

透析熱回収ヒートポンプシステム Smart E System[®]の開発

ゼネラルヒートポンプ工業株式会社 代表取締役
柴 芳 郎

1. テーマ設定の背景

ヒートポンプによる再生可能エネルギー熱利用は省エネルギーに寄与する技術であり、化石燃料を燃焼せず、少ない電力で大きな熱量を移動して利用することができるため、二酸化炭素排出量も低減できる技術である。ゼネラルヒートポンプ工業株式会社では、これまでも地中熱や温泉排湯利用システムを多数納入しているが、これらは主に業務用建物への空調・給湯用途である。今回開発したシステムは、今まで未踏であった医療分野でのヒートポンプによる排熱回収を適用した製品である。

腎臓の機能が低下した患者に対して自身の腎臓の代わりに人工腎臓のフィルター（ダイアライザー）を介して、血液から老廃物・余分な水分を取りのぞくという人工透析という治療がある。水分を入れ替える必要があるため、新しい水道水が必要であり、従来はそれを電気ヒーターやボイラーで加熱し、ろ過して利用していた。当製品は、透析治療で発生する排水の熱をヒートポンプで移動（熱回収）して水道水を加熱する装置であり、大幅な省エネ、省CO₂、省ランニングコストを実現した。

2. 素形材分野との関連性

ヒートポンプは電機機器であり部品の大半が素形材でできている。鋳造品、鍛造品、金属プレス製品、粉末冶金、プラスチック・セラミックス製品を使用している。ヒートポンプシステム全体を考慮すると相当数の素形材を利用している。

3. 研究開発の成果

3.1 シミュレーション

人工透析では水道水などを原水としてRO膜装

置（Reverse Osmosis逆浸透膜装置）により清浄水（透析液）を透析器に供給し、ろ過した尿毒素・塩分・水分を廃液（透析排水）として除去する。1回当たり4～5時間程度かけて治療を行い、通常1週間に3回治療を行う。

透析専用病院では、ベッド数（床数）および稼働率などにより必要となる加熱熱量やヒートポンプで熱を回収する元となる透析排水やRO排水の量が異なるためそれらについてもシミュレーションを行い、床数などの条件の異なるすべての透析病院で効果を算出できるようにした。

試算例ではエネルギーコストが約74%削減し、100床の透析病院で年間約400万円の電気代の削減となる計算となった。

3.2 設計・試作

シミュレーションの結果を元に、透析熱回収ヒートポンプシステムの設計を行った。なるべく現地工事をなくすようにヒートポンプ・熱交換器・タンク・配管・制御・計測を一体のユニット化し、大幅な現地工事費削減を可能にした。また、原水熱交換部および配管等をオールステンレスにするなど衛生面に注意した部材、構成とした。さらに、透析排水熱回収槽を2槽化し、排熱を有効に利用するとともに、排水量のムラにも対応できるようにした。

試作機を製作し、「Mクリニック」に試作機を導入して実証試験を行った。計測結果より、試作した透析熱回収ヒートポンプは加熱能力が十分あり、電気ヒーターよりも大幅な省エネ効果を実現できることを確認した。ただし、運用でいくつかの課題がみつき、循環冷媒の変更、ポンプの変更、配管の変更、エア抜きの取り付け、制御の変更などの改修を現地の試作機に対して実施した。

これにより、すべての課題を克服したため、製品化仕様に生かした。

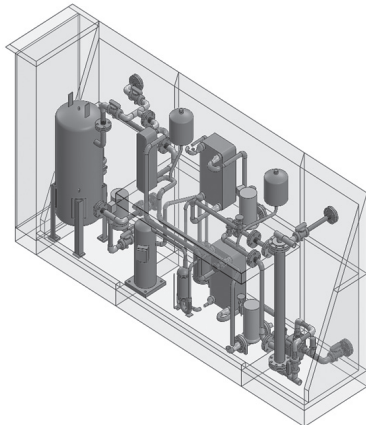


図1 透析熱回収ヒートポンプユニット

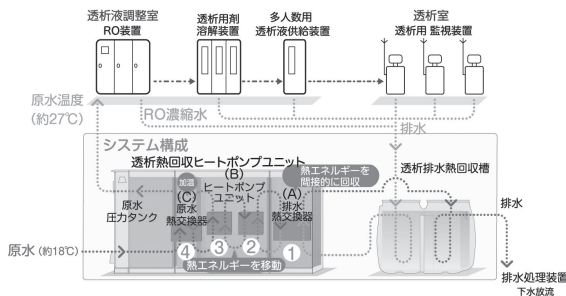


図2 透析熱回収ヒートポンプシステム

3.3 製品の運用結果

図3は某病院に導入した製品版のフィールドデータ（1年分）である。透析熱回収ヒートポンプ（DHP）と電気ヒーター（EH）の消費電力、および、電気ヒーターに対する透析熱回収ヒートポンプのエネルギー効率および省エネルギー率である。電気ヒーターに比べて透析熱回収ヒートポ

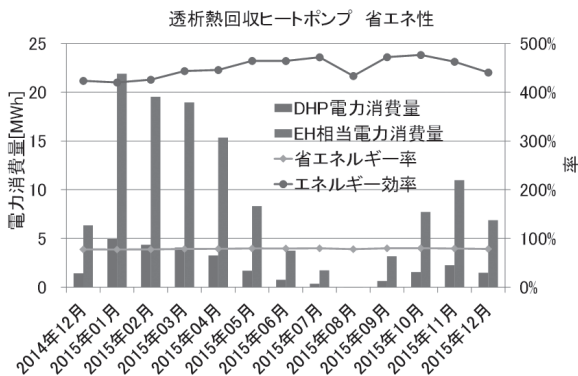


図3 透析熱回収ヒートポンプ計測結果

ンプは消費電力が大幅に削減され、年間を通すと約450%のエネルギー効率であり、省エネ効果はシミュレーション結果よりも大きい約78%であった。

4. 訴求点

表1に従来技術と当技術の比較表を示すとともに相違点を以下に示す。

表1 従来技術と当技術の比較表

	熱交換システム (従来)	汎用ヒートポンプ (従来)	透析熱回収ヒートポンプ (当製品)
採熱量	△	○	○ (多い)
効率	○	△	○ (高い)
工事費	○	△	○ (安い)
総コスト	△	△	○ (安い)
衛生面	△	○	◎ (安全)
見た目	○	△	○ (良い)
総合評価	△	△	◎ (優れる)

従来の熱交換器のみの熱回収は熱を回収する能力が少ないが、当製品は熱をくみ上げることができるので採熱量が多い。従来の単なる熱交換器は腐食や経年劣化による熱交換器破断による汚染が起こる可能性があるが、当製品にはそれがない。かつて汎用のヒートポンプを利用したシステムが導入されたケースがあるが、その場合は現地工事費が多くかかるとともに、配管がむき出しで見た目も悪く、ポンプ制御などが難しいため、総合効率が落ちる。当技術は採熱量が大きく、エネルギー効率が高いため、トータルコストが最も優れ、衛生面や見た目も含めて総合的に最も優れる。現在、国内で約30件の当製品の導入事例がある。

参考文献

- 1) 臨床透析 2020 VOL.36 NO.9 8月増刊号 血液浄化機器 2020 第二章 透析装置 12. 透析熱回収装置 P.114 ~ 117