

春号 No.9

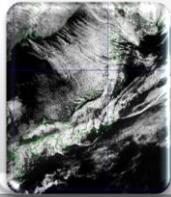
空のしおり

2014.3.31

Narita Aviation Weather Information Magazine



発行
成田航空地方気象台



Topics

- ・南西強風
—2013年3月の事例から—



Explanation

- ・大気の流れの話 (その3)
- ・成田空港の気候 (2013~2014冬)



Column

- ・空もよう



～防災の話～

- ・災害と交通インフラ



空港の東側に舞い上がる砂埃 (BLDU)



南西強風 ～Narita Airport～

2013年3月の事例から

はじめに

春が近付くと日本を覆っていた寒気が北に後退して、それまで日本の南海上や南岸通っていた低気圧は次第に日本付近や日本海を通るコースに変わります。日本海を発達しながら通過する低気圧を日本海低気圧と呼んでいます。日本海低気圧の通過時、本州付近では南海上の高気圧との間で等圧線が混んだ状態（気圧傾度が大きい）になって、強い南寄りの風が吹きます。このような冬から春へ移り変わる時季に、初めて吹く南よりの強い風を、気象庁では、「春一番」として発表しており、今年は関東で3月18日に吹きました。

日本海低気圧が通過する際、関東地方では南西風の強い風になりやすく、成田国際空港（以下、成田空港）では北北西-南南東の向きの滑走路に対して直交する風、すなわち横風になります。航空機が横風を受けると離着陸が非常に難しくなります。横風用の滑走路がない成田空港では、ゴーアラウンドやダイバートが発生するなど航空機の運航に大きな影響がでます。そのほか周りに畑地が多いことからBLDU（砂塵嵐）が発生して視程が悪化することによっても運航に影響を与えます。表紙の写真はBLDUが発生した時の成田空港の様子です。視界がかなり悪化しているのが見て取れます。

今回は同じような気圧配置で南西強風となった昨年2013年3月10日、3月13日、3月18日の事例を紹介します。

最初に3月13日の事例で南西強風の概要を解説し、次に3月10日、18日の事例で共通点や違う点について解説して、最後に大まかな模式図で南西強風を考えてみることにします。

1. 3月13日の事例

(1) 概要

この事例は能登半島沖に低気圧があり南西に寒冷前線が解析されていました（図1）。低気圧と前線の通過で成田空港では36kt（10分間平均値、RWY16L）の南西風を観測しました。強い風のためBLDUが発生して視程も1500mまで悪化しています。低気圧は中心気圧1002hPaとあまり発達していませんでしたが、日本のはるか東の高気圧と大陸の高気圧に挟まれた格好になっていて、低気圧の周辺では等圧線が混んだ状態になっていました。

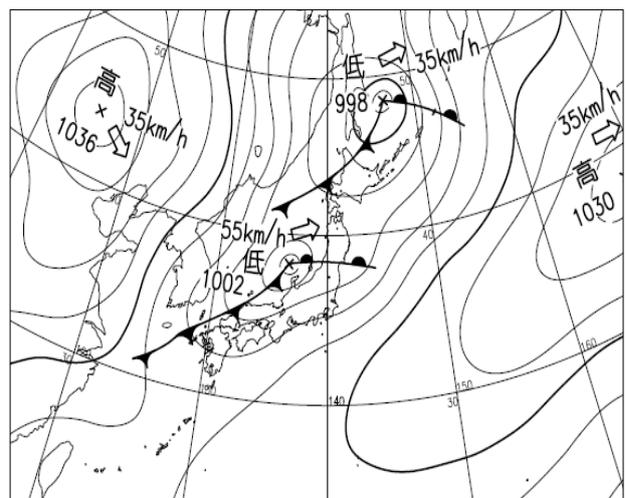
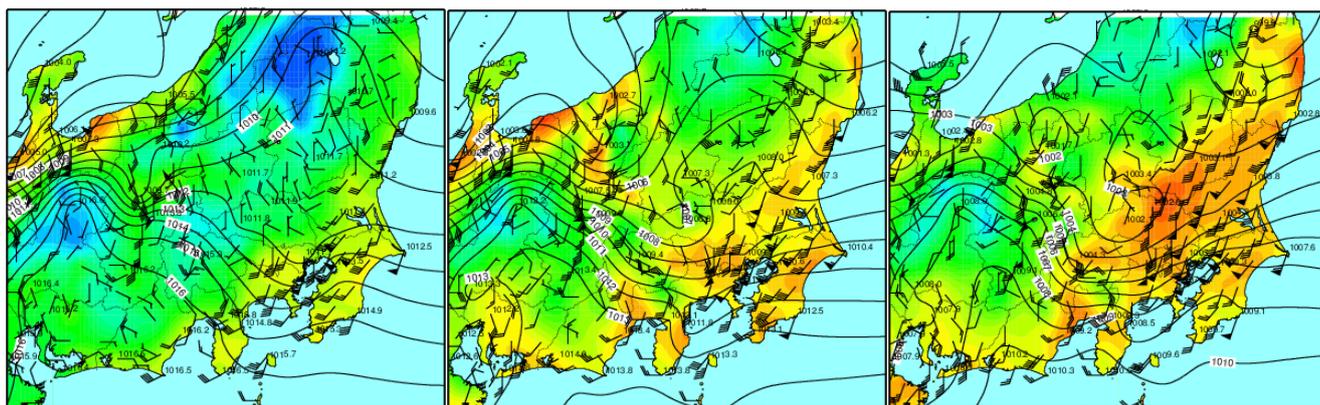
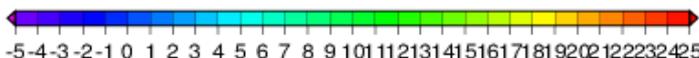


図1 地上天気図(3月13日03UTC)

(2) 関東地方の状況

関東地方のアメダスデータ（図2）を見てみると13日00UTCでは関東北部

塗りつぶし図：アメダス 気温 (°C)



3月13日 00UTC

3月13日 03UTC

3月13日 06UTC

図2 アメダスデータ (3月13日)

等圧線(黒線：1hPa 毎)、塗りつぶし気温(凡例参照)、風向風速(矢羽根：m/s)

は緑色の概 10°C以下の低温域、南部は概ね 15°Cから 18°Cの地上気温となっていて、温度の境界があるのが分かります。緑色の領域は前日から残っている冷えた空気層で滞留寒気といいます。黄色は暖かい南風が入っている領域です。

両者の境界では温度もそうですが、風も明瞭に違いがあります。北側では弱風域で南側では 10m/s を超える強風が吹いています。次に等圧線の間隔を見てみると 13日 00UTC で風が強い南部で混んでしまいました。それが 03、06UTC と時間が経つにつれ狭くなり北上しているのが分かります。この時の伊豆大島と前

橋の気圧差は 00UTC で 4hPa、06UTC で 6.2hPa と大きくなっているのが分かります。日中になるとこの時期では日射により地表面が暖められて温度が上昇して上下の対流が活発になります。それまで滞留寒気の上を滑昇していた風が地表面まで達しするようになり、地表付近でも風の弱い状態から強い状態に変わってきます。

(3) 高層観測データ

館野(つくば)の13日 00UTCの高層観測データ(図3)で見ると、880hPaで温度が上昇しているところがあります。これを逆転層または安定層

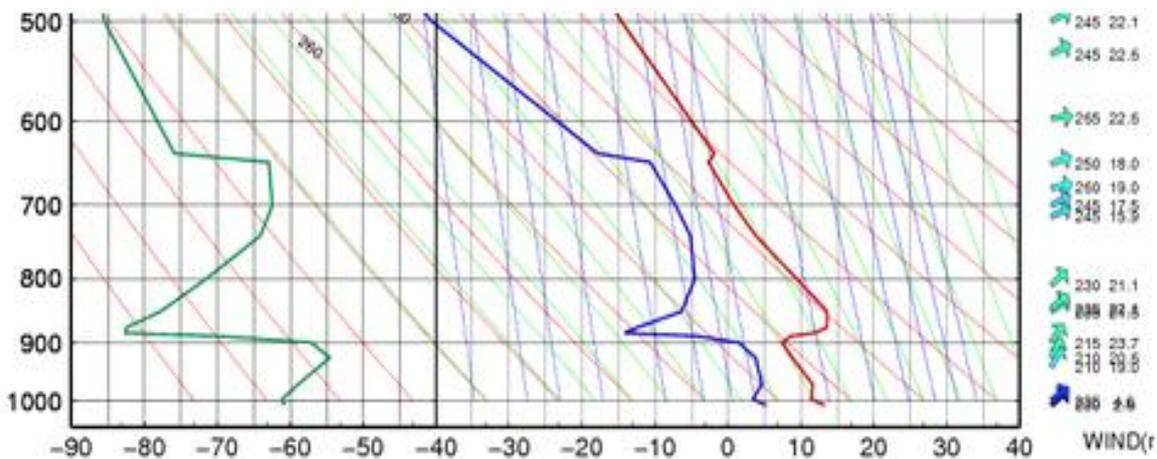


図3 高層観測データ (エマグラム)

赤：温度、青：露点温度、緑：湿度、水色矢印：風向、数値：風向、風速

と言います。このように安定層ができているとこれより下層の空気塊はこの温度以上にならないと上昇できなくなります。このような形の安定層は沈降性で上層から空気塊が下降していることを示します。風向風速は安定層のすぐ直下の 900hPa に南南西 23.7m の風速の極大があります。ACARS データから安定層より下層では気温が 02UTC 頃から徐々に上昇しています（図略）。また、安定層は 04UTC 頃に解消しています。

(4) 成田の状況（図 4）

成田空港では 22UTC 頃から徐々に風速が強まり 0250UTC で 33G46 kt を観測しました。B-RWY では 36kt の警報基準の風を観測しています。GAST 値は 04UTC 頃がピークです。風向は 220° のからの間強く、200° に変化したあたりから弱まっています。成田空港の A-RWY でのウィンドシアアの報告が多い風向は 200~230° ですから、この方向から吹く風には注意が必要です。

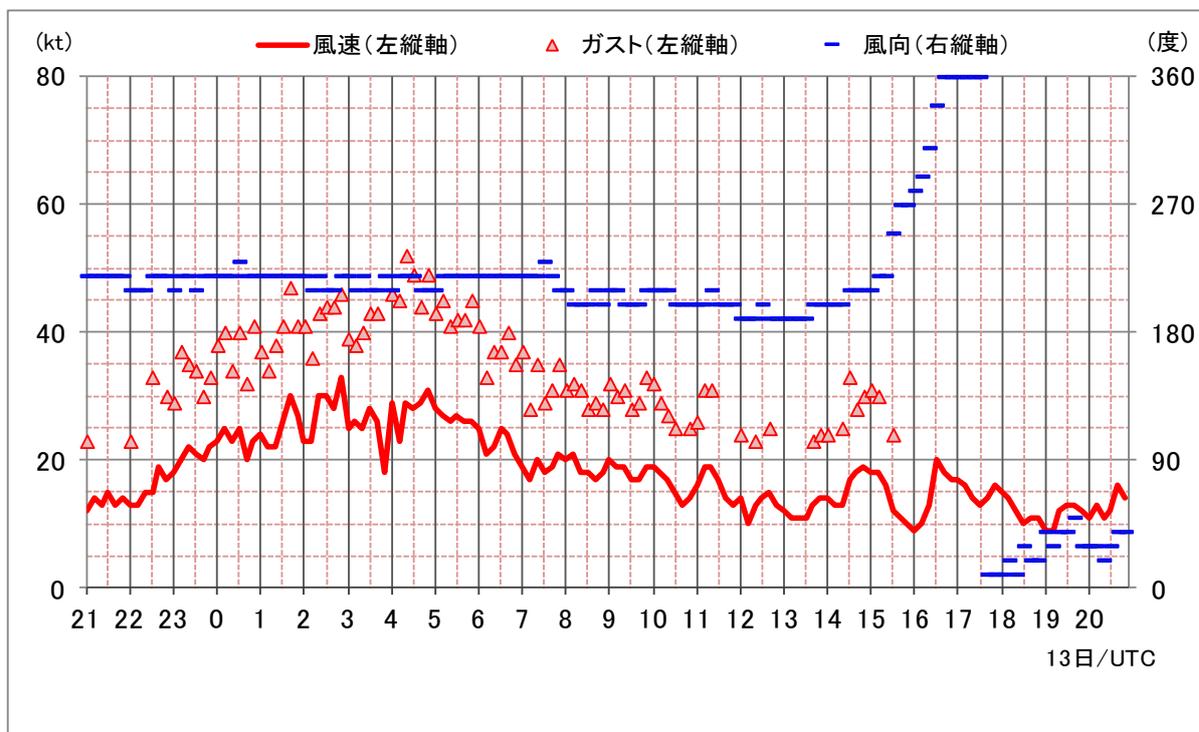


図 4 成田空港 RWY34L の風向・風速、ガスト(3月13日)(表示は凡例に従う)

2. 3月10日、3月18日の事例

(1) 概要

それぞれの地上天気図を（図 5、6）に示します。3月10日、18日も日本の東海上に高気圧と大陸上の高気圧に挟まれ低気圧付近は等圧線が混んだ状態になっていて、気圧傾度が大きく強風が吹きやすい場になっていました。10日は低気圧が発達していて中心示度も深いため、寒冷前線の全面で南西風、後面

で北西が強く吹くパターンです（冬型の気圧配置）。一方18日は寒冷前線の前面では気圧の傾きが大きいですが、後面では緩やかになっています。10日の最大風速は 29G46kt の南西風を観測（B-RWY33kt：2分値）しています。18日では 22G 33kt（B-RWY28kt：2分値）の最大風速を観測しました。

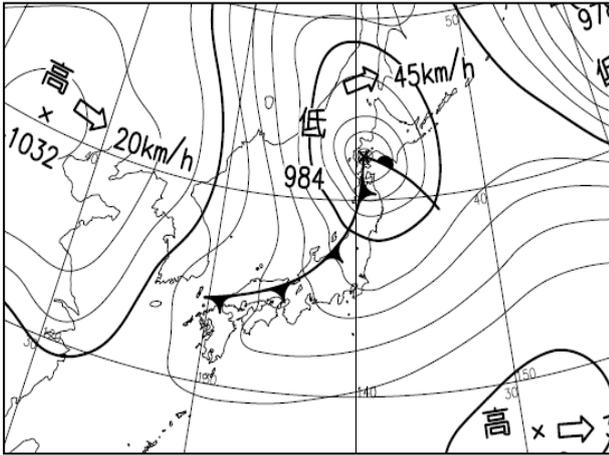


図 5 地上天気図 3 月 10 日 00UTC

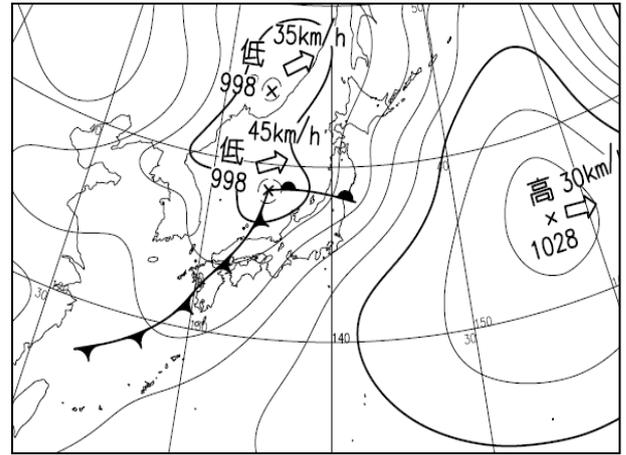


図 6 地上天気図 3 月 18 日 00UTC

(2) 関東地方の状況

3 月 13 日の事例と同じようにアメダスデータから見てみると 10 日 00UTC では関東南部で 20℃前後と気温がやや高くなっていましたが、03UTC (図 7) になると気温が急上昇して最大で 27℃になっています。図に示した茶色の破線は寒冷前線の位置です。この事例は寒冷前線の南側に暖気が、北側に寒気があり、温度の明瞭な境界があります。

18 日のアメダスでは、00UTC に 18℃で風が最も強かった 03UTC (図 8) では 20℃と気温の上昇が他の事例と比べて鈍い状況でした(温度が高い状況が続いていた)。

等圧線の間隔は両事例とも非常に狭くなっています。この時の伊豆大島と熊

谷の気圧は 10 日 03UTC で 7hPa、18 日で 5hPa と 3 月 13 日と同じように気圧の傾きが大きくなっています。等圧線の向きが 13 日の方がやや南北に立っている分風向が南よりなっています。風速は 10m 弱で大きく変わりませんでした。

10 日の事例は北側の寒気が強いため、前線の南下速度が速く、06UTC には北西風に変わりました。このような事例では南西強風の吹く時間帯は短いのですが、接近時は強く吹きます。また、通過後に北西風が強まる特徴があります。一方 18 日の事例では前線通過は 18UTC 頃でそれまで長い間南西風の強い時間が続きました。

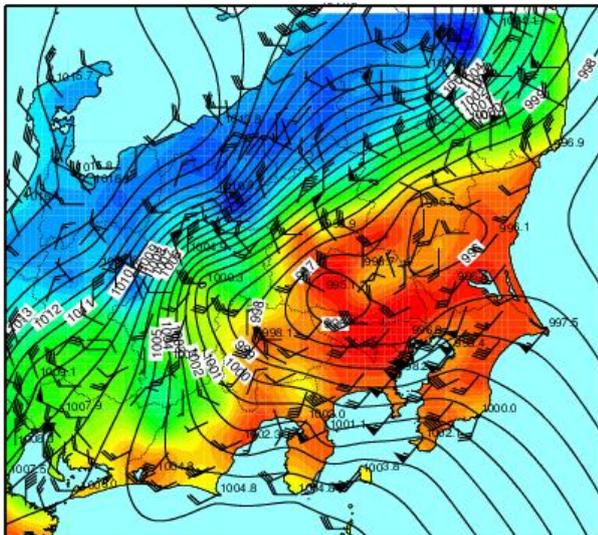


図 7 アメダスデータ 3 月 10 日 03UTC
凡例は 2 図に従う

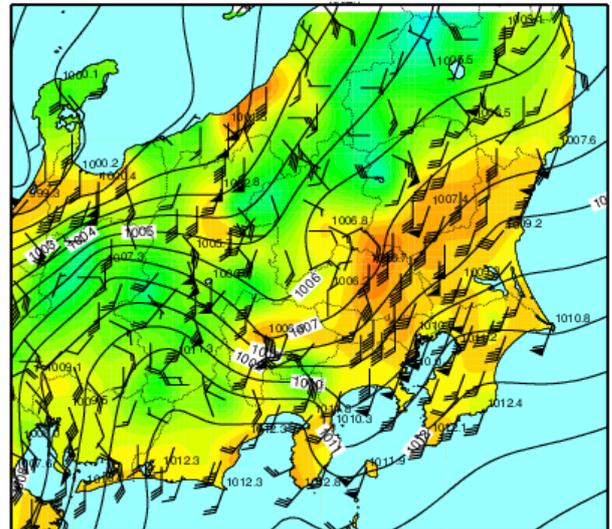


図 8 アメダスデータ 3 月 18 日 03UTC
凡例は 2 図に従う

(3) 高層観測データ

10日 00UTC の高層観測データでは 920hPa に安定層が観測されていて、20m の風速の極大域が観測されています。これは3月13日と同じような鉛直構造をしていたことが分かります。3月18日には沈降性の安定層が解析されないのと下層での風速に極大域が観測されていません(図略)。

3. 関東地方の南西強風の構造

関東地方で南西強風が吹く場合は日本海を低気圧が通過し、南海上の高気圧との間で気圧の傾きが大きくなることにより南海上から暖気が流入して強風を吹かせます(前線も関係している場合がある)。この場合陸面が冷えている朝のうちまでは、強風は地表面まで達せず

滞留寒気の上を滑昇するため、地表付近は風が弱い状況となります。日中は日射の影響を受けて地上気温が上昇しますので、気温の上昇とともに滞留寒気が壊れ、地表まで強風が吹きやすくなります。一方関東平野の上空では、西からの中部山岳を越えて下降する山越えの気流によって安定層が形成されています。安定層の下の風の極大域の影響はより下層に伝わり地表付近では強風になると考えられます。

また、山越え気流と関東平野内陸の日射による昇温によって、関東内陸に小さな低気圧が発生し、関東南部の沿岸では気圧の傾きがより大きくなって南西風が強まると考えられます。図9に南西強風の模式図を示します。

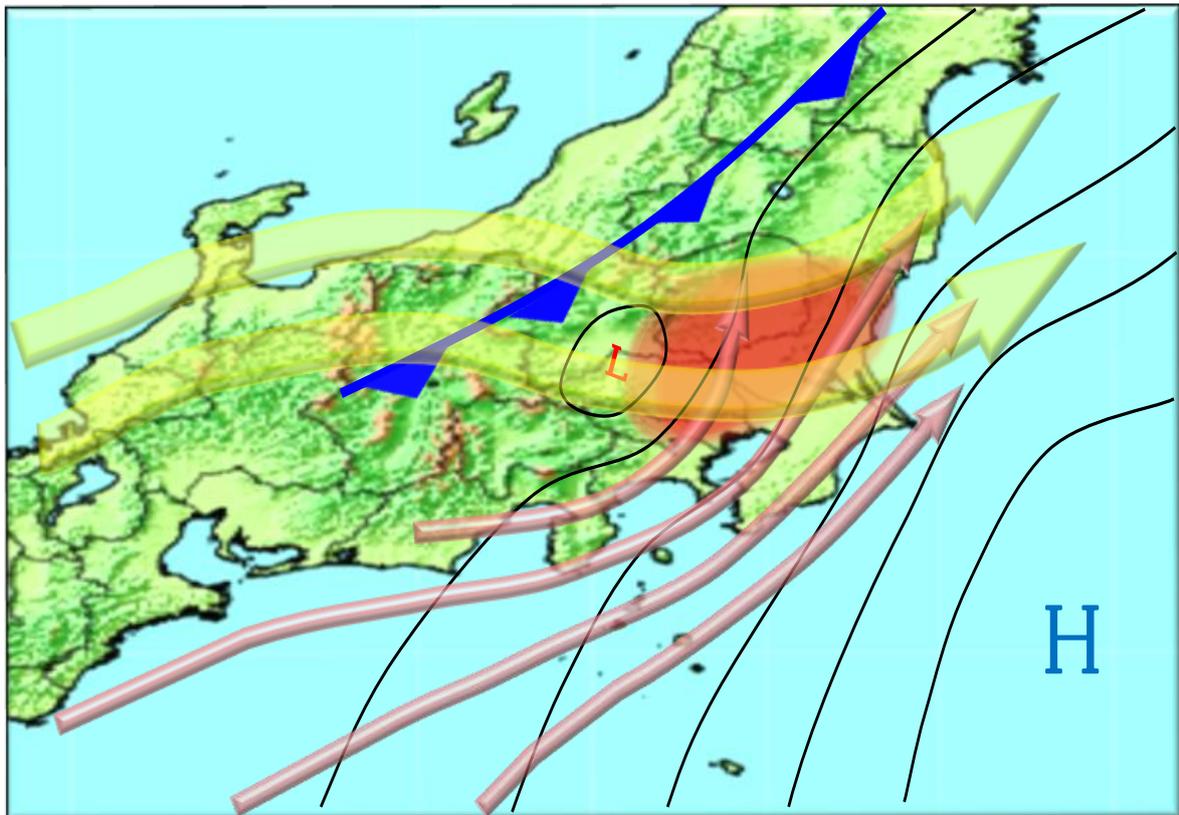


図9 南西強風の模式図



大気の流れの話(その3)

～上空の大気の流れはどうして分かる?～

前号の「大気の流れの話(その2)」では、写真1-1のように“みかん”にナイフを入れた時、切り口はどのような模様になるか、と言う問題を出させていただきました。正解は写真1-2のようになります。また、写真1-3のように切れば写真1-4のような模様になります。切り方によって切り口の模様は大きく変わりますし、また“みかん”それぞれに中の房も微妙に異なります。

みかんの房の形や中の色などを細かく知るためには、皮をむきナイフで切ってみなければ分かりません。前号で示したバナナに見立てたジェット気流のように、大気も様々な切り口で調べて、風や気温などの状態や分布を初めて知ることができます。

大気の状態を細かく示したものが図1の毎時大気解析です。図1-1は日本付近の高度1万メートル付近の風・気温の平面分布、図1-2は稚内から羽田までの航空路に沿った風・気温の断面図です。毎時大気解析は、水平方向には40km毎に鉛直方向には約600m毎に等間隔に並べた点(縦横に格子状に並んでいるので“格子点”とも呼びます。)のそれぞれの風や気温の状態を1時間毎に求めて、矢羽や等温線で表したものです。

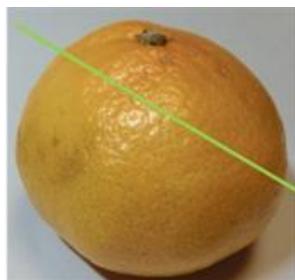


写真 1-1
“みかん”への
ナイフの入れ方



写真 1-2
左のように切った
時のみかんの切り口

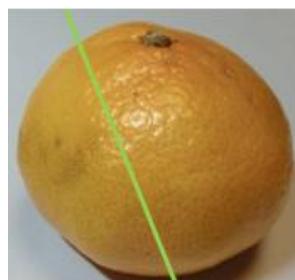
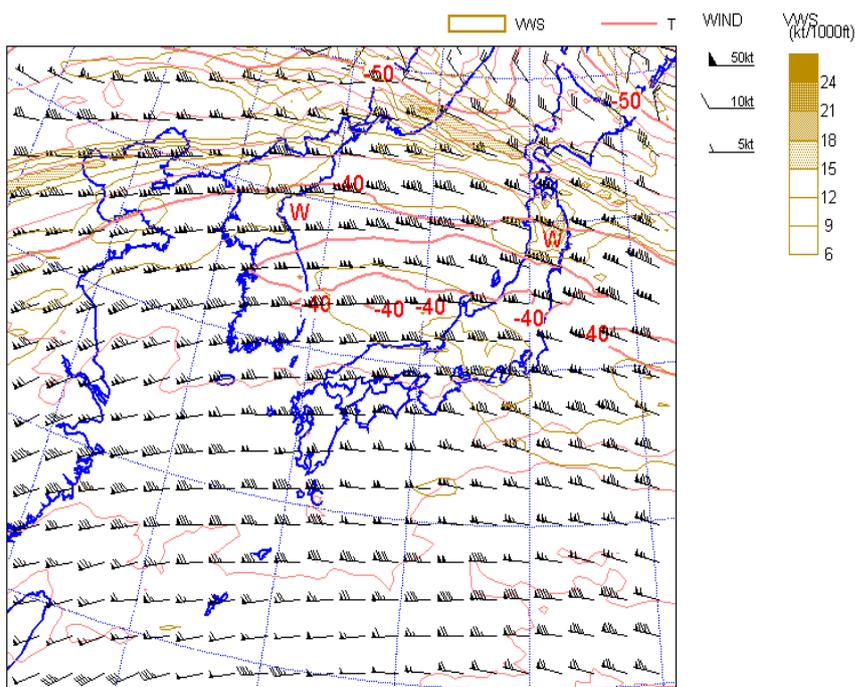


写真 1-3
“みかん”への
ナイフの入れ方



写真 1-4
左のように切った
時のみかんの切り口



FL310 ANALYSIS 13/12/16 1200UTC

図 1-1 毎時大気解析(平面 FL310)

このような“格子点“の風や気温の値は、どのようにして求めているのでしょうか。

大気の状態を調べる方法として高層ゾンデ観測があります。前号で示した高層天気図や断面図では、地図上に風を表す矢羽がたくさん記入されていました。一部を拡大したものを図2に示します。矢羽がある場所では、気球に観測測器を付けて上空に飛ばして、地上から上空15km以上の高々度までの風や気温等を測る高層ゾンデ観測を行っています。

また、全国33ヶ所に設置されているウィンドプロファイラと言う観測機器は、上空に電波を放射し戻ってくる電波から上空の風を高度約300m間隔で測ることができます(図3)。この他、気象衛星で観測される雲等の動きから上空の風を求めることができますし、飛行している航空機から観測通報される風や気温データ等の多種類の観測データによって上空の大気の状態を知ることができます。

一方、洋上の高層ゾンデ観測データが非常に少ない等、これらのデータには観測地点の数や場所に大きな偏りがあること、また観測時刻も一定でなく様々である等の課題があります。にもかかわらず毎時大気解析の格子点値のような細かく一様な間隔の場所の値が分かるのでしょうか。

気象庁では、“数値予報モデル”を用いて気象予報等を行っています。“数値予報モデル”は、図4のように地球の周りを取り巻くように格子点を細かく配置して、物理学の方程式を用いて格子点毎

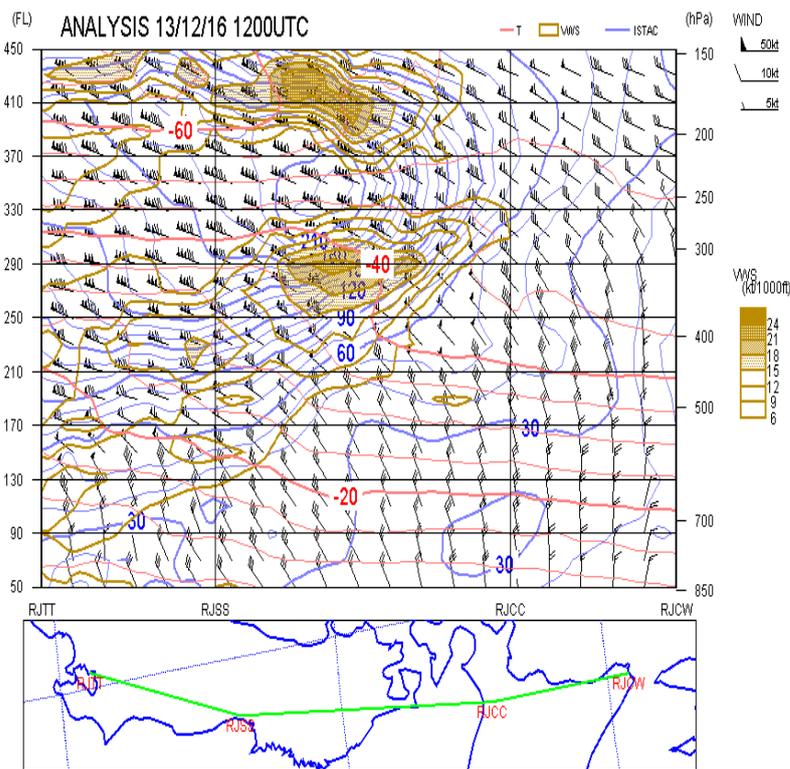


図 1-2 毎時大気解析(断面図稚内-羽田)

の風や気温等の時間変化を初期値(計算を始める最初の値)からスーパーコンピュータで計算し予測するものです。

正確な予測を行うためには、実際の大気の状態を表している初期値が必要になります。そこで地球を取り巻く格子点の時々刻々の予測値と観測データを用いて、その三次元分布と時間変化がバランスするような格子点値を求めて初期値とし、予測を行っています。

少し難しくなりましたが、数値予報モデルでは時々刻々の色々な場所の様々な観測データを数値予報モデルの中に取り込みつつ予測を行っていると言えます。これらの予測結果にさらに最新の観測データを加えるよう処理を行い、より正確な大気の状態を格子点値として求めたものが毎時大気解析と言えます。

このため、観測値の無い洋上の上空や細かい格子点の場所でも、精度の高い風や気温が分かることとなります。(加)

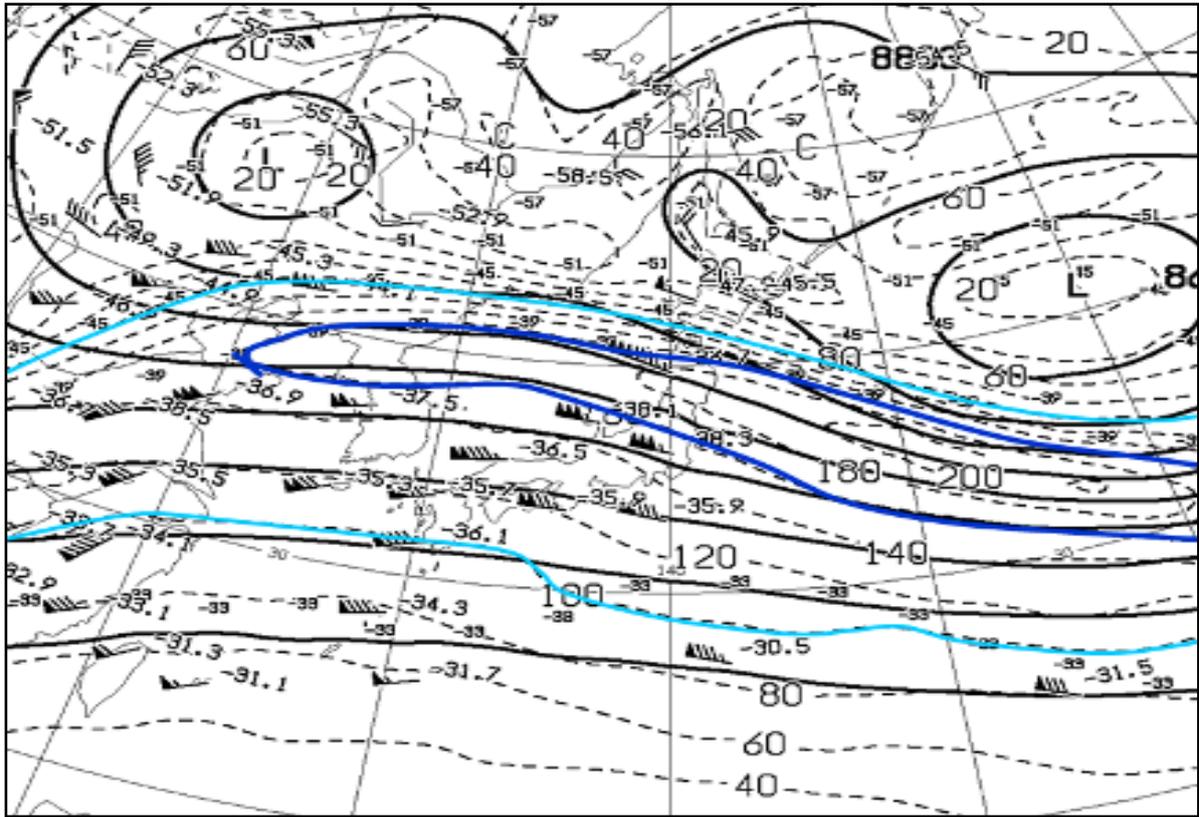


図 2 300hPa 高層天気図 (2013 年 12 月 16 日 21 時)
 図の中央が日本、矢羽が表示される地点で高層ゾンデ観測を行っている。

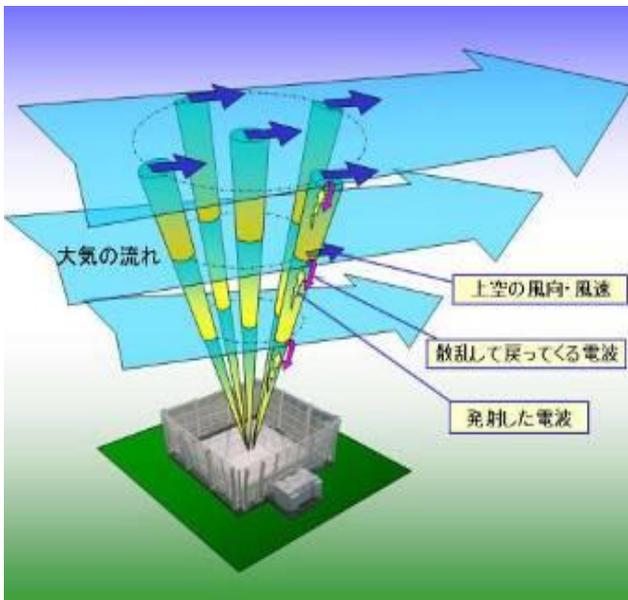


図 3 ウィンドプロファイラの観測原理の概要
 (気象庁 HP 掲載図から転載)

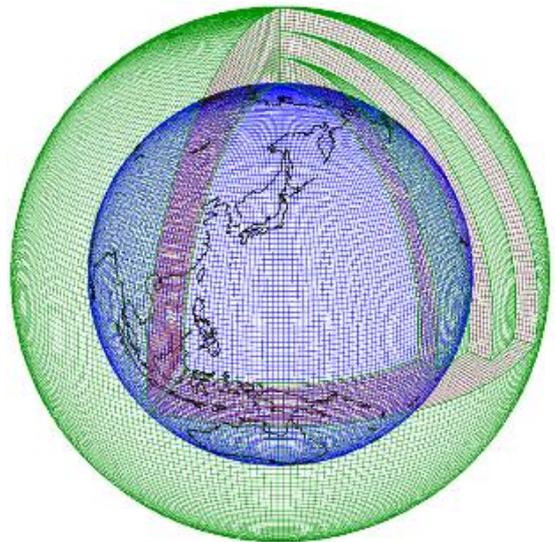
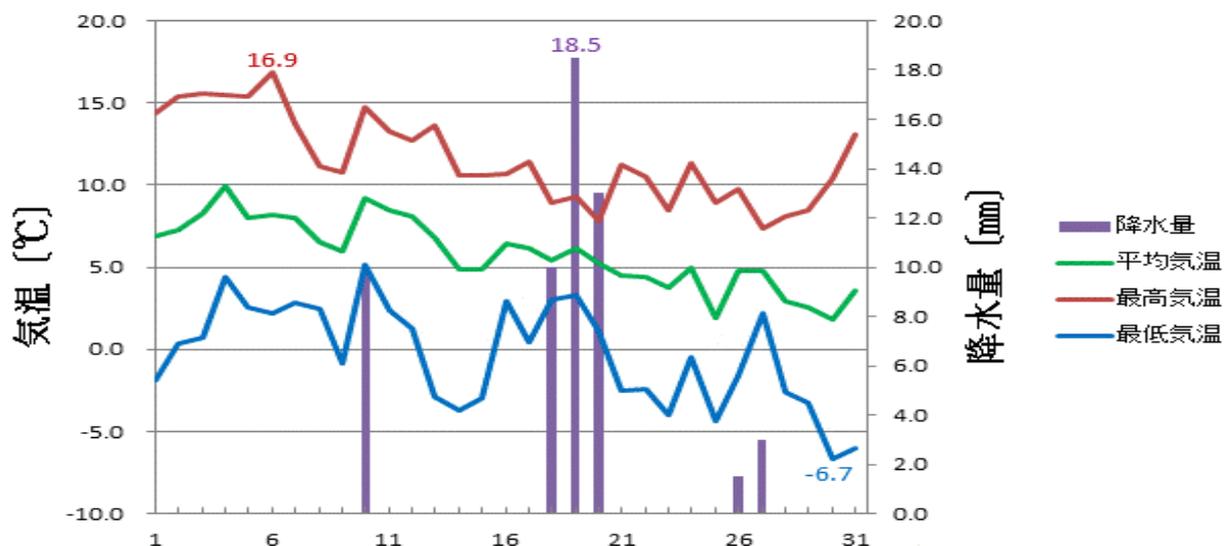


図 4 数値予報モデルでは、地球を細かく覆うように格子点を規則正しく設定し、それぞれの格子点の風や気温等を計算している。
 (気象庁 HP 掲載図から転載)

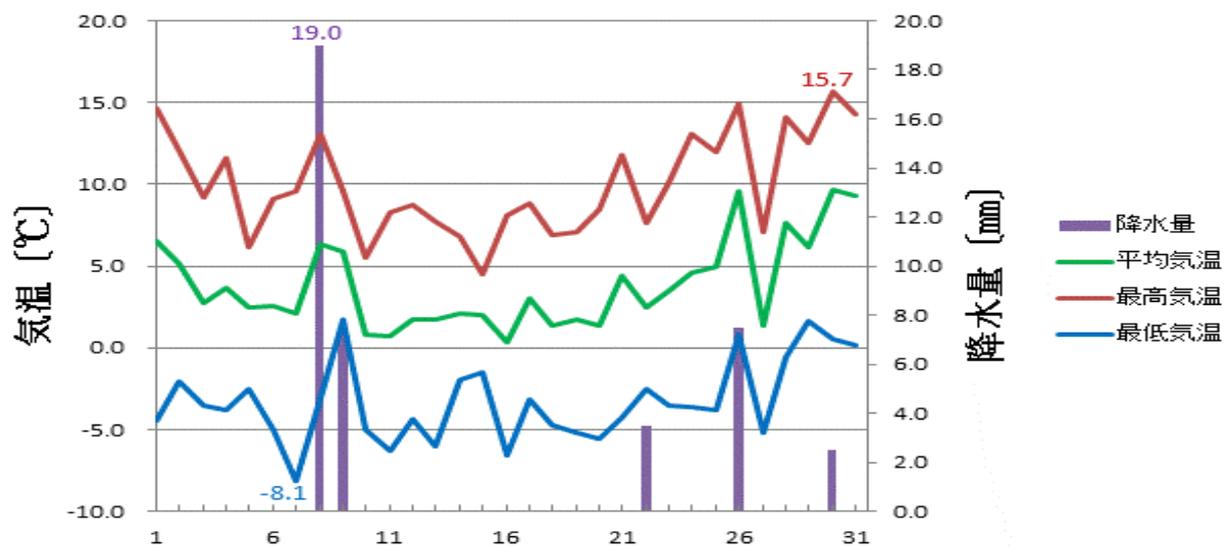
成田空港の気候 2013~2014冬

12月の気温と降水量



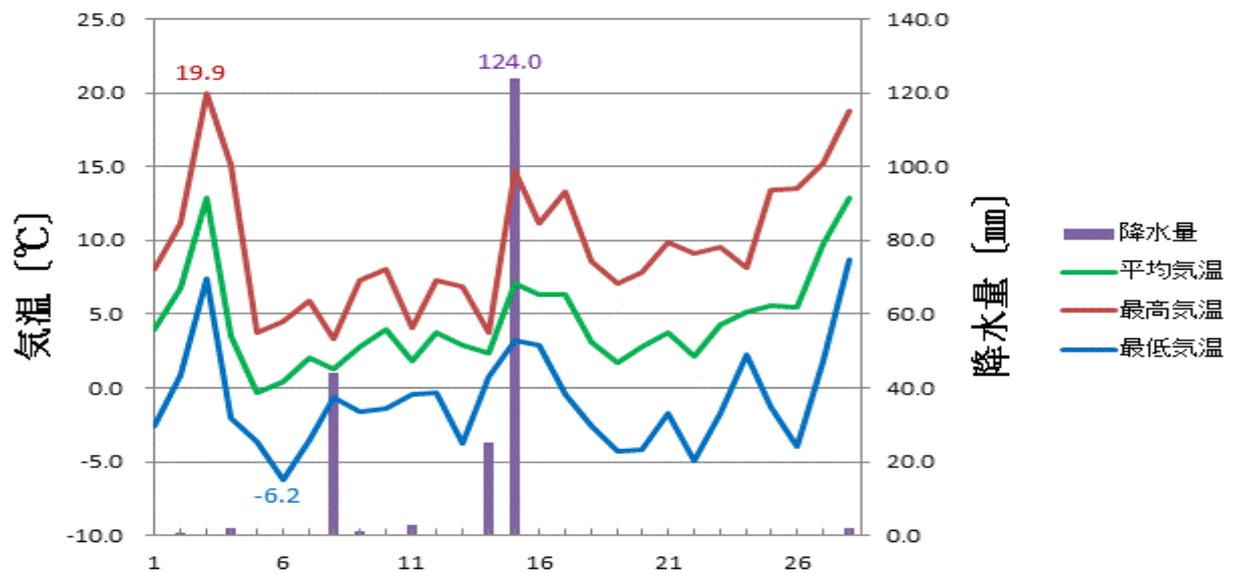
12月は冬型の気圧配置となる日が多かったため、太平洋側では晴れの日が多くなりました。また、10日・13日・19～20日・27日にたびたび低気圧が本州付近を通過して月降水量は全国的に多くなりましたが、東日本太平洋側では例外的に少なくなりました。成田でも18日～20日にかけては19日の日降水量18.5mmとまとまった降水になりましたが、月降水量は56.0mmで1972年の統計開始以降少ない方から6番目でした。一方、西日本を中心に寒気が流れ込んだ影響で月平均気温は東日本でも低くなり、成田では月平均気温5.8°C、日最低気温-6.7°C(30日)を観測しました。

1月の気温と降水量



1月は、上旬から中旬に冬型の気圧配置が周期的に強まり、北日本の日本海側では気圧の谷の影響を受けやすく曇りや雪の日が多くなりました。中旬に冬型の気圧配置が強まり、全国的に寒気の影響が大きく、全国的に気温は平年を下回りました。下旬になると冬型の気圧配置は弱く、南からの暖かい空気が流れ込んで全国的に気温が平年を大きく上回る日があるなど、全国的に気温が平年を上回った日が多くなりました。成田の気温も同様の傾向となりました。8日には前線を伴った低気圧の影響で日降水量19.0mmとまとまった降水となりました。

2月の気温と降水量



2月は、3日にかけてサハリン付近の低気圧に吹き込む南西風によって暖気が流れ込んだ影響で全国的に気温が高くなり、成田でも最高気温 19.9℃を観測しました。一方、6～23日月上旬半ばから下旬はじめにかけては、大陸の寒気が日本付近に流入し、気温の低い日が多くなりました。7日から8日にかけてと14日から16日にかけては、低気圧が日本の南岸を発達しながら通過したことから、広い範囲で大雪や大雨となりました。成田空港でも前日 21時から当日 21時までの降雪量の合計は、8日 2cm、4日・9日 3cm、11日 6cmをそれぞれ記録しました。また、15日は日降水量 124.0mm、1時間降水量 26.0mm、10分間降水量 11.0mmを観測し、統計を開始した1972年以降2月として最も多い値を更新しました。15日以後は、北日本を中心に冬型の気圧配置が続きましたが、24～26日にかけては移動性高気圧に覆われて全国的に晴れて気温も平年を上回りました。

注) 本統計に用いたデータは、成田空港の航空気象観測値整理表の値 (統計期間：1972年7月～2014年2月) を使用しました。





災害と交通インフラ

1. 震災時の鉄道

大地震が発生すると、鉄道は列車の脱線や鉄道施設の倒壊などにより大きな被害が発生することが予想されます。

平成 7 年 1 月に発生した阪神・淡路大震災では、鉄道にも大きな被害が出ました。脱線した列車は 16 本にものぼり、そのうち震度 7 の地域を運行していた列車 14 本のうち約 9 割に当たる 13 本が脱線しました。また、高架橋や駅舎などにも多大な被害が出ており、山陽新幹線で 8 箇所、在来線では 24 箇所落橋があったほか、芦屋駅などのホームの倒壊等が発生しました。そして、この地震により鉄道の旅客及び関係者の死傷者は 84 名となりました。

平成 16 年 10 月に発生した新潟県中越地震では、営業走行中の新幹線が初めて脱線した映像は記憶に新しいと思います。その復旧に約 2 ヶ月を要したと言うことです。（参考：JR プレスリリース地震における鉄道被害の概要）

鉄道事業者は阪神・淡路大震災を受け、高架橋などの緊急耐震補強工事を実施していて、阪神・淡路大震災クラスの地震にも耐えうる施設とするよう対策を行っています。

そこで、もし鉄道に乗っているときに地震にあったら皆さんはどうしますか？

上記に明記したように、鉄道各社は様々な地震対策を実施し、被害を軽減させる仕組みを行っています。しかし、地震は発生する時間帯や場所により被害

が大きく異なるもので、想定外の被害が発生することもあります。阪神・淡路大震災においても、午前 8 時のラッシュアワーに発生していたら、最悪 1,100 人余りが死亡し、死傷者は約 1 万人に達していたとも言われております。

列車に乗っていて地震にあった際には、慌ててドアを開けて線路に飛び降りると 2 次災害招く恐れがあり危険なので、停車後は乗務員のアナウンスに従い避難等を行いましょ。また、被害が甚大な場合は、乗客同士で助け合うといった行動も必要となってきます。いずれにしても、地震発生後は、慌てずに行動することが必要です。

2. 大震災時の交通規制

損壊や倒壊家屋等により通行可能な幹線道路は限られ、避難、物資輸送、出勤（退勤）のため、一般市民や被災者の自家用車両が殺到し、地震発生後あつという間に大渋滞が発生します。

大渋滞は、緊急車両の通行に大きな影響を与えてしまいます。阪神・淡路大震災では、発災当日の 1 月 17 日、姫路から出動した自衛隊の第 1 陣は、普段なら約 1 時間で到着するところを、この日は 3 時間かかり物資輸送も滞り、避難所の多くは全く食料が届かない有様でした。迅速な救助・救援活動さらに、復旧・復興作業を行うには、緊急輸送路の確保が重要です。そこで、下記のように地震発生時に運転者のとるべき行動を記しましたので、参考にして下さい。

- 家庭との連絡、避難等には車両を使用しない。
- 通行禁止区域内では、速やかに緊急交通路以外の道路または、道路外に車両を移動させる。
- 通行禁止区域内または、緊急交通路上であっても、やむを得ず車両を道路上において避難するときは、
『交差点を避け、道路の左側に寄せて停車する。』
『エンジンを切り、キーは付けたままとする。』
『窓を閉め、ドアはロックしない。』『貴重品を車内に残さない。』
- 高速道路を走行中の場合は、
『慌てずに減速し、右車線をあげ、左側に寄せて停車しエンジンを切る。』
『カーラジオなどで情報を把握する。』
『危険が切迫している場合以外は、自分の判断のみだりに走行しない。』
『警察や道路会社等からの指示、案内または、誘導を待ってから行動するようにする。』



気象庁リーフレットより



空もよう

飛行機雲が温暖化？

『空のしおり』創刊号のコラム「空もよう」を見て頂きたい。あろうことか「寒空のもと立ち止り、空を見上げているのは少々辛いですが、一つの芸術と思い飛行機雲を鑑賞してはいかがでしょうか。」などと、のほほんとしたこと書いてしまいました。

平成26年2月12日に地球温暖化をテーマに航空気象講演会を開催しました。

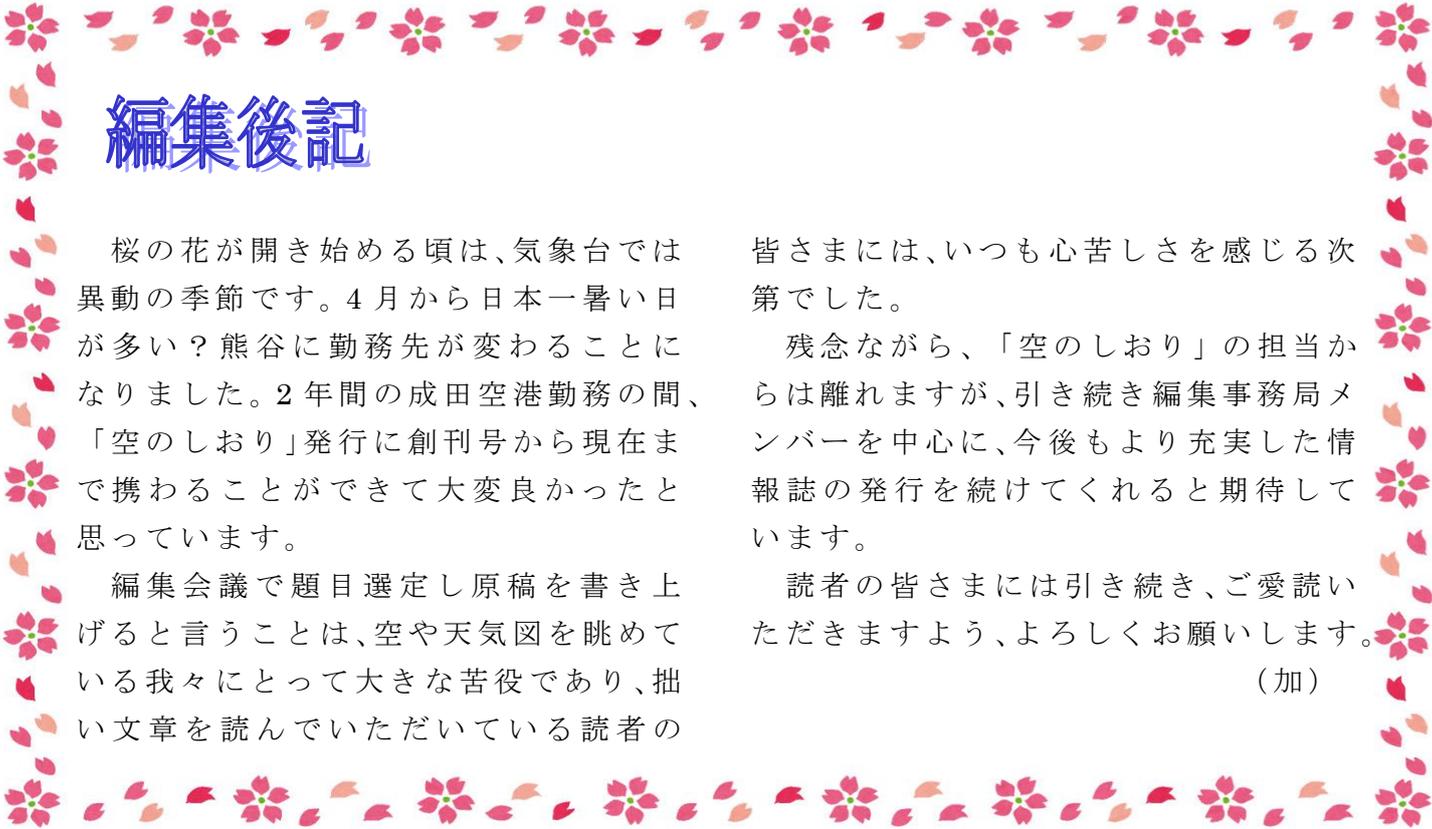
講演中の「飛行機雲と温暖化」では、「飛行機雲とそれが誘発する巻雲は、地球の熱収支に影響を与え、正味では地球を暖める効果があると見積もられている。但し、その効果は小さい。」。また、二酸化炭素（CO₂）排出量については、運輸関係部門が全体の約19万トンで、その内の5%が航空関係が出しているとの説明は、出席者の関心をひきました。



飛行機雲に関係する報告物から、「上層の薄い巻雲は太陽光を遮る作用と地表からの熱赤外光を吸収する作用があり、周辺条件にもよるが、大略熱赤外光を吸収して温まる効果の方が強いらしい。気候に対しては、温暖化の方に働くようだが、正確なことはよくわからない。」また、「民間ジェット機のエンジン排気によって形成される、人工的な巻雲、つまり飛行機雲は地上の気温上昇の要因かもしれない」と諸説色々です。

おりしも3月25日から、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）第38回総会が横浜で開催されています。IPCCの任務である「気候変動に関する最新の科学的知見の評価」の中に航空関係もあると思われませんが、これからも、二酸化炭素などのエンジン排出物とその環境影響について調査・研究が進められ、地球にやさしい航空界となるよう願っています。
(杉)





編集後記

桜の花が開き始める頃は、气象台では異動の季節です。4月から日本一暑い日が多い？熊谷に勤務先が変わることになりました。2年間の成田空港勤務の間、「空のしおり」発行に創刊号から現在まで携わることができて大変良かったと思っています。

編集会議で題目選定し原稿を書き上げると言うことは、空や天気図を眺めている我々にとって大きな苦役であり、拙い文章を読んでいたいている読者の

皆さまには、いつも心苦しさを感ずる次第でした。

残念ながら、「空のしおり」の担当からは離れますが、引き続き編集事務局メンバーを中心に、今後もより充実した情報誌の発行を続けてくれると期待しています。

読者の皆さまには引き続き、ご愛読いただきますよう、よろしくお願ひします。

(加)