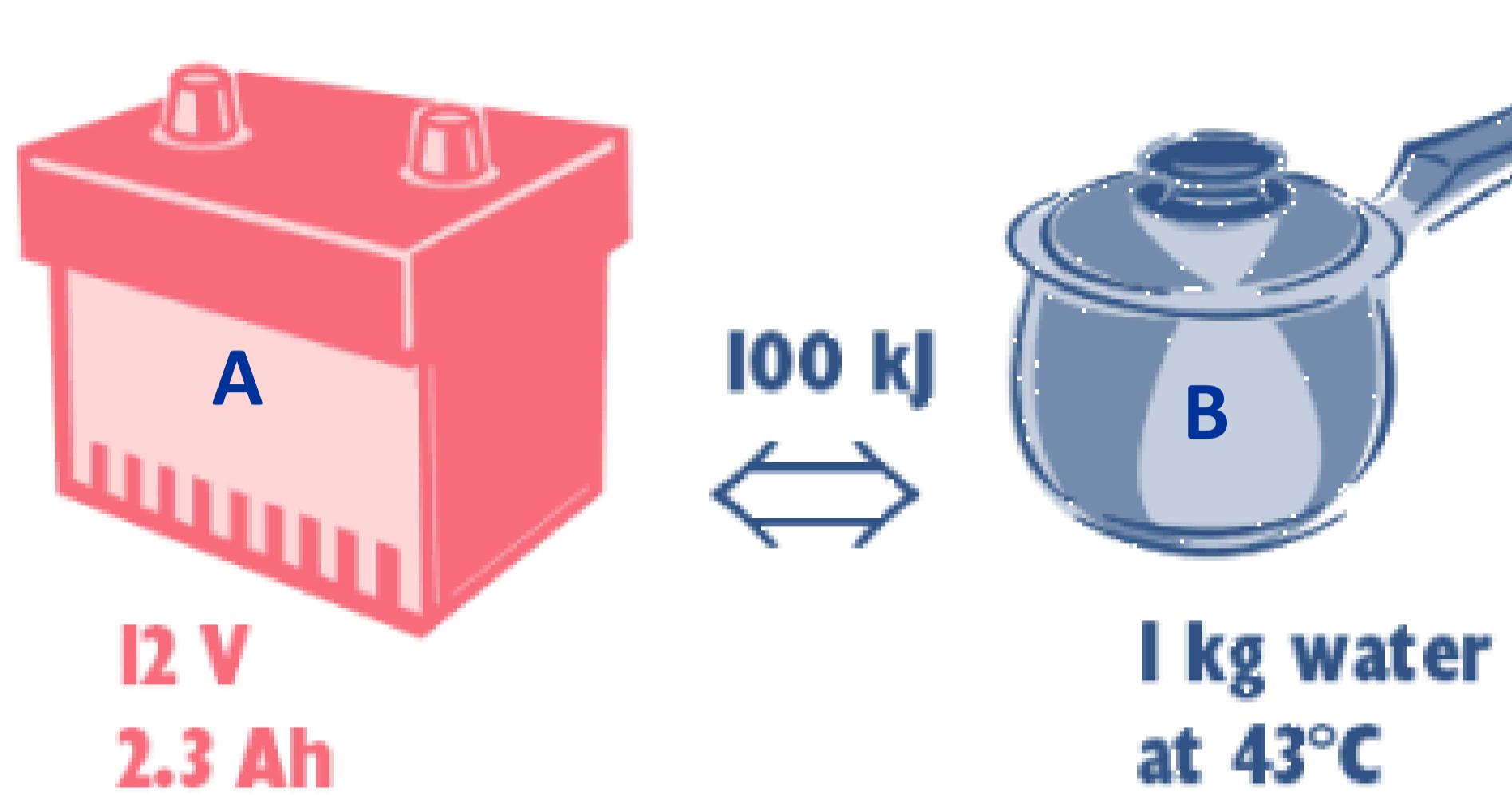


Exergy analysis before and after the Geothermal Heat Pump system renovation

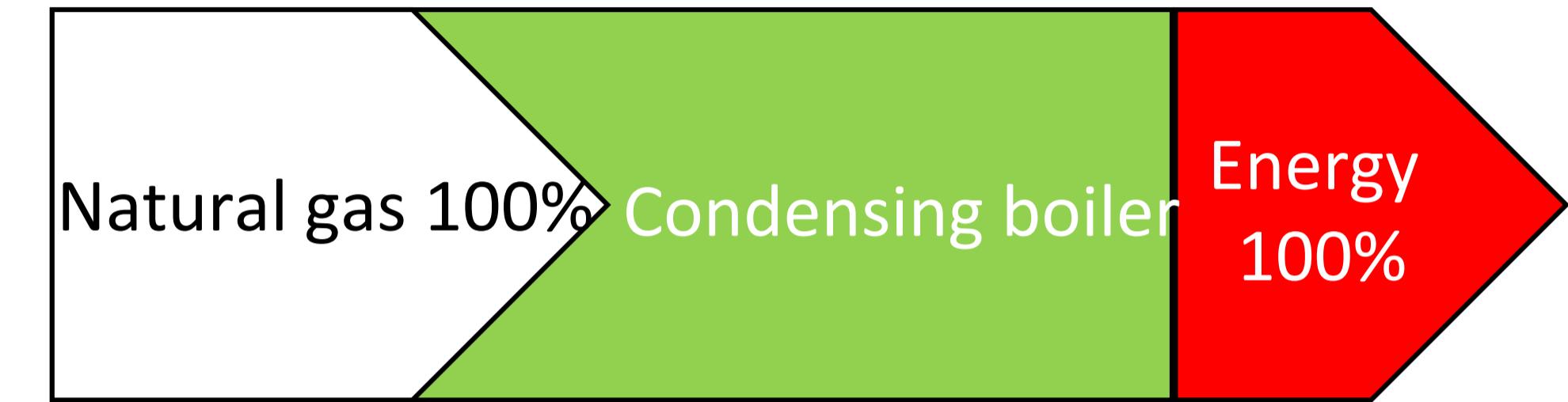
(1) Why use the Exergy analysis ?



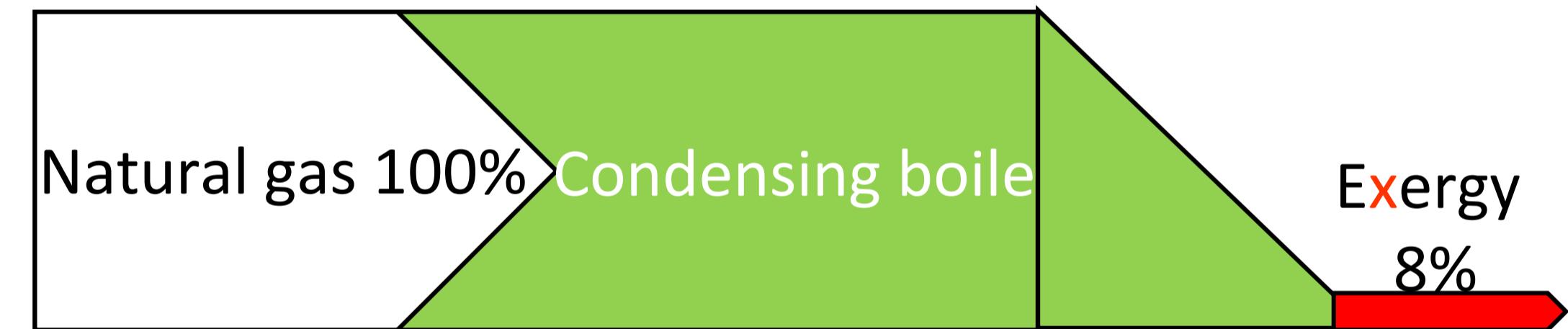
エネルギーの量: $A = B$

エネルギーの質: $A > B$

エクセルギーの量: $A > B$



From the perspective of energy



From the perspective of exergy

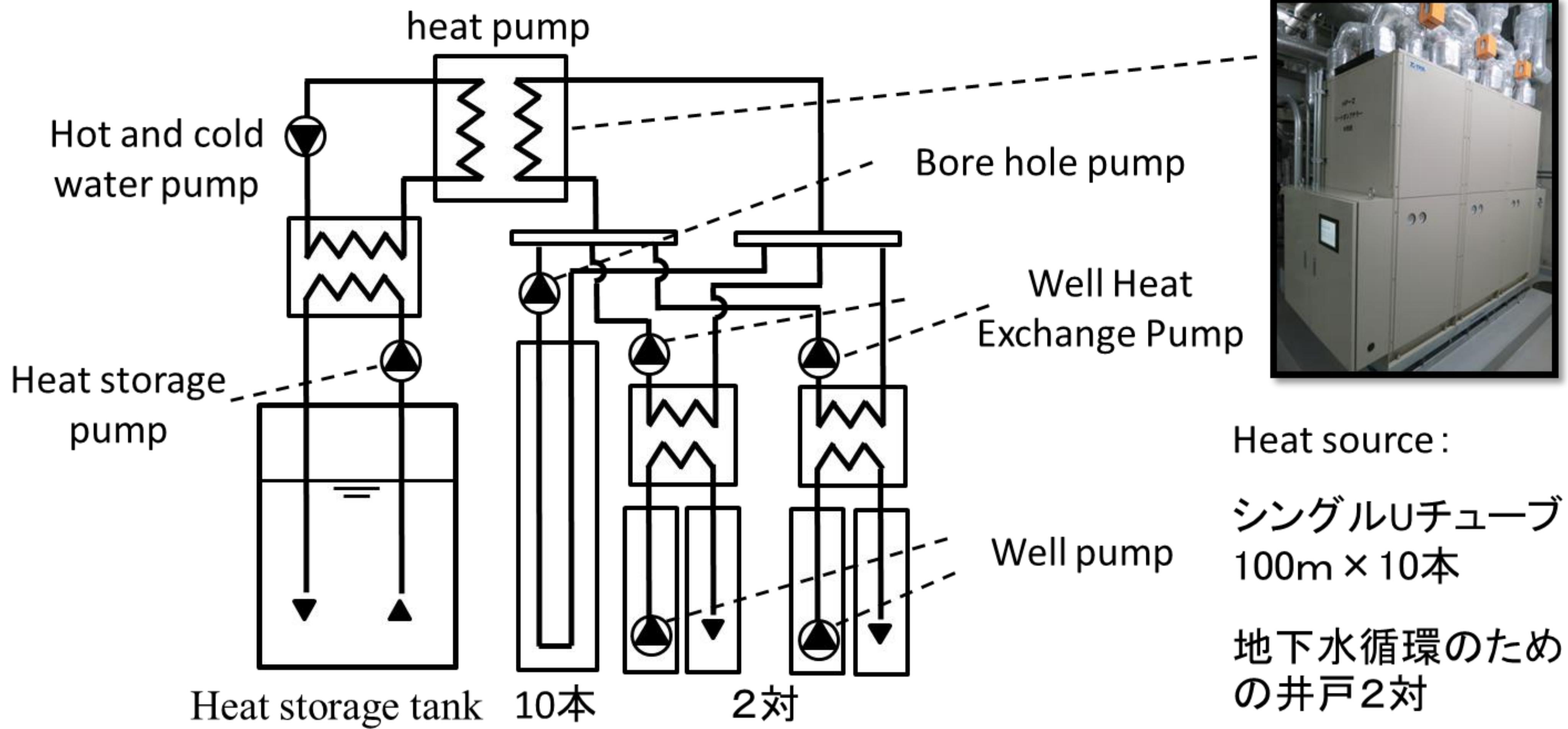
Energy analysis

熱の仕事として利用できる度合いの下降、すなわちエクセルギーが次第に消費されていくことによって最終需要先までにどのようにして到達するかを明示的に表現することはできない。

Reference: http://www.lowex.net/guidebook/the_exergy_%20approach/the_exergy_%20approach.htm
<http://www.cocos.nl/en/545/Exergie/Exergie.html>

Exergy analysis before and after the Geothermal Heat Pump system renovation

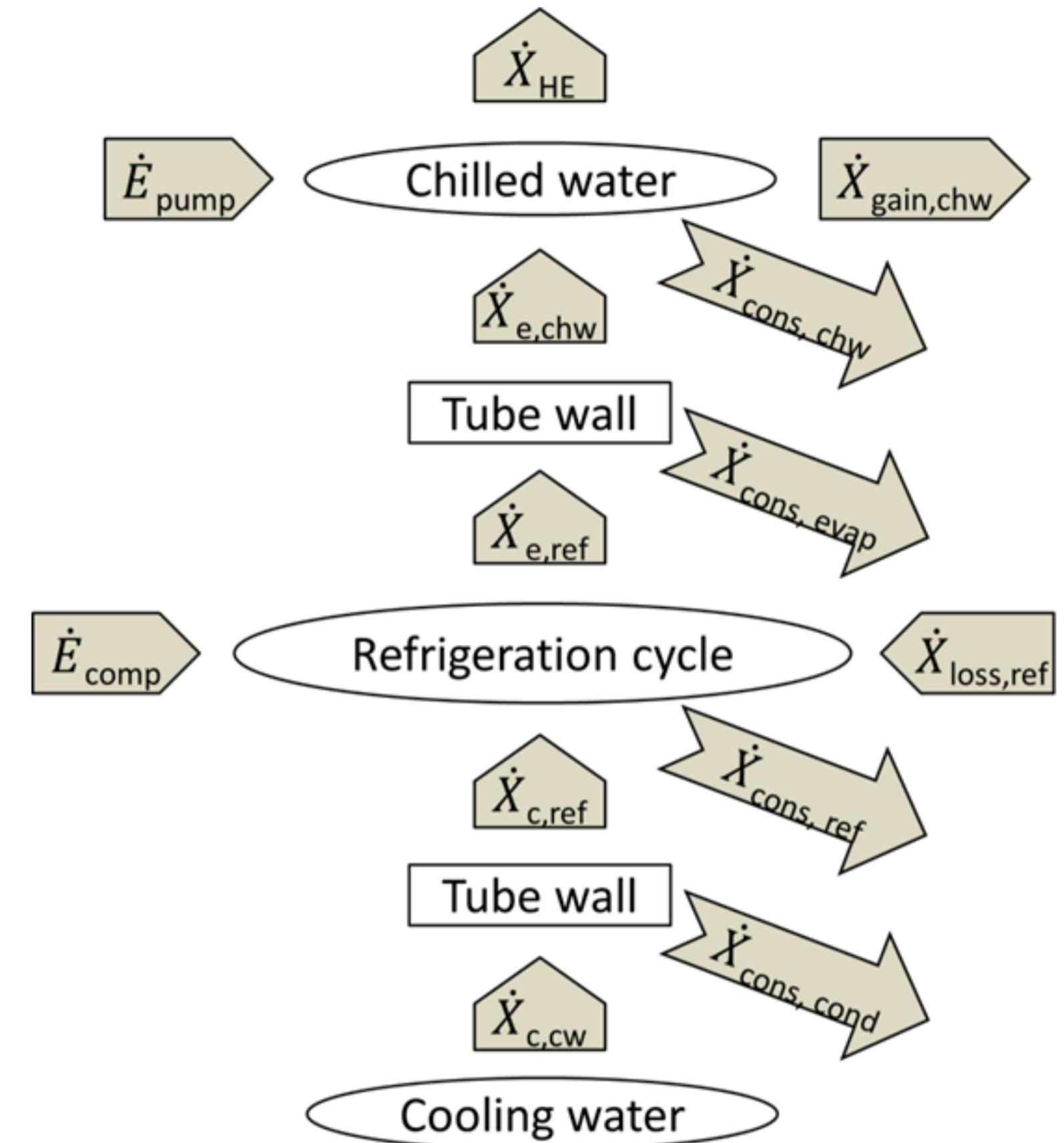
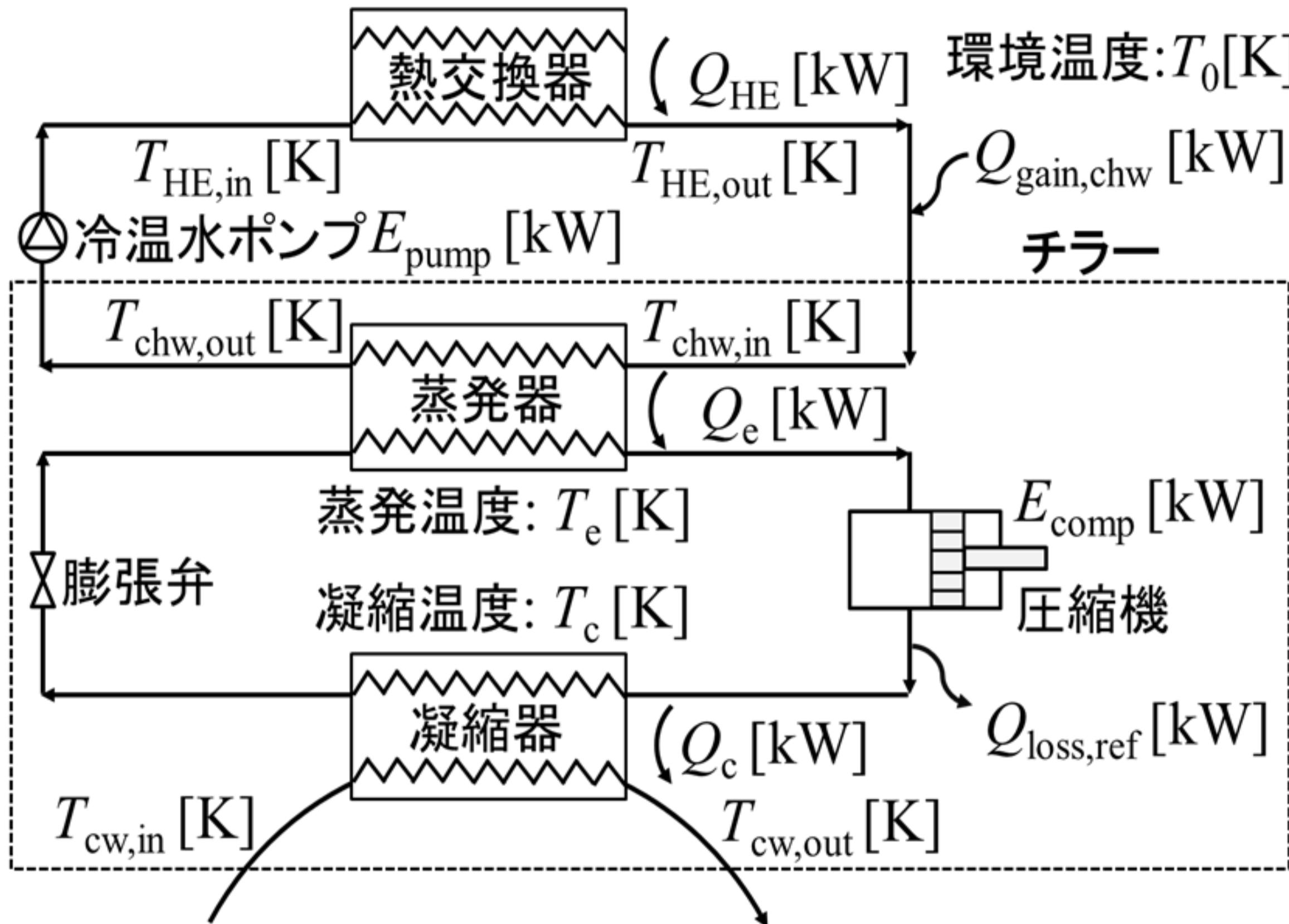
(1) Why use the Exergy analysis ?



	設計値		設計値
ヒートポンプ電力 [kW]	20.1(冷却), 30.3(加熱)	システム電力[kW]	35.7
冷却水側ポンプ電力[kW]	11.9	生産熱量[kW]	101.1(冷却), 121.2(加熱)
冷温水側ポンプ電力[kW]	3.7	単体COP	5.0(冷却), 4.0(加熱)

Exergy analysis before and after the Geothermal Heat Pump system renovation

(1) Why use the Exergy analysis ?



$$\text{冷却水と冷媒の間の隔板: } \dot{X}_{c, cw} - \dot{X}_{cons, cond} = \dot{X}_{c, ref}$$

$$\text{冷媒と冷水間の隔板: } \dot{X}_{e, ref} - \dot{X}_{cons, evap} = \dot{X}_{e, chw}$$

$$\text{冷媒: } \dot{E}_{comp} + \dot{X}_{c, ref} + \dot{X}_{loss, ref} - \dot{X}_{cons, ref} = \dot{X}_{e, ref}$$

$$\text{冷水: } \dot{E}_{pump} + \dot{X}_{e, chw} - \dot{X}_{cons, chw} = \dot{X}_{HE} + \dot{X}_{gain, chw}$$

$$\text{システム: } (\dot{E}_{comp} + \dot{E}_{pump} + \dot{X}_{c, cw}) - (\dot{X}_{cons, cond} + \dot{X}_{cons, ref} + \dot{X}_{cons, evap} + \dot{X}_{cons, chw} + \dot{X}_{gain, chw} - \dot{X}_{loss, ref}) = \dot{X}_{HE}$$

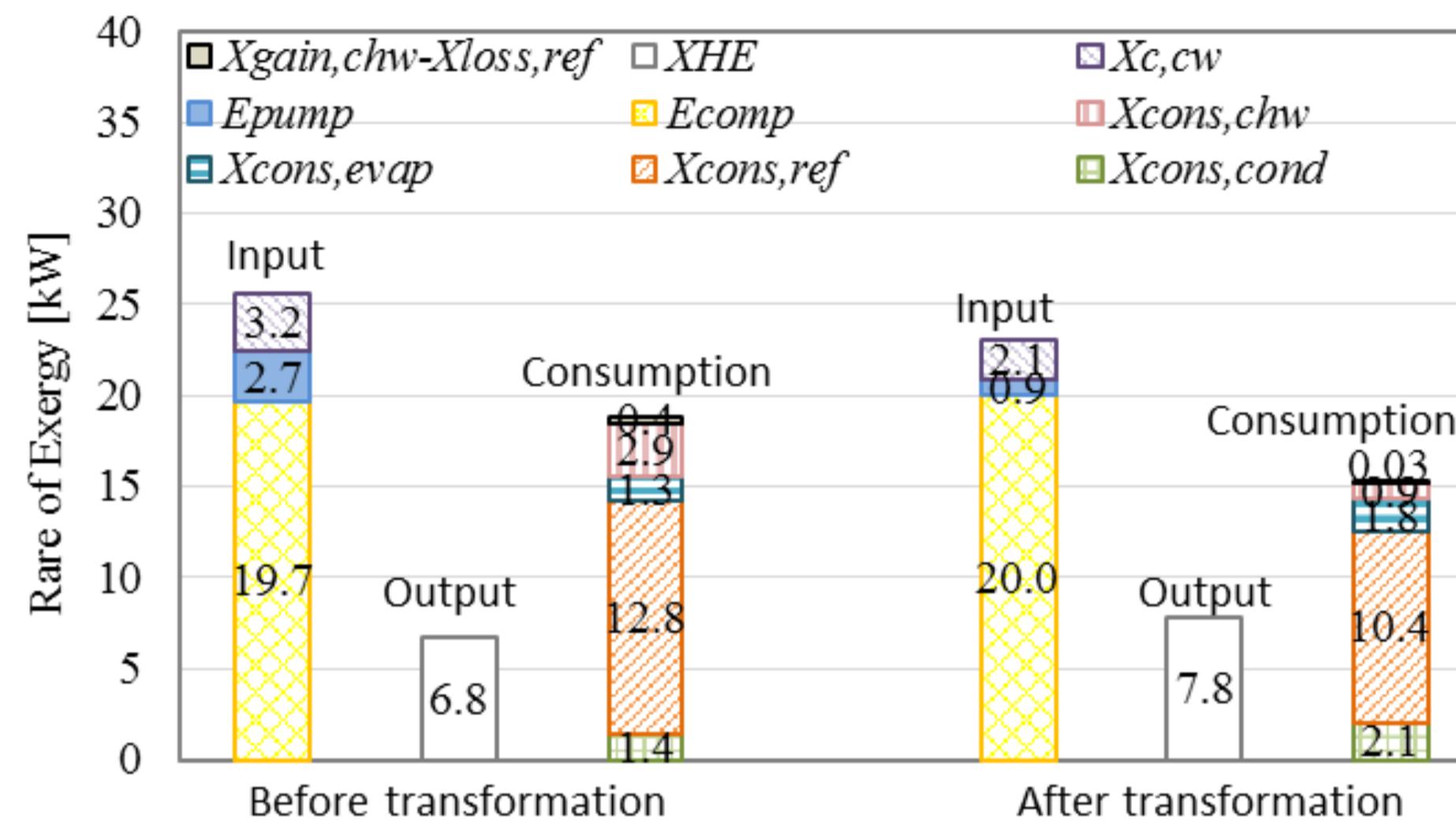
Exergy input

Exergy consumed and Net exergy escape to the environment

Exergy consumed

Exergy analysis before and after the Geothermal Heat Pump system renovation

(1) Why use the Exergy analysis ?



Renovation content:

コンプレッサー \Rightarrow インバーター化
 水配管系のポンプ類 \Rightarrow インバーター化
 ヒートポンプ製成冷水 \Rightarrow 温度調節] 性能 ↑

Evaluation index:

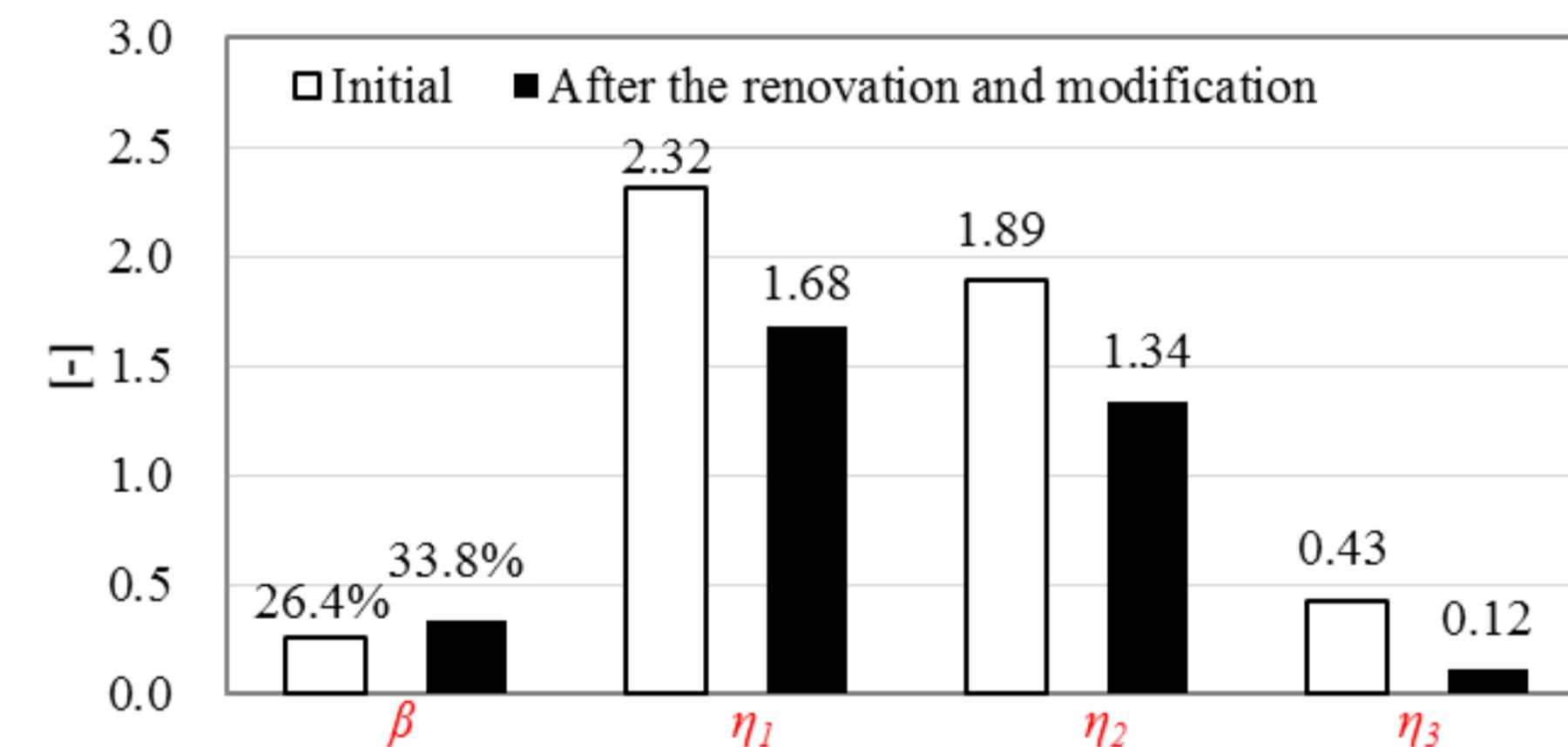
システムのエクセルギー効率 β

単位利用されるエクセルギー流率当たりの正味投入電力 η_1

単位利用されるエクセルギー流率当たりの冷水回路で消費されるエクセルギー流率 η_2

単位利用されるエクセルギー流率当たりの冷媒回路で消費されるエクセルギー流率 η_3

$\dot{X}_{c,cw}$ [kW] : 凝縮器で冷却水の吸熱によって放出されるエクセルギー;
 \dot{E}_{pump} [kW] : ポンプの電力; \dot{E}_{comp} [kW] : 圧縮機の電力; \dot{X}_{HE} [kW] : 熱交換器で冷水の吸熱によって放出されるエクセルギー; $\dot{X}_{gain,chw}$ [kW] : 外界から冷水回路に侵入する熱量によって放出されるエクセルギー;
 $\dot{X}_{loss,ref}$ [kW] : 冷媒回路内部から外界へ逃げる正味熱損失によって吸収されるエクセルギー; $\dot{X}_{cons,chw}$ [kW] : 冷水回路で消費されるエクセルギー; $\dot{X}_{cons,evap}$ [kW] : 冷媒と冷水の熱交換によって消費されるエクセルギー; $\dot{X}_{cons,ref}$ [kW] : 冷媒回路で消費されるエクセルギー; $\dot{X}_{cons,cond}$ [kW] : 冷却水と冷媒の熱交換によって消費されるエクセルギー



$$\beta = \dot{X}_{HE} / (\dot{E}_{comp} + \dot{E}_{pump} + \dot{X}_{c,cw}) \quad \eta_1 = (\dot{E}_{comp} + \dot{E}_{pump} - \dot{X}_{HE}) / \dot{X}_{HE} \quad \eta_2 = \dot{X}_{cons,ref} / \dot{X}_{HE} \quad \eta_3 = \dot{X}_{cons,chw} / \dot{X}_{HE}$$