

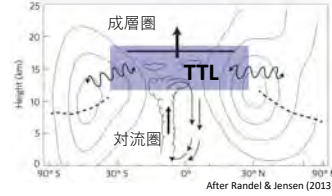
熱帯対流圏界層における乱流による混合の観測

2020.9.14

橋野桃子・橋口浩之(京大RISH)・
Richard Wilson (LATMOS/IPSL)・
荻野慎也・鈴木順子(JAMSTEC)

熱帯対流圏界層(TTL)研究の重要性

- 熱帯域特有の対流圏と成層圏の遷移領域。上空14 - 18.5 km [Fueglistaler et al., 2009]
- 対流圏から成層圏への唯一の大規模な流入口
- TTL内のプロセス = 地球規模での成層圏の大気の化学組成に影響

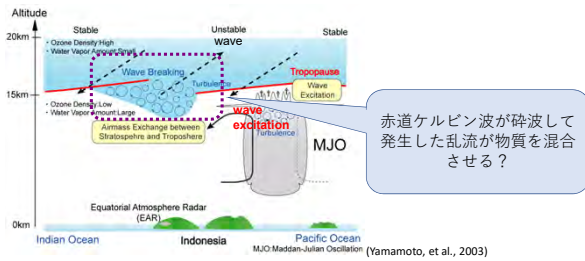


直接観測例が少ない

メソ～惑星規模の現象は研究多 ↔ 小規模な乱流の影響 = ?

重要な乱流の生成原因—赤道ケルビン波の砕波

- 赤道ケルビン波 = TTLで卓越する東進擾乱



赤道ケルビン波が砕波して発生した乱流が物質を混合させる？

赤道ケルビン波の砕波に関連する先行研究

- 赤道ケルビン波の砕波とオゾン混合比の増大 by オゾン・風・温度のゾンデ観測 [Fujiwara et al., 1998]
- 赤道ケルビン波の砕波と乱流の生成 by 赤道大気レーダー(EAR)観測 [Fujiwara et al., 2003]
- 別々の観測であり関連の詳細が明確ではない
- 赤道ケルビン波によるKH不安定と微量成分の輸送を数値シミュレーション [Fujiwara and Takahashi, 2001]
- 赤道ケルビン波に伴うKH不安定を再解析データから描写 → モデルは分解能が不十分 [e.g., Flannaghan and Fueglistaler, 2011]

→ 物質輸送と乱流の関係を直接示し、赤道ケルビン波の砕波が及ぼす影響を明らかにする必要がある

本研究の内容

解明したいこと：

赤道ケルビン波の砕波に伴う乱流がTTL内外の物質輸送にどのような役割を果たすか？



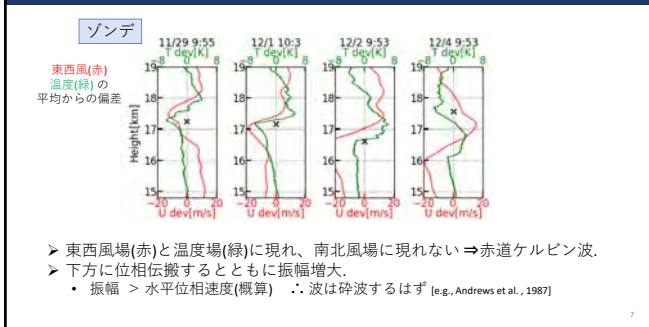
- ゾンデとEARの同時観測から物質輸送と乱流の関係を直接示す
- スーパープレッシャー気球によるその場観測からTTLの乱流の挙動を調査
- 広いスケールで乱流の影響を考察するために再解析データの解析方法を検討

データ

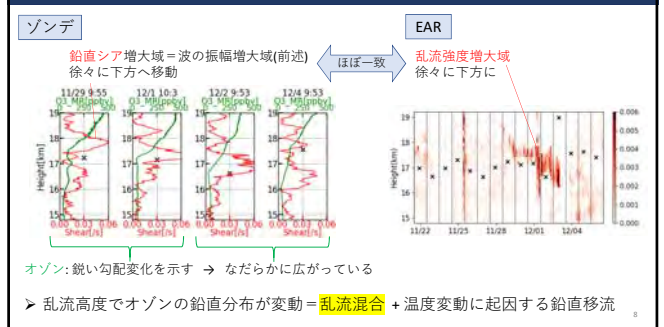
- 観測キャンペーン
 - 2019/11/22 - 2019/12/6
 - オゾン・風/温度/圧力ゾンデ (1~2回/day)、赤道大気レーダー(EAR)
 - インドネシア赤道大気観測所
- STRATEOLE-2* プレ観測 (※ 国際的な TTL/下部成層圏 観測プロジェクト。2021年から本観測実施予定)
 - 2019/11/12 - 2020/2/28
 - スーパープレッシャー気球* × 3 (※ 等圧面上を風に乗って移動しながらその場で観測を行う)
 - 70 hPa (~18.5 km), 熱帯域 (~20° S - 20° N, 0° - 360° W/E)
- ERA5再解析データ
 - 2019/11 - 2020/2
 - 赤道ケルビン波成分の抽出 [Suzuki and Shiotani, 2008]



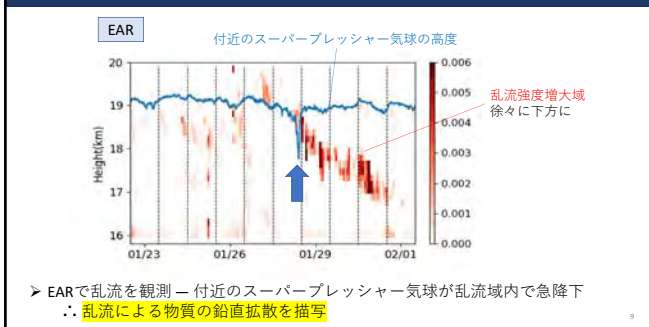
Case study 1: 観測キャンペーン ～赤道ケルビン波の砕波



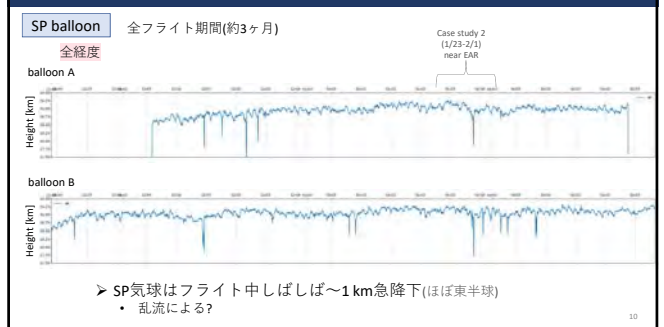
Case study 1: 観測キャンペーン ～乱流とオゾン混合比の変動



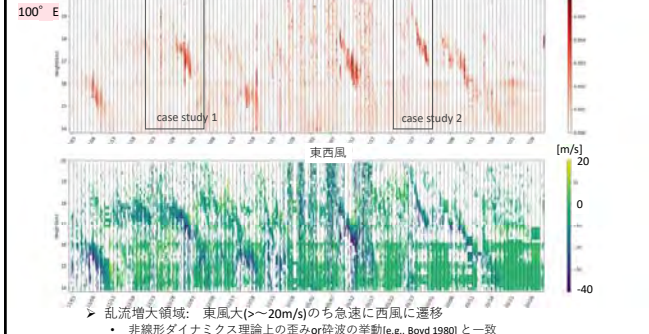
Case study 2; STRATEOLE-2 観測 ～乱流に伴う下向き輸送



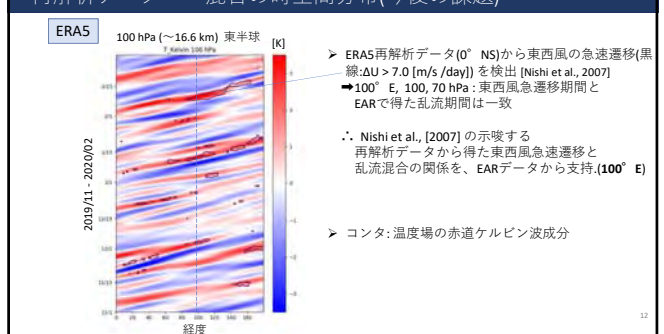
STRATEOLE-2 観測 全期間 ～下向き輸送



2019/11～2020/2 乱流エネルギー消散率



再解析データ ～混合の時空間分布(今後の課題)



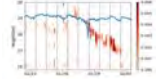
まとめ

- TTL内でおきる赤道ケルビン波に関連すると考えられる乱流と物質混合の関係を直接観測から調べた。
 - 赤道ケルビン波に伴う乱流発生と同時にオゾンの分布が鉛直に拡散する様子を観測
 - スーパープレッシャー気球が乱流によって鉛直に輸送される様子を観測
 - 乱流によって大気や大気中の物質が輸送される様子を直接観測した。
 - 輸送のスピードや変化量など新たな知見を得ることができた。今後はこの結果を生かして乱流の影響の定量的な評価をしていく。
-
- 再解析データから得られる東西風の急速遷移と乱流混合の関係が示唆された。
 - 乱流の影響を見積もるために、再解析データによる東西風急速遷移の分布検証が役立つ可能性が示唆された。

13

次検証したいこと

- 2019年のコトタパンのデータから、乱流がどうSTEに関わるか
 - 今はオゾン分布の鉛直勾配が緩やかになったことしか言えていないので、定量的な評価
- STRATEOLE-2のSP気球の高度降下が本当に乱流に起因するかどうか
 - (今は右図だけ見てそうだと思うているが)
 - 乱流強度を評価する方法はないか
- SP気球データから、EAR経度以外の乱流の発生メカニズムが同じなのか



- 再解析データ等を利用してEAR経度以外で調べるには？
 - 再解析データで抽出した東西風遷移領域をSP気球が通過するのは1回 (Case study2) のみ