

# 南極域における重力観測について

－ GIA解明に向けた絶対重力測定の概要ならびにその成果－

土井浩一郎（極地研）

福田 洋一（京都大）

# 内容

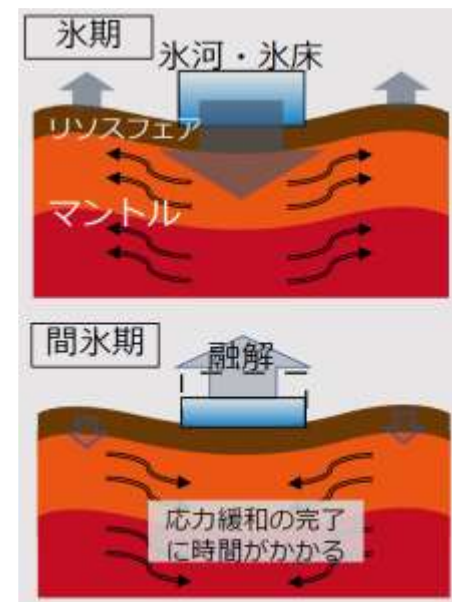
- 昭和基地における絶対重力測定
- 外国基地における絶対重力測定
- 野外絶対重力測定
- 昭和基地で得られた重力変化とGIAモデルの比較

# 目的

- 南極域のGIA(Glacial Isostatic Adjustment)の解明
- 国際統一高さ基準の構築に向けた南極域の重力場の精密決定

## GIA

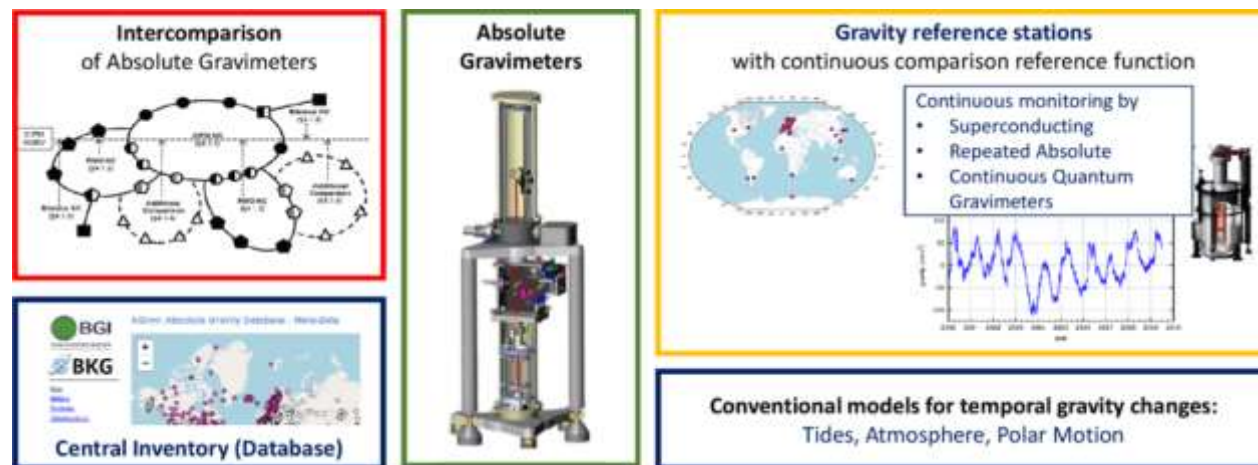
長期間の氷床質量変動に対する固体地球の応答



【服部(2022)より】

## 絶対重力基準網の構築

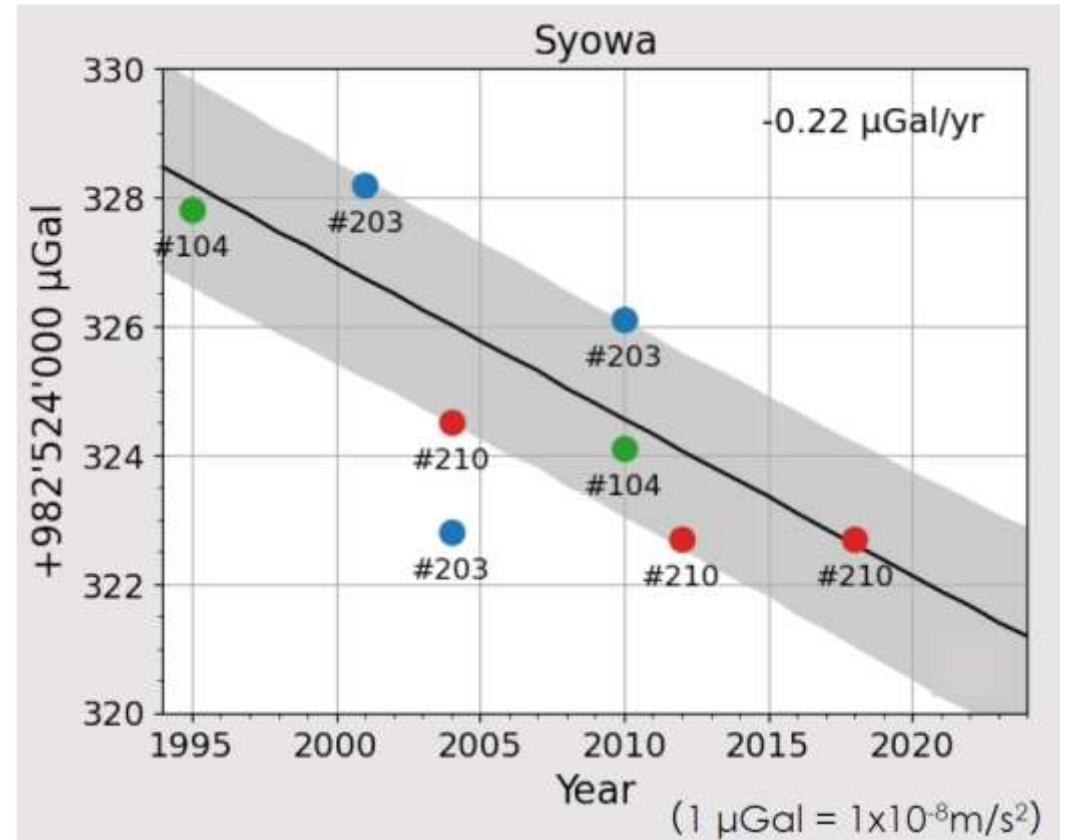
地球重力場の基準となるネットワーク



【GGOS Webサイトより】

# 昭和基地における絶対重力測定

- 1995年からFG-5による絶対重力測定が重力計室IAGBN(A)点で実施されてきている。
- 東ら（2013）以降、JARE59の夏期期間（2018年12月～2019年1月）およびJARE63の夏期期間（2021年12月～2022年1月）にも実施。
- 2018年の測定結果も加えて得られた重力変化率： $-0.22 \mu\text{Gal}/\text{yr}$



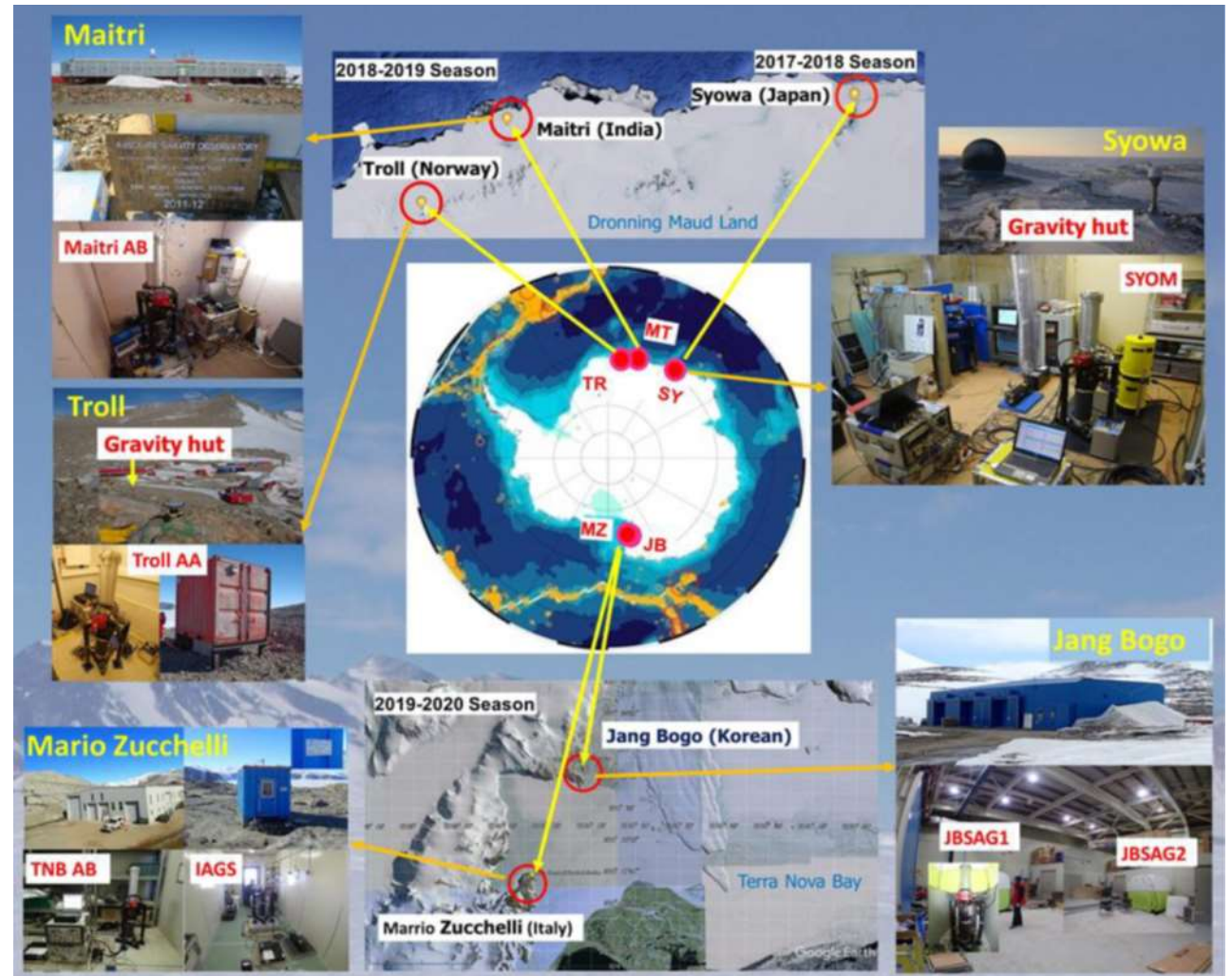
【服部(2022) より】

# 外国基地における絶対重力測定

科研費・新学術領域研究「南極の海と氷床」の計画研究「固体地球と氷床の相互作用」（代表：福田洋一）

◆上記計画研究の調査、観測のひとつとして2018年から2020年にかけて下記の4つの外国基地において、FG-5(#210)を用いた絶対重力測定を実施。

- トロール基地(ノルウェー)
  - マイトリ基地(インド)
  - マリオズツケリ基地(イタリア)
  - ジャンボゴ基地(韓国)
- ✓マリオズツケリ基地とジャンボゴ基地での測定結果についてはPolar Data Journalで発表済(Fukuda et al., 2021)。



【Fukuda et al. (2021)より】



# 野外絶対重力測定

◆昭和基地周辺の6カ所とエンダビーランドの1カ所の露岩域において、A10（#017）を用いた絶対重力測定が実施された。

□JARE59の夏期期間（2017年12月～2018年2月）

- リーセル・ラルセン山、明るい岬、ラングホブデ、スカーレン、ルンドボークスヘッタ、ボツンヌーテンの6カ所

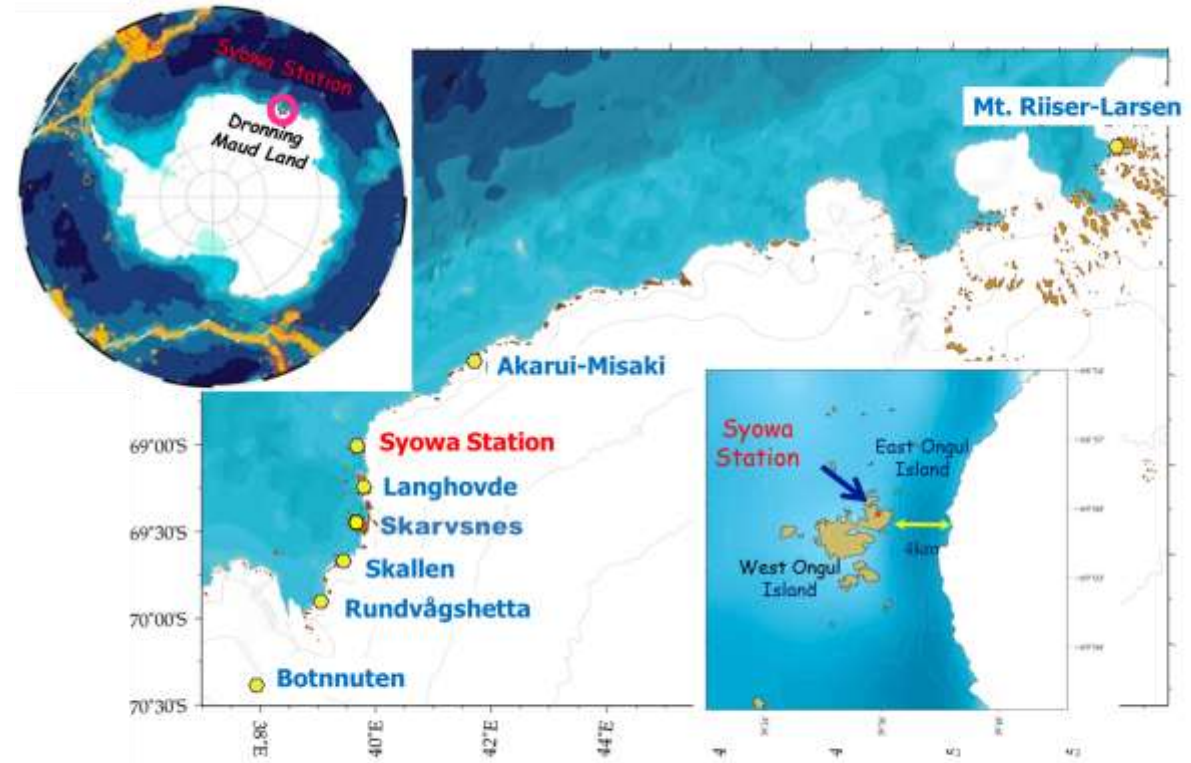
□JARE63の夏期期間（2021年12月～2022年1月）

- ラングホブデ、スカルブスネス、ルンドボークスヘッタの3カ所

- スカルブスネスは新設

✓ラングホブデ：JARE53, JARE59, JARE63の3回実施。

✓ルンドボークスヘッタ：JARE59, JARE63の2回実施。

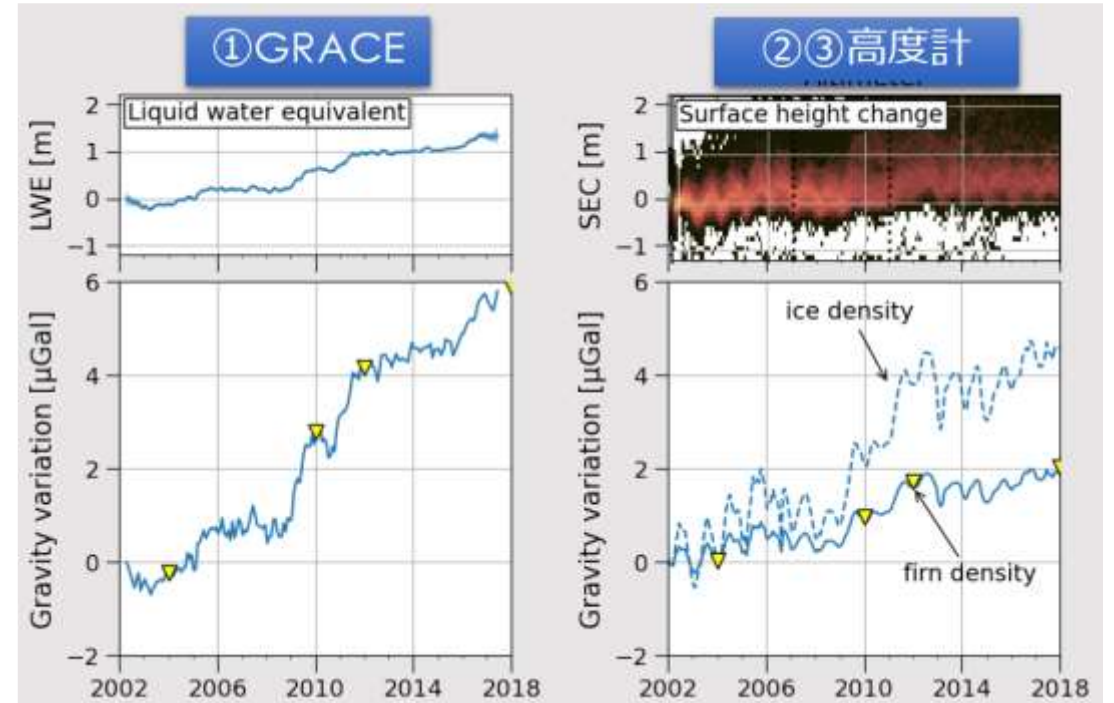
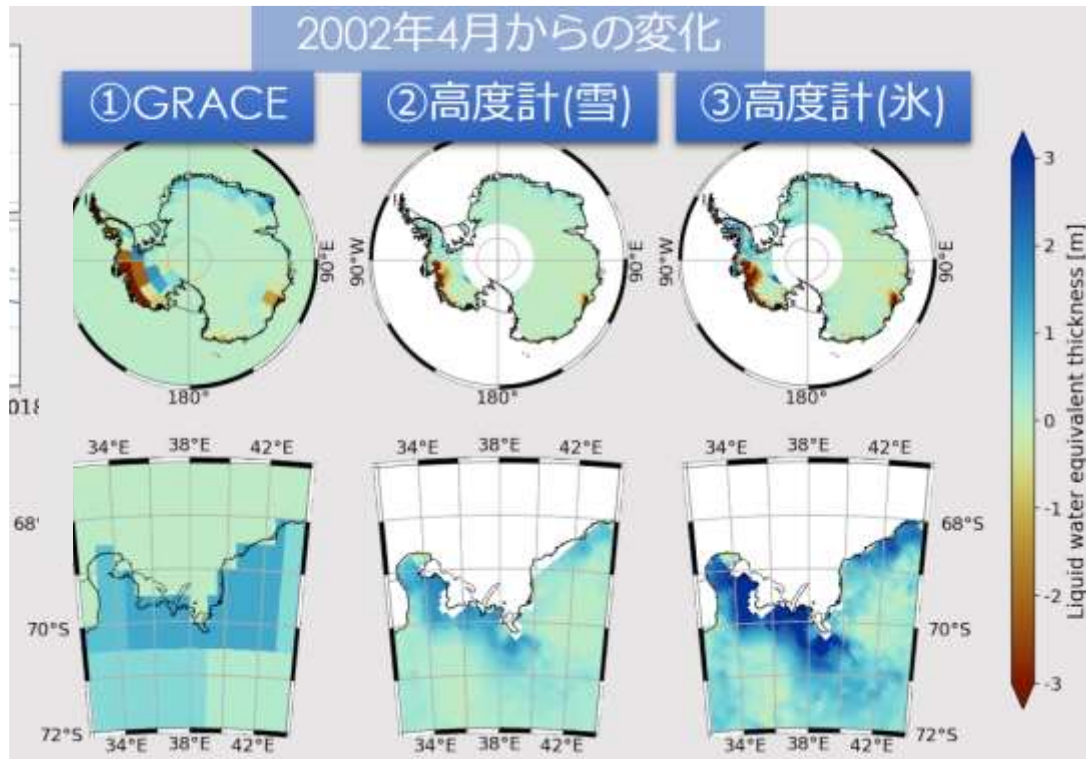


【Fukuda et al. (2018)に加筆】

# 昭和基地で得られた重力変化とGIAモデルの比較 (服部, 2022)

- 昭和基地で実施されてきた繰り返し絶対重力測定の結果をもとに重力変化率 ( $-0.22 \mu\text{Gal}/\text{yr}$ ) を決定。
- 衛星観測データ (GRACE、高度計) を用いて現在の南極氷床質量変動を計算し、それに伴う重力変化率を推定。
- 観測された重力変化率に対し現在の南極氷床質量変動に伴う重力変化率を補正し、GIAに伴う重力変化率を推定。
- 既存のGIAモデル(ICE6G, W12)から計算される重力変化率と比較。  
→→→ GIAモデルの予測値とかなり大きな違い。
- Kawamata + (2020) で判明した「スカスブスネス周辺での9000年前～6000年前にかけての急激な氷床融解」を氷床融解史を組み込んでモデル計算。 →→→ 観測結果とかなり整合的。

# 衛星観測データから求めた南極氷床質量変動



南極氷床質量変動による重力変化率

[μGal/yr]	GRACE	Alti (firn)	Alti (ice)
Syowa	<b>+0.46</b>	<b>+0.13</b>	<b>+0.31</b>

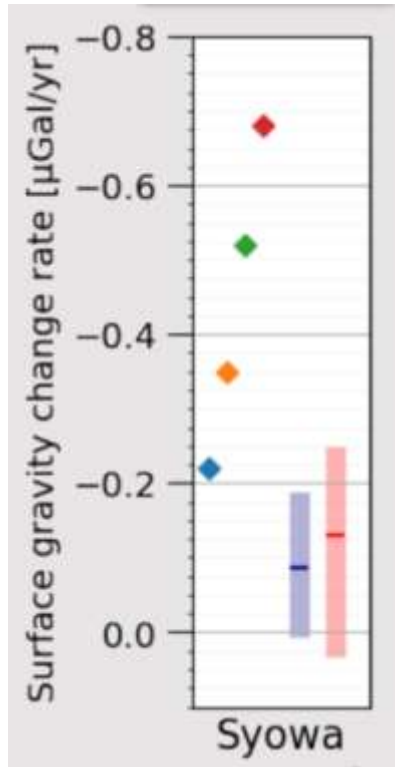


補正後の重力変化率

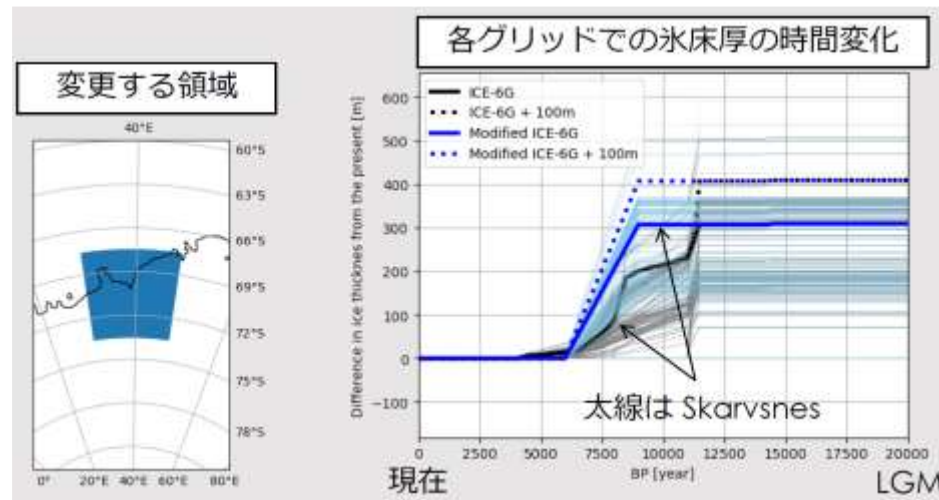
	高度計 (firnの密度)	高度計 (氷の密度)	GRACE
氷床変動による影響量	<b>0.13</b>	<b>0.31</b>	<b>0.46</b>
GIAによる重力変化	<b>-0.35</b>	<b>-0.53</b>	<b>-0.68</b>



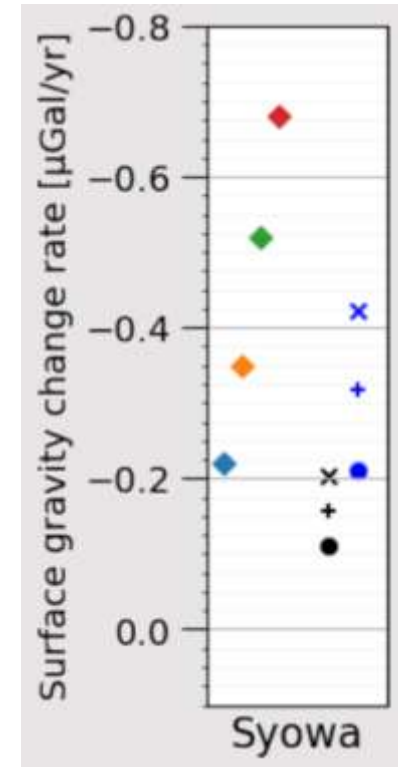
# GIAモデルとの比較



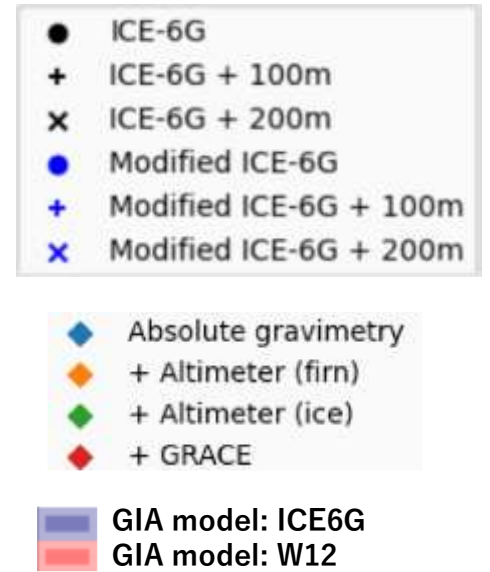
既存のGIAモデルとの比較



Kawamata+(2020)の結果の氷床融解史への組み込み



修正後のGIAモデルとの比較



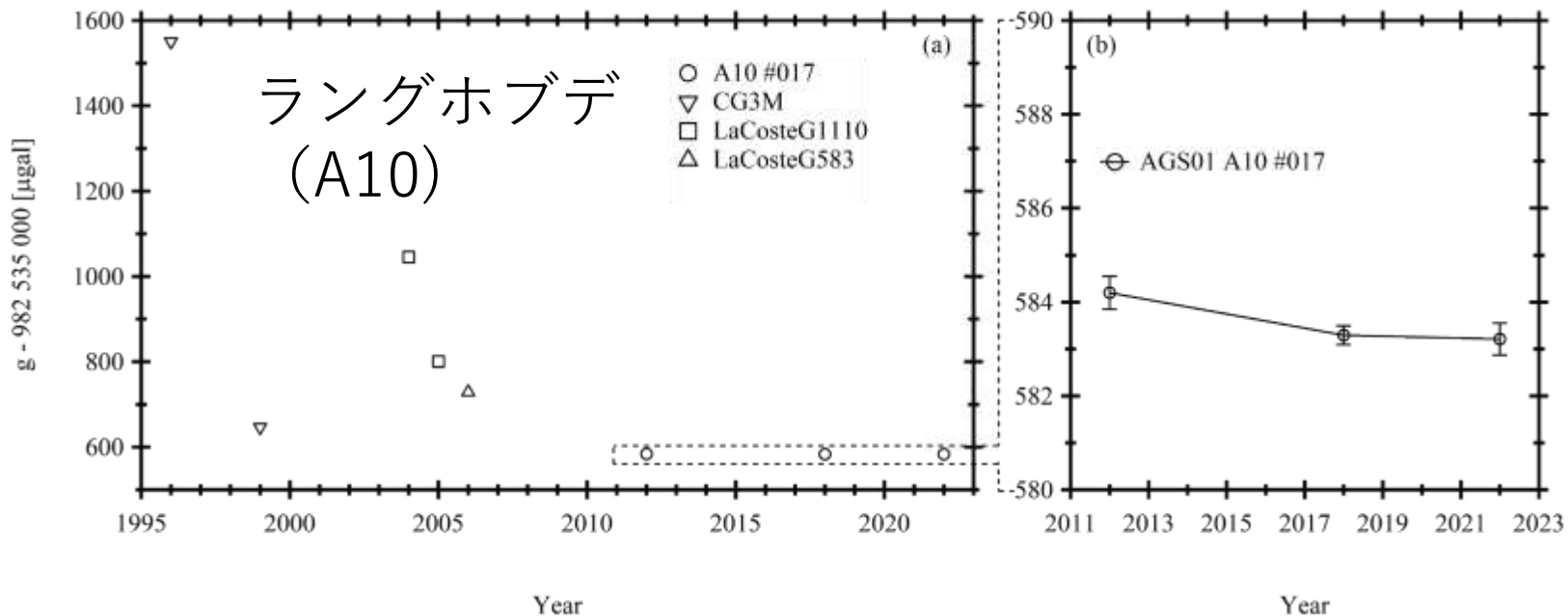
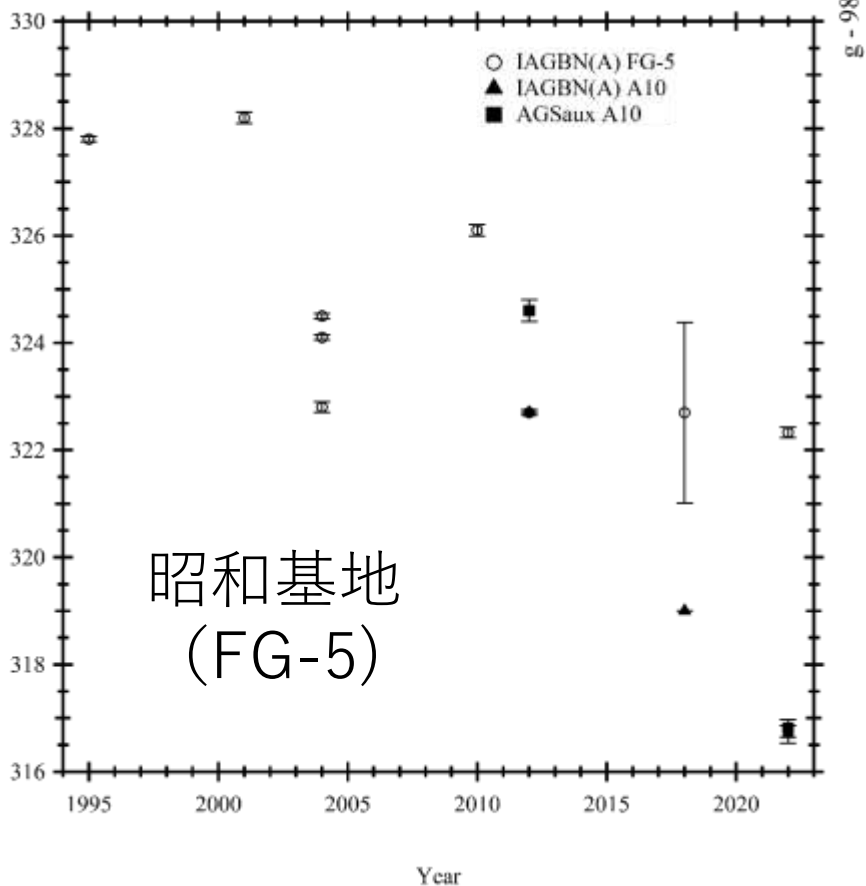
# JARE63測定の特ピックス

- A10によるラングホブデ、スカルブスネス、ルンドボークスヘッタでの絶対重力測定
- TAG-1による昭和基地、ラングホブデでの絶対重力測定
- FG-5, A10, TAG-1, AQGによる昭和基地での比較測定
- 氷床上での絶対重力測定に向けたS16での環境調査

# A10：昭和基地、スカルブスネスでの測定の様子

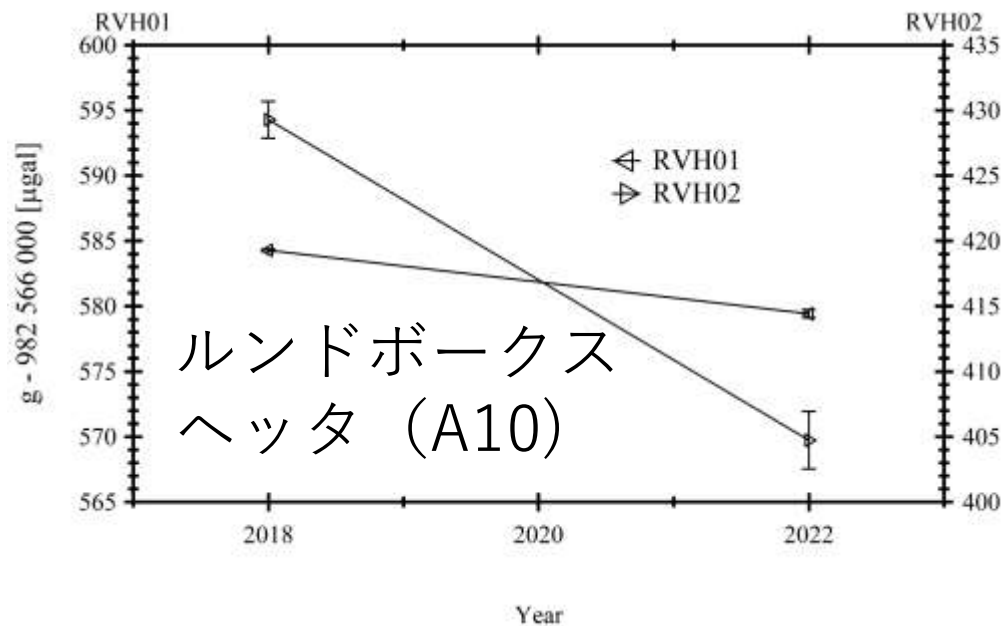


# 重力変化(暫定値) (岡さん計算)



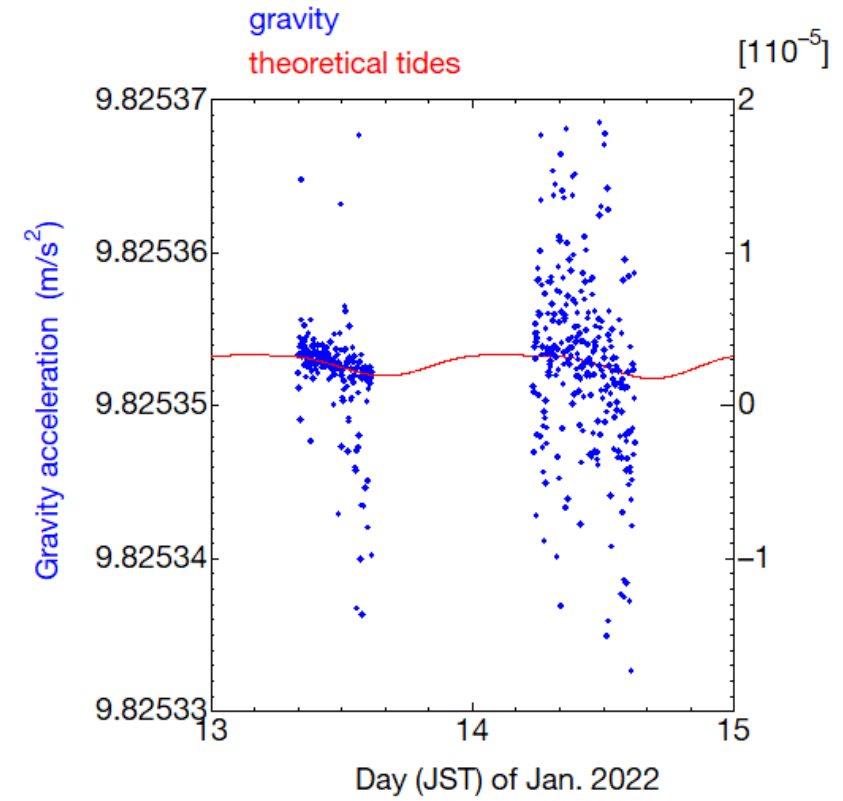
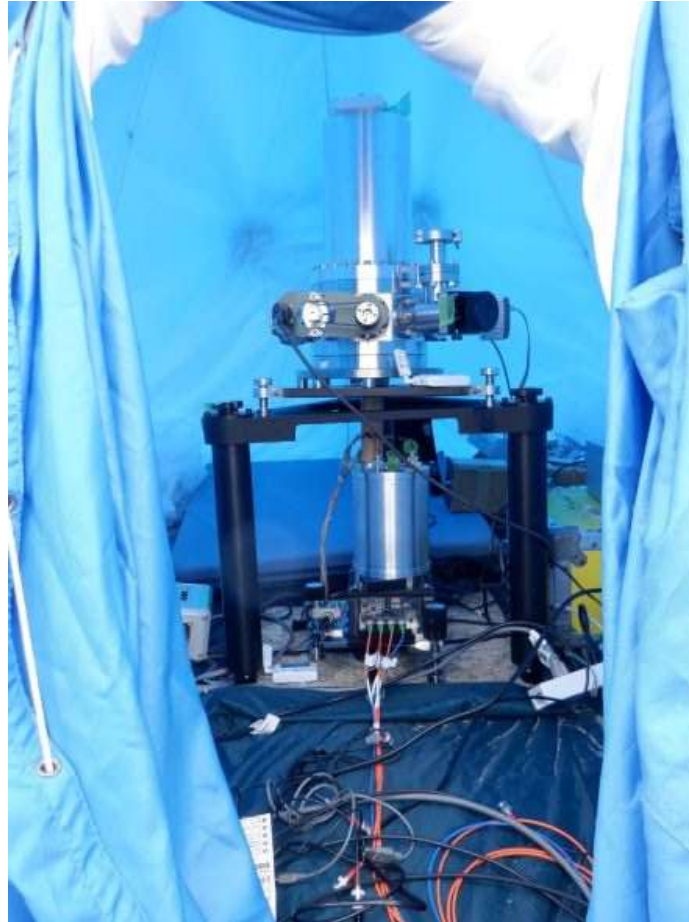
## 昭和基地 (FG-5)

## ルンドボークス ヘッタ (A10)





# TAG-1 : ラングホブデでの測定の様子





# おわりに

- 科研費・新学術領域研究「南極の海と氷床」の計画研究「固体地球と氷床の相互作用」（代表：福田洋一）では、地形地質調査や測地観測を通して、数万年前から現在にかけての南極氷床と固体地球の相互作用、特にGIAに伴う固体地球の変動について研究を行ってきた。
- GIAで生じる固体地球の変動は微小で時間スケールが数千年におよぶことから、数年程度の期間では変動を捉えることがむずかしく、辛抱強く観測を継続することが求められる。この新学術の期間でその起点あるいは継続となる観測が昭和基地近辺だけでなく、東南極の広い範囲で実施できたことは大きな成果だと考えている。
- 今後、観測データは国際的に流通可能な形で公開していく予定であり、各国の研究者がそれらを利用して研究を進めることで広大な南極大陸のGIA変動の詳細な解明につながる。
- 引き続き、南極域のGIA解明に向けて絶対重力測定を続けていく予定であるが、長期にわたり測定データを蓄積していくためには、人材の育成や多くの方々の南極観測への参加が求められる。