

第5分科会の活動報告及び 国際機関との連携

第5分科会委員長
国土地理院 宮原伐折羅
平成28年3月18日
日本測量者連盟講演会

- 1) 第五分科会の活動
 - 役割と構成
 - 活動状況
- 2) 国連総会決議との連携
 - 背景
 - 現状と展望
- 3) 測地基準座標系の現状
 - 現状と課題
 - 最新のITRF (ITRF2014)

目的

- 技術とその発展を焦点に，目的に応じた最適な手法と技術を選ぶよう，ガイドライン・推奨を通じて，測量者・技術者・専門家を支援
- 他のFIG分科会・他の国際機関と連携・適切な会合へ参加・適切な出版物の準備を通じて技術開発を促進
- 第5分科会の専門分野で新しいアイデアを支援，研究開発を育成・支援
- FIGワーキングウィーク・FIG地域会議・他の関係技術会合で分科会と作業部会の活動に参加・促進

第5分科会分科会長

Volker Schwieger教授

シュツットガルト大学



- 作業部会5.1 「標準、品質確保、キャリブレーション」
ISO TC211・TC172等と連携
- 作業部会5.2 「基準座標系」
測量者のための三次元座標系（地球規模・地域・ローカル）を扱う
IAGの第1分科会「基準系」、近年はISO TC211と連携
- 作業部会5.3 「高さ基準系」
近年の高さ基準系への需要の高まりを受け昨年新たに設置
高さ基準系に関する教育を行う
- 作業部会5.4 「GNSS」
解析プログラムなどGNSS測位技術を扱う
ICG・IAG WG4.5.4と連携
- 作業部会5.5 「複数センサー」
GNSS測位ができない環境での測位を扱う
- 作業部会5.6 「費用対効果の良い測位」
目的に応じた費用対効果の良い測位について、教育、普及、開発、
意思決定者の支援を行う

● FIGワーキングウィーク

FIG総会が行われる年次会合

2015年はブルガリア国ソフィアで開催

第5分科会は技術セッションを実施

GNSS (PPP、マルチGNSS)

基準系 CORS ジオイドなど

基準系で日本の基準系の維持・管理を報告

第5分科会年次会合

分科会の現状と2015-2018年の活動計画を議論

● 実務者のための技術セミナー

基準系に関する技術の教育・能力開発のため開催

FIG第5分科会・IAG・UN-GGIM-AP・ICGが共催

2012年 第1回イタリア

2013年 第2回フィリピン (実用基準座標系)

2015年 第3回シンガポール (実用高さ基準系)

日本から講師として第2回、第3回に参加

※UN-GGIM-AP

国連地球規模の地理空間情報管理に関するアジア太平洋地域委員会



<https://www.fig.net/fig2015/>



http://www.fig.net/news/news_2015/2015_07_vrpf_comm5.asp

実用的な高さ基準系に関する技術セミナー

(Technical Seminar on Vertical References Frame in Practice)

2015年7月27～28日 シンガポール開催

- 前IAG会長オーストラリアのChris Rizos教授が高さ基準系の理論・技術を包括した講義
- 日本・ニュージーランド・シンガポール・香港が高さ基準系の現状と展望を報告
- ニュージーランドが航空重力測定によるジオイド・モデル作成を報告



日本の現状と展望を報告

国連総会決議

- 2015年2月26日に国連総会が**地理空間情報（測地・測量・地図）**の分野ではじめて決議を採択
- 「地球規模の測地基準座標系（GGRF：Global Geodetic Reference Frame）」の維持を求める
- 国連総会は、GGRFが人間の生活に重要であり、一力国では維持できないことを認め、
- 決議では、各国が責任を持って測地観測を行うこと、GGRFの維持に必要な能力・人材の育成を行うことなどが盛り込まれた
- 決議の実現に向けて、国連の作業部会（UN-GGRF-WG）がロードマップを作成中

測地基準座標系とは？

- 地球の形状，回転，重力場とその時空間変化
- 地球は、潮汐、地球回転、プレート運動などで絶えず変化
- 全地球で測地観測を継続して初めて実現が可能
- 測地学で用いられる実質の標準は “ITRF”

地球が変動する様々な要因



地球潮汐



地球回転



プレート運動



地球全体での質量の移動

測地基準座標系の意義とは？

- 変動を続ける地球で，ここはどこか，自分がどこにいるかを知ることがを可能とする“地球”に対する位置の基準
- 地図作成，人工衛星の軌道決定，航空機・船舶・自動車など移動体のナビゲーション，時刻の同期など様々な活動の基礎
- 人口・氷冠・海洋・大気の変化を把握するために不可欠
- 持続可能な開発の方針決定，気候変動の監視，自然災害の管理を支え，輸送，農業，建設など広い分野で活用

地球環境の把握



自然災害の把握・対応



地理空間情報の基礎



現在の測地基準座標系

- 地球規模の測地基準座標系（GGRF）は、世界全体の継続した取り組みではじめて実現できる

“no one country can do this alone”

- 現在のGGRFは、自主的（Voluntary）な最大努力（Best effort）による取り組みで実現されている

→ IGS・ITRFなど全てVoluntaryな貢献

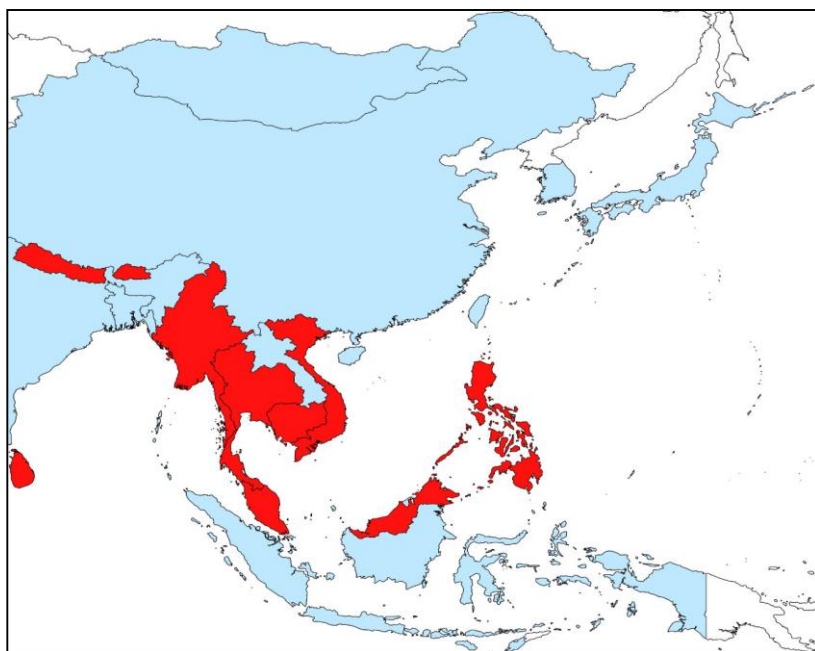
- 「組織・施設の予算が不安定」「異動や退職で人材が不在」なため、容易に品質が低下、維持できなくなる

課題

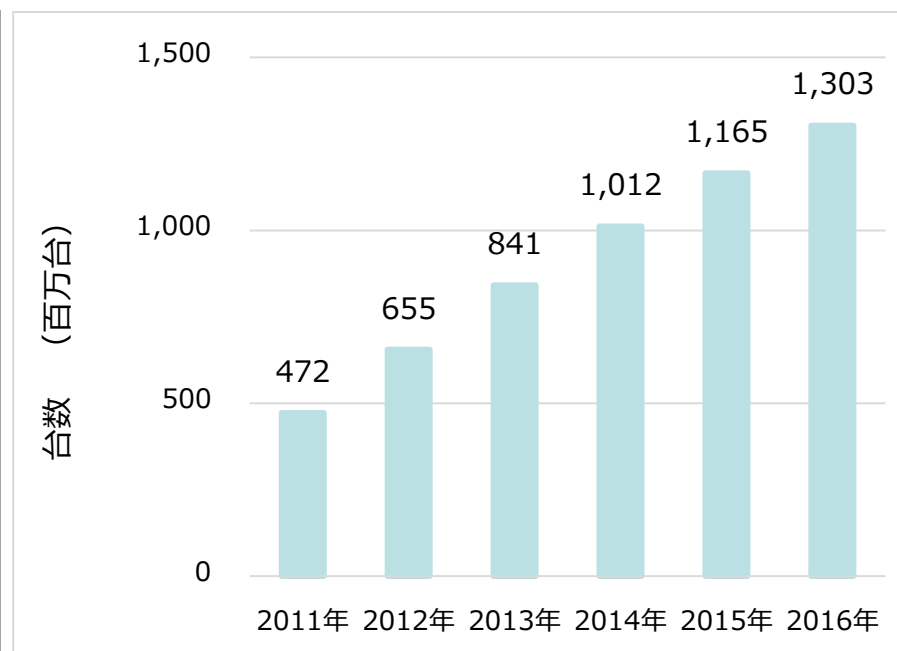
- 持続可能なGGRFには、国際的な基準や合意のもと、観測の確保、人材・能力開発、データ共有等が不可欠

→ 国連のもとにGGRFに関する作業部会を設置して取り組む

- 世界の約 3 割の国で独自の位置の基準（基準座標系）を用いていて、GPSなど衛星測位と地図上の位置が一致しない（アジア地域では約 5 割）
- 衛星で容易に測位できるスマートフォンは、2011年から 5 年間に全世界で約 3 倍の13億台となると推計
- 準天頂衛星など測位衛星が増加して測位エリアが拡大
- 基準座標系の必要性が認識され、活用の拡大が想定



アジア地域のGGRF採用状況



世界のスマートフォン販売台数推計

2015年2月26日 第69回国連総会第80回本会議
 「持続可能な開発のための地球規模の測地基準座標系」決議案
 (Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development)
 日本を含む52カ国が共同提案（提案国はフィジー）
 全会一致で採択（決議A/RES/69/266）



提案国（フィジー）のPeter Thomson国連代表部大使による決議の説明
 (<http://www.unggrf.org/>から引用)

- FIGは、2014年クアラルンプールで、UN-GGIM-APと共同で国連総会決議を推進する宣言を採択
- 決議後は、決議とその意義、FIGによる支援について情報を発信、広報
- 第5分科会は、測地基準座標系に関する技術セミナーを継続して、人材・能力の育成に貢献
- 決議実現のためのロードマップ作成に測量者の観点からコメントを提出



http://www.fig.net/news/news_2015/2015_02_un-ggim-resolution.asp

UN-GGIM-AP/FIG共同宣言 2014年6月

http://www.fig.net/organisation/general_assembly/agendas_and_minutes/2014/minutes/UNGGIMAP-FIG_statement_on_ggrf.pdf

国連総会決議のポイント 6つの決議

GGRFを持続可能とするために、

決議 1) GGRFを構築・維持するためロードマップ（行動計画）を作成

決議 2) 途上国の能力開発へ技術的支援を強化

決議 3) データや基準を自由に共有

決議 4) 各国が自国の測地観測を行う施設を適切に改良・維持

決議 5) 観測が不足・重複しないための多国間の協力

決議 6) GGRFの重要性へ理解を深める普及活動（アウトリーチ）

United Nations

A/69/L.53

 **General Assembly**

Distr.: Limited
18 February 2015
Original: English

Sixty-ninth session
Agenda item 9
Report of the Economic and Social Council

Argentina, Australia, Belgium, Brazil, Bulgaria, Canada, China, Croatia, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Ethiopia, Fiji, Finland, France, Georgia, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Jamaica, Japan, Lithuania, Luxembourg, Mexico, Netherlands, New Zealand, Norway, Papua New Guinea, Philippines, Poland, Portugal, Republic of Korea, Samoa, Slovenia, Solomon Islands, Spain, Sweden, Tunisia, Tuvalu, United Kingdom and Great Britain and Northern Ireland, United States of America and Vanuatu: draft resolution

A global geodetic reference frame for sustainable development

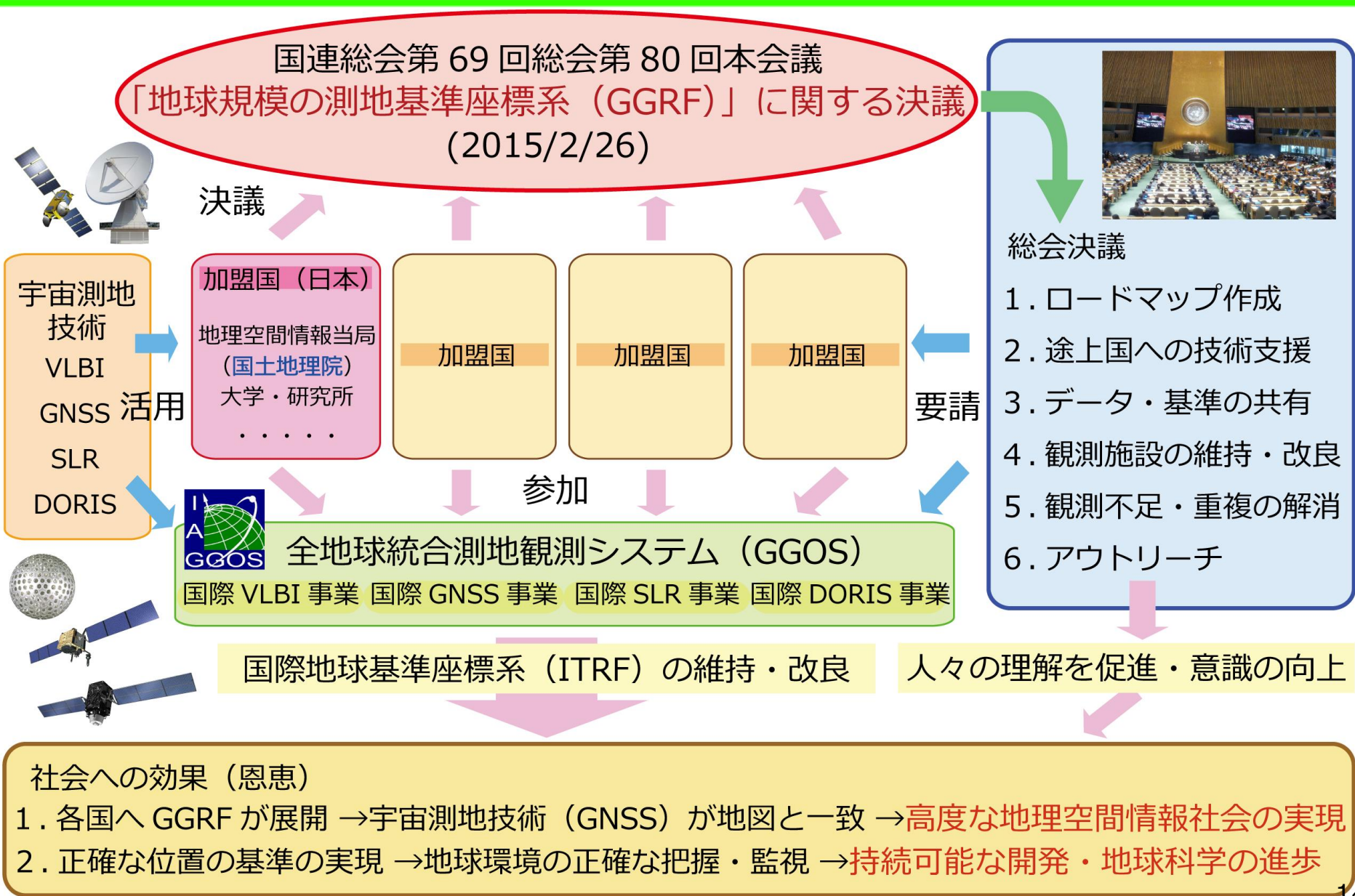
The General Assembly,
Reaffirming the purposes and principles of the Charter of the United Nations,
Reaffirming also its resolution 54/68 of 6 December 1999, in which the Assembly endorsed the resolution entitled "The Space Millennium: Vienna Declaration on Space and Human Development",¹ which included, inter alia, key actions to improve the efficiency and security of transport, search and rescue, geodesy and other activities by promoting the enhancement of, universal access to and compatibility of space-based navigation and positioning systems, including Global Navigation Satellite systems,
Reaffirming further its resolution 57/253 of 20 December 2002, in which it endorsed the Plan of Implementation of the World Summit on Sustainable Development,² and means of implementation, which included, inter alia, strengthening cooperation and coordination among global observing systems and research programmes for integrated global observations, taking into account the need for building capacity and sharing of data from ground-based observations, satellite remote sensing and other sources among all countries,

¹ Adopted by the Third United Nations Conference on the Exploration and Peaceful Uses of Outer Space (UNISPACE III), held in Vienna from 19 to 30 July 1999 (see A/CONF.184/6, chap. I, resolution 1).
² Report of the World Summit on Sustainable Development, Johannesburg, South Africa, 26 August-4 September 2002 (United Nations publication, Sales No. E.03.II.A.1 and corrigendum, chap. I, resolution 2, annex).

15-02265 (E) 190215


Please recycle 





- 決議の実現に向けて取り組む作業部会
- 国連地球規模の地理空間情報管理に関する専門家委員会（UNCE-GGIM : United Nations Committee of Experts on Global Geospatial Information Management）のもとに設置
- 各国の測地の専門家で構成、日本は国土地理院が参加
- GGRFを取り巻く現状と課題の分析、それに基づく行動計画（ロードマップ）の作成を実施中



Gary Johnston共同議長(左)

Zuhier Altamimi IAG副会長（右2番目）



Mikael Lilje 前FIG第5分科会会長（右3番目）

決議の実現に向けた国連GGRF作業部会の取組

- 国連GGRF作業部会がロードマップを作成中
- 月1～2回程度のWEB会合
- 2016年8月NY国連本部でUNCE-GGIM第6回会合にロードマップを報告予定
- 4月には、FIG・IAGなど関係者にロードマップ案を照会
- ロードマップでは
 - 意思決定者・広く世間にGGRFの意義、現状の課題の深刻さへ理解を促進するため
 - 測地観測の現状を報告、課題を分析し、課題解決の方策を提案する
 - 主要な分野は、測地インフラ、方針・基準・取り決め、教育・能力開発、広報・アウトリーチ、国際的な統治
 - 国連のもとに測地を扱う機関を設けることを提案

地球規模の測地基準座標系（GGRF）

国際地球基準座標系

ITRF（International Terrestrial Reference Frame）

- 実質の世界標準である地球規模の測地基準座標系
- VLBI・GNSSなど様々な宇宙測地技術で計測した地球の形を統合して作成される
- IERS（国際地球回転・基準系事業：International Earth Rotation and Reference Systems Service）が
- VLBI・GNSS・SLR・DORISの国際共同観測を技術毎に解析して位置を求め、長期間の座標を統合して作成
- 観測は全地球統合観測システム（GGOS）が実施
- ITRFは観測データの蓄積に伴って再構築され、最新はITRF2014（2016年1月公開）

全球統合測地観測システム Global Geodetic Observation System (GGOS)

- IAGの観測システム
- 全地球の位置と変化を観測



HOME About GGOS Applications Activities News GGOS Portal

HOME

- ▶ Introducing GGOS
- ▶ Mission
- ▶ Vision
- ▶ Objectives
- ▶ Products
- ▶ GGOS Portal

MEETINGS

- ▶ Meeting Calendar
- ▶ Past Meetings until 2011
- ▶ GGOS Coordinating Board
- ▶ GGOS Consortium
- ▶ GGOS related events

GGOS archive

EC Member login

SERVICE

- ▶ Library
- ▶ Links
- ▶ Legal & Privacy
- ▶ Contact

Google Search
The Web asl.it

The Global Geodetic Observing System (GGOS)

GGOS is the Observing System of the International Association of Geodesy (IAG).

GGOS works with the IAG components to provide the geodetic infrastructure necessary for monitoring the Earth system and for global change research. It provides observations of the three fundamental geodetic observables and their variations, that is, the Earth's shape, the Earth's gravity field and the Earth's rotational motion.

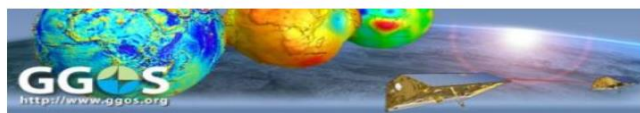
GGOS integrates different geodetic techniques, different models, different approaches in order to ensure a long-term, precise monitoring of the geodetic observables in agreement with the Integrated Global Observing Strategy (IGOS).

GGOS provides the observational basis to maintain a stable, accurate and global reference frame and in this function is crucial for all Earth observation and many practical applications.

GGOS contributes to the emerging Global Earth Observing System of Systems (GEOSS) not only with the accurate reference frame required for many components of GEOSS but also with observations related to the global hydrological cycle, the dynamics of atmosphere and oceans, and natural hazards and disasters.

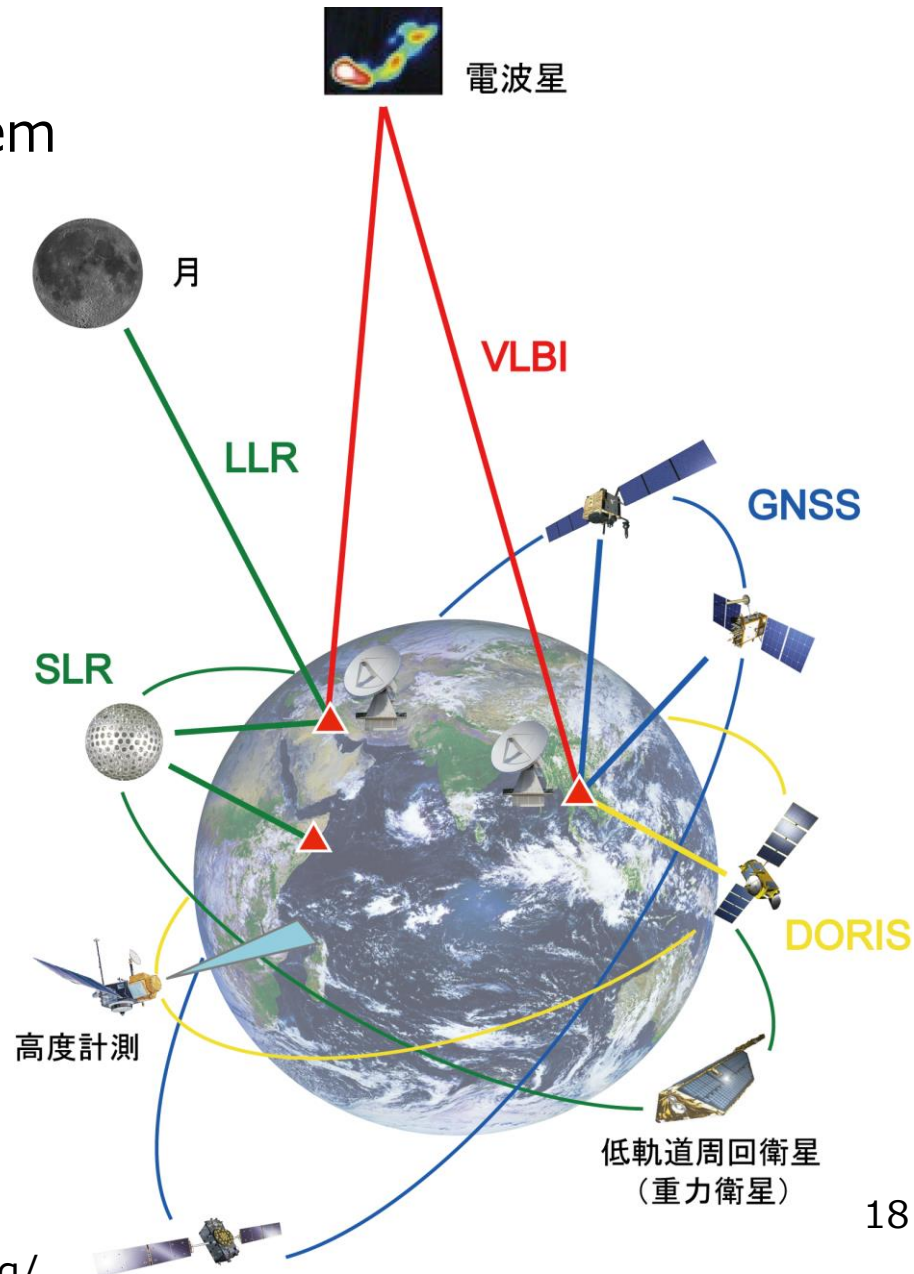
GGOS acts as the interface between the geodetic services and external users such as the Group on Earth Observation (GEO) and United Nations authorities. A major goal is to ensure the interoperability of the services and GEOSS. With this the geodetic community can provide the global geosciences community with a powerful tool consisting mainly of high quality services, standards and references, and of theoretical and observational innovations.

The GGOS Portal will provide a unique access point to all geodetic products. Thus, the Portal will emphasize Geodesy's contribution to Earth Observation for assessing geohazards and reducing disaster. The Portal consists of the GGOS Web site and the portal itself, comprising geoportal components like a clearinghouse, a map viewer, and a metadata editor. The GGOS Portal is currently under development.



© GGOS (Comments, suggestions and corrections are welcome and should be sent to the GGOS Coordination Office ggos_co@asl.it)

<http://www.ggos.org/>



国際地球回転・基準系事業

IERS (International Earth Rotation and Reference Systems Service)

- 1987年IUGG (国際測地学・地球物理学連合) が設立
- 目的は地球回転と基準座標系にデータと基準を与えること
- 四つの根幹技術の解析・
データ保管・配信等を行う
- IGS: 国際GNSS事業
- IVS: 国際VLBI事業
- ILRS: 国際レーザ測距事業
- IDS: 国際DORIS事業
- これらは全てGGOSの事業
(IERSを含む)

The screenshot shows the IERS website with a blue header and navigation bar. The main content area is divided into several sections:

- Organization:** The IERS was established in 1987 by the International Astronomical Union and the International Union of Geodesy and Geophysics. According to the Terms of Reference, the IERS accomplishes its mission through the following components: Technique Centres, Product Centres, Combination Centres, Analysis Coordinator, Central Bureau, Directing Board.
- Data / Products / Tools:** The IERS provides data on Earth orientation, on the International Celestial Reference System/Frame, on the International Terrestrial Reference System/Frame, and on geophysical fluids. It maintains also Conventions containing models, constants and standards.
- Publications:** The IERS issues Messages to distribute news, Bulletins to provide Earth orientation data, Technical Notes to publish research results and proceedings of workshops, and Annual Reports to inform the public about its work.
- Science background:** Information about Earth rotation, reference frames, and observation techniques in general - Glossary - References - List of acronyms.
- News:** IERS Bulletin A (rapid EOP data and predictions) - latest issue, IERS Message No. 293: Permanent Junior Research Position in Geodesy open at IGN France, Links - Geodesy - Meetings: links added, others updated.
- Meetings:** 9th IVS General Meeting "New Horizons with VGOS", Relativistic Geodesy: Foundations and Applications, 6th International Conference on Astrodynamics Tools and Techniques (ICATT).
- Links:** Links to Earth rotation and IERS - Geodesy and other geosciences - Astronomy - Space research - Mathematics - Physics - Books and papers - Computers and Informatics - Link lists and search engines.
- News and meetings:** View news ordered by date or with respect to publications or general topics of the IERS. Calendars of meetings related to the work of IERS and of IERS Workshops are available.
- Service:** IERS Components, Login, Subscription, FAQs, Glossary, Acronyms, Sitemap, Legal & Privacy, Contact.

At the bottom, there is a footer with the text: "© 2013 - Federal Agency for Cartography and Geodesy. All rights Reserved."

国際地球基準座標系

ITRF (International Terrestrial Reference Frame)

- IERSがVLBI・GNSS・SLR・DORISを統合して作成
- 目的は、基準座標系にデータと基準を与えること
- 観測点の位置を、座標値 (XYZ) と速度、地震の余効変動で公開

International Terrestrial Reference Frame ITRF

Search by DOMES number:

Welcome to the ITRF web site

The objective of this web site is to distribute the International Terrestrial Reference Frame (ITRF) products. ITRF94, ITRF96, ITRF97, ITRF2000, ITRF2005 and ITRF2008 solutions are available for download. It also contains the description and list of all the IERS stations.

- [ITRS and ITRF](#) : What are the ITRS and the ITRF? Latest news about the ITRF...
- [ITRF Products](#) : Description of ITRF solutions, download. Relationship between ITRS realizations, transformation parameters.
- [DOMES numbers](#) : What is the use of the DOMES numbering? Request a DOMES number.
- [IERS Network](#) : The IERS network description. Download the local ties between ITRF stations. Consult information about an ITRF point, find an ITRF point...
- [Get ITRF coord.](#) : Request ITRF coordinates online for a specific set of stations at any epoch in any ITRS realization from ITRF94.. Make a selection of stations, consult the selection and get the ITRF coordinates in tables or SINEX format.
- [ITRF Mailing list, FAQ, Links](#) : Subscribe to ITRFmail, questions about ITRS and ITRF..., Related web pages...

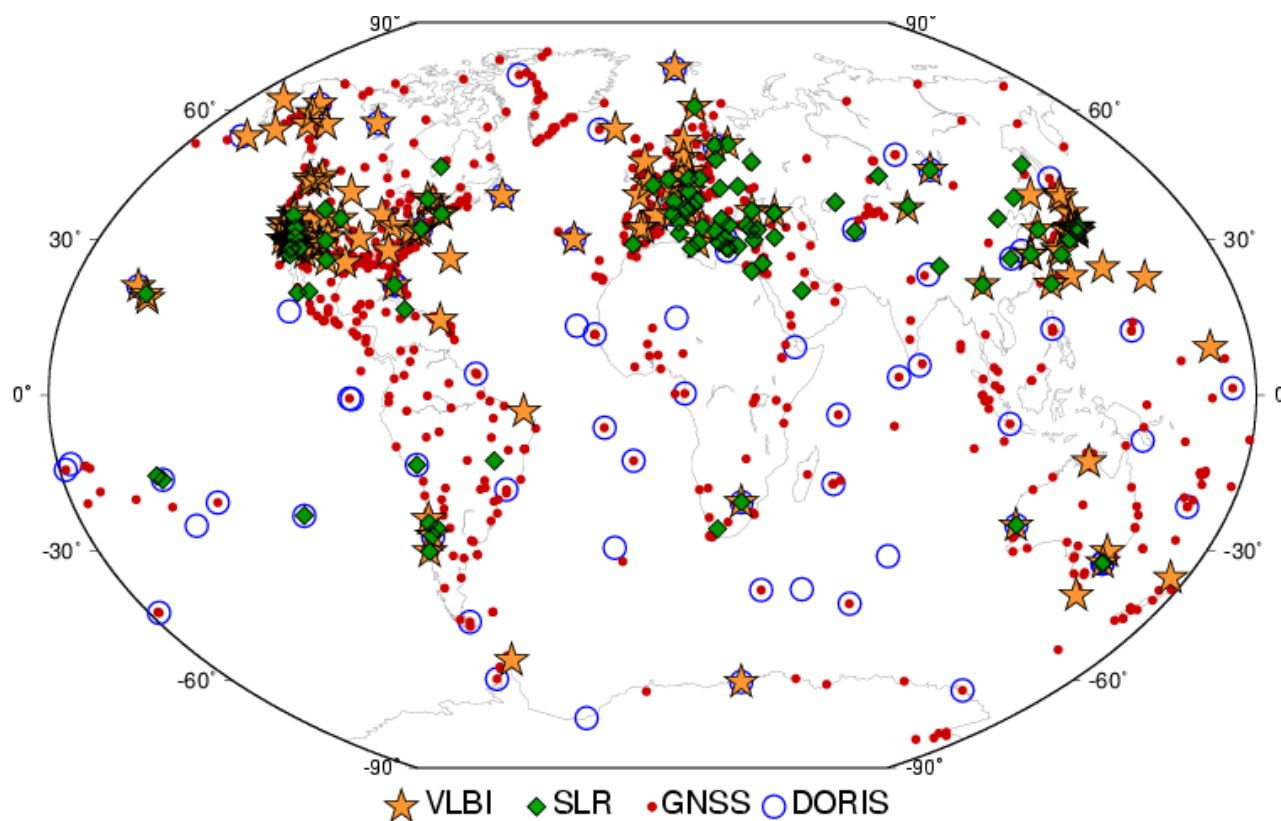
Tip : Want to add a station to the IERS station database? Request a DOMES number !

Should you have any questions, see the FAQ or
contact: itrfr@ign.fr

Site map | About this site

ITRF Website - Jan 2016 - IGN ©

- 最新のITRF（2016年1月公開）
- 2009～2014年の約6年分のデータ、約90点の観測点を追加
- 非定常な変動（年周/半年周、地震の余効地殻変動）
- 世界975カ所1499点の観測点から作成
- 約10%で2～4の技術を併設

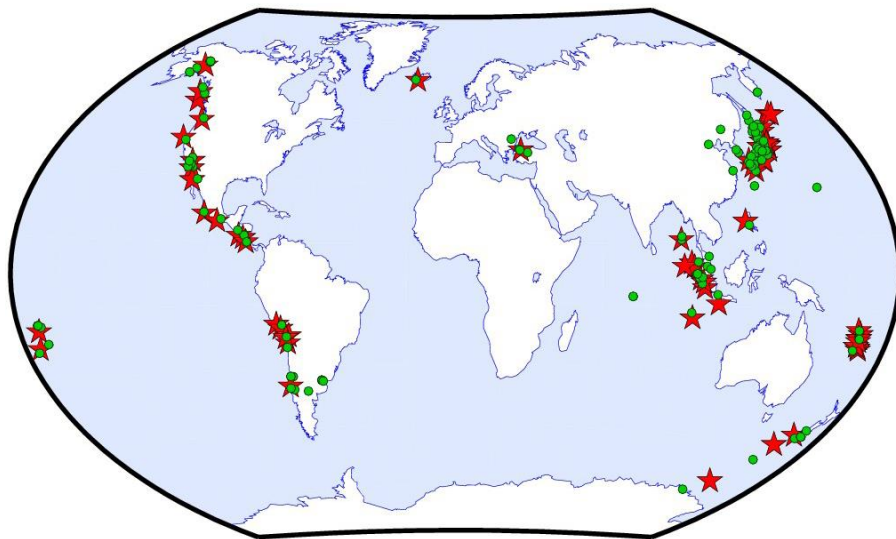


VLBI : 155点
SLR : 140点
GNSS : 1054点
DORIS : 160点

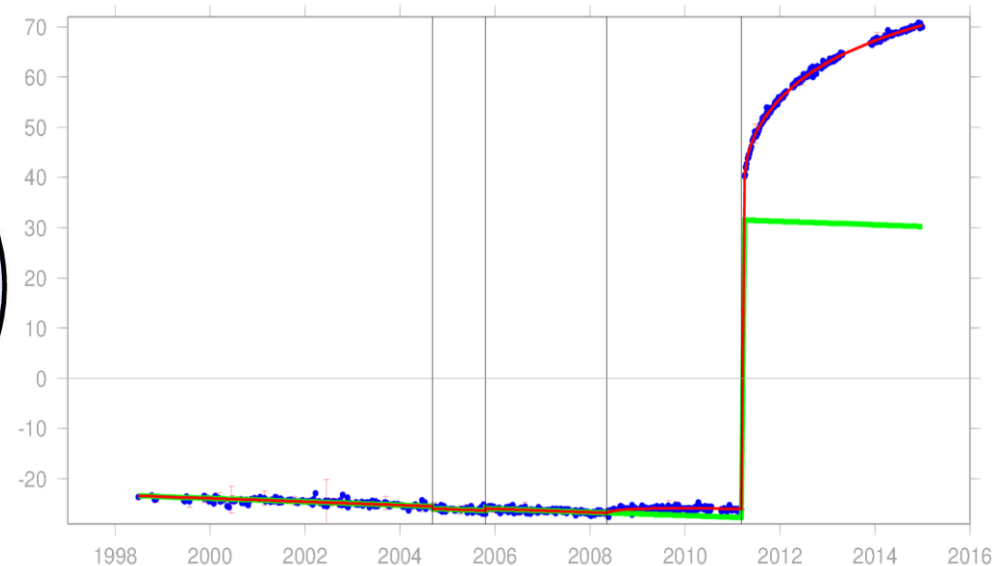
- ITRF2008から地球の形状中心に2mm程度の平行移動、網全体に 2×10^{-9} の縮み

原点位置			スケール	回転		
T1(mm)	T1(mm)	T1(mm)	D(10^{-9})	R1(mas)	R1(mas)	R1(mas)
1.6	1.9	2.4	-0.02	0.000	0.000	0.000
0.0	0.0	-0.1	0.03	0.000	0.000	0.000

- 余効変動を考慮して整合性が改善



ITRF2014の構築で余効変動（GNSS）を考慮した観測点
(Altamimi et al., 2015)



つくばVLBI観測局の東西変化（1998～2015年）

青：観測値

緑：ITRF2014（速度のみ考慮）

赤：ITRF2014（速度/余効変動を考慮）

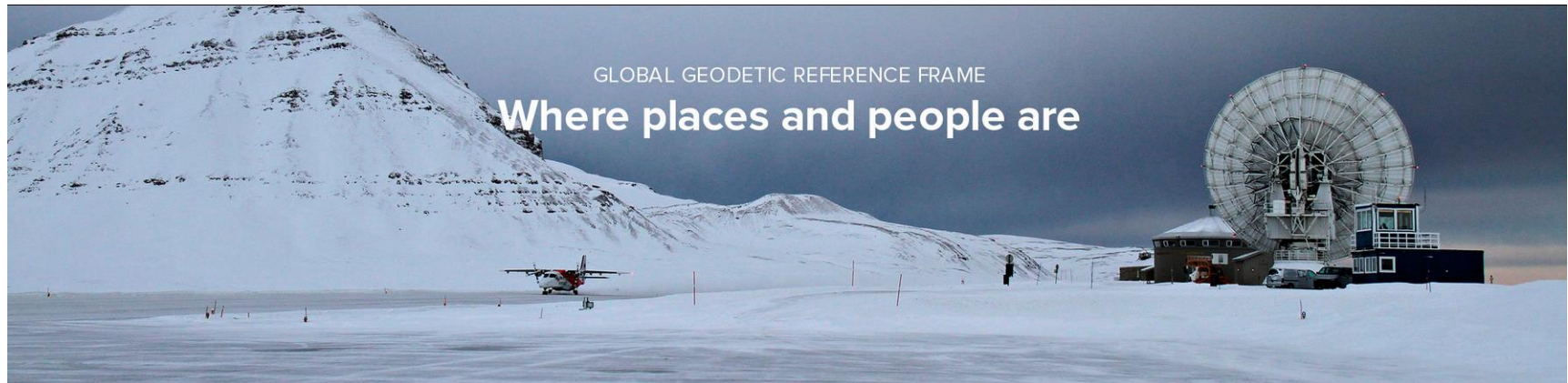
余効変動を考慮することで観測値とITRF2014の整合が改善

- FIG第5分科会は、測位と計測の技術と発展を支援
 - 他の分科会、他機関と連携して技術開発を促進
 - セミナーを通じて能力開発を支援
 - 昨年は、高さ基準系の作業部会を新設して活動を強化
 - 2015～2018年の行動計画では教育・能力開発に重点
-
- 2015年国連総会は測地基準座標系に関して決議を採択
 - FIGは第5分科会を通じて決議の実施を支援
 - 2016年は決議のロードマップにコメントの予定
-
- ITRFは位置の基準の実質の国際標準
 - 最新版のITRF2014が2016年1月に公開
 - 最新版は、観測点、観測期間が増加
 - 地震の余効変動と観測点の年周／半年周を考慮
 - 従来と比べて正確（観測点の座標に整合）した基準系

UN-GGRFのWebサイト・ツイッター

<http://www.unggrf.org/>

<https://twitter.com/UNGGRF>



Global Geodetic Reference Frame for Sustainable Development



Ambassador Peter Thomson from Fiji introducing the resolution to the UN General Assembly.