

# 「カーボンニュートラルに向けた中低温産業排熱の最新利用技術と実践例」 目次

## 第1章 国内のエネルギー事情と国の方針

- 1 国内の一次エネルギー供給状況
  - 2 国内の最終エネルギー消費
  - 3 日本のエネルギー戦略
  - 4 製造業のエネルギー源別エネルギー消費の推移
  - 5 製造業の業種別エネルギー消費の推移
- 参考文献・資料

## 第2章 産業部門の排熱状況

- 1 各種産業における排熱温度
  - 2 各種産業における排熱温度と排熱量
  - 3 産業分野の排熱発生と活用状況に関する調査結果
  - 4 2019年のNEDO/TherMATの排熱実態調査
  - 5 海外における産業分野の排熱と利用方法の状況
  - 6 国内の各種製造業における排熱の発生箇所
    - 6.1 鉄鋼業における排熱の発生箇所
    - 6.2 窯業における排熱の発生箇所
      - (1) セメント工場の排熱
      - (2) ガラス工場の排熱
    - 6.3 石油精製業における排熱
    - 6.4 紙パルプ産業における排熱
    - 6.5 排熱の多い主要産業における2050年カーボンニュートラルに向けた省エネ及び脱炭素化に対する取組み内容
    - 6.6 鉄鋼業におけるカーボンニュートラルに向けた今後の方向性
    - 6.7 セメント・ガラス工業におけるカーボンニュートラルに向けた長期ビジョン
    - 6.8 石油精製業におけるカーボンニュートラルに向けた今後の方向性
    - 6.9 紙パルプ業におけるカーボンニュートラルに向けた今後の方向性
    - 6.10 化学産業におけるカーボンニュートラルに向けた今後の方向性
- 参考文献・資料

## 第3章 熱利用技術

- 1 熱利用技術の概要
- 2 熱エネルギーとしての利用技術
  - 2.1 熱交換器
    - (1) 熱交換器の原理
    - (2) 熱交換器の種類と構造および特徴
    - (3) 隔板式熱交換器の技術動向
  - 2.2 ヒートパイプ
    - (1) ヒートパイプの原理と構造、および特徴
    - (2) ヒートパイプの種類
    - (3) ヒートパイプの動向
  - 2.3 冷凍機
    - (1) 冷凍機の種類
    - (2) 圧縮式冷凍機の原理と構造
    - (3) 吸収式冷凍機の原理と構造、および特徴
    - (4) 吸着式冷凍機の原理と構造、および特徴
    - (5) 冷凍機の動向と市場
  - 2.4 ヒートポンプ
    - (1) ヒートポンプの原理と特徴
    - (2) ヒートポンプの用途
    - (3) 吸収式ヒートポンプ、吸着式ヒートポンプ
    - (4) 排熱を利用したヒートポンプ

## 3 熱エネルギーから電気エネルギーへの変換技術

- 3.1 蒸気タービン
  - (1) 蒸気タービンの原理と用途
  - (2) 蒸気タービンの分類
  - (3) 蒸気タービンの動向と課題
- 3.2 蒸気タービン発電  
(ランキンサイクルを使用した発電)
  - (1) 蒸気タービン発電  
(ランキンサイクルを使用した発電)の仕組み
  - (2) 実際の蒸気タービン発電設備
  - (3) 蒸気タービン発電の動向と課題
- 3.3 バイナリー発電(バイナリーサイクルを使用した発電)
  - (1) バイナリー発電とは
  - (2) バイナリーサイクルの特徴
  - (3) バイナリー発電導入の傾向
  - (4) バイナリー発電の動向と課題
- 3.4 スターリングエンジン
  - (1) スターリングエンジンの原理
- 3.5 熱電素子
  - (1) 熱電素子の原理と種類
  - (2) 排熱利用技術としての熱発電素子の動向と課題

## 4 熱および電気の高効率化技術

- 4.1 コージェネレーション
  - (1) コージェネレーションとは
  - (2) コージェネレーションの特徴
  - (3) コージェネレーションの導入傾向
  - (4) 産業用コージェネレーションの課題
- 4.2 コンバインドサイクル
  - (1) コンバインドサイクルの原理と効果
  - (2) コンバインドサイクルの課題
- 4.3 燃料電池
  - (1) 燃料電池の原理
  - (2) 燃料電池の種類と特徴
  - (3) 国内の定置用燃料電池システムの全体像
  - (4) 定置用燃料電池の課題
  - (5) 燃料電池の動向と市場

## 5 熱利用技術選定の要所

参考文献・資料

## 第4章 バイナリー発電

1. バイナリーサイクルについて
  - 1.1 ランキンサイクルとバイナリーサイクル
  - 1.2 バイナリーサイクルとは
  - 1.3 バイナリーサイクルの歴史
  - 1.4 地熱利用の種類と形態
  - 1.5 地熱発電の主要分類
  - 1.6 蒸気フラッシュ発電とバイナリー発電の利用
  - 1.7 国内の地熱発電所と地熱バイナリー発電所
  - 1.8 バイナリー発電の現状
  - 1.9 バイナリー発電の市場規模
  - 1.10 バイナリーサイクルの特徴
2. 発電サイクルの性能
  - 2.1 顕熱と潜熱
  - 2.2 エンタルピー、エントロピー、エクセルギー
  - 2.3 T-h線図、T-s線図、h-s線図
    - (1) T-h線図
    - (2) T-s線図

- (3) h-s 線図
  - 2.4 予熱器、蒸発器、過熱器
  - 2.5 カルノーサイクルとカルノー効率
  - 2.6 バイナリーサイクルの作動流体
  - 2.7 作動流体の特性
  - 2.8 バイナリー発電の性能
  - 3. 国内におけるバイナリー発電の現状
    - 3.1 国内のバイナリー発電設備の全体像
    - 3.2 国内のバイナリー発電設備の仕様と特徴
      - (1) 設備の全体像
      - (2) 神戸製鋼所のバイナリー発電設備
      - (3) 米国 ElectraTherm のバイナリー発電設備
      - (4) 第一実業株 (Access Energy) サーマパワー
      - (5) JFE エンジニアリング株 (ORMAT) のバイナリー発電設備
      - (6) 富士電機株のバイナリー発電設備
      - (7) 三菱重工 (Tuboden) のバイナリー発電設備
    - 3.3 国内のバイナリー発電設備の実施例 (地熱・温泉発電)
      - (1) 大分県/八丁原のバイナリー発電設備 (オーマツト)
      - (2) 五湯苑バイナリー発電設備 (神戸製鋼所)
      - (3) 長崎県雲仙市 小浜温泉バイナリー発電所
      - (4) 土湯温泉
      - (5) コスモテック別府バイナリー発電所
      - (6) 鹿児島県指宿/メディポリス指宿発電所
      - (7) 大分県九重町/菅原バイナリー発電所
      - (8) 大分県九重町/滝上地熱発電所
      - (9) 岐阜県高山市/TAKENAKA 奥飛騨地熱発電所
      - (10) 北海道函館市南茅部地区/(仮称)南茅部地熱発電所の建設
    - 3.4 国内のバイナリー発電設備の実施例 (工場排熱発電、バイオマス発電など)
      - (1) 製鉄所の転炉冷却水を熱源とするバイナリー発電設備
      - (2) 石油精製過程の蒸留塔ベーパーを熱源とするバイナリー設備
      - (3) 産業廃棄物焼却施設の焼却排熱を熱源としたバイナリー発電
      - (4) ディーゼルエンジン排ガスから得た高温水を熱源としたバイナリー発電試験
      - (5) 下水汚泥焼却設備の排熱を利用したバイナリー発電
      - (6) 製鋼工場の電気炉排熱を熱源としたバイナリー発電
      - (7) 竹およびバーク(樹皮)の燃焼熱を利用したバイナリーオーガネレーション
      - (8) 船舶用エンジンの排熱を熱源としたバイナリー発電設備
  - 4. 海外のバイナリー発電設備
    - 4.1 海外のバイナリー発電の状況
      - (1) 北米・中南米とヨーロッパのバイナリー発電所の設置分布
      - (2) 北米・中南米のバイナリー発電所
      - (3) ヨーロッパにおけるバイナリー発電所
    - 4.2 海外のバイナリー発電の実施例
      - (1) Ormat 社による地熱バイナリー発電設備
      - (2) Ormat 社による排熱回収バイナリー発電設備
      - (3) Turboden 社の排熱回収バイナリー発電設備
      - (4) Exergy 社
- 参考文献・資料

## 第5章 カリーナサイクル発電

- 1 カリーナサイクルとは
  - 2 アンモニア-水混合物の特性
  - 3 カリーナサイクルの原理
  - 4 カリーナサイクルの歴史と現状
  - 5 カリーナサイクルの種類と用途
  - 6 カリーナサイクル発電設備の実績と動向
    - 6.1 カリーナサイクル発電設備の実績
    - 6.2 カリーナサイクル発電設備の実施例
      - (1) 製鉄所の転炉冷却水を熱源とするカリーナサイクル発電設備
      - (2) 製油所蒸留塔の塔頂ガスを熱源としたアンモニア水サイクル発電設備
      - (3) 地熱を熱源としたカリーナサイクル発電設備 (ドイツ)
      - (4) 地熱を熱源としたカリーナサイクル発電設備(アイスランド)
      - (5) セメント工場の排熱を熱源としたカリーナサイクル(パキスタン)
      - (6) 国内の温泉を熱源としたカリーナサイクル実証試験設備
    - 6.3 カリーナサイクルに使用する機器の特徴
      - (1) タービン
      - (2) 熱交換器
      - (3) 循環ポンプ
  - 7. カリーナサイクル発電設備の計画と導入
    - 7.1 関連法規
    - 7.2 計画と経済性
- 参考文献・資料

## 第6章 バイナリー発電設備の計画と導入

- 1. バイナリー発電設備の計画
    - 1.1 バイナリー発電設備の計画に必要な条件
    - 1.2 熱源、冷却源、および発生電力について
      - (1) 熱源について
      - (2) 冷却源について
      - (3) 発生電力について
  - 2. バイナリー発電設備に関わる関連法令、電力関連の手続きおよび必要資格
    - 2.1 関連法令、電力関連の手続きおよび必要資格
    - 2.2 バイナリー発電設備に関わる電気事業法の規制緩和の動向
  - 3. バイナリー発電設備の計画手順 (法制面)
    - 3.1 商用運転までの法制面のながれ
    - 3.2 使用前自主検査および使用前安全管理審査
  - 4. バイナリー発電設備に必要な諸費用
    - 4.1 諸費用
      - (1) 設備費
      - (2) 運転費・維持管理費
    - 4.2 発電収入
  - 5 バイナリー発電設備の経済性
  - 6 バイナリー発電設備に対する助成制度
  - 7 バイナリー発電の課題と将来展望
- 参考文献・資料

## おわりに

-