

2021年度成果報告会

耐腐食性を有しかつスケール成長 を低減した熱交換システムに関する 実現可能性調査

(国)東京海洋大学

(株)ゼネシス

(国研)産業技術総合研究所

問い合わせ先

(国)東京海洋大学 盛田 元彰

E-mail: morita@m.kaiyodai.ac.jp

TEL: 03-5245-7401

事業概要

1. 期間

開始: 2020年7月

終了: 2021年2月

2. 最終目標

腐食性のある酸性流体を熱交換器を使用する発電システム(間接方式)も選択肢の一つとして取り上げられている。本調査では耐食性を有しかつスケール成長を低減した間接方式の熱交換器として、流体直接接触式熱交換法の適用可能性を調査する。そして、地熱資源の熱量に対する発電量の熱効率を20%以上とするための課題を整理する。

3. 成果・進捗概要

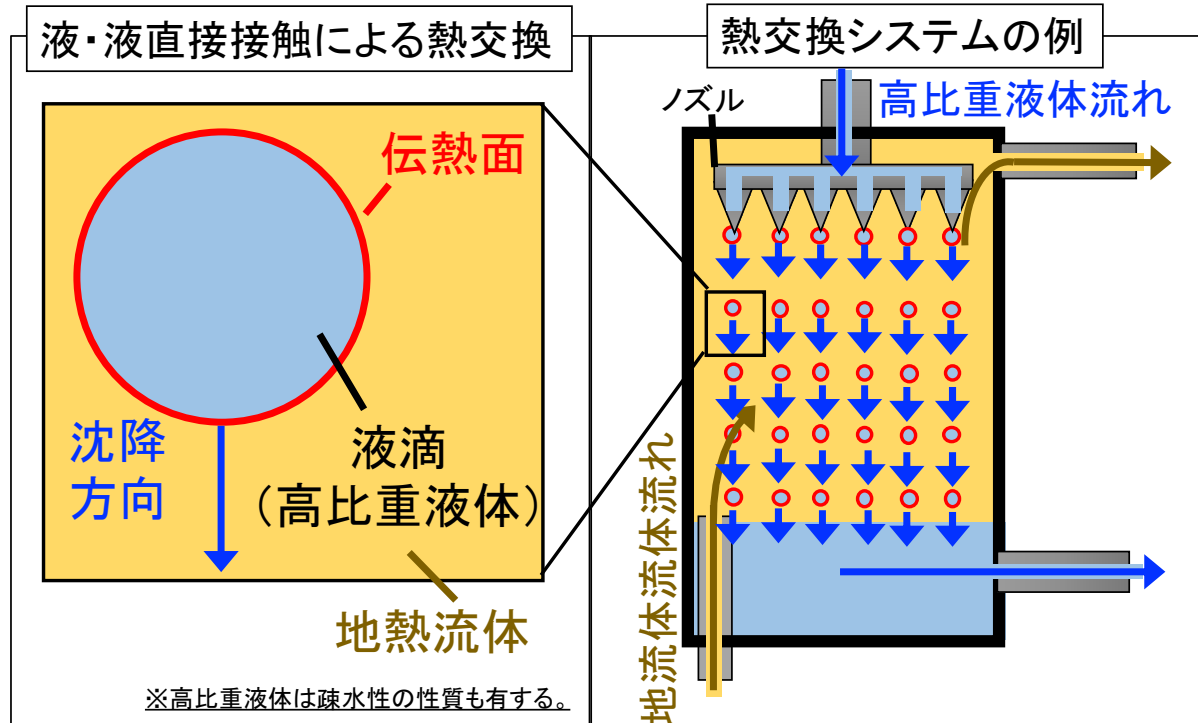
- ・熱交換技術のデータ収集を行い設計パラメータを整理した。
- ・使用する耐食材料について調査した。
- ・耐析出物技術が有効であることを確認した。
- ・200℃までは現行技術で適用可能である見込みが得られた。
- ・超臨界地熱流体や酸性流体からの熱回収を想定した熱回収システムの規模を概算をした。また、既設地熱発電所に導入した場合の経済性も検討した。製作装置の規模としても経済性としても成り立つ見込みを得た。

実施計画・実施体制

調査項目	東京海洋大学	ゼネシス	産業技術 総合研究所	FY2020			
				Q1	Q2	Q3	Q4
①熱交換技術のデータ収集				↔			
(1)流体直接接触式熱交換（液・液） の設計基礎データの取得	—	○	—	↔			
②耐食・耐析出物技術のデータ収集				↔			
(1)耐食設計方法の調査	○	—	—	↔			
(2)耐析出物システムの可能性検討	○	○	○	↔			
③高比重液体の適用可能範囲の調査				↔			
(1)高比重液体の水への溶解度	○	—	—	↔			
(2)高温高圧での高比重液体の安定性	○	—	—	↔			
④実用化に向けた基本設計方法の提案				↔			
(1)シミュレーション及び課題整理	○	○	○	↔			

直接接触式熱交換法

直接接触式熱交換法の概略図



外観写真



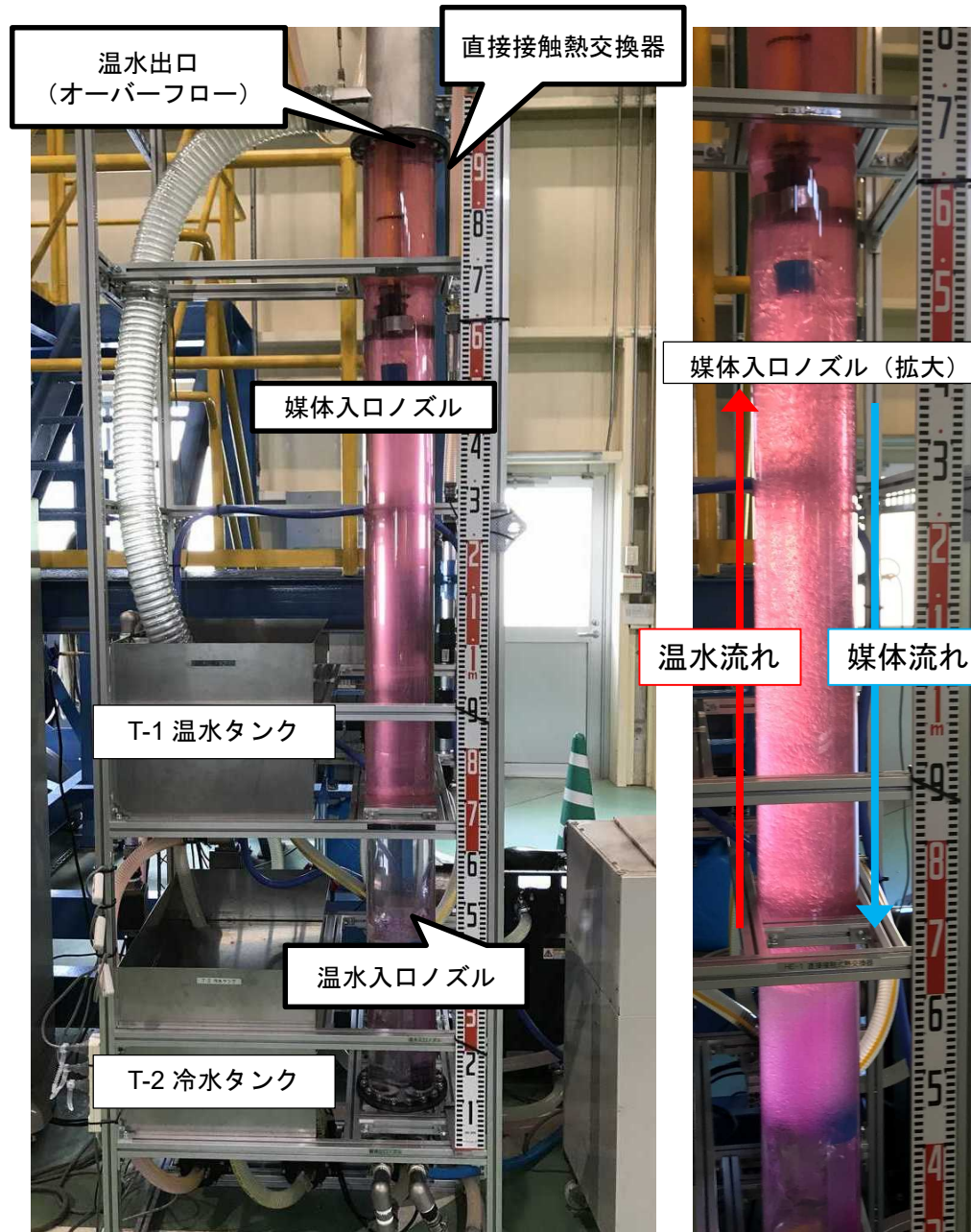
流体直接接触式熱交換法

互いに混ざり合わない流体と流体とを接触させ熱交換する手法

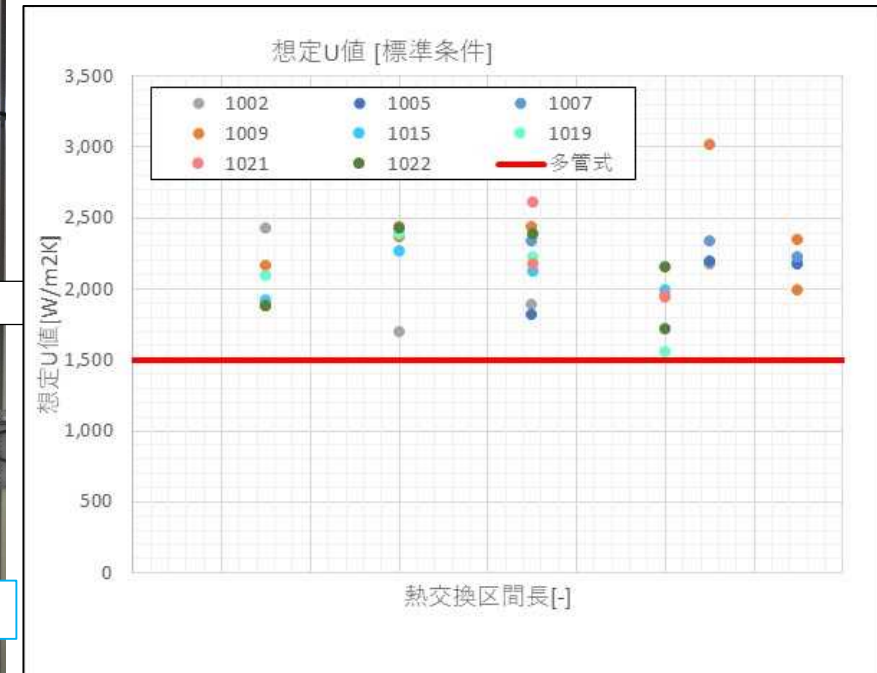
特徴

- ・伝熱壁面を持たないためスケールに強い。
- ・利用する溶液次第では腐食に強い。

熱交換技術のデータ収集



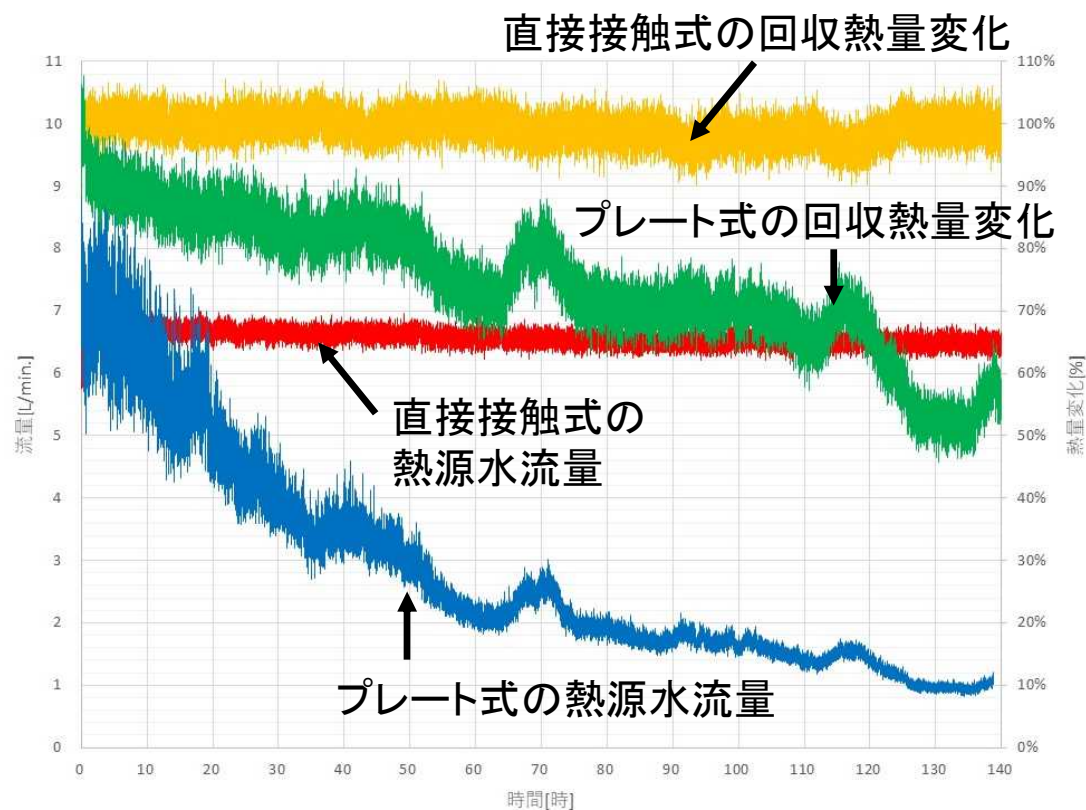
熱交換特性



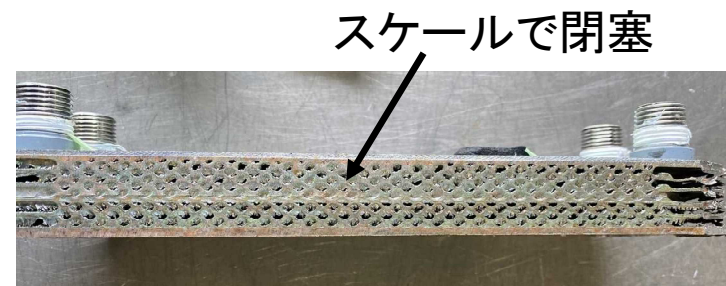
- 熱交換システムの安定性と性能の再現性を確認
- 直接接触式熱交換器は多管式の熱交換器と同程度のコンパクト性を持つことを確認

耐析出物システムの可能性検討

現地試験: 各熱交換器のスケールの影響



試験後のプレート式熱交換器の断面



試験後の直接接式熱交換器

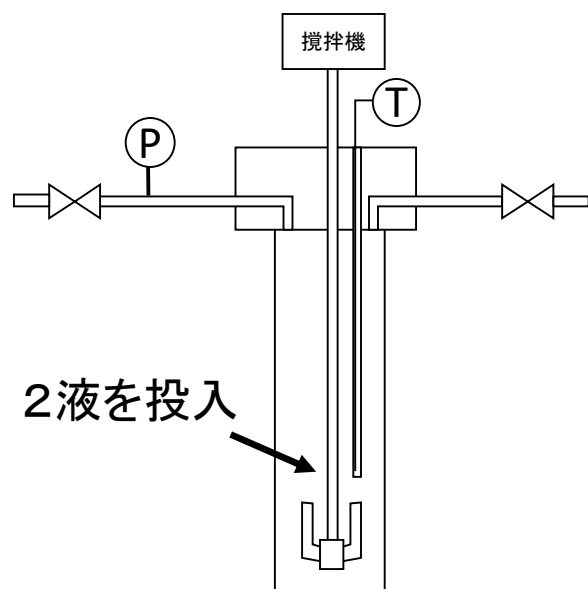


- ・表面にはスケール形成
- ・顕著な厚み増加は無

流体直接接触式熱交換器では、伝熱部が固体でないためスケール成長の起点がなく、流体中でスケール粒子が析出しても、壁面に僅かにスケールリングするのみで大きな問題は生じなかった。

高比重液体の適用可能範囲の調査

試験装置



目的

- ・有機溶媒との相溶性の増大や加水分解の促進が特徴の一つと言われているため、それらの影響を確認する必要がある。
- ・高比重液体(現行品)の高温での分解性から適用可能な温度域について検討した。

試験条件

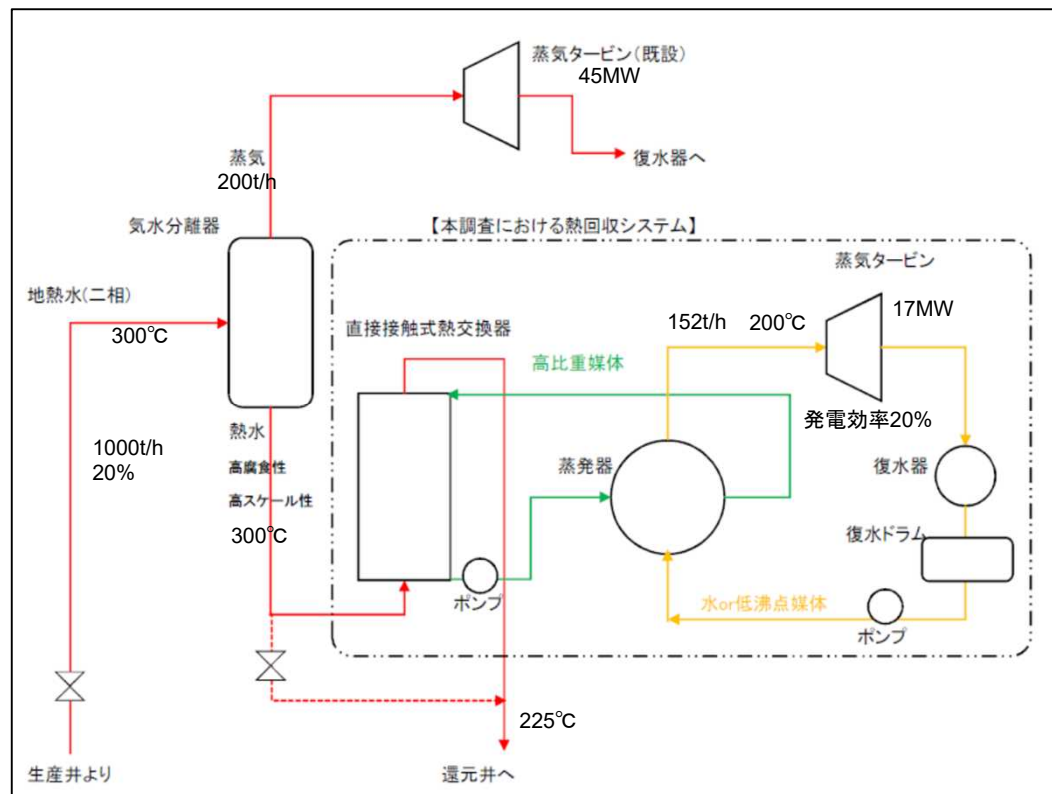
試験温度 (°C)	初期仕込み量(mL)		保持時間 (h)	攪拌条件 (rpm)
	高比重液体	水		
150	150	150	4	1000
250	150	150	4	1000
350	150	150	4	1000
350	0	300	4	1000

暫定適用可能範囲

	350°C	300°C*2 (解析値)	250°C	200°C*2 (解析値)	150°C	150°C以下
高比重液体の安定性 (水への分解量)	×	×	△	◎	◎	◎

200°Cまで利用可能であることが見込めた。

実用化に向けた設計方法の提案



検討例

流量1000t/h
汽水分離器でのフラッシュ温度300°C
乾き度を20%
汽水分離後の熱水800t/hを使用し、
本熱交換方式で発電

熱水からの回収熱量に対する発電効率を20%以上とする熱回収システム

- 汽水分離器の蒸気での発電出力は45MWであるため、本モデルケースでは発電出力が約37%増加。
- 熱水の温度を300°Cから225°Cまで利用した場合の発生蒸気量は152t/h、発電出力17MW、蒸気量に対する発電効率は21%となる。

まとめ

熱交換技術のデータ収集

流体直接接触式熱交換器のラボ試験装置を試作し，設計パラメータを整理した。

耐食・耐析出物技術のデータ収集

耐食性技術：一部の耐熱鋼材は孔食が生じたが，Cr量の高い鋼材は十分な耐食性を示した。TiやNi基超合金の腐食はほぼなかった。

耐析出物技術：1週間の試験で，本熱交換器では性能に変化がなく，高スケールリング環境でも利用できる見込みを得た。

高比重液体の適用可能範囲の調査

200℃までは現行技術で適用可能である見込みが得られた

実用化に向けた基本設計方法の提案

超臨界地熱水や未利用酸性熱水からの熱回収を想定した地熱水からの熱回収システムの規模概算をした。また，既設地熱発電所に導入した場合の経済性も検討した。製作装置の規模としても経済性としても十分成り立つ見込みを得た。