

## 6 沖縄管内航空官署における自動観測（視程、シーリング）の特性調査

前泊康夫・松田和盛・長濱和幸・浜比嘉美香（那覇航空測候所）

### 1 はじめに

航空気象観測通報（データ）は航空業務の運営に欠くことのできない気象情報であり、航空機の運航に直接的に利用されている。観測通報には観測者が目視で行う定時観測、特別観測の他、各観測装置により観測した値を毎 10 分に自動通報する自動観測があり、航空交通業務機関、運航管理者等へ提供されている。本調査では航空機の安全運航上、極めて重要な要素となっている視程とシーリング（雲底）について観測者が通報した値と自動観測値を比較検討し各々の特性等について調査した。特に早朝離島へ運航する航空機は現在、観測者が最初に観測通報した値を元に運航計画を立てているが、自動観測値の精度が高くなれば併せて利用出来るものとなる。

### 2 調査方法

以下の調査期間に沖縄管内航空官署において、METAR 及び SPECI で通報した値（卓越視程、5/8 オクタス以上の最低雲層の高さ）と自動観測値をカテゴリ別に比較した。調査にあたって那覇空港（03 型常時監視通報装置整備官署）と、その他の空港（AMOS 整備官署）では設置されている装置が異なるため、装置別に評価を行った。視程、シーリングの自動観測値は以下のアルゴリズムにより算出されている。

【視程のアルゴリズム】RVR（滑走路視距離観測装置）及び視程計で求められた MOR（気象光学距離）の 1 分間平均値と 10 分間平均値を比較し、悪い方の視程を採用する。

【シーリングのアルゴリズム】シーロメータ（雲高測定器）で測定された当該時間内の雲底高度の時間連続性及び空間連続性（高度分布）から判別された雲層毎に雲底高度のヒット回数を求め、雲量を算出する。

#### 【調査期間】

那覇空港

2 年半（2005 年 4 月～2007 年 9 月）

石垣、宮古、下地島、久米島空港

5 年間（2002 年～2006 年）

那覇空港は 03 型空港気象常時監視通報装置へ移行してからのデータを使用。

#### 【表の説明等】

捕捉率 1：自動観測が目視観測と一致（同一セル）した割合。

捕捉率 2：自動観測が目視観測と一致又は隣接セルとなっている割合。

一致率 1：目視観測が自動観測と一致した割合。

一致率 2：目視観測が自動観測と一致又は隣接セルとなっている割合。

一致クラス：目視観測と自動観測が一致したクラス。

近接クラス：一致セルの隣接セルとなっている。

空振りクラス：自動観測で観測通報したが、目視観測で観測されなかったクラス。

見逃しクラス：目視観測では観測したが、自動観測では観測されなかったクラス。

### 3 結果

#### （1）那覇空港における視程の評価

那覇空港におけるカテゴリ表を表 1、その全データによる評価表を表 2 に、6000m 未満における評価表を表 3 に示す。

表 2 より、全データでは一致クラスは 75.7%、近接クラスまで含めると、86.6%となったが、6000m 未満、表 3 では一致クラスは 20.0%、近接クラスを含めても 50.3%と低い値となった。また、6000m 未満における空振りクラスの割合が 48.2%と高い。全データからは視程の評価は良いように見えるが、これは 6000m 以上のデータが多い為であり、6000m 未満については目視視程と自動視程の一致はあまり良くない。表 1 から捕捉率 > 一致率の傾向が強く見られる。また、自動視程が目視視程より低い値をとることが多い。

#### （2）AMOS 官署における視程の評価

AMOS 官署におけるカテゴリ表を表 4、その全データによる評価表を表 5 に、6000m 未満における評価表を表 6 に示す。

表 5 より、全データでは一致クラスは 87.1%、近接クラスまで含めると、92.2%となったが、6000m 未満、表 6 では一致クラスは 18.5%、近接クラスを含めても 47.7%と低い値となった。また、6000m 未満における空振りクラスの割合が 51.3%と高い。那覇空港同様、6000m 未満における視程の一致は良くない。那覇空港と同様に捕捉率 > 一致率の傾向が強く見られる。

### (3) 那覇空港におけるシーリングの評価

那覇空港におけるカテゴリー表を表 7、その全データによる評価表を表 9 に、1500ft 未満における評価表を表 10 に示す。

表 9 より、全データでは一致クラスは 92.1%、近接クラスまで含めると、95.8%となった。1500ft 未満、表 10 では一致クラスは 37.9%、近接クラスを含めると 84.6%のスコアとなった。また、視程と同様に捕捉率 > 一致率の傾向が見られる。また、自動シーリングが目視シーリングより低い値をとることが多い。

### (4) AMOS 官署におけるシーリングの評価

AMOS 官署における、カテゴリー表を表 8、全データによる評価表を表 11 に、1500ft 未満における評価表を表 12 に示す。

表 11 より、全データでは一致クラスは 93.7%、近接クラスまで含めると、99.1%となり、1500ft 未満、表 12 では一致クラスは 61.2%、近接クラスを含めると 98.6%と良いスコアとなった。那覇空港と同様に捕捉率 > 一致率の傾向が見られる。

## 4 自動観測視程の評価改善のために

シーリングについて、自動観測と目視観測はよく一致しているが、視程については、評価表等からよい結果とは言えない。そこで、視程について以下のアルゴリズムを採用し、評価を行った。

### (1) 10 分間平均 MOR 値を常に採用する。

#### 【那覇空港】

全データでは近接クラスまで含めると、88.9% (表 1: 割合 ) となり、6000m 未満では 57.9% (表 3: 割合 ) となった。

#### 【AMOS 官署】

全データでは近接クラスまで含めると、93.7% (表 5: 割合 ) となり、6000m 未満では 59.7% (表 6: 割合 ) となった。

### (2) 現用アルゴリズムで得られた、視程を 1.5 倍した値を採用する。

#### 【那覇空港】

全データでは近接クラスまで含めると、95.1% (表 2: 割合 ) となり、6000m 未満では 67.6% (表 3: 割合 ) となった。

#### 【AMOS 官署】

全データでは近接クラスまで含めると、95.8% (表 5: 割合 ) となり、6000m 未満では 67.8% (表 6: 割合 ) となった。

### (3) 1 分間平均値と 10 分間平均値を比較し、良い方の視程を採用する。(逆アルゴリズム)

#### 【那覇空港】

全データでは近接クラスまで含めると、90.9% (表 2: 割合 ) となり、6000m 未満では 66.9% (表 3: 割合 ) となった。

#### 【AMOS 官署】

全データでは近接クラスまで含めると、95.4% (表 5: 割合 ) となり、6000m 未満では 69.4% (表 6: 割合 ) となった。

### (4) 那覇空港において、RWY18 及び RWY36 の各 10 分間平均 MOR をさらに平均した値を採用する。

#### 【那覇空港】

全データでは近接クラスまで含めると、92.0% (表 2: 割合 ) となり、6000m 未満では 63.8% (表 3: 割合 ) となった。

## 5 まとめと課題

全データで見ると視程、シーリングとも目視観測と自動観測は概ね一致しているが、6000m 未満の視程については評価表等 (現アルゴリズムで約 50%) から見て目視観測と自動観測では自動観測が低い値を観測することが多いため、一致が良くないことがわかった。

シーリングについては 1500ft 未満においても、目視観測と自動観測はよく一致しており、空港の実況値として早朝便にも有効に利用出来ることが確認できた。

本調査では、自動観測視程について、アルゴリズムを替えて評価を行った。その中でも、「1 分間 MOR と 10 分間 MOR を比較して、よい視程を採用した」場合と単純に「現用アルゴリズムを 1.5 倍した視程を採用した」場合に高い一致を見たのは意外であった。また、那覇空港の「RWY18 及び RWY36 の各 10 分間平均 MOR の平均を採用した」場合も現アルゴリズムから 10% 以上も高い一致となるのは予想していなかった。

評価がどの程度あれば、実用に値するのか実況値として正確であるのか判断するのは難しいが、一致が改善されたアルゴリズムを活用していけば有効利用出来ると思う。

観測者が観測する場合、実況に応じて各要素の基準に則って臨機応変に行うので、機械データをそのまま通報する自動観測と単純比較は出来ないが、今後もそれぞれの長所を生かした観測で航空機の安全運航及び能率的運航に寄与出来るものとする。

本調査は、気象庁観測部測課航空気象観測室、気象測器検定試験センターで行った『目視項目の自動化の改良と航空気象情報の活用方策の調査、開発』を参考にした。

表1 那覇空港における視程の 카테고리表

視程(m)	自動											現アルゴリズム		10平均MOR		1.5x現アルゴリズム		逆アルゴリズム		R18-36平均			
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<2000	<2400	<3200	<5000	<6000	>=6000	計	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2		
<200	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
<400	2	15	5	1	0	1	0	0	0	0	0	24	62.5	91.7	37.5	75.0	16.7	70.8	25.0	70.8	45.8	79.2	
<600	9	14	4	1	0	1	0	0	0	1	0	31	12.9	61.3	16.1	67.7	32.3	74.2	19.4	58.1	41.9	80.6	
<800	3	2	1	1	1	1	0	1	0	0	0	10	10.0	30.0	10.0	40.0	10.0	20.0	0.0	30.0	20.0	30.0	
<1000	10	24	13	5	2	7	1	3	1	2	1	69	2.9	20.3	4.3	31.9	4.3	29.0	5.8	40.6	10.1	40.6	
<1500	13	46	35	18	12	14	2	2	1	4	0	2	149	9.4	18.8	11.4	29.5	16.8	35.6	16.1	36.2	16.1	37.6
<2000	7	32	36	24	19	32	17	8	7	6	2	2	192	18.8	29.7	15.1	37.0	13.0	37.0	9.9	41.1	11.5	44.8
<2400	2	31	29	31	29	56	33	7	11	10	1	4	244	7.0	20.9	10.2	27.0	8.6	37.7	10.7	31.6	9.8	37.3
<3200	2	11	38	53	57	121	123	71	102	40	6	6	630	16.2	33.8	22.5	44.3	19.4	54.3	26.5	52.9	25.6	49.4
<5000	0	7	23	31	39	128	170	157	287	419	57	45	1363	30.7	56.0	36.2	62.8	32.8	59.3	41.8	71.5	40.9	70.2
<6000	0	5	2	3	3	18	50	51	139	424	125	51	871	14.4	68.9	16.8	72.4	18.5	88.9	21.4	82.8	16.9	76.1
>=6000	1	9	22	17	22	74	85	103	431	3644	4013	34441	42862	80.4	89.7	83.5	91.6	95.9	98.0	97.6	93.1	87.9	94.5
計	49	199	209	185	184	453	481	403	979	4550	4205	34552	46449										
一致率1	0.0	7.5	1.9	0.5	1.1	3.1	3.5	1.7	10.4	9.2	3.0	99.7											
一致率2	4.1	16.1	4.8	3.8	8.2	11.7	10.8	21.3	40.9	19.4	99.8	99.8											

表2 視程評価表 (那覇空港: 全データ)

	事例数	割合	事例数	割合	割合	割合	割合	割合
一致クラス	35147	75.7	40227	86.6	88.9	95.1	90.9	92.0
近接クラス	5080	10.9						
空振りクラス	6108	13.1	6222	13.4	11.1	4.9	9.1	8.0
見逃しクラス	114	0.2						
計	46449	100	46449	100	100	100	100	100

表3 視程評価表 (那覇空港: 6000m 未満)

	事例数	割合	事例数	割合	割合	割合	割合	割合
一致クラス	706	20.0	1773	50.3	57.9	67.6	66.9	63.8
近接クラス	1067	30.3						
空振りクラス	1700	48.2	1754	49.7	42.1	32.4	33.1	36.2
見逃しクラス	54	1.5						
計	3527	100.0	3527	100	100	100	100	100

表4 AMOS 官署における視程の 카테고리表

視程(m)	自動											現アルゴリズム		10平均MOR		1.5x現アルゴリズム		逆アルゴリズム					
	<200	<400	<600	<800	<1000	<1500	<2000	<2400	<3200	<5000	<6000	>=6000	計	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率1	捕捉率2		
<200	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	50.0	50.0	0.0	50.0	50.0	50.0	0.0	50.0	50.0	50.0	
<400	12	12	2	1	0	0	0	0	0	0	0	27	44.4	96.3	55.6	88.9	48.1	88.9	55.6	85.2	55.6	85.2	
<600	21	41	22	6	6	4	0	1	2	0	1	104	21.2	66.3	17.3	57.7	27.9	68.3	22.1	58.7	22.1	58.7	
<800	7	17	15	1	6	1	1	0	0	1	0	49	2.0	44.9	10.2	59.2	14.3	59.2	12.2	61.2	12.2	61.2	
<1000	9	29	25	18	9	2	1	1	0	1	0	95	9.5	30.5	15.8	44.2	16.8	54.7	17.9	52.6	17.9	52.6	
<1500	18	97	90	58	43	42	9	2	2	4	1	0	366	11.5	25.7	19.1	41.5	21.9	44.0	21.9	45.4	21.9	45.4
<2000	11	88	106	88	62	72	28	10	3	3	0	3	474	22.4	23.2	14.6	38.8	14.3	42.0	10.5	46.6	10.5	46.6
<2400	11	71	113	121	112	221	150	53	24	18	6	6	906	3.1	25.1	6.1	39.7	6.3	43.7	8.2	46.6	8.2	46.6
<3200	2	46	116	127	145	398	419	280	347	144	20	18	2062	16.8	37.4	23.7	52.1	20.9	59.1	28.3	61.8	28.3	61.8
<5000	1	16	43	75	91	248	330	357	670	784	108	53	2776	28.2	56.3	35.2	66.1	36.1	64.2	40.9	72.9	40.9	72.9
<6000	1	6	10	14	18	76	85	99	321	747	293	161	1831	16.0	66.6	18.2	70.5	14.1	86.6	21.7	83.6	21.7	83.6
>=6000	0	16	31	45	46	146	180	195	603	2599	2991	92545	99397	93.1	96.1	94.4	96.8	97.9	98.6	95.9	97.9	95.9	97.9
計	94	439	573	555	538	1210	1203	998	1972	4301	3420	92786	108089										
一致率1	1.1	2.7	3.8	0.2	1.7	3.5	2.3	5.3	17.6	18.2	8.6	99.7											
一致率2	13.8	12.1	6.8	4.5	10.8	9.6	15.5	34.4	52.8	38.9	99.2	99.9											

表5 視程評価表 (AMOS 官署: 全データ)

	事例数	割合	事例数	割合	割合	割合	割合
一致クラス	94137	87.1	99648	92.2	93.7	95.8	95.4
近接クラス	5511	5.1					
空振りクラス	8280	7.7	8441	7.8	6.3	4.2	4.6
見逃しクラス	161	0.1					
計	108089	100	108089	100	100	100	100

表6 視程評価表 (AMOS 官署: 6000m 未満)

	事例数	割合	事例数	割合	割合	割合	割合
一致クラス	1592	18.5	4112	47.7	59.7	67.8	69.4
近接クラス	2520	29.3					
空振りクラス	4419	51.3	4500	52.3	40.3	32.2	30.6
見逃しクラス	81	0.9					
計	8612	100	8612	100	100	100	100

表7 シーリングの 카테고리表 (那覇空港)

シーリング(ft)	自動							計		捕捉率	
	<200	<300	<400	<600	<1000	<1500	>=1500	計	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率2
<200	0	0	5	0	0	0	0	5	0.0	0.0	0.0
<300	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
<400	0	0	3	0	0	0	3	6	50.0	50.0	50.0
<600	0	0	5	14	6	3	13	41	34.1	61.0	61.0
<1000	0	1	1	16	53	26	31	128	41.4	74.2	74.2
<1500	10	4	30	96	148	300	255	843	35.6	83.4	83.4
>=1500	316	81	215	421	501	1039	37295	39868	93.5	96.2	96.2
計	326	86	259	547	708	1368	37597	40891			
一致率1	0.0	0.0	1.2	2.6	7.5	21.9	99.2				
一致率2	0.0	0.0	3.1	5.5	29.2	99.8	99.9				

表8 シーリングの 카테고리表 (AMOS 官署)

シーリング(ft)	自動							計		捕捉率	
	<200	<300	<400	<600	<1000	<1500	>=1500	計	捕捉率1	捕捉率2	捕捉率2
<200	2	1	1	0	0	0	1	5	40.0	60.0	60.0
<300	1	5	2	1	0	0	0	9	55.6	88.9	88.9
<400	0	1	3	1	1	1	0	2	8	37.5	62.5
<600	0	2	1	69	35	12	15	134	51.5	78.4	78.4
<1000	0	1	0	49	580	166	64	860	67.4	92.4	92.4
<1500	0	0	1	43	484	2060	923	3511	58.7	98.7	98.7
>=1500	7	3	10	65	674	4104	96844	101707	95.2	99.3	99.3
計	10	13	18	228	1774	6342	97849	106234			
一致率1	20.0	38.5	16.7	30.3	32.7	32.5	99.0				
一致率2	30.0	53.8	33.3	52.2	62.0	99.8	99.9				

表9 評価表  
那覇空港  
(全データ)

	事例数	割合	事例数	割合
一致クラス	37685	92.2	39160	95.8
近接クラス	1495	3.7		
空振りクラス	1676	4.1	1731	4.2
見逃しクラス	55	0.1		
計	40891	100	40891	100

表10 評価表  
那覇空港  
(1500ft 未満)

	事例数	割合	事例数	割合
一致クラス	370	37.9	826	84.6
近接クラス	456	46.7		
空振りクラス	142	14.5	150	15.4
見逃しクラス	8	0.8		
計	976	100	976	100

表11 評価表  
AMOS 官署  
(全データ)

	事例数	割合	事例数	割合
一致クラス	99563	93.7	105331	99.1
近接クラス	5768	5.4		
空振りクラス	806	0.8	903	0.9
見逃しクラス	97	0.1		
計	106234	100	106234	100