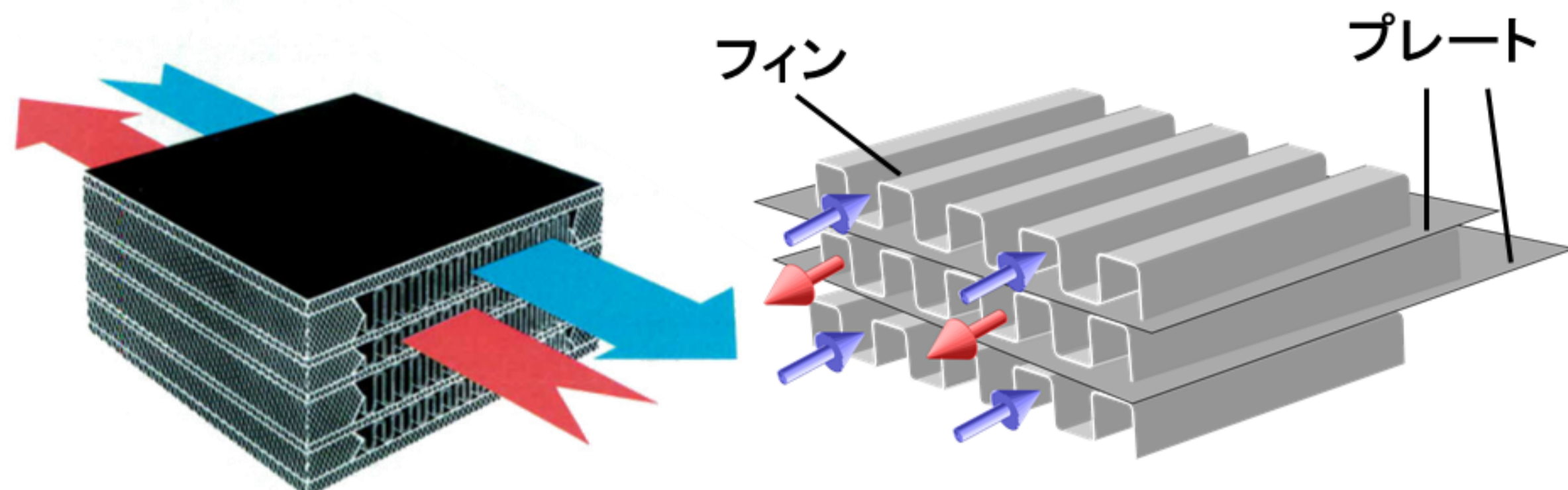


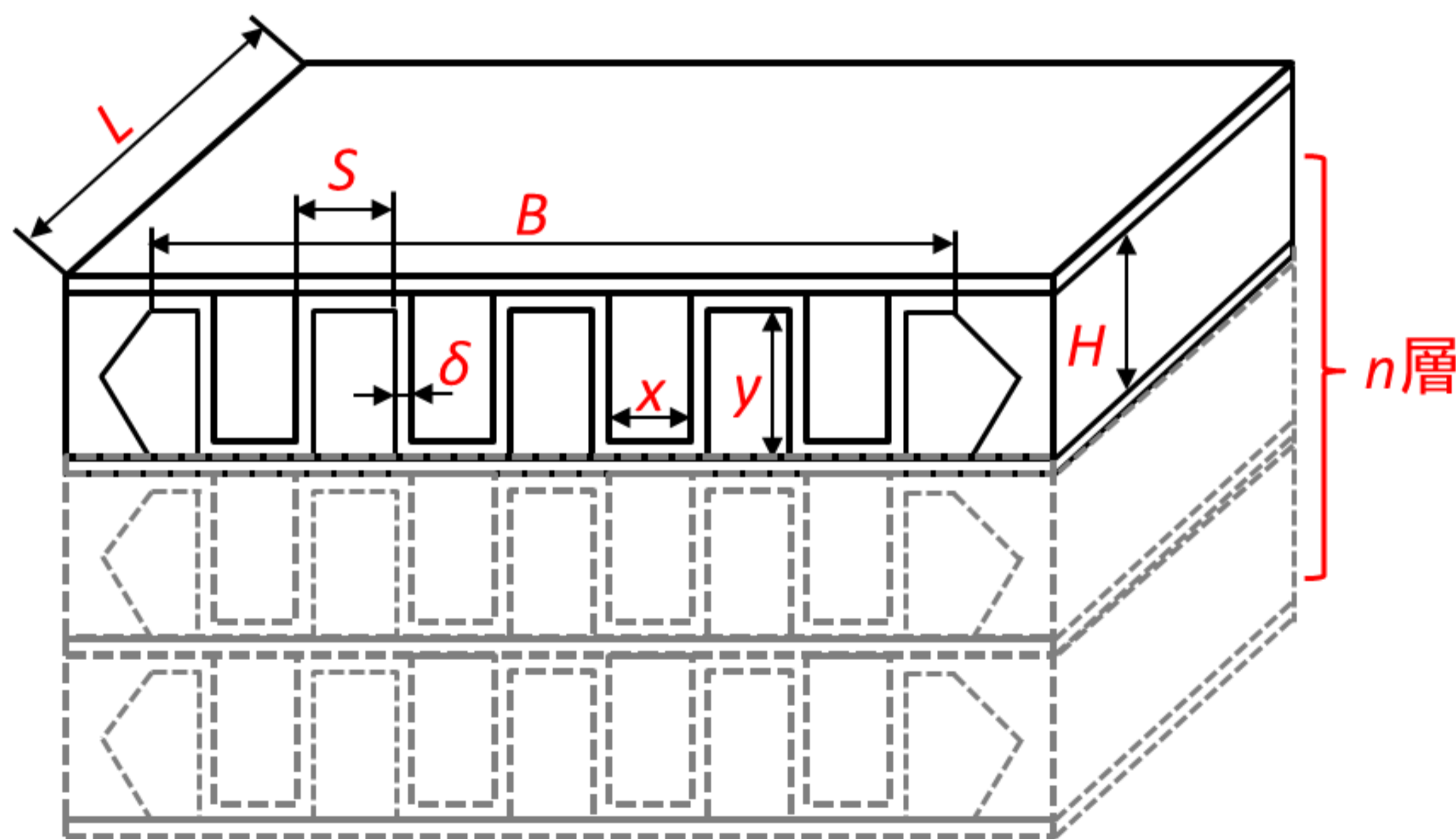
熱交換器の外観



水-水式対向流プレートフィン型熱交換器

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)



プレートフィン型熱交換器の基本単位

- ・Bは有効幅
- ・Lはフィン長さ
- ・ δ 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]

研究方法



目的関数

遺伝的アルゴリズム

フィンの最適寸法

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

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 $N_{S_{\Delta P}}$

ε-NTU法

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

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

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

数値解析

重回帰分析式

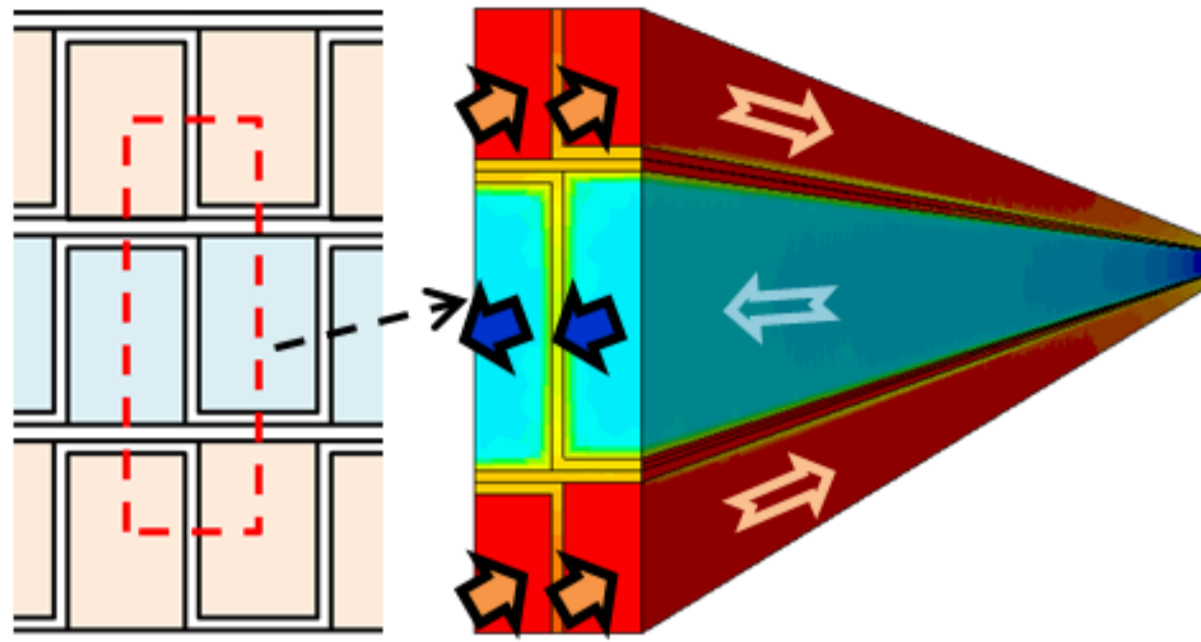
ここで、 K は熱交換器の熱貫流率 [$W/m^2 \cdot K$]、 F は熱交換器の伝熱面積 [m^2]、 c は比熱容量 [$W/kg \cdot K$]、 α は対流熱伝達率 [$W/m^2 \cdot K$]、 G は熱交換器の流量 [$kg/m^2 \cdot s$]、 Pr はプラントル数、 ρ は熱媒の密度 [kg/m^3]、 D [mm] は単一流路断面の等価直径である。 $a, b, c, d, e, a', b', c', d', e'$ は係数である。

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



伝熱因子と摩擦因子

解析対象及び解析空間

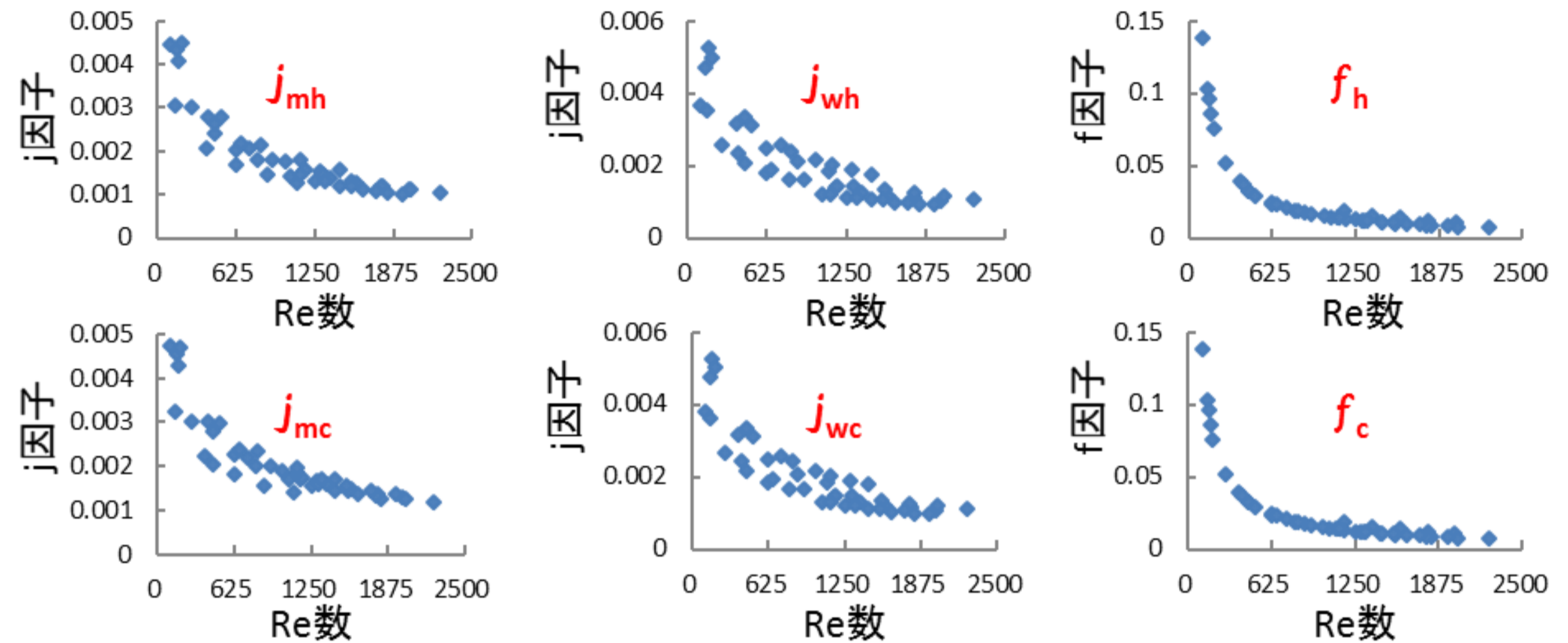


高低温熱媒の流入温度: 290Kと283K

解析ケース

高さ [mm]	厚さ [mm]	ピッチ [mm]	長さ [mm]	質量流量 [kg/m ² ・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

伝熱因子と摩擦因子



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:

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

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

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

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

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

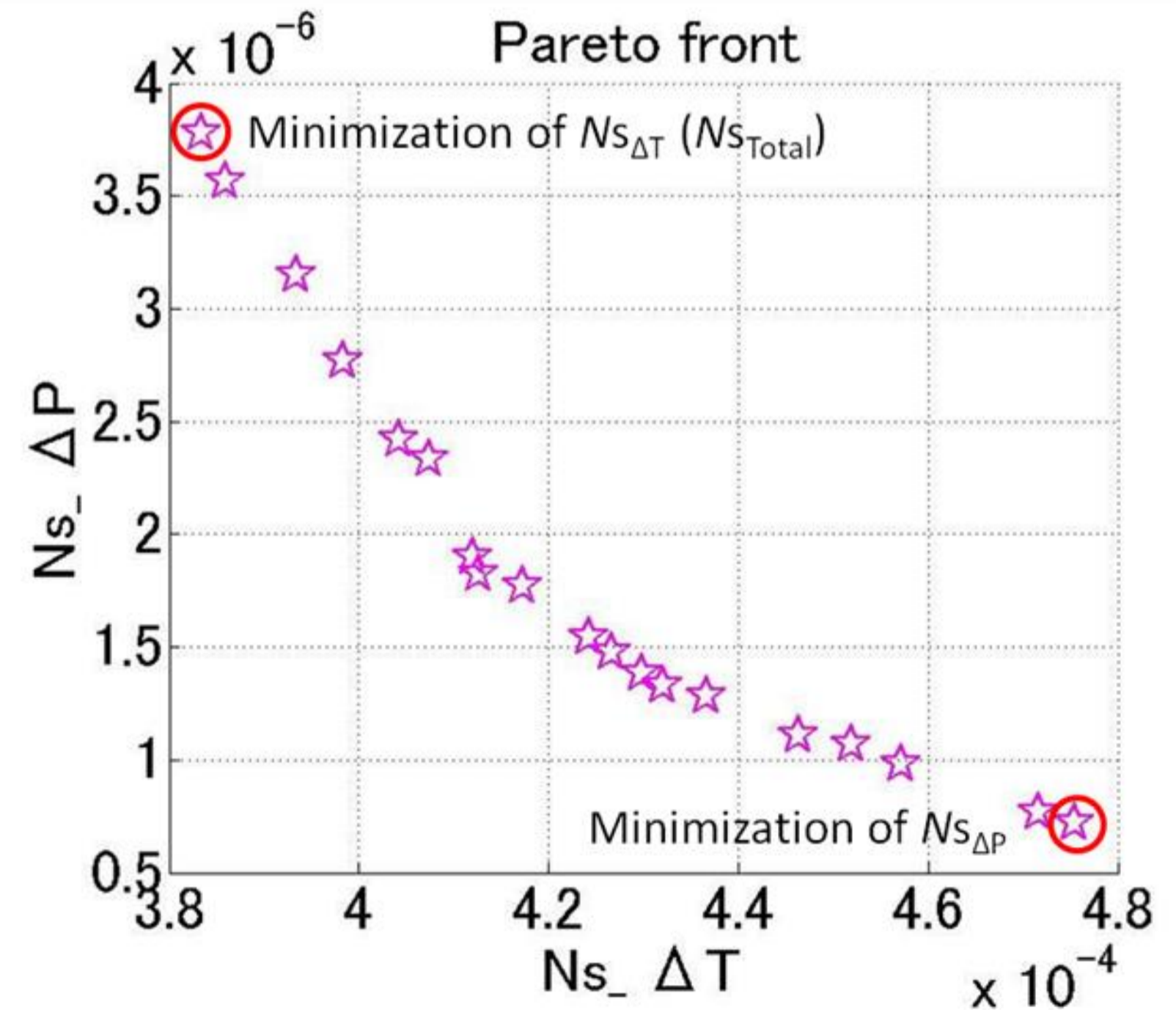
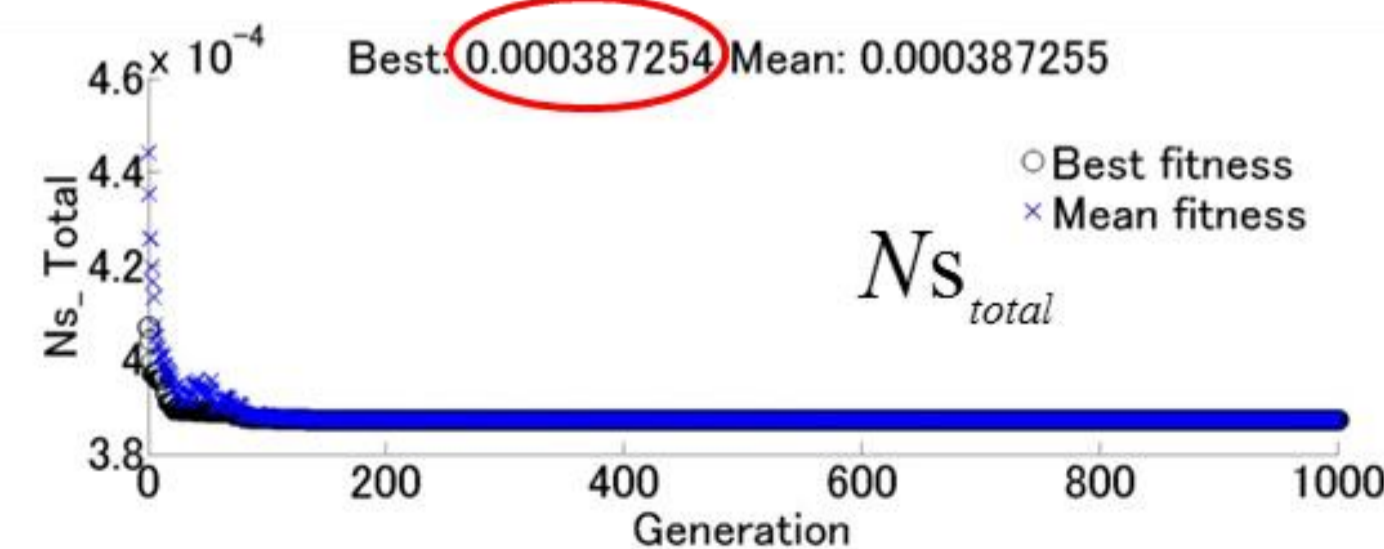
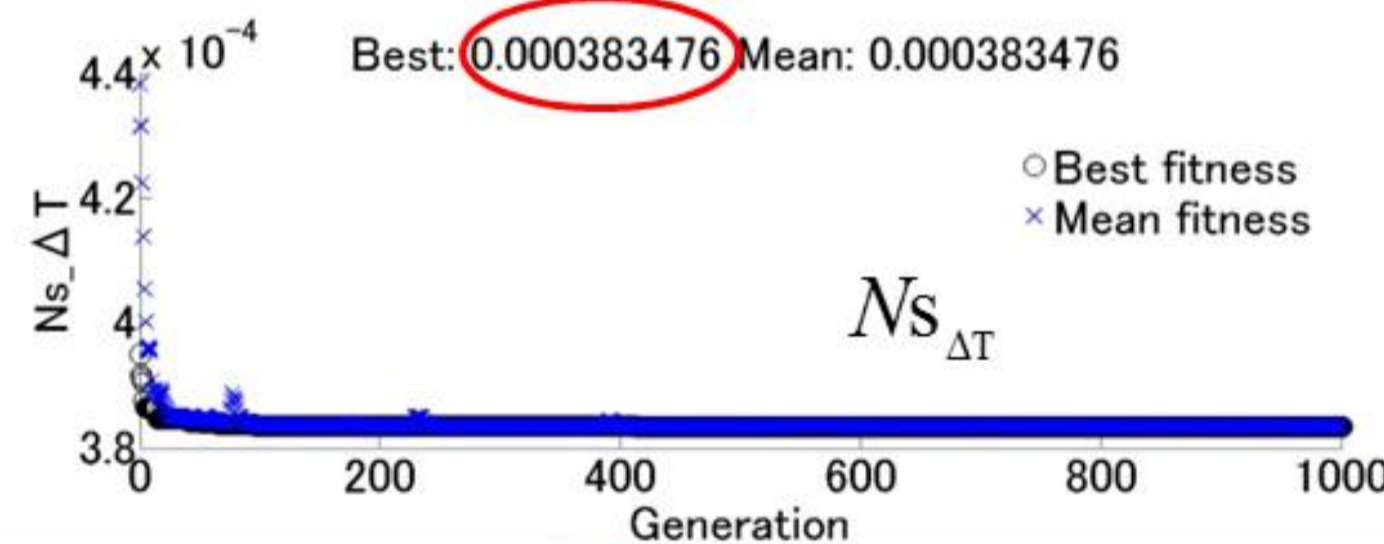
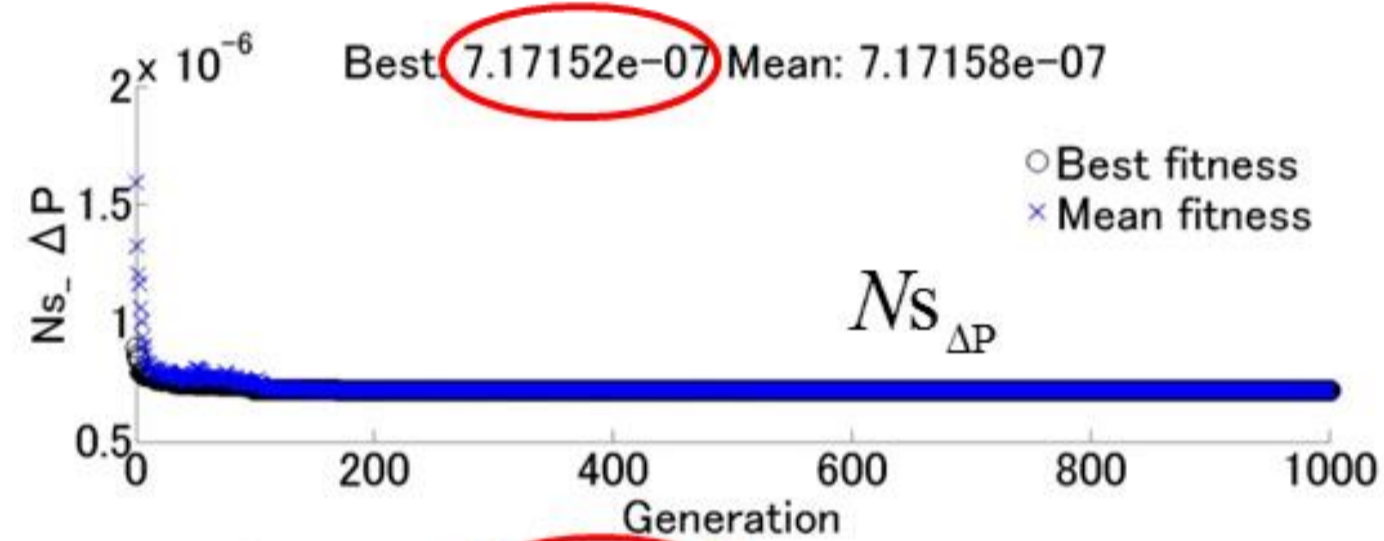
$$f_c = 3.9711 \text{Re}^{-0.9234} (L/D)^{0.1995} (H/D)^{-0.0364} (\delta/D)^{0.1369} \quad R^2 = 0.9859$$

ケーススタディー

変数範囲の設定及び最適解(単目的最適化)

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 $N_{s_{\Delta P}}$)	3	3.2	0.1	800
最適解(目的関数 $N_{s_{\Delta T}}$)	2	1.4	0.3	1000
最適解(目的関数 N_s)	3	1.4	0.1	1000



多目的最適化のパレート面