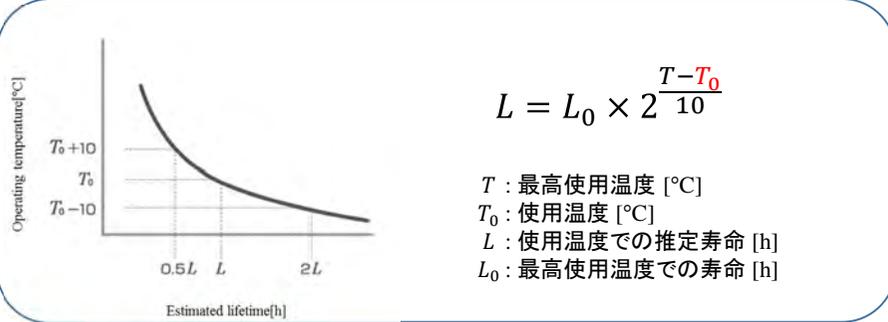


研究背景

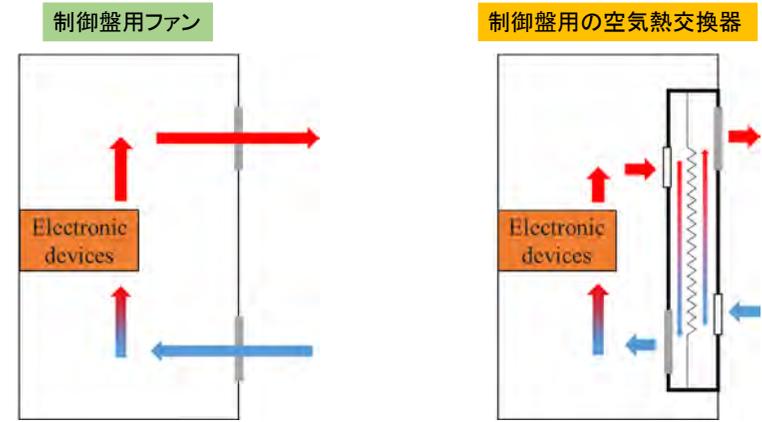
- ✓ 電子機器の小型化、軽量化、高密度化により制御盤は小型化し内部発熱温度は上昇している。
- ✓ 電子機器は高温下では化学反応が急速に促進されるため、故障率を上昇させ、電子部品の寿命を縮めてしまう。

アレニウスの法則による電解コンデンサの推定寿命



- ✓ 使用温度が10°C上がった場合寿命は半分に、10°C下がった場合寿命は2倍になる。

研究背景



- ✓ 安価である。
- ✓ 周囲の埃や湿気を吸い込み、故障の原因となってしまうことがある。

- ✓ 埃や湿気を吸い込まないで、制御盤を密閉させたまま内部で発生した熱を外部へ放出することができる。

研究背景・目的

- ✓ 制御盤用の空気熱交換器を用いる際、**制御盤に対して適切な能力を持っているかが重要である。**

制御盤に対して、冷却能力が高い熱交換器を使用した場合

- ✓ 不要な電力が消費されるため、**コストが高くなって**しまう。

制御盤に対して、冷却能力が低い熱交換器を使用した場合

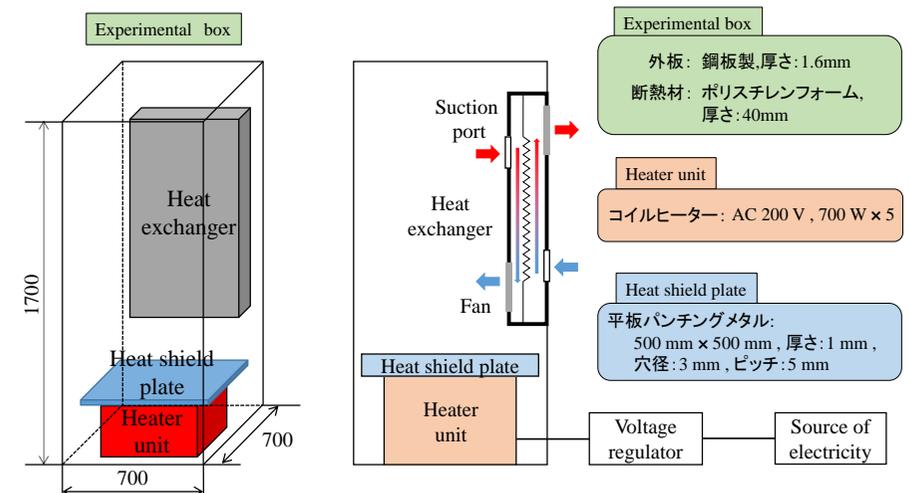
- ✓ 制御盤内の機器を十分に冷却できないため、**故障の原因**となる。

研究目的

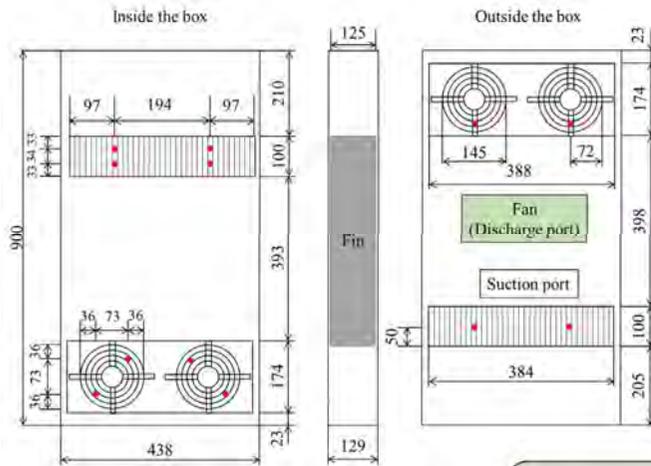
制御盤用の空気熱交換器の性能評価を行い、熱交換器の能力を調査

実験装置

- ✓ 本実験は盤用熱関連機器工業会の盤用熱交換器の能力評価試験方法により行った。



熱交換器1

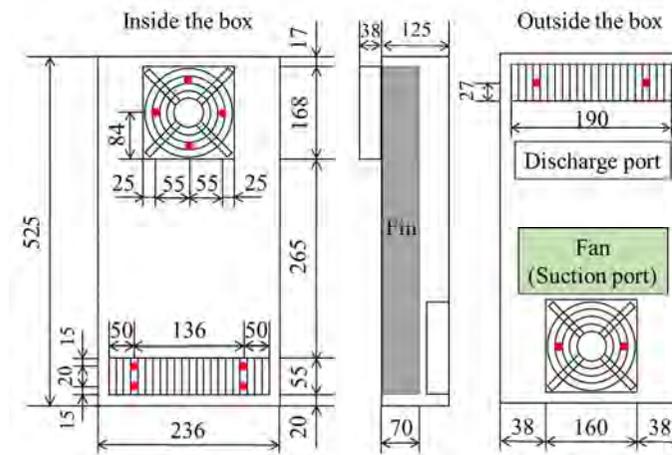


●: K型シース熱電対 (クラス1),
誤差: ± 1.5 K

Fin: アルミニウム,
498 mm \times 384 mm \times 125 mm,
5.4 mm \times 37

Fan (1個あたり):
172 mm \times 150 mm \times 50.8mm,
風量: $8.56 \text{ m}^3/\text{min}$

熱交換器2



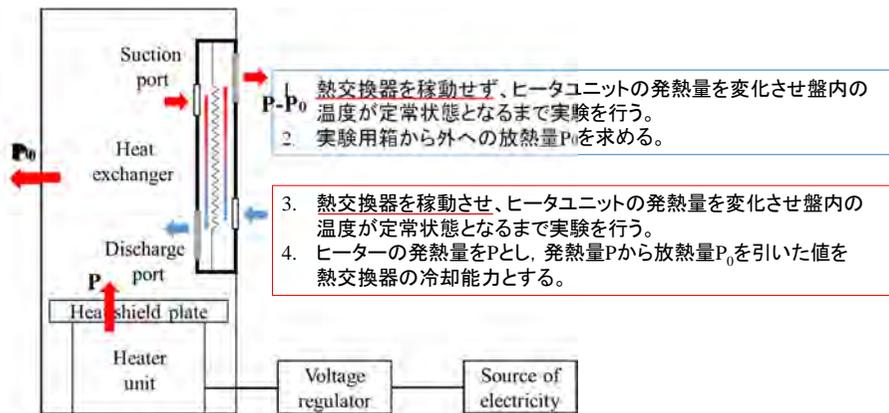
●: K型シース熱電対 (クラス1),
誤差: ± 1.5 K

Fin: アルミニウム,
498 mm \times 190 mm \times 70 mm,
5.0 mm \times 19

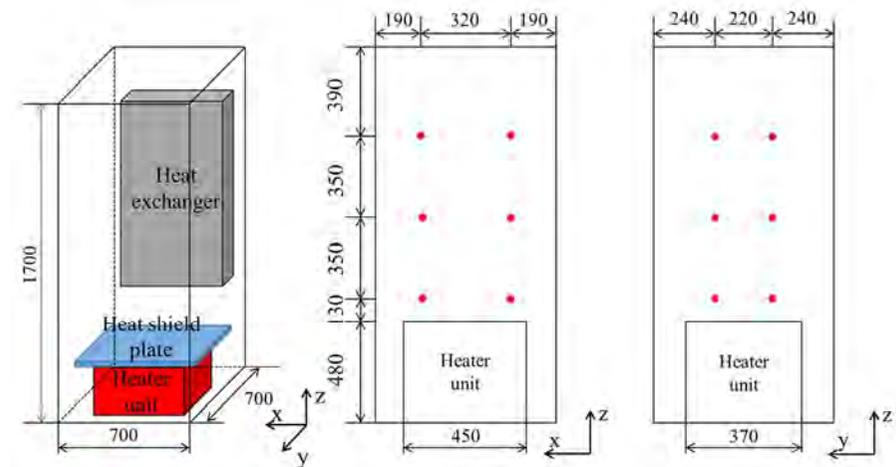
Fan:
175 mm \times 150 mm \times 38mm,
風量: $4.8 \text{ m}^3/\text{min}$

実験方法

熱交換器の稼働なし

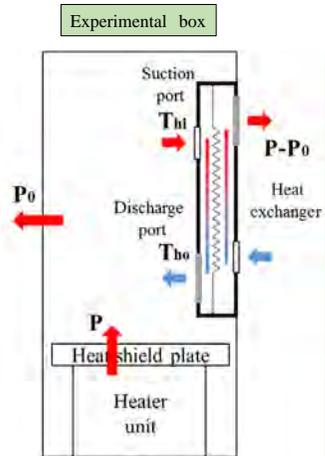


実験装置(放熱試験)



●: K型シース熱電対 (クラス1),
誤差: ± 1.5 K

計算方法



$$T_{hm} = \frac{T_{hi} + T_{ho}}{2}$$

$$\Delta T = T_{hm} - T_0$$

$$Q = (P - P_0) / \Delta T$$

T_{hm} : 盤内側空気の平均温度 [K]

T_{hi} : 盤内側吸気口の平均空気温度 [K]

T_{ho} : 盤内側排気口の平均空気温度 [K]

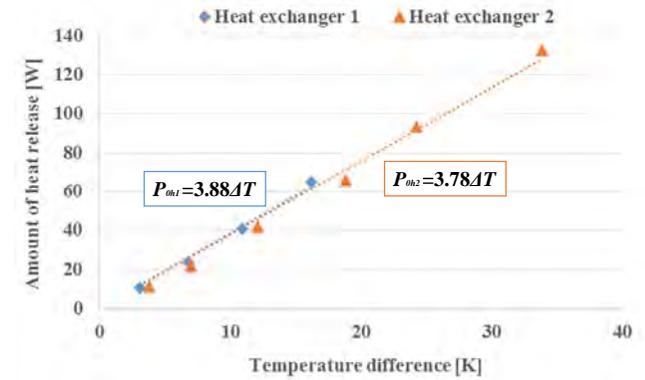
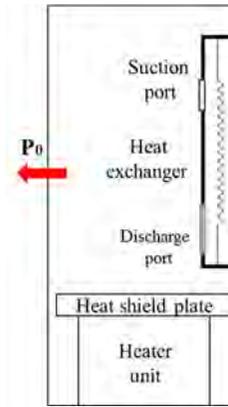
ΔT : 盤内側空気の平均温度と外気温度との温度差 [K]

T_0 : 外気温度 [K]

Q : 定格能力 [W/K] ($\Delta T = 20$), P : ヒータユニットの発熱量 [W]

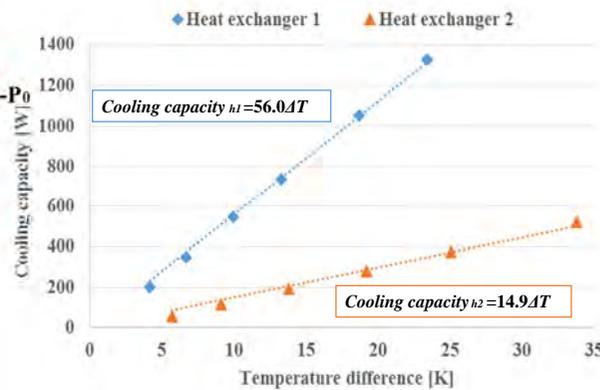
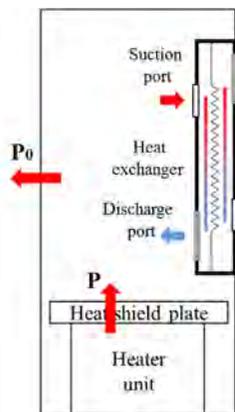
P_0 : 熱交換器を稼働させない時の実験用箱からの放熱量 [W]

実験結果(放熱試験)



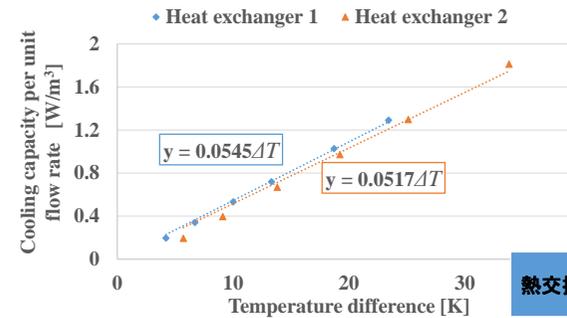
- ✓ 実験結果から線形近似を求めた結果、 $P_{0n1}=3.88\Delta T$ 、 $P_{0n2}=3.78\Delta T$ となった。
- ✓ 熱交換器1の方が放熱量が増加しているが、取り除いた断熱材が影響していると考えられる。

実験結果(熱交換器)



- ✓ 熱交換器1、2の定格能力は $Q_{n1}=56.0\text{ W/K}$ 、 $Q_{n2}=14.9\text{ W/K}$ となった。
- ✓ 制御盤用の熱交換器は盤内の温度上昇が約10~20Kの制御盤で使用されると能力評価試験方法に記述されている。
- ✓ 熱交換器1では約560~1120W発熱する制御盤に、熱交換器2では約149~298W発熱する制御盤に使用することが適切である。

実験結果(熱交換器)



熱交換器	冷却能力 [W]	単位流量あたりの冷却能力 [W/m³]
1	56.0ΔT	0.0545ΔT
2	14.9ΔT	0.0517ΔT

3.8倍 1.1倍

- ✓ 熱交換器の冷却能力に、流量が大きく影響していると考えられる。

熱交換器の比較

熱交換器	寸法 [mm]	冷却能力 [W/K]	価格 [USD] (JPY)	ファンの数	ファンの能力 [m ³ /min]
1	900 × 438 × 129	56.0	478 (54,000)	4	8.56
2	525 × 236 × 125	14.9	135 (15,300)	2	4.8
PHE-60C-2	950 × 400 × 90	49.0	850 (96,000)	4	5.7
PHE-15C-2A	750 × 200 × 50	13.0	221 (25,000)	2	2.7

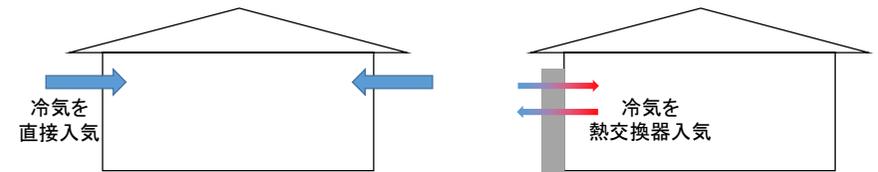
(PHE-60C-2, PHE-15C-2A: 日東工業株式会社 HP)

- ✓ 熱交換器1と2は他の熱交換器よりも、**高い冷却能力**を有している。
- ✓ 熱交換器の**価格が安い**。

研究背景

- ✓ 鶏舎の環境状態を効果的にコントロールすることは、**生産コストを下げる**。

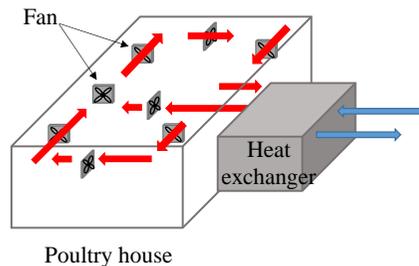
- ✓ 鶏舎は舎内全体の環境を均等にするため、隙間風が入らないように密閉にする必要がある。
- ✓ 密閉させた状態のままであると、粉塵や敷量から発生したアンモニアにより、健康問題を起こしてしまう。
- ✓ 換気をすることで、舎内の空気を排出し、外の新鮮な空気を取り入れることが求められる。



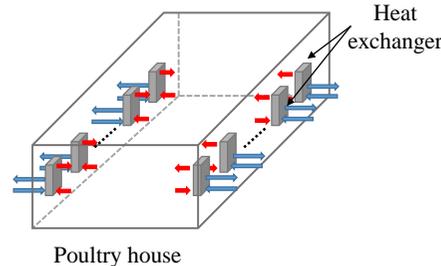
熱交換器を設置し、冬季の冷気を直接入気しない
効果: ①暖房費の削減、②ヒートショック防止、③空気質改善

研究背景・目的

鶏舎用の大型熱交換器



小型熱交換器



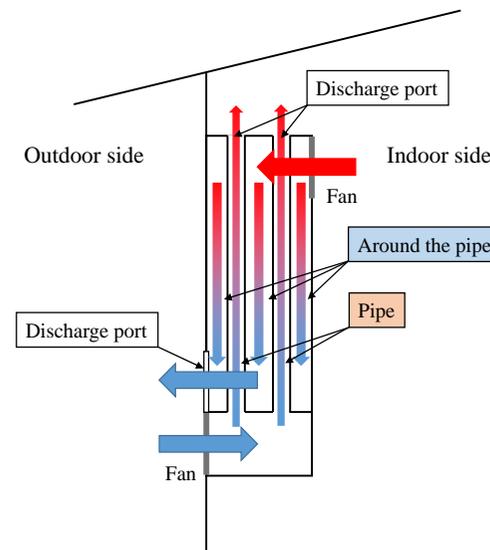
- ✓ 取り入れた空気を循環させるためのファンが必要となる。

- ✓ 分散して設置するため、均一に熱交換ができ鶏舎内温度、空気質を均一化できる。
- ✓ 鶏舎に合わせて台数選定できる。
- ✓ 基礎工事が不要となり、工事代が安い。

研究目的

鶏舎に利用する空気熱交換器に対して3次元数値解析を行い、除熱性能の見通しを調査

熱交換器



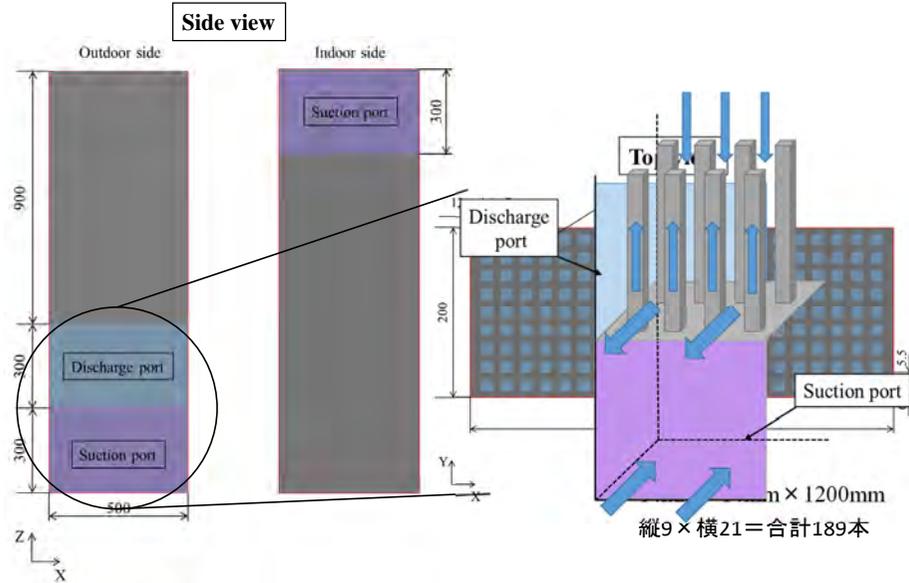
屋外 → 屋内

- ✓ パイプ内を上昇し、鶏舎内に空気を送る。

屋内 → 屋外

- ✓ パイプ周りを下降し、鶏舎外に空気を捨てる。

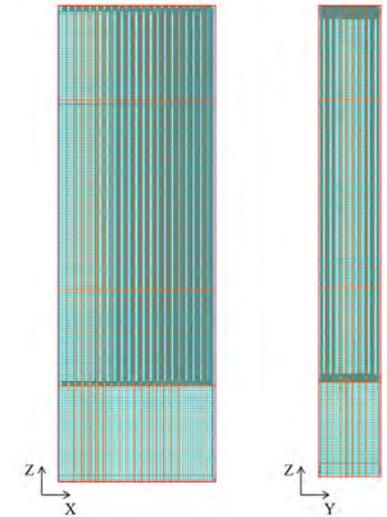
解析モデル



解析モデル

PHOENICS: 汎用三次元熱流体解析コード

- ✓ 解析領域
X:500mm、Y:200mm、Z:1500mm
- ✓ 解析格子
X:90、Y:43、Z:202
- ✓ 境界条件
流路外壁面は自然対流熱伝達と仮定し、室温の空気への放熱条件とした。
- ✓ 流入条件
空気流路入口に、流入条件を設定し、空気体積流量及び空気温度を設定する。
- ✓ 乱流モデル
KECHENモデル
- ✓ 浮力モデル
DENSITY DIFFERENCE
- ✓ 基準温度
30[°C]
- ✓ 基準圧力
101300[Pa]



解析条件・評価方法

解析条件

	温度 [°C]	体積流量 [m³/h]		
鶏舎外側の吸込み口	0	1000	1500	2000
鶏舎内側の吸込み口	30	1000	1500	2000

評価方法

- ✓ 解析結果を評価するにあたり、除熱量を算出した。

$$Q = c_p \times \rho \times V(T_{out} - T_{in})$$

c_p : 空気比熱 [J/(kg · K)]

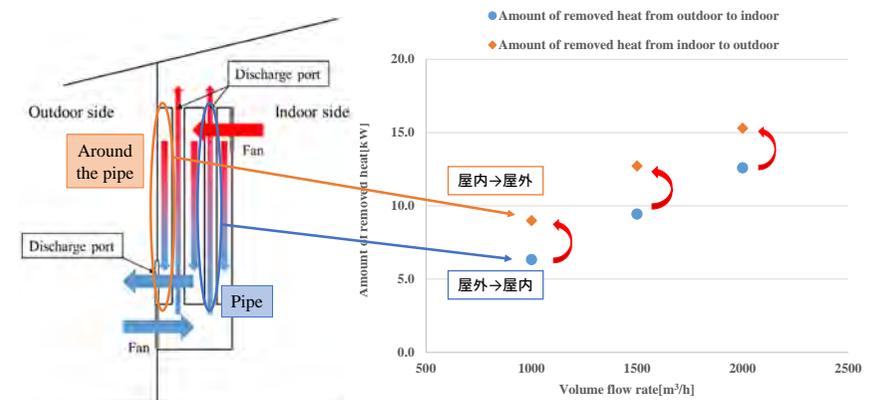
ρ : 空気密度 [kg/m³]

V : 空気体積流量 [m³/s]

T_{out} : 熱交換器吐出口温度 [K]

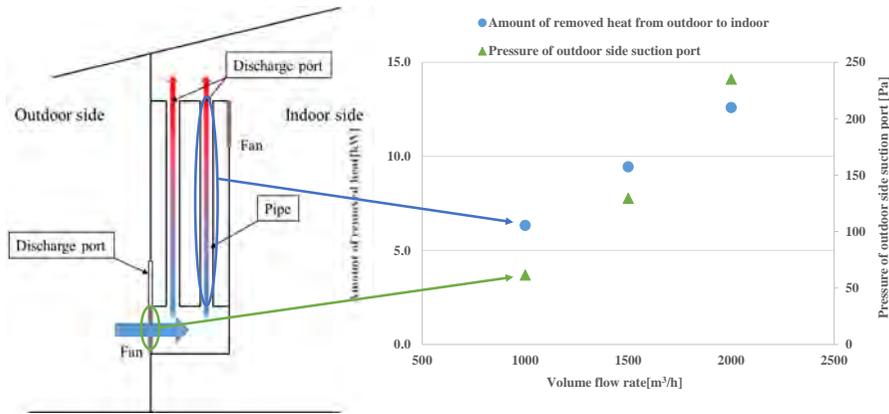
T_{in} : 熱交換器吸込み口温度 [K]

解析結果



- ✓ 全ての条件で、屋内から屋外に向かう流路内での放熱量は屋外から屋内に向かう流路内での除熱量に比べて増加した。
- ✓ 熱交換器外周部が外気にさらされており、熱交換器から外気への放熱が原因だと考えられる。

解析結果



- ✓ 体積流量が2000m³/hのとき屋外から屋内に向かう流路内での除熱量が最大となった。
- ✓ 屋外側吸込み口の圧力が200Paを越えており、検討しているファンの仕様から考えて適切ではない。
- ✓ この条件では、体積流量が1500m³/hの使用が適切だと考えられる。

解析結果

体積流量 [m³/h]	屋外から屋内に向かう流路内での除熱量 [kW]	鶏舎の床面積 [m²]	必要な除熱量 [kW]	必要台数
1000	6.3	約1322	約180	28台
1500	9.4			19台
2000	12.6			14台

- ✓ 鶏舎に利用する熱交換器の導入台数の目標を15~20台としている。
- ✓ 体積流量が1500m³/hの場合、熱交換器を19台使用することで目標とする除熱量を得ることができる。