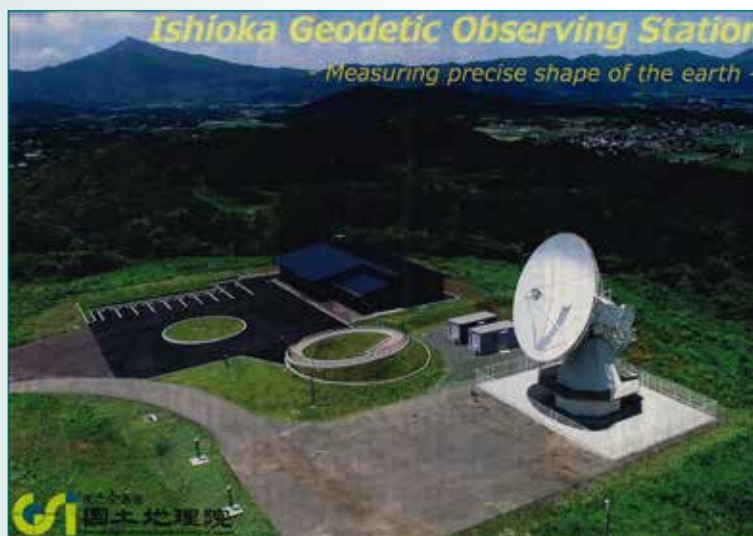


Una visita a Kokudo Chirii-in. L'autorità di Informazione Geospaziale del Giappone

di Johann Martin Lun

La sede principale di *Kokudo Chirii-in*, in breve GSI, è a Tsukuba (Prefettura Ibaraki) una città che si trova a circa un'ora di treno a nord-est di Tokyo. Si potrebbe dire che il GSI sia l'Agenzia Nazionale per la Geodesia e la Cartografia del Giappone le cui origini risalgono all'anno 1869 (*Meiji 1*), un periodo che è definito come Restaurazione *Meiji*. Il GSI, che è un Organo Speciale del Ministero per il Territorio, le Infrastrutture, i Trasporti e il Turismo, aveva nel 2018 (*Heisei 30*) quasi 700 dipendenti. A Tsukuba il GSI gestisce un Museo per la Topografia e Cartografia (*Science Museum of Map and Survey*) che ho visitato nel 2019 (*Reiwa 1*).



Il GSI ha il compito di rilevare e cartografare tutto il territorio del Giappone, questo anche per quanto riguarda le mappe catastali. Anche la previsione di catastrofi, quali i terremoti, l'eruzione di vulcani ecc. è compito del GSI. Nel caso che il paese fosse aggredito militarmente il GSI, fornisce informazioni geodetiche e aerofotogrammi. Il Giappone ha un'area di 378.000 km² e consiste in 6852 isole. Le quattro isole principali, Honshu, Kyushu, Shikoku e Hokkaido da sole fanno il 98% del Territorio Nazionale. Il Calendario Originale Giapponese, detto *Jimmu* è collegato con l'anno nel quale è stato fondato l'impero giapponese, che secondo il calendario gregoriano, qui chiamato *Seireki*, è stato nel 660 a.C. Secondo il *Jimmu* pertanto oggi in Giap-

pone sarebbe l'anno 2683, ma durante il periodo di modernizzazione *Meiji* il Giappone adottò ufficialmente il nostro calendario occidentale. Essendo però il Giappone molto tradizionalista, secondo il sistema chiamato *Nengo*, a ogni anno è aggiunto anche l'era che varia con ogni Imperatore. Il 30 aprile 2019 (*Heisei 31*) l'imperatore Akihito abdicò in favore del figlio Naruhito, che divenne imperatore dal primo maggio 2019 (*Reiwa 1*). Partendo dalla Restaurazione *Meiji*, cinque furono gli imperatori e le loro ere sono *Meiji* (1868-1912), *Taisho* (1912-1926), *Showa* (1926-1989), *Heisei* (1989-2019) e *Reiwa* (dal 2019). A fine settembre 2019 (*Reiwa 1*) ho conosciuto a Tsukuba l'Ing. Masaru Kaidzu del GSI col quale ho parlato di "*Taiko Kenchi*" (*Kenchi*=rilevamento),

di rilievi catastali che topografi giapponesi su ordine dello Shogun (Taiko) Toyotomi Hidejoshi fecero in tutto il Giappone dal 1583 al 1598. L'Ing. Kaidzu-san ha lavorato per trenta anni al GSI, che dal 1949 (Showa 24) si chiamava in inglese Geographical Survey Institute, mentre oggi si chiama *Kokudo Chiri-in*. Kaidzu-san nel GSI era il direttore del Centro Scientifico per la Geografia e Tettonica. Egli è il rappresentante dell'JFS - Japan Federation of Surveyors (Federazione Giapponese Topografi) nella Commissione sette della FIG, Federazione Internazionale Geometri, che si occupa di Catasto e Management del Territorio. Nell'anno 2020 (*Reiwa 2*) volevo visitare Punti Geodetici Fondamentali del GSI a Tokyo, ma purtroppo Covid-19 l'ha impedito. Solo il 27 marzo 2023 (*Reiwa 5*) ho potuto visitare con Kaidzu-san i Punti Geodetici Fondamentali a Tokyo. Il primo punto base per tutte le livellazioni del Giappone si trova nel quartiere di Minato a Tokyo. La piccola costruzione nella quale si trova il punto fu costruita nel 1891 (*Meiji 23*) dalla Marina Militare. La quota del punto è il risultato di misure del livello del mare eseguite nella baia di Tokyo negli anni 1873 al 1879 (*Meiji 5-11*) e di livellazioni di alta precisione. All'inizio il punto aveva una quota di 24,500 m, ma dopo il grande Terremoto del Kanto nel 1923 (*Taisho 11*), che causò oltre centomila vite umane, si dovette correggere la quota a 24,414 m. Dopo il Terremoto di Tohoku nel 2011 (*Heisei*



23) fu necessaria un'altra correzione e oggi il punto ha la quota di 24,390 m sul mare. Il livello del mare è misurato continuamente nella stazione di Aburatsubo all'ingresso della baia di Tokyo. Oltre dieci anni di livellazione furono necessari per realizzare la rete di livellazione di prim'ordine del Giappone. Oltre 130.000 sono i punti geodetici del GSI di vari ordini in tutto il paese. Esistono inoltre sparsi per il Territorio 1.300 punti GNSS CORS (Global Navigation Satellite System, Continuously Operation Reference Station),

a distanze di circa 20 km, che raccolgono continuamente dati satellitari che permettono di determinare i cambiamenti di coordinate e quote di punti geodetici dovuti a terremoti, eruzioni di vulcani e dai movimenti tettonici. Al momento in Giappone sono attivi oltre cinquantacinque vulcani. Dopo il punto Fondamentale di Livellazione andammo al Punto Geodetico Fondamentale per tutti i rilievi del Giappone che si trova nel quartiere Chyoda di Tokyo. Questo si trova a poca distanza dall'Ambasciata





dell'Afghanistan nei pressi dell'Ambasciata di Russia. Nell'anno 1874 (*Meiji 6*) la Marina Militare costruì sul posto un Osservatorio Me-

teorologico e lì furono fatte anche misurazioni astronomiche. Nel 1883 (*Meiji 15*) il Generalato dell'Esercito Imperiale eresse sul posto un Punto Trigonometrico di Prim'Ordine. Il Grande Terremoto del Kanto nel 1923 (*Taisho 13*) distrusse tutto e fu necessario ricostruire il Punto Fondamentale. Nell'anno 2001 (*Heisei 13*) furono ridefinite le coordinate nel Sistema Geodetico Mondiale del Punto, che ora ha le coordinate 139° 44'28,8869 Est, e 35° 39'29.1572 Nord con un angolo Azimut verso la stazione VLBI di Tsukuba di 32° 20'46.209".

Il 28 marzo 2023 (*Reiwa 5*) mi recai con il treno a Tsukuba, dove mi stava già aspettando Kaidzu-san. A Tsukuba il GSI gestisce un Radiotelescopio con un'Antenna di 32 m per eseguire misure VLBI (Very Long Baseline Interferometry), una tecnica che permette di fare misurazioni


geodetiche e astronomiche di altissima precisione. In tutto il mondo esistono Stazioni VLBI che misurano movimenti tettonici e lo spostamento dei continenti. A circa 16,6 km da Tsukuba, a Ishioka è stata costruita una nuova Stazione VLBI denominata IGOS (Ishioka Geodetic Observing Station) secondo le norme VGOS (VLBI Global Observing System), con un Antenna di soli 13,2 m nella quale in collaborazione Internazionale si effettuano Misurazioni Geodetiche Globali. In Baviera, a Wettzell e a Hartebesthoek in Sudafrica ci sono Stazioni VGOS che ho potuto visitare in anni passati. Ishioka è attiva già dal 2016 (*Heisei 28*) ed è lì che ci siamo diretti. Con il VLBI si possono misurare la posizione e la rotazione della terra che variano continuamente. Le Hawaii ogni anno si avvicinano di 6 cm al Giappone. Dato che la piastra del Pacifico si

Ishioka Geodetic Observing Station *IGOS*

Very Long Baseline Interferometry (VLBI)

Measuring accurate positions on the earth

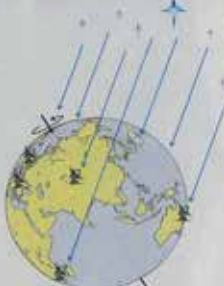
VLBI is a space geodetic technique for measuring accurate positions of giant parabolic antennas on the earth by receiving radio wave from celestial bodies several billions light years away from the earth. Geospatial Information Authority of Japan (GSI) is determining accurate position of Japan using VLBI under a collaboration with various space and geodetic agencies in the world.



The accurate position determined by VLBI is widely utilized as reference for measurements of positions in Japan. GSI has conducted the VLBI observation with an antenna in Tsukuba since 1998. As a successor of Tsukuba, Ishioka Geodetic Observing Station (IGOS) has started its full operation since 2016 and is expected to achieve more accurate measurements with new generation VLBI observation system, VGOS.

Measuring rotation of the earth

Rotation of the earth is not constant and continuously changing. VLBI can measure accurate positions on the earth and thus measure accurate earth rotation. VLBI is a unique technique which can determine leap seconds, which are related to variation of earth rotation. The leap seconds are utilized for control of Universal Time.





- Measuring precise shape of the earth -

- Determining the positions of Japan on the earth -

Measuring variation of shape of the earth such as plate motions

VLBI is a powerful tool to monitor variation of shape of the earth including plate motions. Consecutive VLBI measurements have revealed the fact that Hawaii is getting closer to Japan 6 cm a year. VLBI also measured accurate displacement of Japan after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake.





Crustal deformation of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake detected by VLBI observations.

GNSS Observation Station (CORS)

- Measuring positions in national land -

GNSS stands for global navigation satellite system which enables continuous precise positioning using signals from navigation satellites. Approximately 1,300 GNSS CORS (Continuously Operating Reference Stations) are operational in Japan. Japan is located on several active plate boundaries and thus prone to earthquakes and volcanic activities. The CORS are essential for monitoring such complicated crustal deformation of Japan.





GNSS observation stations (CORS).

Gravity measurement

- Determining height reference -

Elevations vary depending on gravity values, and thus precise gravity measurement is essential for accurate height determination. The IGOS has a facility for the gravity measurement which enables determination of height reference of Japan. GSI also utilizes the facility for a comparative measurement with absolute gravimeters once a year for checking their consistency.

Gravity measurement facility for 6 gravimeters. Comparison between absolute gravimeters.

Origin of the Japanese Horizontal Control Network (Japan horizontal datum)



The site of the former Tokyo Observatory
2-18-1 Azabudai, Minato-ku, Tokyo

In 1874, the Waterway Department of the Navy built a meteorological observatory and started astronomical observation there. In 1883, the general staff set up a first order triangulation station. In 1892, the center of the meridian circle of Tokyo Observatory was established as the Origin of the Japanese Horizontal Control Network.

Because the meridian circle was destroyed by the Great Kanto Earthquake in 1923, a metal sign was installed.

Later, the value of the datum was changed according to the World Geodetic System in 2001 and in response to the Great East Japan earthquake in 2011.

[Value of Japan Horizontal datum]

Japan Horizontal datum that is the benchmark of positions in Japan was determined as below based on the World Geodetic System:

- ① 139° 44'28.8869" east longitude
- ② 35° 39'29.1572" north latitude
- ③ with an azimuth angle of: 32° 20'46.209" (Direction of the observation point of Tsukuba's very long baseline interferometer station)



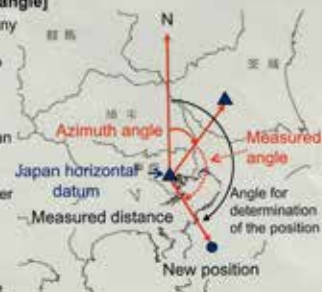
The observation point of Tsukuba's very long baseline interferometer station

[Japan horizontal datum and azimuth angle]

In order to know the accurate position of any point in Japan, it is necessary not only to determine its latitude and longitude but also to obtain the accurate distance from the Japan horizontal datum and the angle from due north.

When you know the azimuth angle, you can say the angle from due north to any point. Triangulation stations across the country have been surveyed and calculated one after another based on the Japan horizontal datum and the azimuth angle.

In this way, the position of any place in Japan consistent with the Japan horizontal datum can be determined by measuring the



Origin of the Japanese Vertical Control Network (datum of leveling)



Northern part of the front court of the Diet Building
1-1-2 Nagatacho, Chiyoda-ku, Tokyo

This stone building houses the Origin of the Japanese Vertical Control Network that is the benchmark of heights in Japan.

In 1891, the General Staff built the Origin at this place. Based on the results of the sea level observation (6-year average) at Reiganjima at the mouth of the Sumidagawa River and the height observation (leveling) from Reiganjima to this place, the elevation of the place was determined as 24.500m above the Tokyo Bay mean sea level.

Later, the value was corrected in response to the crustal movements caused by the Great Kanto earthquake in 1923 and the Great East Japan Earthquake in March 2011. The current elevation is 24.3900m.

[Structure of the datum of leveling]

As shown in the figure to the right, the foundation of the datum of leveling has a very strong structure.

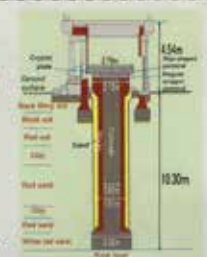
Point of 24.3900m above sea level



A crystal plate is set at the forefront of a ship-shaped pedestal.



The point zero of the crystal plate scale is the benchmark of height.



[Datum of leveling and Aburatsubo Tidal Station]

Leveling between Aburatsubo tidal Station (Miura Peninsula, Kanagawa) and the datum of leveling is conducted every year.

New and old Aburatsubo Tidal Stations

The brick building in the back is the old station.



In recognition of its historic and architectural value, the Origin of the Japanese Vertical Control Network became the first building in the survey field designated as Important Cultural Property of Japan on December 27, 2016.

sta spingendo sotto il Giappone a causa del Terremoto di Tohoku nel 2011 (*Heisei 23*) la Stazione VLBI di Tsukuba si è spostata per 65,2 cm verso Est. Nella Stazione IGOS di Ishioka si eseguono anche misurazioni GNSS e Gravimetriche. Anche il NAOJ (Osservatorio Nazionale Astronomico del Giappone), in giapponese *Kokuritsu Tenmondai*, esegue misurazioni geodetiche e astronomiche, dati che affluiscono direttamente alla sede del GSI. Il NAOJ mantiene diverse stazioni VLBI in Giappone ma anche una alle Hawaii e una nel deserto di Atacama in Cile. Prendendo come esempio misurazioni geodetiche VLBI tra i continenti d'Europa e d'America l'errore medio su una distanza di oltre 9,000 km è di soli 6

cm, un risultato eccezionale. La visita a Tokyo e a Ishioka, le discussioni con geodeti giapponesi mi hanno fatto

vedere l'altissima qualità della Geodesia in Giappone e mi ricorderò volentieri di questa mia esperienza.

PAROLE CHIAVE

TOPOGRAFIA; GSI; GEODESIA; PUNTI GEODETICI; GIAPPONE

ABSTRACT

The head office of Kokudo Chiri-in, GSI for short, is in Tsukuba (Ibaraki Prefecture) a city located about an hour's train ride northeast of Tokyo. The GSI could be said to be the National Agency for Geodesy and Cartography of Japan whose origins date back to the year 1869 (Meiji 1), a period that is defined as the Meiji Restoration. The GSI, which is a Special Body of the Ministry for Land, Infrastructure, Transport and Tourism, had almost 700 employees in 2018 (Heisei 30). In Tsukuba the GSI manages a Science Museum of Map and Survey which I visited in 2019 (Reiwa 1).

AUTORE

JOHANN MARTIN LUN
LUN.JOHANN@GMAIL.COM