

宇宙からの分光リモートセンシング -4次元サイバーシティに加えうる新たな次元-

千葉大学環境リモートセンシング研究センター
齋藤 尚子

大気環境衛星検討委員会

地球観測衛星搭載センサの種類

■ 低軌道 (LEO)

■ イメージャ = 高空間分解能センサ

→ 多バンド化による高”スペクトル”分解能を目指した技術展開へ

- 光学センサ ... Landsat-8/OLI・TIRS、Sentinel-2/MSIなど
- SAR ... ALOS-2/PALSAR-2、Sentinel-1など

■ サウンド・分光センサ = 中空間分解能センサ

→ “イメージング”分光計を目指した技術展開へ

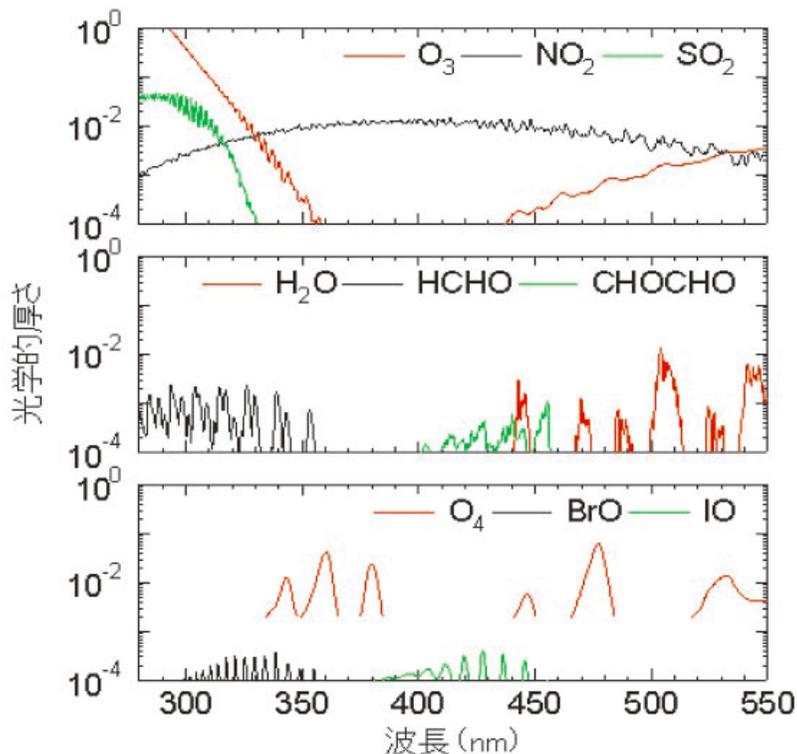
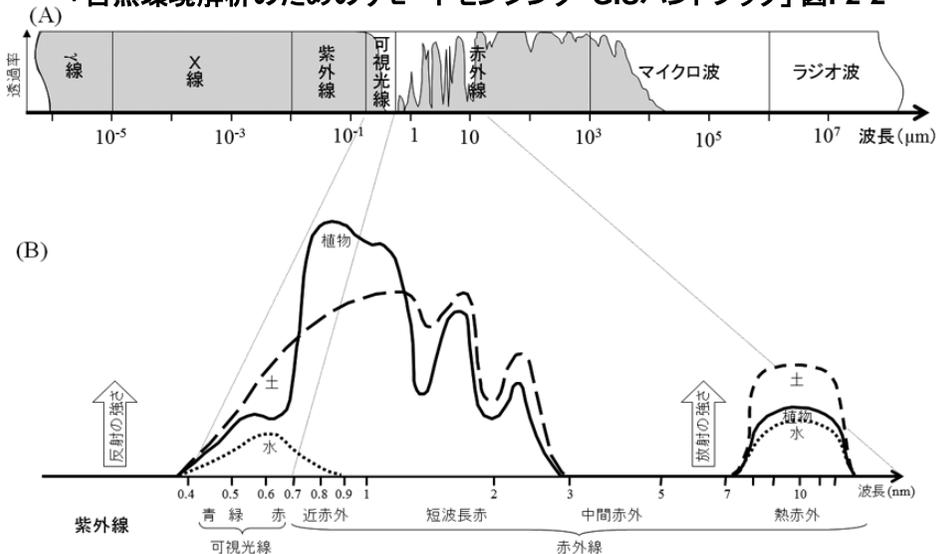
- 光学センサ ... GCOM-C1/SGLI、GOSAT/TANSO-FTSなど
- マイクロ波センサ ... GCOM-W/AMSR2、MetOp/AMSUなど
- レーダ、ライダー ... GPM/DPR、CALIPSO/CALIOPなど

■ 静止軌道 (GEO)

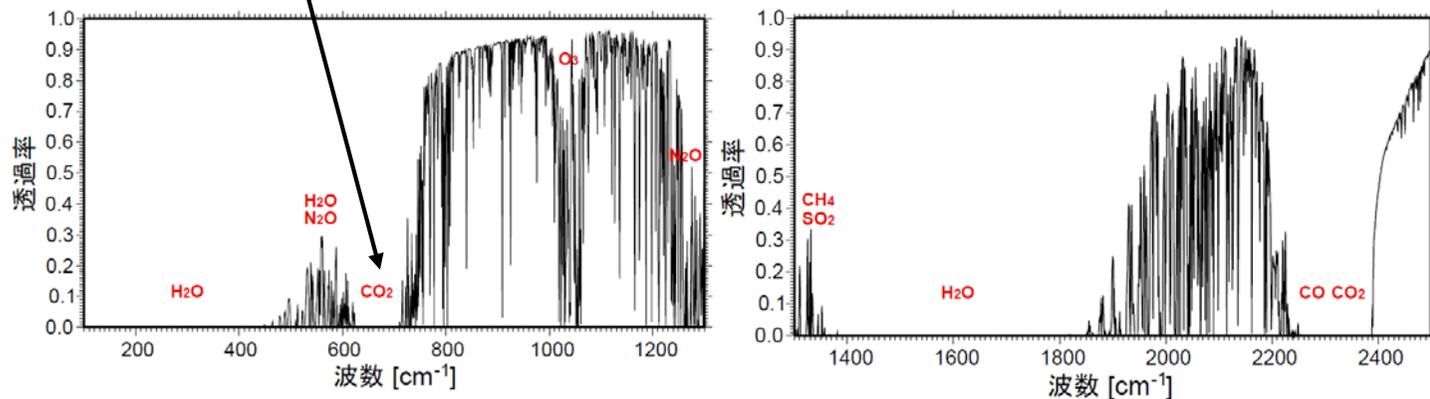
- 光学センサ ... HIMAWARI-8/AHI、KOMPSAT-2B/GEMSなど

バンドセンサとスペクトルセンサ

「自然環境解析のためのリモートセンシング・GISハンドブック」図I-2-2



大気環境衛星検討委員会パンフレット
「静止大気環境衛星の実現を目指して」図2-2、図2-3



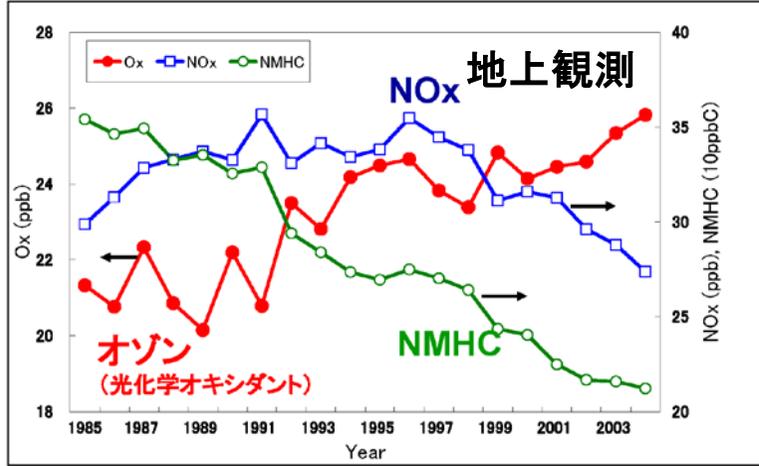
CO_2 の吸収以外にも
 H_2O 、 O_3 の吸収もあり

- 各大気分子による吸収線の構造は、高波長(スペクトル)分解能センサでない
と解像できない



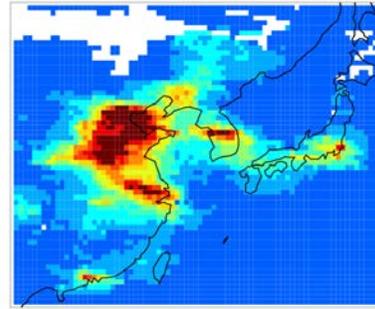
大気汚染物質(ガス)や
温室効果ガスの監視に
はスペクトル情報が必要

LEO+UV/VIS分光観測による大気汚染物質等の監視

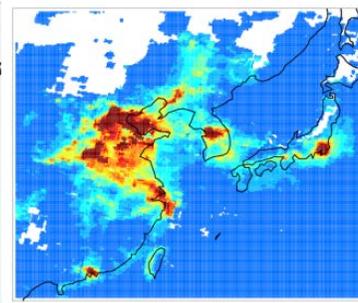


[大原, 2007]

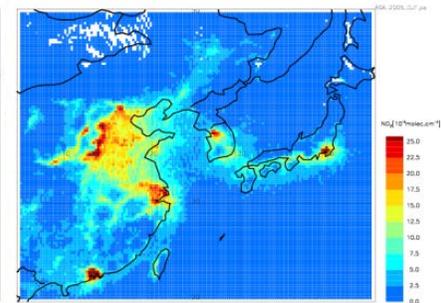
SLCPs: Short-lived climate pollutants 衛星観測NO₂ 短寿命気候汚染物質 (O₃など)



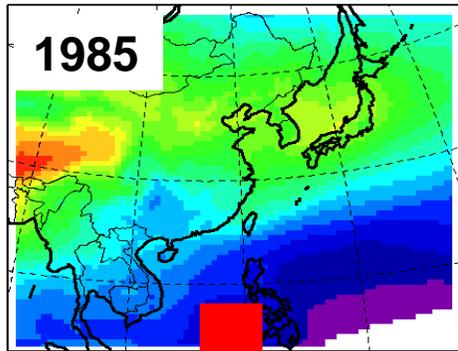
GOME
320 x 40 km



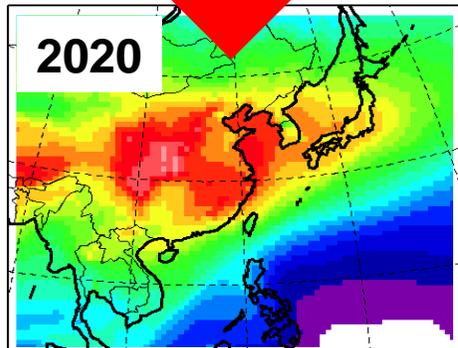
SCIAMACHY
30 x 60 km



OMI
13 x 24 km



1985



2020

モデル(+観測)

O₃ [ppb]

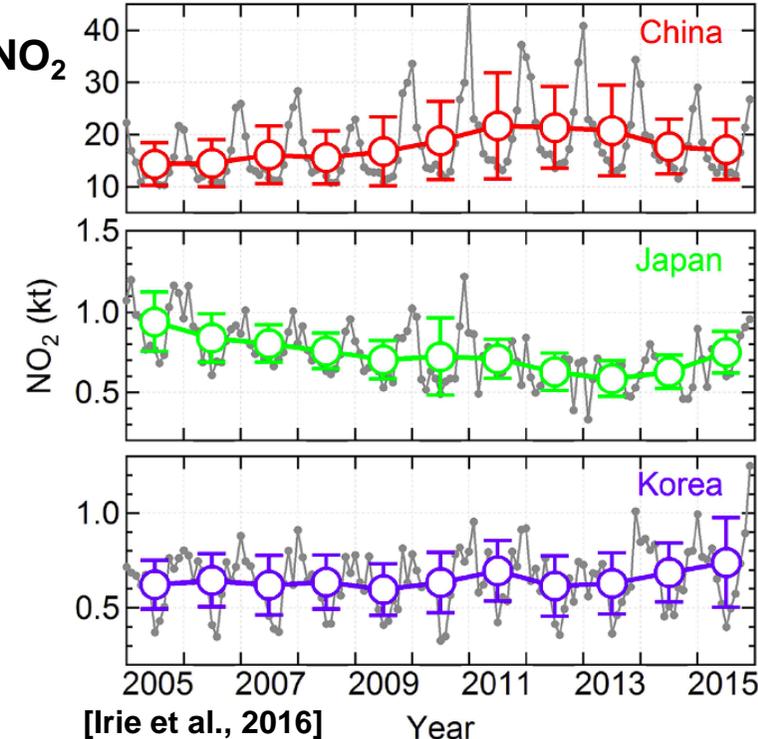


● 衛星を活用することで、
広域かつ長期間、大気
汚染物質とSLCPsの
監視が可能

➡
人々にとって有益な
情報の提供が可能

[Yamaji et al., 2006]

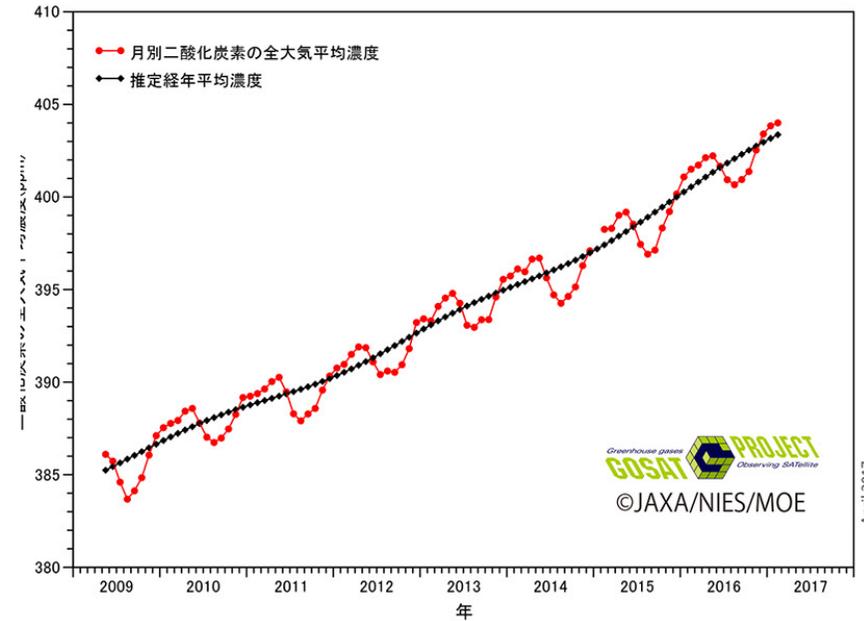
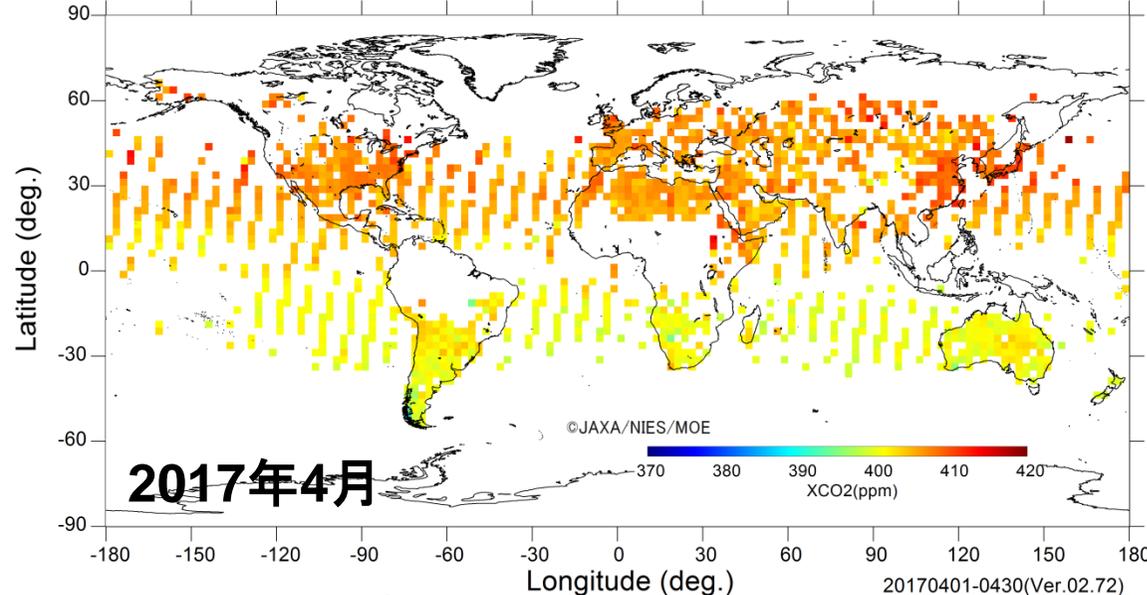
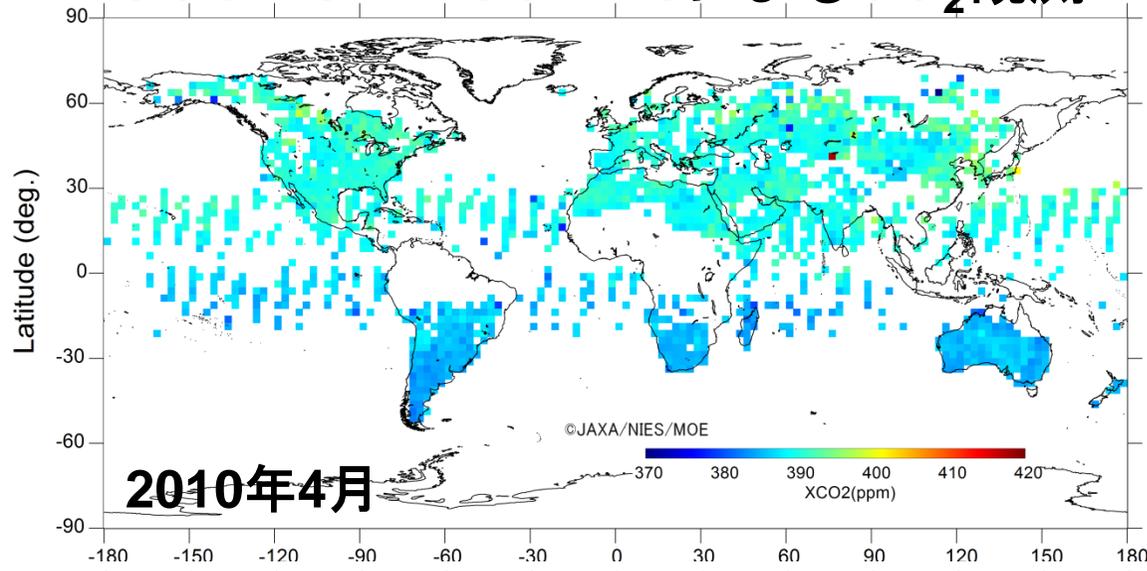
衛星観測NO₂



[Irie et al., 2016]

LEO+IR分光観測による温室効果ガスの監視

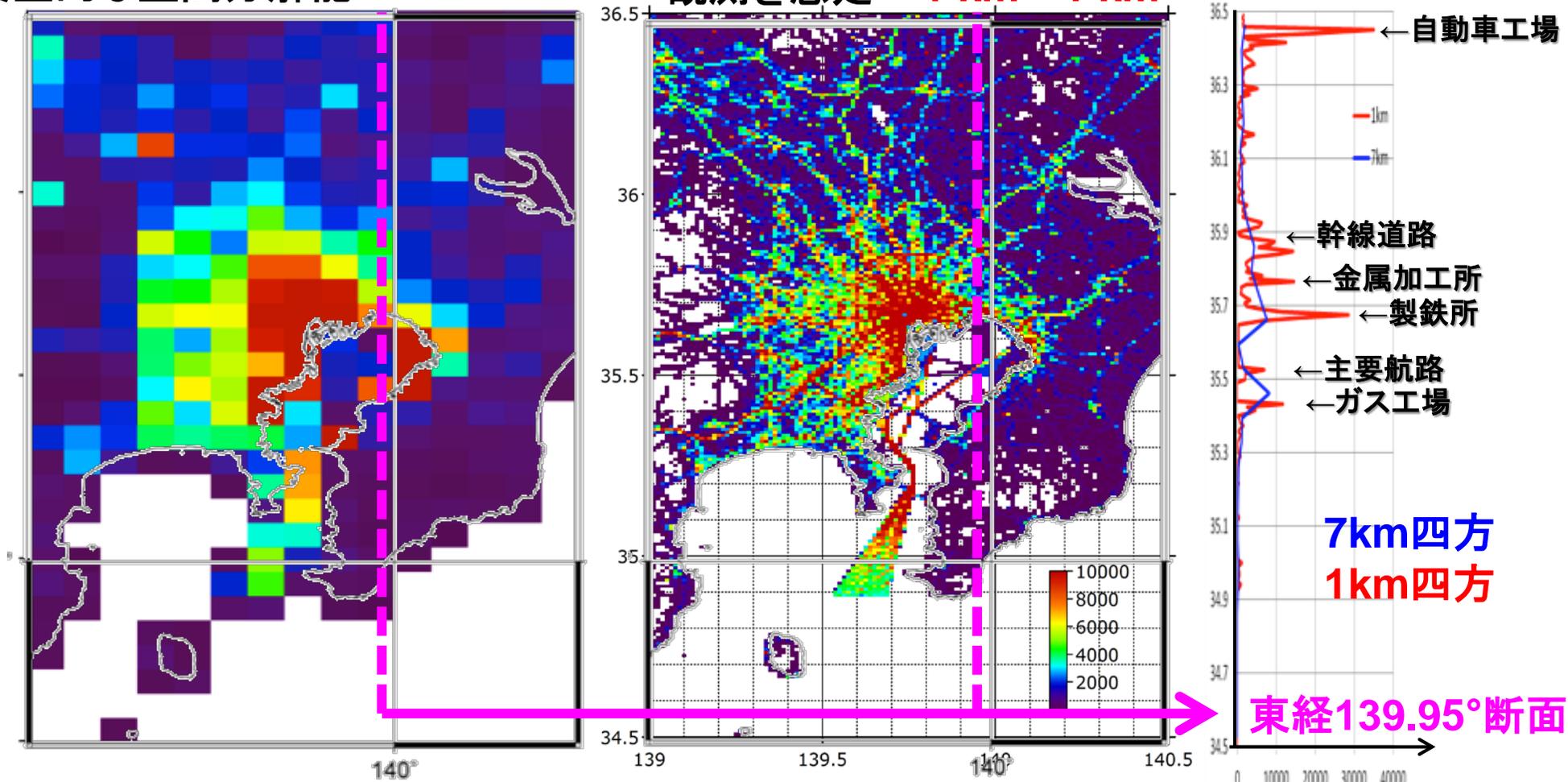
GOSAT/TANSO-FTSによるCO₂観測



- パリ協定等の国際貢献の他に、地球環境問題を広く国民に周知、環境問題への意識を高めるために利用できないか？

超低軌道搭載分光計による大気汚染物質の高空間分解能観測の可能性

既存LEO衛星 (~700 km) の 典型的な空間分解能 = $7\text{ km} \times 7\text{ km}$ 超低軌道 (300-400 km) による 観測を想定 = $1\text{ km} \times 1\text{ km}$ NOx排出量 [Kannari et al., EAGrid2000, JCAP]



7 km × 7km分解能では見逃すNOx排出源 市町村レベルに情報提供可
を1 km × 1km分解能では検出可能

静止軌道衛星の活用、化学天気予報

HIMAWARI-8,9/AHI

波長 (μm)	ひまわり8,9号				ひまわり6,7号		想定される用途の一例
	バンド番号	水平解像度 [km]	中心波長 (μm)		チャンネル名	水平解像度 [km]	
			ひまわり8号	ひまわり9号			
0.47	1	1	0.47063	0.47059	-	-	植生、 エアロゾル 、カラー合成画像
0.51	2	1	0.51000	0.50993	-	-	植生、 エアロゾル 、カラー合成画像
0.64	3	0.5	0.63914	0.63972	VIS	1	植生、下層雲・霧、カラー合成画像
0.86	4	1	0.85670	0.85668	-	-	植生、 エアロゾル
1.6	5	2	1.6101	1.6065	-	-	雲相判別
2.3	6	2	2.2568	2.2570	-	-	雲粒有効半径
3.9	7	2	3.8853	3.8289	IR4	4	下層雲・霧、自然火災
6.2	8	2	6.2429	6.2479	IR3	4	上層水蒸気
6.9	9	2	6.9410	6.9555	-	-	上中層水蒸気
7.3	10	2	7.3467	7.3437	-	-	中層水蒸気
8.6	11	2	8.5926	8.5936	-	-	雲相判別 SO₂
9.6	12	2	9.6372	9.6274	-	-	オゾン全量
10.4	13	2	10.4073	10.4074	IR1	4	雲画像、雲頂情報
11.2	14	2	11.2395	11.2080	-	-	雲画像、海面水温
12.4	15	2	12.3806	12.3648	IR2	4	雲画像、海面水温
13.3	16	2	13.2807	13.3107	-	-	雲頂高度

水平解像度は、衛星直下点での解像度。

[気象衛星センターwebページ: <http://www.data.jma.go.jp/mscweb/ja/index.html>]

- 静止衛星による大気汚染気体の高頻度観測は近い将来、新たな「化学天気予報」に活用されると期待される

KOMPSAT-2B/GEMS(2019年打ち上げ予定*)

	2A	2B	
Payload	AMI	GOCI-2	GEMS
Lifetime		10 years	
Channels	16	13	1000
Wavelength range	0.4 - 13 μm	375 - 860 nm	300-500 nm
Spatial resolution	0.5 / 1 km (Vis) 2 km (IR)	250 m@ eq 1 km (FD)	7 x 8 km ² @ Seoul 3.5x8 km ² (aerosol)
Temporal resolution	10 min (FD)	1 hour	1 hour
Major Products	CTP, CTT, CF, AOD, FMF, OLR, SI, CSR, SST, LST, AMV, ... (56)	Ocn. current, chloryphyl, DOM, Phytoplankton, ...	AOD, AI, SSA, ACH, CCH, CRF, NO₂, O₃, SO₂, UVI, HCHO, CHOCHO

衛星データの活用、情報提供のあり方

- 衛星の「スペクトル」情報を活用した、大気質監視の重要性
→「スペクトル」も「次元」の一つ、大気汚染気体や温室効果ガスの計測には「スペクトル」情報が必要
- 衛星の広域(→3次元)・長期間(→4次元)・スペクトル(→5次元)観測を活かした、「〇〇監視情報」の提供
- 衛星データ+モデルの組み合わせによる「〇〇予報」の提供

- 衛星データをどのようにして「一般の人が活用できる情報」として提供するか議論が必要
→例えば、「大気汚染気体の濃度」ではなく「喉が痛くなるレベル」、「NDVI」や「タンパク含有量」ではなく「稲の刈り取り時期」や「生育状況・病虫害のレベル」や「おいしさ」
→様々な研究分野・業界の共同が必要
- 「すぐに役に立つ」ではなく「長い目で見て役に立つ」、例えば、環境問題への意識を高めるコンテンツの提供などを検討