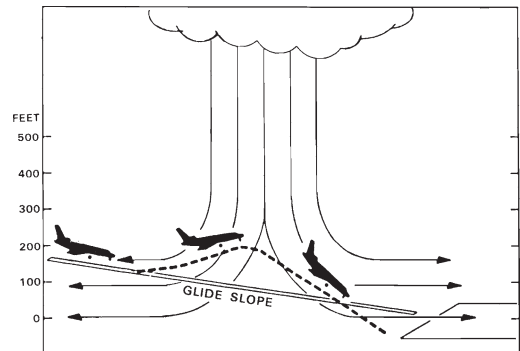


ウィンドシアー

2009年3月23日朝、成田国際空港（以下、成田空港）でフェデラル・エクスプレス社の航空機が着陸に失敗し、機体が炎上する事故が発生した。当時、成田空港では、北西の風が強く、また風速の変動が大きかった。事故機の前に成田空港へ着陸した航空機から、空港付近でウィンドシアーに遭遇したという報告もあり、ウィンドシアーが事故の一因として報道され、その中でウィンドシアーの解説として事故当時には発生が考えにくいマイクロバーストの様な強い下降流の模式図を使った説明が行われることがあった。

気象学では「シアー」という用語は「風向に直交する方向の風ベクトル変化」という意味合いで使われることが多いが、事典や用語集によっては「風向に直交」という条件が書かれていない説明も見られ、必ずしも統一的な定義が確立しているとは言えない（付録参照）。一方、航空気象の分野では、国際民間航空機関（ICAO）が発行している「低層ウィンドシアーマニュアル」に「上昇流及び下降流を含む風速・風向の空間的な変化」と説明されているように、ウィンドシアーは収束・発散を含む風の空間的な変化全般を指す言葉として用いられる。とりわけ、航空機の運航には向かい風/追い風（機軸方向の風の成分）の変化が大きな影響を与えることから、航空気象では飛行コースに沿った機軸方向の風の成分の変化が最も注目されており、その原因が気象現象であれ、地形や障害物であれ、機軸方向の風速や風向の変化をすべてウィンドシアーと呼ぶ。以下、この意味のウィンドシアーについて解説する。

低層のウィンドシアーを発生させる原因としてICAOのマニュアルには、山越え気流、雷雨、竜巻などの気象現象に加え、空港の格納庫、空港周辺の樹木、接地層内の風速変化などの影響も挙げられている。これらの現象により航空機の対気速度（航空機と大気の相対速度）が大きく変化する場合に航空機からは、ウィンドシアーに遭遇したとして、たとえば、



第1図 マイクロバースト中を飛行した場合に想定される飛行経路。

「ウィンドシアー、20kt（ノット）ロス、高度400ft（フィート）」などと報告される。ウィンドシアーにより風速・風向が変化している空間を飛行すると、航空機の揚力に変化する。航空機にとって離着陸時の風速・風向の急激な変化は、大変危険な現象である。特に、高度1600ft（500m）未満の低層のウィンドシアーによる事故を防ぐには、事前にシアーの発生を探知し、それを回避するしかない。

強い低層ウィンドシアーを発生させる現象の一つが、マイクロバーストで、対流雲の下で強い下降流が地面にぶつかって発散するために、その中に航空機が飛行すると、第1図のように急激に向かい風が追い風になるほか、下降流の影響も加わり、急激に揚力を失い、最悪の場合には墜落するおそれもある。マイクロバーストが原因で、米国では1964年から1986年にかけて、32件の航空事故及びインシデント（事故には至らなかったが、事故が発生するおそれがあった状態）が発生し、600名を超える死者を出した。その対策として、マイクロバーストを検知するために米国では、主要空港にドップラーレーダーが設置された。日本でも、羽田、成田など主要な9空港に、空港気象ドップラーレーダーが、羽田空港と成田空港にはドップラーライダーも設置されている。ドップラーレーダー・

ドップラーライダーが強いウィンドシアアを検知すると、シアアの大きさによりウィンドシアアラート、マイクロバーストアラートが自動的に作成され、直ちに管制官から離着陸中の航空機のパイロットに伝えられる仕組みが確立している。このほか、パイロットを始め、運航関係者に対する教育訓練や機上ウィンドシアア警報装置の整備なども行われている。これらの施策と空港における対策の推進の結果、マイクロバーストによる事故は大きく減少した。

(気象庁総務部 田畑 明)
(気象研究所 藤部文昭)

付 録：気象関連の文献における「シアア」関連用語の解説例

1. イギリス気象局 (Met Office) の Meteorological Glossary (sixth edition, 1991) :
“wind shear” = The rate of change of the vector wind (V) with distance (n) in a specified direction normal to the wind direction, or dV/dn .
2. アメリカ気象学会の Glossary of Meteorology (second edition, 2000) :
(1) “shear line” = In meteorology, a line or narrow zone across which there is an abrupt change in the horizontal wind component parallel to this line ; a line of maximum horizontal wind shear.
(2) “shear” = The variation (usually the directional derivative) of a vector field along a given

direction in space.

- (3) “wind shear” = The local variation of the wind vector or any of its components in a given direction.
3. 気象の事典 (東京堂出版, 1993) :
“シアア” = 一般にベクトル場においてベクトルのある方向への変化率 (方向微分係数) をいう。
4. 気象科学事典 (東京書籍, 1998) :
“ウインド・シアア” = 大気中の任意の 2 点における風のベクトル差。
5. 気象庁予報用語 (http://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/yougo_hp/mokuji.html) :
“シアアライン” = 風向, 風速 (どちらか一方でも良い) が急に変化しているところを結んだ線。

上記 1 では、「シアア」は「風向に直交する方向 (normal to the wind direction) の風ベクトル変化」と定義されている。気象力学における「シアア不安定」「シアアによる前線形成」などの概念は、これらの定義を前提にしている。2 (1) も 1 とほぼ同様であり、「シアアライン」を「その線に沿う方向の水平風成分 (horizontal wind component parallel to this line)」が急変している線等と説明している。

一方、2 (2) 以下の説明は、流れ方向の風速変化 (発散・収束など) も「シアア」と言い得るように読める。「シアア」「ウィンドシアア」「シアアライン」それぞれに異なる意味合いがあるとも考えられるが、いずれにしても気象関連文献の「シアア」の定義には曖昧さがあるようである。