

乗鞍コロナ観測所における気象観測

斉藤守也, 入江 誠

(2002 年 3 月 29 日受理)

Meteorological Observations at Norikura Solar Observatory

Moriya SAITO and Makoto IRIE

Abstract

Meteorological observations at the Norikura Solar Observatory, located in Northern Japan Alps at an altitude of 2,876 m, have been carried out since 1949. The observed items are weather, cloud amount, visibility, wind direction, wind speed, and temperature.

Older data up to 1969 had been reported previously, and the present report covers the data from 1968 to 2000. We found a long-term increase in temperature of about 0.7 degrees in 30 years, which might be due to global warming.

1. はじめに

乗鞍コロナ観測所は 1949 年（昭和 24 年）、北アルプスの乗鞍岳（2,876 m）に建設された。それ以来、現在に至るまで太陽のコロナ、フレアやプロミネンスの観測を続けている。

当観測所は 2,876 m の高山地帯に立地していることで、観測業務、登山行動そして生活等は天候によって大きく左右されることが多い。それらを把握するためには山頂での気象観測が必要であった。我々は観測の傍ら簡単な装置で気象データを記録し、冬期の登山や観測の準備態勢などに役立ててきた。今年で 52 年の長きに渡るデータが蓄積されたので整理しておくことにする。1949～1969 年は、すでに森下^{1, 2)}によって報告されているので、ここでは 1968 年（昭和 43 年）以降の観測データについて報告する。

2. 観測方法

乗鞍コロナ観測所での気象観測は観測所創設の 1949 年（昭和 24 年）から行われているが、ここでは主に 1968 年以降のデータについて報告する。その当時、気象観測は天候、雲量、視程、風向、風力を眼による観測で、気温などは最高最低温度計を使用し、そのデータは定時刻の 9 時と 15 時に記録を取った。気温については所員の手で製作した百葉箱に最高最低温度計を設置し、その日の定時に気温、最低気温、最高気温の記録を取り、天候、雲量、視程は眼視観測で行った。また風向・風速については風向風速計が設置されるまで所員の体感によって記録していた。1986 年 11 月 15 日には自記温度気圧計が設置されたので常時の気温と気圧を記録する事が出来るようになり、その後 1989 年 6 月 1 日には気象庁検定の風向風速計が設置され信頼でき

る風向・風速のデータが、これに加わった。これらの観測は 1997 年 10 月 17 日まで続いた。なお、風向風速計は厳冬期（11 月～5 月）には凍結し、動作不能になるため取り外していたので、この間の記録はない。そして 1998 年 11 月の観測所の冬期無人化までは従来の方法で気象データを取りつづけた。

3. 観測結果

ここでは、1968 年（昭和 43 年）以来、観測されている気温、天候、風向、風速についてまとめる。

1) 気温

図 1 は 1971 年～2000 年の毎日の最低気温（9 時）、最高気温（15 時）と平均気温を月別で平均し、それらの 30 年間の平均値を取ったものを示す。なお、ここでいう平均気温とは 9 時の最低気温と 15 時に記録された最高気温を平均して表したもので、必ずしも気象庁や気象台で報告されている平均気温とは対応するものではないが、気温の月変化を見るのには差し支えないと思われる。この月別平均気温で見ると、高い方が 7 月下旬～8 月中旬の約 11 °C で、低い方は 1 月下旬～2 月上旬で約 -16 °C である。ちなみに、気温は高度が 100 m 高くなる毎に 0.6 °C 下がるので、コロナ観測所の 2,876 m では平地と較べて約 17.3 °C 低いことを念頭に入れて置きたい。

また、この図から 0 °C 以上になるのは 5 月上旬～中旬で、0 °C 以下になるのは 10 月中旬～下旬である。この結果を参考にしてコロナ観測所の冬期無人化を実施し、その閉所開所のための行動日程を決定している。

次に 1969 年～2000 年における月別平均気温・最高気温・最低気温を図 2-a・図 2-b・図 2-c で示す。

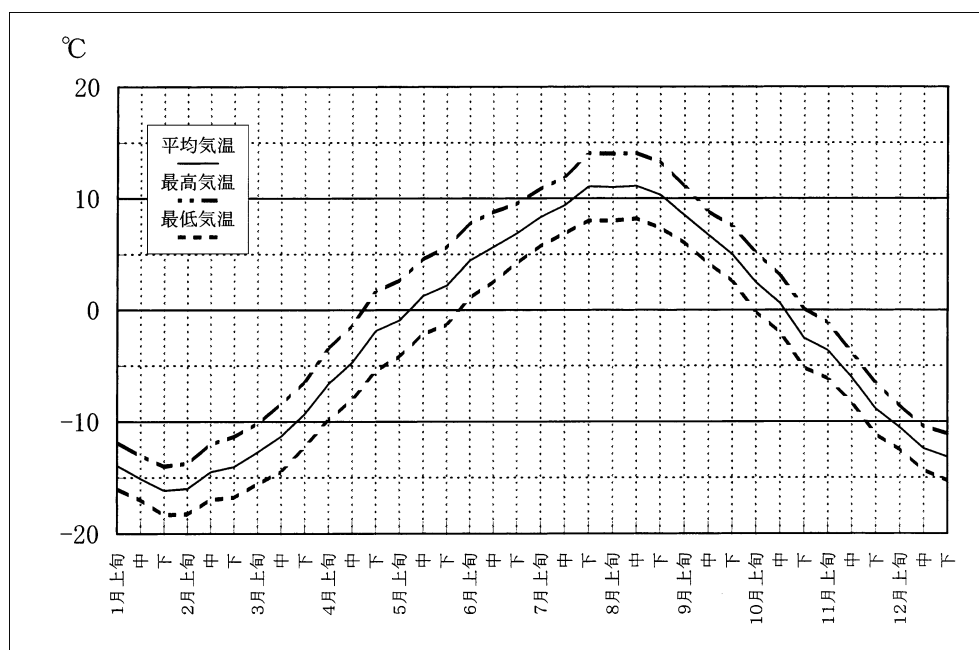


図 1. 1971～2000 年の気温の月別変化.

各図の破線は 10 年毎の平均値を示しており、最低気温（図 2-c）の 10 年平均値で見ると 1970 年代から -5.6° 、 -5.1° 、 -4.9°C と 1990 年代に至るまで上昇傾向が現れている。また最高気温の 10 年平均値でも 1980 年以降では、この上昇傾向が僅かながら見られる。この事から乗鞍岳においても地球の温暖化が進みつつあるように思われる。

なお、地球温暖化については「気象変動に関する政府間パネル (IPCC)」(1995 年) で、過去 100 年間における地表付近の平均気温は約 $0.3\sim 0.6^{\circ}\text{C}$ 上昇しており、現在もその傾向にあると報告されている。

2) 冬日, 真冬日

観測所での冬日, 真冬日について調べてみた。「冬日」とは最低気温が 0°C 未満の日、そして「真冬日」は最高気温が 0°C 未満の日と定義されている。これら冬日, 真冬日の年日数を 1968～1999 年について調べて図 3 に示す。冬日の日数だけに着目すると、年々減少しており、冬期の最低気温が上昇傾向にあると考える。ここからも、僅かながら地球温暖化の様子が受け取れるが、真冬日からは、その傾向ははっきりしない。

3) 晴天率

図 4 は 1968～1997 年の 30 年間の 9 時と 15 時の天候の分布を比率で表したものである。

天候は「快晴」「晴れ」「薄曇り」「高曇り」「本曇り」「霧」「雨」「霰」「雪」で記録している。この 2 つの表から天候を見ると 9 時の晴天率が 15 時を上回っており、このことは山岳地帯では午前中の方が天候が安定していることを物語っている。

乗鞍岳で晴天率の高い月は、10 月、11 月、12 月と 4 月で、その中で特に 10 月、11 月は高い率を示している。初

冬の 12 月が高いのは意外な結果である。逆に晴天率の低いのは梅雨期の 6 月、7 月であった。ちなみに、ここでいう晴天とは「快晴」と「晴れ」を合わせたもので考えた。

4) 晴天日数とルーチン観測日数について

表 1 は観測所での晴天日数と 10 cm コロナグラフによるコロナ緑色輝線のルーチン観測日数を表わしたものである。また図 5-a, 図 5-b はそれぞれ 9 時、15 時の晴天日数と観測日数の相関を表したものである。乗鞍岳での夏の天候は午後になると霧や雲の発生が活発になることが多く、そのため観測データから見ても午後よりも午前中に観測されたものが多く、天候的に見ると観測には午前中が有利である。

5) 風向

1989 年以前は体感で記録していたが、1989 年～1997 年は風向風速計を設置し、それらを自記録計に記録した。なお、冬期は風向風速計が凍結して破損するので、記録はない。

いずれにしても、風の測定は設置場所に依存し、正確な表示をしないことが多い。理由として山岳地帯は山の起伏や建物によって風向きが大きく左右され、時には風が巻いて来ることも珍しくない。丁度、高層ビルの多い所では思いのほか強い風が起きるのと同じ現象であろう。

図 6-1 は 1968～1997 年の 9 時と 15 時の年間の風向を示す風配図であり、図 6-2, 図 6-3 はそれらの月間の風配図を表す。風向のデータは風向風速計が設置されるまで、体感で計測していたが測定場所が一定しているので大まかではあるが、かなり信頼が出来るものである。また風向風速計は設置場所による地域的な傾向が出てくるものの年毎の系統性は保っている。

その結果として当観測所の風向は北西が主流となっている。

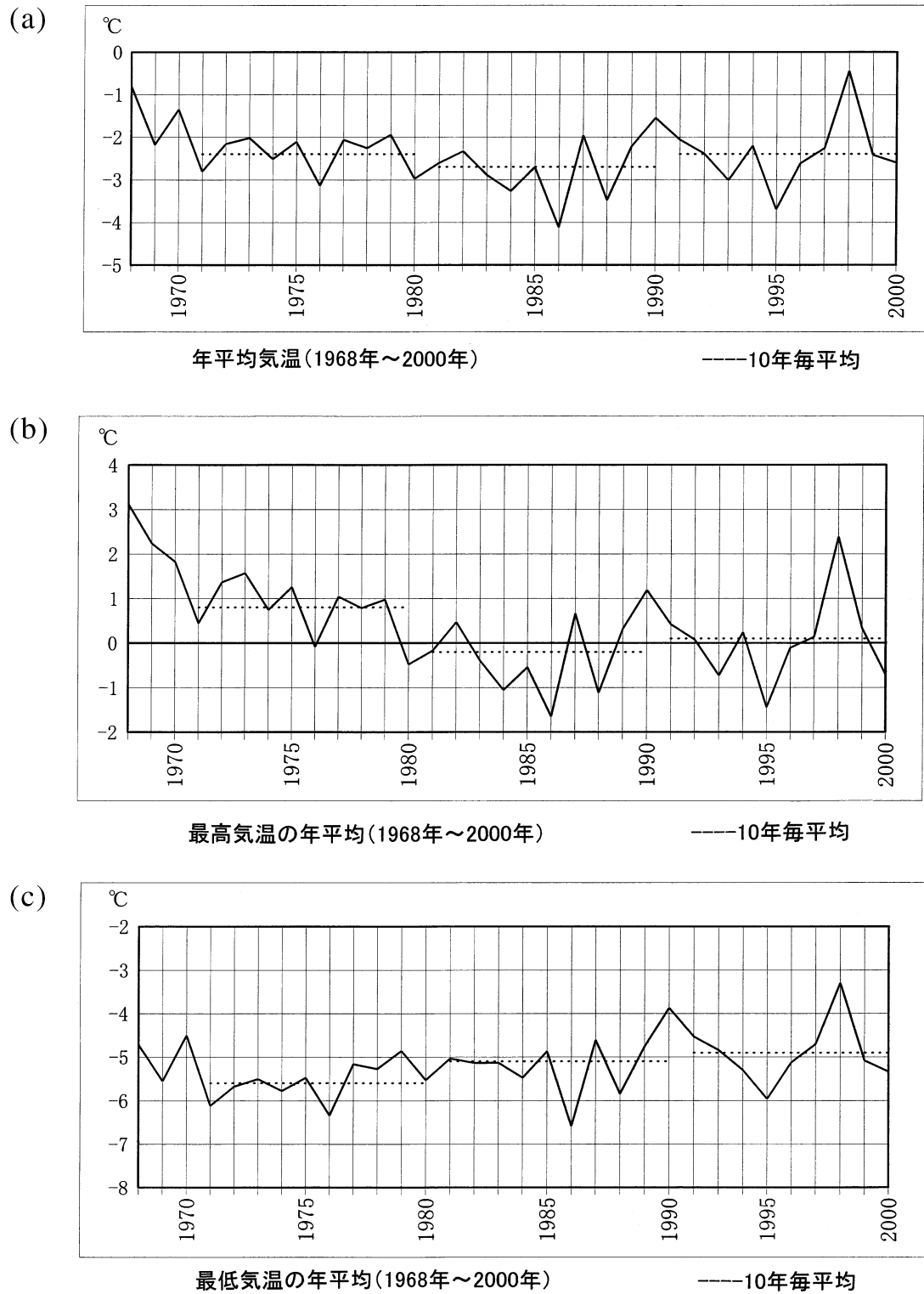


図 2. (a) 年間平均気温. (b) 最高気温の年平均. (c) 最低気温の年平均.

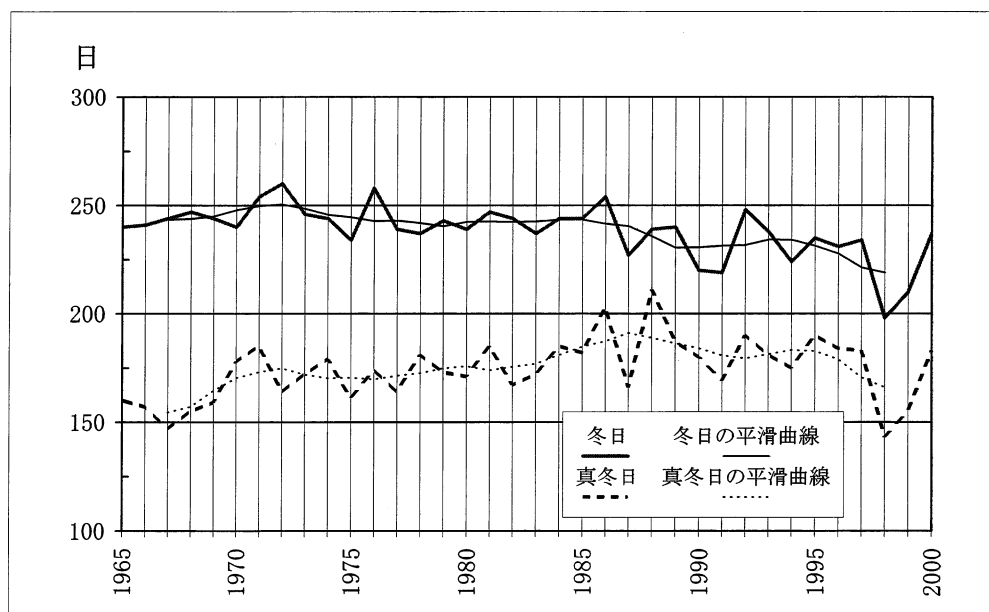


図3. 冬日，真冬日の年日数.

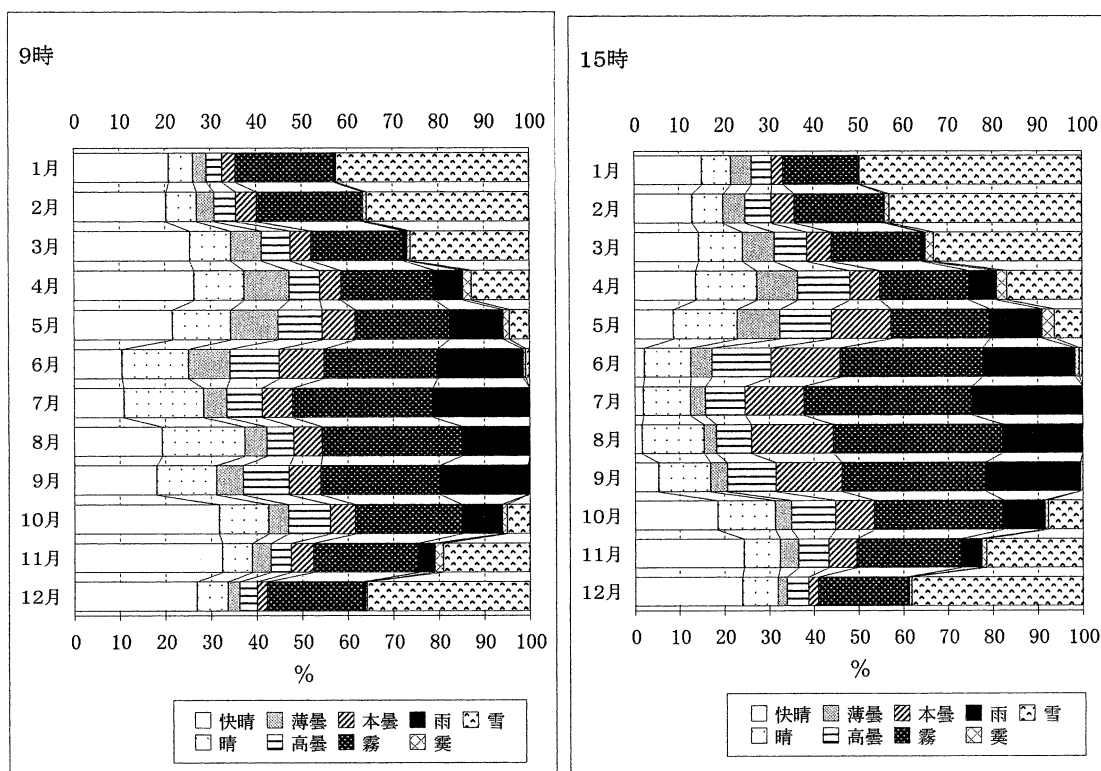


図4. 月別の天候の割合 (9時, 15時)

表 1. 年毎の晴天日とルーティン観測日数.

晴天日とルーティン観測日数				
年	ルーティン 観測日数	午前9時の 晴天日数	午後3時の 晴天日数	午前、午後 を通じての 晴天日数
1950		116	72	58
1951	80	104	73	58
1952	83	66	58	40
1953	61	71	44	37
1954	96	84	49	42
1955	86	84	62	50
1956	92	71	52	39
1957	83	92	55	47
1958	72	69	56	37
1959	96	97	58	39
1960	79	76	64	42
1961	36	84	51	33
1962	74	99	58	43
1963	64	100	58	42
1964	58	105	68	51
1965	75	119	77	60
1966	99	111	76	50
1967	106	125	79	64
1968	116	115	88	59
1969	105	128	82	59
1970	82	120	69	52
1971	84	125	93	66
1972	110	112	78	59
1973	116	121	86	60
1974	94	120	98	72
1975	77	124	78	55
1976	75	97	67	50
1977	78	123	87	60
1978	95	122	81	57
1979	95	123	73	57
1980	90	111	72	50
1981	81	121	90	66
1982	103	130	89	67
1983	107	121	98	74
1984	100	125	82	60
1985	76	82	78	59
1986	87	128	81	63
1987	96	129	106	79
1988	107	103	58	44
1989	104	132	81	61
1990	82	122	73	58
1991	88	120	94	64
1992	53	127	87	66
1993	42	112	74	64
1994	76	130	82	58
1995	44	109	83	58
1996	52	117	78	56
1997	35	128	87	63
1998	76	110	81	49
1999	76	93	68	39
2000	41	86	62	35

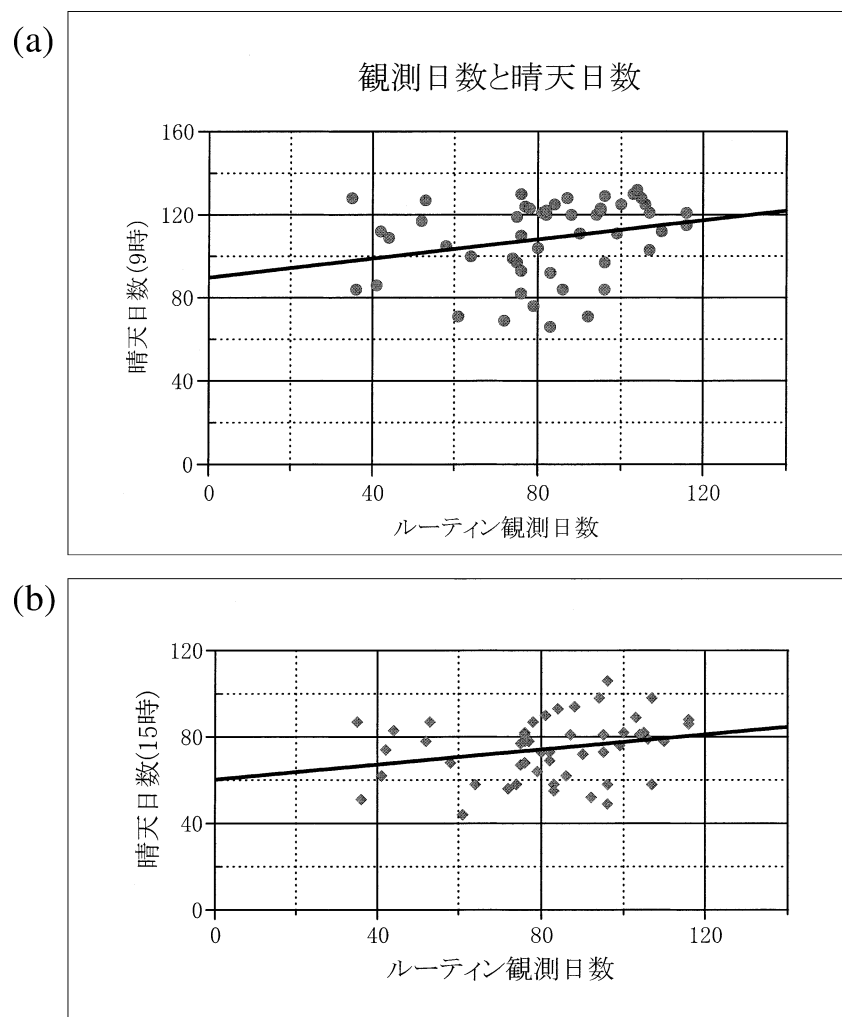


図 5. (a) 9 時における晴天日数と観測日数の相関. (b) 15 時における晴天日数と観測日数の相関.

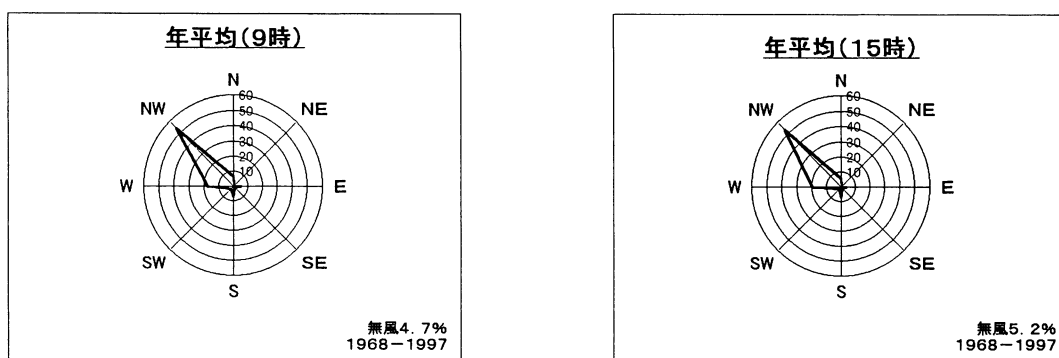


図 6-a. 年間の風配図 (1968～1997 年).

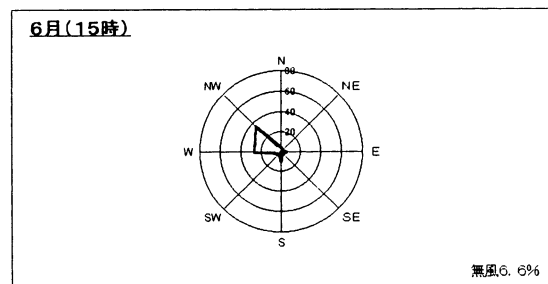
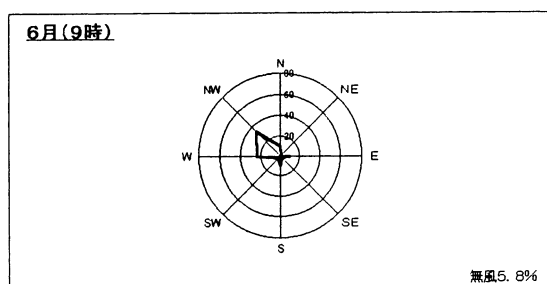
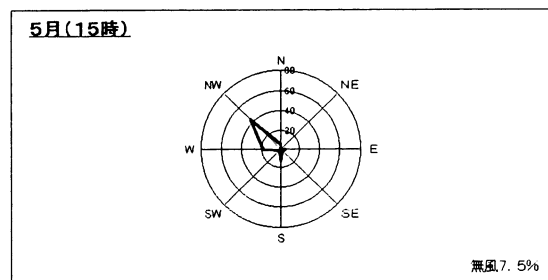
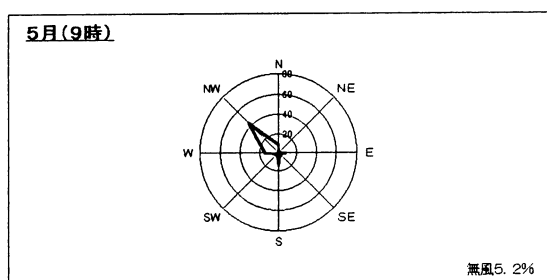
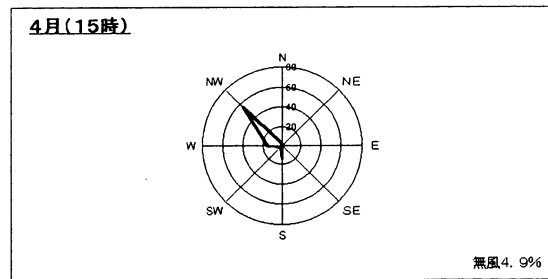
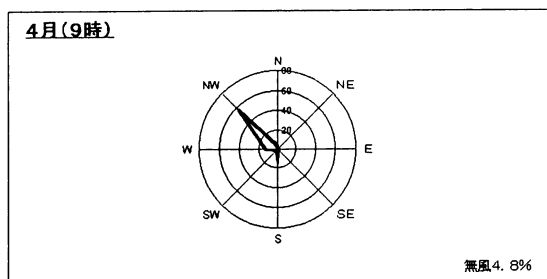
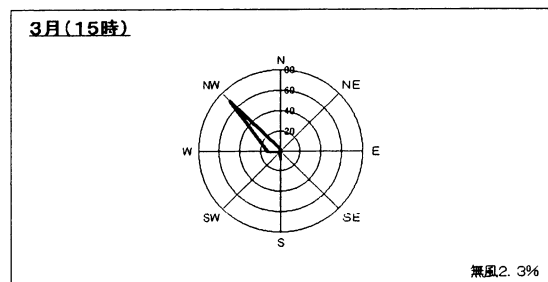
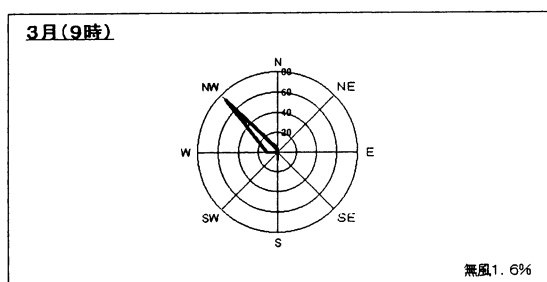
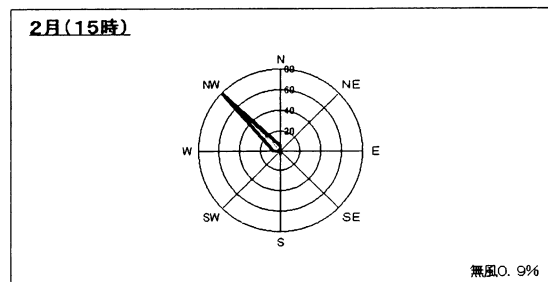
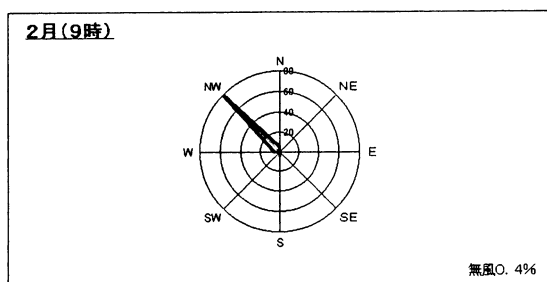
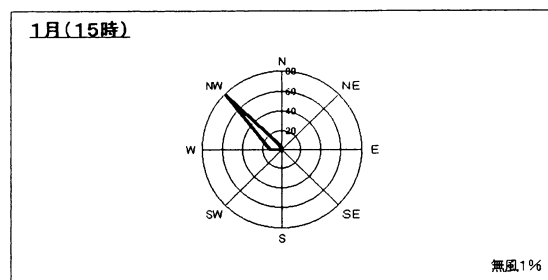
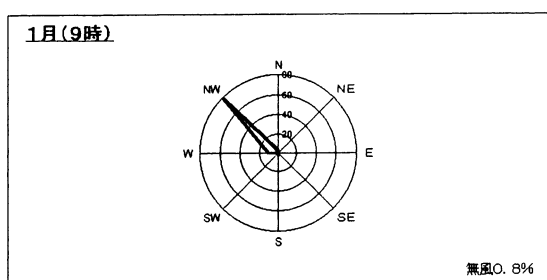


図 6-b. 月別の風配図 (1~6月).

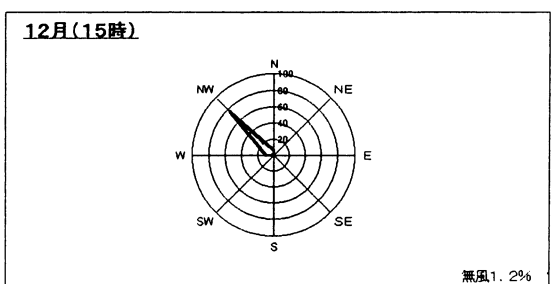
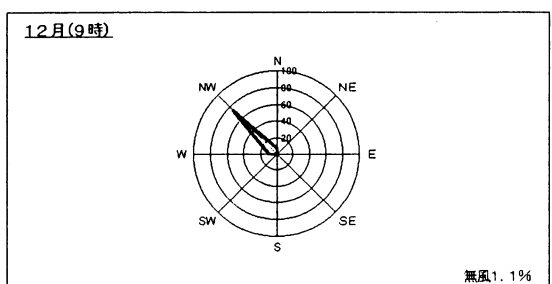
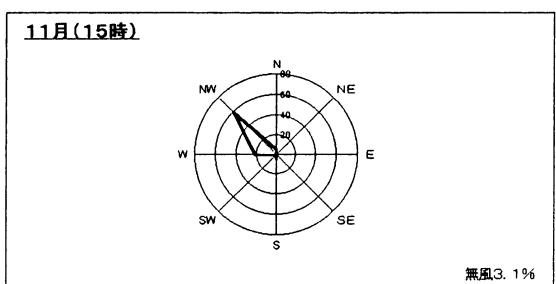
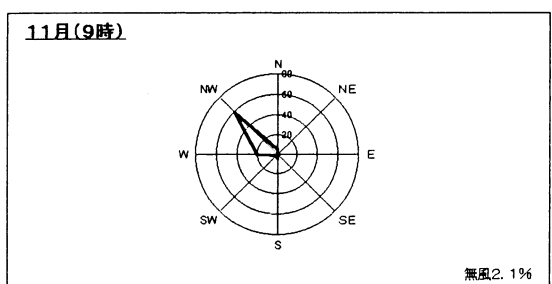
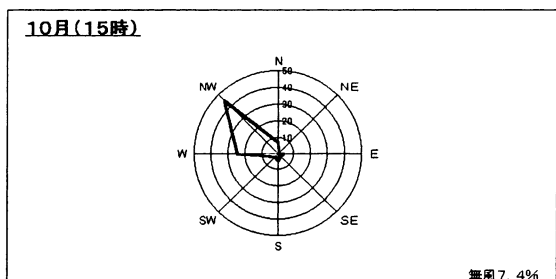
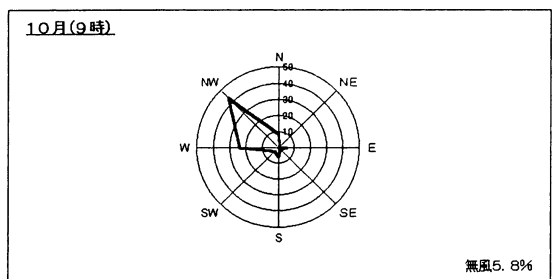
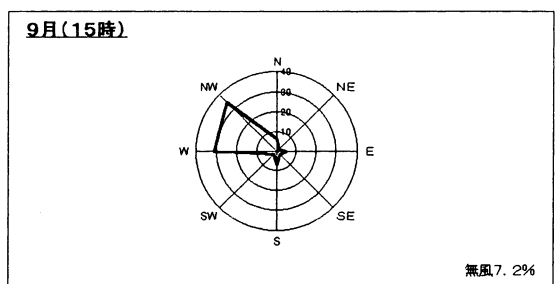
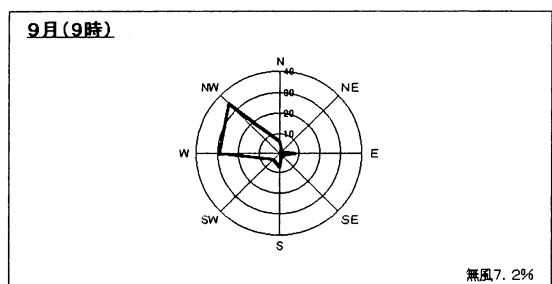
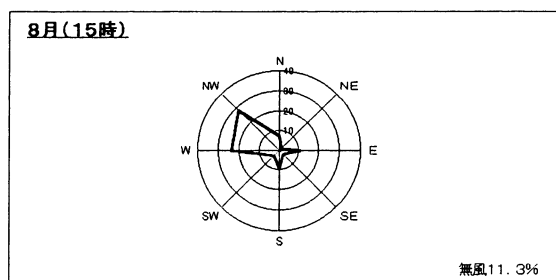
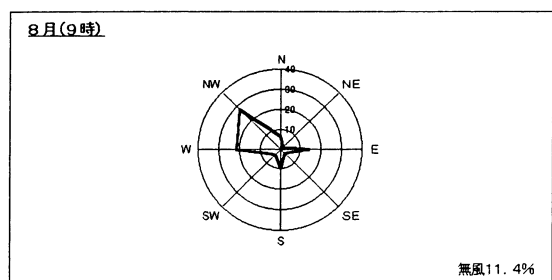
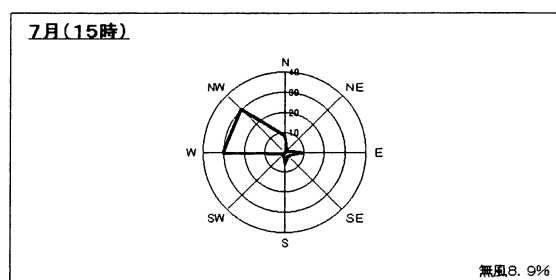
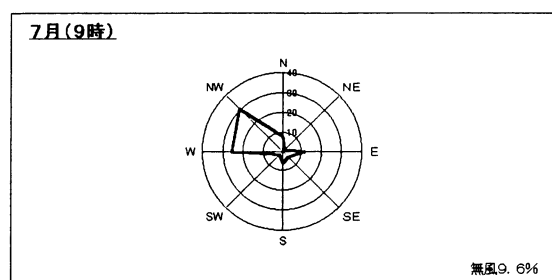


図 6-c. 月別の風配図 (7~12月).

表 2. ビューフォート風力階級表.

風力(ビューフォート風力階級)	
	毎秒メートル
0	0.3以下
1	0.3～1.6
2	1.6～3.4
3	3.4～5.5
4	5.5～8.0
5	8.0～10.8
6	10.8～13.9
7	13.9～17.2
8	17.2～20.8
9	20.8～24.5
10	24.5～28.5
11	28.5～32.7
12	32.7以上

表 3. 9 時と 15 時の平均の風力.

9時と15時の月別平均風力 (1968年-1997年)		
	単位:m/s	
	9時	15時
1月	5.0	5.2
2月	5.1	4.9
3月	4.6	4.4
4月	3.8	3.6
6月	2.9	2.7
7月	2.7	2.6
8月	2.5	2.4
9月	2.7	2.6
10月	2.9	2.8
11月	3.8	3.7
12月	4.6	4.5
年間	3.6	3.5

6) 風速

風速についてはビューフォート風力階級表(表 2)を基準にして記録したものである.

表 3 は 1968 年～1997 年の月毎の平均風速を表 2 に基づいて風力階級表の値で表したものである. 乗鞍岳の冬期は強い風の吹く日が多く, 1 月～2 月では 9 時, 15 時の区別なく風力 4.9～5.2 を示しており, 風速にすると約 10 m/秒に対応する.

7) その他の気象記録

表 4 は 52 年間(1950～2001 年)の終雪日, 初雪日, 初雨日, 終雨日, そして気温が 0℃ 以上に上がった日, 0℃ に下がった日を月日で表したもので, 一番下の行は, それらの平均月日を表している. 表の中の平均とは平均月日に較べて何日遅かったかを表している. これらの表の終雪日, 初雪日, 初雨日, 終雨日は観測業務日誌から調べたものである. また 1950 年～1969 年の気温によるデータは森下の報告書によるものである.

下記に 1986 年～1999 年の日本での天候の概要を参考のために示す.

- 1986 年 寒冬・日本海側の豪雪, 梅雨期の低温, 平年並みの盛夏期, 短い秋雨期.
- 1987 年 暖冬・少雪, 春から初夏の少雨, 遅い出梅雨, 乱調子の夏, 暖かい秋.
- 1988 年 暖冬・少雨, 寒暖の変化の激しい春, 記録的な低温・日照不足・長雨の夏.
- 1989 年 三年続きの暖冬, 雨期の低温, 顕著な残暑・秋雨.
- 1990 年 年平均気温が過去最高, 大暖冬, 空梅雨, 猛暑.
- 1991 年 五年続きの暖冬, 長い梅雨, 短い夏, 長く活発な秋雨, 多かった台風.
- 1992 年 暖冬, 菜種梅雨が顕著, 夏は東日本の少雨, 北日本・西日本は日照不足, 秋雨は不活発.
- 1993 年 暖冬, 記録的な冷夏・長雨・日照不足.
- 1994 年 暖冬, 猛暑, 少雨, 暖秋, 年平均気温が過去 2 位.

1995 年 暖冬, 梅雨の低温・日照不足, 盛夏期の記録的高温.

1996 年 平年並みの冬, 春の低温, 夏期の少雨.

1997 年 春の高温と台風の早い上陸.

1998 年 春秋の顕著な高温, 盛夏期の天候不順.

1999 年 特に記載なし.

以上は, 日本気象協会編集「気象年鑑」によるものであるが, これからも, 暖冬の年が続いており, 地球の温暖化傾向が推測出来る.

4. まとめ

観測方法については一貫性がなかったものの, 半世紀に渡って乗鞍岳の気象データを記録したことは大きい成果といえよう. その結果の一部から, 現在問題になっている地球温暖化の傾向を見いだすことが出来た様に思える. このことから, コロナ観測所が太陽観測という業務の他に違った形で社会に貢献できたのではないかと自負している. また, 我々が観測所を安全に維持していくための欠かせない業務の一つでもあり, 大いに役立ったと考える. 半世紀の間, 無事故で観測所を運営出来たことが, それを物語っている.

最近ではこれらの気象データの提供要請が気象関係の研究者, 高山植物等の研究者および地元役場よりもあり, 僅かながら自然環境の研究にも役立っている. そして, このデータの利用価値を高めるためにも半世紀にわたる気象データをまとめておく必要性を感じ, ここに報告するものである. ただし, このデータは単に気象の変化を見るために続けられていたもので, 必ずしも気象機関で認定された観測装置を用いて記録したものではないことを付け加えておく.

また, 1998 年以降冬期無人化の期間, 外気温や所内の温度のデータは三鷹からモニターすることが必要となったため, 人的メンテナンスを全く必要としないシステムを構築した. コロナ観測所には風力発電機を設置して, その電源を確保し, 温度センサーによって取得した外気温・室温等

表 4. 乗鞍コロナ観測所における気象記録.

乗鞍コロナ観測所における気象観測表

	年	終 雪 日		初 雪 日		気温が0℃ 以上 に上がった日		気温が0℃ 以下 に下がった日		初 雨 日		終 雨 日	
		月 日	平均より	月 日	平均より	月 日	平均より	月 日	平均より	月 日	平均より	月 日	平均より
1	1950	5 21	-12	9 21	-11	4 6	33	10 23	31	3 26	-2	11 6	-10
2	1951	6 25	23	9 18	-14	4 3	29	10 6	14	4 28	31	10 26	-21
3	1952	6 4	2	9 19	-13	4 8	36	10 3	11	4 13	27	11 28	13
4	1953	6 15	13	10 10	8	4 20	47	10 3	11	3 11	-17	12 10	25
5	1954	5 31	-2	10 6	4	1 19	-44	9 4	-18	3 28	0	12 9	24
6	1955	5 29	-4	10 8	6	2 2	-30	10 8	16	3 18	-10	12 6	21
7	1956	5 16	-17	10 13	11	3 20	17	9 19	-3	3 24	-3	11 11	-5
8	1957	5 29	-4	9 29	-3	4 10	37	9 13	-9	4 10	13	11 17	2
9	1958	5 25	-8	10 2	0	3 25	21	9 27	5	4 23	26	11 14	-2
10	1959	6 10	8	10 1	-1	2 15	-17	10 6	14	3 6	-22	11 16	1
11	1960	6 2	0	9 28	-4	3 1	-2	9 9	-13	3 11	-16	11 25	10
12	1961	6 14	12	11 5	34	3 30	26	9 18	-4	3 30	2	11 28	13
13	1962	6 19	17	10 11	9	3 31	27	8 7	-46	4 3	6	11 4	-12
14	1963	5 11	-22	9 18	-14	3 11	7	9 17	-5	4 6	9	11 25	10
15	1964	6 10	8	9 27	-5	1 4	-59	9 27	5	4 3	7	11 5	-11
16	1965	5 16	-17	9 18	-14	3 15	11	9 18	-4	4 19	22	11 9	-7
17	1966	6 11	9	10 2	0	1 10	-53	9 15	-7	3 3	-25	11 14	-2
18	1967	5 28	-5	9 20	-12	1 26	-37	9 19	-3	3 27	-1	11 6	-10
19	1968	6 19	17	10 14	12	2 27	-5	10 7	15	4 10	14	12 10	25
20	1969	6 14	12	10 21	19	1 29	-34	9 19	-3	1 29	-58	10 16	-31
21	1970	6 25	23	9 30	-2	2 20	-12	10 1	9	4 11	14	11 26	11
22	1971	5 31	-2	9 28	-4	2 23	-9	9 28	6	3 2	-26	10 30	-17
23	1972	6 4	2	9 18	-14	1 19	-44	8 23	-30	3 20	-7	11 15	-1
24	1973	6 3	1	9 13	-19	2 18	-14	9 12	-10	2 18	-38	11 10	-6
25	1974	6 6	4	9 22	-10	4 7	34	9 20	-2	4 8	11	10 30	-17
26	1975	5 25	-8	10 2	0	4 4	31	10 2	10	3 10	-18	11 7	-9
27	1976	6 14	12	9 21	-11	2 21	-11	9 16	-6	4 13	17	10 20	-27
28	1977	5 25	-8	10 3	1	3 18	14	10 4	12	4 13	16	11 17	2
29	1978	5 30	-3	9 28	-4	2 10	-22	9 18	-4	4 17	20	11 13	-3
30	1979	6 4	2	10 6	4	2 23	-9	10 5	13	3 30	2	11 23	8
31	1980	5 9	-24	9 24	-8	1 3	-60	9 14	-8	4 1	5	10 25	-22
32	1981	6 1	-1	9 19	-13	3 13	9	9 10	-12	4 30	33	11 26	11
33	1982	6 28	26	9 19	-13	3 5	1	9 7	-15	3 5	-23	12 11	26
34	1983	5 17	-16	10 13	11	3 2	-2	10 1	9	3 2	-26	10 19	-28
35	1984	5 31	-2	9 22	-10	4 5	33	9 12	-10	4 5	9	12 11	26
36	1985	6 13	11	10 7	5	3 27	23	9 13	-9	3 8	-20	11 7	-9
37	1986	6 7	5	10 4	2	4 10	37	9 24	2	4 10	13	10 22	-25
38	1987	6 15	13	10 6	4	2 12	-20	9 20	-2	3 24	-4	11 27	12
39	1988	6 1	-1	9 30	-2	3 14	11	9 30	8	3 14	-13	10 6	-41
40	1989	5 26	-7	10 3	1	1 8	-55	9 26	4	1 19	-68	11 9	-7
41	1990	5 23	-10	10 9	7	1 3	-60	10 2	10	4 13	16	11 29	14
42	1991	5 31	-2	10 15	13	3 8	4	10 14	22	3 8	-20	11 28	13
43	1992	6 21	19	9 29	-3	2 29	-3	9 12	-10	4 10	14	12 1	16
44	1993	6 9	7	10 3	1	3 24	20	9 26	4	4 28	31	11 21	6
45	1994	5 15	-18	10 23	21	4 4	31	10 8	16	4 12	16	12 9	24
46	1995	6 3	1	10 8	6	3 17	13	9 12	-10	4 23	27	11 8	-8
47	1996	6 7	5	9 13	-19	3 17	13	9 27	5	3 17	-11	11 11	-5
48	1997	5 27	-6	9 25	-7	3 29	25			4 3	6	12 7	22
49	1998	5 11	-22	10 21	19	-	-			-	-	-	-
50	1999	4 28	-37	10 17	15	-	-			-	-	-	-
51	2000	5 20	-13	10 17	15	-	-			-	-	-	-
52	2001	5 29	-4			-	-			-	-	-	-
平均月日		6 2	0	10 2	0	3 4	0	9 22	0	3 26	0	11 16	0

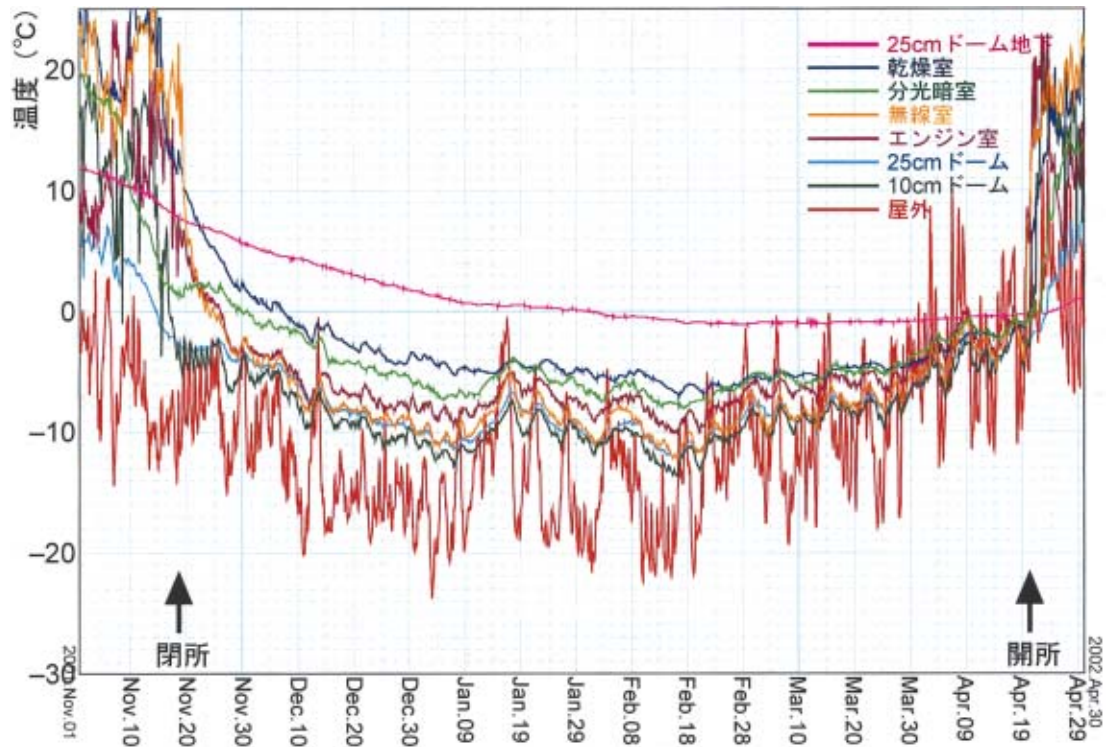


図 7. コロナ観測所の冬期無人期間に得られた外気温と観測所各室温. 2001 年 11 月～2002 年 4 月.

は温度ロガーに記録された。それらのデータはタイマーによって定時に電源が入れた衛星携帯電話を介して、三鷹のパソコンから自動でダイヤルアップして取得した。この方法で得られた冬期の気温の変化を図 7 に示す。なお、このシステムは、まだ試験段階であって完成したものではない。

謝 辞

この気象観測データをまとめるに当たって、多くの先輩諸氏及び現職員の多大な尽力 によるものであり、心から感

謝いたします。また、多くの助言を頂いた櫻井隆教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 森下博三：乗鞍岳と鈴蘭（乗鞍高原）における気象観測結果について報告，東京大学東京天文台 乗鞍コロナ観測所 (1973)。
- 2) 森下博三：乗鞍岳の気象と気候，中部山岳国立公園 乗鞍地区学術調査報告，本自然保護協会 (1969)。