

(様式第3号)

## 論文要旨

## 論文題目

## 亜熱帯沖縄における屋内外の温熱環境と都市熱環境に関する研究

本研究では、亜熱帯地域である沖縄において、生活空間である戸建住宅及び集合住宅において温熱環境の測定を行い、建物の熱的性能の評価を行った。また、屋外の地表面を構成している材料の違いがその近傍の気温分布に及ぼす影響についての調査検討を行った。これらの生活環境としての範囲を広げ、都市としての熱環境を把握するために、那覇市内の温度分布の調査と建物や樹木の実態調査を行い、熱環境予測のための市街地の構成要素のモデル化を行った。また、大学キャンパスにおけるエネルギー消費の調査を行い、気候とエネルギー消費の関係について考察した。さらに、変化に富む熱環境の中において快適に過ごすために人々がどのような着衣で温熱感覚を調整しているかを調査した。これらの一連の調査研究は、これからの沖縄における省エネルギーで健康的な住宅環境・街づくりを目的とするものである。

戸建住宅については、沖縄の住居形態の変遷に伴って熱環境がどのように変化してきたかを検討するために、18世紀中頃に建てられた民家から現代のパッシブクーリングシステムを持つ戸建RC造住宅までの6種類の住宅において熱環境の測定を行った。屋内外の温度差という観点から建物の熱的性能を評価したが、住居形態が木造からRC造に変化したと同時にその性能は悪くなり、ピロティ建築や現代のパッシブクーリングシステムの登場で徐々に良くなって来たことがわかった。集合住宅においては、比較的新しい2つの市営住宅にて中庭空間を中心に温熱環境を測定し、同時に住民への温熱感覚に関するアンケート調査を行った。どちらの調査においても中庭空間のSET\*の値は高く快適な空間とは言い難いという結果となり、住民の申告もこれを反映する形となった。通風が確保されていないのが最大の原因と思われる。地表面とその近傍の気温測定において、人工材料であるコンクリート、アスファルトは、夏期においては夜間でも外気温より下がらず周辺への熱の拡散源となっているのに対し、自然材料の土や植物は、日中は人工材料よりも温度が上がらず、夜間は放射冷却を行い気温を下げる働きがあることが明らかになった。那覇市における気温分布の調査では、自動車を用いた移動測定と小学校の百葉箱を利用した温度測定を行った。商業施設の建ち並ぶ中心市街地は相対的に温度が高く、天空率の高い地域で温度の低い分布となった。また、標高による影響も若干見られた。熱環境予測のための市街地構成要素のモデル化では、那覇市内において、都市計画図を元に建物の高さ、緑地帯の分布を目測により調査した。これらを元に3種類の建物モデルを提案し、グロス建蔽率と土地利用との関係、緑被率・天空率と気温分布との関係など様々な検証を行った。大学キャンパスにおけるエネルギー消費の調査においては、琉球大学全体の消費電力を調査し、気候とエネルギー消費の関係について考察した。昼間の平均気温が22度以上になると冷房が使用され、平均気温が1度上昇するとエネルギー消費量が3.4MWh増加することがわかった。またエネルギー消費に深く関係する気象要素は日中の平均気温であり、風速、日射量などがエネルギー消費に与える影響は少ないことがわかった。温熱感覚と着衣量に関する調査では、温熱環境測定と着衣量のアンケート調査を同時に行った。着衣量と温熱感の関係は男性と女性で大きな差があり、男性の場合は着衣量と快適域の温熱環境に比較的明瞭な関係が見られるが、女性の場合ではその関係は不明瞭なものとなった。男性と女性で「快適」の定義に違いがあるのではないかと思われる。

氏名 新川亮樹

2005 年 8 月 1 日

琉球大学大学院  
理工学研究科長殿

論文審査委員

主 査 堤 純 一 郎

副 査 池 田 孝 之

副 査 小 倉 暢 之



## 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

### 記

申請者	専攻名 総合知能工学専攻 氏名 新川亮樹 学籍番号 988651G
指導教官名	堤 純一郎
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格 最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	亜熱帯沖縄における屋内外の温熱環境と都市熱環境の諸特性に関する研究
審査要旨 (2000 字以内)	<p>この研究は亜熱帯地域に属する沖縄の気候特性における建物内、建物周囲および都市域における熱環境について、一部歴史的な考察を含めて、実測、解析、考察したものである。論文を構成する主な研究内容は以下の 6 テーマに分けられる。①現存する沖縄の住宅建築における室内熱環境の歴史的変遷、②集合住宅群の中庭における熱環境、③地表面被覆材料による地表面温度とその近傍温度への影響、④都市の建築群と植栽の定量的モデル化とその熱環境への影響、⑤建物における消費エネルギー量と局所的気象との関係、⑥温熱感覚調整要素としての着衣量の調査。</p>

①の住宅の室内熱環境に関する研究は、歴史的な赤瓦木造住宅である中村家から、最近のパッシブクーリングを考慮した通気層を持つ鉄筋コンクリート住宅まで、沖縄における住宅の変遷を考慮した6棟の戸建住宅における室内熱環境の実測調査に基づいて、室内外の温度差を中心に考察したものである。かつての木造住宅が周辺環境の影響もあって快適な状況であったが、戦後の鉄筋コンクリート住宅において悪化し、それが近年、徐々に改良が加えられて改善されている状況を明らかにした。

②の集合住宅の中庭空間の熱環境に関する研究は、宮古島市と那覇市の2つの団地において、この空間の熱環境に関する実測を行ったものである。その結果、小さな中庭空間においても多様な熱環境の分布が見られることを明らかにした。これはコミュニティスペース的な性格を持つ中庭空間の設計において、重要な要素である。

③の地表面被覆材料の熱環境に関しては、屋上表面に自然素材である土、砂利を敷いた場合と、人工素材であるコンクリートの表面温度を比較したものである。人工素材が夜間も気温より高い温度を保つのに対し、自然素材は気温よりも低温になり、ヒートアイランド現象の緩和に重要な夜間冷却源となることを明らかにした。

④の都市のモデル化に関する研究は、那覇市の中心部における建物及び植栽の実態調査を行い、建物密度を定量的に表現できる単純な形態のモデルにより表現したものである。同時に調査している土地利用の実態と、リモートセンシングによる表面温度の分布が建物及び植栽の密度と明確な関係を示していることを明らかにした。

⑤のエネルギー消費量と消費エネルギーの関係は、琉球大学における電力消費量と気温との関係をまとめたものである。日平均気温が約22℃以上になると冷房が開始され、その期間における消費エネルギーは日平均気温と非常に明確な相関を示すが、それ以外の気象要素との関係は不明確であることを明らかにした。

⑥の着衣量の調査に関する研究は、主として琉球大学の学生を対象とした着衣量の調査と気象要素との関係を解析したものである。解析の結果、着衣の決定要素として気温の影響が他の気象要素に比べて明確なことを明らかにしている。

これらの研究成果は、既往の研究にも断片的に見られたが、沖縄の都市・建築環境に関する一連の研究としてまとめられたのは初めてである。この研究の成果は、焦眉の課題である地球温暖化の一因となっている生活環境におけるエネルギー消費問題にも寄与するものであることから、工学的な価値が大きく、博士の学位に適するものと判定する。また、最終試験に代えて行った論文発表会において、上記の研究内容が明確に公表され、質疑においても明確な回答を行ったことをもって、最終試験に合格したものと判定する。