

山座同定の手法と実践 ー東チベットー

井上達男

はじめに

登る山の研究、とりわけ未知の山を調べるにはわずかな情報を頼りに始めることを強いられる。そして解決のシナリオとして次のようなアプローチがある。

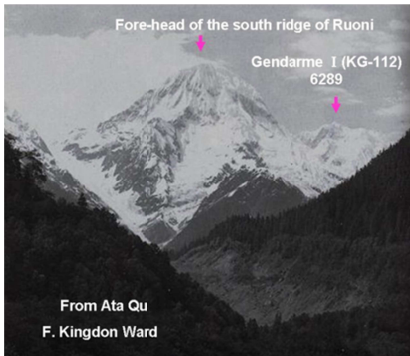


図-1 Choembo アタ谷から

1)一枚の写真から

それがどこから撮影したどの山か。例えば F. Kingdon Ward が 1933 年に崗日嘎布山群アタ谷から撮影した Choembo 峰の一枚。崗日嘎布山群へ遠征隊派遣計画時、Ruoni 峰のアプローチと登路を探るのに山群の南面および西面の情報がこの一枚の写真以外に見つからなかった。しかし、写真の記述からは撮影場所と方位が不明確で当時アクセスできた Google Earth の画像からは同定できなかった。

写真を利用するもう一つの手段としてチベットの空を飛ぶ航空機

から旅行者が撮影した写真を使う手がある。成都←→拉薩、成都←→林芝の空路から撮影された山群の写真は山座同定に多くの情報をもたらしてくれる。

また、Internet には一般旅行者が撮影した不確実だが役に立つ写真が多数埋もれている。外国人に禁断のチベット奥地に入った中国人の写真はなかなか面白いものが多い。例えばターラリ山群(Tarliha Ri 洛扎地方)の写真は西、北、東からの写真は入手できていたが、南からの写真はなかった。ネット検索で偶然にも見つかった一枚の写真は撮影者が別の山と誤認していた。



図-2 空撮から姿を現した崗日嘎布山群のピーク



図-3 Internet から得た写真 ターラリ峰

した写真を解析して同定することができる。

崗日嘎布山群の Kone Kangri は幻のピークであった。調査隊が特別に入手した地図を頼りにアプローチを試みたが、その姿をとらえることができなかった。崗日嘎布山群 6000 メートル峰のいくつかは今日までその姿をとらえた写真を手に入れることができない。

また、Google Map や Google Earth の情報からスケルトンマップを作成して山群の概要を把握するこ

2)地図から

崗日嘎布山群や念青唐古拉山群のようにチベットの山々は正確な地図を入手することが困難だ。中国の地形図は軍事的極秘とされている。入手できるのは旧ソビエト連邦の地図とそれをベースに各種情報を加味して作成された、松本徂夫氏の労作、編著「ヒマラヤの東崗日嘎布山群」に掲載されたものや、中村保氏の大作「ヒマラヤの東山岳地図集」がある。そこに記されたピークを登山隊やトレッキング、旅行者の撮影

とも重要だ。

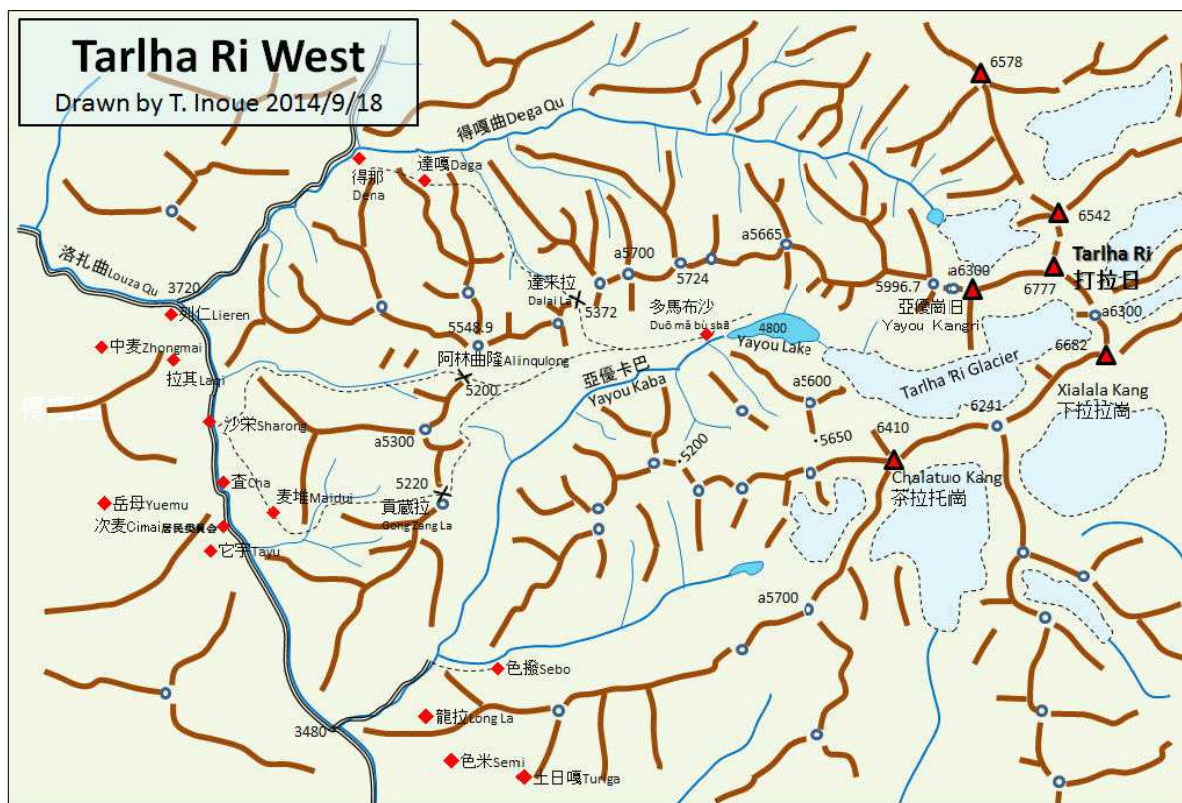


図-4 Google Earth および Google Map より独自に作成した概念図 Tarlha Ri Range

3) 衛星観測データから

昨今の地球観測衛星はその精度を飛躍的に向上させている。専門的に扱うなら cm 単位で地表の凹凸をデータ化することも可能となっている。また、それには特別な知識や技能、コンピュータの環境が整い、コストもかけなくてはならない。しかし、我々登山や探検、旅行を愛好する者にとっては比較的簡単に手間とコストをかけずに利用できる情報が欲しいものだ。

そこで Google Earth (Google Map 含む) と ALOS (ASTER の後継) が現在活用できる有力なツールであり、利用することで山座同定が容易になっている。Google Earth は地域によっては鮮明かつ正確な情報が掲載されていないが、定期的に更新されているので時々チェックしておくことが望ましい。一例として、2015 年の念青唐古拉西山群、Bada Ri 6516m 遠征隊は事前に Google Earth の画像やデータを利用してルートやキャンプの位置を計画していたが、ちょうど現地にキャンプを展開している時に撮影された画像とデータが帰国後に公開された。驚くことにその画像からベースキャンプとアタックキャンプが鮮明に認識できた。



図-5 Bada Ri BC 複数のテントが明確に確認できる
2015/10/27 撮影 (現在同地域の画像は 2018/10/11 撮影)

ALOS は国産の地球観測衛星「だいち」で、30m メッシュのデータ、ALOS World 3D-30m (AW3D30) が無償公開されている。データ解析ツールも複数公開されているが、専門知識が必要で、我々一般人に

は広く普及しているソフトの「カシミール」で解析するのが便利だ。

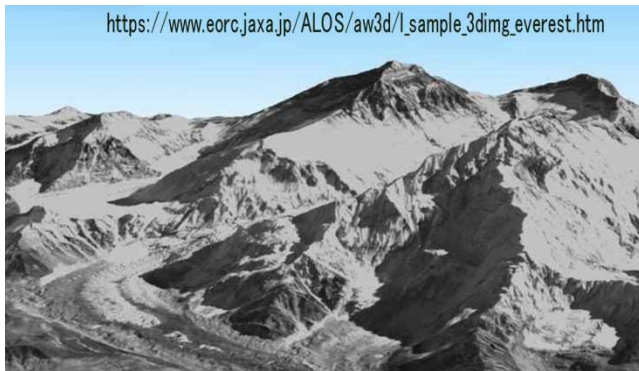


図-6 ALOS Sample Mt. Everest

データは Google Earth と同様にピークの位置情報は正確だが、標高は正確ではないと認識して利用しなければならない。同じピークの標高を両者で比較してもなかなか一致しない。これは公開されているデータが詳しく評価、解析されていないことに理由がある。精度を上げるには有償で地域を特定して観測を依頼し、専門的に解析する必要がある。事例でエベレストの解析結果が公開されているが、これは精彩に仕上げられている。

◇山座同定の手法

東チベットの山座同定を進めるにあたりまずは「ヒマラヤの東山岳地図集」のスケルトンマップをベースに Google Earth および ALOS データから導いた地図上に基準となる既知のピークをプロットする。以降この基準となるピークの関連写真(広角で撮影したものと対象のピークのズーム写真があればベスト)を参照して近傍のピーク同定に活用する。基準となるピークに加えて Google Earth と ALOS の地図上に周辺のピークに仮 ID をつけてデータから得られる標高とともにプロットしておく。

次に入手した写真の情報、撮影場所、日時を確認する。ピークの写真はそれぞれ個性的で特徴点があれば同定するときに有効である。また、旅行中に GPS にて通過軌跡を記録していれば写真の時刻から撮影場所を特定できる。場所が分かっているならば Google Earth や ALOS の地図を使って、その撮影地点からの 3D イメージをシミュレーションすることができる。空撮写真の場合、Flight 情報から撮影日時が分かっているならばおよそその撮影場所が特定できる。空撮写真に時系列で連続するものがあれば途中の写真が途切れていても同定したい場所の絞り込みが容易になる。

崗日嘎布山群で地図上の位置が明確だが写真が見つからない幻のピークであった Kone Kangri を同定した。旅行中に撮影した多くの写真にその姿が映っている可能性があった。それを探る方法として、Google Earth から通過した道路からピークが見えるかもしれない場所の 3D 映像を観察しながら場所を特定し、見えるであろう 3D ショットを参考に一致したイメージを得ることができた。

山座同定に活用できるデータ

1. スケルトンマップ 「ヒマラヤの東山岳地図集」など
2. Google Earth と Google Map
3. ALOS データによるカシミール地図
4. GPS 登山隊 旅行者などの経路軌跡と日時
5. Digital Camera Picture and Time Data (yyyy-mm-dd-hh-mm-ss)

山の特徴点が明確な写真は同定しやすい

6. Flight tracking data Flight Number Date
7. 旅行記録、登山報告書

◇ALOS data の活用

ALOS とは国産衛星「だいち」の地球観測データで宇宙から観測して地球の地図を立体的に作成するものだ。現在 ALOS2 のデータを使うことができる。

- ◇ 公開 URL: <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/aw3d/index.htm>
- ◇ ALOS 全球数値地表モデル (DSM) 「ALOS World 3D・30m (AW3D30)」 JAXA
- ◇ ALOS: Advanced Land Observing Satellite(だいち)
パンクロマチック立体視センサ (PRISM) 可視域を観測する光学センサ
- ◇ 地球モデル: WGS84
- ◇ 使用データ: DSM (Average / Median)—ver2.1 は Average のみとなった
- ◇ 数値標高モデル (Digital Elevation Model, DEM もしくは Digital Surface Model, DSM)
- ◇ 5m 水平解像度と 5m の高さ精度
- ◇ 無償公開: 解像度 緯度経度 30m(1")単位 高さ精度 5m(標準偏差)
- ◇ 現在、ALOS-2 が稼働中
- ◇ カシミール: <http://www.kashmir3d.com/ALOS/>

実際に使用してみて次のような感触を得た。

- 無償公開された AW3D30 の東チベット地域データは、評価プロセスを経ていないのでノイズ、不正確な地形、明らかに誤った標高などが散見される。
- ALOS2 のより高精度のデータが有償で入手できるので対象を絞って入手し、分析することが今後の課題となる
- データの解析にカシミールが使えるので簡単に解析できるメリットは大きい。また、生成する地図は標高区分を 100m 単位などと色分けできるので 6000m 峰の検索など色で見分けられるので便利だ。スケルトン地図のデータを記入できるのも山座同定には都合が良い。

Elevation review of the Ata Glacier peaks

NO	KG-#	Name	ACKU	2009 measured	Soviet Map	ALOS	ASTER
1	KG-1	Ruoni	6882	6859	6805	6820	6841
2	KG-2	Lopchin	6805*	6814	6703	6748	6791
3	KG-3		6726	6740	-	6670	6698
4	KG-5		6340	6373	-	6325	6340
5	KG-6 III	Zyaddo	6025	6018	5903	5966	5999
6	KG-7	Schuvina	5873	5890	5699	5865	5873
7	KG-8	Shana	5614	5614	5593	5579	5571

図-7 標高比較 :各種出典

ALOS から導き出せる標高は全般に実際より低く表示されている。しかし、部分的にはスケルトン地図より高く表示されるピークもある。Google Earth のデータと比較すると必ずしも一致はしない。

地域によっては既存の地図データによる補正がされていないので極端に標高の違うピークのデータは信用できない。

補正方法として過去の観測データである SRTM ASTER などの検証されたデータも使用されている。しかし、東チベットはそのような検証補正された地域ではないと考えたほうが良い。これは Google Earth についても同様と推測する。

ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (TERRA, USA)

SRTM: Shuttle Radar Topography Mission (スペースシャトル)

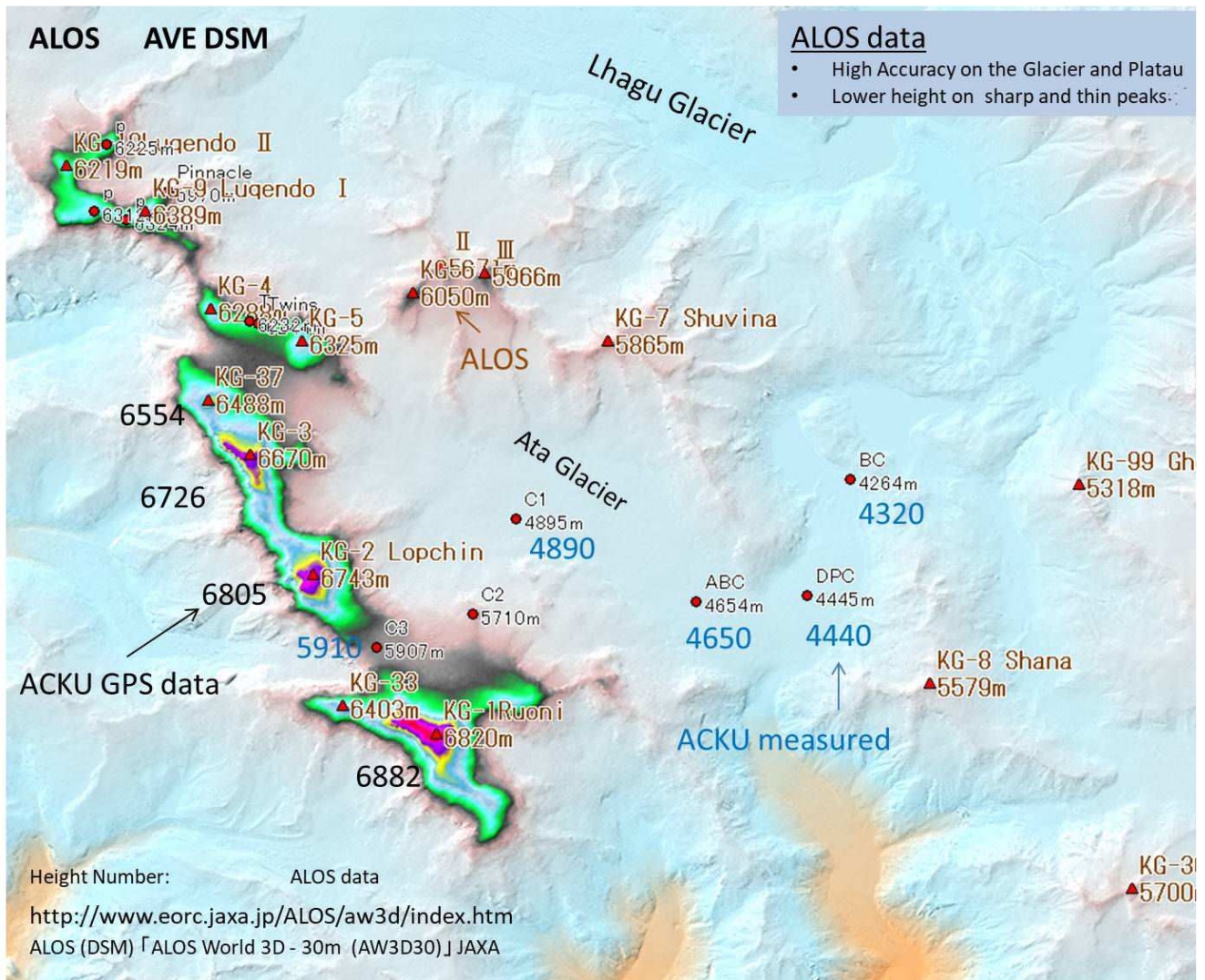


図-8 崗日嘎布山群、ルオニイ峰（若尼峰 Ruoni Feng 6,882m）周辺の標高評価
氷河上キャンプの標高はGPS計測のものとその差は少ない
ピークのALOS標高は実際よりかなり低くなっている

◇空撮写真による Zepu -Jalong 山群の同定

成都から拉薩へのフライトはチベットの念青唐古拉山群の上空を通過する。天気良ければ眼下に未踏峰が無数に表れては消えていく。多くの旅行者が山群の素晴らしい写真を撮影している。それらの貴重な空撮写真は山群の同定に欠かせない情報源となっている。

Flight Number と日付から飛行記録を参照するとデジカメ写真に記録されている時刻から撮影場所が特定可能だ。写真のピークとその陰からおおよその撮影方位が分かる。成都－拉薩空路の場合はおおよそ東西に飛行するので撮影方位は南方または北方でありサーチの範囲を絞ることが可能だ。Google Earth で撮影場所に視点を置いてサーチすれば写真の画像と一致するショットを得ることができる。Google Earth にあらかじめピーク ID を記入してあれば簡単に同定が可能だ。



図-9 Flight 情報から推定した写真エリアの Google Earth
既知の Peak ID を記載していることが重要

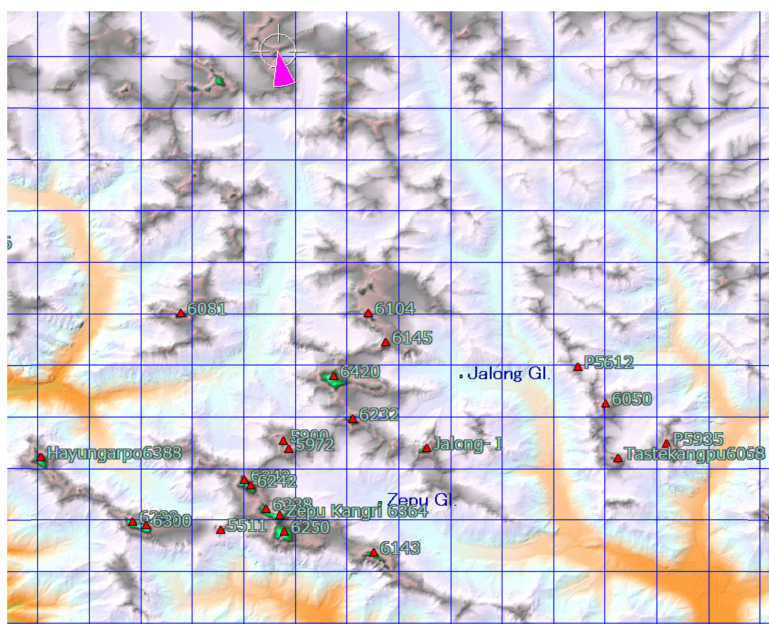


図-10 当該エリアの ALOS より作成した地図とピーク
標高識別カラーが同定の補助となる。撮影方位も図示されている

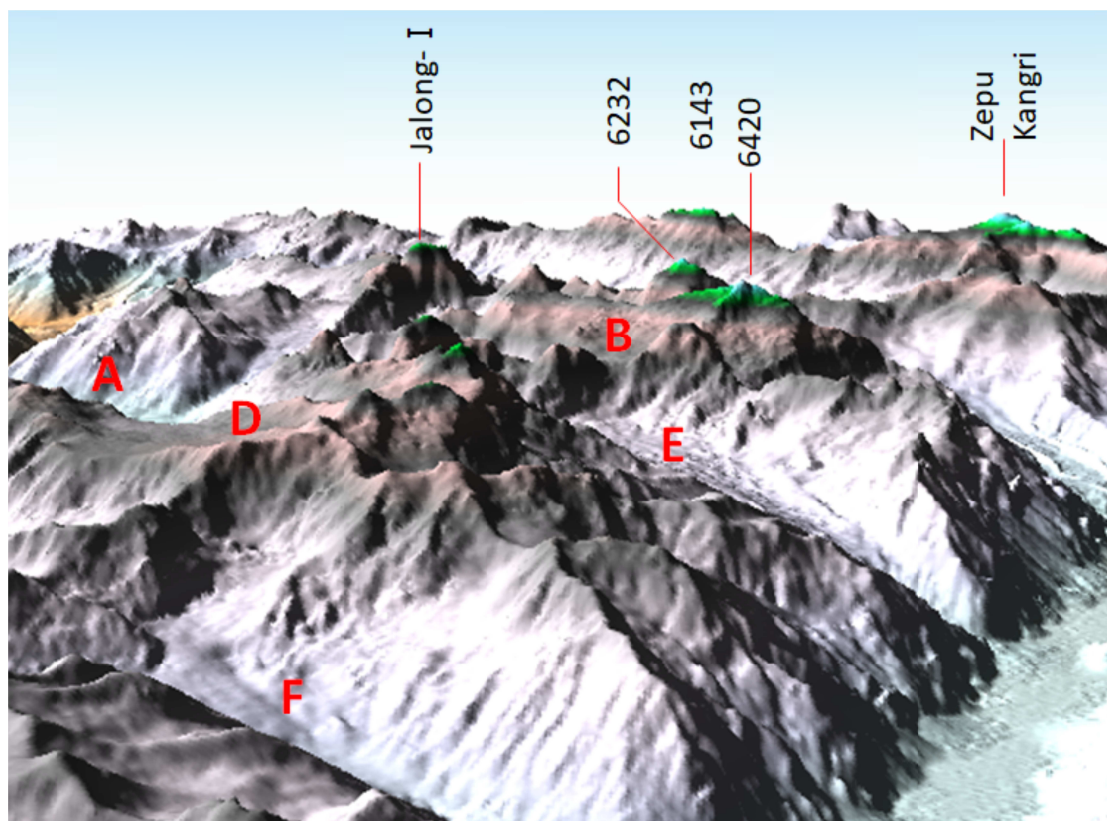


図-11 写真をALOSでシミュレーション

劉 2015-4-20 成都一林芝

MG4006



図-12 Jalong Zepu 山群の同定された空撮写真

同定結果から従来 6420m とされている Jalong のピークは ALOS で 6248m を得た。
 写真からも 6420m は少し高すぎるのではないかと推測される。

◇空撮写真から山座同定 Kawagebo および Kangri Garpo

成都から拉薩または林芝へのフライトは四川省のミニヤコンカや四姑娘山などを眺めながらチベット高原へと進み南方遠くに梅里雪山などを見ることができる。やがて崗日嘎布山群の北方を通過し、念青唐古拉山群(Nyainqentanglha)の真上を西に進む。

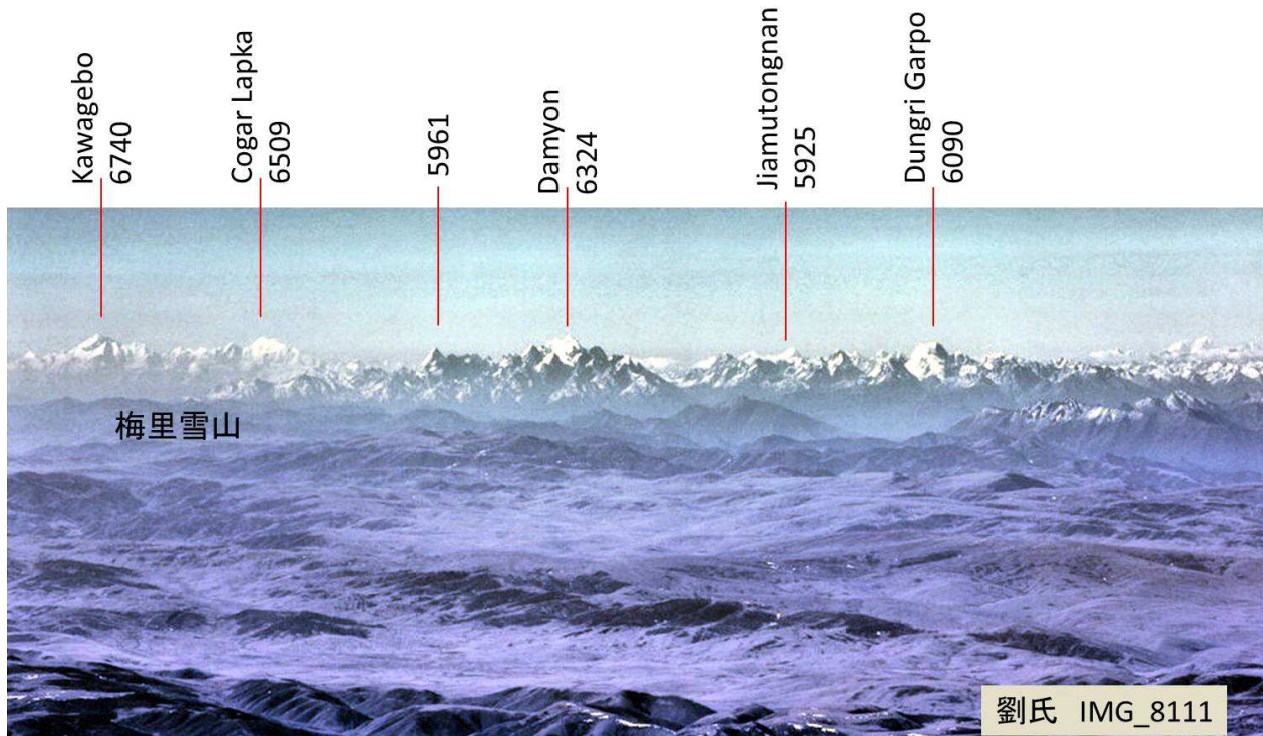


図-13 Flight データからおよその撮影地点を推定、Google Earth を探索して同定

飛行機の窓から撮影された山脈の写真はその地域の山座同定に多くの情報を与えてくれる。時には山群の奥深くに秘かに屹立する未知なる山々を俯瞰することも可能である。空撮写真は山座同定の優れた道具といえよう。

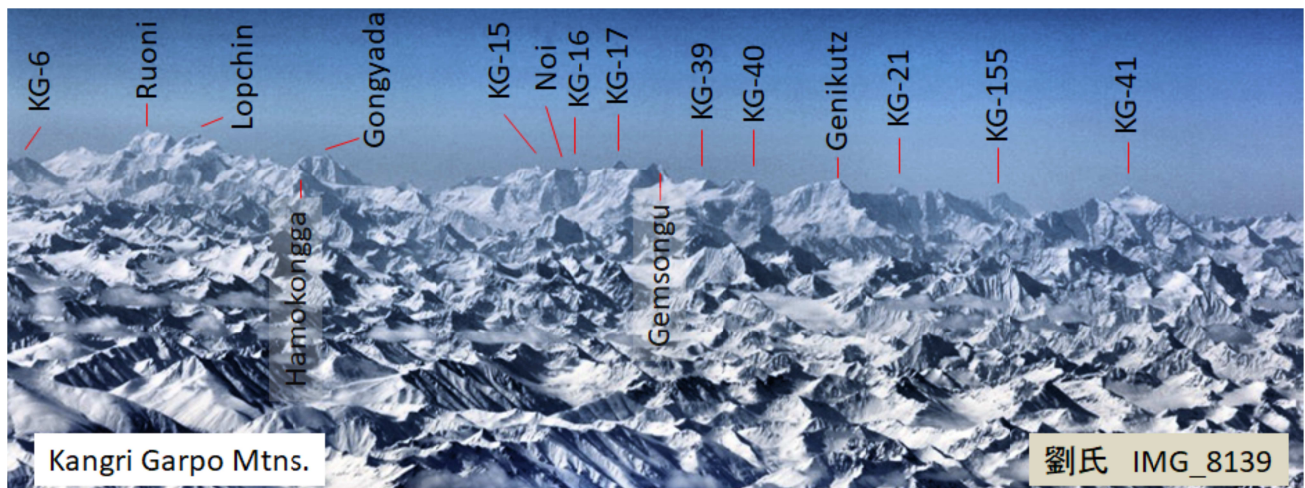


図-14 Google Earth の画像からあらかじめ作成した山群のスケッチと照合して同定した空撮写真
KG-21 と KG-155 は地上から撮影された写真は存在しない。

◇写真に既知のピークが写っている事例- Pulongu 山塊

念青唐古拉山群西部の同定には顕著なピークであるナムチャ・バルワが起点となることが多い。

Pulongu 山塊の空撮の場合、撮影方位が南方で Namcha Barwa と Gyala Peri の姿から撮影地点を絞ることができた。まずは Pumobunji を同定し、引き続き連続して撮影されたショットをつなぎ合わせて Pulongu を同定できた。連続写真の効果例でもある。

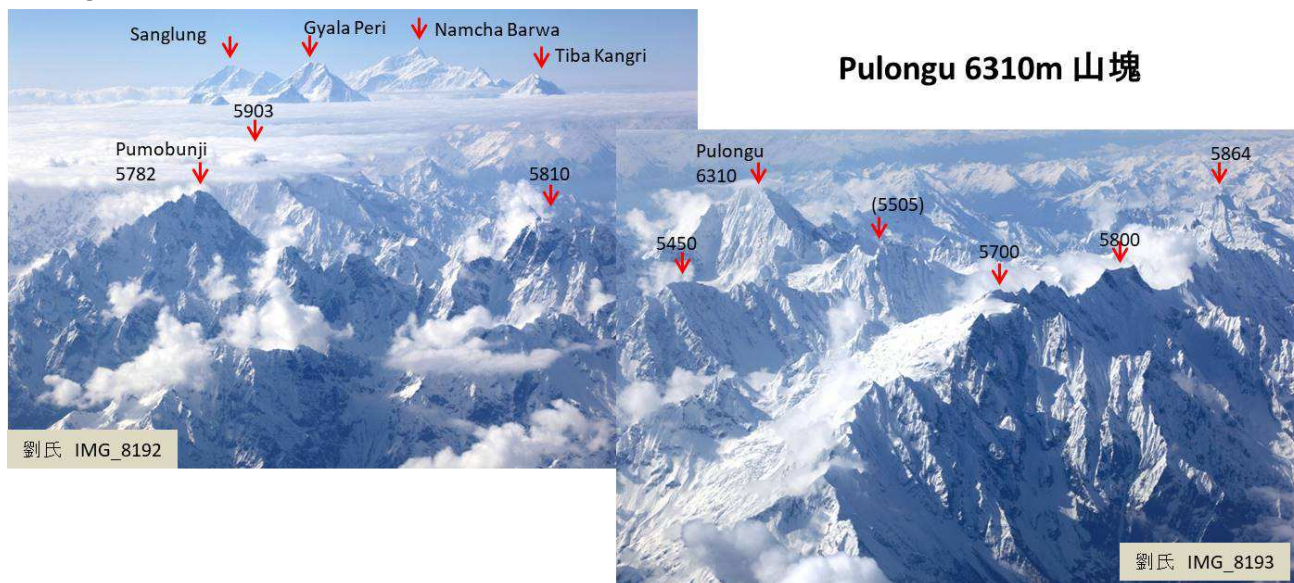


図-15 Flight と写真の背景 Namcha Barwa からエリアを特定した

◇写真に既知のピークが写って、かつ写真の連続性からエリアを特定した事例 Jainija6586m



図-16 Pulongu の同定から時系列で Flight line を追跡してエリアを特定した

この写真は連続ではなく Pulongu の写真からしばらく西に進んで撮影されたことが背景の Namcha

Barwa と Gyala Peri の位置関係から解かる。また二つの顕著なピークが並んでいる点も識別の重要なポイントとなっている。

このピークの同定は Google Earth を使った。ALOS は Jainija と 6444m ピークのデータが極端に低く出ている。Jainija 6045m、P6444 は 6002m となっているので疑問だ。この辺りの ALOS による観測は再度実施の上、補正されてデータ更新されることを期待したい。

◇幻の山 Kone Kangri 発見

崗日嘎布山群には未だに幻のピークが存在する。空撮には写っているが明瞭でないピークを含めて KG-21 KG-35 Kg-36 KG-54 KG-55 KG-57 などの 6000m 峰がそのベールを取られるのを待っている。

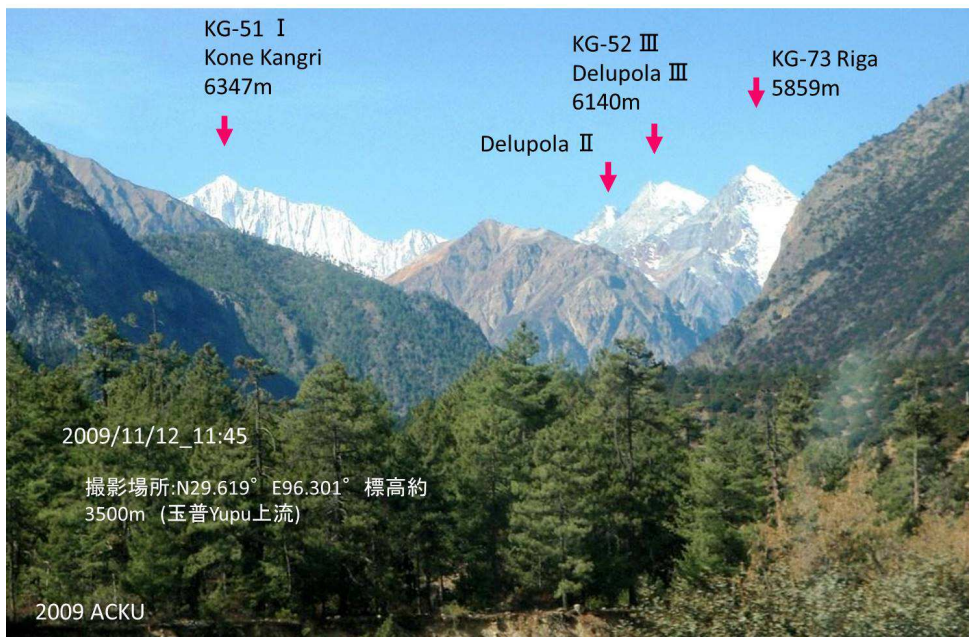


図-17 写真撮影時の日時と GPS データから発見した Kone Kangri の写真

Kone Kangri は 1999 年に学習院隊がゴネ谷からアプローチし、ゴネ湖(Gone Cuo)の先、氷河末端まで到達しているが山の姿を見ることができなかった。以来、2009 年まで幻の山として話題になっていた。

この山の写真は GPS の軌跡データとデジカメの時刻データの解析結果を参考にたくさん撮影した

山々の写真の中から一枚を発見できた。

まずは、スケルトン地図と特別に入手した詳細地図からピークを Google Earth にプロットし、川蔵公路沿いに視認できそうな場所の視点を選んで 3D 画像を丹念に調べた。その結果、見える場所を玉普の上流と断定し、GPS の軌跡から通過時間を特定した。あとはその時刻の写真を検索して Kone Kangri を見つけ出すことができた。

最近のデジカメは日付と時刻を秒単位で記録してくれるので

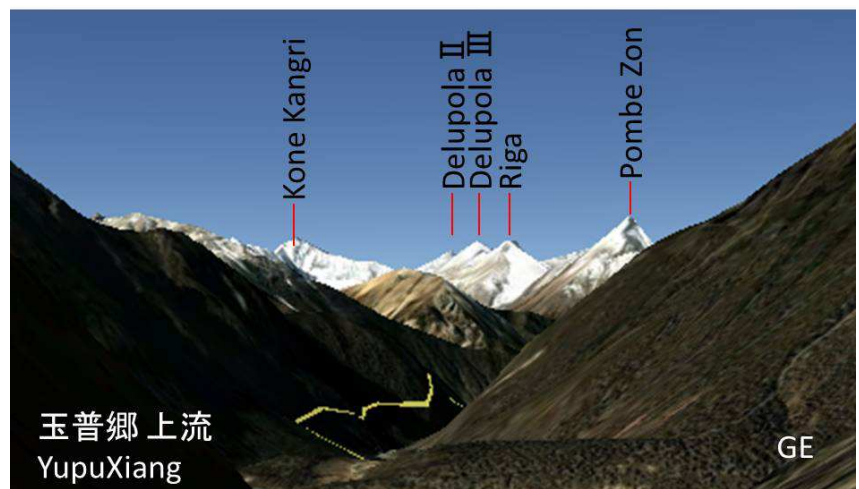


図-18 Google Earth より Kone Kangri の見える地点をおよそ推定し、旅行中の GPS データから日時を特定、写真を検索して写っている写真を発見

旅行中に GPS の記録をしながらたくさんの写真を乱撮りしておけば旅行後にゆっくり解析して山座同定することができる。これは誰にでもできることなので、該当する地域を旅行する人たちにはぜひ普及してもらいたい手法だ。この山座同定方法は空撮とフライトの記録によるものと同等である。

◇ALOS とカシミールによる標高評価例

カシミールの「カシバード」と「パレットの選択」機能を活用すると目的とするピークや山塊を鮮明に描き出すことができる。パレットは事例のように自由に標高区分を色分けできる。

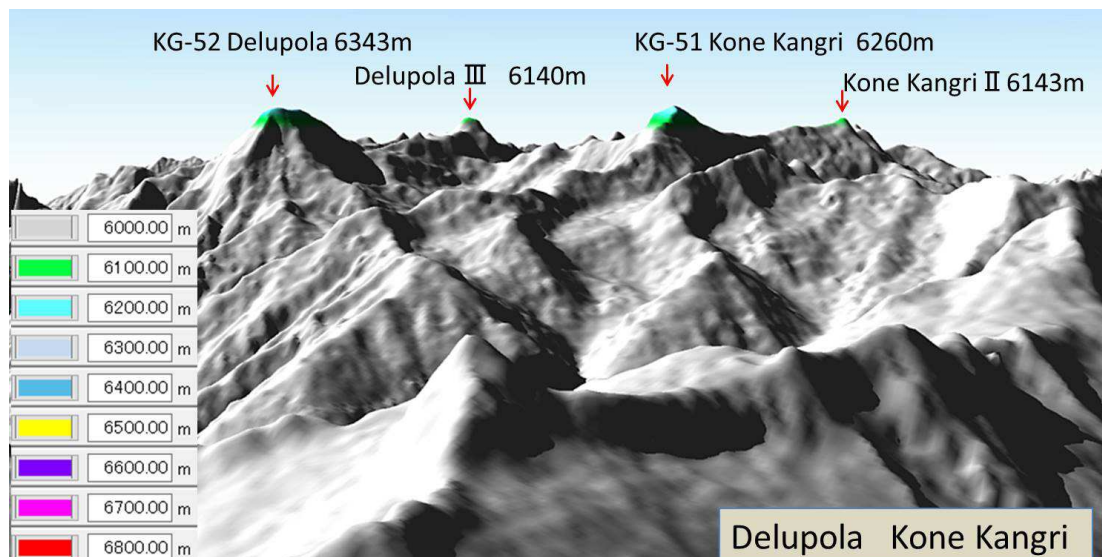


図-19 パレットは自由に標高と色の組み合わせを設定できる
3D 画像には山名と標高の表示もできる

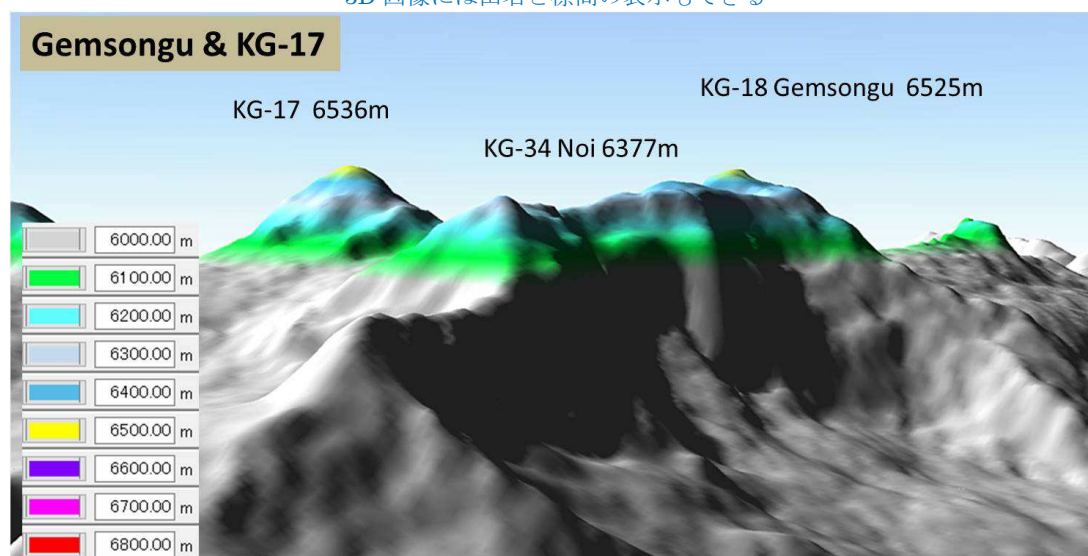


図-20 標高色分けによる識別で複数の標高比較も容易になる
また、色別に等高線としても活用できる

◇Internet から導き出した写真を同定 Tarlha Ri

Tarlha Ri 山群は独立山塊で沿道からも良く見えるので写真は手に入れやすいと考えられる。実際南からの写真以外は鮮明なものが入手できた。この山の同定目的はアプローチと登路の選択であった。そのためにはぜひとも南面の写真が欲しいところであった。

幸い、偶然にも Internet ブラウジング中に気になる一枚を手に入れた。写真の撮影者が撮影地点の村の名前と山名を記していたが、山名は間違っていた。Google Earth には多数の写真が張り付けられてい

るが間違いも多数ある。しかし、時にはこうした貴重な写真を手に入れることができるので活用している。

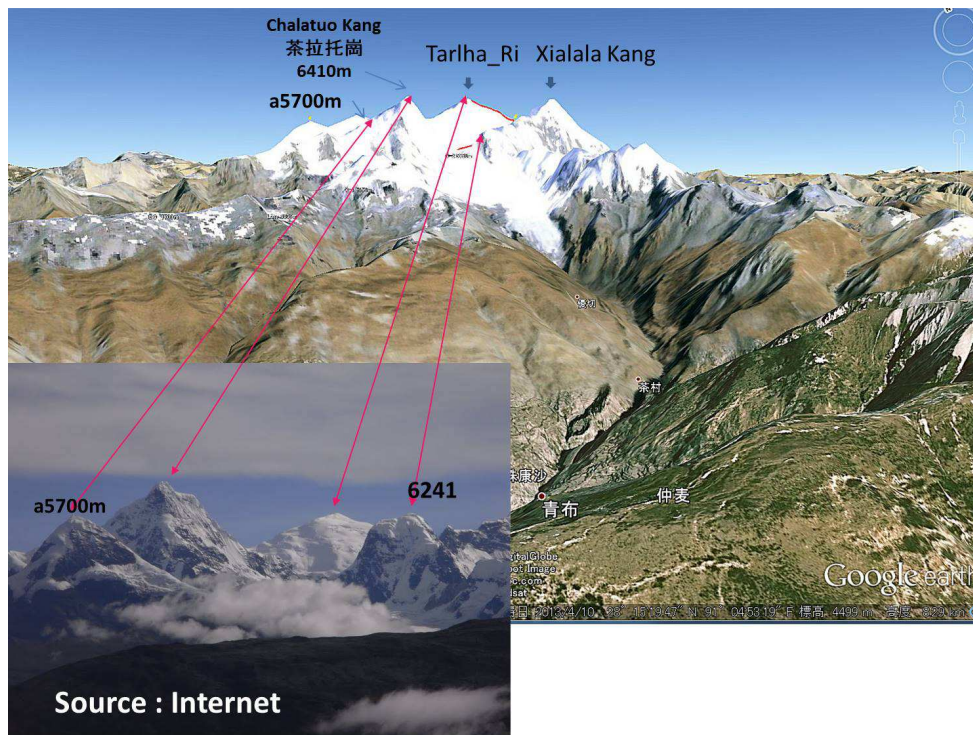


図-21 旅行者(本人は間違った同定をしていた)がネット掲載した写真から同定
この写真を加えて東西南北から Tarlha Ri の全貌を明らかにできた

◇標高の比較と評価 Zepu Kangri の標高、主峰はどれだ？

Zepu Kangri を例に Google Earth と ALOS の標高データを、スケルトンマップを基準に比較してみる。従来主峰とされている 6364m のピークは GE では 6250m、ALOS では 6230m となっている。一方、第二峰 6349m 峰の GE は 6324m、ALOS は 6230m である。

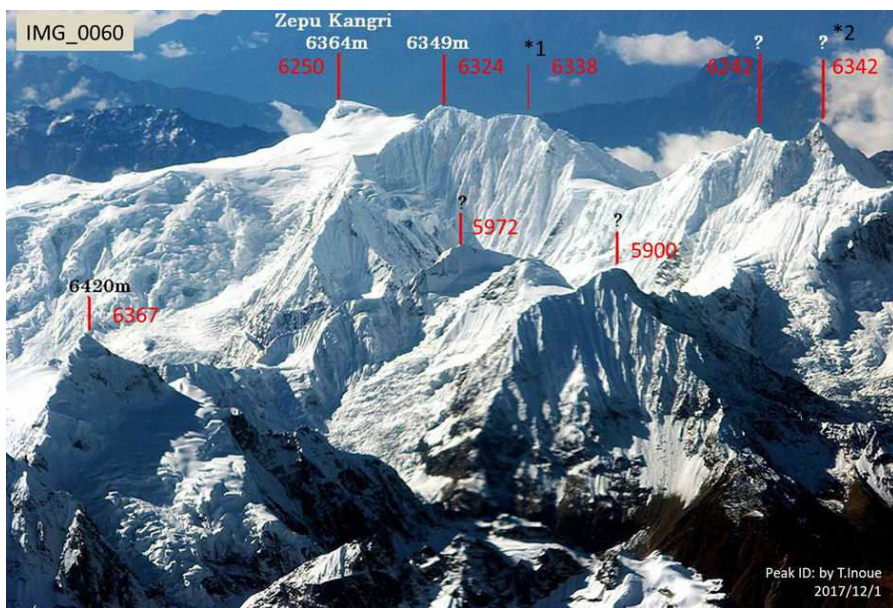


図-22 1:赤字標高は Google Earth による
2: Google Earth の標高は*1 が左端より高く表示されている
3: 6420m ピークの GE 標高は 6367m
4: *2 Google Earth では 6342m は Zepu Kangri より標高が高く出ている

また、GE で 6338m となっているピークの ALOS は 6157m であり、三つのピークからなる Zepu Kangri の主峰の位置は現時点では確定できない。

◇ピークの特徴点から同定 KG-41(Kangri Garpo)

未知の山を現地調査する場合、谷の入ることが多くある。そして谷からピークの写真を撮ることになるが、山塊全体を見通すことができない。また、張り出した尾根や前衛峰に阻まれて本峰の姿を見ることができない場合もある。



図-23 特徴点による同定

とができない場合もある。

崗日嘎布山群の新果谷の奥には KG-20 Genikutz、KG-21、KG-40、KG-41 などの街道から隠されたピークが林立している。Genikutz は米堆谷(Midui Longba)からは見えない。別の意見として KG-40 の東峰が米堆谷から見ることができるがこれが Genikutz であるとの意見もある。KG-40 は双耳峰で新果谷からは西峰、東峰が並んで見える。新果谷は氷河が二手に分かれて、西氷河の奥に KG-41 がある。氷河の合

流点まで遡ると KG-41 の姿が見えるはずである。

ズーム写真(図-23)はその合流点から撮った一枚でこれが KG-41 かどうかというのが同定の課題であった。そこで山の特徴点を把握することで同定が可能となった。幸い Lhagu 氷河源頭のスノードーム 5900m から西方を撮影した一枚(図-24)に顕著なピークが写っていた。そこに特徴点として記した岩と雪を確認でき、KG-41 であることが分かった。特徴点やユニークな一面のあるピークはその周辺のピークを含めて比較的同定が容易である。

KG-41 は成都・拉薩航路から空撮された崗日嘎布山群の遠景(図-2)にも確認できる。

図-24



図-24 KG-41 特徴点