

いちご缶 VESA for Pi4 検証モニター 検証レポート

検証テーマと目的

いちご缶 VESA 4: EMU-RP04(以下、EMU-RP04)使用時と非使用時において、CPU 温度と気温の関係をみたうえで、冷却性能について検証する。

検証環境

使用機器

Raspberry Pi 4 Model B

Distributor ID: Raspbian

Description: Raspbian GNU/Linux 10 (buster)

Release: 10

Codename: buster

Raspberry Pi Camera V2

横浜市某所

検証内容

横浜市内の一般的な住宅において、EMU-RP04 の使用時と非使用時での気温と CPU 温度がどのような関係を示すか検証した。実際に稼働中の機器の画像を図 1 に示す。このような冷却を目的としたケースは初めて使用するため、単純にどの程度の効果があるか興味があった。気温データは気象庁における過去の気象データ(観測地点は横浜地方気象台)の 10 分ごとのデータを参照し、CPU 温度は毎秒 `$ vcgencmd measure_temp` を実行することで取得した。

検証環境における Raspberry Pi では、CSI 部に接続した Raspberry Pi Camera で取得したカメラ画像を断続的に Web 経由で配信を行うサーバー、及びカメラ画像に対して動体検知を行い、結果に応じて画像・映像を保存するプログラムを 24 時間動作させた。この際、CPU 使用率は概ね 15~20%で推移した。

検証に用いるデータとして、CPU 温度データの 00~09 分を気温データの 00 分となるような対応付けを行った。例えば、13 時 55 分の CPU 温度データは、13 時 50 分の気温データと対応する。また、関心があるのは日中のデータであるため、06~23 時のデータのみを使用した。これらの処理を行った結果、データ件数は非使用時 7220 件、使用時 6323 件となった。

冷却性能の検証として、取得した CPU 温度データに対して基本統計量である平均値、中央値、標準偏差、分散を比較した。また、気温データと CPU 温度データを散布図によって可視化し、最小二乗法を用いた回帰直線を確認した。これらの検証過程には Excel を用いた。

検証結果

まず、以下に統計量を示す。

EMU-RP04 非使用時の CPU 温度の統計量

平均値:	42.1
中央値:	41.0
標準偏差:	2.96
分散:	8.78

EMU-RP04 使用時の CPU 温度の統計量

平均値:	39.3
中央値:	39.0
標準偏差:	3.59
分散:	12.9

これらの統計値について考察する。まず、平均値・中央値ともに EMU-RP04 使用時の方が低い値が出ており、たしかに CPU の放熱ができていることがわかる。一方で標準偏差と分散は大きく出ており、データのばらつきが大きいことが示されている。これは気温の影響を受けていることが考えられる。実際に検証として EMU-RP04 を使用して動作させていた日は、寒暖の差があったように感じられた。これを散布図で確認してみる。図 2 によると気温差があることが確認できる。そこで、データの範囲を合わせるため気温 21~29°C のデータのみ抽出して、統計量と散布図を見てみる。抽出後のデータ件数は 5154 件であった。

EMU-RP04 使用時の CPU 温度の統計量(21~29°C)

平均値:	39.1
中央値:	39.0
標準偏差:	2.65
分散:	7.07

データを絞り込んだ結果、平均値と中央値はほぼ変わらないが、標準偏差及び分散は大きく低下し、EMU-RP04 非使用時よりも低くなった。このことから EMU-RP04 を使用することで CPU 温度が低下し、かつ CPU の温度差は安定するといえるだろう。散布図を図 3

に示す。一方で、説明変数を気温、目的変数を CPU 温度としたときの線形近似による回帰直線に着目すると、EMU-RP04 使用時と非使用時の係数 a はそれぞれ $a=1.1427$, $a=1.4753$ であり、気温の上昇に伴って CPU 温度の差は開いていくことが示唆されている。決定係数はどちらも 0.8 を超えており、悪くはないあてはまりといえるだろう。

以上より、確かに冷却ケース EMU-RP04 の使用によって一定の冷却効果があることがわかった。また、気温がある程度高い状態でも CPU 温度は 50°C 以下を保っており、Raspberry Pi を安定して継続稼働させられるだろう。今回は回帰分析として線形近似を行ったが、温度の上昇、下降及び放熱は微分方程式に従うことが知られているため、より気温の幅が広く CPU 使用率が上昇すると、線形近似ではなく非線形の傾向が見られると推察される。更に詳細な検証を行うには別の環境下で検証を行うことが必要となるだろう。



图 1

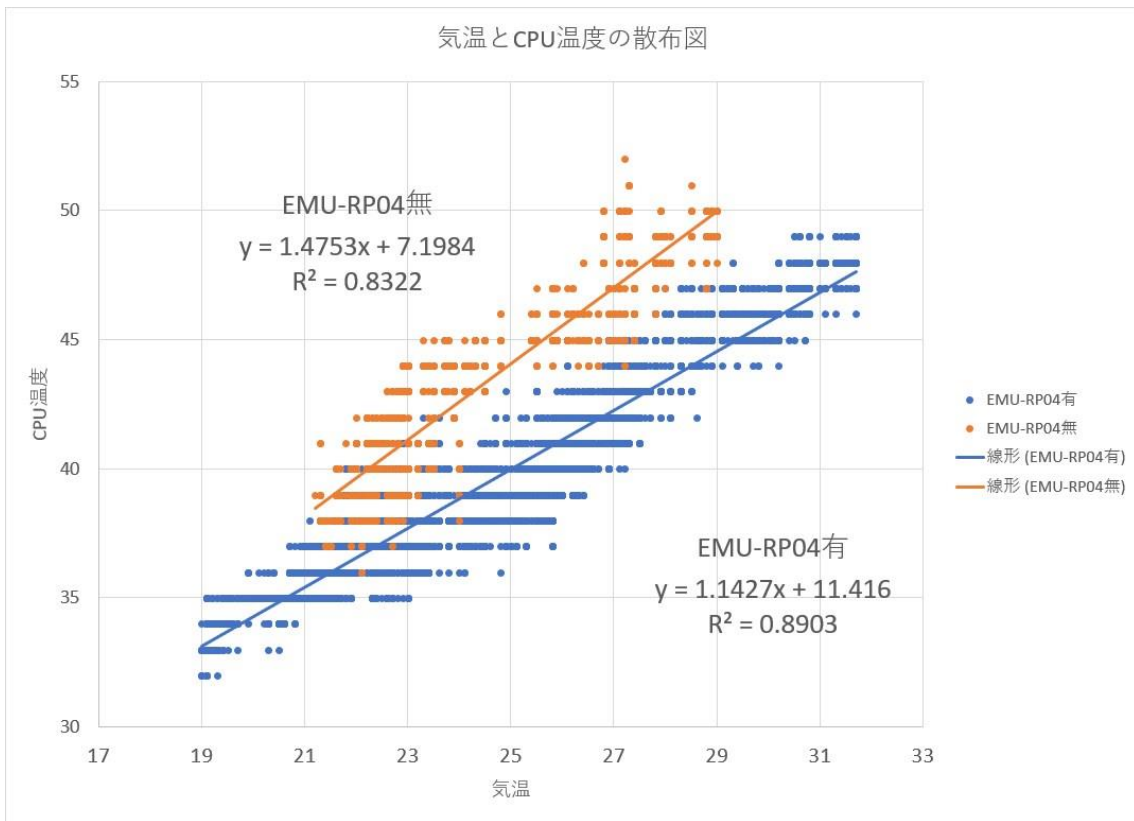


図 2

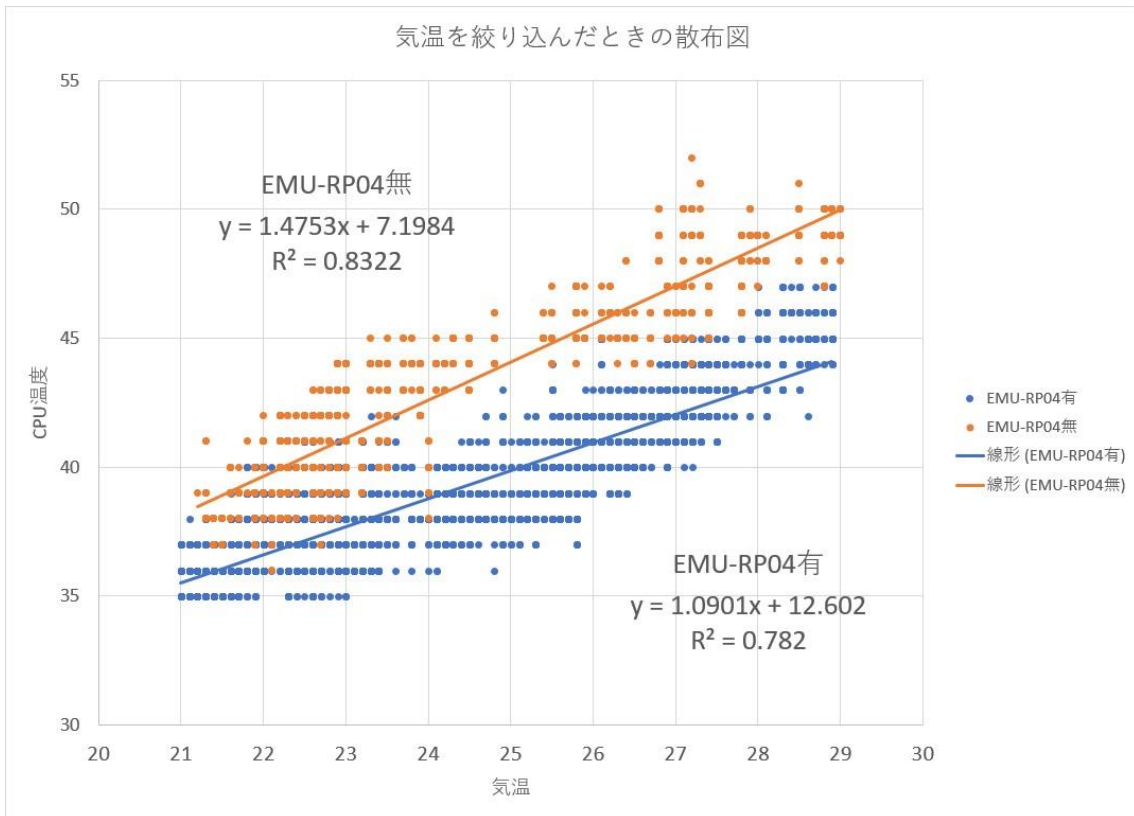


図 3