

学位（博士）論文要旨  
(Doctoral thesis abstract)

論文提出者 Ph. D. Candidate	生物システム応用科学府 <u>生物システム応用科学</u> 専攻 博士後期課程 <u>生体機構情報システム学</u> 専修(Department Course) 平成 <u>25</u> 年度入学(Your Entrance Fiscal Year) 氏名 <u>山野 修平</u> (Your Name(Family, First) and Seal)				
主指導教員 氏名 Chief Advisor's Name	秋澤 淳	副指導教員 氏名 Vice Advisor's Name		副指導教員 氏名 Vice Advisor's Name	
論文題目 Title	レシプロエンジン発電設備の特性を踏まえた最適設備計画・運用計画に関する研究 (Study on optimal equipment and operation planning based on the characteristics of reciprocating engine power generators)				
論文要旨 (和文要旨(2000字程度))  <p>本研究の目的は、マイクログリッド (MG) やコージェネレーションシステム (CGS) での発電の主要設備であるディーゼルエンジンとガスエンジンといったレシプロエンジン発電設備に注目し、導入計画段階の経済性検討において、従来では簡略化されている条件を実態に沿った詳細な模擬を行うことで、新たな経済性評価手法導入の有用性を示すことである。</p> <p>現在、発電用のレシプロエンジンには、回転数により大きく中速・高速の二種があり、それぞれ特性が異なる。従来、発電設備導入時の経済性検討では、高速・中速どちらか一方のエンジンによる複数セットでの評価が行われ、これらが混合した構成での経済性評価は、明確に運用用途が違う場合を除いてなされてこなかった。中速・高速それぞれのイニシャルコスト、メンテナンス、また用途によっては熱・発電効率といった特性を混合させ経済性を計ることは技術選択の幅を広げるという点で重要である。</p> <p>本研究では、混合整数線形計画法を用いて、従来の手法では簡易的に評価されている項目についても、現実に照らし合わせて考慮した詳細な経済性検討を行い、設備計画・運用計画の最適化を行った。これらの評価の結果、経済性の改善が期待できる事を示した。</p> <p>以下、各章の概要と成果を示す。</p> <p>第1章では背景・目的を述べた。</p> <p>第2章では対象とした設備、システムの概要を説明した。</p> <p>第3章では、レシプロエンジンであるディーゼル発電設備の中速機と高速機を混合したシステムにおける負荷分担最適化の効果をMGにおいて検証した。ディーゼル発電設備が多く用いられる離島MGのような独立した小規模の発電事業では、効率に優位性がある中速機が優先的に運用されている状況がある。ここで事業収益の改善を行う事は、事業の継続性、オフグリッド地域への電化促進の観点から重要である。これらの事業性改善の為、設備の運用効率改善による運用コストの低減を目的とした。この場合、従来法では困難であった発電設備の燃費曲線から低負荷の発電効率を模擬する必要があり、本研究では混合整数計画法を用いた新たな手法を提示し、発電所全体シミュレーションを行った。最初に設備の故障停止を考慮した上での中速機の運用最適化を検証し、加えて、高速機との組合せで最適運用する場合の効果も検証した。結果としては、中速機に高速機を組み合わせて運用を最適化することで、経済性の改善が期待できることを明らかにした。</p> <p>第4章では、発電設備のメンテナンスに着目して経済性シミュレーションを行い、運用に対する影響を評価した。レシプロエンジン発電設備は、回転数の違いによりメンテナンスの特性も異なる。しかし、地域冷暖房システムに多く導入されているガスエンジンCGS計画時の経済性検討では、メンテナンス費用は従来、発電量あたりの平均値を単価とした計算で評価され、実際に発生する交換部品の寿命や作業の頻度、コストの変動などが考慮されていない。これらを考慮し、実際の設備運用時のメンテナンスのタイミングやエンジン寿命を考慮したシミュレーションを行い、最適な設備運用を評価した。この手法にはコスト変化</p>					

を時間ごと詳細に算出する為、任意に使用期間を想定した上での経済的比較が容易という利点が存在する。従来、複数台の同機種は運転時間になるべく揃うように運用されるが、本研究の最適化では各ユニットの運用に差が生じる結果が示された。

第5章では、CGSの故障を考慮することによる最適な設備容量計画への影響を評価した。CGSは通常、電力、熱、冷熱を賄うことから故障による計画外停止の影響は小さくないにも関わらず、従来、導入時の経済性評価においてMGの電力事業のような設備故障が考慮されない事は課題の一つである。本研究では、CGSの故障を考慮した最適な設備容量計画への影響評価を行った。故障の発生は、CGSユニットの数に応じた確率過程である。最適化モデルは、故障によるエネルギー供給損失のペナルティの期待値を含んだシステムコストの最小化を使用した。シミュレーション結果は、故障を考慮した場合に、エネルギー不足で生じるコストが年間運転コストに大きな割合を占めた。一般的にアベイラビリティの高い機器では最適化計画で故障を考慮しないが、本研究で故障に直面した場合のコスト増加を考慮すると最適化計画での年間運用コストバランスが変わり得ることが明らかとなった。この結果によりCGSの計画においても故障確率を考慮することが有用であることを示した。

(英訳) ※和文要旨の場合(300 words)

If the abstract is written in Japanese, needed to translate into English.(300 words)

The objective of this study is to show the validity of the economic evaluation by introducing new methodologies as performing detailed simulations with the conditions that are simplified according to the actual situation, and the power generators of reciprocating engines such as diesel engines and gas engines which are the main facilities for combined cooling, heating and power supply systems(CCHP) for the district heating and cooling power plant(DHC) and in independent microgrids are focused on. In recent years, there are generally two types of reciprocating engines for power generation depending on the rotation speeds. They are the medium-speed and the high-speed ones, and each of them has different characteristics. In the conventional method for the economic evaluation to install power generators, the considered system configurations are that the multiple sets using either high-speed or medium-speed engines, and the ones of mixed them have not been considered except for the case that their operational concepts are different. It is important from the viewpoint of broadening the range of technology selection to evaluate the economic effects with conditions of mixing the initial cost, maintenance, and characteristics such as heat and power generation efficiency depending on the application of each of medium-speed and high-speed engines. This study optimized the configurations of facilities and the operation plans by the method with the mixed-integer linear programming to perform a detailed economic study with considerations of items that are simplified according to the conventional method. As a result of these evaluations, it was shown that improvement in economic efficiency can be expected.