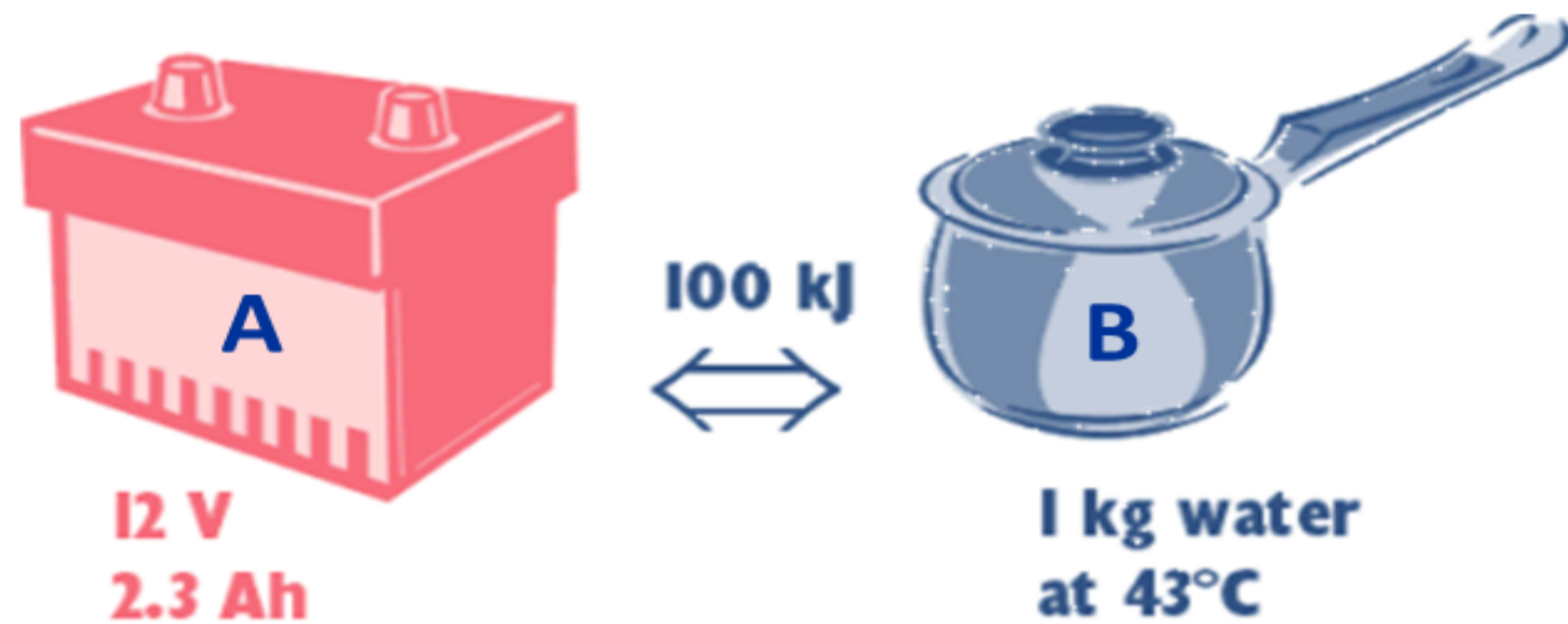


地中熱ヒートポンプシステム改修前後のエクセルギー解析

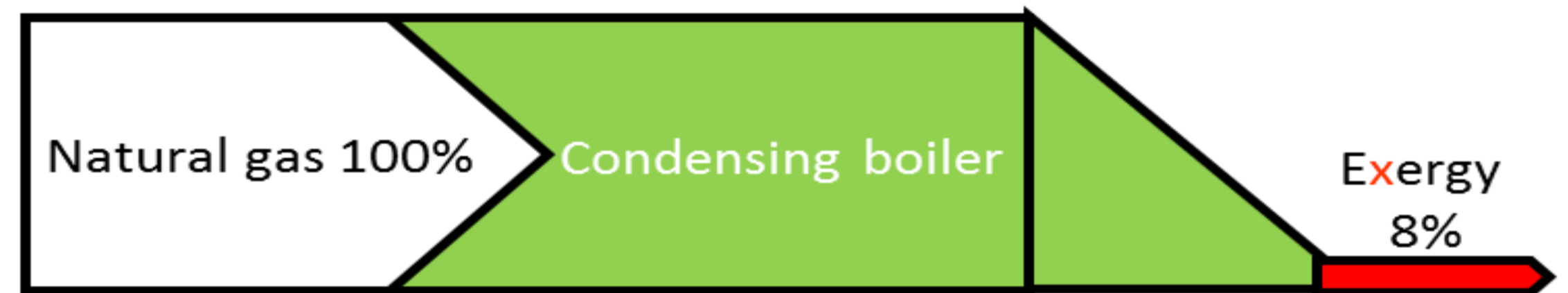
(1) なぜエクセルギー解析を使うの



- 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: $A > B$



エネルギーの視点から



エクセルギーの視点から

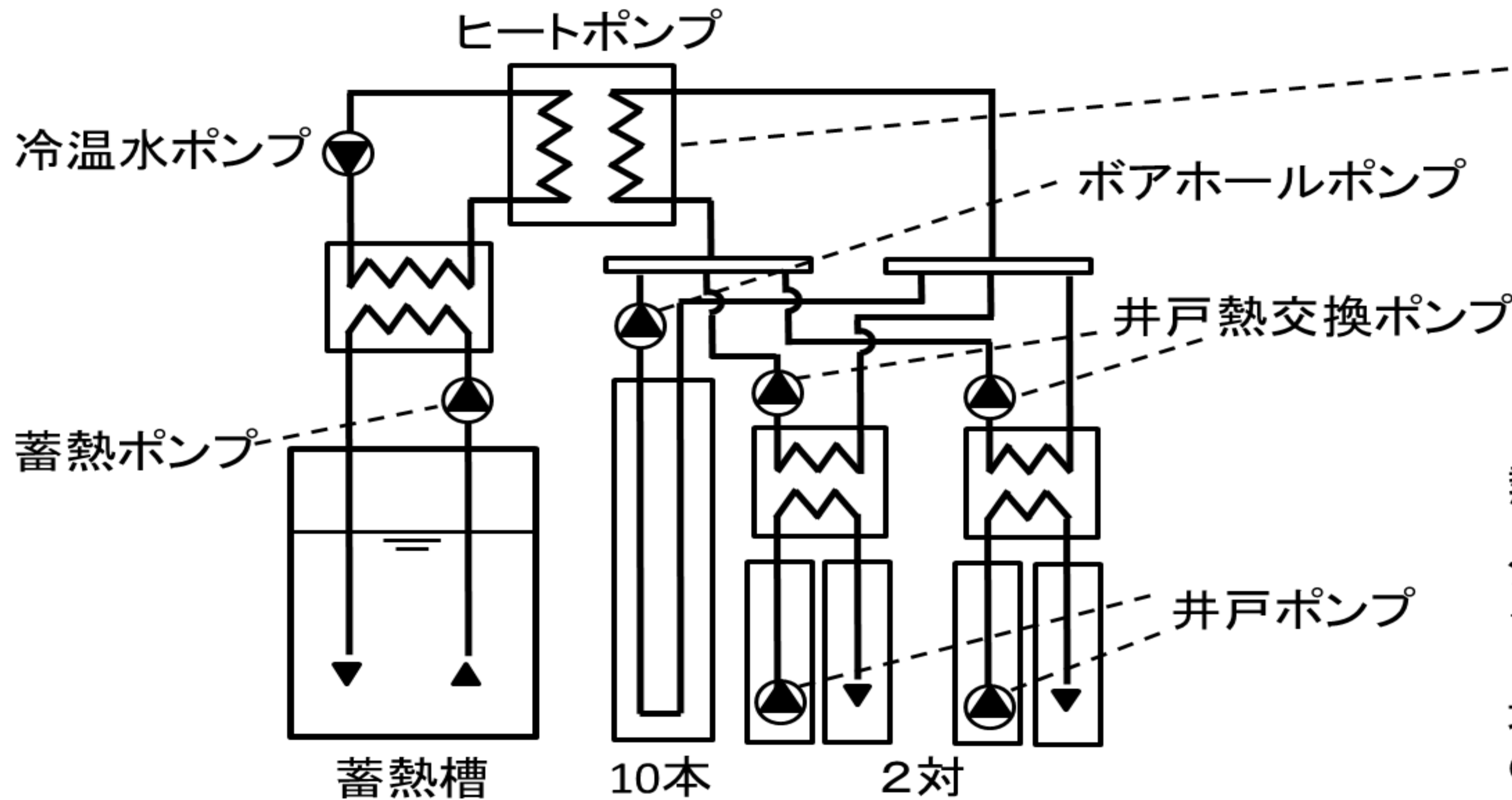
エネルギー解析

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>

地中熱ヒートポンプシステム改修前後のエクセルギー解析

(2) 対象システムの概要



熱源:

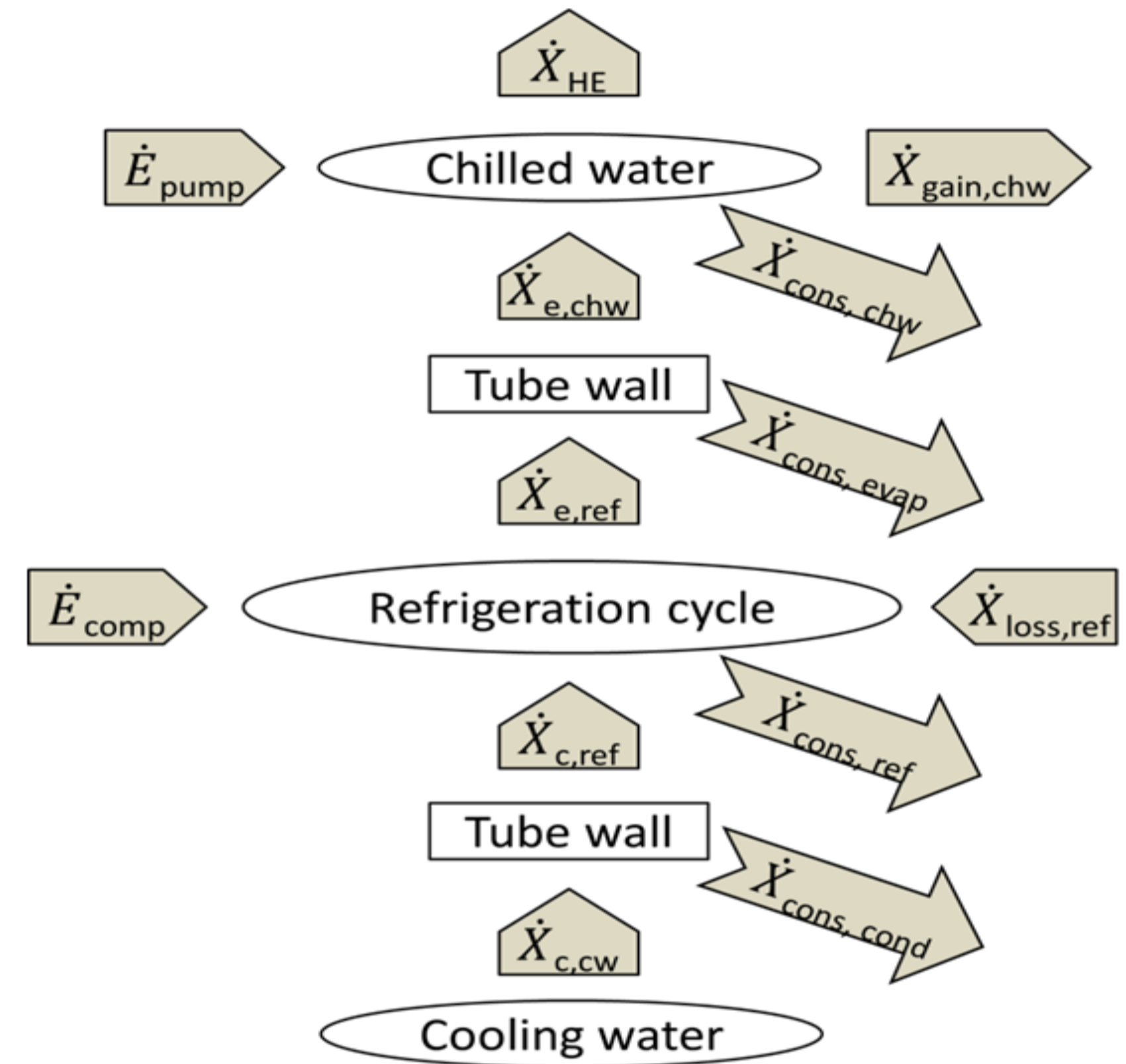
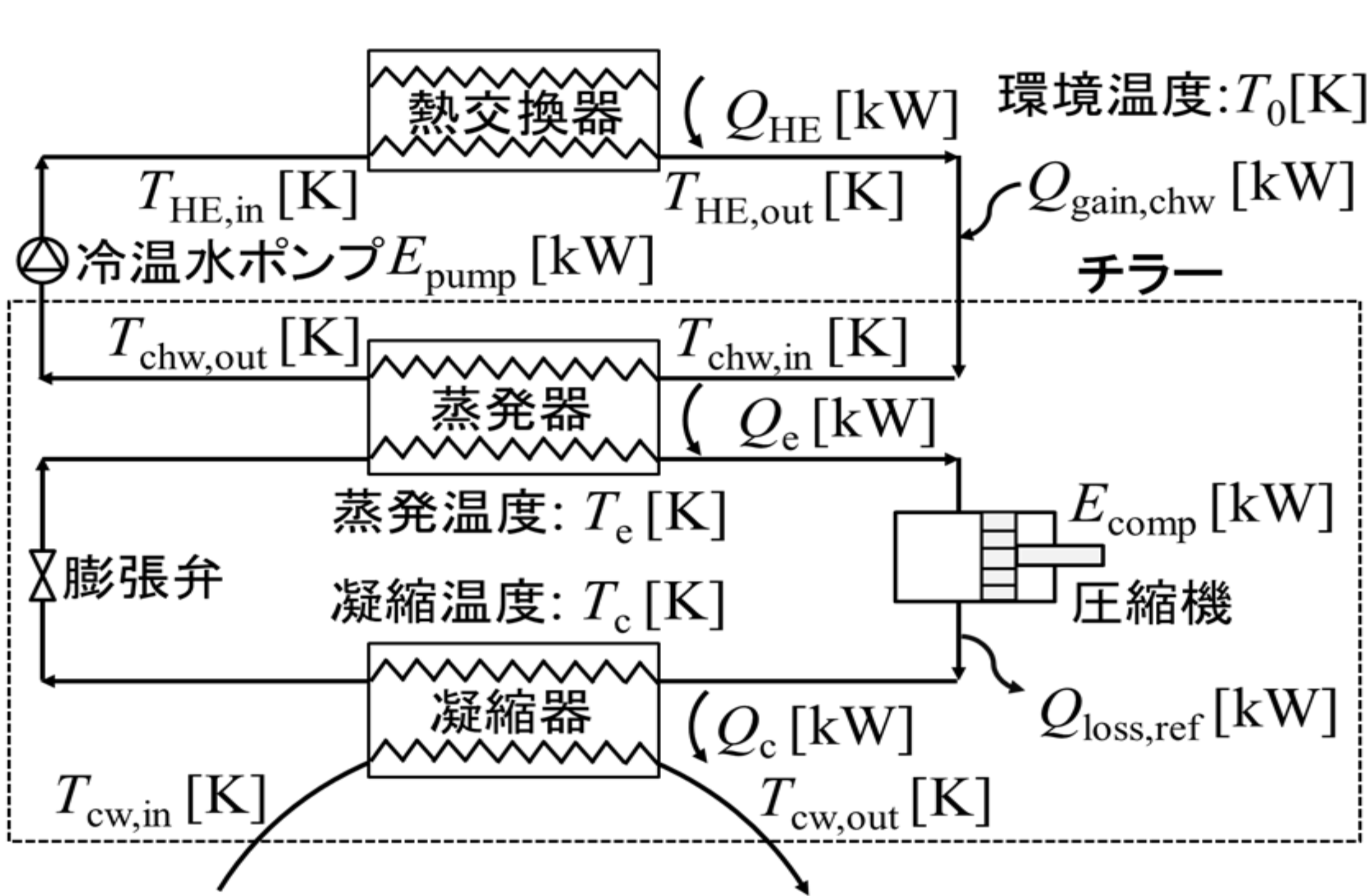
シングルUチューブ
100m × 10本

地下水循環のための
の井戸2対

	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)

地中熱ヒートポンプシステム改修前後のエクセルギー解析

(3) 解析対象とそのエクセルギーの流れ



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

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

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

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

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

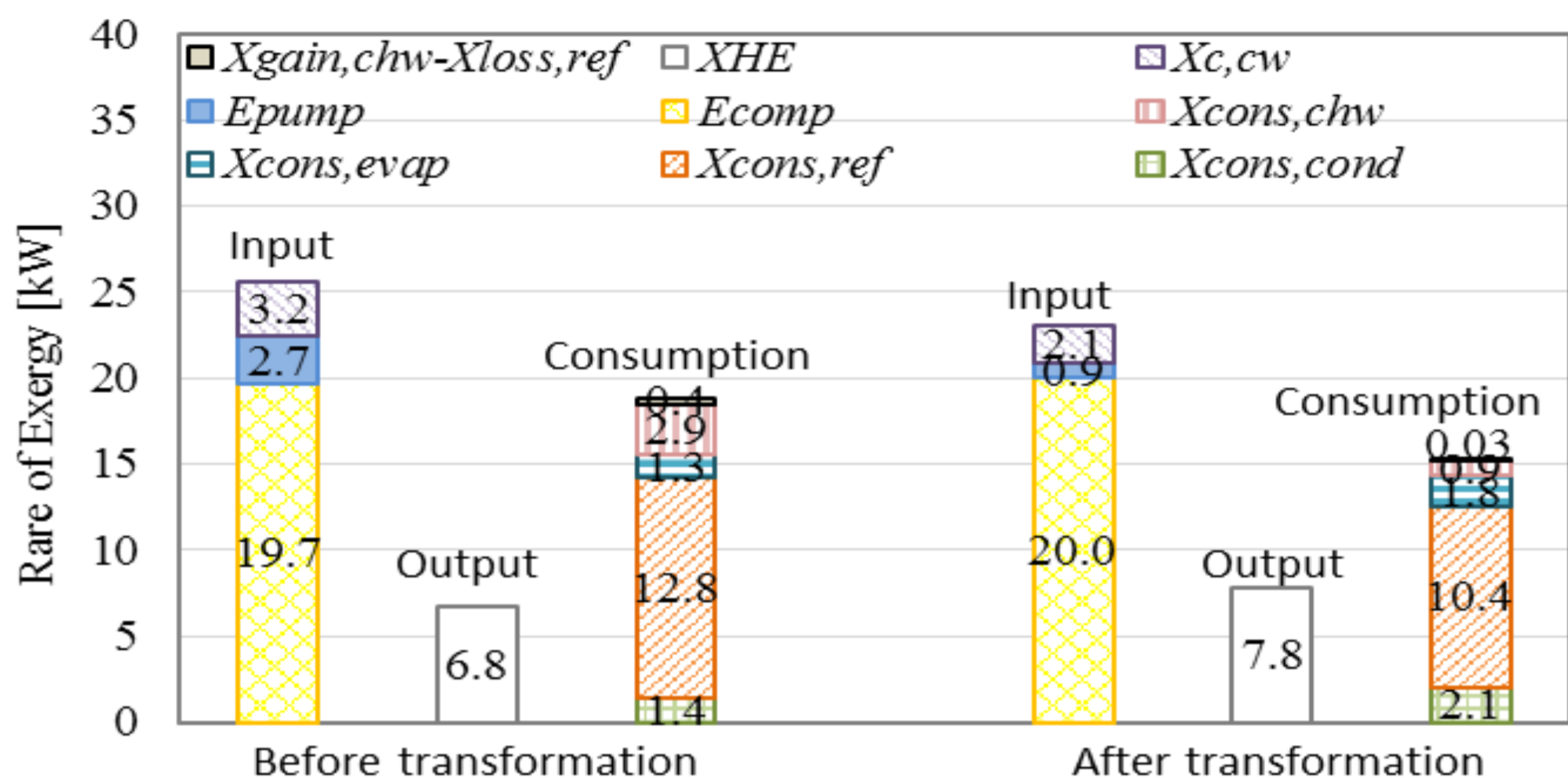
投入Exergy

消費されるExergyと環境へ正味逃げるExergy

利用されるExergy

地中熱ヒートポンプシステム改修前後のエクセルギー解析

(4) 解析結果と考察



$\dot{X}_{c,cw}$ [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

改修内容:

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

} 性能 ↑

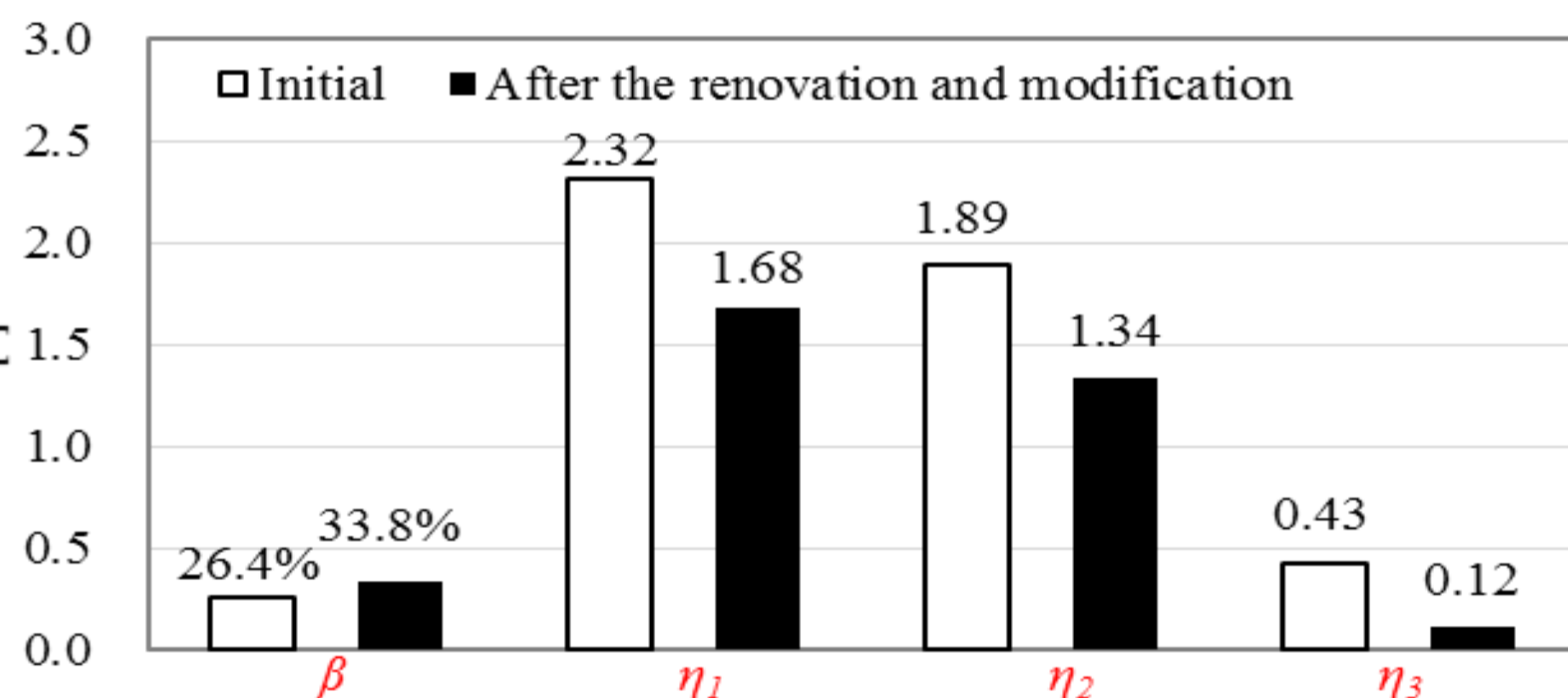
評価指標:

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



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