

## 1. 本事業について

### 1-1. 事業概要・目的

養鰻池加温システムにおいて、通常は30℃に加温維持された池水を、換水のために大量に捨てている。その廃水(廃熱)を熱交換器及びヒートポンプによる熱回収を利用することで大幅な省エネが可能となる。  
重油焚きボイラーにより、池水は加温維持されているが、**廃熱と自然エネルギーである地中熱を利用した高効率電気式ヒートポンプシステム装置**に代替することで、効率の良い省エネシステムを構築する事業。

### 1-2. 事業背景

#### 化石燃料(重油)を使ったボイラー加温方式(現状)

ボイラーで高温水を作り、加温管により間接加温を行い、池水を30℃に維持して養殖されている。また、池水の入れ替え(換水)時に地下水19℃を温めて補給するため、**多くのエネルギー(重油)が加温のため使われている。**

#### 中国などの安価なうなぎの台頭、シラスの不漁による高騰

日本以外の安価な輸入うなぎが市場に投入され競争力低下による養殖コストの大幅削減が急務となる。

- 路地飼育に対し、国内のハウス養鰻は保温のための エネルギーコストが必要。
- 開発途上国との人件費差。
- 資源を輸入にたよる。
- シラスの不漁による価格の高騰

### 1-3. 実施地域



志布志養鰻場

鹿児島県志布志市有明町

日本の養鰻場において、全国の生産量は鹿児島県がトップであり、温暖な気候と豊富な地下水により運営されている。



ハウス式養鰻場(3540坪)

### 1-4. 実施体制

- 実施事業者  
株式会社 日洋  
株式会社 日鰻
- 設計・施工  
八洋エンジニアリング株式会社

親会社	株式会社 日洋
子会社	株式会社 日鰻
設計・施工	八洋エンジニアリング株式会社
工事担当	基礎工事 (有)有馬工務店 配管工事 (有)MEI機工 電気工事 (有)鹿屋冷熱工業 電気工事 (有)ひむか電業 井戸工事 (有)山之口建設

#### 実施体制

# 1-5. 事業の特徴

## ■技術の特徴

捨てられている廃水熱を利用して既存の熱交換器とは別に、より高性能の熱交換器を備える**プレート式熱交換器を直列に配置することで、徹底的に廃水熱を回収し**、地下水の加温とヒートポンプの熱源として活用すると同時に、捨てていた廃水熱25℃を最大限利用できるシステムの**ループ回路**とした。**地下水と低温の廃水熱の2つの再生可能エネルギー**を利用した高効率ヒートポンプシステムである。ヒートポンプを用いるメリットは、使用する温度域の効率が良い。成績係数COPが6以上確保できる。操作性はボイラーと変わらない上、メンテナンスに優れている。

## ■その他の特徴

ハウス式の養殖場で昼間は太陽熱により、エネルギーを有効に利用しているが、夜間の池の温度を保温(30℃)に維持するため、料金の安い**夜間電力**を使用しコスト削減できるシステムで、**電力の平準化**にも貢献する。

# 1-6. 設備概要

## 高効率ヒートポンプシステム

心臓部である圧縮機は、**スクリュー式圧縮機**を採用し小型で高出力とした。また、騒音、振動が少なく養殖場に適したヒートポンプである。吸熱部は満液式として効率を向上。

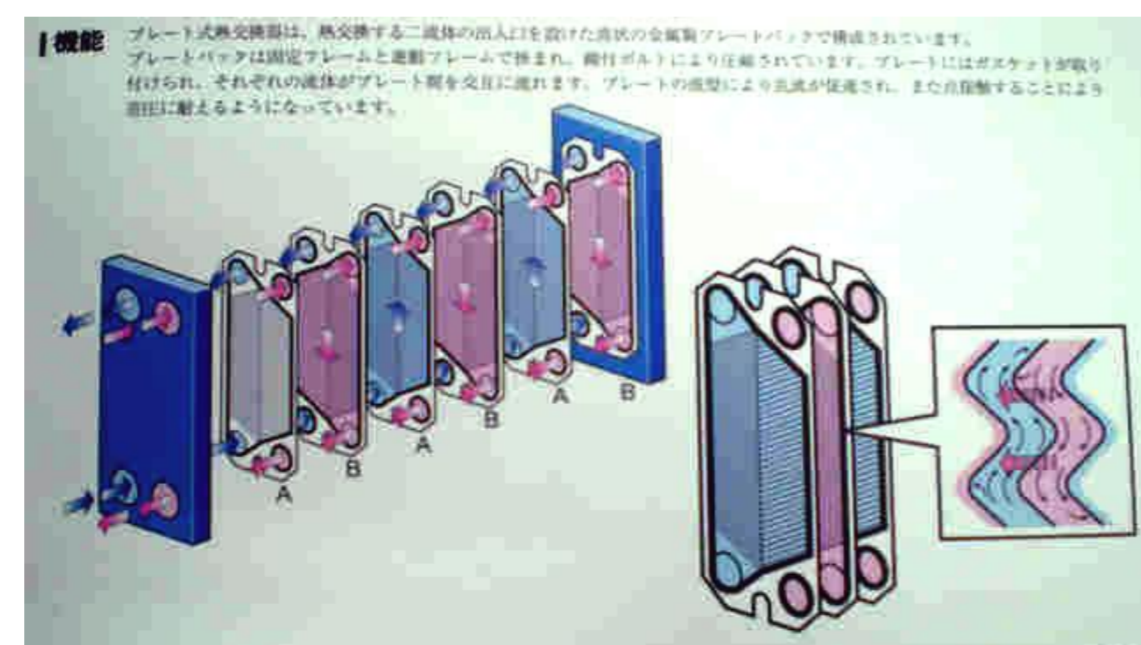


スペック～ 1,2,5G 60万kcal/Hr  
(加熱能力) 稚魚、3G 136万kcal/Hr

必要な環境～地下水、廃水熱、動力として  
AC電源(400V、200V)

## 高効率プレート式熱交換器

2流体の流れが完全向流のため1℃程度の温度差でも高効率の熱交換が可能。**直列に配置**して廃熱を徹底回収、汚れに対しては、薬品洗浄を実施。



スペック～1次廃熱回収入口温度30℃  
出口温度24℃ $\Delta$ 6℃  
2次廃熱回収出口温度17℃ $\Delta$ 7℃

# 2.平成25～28年度の事業内容

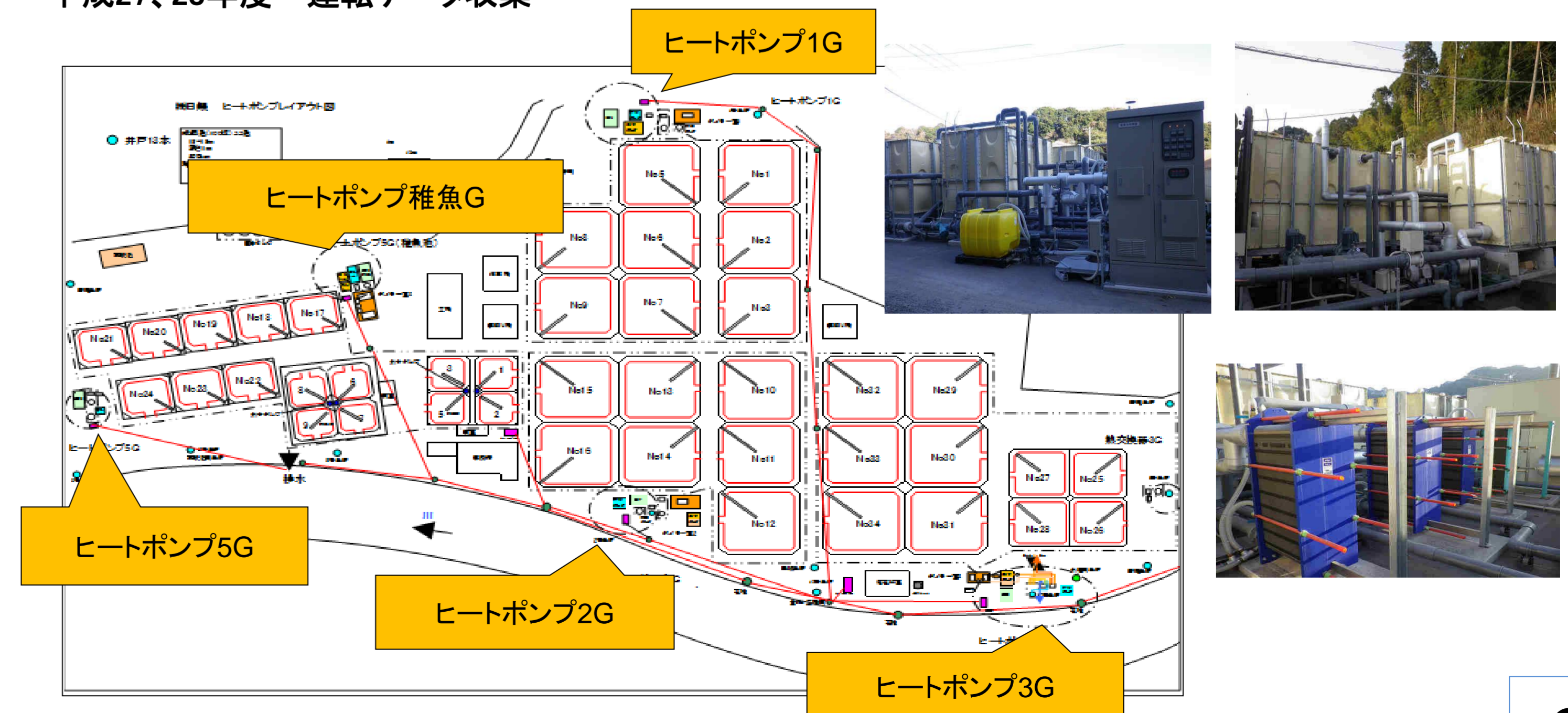
平成25年度	25/12/24	交付決定
	26/ 1/14	見積依頼
	26/ 1/24	入札決定
	26/ 1/27	発注書
	26/ 2/18	設計完了
	26/ 2/21	支払事業完了
平成26年度	26/ 2/25	実績報告、成果報告
	26/ 6/ 2	交付決定
	26/ 6/ 3	発注書
	26/ 6/ 3	工事着手
		設備製作、導入開始
	26/ 7/23	中間状況報告
	26/ 12月～	随時試運転開始
	27/ 1/29	工事検収
	27/ 1/30	支払事業完了
平成27年度	27/ 2/12,13	書類及び現場審査(申請先)
	27/ 2/16	実績報告
平成27年度	27/ 5月	成果報告書(最終版)
	27/ 12/31	ヒアリングシート提出
平成28年度	28/ 3/31	ヒアリングシート提出
	28/ 10/18	ヒアリングシート提出
	29/ 1/6	ヒアリングシート提出
	29/ 2/28	成果報告書

平成25年度～設備設計

平成26年度～設備製作・導入  
試運転  
設備引き渡し  
稼働状況確認  
運転データ収集



平成27、28年度～運転データ収集



# 3.平成28年度の事業

## 3-1. 平成28年度補助事業の内容

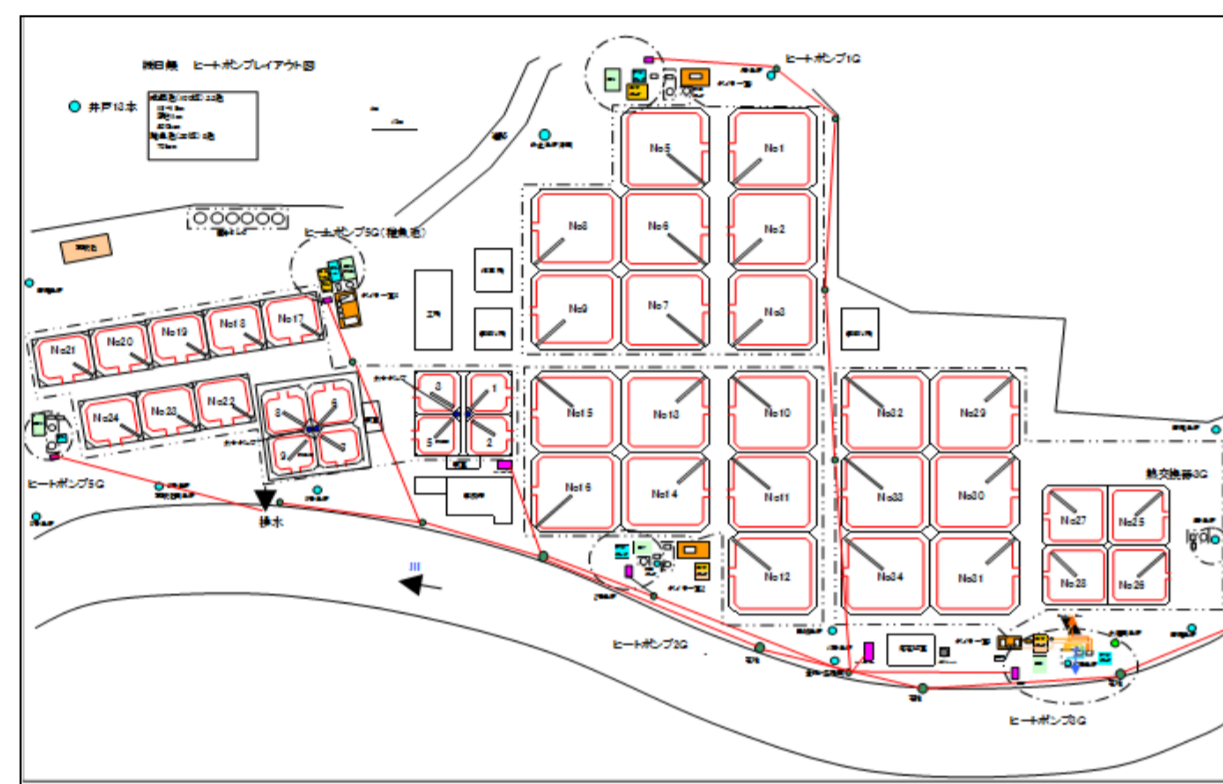
平成27年度に引き続き、導入前のボイラーシステムと設備導入後の省エネルギーの実証を行う。

季節間の変動、年間の省エネ効果、CO2の削減効果を検証していく。

また、各グループの稼働状況(稼働時間、消費電力等)を1か月単位で

データを収集し確認する。

連続監視システムで、各装置のランニング状態をデータ化し遠隔監視できる



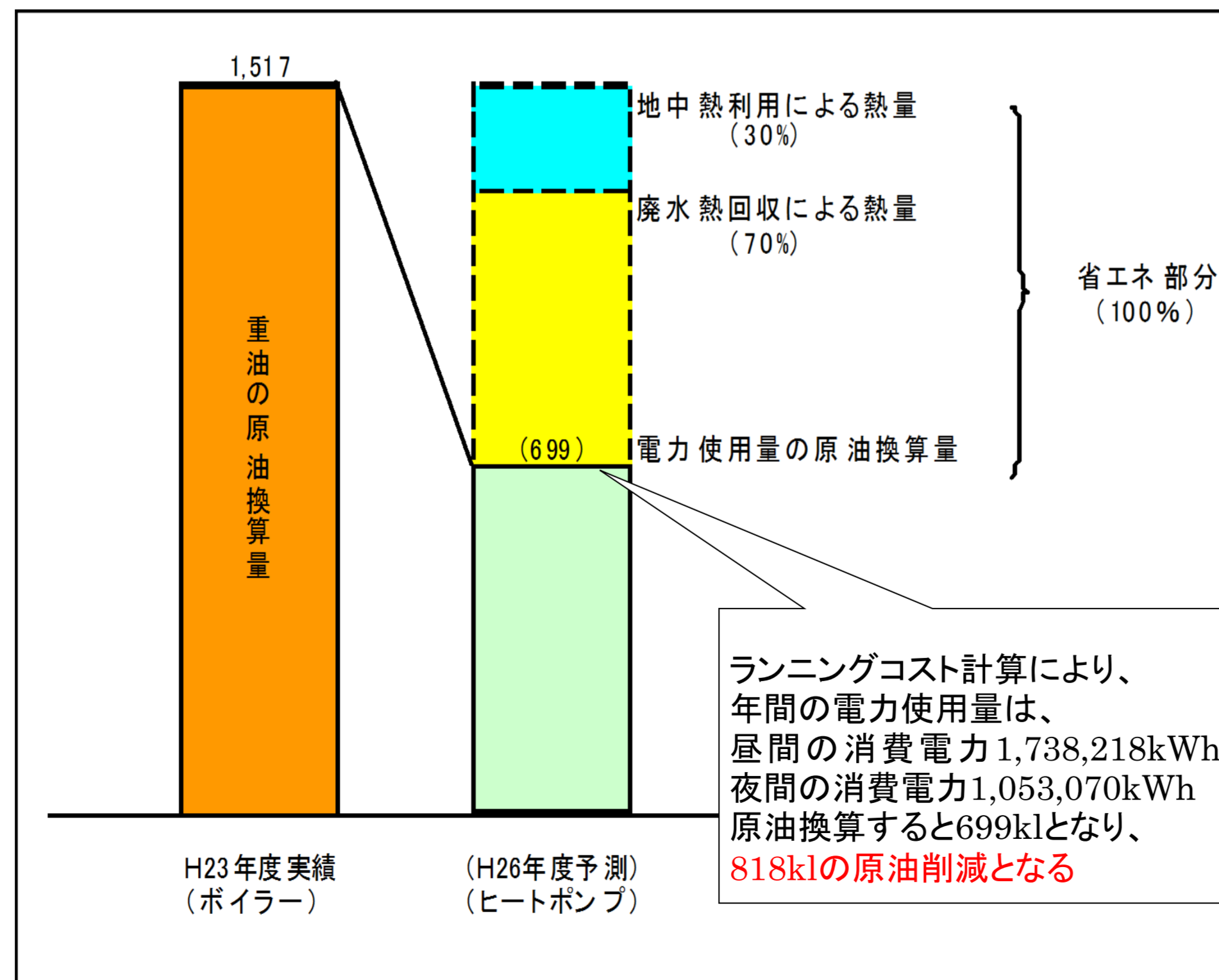
導入設備配置図(1G~5G、稚魚G)

データログ

事務所の監視盤

## 3-2. 目標・仮説

- 省エネ効果 **54%以上**  
(原油換算818キロリットル/年)
- 省CO2効果 **59.3%**(2,439トン/年)
- 廃熱回収率 **81%以上**
- 経済性(自己資金のみ) **コスト回収 3年**



## 3-3. データの分析・評価手法

季節別時間帯別に、処理した採録データと、比較対象との差分を算出し、目標値からの偏差について、その要因分析を実施。具体的分析手法は以下のとおり。

目標値

1. 廃熱回収を捨てられている熱量の81%以上～既存の全体の捨てられている熱量=11,350,886千kcal/年、回収できる熱量9,144,866千kcal/年

9,144,866 ÷ 11,350,886 = 0.805...使われていない熱量のほとんどを回収、利用する **81%以上**

2. 省エネ54%以上～エネルギー使用量の原油換算表により、導入前の原油換算量1,517kl に対しヒートポンプ導入後では、817.8kl

817.8 ÷ 1,517 = 0.539...通常の省エネ改善では20～30%であるが、今回は**54%以上**とする

分析フロー図

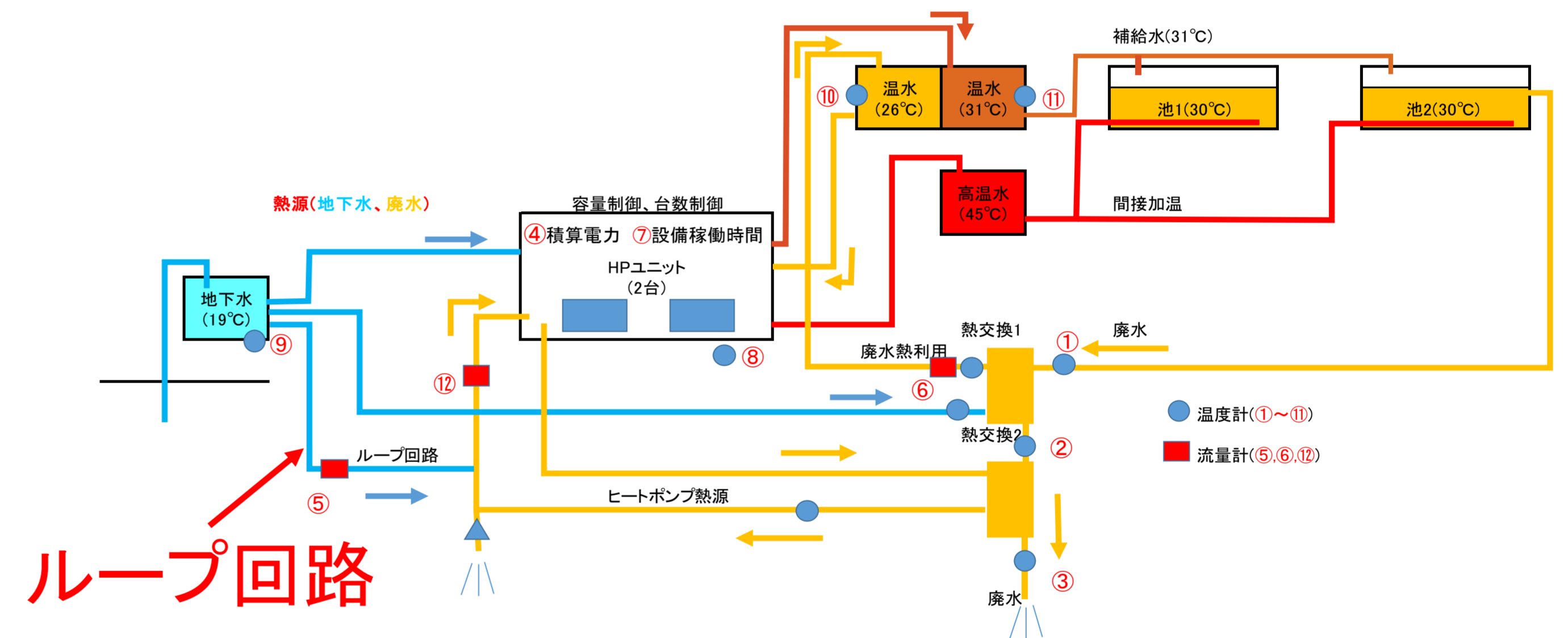
季節間データ(各年度毎)

春～3.4.5月、夏～6.7.8月、秋～9.10.11月

冬～12.1.2月

年間データ(3カ年)

H27年度、H28年度、H29年度



採録ポイント	地点番号(システム図)	採録項目	採録単位	採録頻度
廃水熱交1入口	①	温度	℃	2秒
廃水熱交1出口	②	温度	℃	2秒
廃水熱交2出口	③	温度	℃	2秒
積算電力(No1.No2.補機)	④	電力量	KWh	2秒
積算流量	⑤	流量(地下水)	m3	2秒
廃水流量	⑥	流量(廃水)	m3	2秒
設備稼働時間	⑦	時間	min	2秒
外気温度	⑧	温度	℃	2秒
原水温度	⑨	温度	℃	2秒
温水タンク(低)	⑩	温度	℃	2秒
温水タンク(高)	⑪	温度	℃	2秒
ループ内流量	⑫	流量(ループ内)	m3	2秒

### 3-4. 実証データ

設備導入前													
	2014年												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
A重油代(円)	14,678,580	14,924,100	13,818,450	10,193,450	9,978,900	10,763,760	11,709,160	10,962,240	10,520,860	16,445,690	17,208,440	15,817,200	157,020,830
A重油使用量(L)	174,400	177,600	160,000	117,200	115,500	126,300	145,400	135,700	146,400	197,700	211,200	189,300	1,896,700
重油の原油換算量(KL)	175	179	161	118	116	127	146	136	147	199	213	190	1,907
CO2(ton)	472	481	433	317	313	342	394	368	397	535	572	513	5,137
電気代(円)	3,918,097	4,187,934	4,172,438	4,269,397	4,463,303	4,312,678	4,118,339	4,143,551	5,387,170	3,179,022	2,984,081	3,584,422	48,720,432
電気の使用量(昼間)kWh	120,984	121,518	141,072	110,496	114,528	107,328	138,384	123,768	160,464	100,044	100,806	118,854	1,458,246
電気の使用量(夜間) kWh	131,682	154,836	132,096	129,600	136,776	138,024	131,376	146,304	183,192	124,758	100,698	123,462	1,632,804
合 計	18,596,677	19,112,034	17,990,888	14,462,847	14,442,203	15,076,438	15,827,499	15,105,791	15,908,030	19,624,712	20,192,521	19,401,622	205,741,262
原油換算量(KL)	238	247	229	177	178	188	213	203	232	255	263	251	2,674
CO2(ton)	569	586	538	409	409	436	497	471	528	621	649	605	6,318
設備導入後 2015年度													
	2015年												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
A重油代(円)	0	0	0	0	0	0	130,000	0	516,400	3,113,400	4,752,900	5,619,900	14,132,600
A重油使用量(L)	0	0	0	0	0	0	2,500	0	8,000	72,700	121,200	144,100	348,500
電気代(円)	6,555,881	5,868,089	5,666,405	5,383,927	5,366,020	4,195,271	4,875,551	4,885,191	3,591,570	6,414,837	4,964,000	4,699,270	62,466,012
電気の使用量(昼間)kWh	216,120	140,562	199,728	132,912	141,384	96,576	176,784	163,992	116,376	200,580	170,274	171,906	1,927,194
電気の使用量(夜間) kWh	204,630	205,572	141,024	154,632	163,080	133,728	155,376	173,976	146,904	250,098	141,150	141,138	2,011,308
合 計	6,555,881	5,868,089	5,666,405	5,383,927	5,366,020	4,195,271	5,005,551	4,885,191	4,107,970	9,528,237	9,716,900	10,319,170	76,598,612
コスト削減(円)	8,122,699	9,056,011	8,152,045	4,809,523	4,612,880	6,568,489	6,703,609	6,077,049	6,412,890	6,917,453	10,475,621	9,082,452	86,990,721
コスト削減(%)	55.3%	60.7%	59.0%	47.2%	46.2%	61.0%	57.3%	55.4%	61.0%	42.1%	43.5%	34.8%	-
コスト累計	55.3%	58.0%	58.3%	56.2%	54.6%	55.6%	56.0%	55.9%	56.9%	57.4%	53.1%	51.2%	51.2%
原油換算量(KL)	104	85	85	71	75	56	85	83	97	184	199	223	1,347
CO2(ton)	160	132	130	110	116	87	133	129	161	369	447	510	2,484
設備導入後 2016年度													
	2016年												合計
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	
A重油代(円)	3,170,400	2,785,200	596,900	1,269,000	1,462,500	2,516,000	2,622,600	3,552,000	5,095,400	8,432,700	8,008,000	11,294,850	50,805,550
A重油使用量(L)	76,300	63,300	12,700	28,200	32,500	57,700	56,400	74,000	100,600	151,500	143,000	194,100	990,300
電気代(円)	5,047,347	3,649,701	3,862,720	3,606,381	2,442,601	1,260,145	1,122,061	1,288,669	431,000	2,359,346	2,235,063	1,560,998	28,866,032
電気の使用量(昼間)kWh	161,952	116,202	159,456	108,902	82,466	41,012	29,074	52,805	30,730	64,265	59,564	36,046	942,474
電気の使用量(夜間) kWh	159,702	131,076	118,176	127,779	71,336	22,742	29,085	24,353	12,480	68,382	54,527	22,228	841,866
合 計	8,217,747	6,434,901	4,459,620	4,875,381	3,905,101	3,776,145	3,744,661	4,840,669	5,526,400	10,792,046	10,243,063	12,855,848	79,671,582
コスト削減(円)	6,460,833	8,489,199	9,358,830	5,318,069	6,073,799	6,987,615	7,964,499	6,121,571	4,994,460	5,653,644	6,965,377	2,961,352	77,349,248
コスト削減(%)	44.0%	56.9%	67.7%	52.2%	60.9%	64.9%	68.0%	55.8%	47.5%	34.4%	40.5%	18.7%	-
コスト累計	44.0%	50.5%	56.0%	55.3%	56.1%	57.4%	58.9%	58.5%	57.4%	54.4%	52.7%	47.1%	47.1%
原油換算量(KL)	156	125	82	84	71	74	71	94	112	185	172	210	1,436
CO2(ton)	329	265	140	162	146	180	175	229	289	461	431	548	3,355

# 3-4. 実証データ

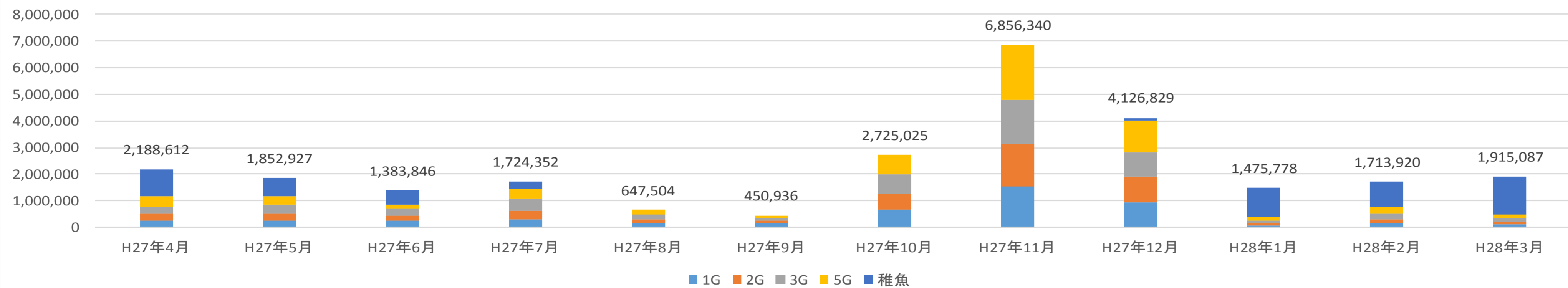
要素別(地中熱/地下水と排水熱) 2015年度

		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月
1 総地下水からの熱利用量	千kcal	1,038,163	669,145	547,101	439,088	189,943	228,885	355,737	355,835	495,848	204,512
2 総廃熱回収熱量(1G,2G,3G,5G,稚魚)	千kcal	2,188,612	1,852,928	1,383,846	1,724,352	647,503	450,936	2,725,025	6,856,340	4,126,829	1,475,778
3 再生可能エネルギー量(1+2)	千kcal	3,226,775	2,522,073	1,930,947	2,163,440	837,446	679,821	3,080,762	7,212,175	4,622,677	1,680,290
1 総地下水からの熱利用量	%	32.2	26.5	28.3	20.3	22.7	33.7	11.5	4.9	10.7	12.2
2 総廃熱回収熱量(1G,2G,3G,5G,稚魚)	%	67.8	73.5	71.7	79.7	77.3	66.3	88.5	95.1	89.3	87.8
3 再生可能エネルギー量(1+2)	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

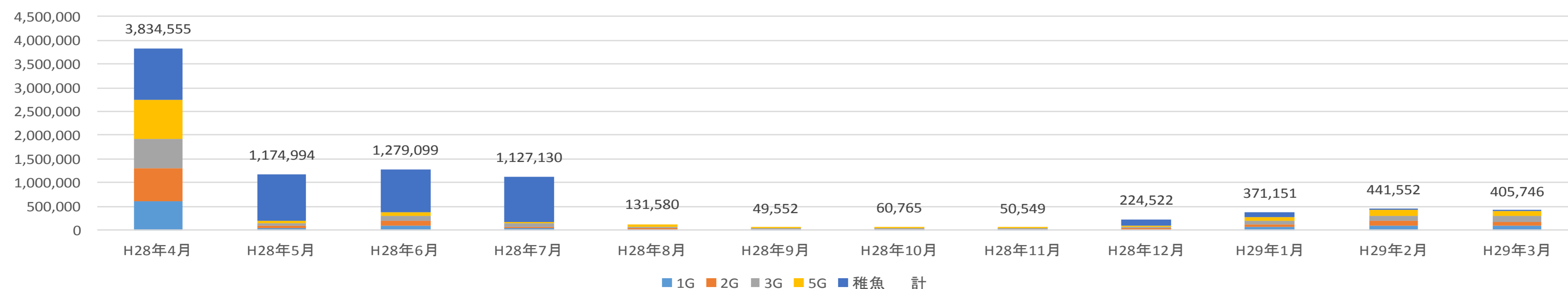
要素別(地中熱/地下水と排水熱) 2016年度

		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月
1 総地下水からの熱利用量	千kcal	209,547	186,762	249,005	148,572	124,619	43,693	21,014	34,782	32,192	43,511
2 総廃熱回収熱量(1G,2G,3G,5G,稚魚)	千kcal	3,834,555	1,174,994	1,279,099	1,127,130	131,580	49,552	60,765	50,549	224,522	371,151
3 再生可能エネルギー量(1+2)	千kcal	4,044,102	1,361,756	1,528,105	1,275,702	256,199	93,245	81,779	85,330	256,714	414,661
1 総地下水からの熱利用量	%	5.2	13.7	16.3	11.6	48.6	46.9	25.7	40.8	12.5	10.5
2 総廃熱回収熱量(1G,2G,3G,5G,稚魚)	%	94.8	86.3	83.7	88.4	51.4	53.1	74.3	59.2	87.5	89.5
3 再生可能エネルギー量(1+2)	%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

総廃熱回収熱量(千kcal) 2015年度



総廃熱回収熱量(千kcal) 2016年度



# 3-4. 実証データ

## 省エネ・省CO2データ

(設備導入前)														
		H26年4月	H26年5月	H26年6月	H26年7月	H26年8月	H26年9月	H26年10月	H26年11月	H26年12月	H26年1月	H26年2月	H26年3月	合計
A重油使用量	L	174400	177600	160000	117200	115500	126300	145400	135700	146400	197700	211200	189300	1896700
電気使用量 昼間	kWh	120984	121518	141072	110496	114528	107328	138384	123768	160464	100044	100806	118854	1458246
電気使用量 夜間	kWh	131682	154836	132096	129600	136776	138024	131376	146304	183192	124758	100698	123462	1632804
原油換算量	KL	238	247	229	177	178	188	213	203	232	255	263	251	2674
CO2	ton	569	586	538	409	409	436	497	471	528	621	649	605	6318
2015年度 (設備導入後)既存の電気代を含む														
		H27年4月	H27年5月	H27年6月	H27年7月	H27年8月	H27年9月	H27年10月	H27年11月	H27年12月	H28年1月	H28年2月	H28年3月	合計
A重油使用量	L	0	0	0	0	0	0	2500	0	8000	72700	121200	144100	348500
電気使用量 昼間	kWh	337104	262080	340800	243408	255912	203904	315168	287760	276840	300624	271081	290760	3385441
電気使用量 夜間	kWh	336312	360408	273120	284232	299856	271752	286752	320280	330096	374856	241848	264600	3644112
原油換算量	KL	167	153	153	130	137	117	152	150	158	240	249	283	2089
CO2	ton	257	237	234	201	212	181	236	232	253	455	524	602	3624
2015年度 (設備導入後)既存の電気代を除く														
		H27年4月	H27年5月	H27年6月	H27年7月	H27年8月	H27年9月	H27年10月	H27年11月	H27年12月	H28年1月	H28年2月	H28年3月	合計
A重油使用量	L	0	0	0	0	0	0	2500	0	8000	72700	121200	144100	348500
電気使用量 昼間	kWh	216120	140562	199728	132912	141384	96576	176784	163992	116376	200580	170274	171906	1927194
電気使用量 夜間	kWh	204630	205572	141024	154632	163080	133728	155376	173976	146904	250098	141150	141138	2011308
原油換算量	KL	104	85	85	71	75	56	85	83	97	184	199	223	1347
CO2	ton	160	132	130	110	116	87	133	129	161	369	447	510	2484
2016年度 (設備導入後)既存の電気代を含む														
		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月	H29年2月	H29年3月	合計
A重油使用量	L	76300	63300	12700	28200	32500	57700	56400	74000	100600	151500	143000	194100	990300
電気使用量 昼間	kWh	282936	237720	300528	219398	196994	148340	167458	176573	191194	164309	160370	154900	2400720
電気使用量 夜間	kWh	291384	285912	250272	257379	208112	160766	160461	170657	195672	193140	155225	145690	2474670
原油換算量	KL	219	193	150	146	133	82	138	160	197	241	222	270	2151
CO2	ton	426	371	244	258	242	133	278	333	420	547	387	526	4165
2016年度 (設備導入後)既存の電気代を除く														
		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月	H29年2月	H29年3月	合計
A重油使用量	L	76300	63300	12700	28200	32500	57700	56400	74000	100600	151500	143000	194100	990300
電気使用量 昼間	kWh	161952	116202	159456	108902	82466	41012	29074	52805	30730	64265	59564	36046	942474
電気使用量 夜間	kWh	159702	131076	118176	127779	71336	22742	29085	24353	12480	68382	54527	22228	841866
原油換算量	KL	156	125	82	61	71	74	71	94	112	185	172	210	1413
CO2	ton	329	265	140	98	146	180	175	229	289	461	431	548	3291
2015年度														
		H27年4月	H27年5月	H27年6月	H27年7月	H27年8月	H27年9月	H27年10月	H27年11月	H27年12月	H28年1月	H28年2月	H28年3月	合計
削減原油換算量	KL	71	94	76	47	41	71	61	53	74	15	14	-32	585
原油削減率		56%	66%	63%	60%	58%	70%	60%	59%	58%	28%	24%	11%	49.6%
削減CO2	ton	312	349	304	208	197	255	261	239	275	166	125	3	2694
CO2削減率		72%	77%	76%	73%	72%	80%	73%	73%	70%	41%	31%	16%	61%
2016年度														
		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月	H29年2月	H29年3月	合計
削減原油換算量	KL	19	54	79	31	45	106	75	43	35	14	41	-19	523
原油削減率		34%	49%	64%	66%	60%	61%	67%	54%	52%	27%	35%	16%	47.2%
削減CO2	ton	143	215	294	151	167	303	219	138	108	74	262	79	2153
CO2削減率		42%	55%	74%	76%	64%	59%	65%	51%	45%	26%	34%	9%	47.9%

### 3-4. 実証データ

#### 省エネ・省CO2データ

2015年度(平成27年度)														
		H27年4月	H27年5月	H27年6月	H27年7月	H27年8月	H27年9月	H27年10月	H27年11月	H27年12月	H28年1月	H28年2月	H28年3月	合計
削減原油換算量	KL	71	94	76	47	41	71	61	53	74	15	14	-32	585
原油削減率		56%	66%	63%	60%	58%	70%	60%	59%	58%	28%	24%	11%	49.6%
削減CO2	ton	312	349	304	208	197	255	261	239	275	166	125	3	2694
CO2削減率		72%	77%	76%	73%	72%	80%	73%	73%	70%	41%	31%	16%	61%

削減原油換算量の合計より、平成27年4月～平成28年3月の12ヶ月で585KLの省エネ量となっている。

省エネ率は年間49.6%、省CO2量は削減CO2の合計より2694tonとなっている。

#### 2016年度(平成28年度)

		H28年4月	H28年5月	H28年6月	H28年7月	H28年8月	H28年9月	H28年10月	H28年11月	H28年12月	H29年1月	H29年2月	H29年3月	合計
削減原油換算量	KL	19	54	79	31	45	106	75	43	35	14	41	-19	523
原油削減率		34%	49%	64%	66%	60%	61%	67%	54%	52%	27%	35%	16%	47.2%
削減CO2	ton	143	215	294	151	167	303	219	138	108	74	262	79	2153
CO2削減率		42%	55%	74%	76%	64%	59%	65%	51%	45%	26%	34%	9%	47.9%

削減原油換算量の合計より、平成28年4月～平成29年3月の12ヶ月で523KLの省エネ量となっている。

省エネ率は年間47.2%、省CO2量は削減CO2の合計より2153tonとなっている。

遊離炭酸の影響による設備の改造で重油を使用したため、前年度と比べると省エネ量、削減CO2量共に悪くなっている。

### 3-4. 実証データ

#### 成績係数(COP)

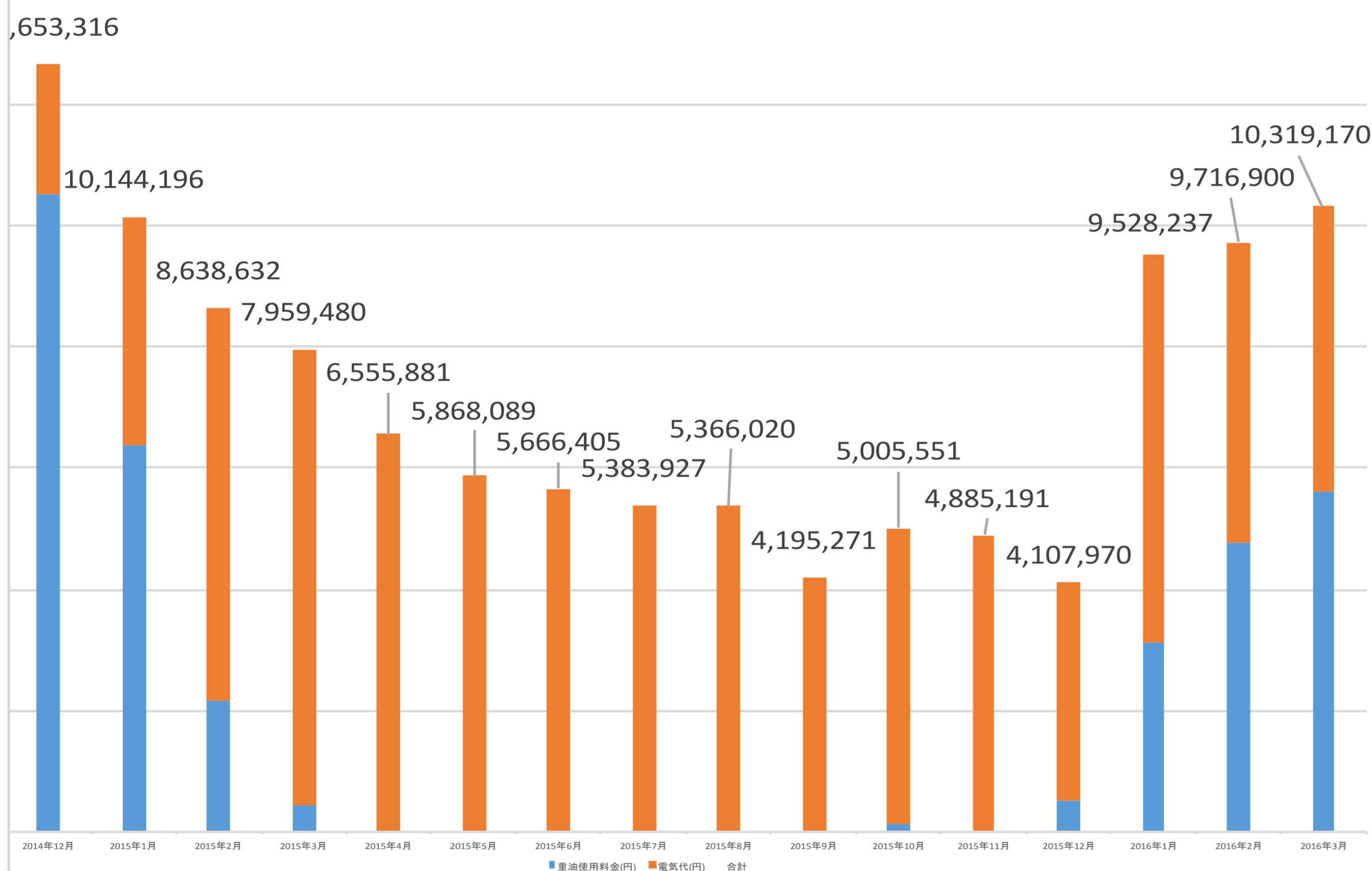
	冷凍機のみ	総合COP	期間
No1号機	5.17	4.7	2015年4月～2016年3月
No2号機	6.4	5.4	2015年4月～2016年3月
No3号機	6.43	5.6	2015年4月～2016年3月
No5号機	6.95	5.7	2015年4月～2016年3月
稚魚池	7.23	6.6	2015年4月～2016年3月

	冷凍機のみ	総合COP	期間
No1号機	5.17	4.63	2016年4月～2017年3月
No2号機	6.4	5.35	2016年4月～2017年3月
No3号機	6.43	4.58	2016年4月～2017年3月
No5号機	6.95	5.49	2016年4月～2017年3月
稚魚池	7.23	7.13	2016年4月～2017年3月

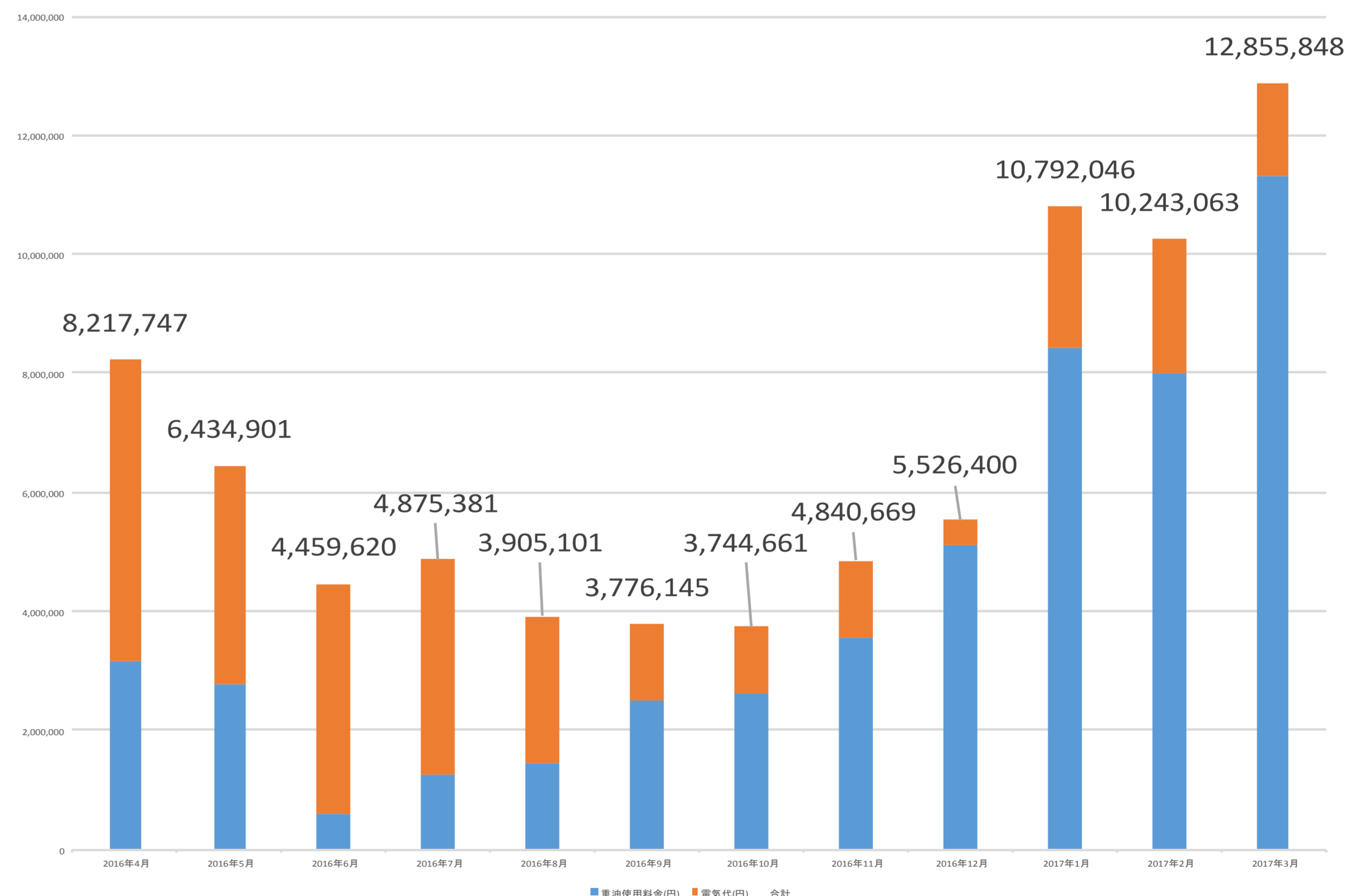
設備間での成績係数のバラつきはみられるが、平均すると5～6以上である。

#### 重油使用料金と電気使用料金の推移

グラフタイトル



グラフタイトル



#### ・特徴的技術

低温廃熱を徹底利用するために熱交換器を直列に配置し廃熱を有効利用吸熱回路をループ回路にすることで、最大限熱回収を行う、高効率ヒートポンプシステム(満液式)による、地熱、廃熱利用のシステムの導入で、計画通り省エネ効果を推移している

#### ・マネジメント面での工夫、苦労した点

養殖池での省エネは生き物を扱うため、水の管理等その時々で温度管理や水替え条件が変わるため、年間を通して同じ条件で運用されないこともあり、前年比との比較がどうだったか不透明な要素が考えられる。



## 3-5. 分析・評価結果(仮説検証)

2015年4月から2016年3月までの実績(12か月間)

- ・省エネ効果 **54%以上**  
2015年4月～2016年3月 **累計49.6%削減**  
12月くらいから、原油価格が下落したため一部ボイラーを使用したため、コスト的には削減できたが、省エネ率は低減
- ・省CO2効果 **59.3%(2,439トン/年)**  
2015年4月～ 2016年3月 **累計61%削減(2,694トン)**
- ・廃熱回収率 **81%以上** **累計84.8%**

廃熱交換の予測計算で、成鰻池の換水を1日2回で試算していたが、実際は午前2回、午後3回以上、計5回以上換水をしているため、大量の廃熱を回収することができた。また、稚魚池の換水量も200L/minを1池で試算していたが実際は、250L/min以上の換水量で運用されていたため、より多くの廃水熱を回収利用できた。

- ・経済性 コスト回収 **3年(自己資金のみ)** **2.6年**

### コスト(投資回収年数)

2015年4月から2016年3月までの12か月間でコスト削減金額は、前年比で、86,990,721円のコスト削減。

設備投資金額  $422,306,400 \div 86,990,721 = 4.8$ 年  
補助金を除くと  $(422,306,400 - 194,372,000) \div 86,990,721 = 2.6$ 年

※自己負担の投資で見れば、予測回収年は **2.6年** 達成中

## 3-5. 分析・評価結果(仮説検証)

2016年4月から2017年3月までの実績(12か月間)

- ・省エネ効果 **54%以上**  
2016年4月～2017年3月 **累計47.2%削減**  
地下水を利用していたが、地下水に含まれる遊離炭酸の影響で、ヒートポンプの吸熱部の熱交換器が剥離して故障したため、重油を使用しなければならなくなったため、省エネ率が計画通りに達成できなかった。
- ・省CO2効果 **59.3%(2,439トン/年)**  
2016年4月～ 2017年3月 **累計47.9%削減(2153トン)**
- ・廃熱回収率 **81%以上** **累計88.7%**  
定期的に熱交換器の薬品洗浄を実施することで、より多くの廃水熱を回収利用できた。
- ・経済性 **コスト回収 3年(自己資金のみ)**

### コスト(投資回収年数)

2016年4月から2017年3月までの12か月間でコスト削減金額は、前々年比で、77,349,248円のコスト削減。

設備投資金額  $422,306,400 \div (86,990,721 + 77,349,248) \div 2 = 5.1$ 年  
補助金を除くと  $(422,306,400 - 194,372,000) \div 82,169,985 = 2.8$ 年

※自己負担の投資で見れば、予測回収年は **2.8年** **達成中**

### 成功した要因

- ・設計通りに設備が稼働し、廃熱回収利用も予測以上であったため計画を達成できたと考えられる。

養殖の場合、病気や水質の変化で、加温状態を変動させたり、換水を多くしたり、気候により外気温が例年より低い場合、高い場合など大きく設備の稼働の要因を左右する要素が高い。今年は達成すると考えられるが、今後、いろんな要因が考えられるので、メンテナンスと状況の変化を配慮し、省エネ運転を推進していく。

また、**シラスの投入量、生産高でもエネルギーは大きく左右される**ので、生産高原単位でも、省エネ評価が必要である。

導入前の生産性原単位 2014年度生産量 349ton  
利用したエネルギーは原油換算量で2674kl  
生産高原単位= $2674 \div 349=7.66\text{kl/ton}$

導入後の値は  
(2015年度) 2015年度生産量 263ton  
利用するエネルギーは原油換算量で1347kl  
生産高原単位= $1347 \div 263=5.12\text{kl/ton}$

(2016年度) 2016年度生産量 250ton  
利用するエネルギーは原油換算量で1436kl  
生産高原単位= $1436 \div 250=5.7\text{kl/ton}$

※申請書の添付資料No9 エネルギー使用量の原油換算表を参照

### 来年度の予定

- ・2017年3月で稼働24か月間であり、ようやく稼働も落ち着いたと思えたが**地下水に含まれる遊離炭酸の影響で設備の改造が発生**したため、一時重油を使用する事になった。課題については遊離炭酸が直接ユニットに入らないように間接加温とした。

### 今後の普及展開

- ・養鰻業への普及については、今回の省エネ実績を全面に打ち出し、鹿児島宮崎を拠点に導入促進を図っていく。  
設備の見学会、インターネットでの発信など企画して、推進する。  
省エネの専門誌への記事を投稿し、業界やエネルギー利用の省エネの情報発信とする。
- ・他業種への普及については、同様の低温廃熱を捨てている業界へのアプローチを行い、再生可能エネルギーを利用したヒートポンプシステムを販売普及を行う。
- ・省エネの補助金について  
社会の動向、地球温暖化防止、原油の動向を踏まえ、効果のある補助金を選択して、業界の活性化、産業の発展、環境問題への貢献を進めていく。