

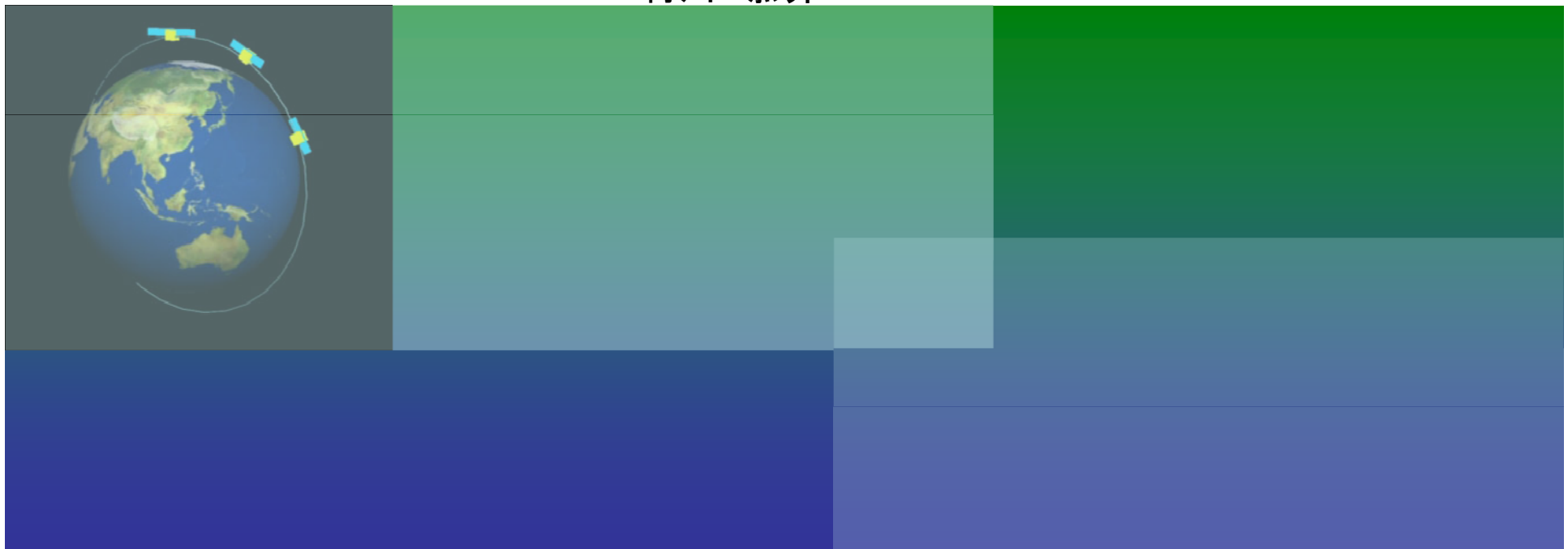
Earthquake Monitoring and Prediction with Analysis and Forecast Satellite Constellation

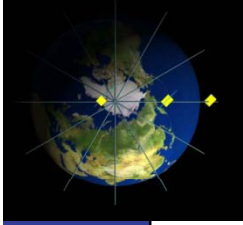
第三回 宇宙ミッションシンポジウム

地震前兆現象観測と宇宙気象観測に向けた 電離層衛星利用多点観測システム

平成17年9月9日

村川 恭介





本プレゼンテーション資料は、JAXA主催の宇宙ミッションシンポジウムで発表した、衛星利用による地震予知に関するものである。

日本は先進国の中で、そして世界中でもっとも地震災害の多い国である。それは地質学的に見ても明らかであるし、地震統計でも恐ろしくなるぐらい、日本は地震発生帯のど真ん中に位置する。

そういった日本の致命傷ともいえる地震災害に、政府の取り組方は、以前として保守的な地震学者、地質学者を中心とする旧式の地震学研究に多額の税金を投入している。しかしながら、彼らの結論は「地震予知は不可能」としている。地震研究の目的は地震災害の予防であり、さらに究極的な目的は地震発生を予知し、災害発生前に避難などの災害防止対策を講じることになるはずである。現状は、地震発生は予想しがたい自然現象で、政府としては発生後の災害を少なくするための救助対策に集中している。

地震発生後に地震研究者によって発表されるコメントは、「地面が15センチ北に移動した」といった、人命救助にまったく関係のない空しい数値の発表のみである。だからなんなの？と言いたくなる内容である。また、ある場所の「地震発生の確率は、今後30年間で90パーセント」という、一般市民にとっては全く意味のない数値の発表ばかりである。地震で亡くなられた方にはお気の毒としか言いようがない。「神の仕業」「天罰」から脱却できないのが近代国家と自負する日本の現状である。

日本の研究者は、海外で発表された研究を後追いすることに意味を見出している。また、社会もそれを評価するし、研究者のキャリアとしても安全であり、研究者生命に汚点を残す危険性も低くなることで、研究者自身が未開発の分野に挑戦することを嫌う傾向にある。

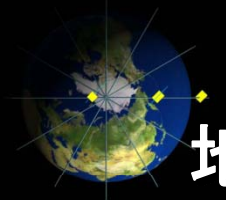
逆に新しい研究テーマとなる推論や仮設に対しては徹底して批判するか無視状態である。アイシュタインが日本人だったなら、とっくに消されていただろうし、今日の評価はあり得なかったであろう。

海外では衛星を使用して地震前兆現象を観測しようと努力している。しかし日本だけが先進国の中で宇宙を利用した地震前兆現象観測への挑戦を行っていない理由は、一説によると旧来の地震学者による既得権益確保の官僚主義が蔓延しているため、との意見も聞かれる。宇宙利用による地震予知が成功してしまうと、彼らの研究はほぼ無意味と化してしまうし、予算も急減されることになる。権威も失墜する。しかし実際はそうではなく、従来の地震学者が、宇宙からの衛星観測で得られるデータと、従来の地面を観測する地質学的観測データを融合することで、世界初の新しい地震観測手法を世界に先駆けて発表、運用できると確信している。

地震予知は簡単ではないことは明らかである。自然災害に法則性を見つけだすことは極めて困難であるからである。しかしながら、中国でもナマズや雲の動きといった怪しい部類にはいる地震前兆現象さえも真剣に研究している。

日本は、地震予知に向けたあらゆる可能性を世界でもっとも積極的に推進すべき立場にあるし、そう期待されている。技術が進歩し、研究成果が蓄積されてきた現在、宇宙という新しい技術分野を積極的に活用し、「天罰」「天災」に挑戦する姿こそ、本来の研究者の姿であるはず。かつて風土病と言われた地域独特の不治の病気は、一部の創造的な研究者によって、人災であり公害であることを発見した。

地震も新しい技術の導入と新しい視点によって天災から予報可能な自然現象になるはずである。



地上ベース、衛星利用の地球観測は何のため？

最近の世界の動き (GEOSSほか)

●2002年、国連の環境と開発に関する会議(いわゆる第2回地球サミット)がヨハネスブルグで開催

●それを受けて、多数の国の首脳(総理大臣)級または大臣級が集まる「地球観測サミット」が2003年から毎年開かれるようになり、また、政府間組織であるGroup on Earth Observation (GEO)が組織された。

●2005年2月の地球観測サミットで、GEOによる[Global Earth Observation System of Systems \(GEOSS\)](#)の10年計画のわくぐみが承認。内容の計画づくりが進行中。

●GEOSSに先立って、CEOS (地球観測衛星委員会。NASA, ESA, JAXAなどが参加している組織)が世界気象機関(WMO)その他多くの機関に呼びかけて、1998年に、IGOS-P (総合地球観測戦略パートナーシップ)が組織された

●GEOSSの観測と監視分野

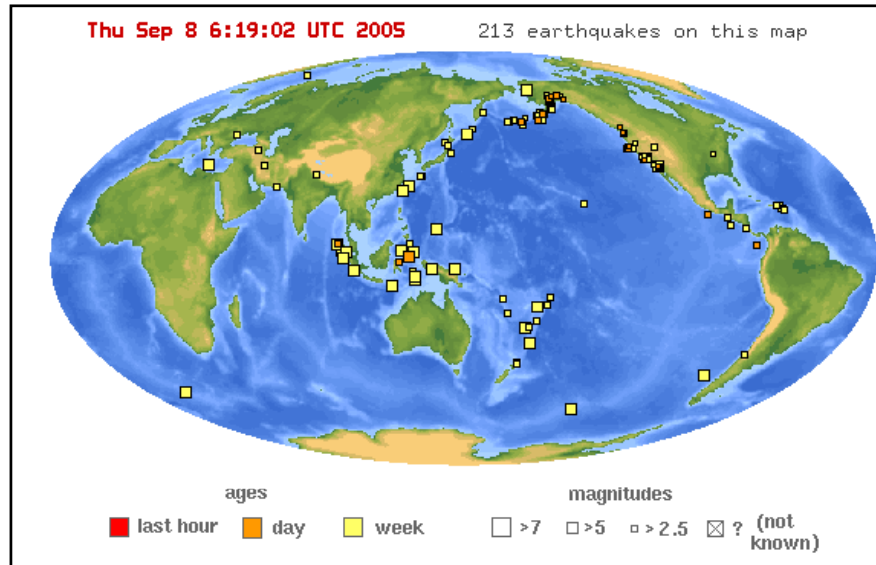
空気、水、地面(地震も含む)の修復・維持、健全な社会と生態系、法の順守と責務の遂行

観測と監視は 予測、予知のために行うものである。



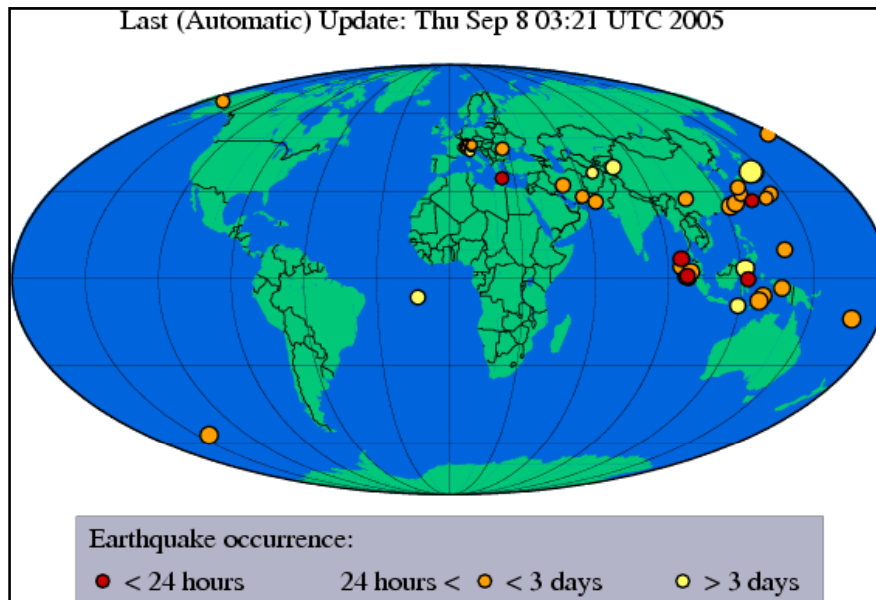
地震の現状

2005年9月8日時点の地震発生記録



米地質調査所 (USGS)

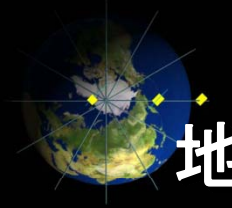
<http://earthquake.usgs.gov/recenteqsww/>



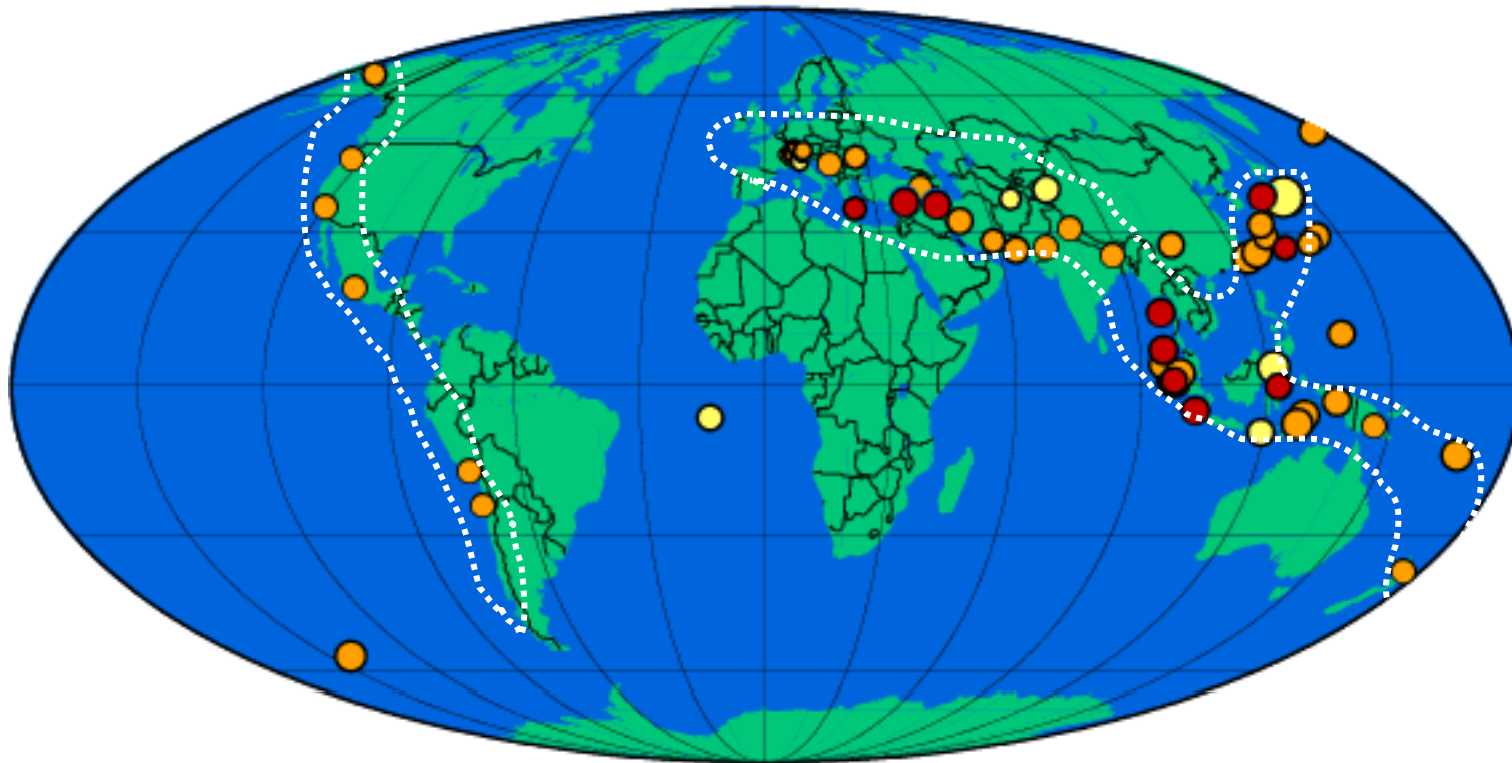
日本は先進国でもっとも地震災害が多い国である。

<http://www.seismo.ethz.ch/redpuma/maps/worldmap>

Space Research Proprietary

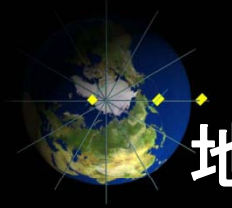


地震の現状 (某日時のイメージ図)



Earthquake occurrence:
● < 24 hours 24 hours < ● < 3 days ● > 3 days

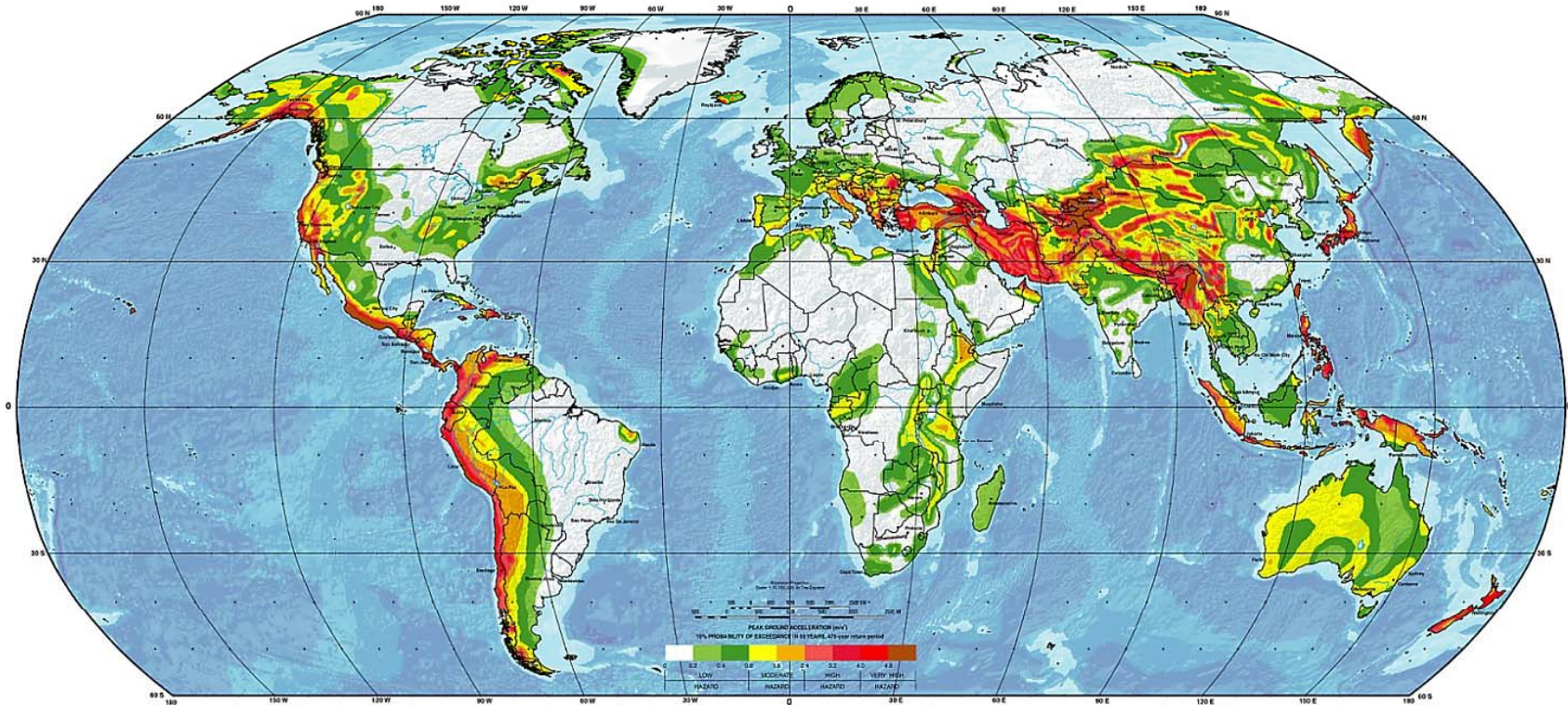
Space Research
Proprietary



地震の現状 地震発生地域世界地図

GLOBAL SEISMIC HAZARD MAP

Produced by the Global Seismic Hazard Assessment Program (GSHAP),
a demonstration project of the UN/International Decade of Natural Disaster Reduction, conducted by the International Lithosphere Program.
Global map assembled by D. Giardini, G. Gr'Ynthal, K. Shedlock, and P. Zhang
1999

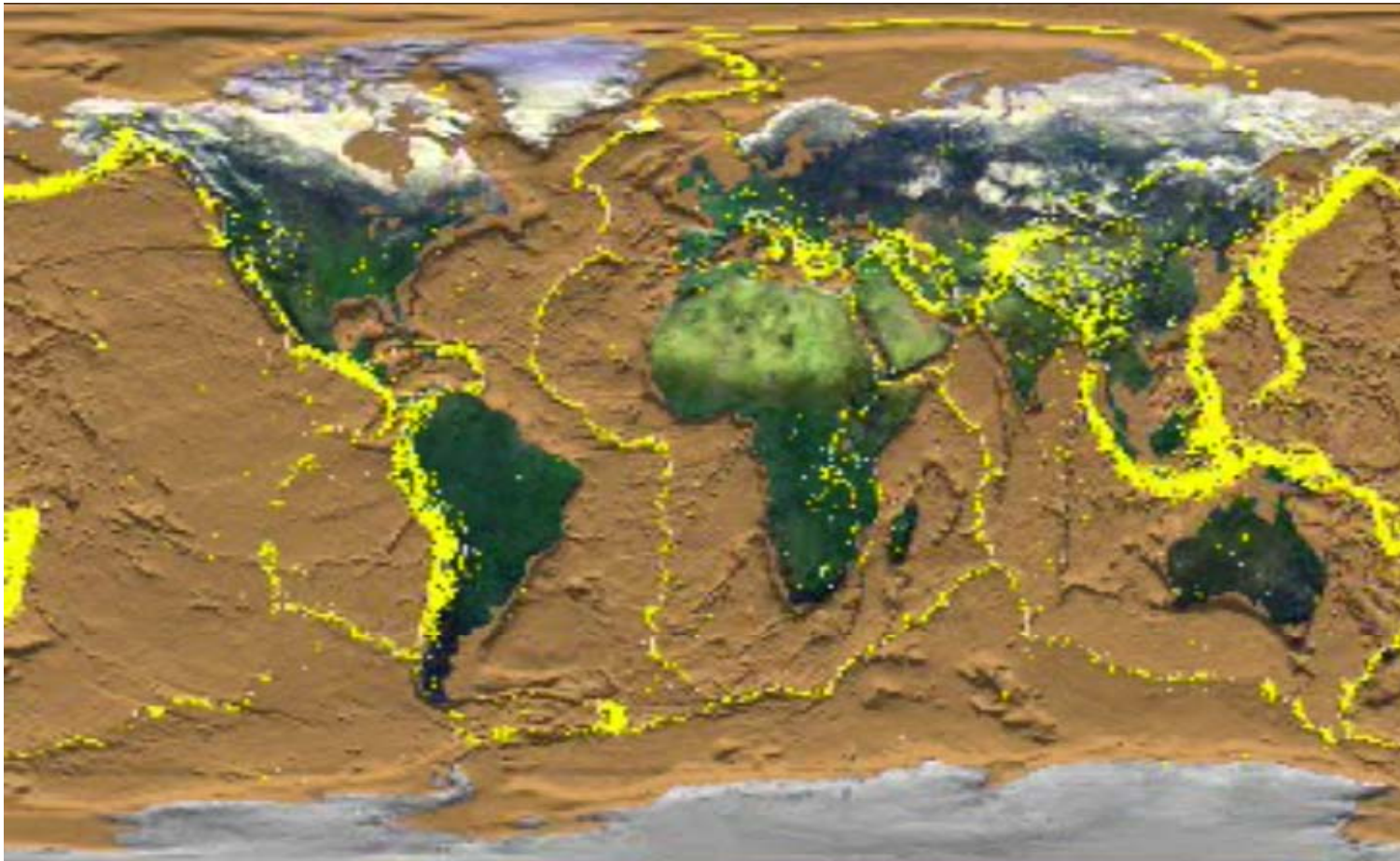


Space Research AstroResearch Proprietary



地震の現状：1960年～1995年に発生した地震

日本は、恐ろしいほど、そして寒気がするほど、危険な場所に位置しているのである。



Space Research
Proprietary

海外宇宙機関の地震への取り組み: ESA

Space Research Proprietary


esa
Space and Public Safety
Securing Our Environment
European Space Agency

ESA
Home
Understanding Our Planet
Securing Our Environment
Benefiting Our Economy

Space & Environment Intelligence

Global Monitoring for Environment & Security... ▶

International treaties implementation... ▶

Safeguarding World Heritage sites... ▶

Space & Public Safety

Civil protection assistance

Overview ▶

Fire mapping ▶

Earthquake rescue support

Flood monitoring ▶

Pollution tracking ▶

Humanitarian aid support... ▶

Epidemiology understanding... ▶

About Observing the Earth...

Opportunities with us...

Multimedia...

Services

Calendar ▶

Civil protection assistance



Road cracked by a quake

Earthquake rescue support

As international rescue teams worked in the wreckage of the town of Bam in Iran in December 2003, they were receiving welcome assistance from friends in very high places.

A variety of images from several different Earth Observation satellites – called to service by activation of the international Charter of Space and Major Disasters - were used to produce a map giving an overview of the most damaged zones as well as create reference cartography for emergency operations.

Often the after effects of an earthquake can be worse than the quake itself. Industry, agriculture and communications infrastructure may all be seriously disrupted, while victims of the quake find themselves without food, drink and shelter. And rescue workers on the ground face special challenges.

A powerful-enough earthquake just a few seconds in duration can still make current maps suddenly out of date, at the same time severing power lines, gas mains and water pipes. Secondary disasters such as landslides may have taken place in some areas.



Satellite images can provide updated views of

Earthquake effects

08-Sep-2005

Related news

- Signals from space enable earthquake detection
- Argentina's CONAE joins the International Disaster Charter

Special features

- Envisat monitoring earthquakes

Related missions

- ERS
- Envisat

In depth

- International Charter on Space and Major Disasters
- Data User Element
- Earth Watching

海外宇宙機関の地震への取り組み: NASA

Space Research Proprietary

Global Earthquake Satellite System (GESS)
 Jet Propulsion Laboratory
 California Institute of Technology

HOME SOLID EARTH SCIENCE WORKING GROUP (SESWG) GLOBAL EARTHQUAKE SATELLITE SYSTEM (GESS) OUR RESTLESS PLANET

InSAR衛星2機、高度1000km

GLOBAL EARTHQUAKE SATELLITE SYSTEM (GESS)

Earthquake science is poised to capitalize on a revolutionary capability for observing global crustal deformation. The concurrent improvements in seismic monitoring networks, high-performance computing, and geodetic measurement of crustal deformation have yielded significant advances in knowledge of fault behavior and crustal stress during the past decades.

A major leap forward will be enabled with the ability to monitor crustal deformation with high temporal and spatial resolution. That capability will extend the observational spectrum into the realm of transient aseismic deformation. These fast but seismically quiet deformation processes, which are at present poorly understood components of the strain budget, are key to developing a complete understanding of earthquake physics. Community models of earthquake physics and seismic hazards, developed in a data-rich environment will rapidly evolve in response to the data. These new models are expected to

Solid Earth Science Working Group (SESWG)
 Jet Propulsion Laboratory
 California Institute of Technology

SESWG HOME ABOUT US SESWG REPORT SUMMARY INTEGRATED PROGRAM EDUCATION LINKS

LIVING ON A RESTLESS PLANET

The solid Earth is one of the fundamental components of the Earth system, and both influences and reacts to forcings from the oceans and atmosphere. Understanding the dynamics of the solid Earth is critical for developing an interconnected view of Earth science. The dynamics of the solid Earth are, in fact, quite varied: tectonic plates shifting, coasts eroding, and volcanic eruptions occur from geologic timescales to sudden, catastrophic moments. The manifestation of many of the solid Earth processes and the influence of the ocean and atmosphere are the cause of many natural hazards we face. Investigating the solid Earth and developing applications that yield direct societal benefits.

Conducted over the past decade have shown to study the dynamics behavior of the Earth. Satellite-based measurements are among the most and cost-effective techniques for global data sets over a wide range of temporal scales. The combination of space-based measurements has the potential to reduce risks and manage the risks associated with

SCIENCE CHALLENGES AND INTEGRATED PROGRAM

Missions & Projects:

Southern California Integrated Global Positioning Satellite Network (SCIGN)

JPL is a partner in this Global Positioning Satellite (GPS) network. Using signals emitted from this group of satellites, ground receivers can measure and record very small surface motions, which typically result from movements along earthquake faults or liquid underground.


Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

The Shuttle Radar Topography Mission gathered topographic elevation data over approximately 80 percent of Earth's landmass during its 11-day flight. The results will be the most extensive high-resolution database of Earth's topography. After processing, data from this mission will be available for active fault zones around the world.

NASA/JPL Science and Technology Applied to Natural Hazards


This is a clearinghouse of information intended for researchers and scientists. It includes data on radar interferometry and Global Positioning System (GPS) satellites.

海外宇宙機関の地震への取り組み: CNES (仏)



DEMETER


Mission studying the **solid Earth**.
A better knowledge of the Earth's
electromagnetic environment to
forecast earthquakes.




HOME
VERSION FRANCAISE
PRACTICAL INFORMATION
RIGHTS
WEBMASTER
HELP
OTHER SITES
Missions

WELCOME
NEWS
SCIENCE
MISSION
SATELLITE
GROUND SEGMENT
ORGANIZATION
CONTACTS

PUBLICATIONS
PHOTOS GALLERY



Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions



CHARACTERISTICS

Microsatellite from the CNES MYRIADE series

Instruments :
electric sensors,
magnetic sensors,
a plasma analyser,
a Langmuir probe,
a particle detector.

Study the natural or anthropic ionospheric disturbances.

The project main steps

DEMETER (Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions) is the first project in the CNES [MYRIADE microsatellite series](#).

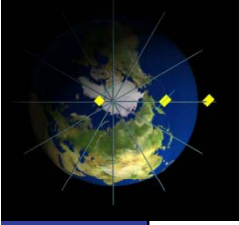
The scientific purpose of the mission is to :

- ▶ study the **ionospheric disturbances** related to **seismic** activity,
- ▶ study the **ionospheric disturbances** related to **human** activity,
- ▶ study the **pre- and post-seismic effects** in the **ionosphere**,
- ▶ contribute to **understand** the **mechanisms** generating those **disturbances**,
- ▶ give **global information** on the **Earth's electromagnetic environment** at the satellite altitude.

Latest Update 31/03/2005

NEWS

- ▶ **31-03-2005**
Scientific results
- ▶ **05-10-2004**
First scientific results
- ▶ **11-08-2004**
Start of the scientific mission
- ▶ **29-07-2004**
Start of the scientific mission is postponed
- ▶ **21 to 27-07-2004**
Electromagnetic compatibility tests
- ▶ **15-07-2004**
Tests of the satellite in the nominal configuration for scientific measurements
- ▶ **08-07-2004**
Operations related to the scientific payload
- ▶ **30-06-2004**
News from the satellite
- ▶ **29-06-2004**
Successful launch



低コスト、国際協力による小型衛星利用電離層多点観測システム (地震前兆現象及び宇宙気象観測)

地震発生場所の特定は現在ある程度可能

地震発生時の震源地と震源の深さの特定は、長年の科学研究及び観測のネットワーク化によってある程度特定されている。

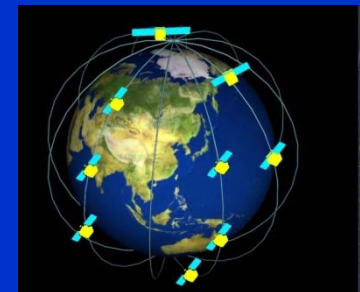
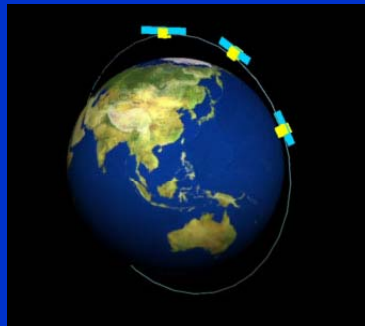
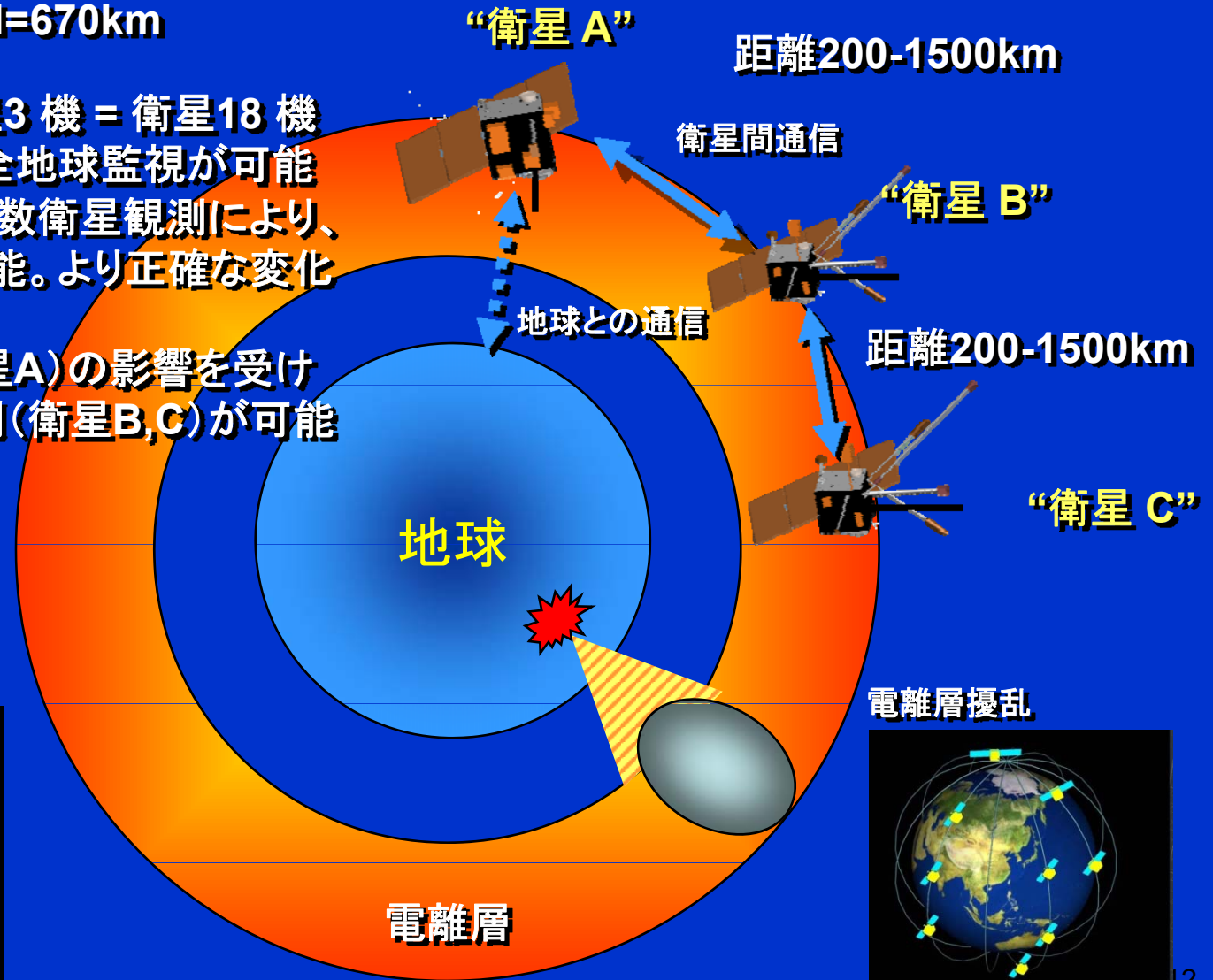
問題は、地震発生の日時の特定

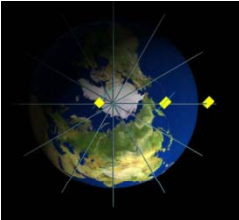
- ・地震発生の日時の特定は、依然として科学者によって挑戦的課題だった
- ・最近の研究で、地震発生日時の特定は、近距離よりも宇宙からのほうがより正確であることが発見
- ・地震前兆時には地球周辺宇宙環境や宇宙気象のさまざまなパラメータに影響を与えることが判明
- ・もっとも高感度のパラメータは電離層。“地震の電離層前兆”と呼ばれている
- ・ただし、地震発生場所の特定には不向きで、場所は従来の地上観測が断然有利
- ・パラメータとしては、宇宙プラズマ、電磁気準静的フィールド、電磁波、活性粒子流等
- ・地震発生予定地点でパラメータに顕著な変化が記録
- ・あらゆる手段を検討した結果、衛星による電離層電波観測、そして”Ionosonde”と命名された革命的センサの利用
- ・ただし、パラメータの変化は通常の電子密度で20-25%以下程度と低く、発見しにくいことから、常時連続観測することでその変化を特定
- ・地震は複雑な現象の複合的結果であることから、さまざまなパラメータの衛星利用観測に期待

低コスト、国際協力による小型衛星利用電離層多点観測システム
(地震前兆現象及び宇宙気象観測)

・太陽同期軌道 H=670km

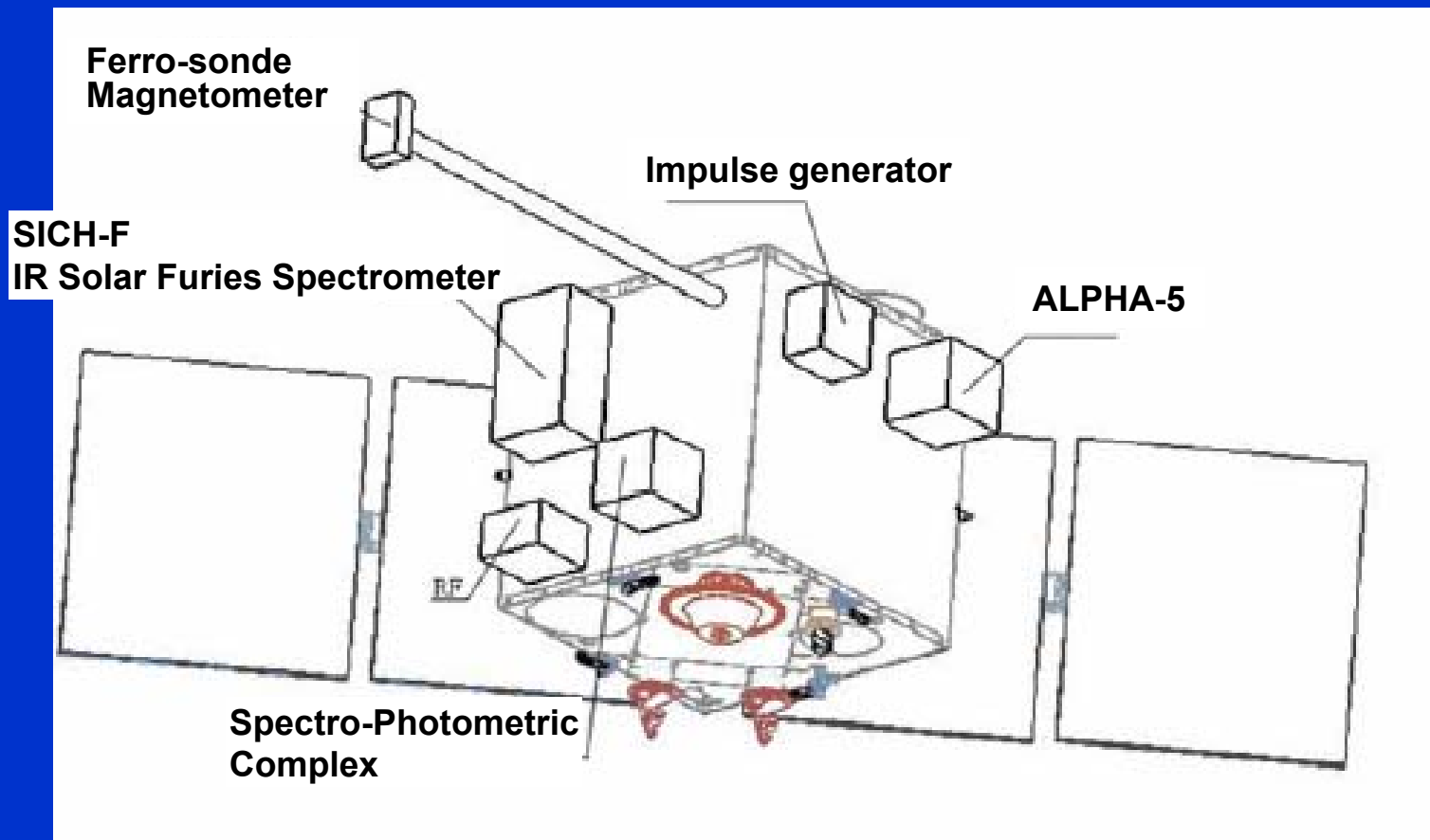
- ・6 軌道面 x 衛星3 機 = 衛星18 機
- ・リアルタイムの全地球監視が可能
- ・距離を置いた複数衛星観測により、時間差観測が可能。より正確な変化をキャッチ
- ・データ送信(衛星A)の影響を受けずに、正確な観測(衛星B,C)が可能





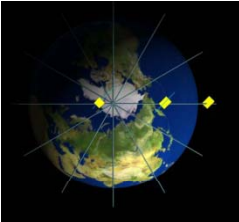
低コスト、国際協力による小型衛星利用電離層多点観測システム
(地震前兆現象及び宇宙気象観測)

Satellite "A"



Proprietary

S p a c e R e s e a r c h
A s t r o R e s e a r c h



低コスト、国際協力による小型衛星利用電離層多点観測システム (地震前兆現象及び宇宙気象観測)

Satellite "B"

LEMI-502
ELECTRIC FIELD SENSORS LEMI-501,
LEMI-502 for electric field measurement in
spatial experiments

LEMI-3
COMBINED WAVE PROBE LEMI-603 for the
simultaneous measurements in space
plasma of magnetic field, spatial current
density and electric potential in frequency
band 0.1 - 40 kHz..

LEMI-502
Electromagnetic Field
Measurement

LEMI-603
Combined wave probe
Space Plasma Measurement

Neutral and
Charged Plasma
Diagnostic Device

SWIST
Radio-spectrographs

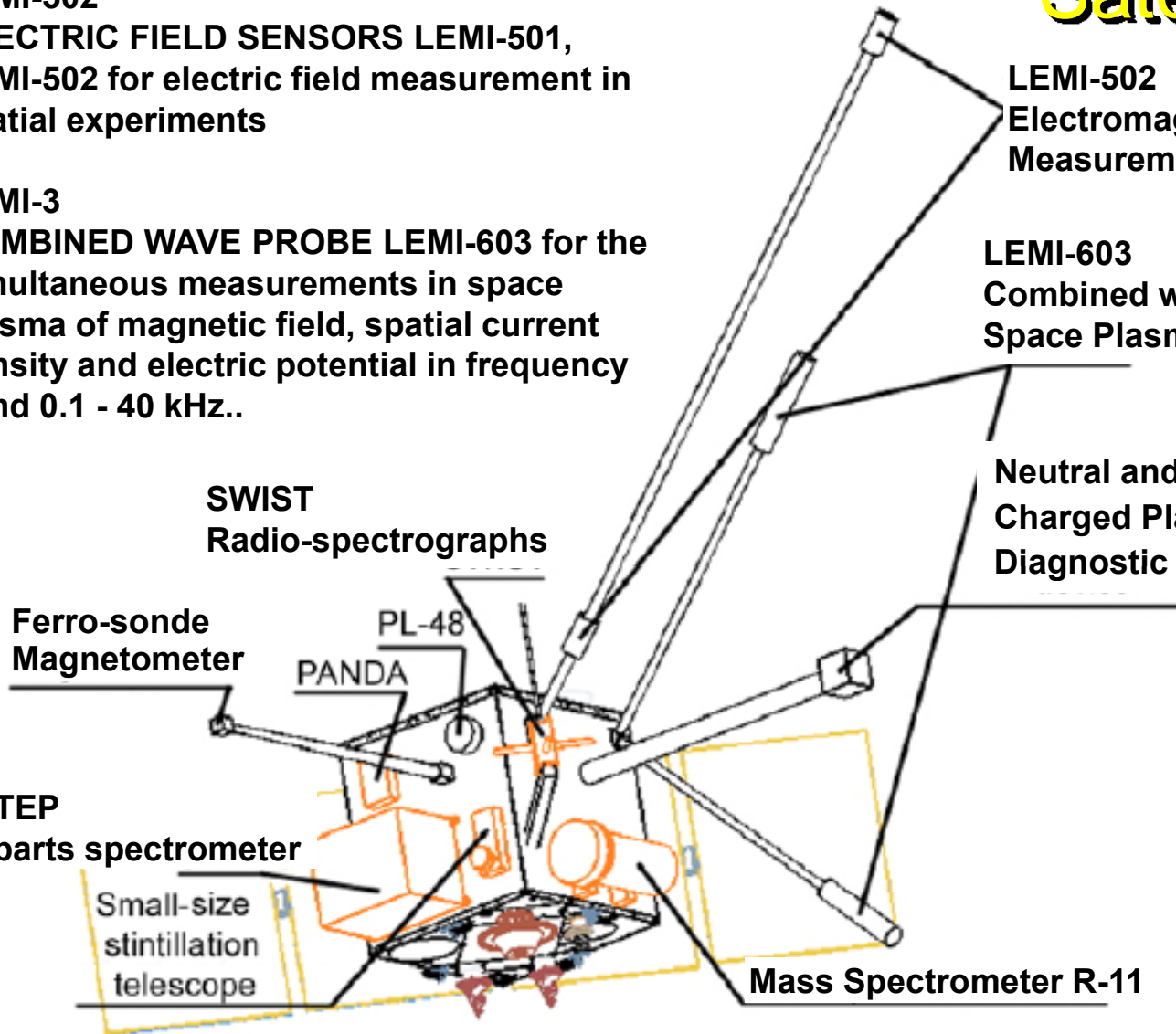
Ferro-sonde
Magnetometer

PL-48
PANDA

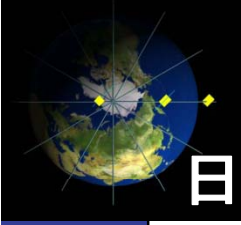
STEP
αparts spectrometer

Small-size
stintillation
telescope

Mass Spectrometer R-11



Proprietary
Space Research
AstroResearch



日本の地震観測体制：地震予知連絡会の構成機関

① 国立大学など：微小地震、地殻変動、地球化学、地球電磁気、活断層、岩石破壊などに関する観測・調査・研究(基礎研究を含む)

北海道大学大学院理学研究科地震火山研究観測センター

東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

東京大学大学院理学系研究科

東京大学地震研究所(歴史ある研究所)

東京工業大学大学院理工学研究科

名古屋大学大学院理学研究科地震火山観測研究センター

京都大学大学院理学研究科

京都大学防災研究所

九州大学大学院理学研究院地震火山観測研究センター

② 防災科学技術研究所：微小地震観測(深井戸での観測を含む)、地殻活動連続観測、海底地震観測

③ 海洋研究開発機構：海洋観測、深海研究

④ 産業技術総合研究所地質調査総合センター：活断層の調査研究、地下水等の観測研究、岩石破壊過程の実験的研究

⑤ 海上保安庁海洋情報部：海底地形・構造調査、地磁気測量、海底観測、験潮

⑥ 気象庁：大・中・小地震観測、歪観測、地磁気観測、験潮

⑦ 国土地理院：測地測量、GPS連続観測、VLBI観測、伸縮・傾斜観測、重力・地磁気観測、験潮

日本の地震観測体制：予測の限界、推論に傾く

観測とは予測、予知を目的 → 推論からの脱却

■ 日本の地震観測は地殻変動のデータ収集と地震発生の統計的確率論が中心

■ 地震が発生すると、「***地震は震源が***で、震度***、地面が**センチ**に動いた」程度。これでは悲しい。

■ 2005年8月17日神戸新聞

8月十六日の宮城県沖を震源とする地震について、政府の地震調査委員会の津村建四郎委員長の会見、「**今後三十年以内**にマグニチュード(M)7.5前後の地震が起こる**確率は99%**」、「十七日午後二時から**三日以内**にM6以上の余震が発生する**確率は、約10%**と推定」

■ 1995年兵庫県南部地震発生直前における確率

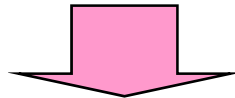
断層帯名	発生した地震規模 (マグニチュード)	地震発生確率	平均活動間隔
		30年以内	
野島断層	7.3	0.4%~8%(暫定値)	1800年~3000年(暫定値)



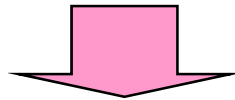
結 論

- 日本は先進国の中でもっとも地震が多発する国。
- 最新技術、挑戦的な技術にもっと投資をして地震予知技術に挑戦すべき
- 技術開発から問題解決型宇宙ミッションに挑戦すべき

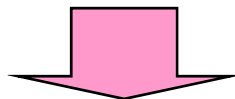
実行した場合



日本国内の人命、資産、安心生活、
国家安全を保障

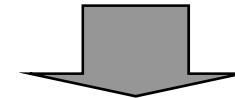


その技術を世界に広め、国際的な地震災害防止に貢献。技術のデファクトスタンダード確立

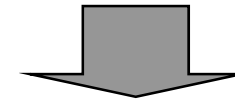


国際的信頼の獲得と新技術による産業の国際的競争力、国の発展、豊富な研究資金

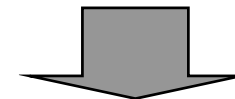
実行しなかった場合



日本国内の人命、資産、安心生活、国家安全が脅かされる



海外で予知技術が開発され、それを日本がキャッチアップすることで、日本の技術開発姿勢が国際的に疑問視され、信頼性が低下



国際的な技術競争、特に中国、インドに追い越され、国際競争力低下、経済の衰退、研究資金の減少