

# 蒸気システムの効率化

STEAM SYSTEM OPTIMIZATION



## 蒸気システム効率とは？

STEAM SYSTEM OPTIMIZATION



蒸気システム効率  
とは？

$$\text{蒸気システム効率} = \frac{\text{蒸気の出カ}}{\text{蒸気の入カ}}$$



## 蒸気システム効率とは？



蒸気効率



熱効率



水効率

蒸気の出方

熱需要

回収量

蒸気の入力

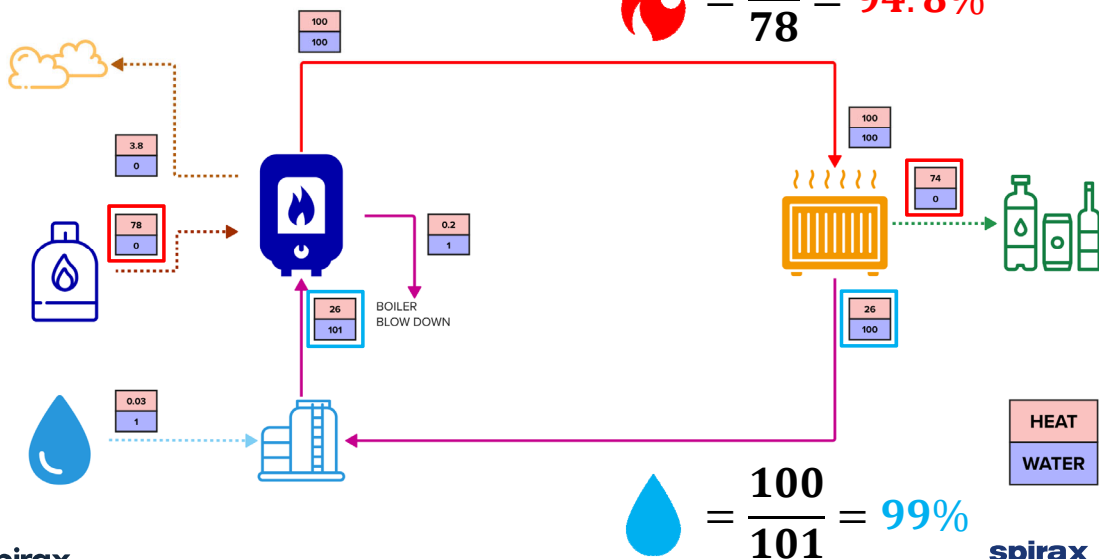
熱入力

供給量

## 蒸気システム効率とは？



$$= \frac{74}{78} = 94.8\%$$



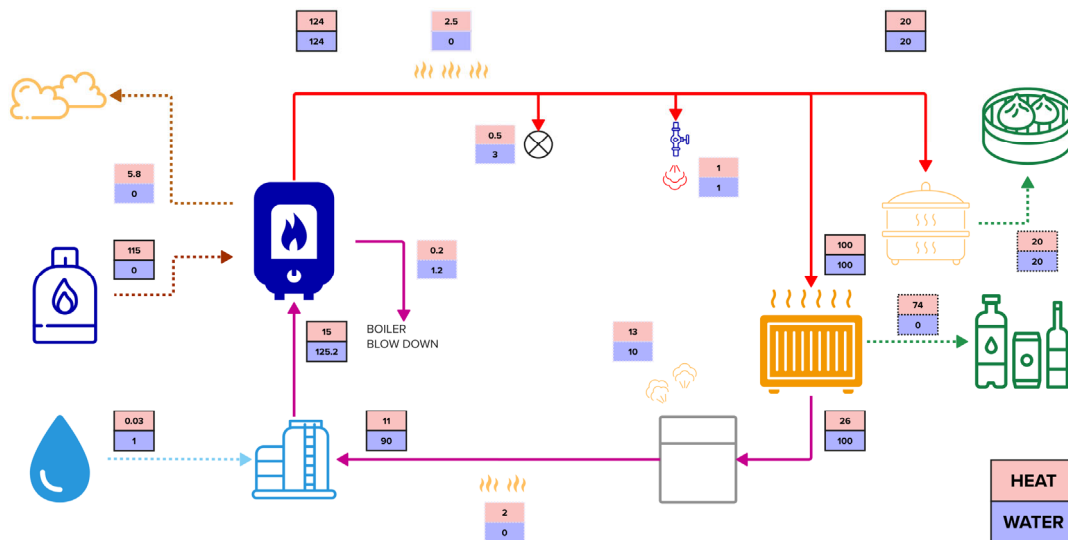
## 蒸気システム効率とは？

$$\text{Fire Icon} = \frac{74}{78} = 94.4\% \quad \text{Water Drop Icon} = \frac{100}{101} = 99\%$$

### 蒸気システムの条件

ボイラ効率	95%	ドレン回収率	100%
放熱ロス	0%	ボイラブロー率	1%
蒸気漏れ	0%	間接加熱	100%

## 実際の蒸気システムは？



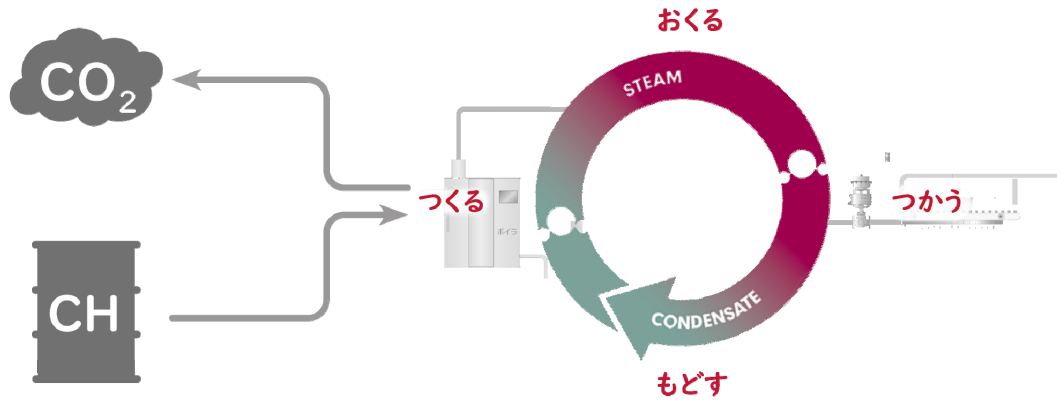
## 蒸気を非効率化するのは



## 蒸気を効率よく「おくる」

STEAM SYSTEM OPTIMIZATION @ STEAM DISTRIBUTION

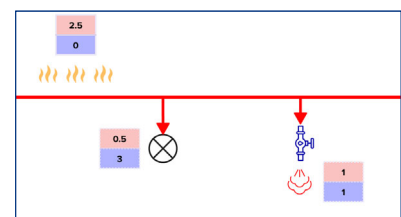
# STEAM LOOP



## 「おくる」 蒸気ロス



① 放熱ロス



② 蒸気・ドレンもれ

## 「おくる」 蒸気ロス

放熱ロスは  
意図しない**熱交換**である

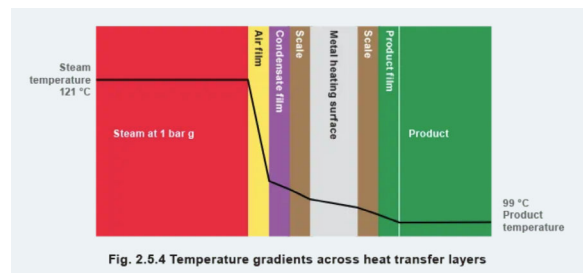
$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

$$U = \frac{1}{x_1/k_1 + x_2/k_2}$$

$$\Delta T = T_1 - T_2$$



### 記号説明

$\dot{Q}$	: 熱交換量	: W (J/s)
$U$	: 総括熱伝達係数	: W/m <sup>2</sup> °C
$A$	: 熱交換面積	: m <sup>2</sup>
$\Delta T$	: 温度差	: °C
$x$	: 厚さ	: m
$k$	: 熱伝導率	: W/m°C
$T_1$	: 一次側温度	: °C
$T_2$	: 二次側温度	: °C

## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

$$U = \frac{1}{x_1/k_1 + x_2/k_2}$$

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

熱交換量を下げするためには

- ① U値を下げる
- ② 表面積を小さくする
- ③ 温度差を小さくする
- ④ 熱交換時間を短くする

## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

熱交換量を下げのために

- ① U値を下げる

$$U = \frac{1}{x_1/k_1 + x_2/k_2}$$

保温することによって**空気の層(k2)**を作り、さらに**厚さ(x2)**を厚くすることによってU値は下がる



**保温**

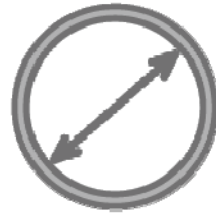
## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

熱交換量を下げするために  
②表面積を小さくする

$$A = 2\pi r \times L$$

配管をより短く、  
より**小さな口径**で設計する



**配管設計の適正化**

## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

熱交換量を下げするために  
③温度差を小さくする

$$\Delta T = T_1 - T_2$$

**蒸気温度(T1)**をさげることによっ  
て温度差(dT)を最小限にする



**蒸気圧力の適正化**



## 「おくる」 蒸気ロス

$$\dot{Q} = UA\Delta T$$

熱交換量を下げするために

④ 熱交換時間を短くする

記号説明

$\dot{Q}$	: 熱交換量	: W (J/s)
$U$	: 総括熱伝達係数	: W/m <sup>2</sup> °C
$A$	: 熱交換面積	: m <sup>2</sup>
$\Delta T$	: 温度差	: °C



送気時間の適正化

熱交換量は**時間(s)**に正比例する。  
送気が必要のない時間には停止させることで放熱ロスを最小限に抑えることができる

## 「おくる」 蒸気ロス

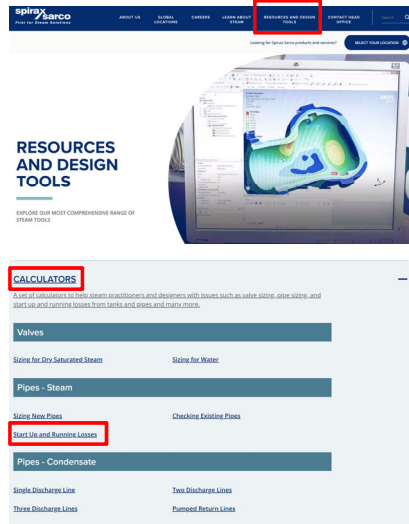
### 放熱計算

#### 前提条件

蒸気圧力 : 0.8MPag  
蒸気温度 : 175°C  
外気温 : 15°C  
蒸気流速 : 30m/s  
蒸気流量 : 2,000kg/h  
配管口径 : 80A  
蒸気配管 : 200m相当  
蒸気単価 : 7円/kg  
保温 : 50mm  
環境 : 屋内

- ① 現状の放熱ロス
- ② 室内未保温の放熱ロス
- ③ 5m分だけ未保温時の放熱ロス
- ④ 配管口径を65Aにした場合の放熱ロス
- ⑤ 蒸気圧力を0.1MPagに下げた場合の放熱ロス
- ⑥ 一週間の放熱ロスとロス金額
- ⑦ 平日4時間分0.1MPagに下げて、土日は完全に送気を停止した場合の放熱ロスとロス金額

# 「おくる」 蒸気ロス



Pipe Standard: ANSI - Schedule 40  
 Nominal Pipe Size: 3 in, 80 mm  
 Equivalent Pipe Length: 200 m  
 Steam Pressure: 1 bar gauge  
 Ambient Temperature: 15 °C  
 Start Up Time: 3600 s  
 Choose Pipe Location: ☒ Indoor, ☐ Outdoor Sheltered, ☐ Outdoor Exposed

Calculate Reset Print

**Start Up Condensing Rate**  
 Start Up Condensing Rate: 52.9944 kg/h  
 Minimum Start Up Valve Capacity: 2.19357 Kv  
 Minimum Number of Traps Required: 6.00000

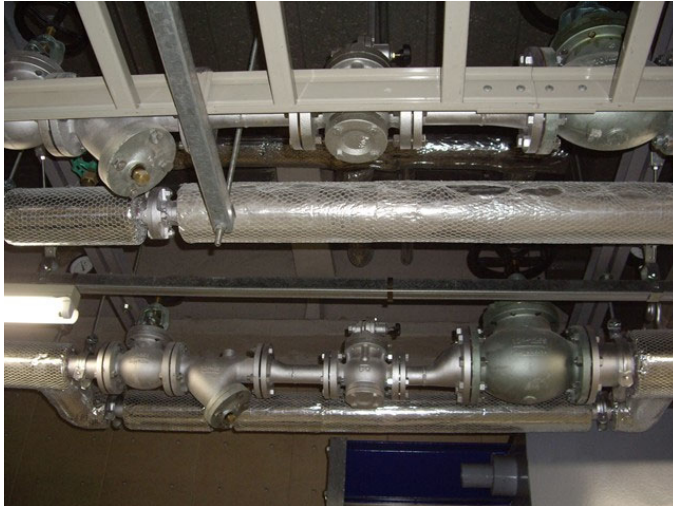
**Running Condensing Rate**  
 Un-insulated Pipe: 163.094 kg/h  
 50mm Insulation: 15.5239 kg/h  
 75mm Insulation: 12.0448 kg/h  
 100mm Insulation: 10.0352 kg/h

**Running Heat Loss**  
 Un-insulated Pipe: 99711.0 W  
 50mm Insulation: 9490.89 W  
 75mm Insulation: 7363.86 W  
 100mm Insulation: 6135.22 W

# 「おくる」 蒸気ロス

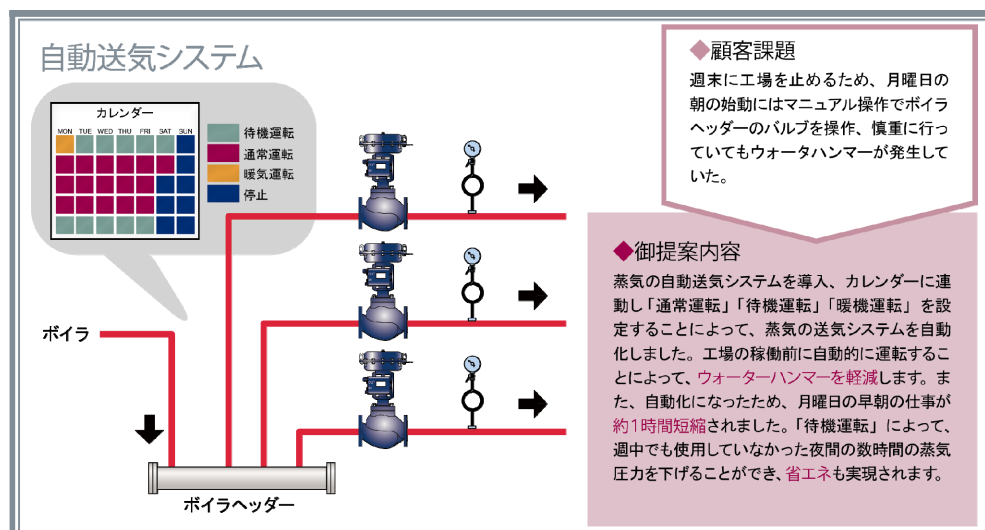
	放熱ロス(kg/h)	ロス金額(kg/h)	放熱削減比率
時間当たりの計算			
①現状の放熱ロス	29.9	210	0%
②室内未保温の放熱ロス	352.6	2468	1078%
③5m分だけ未保温時の放熱ロス	38.0	266	27%
④配管口径を65Aにした場合の放熱ロス	25.3	177	-16%
⑤蒸気圧力を0.1MPagに下げた場合の放熱ロス	15.5	109	-48%
1週間当たりの計算			
⑥一週間の放熱ロスとロス金額	5,028	35,198	
⑦平日4時間分0.1MPagに下げて、土日は完全に送気を停止した場合の放熱ロスとロス金額	3,303	23,125	-34%
a. 平日通常運転	2,993	20,951	
b. 平日待機運転	310	2,174	
c. 土日	0	0	

## 「おくる」 蒸気ロス

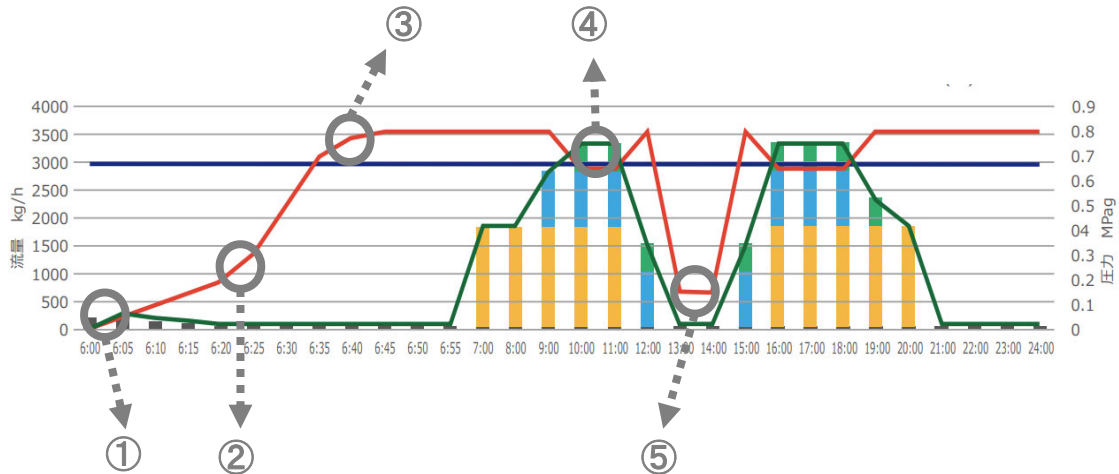


配管は保温されている、遮断弁、ストレーナ、減圧弁は未保温

## 「おくる」 蒸気ロス



# 「おくる」 蒸気ロス



# 「おくる」 蒸気ロス

W/m

蒸気と外気の 温度差	蒸気主管口径									
	15A	20A	25A	32A	40A	50A	65A	80A	100A	150A
60	60	72	88	111	125	145	172	210	250	351
70	72	87	106	132	147	177	209	253	311	432
80	86	104	125	155	171	212	248	298	376	519
90	100	121	146	180	196	248	291	347	443	610
100	116	140	169	207	223	287	336	400	514	706
110	132	160	193	237	251	328	385	457	587	807
120	149	181	219	268	282	371	436	517	664	914
130	168	203	247	301	313	417	490	581	743	1,025
140	187	226	276	337	347	464	547	649	825	1,142
150	208	250	306	374	382	514	607	720	911	1,263
160	229	276	338	413	418	566	670	794	999	1,390
170	251	302	372	455	457	620	736	873	1,090	1,521
180	275	330	407	499	497	676	805	955	1,184	1,658
190	299	359	444	544	538	735	877	1,041	1,281	1,800
200	325	389	483	592	582	795	951	1,130	1,381	1,947

## 「おくる」 蒸気ロス

蒸気もれは  
ただただもったいない  
すぐ止めましょう。

## 「おくる」 蒸気ロス

### 計算方法①

$$\dot{m} = \frac{A}{0.324} P$$

記号説明

$\dot{m}$  : 蒸気量 : kg/h  
 $A$  : 熱交換面積 : mm<sup>2</sup>  
 $P$  : 蒸気圧 : MPa

### 計算方法②

現場での漏れ量の指標	
蒸気漏れの距離(m)	蒸気量(kg)
0.1	3
0.2	4
0.3	5
0.4	6
0.5	7
0.6	8
0.7	10
0.8	12
0.9	14
1.0	17

# 「おくる」 蒸気ロス

## スチームトラップの漏れ

### Savings Calculator

Will I benefit from a steam trap audit?

Answer the three questions below to give an indication of the possible savings from steam trap surveys and maintenance schedules.

**45,000kg x 7 =  
315,000JPY**

Approximate number of steam traps on site:   
 Steam pressure:  ☒ bar g ☐ psi g  
 How often are steam traps surveyed / maintained:  
 Seldom in past 5 years ☐  
 Less than every 2 years ☐  
 Less than once / year ☒  
 Calculate Savings Reset

### Results

Typical steam savings:	298	Tonnes / yr
Equivalent energy savings:	198	MWh / yr
Reduced CO <sub>2</sub> emissions:	45	Tonnes / yr
Value of energy savings:	5960	£ / yr
Value of water, effluent & treatment chemicals:	357	£ / yr
<b>Total value of savings:</b>	<b>6317</b>	<b>£ / yr</b>



### Savings Calculator

Will I benefit from a steam trap audit?

Answer the three questions below to give an indication of the possible savings from steam trap surveys and maintenance schedules.

**137,000kg x 7 =  
959,000JPY**

Approximate number of steam traps on site:   
 Steam pressure:  ☒ bar g ☐ psi g  
 How often are steam traps surveyed / maintained:  
 Seldom in past 5 years ☐  
 Less than every 2 years ☐  
 Less than once / year ☒  
 Calculate Savings Reset

### Results

Typical steam savings:	891	Tonnes / yr
Equivalent energy savings:	594	MWh / yr
Reduced CO <sub>2</sub> emissions:	137	Tonnes / yr
Value of energy savings:	17820	£ / yr
Value of water, effluent & treatment chemicals:	1069	£ / yr
<b>Total value of savings:</b>	<b>18889</b>	<b>£ / yr</b>



# 「おくる」 蒸気ロス



## 放熱ロス

放熱ロスは**無駄な熱交換**  
 保温と最適化運転によっ  
 て、蒸気温度、運転時間  
 を調整しロスを最小限に  
 しましょう



## 蒸気もれ

蒸気もれは  
 ただだもったいない  
 すぐ止めましょう。  
 修理が遅れるだけロスが  
 出ます。

