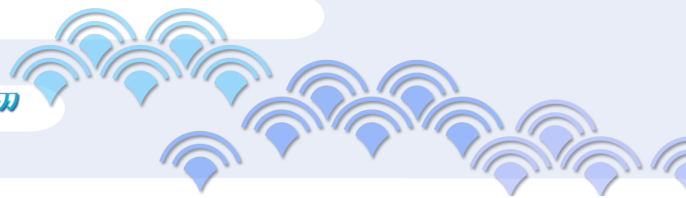




水循環変動観測衛星「しずく」

Global Change Observation Mission-Water “SHIZUKU”



# GCOM-Wと AMSR2後継センサに向けた 取組状況

宇宙航空研究開発機構  
第一宇宙技術部門  
笠原希仁

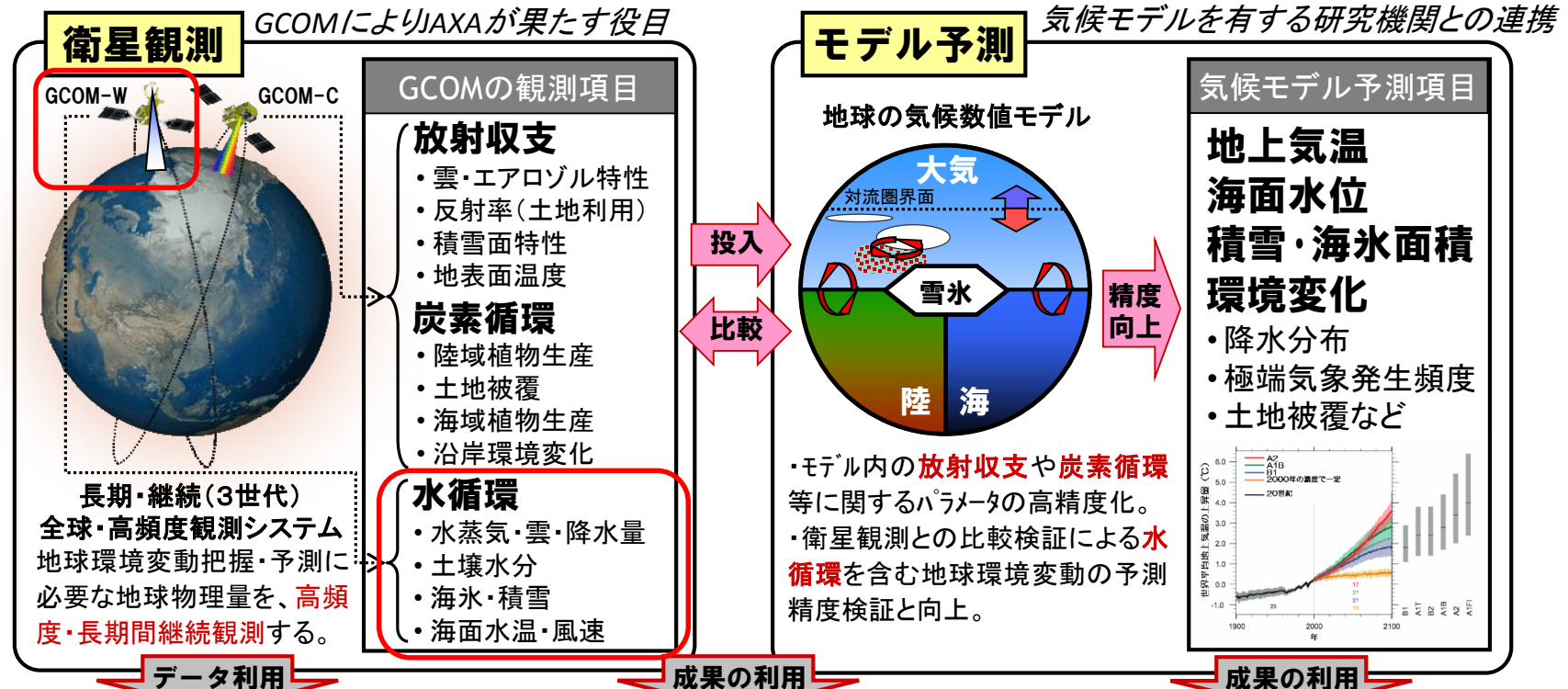
平成29年4月28日

# GCOM-Wの歴史



- 2007. 4. 1  
開発プロジェクト開始
- 2012. 5. 18  
種子島から打上げ
- 2012. 7. 3  
AMSR2観測開始
- 2013. 1. 27  
輝度温度データを一般に公開
- 2013. 5. 17  
地球物理量データを一般に公開
- 2017. 5. 18  
ミッション期間終了予定

# 地球環境変動観測ミッション(GCOM)の目的



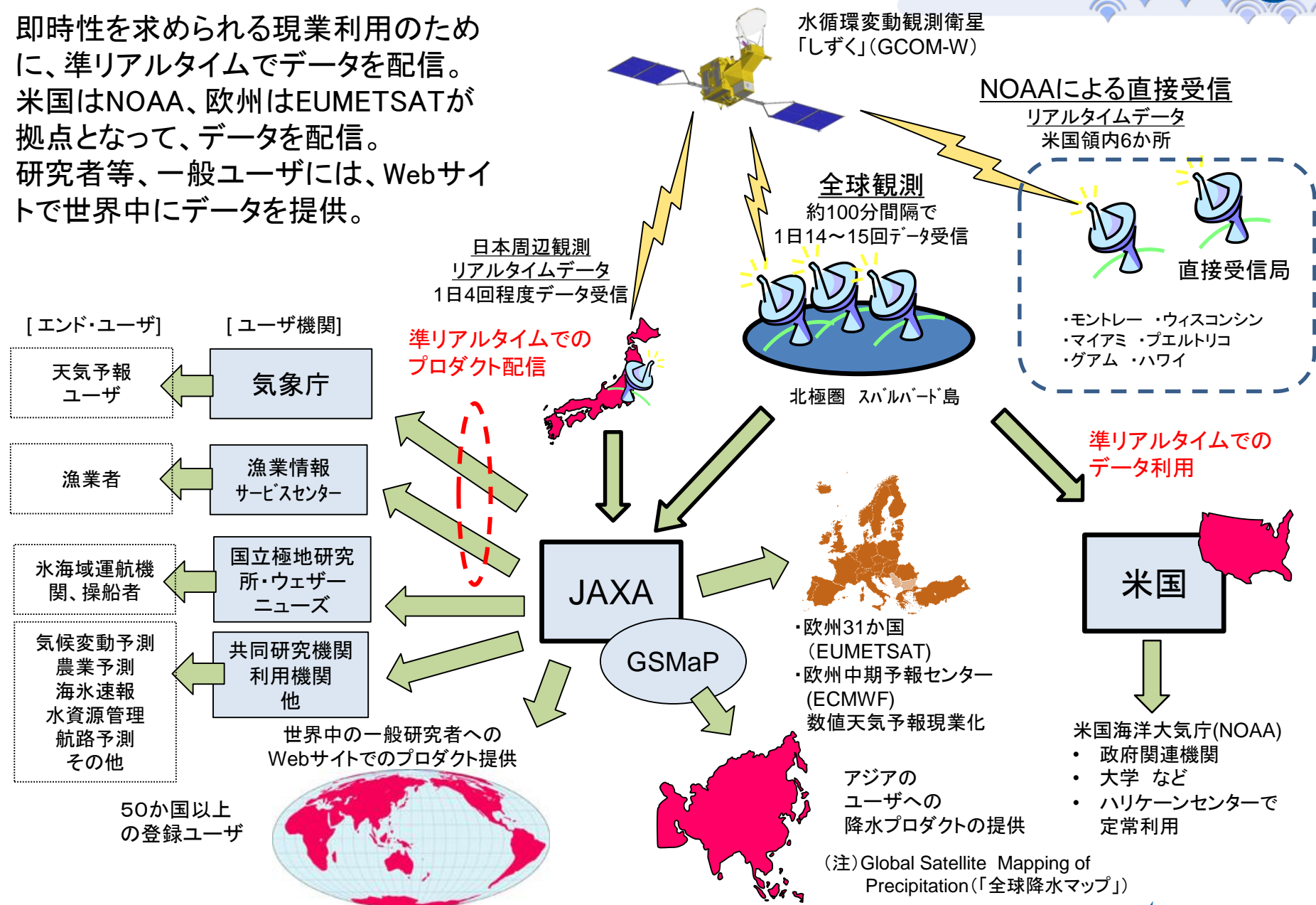
- 世界各国の気象機関が気象予報などの定常業務に利用
- 国内では、水産業、海洋速報、等

- グリーンランド氷床の全面融解
- 今世紀最大のエルニーニョ現象
- 観測史上最小を記録した北極/南極の海水面積、等

- IPCC第5次評価報告書の海水面積の変化にAMSR-E(NASA Aqua衛星搭載)のデータが掲載。(次期レポートではAMSR2が想定) 3

# GCOM-Wのデータ提供

- ・ 即時性を求められる現業利用のために、準リアルタイムでデータを配信。
- ・ 米国はNOAA、欧州はEUMETSATが拠点となって、データを配信。
- ・ 研究者等、一般ユーザには、Webサイトで世界中にデータを提供。



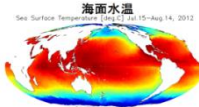


# マイクロ波放射計に関する観測データと実業との相関

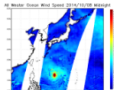


## 観測量

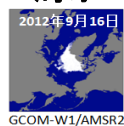
### 海面水温



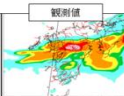
### 海上風速



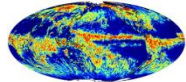
### 海氷



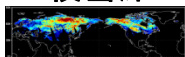
### 水蒸気量



### 降水量(雨量)



### 積雪深



### 土壌水分量



## モデル&シミュレーション

## 予測

### 漁場予測



### 船舶安全航行情報

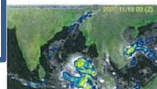
### 北極海航路運航情報

### 南極観測船着岸ルート選定

### 温暖化予測 (IPCC)

註) IPCC: 気候変動に関する政府間パネル。  
(世界標準の物差しとして利用)

### 洪水予測



### 用水計画

リアルタイムな全球降水量データ (GsMAP)

### 干ばつ指数

## 実業案件

### 漁船の燃料削減

### 海運物流の確保

### 航海の自由・北極海資源確保

### 科学技術外交 (ArCS事業)

### 世界の温暖化政策へ反映

### 気象予報

### 海外防災案件(バングラデシュ)

### 海外防災案件(フィリピン、ベトナム)

### 水資源確保

### 食糧安全保障へ貢献

## 関連機関

水産庁  
・JAFIC

海上保安庁・  
海運業者  
・気象会社

国交省・  
経産省・  
海運業者

文科省  
・外務省

環境省・  
文科省・IPCC  
他

気象庁  
NOAA

JICA/ADB

地方自治体  
・農水省

農水省

## 安全保障分野

NASA, NRL,  
NOAA他

海外利用(世界気象機関、米国NASA・NOAA・NRL他)

「我が国の地球観測の将来計画に関する提言」(タスクフォース会合・リモートセンシング分科会)より一部見直し

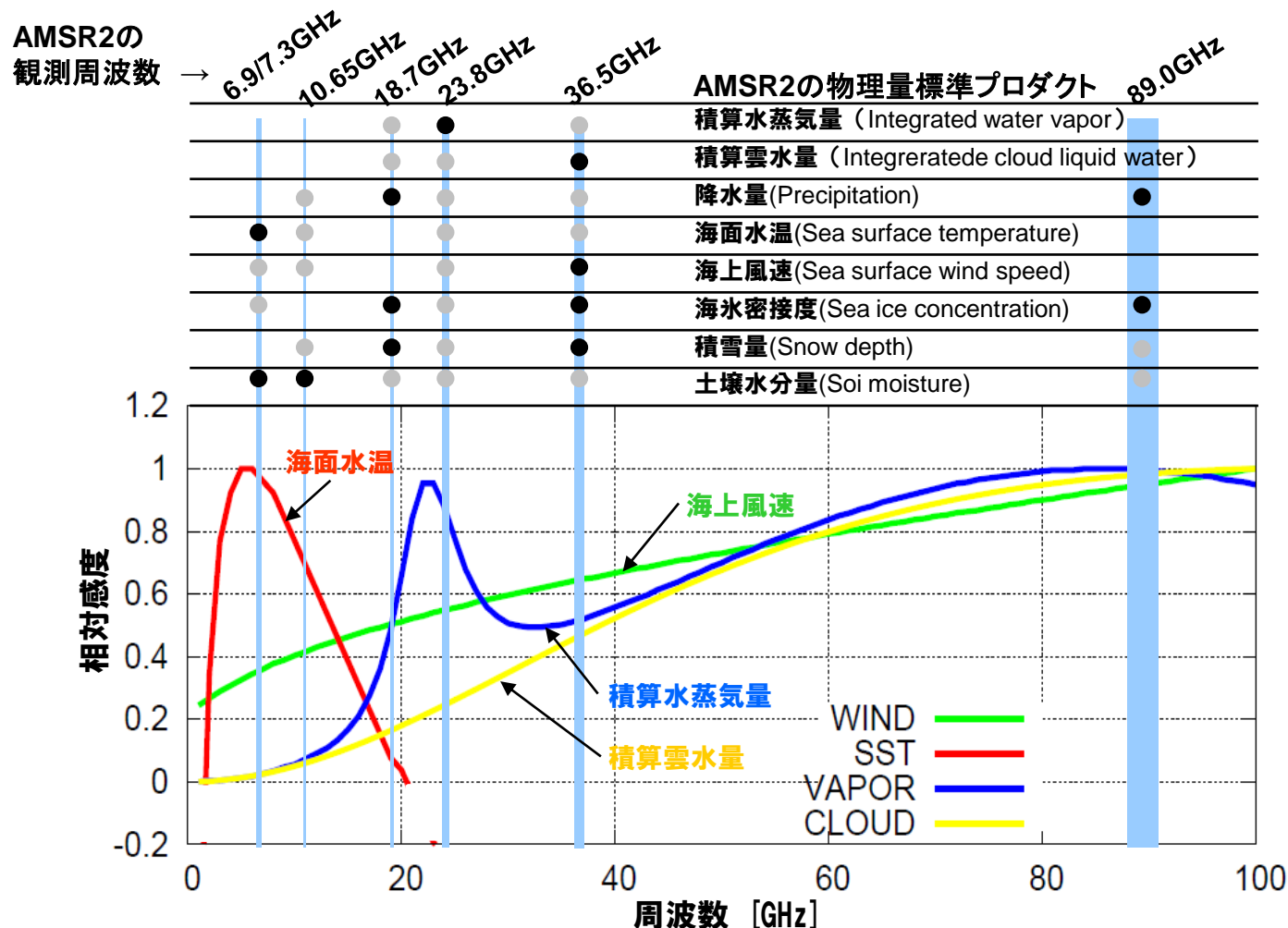
# AMSR2機能・性能の世界との比較



- マイクロ波放射計として、AMSR2は世界トップの性能と機能
  - 2mの大口径のアンテナによる高空間解像度
  - 7GHz帯(Cバンド)により、全球の海面水温や土壌水分量観測が可能

衛星名	Coliris	DMSP-F17,19	FengYun-3B,3C,3D,3F	HaiYang-2A,2B	<b>GCOM-W</b>	GPM-Core	Meteor-M2	MetOp-SG
センサ名	Windsat	SSMIS	MWRI	MWRI	<b>AMSR2</b>	GMI	MTVZA-GY	MWI
打上げ年	2003	2006,2009	2010,2013 2016,2019	2011,2017	2012	2014	2014	2022
開発機関 (国)	NRL (US)	DoD (US)	CMA (China)	SOA (China)	JAXA (Japan)	NASA (US)	Roskosmos/Rosh ydromet/Planeta (Russia)	ESA
観測周波数 (GHz)	22-channel	24-channel	10-channel	9-channel	16-channel	13-channel	21-channel	26-channel
C-band	6.8	-	-	6.6	6.9,7.3	-	-	-
X-band	10	-	10	10	10	10	10	-
K-band	18,23,37	19,22,37	18,23,36	18,23,37	18,23,36	18,23,36	18,23,31,36,	18,23,31
V-band		50,60	-	-	-	-	42,48,52-57	50
W-band		91	89	-	89	89	91	89
mm-band		183	-	-	-	165,183	183	118,165,183
アンテナ口径	1.8m	0.6m	~0.9m	1.0m	<b>2.0m</b>	1.2m	0.65m	~0.75m
空間解像度 @36GHz	8x13km	31x41km	18x30km	15x25km	<b>7x12km</b>	9x14km	30x67km	~30km
@7GHz	40x60km	-	-	75x100km	<b>35x62km</b>	-	-	-
観測幅	950km(fw) 350km(aft)	1700km	1430km	1600km	1600km	885km	1500km	?
衛星高度	840km	833km	836km	973km	700km	402.5km	836km	835km
昇交軌道の 地方時 (ATAN)	18:00	~20:00	13:40 (3B), 22:00 (3C)	18:00	13:30	N/A	21:30	21:30

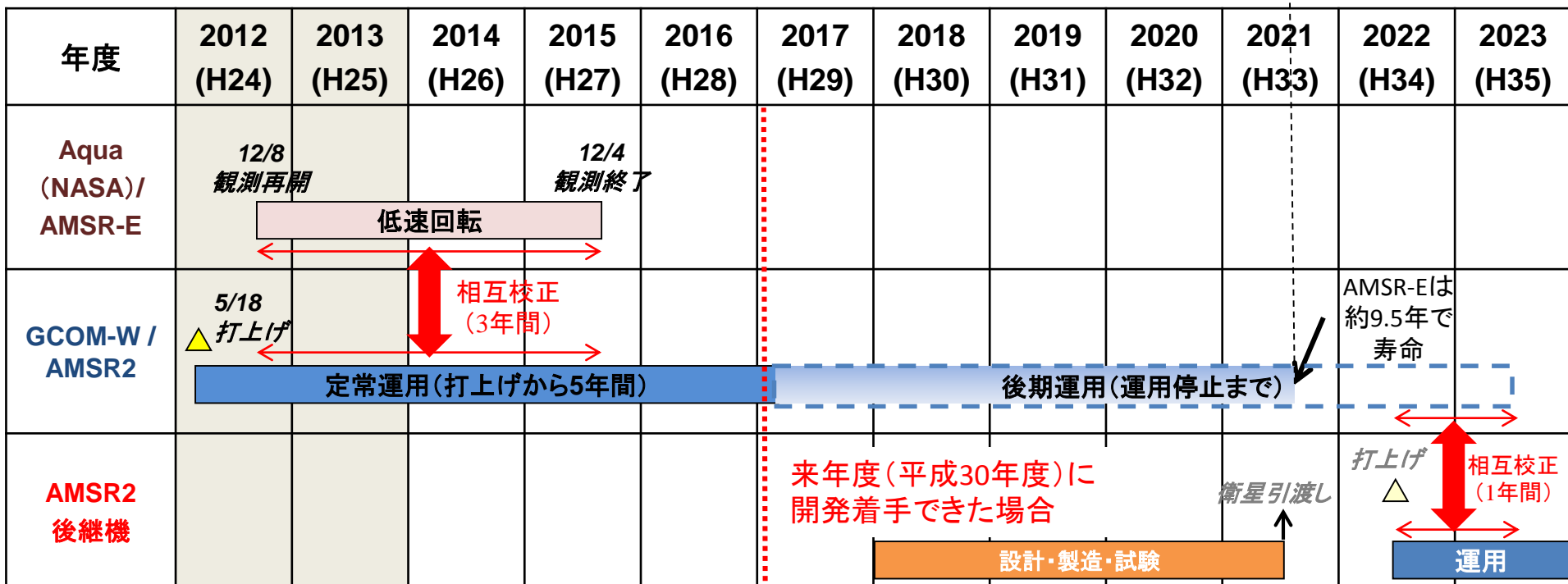
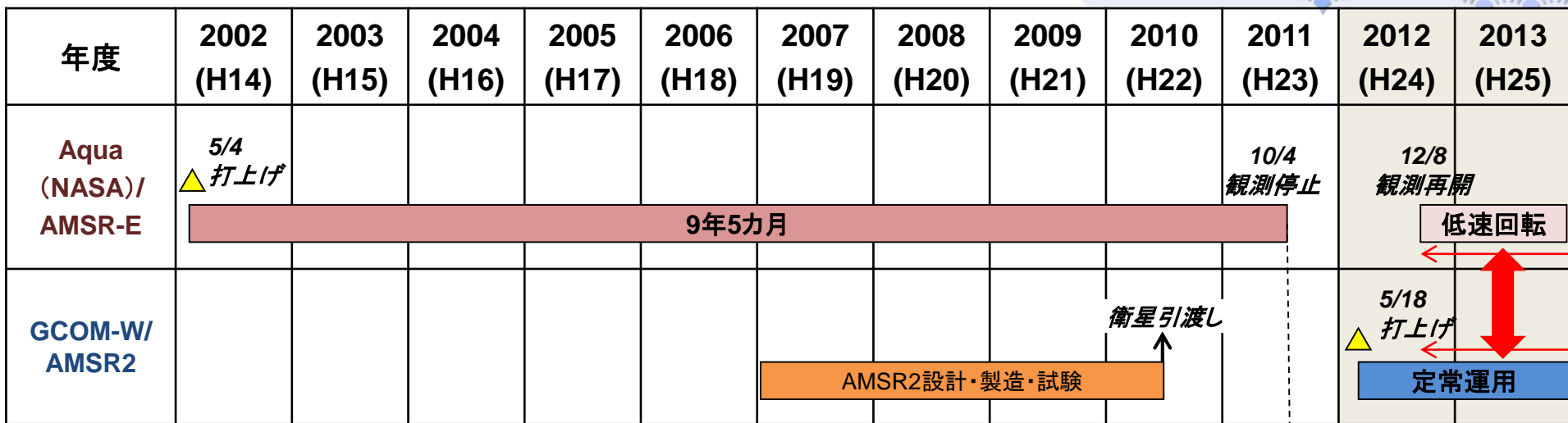
# AMSR2の観測周波数帯と観測物理量（7~89GHzの範囲の6つの周波数帯で水に関する物理量を観測）



海洋上物理量の相対感度<sup>(注)</sup>を表す模式図。AMSR2の周波数帯を水色で、プロダクト導出で用いられる周波数帯を丸印で表す(●は最重要の周波数帯)。

(注) 1Kの輝度温度変化に対応する物理量変化幅を1~100GHzで求め、その最大値で規格化したもの

# AMSRの歴史と展望





# 世界の気象分野からの期待

- 2015年4月 日米首脳会談
  - 首脳会談後に発表されたファクトシートに、GCOM後継ミッションにおいて協力することが記載された。
- 2016年6月 GCOM-Wの継続を期待・要望するレター
  - ✓ 世界気象機関(WMO)事務総長 → 気象庁、JAXA  
WMO:国連の専門機関の一つ。平成27年(2015年)4月現在、185か国・6領域が加盟。
  - ✓ 気象衛星調整会議(CGMS)事務局長 → 文部科学省研究開発局、JAXA  
CGMS:気象衛星の運用国又は運用機関及びWMOが、衛星システムの運用、利用に関して調整を行う会議。当時の事務局長は、欧州気象衛星機構(EUMETSAT)長官。
- 米国海洋大気庁(NOAA)  
NOAAが運用する、Joint Polar Satellite System (JPSS:2017年JPSS-1打上げ予定)では、マイクロ波放射計を搭載せず、同じく午後軌道のGCOM-W/AMS2及びその後継機を利用する計画。

# 日米宇宙協力

## FACT SHEET: U.S.-Japan Cooperation for a More Prosperous and Stable World

The White House  
Office of the Press Secretary  
April 28, 2015

### Harnessing Science, Technology, and Innovation for Our Future

Together, the United States and Japan are drawing upon the technical skills and resources of our two nations to:

#### b. Space

- Increase cooperation in both space science and Earth observation, including meteorology, and in Earth science to address global environmental and climate challenges.
- Recognize continued cooperation on the joint NASA-JAXA Global Precipitation Measurement mission and on global carbon measurements through the agreement with regard to the Orbital Carbon Observatory-2 Satellite and the Greenhouse Gases Observing Satellite-1 and 2 missions.
- **Cooperate on a Global Change Observation Mission follow-on mission to avoid a gap in availability of data required for global weather forecasting**

「<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/04/28/fact-sheet-us-japan-cooperation-more-prosperous-and-stable-world>」から抜粋

# 日米宇宙協力

## より繁栄し安定した世界のための日米協力に関するファクトシート

平成27年4月28日

### 我々の未来のための科学、技術及びイノベーションの活用

日米両国は、共に、以下の取組を行うため、両国の技術及び資源を活かしている。

#### 宇宙

(中略)

- グローバルな環境及び気候に関する課題に対処するため、気象学及び地球科学を含む宇宙科学及び地球観測の分野における協力を増進。
- 宇宙航空研究開発機構(JAXA)とアメリカ合衆国航空宇宙局(NASA)との共同のグローバルな降水観測計画並びに炭素観測衛星2号、温室効果ガス観測技術衛星1号及び2号に関する計画についての取極を通じたグローバルな炭素量測定に関する継続した協力を認識。
- グローバルな気象予測のために必要なデータの利用に空白が生じることを回避するため、地球環境変動観測ミッションの後継ミッションにおいて協力。

外務省ホームページ([http://www.mofa.go.jp/na/na1/us/page3e\\_000334.html#section2](http://www.mofa.go.jp/na/na1/us/page3e_000334.html#section2))から抜粋

## Arctic Research Infrastructure

### VESSELS

Using R/V *MIRAI*, JAMSTEC's ice-strengthened research vessel that is equivalent to Polar Class 7, Japan primarily conducts oceanographic research and mooring-based observations during the summer, in the Pacific sector of the Arctic Ocean. Studies of the Arctic Ocean marine ecosystem and fisheries are occasionally carried out by T/S *Oshoro-maru*, an ice-protected, NK-IC class vessel, owned by Hokkaido University.

### FIELD STATIONS

Field observations are conducted by Japanese researchers at the Ny-Ålesund Research Station in Svalbard, Norway, and Poker Flat Research Range in Alaska, USA. At these stations, scientists conduct environmental research across a variety of disciplines in cooperation with research institutes from other countries.

### SATELLITES

The Japanese Aerospace Exploration Agency (JAXA) uses the "SHIZUKU" (water) satellite to make one-full-day observation images of the Earth. As SHIZUKU flies over polar regions every 100 minutes, and thus the entire area of the Arctic Ocean can be observed daily, high resolution, one-day images can be created, and the data are shared publicly.

Japan also measures greenhouse gases, such as carbon dioxide and methane, using the "GOSAT Ibuki" satellite system. The "DAICHI 2" satellite is detecting changes of permafrost, ground, boreal forest and sea ice in the Arctic.

米国ホワイトハウス主催「北極科学技術大臣会合」(2016年9月28日)の報告書で、「しずく」(GCOM-W)が北極研究のインフラとして記載されている。



25か国の閣僚級が出席



# 国内での政策的位置づけ等(1/2)(平成27年度以降)

これまでに、観測システムを確立し、その価値が認められた。  
 今後は、観測の継続性が更なる社会的価値向上のカギとなる。

## 【宇宙基本計画】(平成28年12月13日宇宙開発戦略本部決定)

- ・GCOM-W1について平成29年度以降の取組みや工程表にて言及(後述)

## 【科学技術イノベーション総合戦略2016】(平成28年5月24日閣議決定)

- ・まず、気候変動プロセスの解明と地球規模課題の解決に必要とされる大気と海洋及び地形・植生・土地利用等の陸上の状態と温室効果ガスや大気汚染物質等に対する衛星リモートセンシング技術の開発、**継続的な衛星運用**と陸域や海域からの観測を含む地球観測体制の整備、気候変動に伴う地球温暖化の影響が顕著に現れる地域であるにもかかわらず観測技術や科学的知見が不十分な北極域の研究の推進が重要である。

## 【気候変動の影響への適応計画】(平成27年11月27日閣議決定)

- ・様々な水産資源について、引き続き産卵海域や主要漁場における海洋環境についての調査を継続し、海洋環境の変動等による水産資源への影響等の把握に努める。また、調査船や人工衛星等から得られる様々な観測データを同化する手法を高度化し、海況予測モデルの精度を高める。これら情報を元に、環境変動下における資源量の把握や予測、漁場予測の高精度化と効率化を図り、環境の変化に対応した順応的な漁業生産活動を可能とする施策を検討する。〔関係府省庁〕農林水産省
- ・海外における食料供給動向に関する情報の補完・強化を図るため、土壌水分等の衛星による地球観測データ(解析画像を含む)を、JAXAと連携して入手・蓄積を図り、分析・活用可否を検討する。〔関係府省庁〕農林水産省

## 【水循環基本計画】(平成27年7月10日水循環基本計画)

- ・これまで我が国が先導してきた地球観測に関する政府間会合(GEO)の国際連携枠組みを活用しつつ、衛星等による水循環に関する全球観測・解析・適応に関する科学技術研究・開発体制を発展・強化するとともにその利用に関する連携協力を推進する。
- ・人工衛星による水循環観測及び水害監視・対策を強化するため、「宇宙基本計画」を踏まえ、国内外のSAR(Synthetic Aperture Radar: 合成開口レーダー)衛星群、光学衛星群、環境観測衛星群の連携による定常的な連続観測システムを構築するとともに、これらによる観測データを地上観測データ、数値モデルを使って予測データとして集約した水循環データベースの構築を推進し、準リアルタイム配信と精度向上を図ることにより継続的に運用し、関係機関・各国と共有する。



# 国内での政策的位置づけ等(2/2)(平成27年度以降)

【今後10年の我が国の地球観測の実施方針】(平成27年8月25日科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 地球観測推進部会決定)

・また、高分解能のマイクロ波放射計による積雪量・降雪量観測や、複数衛星の降水観測データを統合して作成する全球降水マップ(GsMAP)の高度化、衛星データ等同化による予報モデルの高度化(数時間後までの降水予測等)といった、新たな観測機器の開発や観測・予測手法の高度化を、地球観測を実施する機関と利用する機関の連携を通じて、今後強化、推進していく必要がある。また、地球観測の成果を、国・地方自治体・個人が災害時に的確に行動するための判断(Behavior Decision Making)の材料として社会に提供する必要がある。

【国土交通省気候変動適応計画】(平成27年11月27日国土交通省公表)

・地上における観測をはじめ海洋気象観測船や衛星等の観測により、大気・海洋環境変動の状況を把握し、温室効果ガス等の気候変動に関する長期的な監視情報を提供するとともに、大雨等の異常気象の出現頻度増加及び海洋酸性化の進行等に関する詳細な情報を提供する。

【我が国の北極政策】(平成27年10月16日総合海洋政策本部決定)

・北極環境の変動メカニズムに関する更なる解明に向けた北極の科学的データを取得し、解析するため、我が国が強みを有する、最先端の衛星や、観測基地及び観測船等を用いた継続的な観測の強化に取り組む。

【海洋観測の強化について重点的に取り組むべき事項(提言)】(平成29年2月16日、総合海洋政策本部参与会議(第33回)海洋観測強化PT報告書)

- ・衛星観測や衛星による通信インフラは、我が国の海洋観測網にとって不可欠な要素であることから、衛星計画の検討に際し、観測衛星に搭載するセンサや陸上との大容量の観測データ通信に必要なインフラについて海洋分野からニーズを打ち出していくべきである。
- ・特に、衛星による海洋観測データを利用した情報サービスの中には、水循環変動観測衛星(GCOM-W)搭載センサにより提供される気候パラメータ等、実証試験の段階を超え、すでに継続性を求められる段階に入っているものがある。こうしたサービスに係る衛星機能の継続は優先的に図るべきである。

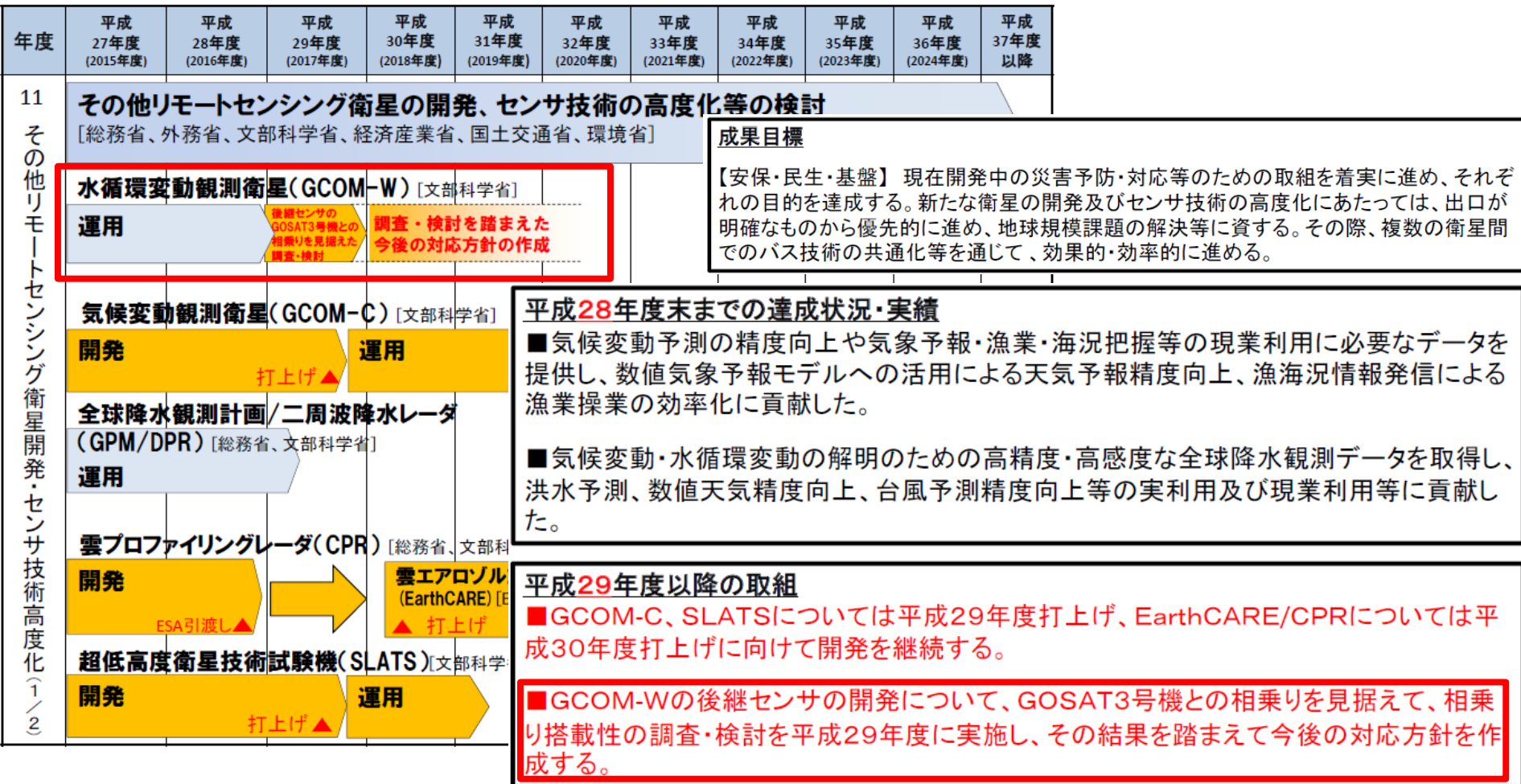
# 宇宙基本計画 工程表

## ■ 宇宙基本計画 工程表(28年度改訂)

(平成28年12月13日 宇宙開発戦略本部決定)

- AMSR2を搭載したGCOM-Wの後継ミッションについては、平成29年度の調査・検討結果を踏まえて今後の対応方針を作成するとされており、現時点で、開発着手や打上げ予定は規定されていない。

### 4. (2)① ii) 衛星リモートセンシング



# AMSR2後継センサに向けた取組

- GOSAT-3との相乗りに関して、温室効果ガス観測センサとAMSR2後継機の2つの機器を搭載する衛星システムの技術的な成立性の検討
  - 振動擾乱に敏感な温室効果ガス観測センサへの影響が課題。衛星システムを介して伝達される擾乱を低減する対策について、重点的に検討中。
- 水産業で利用ニーズが高い海面水温の高解像度化と沿岸域観測
  - データ取得密度の向上と地上データ処理により、実際のアンテナビーム幅より小さい解像度を得る。(検証段階)
- 極域・氷海域での運航計画立案を支援するための海氷プロダクト作成
  - 既存の海氷密接度の精度向上に加え、海氷移動ベクトル、海氷厚などを実用レベルまで引き上げる。(研究段階)
- 観測データを入力とした予報・予測モデルによる予報・予測値の情報提供
  - 予報・予測モデルを有する機関との連携・協力による体制強化。