

20210611立山黒部ジオパーク
を知る③

立山氷河と立山カルデラの新湯

福井幸太郎(富山県立山カルデラ砂防博物館)

内容

① 立山連峰の氷河

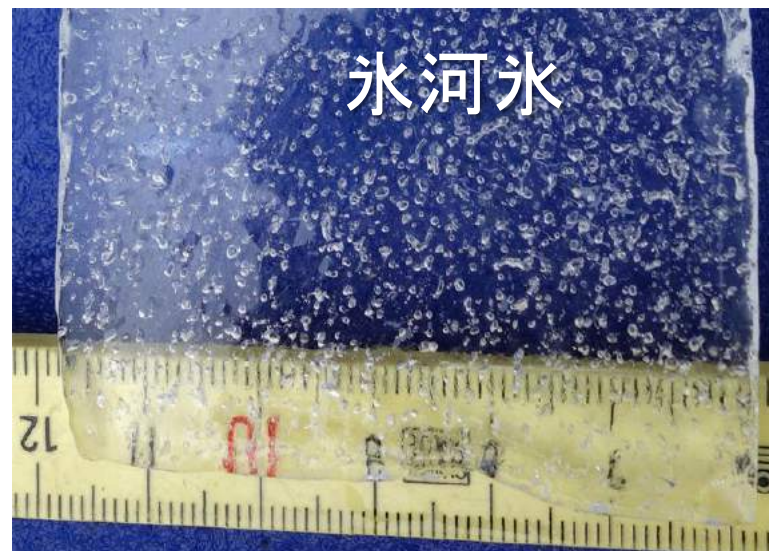
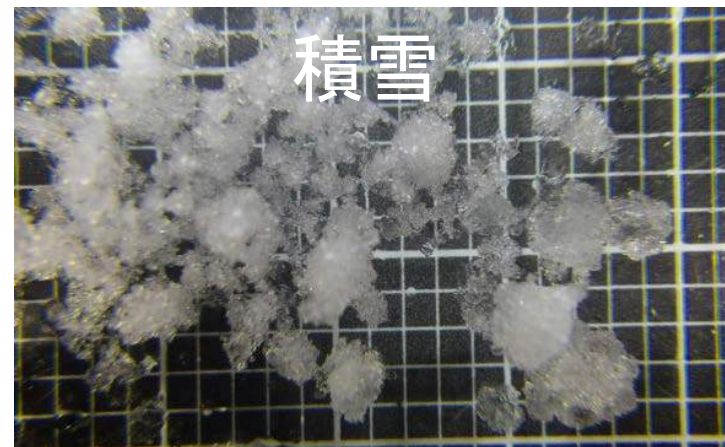
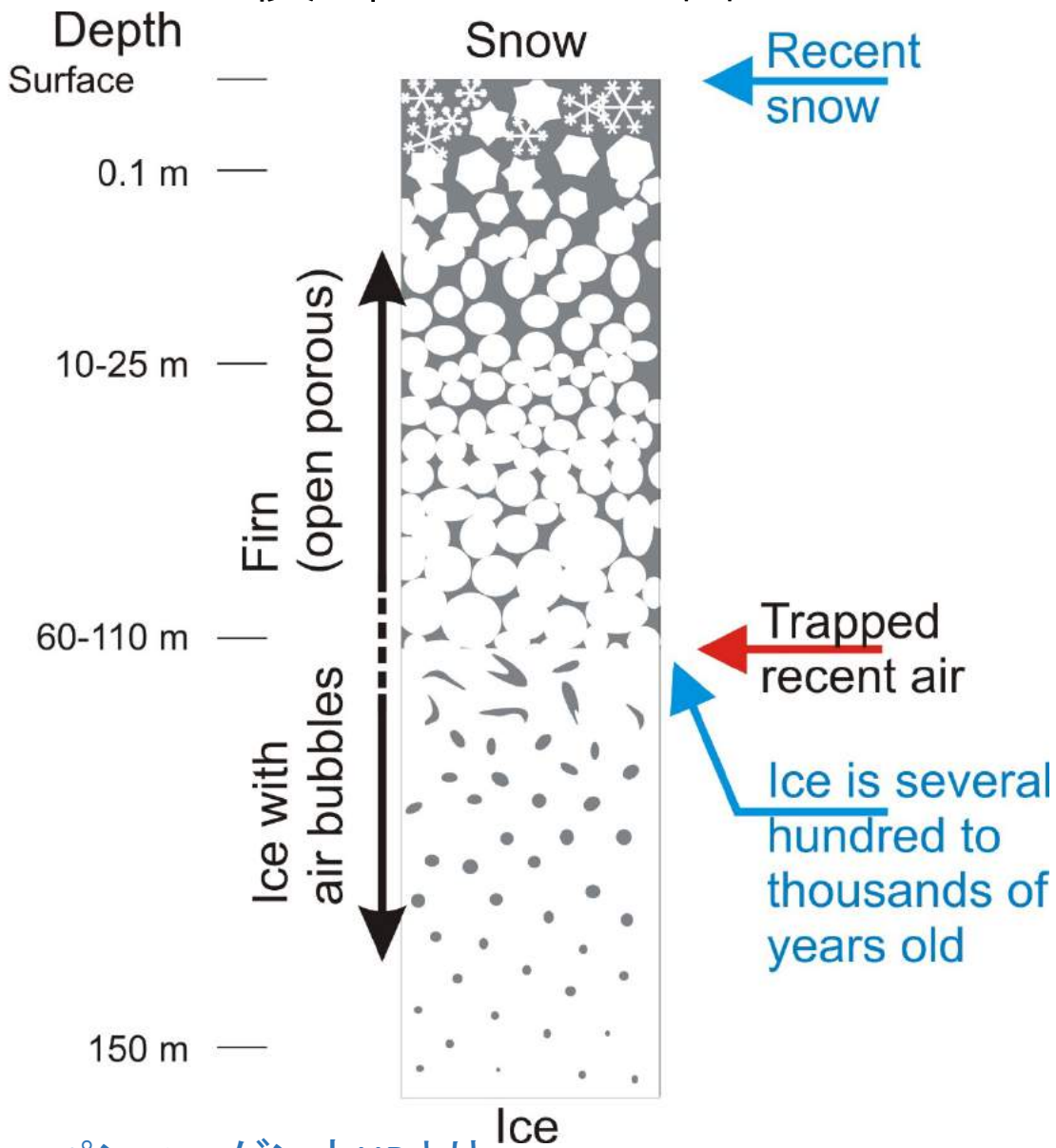
劔岳池ノ谷氷河と立山内蔵助氷河を中心に

—休憩10分—

② 立山カルデラの間欠泉、新湯

① 氷河とは

積雪は主に圧密により1~2000年で氷に変化

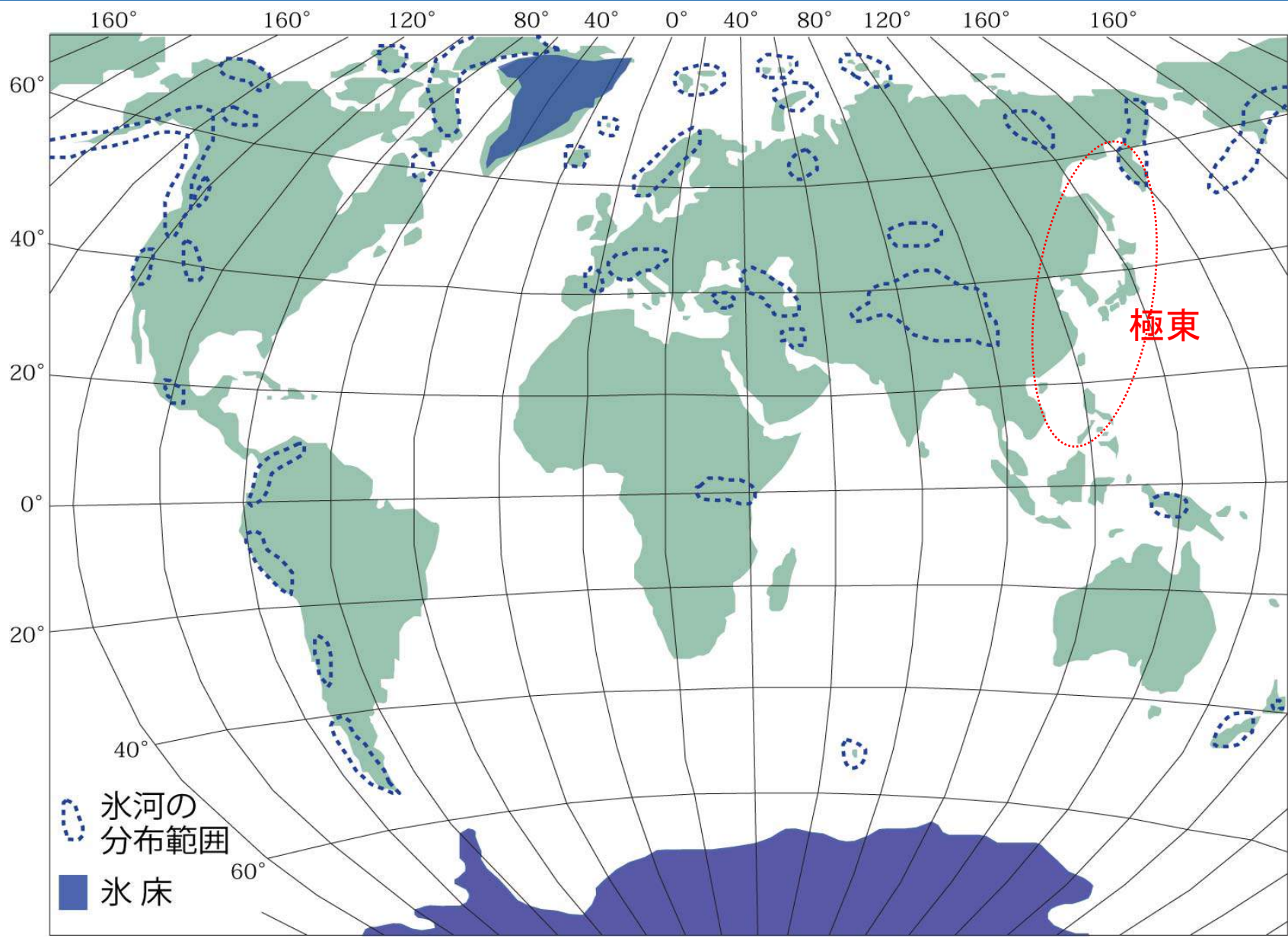


谷や斜面をゆっくりと流れる氷の塊が「氷河」。①厚い氷体の存在と②氷体の流動を確認する必要がある。



スイス・アレチ氷河(世界遺産)。2002～2010年の8年間を30秒に早送り。Glaciers onlineより

現在約20万の氷河が陸地の10%を覆う。最終氷期は30%。
氷の分布：南極89.6%，グリーンランド9.0%，そのほか1.4%。



日本アルプスで氷河が分布可能な高度は4,000m？博物館では、2009年から氷河調査を開始.

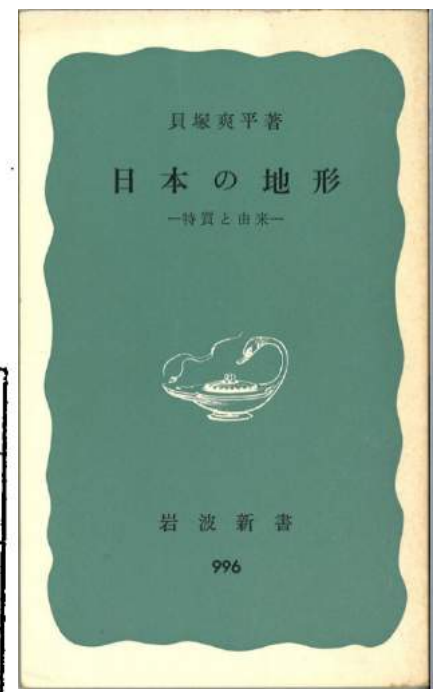
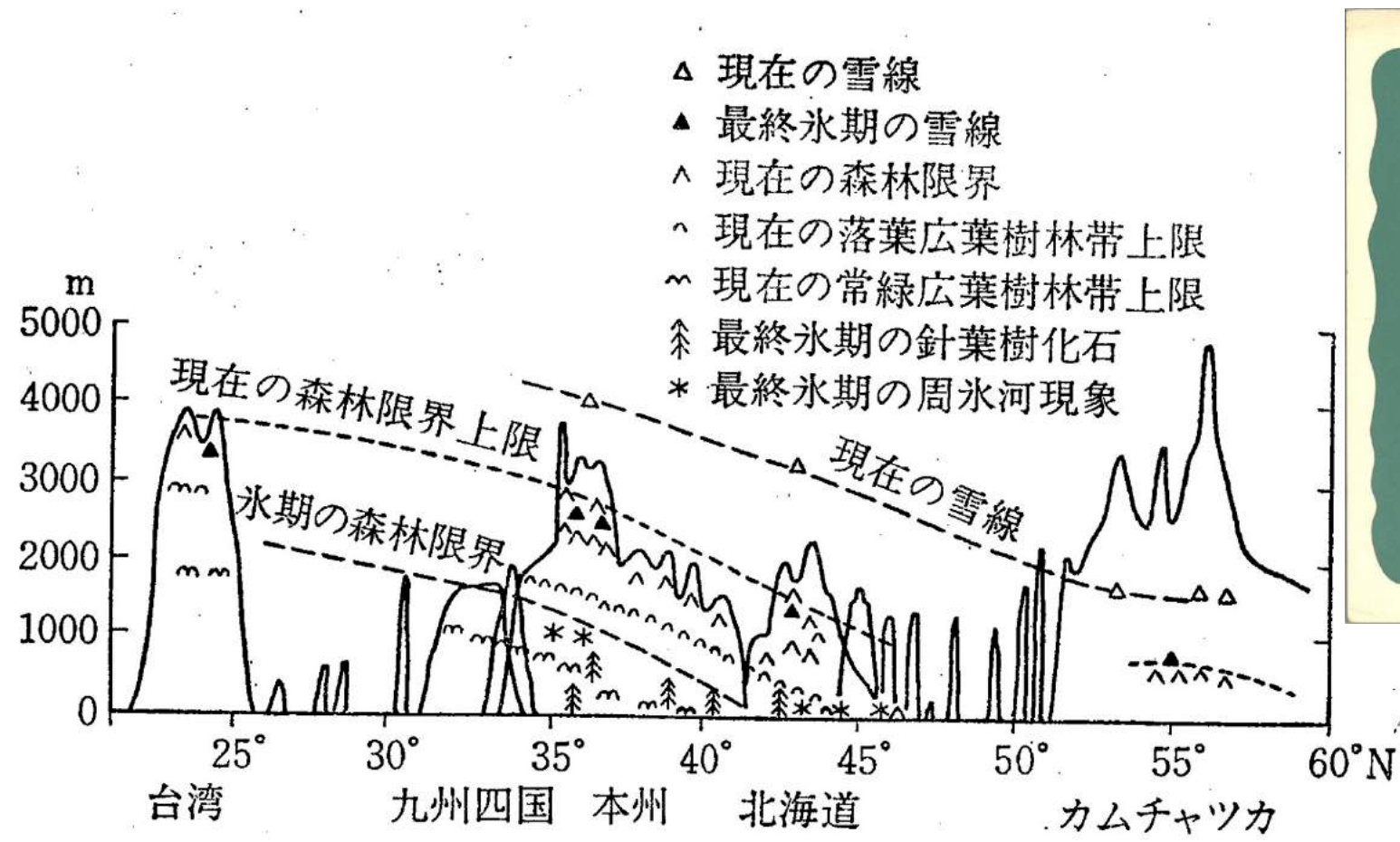


図 V-2 最終氷期(約2万年前)と現在の諸現象の垂直分布(貝塚, 1969)

貝塚(1977)より

ヒマラヤや南極の氷河で行って きた観測手法を転用

地中レーダーによる氷厚観測



2011/6/4三ノ窓

高精度な氷体の流動観測



ポールの鉛直維持がポイント

2012年に立山劔岳で3つ氷河判明(福井・飯田2012)、2018年に3つ追加(福井+2018)、19年に1つ追加(有江+2019)。合計7カ所。

日本雪氷学会誌 雪氷
74巻3号(2012年5月) 213-222頁

論文

飛騨山脈、立山・劔山域の3つの多年性雪渓の氷厚と流動—日本に現存する氷河の可能性について—

福井幸太郎^{1*}、飯田 肇¹

要旨

飛騨山脈、劔岳にある小窓雪渓および三ノ窓雪渓で、2011年春にアイスレーダー観測を行い、厚さ30m以上、長さ900~1200mに達する日本最大級の長大な氷体の存在を確認した。同年秋に行った高精度GPSを使った流動観測の結果、小窓、三ノ窓両雪渓の氷体では、1ヶ月間に最大30cmを超える比較的大きな水平方向の流動が観測された。流動観測を行った秋の時期は、融雪末期にあたり、積雪荷重がもっとも小さく、流動速度が1年でもっとも小さい時期にあると考えられている。このため、小窓、三ノ窓両雪渓は、日本では未報告であった1年を通じて連続して流動する、現存する「氷河」であると考えられる。立山東面の御前沢雪渓では、2009年秋にアイスレーダー観測を行い、雪渓下流部に厚さ27m、長さ約400mの氷体を確認した。2010年と2011年の秋に高精度GPSを使って氷体の流動観測を行った結果、誤差以上の有意な水平方向の流動が観測された。流動速度は1ヶ月あたり10cm以下と小さいものの、2年連続で秋の時期に流動している結果が得られたため、御前沢雪渓も現存する「氷河」であると考えられる。

キーワード: 氷河、多年性雪渓、立山、劔岳、流動

Key words: glacier, perennial snow patch, Mts. Tateyama, Mt. Tsurugi, glacier flow

1. はじめに

国際的にしばしば引用される氷河の定義は「積雪起源の雪氷体(雪と氷の大きな塊)で、大部分が陸上に存在し、現在もしくは過去に流動した証拠があるもの」(Flint, 1971)である。日本で広く使われている氷河の定義は「重力によって長期間にわたり連続して流動する雪氷体」(白岩, 2005)である。昭和初期に、日本アルプスの多年性雪渓(万年雪)の氷河学的な研究(今西, 1929, 1933)をはじめに行った今西錦司は、晩年の著書「四十年の回顧」の中で「氷化した万年雪に可動性さえ認められるなら、これを氷河と呼んでさしつかえない」との記述を残している(今西, 1969)。このように、氷河の定義については、様々な解釈や言い方があり、現時点で確立されたものはないが、

多くの雪氷学者は、①降雪からきた雪と氷の大きな塊、②陸上に存在、③流動の3要素を氷河とよばれるための必要条件(例えば、成瀬, 2008)と想定している。これらのことを踏まえ、本研究では、多年性雪渓でも厚い氷体を持ち、氷体が現在、連続的に流動していることを証明できれば、現存する「氷河」であるとみなす。

日本では、今西の研究以降、立山(崎田, 1931; 小笠原, 1964; 吉田, 1964; 樋口, 1971; 吉田ら, 1983)、鹿島槍ヶ岳(五百沢, 1959)、東北地方の月山・鳥海山(土屋, 1978, 1999)、北海道の大雪山(若浜ら, 1968; Kawashima et al., 1993)など日本各地の山岳で、氷体を持つ多年性雪渓が発見された。また、一部の多年性雪渓では、以下で述べるように、流動に関する調査も行われ、現存する氷河が否か議論されたこともある。

吉田(1964)は、立山のはまぐり雪で発見された氷体の年層構造から、はまぐり雪が年4m程度

¹ 立山カルデラ砂防博物館

〒930-1405 富山県中新川郡立山町芦原寺字平ナ坂68

* 連絡先

地理学評論 91-1 43-61 2018

飛騨山脈で新たに見出された現存氷河とその特性

福井幸太郎*・飯田 肇*・小坂共栄**

(*富山県立山カルデラ砂防博物館、**信州大学理学部)

飛騨山脈の四つの多年性雪渓で、地中レーダーで氷厚を、測量用GPSで流動を観測し、氷河の可能性を探った。その結果、カクネ里雪渓と池ノ谷雪渓は厚さ30mを超える氷体を持ち2m/年以上の速度で流動していたことから氷河、内蔵助雪渓は厚さ25mの氷体を持つが流動速度が3cm/年と遅いため多年性雪渓に移行しつつある氷河、はまぐり雪渓は現在流動していない多年性雪渓であることが分かった。日本で氷河と判明した多年性雪渓は合計六つになった。また、飛騨山脈の氷河の特性を現地観測データから検討した。その結果、気候条件的に現在の飛騨山脈では氷河が存在可能であること、平衡線高度が同じ地域内で大きくばらつくこと、カクネ里雪渓と池ノ谷雪渓は1955~2016年の61年間で面積がそれぞれ12.16%減少したことが分かった。

キーワード: 氷河、多年性雪渓、飛騨山脈、質量収支、平衡線高度

1 はじめに

氷河とは「陸上で重力によって常に流動している多年性の氷雪の集合体」(Armstrong et al. 1966; 楠 1967; 上田 2014) のことを指し、「常に流動している」という点で多年性雪渓とは区分される。日本は世界的な豪雪地帯で、飛騨山脈だけでも400を超える多年性雪渓を有し(Higuchi and Iozawa 1971)、昭和初期以降、劔岳(今西 1929, 1933)、立山(崎田 1931; 小笠原 1964; 樋口ほか 1971)、鹿島槍ヶ岳(五百沢 1959)、東北地方の月山・鳥海山(土屋 1978)、北海道の大雪山(若浜ほか 1968; Kawashima et al. 1993)など各地の山岳で、氷体を持つ多年性雪渓が発見されてきた。

しかし、氷体上に20mもの積雪が1年間で積もって融ける日本の多年性雪渓では、融雪期に雪渓表面が1日10cm前後も低下するので(たとえば森林・樋口 1980)、流動観測用のステークが短期間で倒れてしまう。このような観測の困難さのため流動が実証されず、日本には氷河が現存しないという認識が、雪氷学者の間で定着していった。

また、自然地理学の分野では、戦後、氷河地形から最終氷期の平衡線高度を復元する研究が数多く行われた(たとえば Kobayashi 1958; Ono 1984, 1991; 柳町 1987)。Hoshial and Kobayashi (1967) は、自由大気の夏期の平均気温から現在の日本アルプスの平衡線高度を4,000m前後と見積もった。この見積もりは、平衡線高度が気温のみに依存すると考え、降雪量を考慮しないという問題を含んでいた。しかし、多くの自然地理学の教科書に取り上げられたため(たとえば吉川ほか 1973; 田淵福 1979; 貝塚・鎮西羅 1986; 杉谷ほか 1993)、日本の山は平衡線高度よりも大幅に低くて、氷河が現存できないという考えが、地理学者の間でも定着していった。

これに対し、小崎・岩田(2001)は、北東アジアの平衡線高度が、中国の横断山脈の北緯27°からカムチャツカ半島南端部の北緯51°に向かって南北方向に直線的に低下すると仮定して、現在の日本アルプスの平衡線高度を3,600mと推定した。また、Ono et al. (2003) や小野(2012)は、夏の気温と降雪量の実測値から Ohmura et al. (1992) の経験式を用いて、立山の平衡線高度が2,970mであると見

最大の氷河は三ノ窓，最南端は御前沢



2012年4月判明

2018年1月判明

② 池ノ谷氷河と内蔵助氷河



立山の内蔵助雪渓と鏡岳の池ノ谷雪渓が「氷河」

立山で新たに氷河二つ 内蔵助と池ノ谷 県内計5カ所に

立山の内蔵助雪渓と鏡岳の池ノ谷雪渓が「氷河」と確認されたことが18日、分かった。立山カルデラ砂防博物館(立山町芦峰寺)などがまとめた論文が日本地理学会の学会誌に掲載された。国内の氷河は、これまで鏡岳2カ所と雄山1カ所だけが確認されており県内で計5カ所となった。今回、県外では初めて富山、長野県境の鹿島槍ヶ岳にあるカクネ里雪渓(大町市)も氷河と認められた。

ズーム?
氷河 山の斜面をそぼくくりと流動する氷体。長年降り積もった雪が圧縮されて氷体とな

同博物館によると、2009年から雪渓にボルトを設置して衛星利用測位システム(GPS)を使い、氷体の移動を調べた。内蔵助では年3センチ、池ノ谷では年20センチ動いていたことから氷河と確認された。

国内の六つの氷河が北アルプスの狭い範囲に集中していることについて、同博物館の飯田肇学芸課長は「北アルプ

り、重力の影響で氷河になると考えられている。2012年に雄山の御前沢雪渓と鏡岳の三ノ窓、小笠原雪渓が国内初の氷河に認定された。

これは、池ノ谷と異なる内蔵助雪渓は一般の登山者が行くことが可能で、「氷河ジ

これは、池ノ谷と異なる内蔵助雪渓は一般の登山者が行くことが可能で、「氷河ジ



氷河と確認された内蔵助雪渓(上)と池ノ谷雪渓(下)
(立山カルデラ砂防博物館提供)

る。池ノ谷は平野部から眺望できる唯一の氷河という。氷河は気候変化の影響を受けやすく「地球温暖化のバロメーター」とも言われる。内蔵助雪渓は水の動きが少なく、温暖化で氷体が減ると動かない万年雪になる可能性があるという。

池ノ谷雪渓は、61年前と比べて上端部で面積が約16%減っていたことも分かった。飯田学芸課長は「海外の氷河は温暖化で大幅に減っているときに比べると、池ノ谷の面積の減少量は比較的小さい。北アルプスの氷河を長期的に観測することで、気候変動の関係や立山の氷河の特性を明らかにしたい」と話している。



長野) カクネ里雪渓の氷河認定 大町市長ら喜びの会見

三浦 亘 2018年1月19日03時00分

シェア ツイート ブックマーク メール 印刷



氷河認定で喜びを語る牛越徹市長(中央) = 大町市役所

北アルプス 後立山連峰の鹿島 槍ヶ岳(2889メートル)北壁直下のカクネ里雪渓が、県内で初めて氷河であることが確認された。18日、大町市 役所で学術調査団長を務めた小坂共栄・信州大特任教授らと会見した牛越徹市長は「山岳文化都市・大町にとって文化振興の大きな弾みになる」と喜びを語った。

小坂教授によると、人跡未踏だったカクネ里雪渓は、1930年、探検家で人類学者の今西錦司(1902~92)が氷体を発見。55~58年に地理学者の五百沢智也(1933~2013)が現地入りに成功、4回の調査を行ったが、その後は約60年間、調査はされなかった。2014年から3年に及んだ学術調査も難航を極めた。

昨年秋までの調査で、氷体の厚さは30メートル以上で、流動速度(年平均)は2・6メートルと判明した。今回、ともに認定された 富山県の劔・立山連峰の池ノ

谷、内蔵助の2氷河を、面積、体積で大きく上回る。

↑2018年1月18日朝日新聞

←2018年1月19日北日本新聞

劔岳西面の池ノ谷雪溪(上市町):長さ950m, 氷厚40m. 標高1800-2300m. 唯一の「西向き」の氷河.



劔岳2999m

三ノ窓

小窓尾根

劔尾根

早月尾根

2018/10/22撮影

雪崩で雪が20~30mも集積. 山岳関係者の間では, 厚い氷体の存在が知られていた→2012年から調査開始!

池ノ谷にも氷体が

北ア・劔岳

砂防博物館調査へ

北アルプス・劔岳(標高2999m)西側の「池ノ谷」の雪渓に、氷の塊「氷体」が存在する可能性があることが、山岳関係者の話で分かった。氷体が確認され、流動していることが分れば、水河(川)と認められる。北アで既に流動が確認された三つの氷体が水河と断定される見通しとなる中、立山カルデラ砂防博物館(立山町芦峯寺)は池ノ谷の雪渓についても確認調査する意向だ。(社会部・柳高浩)



立山・劔岳一帯では、立山カルデラ砂防博物館の飯田肇学芸課長と福井幸太郎学芸員が水河調査を行っている。昨年11月には、雄山(標高3003m)東側斜面の御前沢雪渓や劔岳近くの三ノ窓、小窓の間雪渓の三つの氷体が「水河」である可能性が極めて高いとする研究成果を都内で発表した。既に学術論文を日本雪氷学会(東京)に提出。受

元山岳ガイドの山岳カメラマン、佐伯都夫さん(77)は、市佐伯。劔岳根を挟んで南側に分かれた石俣の雪に厚みがあり、雪が最も少ない時期の秋でも雪深は長さ約1.5m、幅約100m以上に及び、国内で最も雪が厚い場所。水があるのは確実」と言い切る。

1970年代に遭難者捜索のため、谷の端にある岩壁と雪のすき間「シュンド」に入ったこともあり、「30mほどの深さだったと振り返る。雪渓に穴を掘った際、固い氷の層にぶつかり、掘り進めることができなかったという。この氷の存在は佐伯さんだけでなく、ベテランを中心とした多くの奥内山岳関係者に知られているという。

同博物館は、立山・劔岳周辺の氷体の形成は、世界有数の降雪量の多さによって引き起こされた雪崩に起因しているとしている。氷体を確認する場所は、いずれは確認調査をしたいと話す。これまで氷体が発見された場所は内蔵助雪渓を含め、いずれも東側斜面だったが、池ノ谷は西側。調査によって、一帯で氷体がどのように形成・維持されているかを解明することになる。

雪のシュンドに積もる雪が年間で最も少ない9、10月に流動が確認された。雪の加算が小さく氷体が動きにくい状況の中、大きな動きを確認したことから、年間を通して継続的に流動する水河である可能性が高まった。極東アジアでは、水河形成地の南限はカムチャッカ半島とされており、立山・劔岳の氷体が水河と断定されれば、富山が南限。

飯田課長は山岳関係者の証言などから、北ア周辺で、他に氷体があるとすれば池ノ谷」とみる。池ノ谷での活動について、非常に作業が困難な場所だが、いずれは確認調査をしたいと話す。これまで氷体が発見された場所は内蔵助雪渓を含め、いずれも東側斜面だったが、池ノ谷は西側。調査によって、一帯で氷体がどのように形成・維持されているかを解明することになる。



馬場島—取水堰堤—雷岩—小窓乗越—富高岩屋—二俣



「行けん谷」のあて字で池ノ谷と名付けられたほど険悪な谷.
登山道も無い. 富山県登山届出条例で特別危険地区.



池ノ谷ゴルジュ入り口

富高岩屋付近で幕営. 2泊3日



二俣付近



池ノ谷二俣1800m付近
2012/9/25



表面に露出した氷河氷. 2016/10/14撮影



2016/10/14撮影



シュレント

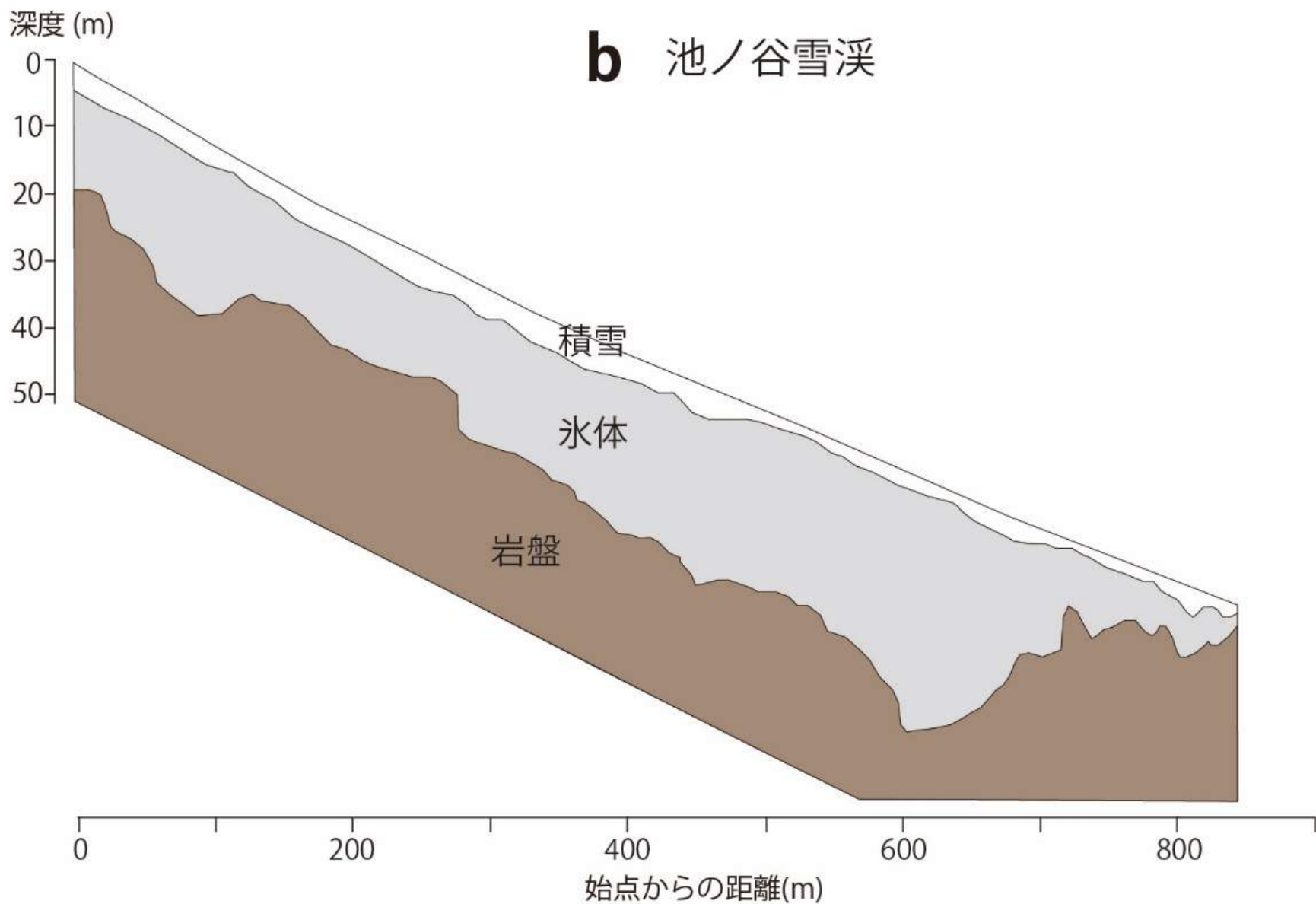
2012/9/25

氷厚の観測

アイスレーダー観測 (270MHz). 2012/9/25実施



2012年9月，地中レーダーで長さ850m以上，厚さ約40mの氷体を確認．



流動観測

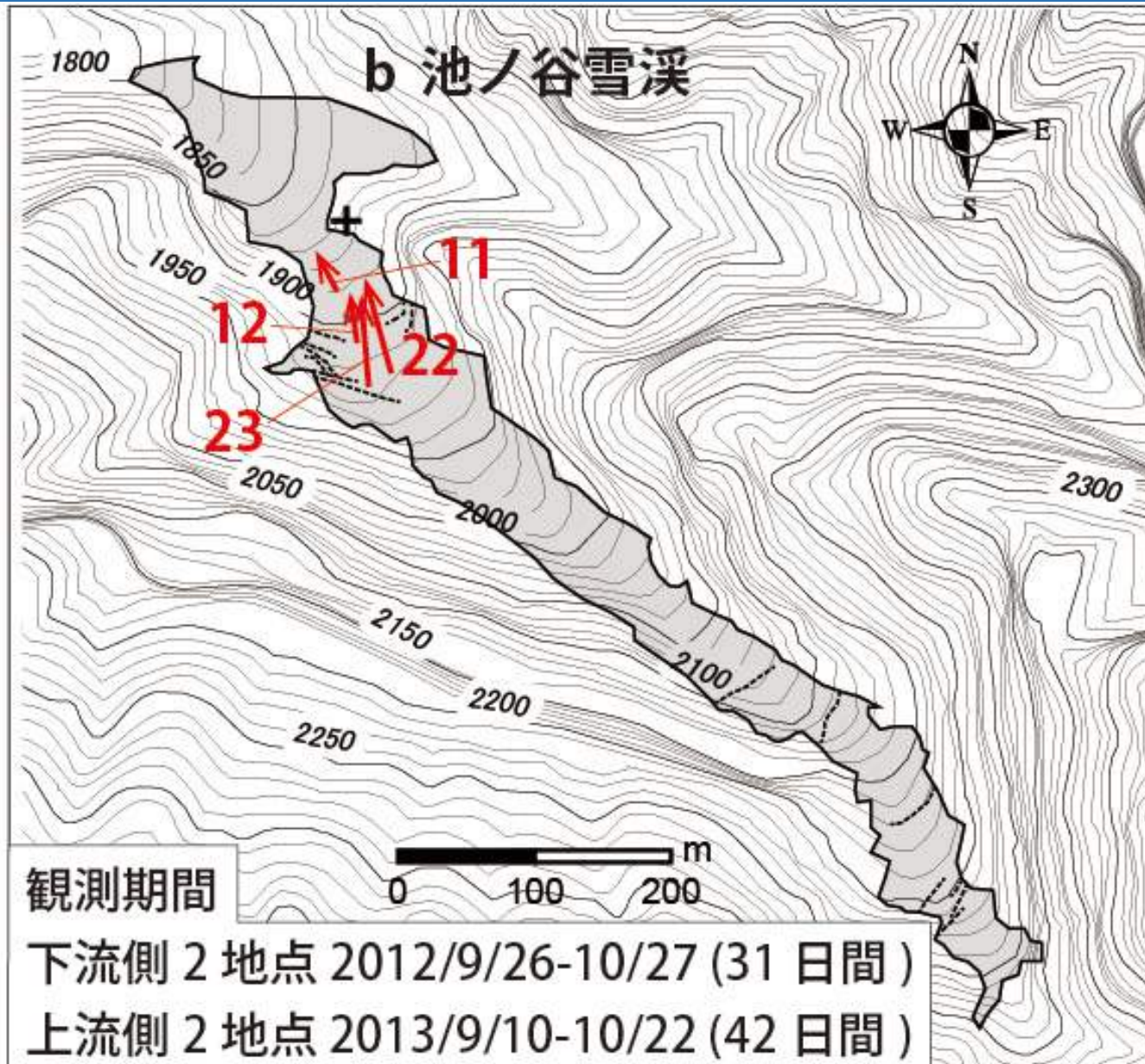
雪渓下流部の4ヶ所で、長さ4.6mのポールを氷体に埋め込んだ。



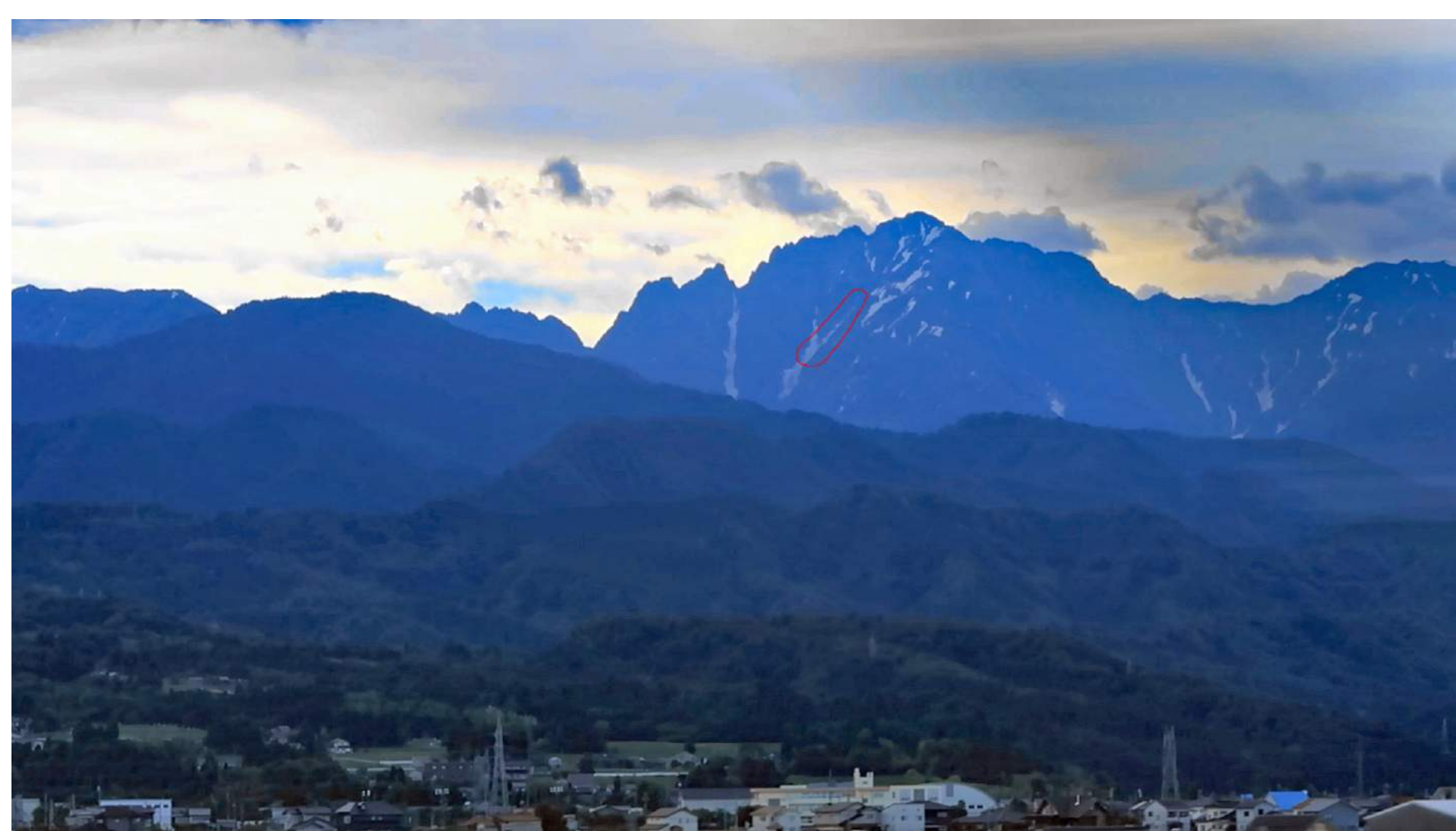
ポールの位置を1～2ヶ月間あけて2周波GPSで測量.



2012と2013年秋に流動観測. 年間140~200cm流動→氷河と判明.



富山平野から眺められる. 新幹線から眺められる世界で唯一の氷河？



2018/6/28に北陸新幹線(滑川付近)からみた池ノ谷氷河

新湊大橋や滑川～水橋, 氷見付近からよく見える.



海王丸パークからみた劔岳と池ノ谷氷河 2019/1/4

上市町からみた池ノ谷氷河



澤柿さんFacebookより

立山東面の内蔵助雪溪. .高2700-2830m. 長さ350m, 厚さ25m. 立山三山縦走時に見える.



2018/10/9

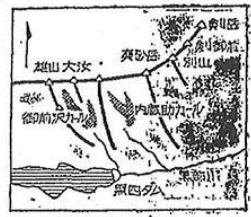
1963年に、北大・富山大の調査で、氷河発見と騒がれたことがあった。流動は不明。

立山で氷河発見

完全な形で二か所

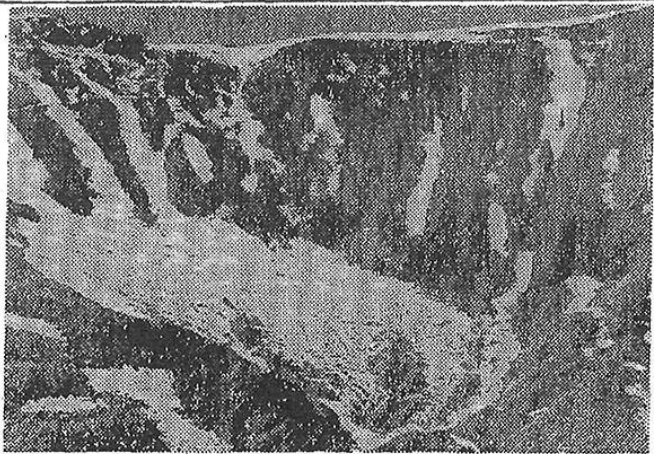
結氷説に新しい資料

百万年前の日本は、はたして氷河におおわれていたかどうかは、明後年の学会の論争のマトになっているが、完全な氷河がこのほど奥黒部有願学術総合調査団（部長小宮原和夫富山大教授）によって北ア・立山の御前沢、内蔵助沢の二か所で発見され、きょう十七日、気象庁で開かれる日本氷雪学会で発表される。もしこれがほんものとなれば氷河論争に終止符を打つばかりか完全氷河の生成についての概念もくつきが与えられるだけに大きな関心が寄せられている。



河としての形態と条件を完全に備えてはいる。
これまで氷河は「ゼロ度線（緯度三十六、七度あたり）で夏場三天中の氷分が氷結する約二、三の薄さ」上の山に積み重なった水でできるといのが概念とされてきたが、この二つの氷河はゼロ度線より生成したといっている。
これについて調査団では、新しいタイプの氷河であるという結論から、氷河は日中表面で凍り、しみ込んだ水がゼロ度以下の内部の薬液で再び氷化する過程をくりかえしても氷河はできるという「階層氷河説」を打ち出したわけである。

発見された御前沢の氷河は幅約四百、長さ七百メートル、内蔵助沢の氷河は幅約四百、長さ五百メートル、氷厚は平均三、四メートル、二か所とも二、三メートルの氷が二十から三十センチある。これは同調査団が昨年秋北ア調査でみつけた氷河の成長が確認されたという。河状のハマグリ型は遠く、氷



発見された立山の内蔵助へのすげ氷河

はいれない客が騒ぐ

横浜 バレーボール会場

東京国際スポーツ大会

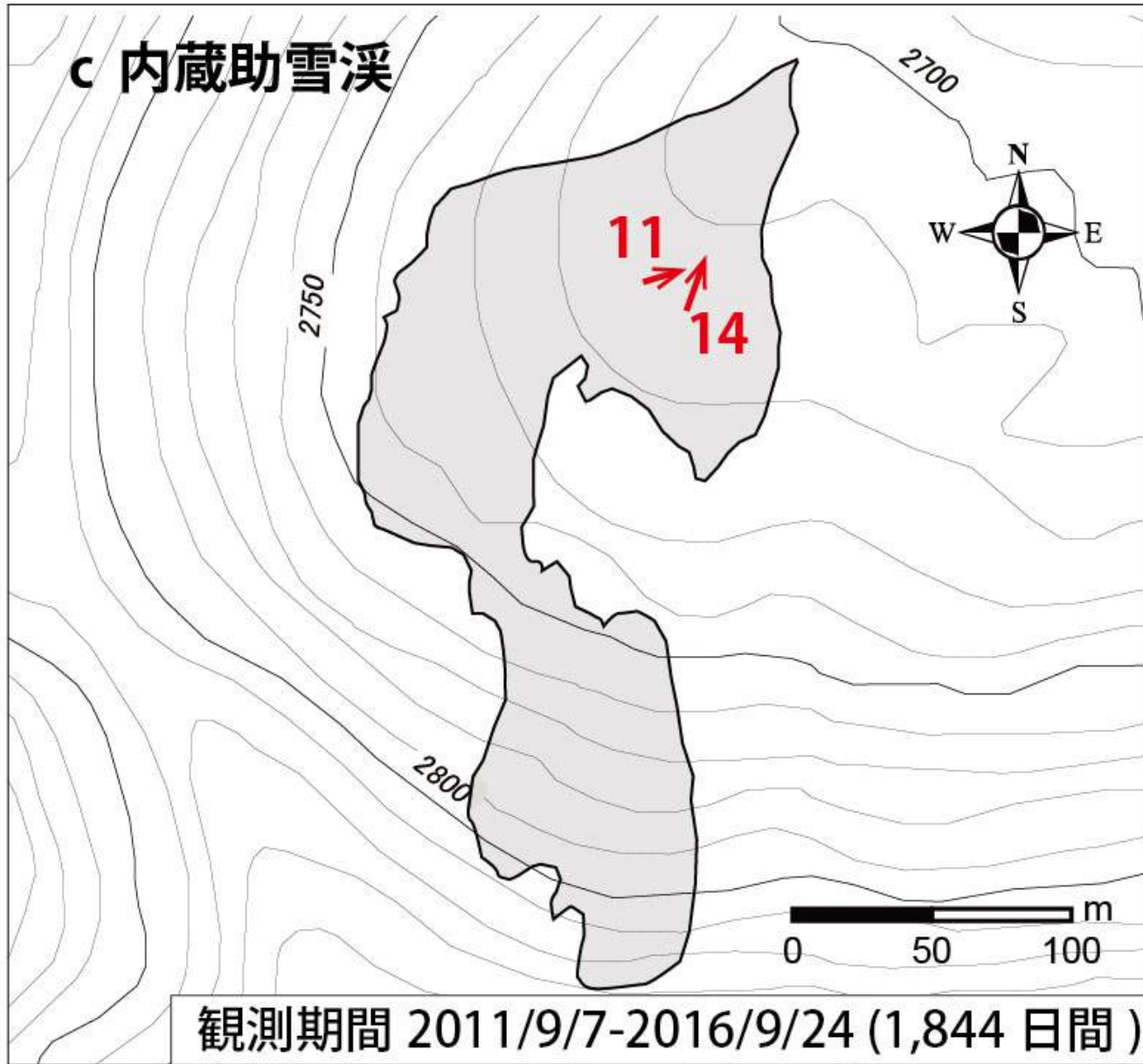
十六日午後横浜文化体育館で行なわれたレール大会で当日日券を売ろうとした客が半分以上はいれなかったため、四時間も離れた、審判のルーズな運営が原因で、東京国際大会は午後三時過ぎ同体育館で閉幕した。
関係広場に並んでいた百人ほどが特別に入場券を売り、そこから三千名離れた入場券売り場まで同じように午前中から列をうけていた約二百五十人には券がなかったことから起きたもの。
群衆が二つにわかれて並んだのはこの日は主催者側が前売券を当日券とも売られ切れとの張り紙を入り口に出してあったから、個々の係員は群衆の間に「密着」があればはいれるかと並ぶ客を指さすせず答えたため。
無難に入場券売り場前に行列は「公平だ」と騒ぎ出した。バレーボール協会は前田豊理事とらがあけした結果、これ以上の入場はふりや判断、同六時前、警備本部員からの要請もあり津田同協会役員が報道に出たが群衆に趣意が被聴せず、混雑は警官二十五人に囲まれた中であらう大きく閉った。
結局同大会は四十五分増太字と夫

1977年からの名古屋大の調査で、30m近い氷体があることが判明。その後40年間、流動観測成功せず。

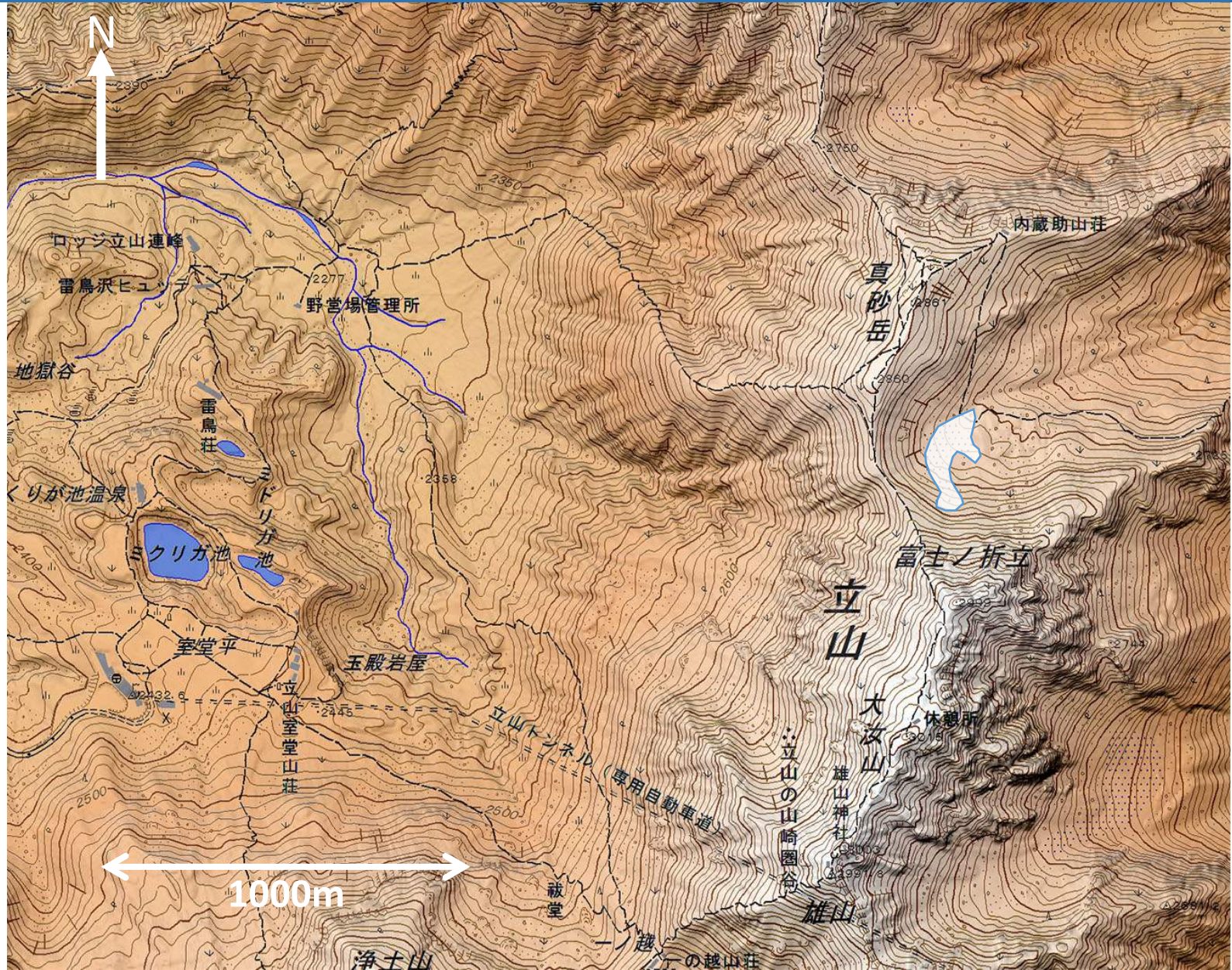


2016年10月

2011年9月7日に埋め込んだポールが、5年後の2016年9月24日に露出. 11, 14cm下流に移動. 年間2~3cmの流動.



室堂から5時間程度. 一般登山者でも氷河上を歩ける. ジョ
ツアーに活用.



③ 氷河に関するよくある質問と回答.

質問その1 なぜ立山に氷河があるの？



立山山頂AWS(3,000m:2011年開始)

夏期気温 8°C (年平均 -3.7°C)

日本で2番目に夏寒い！

※富山市 夏期気温 24°C 、年平均 14°C



室堂(2,450m:1979-2008年)

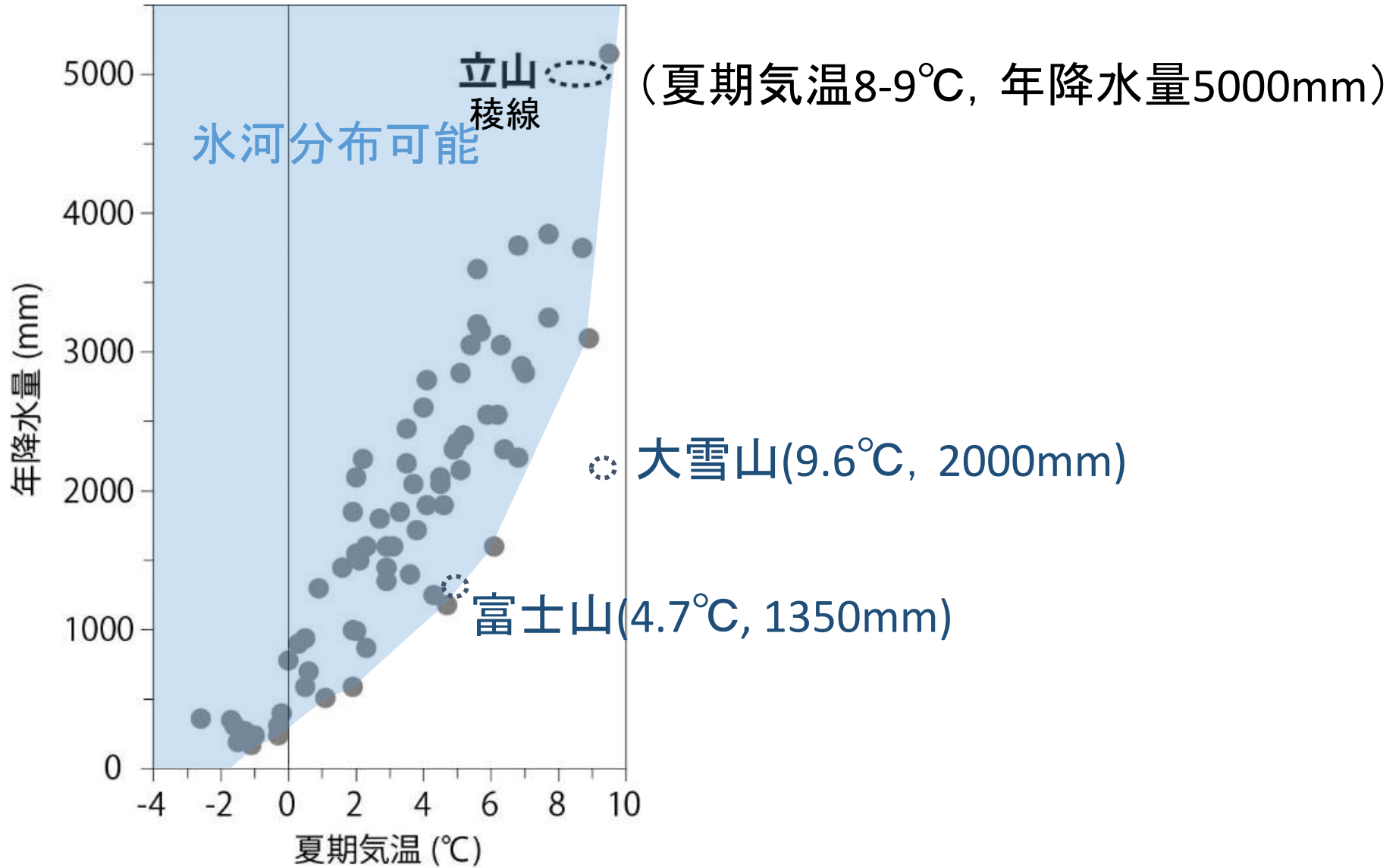
積雪水量:約3,000mm

夏期降水量:約2,000mm

年降水量:約5,000mm

国内トップクラスの積雪量！

世界の70氷河の中央部付近における年降水量と夏期気温 (Ohmura+1992)。立山稜線はギリギリ氷河分布可能な気候。



さらに雪崩で積雪が供給。積雪深は25mに達する。

回答:立山は、気候条件+雪崩で氷河分布可能。



三ノ窓氷河2012/5/31

質問その2 氷河氷は海外の氷河と同じものなの？

三ノ窓(2000m付近)で2013年9月25・26日に20mのコア掘削



深度5～20mは、気泡氷，クリアバンド，汚れ層の繰り返し。

← TOP

気泡氷

クリアバンド

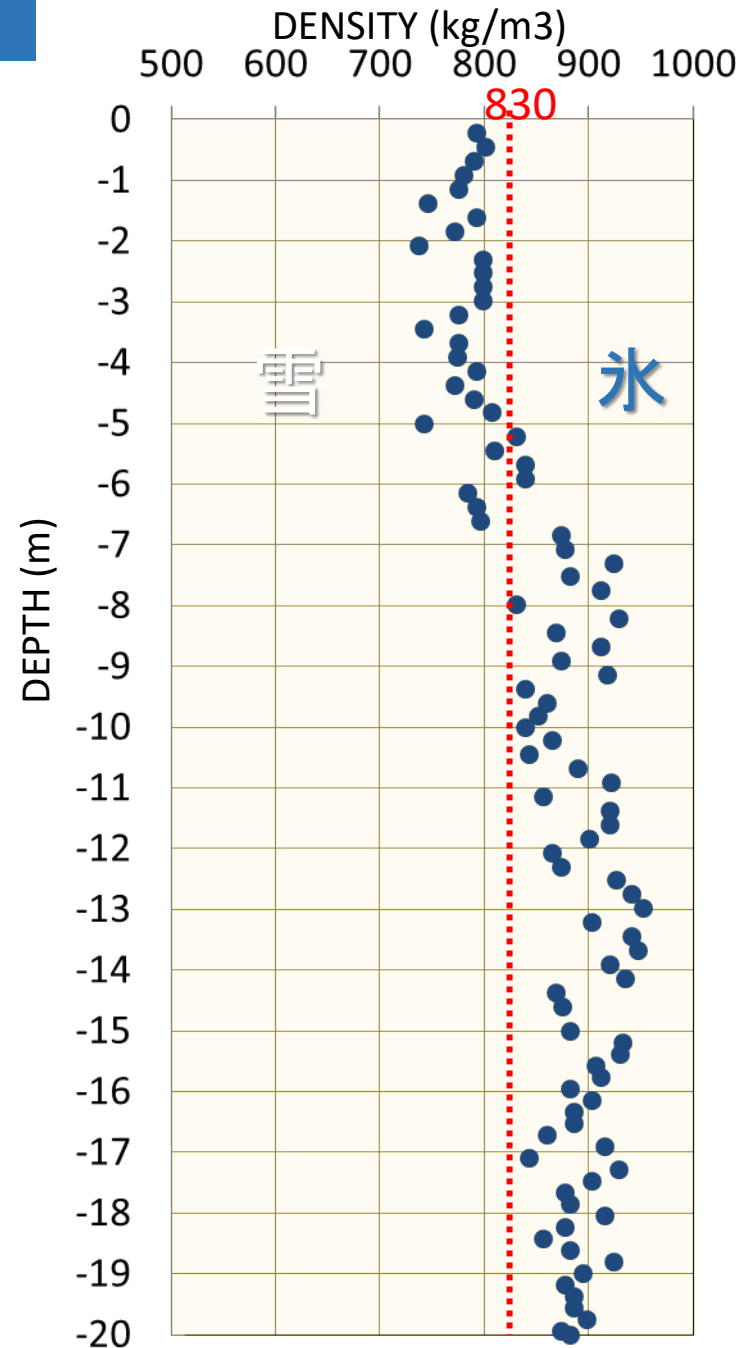
汚れ層

三ノ窓氷河の深度15m付近の氷

三ノ窓氷河のコアの一部(全長20.15m)

三ノ窓氷河の密度分布(9/26)

約5mで830kg/m³を超える
→氷河氷

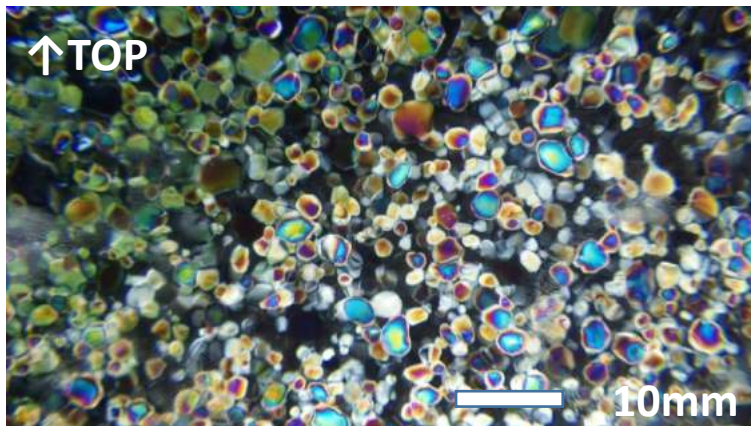


深度12m以下で気泡の伸長が顕著→内部流動を示唆

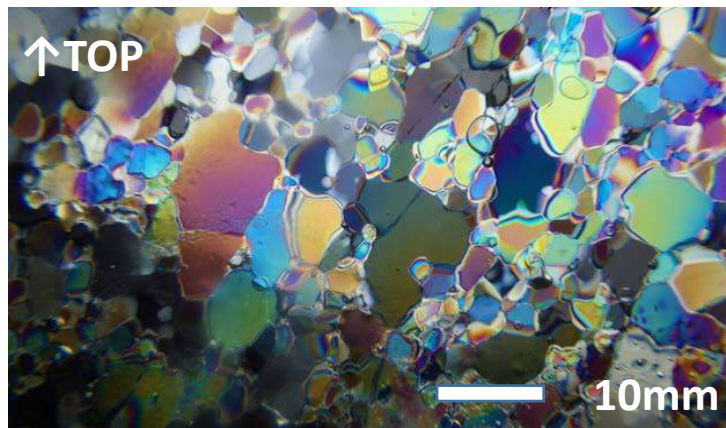
回答: 密度や気泡の形など海外の氷河と同じ.

氷河氷への変化(三ノ窓氷河)

■ 結晶粒の変化

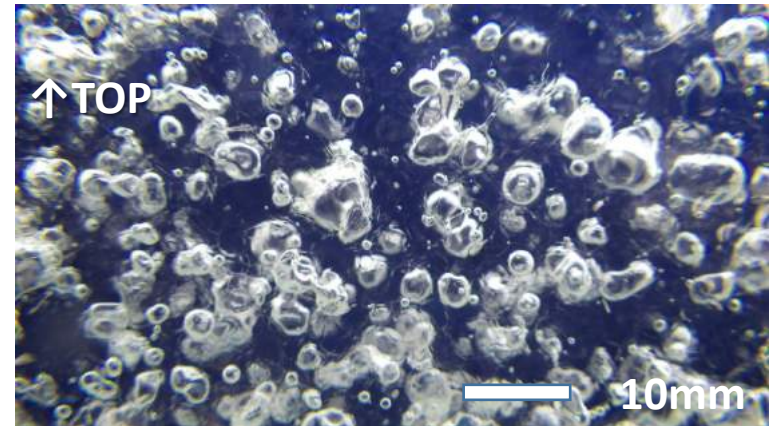


深さ3.6m 球形等粒のフィルン

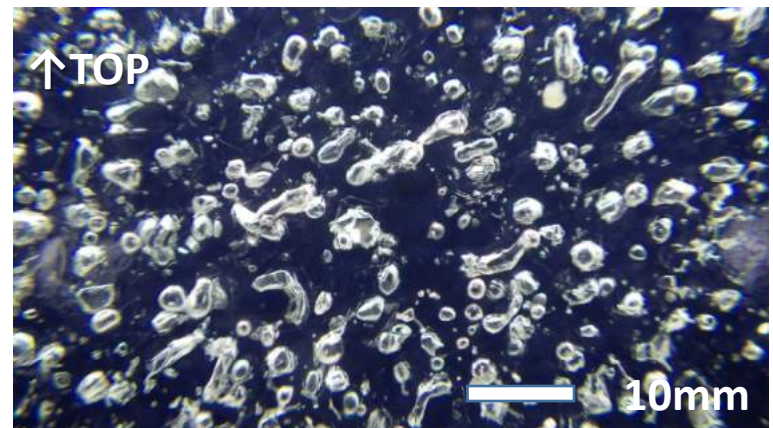


深さ20m 氷河氷 粗大化

■ 気泡の変化



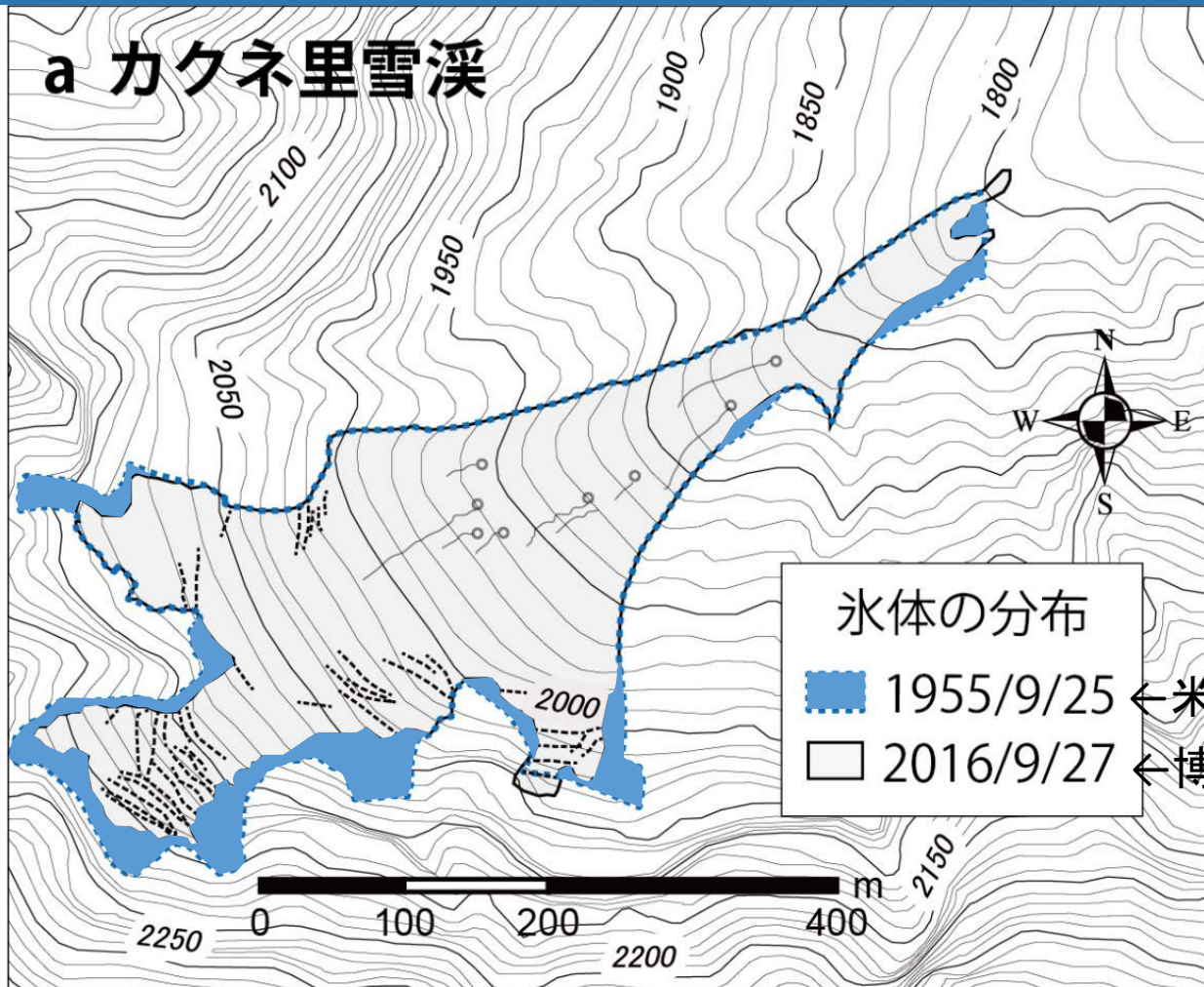
深さ6.7m 球形



深さ18m 伸長顕著

質問その3 温暖化で無くなってしまふのでは？

氷体面積は約10ha(1955年)→約9ha(2016年). 過去61年間で12%減少. **ほとんど変化なし.**



←米軍撮影空中写真
←博物館撮影

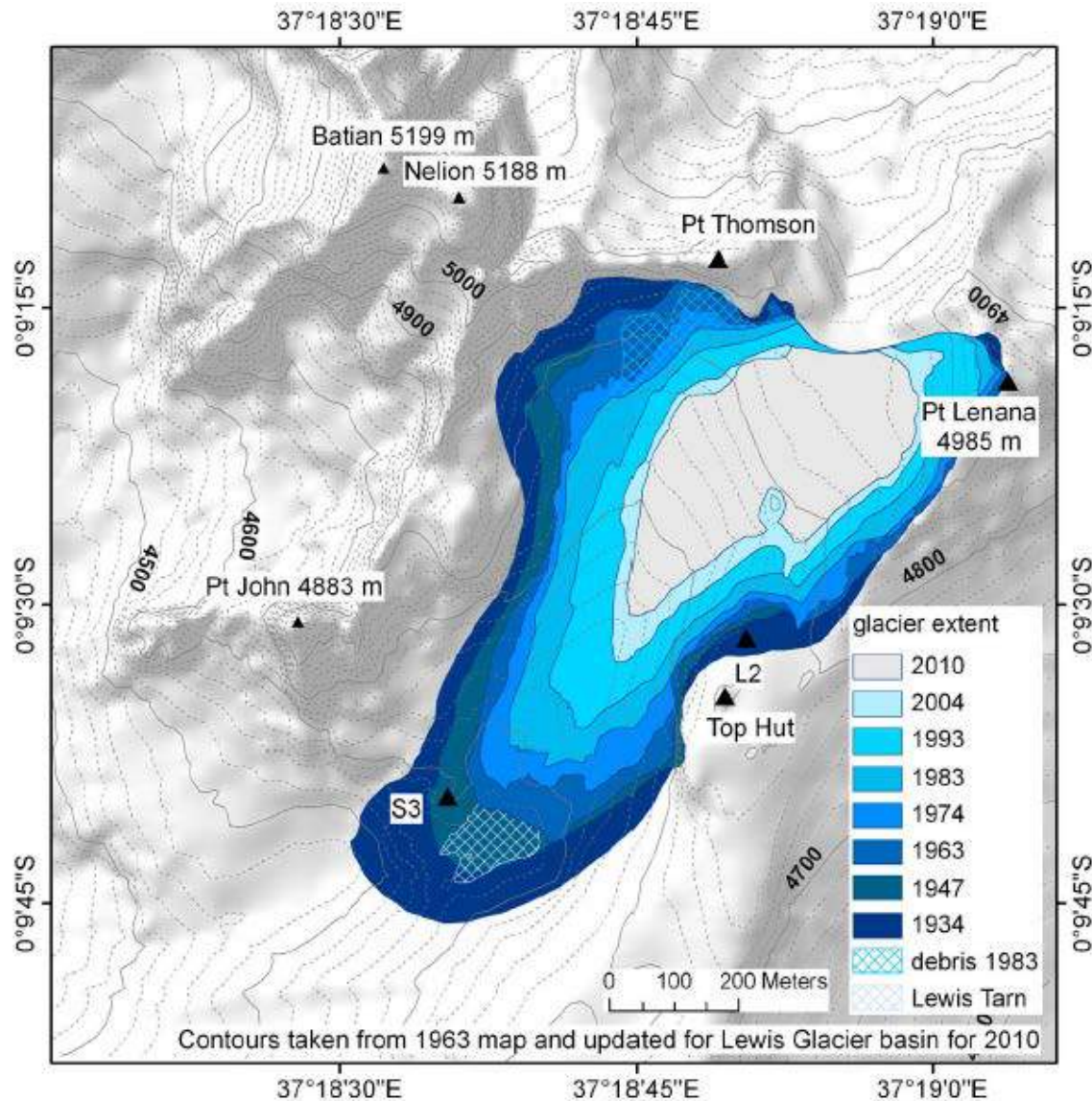
カクネ里氷河の過去61年間(1955-2016年)の面積変化

池ノ谷の氷体面積は約7ha(1955年)→約6ha(2016年).
過去61年間で16%減少. **ほとんど変化なし.**



世界の多くの氷河が20世紀後半から縮小している。

回答: 日本の氷河は今後も生き残る可能性大.



ケニア山ルイス氷河の過去76年間(1934~2010年)の変動(Prinz et al., 2011)

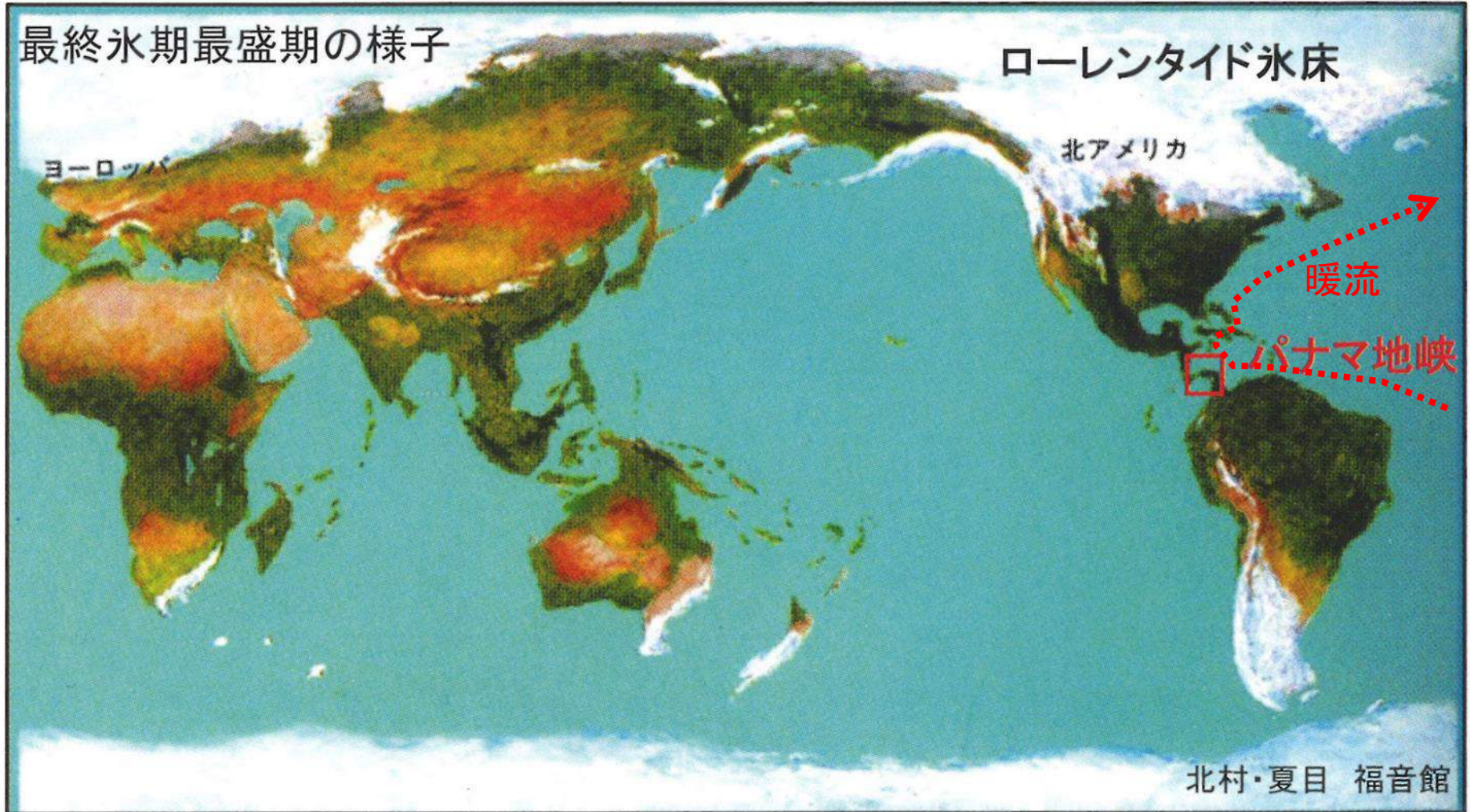
質問その4 ほかに氷河の可能性がある万年雪は？

回答：長野県側の3ヶ所の万年雪で可能性がある。



質問その5。「室堂平の迷子石」、「室堂山の羊背岩」、「山崎圏谷」はいつ、どのようにできたのか？

今から約12万～約1万年前、地球の平均気温は5～7℃低く、「最終氷期」と呼ばれる寒い時代であった。



室堂平の迷子石

8~6万
年前

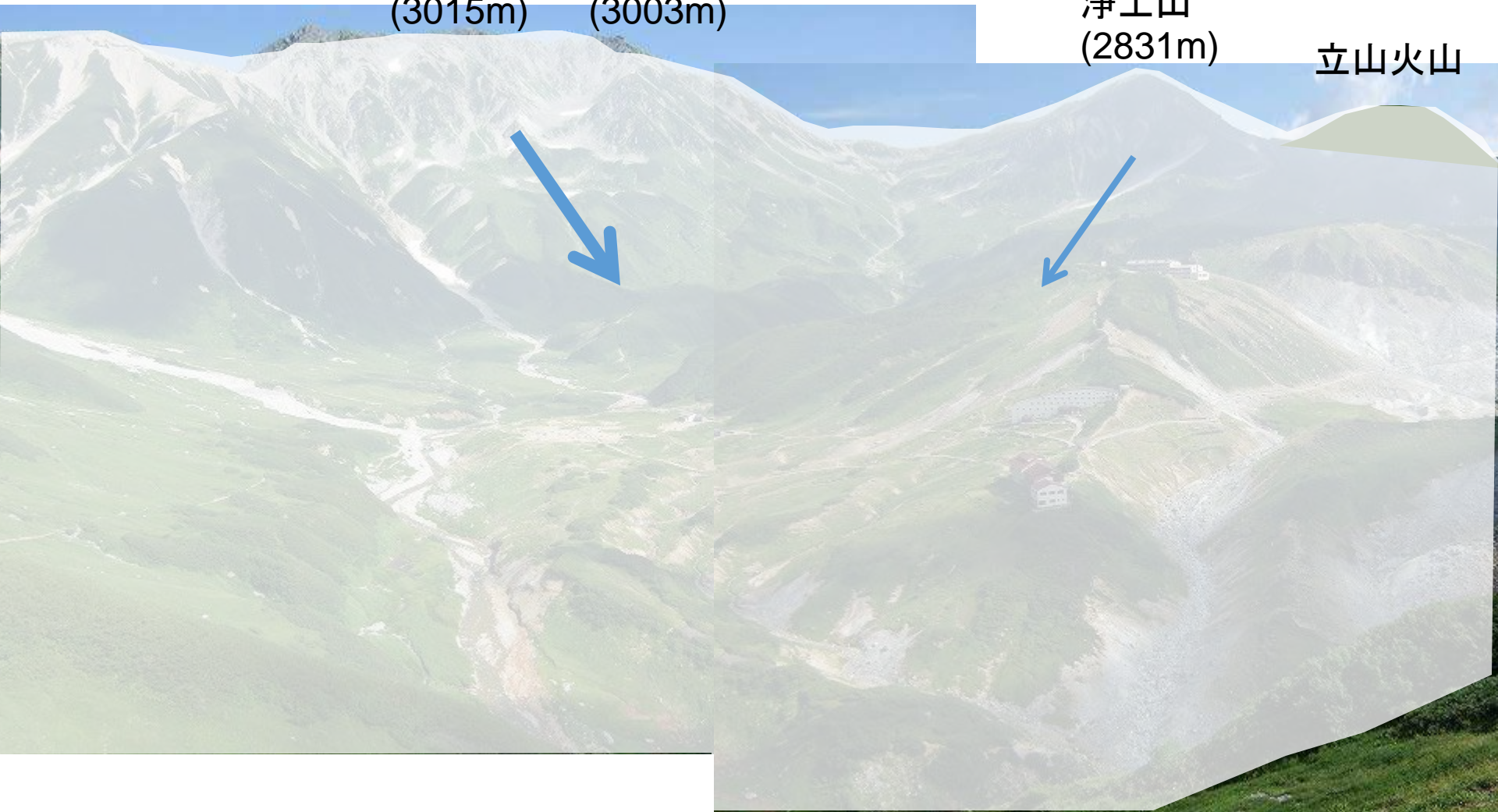
室堂平～天狗平一帯は氷河に覆われていた。

大汝山
(3015m)

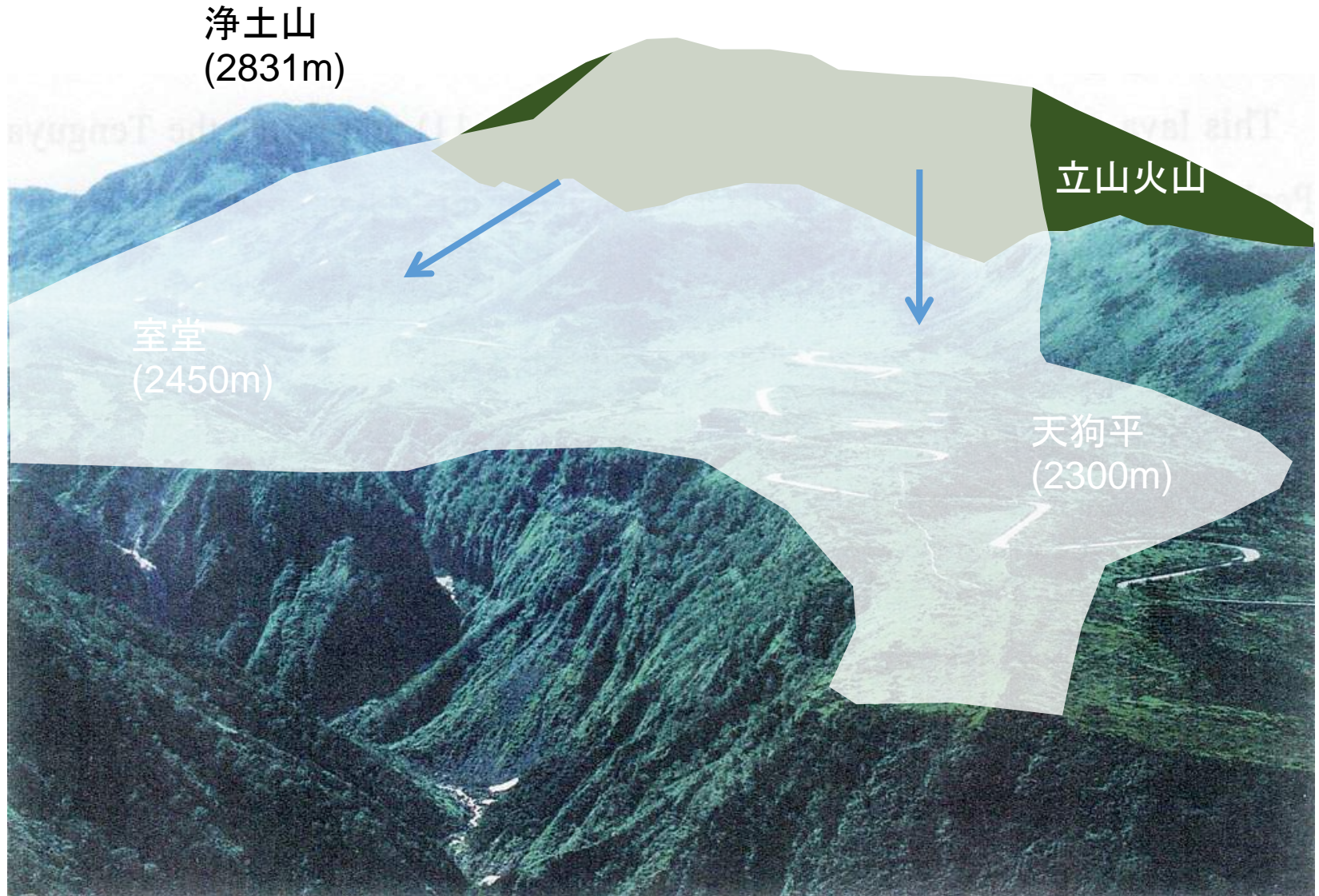
雄山
(3003m)

浄土山
(2831m)

立山火山



3万年前にも再び氷河発達. 立山火山の氷河は室堂平と天狗平付近を覆い標高2200mまでのびていた.



浄土山
(2831m)

立山火山

室堂
(2450m)

天狗平
(2300m)

現在の室堂平の地表にみられる転石の大部分は3万年間の氷河が運んできた「迷子石」



ちなみに弥陀ヶ原は氷河に覆われていないため迷子石が見られない。



室堂山の羊背岩

室堂山展望台への登山道沿いには4万年前の玉殿溶岩を3万年前の氷河が削った「羊背岩」がみられる。

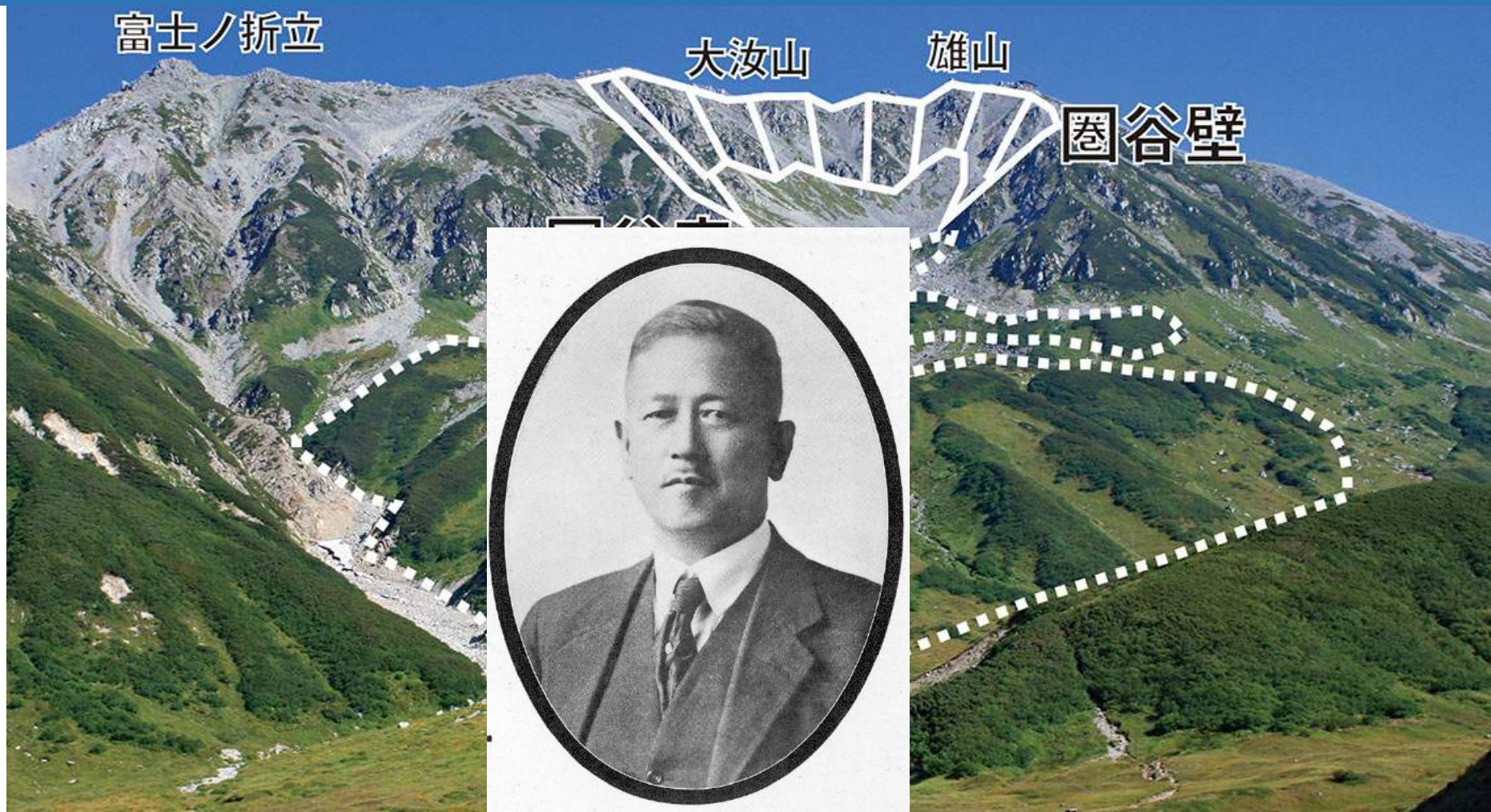


表面には氷河擦痕。室堂山展望台からミクリガ池方向。



山崎圈谷

昭和20年に国の天然記念物指定。発見者は山崎直方



山崎直方(やまさき なおまさ)
東京帝国大学教授。明治～大正の地理学者。

3万年前の山崎カール

大汝山(3015m)

雄山(3003m)



下位モレーン(標高2500m)



下位モレーンは約3万年前に鹿児島島湾で起こった巨大カルデラ噴火の火山灰に覆われる。



約2万年前

大汝山(3015m)

雄山(3003m)

中位モレーン
(標高2600m)

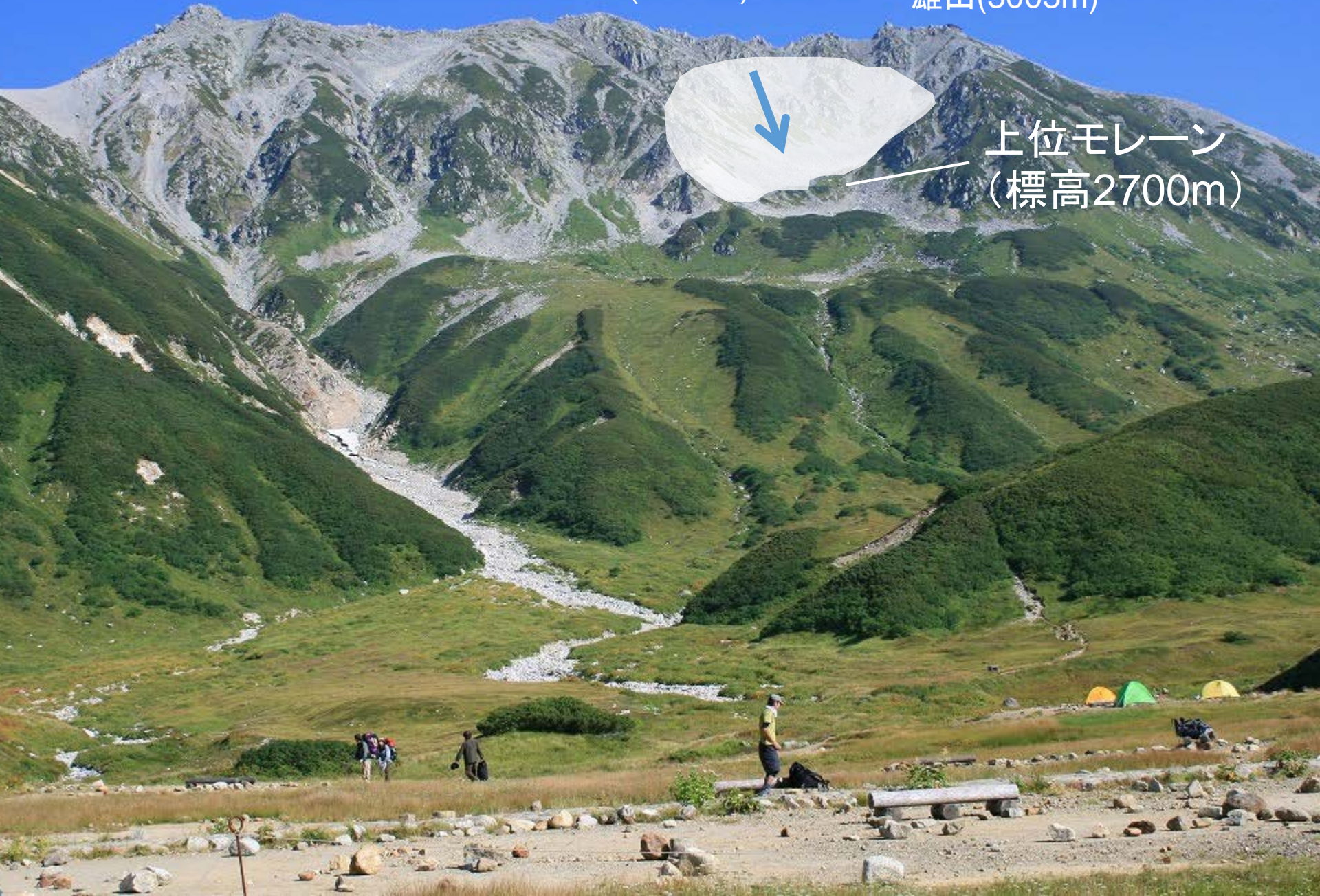


約1万年前

大汝山(3015m)

雄山(3003m)

上位モレーン
(標高2700m)



20210616富山市民大学

立山カルデラの間欠泉，新湯

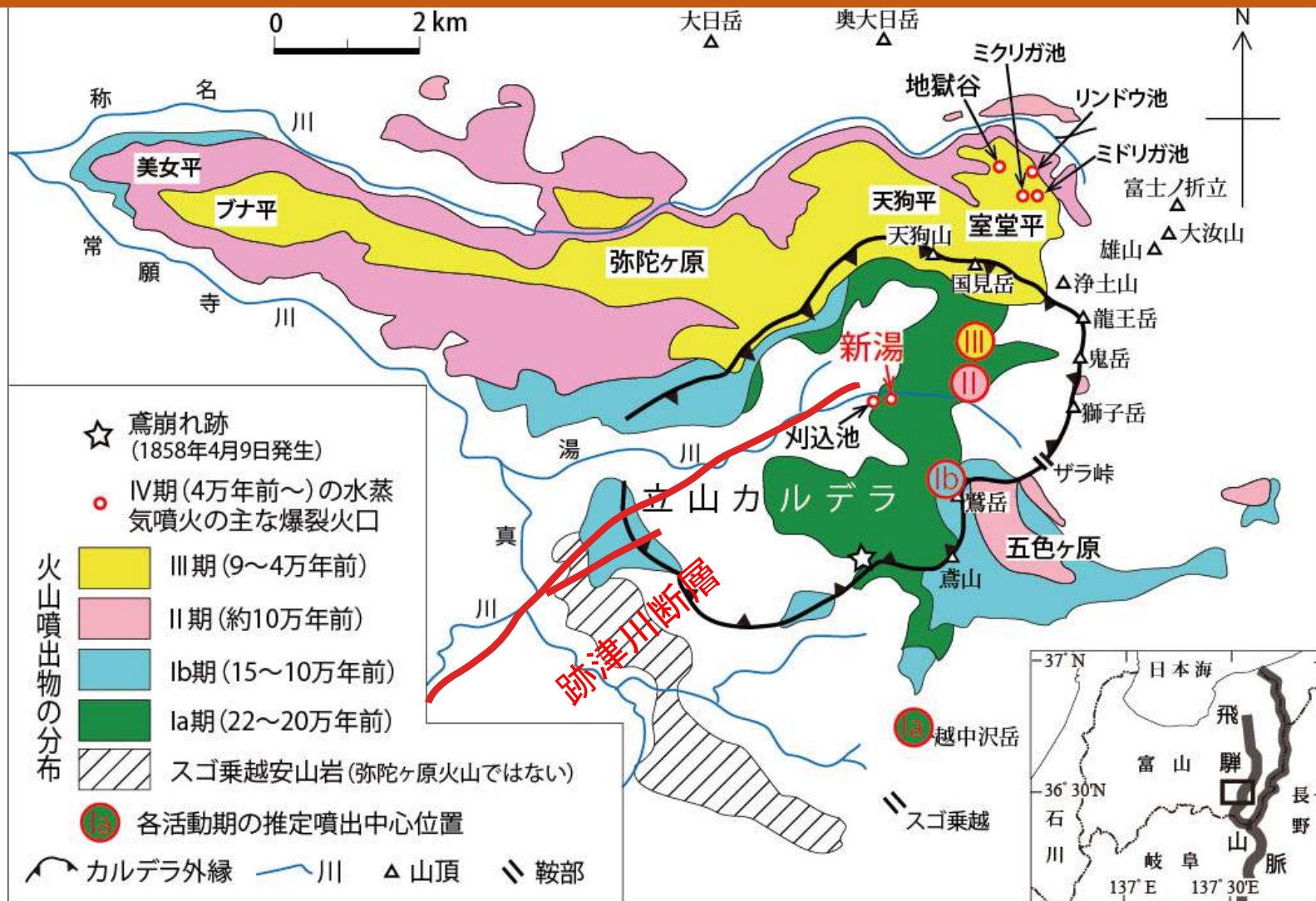
福井幸太郎(立山カルデラ砂防博物館)

今朝の新湯



新湯とは

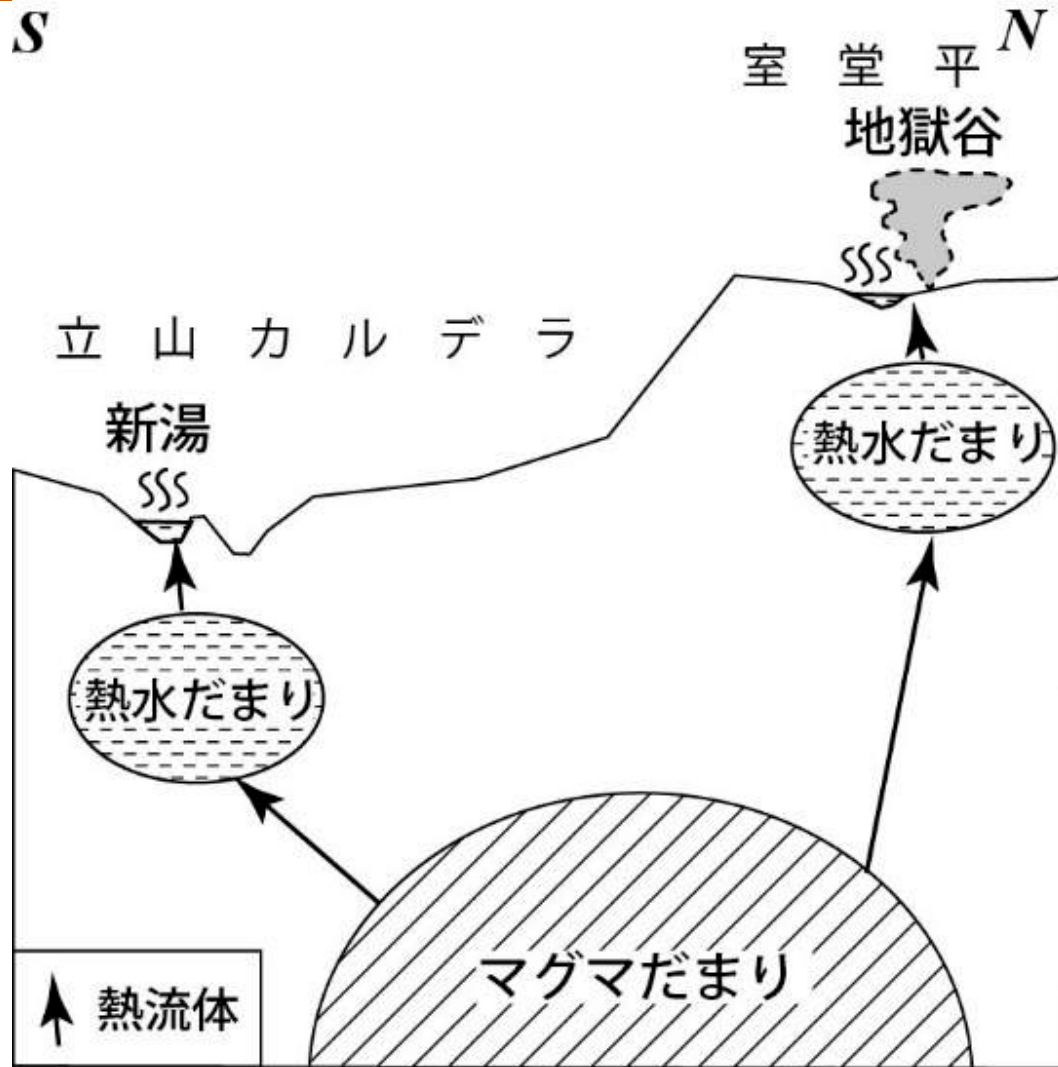
新湯と刈込池は弥陀ヶ原火山Ⅳ期の水蒸気噴火の爆裂火口。Ⅰa期の湯川谷火山岩類を破って噴火。



弥陀ヶ原火山噴出物の分布図

原山+(2000)に追記

弥陀ヶ原火山. 現在の活動は地獄谷だけではない. 立山カルデラの地下にも熱水系が発達



立山カルデラと室堂平の地下の熱水系の想像図

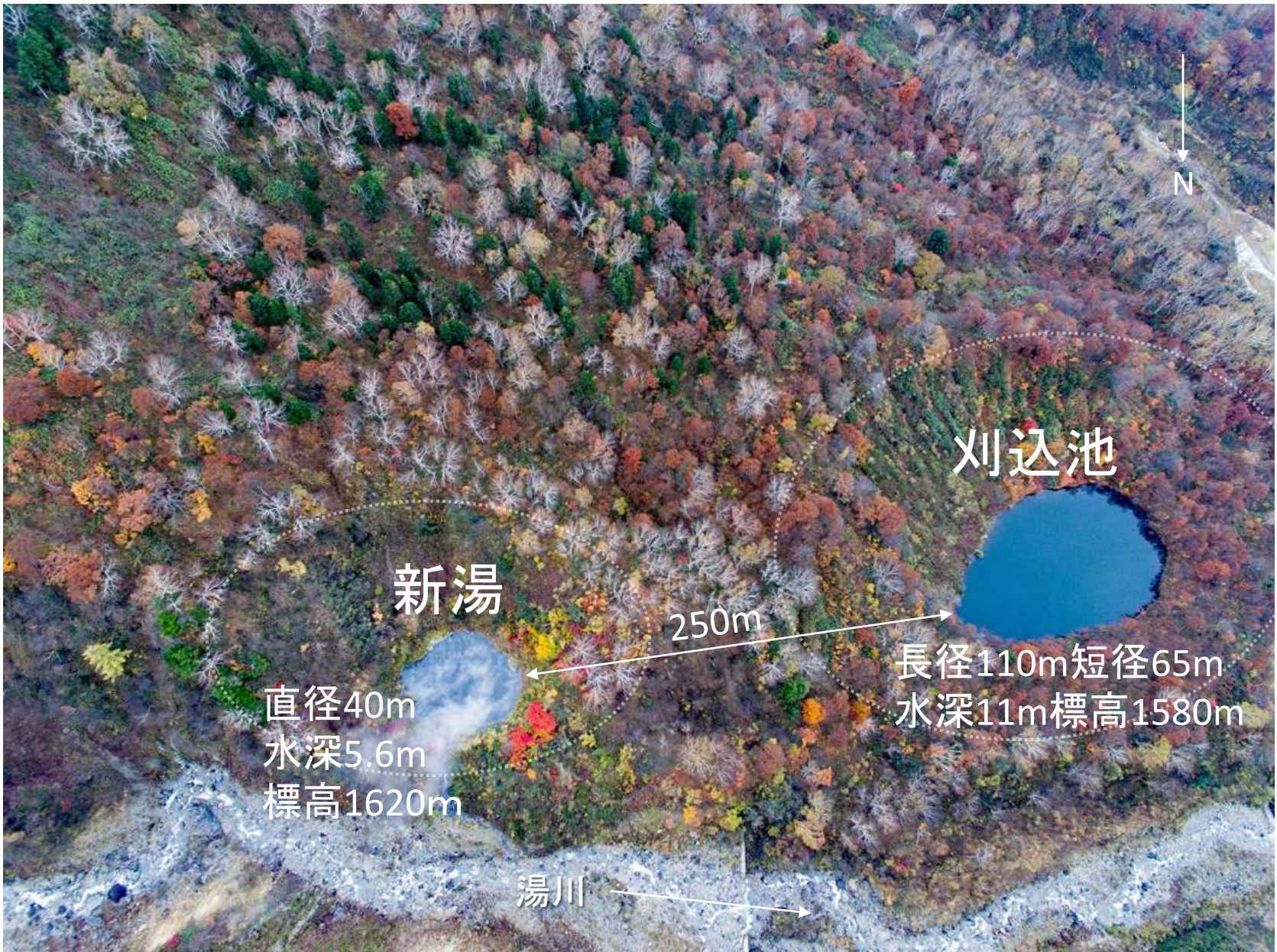


新湯の900m南の地熱発電ボーリングコア(長さ500m)にみられた花崗岩の開口性断裂. 熱水に含まれる鉱物の析出がみられる.

立山カルデラ内では湯川沿いを中心に現在でも温泉や噴気が噴出.



上空から見た新湯. 新湯は熱水, 刈込池は冷水

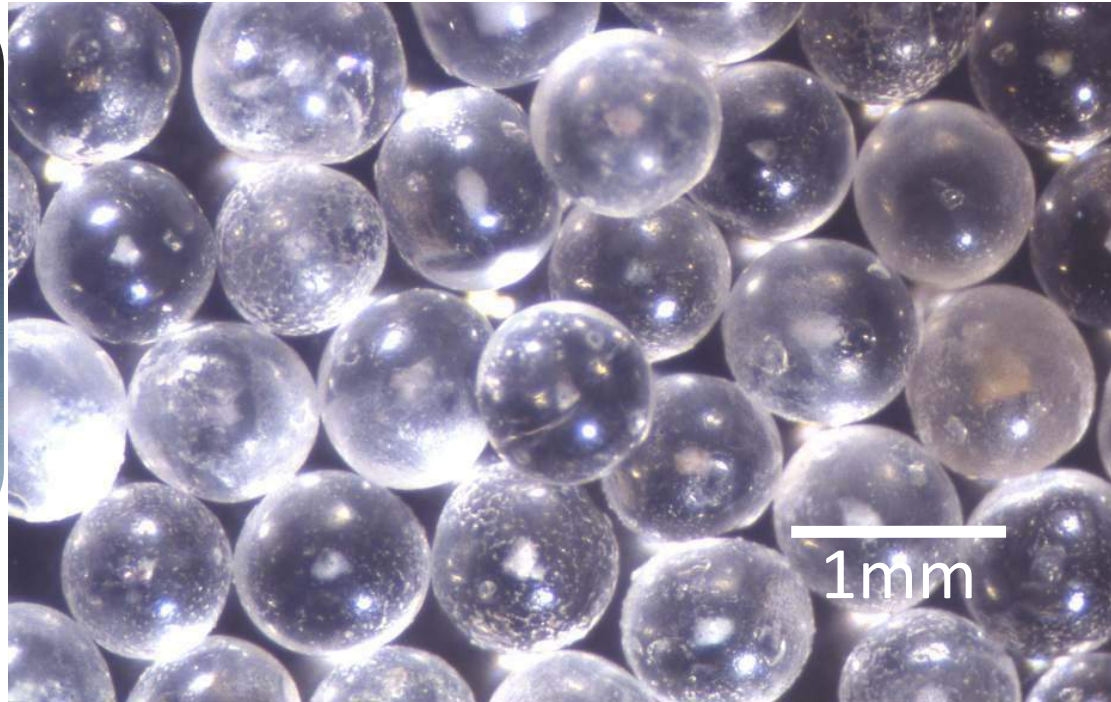
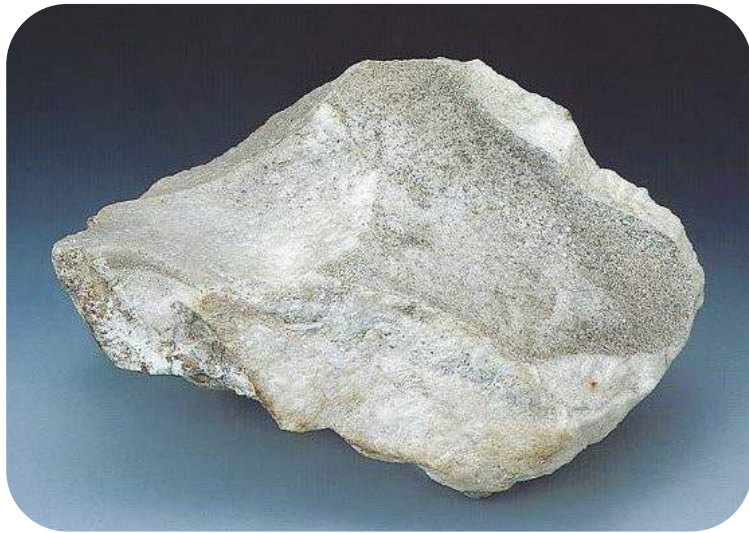


新湯の表層水温は約70°C. pH=3. 流入河川無し. 湖底から熱水噴出のみで水位が維持. 温泉の滝から流出.



新湯は玉滴石(魚卵状オパール)を産出することで有名。
2013年, 国の天然記念物に指定

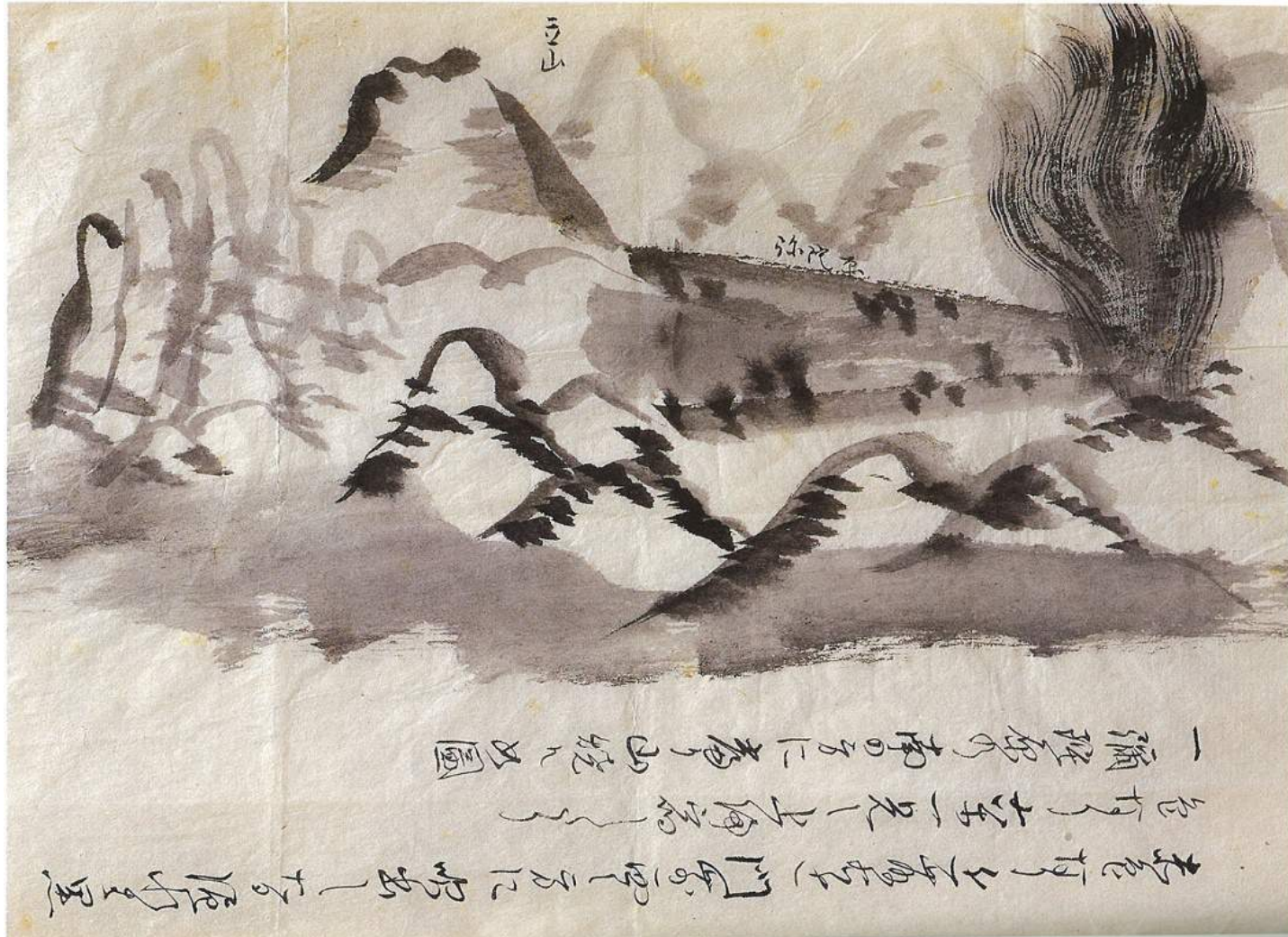
元富山市科学博物館の赤羽さんが1980~90年代に
調査(赤羽+ 1989, 赤羽 1993)



玉滴石(ぎょくてきせき)

1858(安政5)年, 安政飛越地震で熱水の池へ変化?

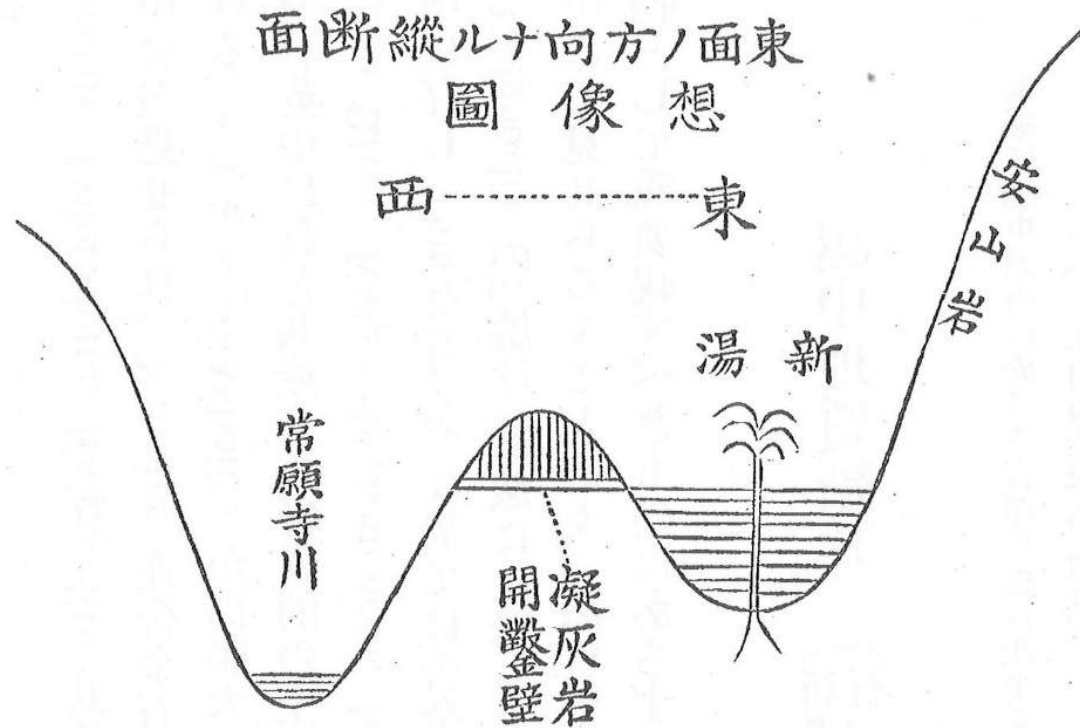
飛越地震の際に湯川上流で黒煙(高さ1~2km. 噴火?).
富山城下からも観察. 以降, 新湯は熱水の池に変化?



富山藩士 野村宮内『地震見聞録』の城下からのスケッチ

新湯はもともと間欠泉. 戦後～2014年は満水状態が継続

- 新湯は間欠泉(吉澤庄作 1904, 1925).
- 1903(明治36)年に湯川側の火口壁開削. 水位4m低下.
- 「明治期は間欠泉. 現在は満水」(藤井昭二ほか 1960).



吉澤(1904)地質学雑誌

2014年までは新湯の熱水活動に変化無し.



2013/9/29弥陀ヶ原展望台から

2014年春に突然干上がり、その後、間欠泉に変化。70～80年ぶり。



干上がった新湯を撮影した初の映像(2014/6/11)

ドローン(Phantom4rtk)とSfMソフトウェアで干上がった新湯の3Dモデルを作成.

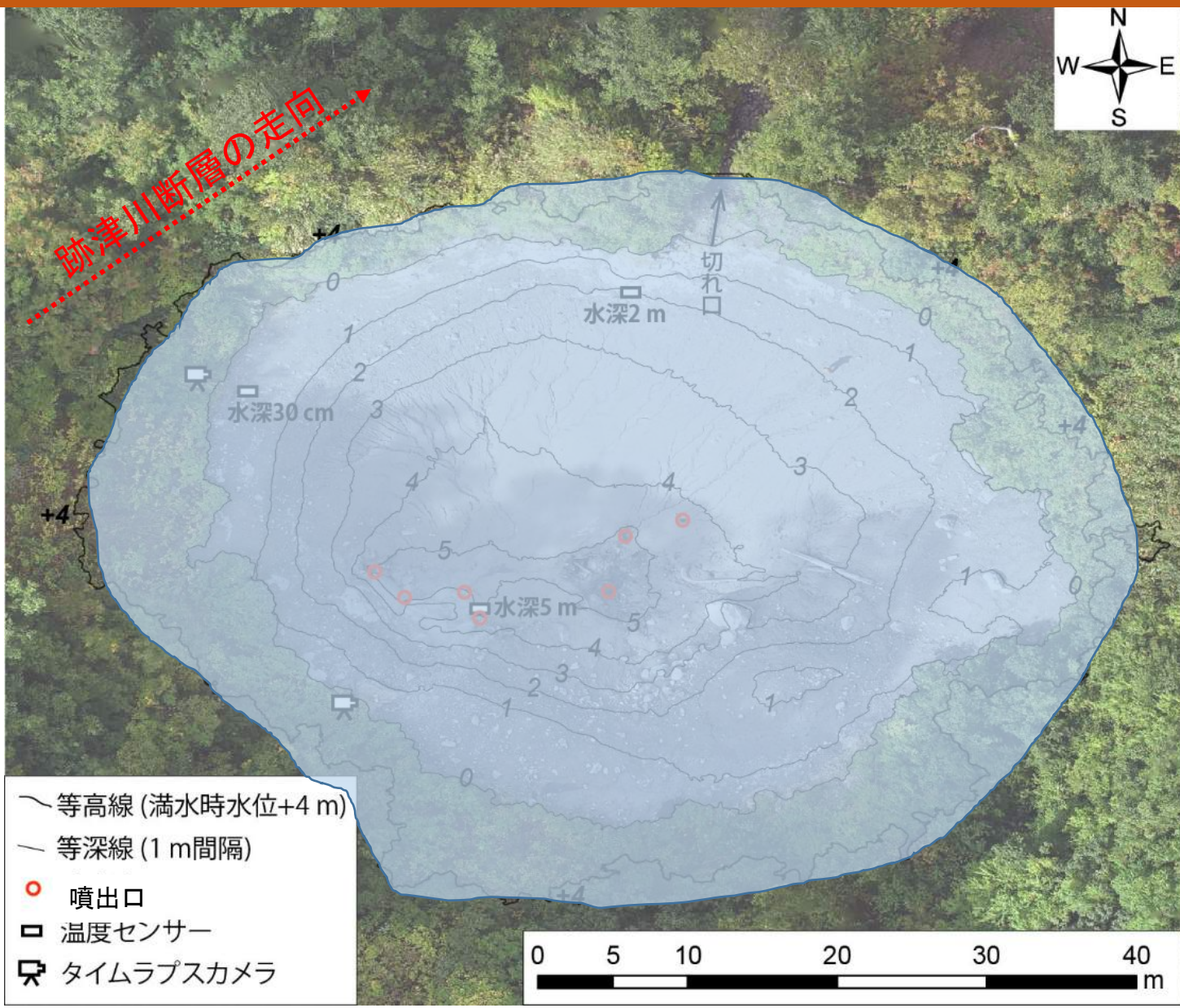


phantom4rtk

干上がった新湯の3Dモデル(誤差約5cm). 東西47m, 南北39m, 水深5.6m・湖水体積2,642m³・



噴出口の配列は東北東-西南西. 1903(明治36)年以前の水深は今より4m深くて10m, 東西70m, 南北60m, 体積1万 m^3 .



ドローン空撮画像から作成した新湯の3Dモデル(2018/9/26撮影)

タイムラプスカメラによる湖面の撮影. 2014年6月から現在まで継続



2020年10月6～17日の11日間の新湯



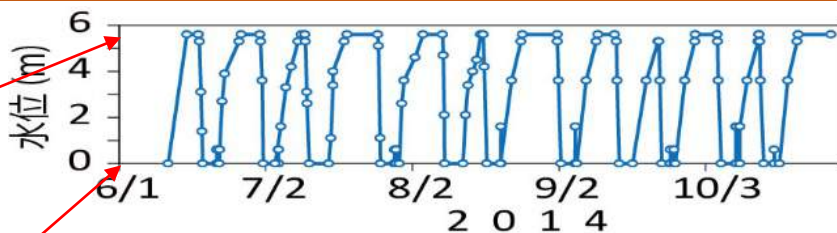
TLC200 2020/10/06 17:25:36

初公開. 真冬の新湯. 2020年1~3月

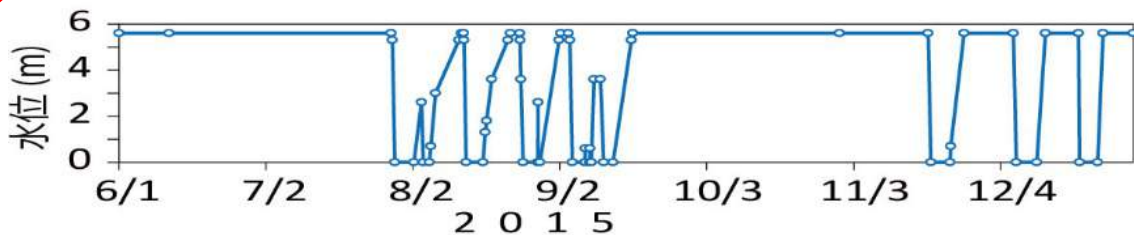


TLC200 2020/01/01 08:30:11

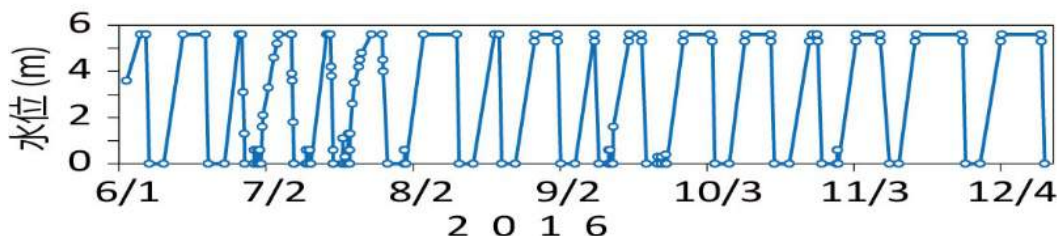
水位変動は年ごとに大きく変化. 2015年のみ不規則.



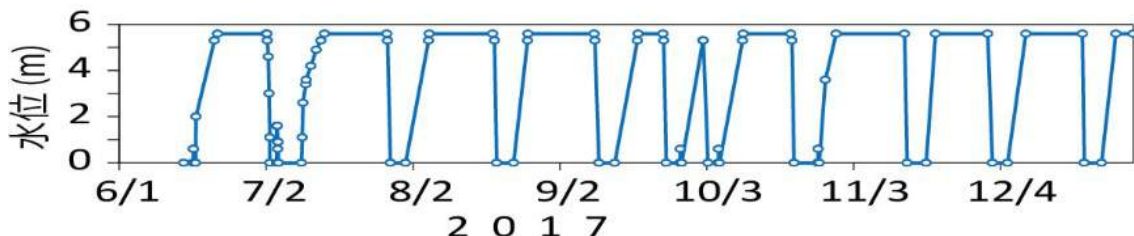
(周期)
約10日



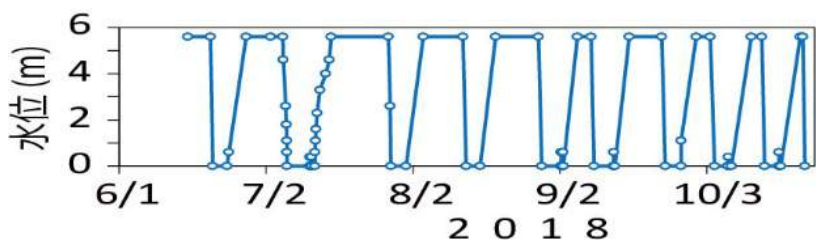
不規則



約11日



約18日



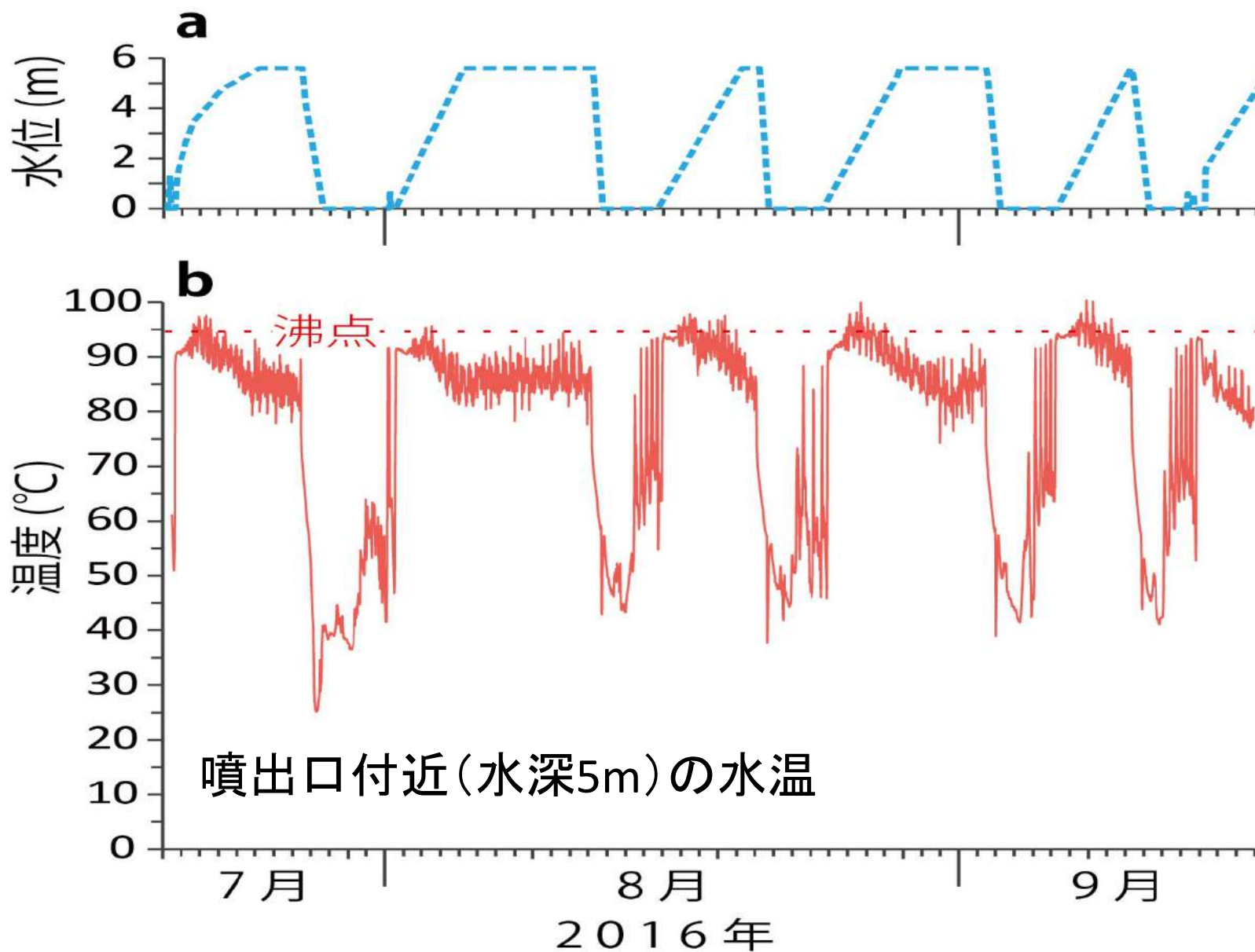
6~8月: 約16日
9~10月: 約11日

画像と水温データから読み取った新湯の5年間の水位変化.

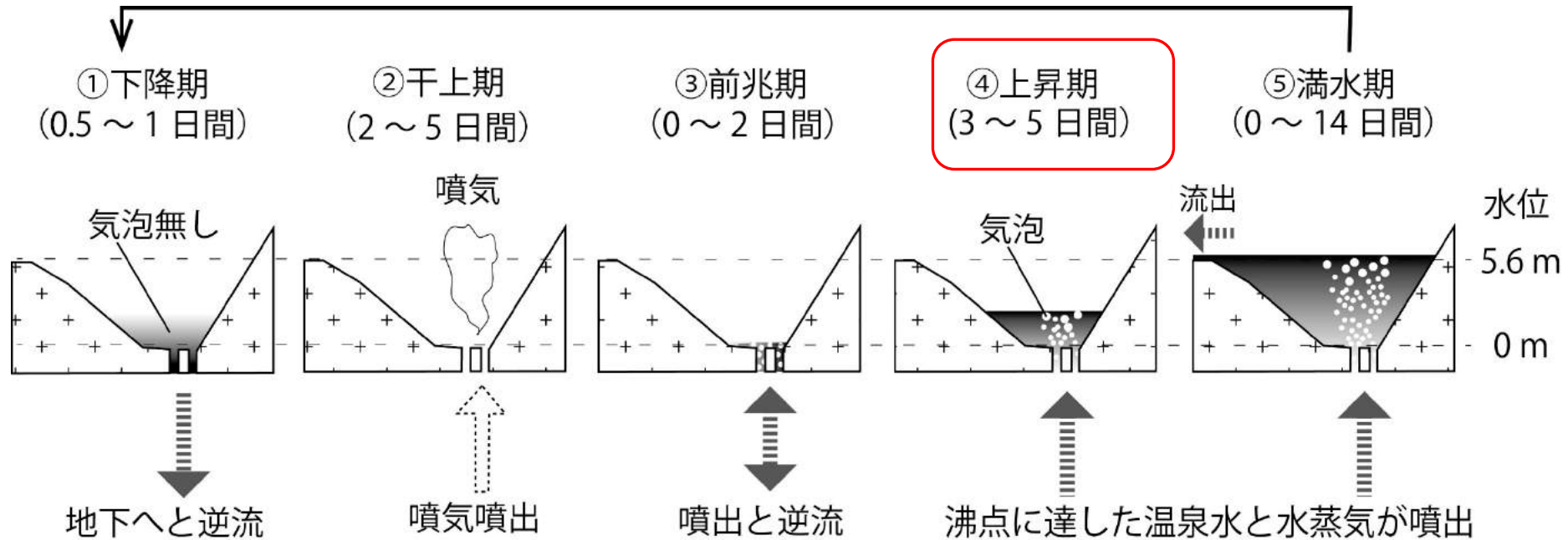
噴出口の水温を2016年7～9月に観測。測定間隔は10分。
水深5m付近の岩の割れ目にセンサーを固定。



噴出開始後，沸点約95°Cを超える熱水と水蒸気が噴出．その後，湖水循環で徐々に温度低下．間欠沸騰泉．



現在の水位変動のまとめ





原 著

2014年に間欠泉に変化した立山カルデラの 火口湖新湯の水位変化の特徴

福井幸太郎¹⁾, 飯田 肇¹⁾, 菊川 茂¹⁾

(令和2年3月4日受付, 令和2年4月22日受理)

Characteristics of Water Level Change of the Shinyu Hot Spring Pond in Tateyama Caldera, Converted to Geysir in 2014

Kotaro FUKUI¹⁾, Hajime IIDA¹⁾ and Shigeru KIKUKAWA¹⁾

Abstract

Field observations of water level and water temperature were carried out in the Shinyu hot spring pond which changed to geysir in 2014. An one cycle of the water level change of the Shinyu hot spring pond is as follows : (1) the hot spring water flows back into the spouts and discharges water (0.5~1 days), (2) the drying state continues (2~5 days), (3) predictive spouting of hot spring water is repeated (0~2 days), (4) water level rise due to continuous spouting of hot spring water from the spouts (3~5 days), and (5) the state of full water (0~14 days). The spouting of hot spring water was not like the eruption of usual geysir that the hot spring water was instantaneously blown high, but the hot spring water with bubbles was gushed out for a long time. The cycle of water level change from 2014 to 2018 was 10~18 days except for 2015, which was irregular. When the cycle of the water level change was divided into spouting time and pause time, the spouting time was very long with 10 days on average, and the pause time was short with about 4 days on average. There is no example of geysers with such a long spouting time, and the Shinyu hot spring pond can be said to be a geysir with a unique spouting and pause pattern in the world. The temperature of spouting hot spring water reached the boiling point. Thus, the Shinyu hot spring pond was proven to be a geysir induced by boiling.

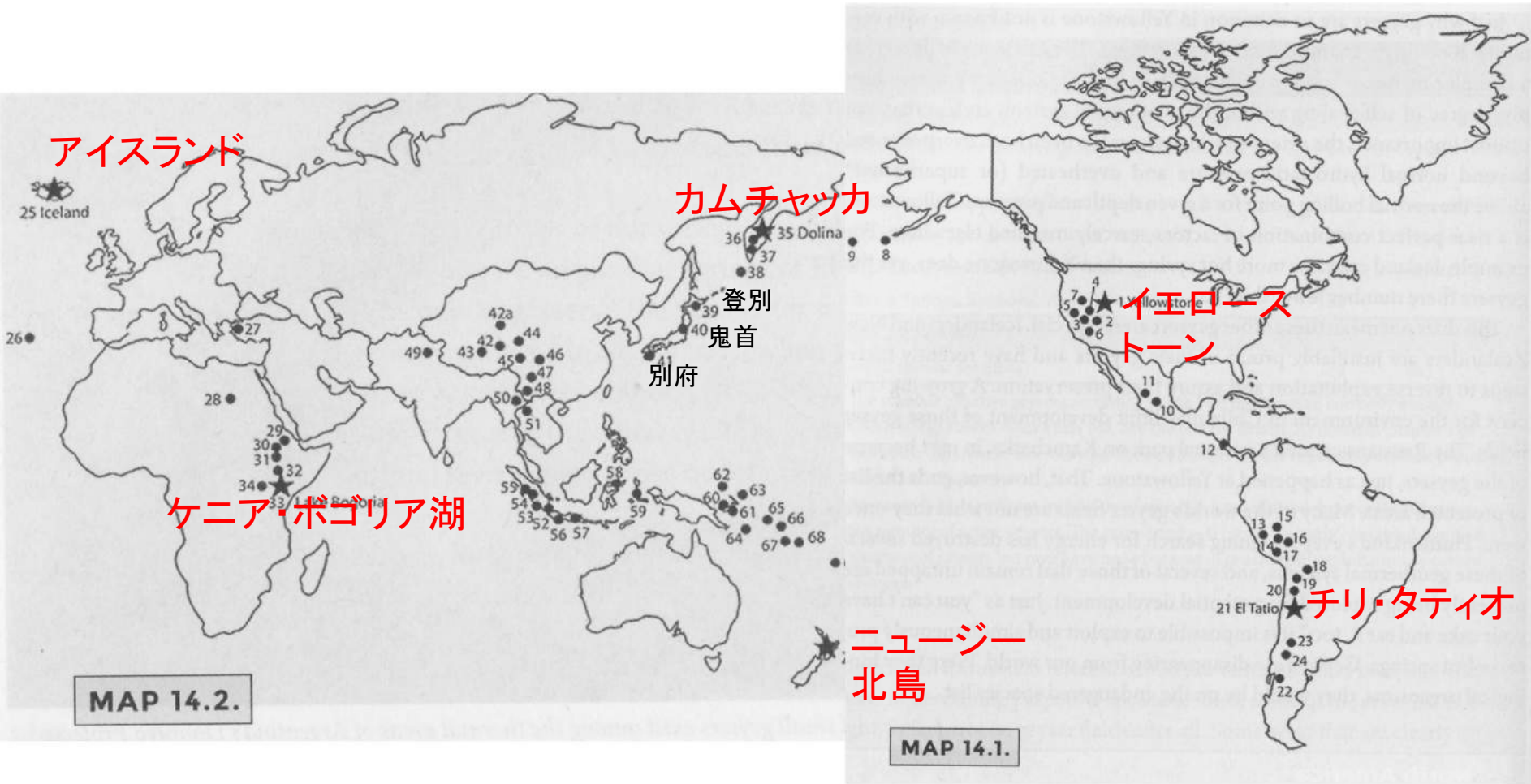
Key words : Geysir, Crater pond, Tateyama Volcano, Tateyama Caldera, Unmanned Aerial Vehicle (UAV)

要 旨

2014年に間欠泉に変化した立山カルデラの火口湖新湯でタイムラプスカメラと無人航空機(UAV)、温度データロガーを用いた水位・水温の現地観測を2014~2018年に実施した。新湯

¹⁾富山県立山カルデラ移訪博物館 〒930-1405 富山県中新川郡立山町芦峰寺字ブナ坂68. ²⁾Tateyama Caldera Sabo Museum, 68 Ashikuraji-bunazaka, Tateyama-machi, Toyama 930-1405, Japan.

間欠泉は世界で1500程度！非常に貴重. 寿命は数十年.
熱海や諏訪湖の間欠泉も今は自噴停止. ポンプ使用.



世界の間欠泉の分布図 (Bryan 2018)

通常の間欠泉は噴出時間が長くて数十分。新湯は、噴出時間が異常に長い、世界的にも特異な間欠泉。



イエローストーン国立公園の間欠泉
(<https://www.youtube.com/watch?v=wE8NDuzt8eg>)