

気象災害や科学的見地からの期待

牛尾 知雄
大阪大学

背景

- ・ 近年，日本では突風や局所的な豪雨等による被害が増加傾向にある。
- ・ 短時間に，局所的に，甚大な被害をもたらす。



東京雑司ヶ谷での幹線工事事故
(2008年8月5日)



神戸都賀川事故(2008年7月28日)



サロマでのF3竜巻
(2006年11月7日)



宮崎延岡での列車脱線事故
(2006年9月17日)

蜀流 逃げる子のむ

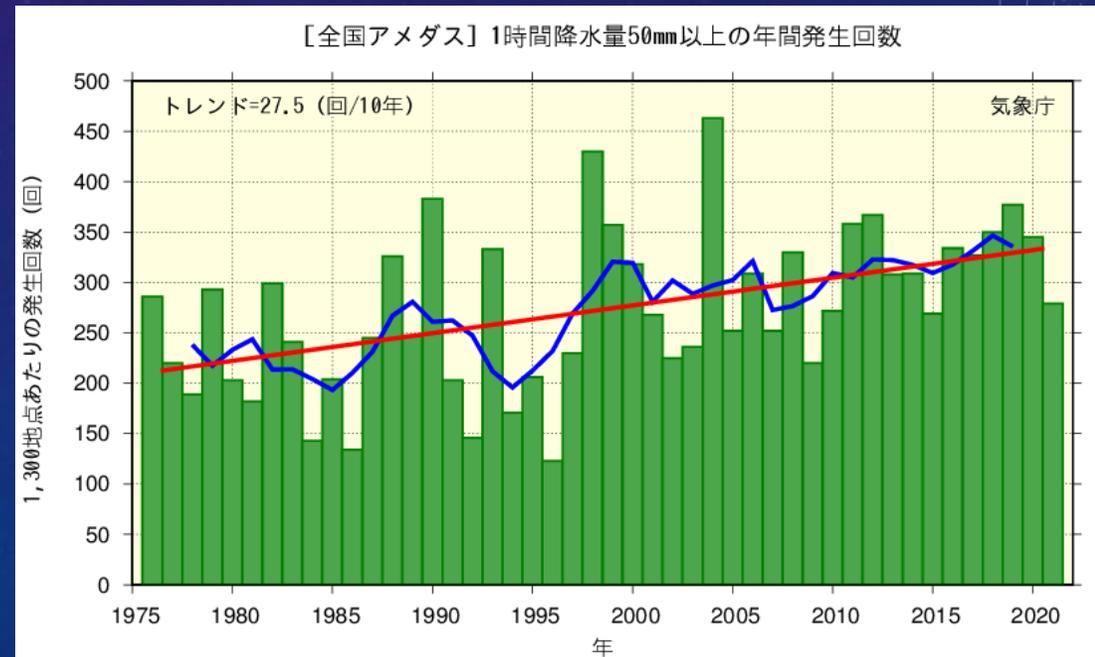
神戸4人死亡

「れおが流された」
泣きじゃくる女児ら

返事して 子どもらが流された都賀川の現場付近で、不明になっている人の名前を叫ぶ人々(2008年7月28日撮影、神戸市東灘区、小玉重隆撮影)

「守りきれず」

気象庁



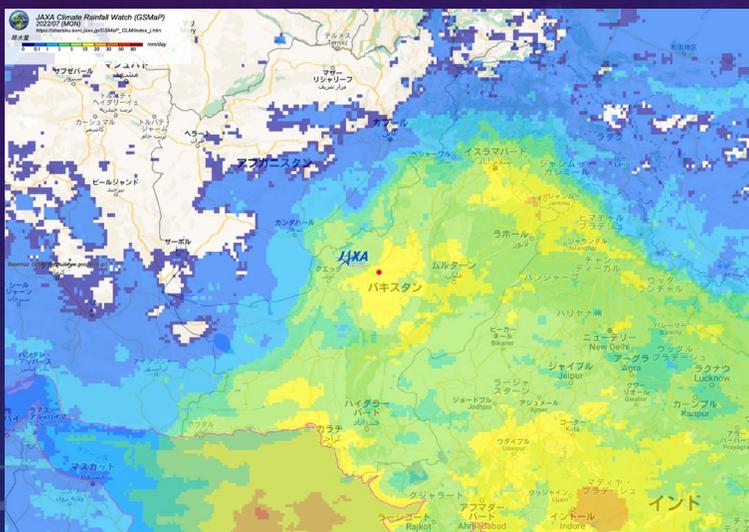
世界の豪雨被害

地球温暖化と共に、世界各地で干ばつや巨大台風、豪雨被害等、気候変動とリンクした極端気象が懸念されています。

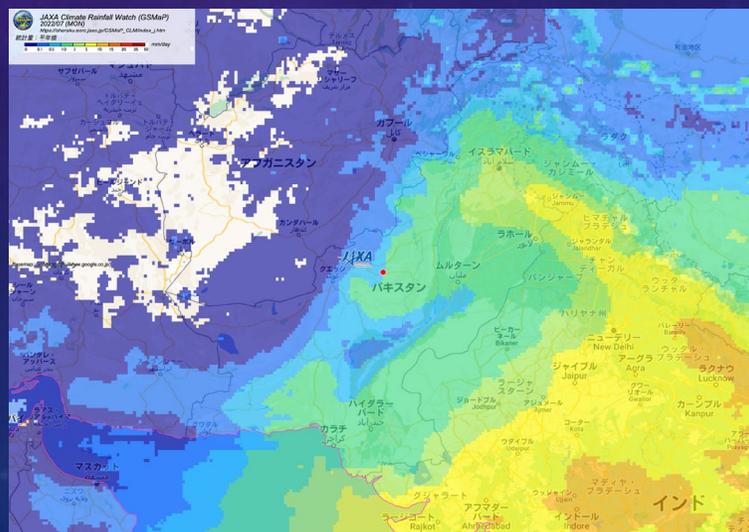


©PRCS

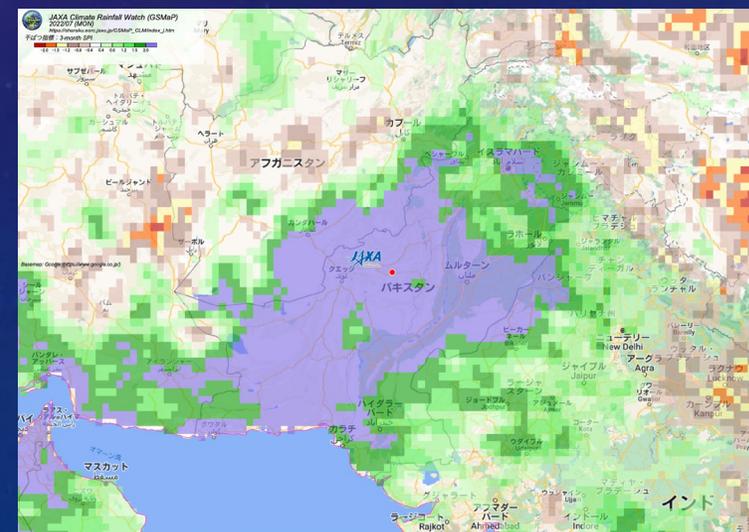
- 2022年夏季のPakistanでの洪水被害
- 国土の3分の1が水没



2022年7月降水量



7月平均降水量



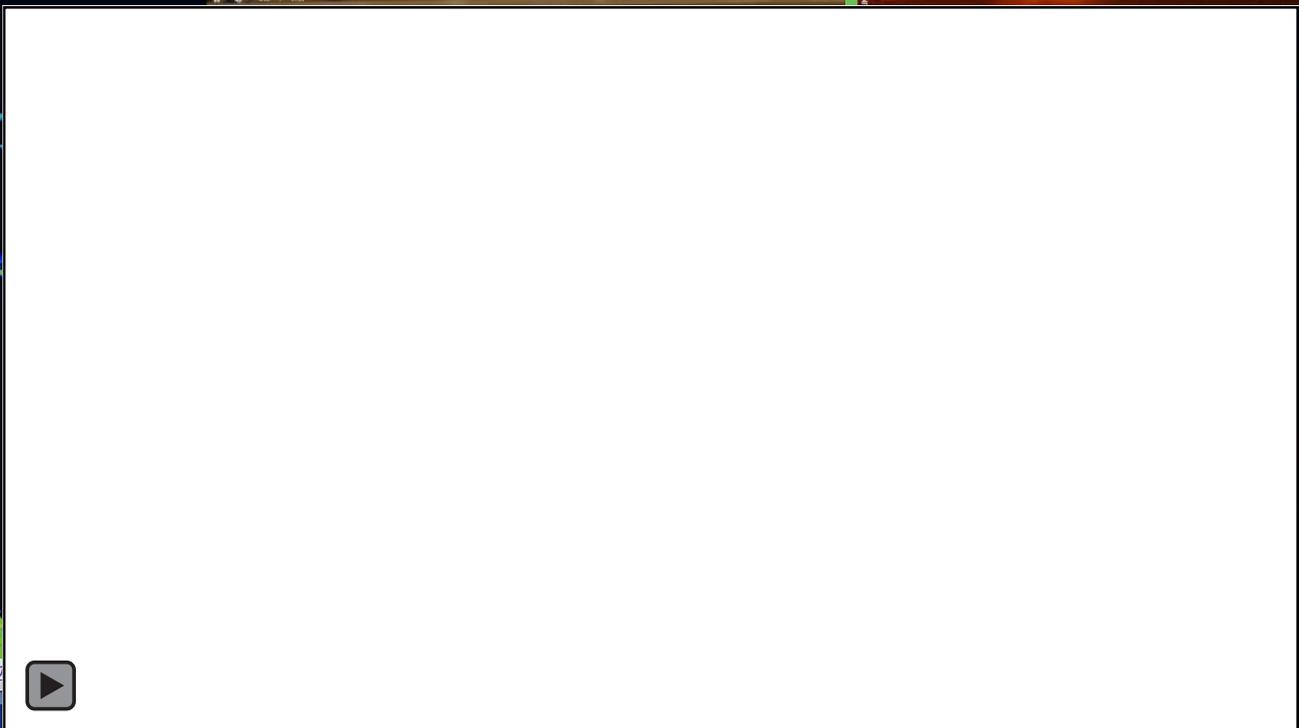
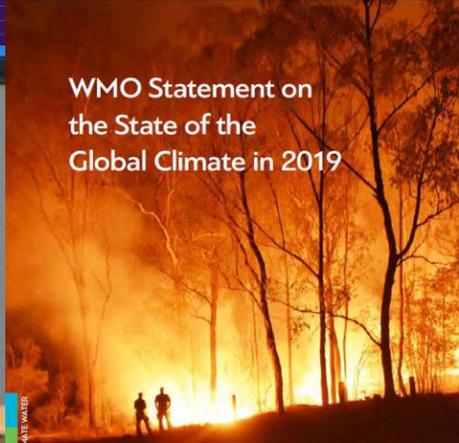
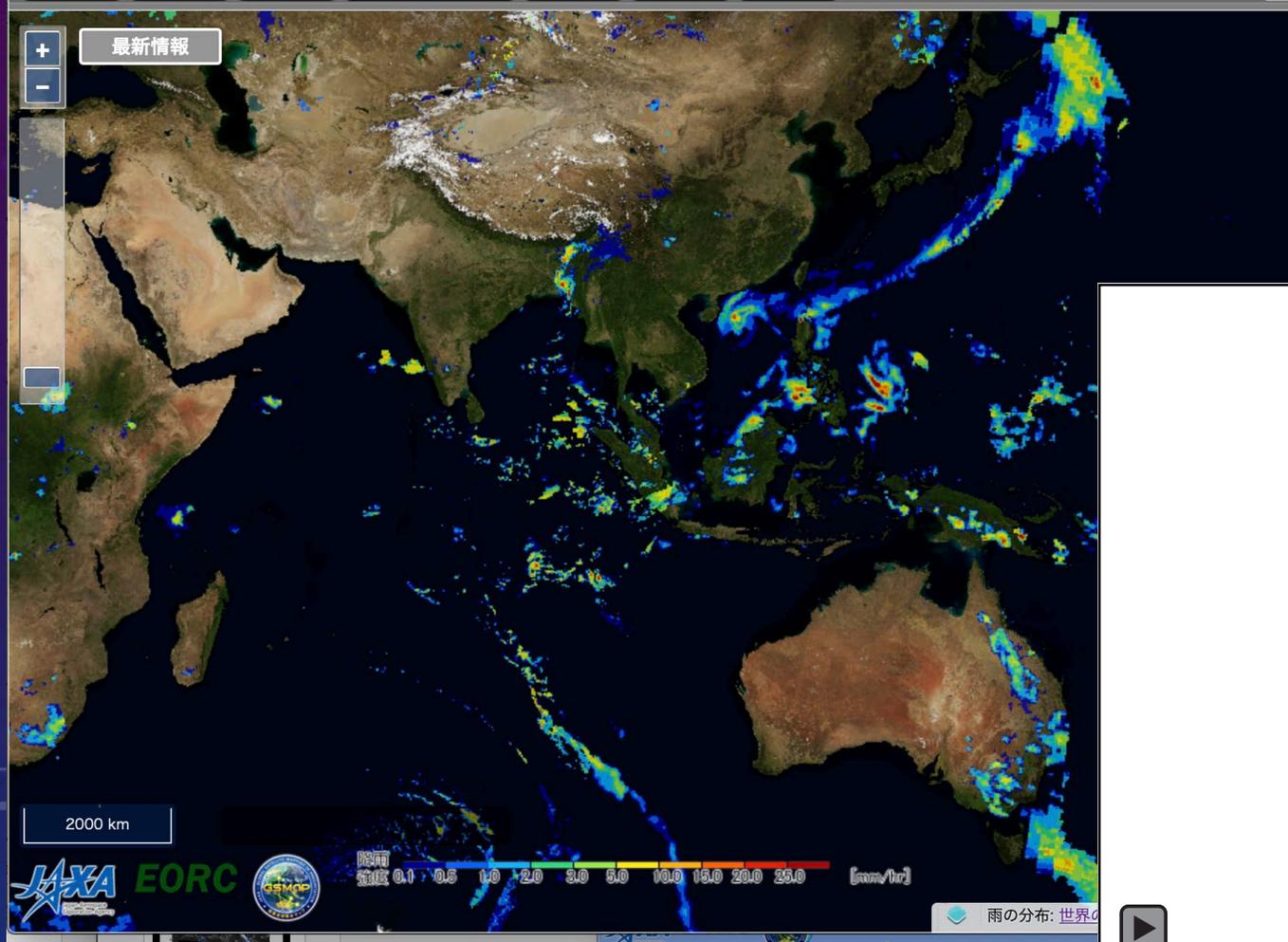
干ばつ指標

世界の雨分布統計(JAXA)によって作成

GSMAP (GLOBAL SATELLITE MAPPING OF PRECIPITATION)

世界の雨分布速報 JAXA GLOBAL RAINFALL MAPPING (GSMAP) ユーザガイド (資料など) ユーザ登録 雨分布 リアルタイム 雨分布 統計 理研 ナウキャスト 全球 降水予報 気象 リアルタイム 日本周辺の 三次元降水量 GSMAP 衛星全球降水マップ GSMAP GLOBAL SATELLITE MAPPING OF PRECIPITATION

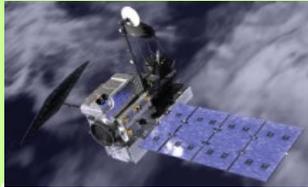
Date: 2020 / 10 / 24 05:00-05:59 JST 決定 GSMaP_NRT
-1日 -3時間 -1時間 最新画像 +1時間 +3時間 +1日



OVERVIEW OF GSMAP

衛星搭載マイクロ波放射計群

Passive Microwave sensors



GPM Core
GMI



GCOM-W1
AMSR2



DMSP
SSM/I, SSMIS



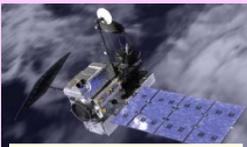
NOAA/MetOp
AMSU (sounder)

GSMaP Microwave Radiometer Algorithms

Precipitation Radar



TRMM
PR



GPM Core
DPR

Rainfall
Data
Base

Rainfall Data from each
Microwave Radiometer

Merged Microwave
Rainfall Data

IR Imager



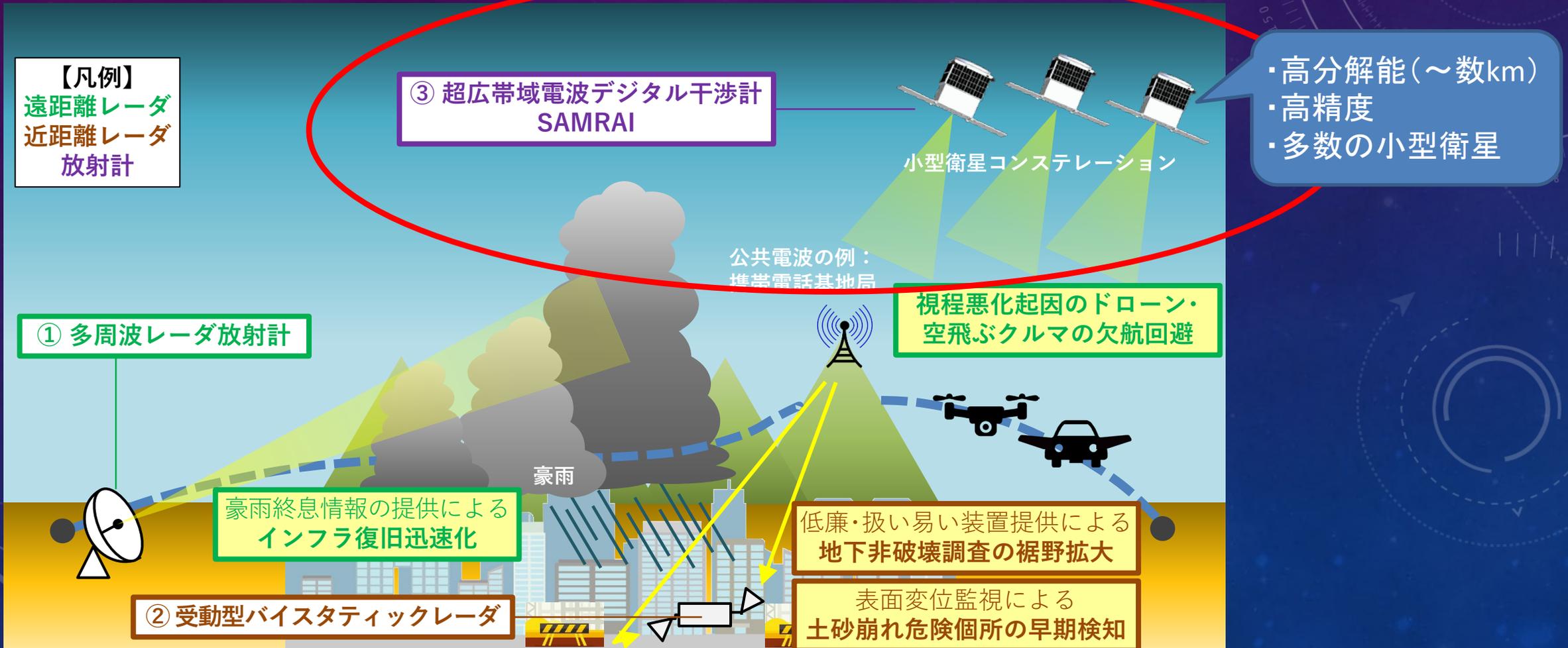
Geostationary
Satellite

Microwave-IR Merged
Algorithm (CMV, K/F)

**Global Rainfall Map
+Gauge-calibrated Rainfall
(0.1x0.1 deg. box, Hourly)**

未来を見据えた研究開発

【目標】 革新的マイクロ波観測技術（超広帯域アンテナ・デジタル技術）を適用したレーダ及び放射計の技術・利用実証



革新的マイクロ波計測技術への期待

- 革新的マイクロ波計測技術は、同じ機能の実装に必要な部品の点数を従来よりも大幅に削減し、装置の小型化を実現。



- 高空間分解能の超広帯域マイクロ波放射計は、多くの小型衛星に搭載。
 - GSMPに代表される全球の降水分布とその変動をモニタリングするプロダクトの高解像度化に寄与し、数分、数kmの高時空間降水マップの実現が期待。
- 多周波レーダ放射計は、地上の多くの地点に設置。



- 日本だけでなく全世界的に、洪水や豪雨予測等、降雨に関連する防災、減災への大きな寄与が期待される。

レーダリモートセンシング

こうした現象を観測し、現状把握に大きな威力を発揮するのが、レーダを代表格とする電波リモートセンシング技術

RADAR=RAdio **D**etection **A**nd **R**anging

「電波を使って目的物を探し、その距離を測る」もの

レーダ観測イメージ図



レーダの原理

レーダが
電磁波を照射

- 送信アンテナから電磁波を照射する。

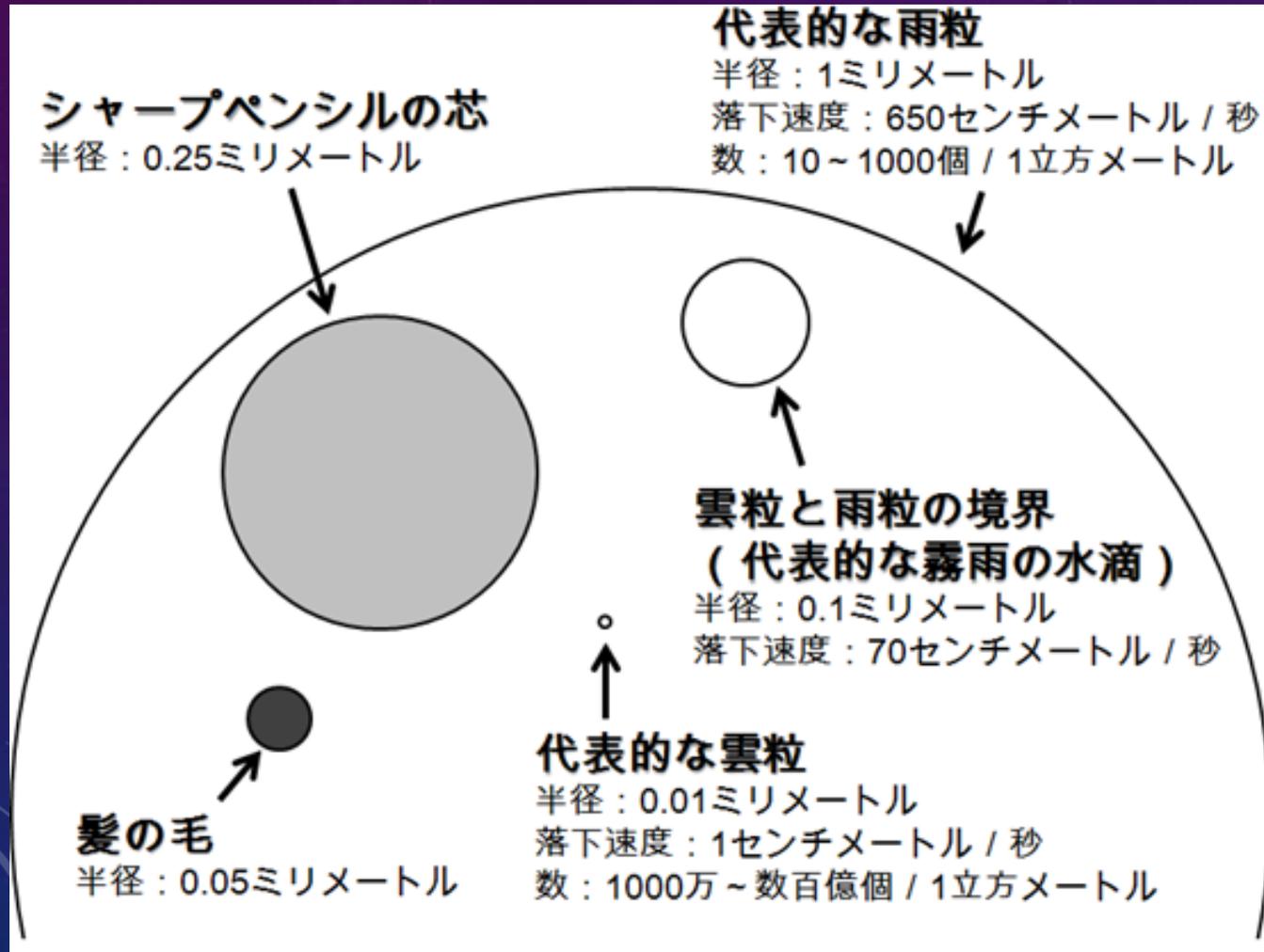
散乱体(雨粒)が
電磁波を反射・散乱

- 送信アンテナから照射された電磁波が、物体に当たることによって反射・散乱する。

散乱された
電磁波を観測

- 反射・散乱された電磁波を受信アンテナでキャッチすることにより、その到来方向・距離を測定する。

典型的な雲粒と雨粒の大きさ

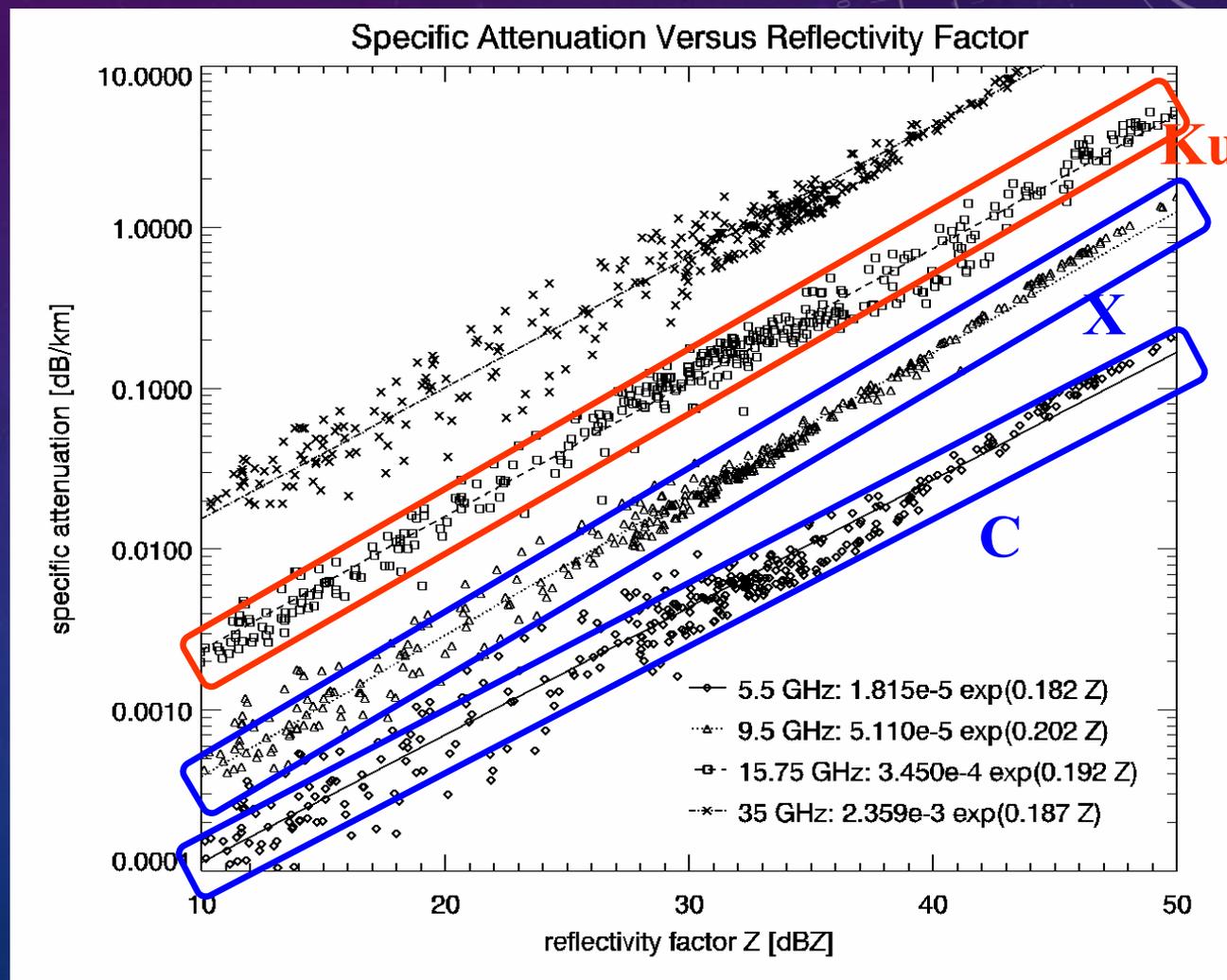


$$Z_e = \int_0^{\infty} N(D)D^6 dD$$

雲のレーダ反射因子 < 0 dBz
雨粒のレーダ反射因子 > 20 dBz

周波数対減衰特性

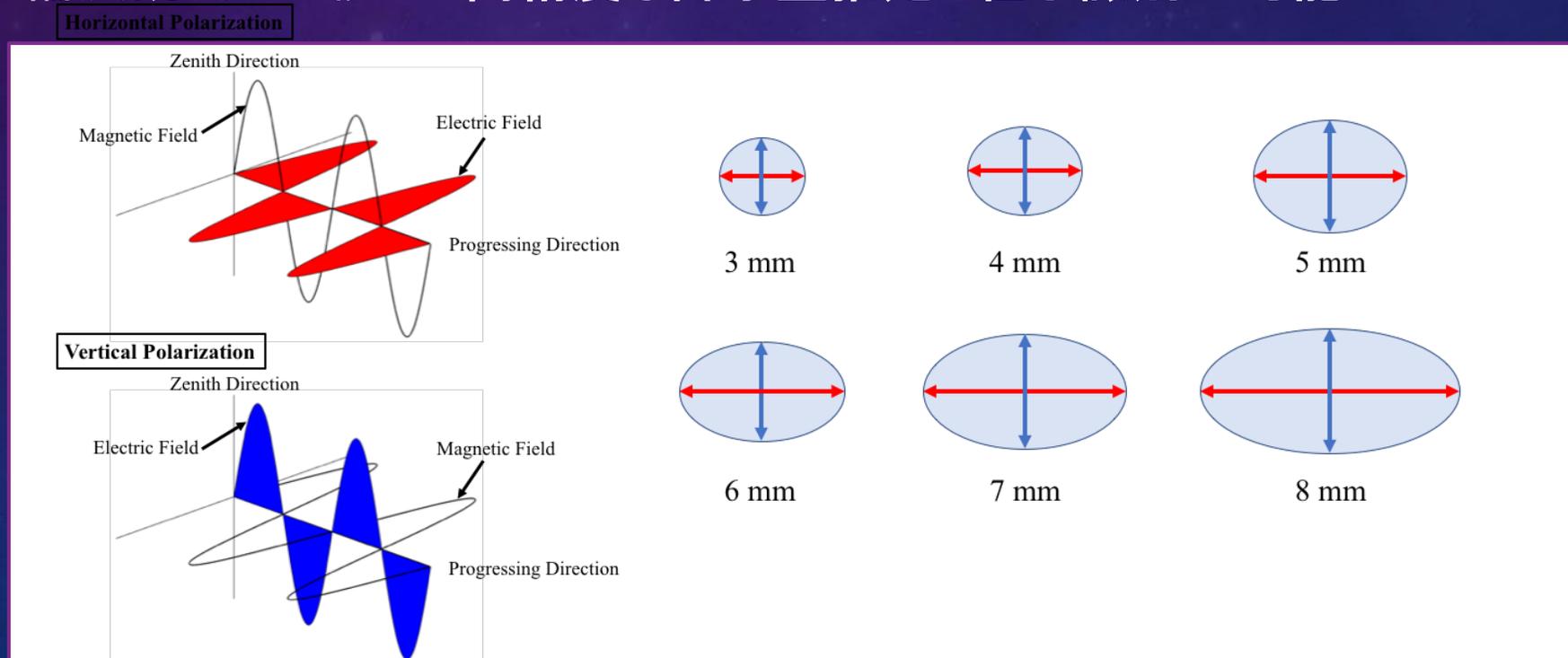
- 周波数が高くなると降雨減衰が大きい
 - 数十mm/h以上になるとX帯では減衰が大きく、強雨域の向こうが見えなくなる。
- 低い周波数帯(例えば, S帯, C帯)は, 降水粒子を主なターゲットとして遠距離用の大型レーダに良く用いられる。
 - 高い周波数帯(例えば, Ka帯以上)は, 雲粒子等をターゲットとして近距離型のレーダに良く用いられる。
 - X帯やKu帯は, その中間。



二重偏波観測

◆二重偏波観測

- 水平, 垂直の両偏波を用いて観測.
- 散乱波の情報から偏波パラメータを算出.
 - 反射因子差 Z_{dr} : 反射因子の垂直と水平の比
 - 偏波間相関係数 ρ_{hv} : 垂直と水平偏波の相関係数
 - 偏波間位相差 K_{dp} : 垂直と水平偏波の位相差
- 単一偏波観測と比較して高精度な降水量推定と粒子識別が可能



本プロジェクトで開発予定のレーダ

	C帯	X帯	Ku帯	Ka帯
反射因子	豪雨～雨 Zc	雨 Zx	雨～雪 Zku	雪～雲 Zka
反射因子差	Zdrc	Zdrx	Zdrku	Zdrka
偏波間相関係数	ρ_c	ρ_x	ρ_{ku}	ρ_{ka}
偏波間位相差	KDPC	KDPx	KDPku	KDPka
	気象庁他	XRAIN他	限定的 衛星観測	限定的 衛星観測 研究用途

衛星プロジェクト
DFR (Differential
Frequency
Ratio)
アラレや雹の検
出

本プロジェクトでの開発予定のレーダ

- 多周波数(例えば, X帯, Ku帯, Ka帯)での同一アンテナを用いたレーダシステム
 - 降雨から雲までを全て観測
 - 空飛ぶ車, ドローン等における, より安全安心な運行支援
 - レーダ反射因子(Z), 垂直水平レーダ反射因子差(Z_{dr}), 偏波間相関係数(ρ_{hv}), 偏波間位相差(K_{dp})が, 各周波数毎に観測可能
 - 新たな物理量が得られると期待される
 - X-Ku反射因子差, X-Ka反射因子差, Ku-Ka反射因子差
 - X-Ku Z_{dr} , X-Ka Z_{dr} , Ku-Ka Z_{dr}
 - ρ_{X-Ku} , ρ_{X-Ka} , ρ_{Ku-Ka}
 - X-Ku KDP, X-Ka KDP, Ku-Ka KDP
- 
- 雹等の巨大粒子の検出
 - より危険な積乱雲の観測
 - 降水過程のより詳細な科学的な検討 等々

まとめ

- 本プロジェクトで開発予定のシステムに関して、気象災害および科学的見地からの期待を述べた。
- 広帯域マイクロ波放射計は、全球の降水分布とその変動を、高い解像度で高精度に把握するのに貢献すると期待される。
- 多周波レーダは、空間の3次元活用に向けた安全運行に寄与するのみならず、新たな観測物理量が得られ、降水プロセスの詳細な検討、巨大積乱雲の解析等に有用であろう。