

熱流センサとは

(ラズパイ・コンテスト2017にデンソーさんの優れ物の
熱流センサ (Energy Eye) で応募予定です)

●目次

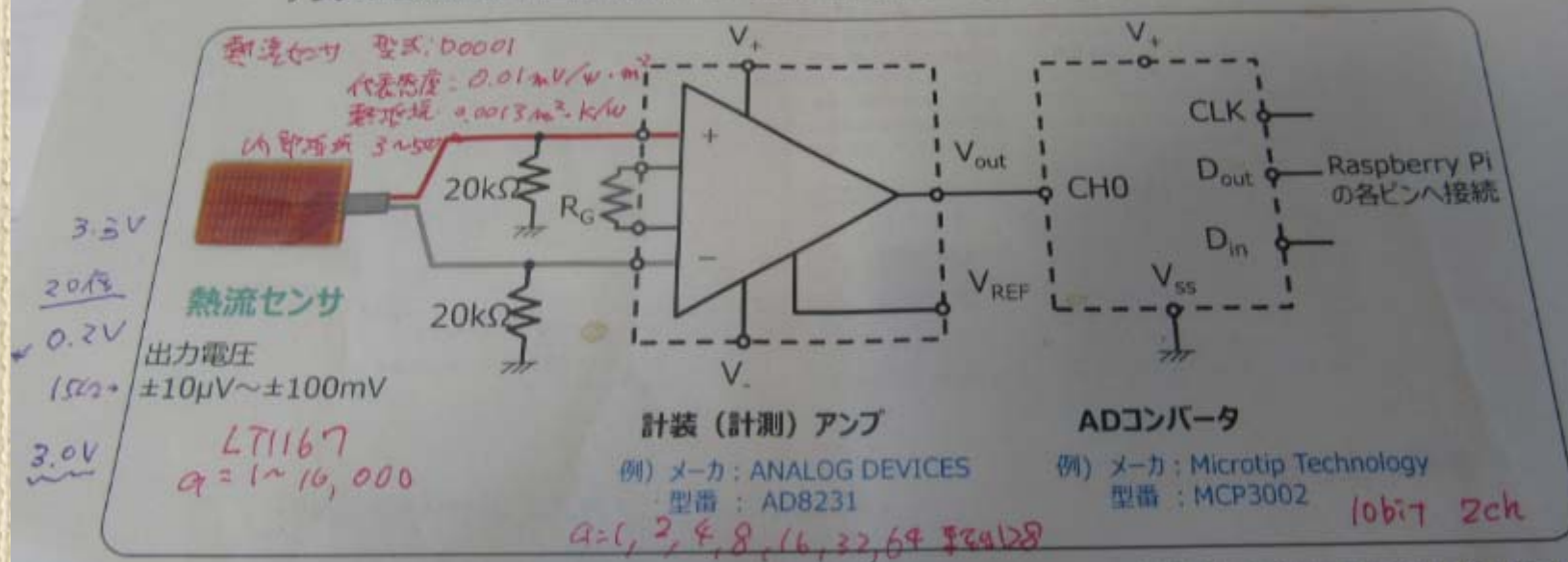


送られてきた物

ラズパイコンテスト デンソー熱流センサ「Energy Eye」 説明資料 <推奨回路>

- センサ出力が+, -と変動するため、計装（計測）アンプを使用することをお勧め致します。
- センサ出力端子には20kΩの固定抵抗を接続してください。

アンプの増幅倍率や回路構成については、各ICのデータシートを参照して下さい。



参考書籍: ラズパイマガジン2017年2月号など

DENSO
Crafting the Core

ラズパイコンテスト説明資料 / July 10, 2017 / Production Engineering Research Div.
© DENSO CORPORATION All Rights Reserved.

1/2

そもそも、熱流センサてなあに??

熱流センサの仕様です、送られてきたのは、D0001 2ケのようです。

熱流センサ「Energy Eye」【仕様】

仕様						
型式	D0001	D0002	D0003	D0004	D0005	D0006
センサ寸法	L	9.1mm	31.6mm	54.1mm	9.1mm	31.6mm
	W	10.0mm				
	T	0.25mm				
ケーブル長	1.5m			5m		
代表感度	0.01 mV/W·m ²	0.04 mV/W·m ²	0.08 mV/W·m ²	0.01 mV/W·m ²	0.04 mV/W·m ²	0.08 mV/W·m ²
感度再現性 ^{a)}	±2% (※) 感度測定器 (変温) での繰り返し精度					
使用温度範囲	センサ部: -40°C~150°C・ケーブル部: -40°C~120°C					
最小曲率半径	30mm					
耐圧 耐応力	4MPa					
防水性	IPX6-IPX7 (EN60529)					
熱抵抗	0.0013m ² ·K/W					
内部抵抗	3~500Ω	3~1000Ω	3~1500Ω	3~500Ω	3~1000Ω	3~1500Ω
価格 (税抜)	36,000円	38,000円	40,000円	42,000円	44,000円	46,000円

※別購入時に校正証明書・検査成績表を添付されるお客様は、別途発注をお願いします。

そもそも、熱流てなあに??

ある部分に熱流 Q (W)が流れる時に生じる温度差 ΔT (K)は熱流 Q に比例し、その比例係数を熱抵抗 R (K/W)と定義します。

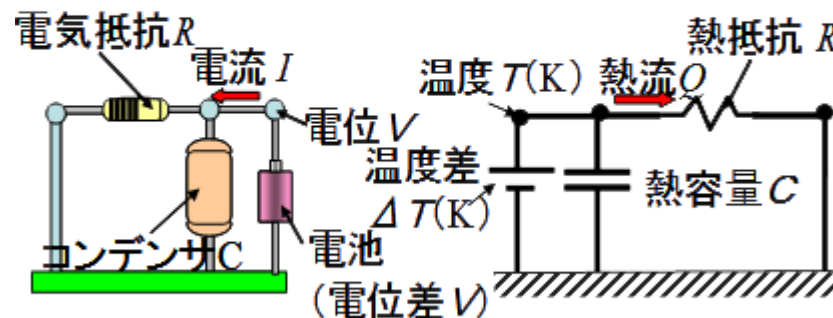
すなわち熱回路においても次式のオームの法則が成り立つのです。

$$\text{(解-1)} \quad \Delta T = R \cdot Q$$

このオームの法則、特に熱抵抗 R は電気回路と同様、熱回路にとっても大変重要な概念となっています。

[オームの法則]

熱にもオームの法則が使える

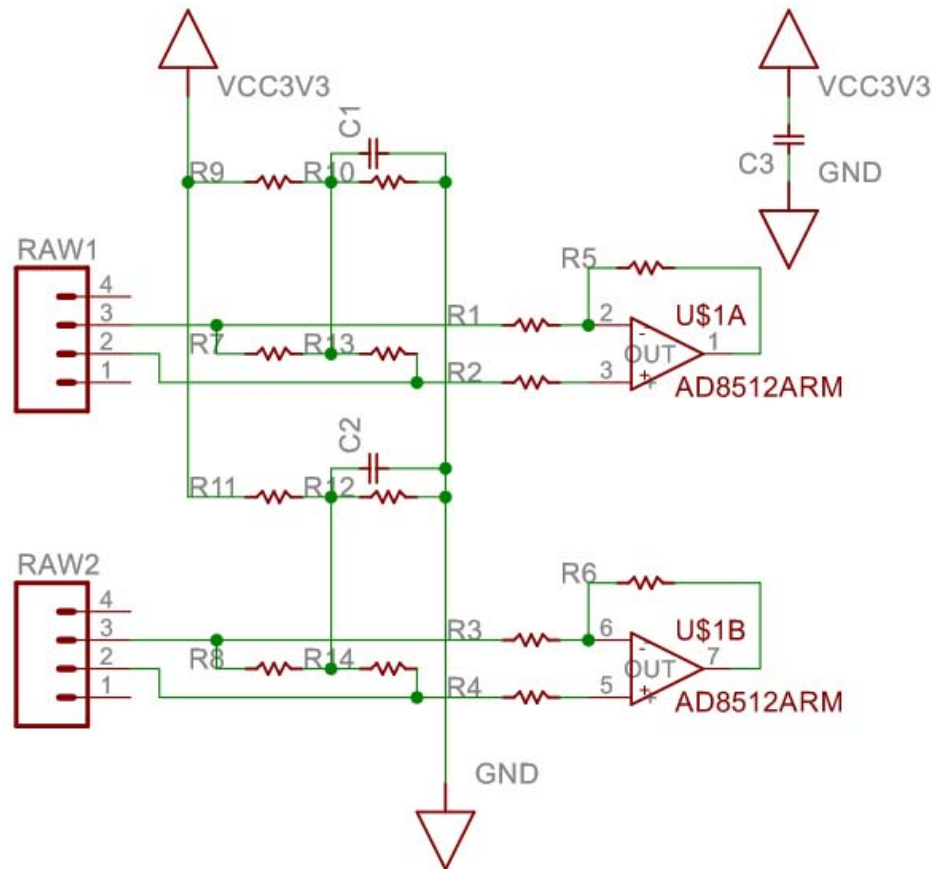


オームの法則 —— $\Delta T = RQ$

解説図 - 1 熱回路と電気回路との相似性 (アナロジー)

OPAMPで増幅器を作りました

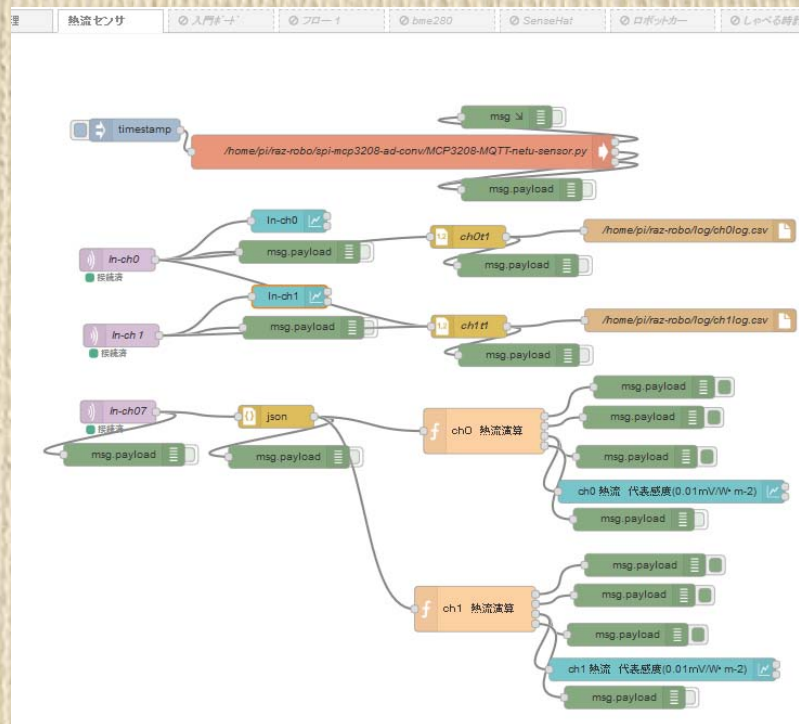
計装アンプAD8231は高そうなので、安そうなのを選びました
AD8506使用高性能オペアンプ実装モジュール 250円
抵抗は、ほとんど10k Ω 、ゲイン用のR5,6は、200kにして、20倍を想定



Node-redでグラフ化

カットアンドトライで、node-redでグラフ化してみました。

- 実物を見ながら、オフセット調整
- 電圧に変換
- 電圧から、熱流に変換



function ノードを編集

削除 中止 完了

▼ プロパティ

名前 ch0 熱流演算

コード

```
1 var msg1 = { payload:"出力1への最初の出力" };
2 var msg2 = { payload:"出力1への二番目の出力" };
3 var msg3 = { payload:"出力1への三番目の出力" };
4 var msg4 = { payload:"出力2への唯一のメッセージ" };
5 //return [ [ msg1, msg2, msg3 ], msg4 ];
6 var V0 = 0;
7 var V1 = 0;
8
9
10
11 //if (msg.topic === 'environment') {
12 msg1.payload = msg.payload.ch0;
13 V0 =(msg.payload.ch0)-2012;
14 V0 = (V0/4096)*3300;
15 msg2.payload = V0;
16 //代表感度 (0.01mV/W·m-2)
17 //opamp 200k/10k=20倍
18 V1 = (V0/100)*20;
19 msg3.payload = V1;
20 msg4.payload = msg.payload;
21
22 //msg.payload = msg.payload.acceleration.x;
23
24 return [ [ msg1, [msg2],[ msg3 ],[msg4] ];
25 //} else {
26 // return null;
27 //}
28
```

Node-redでグラフ化

実物に合わせて、オフセット等調整

- $V0 = (\text{msg.payload.ch0}) - 2012$ の時
- オフセットがずれているようです

オフセットを修正してみました

$V0 = (\text{msg.payload.ch0}) - 2013$;
大体、0中心になったのでオフセットは良さそうです
定常ノイズとしては $0.3\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$ 程度ようです

時々、 $20\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$ 程度のノイズが入るようです

ティッシュでくるんでみました

定常ノイズとしては $0.3\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$ 程度で変わらないようです

ch0 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



ch1 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



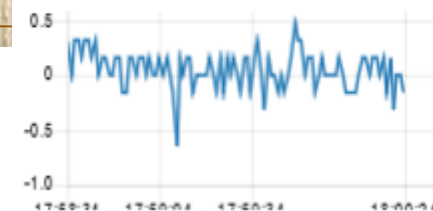
ch0 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



ch1 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



ch0 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



ch1 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



ch0 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



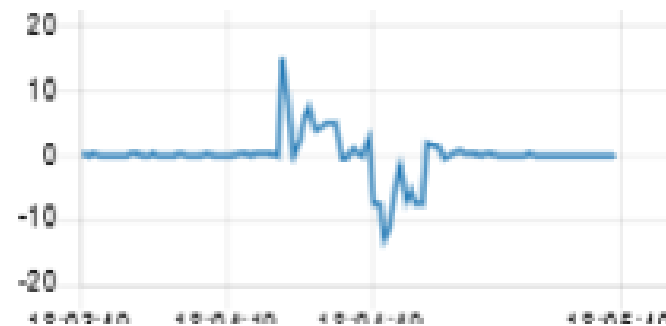
ch1 熱流 代表感度(0.01mV/W·m⁻²)



Node-redでグラフ化

ch0, 1それぞれ向きを変えて10秒ほど指でつまんでみました。
指による熱流の変化は $\pm 10\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$ 程度ようです

ch0 熱流 代表感度($0.01\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$)



ch1 熱流 代表感度($0.01\text{mV/W}\cdot\text{m}^{-2}$)



まとめ

ラズパイコンテスト2017

募集期間: 7/10~9/21

提供の条件は、製品を使った作品またはアイデアを応募いただくことです(複数応募も可)。応募用紙の「使用した無償提供製品」に本製品名を記載してください。応募いただけなかった場合は、製品をご返却ください。返却時に、製品の加工や破損があっても構いません。

さあ、何を応募しようかな!!!

今考えているのは

・風速・風向計

熱式風速風向計は市販されているので、熱流センサで測れないかな?

・深部体温計

熱流センサでググったら、論文が出てきた? 深部体温計とは???

深部体温とは体の中枢の温度の事で、ヒトは脳の温度を維持するため、高度な温度制御システムで維持されている。体内深部の温度の変化は重要な指標で、特にスポーツでの熱中症の予防、不眠症の治療での一日の体温のリズムや、低体温症での体内の免疫力の状態等、応用範囲は広い。

・従来の深部体温計では2個のサーミスタによる熱流検出法を用いているが、本研究ではこれを廃し、小型熱流センサを利用することによりプローブの薄型軽量化と応答時間の短縮を図った。基本原理は従来の手法と同じで、熱流センサの信号が0になるようにヒータを制御し、皮膚面に断熱層を形成するものである。深部体温は、熱流センサに内蔵された熱電対を用いて、断熱時の皮膚表面温度として求められる。本装置と従来の深部体温計(テルモ社製)について簡単な特性試験を行ない、両者を比較した。その結果、熱流センサを利用したプローブは熱容量が小さいため、装着時の初期応答が従来の1/2以下に改善されることが明らかとなった。

みなさんからアイデア募集したいです。