

# 東京農工大学 大学院生物システム応用科学府 秋澤研究室

〒184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16  
東京農工大学小金井キャンパス  
秋澤研究室  
教授 秋澤 淳 (Atsushi AKISAWA)  
Email: akisawa@cc.tuat.ac.jp  
Tel: 042-388-7226

## 1. はじめに

秋澤研究室は東京農工大学の小金井キャンパスに立地しており、工学部化学物理工学科に関連する研究室である。大学院は工学系と農学系が連携する生物システム応用科学府に所属する。2024年12月現在、教員1名、卒論生4名、修士課程5名、博士課程6名（内社会人3名）から成っている。

研究テーマは合理的な熱利用を実現するとともに、排熱や再生可能熱などの比較的低温の熱源を有効利用することを主眼とし、コージェネ排熱や太陽熱をうまく使うための技術やシステムを作り上げることを目指している。本研究室では次の4つの研究分野に取り組んでいる。

- ①エネルギーシステムモデル分析
- ②熱駆動冷凍サイクル
- ③太陽集光集熱
- ④ソーラー空調

これらは一見別々の分野に見えるかもしれないが、再生可能エネルギーを効率的・効果的に利用する観点でつながっている。

## 2. 研究紹介

### ①エネルギーシステムモデル分析

コージェネや再生可能エネルギーを含む地域分散型エネルギーシステムを最適化モデルに表現し、省エネや脱炭素に向けた最適な技術選択やシステムの運用を分析している。テーマとしては、業務用建物における固体酸化物形燃料電池コージェネレーションの導入可能性評価や電気自動車の双方向給電を含めた住宅の最適技術選択、木質バイオマス燃料の地産地消モデル分析等に取り組んでいる。

電気自動車の蓄電池は十分な容量を持っており、住宅の太陽光発電（PV）の余剰電力を充電し、夜

間に住宅に供給することは再エネの利用促進につながる。このためには双方向充電器（V2H: Vehicle to Home）が必要となる。そこで、2軒の住宅が電力を融通するシステムをモデル化し、総コストを最小化する技術選択を評価した。その結果、単独の住宅ではV2Hのコストメリットが出なくても、1台のV2Hを共有できることからV2Hが選択され、2軒の住宅のPVの電力を自家消費する比率が向上することを導いた<sup>1)</sup>。

大都市以外では地元に賦存する再エネで十分賄える地域が多数あると考えられる。地域において省エネによって負荷を減らし、再エネにより化石燃料を代替する仕組みが重要と考えている。そこで、最適化モデルを用いて住宅等の省エネと再エネ導入により、2050年までに基礎自治体が脱炭素を図るシナリオの研究に取り組んでいる。

### ②熱駆動冷凍サイクル

脱炭素化のためには省エネルギーが重要な課題であり、その一つの対策として排熱の有効利用、すなわち熱の多段階利用が求められる。熱を駆動源とする吸収冷凍機や吸着冷凍機は100℃を下回る熱源を利用して空調用の冷水を製造する技術であり、太陽熱による温水で動作する空調システム（ソーラークーリング）に応用されている。

吸着冷凍機はシリカゲル等の固体吸着材に水蒸気が吸脱着される現象を用いた冷凍機であり、70～80℃程度の熱源で動作する。本研究室では熱源温度の低温化を目指し、50～60℃の低温熱源でも動作する2段型<sup>2)</sup>あるいは3段型吸着冷凍サイクルの研究を行ってきた。動作温度域の点から太陽熱を利用するソーラークーリングに親和性がある。

また、吸着冷凍サイクルはCOP（成績係数＝冷凍出力／熱入力）が低いことが課題である。COPを高めることを目指し、二重効用吸着冷凍サイクル<sup>3)</sup>の実験を進めている。

### ③太陽集光集熱

太陽光を集光することでエネルギー密度を高めれば、高温での熱回収や変換効率が非常に高い多接

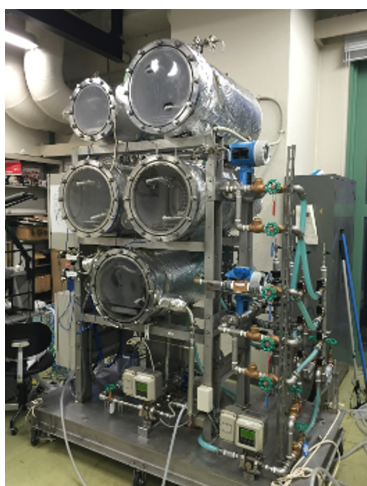


図1 3Bed2 段階吸着冷凍機の実験装置

合型太陽光発電セルを用いた発電が可能となる。そこでミラーやレンズによる集光光学系の設計および性能評価を行なっている。

一つの例として、従来のような屋根ではなく集熱器を壁面に設置することを想定し、垂直設置型の集熱器について研究を行なった。光学シミュレーションを通してインボリュート曲線と放物曲線を結合したミラーを設計し、最も効果的な形状を導出した<sup>4)</sup>。その集光系を実際に組み立てて実験により集熱性能を実測した<sup>5)</sup>。

また、CPC（複合放物面集光器）の原理を応用した非追尾型の集光系の設計を行なっている。CPCは許容入射半角内で入射する光を受光部に集める設計法に基づく。受光部中心を通る任意の断面形状がCPCとなる集光系<sup>6)</sup>を設計し、集光性能をシミュレーションによって予測する研究を行なっている。

#### ④ソーラー空調

太陽熱によるソーラークーリングは長年にわたって研究されているが、日本での導入事例は少ない。一方で熱の脱炭素化が課題となっており、再エネによる空調は不可欠と予想される。太陽熱による空調システムは本研究室の熱駆動冷凍サイクルと太陽集熱が一体化したテーマといえる。ソーラークーリングを評価するため、建築設備のシミュレーションツールである TRNSYS を用いて吸着冷凍機を組み込んだ太陽熱空調システムをモデル化し、導入効果を改善するための運用方法を解析している。

冷凍機は冷却水温度が低いほど COP が改善される性質がある。そこで、太陽熱を熱源とし、冬季の低い外気温度をアンモニア吸収冷凍機に活用して製氷し、季節間蓄熱によって夏季の空調の再エネ化を図るシステムの研究を行なっている。

### 3. おわりに

再エネ電力は導入が進んでいる一方、再エネ熱の取り組みは不足している。日本の CO<sub>2</sub> 排出の 6 割は熱や燃料消費によるため、電力の脱炭素だけではカーボンニュートラルにならない。熱の脱炭素化・再エネ化は 2050 年の CO<sub>2</sub> 排出ゼロを達成するために必須であると同時に、チャレンジングなテーマである。電力と熱の両方に再エネを供給し、地域スケールで脱炭素化を実現することが今後の大きな課題である。本研究室の研究活動に皆様のご支援をいただければ幸いである。

### 参考文献

- 1) T. Higashitani, T. Ikegami, A. Akisawa, Optimization of residential energy system configurations considering the bidirectional power supply of electric vehicles and electricity interchange between two residences, *Energy*, 303, 131891, (2024).
- 2) R. A.F.M. Mizanur, Y. Ueda, A. Akisawa, T. Miyazaki, B.B. Saha, Innovative Design and Performance of Three-Bed Two-Stage Adsorption Cycle under Optimized Cycle Time, *Journal of Environment and Engineering*, 7 (1), 92-108, (2012).
- 3) A. Akisawa, A. Tamogami, N. Takeda, M. Nakayama, T. Natsui, Effect of Adsorbent on the Performance of Double Effect Adsorption Refrigeration Cycle with Adsorption Heat Recovery, *Int. J. of Refrigeration*, 141, 21-30, (2022).
- 4) A. Mboup, M. Nakayama, A. Akisawa, Design and performance evaluation of a wall mounted solar concentrating collector, *Thermal Science and Engineering Progress*, 19 (1), 100593, (2020).
- 5) T. Shimoyama, R. Sakaguchi, A. Akisawa, Experimental investigation of a wall-mounted solar collector with a concentration mirror, *J. JSES*, 50 (6), 71-77, (2024). (in Japanese)
- 6) A. Mboup, A. Akisawa, R. P-Nadal, V. M-Moll, Design and Optical Performance Evaluation of the Three-Dimensional Solar Concentrators with Multiple Compound Parabolic Profiles and Elliptical and Rectangular Receiver Shapes, *Energies*, 17 (3), 721, (2024).