

OA0 気象計測システムの更新

柳澤顕史(OA0/NAOJ)

更新理由

- 2012年7月7日の落雷で、PointA の気象センサが故障したのを機に、観測所の気象計測システムを見直し、一新した。表面的には大きく変わっていない
- 従来の計測システムは、維持・管理のコストが大きかった。そのコストダウンが心を砕いた部分

新計測システムの特徴

- 所内に点在する計測装置を、1台の計算機で一元管理
- 計測装置個々に死活監視を行い、自動復帰を試みる。失敗したらメール通知
- 全ての装置は、停電後自動復帰。維持の手間を極力省く工夫を施してある
- 取得データはデータベースに登録。情報を必要とする、所内の望遠鏡や装置、および web を通じて配信。

気象データ測定箇所

74Dome内部
温度、湿度

Coude 室
温度5

74望遠鏡
温度9

Point A
温度、湿度、風向、
風速、大気圧、
雨滴2、雨量

Point B
温度、湿度、雨滴2

36Dome内部
温度、湿度、大気圧

50cm Dome
~~雨滴1~~



電気実験室
雨滴5

本館サーバー室
温度、湿度

太陽クーデ
サーバー室
温度、湿度

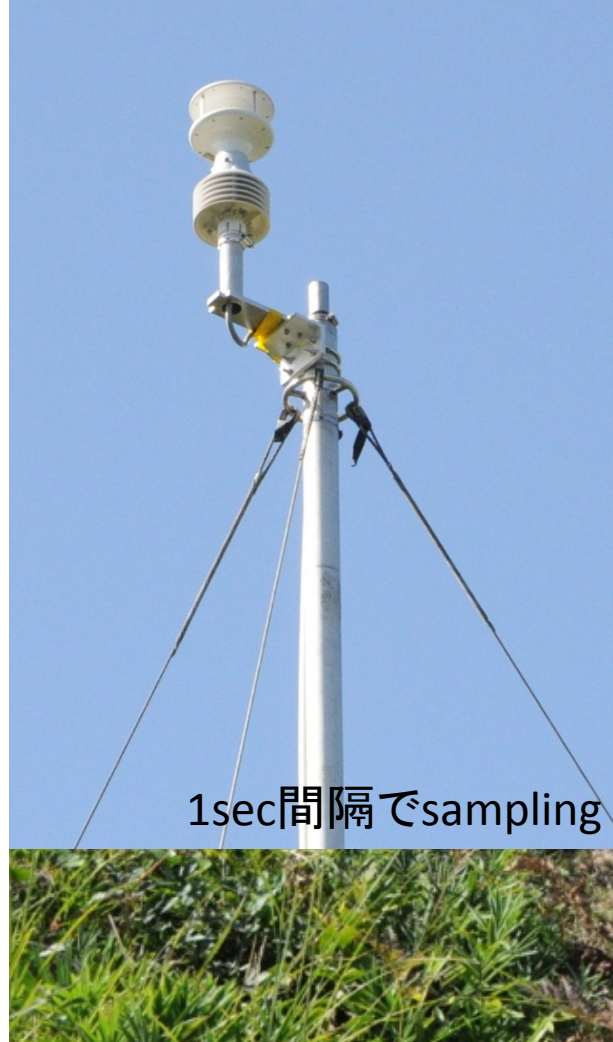
Point D
温度、湿度、
風向、風速、
大気圧、雨量

気象データ測定箇所と測定対象。これらの気象センサ類を、本館設置のPC: zephyros で一元管理している。

気象センサの例

@PointA (188cm望遠鏡ドーム屋外)

新しく取り付けした気象センサ



1sec間隔でsampling

雨滴センサ
(10sec間隔)

雨量センサ
(1min 間隔)



新気象センサ @PoiontA の諸元

2012年7月の落雷にてPointA（188cm望遠鏡ドーム屋外）の気象センサが壊れたので、本機に更新した。温度、湿度、大気圧、風向、風速を計測できる。超音波風速計を採用しているため、機械的に壊れるリスクが少ないうえに、従来機より精確。



2. Ultrasonic sensors for the measurement of wind speed and direction
3. Protective shield from solar radiation for relative humidity and temperature
4. Fixing clamp to Ø 40 mm mast

Wind speed	
Used sensor	Ultrasounds
Measuring range	0...60 m/s
Resolution	0.01 m/s
Accuracy	± 0.2 m/s or ± 2%, the greatest (0...35 m/s), ± 3% (> 35 m/s)
Wind direction	
Used sensor	Ultrasounds
Measuring range	0...359.9°
Resolution	0.1°
Accuracy	± 2° RMSE from 1.0 m/s
Compass	
Used sensor	Magnetic
Measuring range	0...360°
Resolution	0.1°
Accuracy	± 1°
Air temperature (needs option 17)	
Used sensor	Pt100
Measuring range	-40...+60 °C
Resolution	0.1 °C
Accuracy	± 0.15 °C ± 0.1% of measurement
Relative humidity (needs option 17)	
Used sensor	Capacitive
Measuring range	0...100%RH
Resolution	0.1%
Accuracy (@ T = 15...35 °C)	± 1.5%RH (0...90%RH), ± 2%RH (remaining range)
Accuracy (@ T = -40...+60 °C)	± (1.5 + 1.5% of measurement) %RH
Barometric Pressure (needs option 4)	
Used sensor	Piezoresistive
Measuring range	600...1100 hPa
Resolution	0.1 hPa
Accuracy	± 0.5 hPa @ 20 °C
General features	
Power Supply	10...30 Vdc
Power consumption	26 mA @ 12 Vdc without heater, 6 W with heater
Serial outputs	RS232, RS485, RS422 and SDI-12
Communication protocols	NMEA, MODBUS-RTU, SDI-12, proprietary RS232 and RS485
Analog outputs	2 analog outputs, for wind speed and direction. Output at choice among 4...20 mA (standard), 0...1V, 0...5V and 0...10V (option 0...10V needs 15...30 Vdc power supply)
Electrical connection	19-pole M23 male connector
Operating temperature	-40...+60 °C
Dimensions	H=179 mm, Ø=150 mm (HD52.3D, HD52.3D4) H=200 mm, Ø=150 mm (HD52.3DP, HD52.3DP4) H=336 mm, Ø=150 mm (HD52.3D17, HD52.3D147) H=357 mm, Ø=150 mm (HD52.3DP17, HD52.3DP147)
Weight	About 1 kg (complete version HD52.3DP147)
Case	Plastic material: LURAN®S (ASA) Metal parts in AISI 316

Point Aの 雨滴センサ、雨量センサ



雨滴センサ

高感度雨滴センサ



高感度雨滴センサ2台の出力を、岡山観測所開発のマイコンボードで監視。シリアル通信機器を通して、管理PCに雨滴検出を伝達。



雨量カウンタ

しばらく利用されていなかった転倒マス型雨量計を使用して雨量計測を実現した。カウンタは、通信機能つきで最も安価なRainFall observer 通称 Amenboを使用。直近の10min, 24hの雨量、降り始めからの連続雨量を計測する。ダミー電池をつけて、連続使用できるように改造。



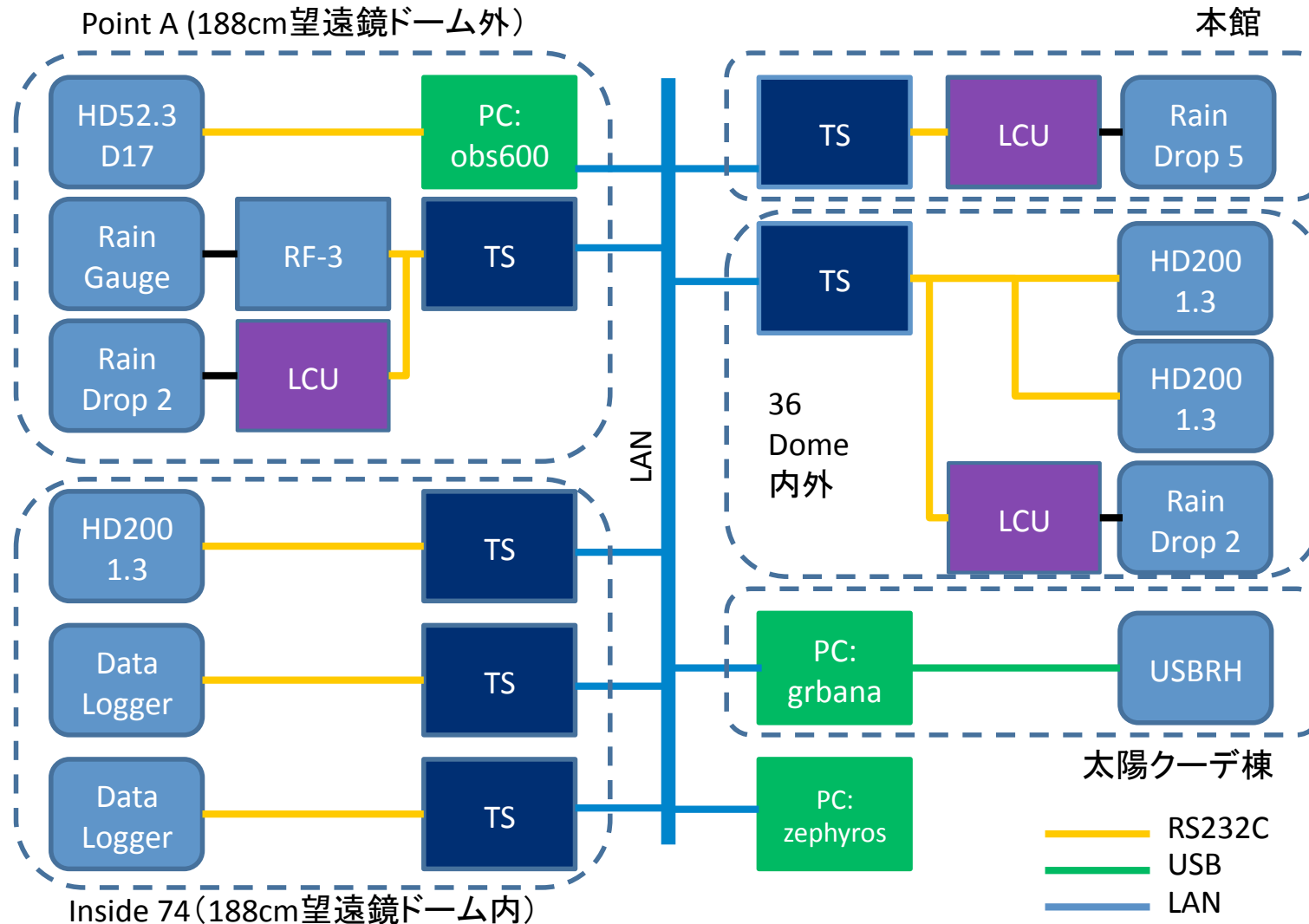
転倒マス型雨量計(0.5mm)



転倒マスの構造

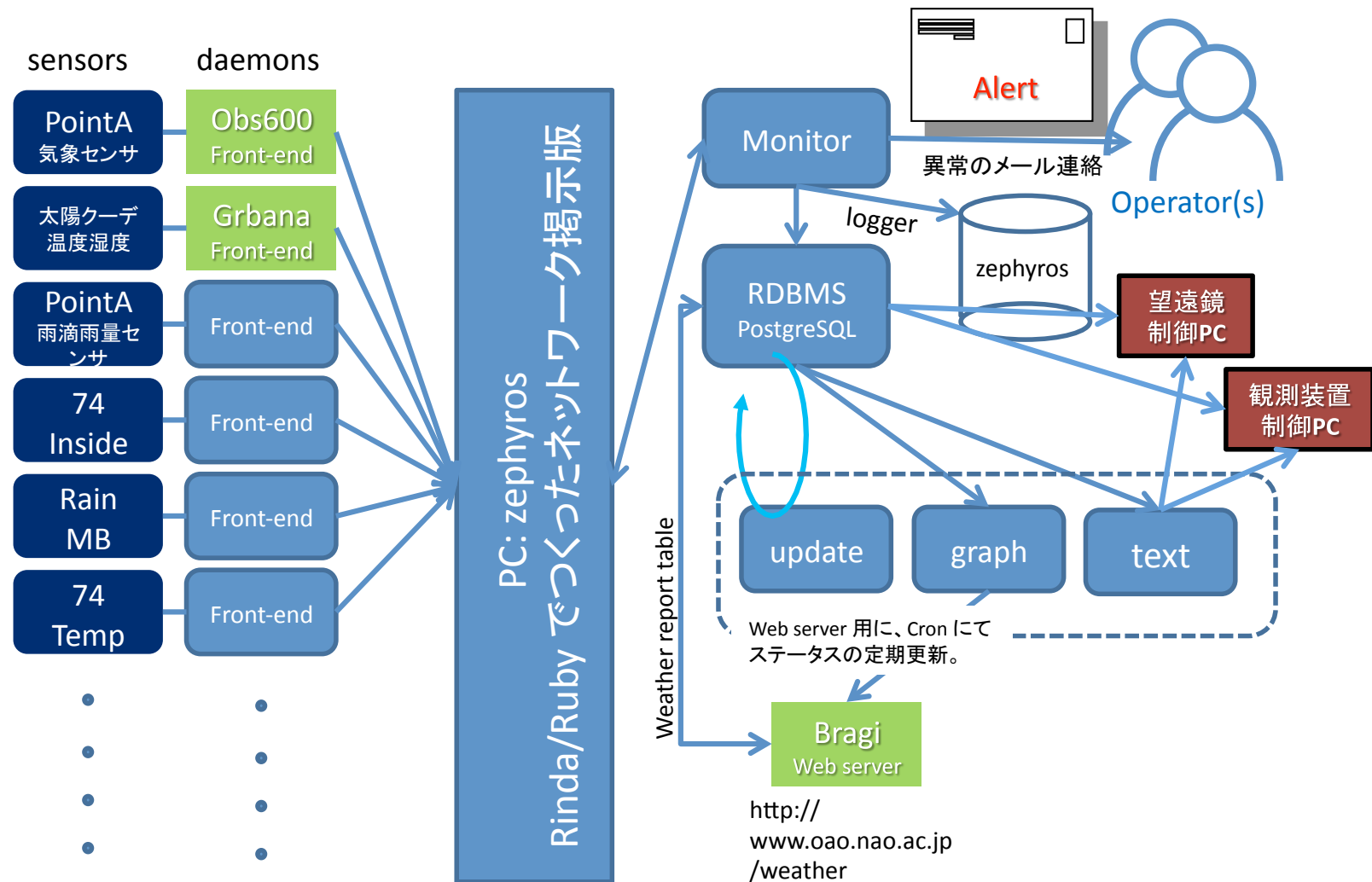
74ドーム外の雨滴センサを観測室前から、Point A に移動。ついでに、雨量センサも復活させた。

気象計測システム ハードウェア・ブロック図



長期の安定運用を目的として、産業用途に実績のあるTerminal Server(TS)を通信の要として採用した。壊れにくく、停電後の操作は不要。センサ類も停電後自動復帰。

気象計測システム ソフトウェア・ブロック図



気象モニタは pc: zephyros が一元管理。各機器データ収集、データアーカイブ、データベース処理を担っているほか、定期的に気象状況の変化を示すグラフを作成し、Web server に提供している。ソフトウェアの中核には ライブラリ Rinda/Ruby を利用して、非同期処理を実現している。各種 daemon は monit により自動復帰させ、計測器からのデータ出力異常が発見されたらオペレータにアラートメールを配信する。

web 配信しているテキスト情報

OA Weather Report | [Current Obs](#) | [Weather Monitor Sites](#) |

Rain Drop Sensors

PointA (2013/07/29 17:11:04) No Rain Detected :-)

Main Building(2013/07/29 17:11:05) No Rain Detected :-)



Meteorograph

Location	Graph	Time(JST)	Temp (°C)	Hum (%)	Pres(Sea Lv) (hPa)	Wind (m/s)	Max (m/s)	Wind Dir	Rain (mm/h)
Point A	D W M	2013/07/29 17:10	27.6	77.0	959.6(1000.2)	8.6	11.2	227(SW)	
Point D(Solar Coude)	D W M	2013/07/29 17:10	27.9	73.0	959.1(998.8)	3.6	8.0	271(W)	0.0
Inside74	D W M	2013/07/29 17:11	25.9	81.5					
Inside36	D W M	2013/07/29 17:10	24.7	90.0					
Point B	D W M	2013/07/29 17:10	27.8	85.9					

Rain Gauge

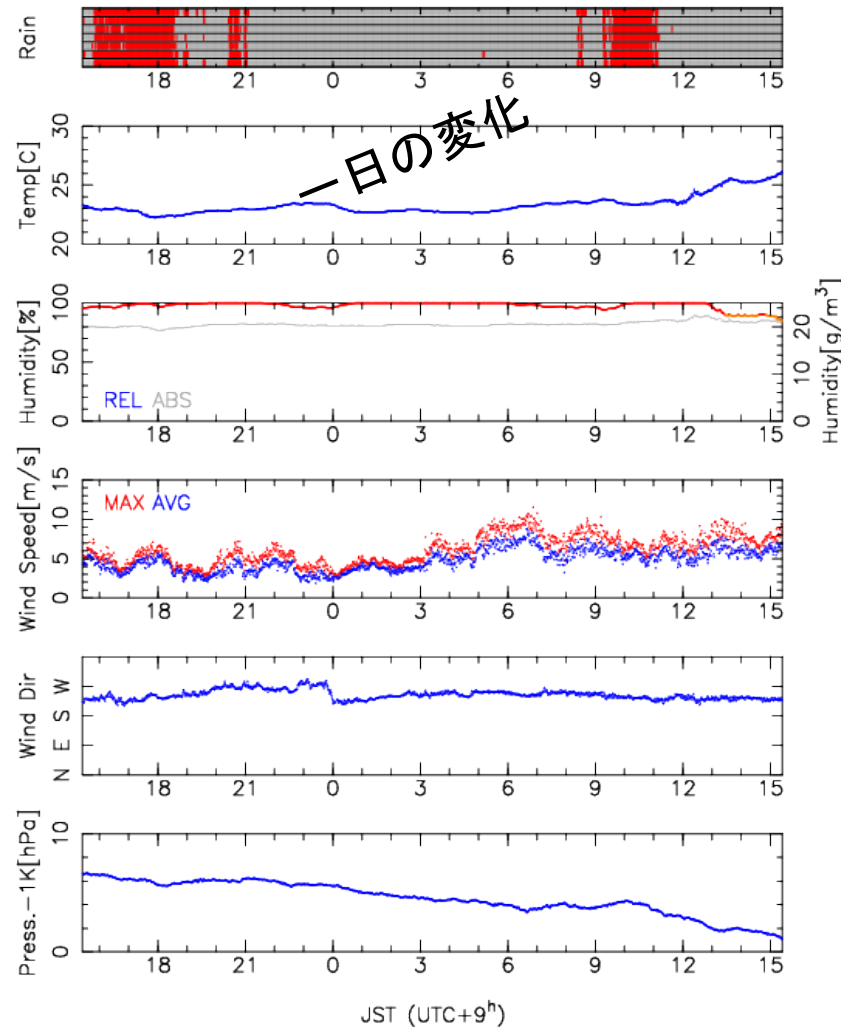
Location	Graph	Time (JST)	Rain [mm]			Eff. Rain[mm]		
			hourly	daily	total	h1=1.5 ^h	h1=6 ^h	h1=24 ^h
Point A	D W M	2013/07/29 17:11	0.0	4.0	3.5	0.0	0.0	0.0

Effective Rain is a measure to expect sediment disasters. See [the announce \(JR East, 2008\)](#) for details.

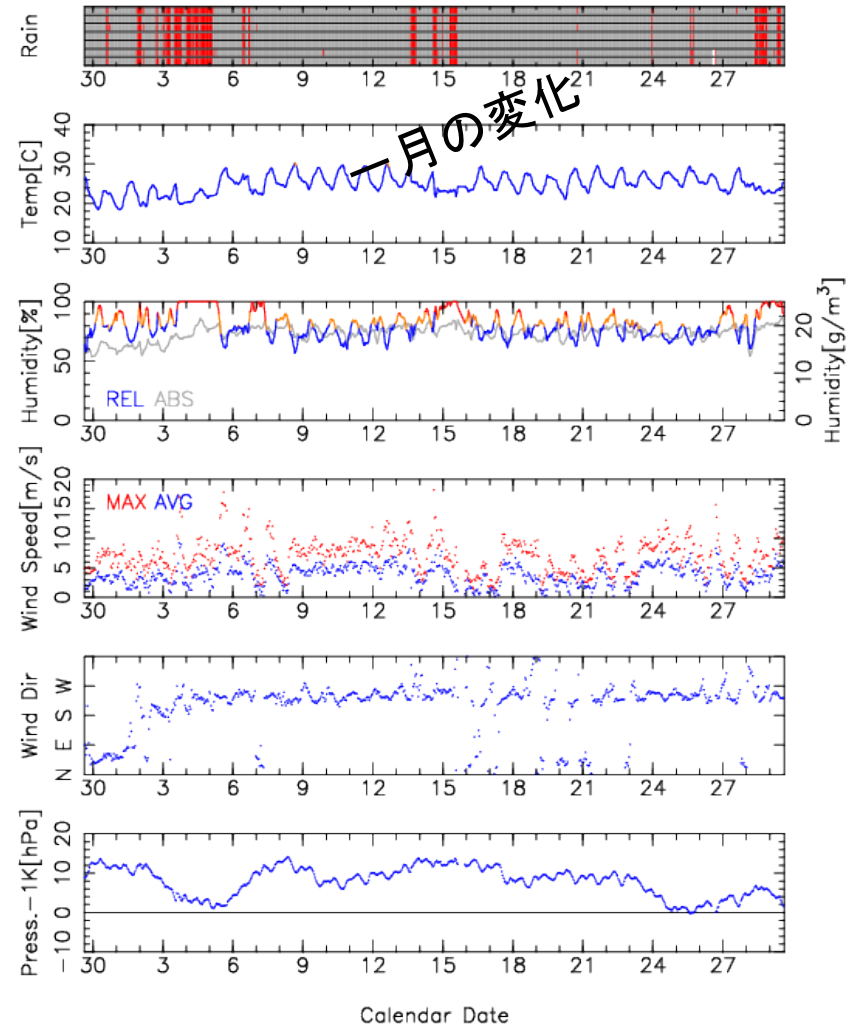
実効雨量(eff. Rain)は土中の水分に相当する量で、土砂災害との関連性が良い指標。

Web で提供しているグラフ例

Point-A @ 2013-07-29 15:25:01 +0900



Point-A @ 2013-07-29 15:20:01 +0900



各測定地点につき、day, week, month 単位でグラフを提供している。

観測所気象推移

Point A

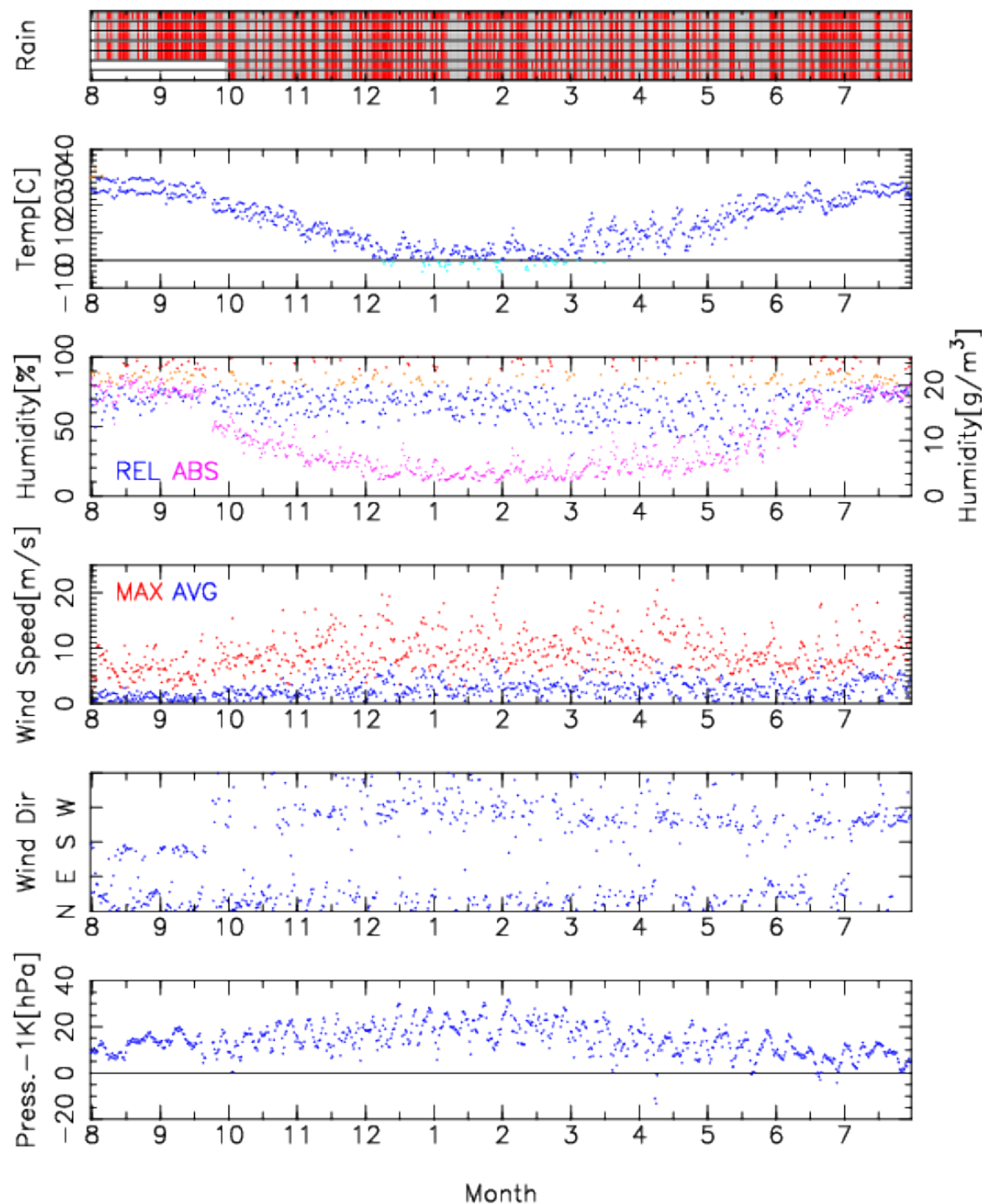
2012/08-2013/07

直近の1年の各測定値(12時間平均)をプロットした図。

相対湿度は年間を通じて大きな変化はなくて平均70%程度。
絶対湿度は気温変化をトレース。

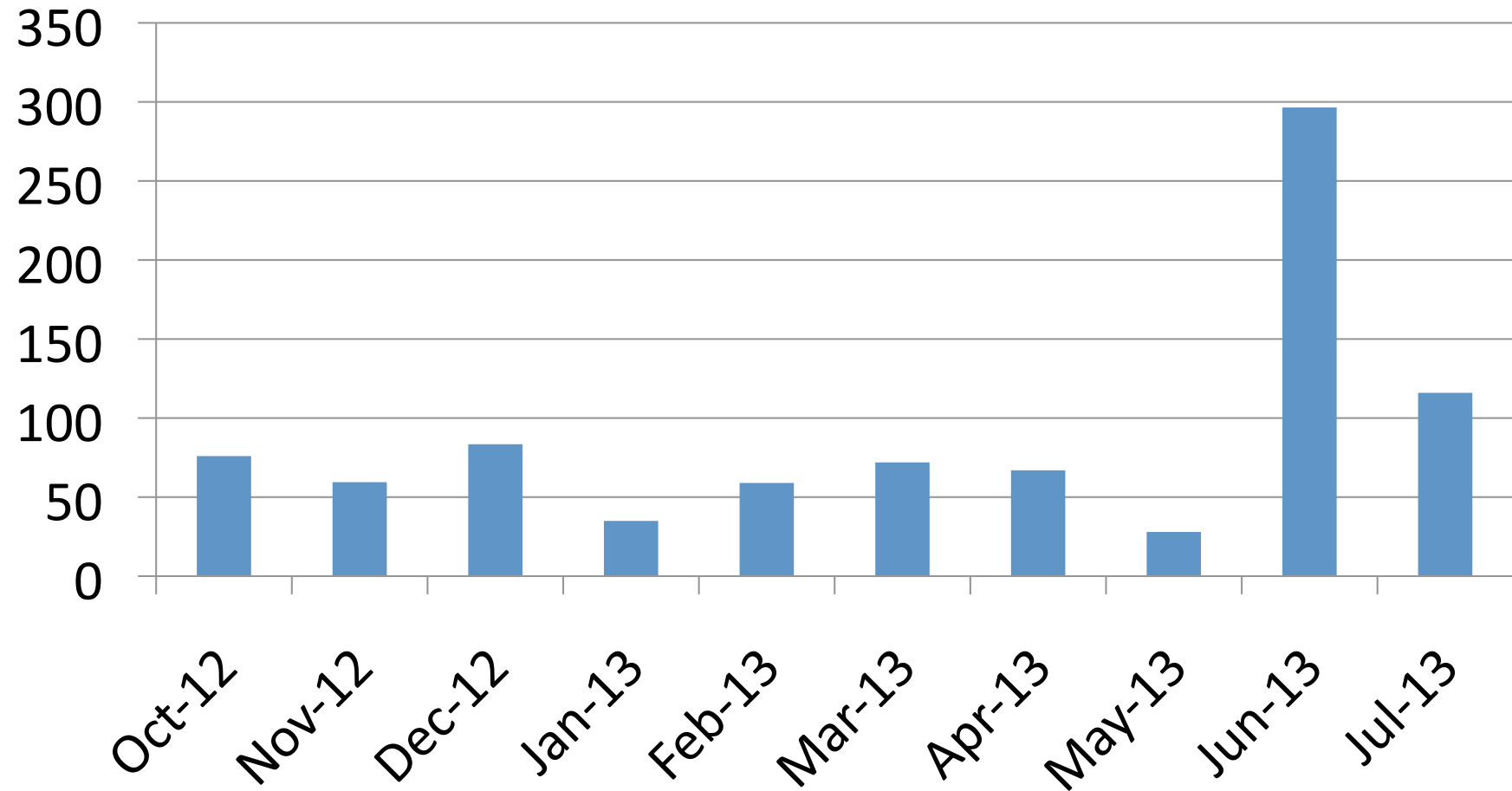
平均的には風は穏やか。
瞬間最大風速 は15m/sを超えることがある。

西風と北風が卓越している。



月別降水量

2012/10 – 2013/07



OA0 PointA 気象計測定結果

2012/08-2013/07

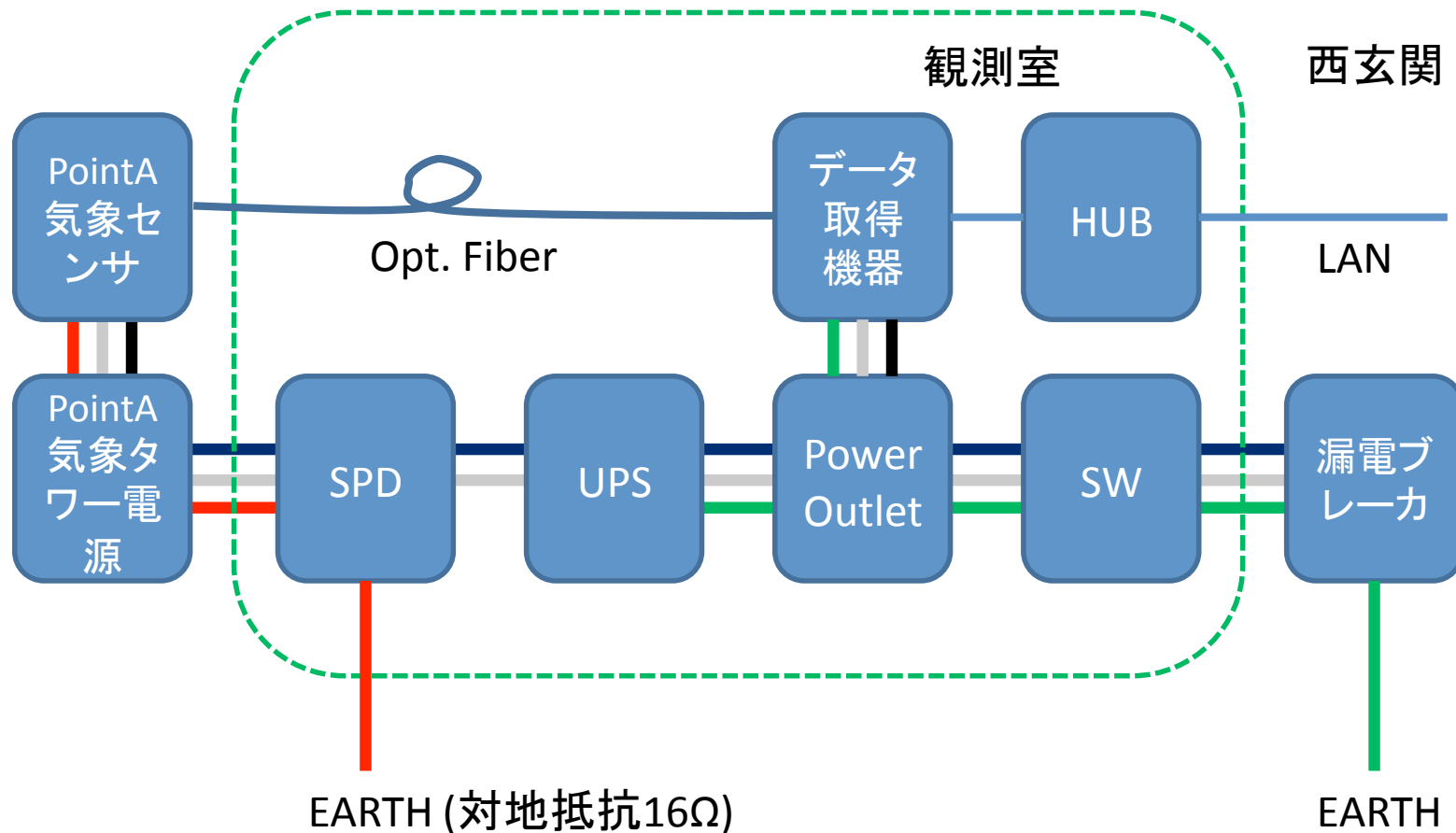
年月	気温[摂氏]			相対湿度 [%]			絶対湿度 [g/m ³]		
	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大
Aug-12	26.54	20.60	34.37	77.43	40.38	100	19.21	9.48	25.20
Sep-12	22.81	15.90	32.98	81.14	45.33	100	16.60	10.20	80.84
Oct-12	16.11	7.80	23.78	70.13	34.25	100	9.61	5.10	15.39
Nov-12	8.98	2.40	17.02	72.73	42.36	100	6.46	3.20	12.80
Dec-12	2.89	-5.03	11.51	75.91	33.67	100	4.60	2.25	10.31
Jan-13	1.76	-5.04	9.68	69.09	31.01	100	3.81	1.67	8.00
Feb-13	2.43	-4.40	14.58	71.82	9.46	100	4.17	0.84	11.12
Mar-13	7.69	-1.79	18.96	66.85	29.98	100	5.57	2.70	12.80
Apr-13	10.73	1.22	22.47	65.07	19.35	100	6.45	2.05	12.20
May-13	17.08	4.50	26.60	64.74	7.77	100	9.34	1.71	19.60
Jun-13	21.13	13.21	30.18	79.23	34.36	100	14.56	7.50	21.71
Jul-13	24.99	18.30	30.55	81.25	54.29	100	18.60	13.11	22.93

OA0 PointA 気象計測定結果

2012/08-2013/07

年月	風速 [m/s]		大気圧 [hPa]		
	平均	瞬間最大	平均	最小	最大
Aug-12	1.50	10.65	970.53	963.42	976.70
Sep-12	1.70	15.42	971.32	954.67	978.90
Oct-12	2.35	16.89	972.27	962.31	981.20
Nov-12	3.33	17.05	972.00	958.11	982.58
Dec-12	3.52	19.65	973.80	958.91	985.93
Jan-13	3.65	20.92	975.31	961.46	987.87
Feb-13	3.39	14.69	974.94	964.25	985.99
Mar-13	3.79	18.21	970.80	957.17	980.77
Apr-13	3.98	22.30	967.79	941.34	980.10
May-13	3.01	14.57	968.63	955.55	977.13
Jun-13	2.85	17.95	965.27	952.90	975.48
Jul-13	4.00	18.21	966.29	959.00	972.88

Point A: 結線概要



2012年7月の落雷にて、74インチ望遠鏡ドーム内部の機器(HIDES他)に被害が出たのは、アースを PointA とドームで共通にしていたこと、データ送信ケーブルがメタルケーブルであったことが原因。今回は分離した。