

# 8. リスク管理

前回から変更なし



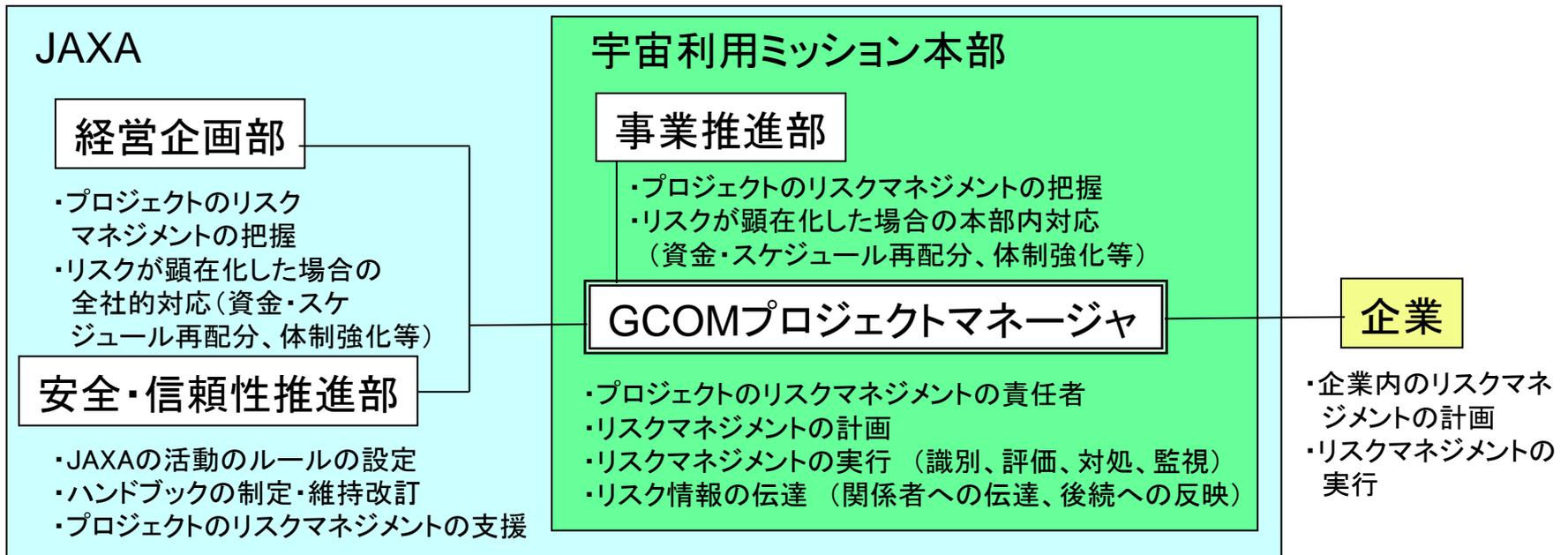
## (1) リスク管理方針

GCOMプロジェクトのリスクについては、衛星の開発に係わるリスクを許容できる範囲に低減し、衛星開発を確実に実行するために、JAXAの標準である「リスクマネジメントハンドブック」(JMR-011)に基づき、「GCOMプロジェクトリスク管理計画書」としてまとめ、開発期間を通して維持管理を行う。

## (2) リスク管理の実施計画

### ➤ リスク管理体制の構築

プロジェクト内外の役割と責任を決定し、リスク管理を実行する体制を構築する。



# 8. リスク管理

前回から変更なし



## ➤リスク管理の実行

プロジェクトの開始から終了まで、継続的に以下のリスク管理を実行し、開発へのフィードバックを図る。

プロジェクトの開始から終了まで継続的に実施する

リスク項目の識別



リスクの評価



リスク項目への対処



リスク項目の監視



リスク情報の伝達

①設計結果に基づく知見、既開発衛星からの知見、不具合情報システム、信頼性解析手法、独立評価等からリスク項目を識別する。

②発生可能性、影響度からリスクの大きさを評価する。（\*）

③許容できないリスクに対し対処策または代替策を準備、許容できるリスクは監視を継続する。

④リスク項目の対処状況を監視し、リスク項目が完了基準を満たした場合は完了とする。未了のリスクについては、再度リスクの識別・評価を行う。

⑤関係者への伝達を行い、リスク情報を共有する。プロジェクト完了後は後続プロジェクトへの反映・教訓をまとめる。

（\*）リスク中以上は特に詳細に管理する

発生可能性	大	リスク大	リスク中	
	中	リスク中	リスク小	
	小	リスク小		
		小	中	大
		発生の影響度		

# 8. リスク管理

## (3) リスク管理状況(プロジェクト全体レベル)

GCOM-C1プロジェクトリスク識別結果のうち、プロジェクト全体レベルに関する主要なリスクの開発研究段階での処置(実績)及び開発段階での計画を以下に示す。

リスク項目(注)	プロジェクト	開発研究段階での処置	開発段階での計画
観測データ受信局不具合による観測データ受信停止 【カテゴリ1】	ミッション運用系	スバルバード局を観測データ受信局に予定しているが、受信局不具合時は、バックアップとして地球観測センター、キルナ局、フェアバンクス局を使用して観測データ伝送可能な衛星システムとした。	バックアップ局も含めたデータ伝送が可能となる地上システムの設計を進める。
H-IIAロケット打ち上げの遅延 【カテゴリ1】	ロケット	H-IIA打ち上げの遅延に備え、代替ロケットを想定し、それらのロケットに適合できる衛星設計要求とする。また、打ち上げ遅延の状況に応じた対応を取る計画とした。	1年程度の遅延の場合には、H-IIAによる打ち上げは変更せず遅延させる。それを越える遅延の可能性が生じた場合は、その遅延に伴う悪影響により止むを得ないと判断されるときには、代替ロケットによる打ち上げの調整を開始する。
GCOM-C1搭載H-IIAロケット打ち上げの失敗 【カテゴリ1】	ロケット	直ちにGCOM-C2開発に着手し、観測の遅れを最小限とする計画とした。	開発研究段階で本リスクは完了。
衛星開発の遅延 【カテゴリ3】	衛星	衛星開発の全フェーズにおいてマスタスケジュール等でクリティカルパスを明確にした。また開発作業項目をブレークダウンした。コスト、スケジュールの客観的、定量的な管理するEVM (Earned Value Management)の手法を採用することとした。	EVM手法を用いて、ブレークダウンした作業ごとのコスト、スケジュール進捗管理を十分に行って、コスト増加、スケジュール遅延を防止する。

- (注) 【カテゴリ1】 : JAXA/プロジェクトのコントロールが困難な外的要因が主で、必要に応じ追加コスト、スケジュール見直しを要するもの  
 【カテゴリ2】 : 内的要因が主で、開発段階でリスクとして識別されたもの  
 【カテゴリ3】 : 内的要因が主で、開発研究段階で処置されたためリスクを大幅に低減したものの

# 8. リスク管理

## (4) リスク管理状況(衛星システム)

GCOM-C1プロジェクトリスク識別結果のうち、マネジメントリスク及びGCOM-C1衛星システムに特有な技術リスクのうち主要なものの開発研究段階での処置(実績)及び開発段階での計画を以下に示す。

リスク項目(注)	サブシステム	開発研究段階での処置結果	開発段階での計画
SGLIの信頼性向上、 性能向上による開発要素の増加 <b>【カテゴリ3】</b>	SGLI	SGLIをVNR、IRSと2つの独立した放射計で構成し、異常時に他方の放射計で観測が継続できる設計とする等、信頼性の向上を図った。  SGLIの観測性能を左右するクリティカルな部位の要素試作試験・評価、その結果を反映したシステム設計を行うとともに、BBMコンポーネント／システム試験を実施して開発リスクの低減を図った。	BBMコンポーネント／センサシステム試験の評価結果を、開発段階で実施するEM製作・試験に確実に反映する。また、EM試験結果をPFM設計に反映する。(6.3項)

- (注) 【カテゴリ1】 : JAXA/プロジェクトのコントロールが困難な外的要因が主で、必要に応じ追加コスト、スケジュール見直しを要するもの  
 【カテゴリ2】 : 内的要因が主で、開発段階でリスクとして識別されたもの  
 【カテゴリ3】 : 内的要因が主で、開発研究段階で処置されたためリスクを大幅に低減したものの

## 9. まとめ

- ミッション要求からブレークダウンして開発仕様のベースラインを設定した。  
(6.1項 GCOM-C1総合システム)
- GCOM-W1で選定した衛星バスとの共通化設計を進めた。  
一部コンポーネントの変更内容を含めて、採用する技術の成熟度の分析と開発要素の識別を行い、評価計画を策定した。  
(6.2項 衛星システム、6.3項 観測システム)
- SGLIの精度向上・信頼性向上のために、SGLIシステムのBBM試作試験により、コンポーネントレベルに留まらず、センサシステムレベルでの要求性能実現性を確認した。  
(6.3項 観測システム)
- 開発研究段階で設定したリスクの対処が完了した。また、以上の作業結果を反映して、開発計画(開発資金、スケジュール、実施体制)、リスク管理計画を更新した。  
(7項 開発計画、8項 リスク管理)

以上から、GCOM-C1の開発段階(基本設計)への移行が可能である。

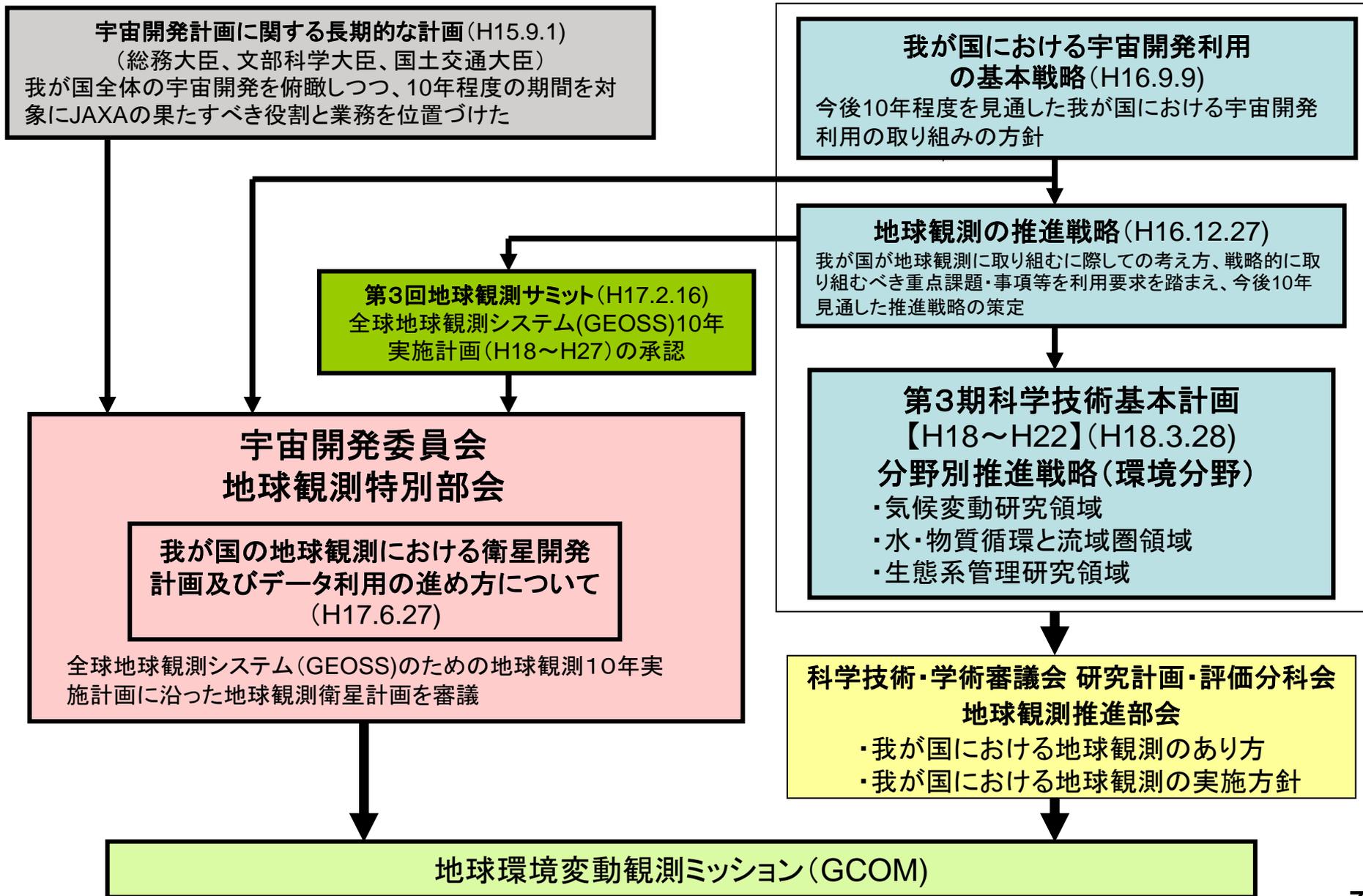
# 付録

# 付録. 背景及び位置付け

前回から変更なし



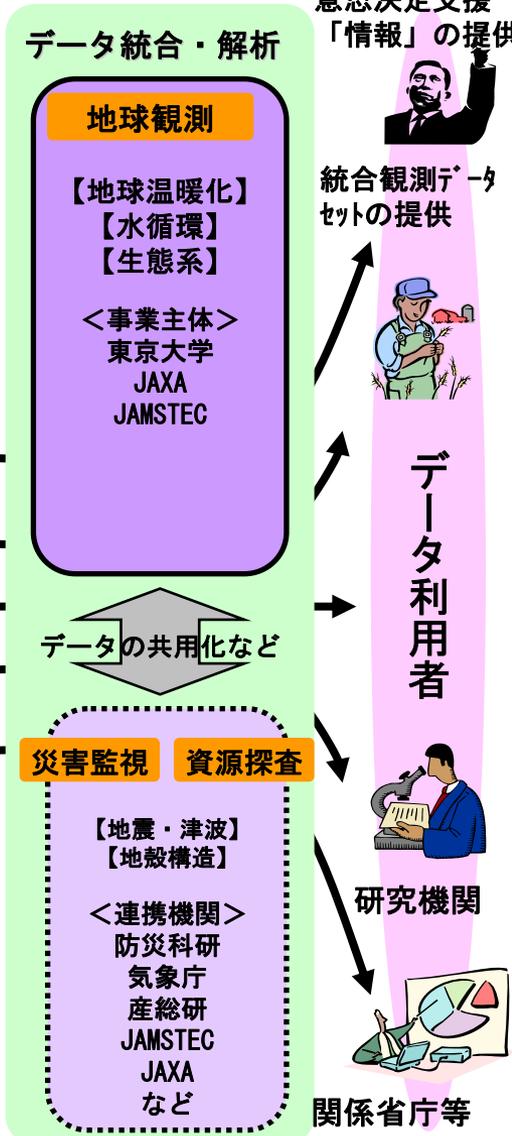
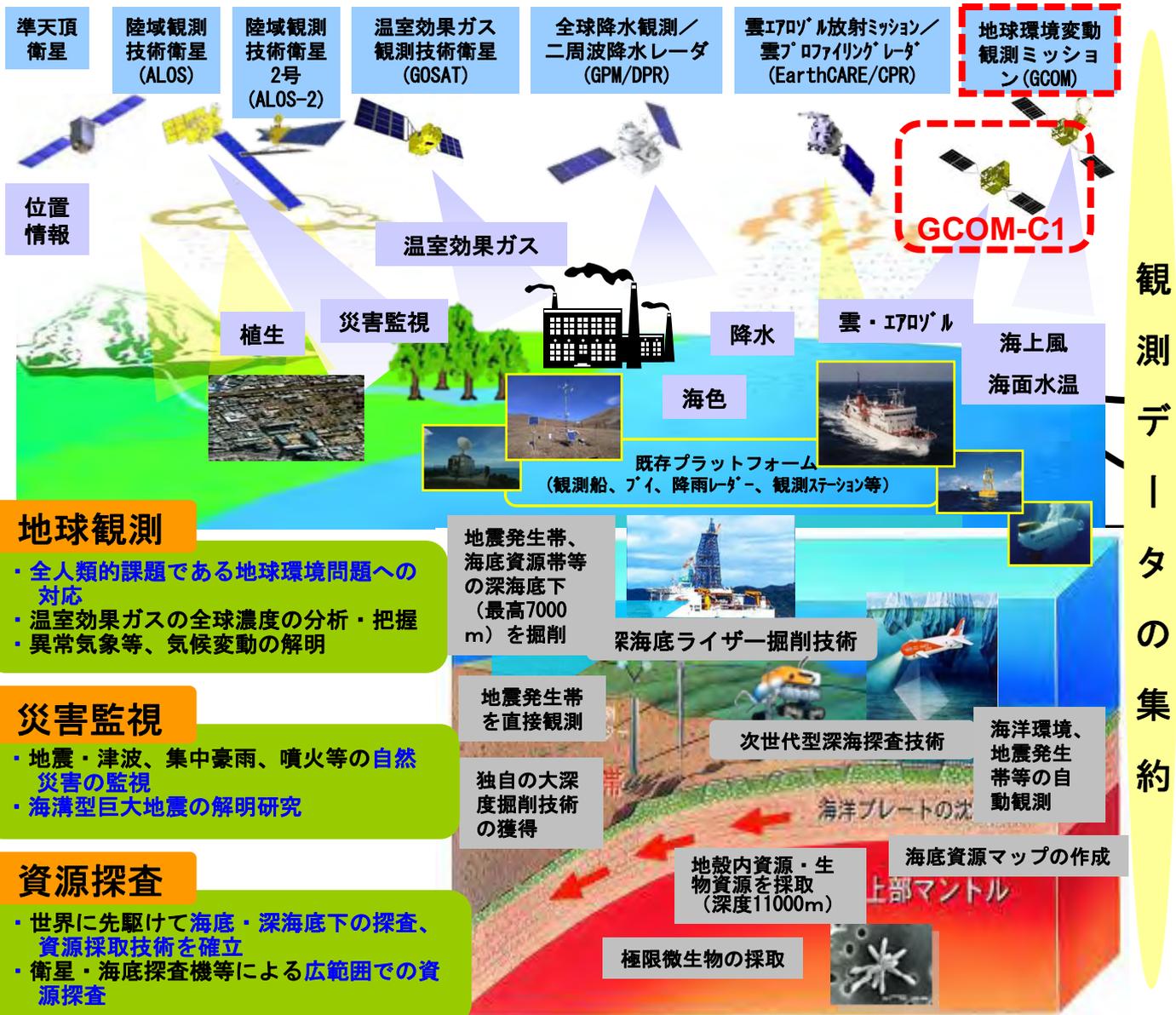
総合科学技術会議



# 付録. 背景及び位置付け

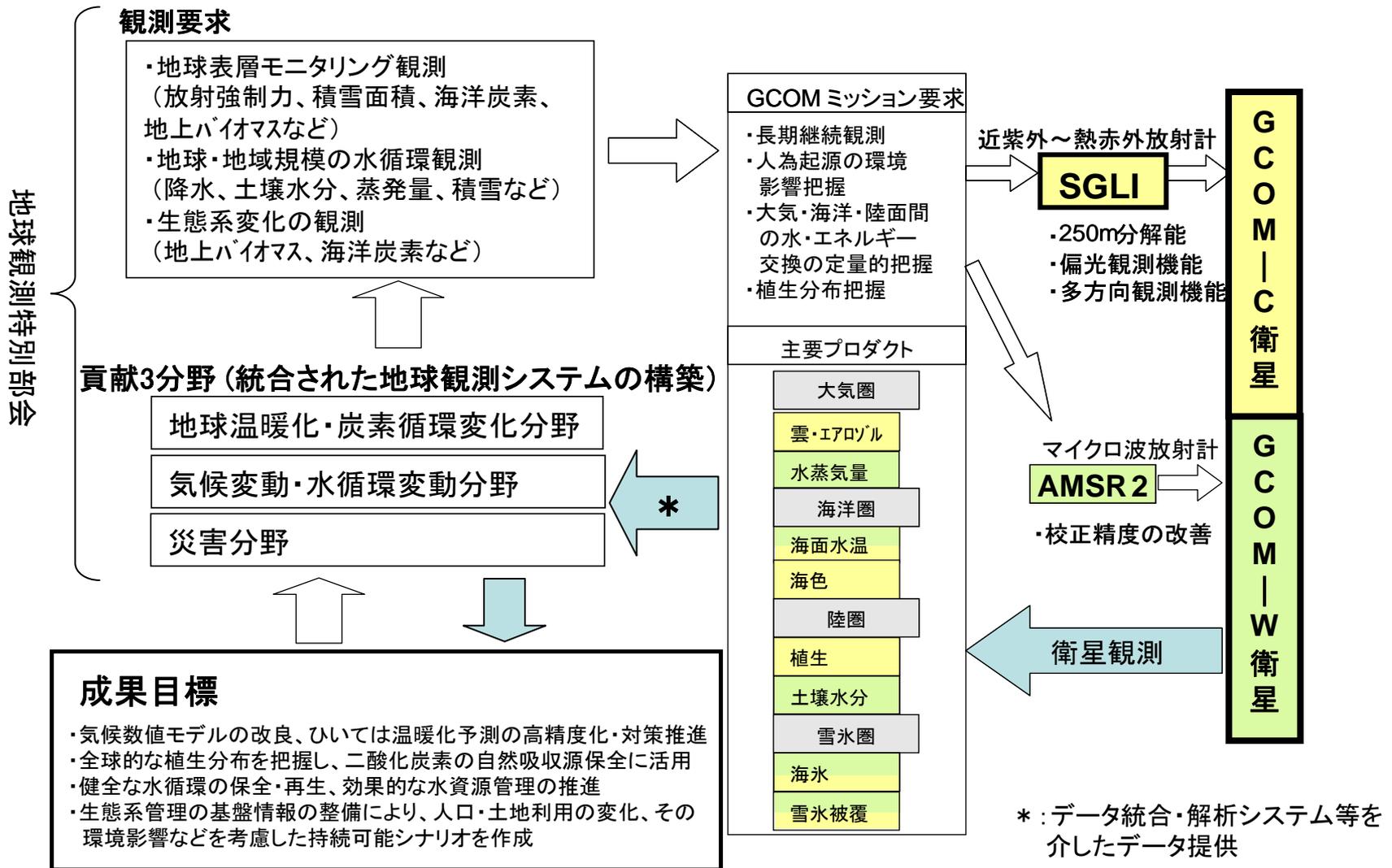
## 国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」

国家基幹技術として、宇宙から深海底下まで、我が国の総合的安全保障に不可欠な観測・探査活動（地球観測、災害監視、資源探査）の基盤となるシステムを確立する。



# 付録. 背景及び位置付け

## GCOM-C1の位置付け



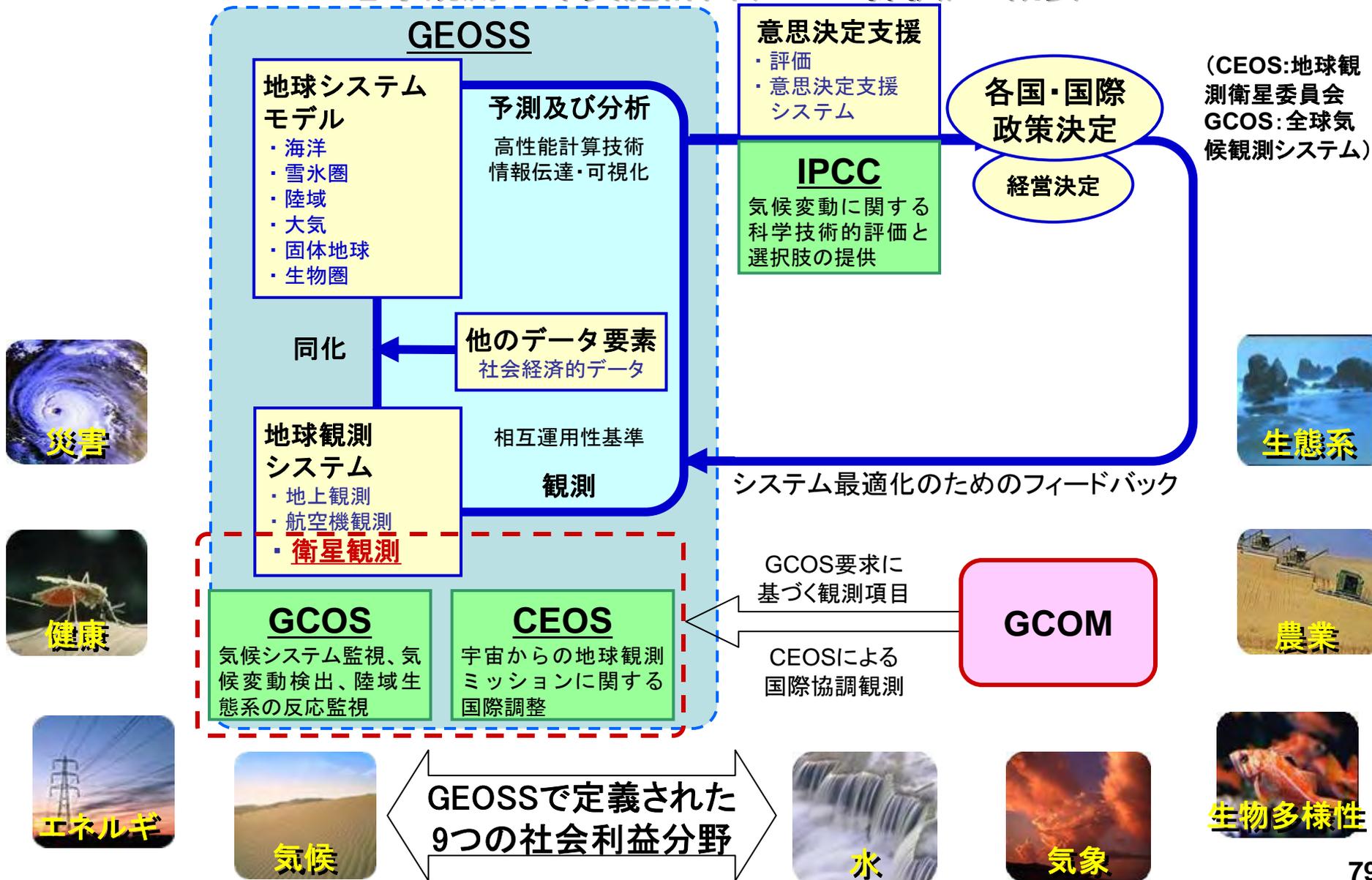
# 付録. 背景及び位置付け

前回から変更なし



## 全球地球観測システム(GEOSS)

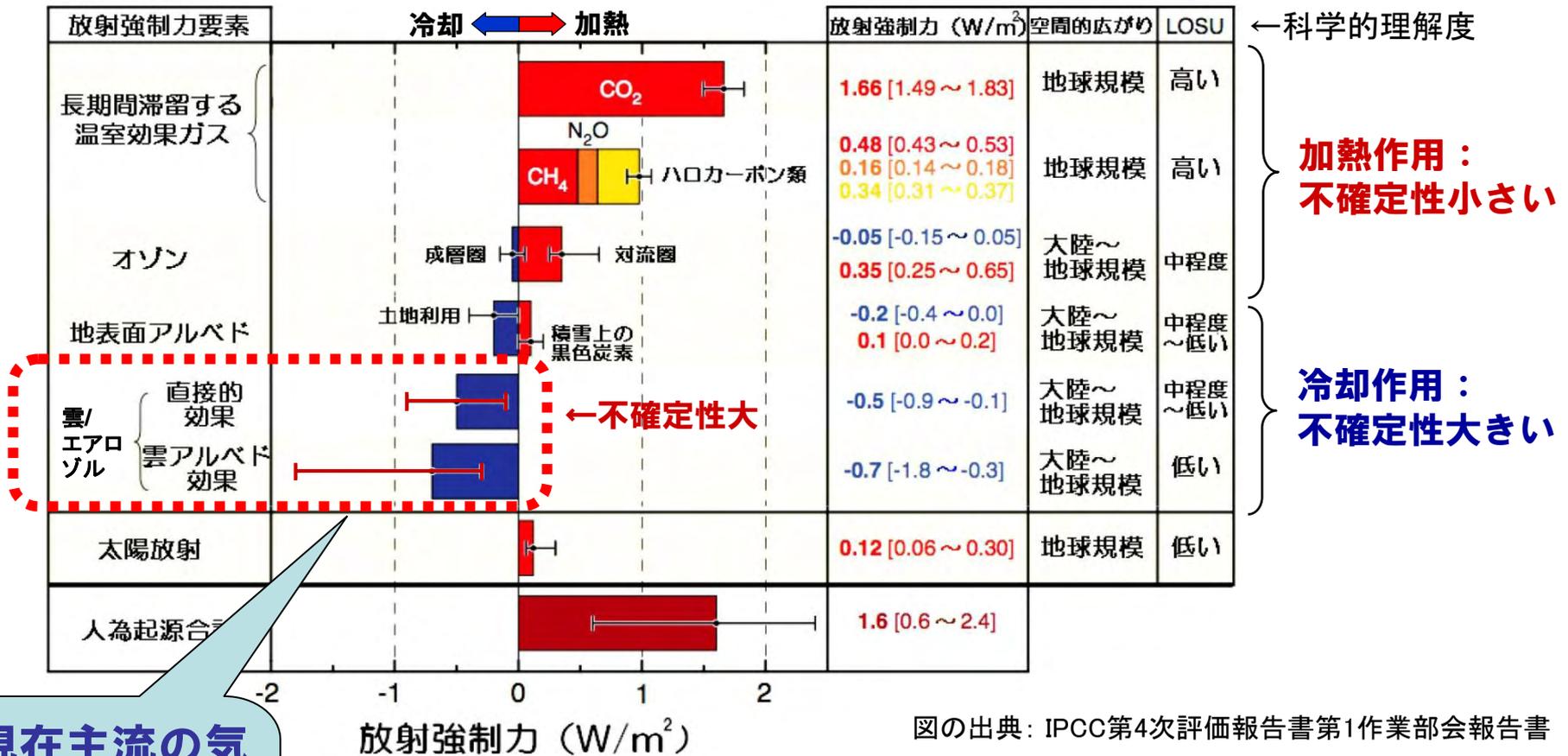
### 地球観測10年実施計画(H17.2採択)の概要



(CEOS:地球観測衛星委員会  
GCOS:全球気候観測システム)

# 付録. 背景及び位置づけ

## エアロゾル・雲の地球温暖化への影響



現在主流の気候モデルに内在する最大の不確定要因

直接・間接的な雲・エアロゾルの効果は、温暖化を和らげる効果を持つが、その大きさが不確定

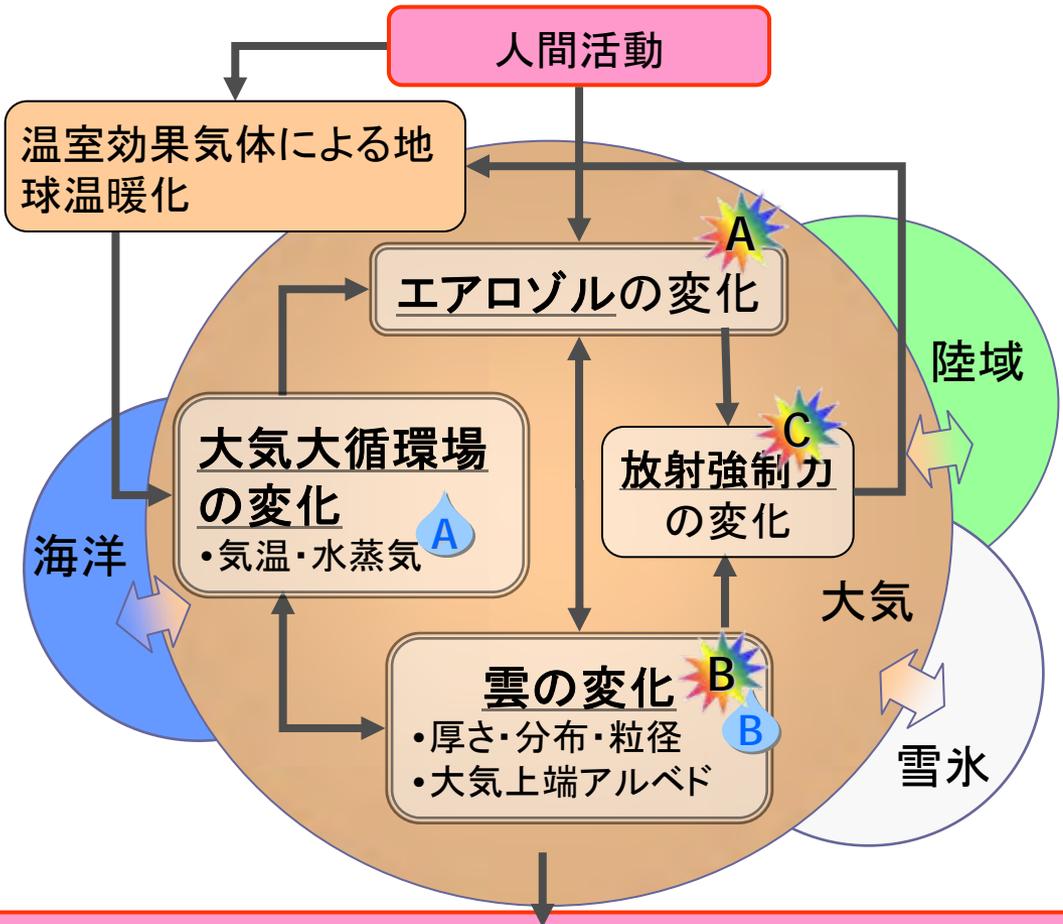
図の出典：IPCC第4次評価報告書第1作業部会報告書

# 付録. 背景及び位置づけ

気候変動予測と衛星観測項目との関係(1/4)

大気圏  
プロダクト

大気の放射強制力とそれを左右する雲とエアロゾルの関係



SGLI大気プロダクト

A	エアロゾル特性	海洋上エアロゾル
		陸上エアロゾル(近紫外)
		陸上エアロゾル(偏光)
B	雲特性	雲フラグ・タイプ
		雲種別雲量
		雲頂温度・高度
		水雲光学的厚さ・粒径
C	放射収支	氷晶雲光学的厚さ
		水雲幾何学的厚さ
		地表面長波放射フラックス
		地表面短波放射フラックス

AMSR-2プロダクト

A	積算水蒸気量
B	積算雲水量

気候システムの各要素と、そのモニタリング・解明に貢献するプロダクトの対応を記号で示す。標準プロダクトは上表の水色。

気温の変化

降水量の変化

日照量の変化

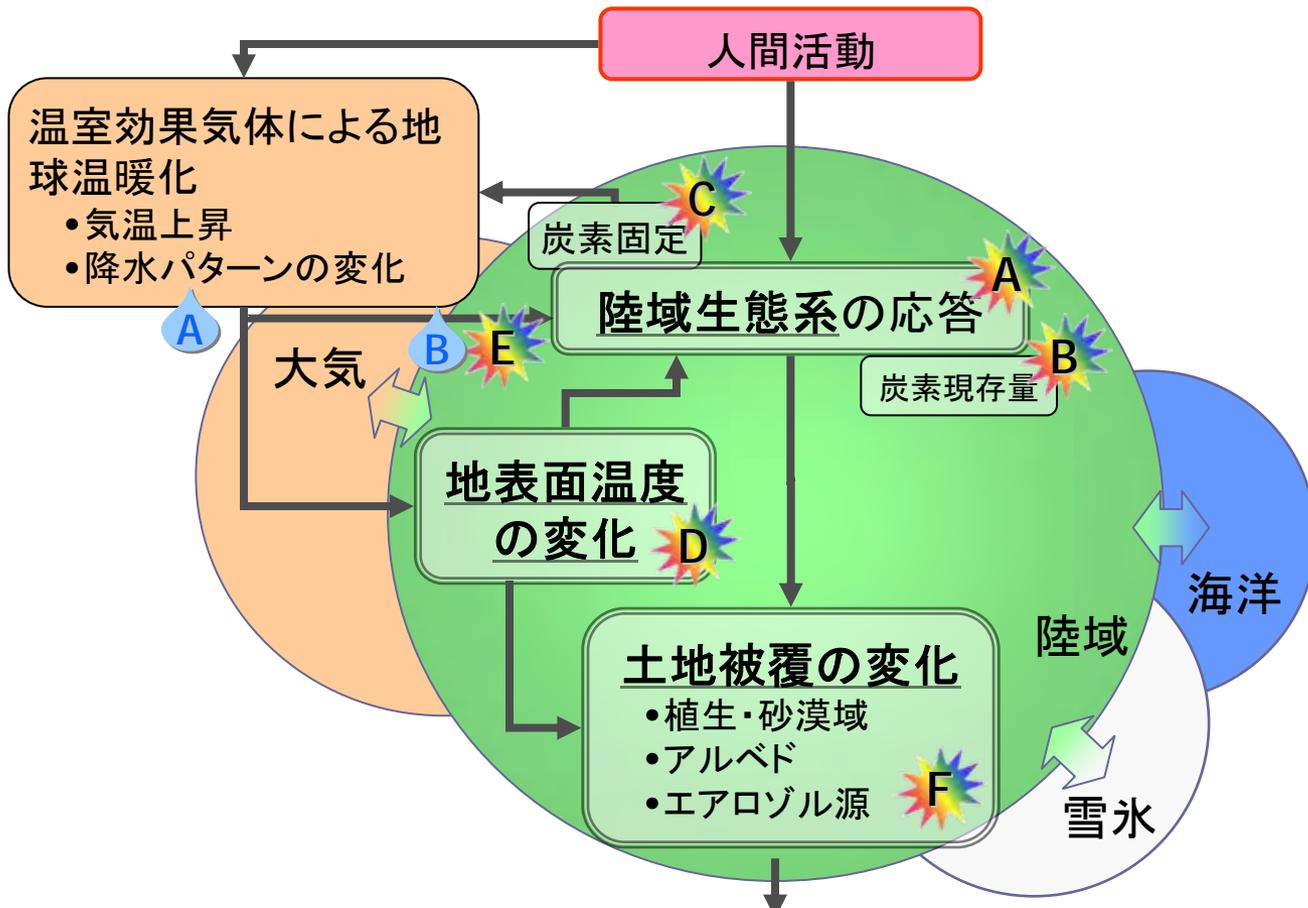
極端気象の増加

# 付録. 背景及び位置づけ

気候変動予測と衛星観測項目との関係(2/4)

陸圏  
プロダクト

炭素循環のバランスと食糧生産に関わる植物生産の関係



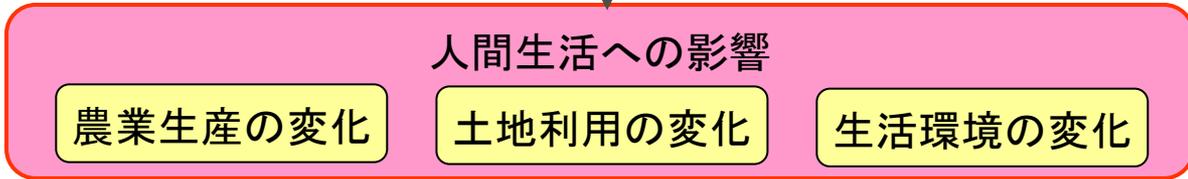
SGLI陸域プロダクト

陸域基礎	精密幾何補正済放射輝度
	大気補正済陸域反射率
植生	植生指数
	地上部バイオマス
バイオマス	植生ラフネス指数
	カゲ指数
炭素固定	光合成有効放射吸収率
	葉面積指数
	純一次生産量
温度	地表面温度
水	水ストレス傾向
	火災検知
応用	土地被覆分類
	陸域アルベド

AMSR-2プロダクト

A	降水量
B	土壌水分

気候システムの各要素と、そのモニタリング・解明に貢献するプロダクトの対応を記号で示す。標準プロダクトは上表の水色。

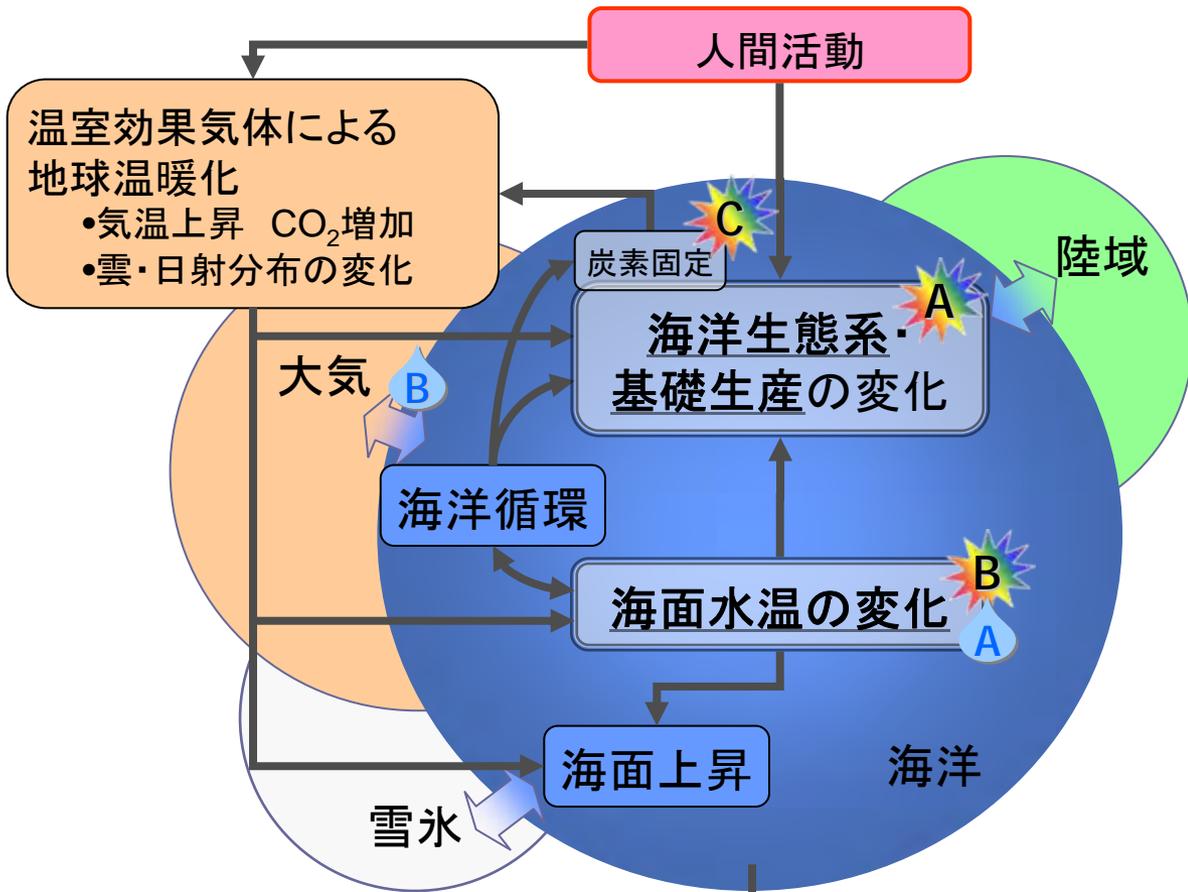


# 付録. 背景及び位置づけ

## 気候変動予測と衛星観測項目との関係(3/4)

海洋圏  
プロダクト

熱や物質の貯蔵庫である海の役割と身近な沿岸域の関係



SGLI海洋プロダクト

A 海色	正規化海水射出放射輝度
	大気補正パラメータ
	クロロフィルa濃度
	懸濁物質濃度
	有色溶存有機物吸光係数
B 温度	海面水温
	光合成有効放射量
	有光層深度
C 炭素固定	海洋純基礎生産力
	植物プランクトン機能別分類
D 応用	赤潮
	多センサ複合海色
	多センサ複合海面水温

AMSR-2プロダクト

A	海面水温
B	海上風速

気候システムの各要素と、そのモニタリング・解明に貢献するプロダクトの対応を記号で示す。標準プロダクトは上表の水色。

**D 人間生活への影響**

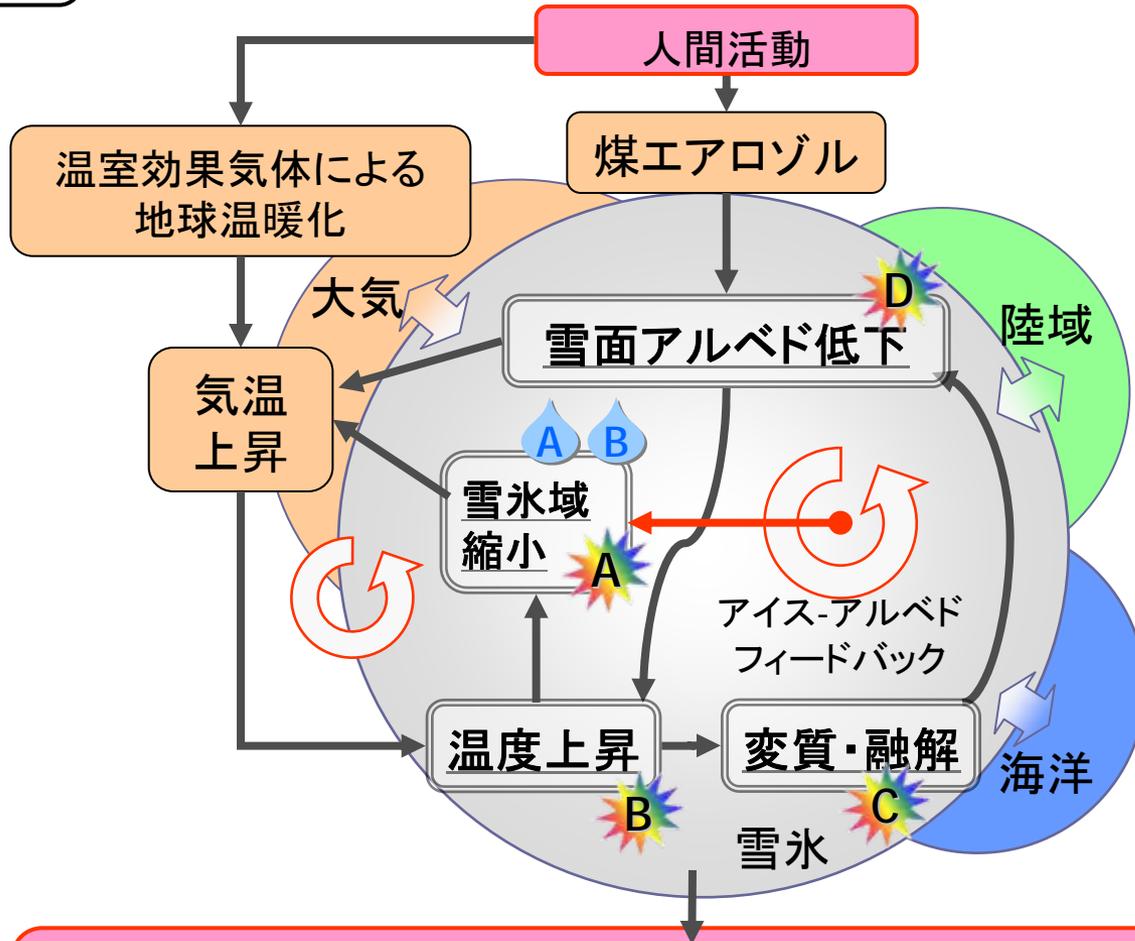
- 水産資源の変化
- 赤潮・沿岸環境の変化
- 極端気象の増加

# 付録. 背景及び位置づけ

気候変動予測と衛星観測項目との関係(4/4)

雪氷圏  
プロダクト

温暖化を加速する**雪氷-アルベドフィードバック**



SGLI雪氷プロダクト

A	雪氷分布	積雪・海氷分布
		オホーツク海海氷分布
		積雪・海氷分類
		森林・山岳域積雪分布
B	温度	氷床縁監視
		雪氷面温度
C	雪氷面特性	浅層積雪粒径
		準表層積雪粒径
		表面積雪粒径
		積雪不純物
D	放射収支	氷床表面ラフネス
		雪氷面アルベド

AMSR-2プロダクト

A	海水密接度
B	積雪深

気候システムの各要素と、そのモニタリング・解明に貢献するプロダクトの対応を記号で示す。  
標準プロダクトは上表の水色。

- 暖冬
- 夏季水不足
- 海面上昇
- 海岸浸食
- 海路の変化

# 付録. 背景及び位置づけ

## 国際的な観測協調体制と観測運用計画

### ～ SGLIと海外センサとの比較 ～

SGLIの特長は、変化に富んだ日本の国土や、発展著しい東アジアからの物質流入の観測に適した、陸域エアロゾル観測に有利な**近紫外と偏光観測機能**、植生(バイオマス)観測に有利な**多方向観測機能**、陸沿岸域観測に必要な**250m分解能観測機能**

	日本先端型 GCOM-C/ SGLI	海外先端型(米) VIIRS、MODIS	海外先端型(欧) OLCI+SLST	従来型(米・欧) AVHRR
				
共通的な観測で 国際的な 観測網に貢献	可視～熱赤外 全球観測機能 (19ch)	可視～熱赤外 全球観測機能 (22ch)	可視～熱赤外 全球観測機能 (25ch)	可視～熱赤外 全球観測機能 (5~6ch)
陸上エアロゾ ル観測機能	近紫外観測機能	なし	なし	なし
	偏光観測機能	なし	なし	なし
植生(バイオマ ス)観測機能	多方向観測機能(2ch) (可視～近赤外)	なし	多方向観測(9ch) (可視～熱赤外)	なし
陸・沿岸 詳細観測機能	250m観測機能(11ch)	なし(5chのみ370m)	300~500m観測	なし
	熱赤外チャンネル(2ch)	熱赤外チャンネル(7ch)	熱赤外(3ch)	熱赤外(2ch)
特長のある 観測機能	1150~1400km観測幅	約3000km観測幅	約1200km観測幅	約2800km観測幅

# 付録. SGLI観測プロダクトの説明(1/4)

## (1) プロダクト共通事項

- 精度規定

精度値は、特に示さない限り二乗平均平方根誤差 (RMSE) で示している。

## (2) 輝度プロダクト(Level 1プロダクト)

		対象領域	分解能
衛星観測放射輝度	センサ生データ出力を最も基本的な観測量であるセンサ入射輝度に変換したもの。 相対精度値は、チャンネル間等の相対的な誤差で定義	TIRと陸域の2.2 $\mu$ m チャンネル: 全日 上記以外: 地上日照域 (特殊運用を除く)	TIR以外: 陸沿岸 250m 外洋 1km 偏光 1km TIR: 陸沿岸 500m 外洋 1km

## (3) 物理量プロダクト(Level 2プロダクト) 【陸圏】

		対象領域	分解能
精密幾何補正済放射輝度	処理単位毎に地上評価点 (GCP) を用いて標高も考慮して画素位置決定を行った衛星観測放射輝度データ。 精度値は、地上評価点 (GCP) との比較による。標高補正も含んだ評価値。	全日	250m
大気補正済陸域反射率	衛星観測放射輝度から大気散乱などの影響を補正して地表面反射率を推定したもの。 精度値は、太陽天頂角30度以下の反射率0.2程度の水平な地表面での値として設定。 リリース基準精度は500nmでのエアロゾル光学的厚さ0.25以下の領域における値。	地上日照域	250m
植生指数	緑色植物の密度や活性を表す指数で、赤と近赤外による正規化植生指数や可視光を用いた拡張植生指標を含む	地上日照域	250m
地上部バイオマス	地上部の生物の量を乾燥重量で表したもの	地上日照域	1km
植生ラフネス指数	多方向観測で得られる「観測方向による観測光の違い」から、植生の三次元構造の情報を抽出した指数	地上日照域	1km
カゲ指数	「植生の立体構造によって生じるカゲの割合」を、観測光の波長特性を用いて推定したもの	地上日照域	250m, 1km
光合成有効放射吸収率	樹冠(キャノピー; 樹木の葉をつける部分)が400-700nm光を吸収する率	地上日照域	250m
葉面積指数	地表の単位面積に対する、植物の葉の総面積の比率	地上日照域	250m
地表面温度	地表面の温度	全日	500m
純一次生産量	陸上植物による光合成から呼吸を引いた炭素吸収量	地上日照域	1km
水ストレス傾向	「植物に対する水分供給の障害の程度」を温度変化のしやすさを用いて推定したもの 精度値は、半乾燥地域(ステップ気候等)の場合	N/A	500m

# 付録. SGLI観測プロダクトの説明(2/4)

## (3) 物理量プロダクト(Level 2プロダクト)【陸圏】； 続き

		対象領域	分解能
火災検知	火災の場所を、熱赤外や短波長赤外放射を用いて検出したもの (夜間の特殊運用要求時における1.6 μ mチャンネルを用いたプロダクトがある) 精度値は、夜間の1000K以上の火災が1km画素の1/1000以上を占める火災の場合	全日	500m
陸域アルベド	「太陽光の入射光エネルギーに対する反射光エネルギーの比」を、被覆分類の情報と各チャンネルの地表面反射率を用いて推定したもの	地上日照域	250m
土地被覆分類	土地被覆の状態を、植生指数や各波長の地表面反射率を用いて推定したもの	地上日照域	1km

## (4) 物理量プロダクト(Level 2プロダクト)【大気圏】

		対象領域	分解能
雲フラグ・タイプ	画素毎の雲のあるなしと雲の種類	全日	1km
雲種別雲量	雲判定画素の出現比率を雲種類毎に統計的に示したもの 精度は、全球月平均の0.1度格子平均で日射量換算した値と現場観測日射量との比較で定義。(GLIの海洋PARの実績により設定)	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
雲頂温度・高度	「雲上端の温度と高度」を熱赤外観測輝度温度を用いて推定したもの 精度は、リリース基準では海面温度などの精度により代替検証と客観解析データと矛盾しないことを確認(日照域、海洋上)。標準精度では航空機などの観測値との比較で定義。中程度の光学的厚さをもつ均質な水雲を対象とする。	全日	シーン 1km 全球 0.1度
水雲光学的厚さ・粒径	光学的な視点で表した水雲または氷雲の量と粒子の大きさ。 精度は、リリース基準では他衛星を用いた代替検証値で定義(中低緯度全球月平均値)。標準精度では地上の放射計(スカイラジオメーター)による観測値との比較で定義。(GLIやMODISの結果を参考に設定)	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
氷晶雲光学的厚さ	水雲の標準/目標精度に関しては、粒径と光学的厚さを雲水量に換算し、地上マイクロ波放射計観測との比較により評価。		
水雲幾何学的厚さ	吸収波長帯の観測を用いて推定する「水雲の厚さを長さの単位で表したもの」	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
海洋上エアロゾル	光学的な視点で表したエアロゾルの量(エアロゾル光学的厚さ)と粒子の大きさ(エアロゾル光学的厚さの波長依存性から求まるオングストローム指数で表す)および煤や海塩粒子などのエアロゾル種別	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
陸上エアロゾル(近紫外)	エアロゾルの量(光学的厚さ)と光吸収の強さを近紫外域等の観測光を用いて推定したもの	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
陸上エアロゾル(偏光)	エアロゾルの量(光学的厚さ)と粒子の大きさ(オングストローム指数)を偏光観測を用いて推定したもの	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
地表面長波放射フラックス	地表面における下向き長波放射フラックスと上向き長波放射フラックス;地球放射エネルギーの放射収支を表す	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度
地表面短波放射フラックス	地表面における下向き短波放射フラックスと上向き短波放射フラックス;太陽放射エネルギーの放射収支を表す	地上日照域	シーン 1km 全球 0.1度

# 付録. SGLI観測プロダクトの説明(3/4)

## (5) 物理量プロダクト(Level 2プロダクト)【海洋圏】

		対象領域	分解能
正規化海水射出放射輝度	衛星観測放射輝度から大気散乱などの影響を補正して海表面における海の色(各波長の放射輝度)を推定したもの	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
大気補正パラメータ	大気散乱などの影響を推定するために用いるエアロゾルなどの情報	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
光合成有効放射量	植物プランクトンが利用できることのできる波長400-700nmの海面入射光量	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
有光層深度	光合成に用いられる光が到達する海の深さ	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
クロロフィルa濃度	植物プランクトンの主要な光合成色素	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
懸濁物質濃度	水中で溶解しない懸濁物質の乾燥重量。プランクトンなどの有機物と土壌などの無機物の合わせたもので定義	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
有色溶存有機物吸光係数	海水に溶けた有機物の吸光係数(単位は1/m)	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
海水固有の光学的性質	クロロフィルaや懸濁物質や有色溶存有機物それぞれに対する散乱係数等の光学的性質。正規化海水射出放射輝度と関連付けて推定	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
海面水温	海面の温度	全日	沿岸 500m 外洋 1km 全球 4~9km
海洋純基礎生産力	海洋植物プランクトンによる光合成から呼吸を引いた炭素を吸収する能力(純一次生産力)	地上日照域	沿岸 500m 外洋 1km 全球 4~9km
植物プランクトン機能別分類	「窒素固定、珪素固定、二酸化炭素放出などの機能別の植物プランクトンの存在割合」を正規化海水射出放射輝度と関連付けて推定したもの	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
赤潮	海面の色の特徴を用いた赤潮の判別	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km 全球 4~9km
多センサ複合海色	NPOESS/VIIRSなど同時期の海色センサデータを複合したデータセット	地上日照域	沿岸 250m 外洋 1km
多センサ複合海面水温	AMSR-2やNPOESS/VIIRSなど同時期の海面水温データを複合したデータセット	全日	沿岸 500m 外洋 1km

# 付録. SGLI観測プロダクトの説明(4/4)



## (6) 物理量プロダクト(Level 2プロダクト) 【雪氷圏】

		対象領域	分解能
積雪・海水分布	画素毎の積雪や海水域の判別情報	地上日照域	シーン 250m 全球 1km
オホーツク海海水分布	オホーツク海の積雪・海水分布を準リアルで行うもの	地上日照域	250m
積雪・海水分類	積雪と海水のタイプ(1年/多年氷など)の分類情報	地上日照域	1km
森林・山岳域積雪分布	画素内に植生などが混ざりうる可能性がある領域での積雪判別	地上日照域	250m
雪氷面温度	雪氷面の温度	地上日照域	シーン 500m 全球 1km
浅層積雪粒径	「積雪の粒径」を865nmの観測光を用いて推定したもの	地上日照域	シーン 500m 全球 1km
準表層積雪粒径	「積雪の粒径」を1050nmの観測光を用いて推定したもの。上記より積雪表面付近の情報となる	地上日照域	1km
表面積雪粒径	「積雪の粒径」を1640nmの観測光を用いて推定したもの。上記よりさらに積雪表面付近の情報となる	地上日照域	シーン 250m 全球 1km
雪氷面アルベド	「太陽光の入射光エネルギーに対する反射光エネルギーの比」を、衛星観測放射輝度から大気の影響を考慮し積雪面の反射率を用いて推定したもの	地上日照域	1km
積雪不純物	積雪に混入した煤や土壌物質などの不純物の割合	地上日照域	シーン 250m 全球 1km
氷床表面ラフネス	多方向観測で推定する氷床の凹凸 精度値は、ラフネス = 高さ / 幅の値として検証	地上日照域	1km
氷床縁監視	特定の氷床の縁の変動を監視する情報	地上日照域	250m