

大学施設のエネルギー消費特性と省エネルギーに関する研究

工学研究科 産業技術デザイン専攻
建築デザイン分野 博士前期課程
2025年3月修了

李 楹秋

主査 北山 広樹 副査 白川 敏夫 隈 裕子

研究背景

近年、地球温暖化や環境問題の深刻化に伴い、建物の省エネルギー化が求められている。オフィスビルや商業施設など、建物の使用特性がよく知られる建物への対策は急速に進んでいる。一方で、大学施設は規模や用途の多様性から、他の教育施設に比べてエネルギーの使用状況が複雑であり、特に効率的な管理が重要である。その中で、本学での蓄熱空調システムは、深夜電力を活用して昼間の電力ピークを抑制する省エネ技術として注目される。

研究概要

本研究では、本学のエネルギー消費特性を分析し、省エネルギー化の可能性を検討した。

一次エネルギー消費特性

図1より、本学全体のエネルギー消費は夏季(7月)と冬季(12月)にピークとなり、冷暖房負荷の影響が大きいことを確認した。また、類似施設の実績データと比べて、エネルギー消費量が小さく、コロナ禍前後を除き、減少傾向にあることを確認した。

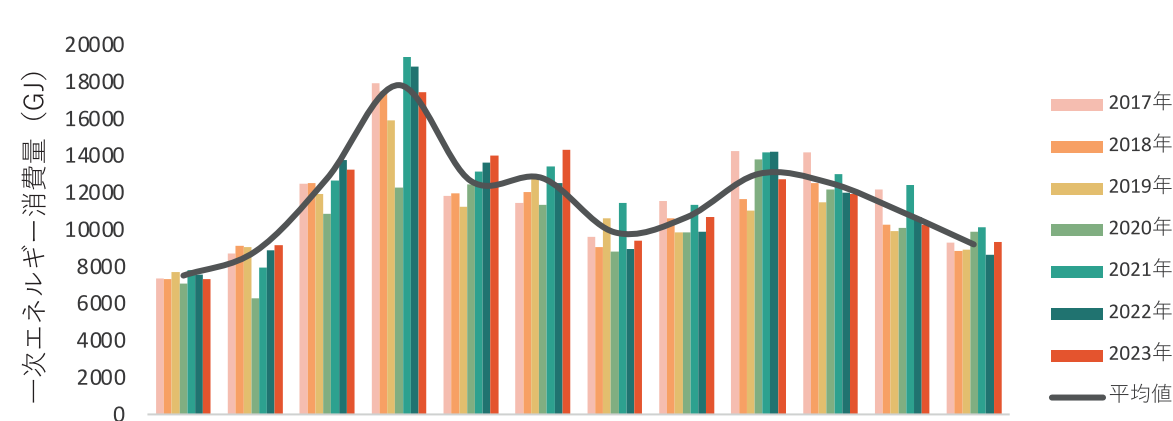


図1 構内全体エネルギー消費量合計 (2017-2023年度)

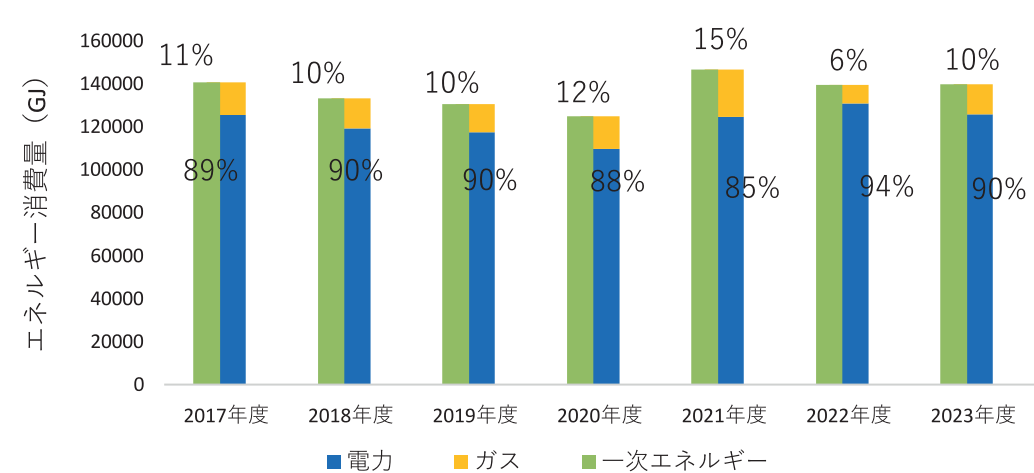


図2 エネルギー消費量合計と電気・ガスの割合 (2017-2023年度)

系統別ベース・変動成分の電力、ガス消費量

一次エネルギー全体の約90%が電力消費でその依存度が高い(図2)。各系統のベース電力は全体の40%前後で、季節変動による影響が大きい(図3)。ガスは変動成分が支配的であった。

空調システムにおける蓄熱槽分析と省エネの検討

理系棟の蓄熱空調システム(図4)は、夜間に空冷ヒートポンプチャラーで蓄熱槽に熱を蓄え、昼間は熱交換器を通じて放熱する。熱が不足する際は、ガス冷温水発生機で補う仕組みである。夏季の週間データを分析し、蓄熱量・放熱量・追掛熱量の関係を検討した(図5)。追掛頻度が年々減少し、蓄熱槽の活用が改善がみられた。さらに、放熱の方法や放熱量を適切に調整することで、より効率的な運用が可能となり、省エネ効果の向上が期待できる。

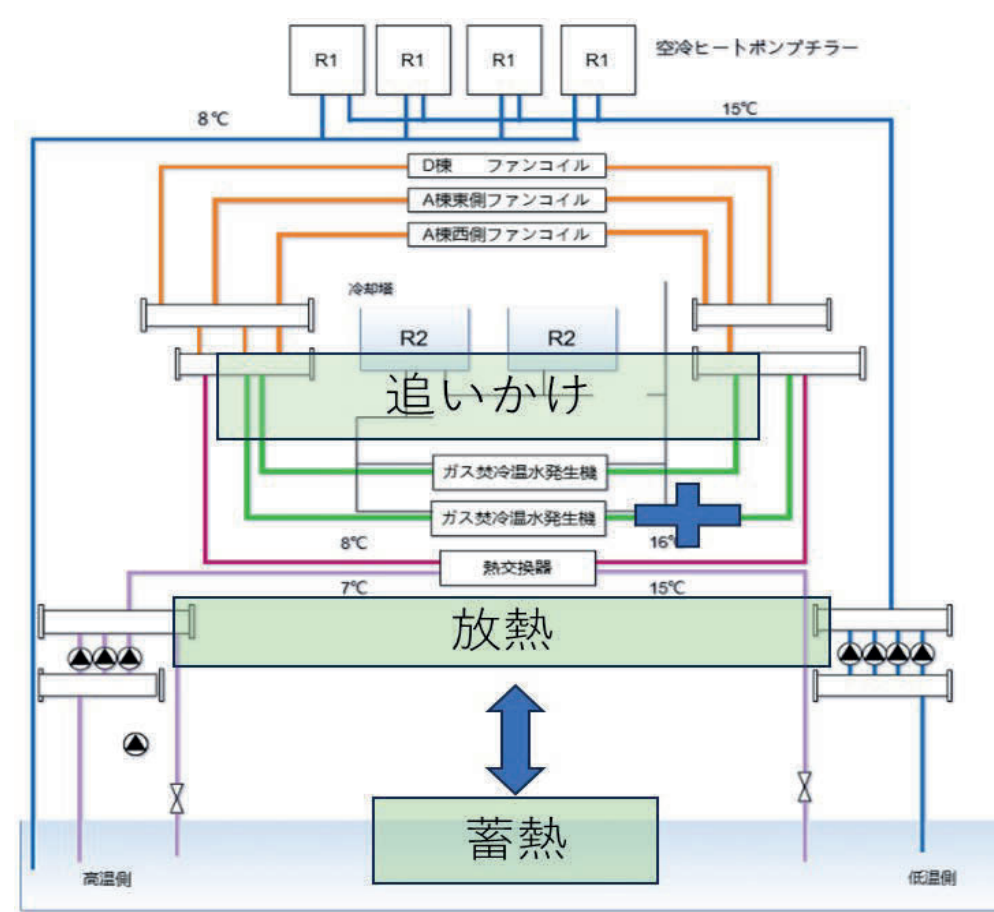


図4 蓄熱システム構成一部

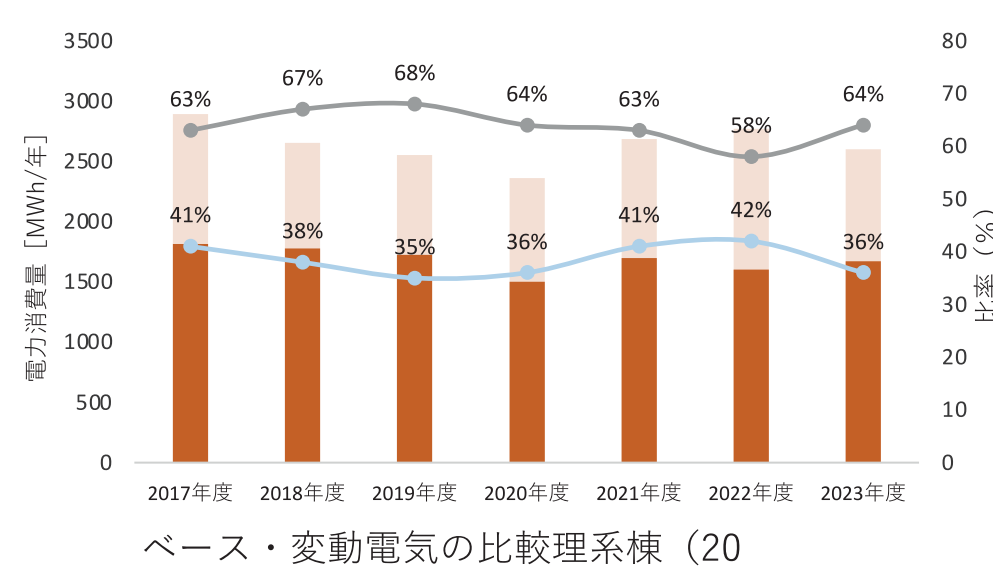


図5 放熱量と追いかけの割合 (2019-2024年度)

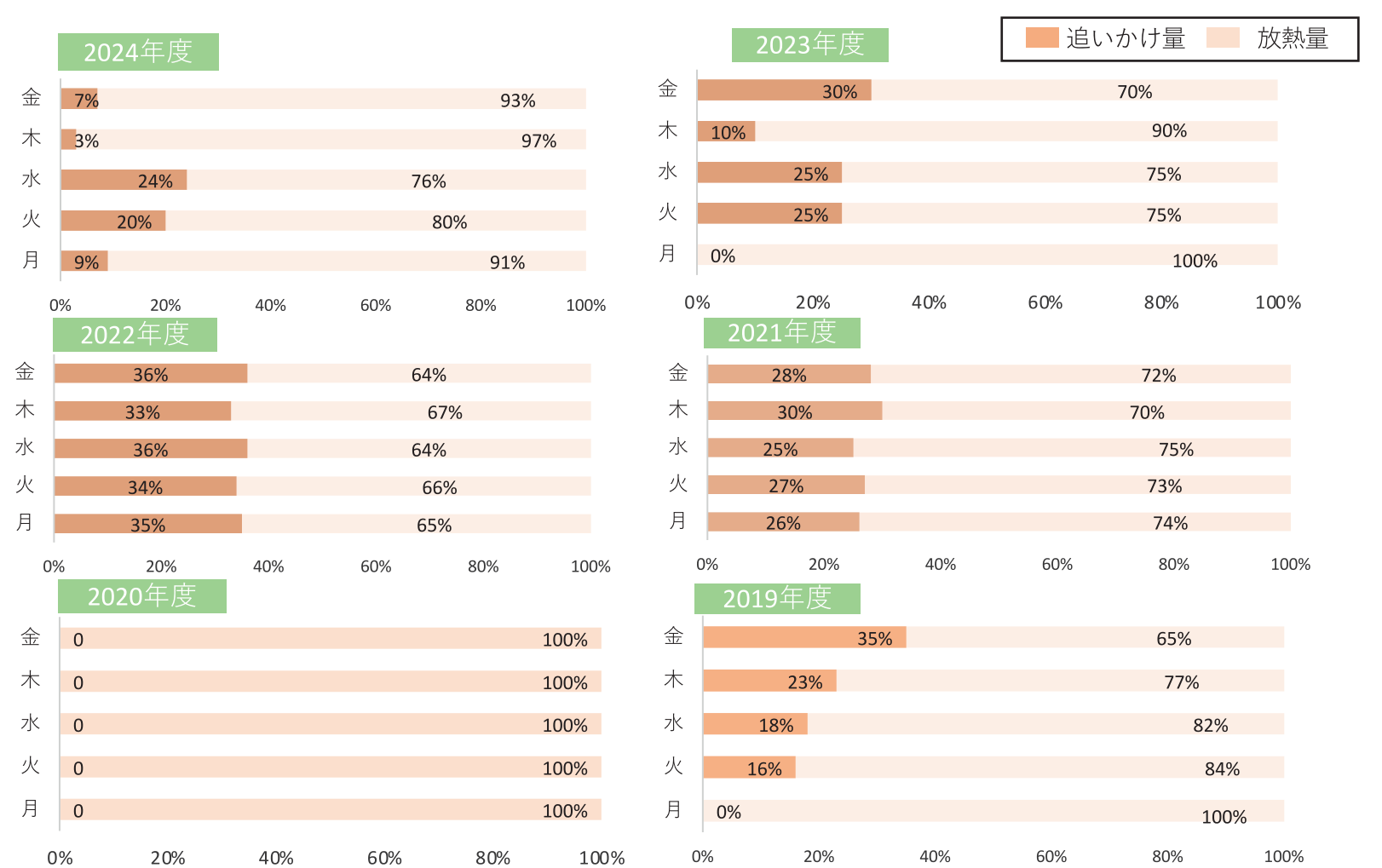


図6 熱負荷シミュレーションの予測結果

建築的工夫による省エネの検討

建築的工夫による空調負荷低減効果を単純モデルによる数値解析で検討した(図6)。窓面での断熱・遮熱を強化により負荷低減が見込まれる。

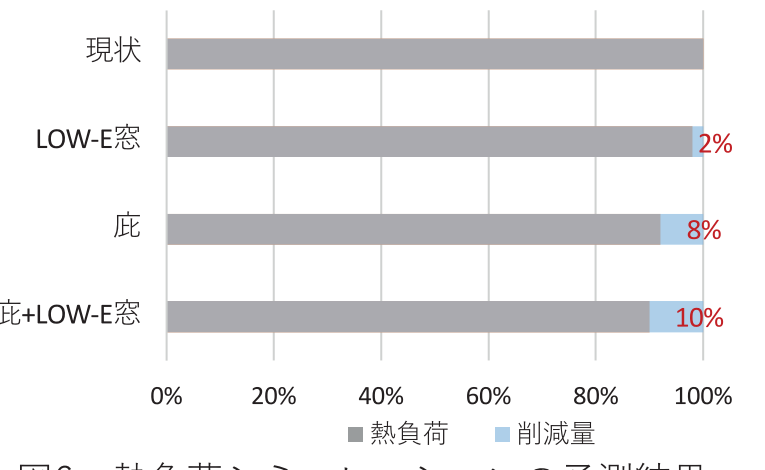


図6 熱負荷シミュレーションの予測結果

総括

本学のエネルギーデータ分析から、他施設に比べて消費は少なく、夏季と(7月)と冬季(12月)にピークとなるエネルギーの約90%が電力で、年間を通じて変動が少ないベース電力は全体の約40%程度であることを示した。蓄熱空調システムの分析では、運用状況と改善効果について示した。空調負荷低減のための建築的手法も検討し、建築と設備の両面から省エネルギーの必要性を示した。

指導教員コメント

大学施設での省エネルギーは重要なテーマで、多くの大学でも同様な分析は行われているが、特に本学のデータ分析に取り組む、いくつかの特性を示したことは今後の参考になるものと思われます。様々な施設が混在する施設では、それぞれの特長に合わせた省エネ対策のために地道な計測と改善が重要になります。今回、大量のデータ分析に取り組んだことは、大変意味あることで、今後の改善に向けた貴重な成果と言えます。

北山 広樹