

スマートエネルギーシステム国際会議参加報告

日本太陽エネルギー学会 理事・国際交流委員会 委員長
特定非営利活動法人環境エネルギー政策研究所 理事 松原弘直

2022年9月13日と14日の2日間に渡りデンマーク第3の都市オールボーにおいて第8回目となるスマートエネルギーシステム国際会議“8th International Conference on Smart Energy Systems”が開催され¹⁾、前後2日のテクニカルツアーと合わせて参加したので、その概要を報告したいと思います。筆者は2017年からこの国際会議に毎年参加しており、2020年と2021年はオンラインでの参加が余儀なくされましたが、2022年は3年ぶりにリアルで参加する機会に恵まれました。海外への渡航も3年ぶりということで、新型コロナやロシアのウクライナ進攻の影響を感じつつ、不安と期待が入り混じる中での参加となりました。

この国際会議はもともとオールボー大学の4DH研究センター²⁾が中心となって2015年からデンマークの都市（主にコペンハーゲンとオールボー）で毎年開催されてきました。当初の4GDH（第4世代地域熱供給）³⁾による地域熱供給の脱炭素化だけではなく、スマートエネルギーシステムによる電力分野と熱分野・交通分野の統合へとテーマが大きく広がっています。4DH研究センターが中心となって2019年に最終レポートが公表された研究プロジェクト「欧州熱ロードマップ2050」⁴⁾では、最終エネルギー消費の約50%を占める熱分野におけるエネルギー効率化や電化の推進、自然エネルギーや排熱利用、そして地域熱供給などのインフラやエネルギーシステムの統合の重要性を指摘しており、2050年に向けて欧州各国における熱分野の脱炭素化を進めるためのシナリオやロードマップが示されています⁵⁾。

この国際会議の重点テーマとして、第4世代地域熱供給（4GDH）や電化（Electrification）、水素などの電気からの合成燃料（Electrofuels）やエネルギー効率化も取り上げられ、今年は23カ国から約

230名（26名はオンライン）が参加し、約130の発表が行われました。冒頭のキーノートセッションでは「セクターの統合」をテーマに、この国際会議を主導してきたオールボー大学のヘンリック・ルド教授から冒頭の挨拶とこの国際会議の開催趣旨の説明があり、共催のエナジー・クラスター・デンマーク⁶⁾のCEOが紹介されました（図1）。最初の講演は、主催地であるオールボー市の地域熱供給会社からの報告で、オールボー市の熱供給の98%をカバーする地域熱供給システムを如何に正しくグリーン化するかというテーマです。オールボー市のエネルギー戦略（2017年策定）では、2028年までに石炭をフェーズアウトし、2050年までに脱化石燃料を目指しています。そのために、排熱の有効利用の拡大、エネルギーシステムの柔軟性のための大規模な蓄熱システムの導入、新技術の実証、スマートエネルギーシステムとの統合などが計画されています。新たな熱源システムとして風力発電からの余剰電力を熱に変換するヒートポンプの技術があり、電力セクターと熱セクターを連携するセクターカップリングを進めています。将来的にスマートエネルギーシステムの中で、CCU（カーボンリサイクル）や水電解などのPtX（Power to X）からの排熱の利用も検討されています。長大な熱供給網については、第4世代地域熱供給の特徴である低温化を進めてエネルギーの効率化を図っています。2番目の講演は、CIP社の開発責任者によるデンマーク国内で計画されているPtXプロジェクトに関する内容で、自然エネルギー（特に風力発電）から水電解技術で製造される水素を電化の難しい交通分野など利用する計画です⁷⁾。具体的には、港湾都市エスビャウ（Esbjerg）での1GW規模の水電解装置を2026年までに導入するプロジェクトです⁸⁾。風力から余剰電力で製造したグリーン水素から、合成メタン、合成燃料

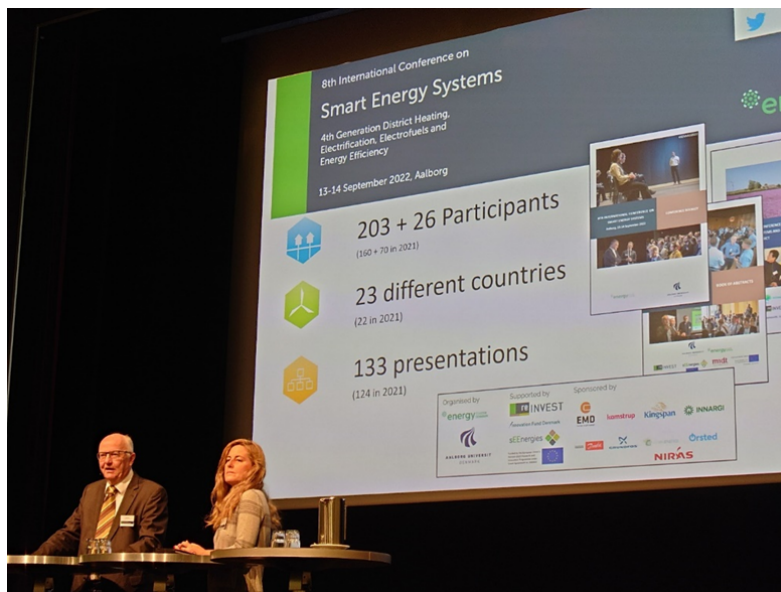


図1 SES 国際会議のオープニングセッション



図2 ブロンダースレブ (Brønderslev) 市の地域熱供給会社のプラント

(ディーゼル、ガソリン、ケロシン) さらにアンモニア (船舶燃料、肥料の原料など) へ変換します。残りの2つの講演では、余剰電力を使うヒートポンプの熱源としての地熱利用のコンセプト、そしてデンマークではまだまだあまり普及していない地域冷房 (District Cooling) の国際的な動向が紹介され、中東や日本を含むアジア圏などでは地域冷房がかなり普及してきていますが、スマートエネルギーシステムへと発展する第4世代の地域冷房として、国際的にも重要な分野となる可能性が示されました。

第1日目のテクニカルツアーでは、今回で3回目の訪問となるブロンダースレブ (Brønderslev) 市

の地域熱供給会社の太陽熱 - バイオマス地域熱供給システムを見学しました (図2)。4年ほど前に最初に視察したときにはまだ工事中でしたが、3年前に訪問した際には試運転を行っており、今回はその後、順調に稼働している状況を確認することができました。100年以上の歴史のある地域熱供給会社ですが、1995年から天然ガス CHP (熱電併給：電気出力23MW, 熱出力29MW) で4700世帯に熱供給を行ってきており、需給調整用にガスボイラーや電気ボイラー (20MW) も導入されていました。2018年には再生可能エネルギーの利用割合を増やすため太陽熱とバイオマスを組み合わせた ORC (有機ランキ



図3 オールボー地域熱供給のグリーン施設化のコンセプト

ンサイクル)による CHP システムを導入しました。太陽熱パネルは太陽熱発電 (CSP) で用いられる集光式を採用し、総面積は 2.7 万平米あり、熱出力は 17MW あります。一方、バイオマス CHP では地域 (50km 圏) の森林からの木材資源を使い、熱出力 20MW のボイラーと ORC の組み合わせにより 4MW の発電出力、15MW の熱出力があります。さらにボイラー排熱からの 6MW の潜熱回収が行われており、煙突から排出される排ガス温度は平均で 15℃を下回っています。とてもエネルギー効率の高いシステムになっており、低位発熱量基準でエネルギー効率は 114%に達します。

国際会議の翌日に行われた 2 日目のテクニカルツアーでは、オールボー地域熱供給会社が運営するデンマーク国内最大規模の石炭 CHP 設備 (発電出力 411MW、熱出力 422MW) を含む設備のグリーン化プロジェクトの概要を見学しました。計画では、2028 年までに石炭を止めて、2050 年までに脱化石燃料することになっています。そのために、現在は市内の熱源の 55%を占めているこの石炭 CHP からの熱供給に代わって排熱の利用を現状の 22%から 40%まで増やします。120MW の海水熱源ヒートポンプを導入して、150MW の電気ボイラーも導入して、23%の熱を供給します。そのために、セクターカップリングのための約 20 万立米の蓄熱設備 (Heatcube) を導入しますが、通常の温水タンクではなく、溶融塩などの潜熱を用いたものが計画されています。さらに、近隣に PtX 施設 (フィヨルド PtX) を誘致し、余剰電力でエタノールを合成します。その際に発生する排熱を地域熱供給で利用する

計画ですが市内の全熱源の 7%に相当する量 (最大 50MW) が計画されています。最終的には、この地域熱供給の施設全体を「公園」としてグリーンな熱供給施設のショーケースとすることが計画されています (図 3)。

参考文献

- 1) 8th International Conference on Smart Energy Systems <https://smartenergysystems.eu/2022-2/>
- 2) 4DH Research Centre <http://www.4dh.eu/about-4dh>
- 3) 第 4 世代地域熱供給とは? <https://www.isep.or.jp/archives/library/11602>
- 4) Heat Roadmap Europe (HRE) 2050 <https://heatroadmap.eu/>
- 5) 松原弘直「第 4 世代地域熱供給とスマートエネルギー 熱分野の脱炭素化を目指す欧州の熱ロードマップと第 4 世代地域熱供給」太陽エネルギー, **46** (5), 47-55, 2020
- 6) Energy Cluster Denmark <https://www.energycluster.dk/en/>
- 7) デンマークエネルギー庁「デンマークの Power-to-X 戦略」(2022) <https://www.isep.or.jp/archives/library/14207>
- 8) State of Green「欧州最大の PtX 施設建設 - デンマーク・エスビャウ市」https://stateofgreen.com/jp/news/april_2021_2/