



羽田空港

WEATHER TOPICS



秋季号

通巻 第 89 号

2021 年 (令和 3 年)

12 月 10 日

発行

東京航空地方気象台

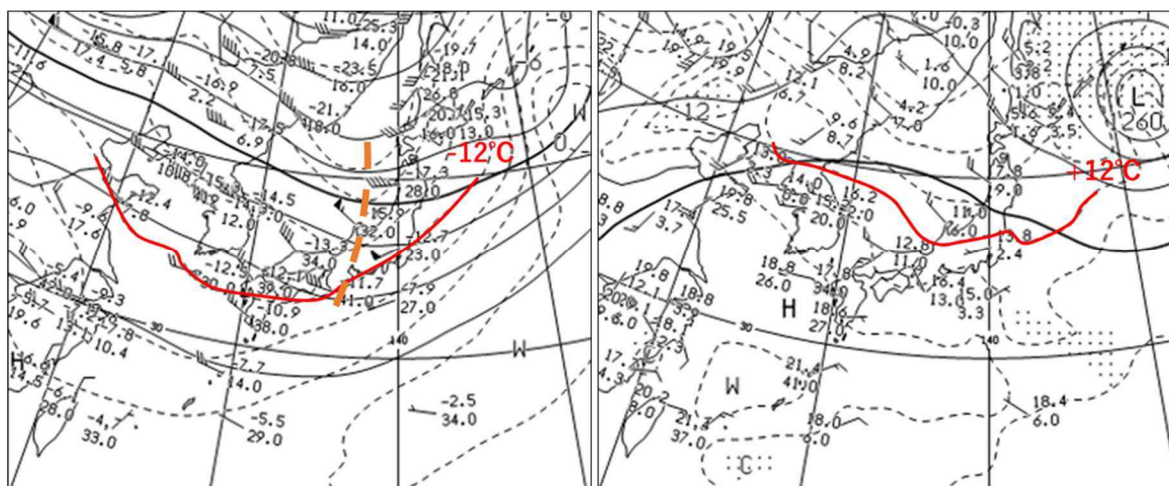
羽田空港を通過した雷を伴った活発な対流雲 －2021 年 10 月 2 日の事例紹介－

1. はじめに

2021 年 10 月 2 日は、前日に東日本に悪天をもたらした台風第 16 号が日本の東に進んで温帯低気圧に変わり、関東地方は東シナ海に中心を持つ高気圧に緩やかに覆われ、天気は回復していました。しかし、夜になって下層に暖湿気が流入し、そこへ上空に寒気を伴った気圧の谷（トラフ）が通過したため、大気の状態が不安定になり、関東地方の広い範囲で雷雨となりました。羽田空港でも 3 時間にわたり雷を観測し、ダイバート（目的地外着陸）やホールディング（空中待機）が多数発生するなど航空交通流にも影響が出ました。今回の WEATHER TOPICS ではこの日の事例について紹介します。

2. 気象概況

2 日 21 時（以下、時刻は全て JST）の 500hPa 高層天気図（第 1 図左）では、寒気を伴ったトラフが日本海中部から東日本に解析され、 -12°C の等温線が関東付近まで南下しています。一方 850hPa 高層天気図（第 1 図右）では、関東地方で 12°C 以上と、台風がもたらした暖気が残っている状況でした。館野（茨城県つくば市）の 21 時の高層観測では、500hPa では平年より 3°C ほど低い -12.7°C 、850hPa では平年よりも 2°C ほど高い 13.8°C を観測しました。

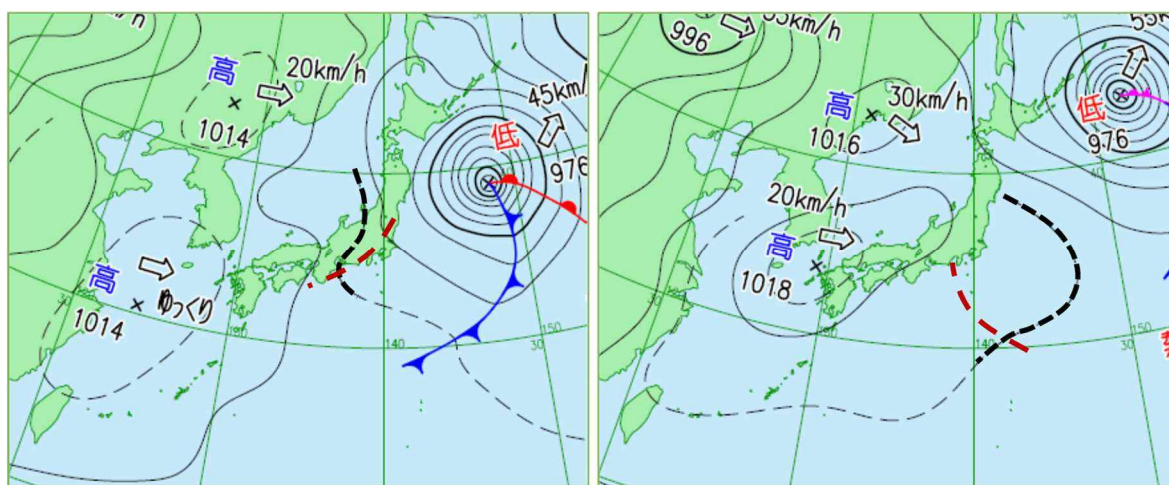


第 1 図 高層天気図（2 日 21 時、左：500hPa、右：850hPa）

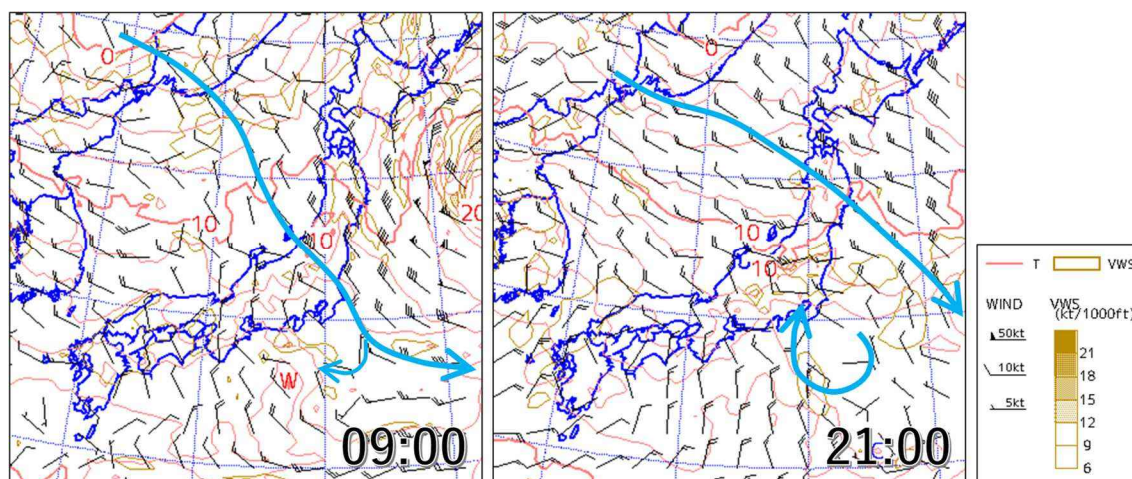
赤線は 500hPa で -12°C 、850hPa で $+12^{\circ}\text{C}$ の等温線、茶破線はトラフを示す。

2日09時の地上天気図（第2図左）では、台風第16号から変わった低気圧が日本の東を北東に進み、西日本から東日本にかけては、東シナ海に中心を持つ高気圧に緩やかに覆われています。FL050の高度では北西風が卓越しており（第3図左）、関東地方は朝からよく晴れて比較的乾燥した状態となっていました。ところが2日21時の地上天気図（第2図右）では、関東の東が高圧部となり、九州付近に移動してきた高気圧との間で関東地方は弱い気圧の谷となりました。FL050では関東の南東海上に明瞭な高気圧性の循環が現れ、関東地方に南よりの風が入るようになりました（第3図右）。館野の21時の高層観測では気温線と露点温度線が09時に比べ接近（第4図赤破線部分）しており、海上からの南風が入ったことで下層が湿潤化していたことが分かります。

関東地方では2日夜になって下層で暖湿気が流入する場に変化し、上空に寒気を伴ったトラフが接近することにより、大気の状態が不安定になりました。

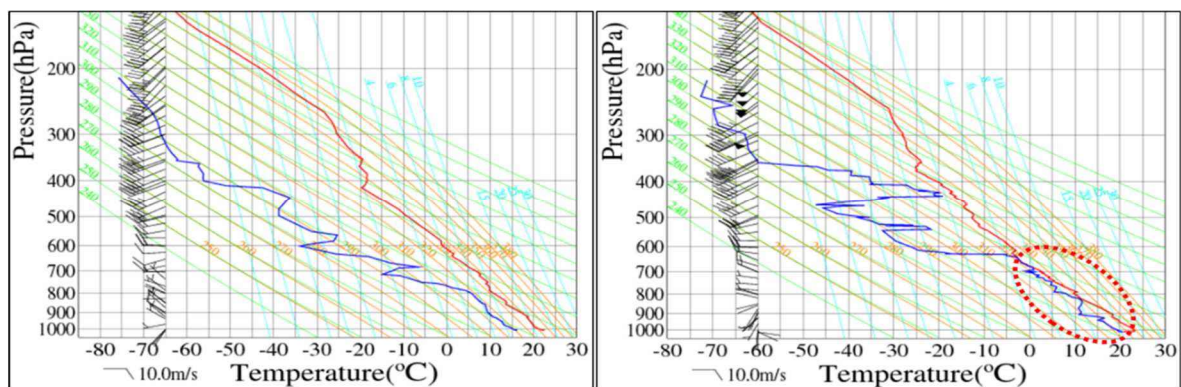


第2図 地上天気図（左：2日09時、右：2日21時） 茶破線は気圧の谷を示す。



第3図 FL050の毎時大気解析（左：2日09時、右：2日21時）

水色の矢印付きの線は風の流れを示す。この高度は地形の影響を受けやすく、山岳の風下側で風の流れが乱れやすい。

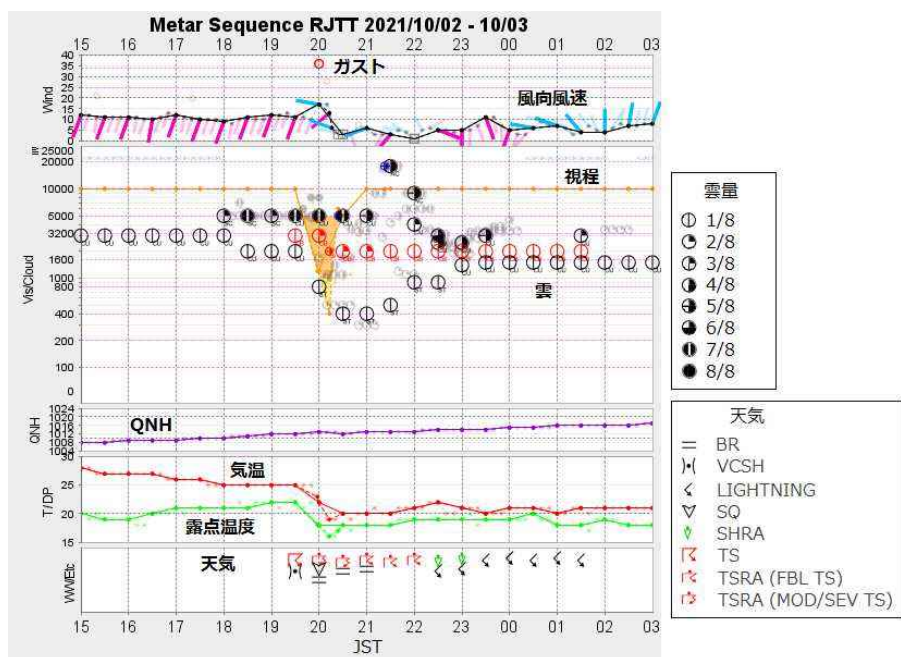


第4図 館野のエマグラム（左：2日09時、右：2日21時）
赤線は気温、青線は露点温度を示す。

3. 地上実況の推移

2日15時から3日3時までの羽田空港におけるMETARシーケンスを第5図に示します。夕方から19時30分頃にかけて南よりの風が続いていましたが、対流雲の接近により風の乱れが顕著となり、20時00分に風向が西に急変してガストを観測しました。ほぼ同時に気温、露点温度の急激な低下も観測しています。

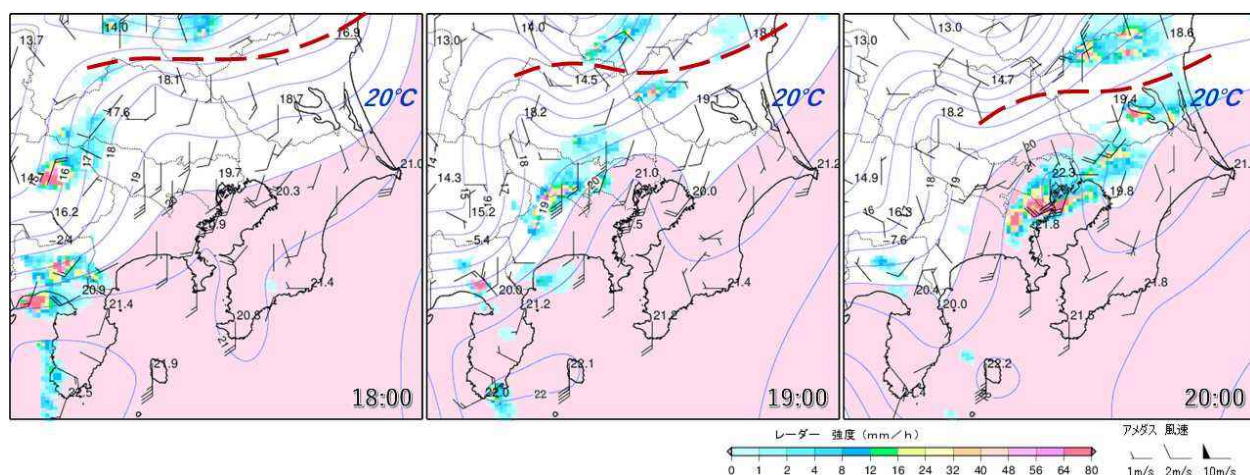
また、19時30分から22時30分に雷を観測しました。19時58分から21時00分にかけては空港直上での雷となり、強い雨の影響で視程は5000m未満となって一時400mまで悪化しました。



第5図 羽田空港のMETARシーケンス（2日15時～3日3時）

2日18時から20時までの1時間ごとのレーダーエコー降水強度、気象官署の露点温度及びアメダスの風向風速を第6図に示します。北よりの風と南よりの風によるシアーラインが18時から20時にかけてゆっくり関東地方を南下する様子が解析できます。シアーラインの南側にあたる関東南部には海上からの暖湿気（露点温度20°C以上の領域）

が流入し、時間とともに北に広がっていることが分かります。



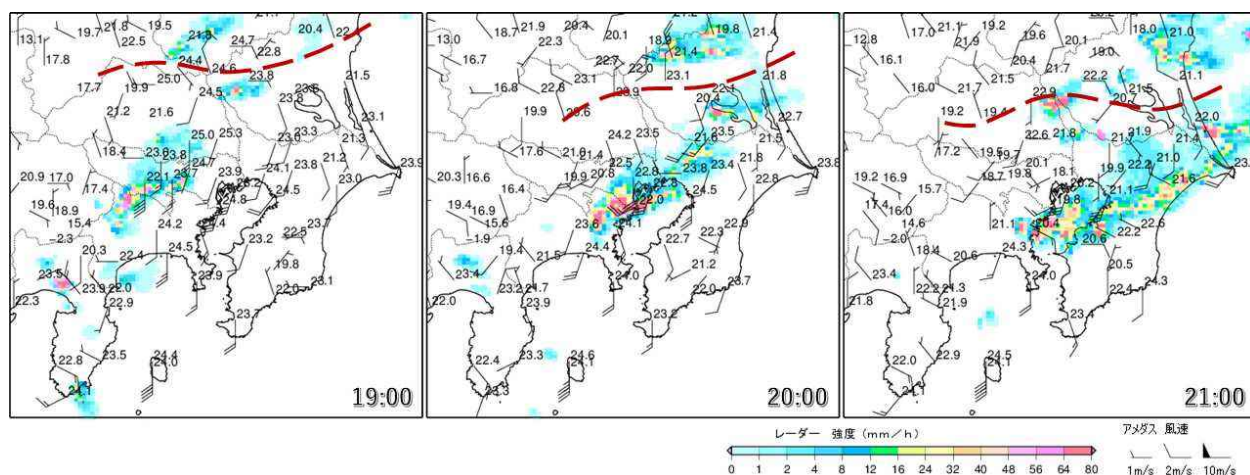
第 6 図 レーダーエコー降水強度、気象官署の露点温度及びアメダスの風向風速

(2 日 18 時 00 分～20 時 00 分 (1 時間ごと))

青線は等露点温度線 (1°C ごと、20°C 以上を赤の網掛け)、茶破線はシアーラインを示す。

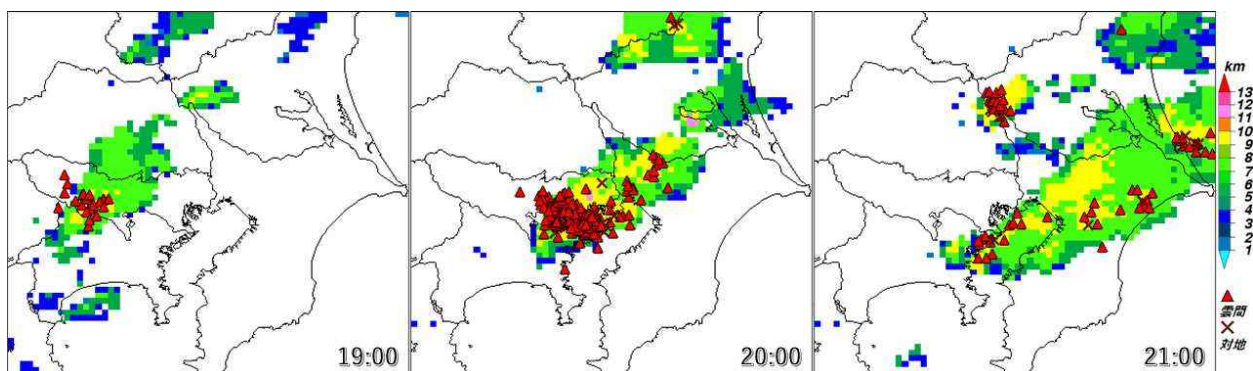
雷を伴った対流雲が羽田空港付近に接近、通過した 19 時 00 分から 21 時 00 分までの 1 時間ごとのレーダーエコー降水強度及びアメダスの風向風速、気温を第 7 図に示します。第 6 図で解析したシアーラインの南側で対流雲が発達し降水強度を強めながら東南東進しているのが分かります。

この対流雲は羽田空港付近で最も発達し、レーダーエコー頂高度は 20 時前後を中心に 11～12km に達し、雷も多数検知されました (第 8 図)。



第 7 図 レーダーエコー降水強度及びアメダス風向風速、気温

(2 日 19 時 00 分～21 時 00 分 (1 時間ごと)) 茶破線はシアーラインを示す。

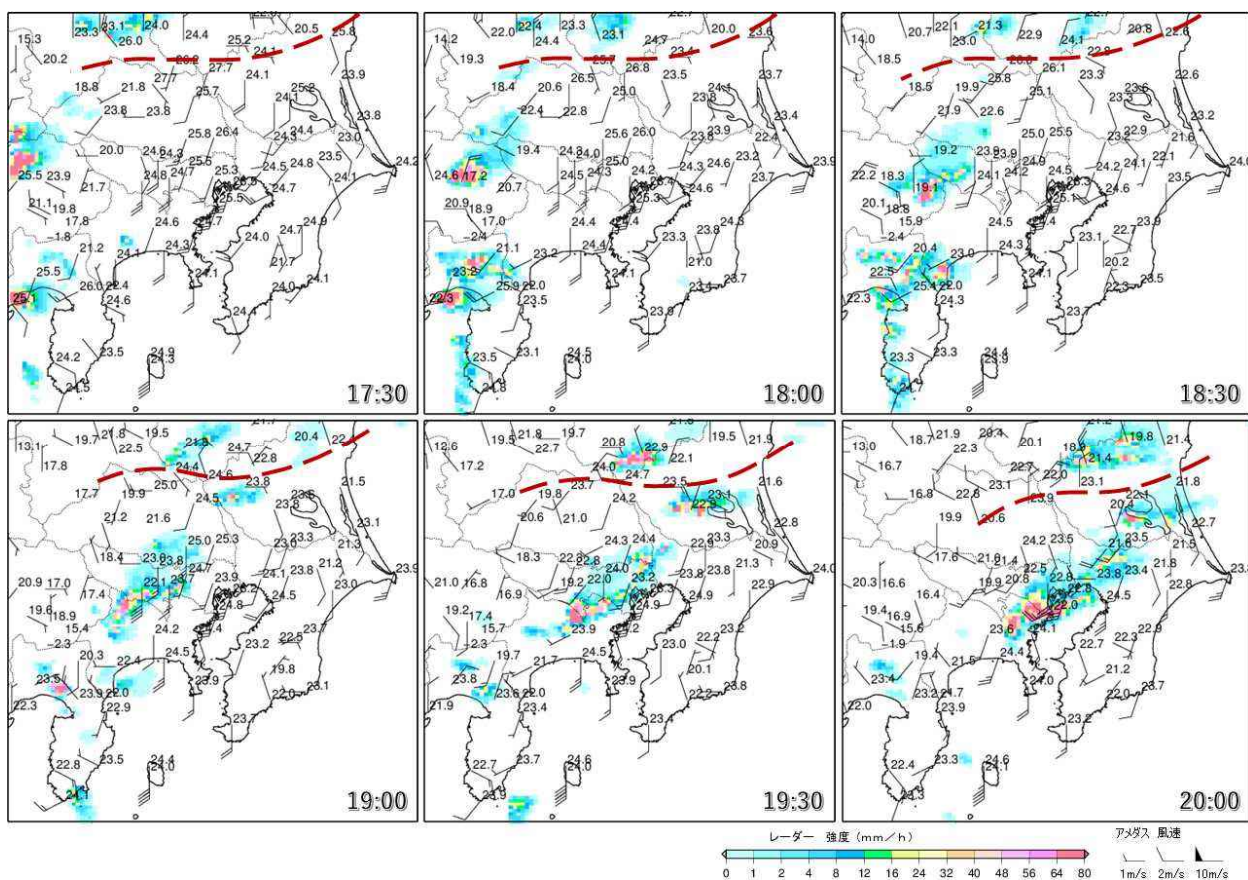


第 8 図 レーダーエコー頂高度及び雷監視システムによる前 10 分の雷検知
(2 日 19 時 00 分～21 時 00 分 (1 時間ごと))

4. 考察

当初、予報では関東北部のシアーライン付近で発生、発達した対流雲がシアーラインの南下とともに羽田空港に接近すると考えて 2 日 21 時頃からの雷を想定していました。実際にはシアーラインの南側で対流雲が発達し、想定していた時刻より早く羽田空港で雷を観測しました。また、20 時以降、対流雲は羽田空港付近に停滞し、その後、ゆっくり南下していきました。対流雲の発生、発達及びその移動について考察します。

2 日 17 時 30 分から 20 時 00 分までの 30 分ごとのレーダーエコー降水強度及びアメダス風向風速、気温を第 9 図に示します。

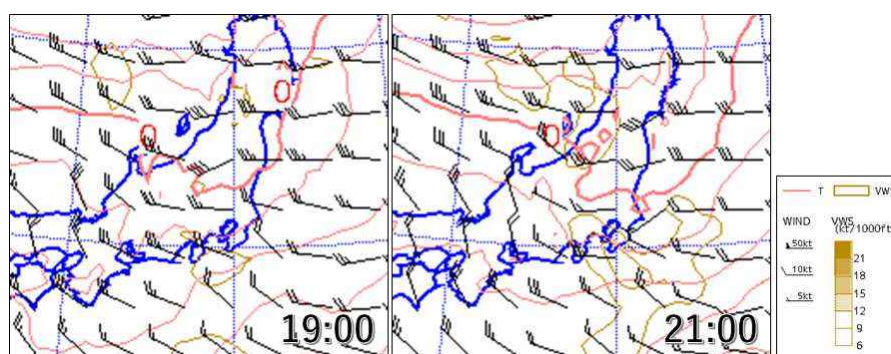


第 9 図 レーダーエコー降水強度及びアメダス風向風速、気温
(2 日 17 時 30 分～20 時 00 分 (30 分ごと)) 茶破線はシアーラインを示す。

群馬・埼玉県境付近から茨城県にかけてシアーライン（茶破線）が解析できます。19 時頃まではほとんど停滞し、その後南下しました。

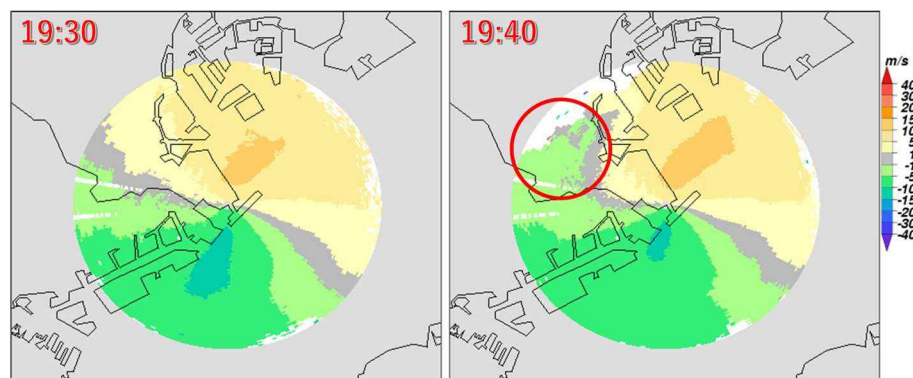
対流雲は 16 時過ぎに長野県南部で発生、18 時頃にかけて山梨県で発達し、その後上空の西風（第 10 図左、FL110 で風速 25～30kt）に流され東進し、関東山地を越えて平野部に進みました。通常ですと山を越えた比較的乾いた西風とともに東進することから次第に対流活動は弱まり衰弱していくことが多いのですが、今回の場合は第 6 図で見られるように夜になって関東平野に下層暖湿気が流入していたことから、対流活動が活発化したと考えられます。

20 時以降、対流雲は羽田空港付近でしばらく停滞し、その後ゆっくり南下していきました。第 1 図に示したトラフの接近により 21 時頃には上空の風が 10kt 程度に弱まります（第 10 図右）。これが原因で東進の速度が低下し、対流雲の移動が遅くなり、東京湾付近にほとんど停滞したと考えられます。



第 10 図 FL110 の毎時大気解析（左：2 日 19 時、右：2 日 21 時）

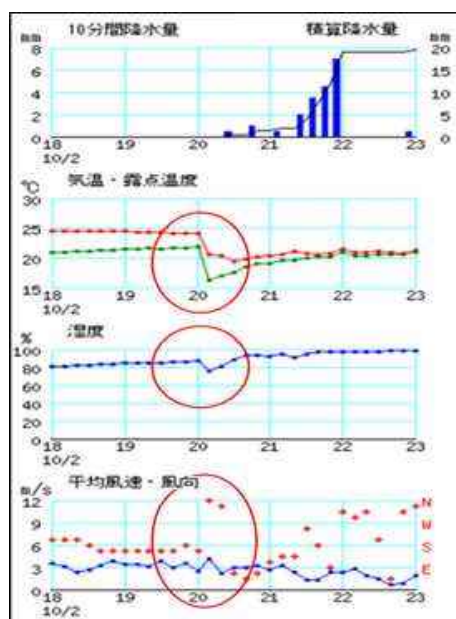
2 日 19 時 30 分頃、羽田空港付近では特に対流雲が発達していたため、冷氣外出流を示す現象が出始めていました。第 5 図に示したように風向風速、気温、露点温度の急変がありましたが、LIDAR2 号機による空港周辺のドップラー速度の分布でも、対流雲が接近する直前の 19 時 40 分に西風を示す領域が左端に見え始めていました（第 11 図）。横浜でも、対流雲の接近する直前の 20 時過ぎに風向が南から北に急変し、気温、露点温度及び相対湿度の急変（赤丸）が見られました（第 12 図）。



第 11 図 羽田の LIDAR2 号機ドップラー速度（仰角 3.0°）

（左：2 日 19 時 30 分、右：2 日 19 時 40 分）

寒色系はサイトに向かう風の成分、赤丸は西風の流入を示す。

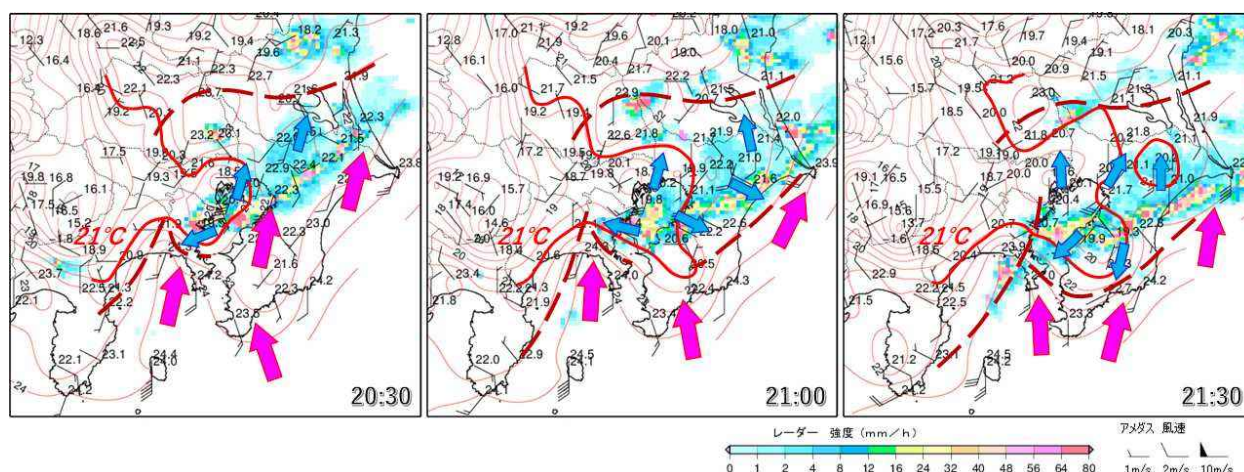


第 12 図 横浜の地上気象観測データ（2 日 18 時 00 分～23 時 00 分）

- 1 段目：10 分間降水量（棒グラフ）、積算降水量（折れ線グラフ）
- 2 段目：気温（赤）、露点温度（緑）
- 3 段目：相対湿度（青）
- 4 段目：風向（赤）、風速（青）

2～3 段目の赤丸は冷氣外出流による変化を示す。

20 時 30 分から 21 時 30 分までの 30 分ごとのレーダーエコー降水強度及びアメダス風向風速、気温を第 13 図に示します。東京湾沿岸から千葉県北部にかけて発達した対流雲列があり、これらの地域では気温の低下が見られます。特に発達した対流雲からは前述したような冷氣外出流があり、海上からの南風との間で新たな収束を形成して対流雲の発生、発達を維持しながら南下していったと考えられます。



第 13 図 レーダーエコー降水強度及びアメダス風向風速、気温

（2 日 20 時 30 分～21 時 00 分（30 分ごと））

赤線は等温線（太線は 21℃）、茶破線はシアーライン、

青矢印は冷氣外出流によると考えられる風向、赤矢印は海上からの南風を示す。

5. おわりに

今回の事例のようにいわゆる台風一過で地上天気図だけを見ると高気圧に覆われて天気が良さそうに思われる場合であっても、小規模な循環により下層に暖湿気が流入し、寒気を伴った上空のトラフが通過すると大気の状態が不安定となり、荒れた天気、例えば、雷、突風、風向風速の急変（ウィンドシアー、マイクロバースト）につながる場合があります。

こうした現象は水平スケールが小さく、位置や時間の予想が難しい現象です。発生すると航空機の運航には大きな影響を及ぼします。東京航空地方気象台では引き続き予報精度向上に努め、適時適切な情報提供を心掛けてまいります。

発行 東京航空地方気象台 〒144-0041 東京都大田区 羽田空港 3-3-1
