

災害拠点病院のエネルギーセンターにおける省エネルギー化・MCP 強化に関する研究

ー電気系熱源機器による熱源システム効率向上の有効性の検証ー

建築学専攻
都市環境工学研究

MJ21122 村上 斉志郎
指導教員 村上 公哉

1. はじめに

2050 年のカーボンニュートラル実現の方策の一つに、脱炭素電源の普及を前提として熱源設備の電化がある。病院施設は、他用途の建物に比べて電化比率が小さく、また省エネルギー化が遅れていると言われている。そこで、既往研究では、某災害拠点病院のエネルギーセンターを対象に、電気系熱源機器の一つである熱回収ヒートポンプによる熱源システムの高効率化及び省エネルギー化を検証した (図 1)¹⁾。

その継続研究として、本報では電気系熱源機器を活用することによる医業継続計画(MCP: Medical Continuity Plan)の強化について検討した。具体には、災害時に停電及びガス途絶した時の備蓄燃料の使用可能時間の長期化について検証した。

2. 調査対象病院の概要

2.1 建築・熱源設備システムの概要

表 1 に調査対象病院の概要を、図 1 には A 病院の熱源システムフロー図を示す。A 病院は延床面積約 32,000 m²の災害拠点病院で、エネルギーセンターの熱源システムは電気系熱源機器の空冷ヒートポンプチャラー(AHP)と、燃焼系熱源機器の吸収式冷水温水機(RH)と小型貫流ボイラー(BS)で構成されるベストミックス型である。

2.2 非常用設備の概要

A 病院にはガスタービンの非常用発電機(以下、EG)定格 800kW が 2 台(計 1,600kW)、燃料タンクは A 重油 70,000L が 2 台(計 140,000L)設置されている。

3. 非常時の熱源システムの効率の検討

3.1. 検討概要

本検討のイメージ図を図 3 に示す。現在は、図 3a)に示すように、A 重油を起点に EG で電気を供給し、燃焼系の RH と BS で熱供給をしている。つまり、電気と熱を並列に供給している。

本研究では、EG により発電し、電気を賄うと共に A HP と熱回収ヒートポンプで冷水と温水を供給する直列システムを提案する。それを図 3b)に示す。

この並列システムと直列システムでどちらが備蓄燃料を長く持つかを検討する。

3.2. 非常用発電機の性能

A 病院に導入されているガスタービン発電機(以下、GT)の部分負荷特性を図 4 に示す。高負荷率運転する方が、燃料消費量も少なくなり、また発電効率も高くなるため、MCP 強化に繋がると予想される。

3.3. シミュレーションの概要

(1) 検証の概要

燃焼系熱源機器による並列システム(以下、燃焼系並列)と電気系熱源機器による直列システム(以下、電気系直列)でどちらが効率高いかを、シミュレーションを用いて検討した。

(2) 熱負荷パターンの設定

シミュレーションを行うにあたり、熱負荷パターンを設定する。本研究では 2021 年 1 月と同年 8 月を代表月に選定した。その熱負荷を用いて、シミュレーションで各日の燃料消費量(燃焼系のみ)と熱源電力量を算出して、代表月の日別平均効率を求めた。

表 1 調査対象病院の概要

病院名称	A 病院		
所在地	神奈川県		
竣工	2020 年 12 月	開院	2021 年 1 月
延床面積	病院棟: 約 32,000[m ²]		
契約電力	1,500kW		

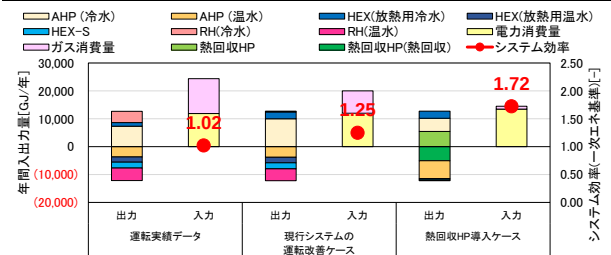


図 1 熱回収ヒートポンプによる省エネルギー効果¹⁾

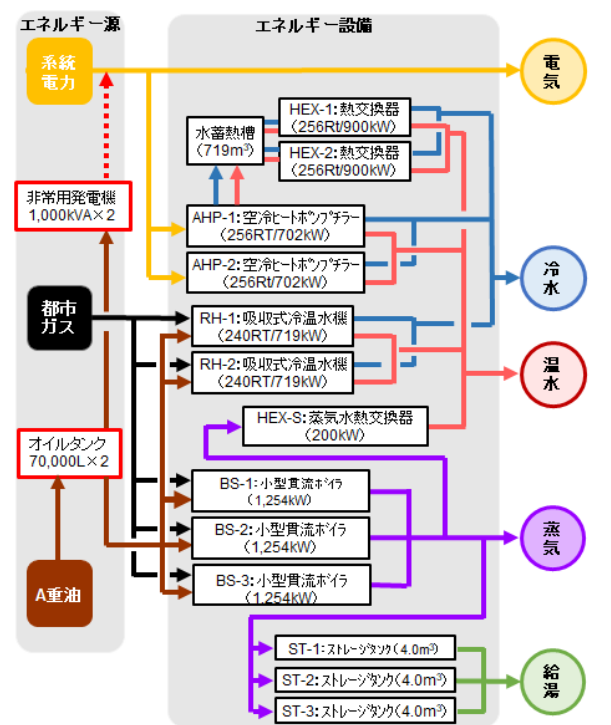
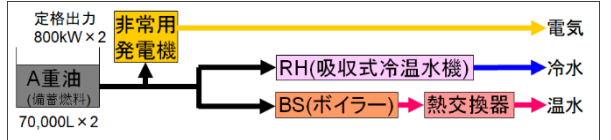
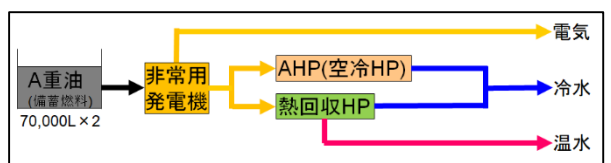


図 1 エネルギーセンターの熱源システムフロー図



a) 非常用発電機と燃焼系熱源機器による並列システム



b) 非常用発電機と電気系熱源機器による直列システム

図 3 本検討システムのイメージ図

3.4. シミュレーションの分析結果

シミュレーションによる熱源システムの平均効率の結果を図5に示す。GTの熱源システムの平均効率は燃焼系に対して1月は約0.63倍、8月は約0.54倍であり、燃焼系並列の方が効率が高い結果だった。この原因として、GTの発電効率が低いことが考えられる。そこで、EGの発電効率が向上した場合の検討を行った。

4. 非常用発電機の発電効率向上による検討結果

4.1. 非常用発電機の性能比較

A病院のEGをディーゼル発電機(以下、DE)に代替した場合の検討を行った。図6では、同じ容量(定格800kW)におけるGTとDEの部分負荷特性を示している。DEは負荷率が低下しても、燃料消費量の増大はGTよりも緩やかである。また、DEの発電効率は定格38.1%で、GTの約2.1倍である。

4.2. 熱源システムの平均効率の比較

3の3節と同じ方法でDEの熱源システムの平均効率を算出し、GTと比較する。その結果を図7に示す。

DEの平均効率は燃焼系並列に対して1月は約1.53倍、8月は約1.32倍であった。発電効率の高さが効率向上に繋がったと考える。

4.3. 備蓄燃料使用可能時間の比較

(1) 備蓄燃料消費量の算出方法

備蓄されているA重油の消費量は、病院側の電力需要量を基に算出する。その電力需要量から負荷率を算出し、算出した負荷率を図7の1kWh当たりの燃料消費量曲線に代入して、1kWh当たりの燃料消費量を求めた。そして、シミュレーションで算出した燃料消費量と熱源電力量と合わせて、A重油消費量を算出した。

本研究では、2021年1月4日～31日と同年8月1日～31日の計59日を対象にA重油消費量を算出した。

(2) 備蓄燃料消費量及びA重油使用可能時間の比較

システム・装置別のA重油消費量とA重油使用可能時間の結果を図8に示す。本研究におけるA重油消費量は、各月の合計を日数で割った算術平均である。8月なら、1日から31日までのA重油消費量を31で割った値である。A重油使用可能時間は140,000LをA重油消費量(算術平均)で割り、24掛けた値である。

GTによるA重油消費量は、2021年1月も同年8月も電気系の方が多かった。A重油使用可能時間は、1月の燃焼系で961時間、8月で1,291時間に対し、電気系では1月が702時間、8月が871時間であった。

DEによるA重油消費量は、1月も8月も電気系直列の方が少なかった。A重油使用可能時間は、1月の燃焼系並列で1,094時間、8月で1,647時間に対し、電気系直列は1月が1,671時間、8月が2,108時間であった。

以上から、DEと電気系熱源機器による直列システムの方がMCPに貢献することが分かった。

4. まとめ

本研究ではA病院を対象に、MCP強化に関する検討を行い、以下の知見を得た。

- 1) ガスタービン発電機の場合の熱源システムの平均効率は、燃焼系並列システムに対して1月は約0.63倍、8月は約0.54倍で向上した。
- 2) そこで発電効率の高いディーゼル発電機による検討を行ったところ、ディーゼル発電機の場合の熱源システムの平均効率は燃焼系並列システムに対して1月は約1.53倍、8月は約1.32倍であった。
- 3) ガスタービン発電機とディーゼル発電機でA重油消費量とA重油使用可能時間を比較したところ、ディーゼル発電機かつ電気系熱源機器による直列システムの方が約1.28～1.53倍長く使えると推計された。

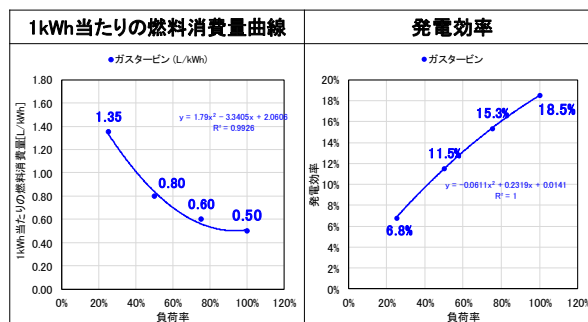


図4 非常用発電機(ガスタービン)の部分負荷特性

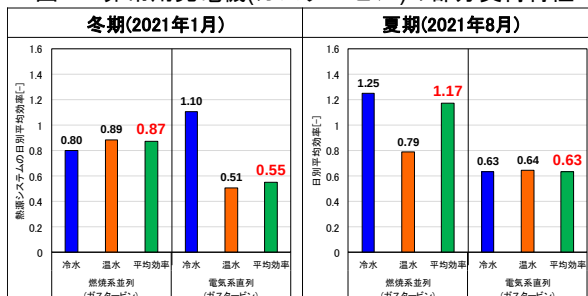


図5 GTの場合の熱源システムの平均効率の分析結果

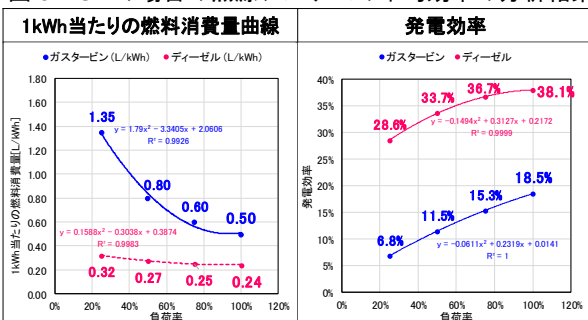


図6 非常用発電機(GTとDE)の部分負荷特性

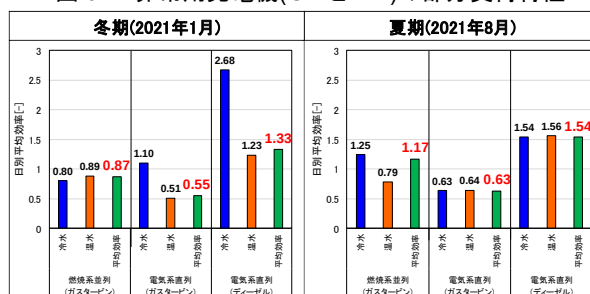


図7 熱源システムの平均効率の比較

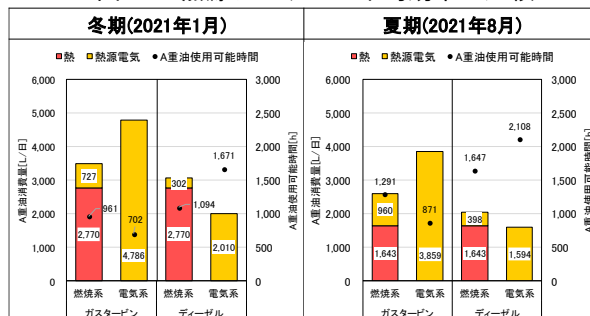


図8 A重油消費量とA重油使用可能時間の比較

参考文献

- 1) 村上斉志郎・他5名 災害拠点病院における省エネルギー化とMCP強化に関する研究(第1報)稼働1年目の運転実績データの分析, 空気調和・衛生工学会 (2022.9)
- 2) 田中翔大・他3名 病院などのエネルギーセンターにおける省エネルギー化・MCP強化に関する研究(第1報)災害時に非常用発電機が賄う電力消費量の把握と発電継続可能時間の検討, 空気調和・衛生工学会 (2022.9)