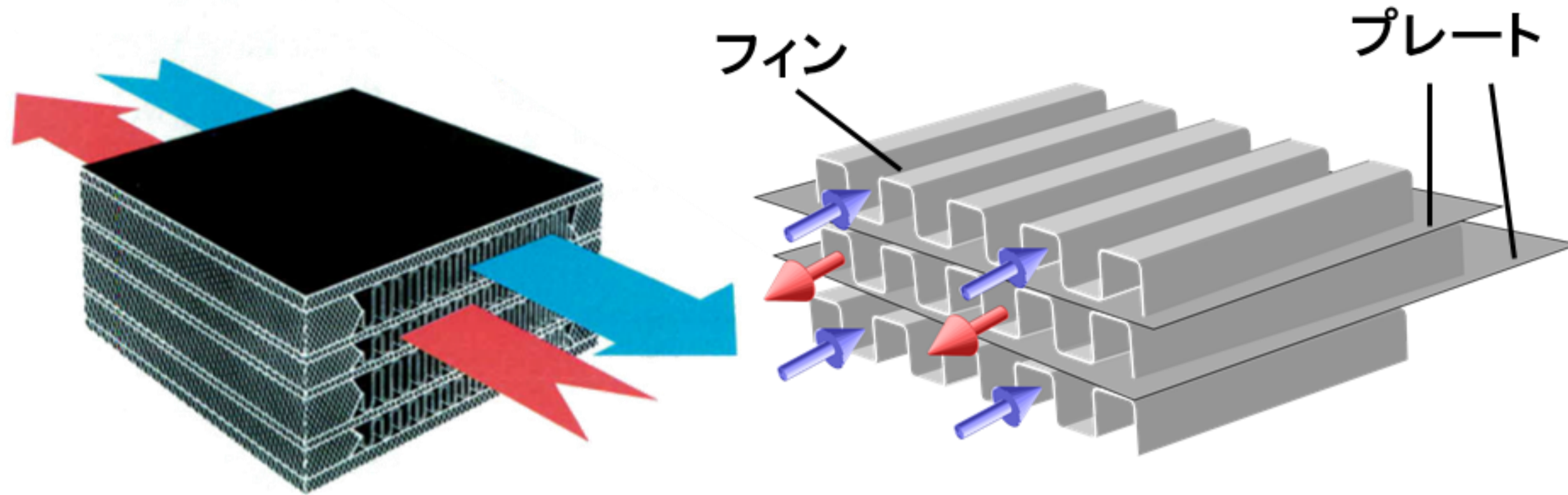


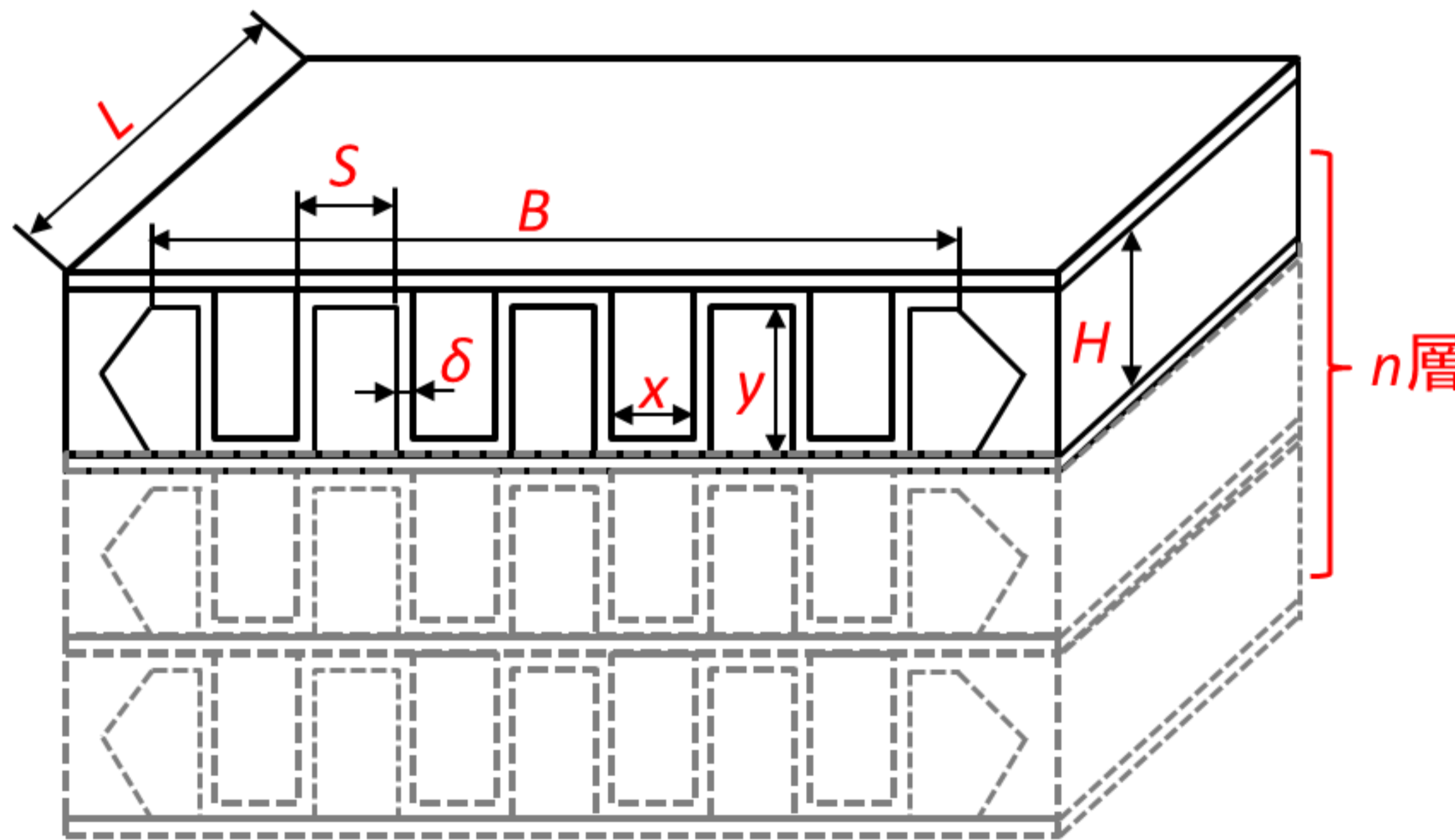
# Appearance of the heat exchanger



Water-water type counter-flow plate fin type heat exchanger

**プレート:**  
各熱媒通路間の仕切りであり一次伝熱面

**フィン:**  
二次伝熱面(拡大伝熱面)



Basic unit of plate fin type heat exchanger

- ・Bは有効幅
- ・Lはフィン長さ
- ・ $\delta$ はフィン厚さ
- ・Sはフィンピッチ
- ・Hはフィン高さ
- ・nは層数

- ・xはフィン内幅
- ・yはフィン内高

単位[mm]

# Research method



Objective function



Genetic algorithm

Optimum dimension of fin

$$N_s = \frac{1}{\varepsilon} \ln \left[ 1 + \varepsilon \left( \frac{T_{c,in}}{T_{h,in}} - 1 \right) \right] + \frac{1}{\varepsilon} \ln \left[ 1 + \varepsilon \left( \frac{T_{c,in}}{T_{c,in}} - 1 \right) \right] + \frac{1}{(c_p \dot{m})_{\min}} \varepsilon (\beta_h \dot{V}_h \Delta P_h + \beta_c \dot{V}_c \Delta P_c)$$

伝熱によるエントロピー生成単位数  $N_{s_{\Delta T}}$

流れ抵抗によるエントロピー生成単位数  $N_{s_{\Delta P}}$

$\varepsilon$ -NTU法

$$\varepsilon = \frac{NTU}{1 + NTU} \quad NTU = \frac{KF}{(cm)_{\min}} \quad K = \text{function}(\alpha_{fin}, \alpha_{plate}) \quad \alpha = \frac{j c G}{Pr^{2/3}} \quad \Delta P = \frac{4 f L G^2}{2 \rho D}$$

伝熱因子  $j = \frac{\alpha Pr^{2/3}}{cG} = a Re^b (L/D)^c (H/D)^d (\delta/D)^e *$

摩擦因子  $f = \frac{\rho D \Delta P}{2 L G^2} = a' Re^{b'} (L/D)^{c'} (H/D)^{d'} (\delta/D)^{e'} *$

Numerical analysis

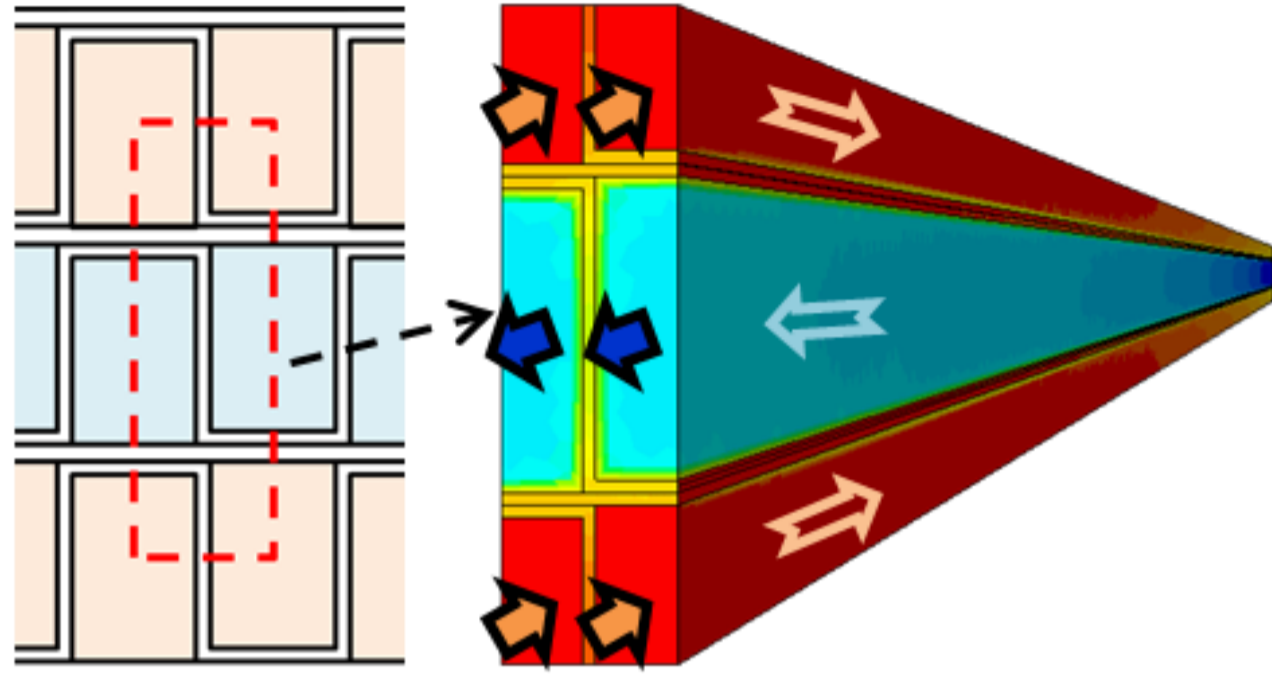
Multiple regression analysis equation

ここで、 $K$  は熱交換器の熱貫流率 [ $W/m^2 \cdot K$ ]、 $F$  は熱交換器の伝熱面積 [ $m^2$ ]、 $c$  は比熱容量 [ $W/kg \cdot K$ ]、 $\alpha$  は対流熱伝達率 [ $W/m^2 \cdot K$ ]、 $G$  は熱交換器の流量 [ $kg/m^2 \cdot s$ ]、 $Pr$  はプラントル数、 $\rho$  は熱媒の密度 [ $kg/m^3$ ]、 $D$  [ $mm$ ] は単一流路断面の等価直径である。 $a, b, c, d, e, a', b', c', d', e'$  は係数である。

\*D. Junqi, et al., Flow and heat transfer on compact smooth fin surface, Trans. Chin. Soc. Agric. Mach. 38 (2007) 53–56.

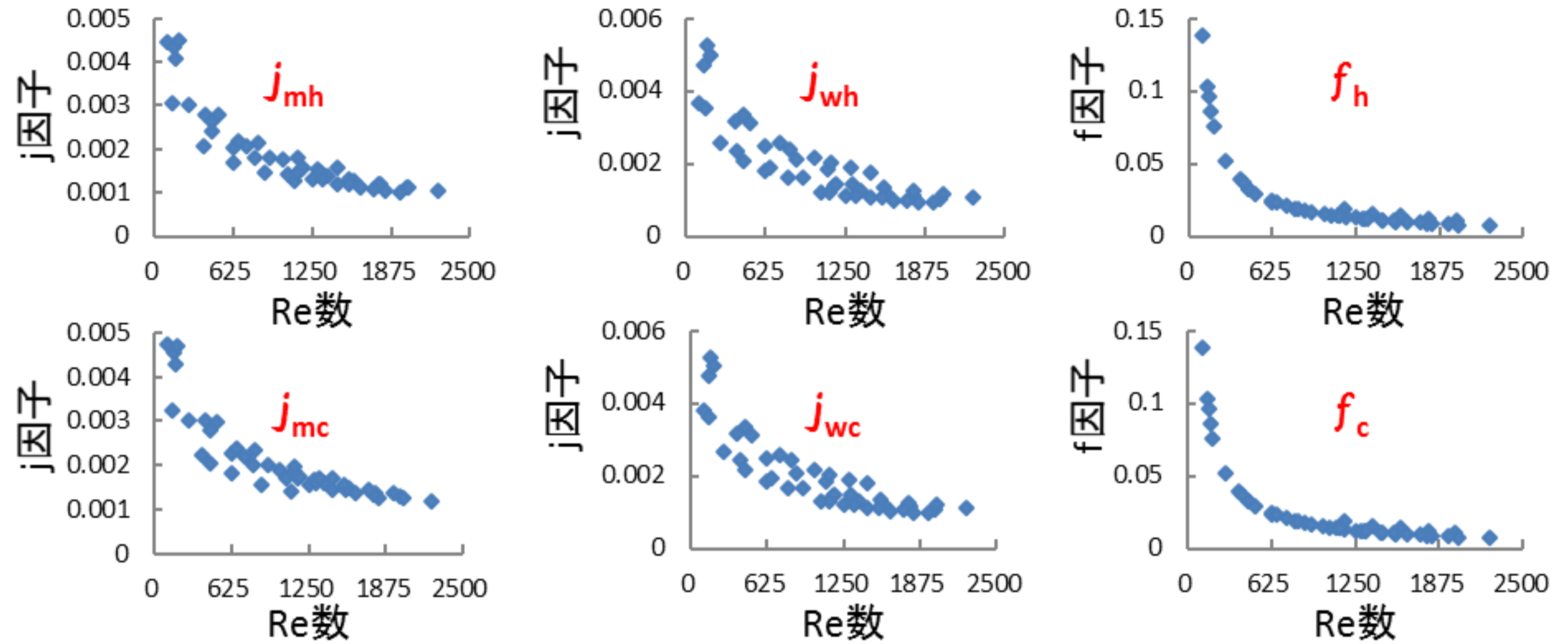
# Heat transfer factor and friction factor

## Analysis target and analysis space



高低温熱媒の流入温度: 290Kと283K

## Heat transfer factor and friction factor



## Analysis cases

高さ [mm]	厚さ [mm]	ピッチ [mm]	長さ [mm]	質量流量 [kg/m <sup>2</sup> ·s]
2	0.1	1.4	800	60, 160, 260, 360, 460
2	0.2	2.1	900	560, 660, 760, 860, 960
2	0.3	3.2	1000	60, 160, 260, 360, 460
2.5	0.1	1.4	1000	560, 660, 760, 860, 960
2.5	0.3	3.2	800	60, 160, 260, 360, 460
2.5	0.2	2.1	900	560, 660, 760, 860, 960
3	0.2	2.1	1000	60, 160, 260, 360, 460
3	0.1	1.4	900	560, 660, 760, 860, 960
3	0.3	3.2	800	60, 160, 260, 360, 460

$j_{mh}, j_{mc}$ : 高低温通路のフィンの伝熱因子  
 $j_{wh}, j_{wc}$ : 高低温通路のプレートの伝熱因子  
 $f_h, f_c$ : 高低温通路の摩擦因子

4種伝熱因子と2種摩擦因子の重回帰分析式:

$$j_{mh} = 0.7754 \text{Re}^{-0.4846} (L/D)^{-0.5264} (H/D)^{0.0023} (\delta/D)^{-0.1503} \quad R^2 = 0.9729$$

$$j_{mc} = 0.7561 \text{Re}^{-0.4449} (L/D)^{-0.4959} (H/D)^{0.4977} (\delta/D)^{0.0183} \quad R^2 = 0.9725$$

$$j_{wh} = 1.7324 \text{Re}^{-0.4847} (L/D)^{-0.5640} (H/D)^{-0.4837} (\delta/D)^{0.0437} \quad R^2 = 0.9878$$

$$j_{wc} = 1.5484 \text{Re}^{-0.4817} (L/D)^{-0.5450} (H/D)^{-0.3789} (\delta/D)^{0.0504} \quad R^2 = 0.9890$$

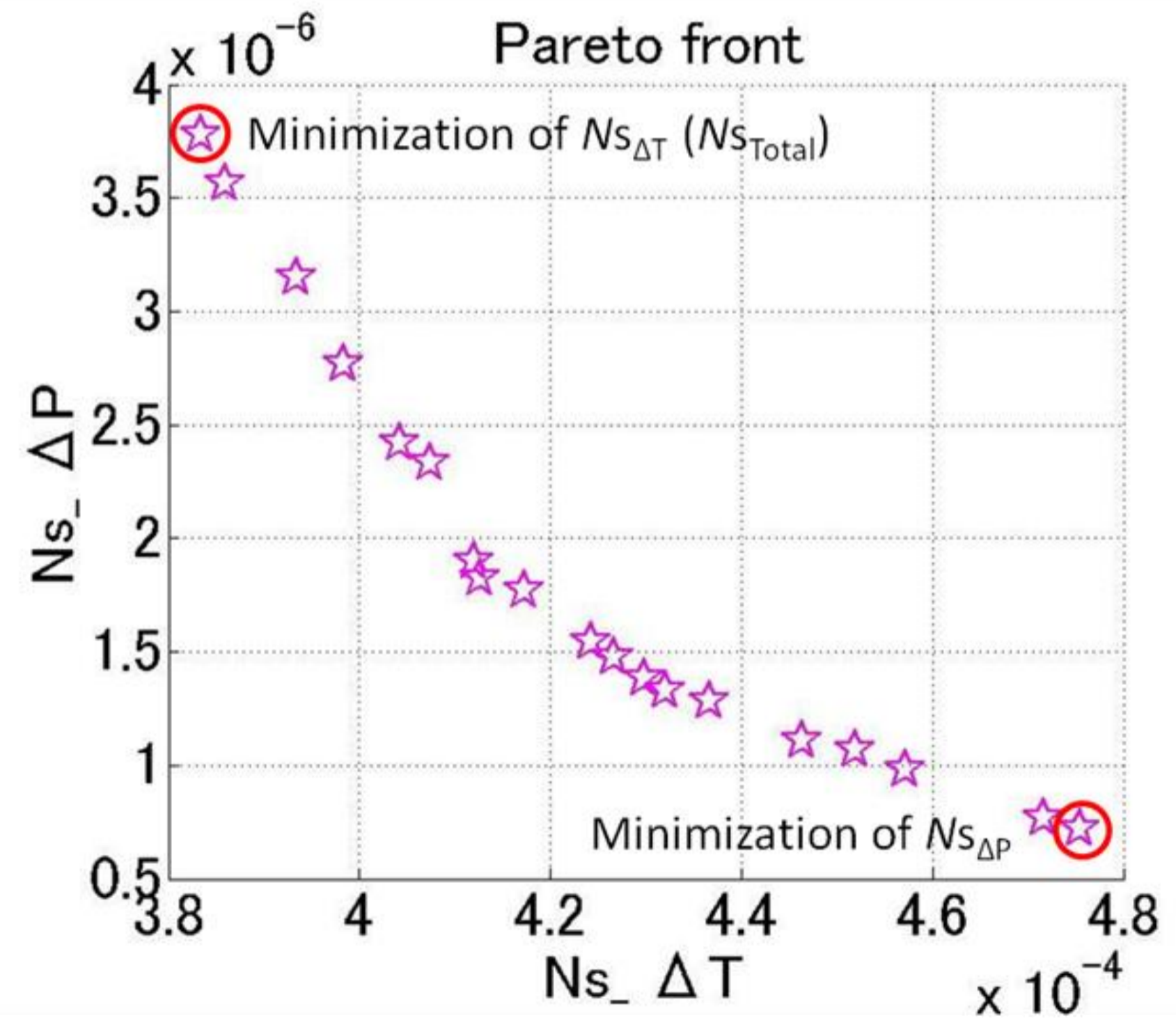
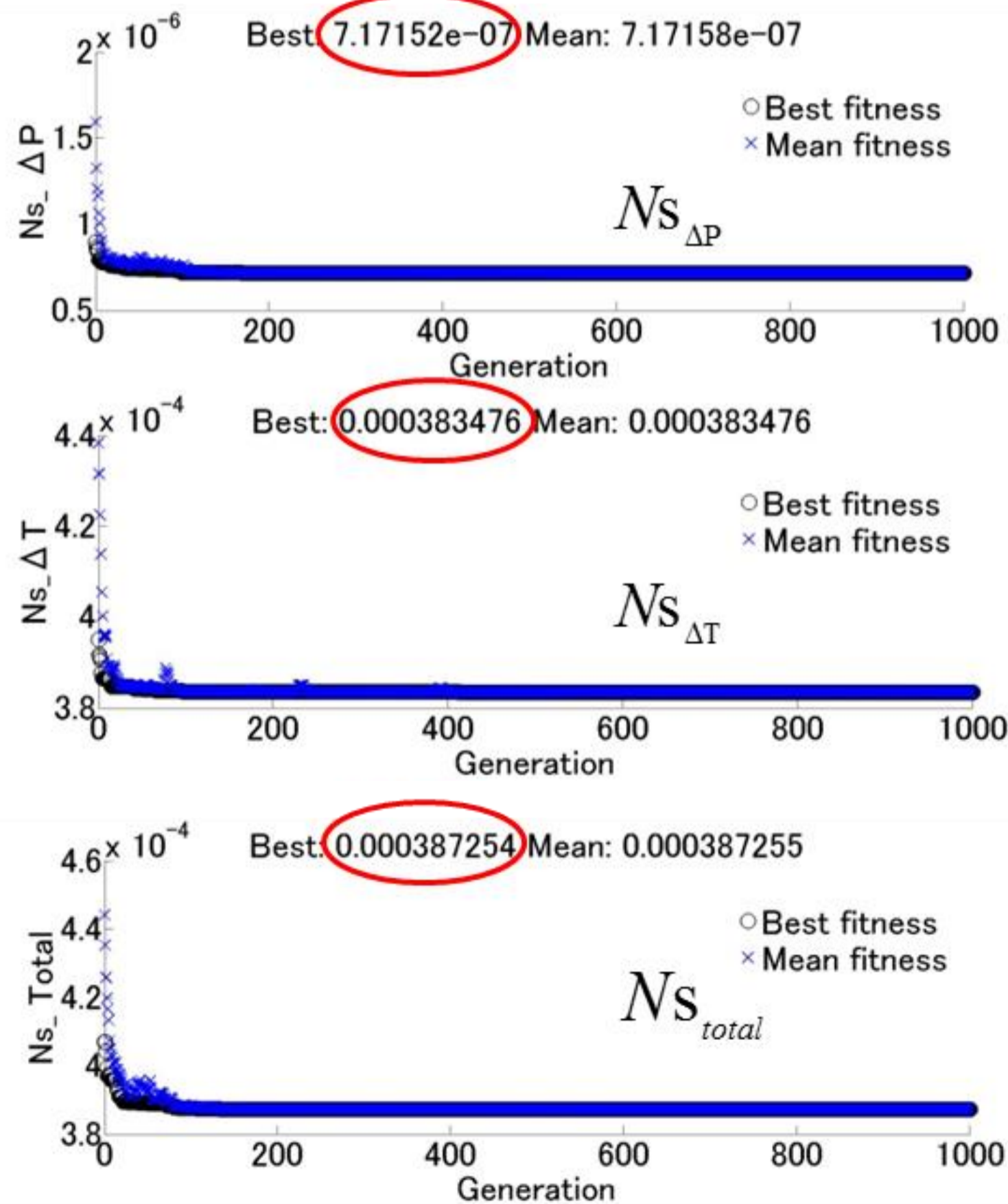
$$f_h = 3.9638 \text{Re}^{-0.9232} (L/D)^{0.1986} (H/D)^{-0.0390} (\delta/D)^{0.1340} \quad R^2 = 0.9859$$

$$f_c = 3.9711 \text{Re}^{-0.9234} (L/D)^{0.1995} (H/D)^{-0.0364} (\delta/D)^{0.1369} \quad R^2 = 0.9859$$

# Case study

Setting of variable range and optimal solution (single purpose optimization) 集団サイズ:50

	フィン高さ[mm]	フィンピッチ[mm]	フィン厚さ[mm]	フィン長さ[mm]
変数範囲	2~3	1.4~3.2	0.1~0.3	800~1000
最適解(目的関数 $Ns_{\Delta P}$ )	3	3.2	0.1	800
最適解(目的関数 $Ns_{\Delta T}$ )	2	1.4	0.3	1000
最適解(目的関数 $Ns$ )	3	1.4	0.1	1000



Pareto surface of the multi-objective optimization