

## 学位論文の要旨

氏名

窪田 真樹

学位論文題目

標高を考慮した省エネルギー基準における地域区分に関する研究

本論文は、省エネルギー基準において用いられる地域区分をより精度良く行うことを目的とし、地域区分に影響する気候状態（気候指標）と標高の関係性を明らかにするとともに、この関係性を踏まえた新たなプロセスによる地域区分法をとりまとめたものである。

第1章では、本研究における社会的背景を述べ、研究の意義と目的を明確にするとともに、既往の研究を整理し、本研究の位置付けを示した。

第2章では、住宅における空調熱負荷と気温、湿度等の気象要素の関係性について、日本全国を対象とした分析により考察した。また、各気象要素を反映した気候指標として、現行の地域区分及び既往研究を参照した暖冷房度日、暖冷房デグリーM値を示し、これら気候指標と住宅の空調熱負荷の関係性を明らかにするとともに、これら気候指標による日本全国のマッピングを試みた。

第3章では、幅広い気候帯に属した島国である日本における気候分布を気候指標である暖冷房度日及び暖冷房デグリーM値を用いて表した。さらに、標高との関係性を明らかにするため、気温減率を利用した海拔0mにおける気候分布を作成し、各地点標高と海拔0mでのそれぞれの気候分布を比較検討した。また、緯度、地形、都市化等の標高以外の要因による気候分布に対する影響についても併せて本章で考察した。

第4章では、現行の地域区分を適用したときの各区分における暖冷房負荷の状態を整理し、不適格な区分が行われている地域を明らかにするとともに、その解決策を検討した。

本論文では、地域区分する際に用いる気候指標である暖房度日と標高の関係性が強いことに着目し、現行法で十分に考慮されていない標高の影響を反映した新たな地域区分法である以下に示す①から③による手法を考案した。

- ①. 海拔0mにおける暖房度日を1次細分区域ごとに算出する。
- ②. ①を基準とし、海拔0mからの標高差に起因した暖房度日の増加量を加える。
- ③. ②により推定される暖房度日を一定の範囲ごとに分割し、区分を決定する。

また、上記手法による地域区分を現行法で不適格と判断される地域へ適用した例を示し、本章において考案した新たな地域区分法の実用性を検証した。

第5章では、住宅の空調熱負荷における冷房負荷の増加を鑑み、冷房負荷についても考慮に入れた新たな地域区分法を検討した。冷房負荷を対象とする地域の区分方法は、前章で提案した暖房度日の推定値による地域区分法を参照し、冷房度日の推定値を用いる方法を考案した。さらに、暖冷房負荷の傾向に対応した地域区分を可能にするため、暖房度日の推定値による地域区分と冷房度日の推定値による地域区分の合理的な統合方法について考察した。この統合にあたっては、暖冷房度日による区分と各区分の暖冷房負荷の傾向を詳細に分析し、適切なグルーピング及びグルーピングに応じた地域区分を検討した。

第6章では、非住居系建築物に適用される拡張デグリーデー法において用いられる地域区分について、各区分及び区分の代表とされる都市の空調熱負荷を解析し、現行法の区分及び代表都市の妥当性を考察した。また、拡張デグリーデー法において標高による影響への対応方法として用いられる地域修正表の有用性について、各区分の空調熱負荷の傾向をもって確認した。さらに、住居系の地域区分において新たに考案した地域区分法を非住居系の地域区分へ適用することで、標高を考慮する方法を試みた。

第7章では、研究結果及び新たに得られた知見を総括するとともに、今後の研究において解決すべき課題とその展望についてまとめた。

## 論文審査の要旨

報告番号	理工研 第 380 号	氏名	窪田 真樹
審査委員	主査	曾我 和弘	
	副査	二宮 秀與	本間 俊雄

学位論文題目 標高を考慮した省エネルギー基準における地域区分に関する研究  
(Study on Area Classification of Energy Conservation Standards in Consideration of Altitude)

## 審査要旨

提出された学位論文及び論文目録等を基に学位論文審査を実施した。本論文は省エネルギー基準の地域区分法について述べたもので、全文7章より構成されている。

第1章では、本研究の社会的背景を述べ、研究の意義と目的、既往研究、研究の位置付けを示している。

第2章では、住宅における空調熱負荷と気温、湿度等の気象要素の関係性について、日本全国を対象とした分析により考察している。また、現行の地域区分及び既往研究を参照した暖冷房度日、暖冷房デグリー-M値を示し、これら気候指標と住宅の空調熱負荷の関係性を明らかにしている。

第3章では、日本の気候分布を気候指標である暖冷房度日及び暖冷房デグリー-M値を用いて表し、さらに、標高との関係性を明らかにするため、気温減率を利用した海拔0mにおける気候分布を作成し、各地点標高と海拔0mでのそれぞれの気候分布を比較検討している。また、緯度、地形、都市化等の標高以外の要因による気候分布に対する影響についても併せて考察している。

第4章では、現行の地域区分を適用したときの各区分における暖冷房負荷の状態を整理し、不適格な区分が行われている地域を明らかにするとともに、その解決策を検討している。本論文では、地域区分する際に用いる暖房度日と標高の関係性が強いことに着目し、現行法で十分に考慮されていない標高の影響を反映した新たな地域区分法として、以下に示す①から③による手法を考案している。

①. 海拔0mにおける暖房度日を1次細分区域ごとに算出する。②. ①を基準とし、海拔0mからの標高差に起因した暖房度日の増加量を加える。③. ②により推定される暖房度日を一定の範囲ごとに分割し、区分を決定する。また、本手法による地域区分を現行法で不適格と判断される地域へ適用した例を示し、新たな地域区分法の実用性を明らかにしている。

第5章では、住宅の冷房負荷の増加を鑑み、冷房負荷も考慮に入れた新たな地域区分法を検討している。冷房負荷を対象とする地域の区分方法は、前章で提案した暖房度日の推定値による地域区分法を参照し、冷房度日の推定値を用いる方法を考案している。さらに、暖冷房負荷の傾向に対応した地域区分を可能にするため、暖房度日の推定値による地域区分と冷房度日の推定値による地域区分の合理的な統合方法について考察している。その際、暖冷房度日による区分と各区分の暖冷房負荷の傾向を詳細に分析し、適切なグルーピング及びグルーピングに応じた地域区分を検討している。

第6章では、非住居系建築物に適用される拡張デグリーデー法において用いられる地域区分について、各区分及び区分の代表とされる都市の空調熱負荷を解析し、現行法の区分及び代表都市の妥当性を考察している。さらに、新たに考案した地域区分法を非住居系の地域区分へ適用することで、標高を考慮する方法を試みた。第7章では、本研究で得られた知見を総括するとともに、今後の課題と展望を述べている。

以上本論文は省エネルギー基準の地域区分に関して、新たな地域区分法の検討を行い、標高による気候状態の違いや暖冷房負荷の分布特性を同時に考慮した地域区分法を提案している。これは省エネルギー基準の地域区分の精度向上に大きく寄与する。よって、審査委員会は博士(工学)の学位論文として合格と判定する。

## 最終試験結果の要旨

報告番号	理工研 第 380 号	氏 名	窪田 真樹
審査委員	主 査	曾我 和弘	
	副 査	二宮 秀典	本間 俊雄
<p>平成25年2月7日（木）14時より、3名の審査委員を含む15名の聴講者の前で論文の公聴会を実施した。学位申請者による発表を60分間行った後、論文の内容に関する質疑応答が30分間行われ、おおむね的確な回答が得られた。主な質問内容を以下に記す。</p> <p><b>【質問】</b> 海拔0mの気候分布では緯度以外の海岸からの距離等の影響は考慮されているのか。</p> <p><b>【回答】</b> 緯度以外に、海岸からの距離や周辺開放状況、土地の傾斜等の影響が加味された暖冷房度日を確認した。その結果、標高及び緯度の影響と比較して、それらの影響は僅かであった。</p> <p><b>【質問】</b> 住宅の地域区分と非住居系建築物の地域区分を整理しているが、日本全国の地域区分を確認したか。</p> <p><b>【回答】</b> 都市単位での地域区分は確認したが、日本全国の地域区分の分布は確認できなかった。現状では情報量の問題で、日本全国の地域区分の確認は困難である。今後、都市単位で表示した地域区分を繋ぎ合せて日本全体の地域区分を表示する処理法を検討する必要がある。</p> <p><b>【質問】</b> 住宅の空調熱負荷は顕熱負荷のみを対象として算定されているのか。</p> <p><b>【回答】</b> 住宅の空調熱負荷は顕熱負荷と潜熱負荷を合計して算定している。ただし、冬期については、室内の湿度調整をなりゆき運転として空調熱負荷を計算したので、冬期の空調熱負荷は顕熱負荷とみなせる。</p> <p><b>【質問】</b> 冷房度日としてD22-22を利用した理由はあるのか。</p> <p><b>【回答】</b> D18-18からD26-26まで冷房設計室温の異なる冷房度日を算定し、冷房負荷との相関関係を確認した結果、D22-22が最も冷房負荷との相関が高かったため採用した。</p> <p><b>【質問】</b> 冷房度日は暖房度日の増減に対応すると思われるが、冷房度日を地域区分に利用する効果はあるのか。</p> <p><b>【回答】</b> その効果は2点ある。1点目は、沖縄等の南西諸島の地域を区分できる点である。これらの地域の空調熱負荷は主に冷房負荷であるため、冷房負荷に対応する冷房度日により地域を適切に区分できる。2点目は、暖房負荷が同程度であっても冷房負荷が異なる地域を区分できる点である。暖房負荷が同程度の地域であっても冷房負荷には幅があるので、暖房度日に加え、冷房度日で場合分けして区分する効果は大きい。</p> <p><b>【質問】</b> 本論文の地域区分法を実際に設計者等が利用する場合、どのように利用することができるのか。</p> <p><b>【回答】</b> 1次細分区域と標高を推定式に代入することで予め地域区分毎の標高範囲を表として整備する。設計者は、その表と建物の建設予定地の1次細分区域と標高の情報を照らし合わせることで地域区分できる。</p> <p><b>【質問】</b> 本論文に示す地域区分法を適用した場合どの程度の省エネルギー効果が見込めるのか。</p> <p><b>【回答】</b> 新たな地域区分に従って、建物仕様を定めて空調熱負荷シミュレーションを行えば、省エネルギー効果を把握することは可能であるが、本論文は、新たな地域区分法の方法論を論じるものであるため、省エネルギー効果の確認は今後の検討課題としたい。</p> <p><b>【質問】</b> 暖冷房度日の推定値に妥当性はあるか。</p> <p><b>【回答】</b> 本論文の暖冷房度日の推定値には、気象観測地点において一定の妥当性が認められた。しかし、任意地点における暖冷房度日の推定値の検証はできていない。今後任意地点における気象データが整備されれば、任意地点における暖冷房度日の推定値の妥当性も検証したい。</p> <p><b>【質問】</b> 本研究により新たな地域区分が整備されることで有効な建築物の仕様を定めることはできるか。</p> <p><b>【回答】</b> 本論文では、地域区分に応じた区分毎の省エネルギーの基準については定めていない。しかし、本論文は、日本全国の暖冷房負荷の実状にあった地域区分を提案しており、有効な建築物の仕様決定に寄与する地域区分法と言える。特に従来では未考慮の冷房負荷の影響についても、新たな地域区分法では反映させることができたので、遮熱等の仕様についてこれまでより詳細な省エネルギー基準を定めることができる。</p> <p>以上から審査委員会は、学位申請者が博士（工学）の学位を与えるに十分な学力と見識を有すると判定した。</p>			