

氏名	おかだ ひろや 岡田 裕也
本籍	京都府
学位の種類	博士（工学）
学位の番号	甲第43号
学位授与年月日	平成27年3月13日
学位授与の要件	本学大学院学位規則第6条
学位論文題目	外気冷却を用いたデシカント空調システムの 省エネルギー性と有用性に関する研究
論文審査委員	主査 教授 森 幸 治 副査 教授 井 口 学 副査 教授 石 井 徳 章 副査 教授 小 笹 俊 博

## 論文内容の要旨

東日本大震災による原子力発電所の事故によってほとんどの原子力発電所が操業停止に陥り、夏場を中心として深刻な大幅な電力不足になっている。その対策として火力発電所の稼働率を上昇させているが、燃料コストと二酸化炭素発生量の大幅な増加から、省電力化が強く望まれている。消費電力の内訳をみると、約43%が空調に使用されているため、空調における省電力化が極めて重要な課題になっている。一方、空調には室内温度の均一性、温度と湿度の独立制御性など更なる快適性が求められている。したがって、空調は快適性を向上させながら省エネルギー化を図るという難しい課題に直面している。

本論文は排熱を利用できるデシカント空調システムに着目し，省エネルギー性の高い外気冷却型デシカント空調システムを新たに提案している．さらにそのシステムの経済性と有用性を示すとともに，このシステムとCO<sub>2</sub>ヒートポンプを用いた放射冷房システムとを組み合わせることによって，高い経済性を有しながら快適な空間を作る方法を提案している．

本論文の構成は，以下の通りである．

第1章では，本研究の背景と目的，デシカント空調システムの高性能化に関する従来の研究成果について詳細に述べている．

第2章では，一般的に用いられているデシカント空調システムの構成要素について説明を行っている．さらに，デシカント空調システムに使用できる熱源の種類について概説している．

第3章では，空調システムを構成している除湿ローター，顕熱交換器，気化冷却器，加熱コイルおよび室内に関するモデリングについて詳細に説明している．また，システムの解析を行うための数値計算手法についても述べている．

第4章では，第3章で提案した数値計算手法を標準的なデシカント空調システムに適用し，解析結果と文献や製品に示されている性能の実測値との比較を行っている．その結果，提案した数値計算手法は実測値に対して最大で約3%の誤差しかなく，計算手法が妥当であることを明らかにしている．

第5章では，省エネルギー性の高いデシカント空調システムとして，新たに外気冷却型デシカント空調システムを提案している．さらに，性能，経済性などについて，このシステムと従来から提案されている他のデシカント空調システムを比較し，外気冷却型は従来のデシカント空調システムと同等あるいはそれを上回る省エネルギー性と冷房能力を有していることを明らかにしている．

第6章では、デシカント空調システムに放射冷房を複合した空調システムを考え、そこにCO<sub>2</sub>を冷媒に用いたヒートポンプを使用するシステムを新たに提案し、数値計算によって最も好ましいデシカントシステムの構成とその有用性を評価している。計算は非常に複雑であるが、冷却除湿型では標準仕様と高効率仕様、デシカント除湿では標準型、二段除湿外気冷却型および全熱交換型の計5種類について、快適性の指標であるPMVを3条件、室内の熱負荷を2条件変化させて行っている。その結果、二段除湿外気冷却型のデシカント空調システムは、冷却除湿式あるいは従来のデシカント式を用いた複合システムを上回る省エネルギー性を有していることを明らかにしている。

第7章では各章の総括を行い、第8章では本研究の総括として、得られた結果を要約するとともに、今後の課題について明らかにしている。

## 論文審査結果の要旨

本論文は、東日本大震災によって生じた深刻な電力不足の状況において、空調が消費電力の約43%を占めていることに問題意識を持ち、排熱が利用可能であるデシカント空調に着目して、従来よりもさらに省エネルギーなシステムの提案を行うと共に、それを放射冷房と組み合わせることによって快適で省エネルギーな空調システムの提案を行おうとするものである。

本論文の主要な内容は、大きく分けて以下の3つである。一つはデシカント空調システムの解析に必要な各構成要素のモデル化であり、計算結果を実機データと比較して、モデルの妥当性を検証している。提案されたモデルは、今後のデシカント空調システムの解析研究において、有用な手法になると考える。

次に、省エネルギーなデシカント空調システムとして外気冷却型という新しい方法を提案していることである。この新方式を数値計算によって性能面から従来のデシカント空調システムと比較を行い、外気冷却型は省エネルギー性が高く、必要な排熱温度も低いという優位性を有していることを明らかにしている。この新型のシステムは構造が比較的簡単であることから、広く使われていく可能性が高いと考えられ、有用な提案になると考えられる。

最後に、快適性が高い放射冷房にデシカント空調システムを組み合わせ、その熱源にCO<sub>2</sub>を冷媒とするヒートポンプを用いるというユニークな空調方法を提案している。性能面からこの複合方式を冷却除湿方式と比較し、デシカント空調と放射冷房の組合せの優位性を明らかにしている。さらに、デシカント空調システムの方式として標準型、二段除湿外気冷却型および全熱交換型の3種類について性能を評価し、二段除湿外気冷却型が優れていることを明らかにしている。放射冷房は快適な冷房方法として注目されており、これを省エネルギーで行える二段除湿外気冷却型との複合システムは、今後の快適な冷房システムの研究開発において、重要な提案になると考える。

本研究で提案されている外気冷却を用いたデシカント空調システムは空調シ

システムの快適化と省エネルギー化において極めて有用な手法であり，今後の空調システムの性能向上に資するもの大きいと考える．以上の理由から，本論文は博士学位論文として価値あるものであると認める．

論文審査委員

主 査	教授	森	幸 治
副 査	教授	井 口	学
副 査	教授	石 井	徳 章
副 査	教授	小 笹	俊 博

## 論文審査結果の要旨

最終試験の結果、合格と認める。

論文審査委員	主査	教授	森	幸治
	副査	教授	井口	学
	副査	教授	石井	徳章
	副査	教授	小笹	俊博