

つるのこたい 基線測量と鶴兒平基線端点標石

核心は地下にあり 一点針一

右の図は、展示している鶴兒平基線東端の標石3個と三角点との関係を表しています。鶴兒平基線は、明治30年に東端点と西端点が選点・設置されています。

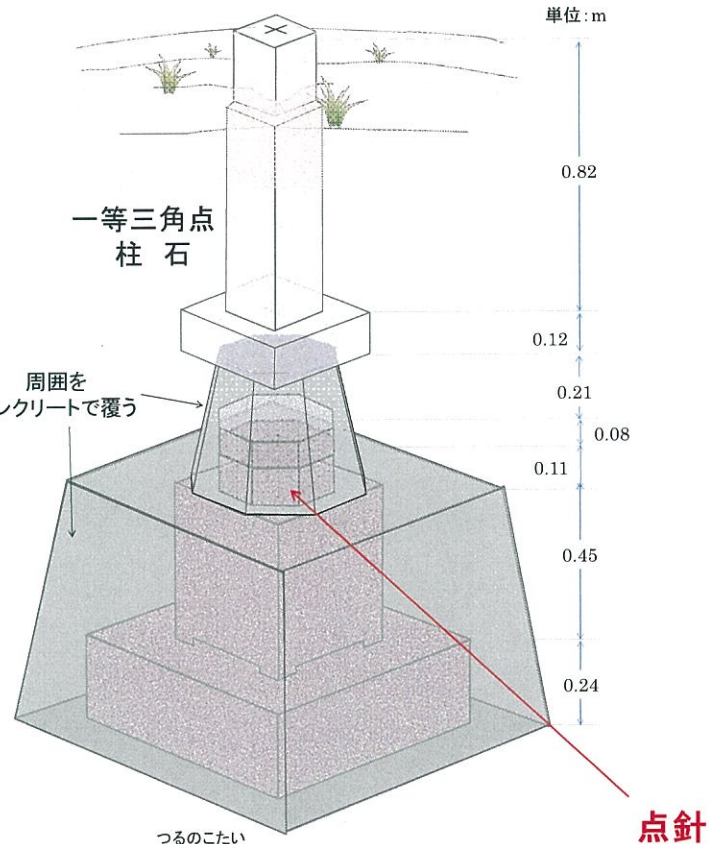
それから100年余り経った平成18年、鶴兒平基線東端は、東北新幹線「七戸十和田」駅工事のため保存が困難となり撤去となりました。当初七戸町が町興しやイベントなども考え、駅前ひろばに残す希望もありましたが、最終的にはつばへ到着となりました。

基線端点は、一等三角点ですが、その核心部は、三角点の地下に眠っています。基線測量を実施する際は、一等三角点を掘り起こし、その地下の基線端点鉈(点針)を経緯儀(トランシット)などを使って、その点針の中心を地上の観測点に投影してから測量が始まるのです。

写真は、4枚とも昭和29年に行われた「饗庭野(滋賀県)基線」の際のもので、基線端点(点針)の中心上げのイメージがつかめると思います。

このときの観測は、南海道沖地震(南海震災:昭和21年12月)の影響を調べるため、天神野(鳥取県)基線とほぼ同時期(昭和28年)に観測されました。また、これらの基線の増大三角網(基線三角網)は、昭和27年~29年に観測されています。

下図は、「鶴兒平基線三角網」で、東端と西端の直接測定を角観測して辺長距離を増大し、也(9)高山と以(6)八甲田山までの一等三角点網にしました。



つるのこたい
図 「鶴兒平基線」東端点の構造図

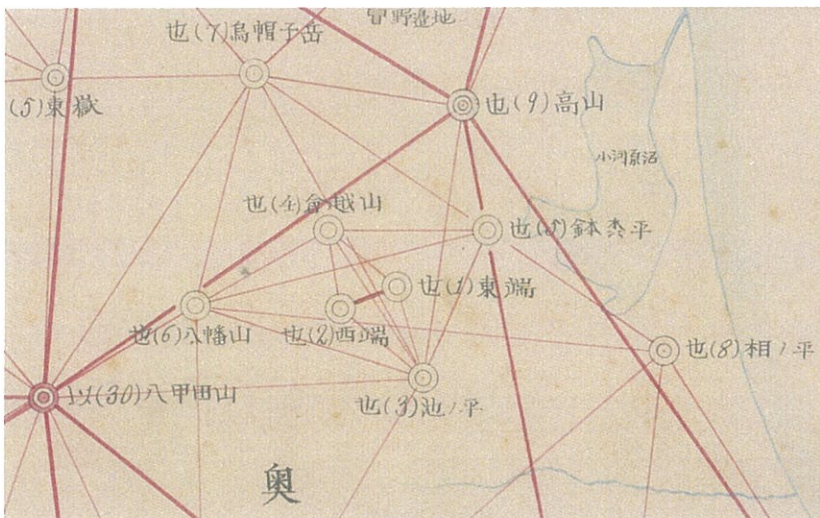


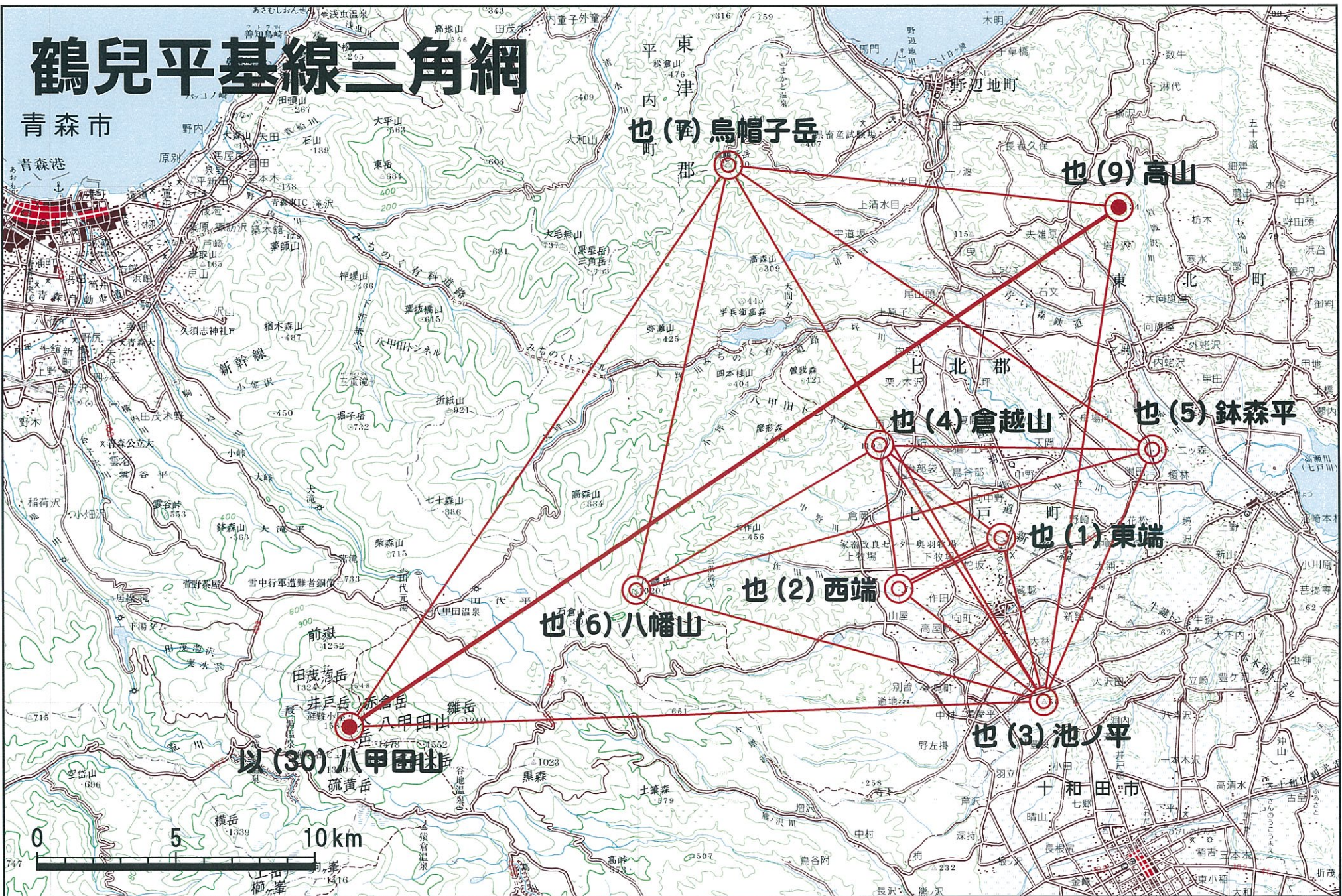
図 鶴兒平基線三角網



写真 中心上げが終了し、基線測量の開始

鶴兒平基線三角網

青森市



網図の「八幡山、倉越山」は、現在の基準点名は「八幡岳、倉越」

日本の15基線 (日本の測地測量はここから始まった)

基線測量とは

基線測量は、三角測量(角測量)*の各辺長に長さの基準を与えるもの。
日本国内には、明治15年の「相模野基線」から大正3年の「択捉基線」まで、計15基線が200~250km間隔に設けられた。
測量における長さの単位は、それまでのイギリス式は廃して、メートル式を採用した。

* 三角測量は、角度だけの測定をしています。角度だけで三角形を形成しても三角形は相似形となるため、その大きさがわかりません。そのため最初の既知辺の基線測量が必要となります。

基線一覧表

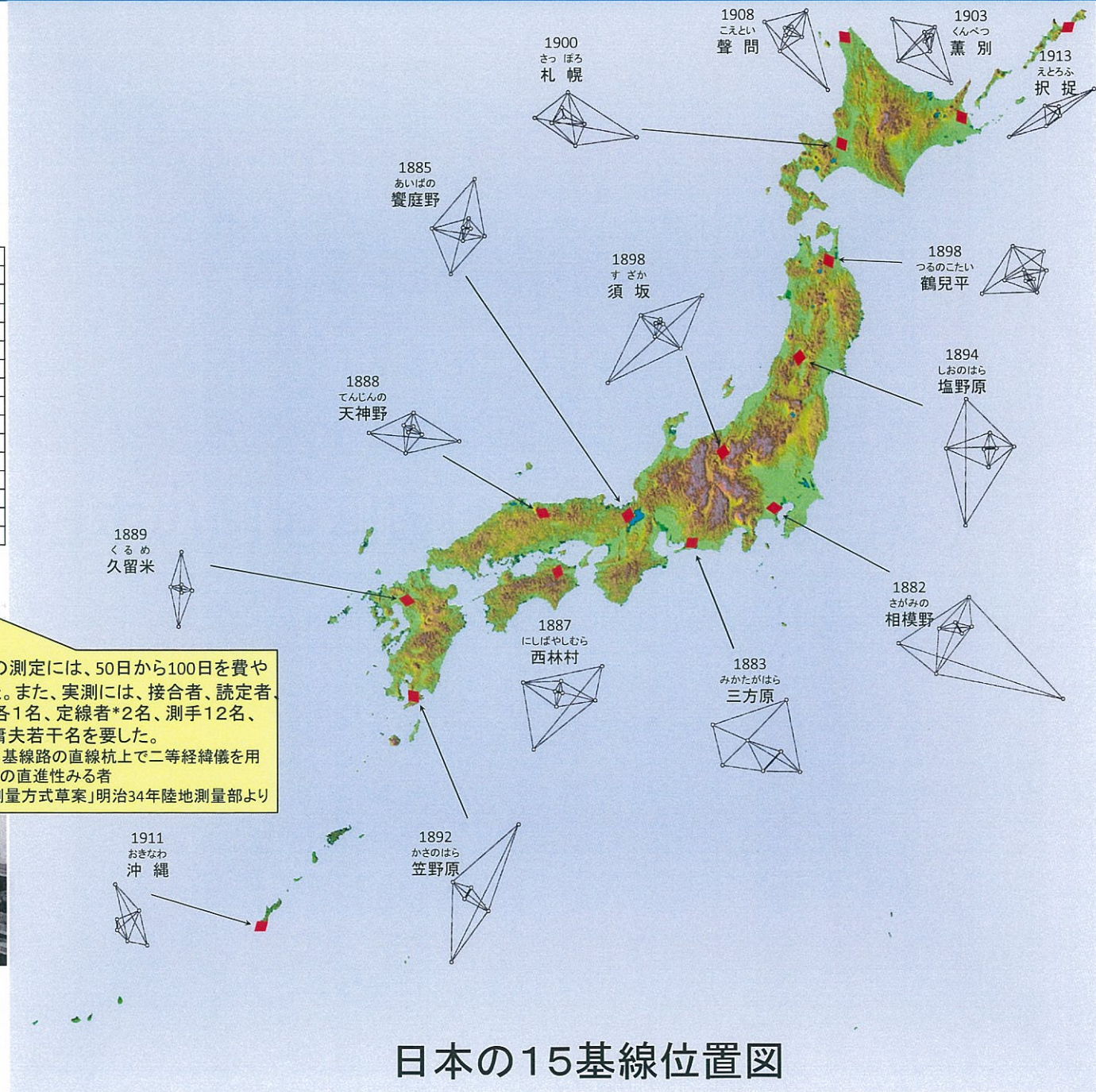
名称	所在地	測定年度	使用尺	所要日数	基線長 m	誤差 mm
1 相模野	神奈川県	1882 明治15	4mヒルガード*	106	5,209.9697	2.931
2 三方原	静岡県	1883 明治16	4mヒルガード*	内務省	10,839.9757	6.970
3 饗庭野	滋賀県	1885 明治18	4mヒルガード*	56	3,065.7239	0.766
4 西林村	徳島県	1887 明治20	4mヒルガード*	51	2,832.2124	1.688
5 天神野	鳥取県	1888 明治21	4mヒルガード*	54	3,301.8051	0.893
6 久留米	福岡県	1889 明治22	4mヒルガード*	45	3,161.0071	1.685
7 笠野原	鹿児島県	1892 明治25	4mヒルガード*	68	5,875.5088	1.451
8 塩野原	山形県	1894 明治27	4mヒルガード*	76	5,129.5872	1.869
9 須坂	長野県	1898 明治31	4mヒルガード*	68	3,291.9120	0.739
10 鶴児平	青森県	1898 明治31	4mヒルガード*	51	4,006.0309	0.518
11 札幌	北海道	1900 明治33	4mヒルガード*	74	4,539.7703	1.418
12 薫別	北海道	1903 明治36	4mヒルガード*	89	4,069.8502	0.376
13 声問	北海道	1908 明治41	4mヒルガード*	113	2,677.5035	0.405
14 沖縄	沖縄県	1911 明治44	25mインバール	85	4,151.6673	0.409
15 択捉	北海道	1913 大正 2	25mインバール	42	4,105.6081	0.786

「本邦測量作業における基線測量作業の総覧」(昭和2年)より

基線の測定には、50日から100日を費やしていた。また、実測には、接合者、読定者、記録者各1名、定線者*2名、測手12名、この他庸夫若干名を要した。
*定線者:基線路の直線杭上で二等経緯儀を用いて測桿の直進性みる者
「三角測量方式草案」明治34年陸地測量部より



写真:相模野基線におけるヒルガード式測桿(4m)3本を用いた基線測量
ヒルガード基線尺は、1877年(明治10)米国海岸測量局技師ヒルガード(J.E.Hilgard)氏の考案によって製造され、二等基線測量に使用されたものであるが、陸地測量部では実験の結果成績良好と判断し、基線測量に使用することとした。「相模野基線測量」明治43年測地学委員会報告より



日本の15基線位置図

5mインバール基線尺

製造国: スイス
製造会社: ソシエテーゼネボアーズ
製造年: 1931年

用途・特徴・使用期間等:

この基線尺は、鉄(約64%)とニッケル(約36%)の合金であるインバール製で温度に対する変化が非常に小さく、精密に作られており、断面が「H」型をしています。

分画線は、H型内面上部に1mごとに刻まれ、0m、5m部分には1mm間を0.1mm間隔に刻んでいます。

温度は、両端より各40cmの2ヶ所で温度計を尺上に水平に装着して測定します。また、傾斜を測定するために尺の中央部に附属水準器を備えています。

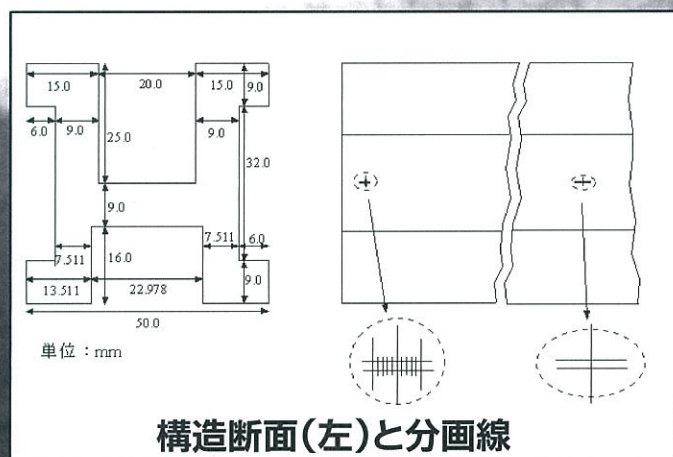
この尺は、1932年(昭和7年)頃から1955年(昭和30年)頃まで25m基線尺の検定などに使用されてきました。

仕様・性能:

全長	5.05m
分画線	1m 間隔
最小目盛り間隔	0.1mm



メートル副原器からの検定(1953年)



*背景の黒い筒はメートル副原器(東京大学理学部所有)

25mインバール基線尺

製造国:フランス
製造会社: カルバンチエー
製造年:1905年及び1909年

用途・特徴・使用期間等:

この基線尺は、鉄(約64%)とニッケル(約36%)の合金であるインバール製で温度に対する変化が非常に小さく、精密に作られています。

目盛り尺は、基線尺の両端に約10cmの長さ分があり、1mm間隔で8cm分の目盛りが刻まれています。また、読み取りは、拡大鏡を使用して0.1mm単位で行います。

この尺は、明治後期(1910年頃)から直接距離測定のできる測距儀が実用化された1955年(昭和30年)頃まで基線測量に使用されていました。また、巻尺等を検定するための基線場の設置作業に昭和後期まで使われていました。

仕様・性能:

全長	25.20m
直径	1.7mm
分画線	1m間隔
最小目盛り間隔	0.1mm



基線場設置(1967年)高松



基線尺の読み取り(1980年)帯広

カールバンベルヒ 一等経緯儀

製造国: ドイツ
製造会社: カールバンベルヒ社
製造年: 不明



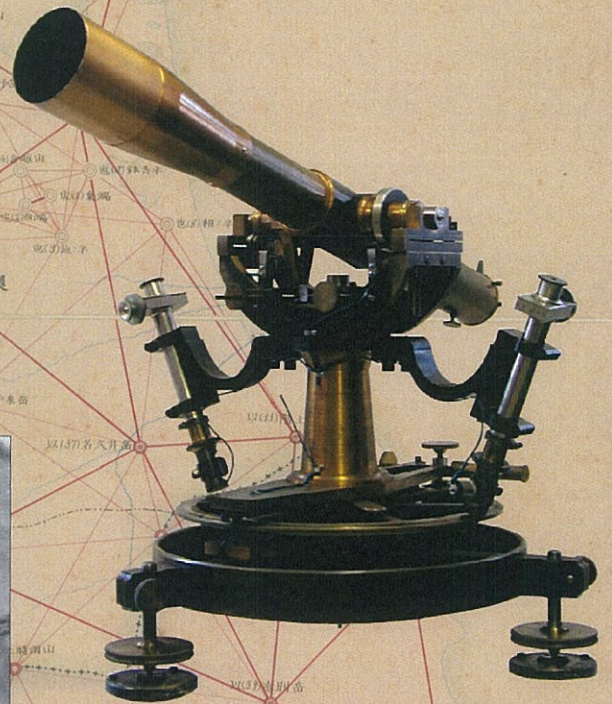
用途・特徴・使用期間等:

この経緯儀は、陸地測量部の設置以前(1882年)から一等三角測量(点間の距離が45km程度)に使用されていました。角度の読み取りは、2つのバーニアで行い、水平角を0.2秒単位で求められます。

なお、ガラス目盛り盤とマイクロメーターを備えたウイルドT3の登場によって1960年代から使用されなくなりました。

仕様・性能:

水平目盛り盤	直径27.5cm
望遠鏡の倍率	54倍
望遠鏡の長さ	56cm
最小読み取り値	0.2秒
気泡管感度	4~5秒/2mm



観測 昭和34年 白馬岳にて



荷揚げ風景(昭和20年代)

カールバンベルヒ 二等経緯儀

製造国: ドイツ
製造会社: カールバンベルヒ社
製造年: 1895年

冠字由

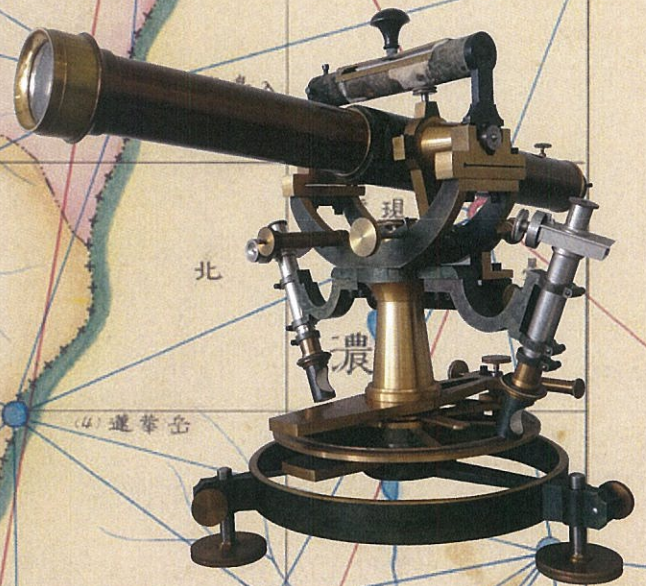
用途・特徴・使用期間等:

この経緯儀は、陸地測量部の設置以前の参謀本部測量局時代(1883年)から昭和中期ごろまで主に二等三角測量(点間の距離が12km程度)に使われました。角度の読み取りは、バーニアで行い、水平角を0.5秒単位で求めることができます。

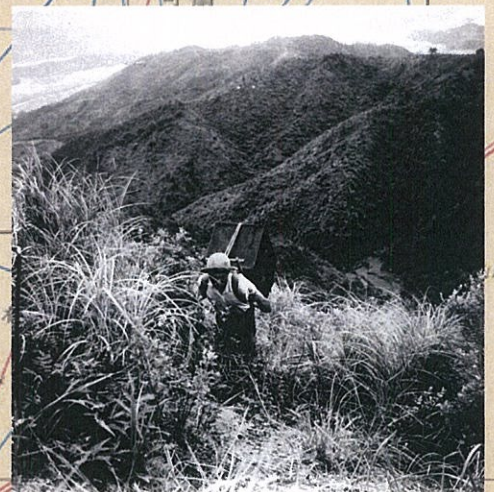
なお、ガラス目盛り盤とマイクロメーターを備えたウイルドT3の登場によって1960年代から使用されなくなりました。

仕様・性能:

水平目盛り盤 直径21cm
望遠鏡の倍率 35~40倍
望遠鏡の長さ 45cm
最小読み取り値 0.5秒
気泡管感度 5~7秒/2mm



観測 昭和中期



器械運搬



常念岳

カールバンベルヒ 三等経緯儀

製造国: ドイツ 冠 字 景
製造会社: カールバンベルヒ社
製造年: 1884年

用途・特徴・使用期間等:

この経緯儀は、陸地測量部の設置以前の参謀本部測量局時代(1884年)から昭和中頃まで使われていました。作業では三・四等三角測量(点間の距離が4km程度)に主に使用しています。角度の読み取りは、水平角及び鉛直角とも2秒単位で求められます。

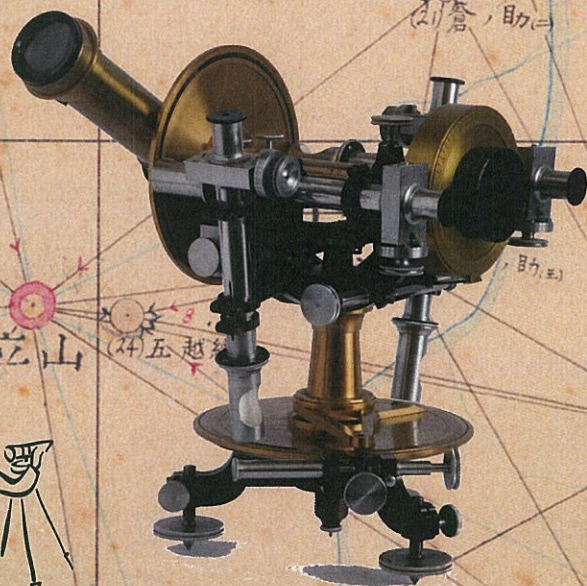
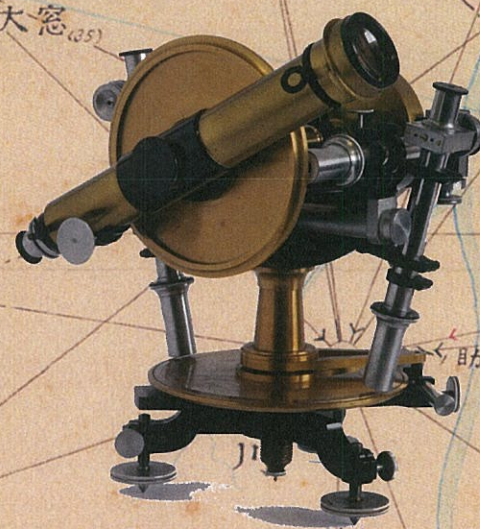
なお、カールバンベルヒ一等経緯儀、二等経緯儀同様に1960年代から使用されなくなりました。

仕様・性能:

水平目盛り盤 直径13.5cm
鉛直目盛り盤 直径11.6cm
望遠鏡の倍率 18~30倍
望遠鏡の長さ 26cm
最小読み取り値 2秒



観測 昭和中頃



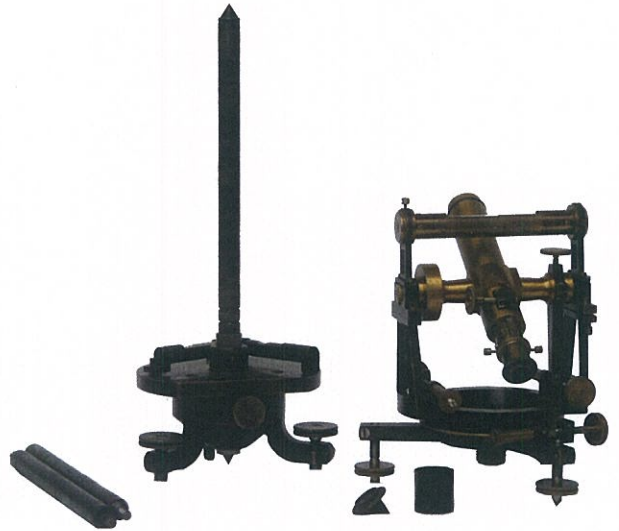
垂直器・垂直桿と回照器・回光灯

垂直器・垂直桿

製造国: ドイツ
製造会社: カールバンベルヒ社
製造年: 不明

用途・特徴・使用期間等:

森林等で他の三角点などの視通が取れないとき設置する高測標の机板(経緯儀などを載せる台)に地上の標識の位置を投影させるために用いる器械のことを垂直器といい、経緯儀とほぼ同じだが、目盛盤などはない。この視準目標となるのが垂直桿である。



回照器・回光灯

用途・特徴・使用期間等:

回照器は、平面鏡を用いて太陽光を観測点に送る装置で、角観測の視準目標としたものです。鏡の中心孔と視準筒の十字線を連ねる方向を目標に向け、これに鏡による太陽反射光を合わせ、太陽の日周運動に合わせて鏡の傾きを少しずつ調整しました。

一方の回光灯は、回照器と同じく角観測の視準目標として、こちらは夜間に使用しました。

回光灯以前はアセチレン燈も使用されました。



ウILD T2

陸地測量所正木照信

製造国: スイス
製造会社: Wild社(ウILD) 現ライカ社
製造年: 不明

用途・特徴・使用期間等:

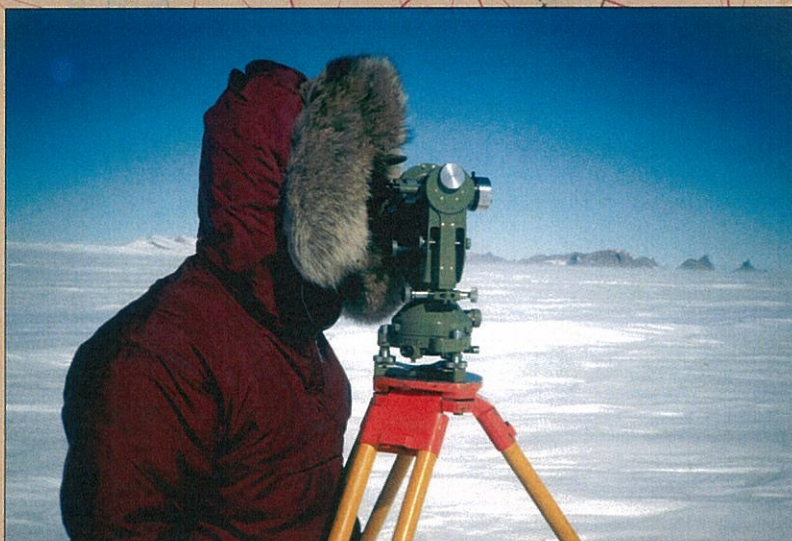
ウILD T2は、ウILD社製で1級経緯儀の認定を受けています。

1924年から生産され、1956年に改良型が出ました。水平角と高度角を1秒まで測ることができ、三等・四等三角測量など幅広く使用されました

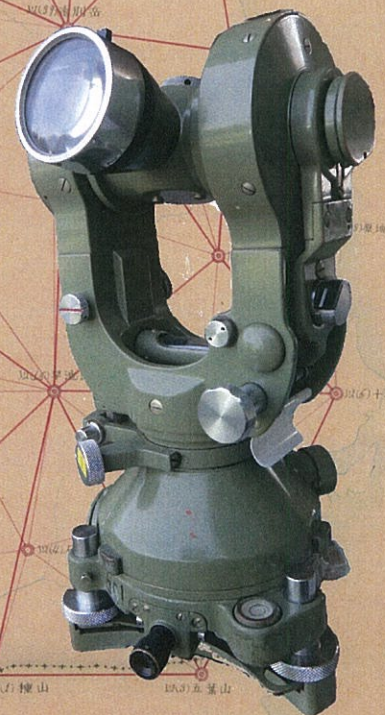
国土地理院では、国土調査事業のための四等三角測量が進められた1955年(昭和30年)代に多く導入し、全国各地で大活躍した測量機で、精密でありながら堅牢で扱いやすく、名機といわれる一台で現在も使われています。

仕様・性能:

目盛り盤	水平	90mm
	鉛直	70mm
望遠鏡	有効径	40mm
	倍率	30倍
測角部	マイクロメータ読取	1秒
気泡管感度		20秒/2mm



南極観測 1983年



ウILD T3

陸地測量所正木照信

製造国: スイス
製造会社: Wild社(ウILD) 現ライカ社
製造年: 不明

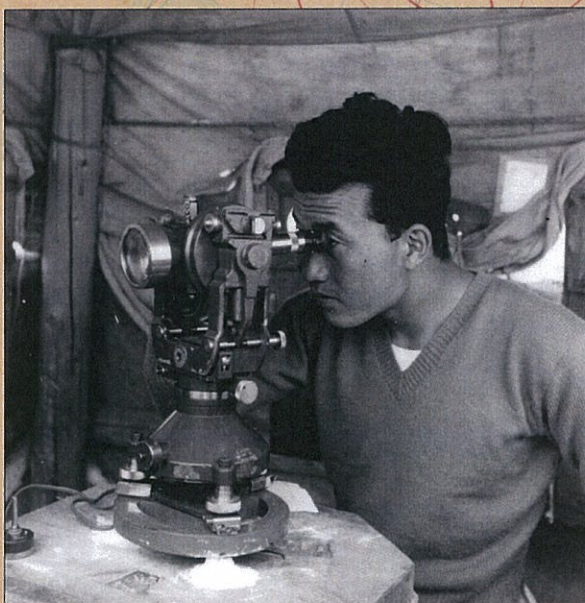
用途・特徴・使用期間等:

ウILD T3は、ウILD社製で特級経緯儀の認定を受けています。

国土地理院では、カールバンベルヒー等経緯儀の後継機として、1955年頃から、一等三角測量(後に一次基準点測量)に使われていましたが、衛星測位によるGPS測量の誕生により、作業を譲っています。製造年はウILD T2と同年であり、形も良く似ていますが少し大きくなります。

仕様・性能:

目盛り盤	水平 135mm 鉛直 90mm
望遠鏡	有効径 60mm 倍率 24・30・40倍
測角部	マイクロメータ読取 0.2秒
気泡管感度	6秒/2mm



観測 昭和30年代頃

ウILD T3
光学マイクロメーターの読み方

図の上段表示部で、0°と180°の間は、13本の線分間隔である。1間隔分を2分単位で読み取り、13本分なので

$2 \times 13 = 26$ 分 となり、下段の目盛りは50.6なので、水平角の読み取り値は $0^\circ 26' 50.6''$ となる。下の写真は、ウILD T3の検定

