

GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト検証概要

2021年12月
2022年11月 更新
国立環境研究所 GOSAT-2 プロジェクト

GOSAT-2 の TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト (Ver.01.07) (以下、GOSAT-2 Full Physics プロダクト) の二酸化炭素 (CO_2)、メタン (CH_4)、水蒸気 (H_2O)、一酸化炭素 (CO) の乾燥空気に対する全量平均濃度データ (XCO_2 、 XCH_4 、 XH_2O 、 XCO) について、前バージョン (GOSAT-2 Full Physics プロダクト (Ver.01.04)) の XCO_2 、 XCH_4 、 XH_2O 、 XCO と比較を行った。

現時点で前バージョンと重複する観測期間は 2020 年 5 月 1 日～2020 年 5 月 18 日である。図 1 から図 4 に GOSAT-2 Full Physics プロダクト (XCO_2 、 XCH_4 、 XH_2O 、 XCO) の全球における海陸別での前バージョンに対する散布図を示す。陸域の割合が 60%以上 100%以下のものを陸上 (Land) データ、0%以上 10%以下のものを海上 (Ocean) データとした。データはそれぞれの品質フラグが「Good」のもののみを用いた。図中に比較したデータ数および前バージョンに対する差の平均とその標準偏差を示す。

GOSAT-2 Full Physics プロダクト (Ver.01.07) の XCO_2 、 XCH_4 、 XH_2O 、 XCO は、前バージョンに対する差の平均とその標準偏差が極めて小さいことから、その精度は前バージョン (別紙参照) と同等であると考えられる。

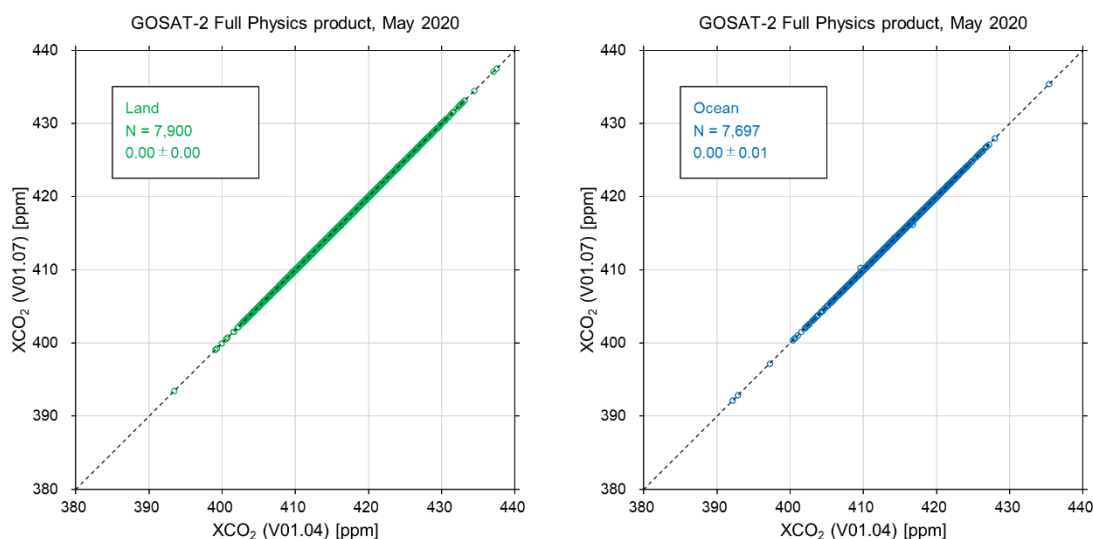


図 1 GOSAT-2 Full Physics プロダクト (XCO_2) の全球における海陸別での前バージョンに対する散布図 (緑: 陸上データ、青: 海上データ)

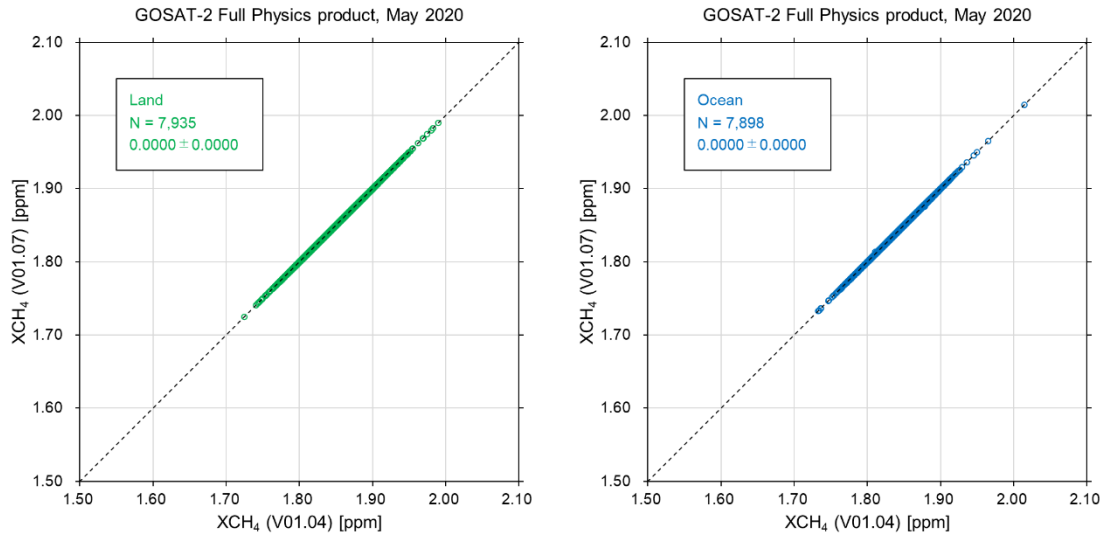


図 2 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XCH_4)の全球における海陸別での前バージョンに対する散布図(緑:陸上データ、青:海上データ)

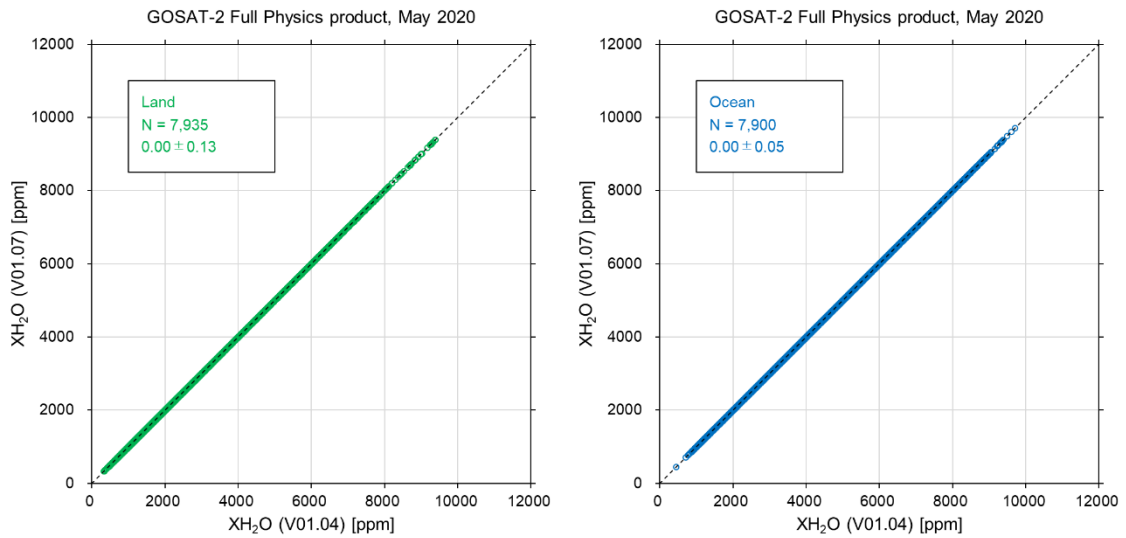


図 3 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XH_2O)の全球における海陸別での前バージョンに対する散布図(緑:陸上データ、青:海上データ)

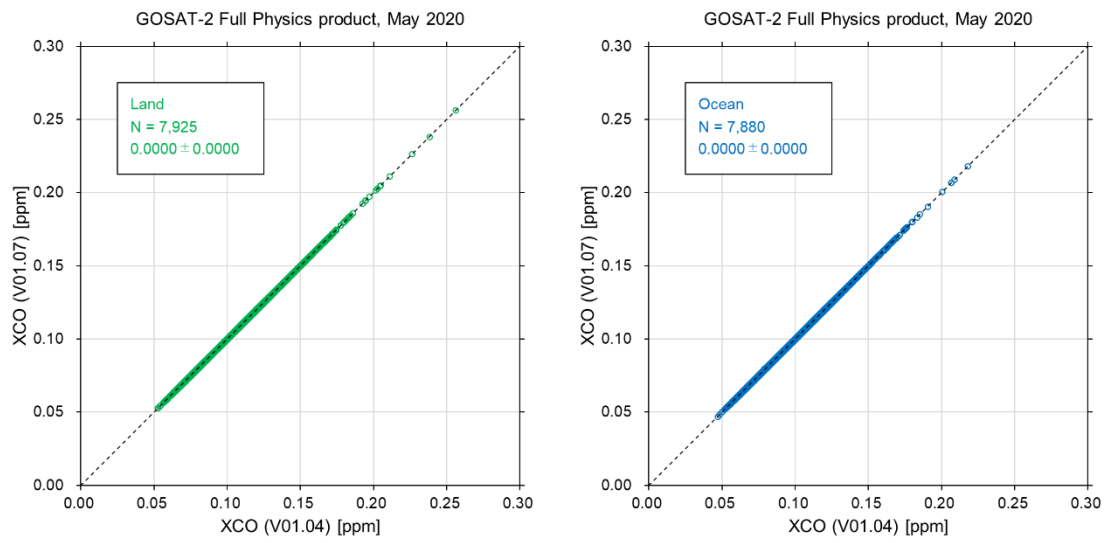


図 4 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XCO)の全球における海陸別での前バージョンに対する散布図(緑:陸上データ、青:海上データ)

GOSAT-2 TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト(Ver.01.04)検証概要

GOSAT-2 の TANSO-FTS-2 SWIR L2 カラム平均気体濃度プロダクト(以下、GOSAT-2 Full Physics プロダクト)の二酸化炭素(CO₂)、メタン(CH₄)、水蒸気(H₂O)、一酸化炭素(CO)の乾燥空気に対する全量平均濃度データ(XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO)を、Total Carbon Column Observing Network(TCCON)で観測された高分解能地上 FTS の観測データ(以下、TCCON データ)と比較して検証を行った。検証結果は以下の通りである。

GOSAT-2 Full Physics プロダクト

GOSAT-2 Full Physics プロダクトは Ver.01.04 を用いた。比較期間は 2019 年 3 月 1 日～2020 年 5 月 18 日である。比較範囲における陸上の割合が 10%以上のものを陸上(Land)データ、10%未満のものを海上(Ocean)データとした。ゲインの区別はしていない。データはそれぞれの品質フラグが「Good」のもののみを用いた。

TCCON データ

アルゴリズム GGG2014 で解析された現在公開されているデータを用いた。航空機による直接測定などとの比較により、TCCON での地上 FTS 観測の XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO の不確かさ(uncertainty, 2σ)はそれぞれおよそ 0.8 ppm、4 ppb、400 ppm、7 ppb であることがわかっている。TCCON データは GOSAT-2 が各 TCCON サイトの上空を通過する前後 30 分以内に取得された値の平均値を用いた。

TCCON データと GOSAT-2 Full Physics プロダクトの比較条件

- カラムアベレージングカーネルと先験値の影響は、速報的な解析のために考慮していない。
- GOSAT-2 Full Physics プロダクトは、比較範囲として TCCON サイトを中心に緯度・経度が ±0.1°、±1°、±2°、±5° 以内で取得されたものを、陸上と海上に分けて TCCON サイトの結果と比較した。TCCON 観測地点が内陸に多いため、海上の比較データ数は陸上に比べて少なくなっている。
- GOSAT-2 Full Physics プロダクトのうち、フットプリント高度と TCCON サイトの高度との差が 500 m より大きいものは比較から除外した。
- 2019 年初夏にオーストラリアで大規模な森林火災が発生した。そのため、XCO については、オーストラリアの Wollongong でのバイアス(GOSAT-2 Full Physics プロダクトと TCCON データとの差)の絶対値が 40 ppb より大きいものを除外した。

検証結果

表 A1 に海陸別に各比較範囲の比較データ数、バイアスとその標準偏差、それぞれの相対値を示す。

表 A1 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(Ver.01.04)の各比較範囲での TCCON データとのバイアス(Bias)とその標準偏差(Std)と相対値。Landは陸上データ、Oceanは海上データ、Nは比較データ数を示す。なお、絶対値の単位はXCO₂とXH₂Oはppm、XCH₄とXCOはppbである。

GOSAT-2 Full Physics product (V01.04) (2019/03/01–2020/05/18)		Coincidence criteria	N	Bias [ppm] or [ppb]	Std [ppm] or [ppb]	bias [%]	std [%]
Land	XCO ₂	±0.1°	532	2.63	3.29	0.64	0.80
		±1°	1981	2.29	3.86	0.56	0.94
		±2°	2640	2.34	4.04	0.57	0.98
		±5°	5510	2.14	4.31	0.52	1.05
	XCH ₄	±0.1°	539	-0.15	15.20	0.00	0.82
		±1°	1990	-1.36	17.44	-0.07	0.94
		±2°	2654	-0.03	19.33	0.00	1.04
		±5°	5537	-1.76	20.64	-0.09	1.11
	XH ₂ O	±0.1°	539	37.9	96.5	1.4	4.5
		±1°	1990	28.7	309.4	1.7	15.2
		±2°	2654	51.8	413.9	3.9	21.3
		±5°	5537	-69.9	790.1	2.2	32.3
	XCO	±0.1°	539	20.08	7.00	24.75	8.15
		±1°	1986	21.17	7.52	25.02	9.42
		±2°	2649	21.18	8.33	25.07	10.19
		±5°	5494	20.25	9.95	24.02	11.66
Ocean	XCO ₂	±0.1°	1	2.92	-	0.71	-
		±1°	31	0.27	6.85	0.07	1.67
		±2°	92	-0.14	5.79	-0.03	1.41
		±5°	733	0.26	4.65	0.06	1.13
	XCH ₄	±0.1°	1	17.05	-	0.95	-
		±1°	34	-7.24	30.34	-0.39	1.66
		±2°	102	-11.70	22.97	-0.63	1.25
		±5°	863	-9.42	23.61	-0.51	1.28
	XH ₂ O	±0.1°	1	-117.2	-	-5.2	-
		±1°	35	102.5	355.9	3.9	12.5
		±2°	104	-43.8	567.9	1.4	16.2
		±5°	872	235.9	1156.6	32.5	107.7
	XCO	±0.1°	1	12.24	-	17.89	-
		±1°	32	20.51	8.13	24.66	7.81
		±2°	101	18.66	7.64	22.92	8.91
		±5°	838	17.90	11.78	23.09	14.53

図 A1 に GOSAT-2 Full Physics プロダクトの海陸別の比較範囲±2°での TCCON データに対する散布図を示す。図 A2 に海陸別の比較範囲±2°でのバイアスの時系列図を示す。図 A3 に各比較範囲の平均バイアスを示す。

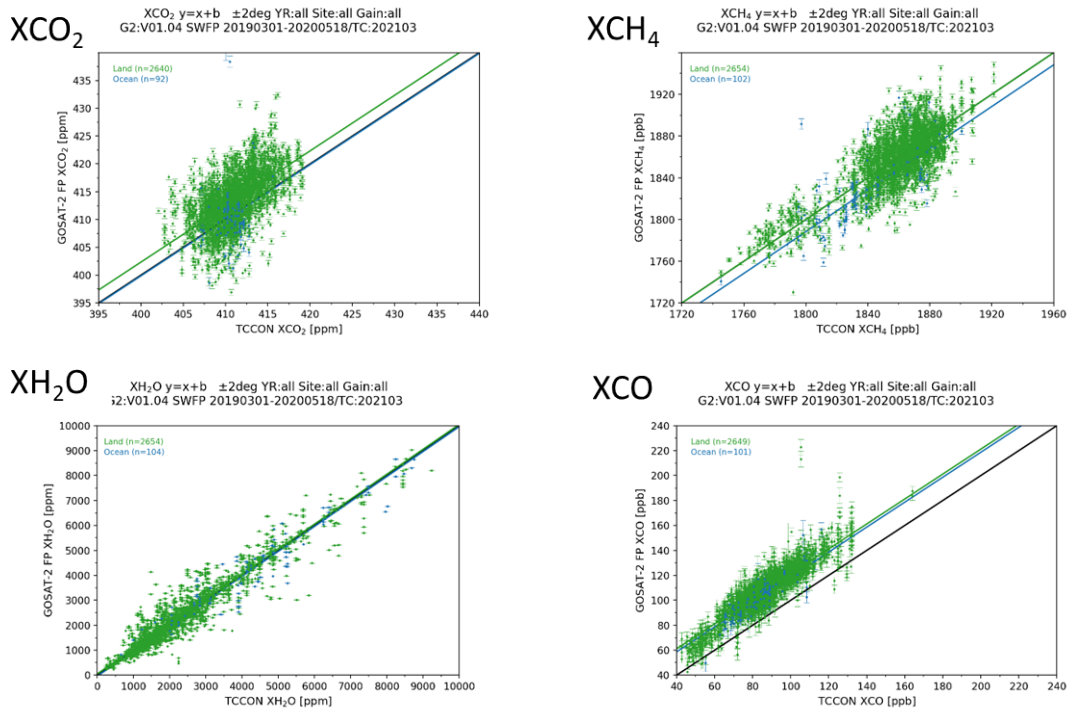


図 A1 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO)の海陸別の比較範囲±2°での TCCON データに対する散布図(緑:陸上データ、青:海上データ)

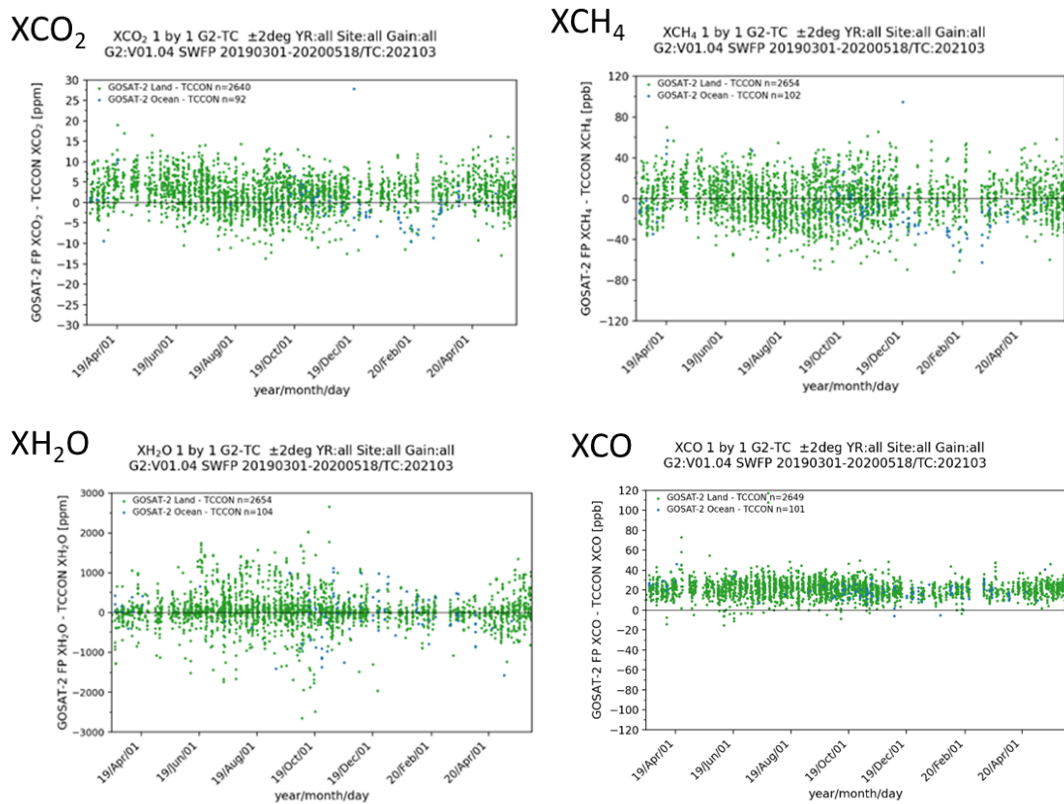
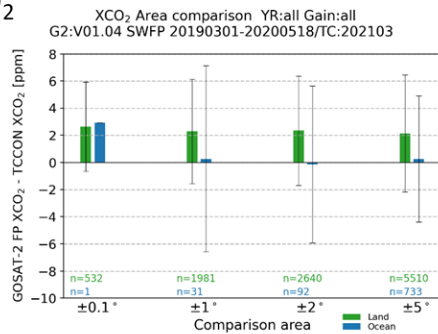
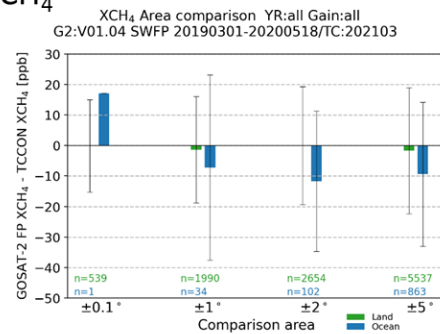


図 A2 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO)の海陸別の比較範囲±2°でのバイアスの 2019 年 3 月からの時系列図(緑:陸上データ、青:海上データ)

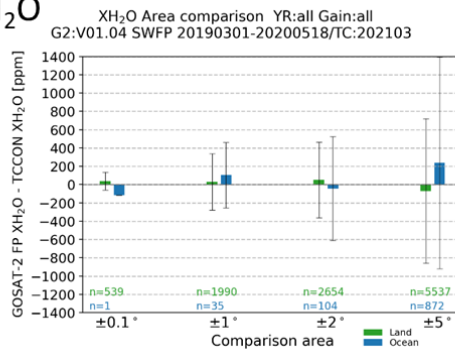
XCO₂



XCH₄



XH₂O



XCO

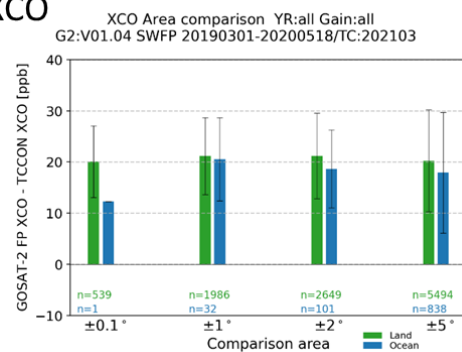


図 A3 GOSAT-2 Full Physics プロダクト(XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO)の海陸別での各比較範囲の平均バイアス(緑:陸上データ、青:海上データ)

森林火災の影響

陸上データについて、比較範囲±0.1°では森林火災と思われる影響によって除外したデータはなかったが、±1°、±2°、±5°で除外したデータはそれぞれ1個、1個、24個だった。除外の有無によるWollongongでの平均バイアスの差(森林火災データを含む平均バイアス - 森林火災データを含まない平均バイアス)は、比較範囲±1°、±2°、±5°でそれぞれ-1.42 ppb、-0.79 ppb、-1.88 ppbだった。除外の有無による全サイトでの平均バイアスの差は、それぞれ-0.04 ppb、-0.02 ppb、-0.16 ppbだった。

海上データについて、比較範囲±5°で除外したデータは4個で、それ以外の比較範囲では除外したデータはなかった。比較範囲±5°では除外の有無による平均バイアスの差は、Wollongongで1.30 ppb、全サイトで0.14 ppbだった。

GOSAT-2 Full Physics プロダクトの検証のまとめ

GOSAT-2 Full Physics プロダクト(Ver.01.04)の XCO₂、XCH₄、XH₂O、XCO を TCCON データと比較した。比較範囲±2°での検証結果は以下の通りである。

- 陸上と海上での XCO₂ の平均バイアスとその標準偏差は、それぞれ 2.34±4.04 ppm (0.57±0.98%)と-0.14±5.79 ppm(-0.03±1.41%)であった。
- 陸上と海上での XCH₄ の平均バイアスとその標準偏差は、それぞれ-0.03±19.33 ppb (0.00±1.04%)と-11.70±22.97 ppb(-0.63±1.25%)であった。
- 陸上と海上での XH₂O の平均バイアスとその標準偏差の相対値は、それぞれ 3.9±21.3%と 1.4±16.2%であった。ただし、それらの標準偏差は比較的大きかった。
- 陸上と海上での XCO の平均バイアスとその標準偏差は、それぞれ 21.18±8.33 ppb (25.07±10.19%)と 18.66±7.64 ppb (22.92±8.91%)であった。
- まだ比較期間は短いですが、XCO₂とXCH₄は時期によってバイアスの傾向がやや変動している。

それ以外の条件で取得された GOSAT-2 Full Physics プロダクトの検証結果は以下の通りである。

- XCO では、全ての比較範囲で平均バイアスが正であり、その値は標準偏差より大きかった。

今後も、GOSAT-2 Full Physics プロダクトの質を向上させるために、校正・アルゴリズム改善・検証を継続する必要がある。