

台風の予測精度向上のカギとなる 航空機観測

令和7年度 気象庁・横浜国立大学共催
台風防災シンポジウム

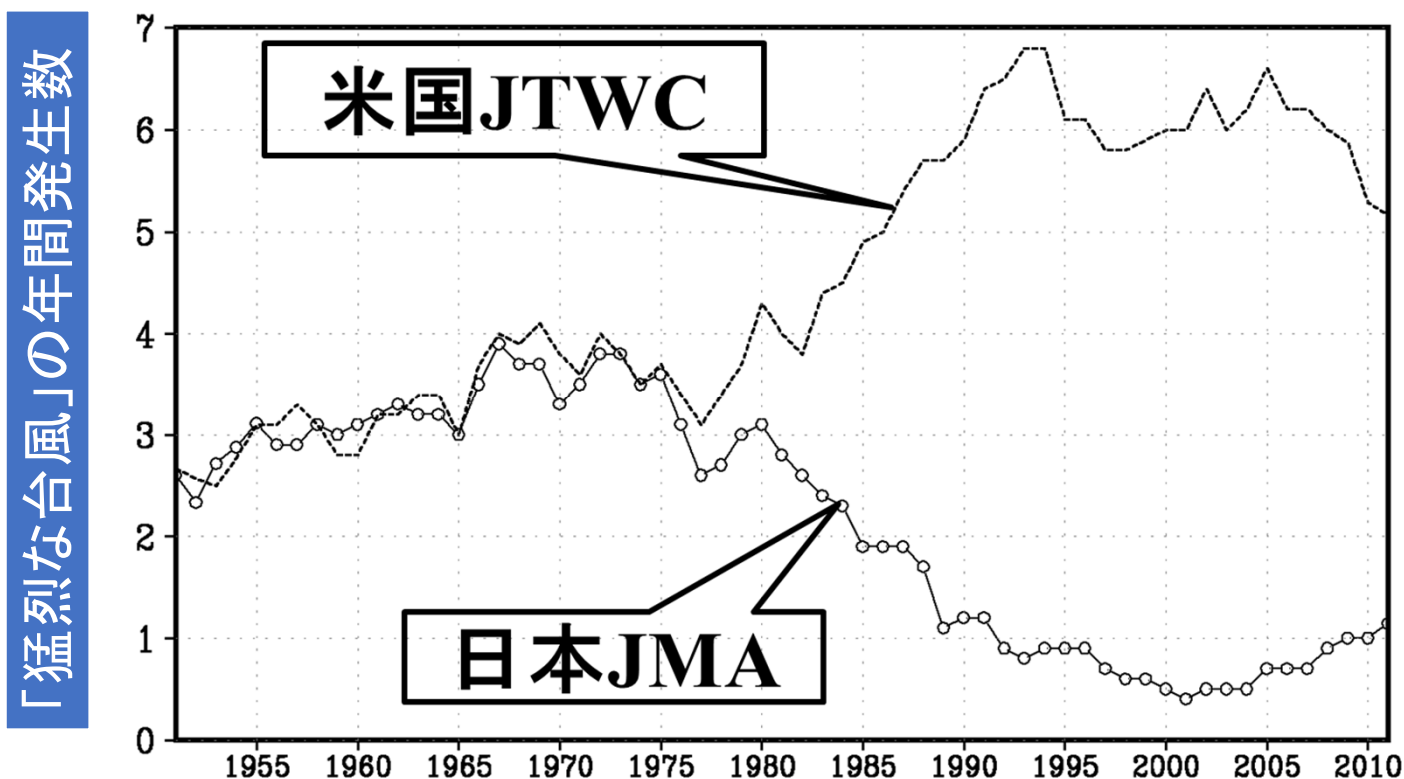
令和7年7月19日(土)

坪木 和久

横浜国立大学 台風科学技術研究センター

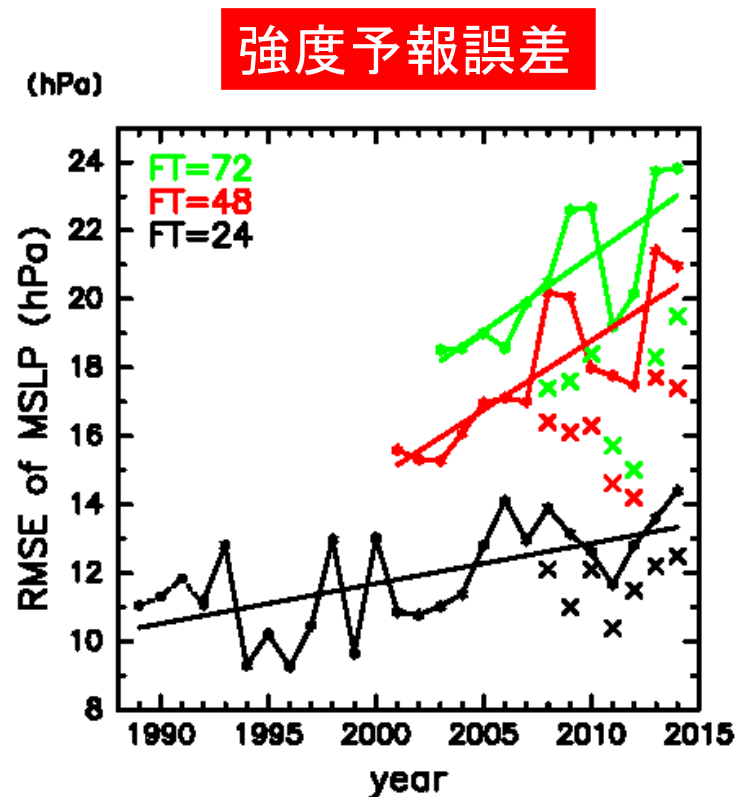
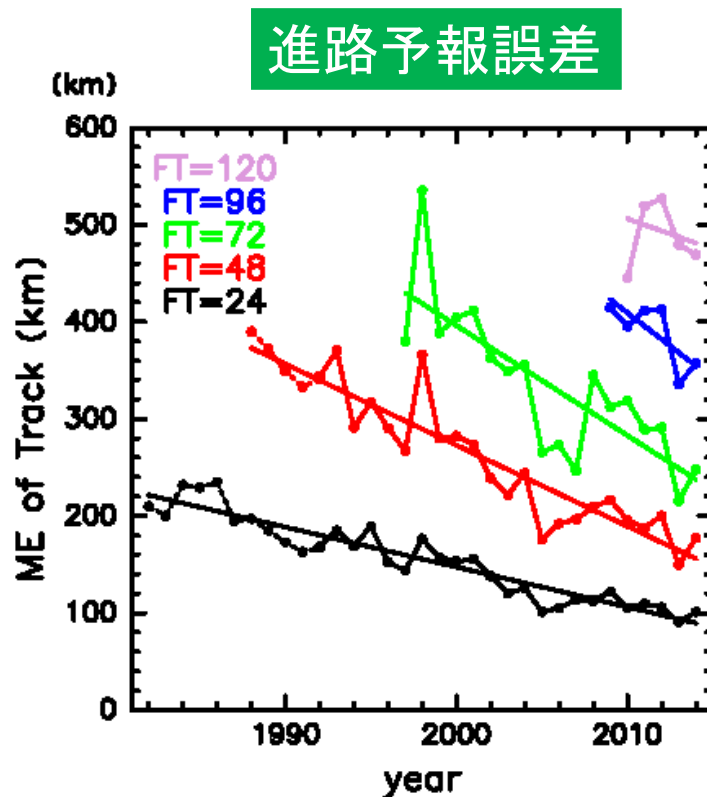
台風の強度推定値の不確実性の増大

非常に強い台風の強度データには、1987年の米軍の台風の航空機観測終了後、強度推定値に不確実性が增大しているように見える。



航空機による直接観測がなく、真値が不明なため、どちらがより正確かは不明。

台風の強度予測の改善が不十分

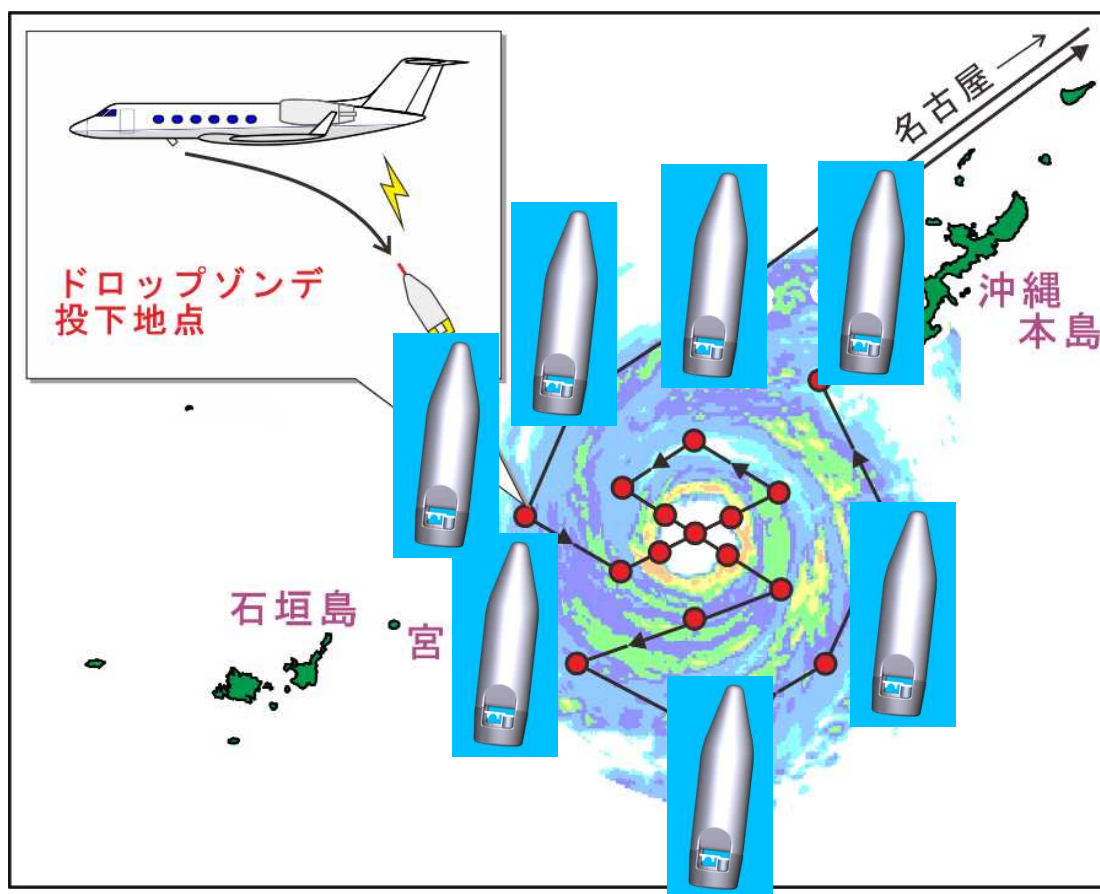


(Ito 2016, SOLA)

過去25年間の間に、進路予測は改善がみられるが、強度予測には改善がみられない。
台風の強度の量的予測の改善には、モデルの高精度化とともに、航空機による直接観測のデータが不可欠。

スーパー台風の航空機観測プロジェクト T-PARCII

台風周辺への投下型観測器(ドロップゾンデ)の投下観測
(上空から海面までの温度、湿度、気圧、風向・風速を観測)



航空機からの多数の投下型観測器(ドロップゾンデ)観測データのモデルへの入力



高解像度モデルによる台風予測

スーパー台風はなぜ重要か？ なぜ台風の眼と壁雲の構造に着目するのか？

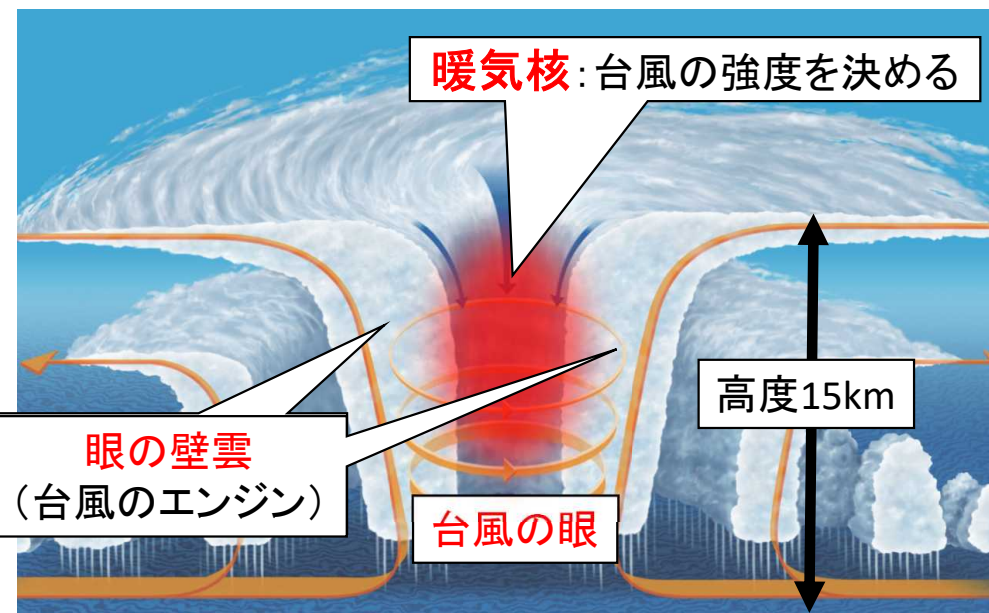
スーパー台風(最大地上風速67m/s以上の台風)は地球上の最も強い熱帯低気圧。

台風の眼

スーパー台風スリゲ
(2021年第2号)の眼

台風の強度には上限値があり、阻害要因のない環境で発達するスーパー台風は**強度と発達速度の上限値に達する理想台風**

スーパー台風は台風の**最大強度であり、基本的構造を持つ**



$$\log P_s = \gamma \int_0^{Z_t} \frac{1}{T} dz + const$$

P_s : 中心気圧, T : 気温、
 γ : 定数、 z : 高度、 Z_t : 台風上端高度

台風強度は眼内部の暖気核の強さが決める。
暖気核が暖かいほど、台風は強くなる。

台風の航空機観測で使用する観測装置

観測用ジェット機(ガルフストリームIV)
高高度からの観測、長距離飛行可能

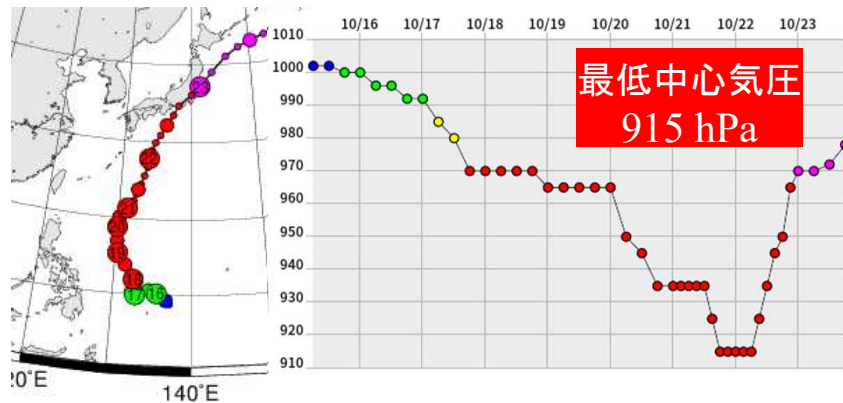
新型ドロップゾンデ: 生分解性素材
使用(名古屋大学・明星電気製)



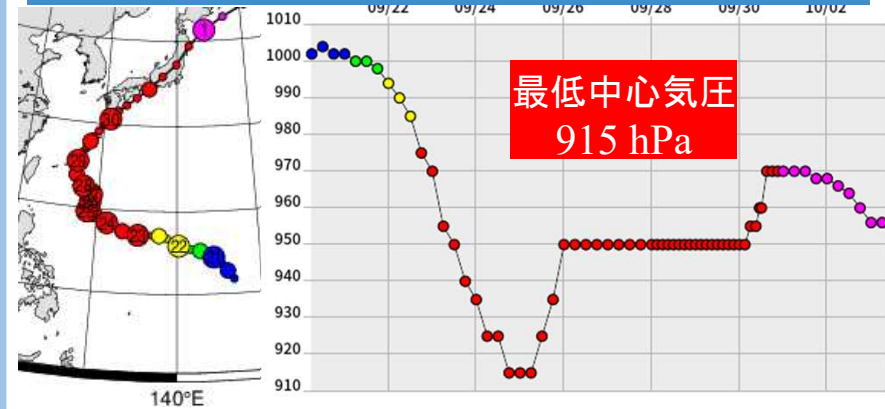


航空機観測を実施したスーパー台風

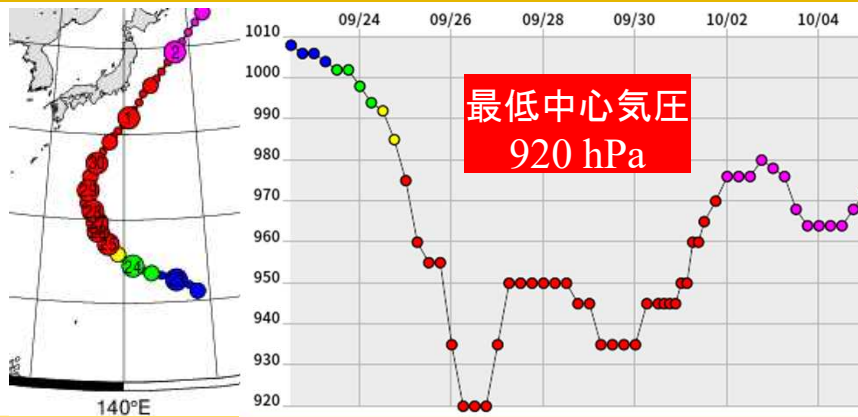
2017年10月台風21号 (Supertyphoon Lan)



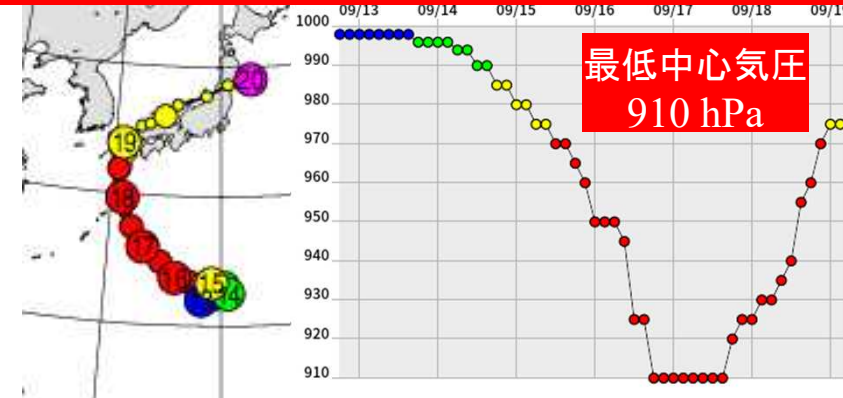
2018年9月台風24号 (Supertyphoon Trami)



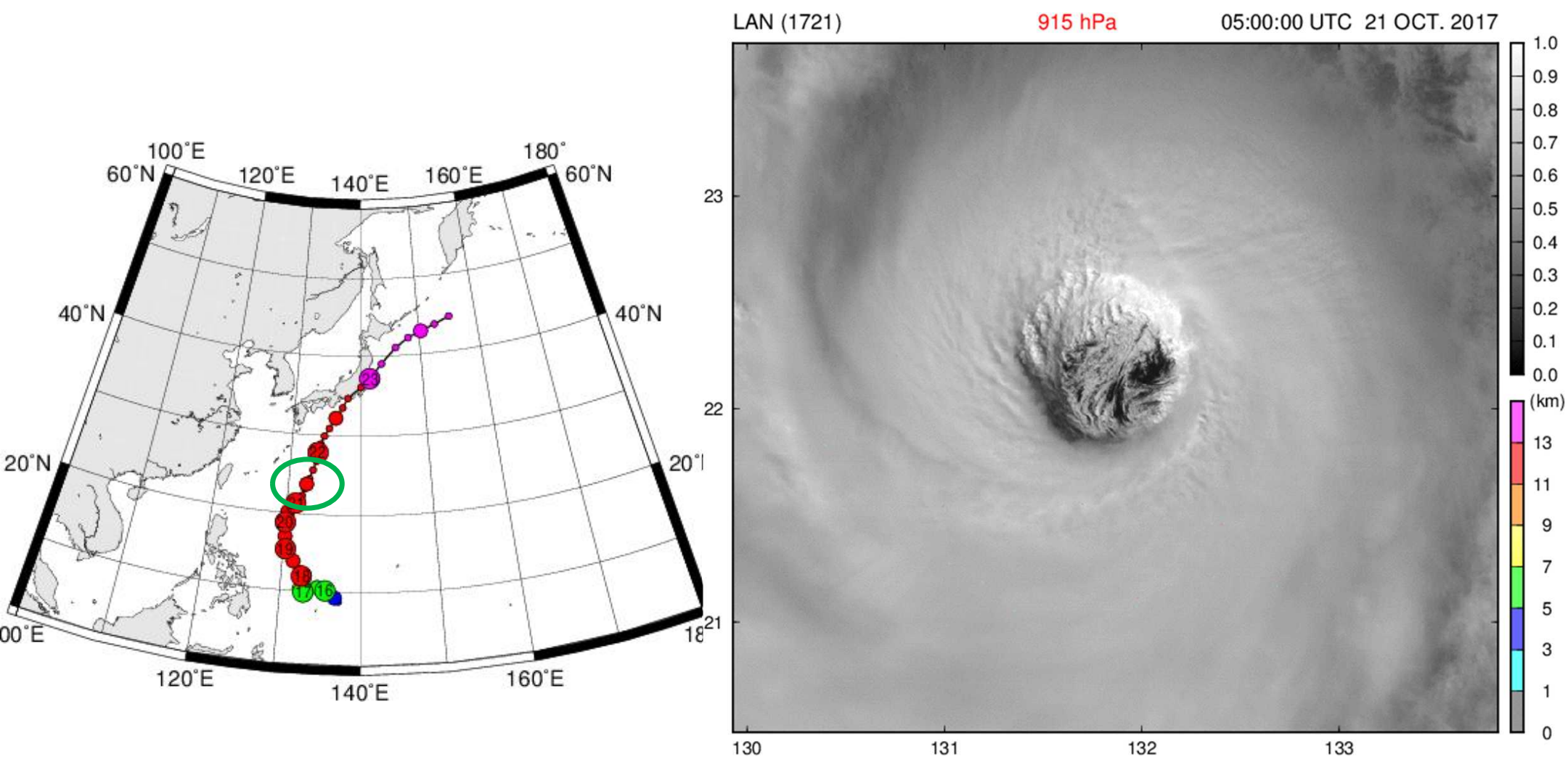
2021年9月台風16号 (Supertyphoon Mindulle)



2022年9月台風14号 (Supertyphoon Nanmadol)



2017年台風Lan(第21号)の航空機観測 (眼への貫入観測)



台風を構成する方程式

$$\xi \frac{\partial v_g}{\partial \ln p} = -R_d \frac{\partial T_v}{\partial r}$$

V_g : 接線速度

p : 気圧

T_v : 仮温度

r : 半径距離

R_d : 乾燥空気の気体定数

台風の中に暖かい空気（**暖気核**）が形成され、半径とともに気温が低下する構造をしている場合、接線速度（台風の主要風速）は、気圧の低下、つまり高さとともに小さくならなければならない。

台風の風速は下層ほど大きく、上空ほど小さくならなければならない。

台風之眼に入るときの機内の様子



ジェット機のcockpitレーダでみた台風Lanの眼



スーパー台風 Lanの眼への飛行（コックピットから見た風景）

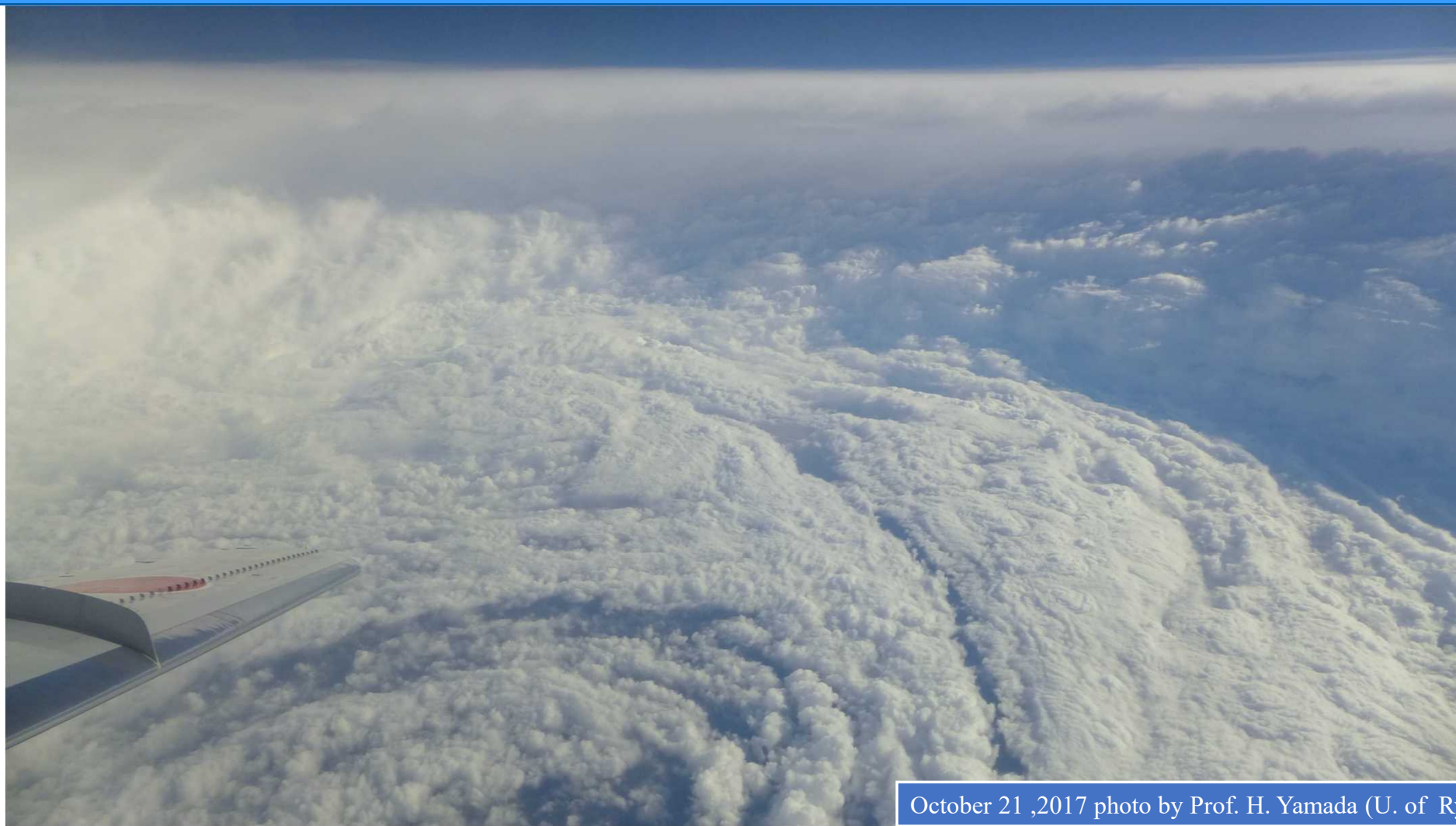


Courtesy of Professor H. Yamada of University of Ryukyus

台風Lanの眼の中のメソ渦と壁雲



スーパー台風Lanの眼の壁雲



October 21 ,2017 photo by Prof. H. Yamada (U. of Ryukyus)

スーパー台風Lanの眼の壁雲

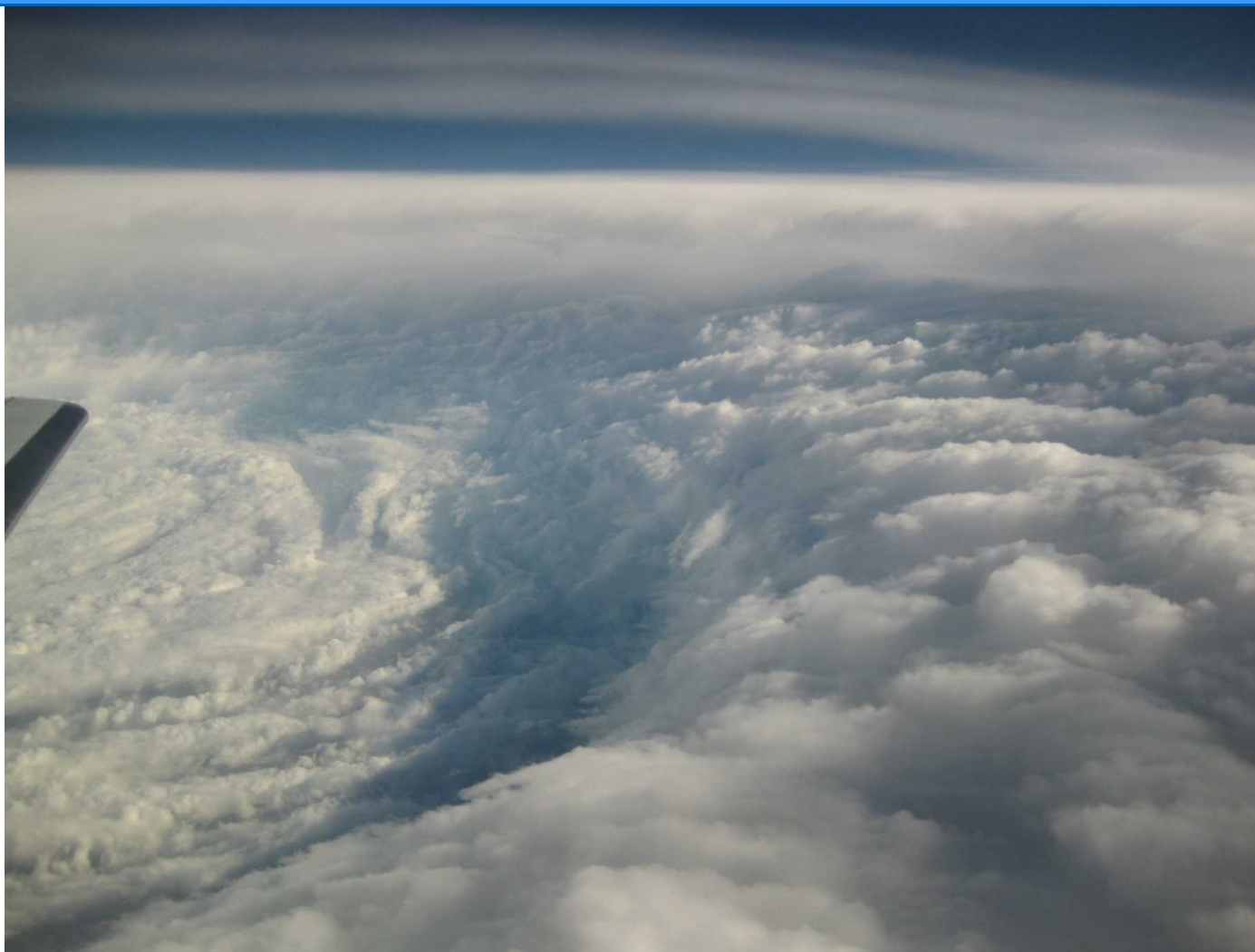
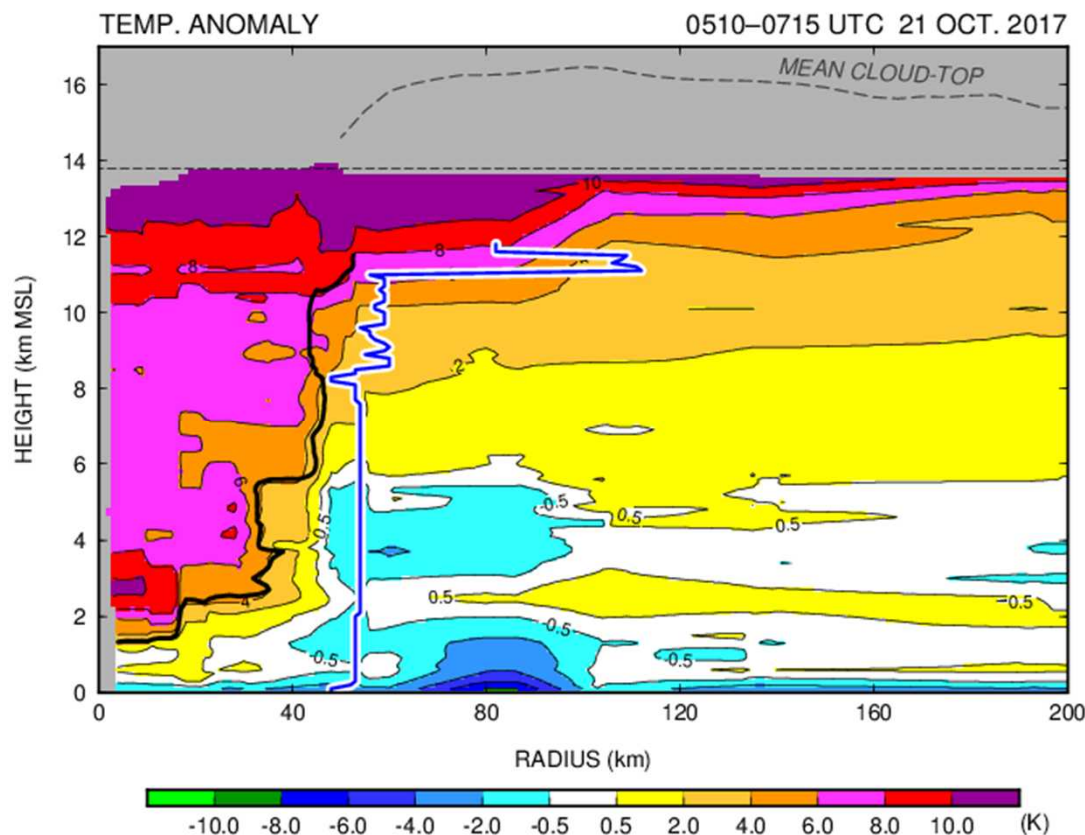


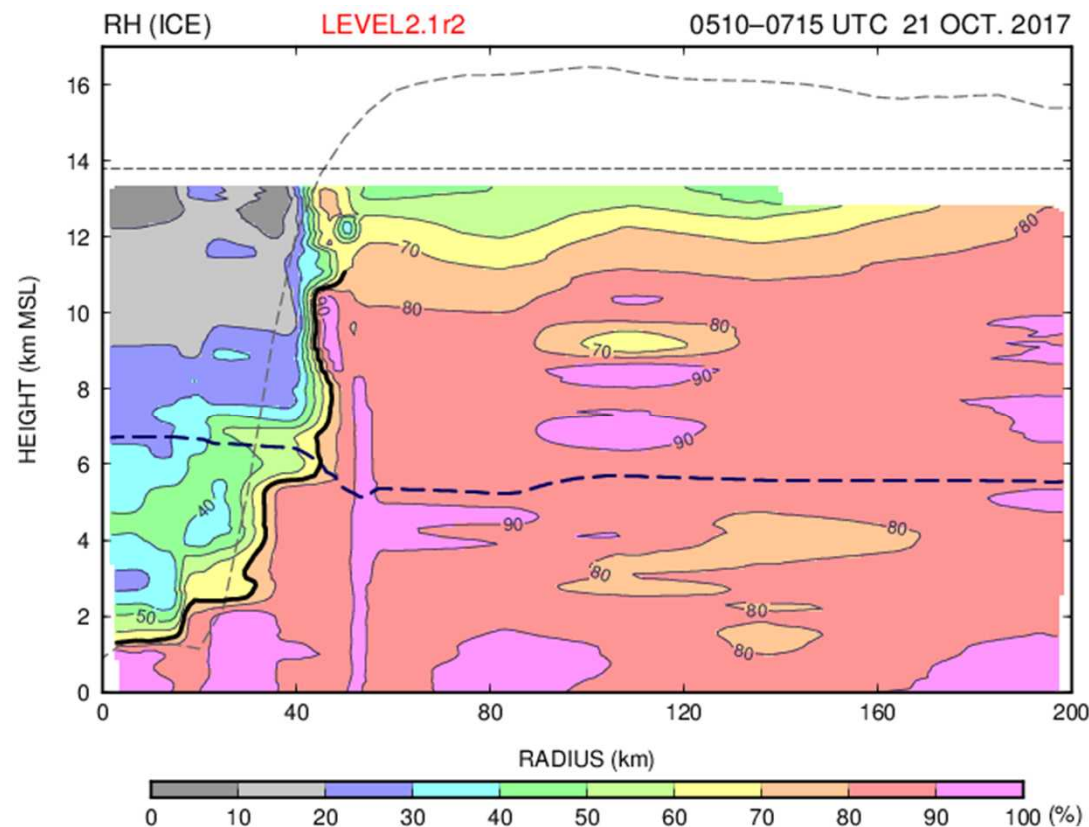
Photo by Dr. T. Ohigashi

台風Lanの鉛直断面構造 (2017年11月21日)

温度偏差

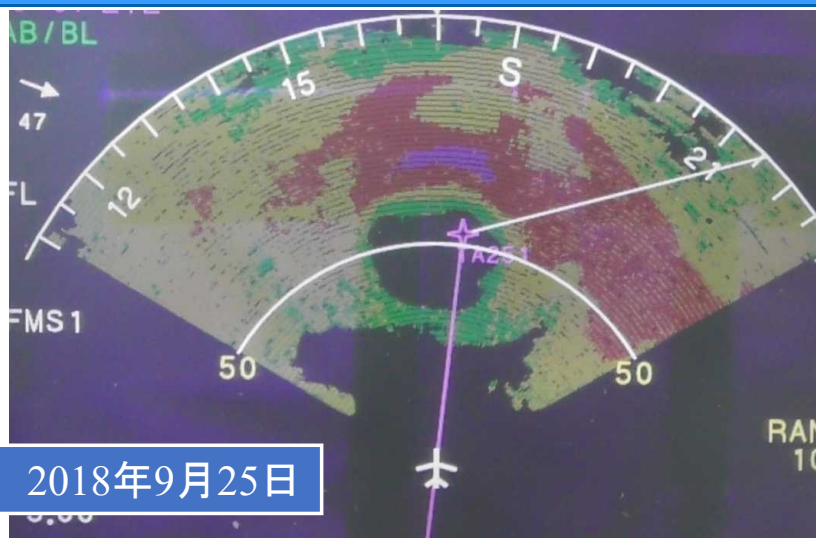


相对湿度



二重暖気核と乾いた眼(Yamada et al. 2021, JMSJ)

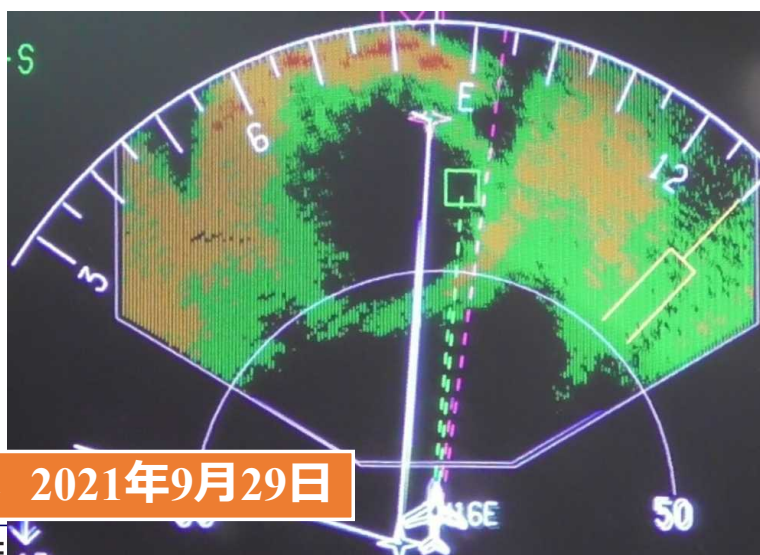
ジェット機のcockpitレーダで見た様々な台風の名



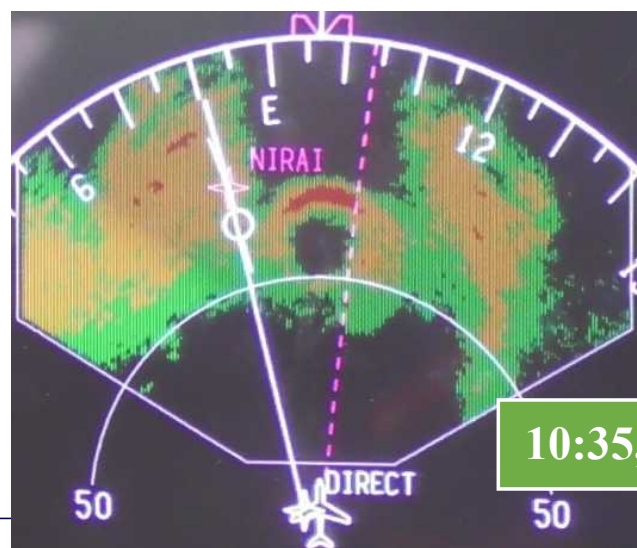
13:40, 2018年9月25日



13:05, 2018年9月28日

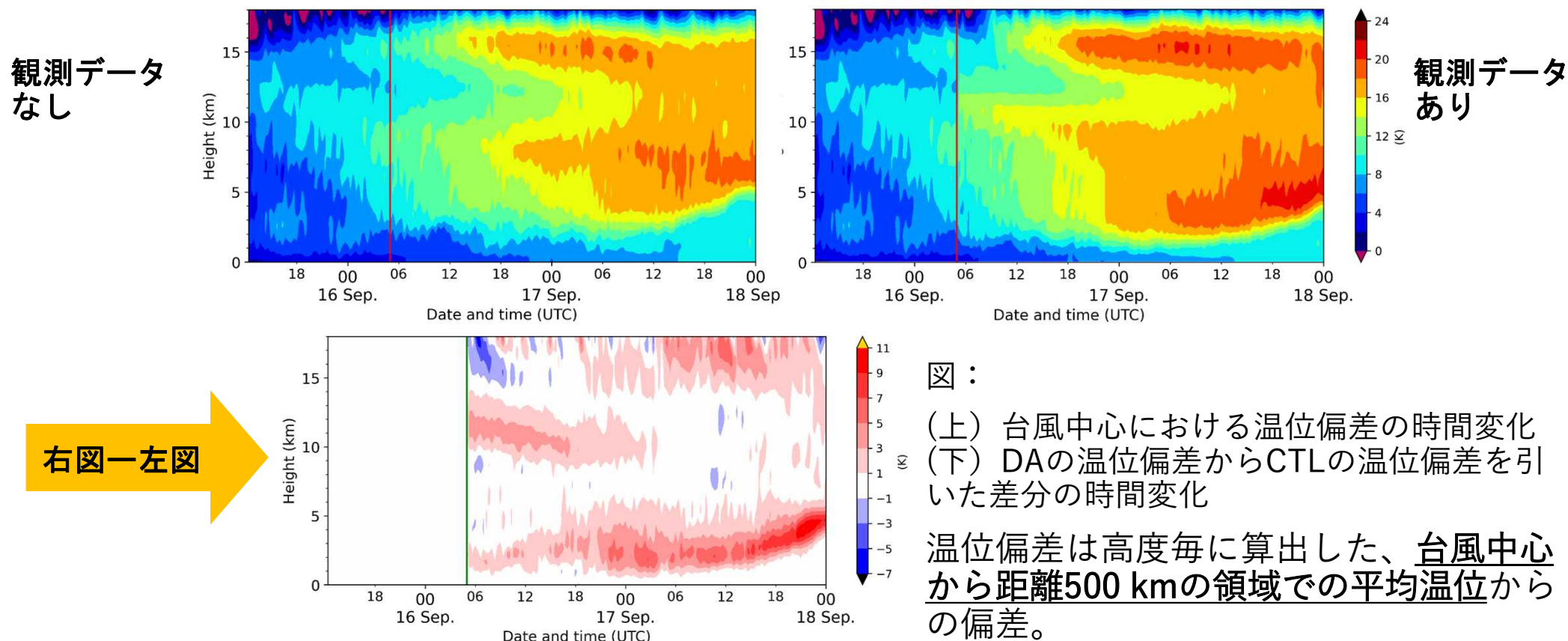


15:13, 2021年9月29日



10:35, 2022年9月17日

航空機観測データ利用：眼の暖気核構造の時間変化



データ同化の12時間後以降、**下層の暖気核が強化され、二重暖気核構造**が現われた