

東京理科大学工学部建築学科長井研究室

〒125-0051 東京都葛飾区新宿6丁目3-1
 東京理科大学工学部建築学科 長井研究室
 助教 寺島康平
 Email : k.terashima@rs.tus.ac.jp
 https://www.rs.kagu.tus.ac.jp/n-lab/

1. はじめに

東京理科大学長井研究室は、建築環境工学・建築設備学を専門とする研究室で、環境計画や空調システムについて、実建物の実測と計算機シミュレーションなどの手法を取り入れながら研究しています。

昨年度から助教として寺島が着任し、着任前から実施していた太陽エネルギー利用に関する研究を現在も継続して行っています。具体的には、太陽エネルギーを高効率に変換し、電力だけでなく廃熱利用することで地球環境に熱負荷を与えず、外部の需給状況に合わせて蓄熱・蓄電を行うことで天候不順でも太陽エネルギーの最大有効利用が可能なシステムの開発です。この研究は、慶應義塾大学名誉教授の佐藤春樹先生と、東京海洋大学の小嶋・國吉研究室と連携して行っています。本稿ではこの研究についてご紹介いたします。

2. 研究内容

本研究では図2に示す植物を模倣したシステムの開発を目指しています。植物は光合成によって必要



図1 東京理科大学葛飾キャンパス

なエネルギーを生み出すと同時に、水を蒸散させることで周囲環境を冷却し、陸・空の水循環を担っています。この植物に倣ったエネルギー供給システムを開発するために、太陽光発電 (PV)・熱利用 (T) を同時に行う PV/T ソーラーパネルの開発、モンテカルロ法を用いた需給シミュレータの開発、60℃程度の廃熱から15℃程度の冷熱を省電力で得るエジェクタ冷凍サイクルの開発、廃熱を植物の蒸散原理を用いて無廃熱化する多孔質セラミックス冷却装置の開発を行っています。

■ PV/T ソーラーパネル

PV/T (Photovoltaic/Thermal) ソーラーパネル (図3) は、太陽エネルギーの高効率利用および環境に対する熱負荷の削減を目的として開発されています。このPV/Tソーラーパネルは、太陽電池にサーモサイフォン的一种である減圧沸騰集熱装置を組み合わせ、パネル内部に置かれたPVモジュール及びパネル内部の空気から集熱し、パネル全体を冷却するとともに、出力温水温度を適切に制御して熱供給を行うことが可能です。さらに、パネル表面に設置されたエンボスカバーガラスで、ふく射熱をパネル内部に反射し、自然環境への熱負荷を抑えることができます。このパネルは夏季において最大で日射の約74%を熱と電力に変換できることを確認しています。また太陽電池が60℃程度まで温度上昇するのに対し、PV/Tソーラーパネルは40℃程度に温度を抑制することが可能です¹⁾ (図4)。

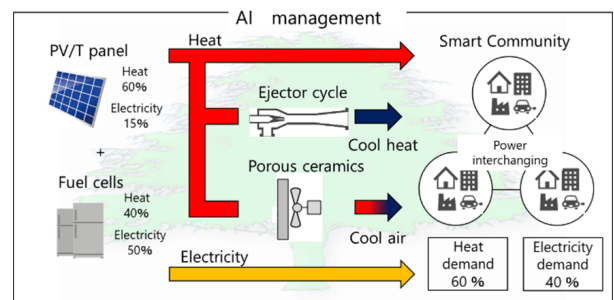


図2 植物を模倣したエネルギー供給システム

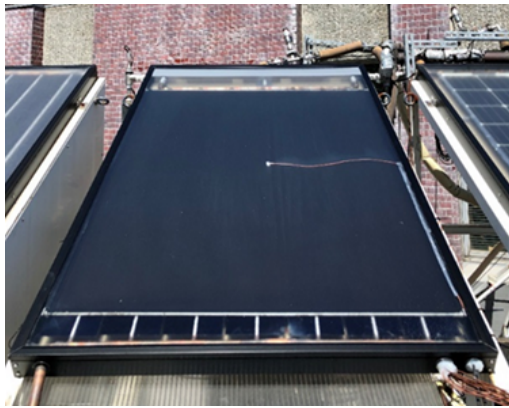


図3 PV/Tソーラーパネル写真

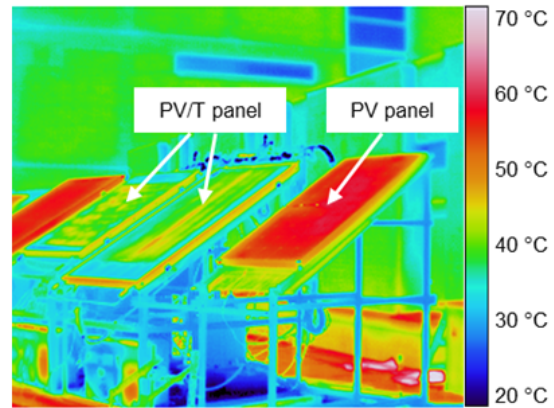


図4 夏季の各パネルの表面温度

■モンテカルロ法を用いた需給シミュレーション

PV/Tソーラーパネルを用いたシステムの省エネルギー効果を検証するため、モンテカルロ法を用いたシミュレータを開発しています。この計算方法では、各住人の15分ごとの行動スケジュールを既存の統計情報に一致するように制約を設けて乱数発生させ、その行動から給湯・暖冷房・厨房・非熱電力需要（照明や家電に使用する電力需要）などの電力・熱需要を求めることができます。

このシミュレータを用いて戸建住宅のエネルギー需要シミュレーション計算を行い、PV/TおよびPVソーラーパネルを組み合わせた太陽エネルギー熱電供給設備のシステムデザインをしました。その結果、自然環境への熱負荷を削減可能な、太陽エネルギーによるゼロ・エネルギー・ハウス（ZEH）の可能性を示しました²⁾。

■エジェクタ冷凍サイクル

東京海洋大学で開発中のエジェクタ冷凍サイクルは、60℃程度の温水を使用することで15℃程度の冷水を高効率に供給することが可能な装置です。PV/Tソーラーパネルの出力温水温度は最大で70℃程度である一方で、従来冷房に使用されていた吸収式冷凍機は90℃程度の温水が要求されるため、このパネルを用いた冷房は困難ですが、エジェクタ冷凍サイクルを用いることでこの出力温度域に対応することが可能になります。エジェクタ冷凍サイクルは60℃程度の温水から15℃程度の冷水を供給することが可能で、出力熱量と冷媒ポンプ消費電力の比が40以上と省電力になることを確認しています³⁾。今後はPV/Tソーラーパネルと組み合わせた新たな自然環境調和型冷房システムをデザインしたいと考えています。

■多孔質セラミックスを用いた冷却装置

植物を模倣したシステムをデザインするためには、周囲環境に熱負荷を与えない廃熱を行う必要があります。そこで植物の蒸散を再現するために、東京海洋大学で多孔質セラミックスを用いた冷却装置の開発を進めています⁴⁾。この多孔質セラミックスは、植物の毛細管に似た構造を持ち、表面で水が蒸発しても浸水性により常に表面に水が送られ、蒸発が促進されるという特徴があります。将来的にはPV/Tソーラーパネル等で生じる廃熱の冷却や、都市全体を冷却してヒートアイランド現象を抑制するシステムへの応用を考えています。

3. おわりに

この度は会員の皆様へ研究室をご紹介させていただき貴重な機会をいただきましたことに感謝申し上げます。これからも研究発表会等に参加させていただきますので、どうぞよろしくお願いいたします。

参考文献

- 1) Terashima K. et al., Development of an environmentally friendly PV/T solar panel, *Solar Energy* 199, 510-520, 2020.
- 2) 寺島康平ら, 環境調和型PV/Tソーラーパネルの導入によるゼロ・エネルギー・ハウス(ZEH)の提案, *Journal of Japan Solar Energy Society*, 48 (2), 61-70, 2022.
- 3) 笹原滉大ら, 環境に配慮した冷媒R1336mzz(Z)を用いたエジェクタ冷凍サイクルに関する性能試験, 第56回空気調和・冷凍連合講演会, 2023.
- 4) 齋藤美帆ら, 多孔質セラミックスからの蒸散による水冷却性能試験, 第56回空気調和・冷凍連合講演会, 2023.