

定が可能となり、室内温熱環境制御を極めて効率的に行うことができる。CFD を用いて新たに、室内温熱環境を形成する個々の要因や操作要因が、室内の各点の温熱環境にどのように影響を与えているかを物理的構造として示した指標が、CRI である。

本研究では、CRI の概念を用いて、熱的要因の対流成分を $CRI_{(C)}$ として、また、放射成分については $CRI_{(R)}$ として、新たに評価する指標を開発した。これらの指標を総合的に組み合わせ、室内温熱環境に対する操作要因の構造的な感度解析により、新たな室内温熱環境予測手法を提案し、精度検証を行う。また、実際のオフィス空間を模擬した実験を行い、実空間に応用したケースに関する有効性の検討も行う。以下、本論文の構成及び各章の結論を示す。

第 1 章では、序論として、温熱環境形成寄与率 CRI について概説した。CFD 解析による室内の流れ場、温度場シミュレーションによって室内の温熱環境形成に対する個々の熱源、操作要因による空間的、時間的寄与を構造的に把握できる CRI の概説と、CRI を用いた室内任意点温度の予測手法の概念について解説した。

第 2 章では、第 1 章で解説した CRI の概念を基に、簡易的な実験を通して、室内空気温度センサーを入力として、室内任意点の温度予測手法に関する検討を行った。本章では、数値シミュレーションによる解析は用いておらず、実験により対流・放射・伝導の全熱輸送をトータルに評価した $CRI_{(T)}$ という指標を用いて評価を行った。

熱負荷変化による流れ場の変動が比較的少ない空間において、CRI の理論を拡張させた $CRI_{(T)}$ と室内空気温度センサーを用いた任意点の温度予測式の有効性を確認できた。

第 3 章、第 4 章では、CRI の原義に基づき、室内温度形成の主要因である、熱源による対流熱伝達成分と熱放射によって室内の壁面にも熱を分配している放射熱伝達成分を放射連成 CFD 解析により分析を行い、室内任意点の温度予測手法の開発を行う。

第 3 章では、放射連成 CFD 解析を用いて、特に対流熱伝達に着目した $CRI_{(C)}$ を求める。そして、求めた $CRI_{(C)}$ を利用して室内任意点の温度予測式を作成した。ケーススタディとして、タスク・アンビエント空調が施された空間を対象として、室内環境に対する操作要因の感度解析を行い、 $CRI_{(C)}$ を利用して少数の室内温度センサーにより室内任意点の温度を予測する。

$CRI_{(C)}$ の温度予測式を用いて、熱源条件を変動させた際の室内温度予測を行ったが、予測誤差は 0.8°C 程乖離しており、その精度は、必ずしも満足できるものではなかった。対流伝熱のみを主体とする $CRI_{(C)}$ では任意の地点の空気温度を実用的な精度で予測することが困難であることが示唆された。

第 4 章では、第 3 章にて課題となった、温度予測の精度向上のために、熱源の放射熱輸送に着目して、放射熱伝達により伝熱された壁面等が 2 次的な対流熱源として室内空気温度形成に寄与することを考慮して、放射熱輸送の効果を $CRI_{(C)}$ による温度予測式に組み込むことを目的に、ある熱源の放射成

分が如何に室内各位置に輸送分配され、そこで空気に熱を伝えているのかを評価する指標として、放射熱分配係数 $CRI_{(R)}$ を定義した。ケーススタディとして自然対流の生じる閉鎖空間内と、実際の室内に近づけるために冷房（強制対流）を模擬した閉鎖空間について、それぞれ $CRI_{(R)}$ を算出した。

放射連成 CFD 解析による解と比較して、 $CRI_{(R)}$ の有効性を確認することができた。

第 5 章では、熱源の対流・放射両成分を評価した総合的な室内温熱環境予測システムの開発、つまり、 $CRI_{(C)}$ と $CRI_{(R)}$ を組み合わせた室内温熱環境予測システムを開発し、数値解析を通して、有効性の確認を行った。また、より実用面に応用させるため、簡易的なオフィス空間を模擬した環境実験室において有効性の確認も行った。

$CRI_{(C)}$ と $CRI_{(R)}$ を組み合わせた室内温熱環境予測システムは、まず独立に変動可能な熱源の放射成分を評価するべく、 $CRI_{(R)}$ を用いて、各熱源が放射熱伝達によって、室内を形成する全固体面に分配される熱量を評価して、全固体面を新たな 2 次的な熱源として定義する。全固体面は、対流熱伝達を行う熱源となるので、全固体面と独立変動可能な熱源を加えた全熱源について対流成分を $CRI_{(C)}$ により求めて評価し、制御対象点の温度予測をする。予測式は、第 1 章や第 3 章で提案したものをを用いた。結果としては、第 3 章における熱源条件を変動させた際の室内温度予測では、予測誤差は 0.1°C と大幅に精度が向上した。しかし、パーソナル空調の吹出温度を 2°C 大幅に変化させたケースでは、予測誤差は 0.5°C となってしまう、予測精度が若干落ちてしまった。対流熱伝達が支配的なパーソナル空調吹出に関しては、 2°C 下降させることは、吹出周辺の温度場に対しても、大きく影響する。よって、温度場において線形性を仮定している、 CRI の概念における限界によるものと考えられる。吹出設定温度によって温度予測に使用する $CRI_{(C)}$ を範囲ごとに変更することによって予測精度が向上するものと考えられる。

簡易的なオフィス空間を模擬した環境実験室における温度予測においても、 $CRI_{(C)}$ と $CRI_{(R)}$ を組合せたシステムは、有効であることが確認できた。

第 6 章では本研究の全体のまとめを行っており、本研究の成果と今後の課題が総括されている。