

計算機室環境報告

—その巻—

瀬川朋紀

計測・制御技術支援室 観測技術グループ

概要

高度な計算機システムが設置されている研究所共同館 I 402 室に、名古屋大学宇宙地球環境研究所計算機委員会の下、温湿度計を設置し、長年計測してきた。空調機により室温制御がなされており、同室の室温は、計算機システムの運用にほぼ支障のない範囲内にあることが確認できた。しかし、成り行き相対湿度は、計算機システムの推奨値を大きく逸脱していることが判明した。安定運用には好ましくない状態と推測され、なんからの湿度制御が要求される。

1 はじめに

名古屋大学宇宙地球環境研究所計算機委員会は、宇宙地球環境研究所 (以下、ISEE) での研究・教育活動や全国共同利用・共同研究拠点として高速かつ大容量の外部記憶装置及び高い計算処理能力と高速なネットワークをもったコンピュータシステムの維持・管理をしている。このコンピュータシステムの主要部は研究所共同館 I 402 室 (以下、402 計算機室) に ISEE の個々の研究室が保守管理している計算機とともに設置されており、コンピュータシステムを終日運用するためには、402 計算機室の室温や相対湿度等の管理も重要である。フリークーリング方式を採用したデータセンターでは、高相対湿度で動作させると、controller/adaptor の誤作動によりディスクの故障が大幅に増加、最も大きい要因は室温ではなく相対湿度であることが指摘されている [1]。また、電子部品などで使用されている金属は、相対湿度 60% 以上になると、腐食速度が著しく増加することも指摘されている [2]。逆に非常に乾燥した状態では、静電気の放電や吸着などによる誤作動も懸念される。

402 計算機室に Simple Network Management Protocol (以下、SNMP) に対応した温湿度計を設置し、数年に渡り監視してきたので、計測された室温や相対湿度を報告する。

2 基本情報

2.1 402 計算機室

402 計算機室の大きさは約 13m × 約 7.5m、コールドアイルは約 10m × 約 1.5m であり (図 1)、床面にはタイルカーペットが敷かれ、壁は硬質石膏ボード、天井の材質は化粧石膏ボードである。コールドアイルとウォームアイルは難燃性のビニールカーテンで仕切られている。EIA 規格の 19-inch rack が 31 台設置され、計算機や network switch などが格納されている。

402 計算機室のコールドアイル内での現在の目標の室温と相対湿度は、ISEE 計算機委員会が 402 計算機室で運用しているコンピュータシステムの仕様から、推奨温度が 10 ~ 35°C、相対湿度が 20 ~ 80% となっている。

空調機は日立アプライアンス株式会社 FMACS (型番 RP-NP450AVDT) が 7 台設置されている。空調機の諸元については、表 1 に記載した。空調機の設定温度は、電気代高騰対策として、2022 年よりたびたび

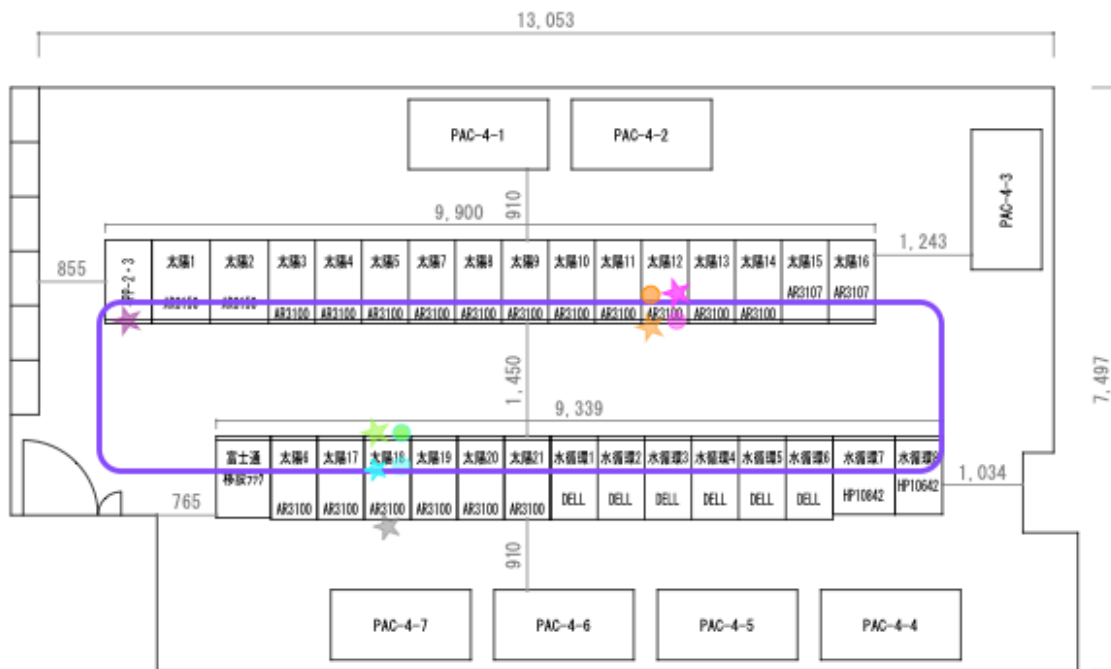


図1 402 計算機室ラックレイアウト。紫色の四角の内側がおおよそのコールドアイル領域を示すが、入り口付近は変形しており、図とは形状がことなる。温度センサのおおよその設置場所は、星印で示す。相対湿度センサのおおよその設置場所は、丸印で示す。

変更しており(表2)、2023年3月現在では吹出設定温度を28.8°C(室内設定温度33.8°C)となっている。

上記の空調機7台への電力供給で運用されている主幹の配線用遮断機の定格電流の合計は650Aである。

402 計算機室の計算機システムへの電力供給で運用されている主幹の配線用遮断機の定格電流の合計は1000Aである。

2.2 室内環境測定装置

402 計算機室内の温湿度測定には、2022年夏まで河村電器株式会社のRP-483MINI01Jを使用し、2022年夏から株式会社アイエスエイのNE1015Hを使用している。測定センサの設置場所は、図1に示す。

RP-483MINI01Jの温度センサは4つあり、入り口付近の『4PP-2・3』ラック内側のフロントより(以下、rNICE)、『太陽12』ラック内側のフロントより(以下、r12-K)、『太陽18』ラック内側のフロントより(以下、r18f-K)及び『太陽18』ラックの後方天板(以下、r18b-K)の4ヶ所に設置していた。rNICE、r12-K、r18f-Kはコールドアイル側になり、r18b-Kはウォームアイル側になる。

RP-483MINI01Jの相対湿度センサは、『太陽12』ラック内側のフロントより(以下、r12-k)と『太陽18』ラック内側のフロントより(以下、r18-k)の2ヶ所に設置していた。いずれのセンサも、コールドアイル側の設置になる。

NE1015Hの温度センサは、『太陽12』ラック内側のフロントより(以下、r12-I)と『太陽18』ラック内側のフロントより(以下、r18-I)の2ヶ所に設置している。NE1015Hの相対湿度センサは温度センサの近辺に取り付けており、同様に『太陽12』ラック内側のフロントより(以下、r12-i)と『太陽18』ラック内側のフロントより(以下、r18-i)の2ヶ所とした。

r12-Kとr12-I、r18f-Kとr18-Iはおおよそ近い場所に設置した。r12-K、r12-I、r18f-K、r18-I付近の通路の

表 1 運用されている空調機 (FMACS) の諸元

日立アプライアンス (株)	
型式	RP-NP450AVDT
製造番号	UAE0308*
製造年月	2013-01
電源	三相 200V 50/60 Hz
電動機出力	圧縮機用 6.0+4.4 kW
電動機出力	送風機用 2.2X2 kW
その他ヒータ	33X2 W
冷媒	R410A 5.0X2 kg
冷房運転	
標準冷却能力	45 kW
消費電力	16.2 kW
運転電流	50.8 A
力率	92 %
始動電流最大	202/187 A

表 2 空調機設定温度変更日

変更日	吹出設定温度 [°C]	室内設定温度 [°C]
2022-06-02	26.5 → 26.8	31.5 → 31.8
2022 年 6 月第 3 週	26.8 → 27.0	31.8 → 32.0
2022-07-01	27.0 → 27.3	32.0 → 32.3
2022-07-05	27.3 → 27.5	32.3 → 32.5
2022 年 7 月第 3 週	27.5 → 27.7	32.5 → 32.7
2022 年 7 月第 5 週	27.7 → 28.0	32.7 → 33.0
(記録なし)	28.0 → 28.5	33.0 → 33.5
2022 年 12 月第 4 週	28.5 → 28.8	33.5 → 33.8

天井には空調機の冷気吹き出し口が存在する。

RP-483MINI01J、NE1015H とともに SNMP 対応 (snmp agent) しており、private MIB から室温、相対湿度の値を取得することができる。

現在、約 2 分間隔で室内環境測定装置から測定値を SNMP で取得し、監視サーバに記録している。

3 計測結果

3.1 日変化

短期間の変化を確認する。

図 2 は、いずれも 2022 年 7 月 21 日から 22 日までの 2 日間の計測された室温を示し、図 2(a) には r12-K と rNICE の温度センサ、図 2(b) には r18f-K と r18b-K の温度センサ、図 2(c) には r12-I と r18-I の温度セ

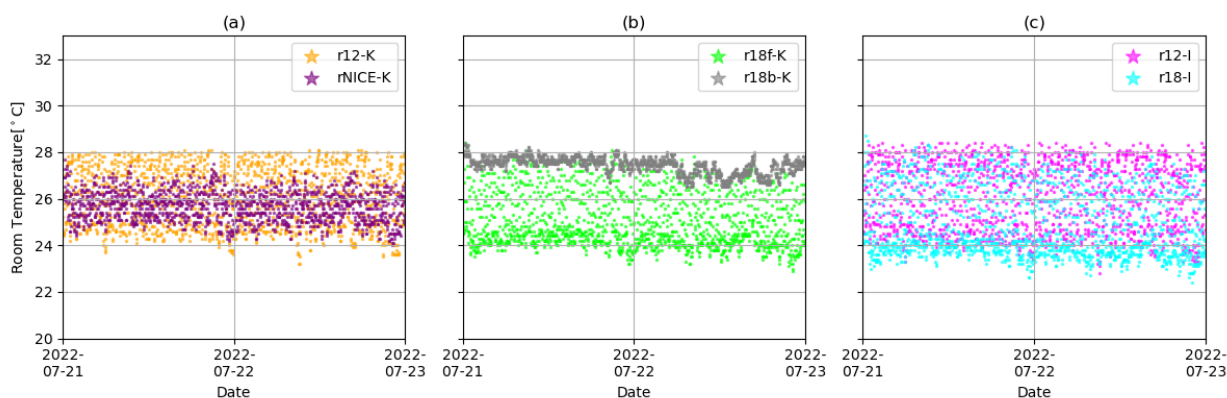


図2 2022年7月21日から22日までの室温。(a)はr12-KとrNICEの温度センサ、(b)はr18f-Kとr18b-Kの温度センサ、(c)はr12-Iとr18-Iの温度センサの測定結果をプロット。

表3 2022年7月21日および22日の一日平均室温と変動幅

date	温度センサ	日平均室温 [°C]	最高室温 [°C]	最低室温 [°C]	変動幅	不偏分散
2022-07-21	r12-K	26.1	28.1	23.6	4.5	1.53
	rNICE	25.8	27.7	24.2	3.5	0.43
	r18f-K	25.2	28.4	23.2	5.2	1.38
	r18b-K	27.6	28.4	26.7	1.7	0.06
	r12-I	26.1	28.4	23.3	5.1	2.02
	r18-I	25.0	28.7	22.6	6.1	2.14
2022-07-22	r12-K	26.1	28.1	23.2	4.9	1.63
	rNICE	25.6	27.2	24.0	3.2	0.43
	r18f-K	24.9	27.8	22.9	4.9	1.20
	r18b-K	27.2	28.0	26.5	1.5	0.12
	r12-I	26.1	28.4	22.8	5.6	2.08
	r18-I	24.7	28.0	22.4	5.6	1.79

ンサの測定結果をわけてプロットした。この期間における空調機の吹出設定温度は27.5°C(室内設定温度32.5°C)となっている。空調機によって室温がおおむね制御されており、早朝に最低となり、正午過ぎに最高となる気温のような周期的な日変化はみられない。空調機の冷氣吹き出し口に近い、r12-K、r18f-K、r12-I及びr18-Iでは、室温変動が激しく、一日の間に何度も上下していることがわかる。一日平均室温やその日の最高室温、最低室温などを表3に示したが、測定できた範囲内での値であることに注意する必要がある。特に、空調機の冷氣吹き出し口に近いところでは、記録していないタイミングで、より高いもしくはより低い室温になっている可能性があり、現実には一日の気温変動幅が常に5°C以上になっている可能性がある。r18b-Kは、ウォームアイル、計算機を冷却した後の排熱側の室温を示す。コールドアイル側より、平均的には室温が1度以上高く、一日の変動幅はコールドアイル側より狭い。

一日の間の室温変化の傾向は、空調機のメンテナンスの時期を除き、おおよその他の期間も同様である。

図3に、同じ期間の相対湿度を示す。相対湿度についても短期的な日変化はみられない。他の期間につ

いても、一日の間の相対湿度変化に周期性をみることは難しい。室温と同様に一日平均した相対湿度やその日の最小相対湿度などを表 4 に示したが、湿度管理はなされていないため、r12-i の相対湿度センサでは 2022 年 7 月 22 日に、r18-i の相対湿度センサでは 2022 年 7 月 21 日および 22 日ともに、すでに目標である 80% を超えていることがわかる。変動幅については、一日の間に何度もおおよそ 30% を超える変動がみられ、室温の変動を受けている。なお、変動幅などの傾向は季節によって異なり、次節で確認する。

表 4 2022 年 7 月 21 日および 22 日の一日平均相対湿度と変動幅

date	相対湿度 センサ	日平均相対 湿度 [%]	最大相対 湿度 [%]	最小相対 湿度 [%]	変動幅 (レンジ)	不偏分散
2022-07-21	r12-k	53.0	71.8	37.8	34.0	49.91
	r18-k	56.6	71.6	43.3	28.3	36.35
	r12-i	60.0	75.4	46.0	29.4	44.55
	r18-i	68.7	84.8	52.3	32.5	45.03
2022-07-22	r12-k	53.9	76.9	40.0	36.9	55.43
	r18-k	58.9	71.9	44.5	27.4	31.30
	r12-i	60.8	80.8	46.0	34.8	48.11
	r18-i	71.3	86.2	56.2	30.0	35.42

3.2 年変化

2017 年 1 月から 2022 年 12 月までの長期変化を確認する。図 4(a) は、402 計算機室の測定値の日平均室温を示し、シャドーは記録された日最高室温と日最低室温の範囲を表す。夏期にやや室温が高くなる傾向はあるものの、コールドアイル側、ウォームアイル側共にほぼ 20°C から 30°C の範囲にあることがわかる。また、排熱のウォームアイル側の一日の変動幅は、通年ほぼ 2°C 以下と狭く、安定していることが分かった。

図 4(b) は、402 計算機室の日平均相対湿度を示し、シャドーは記録された日最大相対湿度と日最小相対湿度の範囲を表す。相対湿度は、冬には 10% を下回り、夏には 80% をこえている。夏期には、ほぼ毎日相対湿度が 60% 以上になっていることもわかる。変動幅は、冬期より夏期の方が広がっている。

外部環境の参考として、同期間の気象庁から取得した AMeDAS ([3]) の名古屋の気温と相対湿度を図 4(c) と (d) に示す。402 計算機室の日平均相対湿度 (図 4(b)) は、名古屋の相対湿度 (図 4(d)) とではなく、気温 (図 4(c)) との相関がみえる。402 計算機室の室温がおおよそ一定であり、湿度の制御をしていないため外気の湿気がそのまま 402 計算機室に入ってきていることから、単純に、夏期には 402 計算機室に入った空気

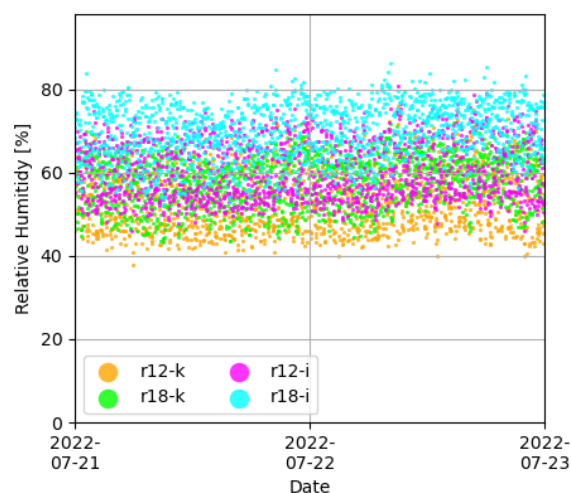


図 3 2022 年 7 月 21 日から 22 日までの相対湿度。r12-k、r18-k、r12-i と r18-i の相対湿度センサの測定結果をプロット。

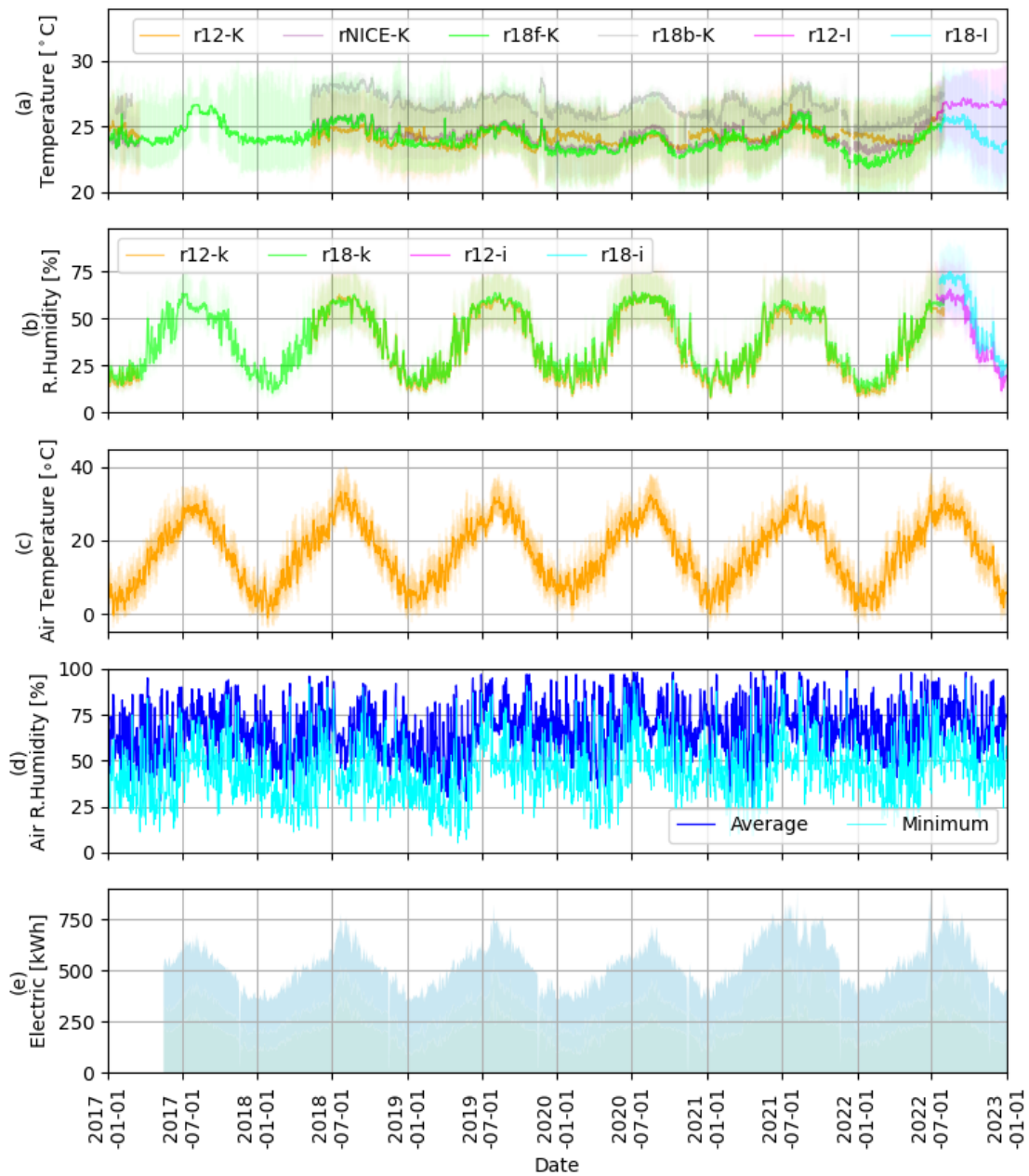


図4 2017年1月から2022年12月までの結果。(a)は402室計算機室の日平均室温とシャドーは記録された最高室温と最低室温の範囲、(b)は402室計算機室の日平均相対湿度とシャドーは記録された最大相対湿度と最小相対湿度の範囲、(c)は気象庁 AMeDAS の名古屋の日平均気温とシャドーは記録された最高気温と最低気温の範囲 ([3])、(d)は気象庁 AMeDAS の名古屋の日平均相対湿度と最小相対湿度 ([3])、(e)は402室計算機室の空調機の消費電力を示す。

が冷やされることで、相対湿度が上昇していると推測される。

図 4(e) は、402 計算機室で運用されている空調機の日あたりの消費電力を示す。夏期には 750kWh を越える日が確認できる。相関係数を求めているが、気温 (図 4(c)) が高いときには、402 計算機室の冷却のために空調機の消費電力値 (図 4(e)) が高くなるのが容易に想像できる。

4 まとめ

402 計算機室の消費電力のデータがある 2017 年から 2022 年までの 5 年間の 402 計算機室の環境を確認した。

室温については、夏期にやや室温が高くなる傾向はあるものの、ほぼ 20°C から 30°C の範囲にあり、現在の 402 計算機室の目標室温である 10 ~ 35°C を満たしていることが確認できた。空調機によって十分に室温制御がなされている。電気代高騰対策が求められており、今後も空調機の設定温度の見直しや省エネ対応を続ける必要がある。

相対湿度については、なんら制御されていないため、冬には極度に乾燥し、夏には高湿となり、402 計算機室の目標相対湿度を満たしていないことがわかった。近年、計算機の安定維持には、湿度も十分に考慮すべきであることが指摘されており、402 計算機室への除加湿機の導入を検討している。

参考文献

- [1] Manousakis I., S. Sankar, G. McKnight, T.D. Nguyen, R. Bianchini. (2016). Environmental Conditions and Disk Reliability in Free-Cooled Datacenters., In Proceedings of 14th USENIX Conference on File and Storage Technologies (FAST 16), Santa Clara, CA, USA, 22-25 February 2016, pp.53-65.
- [2] 森河務, 電子部品の腐食損傷と分析,
http://tri-osaka.jp/group/kikaikinzo/hyoumen/surface/morikawa/pdf/corr_pdf/tri1.pdf, (2023-03-09 閲覧)
- [3] 気象庁ホームページ, 過去の気象データ・ダウンロード,
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>