

LED照明における 排熱・冷却性能の検討

龍谷大学理工学部

塩見 洋一

You,
Unlimited



龍谷大学
RYUKOKU UNIVERSITY

LED照明の背面排熱



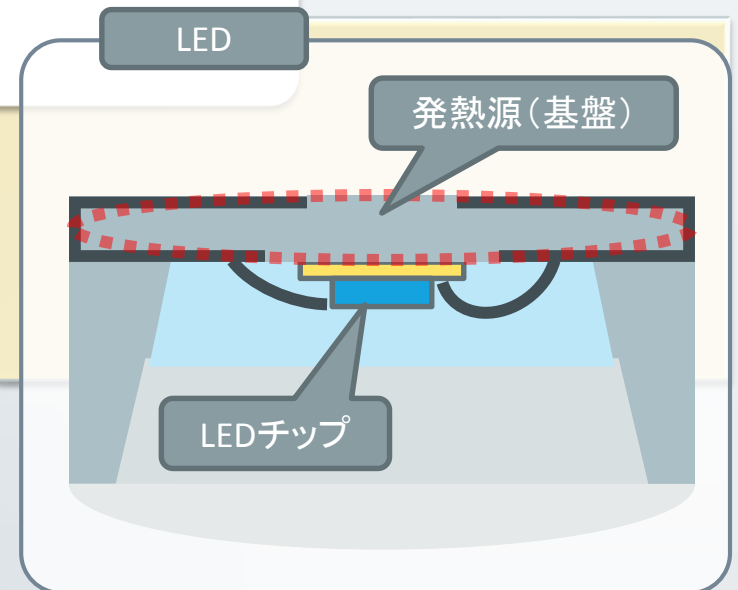
蛍光灯・白熱電球よりも優れたLED照明の普及

- 省エネ
- 長寿命



バックヤード側の発熱が増加

- LEDチップ周り → 耐熱性 低
 - ➡ 光度の低下
 - ➡ 基盤の劣化、故障

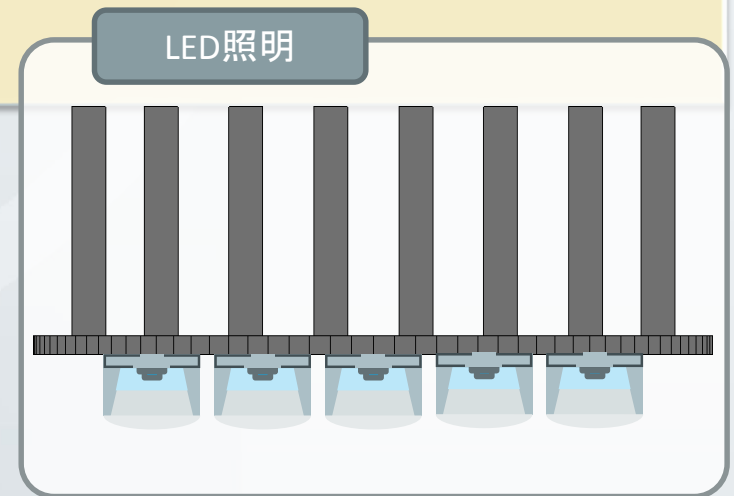


LED照明に放熱フィンを設置

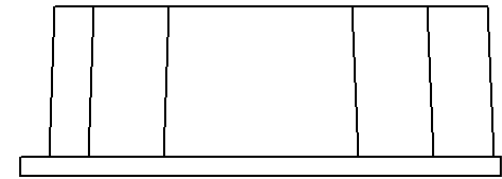
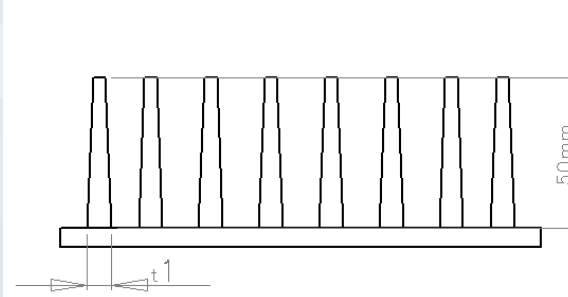
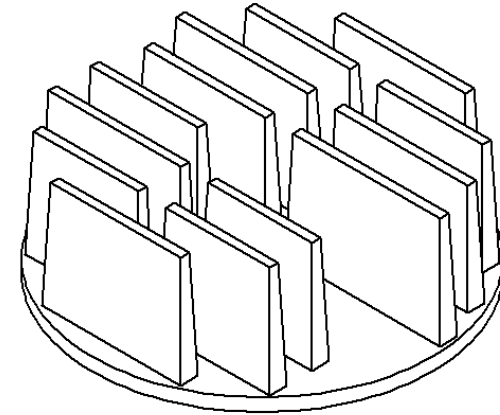
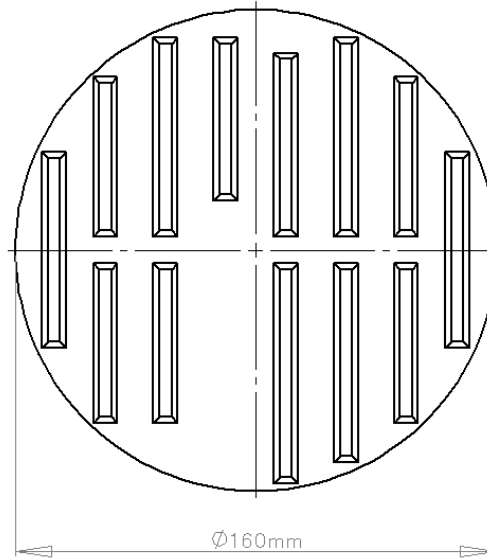
- 放熱量の大きなフィンの作成
 ▶ LED照明としての性能持続

目的

- 放熱用フィンの最適設計



本研究のLED照明



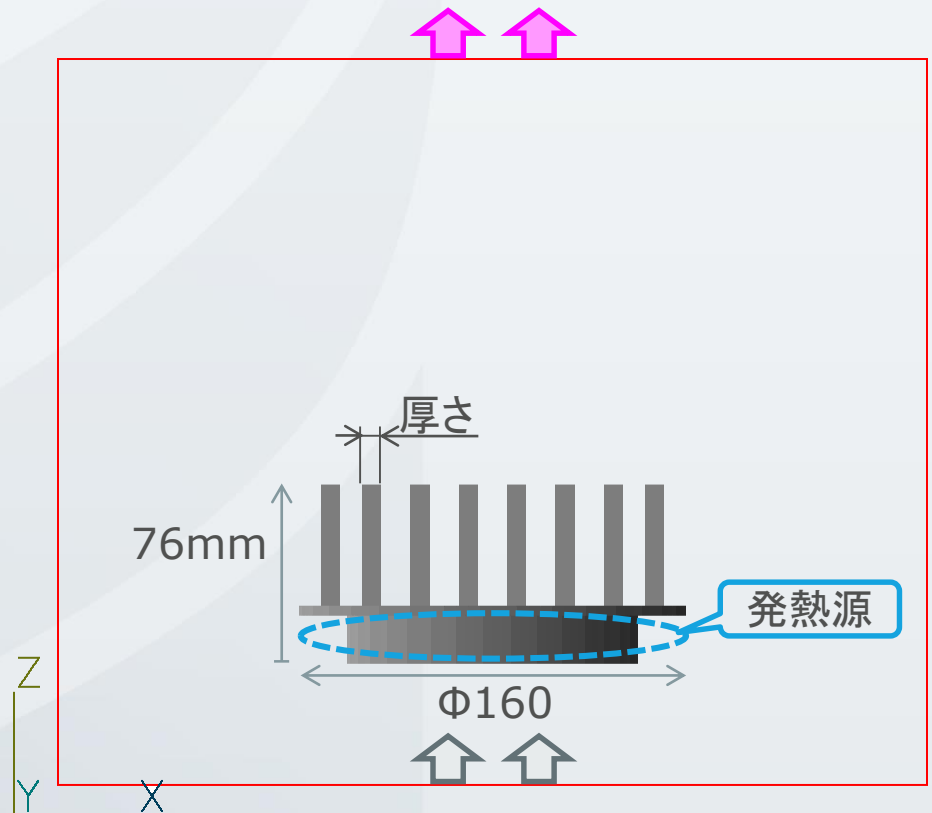
PHOENICSにおける解析条件1

解析空間

- X方向 0.36m
- Y方向 0.36m
- Z方向 0.30m

格子分割数

- X方向 110
- Y方向 110
- Z方向 74



PHOENICSにおける解析条件2

流入速度

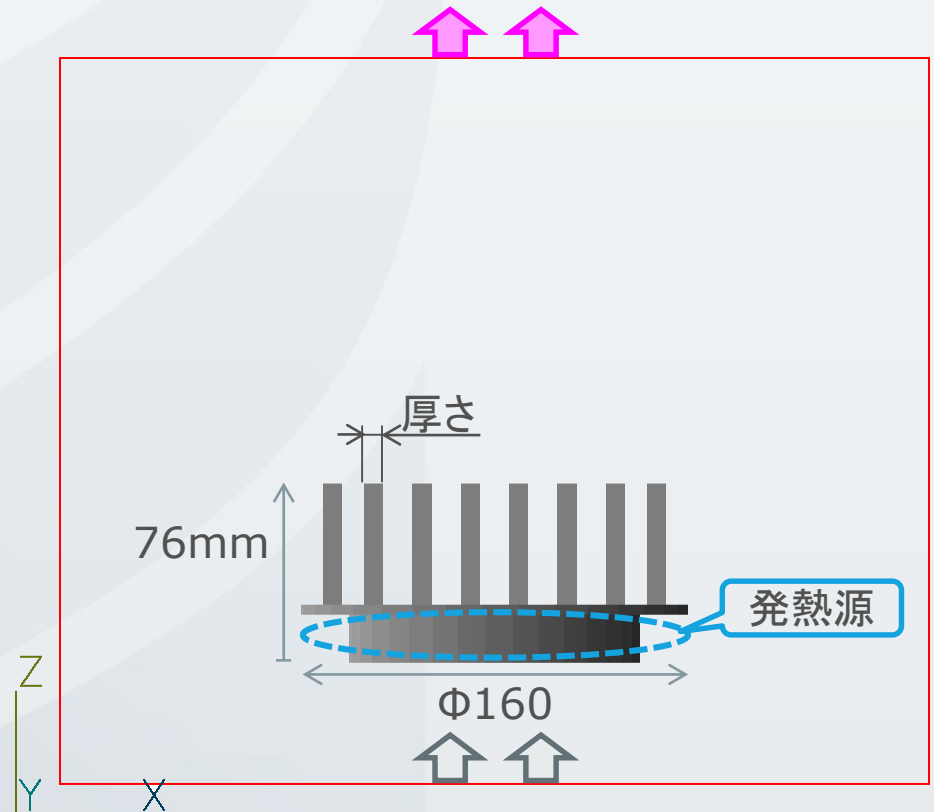
- Z方向 0.01m/s

初期温度

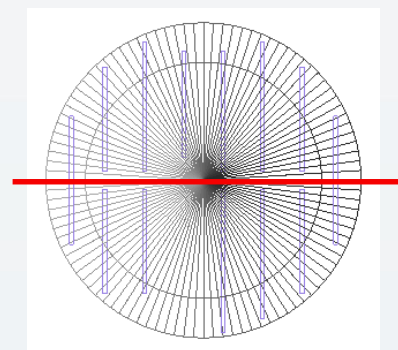
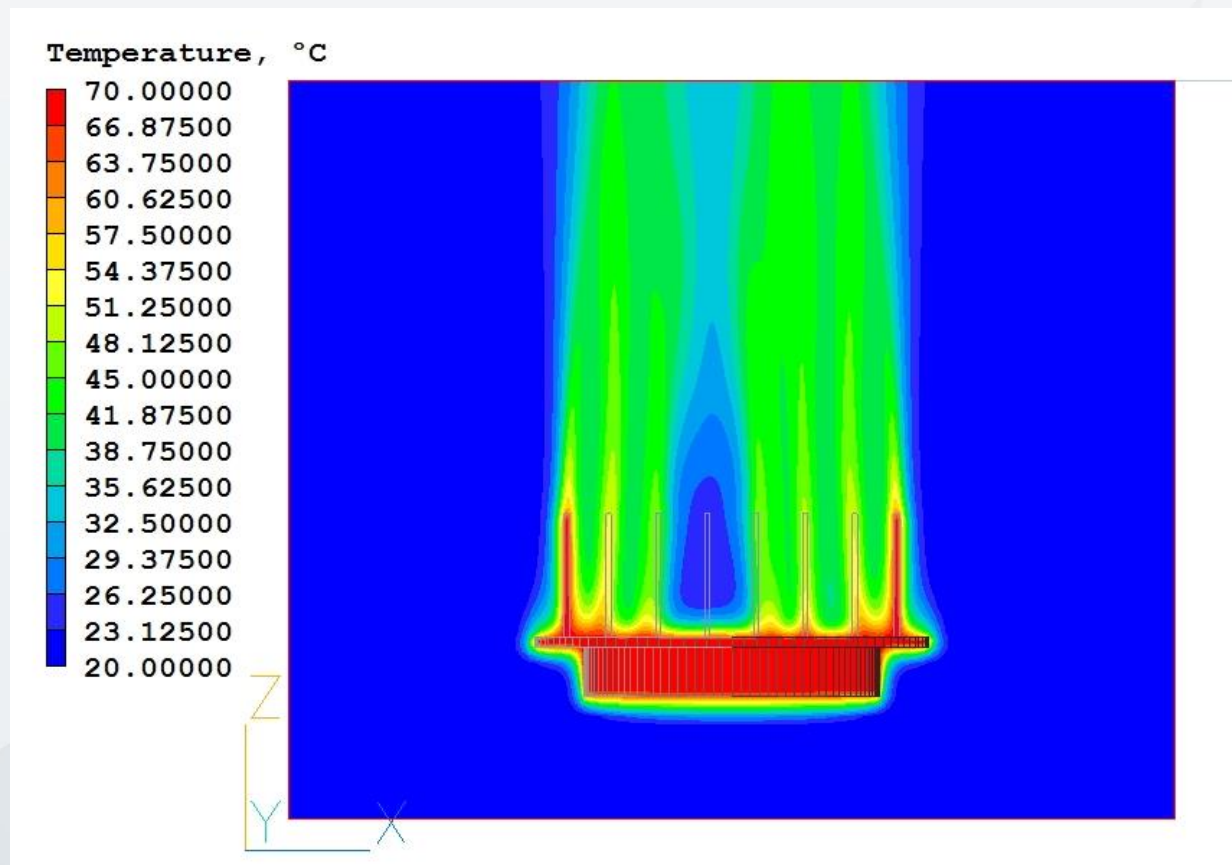
- 発熱源 70°C
- フィン 20°C
- 空気 20°C

材料

- アルミニウム

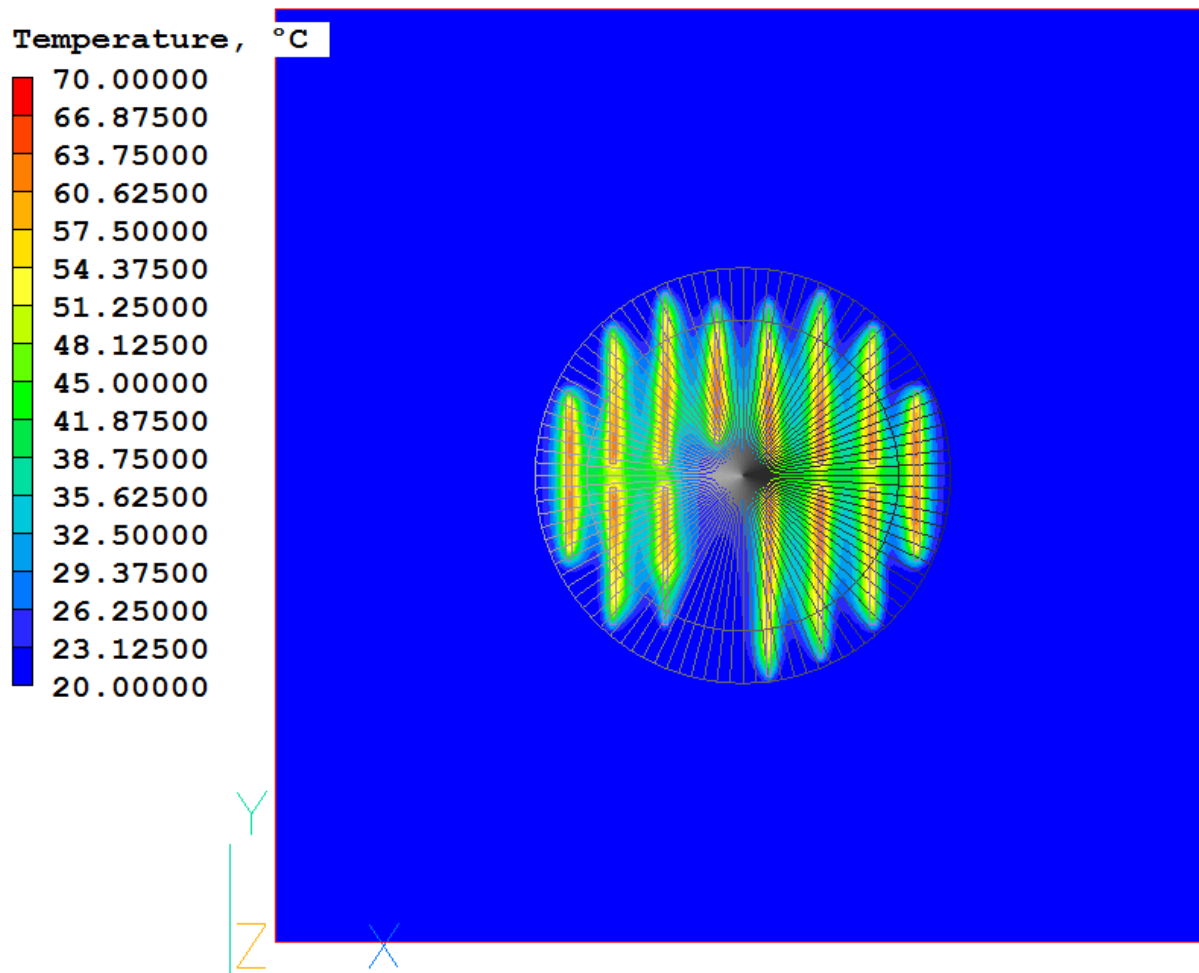


簡易化フィン温度分布

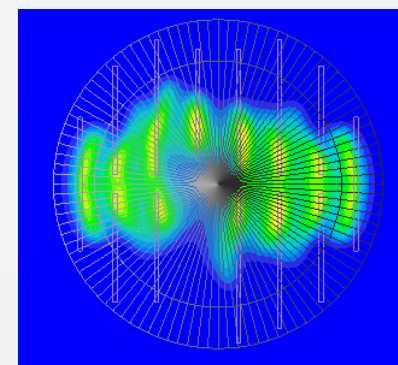


Y=180mm

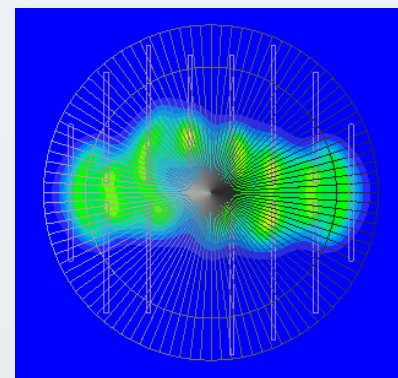
簡易化フィン温度分布



Z=125mm

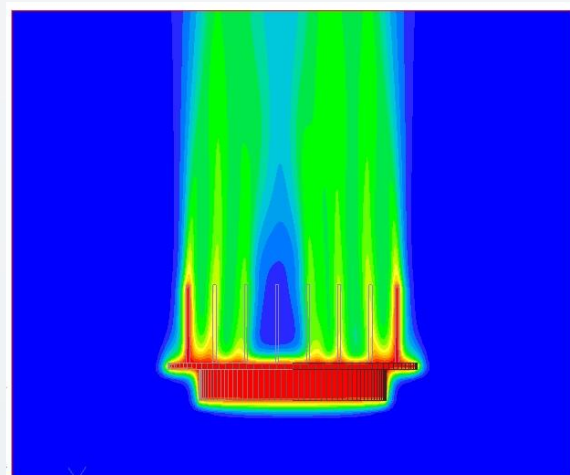


Z=150mm

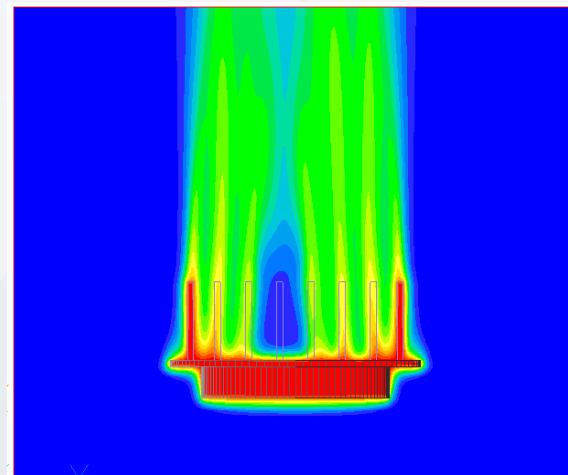


Z=175mm

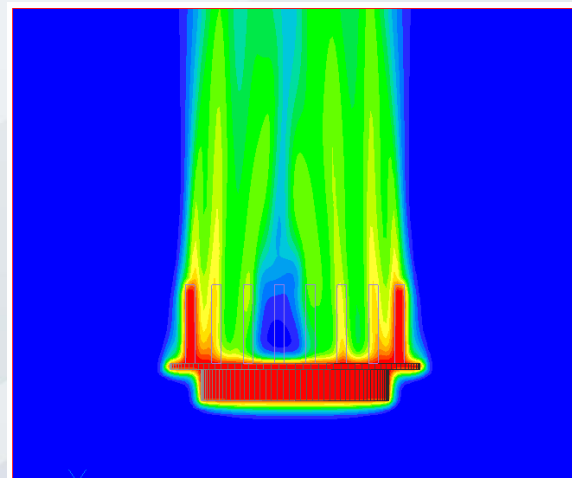
簡易化フィン温度分布



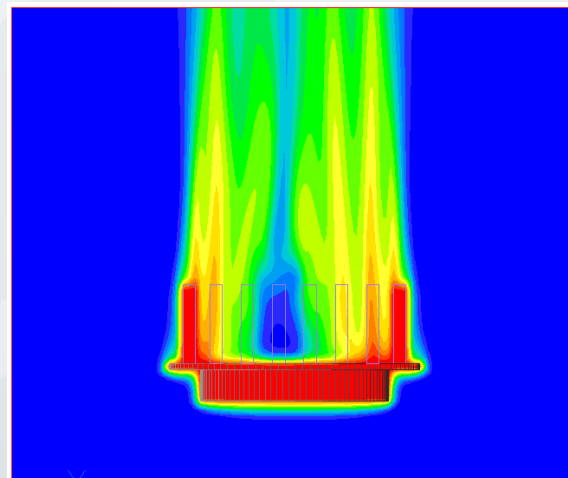
$t=2\text{mm}$



$t=4\text{mm}$



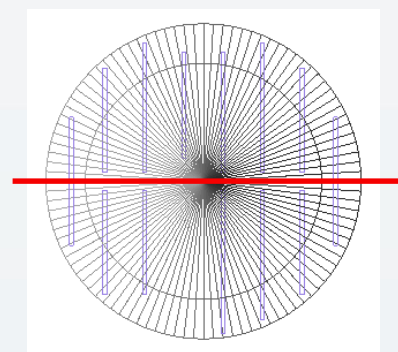
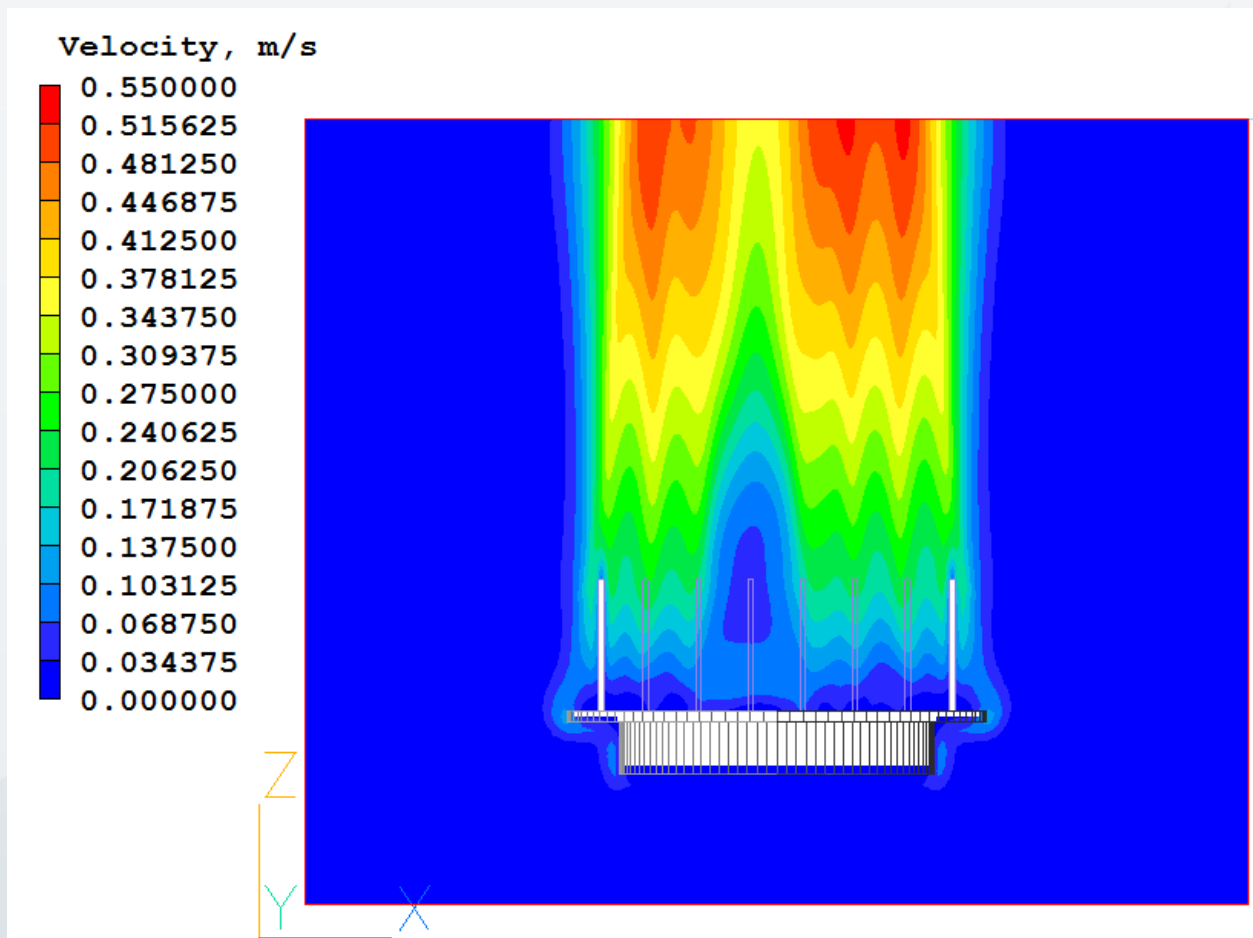
$t=6\text{mm}$



$t=8\text{mm}$

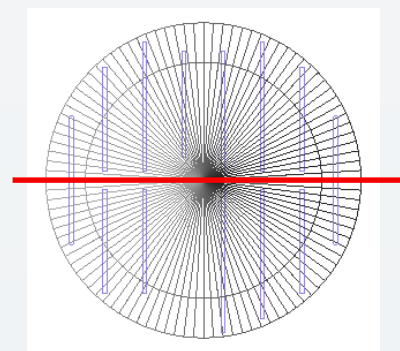
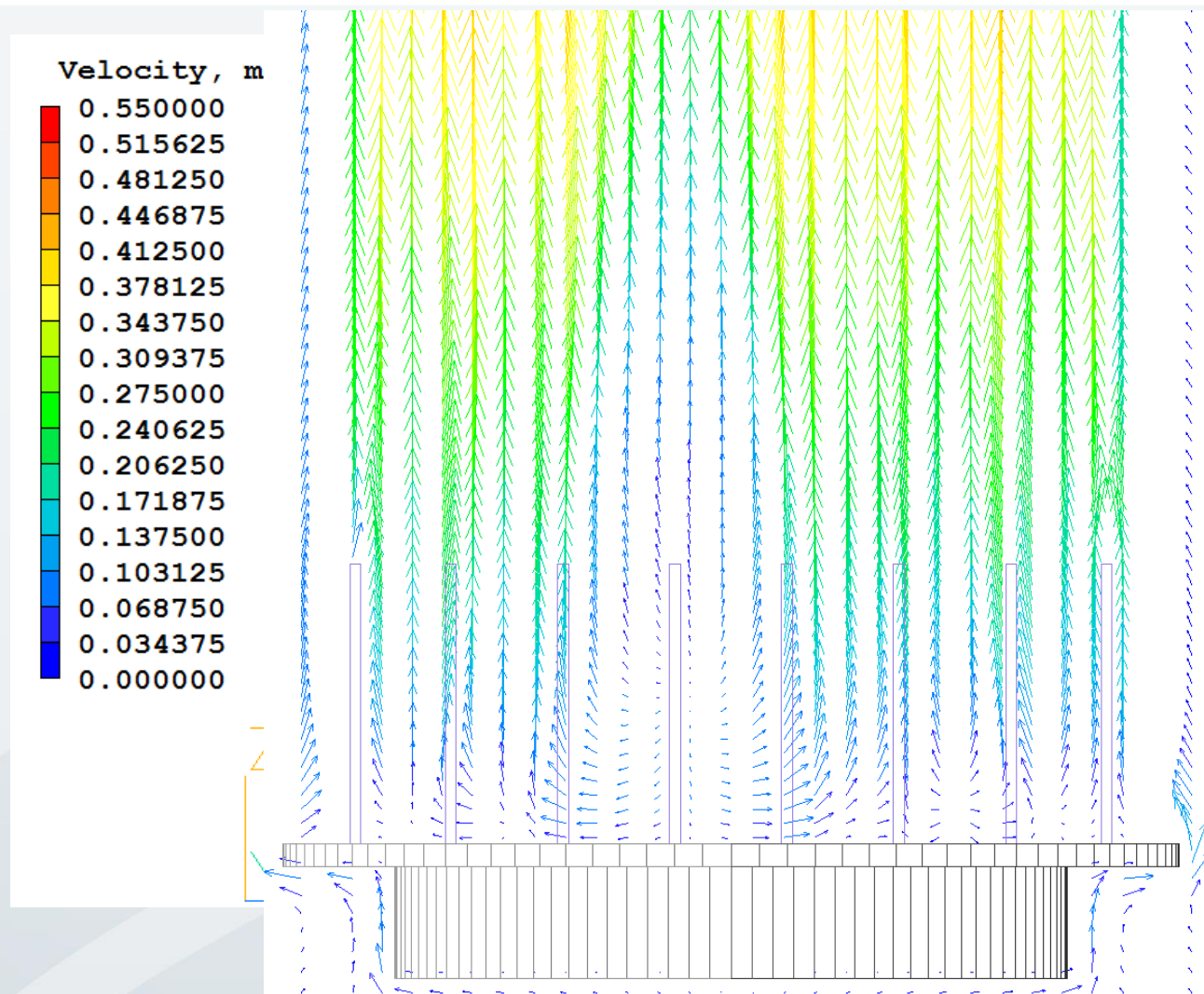
$Y=180\text{mm}$

簡易化フィン velocity 分布



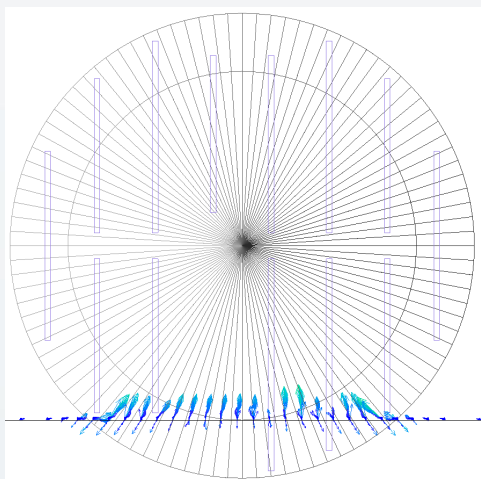
Y=180mm

簡易化フィン velocity 分布

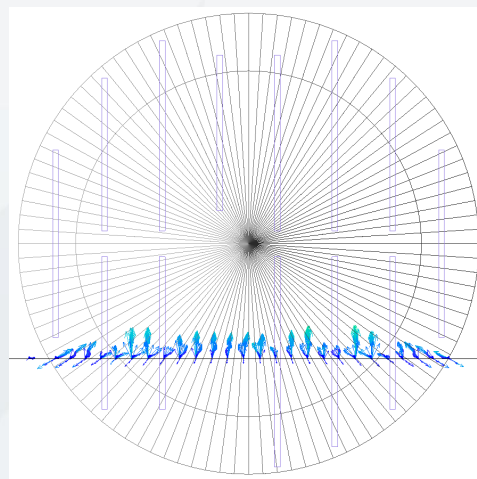


Y=180mm

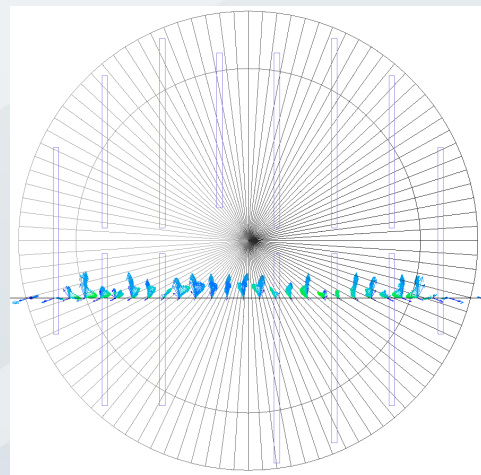
簡易化フィンの速度分布



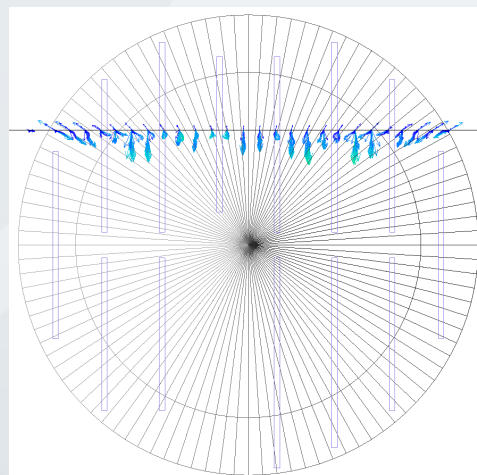
Y=120mm



Y=140mm



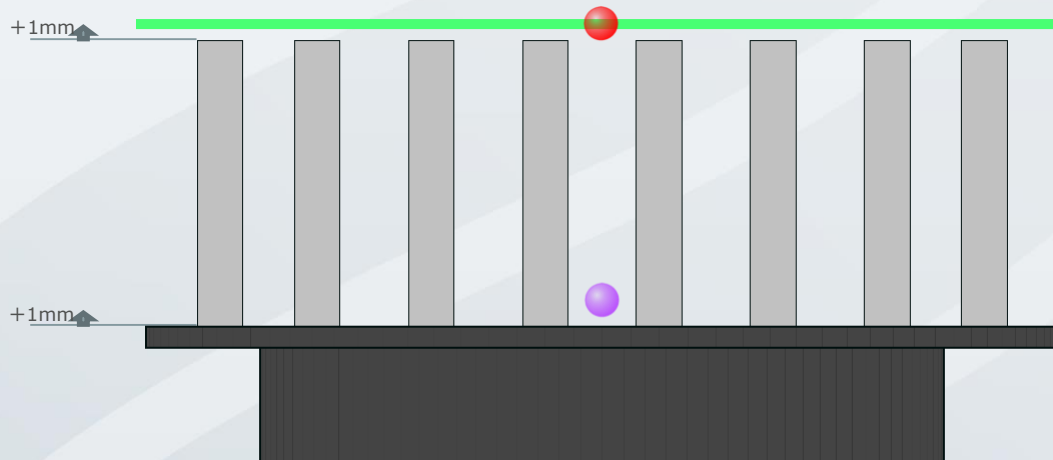
Y=160mm



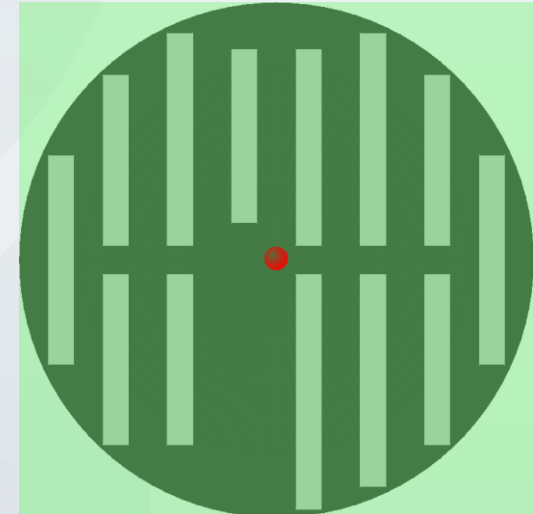
Y=220mm

簡易化フィンの温度・放熱量

フィンの 厚さ[mm]	X-Y面 温度[°C]			熱量[W]			全体表面積 [m ²]
	フィン 1mm上 平均	フィン 1mm上 中心点	土台 1mm上 中心点	IN	OUT	放熱量 OUT-IN	
2	27.99	27.39	63.41	453.73	487.61	33.89	0.1008062
3	22.35	27.28	61.33	453.73	487.54	33.81	0.1021062
4	28.73	28.60	56.20	453.73	492.21	38.49	0.1034062
5	22.99	29.67	59.27	453.73	491.77	38.04	0.1047062
6	22.92	29.49	56.36	453.73	491.87	38.14	0.1060062
7	23.09	28.66	55.56	453.73	492.28	38.56	0.1073062
8	23.34	28.42	55.64	453.73	492.88	39.15	0.1086062

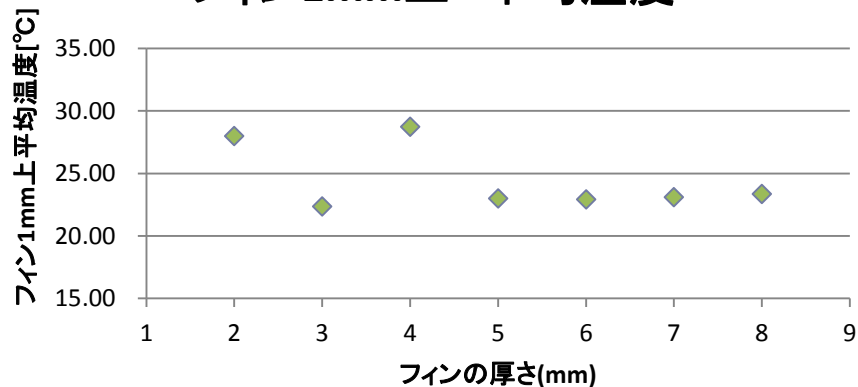


簡易型ヒートシンク

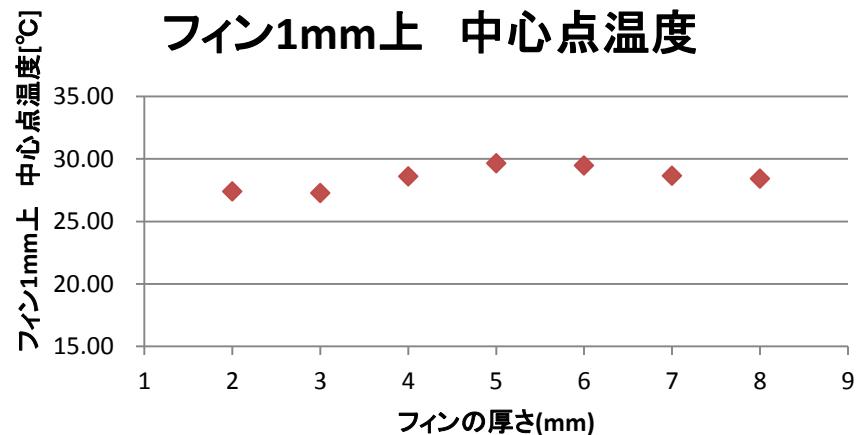


簡易化フィンの温度・放熱量

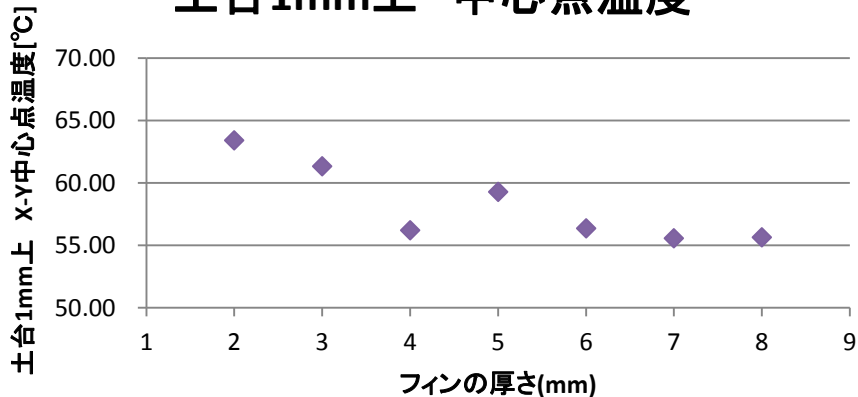
フィン1mm上 平均温度



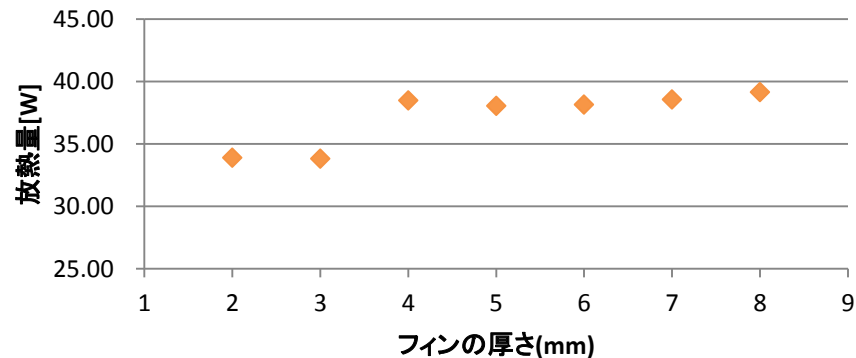
フィン1mm上 中心点温度



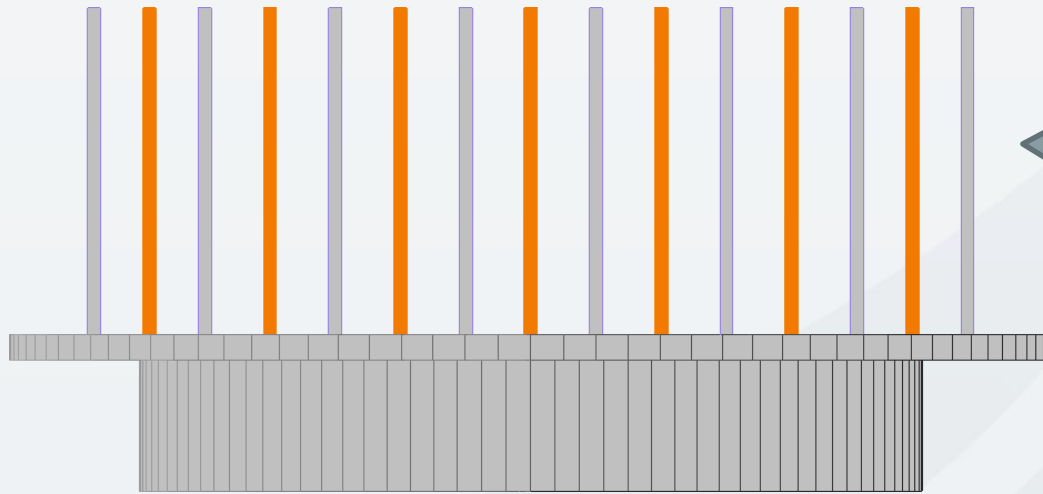
土台1mm上 中心点温度



放熱量

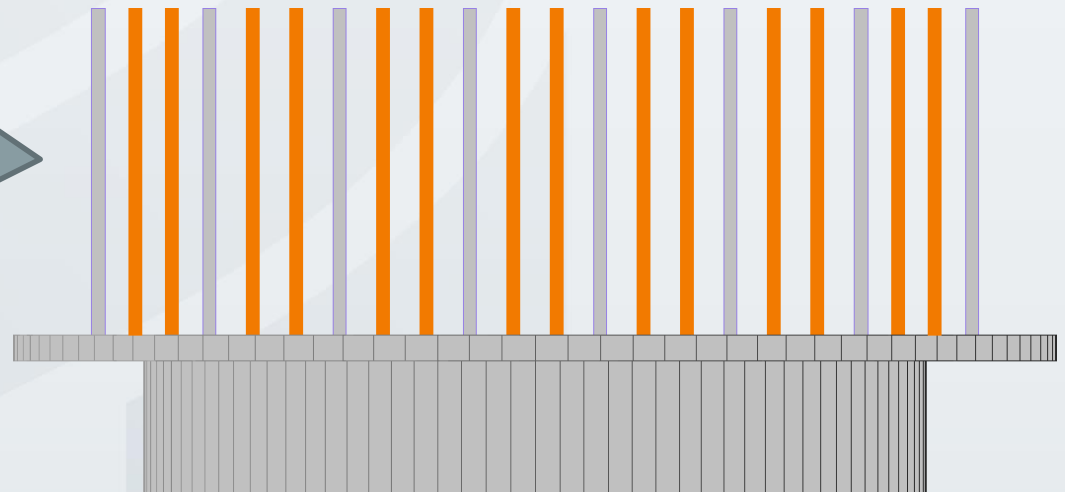


フィンの枚数追加

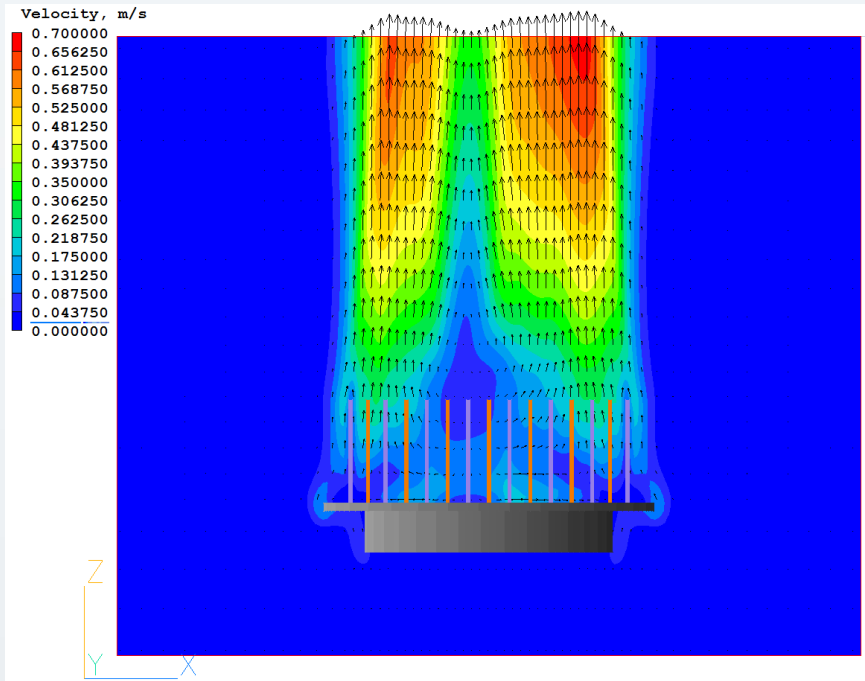


[厚さ2、3、4mm]
フィンを
間々に1枚ずつ追加
(オレンジ部)
元のフィンの間を2等分

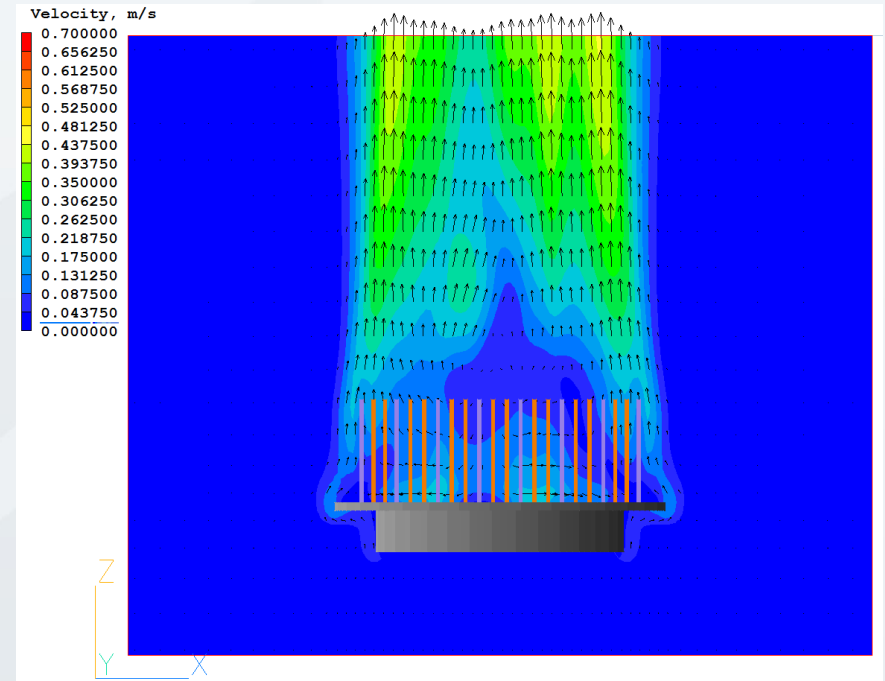
[厚さ2mm]
フィンを
間々に2枚ずつ追加
(オレンジ部)
元のフィンの間を3等分



フィン枚数増加時の速度分布



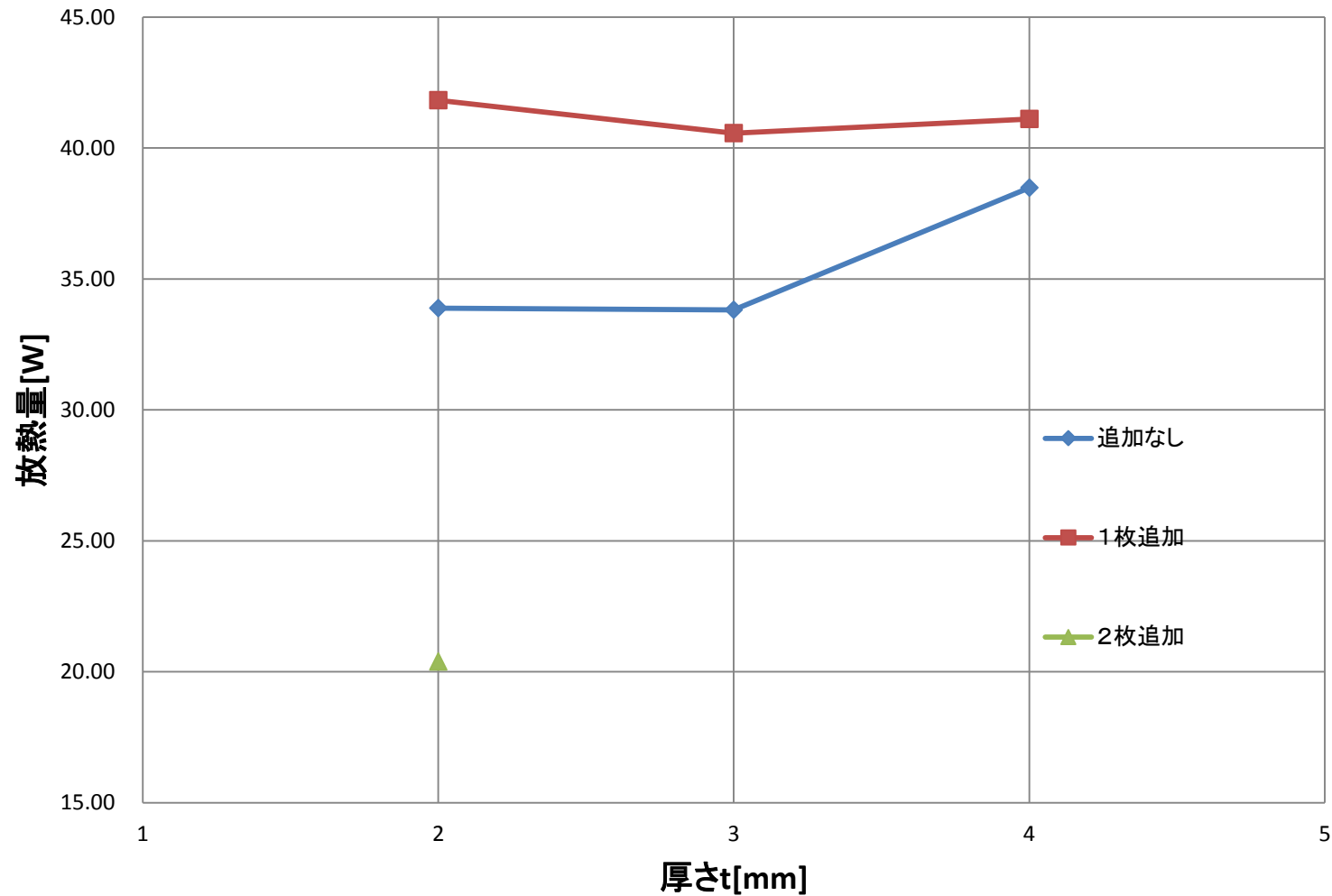
t=2mm 1枚追加



t=2mm 2枚追加

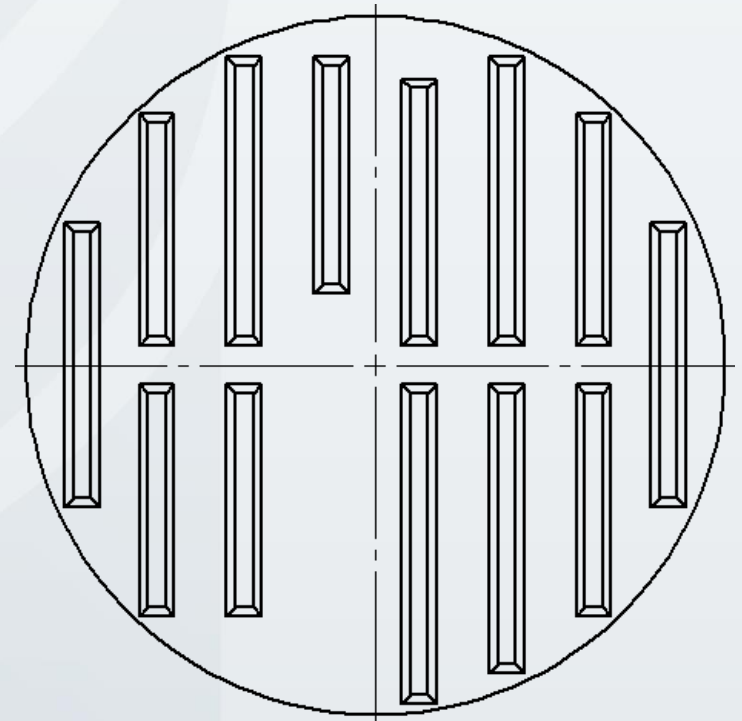
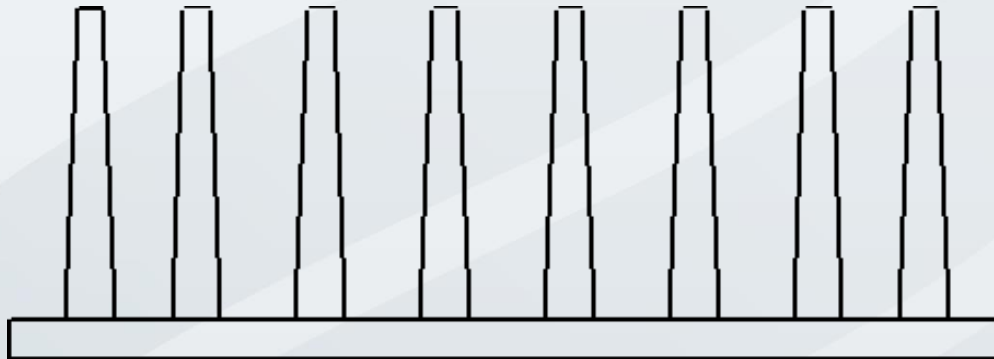
Y=180mm

フィン枚数追加の放熱量の比較



テーパ形状のフィンの温度・放熱量

テーパ形状	フィンの厚さ[mm]	X-Y面 温度[°C]			熱量[W]			全体表面積[m ²]
		フィン1mm上 平均	フィン1mm上 中心点	土台 1mm上 中心点	IN	OUT	放熱量 OUT-IN	
	8	22.81	31.18	57.47	453.78	494.29	40.51	0.10639099
	7	22.81	31.18	57.46	453.78	494.54	40.76	0.10436094
	4	21.88	28.56	61.44	453.78	486.63	32.85	0.09827000



簡易化したフィン

- 厚さの違いによる温度・放熱量は
フィンの厚さ2、3mmでは小さく、4～8mmでは差がない

フィン枚数の影響


- 厚さ2mm、3mm、4mmのフィンでは1枚追加したものが良かった
- フィンの枚数を増やしすぎると空気が流れにくい

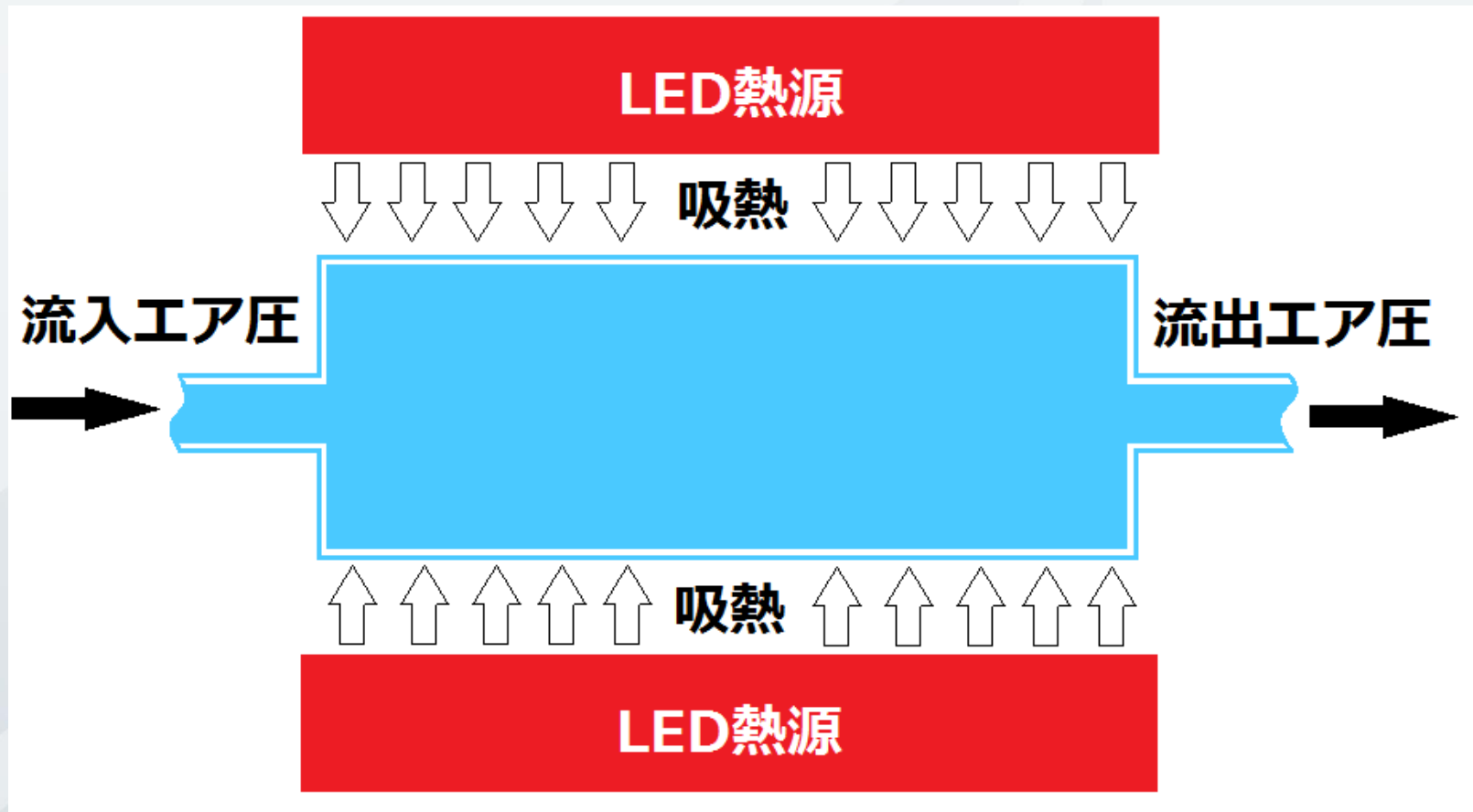
テーパ形状の場合

- 厚さの違いによる温度・放熱量の傾向 ▶ 簡易化したフィンと差がない

厚さ2mmのフィン間に1枚ずつ追加した形状が最適

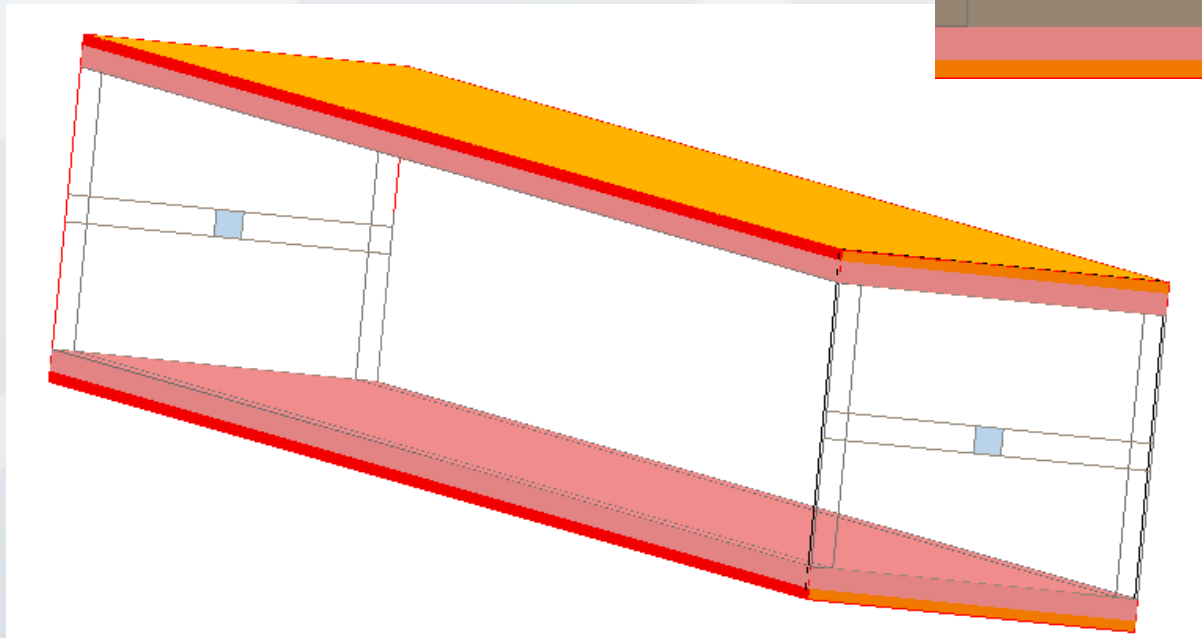
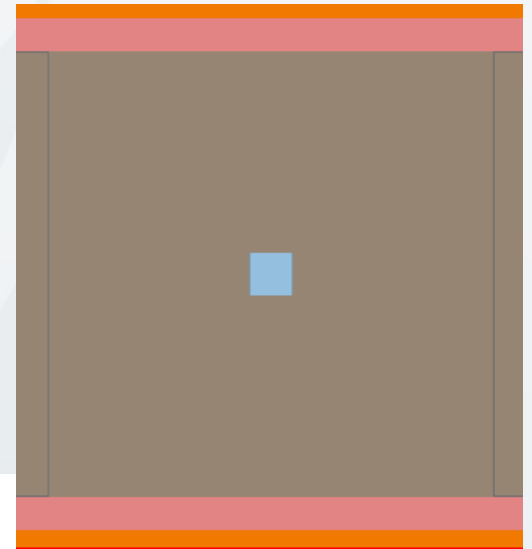
流入空気による冷却





解析対象

- 冷却装置のモデル
 - 長さ 1821mm
 - 高さ 26mm
 - 幅 26mm
 - 壁面厚さ 2mm
 - 熱源厚さ 1mm
 - 入口、出口 5mm × 5mm



解析領域

- $X=1821\text{mm}$ $Y=30\text{mm}$ $Z=30\text{mm}$

計算方法

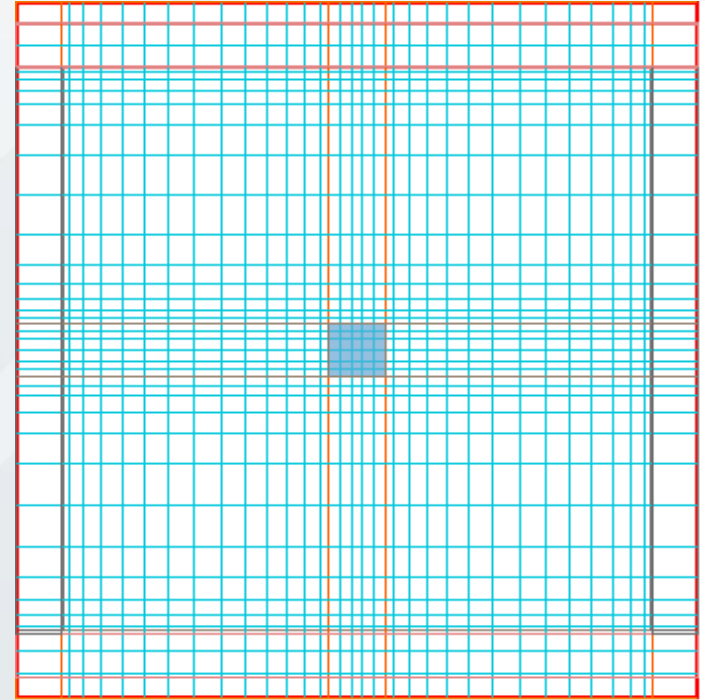
- 定常計算

計算格子分割数

- X方向1821個、Y方向35個、Z方向38個
- X方向は1mmの等間隔メッシュ
- Y、Z方向は不均等メッシュ

冷却装置の諸元

- 材質:アルミニウム
- 空間内の初期温度:20°C
(LED熱源:上下の壁面をともに100°C)
(流体:圧縮性の空気20°C)

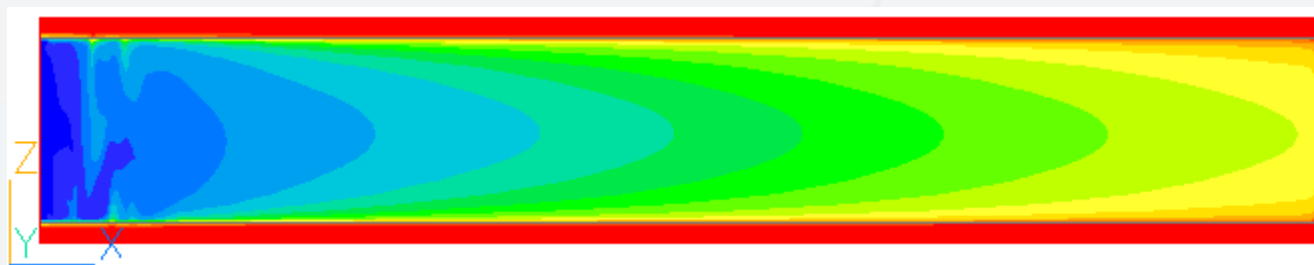
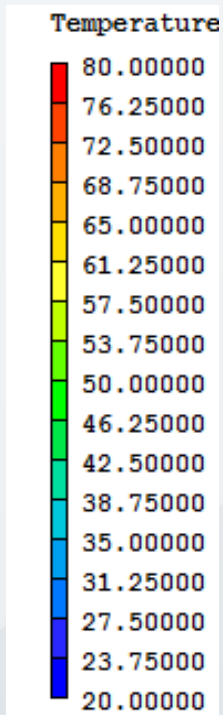


入口: 0.6、0.4、0.2MPaのいずれか
(ゲージ圧、圧力規定)

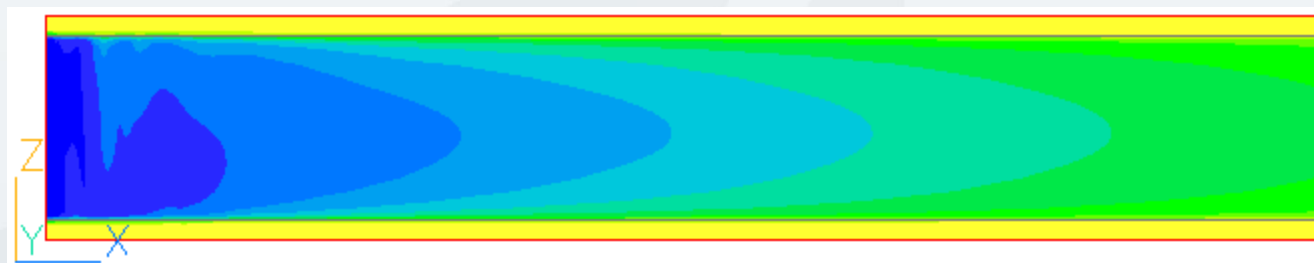
出口: 0Pa(ゲージ圧、圧力規定)

上下の熱源: 80、60、40°Cのいずれか

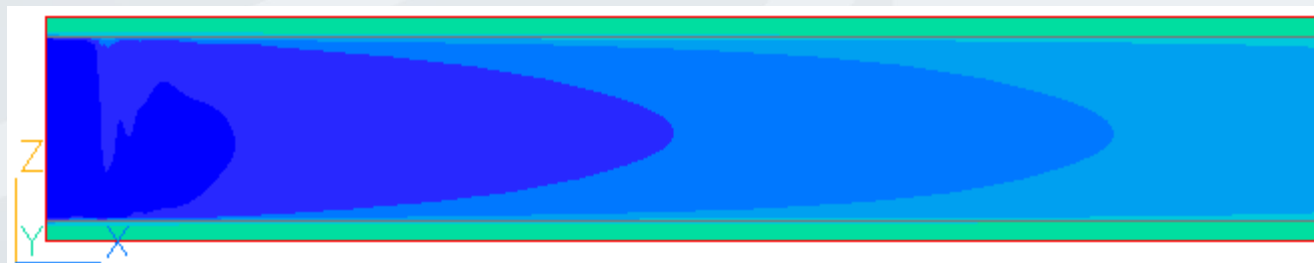
温度分布(熱源温度の影響)



Pin=0.4MPa Twall=80°C Tavg=52.4°C

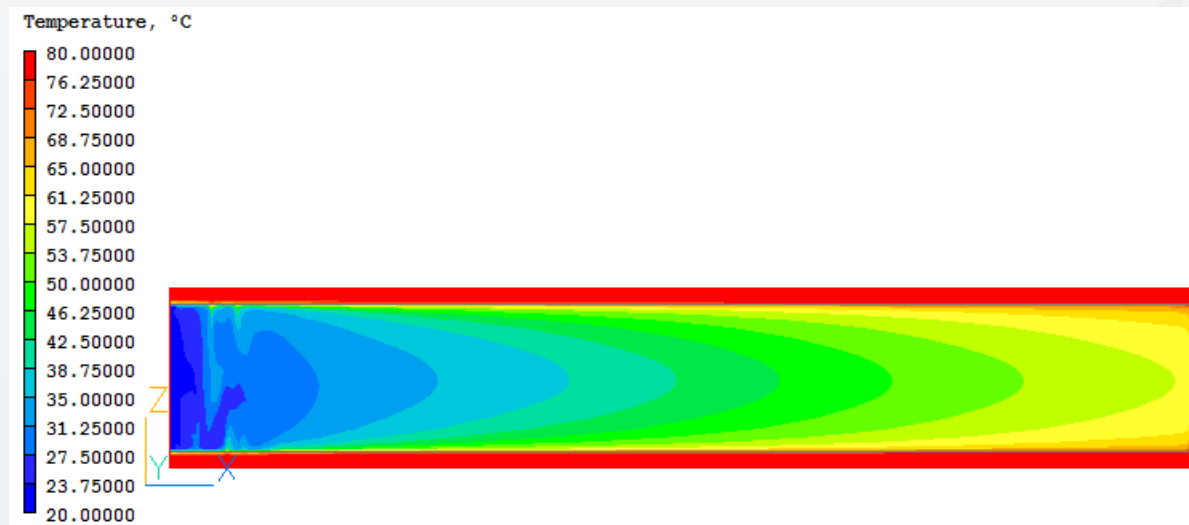


Pin=0.4MPa Twall=60°C Tavg=41.7°C

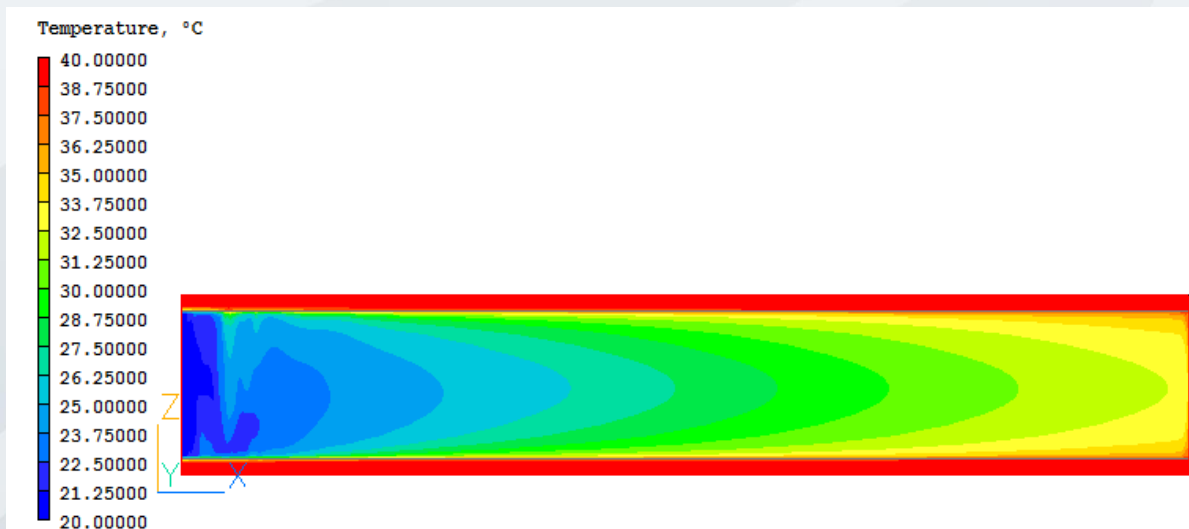


Pin=0.4MPa Twall=40°C Tavg=30.8°C

温度分布(熱源温度の影響)

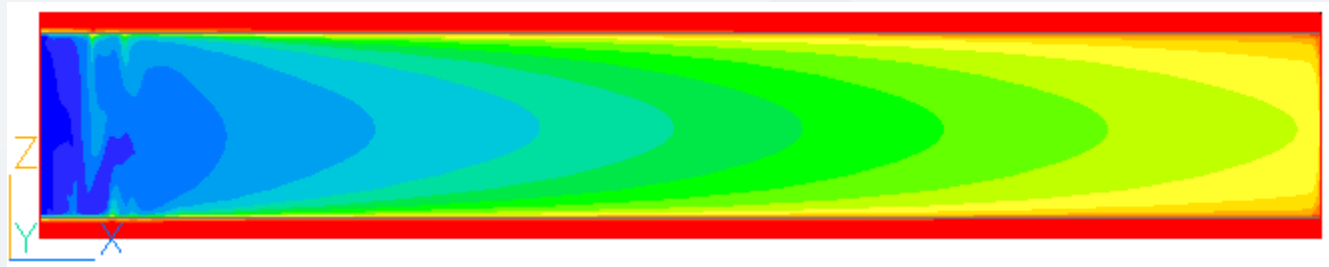
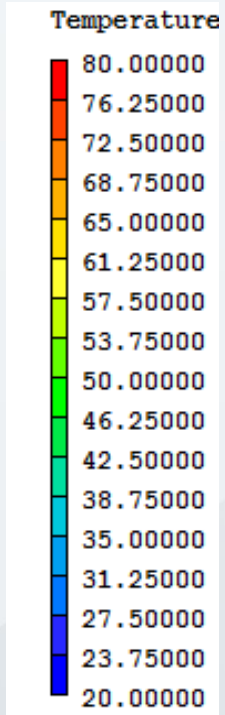


Pin=0.4MPa Twall=80°C

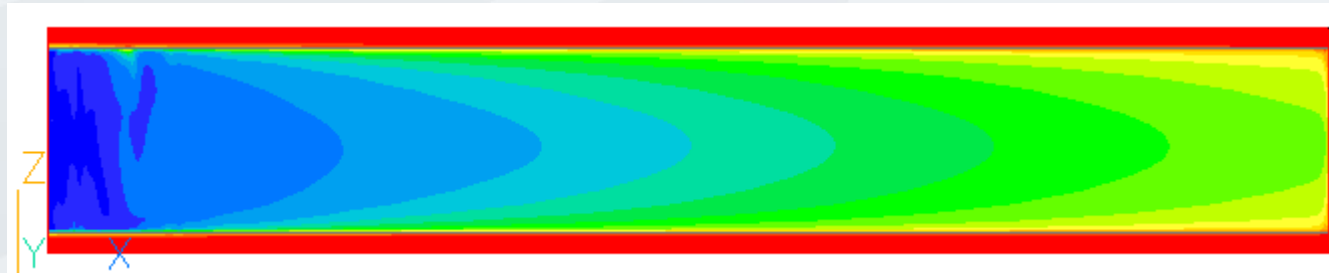


Pin=0.4MPa Twall=40°C

温度分布(入口圧力の影響)

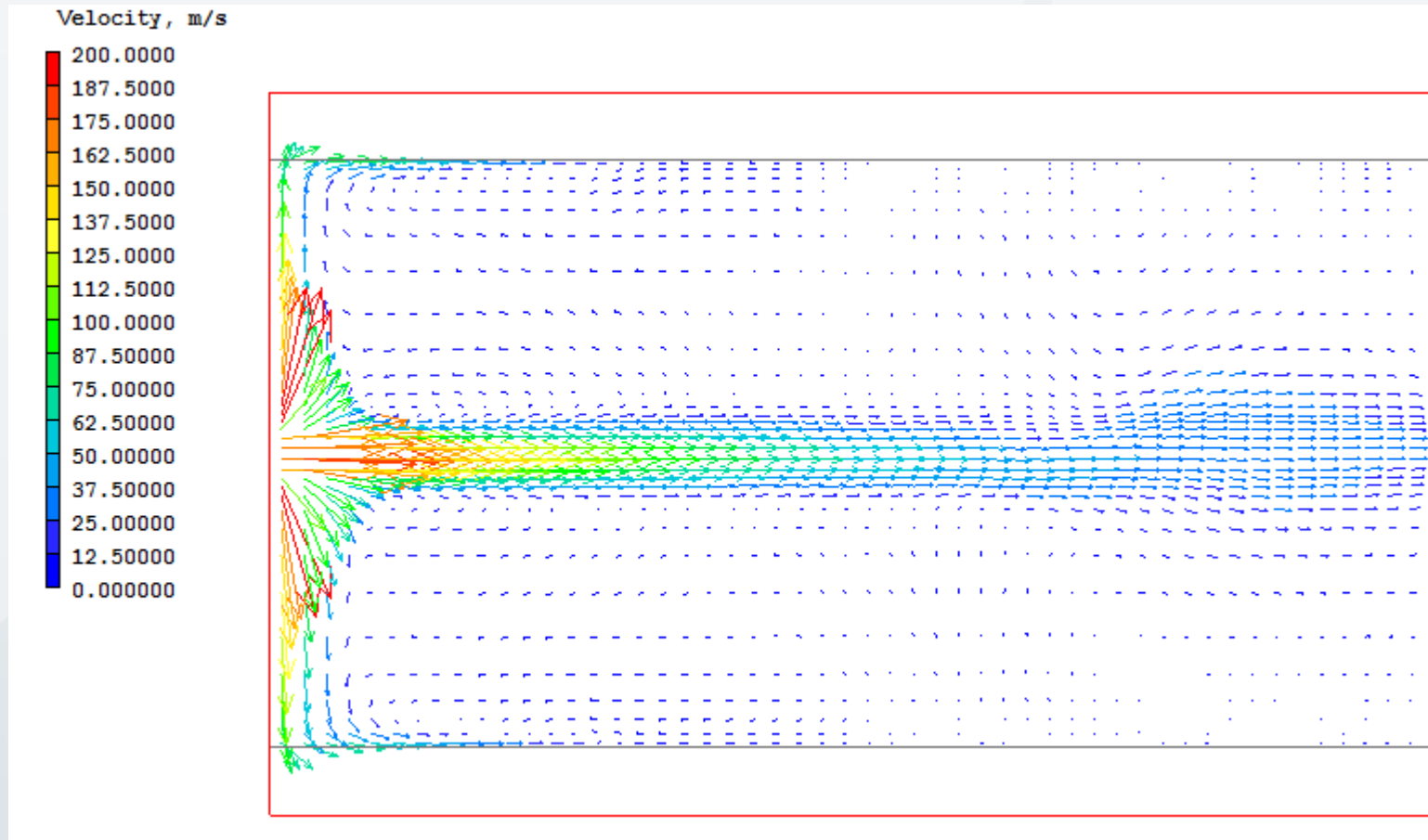


$P_{in}=0.4\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$ $T_{avg}=52.4^{\circ}\text{C}$



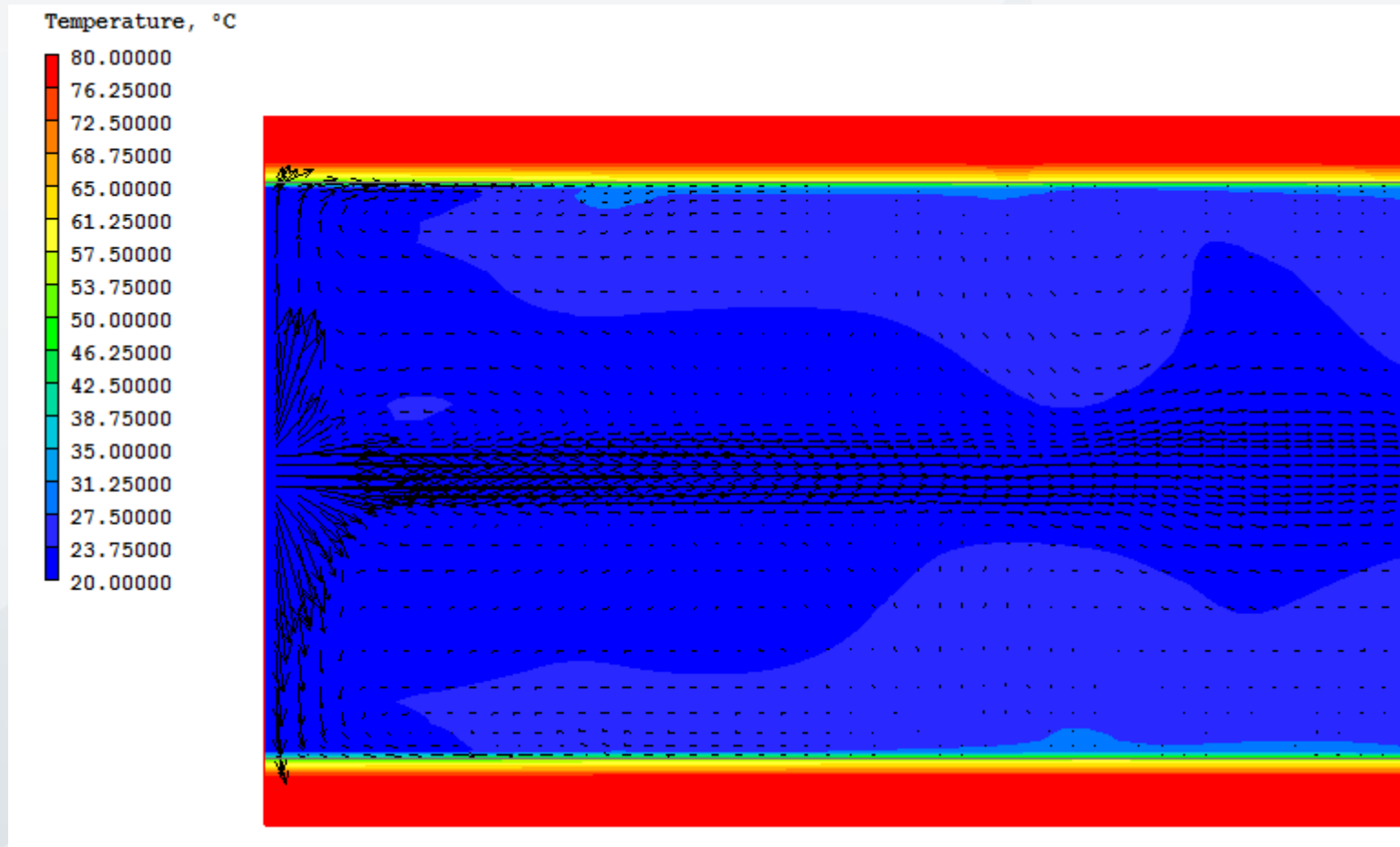
$P_{in}=0.6\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$ $T_{avg}=49.1^{\circ}\text{C}$

速度分布(流入口)



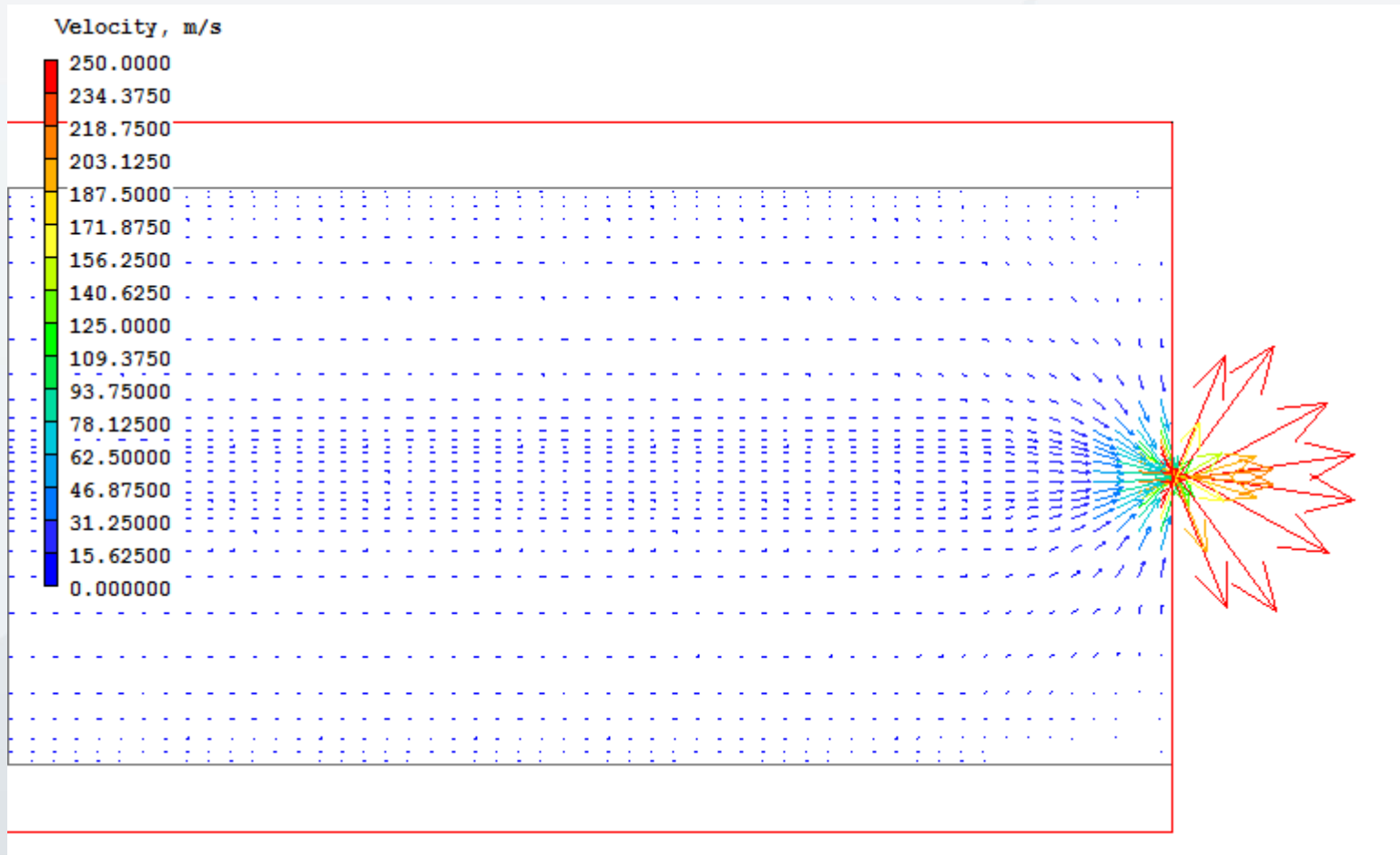
$P_{in}=0.4\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$

速度分布(流入口)



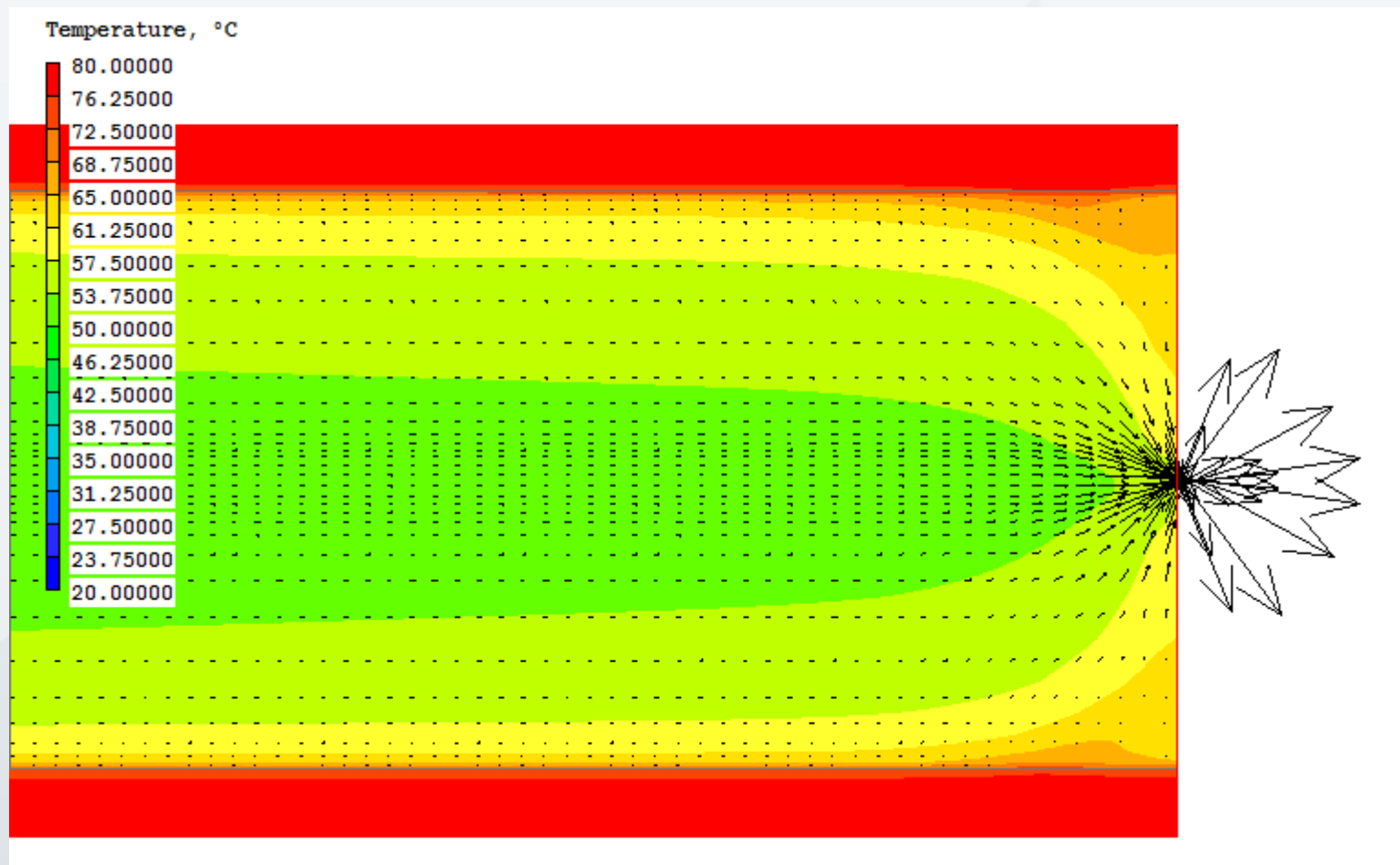
$P_{in}=0.4\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$

速度分布(流出口)

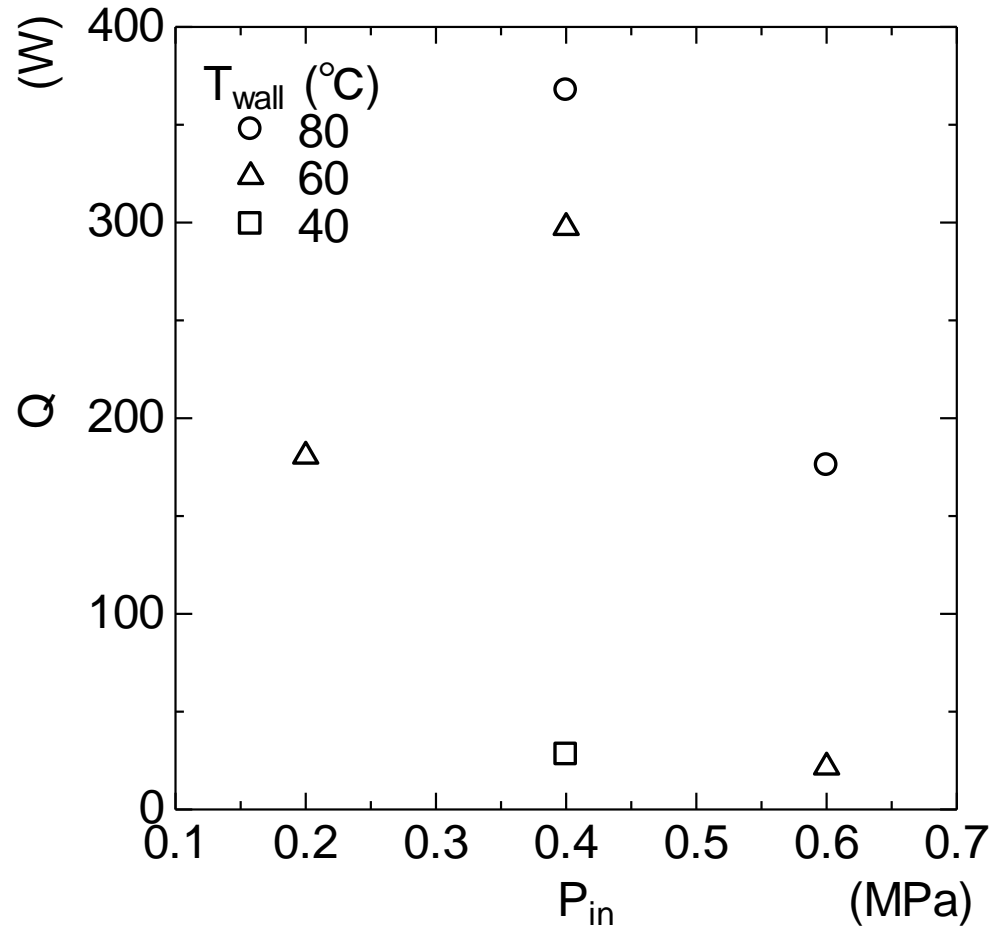


$P_{in}=0.4\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$

速度分布(流出口)



$P_{in}=0.4\text{MPa}$ $T_{wall}=80^{\circ}\text{C}$



- 管軸流れ方向については、入口付近で温度の乱れた領域(全体の長さの約1割)が存在するが、流れるにつれて流体の温度は壁面からの熱を受けて高くなる。
- 同じX方向位置においては、上下の壁面から離れて中心に近いほど温度は低い分布となっている。
- 温度コンターの最大温度を同じにすると、その分布形状はほぼ同じである。
- 流入圧力一定では、壁面温度が高いほど、より多くの熱を運んでいる。
- 入口の流入圧力が大きいほど流入速度が大きくなり、全体の平均温度も低くなるが、速く流れてしまうために十分に熱を運んでいない。



速い流れを作っておけば十分排熱されるのではなく、壁面温度によって最も排熱ができる入口圧力があることが分かった。