²以上
- ③小氷河期モレーンからの距離が2km以内。

結果として、**733**の氷河湖が抽出され、総面積は約**82.5km²**であった。

「だいち」(ALOS)データを用いた「ブータン氷河湖台帳」の公開について

http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/bhutan_gli/index_j.htm

地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 平成20年度採択研究課題(防災分野)
「ブータン・ヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究」

RESTEC ~地球の今を、あなたに伝えます~

現地調査の実施

衛星画像用のGCP取得



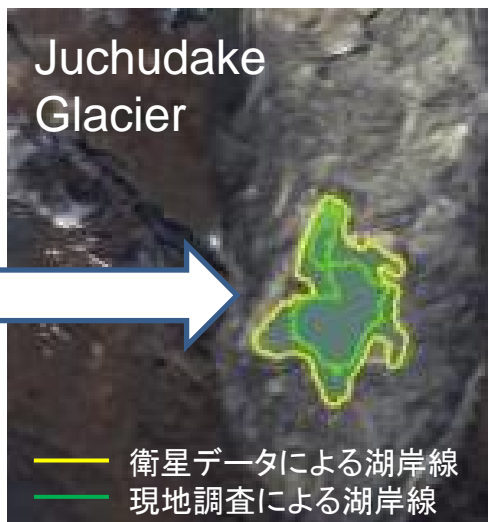
検証用の湖岸線GPS計測①



検証用の湖岸線GPS計測②



Juchudake Glacier



衛星データによる湖岸線と現地調査による湖岸線の状況の違いから、氷河湖面積の季節変化が大きいと考えられる。

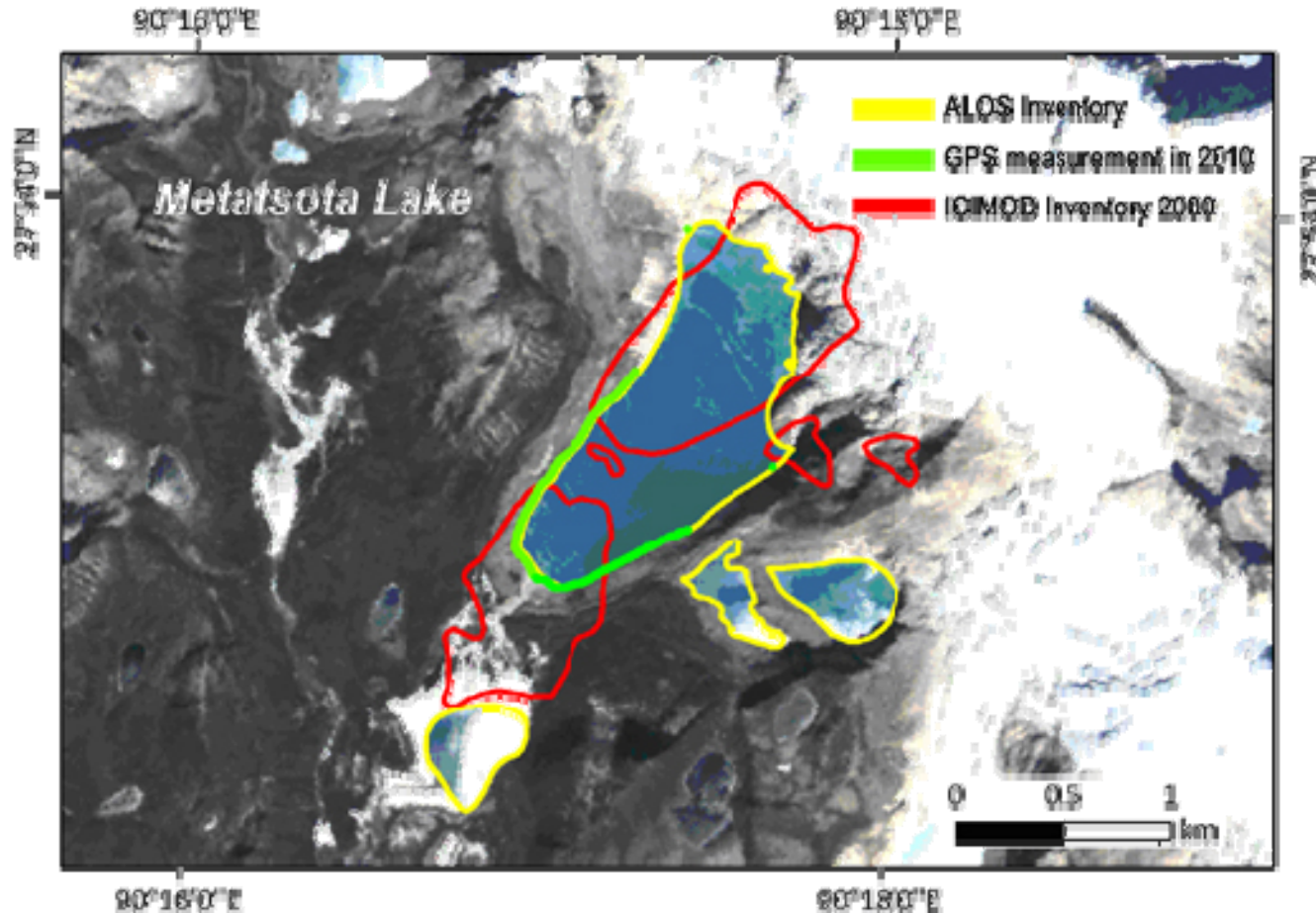
光学センサでは取得が困難な時期もあるため、SARデータの活用を期待。

— 衛星データによる湖岸線
— 現地調査による湖岸線

RESTEC ~地球の今を、あなたに伝えます~

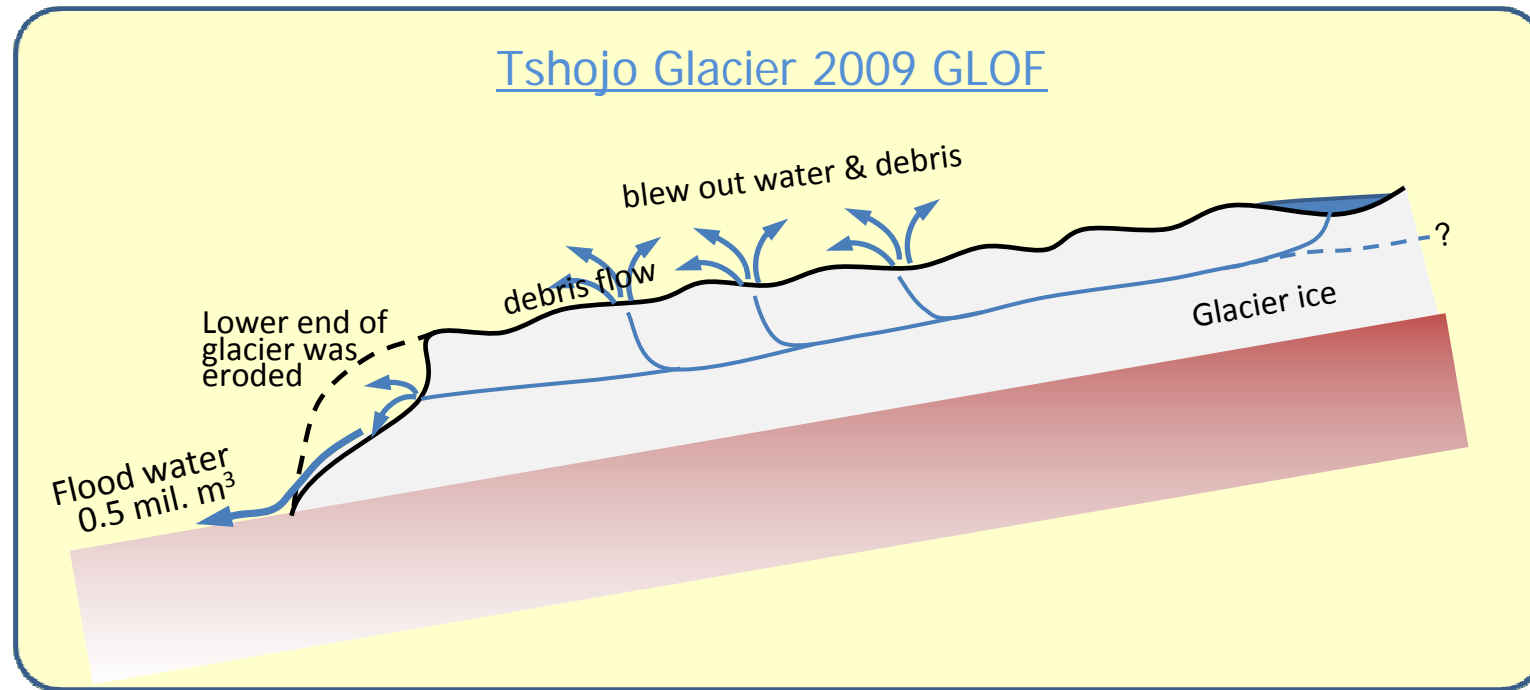
ブータンヒマラヤを対象とした氷河湖インベントリの作成

過去に公開されていたICIMOD (The International Centre for Integrated Mountain Development) の氷河湖インベント情報よりも大きく改善されている。



地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS) 平成20年度採択研究課題 (防災分野)
「ブータン・ヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究」

Tshojo氷河湖の出水イベントモニタリング



一般的な氷河湖決壊洪水は氷河の先端で発生することが多いが、Tshojo湖において2009年に氷河末端から約10km上流にある氷河湖が、突如として消滅する事例が確認された。

出典:「衛星データを用いたブータンTshojo氷河湖の出水イベントモニタリング-氷河上湖の形成から出水、再湛水プロセスまで-」, RSSJ52, Nov. 10, 2011.

RESTEC ~地球の今を、あなたに伝えます~

ブータンTshojo氷河湖の消滅確認



出典:「衛星データを用いたブータンTshojo氷河湖の出水イベントモニタリング-氷河上湖の形成から出水、再湛水プロセスまで-」, RSSJ52, Nov. 10, 2011.

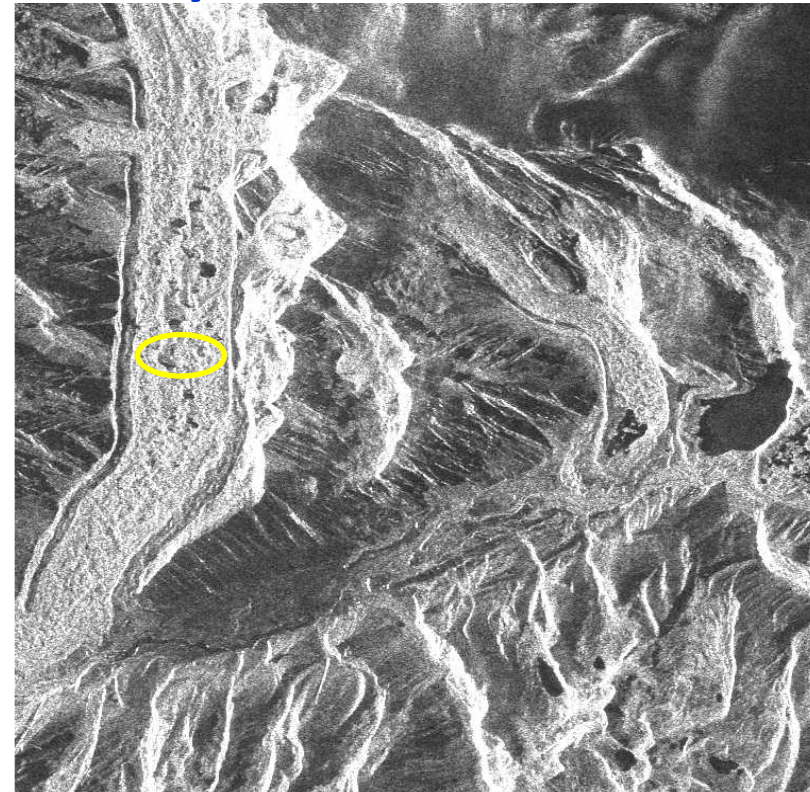
ブータンTshojo氷河湖の消滅確認

- SAR画像において、氷河域は明るく氷河湖は暗く見えるため、氷河湖の有無の判読が容易。また、光学センサでの観測が困難な時期でも氷河湖の状況を調べることができる。

7, March, 2009



23, July, 2009

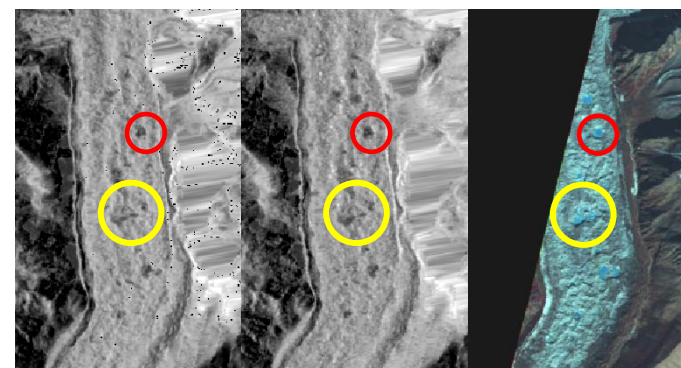


出典:「衛星データを用いたブータンTshojo氷河湖の出水イベントモニタリング-氷河上湖の形成から出水、再湛水プロセスまで-」, RSSJ52, Nov. 10, 2011.

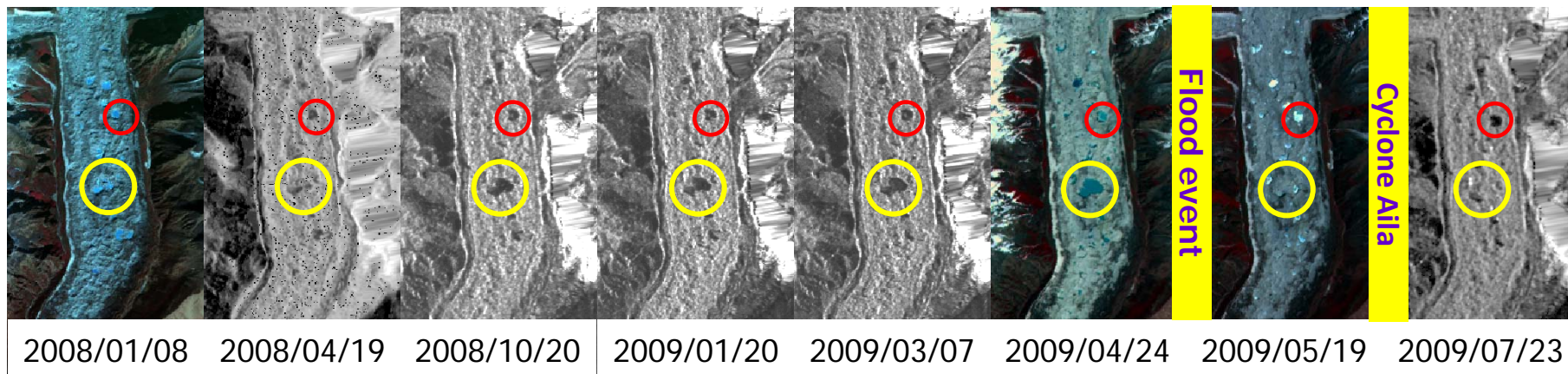
ブータンTshojo氷河湖の消滅確認

衛星画像時系列データより確認された事象

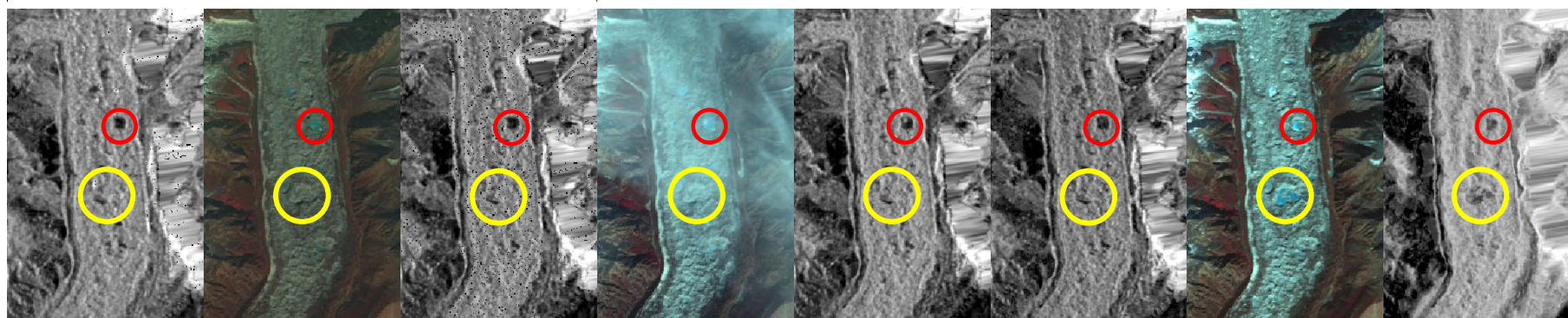
- 2008年10月頃から氷河湖が形成されている。
- 氷河湖の消失はサイクロン「Aila」以前に発生。
- 消失後、2010年12月頃から氷河湖が再形成。
- 長期にわたって安定して存在する氷河湖もある(赤丸)



2007/03/02 2007/09/02 2007/12/26



2008/01/08 2008/04/19 2008/10/20 2009/01/20 2009/03/07 2009/04/24 2009/05/19 2009/07/23



2009/09/07 2009/11/25 2009/12/08 2010/01/17 2010/01/23 2010/03/10 2010/12/05 2011/01/26

キャパシティブUILDING研修



◆ハード機器◆

- ・HP Z800/CT Workstation x3台
(Windows XP, Xeon E5504(2.0GHz),
4GB DDR-3 SDRAM, 1TB HDDx2,)
- ・20インチTFT(HP LP2065) x3台

◆ソフトウェア◆

- ・ERDAS IMAGINE Professional x2
- ・LPS for IMAGINE x2
- ・LPS ATE x1
- ・ArcViewFL x1
- ・Spatial Analyst FL x1

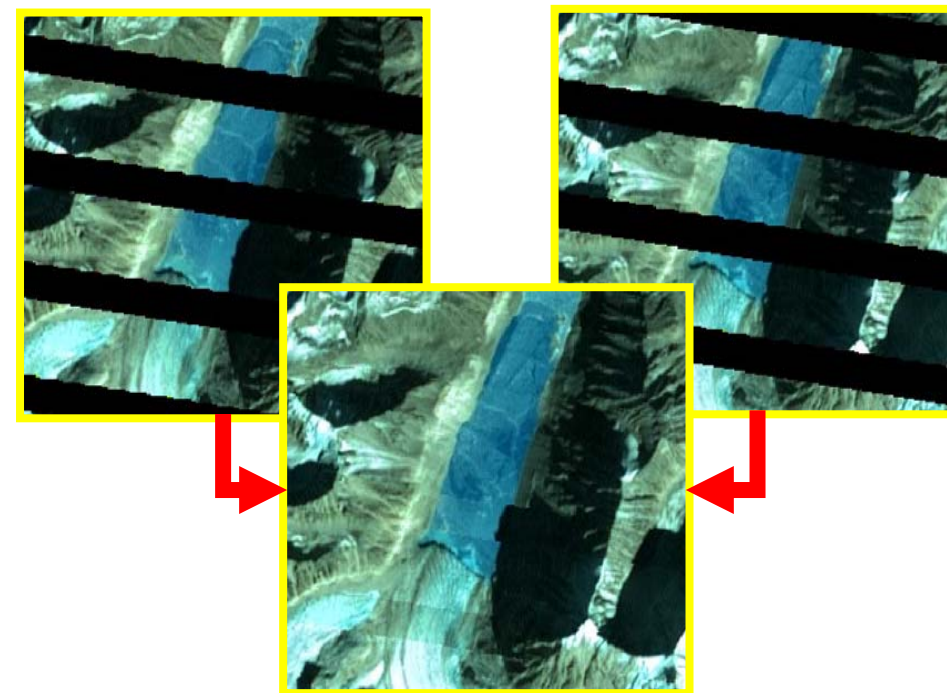
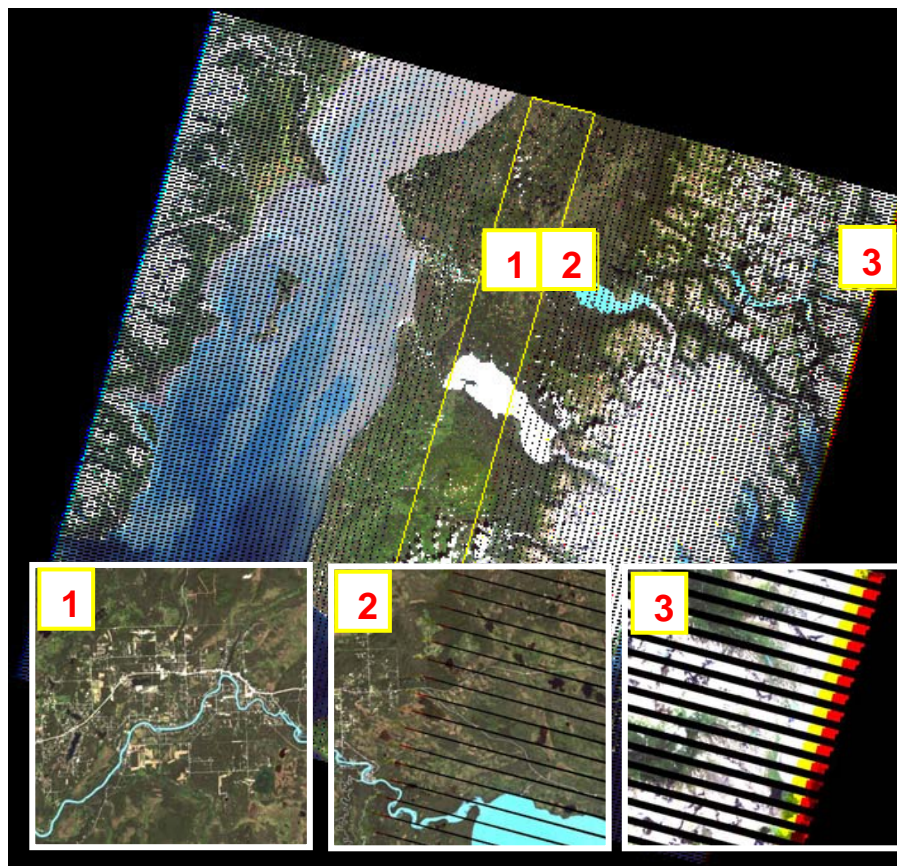
現地技術者らによる、継続的な氷河湖イベントリの更新を目的に、技術研修を実施。

《主な研修内容》

- ◆ALOS パンシャープン画像作成
- ◆ALOS PRISMによる数値表層モデル (DSM: Digital Surface Model)作成
- ◆パンシャープン画像およびDSMデータからの氷河湖抽出手順
- ◆衛星データ更新による、既存の氷河湖湖岸線情報の更新

キャパシティビルディング研修

ALOSがすでに運用を停止しているため、代替の衛星データとしてLandsat-7データを用いた解析手法についてもフォローを行っている。



1周期(16日間)で取得された2シーンの同一エリアの画像を用いて、SLC-Offのギャップの影響を低減する手法についても指導。

【参考】LANDSAT-7号 SLC-Offデータサンプル画像について、
RESTECホームページ
(http://www.restec.or.jp/?page_id=13922 、閲覧2012/09/04)

まとめと今後の展望

- ◆Lunana地域のRaphstreng, Thorthormi, Lugge氷河湖が1960年代から拡大し続けていることを確認するとともに、GLOFが決壊した際の下流被害域を推定することができた。
- ◆ブータン全域において、最新の高精度氷河湖インベントリを作成するとともに、現地技術者に対してその技術移転をおこない、良好な関係を継続している。
- ◆ブータンヒマラヤで培った氷河湖インベントリ作成技術をアルゼンチンのアンデスの山岳氷河に対しても適用しており、今後も他の地域への展開を。
- ◆Tshojo氷河における氷河湖消滅に関する研究、および節変化が確認されたJuchudake氷河の氷河湖、については、継続的な調査を行っていききたい。