



エネ環

抜本的な省エネルギーを進めるための 革新的熱交換・熱制御技術



E-3

NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム／
エクセルギー損失削減のための熱交換・熱制御技術

プロジェクト実施者：国立学校法人東京大学、学校法人早稲田大学、国立学校法人九州大学、国立学校法人横浜国立大学（2018年度）、
日本カノマックス（株）、（国研）産業技術総合研究所、（株）UACJ、（一社）日本アルミニウム協会
プロジェクト実施期間：2018～2020年度

背景

有効エネルギー（エクセルギー）損失を削減して抜本的に省エネルギーを進めるためには、まずは熱を捨てずに投入する熱量自体を減らすこと（断熱・再生）、その上で熱を得る場合には燃焼させないこと（可逆発熱）、そして熱となってしまったら温度を下げずに大量にやり取りすること（小温度差熱交換）が重要です。これら全てについて、「熱交換技術」がその性能向上と低コスト化の鍵を握っており、長きにわたって多大な努力が払われてきました。しかしながら、技術的な課題に加えて業界間の壁などの構造的な問題が障壁となり、エクセルギー損失削減にまで繋がっていないのが現状です。また、エクセルギー損失削減とコストの低減はトレードオフの関係にあり、その両立は非常にハードルの高い課題です。

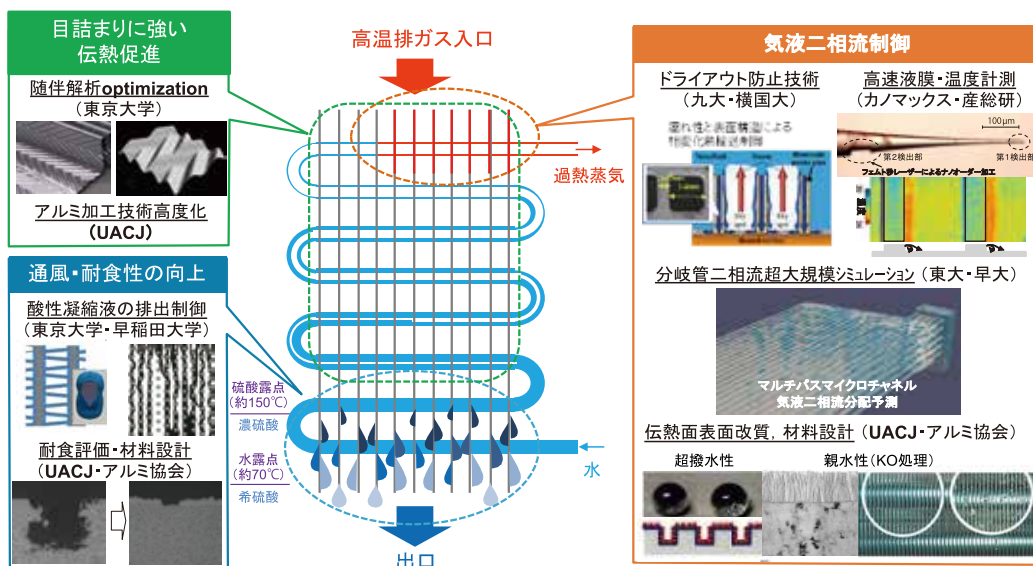
目的

従来の延長線上にない熱交換性能向上と低コスト化により、産業および民生分野でのエクセルギー損失を大幅に削減することを目指して、大学や企業、研究所等の英知を結集し、熱交換技術が抱える障壁を克服する共通基盤技術、具体的には数値シミュレーション技術、計測技術、表面改質技術等の可能性を明らかにすることを目的として本先導研究を実施しました。

事業概要

産業・民生用途の非競争領域の多くの技術課題の解決に対して、大学や企業、研究所等の英知を結集し、エクセルギー損失削減を実現する上で技術面での鍵となる熱交換・熱制御技術の先導研究を実施しました。また、コンソーシアムの骨格をなす開発プラットフォームの内容や仕組みの基本設計を行いました。

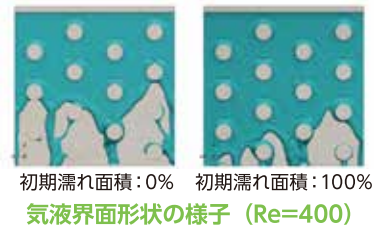
具体的には、大規模数値シミュレーションや表面改質技術、計測技術を駆使して熱交換設計を革新し、従来技術では実現できなかったドライアウト防止・凝縮水排出性向上・二相流分配等の課題に挑戦しました。また、将来的な国家プロジェクト化に向けて、外部有識者を含めた委員会を設置し、課題を抽出するとともに計画策定を行いました。



成 果

1. 気液二相流動予測技術と超多自由度設計技術の開発 (東京大学、早稲田大学)

- 潜熱回収する際に発生する凝縮液を予測するため、フィン濡れ面積を±20%の精度で予測するシミュレーション技術を開発。
- エアコンや蒸気サイクルにおける気液二相分配現象の予測に向けて、気液二相質量流量分配を±10%の精度で予測。
- 随伴解析による最適化シミュレーションにより、産業用熱交換器の乱流熱伝達率を50%以上増加する伝熱面を提案。



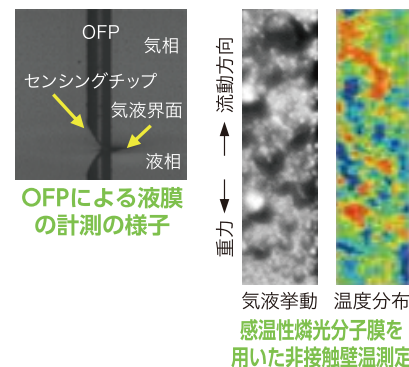
2. 濡れ性と表面構造による相変化熱輸送制御 (九州大学、横浜国立大学 (2018))

- 陽極酸化を用いたアルミニウム改質表面とハロイサイトナノチューブ (HNT) コーティングの組み合わせにより、エタノールにおける沸騰開始過熱度の大幅な低減 (54.3K → 13.1K) と、裸面に対して5倍程度の核沸騰特性の改善を明らかにし、熱交換器のドライアウト防止のための相変化熱輸送制御技術の適用可能性を確認。
- 原子間力顕微鏡AFMを用いて沸騰開始時の水中の固体表面における気泡の変化を観察し、沸騰の物理機構の一部をナノスケールで解明。
- ナノ流体とハニカム多孔質体の組み合わせにより、限界熱流束が裸面の3倍まで上昇することを確認。



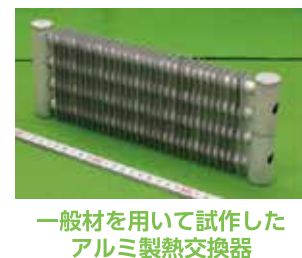
3. 熱交換プロセス用次世代計測技術の開発 (日本カノマックス、産業技術総合研究所)

- 100μm未満の液膜を±10%程度の精度で計測できる光ファイバプローブ (OFP) 液膜計測技術を開発。産業機器やプラントなどの高温高圧環境での実装可能な仕様とした。(日本カノマックス、静岡大学 (再委託先))
- 1000Hz以上の高速度で可視化定量計測を行うことができる感温性燐光分子膜を用いた非接触壁温測定技術を開発。(産業技術総合研究所)



4. 革新的アルミニウム製熱交換器の材料設計技術開発と将来計画の策定 (UACJ、日本アルミニウム協会)

- 新規ニーズで想定される環境、形状に対応できる新たなアルミニウム材料を設計評価し、従来のガス給湯器の二次熱交換器 (SUS) を1/6のサイズへ小型化。(UACJ)
- 150μm程度の犠材を内面に付与したアルミニウムクラッド材により水道水に対する耐食性が確保され、燃焼ガス雰囲気の外表面耐食性を含めて二次熱交換器寿命を10年以上持たせる見通しを得た。(UACJ)
- 現在の様々な分野における熱交換器の課題を体系的に明らかにし、新たな国家プロジェクトへの道筋を立てた。(日本アルミニウム協会)



今後の展望

これまで個々・独自に進化を遂げてきた熱交換器の要素技術メーカー、システムメーカー、最終ユーザーをコンソーシアム形式でつなぎ合わせ、今回開発した共通基盤技術を核にして、熱交換性能をオールジャパン体制で抜本的に改善することを目指します。

お問い合わせ

日本カノマックス(株)	TEL: 06-6877-8679	URL: http://www.kanomax.co.jp/
(国研)産業技術総合研究所	TEL: 029-862-6691	URL: https://unit.aist.go.jp/ieco/tea/
(株)UACJ R&Dセンター	TEL: 052-651-2113	URL: https://www.uacj.co.jp/index.htm
(一社)日本アルミニウム協会	TEL: 03-3538-0221	URL: https://www.aluminum.or.jp/

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

〒212-8554 神奈川県川崎市幸区大宮町1310番 ミューザ川崎セントラルタワー
TEL: 044-520-5100 (代表) FAX: 044-520-5103
<https://www.nedo.go.jp>