

博士論文

建材・燃料利用からみた森林資源の  
地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題

令和元年度

筑波大学大学院 人間総合科学研究科 博士後期課程

芸術専攻 栗原 広佑

筑波大学



# 目次

## 第1章 序論

1.1. 研究背景	.....	1
1.2. 研究目的と用語の定義	.....	2
1.2.1. 「森林資源の建材・燃料利用」と「地産地消」の定義	.....	2
1.2.2. 研究目的	.....	2
1.3. 既往研究と本研究の位置付け	.....	3
1.3.1. 住宅研究における木造住宅研究	.....	4
1.3.2. 「地域型住宅」、「産直住宅」及び「地域材住宅」に関する既往研究	.....	4
1.3.3. 住宅の室内温熱環境に関する既往研究	.....	13
1.3.4. 薪ストーブや薪を使用する暖房の実態に着目した既往研究	.....	18
1.3.5. 山形県金山町を対象とした既往研究	.....	19
1.3.6. 本研究の位置付け	.....	23
1.4. 研究の対象と方法	.....	26
1.4.1. 研究対象	.....	26
1.4.2. 研究方法	.....	29
1.5. 第1章のまとめ	.....	31
第1章 脚注・参考文献一覧	.....	31

## 第2章 近年における森林資源の建材利用としての 動向と調査対象地域の位置付け

2.1. 近年における森林資源の建材利用としての動向	.....	36
2.1.1. 研究の背景と目的	.....	36
2.1.2. 「地域型住宅ブランド化事業」の概要	.....	37
2.1.3. 木材調達圏と住宅供給圏	.....	38
2.1.4. 地域材による住宅生産の有効性と課題に関する考察	.....	42
2.2. 調査対象地域の位置付け	.....	44
2.2.1. 特定地域産材使用グループにおける木材産地の抽出	.....	44
2.2.2. 町並み景観整備と継承型住宅に着目した既往研究	.....	45
2.2.3. 調査対象地域の位置付け	.....	46
2.3. 第2章のまとめ	.....	47
第2章 脚注・参考文献一覧	.....	48

## 第3章 地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の家屋形態と分布状況

3.1. 研究の概要	.....	50
3.1.1. 研究の背景と目的	.....	50
3.1.2. 既往研究からの位置付け	.....	50
3.1.3. 調査対象地域の概要	.....	51
3.1.4. 研究方法	.....	53
3.2. 調査結果	.....	55
3.2.1. 地域型住宅の調査結果	.....	55
3.2.2. 薪ストーブ使用住宅の調査結果	.....	57
3.2.3. 薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果	.....	59
3.3. 考察	.....	61
3.3.1. エリアごとにみた地域型住宅と薪ストーブ使用住宅	.....	61
3.3.2. エリアごとにみた薪ストーブ使用地域型住宅	.....	62
3.3.3. 総2階建ての地域型住宅に関する考察	.....	63
3.4. 第3章のまとめ	.....	66
第3章 脚注・参考文献一覧	.....	67

## 第4章 薪ストーブ使用時に形成される木造戸建住宅の

### 室内温熱環境の実測調査

4.1. 研究の概要	.....	69
4.1.1. 研究の背景と目的	.....	69
4.1.2. 調査対象の選定と概要	.....	70
4.1.3. 研究方法	.....	76
4.2. 用語の定義及び使用パターンの推定結果	.....	77
4.2.1. 調査期間の気象概況	.....	77
4.2.2. 用語の定義	.....	77
4.2.3. 使用パターンの推定結果	.....	78
4.3. 調査結果	.....	80
4.3.1. 終日使用パターンの調査結果	.....	80
4.3.2. 朝夜使用パターンの調査結果	.....	89
4.4. 考察	.....	103
4.4.1. 温度環境に関する考察	.....	103
4.4.2. 上下温度分布に関する考察	.....	106
4.4.3. 予熱期及び冷却期に関する考察	.....	108

4.4.4.	薪ストーブ使用室に形成される湿度環境に関する考察	.....	109
4.4.5.	薪ストーブ使用室の水平方向の室に形成される 室内温熱環境に関する考察	.....	110
4.4.6.	薪ストーブ使用室の垂直方向の室に形成される 室内温熱環境に関する考察	.....	112
4.4.7.	薪ストーブ使用室の水平方向及び垂直方向の室に 形成される湿度環境に関する考察	.....	115
4.5.	第4章のまとめ	.....	117
	第4章 脚注・参考文献一覧	.....	119
<b>第5章 結論</b>			
5.1.	各章のまとめ	.....	121
5.1.1.	第1章のまとめ	.....	121
5.1.2.	第2章のまとめ	.....	121
5.1.3.	第3章のまとめ	.....	121
5.1.4.	第4章のまとめ	.....	122
5.2.	森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題	.....	123
5.2.1.	森林資源の地産地消に基づくの有効性と課題	.....	123
5.2.2.	森林資源の地産地消に基づく住宅生産のあり方	.....	124
5.2.3.	建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅の あり方	.....	125
5.3.	今後の展望と課題	.....	127
5.3.1.	森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及に向けた展望	.....	127
5.3.2.	木造住宅研究としての課題と展望	.....	127
5.3.2.	森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及に向けた可能性と課題	.....	128
	第5章 参考文献一覧	.....	129
	<b>謝辞</b>	.....	130
<b>参考文献・発表論文</b>			
	参考文献	.....	131
	本研究に関して発表した論文	.....	140



# 第1章 序論

---

## はじめに

本研究の目的は、今後の循環型社会形成に向けた方策の一つである森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得る事である。これまで我が国では森林資源の地産地消を通じた木造住宅の生産が取り組まれてきたが、実際に形成された住宅の家屋形態や分布状況と住宅内に形成される温熱環境の実態について複眼的に検証した研究はない。本研究では山形県金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用について現代における建材・燃料利用としての森林資源の地産地消の具体的な事例として着目した。地域型住宅の分布状況・家屋形態と住宅に形成される温熱環境から、森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題に関する知見を明らかにする。

本章では、論文全体の基本的な構成と枠組みを提示する。

第1節で研究の背景を、第2節で研究の目的と意義を示す。

第3節では、既往研究の整理からこれまでの地域型住宅や住宅の室内温熱環境に関する学術的知見の蓄積を踏まえた上で、本研究の位置付けを行う。

第4節では、本論文における研究対象の概要と研究方法を示す。





## 1.1. 研究背景

世界的な気候変動の進行や、東日本大震災により発生した原子力発電所の事故を受けて、化石燃料や地下鉱物資源に基づくエネルギーに依存する社会の限界が広く認識されつつある中、持続可能な循環型社会や低炭素社会の実現は国際的な課題である。その実現を目指す方策の一つに、カーボンニュートラルな特性を持つ森林資源の循環的利用があげられる。

日本は国土面積の約7割が森林である先進国有数の森林国である。戦後の拡大造林による森林資源の蓄積は利用時期を迎えつつ、その蓄積量は年々増加しており、史上かつてない量の森林資源に恵まれた時代を迎えている<sup>1)</sup>。森林資源の中心的な利用方法としては建築用木材としての利用があげられ、我が国の戸建住宅は在来軸組構法を主体とした木造を中心として形作られてきたとともに<sup>2)</sup>、日本各地の伝統的な民家はその地域の植生や植物資源の循環的利用に基づき形成されてきた。また、森林資源の用途には薪や炭といった燃料としての利用がある。化石燃料資源が乏しい我が国において、かつての家庭用熱エネルギー源の大部分は薪や炭といった森林資源によるものであり、その起源は有史以前の時代に遡る事は疑いもなく、囲炉裏や火鉢で暖を採り、竈で煮炊きをする生活は比較的近代まで大きく変化する事は無かった。つまり我が国の住まいは豊かな森林資源の建材・燃料としての利用を通し発展してきたといえる。

一方、現代における木造住宅に目を向けると、それらは必ずしも我が国の森林資源に基づいたものとは言い切れず、木材自給率は2017年において36.1%と低い<sup>3)</sup>。また、今日の家庭用エネルギーの大部分は石油やガスといった化石燃料、火力発電や原子力発電に基づく電力によるものである<sup>4)</sup>。日本の木材自給率は2005年から上昇傾向にあり、特に2011年の東日本大震災発生を境に、建築分野においてはCLT(直交集成板)の技術開発や、エネルギー分野であれば木質バイオマス燃料による発電事業など、国産材の利活用に向けた様々な取組が現れ始めている。しかしながら、基本的な問題として森林資源が豊かな農山村地域では大手メーカーの住宅が建ち並ぶ景観が散見される事もあり、またそこでは化石燃料や電力に基づく現代的な生活が営まれている。無論今日において化石燃料や電力の使用に基づく生活を全て捨て去る事は難しいものと考えられるが、概ね高度経済成長期以前には普遍的に行われていたはずの地域における森林資源の建材・燃料としての地産地消は、森林資源が利用時期を迎えた多くの地域において現代でも実践、あるいは再生可能である。少なくとも特別な加工設備を必要としない森林資源の利用方法として、住宅建築用の木材と、熱エネルギー源となる薪を現代の生活に組み込む事は比較的容易であるものと考えられる。森林資源の地産地消は、木材輸送距離の削減や家庭用消費エネルギー量の削減に加え、地域における森林の多面的機能の涵養、あるいは林業・木材産業・建設業の活性化を通じた地域経済の発展、地域材の利用を通じた住宅建設による町並みや景観の形成、林産物の恵みを楽しむ生活文化の継承等、森林資源を糧として生活を営んできた我が国において多様な意義を有するものと考えられる。

## 1.2. 研究目的と用語の定義

### 1.2.1. 本研究の目的と意義

本研究の目的は、今後の循環型社会の形成に向けた方策の一つとして、建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得る事である。具体的には、地域型住宅の普及を通して森林資源の地産地消が行われている山形県金山町を調査対象地域とし、地域型住宅と薪ストーブ使用を現代における森林資源の建材・燃料利用の事例と位置付け、その分布状況・家屋形態と住宅に形成される温熱環境に関する分析から、森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題を提示する事を目的としている。この事は、これまでの研究で着目されてこなかった森林資源の建材・燃料としての利用を複眼的に検証するという点で意義を有する。また、国土面積の約7割が森林であり、多くの地域において森林資源が利用時期を迎えつつある我が国において、今後の森林資源の地産地消を通じた木造住宅の普及を推進するための知見の確立に寄与する点、住宅に形成される温熱環境の考察から環境負荷の少ない資源循環型の生活の提案に向けた知見を示す点において、社会的意義が大きい。

### 1.2.2. 「森林資源の建材・燃料利用」及び「地産地消」の定義

森林は、国土の保全や水源の涵養等、多面的な機能を有しており、木材等の物質生産機能もその一つである。ここでは森林より生産される物質、即ち林産物に着目する。森林・林業統計要覧2019<sup>5)</sup>によると、我が国の林産物のうち、木材については用材と燃料材、しいたけ原木に区分される。また、特用林産物は食用と非食用に大別され、食用としては茸類や山菜類、非食用としては竹材や桐材があげられる(図1-2-1)。本研究では今後の循環型社会の形成に寄与する木造住宅のあり方を検討する上で重要となる用材と燃料材の利用に着目する。用材は製材用材、パルプ・チップ用材、合板用材、その他<sup>註1)</sup>に分類され、燃料材については薪、木炭、木質ペレット、燃料用チップに分類される。本研究では、その生産において特別な加工設備が必要ではなく、森林資源が利用時期を迎えた多くの地域において汎用性が高い知見を構築する事を目的としている。そのため、建材については製材用材の利用に着目し、その中でも最も消費される材積量が多いものと想定される主要構造材における製材用材の利用を「建材利用」と定義する。また、燃料については建材利用の定義を踏まえ、調達や生産方法に特別な加工設備が必要ではない薪の利用を「燃料利用」と定義する。

森林資源や国産材の蓄積量の増大に伴い、その利活用に向けた取組みや研究には、「地産地消」や「地域型住宅」、「地域材住宅」といったキーワードが見られる。一方、これらの言葉が意味する「地産地消」や「地域」が示す範囲については、その論者により様々な定義が存在している。「地域」の範囲として一般的に想定される範囲の中で最も小規模なものは小字や集落といった「ある市町村内の特定の範囲」と想定され、次に市町村といった範囲、その上

位概念として都道府県や複数の都道府県に跨がる地方区分としての範囲がある。一方で、地域における木造住宅の普及を検討する上で欠かせないキーワードに地域型住宅がある。地域型住宅の普及に関する取組みの多くは市町村を範囲としたものが多く、その普及を推進するための社会的範囲として現実的なものと想定される。本研究の調査対象地域である山形県金山町も例外ではなく、町内での地域型住宅建設に関する補助事業を実施している事を鑑み、本研究では、「一つの市町村内」即ち「金山町内」を主要な調査対象地域とする。一方「地産地消」の定義には様々な定義が存在している事を鑑み、主に本研究における第2章の検討を通して森林資源の利用が推進されるための適切な範囲を検討する。

### 1.3. 既往研究と本研究の位置付け

本節では、既往研究の整理から本研究の位置付けを行う。まず、本研究で取り扱う木造住宅という分野における学術的知見を概観した上で、地域における住宅のあり方に関する「地域型住宅」と、森林資源の建材利用としての一事例である「産直住宅」及び「地域材住宅」の発生に至る歴史的経緯とその要因、そして京都議定書の採択を受けて推進された木造住宅の見直しに関する施策や研究の蓄積を把握し、その時期に提唱された「地域材」や「ウッドマイルズ」、「カーボンニュートラル」という概念を加味した考察を行う。また、住宅の室内温熱環境を取り扱った研究の学術的知見の蓄積、薪ストーブや薪を使用する暖房の実態に

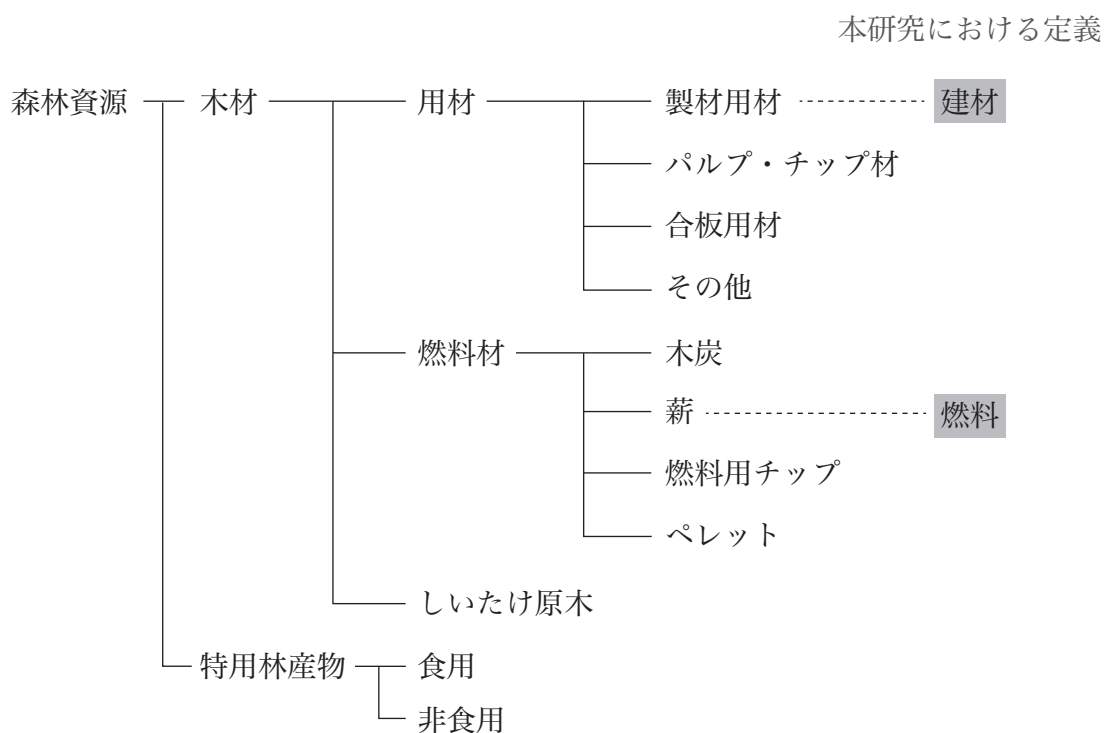


図 1-2-1 森林資源における林産物の類型と本研究が着目する林産物

関する学術的知見の蓄積を整理する。以上のような既往研究の把握に基づき、本研究の位置付けを示す。

### 1.3.1. 住宅研究における木造住宅研究

住宅研究には集合住宅やプレハブ住宅、郊外住宅地に関する研究など様々な分野が存在しているが、高度経済成長期下において木造住宅に関する学術的知見は、ほぼ蓄積されてこなかったと言っても過言ではない。それよりも大規模化・高層化する集合住宅や宅地開発等に関する研究や技術開発に重点が置かれてきた。木造住宅の生産は小規模事業者としての地域の木工・工務店が中心的な担い手であり、地縁や血縁を基盤とした安定的な受注体制も成立していた<sup>6)</sup>ため、その生産や構法、デザインについて特に大きな社会的問題は発生していなかった。むしろ木造を専門とする分野では、急速に失われつつあった伝統民家の記録に重点が置かれていた。例えば、民家研究の先達である川島宙次による「滅びゆく民家」<sup>7)</sup>や伊藤ていじらによる「日本の民家」<sup>8)</sup>がその研究成果として挙げられ、いずれも急速な都市化に伴い失われつつある農山村の風景を記録する事に軸足を置いた論考である。建築家の趙は1950年代末から1980年代に至る時代を「木造建築の断絶時代」と評している<sup>9)</sup>が、この期間に木造建築及び木造戸建住宅に関する学術的知見の蓄積、技術開発や行政による支援策は極めて少なかったものと理解できる。

木造住宅研究において、伝統民家や在来軸組構法の現代的な住宅建築への応用を目的として展開された研究に、内田ら<sup>10)11)</sup>の研究がある。その当時高度化しつつあった木材加工機械を利用した在来軸組構法における継手仕口の現代への再生を目的とし、木造継手仕口の形態・機能・強度に関する記録が編纂されている。また、1980年代前半から1990年代前半にかけて、利用時期を迎えつつあった戦後拡大造林による国産材の利活用を目的として、様々な木造住宅構法の提案が現れた。現代計画研究所と大工棟梁・田中文男らによる「民家型構法」<sup>12)</sup>や、山本長水による「土佐派の家」<sup>13)</sup>、大野勝彦による「地域型部品」<sup>14)</sup>、安藤邦廣による「住まいを四寸角で考える」<sup>15)</sup>等が主な業績として挙げられる。これらは国産製材の規格材の利活用や構法の合理化によるコスト・工期の短縮を目指し、当時の住宅市場においてシェアを拡大しつつあった外国産材や2'×4'住宅に対し、国産木材や在来の木工技術をもって対抗・差別化を図るための提案であった。バブル崩壊を目前として、日本はストック型の成熟社会を迎えつつあり、高度経済成長期に形成された都市や町並み、国土計画を見直しつつ、今後の新しい都市や町並み、住宅のあり方に向けた価値観の転換が検討されていた時期であった。

### 1.3.2. 「地域型住宅」、「産直住宅」及び「地域材住宅」に関する既往研究

このような社会的背景の中、「地域型住宅」というキーワードが誕生した。地域型住宅研究は主に大野勝彦、藤澤好一、安藤正雄、布野修司、松留慎一郎、遠藤和義、西村慶徳らを中心とした研究チームにより埼玉県熊谷市、埼玉県秩父市、千葉県佐倉市、福井県大野市、岐

岐阜県高山市、長野県長野市、長野県更埴市を調査対象地域とした調査研究が行われた<sup>16)～33)</sup>。この地域型住宅研究の立脚点は地域に固有な住宅のあり方を探るものであり、地域独自の住宅の形態・デザイン・構法・間取り・コストに関する事や、地域における住宅の生産流通システムの伝統的なあり方からその変遷に至るまで、多角的な視点から分析を行っている。これらの一連の研究は住宅づくりが町づくりに繋がるという立脚点に基づき、地域における住宅のあり方を総合的に捉える試みであった。このように、1980年代前半には、地域固有の住宅のあり方についてその価値や社会的意義が認識されており、建築計画・意匠的な立脚点に基づく研究意義が見出され始めた時期であった。裏を返せば、地域における住宅デザインや生産供給体制のあり方、地域固有の町並みが既に各地で崩壊し始めていた事を示している。また、建築生産学の分野からのアプローチとして、1989年に発表された秋山による論考<sup>34)</sup>で示された、今後の住宅生産における価値観の転換を図るための4項目を参照したい。

秋山<sup>34)</sup>(1989)「地域型住宅生産」

- (1)全国画一的な住宅の計画から、地域の個別性に適合した住宅の計画へ。
- (2)規模の経済、生産の効率を基準とした全国広域的な住宅生産から、地域の資源・市場に適合した 地域的・狭義的な住宅生産へ。
- (3)住宅単体の計画から、住環境総体の計画、町づくりとしての住宅計画へ。
- (4)小規模企業の個別生産体制から、協同化・組織化生産体制へ。

以上の様に、地域型住宅の軸に計画と生産のあり方を据えて、個別の住宅から面的な町づくりへの発展、また個別の事業体から協同的なネットワーク型の住宅生産体制への転換の重要性が示されている。秋山は1986年からの地域型住宅に関する研究や施策の流れを整理した上で、今後の研究課題として以下の4項目を挙げている。

(1)マクロな地域の住宅生産システムの構造に関する研究

地域における住宅生産について、市場構造や各システム及び市場におけるニーズの競合関係・連携関係、棲み分けを捉える視点である。

(2)個別の地域住宅生産システムの研究

従来の小規模事業体としての大工・工務店に替わる、市場に適合するための住宅生産システムのあり方とその市場適合可能性を捉える視点であり、①「規模の経済」原理に基づき大規模化した地域ビルダーに代表される生産システムのあり方と、②「範囲の経済」原理に基づき工務店や材木店・設計事務所等といった複数の主体が結びついた協同化システムのあり方が示されている。

(3)地域型住宅設計システムの研究

従来の大工・工務店による木造住宅は設計・施工が一貫されていたため合理的であるもの

のユーザーニーズを受け入れづらい側面を有していた。一方設計事務所も相対的に報酬が少ない割に労力が必要とされる住宅設計の仕事は敬遠しがちであった。地域特性を把握し、ユーザーニーズに応えられる地域型住宅の設計のあり方を捉える視点であり、工務店と設計事務所の協同化による住宅設計関連機能の適正化を目指すものである。

#### (4)地域型住宅生産のネットワーク研究

地域型住宅生産における技能、技術、構法、部品、職人、企業、設計、施工といった諸要素を統合するトータルシステムの構築に関する視点であり、従来の個別化された職能者としての建築家や大工職人とは異なり、領域を横断する新しい職能の必要性が示唆されている。

以上のように、地域型住宅という概念や用語が社会的に定着しつつある中で、今後の研究課題や発展可能性について整理されている。後年、秋山は地域型住宅の生産システムに関する論考<sup>35)</sup>をまとめており、生産組織のあり方についてタイプ分けを行った上でその課題を述べている。

#### 秋山<sup>35)</sup>(1999)「地域の住宅生産システム，その独自性と課題」

既往研究で示された地域型住宅生産システムの「大規模化システム」と「協同化システム」のうち、比較的新たな生産システムと位置付けられる「協同化システム」に着目し、システムの主導者が①林業・木材業による組織化、②大工・工務店による組織化、③設計事務所による組織化の3パターンに分かれるとしている。それぞれの組織は安定期・転換期・衰退期にあるものが混在しており、それぞれが有するシステムの独自性とその課題が示されている。

秋山によれば、地域型住宅の生産組織は1980年代後半の住宅市場の興隆期に設立されたものが多く、バブル崩壊後の新築住宅市場の縮小を受け、その多くが事業継続の岐路に立たされていた事が伺える。地域型住宅が目指した地域固有の住宅や町並み、そしてその形成に伴う地域における生産組織の活性化や地域資源の活用という概念は、社会的な意義は認識されつつあったものの、市場の変化等による煽りを受け単純に持続するものではなかった。

一方、「地域型住宅」よりやや早く出現したキーワードに「産直住宅」がある。以下ではこの産直住宅を取り扱った既往研究の概観から、その概念と歴史的経緯を把握する。産直住宅とは、安藤<sup>36)</sup>によれば1973年の天竜材住宅販売株式会社がその始まりとされており、主に林産地における地場産の木材を使用して、都心部及びその郊外地といった住宅需要が高い地域に住宅を建設する事を指す。1989年の安藤の論考<sup>37)</sup>では、産直住宅の事業形態について、木材の販売と住宅の建設の両方を林産地側が請け負う「産地主導型」、木材の販売のみを請け負い住宅の建設は建設地側の業者が請け負う「現地主導型」、木材の販売と住宅の上棟までの工事を林産地側が請け負い、基礎工事や造作工事、設備工事を建設地側の業者が請け負う「分離型」の3パターンに分類している。更に「現地主導型」では設計施工一式を請け負う「一

体型」と設計は建設地側の業者が請け負う「設計分離型」に分類できるとし、それぞれの事業形態におけるメリットとデメリットが示されている。1990年の島田による報告<sup>38)</sup>を参照すると、当時「全国に約80団体」の事業体が存在しており、年間供給戸数は「約2,000戸」であった。島田は当時における産直住宅の近況を示しており、問題点として雨漏りや木材の割れによって生じるクレームが多く、林産地の工務店と建設地が離れているため対応に難を抱えている事業体が少なからず存在する事を指摘している。また、産直住宅を「地域の木材と地域の労働力を使って、地域外に建てた家」と定義付けを行った上で、事業体により「地域」や「地場産材」の定義が異なり、現状では一律的な比較検討が難しい事も指摘されている。調査当時において産直住宅事業体は全体的に企業性の後退傾向にあり、営業活動に対する消極的な姿勢も確認されていた。木造建築大辞典<sup>39)</sup>における「産直」の覧を参照すると、発行された1995年当時に「今や淘汰の時期に入りつつある」とされており、安藤と島田も、産直住宅は一部の木材愛好家を対象としたニッチな産業として定着したと述べている。安藤は後年の論考<sup>36)</sup>で産直住宅事業体の「分離型」に着目し「2段階方式」による産直住宅の実践例を紹介している。これまでの産直住宅の事業体をみると、「産地主導型」では島田が指摘した事と同様にアフターメンテナンスに多大な労力がかかる上に、建設地における職人の滞在費がかかるため総工費が安価になりにくかった。また、「現地主導型」では木材の販売のみとなるため利益が少なく、また大工職人といった関連産業の振興にも繋がりにくかった。一方、「分離型」による「2段階方式」であれば林産地における木材の販売と刻み、建て方までの加工賃が望める上に、現地での滞在費も最小限に抑えられるため、産直住宅の事業形態として利点が大きいと想定したものである。一方で、実践例において基礎工事のスケジューリングや木製建具の調整等に難を抱えた事から、秋山<sup>34)</sup>が指摘した様に、個別の専門性を横断するオーガナイザーとしての設計者に役割が期待される事を述べている。以下に、産直住宅を対象とした既往研究を示す。

#### 坂野上<sup>40)</sup>(1996)「産直住宅ネットワークにおける木材供給システム」

秋田県と徳島県における産直住宅事業体2団体を調査対象として、その木材供給システムのあり方をめぐる試行錯誤の過程が報告されている。問題点として木材の乾燥率や現地で生じる割れが挙げられる事、また通常製材所や材木店が行う木拾いの作業を設計者が行う事で円滑な木材供給システムが構築されている事例が示されている。

#### 安村ら<sup>41)</sup>(2001)「産直住宅事業体の現状と課題」

全国の179団体を対象としたアンケート調査を行い、回答を得られ現在でも産直住宅事業を継続している65団体を分析対象とした現状と課題に関する報告である。産直住宅事業体が供給する住宅は、設立当時と比較して床面積や坪単価が低下し全国平均に近い値になってきていると報告されている。

以上から、「産直住宅」は「地域型住宅」よりも早い時期に発生した概念であるものの、概ね「地域型住宅」と時期を同じくして住宅市場の規模縮小に伴いその事業が小規模化した事が理解できる。また、「地域型住宅」が地域固有の住宅デザインや生産組織のあり方を重要視していた事に対して、「産直住宅」は林産地における地場産の木材の活用に重きをおいていた事が特徴的である。無論、地域型住宅の研究においても地域素材や地場産材の使用率に関する報告があるものの、木材のみならず石材や和紙なども含めた視点であり、より総合的に住宅のあり方を把握するものであったため、林産地における木材流通の促進を主たる目的とした「産直住宅」とは異なる概念であった。

一方、20世紀末には地球温暖化をはじめとした国際的な環境問題に強い関心が向けられる時代を迎えた。以下では同時代に発生した「地域材住宅」に関する既往研究を参照するが、まずその理解を深めるために重要な概念となる「カーボンニュートラル」と「ウッドマイルズ」という用語について既往研究を参照しながら併せて整理したい。

まず、地域材住宅を整理するための重要な時事に1997年に採択された「京都議定書」がある。これによって、日本は温室効果ガス排出量を第一約束期間である2008年から2012年までに6.0%削減する事が国際的に義務づけられた。2005年の4月に閣議決定された「京都議定書目標達成計画」によると、日本はその6.0%のうち3.9%を森林経営等による吸収源の確保と定めた。小林<sup>42)</sup>によれば、3.9%の吸収源を確保するためには面積にして1750万haの森林管理、材積量にして2500万m<sup>3</sup>の素材生産にあたるとしており、その実現可能性の困難さを指摘している。いずれにせよ、この際に日本における森林の二酸化炭素吸収源としての位置付けと国産材利用の重要性が改めて認識され、林野庁や国土交通省による木造戸建住宅に対する支援策も数多く講じられた<sup>注2)</sup>。森林が二酸化炭素吸収源としての役割を担う事は、木は大気中の二酸化炭素を吸収しながら成長し、その炭素を固定する性質を持つ事に他ならない。この固定された炭素は木が寿命を終え腐朽していく過程、あるいは燃焼する事により二酸化炭素として再び大気中に放出されるが、その二酸化炭素は成長している木によって再び吸収され固定される<sup>43)</sup>。この木の成長を通じた二酸化炭素の循環を「カーボンニュートラル」という。京都議定書の採択時や発効時と時期を同じくして、この木の「カーボンニュートラル」という特性に着目した研究が取り組まれた。

高口ら<sup>44)</sup>(1999)「木造専用住宅と森林資源との循環型モデルに関する研究(砺波平野山居村におけるケーススタディ)」

砺波平野における散居村を木造住宅と森林との最も単純な資源循環のモデルと捉え、LCMassやLCCO<sub>2</sub>の観点から検証が行われている。住宅の耐用年数を100年間とした場合に、屋敷林と木造住宅の資源循環が可能である事が示されている。



高口ら<sup>45)</sup>(2001)「木造住宅と森林資源の日本型循環モデル構築に関する研究」

日本国内で循環・完結する森林資源と木造住宅のモデルを構築し、必要な方策に関する検討が行われている。木造戸建住宅に関連する二酸化炭素の循環についてパラメーターを用いたモデルとして表現しており、大気中の二酸化炭素増加に繋がらない日本型循環モデルの一例が示されている。またその実現に向けた方策として、木造戸建住宅の長寿命化、木材のリユースの促進、用材以外・廃材のバイオマス燃料としての利用が示されている。

天野ら<sup>46)</sup>(2004)「マテリアルフロー分析に基づいた建築分野における木材の炭素収支について」

木材のカーボンニュートラルという特性に着目した研究であり、建築分野における建築木材製造時と廃棄木材から排出される炭素排出量及び植林による炭素吸収量を考慮した木材のマテリアルフローが把握されており、建築木材の生産輸送については、その約4割が輸入材の輸送過程から排出されている事、廃棄木材による炭素排出の大部分が林地残材から発生している事などが示されている。

このように、木材の利用を促進して森林の育成を図るといった目標に対して、定量的な評価を試みる研究が行われた。また、天野ら<sup>46)</sup>は輸入木材の輸送過程における二酸化炭素排出量に着目しているが、概ね同時期に木材の産地と木造住宅の建設地との距離に着目した「ウッドマイルズ」や「ウッドマイレージ」という概念が提唱された。木材はその製造時における消費エネルギー量や炭素放出量が鋼材やアルミニウムと比較して格段に少ない<sup>注3)</sup>事が知られているが、一方でその輸送にかかる二酸化炭素排出量については従来問題視されてこなかった。ウッドマイルズとは木材輸送距離という概念そのものを示す用語であり、ウッドマイレージは木材量(m<sup>3</sup>)×輸送距離(km)から求められる数値である。また、ウッドマイレージに輸送手段ごとの二酸化炭素排出量をかける事によってウッドマイレージCO<sub>2</sub>が得られるものと定義されている<sup>47)</sup>。このウッドマイルズに着目した研究に藤原<sup>48)</sup>の研究、滝口<sup>49)</sup>の研究、嶋瀬ら<sup>50)</sup>の研究が挙げられる。

藤原<sup>48)</sup>(2002)「「ウッドマイルズ」(木材総輸送距離)と地域材利用住宅」

日本における現状のウッドマイルズが整理されており、他国と比べて輸入木材の割合が高い事、またその輸入木材は遠隔国からの輸入割合が高い事が示されている。

滝口<sup>49)</sup>(2003)「地域材利用住宅のウッドマイレージ」

実際に建設された、近隣から算出された木材による地域材住宅4件のウッドマイレージが報告されており、全国平均推測値との比較が行われている。地域材住宅は全国平均推測値と比べて約2倍の木材が使用されているものの、ウッドマイレージは約20%程度となる事が報

告されている。

嶋瀬ら<sup>50)</sup>(2006)「わが国製材業の製品出荷における木材輸送量・距離」

日本の製材品における全都道府県レベルのウッドマイレージに関する1962年から2002年までの経時変化が明らかにされており、製材品の輸送距離は1962年から1980年には縮小していたものの、1980年から2002年にかけては拡大しており、出荷量の多い県ほど遠くに出荷するという傾向が強まった事が明らかにされている。臨海型の木材団地の形成との関連や、木材の輸送をトラックから船舶へ変更する事による環境負荷の低減可能性が示唆されている。

以上のような学術的知見は「近くの木を近くで使う」事に関して定量的な評価を試みた結果といえる。2000年代に取り組みされた研究成果から、国産木材の使用が環境負荷低減に及ぼす効果が社会的に認識され、近くの中の木を近くで使う、いわば木材の「地産地消」という概念と社会的意義が明確になった。この事を踏まえて、改めて地域材住宅に関する既往研究の概観を行いたい。

嶋瀬<sup>51)</sup>(2002)「地域材による家造り運動の現状と今日的意義 - 産直住宅運動との対比において -」

地域材による家造り運動の今日的意義を産直住宅運動との対比から考察しており、従来の産直住宅運動は①良質な地域材で、②匠による伝承技術により、③お値打ち（低）価格で、をキャッチコピーにしていた事に加え、地域材による家造り運動は③の価格については低価格と言うよりも適正価格であること、そして新たなキャッチコピーとして④地域環境の保全、という価値観が加わり推進しているものとしている。また、地域材による家造り運動は総体としての供給戸数は必ずしも多くないものの、グリーンコンシューマリズム（環境保全意識の高い客層）の高まりに対応する住宅供給者としての役割を担っている点も指摘している。安藤<sup>41)</sup>と島田<sup>42)</sup>が産直住宅に関する論考で指摘した「一部の木材愛好家」との対応関係が示唆される点は興味深い。また、嶋瀬は地域材による家造り運動を「近隣地域で生産された木材を積極的に用いて」「概ね施工者が宿泊を伴わずに通勤できる範囲」で行われている住宅生産と想定しており、産直住宅がいわば「地産他消」であった事に対して地域材による家造り運動ではより狭域的な「地産地消」への転換が行われた事が示されている。

安村<sup>52)</sup>(2004)「地域材住宅事業にみる上下流域連携の成果」

地域材住宅事業の林業振興への影響を明らかにする事を目的として、林業・製材業・材木商側に視点を絞った調査を行っている。宮崎県諸塚村における地域材住宅事業体を調査対象として、当該地域における葉枯らし材による木材の品質向上と環境負荷の少ない乾燥方法による木材のブランド化が重要なファクターである事、また諸塚村では概ね35年生を主伐期と

し、木目の広い木材が主力製品であるため、比較的木目の詰んだ木材が好まれる市場との擦り合わせが検討事項である事が示されている。

以上の様に、地域材住宅という概念が定着しつつあった時期の既往研究を概観すると、産直住宅において弱点となっていた林産地と建設地の距離が短くなり、適切な距離を模索した結果として発生した住宅生産方式と推察される。また、地球環境への国際的な関心が高まりつつあった時代において「カーボンニュートラル」や「ウッドマイルズ」といった木材のエコマテリアルとしての側面に関する学術的な裏付けも影響を及ぼし、住宅生産における木材の「地産地消」が社会的意義を持つに至ったものと捉えられる。以下に地域材住宅を対象とした既往研究を示す。

高嶋ら<sup>53)</sup>(2006)「業種間連携による地域材を活用した家づくりと組織体制」

地域材を活用した家づくりに取り組む組織を対象とし、その組織体制と住宅供給の現状を明らかにする事を目的として、アンケート調査を行っている。組織体制としては、異業種が連携したネットワークが多く、①木材・林業主導型と②住宅産業主導型に大別され、組織の活動目的と活動内容としては自然環境の維持と林業から住宅建設までの流れが見られる関係づくりである事が明らかにされている。また、住宅供給及びコストとしては、年間10戸以下の組織が最も多く、坪単価は50～60万円が最も多い。住宅における地域材の使用率は60～80%とする組織が約7割と最も多く、年間供給戸数が20戸以上である組織は木材のストック体制を確立している場合が多い。課題として施主の安定的な獲得が挙げられている。

石田ら<sup>54)</sup>(2007)「地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトに関する研究 -プロジェクトにおける中核的業務の特定化-」

地域産材を活用した木造住宅生産について、生産情報を決定する上で中心的な主体や業務を特定する事、川上及び川下主体同士の有機的な結合による最適な組織化手法を開発する事、実プロジェクトに適用し有効性を確認する事を目的として、京都府における実験プロジェクトを通じた中核的業務の特定化を試みている。結果として、原木市場の業務アイテムが重要であり、住宅生産における必要木材の決定については物流主導から情報主導へシフトする必要性が示唆されている。

石田ら<sup>55)</sup>(2008)「地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトの地域間比較 -京都におけるプロジェクト最適化の探求-」

京都府における林業及び木材需要の特徴として、①製材業者の規模が小さく、②山主と工務店がいずれも小規模であり、③住宅消費量が多い点が挙げられる。この特徴を有する地域における、地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトの最適化手法の探求を目的として

いる。結果として、原木市場の役割が重要であり、原木市場に製材機能を付加する事により効率的な統合オペレーションが成立する可能性が提示されている。

飯島ら<sup>56)</sup>(2008)「秋田県における近年の木造住宅の特徴 - 地域産材の利用等に関する実態調査 -」

秋田県の住宅生産者を対象としたアンケート調査により、地域材利用の実態に関する基礎的な調査を行っている。秋田県におけるスギ製材の使用率は全国的にみて高いが、住宅規模やプレカット使用度の増大に伴ってスギ製材の使用率が低下する傾向にある事が明らかにされている。

伊藤ら<sup>57)</sup>(2013)「地域材活用促進のための異業種間連携による住宅供給に関する研究」

地域材を利用した家づくりを行う組織の活動目的を明らかにする事を目的として、「顔の見える木材での家づくりグループ65選」から抽出したネットワーク形成方法の異なる8グループを対象としたヒアリング調査を行っている。また、山口県における異業種間連携による住宅供給システムの実践例が報告されている。調査結果に基づき活動目的を、①情報交換、能力向上、②営業促進、③普及活動、④流通の効率化、⑤技術・商品開発、⑥その他(CSR活動など)の6つに分類している。また、実践例における取組み内容と住宅供給システム開発の検討プロセスに関する報告から、林業・製材業部門と工務店・設計部門における検討項目と協議の流れを考慮する必要性を今後の課題として挙げている。

以上の研究成果から、主に住宅生産者の組織体制や連携体制に関する知見が蓄積されている。また、近年では消費者を対象とした地域材や地域志向の産直住宅に関するニーズを対象とする研究の視座も構築されている。

宮本ら<sup>58)</sup>(2009)「地域材が消費者ニーズほど使用されないのは何故か - 秋田県の住宅に関するアンケート調査の分析から -」

秋田県を対象として、主に消費者の立場から地域材のニーズを把握し、秋田県における住宅生産者の地域材使用実態との差を明らかにする事を目的としている。地域材の消費者ニーズは世帯属性との関係がみられ、世帯主年齢が高く、市部より郡部ほどニーズが高い。また、住宅生産者においては使用木材の決定権が施工者である割合が高く、大規模な住宅生産者ほど地域材を使用したがないケースが多い事、設計事務所や大規模施工者による住宅生産では地域材を使用した際に総工費が割高になる事が挙げられ、消費者ニーズと住宅生産者の地域材使用実態の差は大きい。この差を埋めるための方針として、①地域材認識度の向上、②広範な施工者情報の開示、③建築価格の透明化が提示されている。

花本ら<sup>59)</sup>(2016)「地域志向の産直住宅を選択した消費者の属性分析 - 岐阜県加子母の工務店を事例に -」

地域志向の産直住宅を選択した消費者の属性や地域性を明らかにする事を目的として、中部、関西、関東の産直住宅事業者3者を対象としたヒアリング調査及びアンケート調査を行っている。それぞれの地域において、①中部では所有する土地への住宅建設が主であり、世帯年齢が低く世帯年収が高くない層による選択が多い。②関西では住宅の二次取得である60歳代が比較的多く、延床面積は相対的に小さい。③関東では50歳代が多く一時取得か二次取得であるかの判別はつかないものの、坪単価が高く延床面積が大きい住宅を選択する割合が高い、といった地域別における消費者の特徴が明らかにされている。

地域材を利用した木造住宅である「地域材住宅」に関する研究は、概ね2000年代前半における環境志向の高まりから数多く取り組まれ、比較的近年に形成された萌芽的な研究対象といえる。その住宅生産体制や組織体制の実態に着目した研究や、消費者ニーズに着目した研究が蓄積されつつある。一方で、実際に建設された住宅の実態については十分に明らかにされていない。

### 1.3.3. 住宅の室内温熱環境に関する既往研究

住宅に形成される室内温熱環境に関する研究は、全国規模のアンケートに基づいた坊垣ら<sup>60)</sup>の研究の他、北海道、京都府、長野県、栃木県などを調査対象地域とした研究<sup>61)~67)</sup>が蓄積されてきた。いずれも住宅の熱損失係数を考慮した分析や居住者意識、住まい方・起居様式等との関連が示されている。

坊垣ら<sup>60)</sup>(1998)「夏期および冬期の居住室室温とその地域性に関する研究 - 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究 - 第2報」

全国レベルでの共通の特性を持った住戸群を対象としたエネルギー消費と環境意識・住まい方及び室内気候に関する調査を行っている。夏期室温は外気温との相関が高く、新潟から福岡に至る5都市の平均室温は約28℃であり、夕方から夜の団欒時の室温も概ね日平均室温と一致する事が明らかにされている。また、冬期室温は外気温との相関が小さく、札幌・那覇では約21~23℃であるのに対し、それ以外の地域では約18℃であり地域差がある事、団欒時の室温は日平均室温より1~3℃高めであるが、日平均室温と同様に地域差が認められる事が明らかにされている。

松原ら<sup>61)</sup>(1996)「京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 - 暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式 -」

京都市近辺地域の戸建住宅と集合住宅計15戸の冬季における居間を中心とする室温、使用

器具、居住者の住まい方に着目した調査を行っている。冬季において、住宅内では部分的な暖房が行われ生活域が限定されている事、また室温と起居様式に関連性がみられ、「ユカ座・こたつ等なし」は室温 18℃以上、「イス座」は室温 14℃以上が居間において各起居で過ごす際に居住者が許容できる室温の条件であることが示されている。

加藤ら<sup>62)</sup>(1995)「長野市を中心とした一戸建住宅の冬季室内温熱環境に関する調査研究 - 熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて -」

長野市を中心とした長野県内の一戸建住宅 72 戸を対象として、住宅の熱損失係数・気密性能・建築年代・暖房方式の相互関係について検討を行っている。建築年代が新しい住宅ほど断熱気密性能が向上する傾向が認められ、熱損失係数が小さいほど明け方・昼間・団らん時の平均室温が高くなる。熱損失係数が大きい住宅ほどグローブ温度が乾球温度よりも低くなり、冷輻射を感じる室内温熱環境となる。室内温熱環境とそれに対する居住者意識は対応している事が明らかにされている。

加藤ら<sup>63)</sup>(1996)「長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と居住者意識の冬季と夏季の差」

長野市を中心とした長野県内の一戸建住宅 15 戸を対象として、冬季と夏季における室内温熱環境と居住者意識の差に着目した考察を行っている。夏季は冷涼かつ気温の日較差が大きく冬季は寒冷である調査対象地域において、熱損失係数が小さい住宅ほど室温の変動幅が小さくなり、夏季においては窓の開放や換気により夜間の冷気を利用した工夫が有効である事が示されている。また、冬季と夏季の室内温熱環境の変化と居住者意識の差に対応がみられ、冬季から夏季への室内温熱環境の差が大きくなると、居住者意識の評点においても顕著な差が現れる事が明らかにされている。

佐藤ら<sup>64)</sup>(1999)「栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方」

栃木県の戸建住宅 15 戸を対象として、冬期における暖房室・非暖房室の室温と居住者意識、居住者の住まい方に関する調査から、今後の栃木県の住環境のあり方について考察を行っている。調査住宅においては採光や夏期の通風を考慮した窓面積が大きい住宅構造となっており、冬期には朝方の室温が 0 ~ 10℃となる低温な熱環境が形成されている。暖房室で使用されている機器はこたつが中心的であり、石油ストーブやエアコンは間欠的に使用されている。暖房室と非暖房室の室温差は 10 ~ 15℃となり、この室温差に対して居住者は不満を持っているものの改善する意志のある人は少なく、1.0 ~ 2.3clo の高い着衣量で寒さを凌いでいるという実態が明らかにされている。

鈴木ら<sup>65)</sup>(2011)「北海道の住まいにおける暖房時の居間室温と住戸形態・暖房対象室・暖房運転方法の関係」

北海道における戸建住宅・集合住宅の居住者879世帯を対象とした冬季の居間室温と暖房方式等に関するアンケート調査を行っている。暖房方式について、戸建住宅では全室・間欠・対流もしくは放射式であり、集合住宅では居間のみ・間欠・対流式が主流であり、両者に顕著な違いが見られる。調査期間における居間の平均室温は20.9℃であり、全室暖房の場合は居間の平均室温が21.5℃となり、終日暖房の場合は居間の平均室温が21.6℃となり、放射式暖房の場合は居間の平均室温が21.5℃となり、暖房方式により形成される室温が異なる事が明らかにされている。着衣量は男女ともにやや軽装であり、数量化I類による分析の結果、居間室温に大きく寄与する因子は世代と世帯人数である事が示されている。

源城ら<sup>66)</sup>(2010)「寒冷地における集合住宅の冬季室内熱環境とエネルギー消費量に関する事例調査」

冬季に寒冷である地域における冬季の室内温熱環境と年間エネルギー消費量の実態を明らかにする事を目的として、秋田県の集合住宅8戸を対象とした実測調査を行っている。次世代省エネルギー基準を満たす集合住宅では、床上0.1mと床上1.1mの上下温度差が1～2℃と小さくなる事、終日暖房方式を採用している住宅では質の高い室内温熱環境が形成されているがエネルギー消費量が多くエアコンを用いた場合の単位床面積当たりの3倍程度のエネルギー消費量が必要となる事、暖房機器としてエアコンを用いている住宅では単位床面積当たりのエネルギー消費量は少ないが、暖房時の室内温熱環境の質にばらつきが発生する事が明らかにされている。

佐藤ら<sup>67)</sup>(2001)「戸建住宅における冬期の住戸内外の温度環境と居住者意識・生活行動 - 徳島県、兵庫県、北海道、カナダにおける生活実態調査の比較検討 -」

冬期における自然条件が大きく異なる地域として、徳島県・兵庫県・北海道・カナダの戸建住宅を対象とし、地域ごとに異なる自然条件に適合する住戸内の温度設定の考え方の整理による地域型住宅の計画原理の知見蓄積に向けた分析を行っている。公室空間・私室空間・設備通路空間における暖房率が各地域で異なり、徳島県・兵庫県では冬期に暖房をせず使用もしない「低温空室」の保有率が高く、徳島県・兵庫県・北海道における「部分間欠暖房型」の住戸では居住者にとって寒さを感じさせている。一方でカナダにおける「全屋連続暖房型」で寒さを感じている居住者はいない事が明らかにされている。また、地域によって快適と感じる室温の範囲が異なるほか、暖房費に対する認識も異なる。冬期における暖房方式の他に、採暖行為や生活行為に地域差が見られる事が明らかにされている。

住宅の室内温熱環境形成は家庭用消費エネルギー量とも深く関係している。一方、「地域材

住宅」のような環境負荷低減に寄与する住宅を事例とした研究は見当たらず、住宅のあり方とその生活環境における快適性を複眼的に検証した研究の蓄積は十分ではない。

住宅の室内温熱環境に着目した研究には、伝統的な住宅に形成される室内温熱環境に着目した研究<sup>68)~72)</sup>の視座も存在しており、集落気候との関連や室内温熱環境の実態に関する知見が蓄積されている。

宇野ら<sup>68)</sup>(2000)「中部日本の山間部における伝統的住宅の室内気候調節と立地集落の微気候」

岐阜県白川村荻町と愛知県額田町千万町、愛知県鳳来町黒沢における伝統的住宅計5戸を対象とした室内気候観測と、岐阜県白川村荻町と愛知県額田町千万町を対象とした集落気候観測及び住民へのアンケート調査を行っている。夏季において、荻町では茅葺き屋根の住宅でエアコンの使用率が低く、千万町では瓦葺き・金属板葺き屋根の住宅で不快要因があげられる割合が多い傾向が確認されている。冬季における室内気候は上下温度差が大きく、アンケート調査での「足下が冷たい」といった不快要因を裏付ける結果が示されている。

長野ら<sup>69)</sup>(2008)「雲南市吉田町における伝統的町並みの室内・集落気候と住まい方に関する調査研究」

伝統的住宅の地域気候に対する適応技術を検証するため、島根県吉田町の菅谷集落と吉田集落を対象として、集落気候と室内気候の実測調査及び住民へのアンケート調査を行っている。冬季の室内気候に関する調査結果からは、冬季は至適域よりも低い室内気候が形成されている。ほとんどの世帯で炭コタツが使用されており、開放式燃焼器具も多くの世帯で併用されている。開放式燃焼器具を間欠的に使用している世帯よりも常時使用している世帯の方が不満を感じており、着衣量の多さ等で過度にエネルギーを使用しない工夫がされている事が明らかにされている。

長野ら<sup>70)</sup>(2013)「山口県祝島の気候適応性能評価」

ネリヘイと呼ばれる石壁を持つ住宅が数多く残る山口県祝島集落において、その気候適応性能を明らかにするための集落及び室内気候観測と住民へのアンケート調査が行われている。祝島では住宅を複雑かつ密に配置する事によって集落内部の風速が弱められており、住宅やネリヘイによって風速が弱められた箇所在高温域が形成される事が明らかにされている。また室内気候観測による調査結果から、ネリヘイよりも屋根の葺き土が夏季の暑熱緩和に大きく影響しているほか、住民は通風や着衣量の調節などによって機器を多用せずにさほど不快ではない熱環境を形成している事が示されている。

松岡ら<sup>71)</sup>(2011)「広島県賀茂地方の居蔵造り集落における気候特性に対する空間構成手法に関する研究」



広島県東広島市小田集落を調査対象地域として、居蔵造りの住宅を対象とした屋敷構え・平面空間構成・断面空間構成と集落気候特性との対応関係に関する考察が行われている。居蔵造りの屋敷構えは、冬季における北西からの季節風に備え樹林帯及び地形立地を考慮した住宅配置であり、植木及び塀を北西側に設える場合がある。夏季においては建具を開放することにより南からの季節風を取り入れ、冬季においては住宅内の東側の部屋を主な日常生活の場とし壁や建具で包む事によって室温低下を防いでいる可能性がある。居蔵造りの住宅の小屋裏空間が夏季の日射取得による熱伝達の抑制及び冬季における室内側からの熱伝達の抑制空間として機能している可能性が示されている。

豊川ら<sup>72)</sup>(2015)「長野県諏訪地方の建てぐるみに形成される室内温熱環境の実測調査」

長野県諏訪地方における倉が主屋に内包された建てぐるみと呼ばれる伝統民家を調査対象として、倉の室内温熱環境の実測調査を行っている。他の空間に包まれた倉の室温の日較差は極めて小さく、冬季においてはより高温に、夏季においてはより低温となる傾向が示されている。また冬季夏季共に、各倉の相対湿度の日較差は約3%以下、重量絶対湿度の日較差は約1.0g/kg<sup>7)</sup>であり、極めて安定した湿度環境が形成されている事が明らかにされている。

以上のように、伝統的な住宅に関する室内温熱環境特性に関する知見が蓄積されてきた。一方で、伝統的な住宅と現代的な住宅の室内温熱環境を同一時期に測定し比較検討を行った研究の蓄積は十分ではない。

薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する研究<sup>73)~75)</sup>は主に近年から取り組み始め、萌芽的な状況にある。一次エネルギー使用量削減や暖房負荷低減といった観点、室内温熱環境及び暖房可能面積等に関する知見は蓄積されつつある。

木藤ら<sup>73)</sup>(2012)「土壁を利用した住宅における薪ストーブ使用時の室内環境調査」

国産無垢木材や土壁等、自然素材を用いた環境共生型住宅を調査対象として、薪ストーブ使用時の室内温熱環境の実測調査と暖房負荷に関するシミュレーションを行っている。暖房負荷に関するシミュレーションの結果からは、暖房負荷は放射式・対流式どちらでもほとんど変わらない。一方で、平均放射温度は放射式を使用した方が高くなり、放射式暖房器具である薪ストーブと土壁に代表される熱容量の大きな内装材を併用する事による暖房負荷低減の可能性を示している。

松尾ら<sup>74)</sup>(2016)「パッシブ換気住宅における薪ストーブを用いた全室暖房時のエクセルギー評価」

北海道の高気密・高断熱なパッシブ換気住宅を対象として、薪ストーブ使用時の一次エネルギー使用量とエネルギー及びエクセルギーの収支の算定による室内温熱環境の形成機構に

関する考察を行っている。暖房に薪ストーブを用いた際の一次エネルギー使用量の大幅な削減効果と、薪ストーブからの温エクセルギーの多くが室内空気循環と水平方向の対流による熱の拡散及び放射により消費されている可能性を示している。

米澤ら<sup>75)</sup>(2016)「薪ストーブによる暖房時の室内温熱環境実験と暖房能力の検討」

薪ストーブを設置した実験棟での実測調査及び平屋の一室空間を想定したCFD解析を行っている。薪ストーブの燃焼方式の違いにより形成される室内温熱環境の比較から、二次燃焼時には室温の上昇が緩やかかつ長時間室温が維持されやすくなり、平均放射温度と気温との温度差が生じにくくなる事が示されている。また、薪ストーブによる暖房可能面積の算定式及び断熱性能・外気温・ストーブ寸法による補正係数を示している。

以上のように、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の特性に関する知見が蓄積されつつある。一方で、いずれも対象事例が特殊であり、一般的な住宅における実際の生活環境下での薪ストーブ使用時の室内温熱環境の実態に関する基礎的な知見の蓄積は十分とは言いがたい。また、間取りや断熱性能の異なる複数の住宅を同一期間に調査した事例は見当たらない。

#### 1.3.4. 薪ストーブや薪を使用する暖房の実態に着目した既往研究

薪ストーブや薪を使用する暖房の実態について、全国規模の調査を行った根本ら<sup>76)</sup>の研究の他、各地域における調査事例<sup>77)~80)</sup>がある。これらの研究では各地域における薪ストーブや薪による暖房の使用率が明らかにされているほか、薪の調達方法や薪の使用量等といった実態や、地域の里山再生に及ぼす効果等が示されている。

根本ら<sup>76)</sup>(2017)「家庭向け木質バイオマス燃焼機器の普及と燃料消費量」

家庭向けの木質燃焼機器の普及状況と木質燃料の需要について、消費者である家庭と事業者である事業者を対象とした全国規模のアンケート調査を行っている。日本における薪ストーブ使用率は全世帯の1.5%にあたる約78万世帯と推計され、使用予定あるいは関心を持つ世帯を含めると全世帯の20%を越えており、木質燃料の国内年間消費量として薪は2,755千 $\text{m}^3$ 、木質ペレットは87千tと推定されている。薪の供給方法として、自家採取や小規模事業者の販売量が多いことが指摘されている。

今野ら<sup>77)</sup>(2010)「山間都市における住宅の薪利用状況と普及に関する研究 - 山形県最上町における調査結果 -」

山形県最上町を対象とした薪ストーブ使用世帯17世帯へのヒアリング調査と町内全世帯を対象としたアンケート調査を行っている。ヒアリング調査からは薪を購入している世帯は

少なく自家採取が大部分である事が明らかにされている。アンケート調査結果からは回答数1,072件(回答率36.0%)のうち10.7%で暖房用に薪が使用されている事が明らかにされている。

齋藤<sup>78)</sup>(2011)「山村における薪ストーブ普及条件の分析 - 岩手県西和賀町におけるアンケート調査から -」

薪ストーブの普及条件を明らかにする事を目的として、岩手県西和賀町の全世帯を対象としたアンケート調査を行っている。アンケート調査の結果から、回答数1,034件(回答率43.1%)のうち29.5%で薪ストーブが使用されている事が明らかにされており、薪ストーブ使用と同居家族数の多さの関連が示唆されている。鋳鉄製薪ストーブよりも一重の鉄板製薪ストーブの使用率が高く(78.4%)、煙突掃除の負担を薪ストーブ使用における短所とする世帯(53.2%)の多さとの関連が示唆されている。

原島ら<sup>79)</sup>(2014)「長野県伊那市における薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態」

長野県伊那市の西箕輪地区を対象としたアンケート調査と薪ストーブ使用住宅の悉皆調査を行っている。長野県伊那市西箕輪地区では調査当時の世帯数2,500世帯のうち178戸(7.1%)で薪ストーブが使用されており、伊那市における薪の年間消費量は約6,764 m<sup>3</sup>、家庭用灯油消費量の約8.1%が薪により代替されている可能性が示されている。薪の調達方法として、自宅から4km以内を範囲とした自家採取型と伊那市及び周辺自治体からの購入型に二分される事が示されている。

佐藤ら<sup>80)</sup>(2016)「北上市口内町における薪利用の現状と課題」

岩手県北上市口内町を対象とした住宅の悉皆調査と薪利用世帯へのヒアリング調査を行っている。口内町では527世帯中26世帯(4.9%)で暖房用に薪が使用されており、薪の調達方法は自家採取がほとんどであり、購入している世帯は1世帯のみである事が明らかにされている。

泉ら<sup>81)</sup>(2018)「岩手県紫波町における薪利用の実態と今後の利用可能性」

薪の利用実態と今後の新規利用者の可能性を把握する事を目的として、岩手県紫波町において400世帯を対象としたアンケート調査を行っている。アンケート調査の回収率は40.8%であり、分析の結果紫波町全世帯の13.5%で薪が使用されていると推定されている。薪利用世帯の世帯属性として、農業従事者である事、居住年数51年以上である事、住宅の築年数31年以上の世帯が多い事が示されている。

### 1.3.5 山形県金山町を対象とした既往研究からの位置付け

山形県金山町を対象とした研究としては、金山型住宅と呼ばれる地域型住宅の生産に着目

した奥田ら<sup>82)</sup>の研究が挙げられる。奥田らは金山町における住宅用木材自給構造の成立要因に関する調査を行っており、その成立要因として金山町における長伐期大径木のスギを中心とした林業・製材業の安定性や、町民・大工・製材所・森林組合が一体となった金山型住宅建築ネットワークの存在の他、金山町の住民の多くが金山型住宅により形成された町並みを評価し金山型住宅を建築する意識が高い事を指摘している。また、金山町の住宅生産者と製材所・森林組合を対象とした調査から、金山町で建てられている金山型住宅に使用されている木材の殆ど全てが金山町内で産出・製造された木材である事が明らかにされている。以上から、本研究で着目する金山町の地域型住宅は森林資源の建材としての地産地消の事例として妥当性を有する。また、一般社団法人日本森林学会の学術論文雑誌である「森林科学」の2006年6月号では「金山杉の地産地消と地域社会・地域経済（山形県金山町を例に）」という特集が組まれており、金山町における林業の形成過程から金山型住宅の木材利用の特性に関する調査結果<sup>83~86)</sup>が提示されている。以下に本研究と関係のある箇所について、その要約を示す。

#### 村松真<sup>83)</sup>(2006)「金山林業の形成過程」

1951年には当時の農林省林業試験場農林技官嶺一三により1町歩(約1ha)あたり1万石(約1,800 $m^3$ )と当時では世界最高クラスの蓄積量となるスギ林の存在が報告されている。金山林業の成立基盤は江戸時代の戸沢藩政期に遡り、多雪であり農業の立地に恵まれなかった金山において「御藩紙林」という現代における分収造林が成立していた。明治期後半と大正期に大規模な官山(現代における国有林)の払下げがあり、その際に数軒の地元有力者が大山林所有者となり、町内の森林の大部分が民有林となった。化石燃料による代替エネルギーの増大から薪炭生産が行われなくなった昭和40年代以降は、木材生産に特化した森林利用となった。高度経済成長期が終焉を迎える1970年代後半、金山林業は当時の森林組合青年部を中心としたメンバーにより変革が図られ、木材生産に特化した林業から、住宅産業との連携や特用林産物生産の振興、森林レクリエーションの実施等による総合的な林業への転換を図った。この1970年代後半に金山型住宅の開発が始まり、同時に総合的な林業の展開を目指すための林業・製材業・大工・森林レクリエーション関係事業体・森林組合・行政を巻き込んだネットワークの形成が図られた。

#### 奥田裕規<sup>84)</sup>(2006)「金山町の林業」

2002年度における金山町の林業の素材生産量は約414,000 $m^3$ であり、その大部分は大山林所有者4者からの供給である。その約22%が町内に供給され、残り約78%は近隣市町村の製材工場に供給される。町の製材品販売量は約6,700 $m^3$ であり、その約30%である2,000 $m^3$ が町内への販売である。2002年度の木造住宅工事届出件数は29件であり、大工・工務店へのヒアリング調査によると住宅一軒あたりの使用木材立米数は50 $m^3$ である。金山町内に新

築された木造住宅により約 1,500 m<sup>3</sup>の町産材が消費されており、主要構造材以外や住宅以外の建築で使用された木材の量を考慮した場合に、「金山杉の地産地消」が成立している事が示されている。

嶋瀬拓也<sup>85)</sup>(2006)「金山杉の利用」

金山町の森林所有者から素材供給を受けている製材業者8業者を対象とした調査を行っている。金山町周辺の最上地方では①大工・工務店への小売製材を中心とするものと、②大工・工務店への直接出荷から製品市場へのお荷にシフトしつつあるものが見られ、調査対象の中には①の小売製材型しかなかった事が報告されている。

安村直樹<sup>86)</sup>(2006)「金山杉がもたらす住宅の地域特性」

金山型住宅と金山杉資源との関連を明らかにするために、金山町内と金山町外の住宅9戸分の木拾い表をから梁・桁の寸法を抽出した分析を行っている。梁・桁の長さ13.2尺以上、成7.0寸以上の木材は他地域の事例と比較して独特の寸法である事が報告されている。

以上の調査報告は金山町における金山型住宅の普及を通じた木材の地産地消について、その成立背景や成立要因を明らかにするための試みであった。金山町では戦後拡大造林以前から育成・管理されてきたスギの蓄積があり、その森林資源を背景として全国的に地域材利用の重要性が認識される以前から金山杉の地産地消に向けた取組みが展開されてきた様子が伺える。以下に、金山型住宅を「継承型住宅」と位置付けた小柳ら<sup>87)</sup>の研究を参照したい。

小柳ら<sup>87)</sup>(2004)「伝統的様式を規範とした継承型住宅の形成と普及 - その2 継承型住宅の形成経緯・伝統的様式の継承度・普及手法の実態 -」

継承型住宅が存在する9自治体に対する行政への電話ヒアリング調査を行っており、継承型住宅の形成経緯と地域における伝統的様式の継承度、及び普及方法について報告している。金山型住宅の形成経緯は「自然発生+企画提案型」と位置付けられており、伝統的様式を継承した住宅が地域において自然に建てられており、HOPE計画等の策定に関連してそのデザインが体系化されたもの、とされている。継承型住宅について「町家→町家」タイプ、「屋敷→屋敷タイプ」、「町家→屋敷タイプ」の3類型に分類しており、金山型住宅のデザインについては「町家→屋敷タイプ」に分類した上で、歴史的市街地の伝統的な町家にデザインのイメージを求めた屋敷型の住宅であり、伝統的様式を規範とした新しい住宅タイプを形成している点で評価している。

川鍋ら<sup>88)</sup>は地場産材に着目した町づくりの事例として山形県金山町、福島県三春町、富山県八尾市に着目し、その特徴と今後の展望を示している。

川鍋ら<sup>88)</sup>(2005)「地場産材に着目した町づくりの課題と展望」

地場産材の活用という観点から町づくりを試みている事例を対象として、助成事業や補助金制度の経緯と、具体的な自治体に着目し、その共通点と課題について検討している。地域住宅(HOPE)計画策定自治体に着目し、地場産材の活用を伴う町づくりを行っている自治体として、福島県三春町と山形県金山町と富山県八尾市を挙げ、その町づくりにおける共通点と課題、今後の展望を総説的にまとめている。共通点としては、地域に強いこだわりや愛着を持って町づくりに携わる人物の存在や、町並みや地域の歴史に関する勉強会が存在し、それを経たすでの具体的な町の将来イメージが形成されている事などが挙げられている。今後の展望として、そういった町づくりの取組みに対する林業・製材業の積極的な関与により、一般的な住宅とは異なる地域型住宅への木材供給者として単なる供給者に留まらず主導的な立場で関与する事による地域材利用の円滑化の可能性が述べられている。

このように、金山町は地場産材の活用を通じた町づくりを行う自治体として広く認識されているものと考えられる。一方で川鍋らの論説は総説的な報告であるため、金山町における地場産材の活用を通じた町づくりの具体像は分からない。次に、金山町を対象とした地域型住宅の普及を通じた町への経済波及効果に着目した鍵谷ら<sup>89)</sup>、地域型住宅による地域材利用と地域への影響を考察した栗原ら<sup>90)</sup>の研究を参照したい。

鍵谷ら<sup>89)</sup>(2016)「山形県金山町における街並み整備とその経済波及効果に関する研究」

「街並み景観条例に基づく行為の届出書」のデータに基づいた分析から、助成金制度への申請件数は近年減少傾向にありつつ、特に新築の件数が減少している事が明らかにされている。金山型住宅は外観の維持に費用がかかるという問題を踏まえ、建設費や維持費、規模などに多様性を持たせた「新金山型住宅」の必要性が示唆されている。

栗原ら<sup>90)</sup>(2017)「山形県金山町における地域型住宅への地域材利用と山村地域への影響」

「地域型住宅ブランド化事業」に採択された東北地方のグループ101グループを対象とした調査から、金山町における住宅生産体制を素材の加工プロセスが生産地内で完結している類型に位置付けている。金山町の住宅生産者へのヒアリング調査から、金山町における住宅生産体制を①森林組合が主導する素材生産からプレカットまでのプロセスを町内で行うものと、②大山林所有者が主導する町外の消費者を主たる対象としたものの2事例を報告している。

これらの他にも金山町を対象とした研究として、金山町の景観形成施策に着目した村松の研究<sup>91)</sup>、住民の景観形成に関わる認識と行動に着目した恵谷らの研究<sup>92)</sup>、まちづくりと連携した大工技術の継承方策に着目した井上らの研究<sup>93)</sup>が挙げられる。

村松真<sup>91)</sup>(2001)「農山村における景観形成施策の特色 - 山形県金山町の景観づくりを事例として -」

山形県金山町を典型的な農山村地域と位置付け、金山町における景観形成施策の生成過程が示されている。金山町における景観形成施策を「新旧共存型景観形成施策」と位置付けている。金山町の景観施策の萌芽は1957年から1962年に当時の町長が提唱した「全町美化運動」に端を発し、1982年から1990年の期間における「町並み景観づくり100年運動」の提唱、「金山町地域住宅(HOPE)計画」の策定に伴う「金山町町並み景観条例」の策定期に大きく推進した事が明らかにされている。

恵谷ら<sup>92)</sup>(2007)「農村地域における景観形成に関わる住民の認識と行動の構造化」

農村景観における住民の景観形成行動に及ぼす心理的規定要因の把握とその構造化を目的とし、山形県金山町の住民を対象としたアンケート調査を行っている。住民の景観形成に対する意識は市街地と集落部での差が小さい事、一方で施策への価値観と地域への愛着、生活の利便性について意識の高い住民と意識の低い住民でクラスターが分かれる事が示されている。

井上ら<sup>93)</sup>(2008)「まちづくりと連携した大工技術の継承方策に関する研究」

重要伝統的建造物群保存地区や伝統的な町並みの保存継承を担う大工技術の継承方策について、町並み整備と連携した大工技術の継承方策に関して、京都府京都市、山形県金山町、富山県八尾市、佐賀県有田市を調査対象地とした事例調査を行っている。金山町に関する調査結果として、「住宅建築コンクール」の実施による大工技術の競合と共有により大工技術が継承されたものとしている。

以上のように、金山町や金山型住宅を、地域における景観形成や林業活性化に関する取り組みの先進事例と位置付け、様々な観点からの学術的知見が蓄積されている。一方で、行政や地域型住宅に関わる事業者などへの調査に基づいた部分的な報告に留まっている印象は否めず、実際に建設された地域型住宅やその生活環境の実態は十分に明らかにされていない。また、市街地のみならず周辺集落部を含めた町の全体像は十分に明らかにされていない。

### 1.3.6. 本研究の位置付け

以上のような学術的蓄積を踏まえて、本項ではそれぞれの分野からみた研究の位置付けを整理した上で、本研究の位置付けを行う。

#### (1)地域型住宅及び地域材住宅に関する研究からみた位置付け

地域型住宅という概念は1980年代の前半に形成され、それまでの画一的な住宅供給や町並

み形成への見直しから、地域固有の住宅のデザインや生産体制のあり方を明らかにする視点に基づくものであった。実際に地域型住宅のデザインや生産体制の構築に向けた数々の研究や取組みがみられたが、その後の評価に関する学術的知見の蓄積は少ない。また、地域材住宅という概念は2000年代の前半に形成され、国際的な地球環境への関心やその改善に向けた取組みと日本の森林資源の再評価に対応したものであり、主に地球環境や地域環境に配慮した木造住宅の普及を目指すものであった。この地域材住宅について、「ウッドマイルズ」といった木材総輸送距離とそれにより排出される二酸化炭素量や、「カーボンニュートラル」といった森林の育成と木材の利用を通じた二酸化炭素の循環といった概念の定量的な学術的評価が後押しし、様々な研究や取組みが行われた。地域材の利用に基づく住宅生産者の組織体制や異業種連携体制の実態および事業形態の類型に関するものや、川上である林業・木材産業に及ぼす効果を取り扱ったもの、従来の生産体制に比べて特殊である地域材住宅生産プロジェクトにおける中核的業務の特定化や、木材調達と住宅建設のスケジューリングの最適化を目的としたもの、地域材や地域材住宅の消費者ニーズや消費者属性に着目したもの等、研究テーマは多様である。一方で、その結果として形成された住宅の実態について調査した研究は見当たらない。また、住宅に形成される温熱環境や生活実態など、環境工学や生活科学の視点から地域材住宅に着目した研究も限られている。地域型住宅の発生から約30年、地域材住宅の発生から約15年が経過した現在において、物理的な実空間や温熱環境を取り扱う建築学的視点に基づき、地域型住宅により形成された実際の建築物や建物群について、その実態を調査する事は意義があるものと考えられる。

## (2)住宅の室内温熱環境に関する既往研究からの位置付け

これまでに住宅の室内温熱環境に関する研究は全国規模の調査から各地域における調査まで数多く取り組まれてきている。また、茅葺民家に代表されるような伝統的な住宅を対象とした室内温熱環境の調査から、伝統的な住宅が有する熱的性能をパッシブデザインの典型的な事例として積極的に評価する視座も構築されている。一方で、同一期間に現代的な住宅と伝統的な住宅を測定対象とし、その比較検討を行っている事例は限られている。また、木質バイオマス燃焼機器としての薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する研究は実験棟での実測調査等が行われているものの萌芽的状況にあり、生活環境下において断熱仕様や家屋形態が異なる住宅を同一期間に調査した事例は見当たらない。本研究では冬季における薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境について、地域型住宅、伝統的な住宅、現代的な住宅を測定対象とした比較検討を通し地域型住宅の温熱環境デザインに関する仕様について考察を行うものであり、独自性を有するものと考えられる。

## (3)山形県金山町を対象とした既往研究からの位置付け

山形県金山町を対象とした既往研究では、いずれも多様な視点から金山町における町並み



景観形成や金山型住宅の生産者である大工技術の継承などに関する論考が展開されている。一方で、実際に建設された金山型住宅の実態に関して報告している研究は見当たらず、施策や景観などマクロな視点からの研究報告に留まっている印象は否めない。本研究では住宅の悉皆調査により金山町における地域型住宅の実態を把握する点、また森林資源の燃料利用の事例としての薪ストーブの使用も併せて検討する点、室内温熱環境の実測調査に基づく地域型住宅の生活環境を把握する点で独自性を有するものと考えられる。

#### (4)本研究の位置付け

図1-3-1に本研究の位置付けを示す。以上の既往研究からの位置付けを踏まえ、本研究では木造住宅における森林資源の建材・燃料としての利用実態に着目し、山形県金山町を調査対象地域とした町内全域の悉皆調査に基づく分布状況及び家屋形態を把握する事により、森林資源の建材利用を通して形成された木造住宅の特性に関する考察を行う。また、森林資源の燃料利用としての実態に着目し、金山町における薪ストーブ使用の実態と地域型住宅との相互関係を考察する事により、森林資源の建材利用と燃料利用としての両側面からみた実態を明らかにする事を目的とする。更に、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境について、地域型住宅と伝統的な住宅や現代的な住宅との比較を通じた検討を行う事により、地域型住宅の温熱環境デザインとしての仕様に関する検証を行う点で独自性を有するものと考えられる。

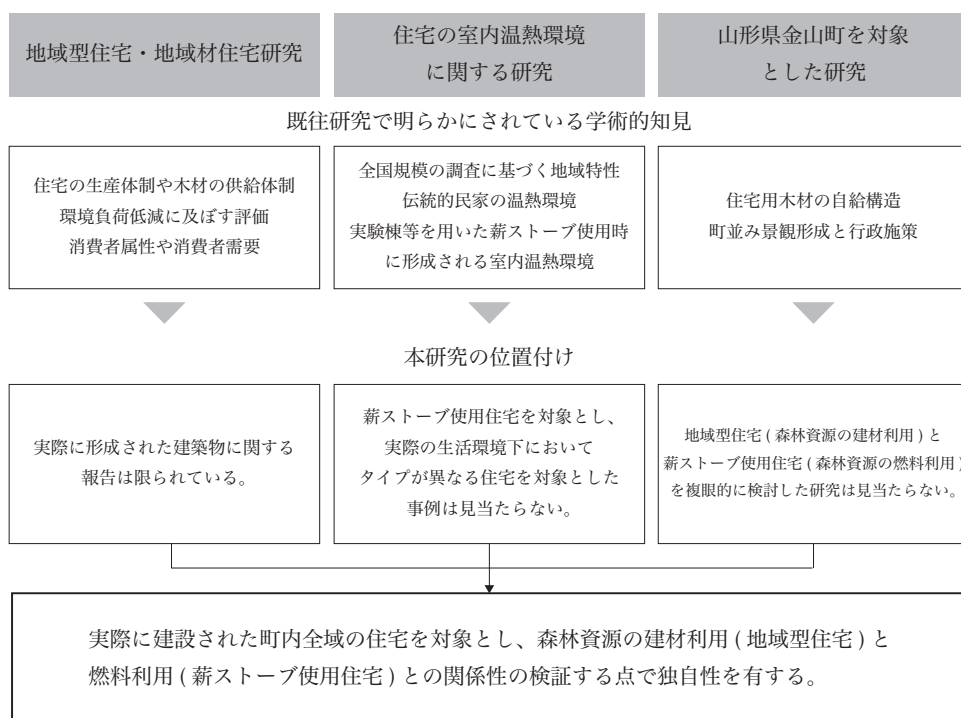


図1-3-1 本研究の位置付け

## 1. 4. 研究の対象と方法

### 1. 4. 1. 研究対象

本研究では山形県最上郡金山町を調査対象地域として選定した。金山町の位置を図1-4-1に、金山町内の小字名を図1-4-2に示す。金山町は山形県最北部の秋田県との県境に位置し、町の面積は161.67 km<sup>2</sup>、その約65.5%が森林という東北地方の農山村地域である。農林業を基幹産業とし、人口は5,438人、世帯数は1763世帯（2019年3月31日現在、金山町町民税務課調による）である。アメダス金山観測所の平年値（気温は1981～2010年の観測値、日照時間は1986～2010年の観測値、最深積雪は1982～2010年の観測値）について、平均気温、日最高気温、日最低気温、日照時間、最深積雪を図1-4-3に示す。平均気温をみると、1月は-1.7℃、2月は-1.3℃と冬季は寒冷的な気象条件である。日照時間をみると、1月は42.9時間、2月は62.2時間と少ない。また最深積雪は1月が101cm、2月が123cmと多雪である。つまり、冬季に寒冷であり日照時間が少なく多雪である典型的な東北の日本海型気候を示す地域である。夏季の平均気温に着目すると、7月は21.7℃、8月は23.2℃と、比較的冷涼な気象条件である。金山町は古くから良材「金山杉」を産出する林業地としても知られ、金山林業の成立時期について宝暦年間（1751～1763年）には既に山奉行を中心とした山林経営が成立していたとの伝承もある<sup>94)</sup>。金山杉の材質は秋田杉と似ており、成長に時間を要する分、緻密な木目が特徴的である（写真1-4-1）。主伐期は概ね80～100年であり、樹齢250年を越す森林蓄積も少なからず存在している（写真1-4-2）。

この様に、金山町の林業は長伐期大径木のスギ材の生産に特化しており、金山町はこの金山杉を町内で地産地消する取り組みとして、「金山型住宅」と呼ばれる地域型住宅の普及に取り組んでいる。金山型住宅の普及に至る経緯としては、1963年に当時の町長が提唱した「全町美化運動」に端を発する。その後、1978年から開始された「金山町住宅建築コンクール」や1983年に提唱された「街並み景観づくり100年運動」、1985年に策定された「金山町地域住宅（HOPE）計画」を経て、1986年の「金山町街並み景観条例」の制定により住宅建設に関する補助金交付が開始され、現在に至っている<sup>91)</sup>。金山型住宅の標準仕様を図1-4-4に示す。金山型住宅は真壁・白壁・スギ板張り・切妻屋根・妻入のデザインコードを基本としており、この仕様に則って住宅を建設する場合には一戸あたり最高80万円の補助金が交付される<sup>95)</sup>。このようにして町内の森林資源の地産地消を通じた地域型住宅の普及による街並み景観が形成されている（写真1-4-3）。また、金山町では薪ストーブとペレットストーブ設置に関する補助事業が実施されており、薪ストーブについては上限を20万円とした設置費用の1/2が、ペレットストーブについては上限を10万円とした設置費用の1/2の補助が受けられる<sup>96)</sup>。尚、薪ストーブについては山形県の補助事業を併用可能であり、上限を10万円とした設置費用の1/2の補助が受けられる<sup>97)</sup>。



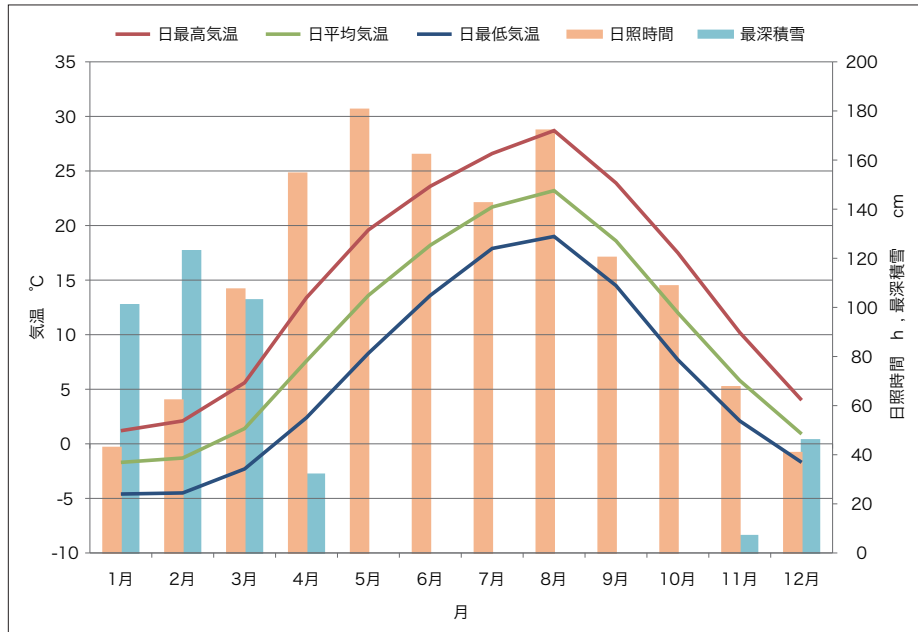


図 1-4-3 アメダス金山観測所における平年値



写真 1-4-1 金山杉の原木丸太  
(2015年9月筆者撮影)

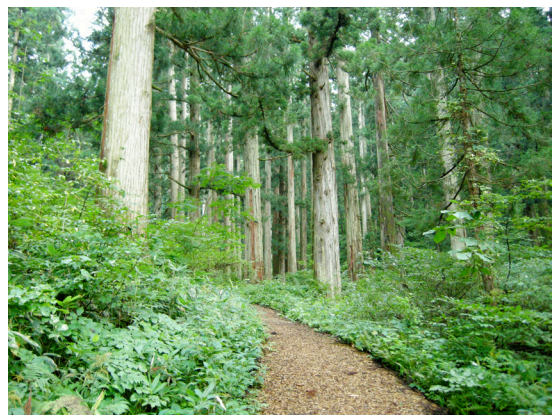


写真 1-4-2 金山町・大美輪の大杉  
(2014年8月筆者撮影)

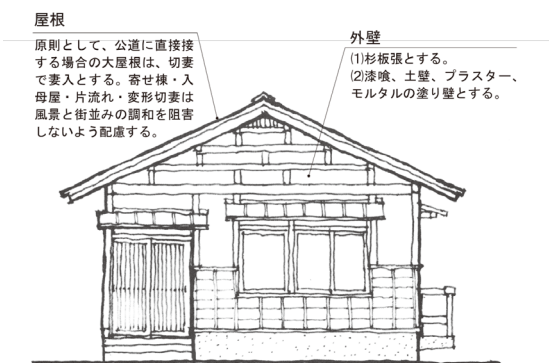


図 1-4-4 金山型住宅の標準仕様  
(参考文献 25 より引用・一部筆者加筆)



写真 1-4-3 金山町の町並み  
(2018年1月撮影)

#### 1.4.2. 研究方法

本研究では、森林資源の地産地消に基づく木造住宅が普及する山形県金山町を調査対象地域として選定し、当該地域に形成された地域型住宅（地域の森林資源の建材利用としての事例）と薪ストーブ使用住宅（地域の森林資源の燃料利用としての事例）に着目した分析を行う。本研究のフローを図1-4-5に示す。第1章では研究の背景と目的を示し、既往研究の結果から本研究の位置付けと立脚点を明らかにする。第2章では、2012（平成24）年から2014（平成26）年に行われた地域型住宅ブランド化事業に着目し、近年における森林資源の建材利用としての動向と、地域材を使用する住宅生産における有効性と課題を把握する。また、これにより明らかになった地域材の産地に関する調査結果から、本研究の調査対象地域である山形県金山町の位置付けを示す。第3章では、金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用住宅に着目し、その分布状況と家屋形態に関する調査から、森林資源の建材利用と燃料利用の相互関係について考察を行う。第4章では、第3章の結果を踏まえ住宅タイプの異なる薪ストーブ使用住宅を調査対象として選定し、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する調査結果から、地域型住宅と冬季の室内温熱環境形成との関係に関する考察を示す。第5章を結論とし、これまでに得られた有効性と課題に関する知見から、建材利用と燃料利用という観点を軸に、森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する考察を示す。

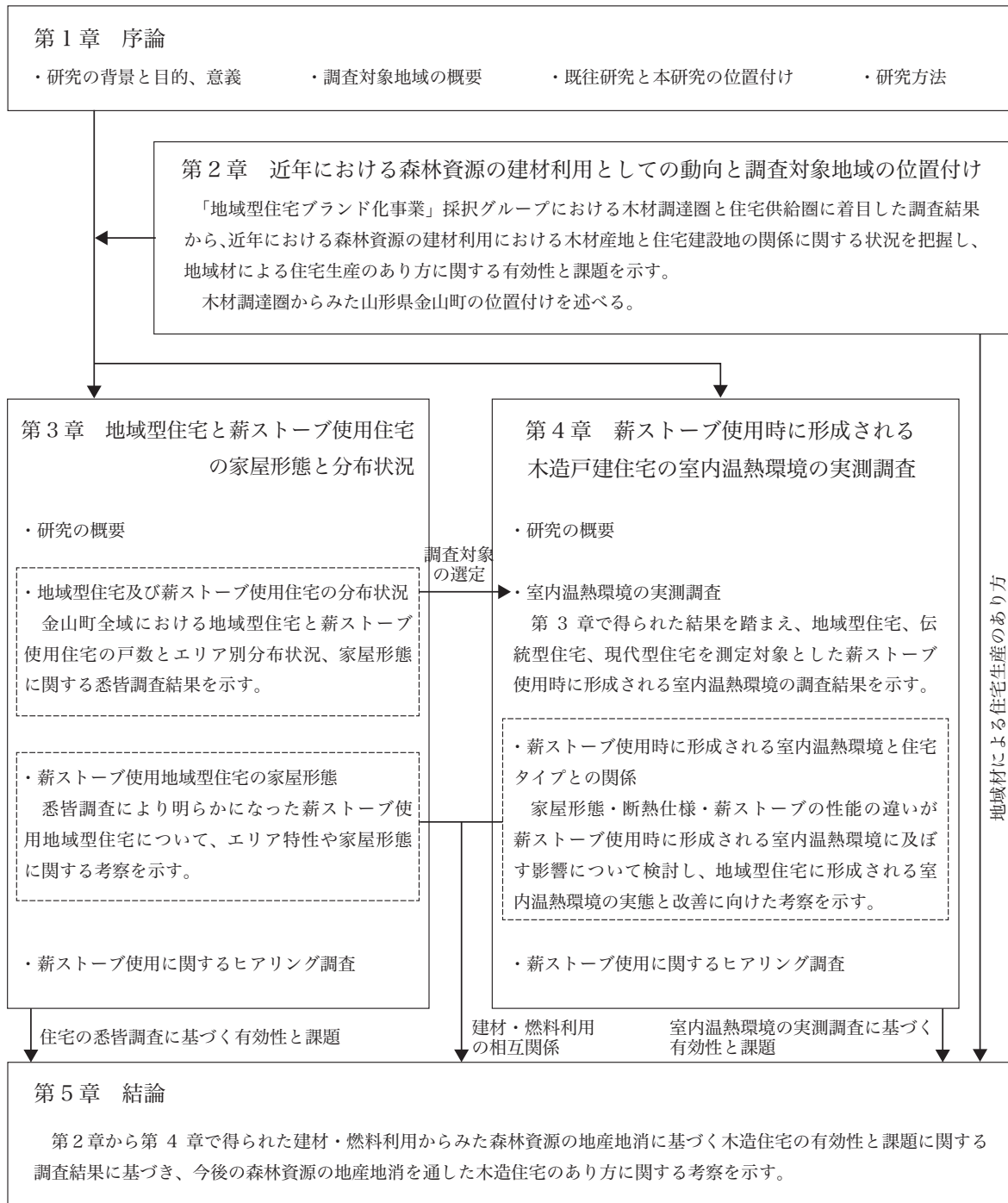


図 1-4-5 研究のフロー

## 1.5. 第1章のまとめ

本章では、今後の循環型社会の形成を見据え、建材・燃料としての森林資源の循環的利用に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得る事を目的とし、山形県金山町を調査対象地域とした住宅の悉皆調査と室内温熱環境の実測調査から、地域型住宅（森林資源の建材利用）と薪ストーブ使用住宅（森林資源の燃料利用）の特性及び相互関係明らかにするという、本研究の目的と方法を示した。また、木造住宅に関する研究の歴史的経緯を示し、「地域型住宅」、「産直住宅」、「地域材住宅」、「住宅の悉皆調査」、「住宅の室内温熱環境」、「薪ストーブ」をキーワードとした既往研究について整理し、本研究の位置付けを述べた。これらを前提として、本研究の調査対象地域の概要とフローを示した。

## 第1章 脚注・参考文献一覧

### 脚注

- 注1) 用材のうち、その他とは構造用集成材、杭木、枕木等である。
- 注2) 代表的な行政による支援策には、国土交通省により2008年から2010年まで行われた「地域木造住宅市場活性化推進事業」や、林野庁により2010年から2012年まで行われた「木のまち・木のいえ担い手育成拠点整備事業」などが代表例としてあげられる。
- 木材は常温で加工できる性質を持つことから、例えば1 m<sup>3</sup>あたりの製造時に排出される炭素量は
- 注3) 一般的に鋼材の1/240程度、アルミニウムの1/720程度とされている。

### 参考文献

- 1) 太田猛彦：森林飽和 国土の変貌を考える，NHK出版，2012.
- 2) 国土交通省：平成30年度建築着工統計，2019.
- 3) 林野庁：木材供給量及び木材需給率の推移，2018.
- 4) 新穂栄蔵：ストーブ博物館，北海道大学図書刊行会，1986.
- 5) 林野庁：森林・林業統計要覧2019，pp.103-176，2019.
- 6) 地域住宅産業研究会：木造住宅産業 その未来戦略，彰国社，1997.
- 7) 川島宙次：滅びゆく民家 間取り・構造・内部，株式会社主婦と生活社，1973.
- 8) 伊藤ていじ：民家は生きてきた，株式会社美術出版社，1963.
- 9) 趙海光：失われた木造大陸，住宅建築，建築資料研究社，(135)，pp.33-39，2004.
- 10) 内田祥哉，源愛日兒，河合直人，伊藤延男，太田邦夫，藤井毅，坂本功，大野隆司，深尾精一，安藤邦廣，松留慎一郎：在来構法の研究(1) 木造等の継手仕口について，住宅建築研究所報，8(0)，pp.35-51，1982.
- 11) 内田祥哉，源愛日兒，河合直人，伊藤延男，太田邦夫，藤井毅，坂本功，大野隆司，深尾精一，安藤邦廣，松留慎一郎：在来構法の研究(2) 木造継手の強度剛性試験，住宅建築研究所報，9(0)，pp.57-69，1983.

- 12) 藤本昌也：〈民家型構法〉の歩み，住宅建築，建築資料研究社，(114)，pp.4-7，1984.
- 13) 伊藤憲介：高知が発信する住宅「土佐派の家」へ，新建築住宅特集，新建築社，(105)，pp.143-144，1995.
- 14) 大野勝彦：地域住宅工場のネットワーク 住まいから町へ、町から住まいへ，彰国社，1988.
- 15) 安藤邦廣：住まいを四寸角で考える，住宅建築，建築資料研究社，(193)，pp.54-61，1991.
- 16) 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 - 熊谷 - その1 対象地域の概要および住宅需給の構造，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(53)，pp.481-484，1982.
- 17) 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 - 熊谷 - その2 住宅生産組織の概要 - 材木店・工務店の現況を中心に，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(53)，pp.485-488，1982.
- 18) 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 - 熊谷 - その3 木造住宅の伝統と類型，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(53)，pp.489-492，1982.
- 19) 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 - 熊谷 - その4 建築職人とすまい・まち・まつり，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(53)，pp.493-496，1982.
- 20) 布野修司，大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，西村慶徳：地域型住宅研究 - 熊谷 - その5 住宅生産組織の系譜とその伝統，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.365-368，1983.
- 21) 布野修司：地域型住宅研究 - 熊谷 - その6 棟梁大工型工務店と地域住宅生産ネットワーク，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.369-372，1983.
- 22) 藤澤好一，遠藤和義：地域型住宅研究 - 熊谷 - その7 蔦職，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.373-376，1983.
- 23) 松留慎一郎，藤澤好一，安藤正雄，深尾精一，角田誠，遠藤和義：地域型住宅研究 - 熊谷 - その8 3職種(蔦，建具，水道)の比較，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.377-380，1983.
- 24) 遠藤和義，藤澤好一，布野修司，猪田雅裕，西村慶徳：地域型住宅研究 - 熊谷 - その9 各専門業種からみた木造住宅生産の変遷，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(55)，pp.509-512，1984.
- 25) 八巻秀房，布野修司，藤沢好一：地域型住宅研究-秩父- その1 住宅生産組織の構造とネットワーク，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(55)，pp.513-516，1984.
- 26) 藤澤好一，布野修司，池田利行：地域型住宅研究-秩父- その2 秩父夜祭りにおける建築職人の系譜と機能，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(55)，pp.517-520，1984.
- 27) 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，岡宮喜三男，大嶋攻：地域型住宅研究 - 長野県 - その1 長野県における試作住宅の工数について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(56)，pp.517-520，1985.
- 28) 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，岡宮喜三男，大嶋攻：地域型住宅研究 - 長野県 - その2 長野県における試作住宅の県産化率について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(56)，pp.521-524，1985.
- 29) 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，浜元英之，岡宮喜三男，大嶋攻：地域型住宅研究 - 長野県 - その3 長野県における試作住宅の資材の流通特性について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(56)，pp.525-528，1985.
- 30) 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，荒木徹，岡宮喜三男，大嶋攻：地域型住宅研究 - 長野県 - その4 更埴市にみる地域生産者社会の地縁性，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(56)，pp.529-532，1985.



- 31) 安藤正雄, 猪田雅裕, 遠藤和義: 地域型住宅研究 - 佐倉市 その1 佐倉市における新築木造住宅の使用木材について, 日本建築学会関東支部研究報告集, 計画系 (57), pp. 377-380, 1986.
- 32) 大野勝彦, 遠藤和義, 猪田雅裕, 大戸浩: 地域型住宅研究 - 福井県大野市 その1 大野市における新築木造住宅の使用木材について, 日本建築学会関東支部研究報告集, 計画系 (57), pp. 381-384, 1986.
- 33) 藤澤好一, 遠藤和義, 猪田雅裕: 地域型住宅研究 - 高山市 その1 高山市における新築木造住宅の使用木材について, 日本建築学会関東支部研究報告集, 計画系 (57), pp. 385-388, 1986.
- 34) 秋山哲一: 地域型住宅生産, 建築雑誌, 建築年報 (1989), pp. 34-35, 1989.
- 35) 秋山哲一: 地域の住宅生産システム その独自性と課題, 住宅総合研究財団研究年報, (26), pp. 19-29, 1999.
- 36) 安藤邦廣: 2段階方式による産直住宅の試み, 住宅建築, 建築資料研究社, (237), pp. 112-113, 1994.
- 37) 安藤邦廣: 産直住宅の意義と問題点, 住宅と木材, 日本住宅・木材技術センター, P. 20, 1989.
- 38) 島田浩三久: 産直住宅の近況と意義, 林業経済, 43(12), pp. 10-15, 1990.
- 39) 木造建築研究フォーラム・図解木造建築事典編集委員会: 図説・木造建築事典 基礎編, 学芸出版社, P. 275, 1995.
- 40) 坂野上なお: 産直住宅ネットワークにおける木材供給システム, 京都大学農学部演習林報告, (68), pp. 77-88, 1996.
- 41) 安村直樹, 立花敏, 浅井玲香: 産直住宅事業体の現状と課題 事業体へのアンケート調査を元に, 林業経済, 54(11), pp. 14-24, 2001.
- 42) 小林紀之: 京都議定書と森林吸収源, 林業経済, 58(8), pp. 29-32, 2005.
- 43) 河野元信: 木質バイオマス利用の現状と今後の課題, 環境技術, 34(1), pp. 52-56, 2005.
- 44) 高口洋人, 尾島俊雄: 木造専用住宅と森林資源との循環型モデルに関する研究: 砺波平野散居村におけるケーススタディ, 日本建築学会計画系論文集, 64(516), pp. 93-99, 1999.
- 45) 高口洋人, 尾島俊雄: 木造住宅と森林資源の日本型循環モデル構築に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 66(544), pp. 85-92, 2001.
- 46) 天野耕二, 加用千裕: マテリアルフロー分析に基づいた建築分野における木材の炭素収支について, 環境システム研究論文集, 32, pp. 57-63, 2004.
- 47) ウッドマイルズ研究会: ウッドマイルズ 地元の木を使うこれだけの理由, 農山漁村文化協会, 2007.
- 48) 藤原敬: 「ウッドマイルズ」(木材総輸送距離)と地域材利用住宅, 木材情報, (135), pp. 6-10, 2002.
- 49) 滝口泰弘: 地域材利用住宅のウッドマイレージ, 住宅建築, 建築資料研究社, (341), 2003.
- 50) 嶋瀬拓也, 立花敏: わが国製材業の製品出荷における木材輸送量・距離(ウッド・マイレージ), 日本森林学会誌, 88(2), pp. 87-94, 2006.
- 51) 嶋瀬拓也: 地域材による家造り運動の現状と今日的意義 産直住宅運動との対比において, 林業経済, 54(14), pp. 1-16, 2002.
- 52) 安村直樹: 地域材住宅事業にみる上下流連携の成果 宮崎県諸塚村産直住宅プロジェクトを事例に, 林業経済, 57(3), pp. 1-14, 2004.
- 53) 高嶋沙里, 中山徹: 業種間連携による地域材を活用した家づくりと組織体制, 日本家政学会誌, 57(6), pp. 421-430, 2006.
- 54) 石田修一, 古阪秀三: 地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトに関する研究 プロジェクトにおける中核的業務の特定化, 日本建築学会計画系論文集, 72(621), pp. 109-113, 2007.
- 55) 石田修一, 古阪秀三: 地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトの地域間比較 京都におけるプロジェクト最適化の探求, 日本建築学会計画系論文集, 73(631), pp. 1947-1952, 2008.
- 56) 飯島泰男, 川鍋亜衣子: 秋田県における近年の木造住宅の特徴 地域産材の利用等に関する実態調

- 査, 日本建築学会東北支部研究報告集, 計画系(71), pp.171-174, 2008.
- 57) 伊藤洋介, 内田文雄: 地域材活用促進のための異業種間連携による住宅供給に関する研究 山口県産材活用のための住宅供給の仕組みづくりの取り組みを事例として, 日本建築学会中国支部研究報告集, (36), pp.555-558, 2013.
  - 58) 宮本基杖, 飯島泰男, 立花敏, 川鍋亜衣子: 地域材が消費者ニーズほど使用されないのは何故か 秋田県の住宅に関するアンケート調査の分析から, 林業経済研究, 55(1), pp.56-64, 2009.
  - 59) 花本沙希, 立花敏: 地域志向の産直住宅を選択した消費者の属性分析, 林業経済研究, 62(3), pp.49-58, 2016.
  - 60) 坊垣和明, 森田大, 澤地孝男, 吉野博, 鈴木憲三, 赤林伸一, 井上隆, 大野秀夫, 松原斎樹, 林徹夫: 夏期および冬期の居室室温とその地域性に関する研究 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究-第2報, 日本建築学会計画系論文集, 63(505), pp.23-30, 1998.
  - 61) 松原斎樹, 澤島智明: 京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式, 日本建築学会計画系論文集, 61(488), pp.75-84, 1996.
  - 62) 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建住宅の冬季室内温熱環境に関する調査研究 熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて, 日本建築学会計画系論文集, 60(470), pp.19-27, 1995.
  - 63) 加藤友也, 山岸明浩, 山下恭弘: 長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と居住者意識の冬季と夏季の差, 日本建築学会計画系論文集, 61(481), pp.23-31, 1996.
  - 64) 佐藤豊, 郡公子: 栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方, 日本建築学会計画系論文集, 64(522), pp.7-14, 1999.
  - 65) 鈴木宏彬, 斉藤雅也, 吉野博: 北海道の住まいにおける暖房時の居間室温と住戸形態・暖房対象室・暖房運転方法の関係, 日本建築学会環境系論文集, 76(662), pp.369-376, 2011.
  - 66) 源城かほり, 松本真一, 長谷川兼一: 寒冷地における集合住宅の冬期室内熱環境とエネルギー消費量に関する事例調査, 日本建築学会技術報告集, 16(34), pp.1015-1018, 2010.
  - 67) 佐藤勝泰, 山下恭弘, 橋本潤一, 石川清英, 内藤克人: 戸建住宅における冬期の住戸内外の温度環境と居住者意識・生活行動 徳島県兵庫県, 北海道, カナダにおける生活実態調査の比較検討, 日本建築学会計画系論文集, 66(546), pp.45-52, 2001.
  - 68) 宇野勇治, 堀越哲美, 宮本征一, 横山尚平: 中部日本の山間部における伝統的住宅の室内気候調節と立地集落の微気候, 日本建築学会計画系論文集, 65(532), pp.93-100, 2000.
  - 69) 長野和雄, 高柴日香, 小松充典, 兼子朋也, 堀越哲美: 雲南市吉田町における伝統的町並みの室内・集落気候と住まい方に関する調査研究, 日本生気象学会雑誌, 45(4), p.141-164, 2008.
  - 70) 長野和雄, 堀越哲美, 石井仁, 宇野勇治, 橋本剛, 兼子朋也: 山口県祝島集落の気候適応性能評価, 日本生気象学会雑誌, 50(2), pp.77-92, 2013.
  - 71) 松岡英俊, 市川尚紀: 広島県賀茂地方の居蔵造り集落における気候特性に対する空間構成手法に関する研究, 日本建築学会技術報告集, 17(37), pp.997-1002, 2011.
  - 72) 豊川尚, 橋本剛, 安藤邦廣: 長野県諏訪地方の建てぐるみに形成される室内温熱環境の実測調査, 日本生気象学会雑誌, 52(1), pp.29-43, 2015.
  - 73) 木藤宏美, 中島裕輔: 土壁を利用した住宅における薪ストーブ使用時の室内環境調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2012.2(0), pp.2075-2078, 2012.
  - 74) 松尾悠佑, 菊田弘輝, 斉藤雅也, 羽山広文: パッシブ換気住宅における薪ストーブを用いた全室暖房時のエクセルギー評価, 日本建築学会環境系論文集, 81(719), pp.73-82, 2016.
  - 75) 米澤星矢, 前真之, 三浦尚志, 赤嶺嘉彦, 高瀬幸造, 深野木託: 薪ストーブによる暖房時の室内温熱環境実験と暖房能力の検討, 日本建築学会技術報告集, 22(50), pp.171-176, 2016.
  - 76) 根本和宜, 中村省吾, 森保文: 家庭向け木質バイオマス燃焼機器の普及と燃料消費量, 林業経済

- 研究, 63(3), pp.82-91, 2017.
- 77) 今野 夏輝, 三浦 秀一: 山間都市における住宅の薪利用状況と普及に関する研究 山形県最上町における調査結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp.773-774, 2010.
  - 78) 齋藤暖生: 山村における薪ストーブ普及条件の分析 岩手県西和賀町におけるアンケート調査から, 日本森林学会大会発表データベース, 122(0), pp.687-687, 2011.
  - 79) 原島義明, 寺田徹, 山本博一, 木平英一: 長野県伊那市における薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態, ランドスケープ研究, 77(5), pp.575-578, 2014.
  - 80) 佐藤恵利, 山本信次: 北上市口内町における薪利用の現状と課題, 東北森林科学会誌, 21(2), pp.56-59, 2016.
  - 81) 泉桂子, 小田中文哉, 大塚生美: 岩手県紫波町における薪利用の実態と今後の利用可能性, 林業経済研究, 64(3), pp.26-35, 2018.
  - 82) 奥田裕規, 久保山裕史, 鹿又秀聡, 安村直樹, 村松真: 金山町における「住宅用木材の自給構造」の成立要因, 日本林學會誌, 86(2), pp.144-150, 2004.
  - 83) 村松 真: 金山林業の形成過程, 森林科学, 47(0), pp.41-44, 2006.
  - 84) 奥田 裕規: 金山町の林業, 森林科学, 47(0), pp.44-46, 2006.
  - 85) 嶋瀬 拓也: 金山杉の利用, 森林科学, 47(0), pp.47-48, 2006.
  - 86) 安村 直樹: 金山杉がもたらす住宅の地域特性, 森林科学, 47(0), pp.48-50, 2006.
  - 87) 小柳健, 木野勢雄也, 岡崎篤行: 伝統的様式を規範とした継承型住宅の形式と普及 その2 継承型住宅の形成経緯・伝統的様式の継承度・普及手法の実態, 日本建築学会北陸支部研究報告集, (47), pp.342-345, 2004.
  - 88) 川鍋亜衣子, 平野陽子: 地場産材に着目した町づくりの課題と展望, 林業経済, 58(2), pp.16-29, 2005.
  - 89) 鍵谷勇輝, 岩田司: 山形県金山町における街並み整備とその経済波及効果に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 都市計画 (2016), pp.849-850, 2016.
  - 90) 栗原豪平, 斎尾直子: 山形県金山町における地域型住宅への地域材利用と山村地域への影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集 農村計画 (2017), pp.159-160, 2017.
  - 91) 村松真: 農山村における景観形成施策の特色 山形県金山町の景観づくりを事例として, 農業経済研究報告, 33, pp.67-82, 2002.
  - 92) 恵谷浩子, 村松真, 麻生恵: 農村地域における景観形成に関わる住民の認識と行動の構造化, ランドスケープ研究, 70(5), pp.575-578, 2007.
  - 93) 井上豊宏, 村橋正武: まちづくりと連携した大工技術の継承方策に関する研究, 都市計画論文集 43(0), pp.67-67, 2008.
  - 94) エプタ編集室: 癒しの里 金山, エプタ, 化粧品科学開放研究所, P.15, 2011.
  - 95) 金山町: 美しい風景と街並みをつくる案内書, 2014.
  - 96) 金山町: 金山町木質バイオマス利用拡大支援事業補助金交付要綱, 2012.
  - 97) 山形県: 平成31年度山形県再生可能エネルギー等設備導入事業費補助金交付要綱, 2019



## 第2章 近年における森林資源の建材利用としての 動向と調査対象地域の位置付け

---

### はじめに

我が国は国土面積の約7割が森林である先進国有数の森林国である。この森林資源の循環的利用を通じた木造住宅生産に関して、これまで数多くの研究や活動が取り組まれてきた。本章では、我が国で取り組まれてきた森林資源の利用について、建材利用からみた近年の動向の把握を行った上で、地域材の使用に基づく住宅生産の有効性と課題に関する考察を行う。

第1節では、平成24年度から平成26年度にかけて実施された「地域型住宅ブランド化事業」を調査対象として、近年の我が国における地域型住宅生産における木材調達圏と住宅供給圏の関係性に関する実態を把握した上で、地域材の使用に基づく住宅生産の有効性と課題を明らかにする。

第2節では、第1節で把握した地域材の産地を踏まえた上で、既往研究で示された地域型住宅の普及を通じた町並み景観整備と継承型住宅の普及に関する事例に着目し、本研究における調査対象地域の位置付けを示す。



## 2.1. 近年における森林資源の建材利用としての動向

### 2.1.1. 研究の背景と目的

近年、日本の建設業界において公共建築物の木材利用促進や CLT の技術開発など国産材利用を取り巻く状況に新たな動きがみられる。しかし、これらの技術の多くは大型設備の導入による生産体制の構築が不可欠であり、全国の林業地全てに普及することは容易ではないと考えられる。一方で、我が国における 2018 年度の新設住宅着工総戸数 993,288 戸のうち、55.8%にあたる 554,316 戸が木造であり<sup>1)</sup>、その内在来軸組構法によるものは約 76%(約 420,000 戸)と推計され<sup>注1)</sup>、いわゆる木造住宅産業が国産材利用促進へ及ぼす影響は大きい。これまでに国産材の利用促進を目的とした木造住宅生産の取組みや研究が数多く行われてきた。これらの取組みの多くにみられるのは「産直住宅」や「地域型住宅」、「地域材住宅」というキーワードである。産直住宅の事業形態や課題に関して論じた安藤<sup>2)</sup>の論考を参照すると、産直住宅の始まりは 1973 年の天竜材住宅販売株式会社とされ、昭和 50 年代の後半から産直住宅の販売を行う事業者が急増したとされている。1995 年に刊行された図説・木造建築事典<sup>3)</sup>を参照すると「産直」とは産地直送や産地直売の略称であり、その事業形態は①産地型、②消費地型、③分離型の 3 タイプに分類されている。岐阜県加子母村における産直住宅活動を調査対象とした田中<sup>4)</sup>の研究では、地域産業及び流域管理システムとしての有用性を示している。嶋瀬<sup>5)</sup>はこれらの産直住宅運動との対比として「地域材」による家づくり運動に着目した論考を展開しており、産直住宅運動に環境志向の高まりが相まって推進されているものとしている。

このような社会的背景の中、国土交通省は 2012(平成 24)～2014(平成 26)年度の 3 年間に「地域型住宅ブランド化事業」<sup>6)</sup>を、2015(平成 27)年度～2017(平成 29)年度の 3 年間に「地域型住宅グリーン化事業」<sup>7)</sup>を実施し、地域材の利用に基づいた地域型住宅の普及に取り組んでいる。これらの事業を対象とした研究として、中井ら<sup>8)</sup>の研究や渡壁ら<sup>9)</sup>の研究がある。中井ら<sup>8)</sup>は平成 24・平成 25 年度事業における全採択グループを対象とした調査の結果、木材の産地証明の取得が煩雑である事と住宅建設コストが増加する事から、産地認証制度による国産材のみで住宅を供給するグループが存在しないことを示している。渡壁ら<sup>9)</sup>は平成 24 年度事業における東京圏の採択グループの施工事業者を調査対象とし、事業の成果として小規模な施工者が長期優良住宅の供給に取り組めた事と採択グループ内の構成員同士の連携体制が強化された事を指摘している。また、事業成果を統括した報告書において蟹澤<sup>10)</sup>は、事業における地域材の定義が従来の「近くの山の木」から合法性や認証手続きを経た明確なトレーサビリティと性能が担保された木材を重視した点を要点として指摘した上で、今後の木造住宅生産において国産材および「地域材」の利用方法が重要な概念になるであろうと述べている。これらの研究は事業全体における住宅生産の実態や課題について分析を行ったものであるが、国産材利用という観点から事業の全体像を把握した研究は見当たらない。また、近年では木材の生産及び流通においてウッドマイレージ<sup>11)</sup>という概念が提唱され、その有用性を検証し

た研究が見られる。特に、木材製品製造プロセスのうち輸送プロセスで排出される CO2 量に着目した淵上ら<sup>12)</sup>の研究では、京都府内の合板製造において地域材を利用した際の CO2 排出量の削減効果が示されており、単に国産材を利用するのではなく、更に狭域内で木材の生産及び流通を完結させる事が環境負荷の低減に及ぼす効果を示している。つまり、木材を調達する地域と住宅を供給する地域の関係性を把握する事は、「地域型住宅」や「地域材住宅」という概念を明確にする上で重要な視点であるものと考えられる。そこで本節では、地域型住宅ブランド化事業に採択されたグループについて、使用する木材の調達範囲や住宅の供給範囲に着目し、地域型住宅生産における「地域材」が対象とする範囲の実態を明らかにする事を目的とする。また、実際に採択されたグループのグループ規模やグループの業種別構成比率等の特徴から、近年において我が国で取り組まれた地域材を利用した地域型住宅生産の有効性と課題に関する基礎的な知見を得た上で、本研究の調査対象地域である山形県金山町の位置付けを示す事を目的とする。本研究では平成 24～平成 26 年度の 3 年間に採択された 1,444 件の適用申請書を調査資料として分析を行った。

### 2.1.2. 地域型住宅ブランド化事業の概要

地域型住宅ブランド化事業において平成 24～平成 26 年度にかけて採択された累積グループ数は 1,444 グループである。表 2-1-1 に各年度の採択グループ数を示す。平成 24 年度と平成 26 年度は 2 回募集があり、各年度で 478～486 のグループが採択されている。また、各年度の採択率をみると平成 24 年度の 1 回目は 61.3% であるのに対し、H25・26 年度はほぼ 100% である。

地域型住宅ブランド化事業は「地域における木造住宅生産・維持管理体制の強化を図ること」を主たる目的とし、「中小住宅生産者等が、他の中小住宅生産者や木材、建材流通等の関連事業者とともに連携体制（グループ）を構築して地域材を活用した木造長期優良住宅の供給を促進」する事による、「①地域の中小住宅生産者等が供給する住宅に関する消費者の信頼性向上、②関連産業の多い、地域の木造住宅市場の振興による地域経済の活性化、③地域の住文化の継承及び街並みの整備、④地域の林業・木材産業関連事業者と住宅生産関連事業者との連携構築を通じた、木材自給率の向上及び森林・林業の再生」を事業の趣旨としている<sup>13)14)15)16)</sup>。住生活基本計画などによる 2020 年までの新築住宅・建築物の段階的な省エネ基準への適合義務化を受けて、平成 26 年度の 2 回目からは「⑤住宅・建築物の省エネルギー化への対応をめざす」という趣旨が加えられた<sup>16)</sup>。尚、本事業におけるグループとは、基本的に I＝原木供

表 2-1-1 「地域型住宅ブランド化事業」の採択グループ数

年度		平成24年度1回目	平成24年度2回目	平成25年度	平成26年度1回目	平成26年度2回目
グループ数	申請数	592	148	482	476	10
	採択数	363	115	480	476	10
採択率		61.3%	77.7%	99.6%	100.0%	100.0%



給業者、Ⅱ＝製材・集成材製造・合板製造業者、Ⅲ＝建材流通（木材を扱わない事業者を除く）業者、Ⅳ＝プレカット加工業者、Ⅴ＝設計業者、Ⅵ＝施工業者により構成されるものであり、その他にⅦ＝木材を取り扱わない建材流通業者、Ⅷ＝その他（グループ事務局・金融業・畳、瓦、襖等の住宅資材供給事業者等）を含めて構成される場合もある。Ⅰ～Ⅵの業種がグループに参加している事が条件であるが、施工業者による手刻み加工によって住宅を生産するためプレカット加工業者を含まない場合など、一部の業種が参加していない場合もある。

補助内容はグループの共通ルールに基づく地域型住宅1戸あたりの建設費の1割かつ100万円以内を限度に補助するものである。補助対象となる住宅は長期優良住宅の認定を受けた住宅に限られる。平成24年度では柱・梁・桁・土台の過半以上に都道府県の認証制度等による産地証明がなされている木材を使用する場合に、上記に加えて20万円を限度に補助を行っている。この制度は木材利用ポイント<sup>17)</sup>との併用が可能となった平成25年度と平成26年度の1回目では適用されず、平成26年度の2回目では再適用された。

地域型住宅ブランド化事業における地域材の定義は①都道府県等により産地が証明される制度により認証される木材・木材製品（FIPC<sup>注2)</sup>等）、②民間の第三者機関により認証された森林から産出される木材・木材製品（FSC<sup>注3)</sup>等）、③林野庁作成の「木材・木材製品の合法性、持続可能性の証明のためのガイドライン」<sup>18)</sup>に基づき合法性が証明される木材・木材製品、であり木材を必ずしも国産材に限定している訳ではない。制度上は地域型住宅生産に使用する木材の100%を外国産材としても申請が可能である。

また、事業における地域型住宅の定義は、グループが申請時に提出する適用申請書に記載された共通ルールに則して、グループの構成員を通じて生産される木造住宅であり、かつ長期優良住宅の認定を受けたものである。共通ルール及び住宅の供給範囲は各グループが自由に設定でき、デザインや仕様に関する規定は実質上存在していないため、制度上はいかなるデザインの住宅をいかなる地域に供給することとしても申請が可能である。

### 2.1.3. 木材調達圏と住宅供給圏

本項では平成24～26年度における採択グループの地域材の調達範囲と地域型住宅の供給範囲の実態を把握する。各グループの適用申請書に記載された内容を確認し、「使用する地域材に関する事項」の「地域材の産地」から「木材調達圏」を、「地域型住宅供給対象地域」から「住宅供給圏」を特定した。尚、事業申請にあたり地域材の使用量や使用率は規定が存在せず量的な検証が不可能であるため、本分析はあくまで各グループが地域材と定義した木材の産地を分析するものである。

図2-1-1に木材調達圏と住宅供給圏の圏域の定義を示す。それぞれの圏域は、都道府県内のある特定の地域、都道府県、八地方区分に基づく地方<sup>注4)</sup>、国内、国外の5つの階層から設定した。木材調達圏についてはA=特定地域産材、B=都道府県産材、C=地方産材、D=地方産材を含む国産材及び外国産材、E=地方産材を含まない国産材及び外国産材、F=外国産材のみ、

とした。住宅供給圏は1=都道府県内の一部地域、2=都道府県内、3=地方内、4=地方内を主とする国内<sup>注5)</sup>、5=国内、とした。また、木材調達圏のCと住宅供給圏の3における「地方」の圏域は陸路にて材料輸送が可能である隣り合う都道府県も含めた<sup>注6)</sup>。

各年度の地域型住宅ブランド化事業に採択された各グループについて、木材調達圏からみたグループ数の変遷を図2-1-2に、グループ数の割合の変遷を図2-1-3に示す（以下、グループ数の単位を「G」として表す）。また、住宅供給圏からみたグループ数の変遷を図2-1-4に、グループ数の割合の変遷を図2-1-5に示す。まず木材調達圏（図2-1-2、図2-1-3）をみると、平成24年度ではBが173G（36.2%）と最も多く、次いでDが100G（21.0%）、Cが85G（17.8%）と多かった。平成25年度ではDが243G（50.6%）と最も多く、平成24年度から大幅に増加した。次いでBが105G（21.9%）、Cが63G（13.1%）と多かった。平成26年度ではDが257G（52.9%）と最も多く、全体的に平成25年度と概ね同程度の構成比で推移している。最も圏域の狭いAのグループに着目すると、平成24年度では65G（13.6%）だったが、平成25年度では28G（5.8%）に減少し、平成26年度は25G（5.1%）と前年度とほぼ同程度だった。また最も圏域の広いE及びFのグループに着目すると、平成24年度では46G（9.6%）、平成25年度では41G（8.5%）、平成26年度では60G（12.3%）であり平成26年度に僅かに増加したものの大幅な増減は無かつ

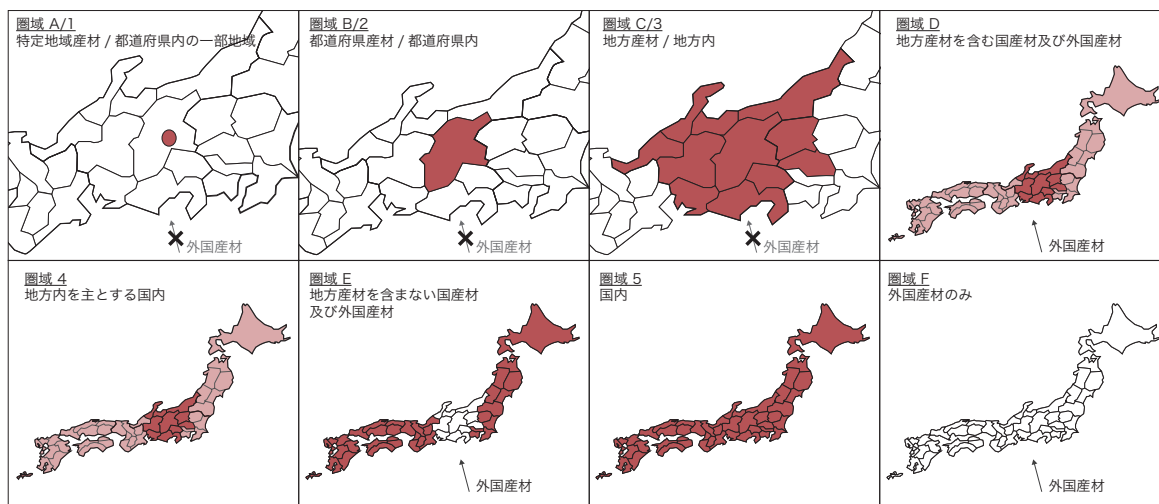


図 2-1-1 木材調達圏と住宅供給圏の定義

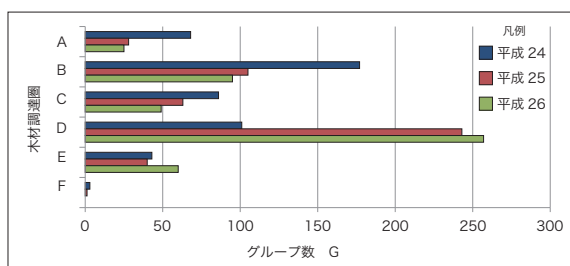


図 2-1-2 木材調達圏からみたグループ数の推移

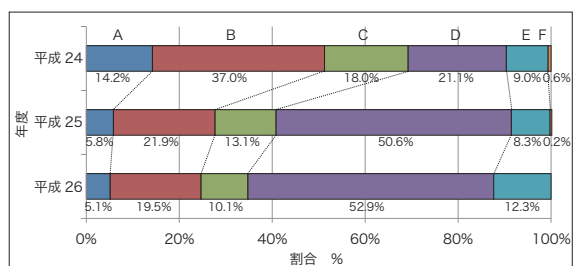


図 2-1-3 木材調達圏からみたグループ数割合の推移

た。全体では、平成24年度から平成25年度に大きな変化が確認でき、AとBが大きく減少し、Dが大きく増加した。

次に住宅供給圏（図2-1-4、図2-1-5）をみると、平成24年度では3が172G（36.6%）と最も多く、次いで2が168G（36.0%）、1が87G（18.6%）と多かった。平成25年度では3が211G（44.0%）と最も多く、2が161G（33.5%）と概ね横ばいであり、1が66G（13.8%）と減少した。平成26年度では3が229G（47.1%）、2が158G（32.5%）、1が50G（10.3%）と平成25年度から概ね横ばいに推移した。4と5は3年間を通して合わせて約10%のグループ数で推移している。全体では、3年間を通して1が年々減少し3が年々増加した。木材調達圏および住宅供給圏からみたグループ数の割合の平成24年度から平成26年度にかけての変遷に着目すると、木材調達圏（図2-1-3）については、A～Cの割合が69.2%から34.7%に減少しD～Eの割合が30.1%から65.2%に増加した。また住宅供給圏（図2-1-5）は3の割合が増加し1及び2の割合が減少したが、1～3までの割合は約90%で概ね横ばいである。このことから、地域型住宅ブランド化事業における地域材を使用した地域型住宅の生産は「地方内の木材」を使用する方向から「地方内外の木材または地方外の木材」を使用する方向へと大きくシフトした一方で、住宅の供給範囲は3年間を通して「地方内」までを基本的な圏域としている事が明らかになった。また、「A: 特定地域産材」を使用するグループの申請数は年々減少する傾向にあり、平成26年度には25G（5.1%）と極めて限定的である事が明らかになった。

次に各年度の事業に採択された各グループの木材調達圏及び住宅供給圏の組合せを検討する。図2-1-6に各年度の各グループの木材調達圏と住宅供給圏のクロス集計結果を示す。平成24年度ではB-2が91G（19.0%）と最も多く、次いでC-3が52G（10.9%）、D-3が43G（9.0%）と多い。平成25年度ではD-3が117G（24.4%）と最も多く、次いでD-2が78G（16.3%）、B-2が53G（11.0%）と多い。平成26年度ではD-3が129G（26.5%）、D-2が80G（16.5%）、B-2が50G（10.3%）であり平成25年度と概ね同様の状況であった。特定地域産材を使用するAに着目すると、平成24年度から平成26年度にかけてA-1は34Gから7Gに、A-2は12Gから4Gに、A-3は14Gから10Gに減少している。A-4は4Gから3Gに減少し、A-5は1Gのままである。一方で特定地域産材から地方産材までを使用しないEに着目するとE-2が5Gから11Gに、E-3が20Gから30Gに増加しており、E-1、E-4、E-5のグループ数は概ね横ばいであった。

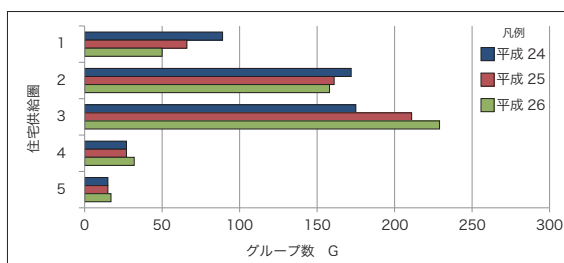


図 2-1-4 住宅供給圏からみたグループ数の推移

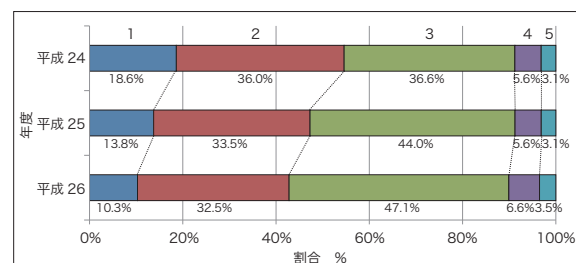


図 2-1-5 住宅供給圏からみたグループ数割合の推移

次に、グループの名称、地域型住宅の名称、グループ代表業者、グループ事務局業者を確認し、各年度の地域型住宅ブランド化事業に採択された各グループの事業継続状況を把握した。事業継続状況毎のグループ数、木材調達圏と住宅供給圏のクロス集計結果を表 2-1-2 に示す。木材調達圏及び住宅供給圏は年度ごとに変更している場合があるため、採択された最終年度の圏域を分析の対象とした。3年間で採択されたグループの総数は 591G であり、そのなかで平成 24～平成 26 年度の 3 年間継続して採択されたグループが 379G (64.1%) と最も多い。平成 24 年度のみ採択されたグループが 65G (11.0%)、平成 25 年度と平成 26 年度に採択されたグループが 61G (10.3%) と次ぐ。

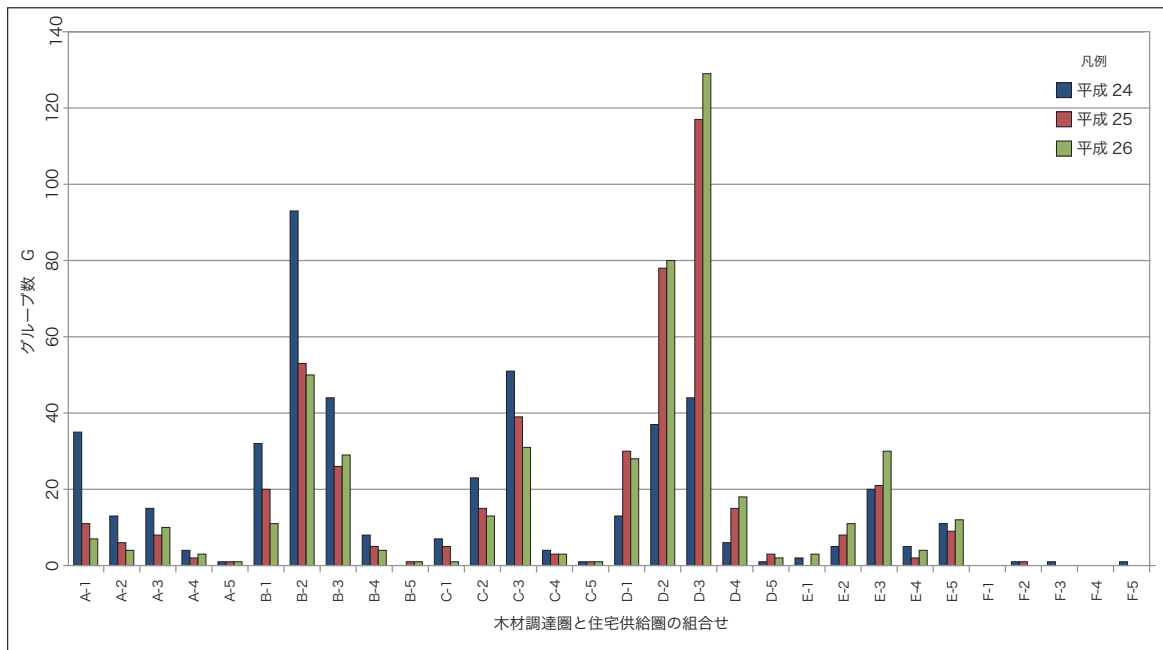


図 2-1-6 木材調達圏と住宅供給圏の組合せからみたグループ数の推移

表 2-1-2 継続状況別にみたグループ数

平成24,平成25,平成26							平成24,平成25							平成25,平成26							平成24,平成26													
グループ数=379							グループ数=31							グループ数=61							グループ数=3													
住宅供給圏							住宅供給圏							住宅供給圏							住宅供給圏													
総数							総数							総数							総数													
1 2 3 4 5							1 2 3 4 5							1 2 3 4 5							1 2 3 4 5													
木材調達圏	A	6	4	10	2	1	23	A	3						3	A	1								1	A							1	
	B	11	45	22	3		81	B	4	4				1	9	B		2	3						5	B							0	
	C	1	12	28	3	1	45	C	1		4				5	C			4						4	C							0	
	D	22	55	96	15	2	190	D	1	3	5	1	1	11	11	D	4	17	21	2					44	D				1			1	
	E		11	18	4	7	40	E		1	2				3	E			4			3	7	E				1			1			
	F						0	F							0	F									0	F							0	
総数							総数							総数							総数													
40 127 174 27 11 379							9 8 11 1 2 31							5 19 32 2 3 61							0 0 2 1 0 3													
平成24							平成25							平成26							タイプ													
グループ数=65							グループ数=9							グループ数=43							グループ数													
住宅供給圏							住宅供給圏							住宅供給圏							住宅供給圏													
総数							総数							総数							割合													
1 2 3 4 5							1 2 3 4 5							1 2 3 4 5							タイプ													
木材調達圏	A	8	2	3	1		14	A							0	A									0	継続型	379						64.1%	
	B	4	9	1	1		15	B							0	B		3	4		1	8	中途参加型	96						16.2%				
	C	1	2	6			9	C							0	C		1				1		非継続型	113						19.1%			
	D	2	1	6	2		11	D		1	6				7	D	2	7	12	1		22												
	E	1	2	6	2	4	15	E			2				2	E	3		8		1	12												
	F						1	F							0	F						0												
総数							総数							総数							割合													
16 16 22 6 5 65							0 1 8 0 0 9							5 11 24 1 2 43																				

3年間事業に採択され続けたグループを継続型、平成26年度まで採択が継続しなかったグループを非継続型、平成25年度以降から採択されたグループを中途参加型と定義すると、継続型が最も多く379Gであり、中途参加型が113Gと次ぐ。非継続型は最も少なく96Gであった<sup>注7)</sup>。また、継続型ではD-3のグループが最も多く96Gであり、D-2が55G、B-2が45Gと次ぐ。中途参加型では、D-3が最も多く39Gであり、D-2が25Gと次ぐ。一方で非継続型では、B-2が最も多く13Gであり、A-1とD-3が11Gと次ぐ。非継続型には、継続型及び中途参加型と比較して木材調達圏、住宅供給圏ともに狭域なグループが多く含まれていることが明らかになった。

2.1.4. 地域材による住宅生産の有効性と課題に関する考察

前項までの調査結果から、地域型住宅ブランド化事業における木材調達圏と住宅供給圏は年々広域化しており、特定地域産や都道府県産の木材を使用するグループは年々減少傾向にあった事が明らかになった。また、グループの事業継続状況に着目すると、特定地域産や都道府県産の木材を使用するグループには非継続型のグループが比較的多く含まれている事が明らかになった。そこで本項では、木材調達圏が最も狭い特定地域産材を使用する木材調達圏Aのグループに着目し、その実態を考察する。平成24～26年度にAで申請を継続したグループを特定地域産材使用継続申請型（以下「A継続型」という。）、平成24・25年度にAで申請し平成26年度には申請しなかったグループを特定地域産材使用非継続申請型（以下「A非継続型」という。）と定義し、図2-1-7にA継続型の、図2-1-8にA非継続型のそれぞれの事務局所在地・特定地域産材の産地・特定地域産材の材種を示す。A継続型は22G、A非継続型は16Gであり、合計38Gが抽出された。住宅供給圏別にみると、A継続型は1が6G、2が4G、3が9G、4が2G、5が1Gであり、A非継続型は1が11G、2が2G、3が2G、4が1Gであり、A非継続型では1が比較的多いことが明らかになった。

表2-1-3に申請書から各グループの生産体制に関する記述を整理した結果を示す。38Gの

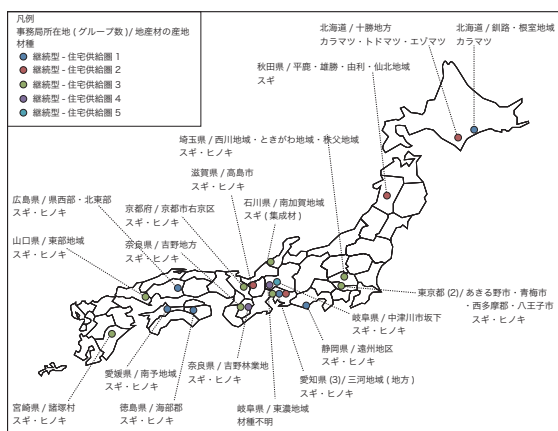


図2-1-7 A継続型の分布状況

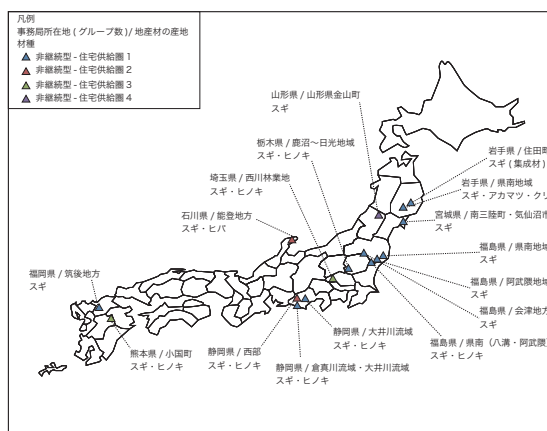


図2-1-8 A非継続型の分布状況



型では23.1%と比較的高く、A非継続型は12.8%と比較的低い。以上のことから、A非継続型のグループの特徴として、①特定地域産材を多く使用する住宅を建設、②住宅供給圏が局地的、③グループが比較的小規模、④設計業者が少ない、という4点が指摘できる。地域型住宅ブランド化事業は各年度ごとの建設費を補助するものであり、木材調達と住宅工期を年度内に調整できない場合は補助金を利用できない。グループの規模がより大きく一戸あたりの木材使用量がより少ないA継続型でも事業中の乾燥製材の不足が課題として挙げられていたことから、グループの規模がより小さく一戸あたりの木材使用量がより多いA非継続型では、木材の調達と住宅の工期の調整に難を抱えるケースが想定され、単年度事業による支援に不向きである可能性が課題として指摘できる。また、川上の林業・木材産業と住宅需要者の媒介となる設計業者の関係構築にも課題があるものと推察される。今後は、小規模なグループに対しては年度を跨ぐ補助金申請を可能にするなどの支援制度の拡充や、林業・木材産業と設計業の連携強化を支援する支援が必要であると考えられる。一方、地域材を使用する住宅生産は、その住宅供給圏を特定地域に限定せず都道府県や地方など、ある程度の広域を対象とする事に有効性が見出された。

本節では地域型住宅ブランド化事業における木材調達圏と住宅供給圏の関係性に関する実態を明らかにしたとともに、最も狭義の意味で用いられる都道府県内のある特定の地域から産出される地域材を使用した場合の地域型住宅の有効性と課題の一端を明らかにした。また、特定地域産材を使用する住宅生産者グループ38Gを抽出した。

## 2.2. 調査対象地域の位置付け

本節では、地域型住宅生産における地域材の調達地域と、地域材の利用を通じた町並み景観整備、継承型住宅の普及に関する既往研究の結果から、本研究における調査対象地域の位置付けを示す。

### 2.2.1 特定地域産材使用グループにおける木材産地の抽出

前節における「地域型住宅ブランド化事業」の調査結果から、木材調達圏A:特定地域産材を使用する住宅生産者グループ(以下、特定地域産材使用グループという)が38G抽出された。これらの38Gの地域材の産地は前節で示した通り「都道府県内のある特定の地域」である事は言を待たないが、更に詳細な分類を行うと木材調達圏は「一市区町村」であるケースと、「複数の市区町村」に跨がるケース、郡や流域など複数の市区町村を跨ぐ「特定地域」のケース、以上3類型に分類される。木材調達圏が「一市区町村」である場合には、「複数の市区町村」や「特定地域」と比較して「地域材」の産地が最も明確である。また、地域材の生産・供給体制が明確にその市区町村内に存在しているとともに、その地域材を使用した地域型住宅がその市区町村内で生産・供給されている可能性が想定される。表2-2-1に特定地域産材使用グループの地域材の産地及び木材調達圏の詳細類型の一覧を示す。木材調達圏の詳細類型をみると、

「特定地域」が27Gと最も多く、「一市区町村」が7Gと次ぎ、「複数の市区町村」が4Gと少ない。特定地域産材使用グループにおいても木材調達圏が「一市区町村」内であるグループは7Gと限定的である事が明らかになった。「一市区町村」の7Gの地域材の産地に着目すると、岐阜県中津川市坂下、滋賀県高島市、京都市右京区、宮崎県諸塚村、住田町（岩手県）、山形県金山町、熊本県小国町となっている。樹種については岐阜県中津川市坂下、住田町（岩手県）、山形県金山町で明示されており、それぞれ東濃檜・長良杉と気仙スギと金山杉となっている。以上から、木材調達圏が最も明確な「一市区町村」である7Gの事務局所在地が明らかになった。

## 2.2.2. 町並み景観整備と継承型住宅に着目した既往研究

本節では地方小都市における町並み景観整備と継承型住宅の普及に関する既往研究に着目する。これまでの町並み景観整備などに関する学術的蓄積は主に重要伝統的建造物群保存地区や都市部及び地方都市の伝統的な住宅により形成された町並みを対象としたものが中心的であり、比較的近年に形成された地域型住宅による町並み景観整備に関する報告は少ない。一方で地域住宅（HOPE）計画策定自治体における旧市街地の環境整備特性に着目した福本ら<sup>20)</sup>の研究では、旧市街地整備を行っている24自治体<sup>注8)</sup>が抽出されており、各自治体の社会・経済指標と計画整備指標を用いた主成分分析とクラスター分析から、地方小都市における旧市街地整備状況を3タイプに分類している。また木野勢ら<sup>21)</sup>は「①伝統的様式を規範とした

表 2-2-1 「地域型住宅ブランド化事業」における特定地域産材使用グループ一覧

継続状況	事務局所在地	グループの名称	地域材の産地	地域材の樹種	木材調達圏の詳細類型
継続型	北海道	くしろ・ねむろ「木づな」の家協議会	釧路・根室地域	カラマツ	特定地域
	北海道	とかちの木で家をつくる会	十勝地方	カラマツドマツエゾマツ	特定地域
	秋田県	『よこての森を育む家』普及推進協議会	秋田県平鹿・雄勝・由利・仙北地域	秋田スギ	特定地域
	埼玉県	彩の木の家ネットワーク	埼玉県の西川地域、ときがわ地域、秩父地域（含む児玉地域）	埼玉産スギ及びヒノキ	特定地域
	東京都	一般社団法人 TOKYO WOOD 普及協会	あきる野市、青梅市、西多摩郡、八王子市	多摩産認証材	複数の市区町村
	東京都	多摩産直すまいづくりの会	あきる野市、青梅市、西多摩郡、八王子市	多摩産材	複数の市区町村
	石川県	北越の気候風土にあった住宅を考える委員会	石川県南加賀地域	かが杉	特定地域
	岐阜県	東濃住宅供給協議会	岐阜県東濃地域	ぎふ証明材	特定地域
	岐阜県	協同組合あすみ住宅研究会	岐阜県中津川市坂下	東濃檜・長良杉	一市区町村
	静岡県	静遠地域家づくりの会	静岡県遠州地区	天竜松・杉	特定地域
	愛知県	あいちの家づくりの会	愛知県三河地方	三河材ひのき・すぎ	特定地域
	愛知県	あいちの木需要拡大協議会	愛知県三河地域	三河スギ・ヒノキ	特定地域
	愛知県	建の国づくり協議会	愛知県三河地域	三河松、三河杉	特定地域
	滋賀県	高島の木の家づくりネットワーク	滋賀県高島市	高島市内産木材	一市区町村
	京都府	『京ぐらし』ネットワーク	京都市右京区	京都府	一市区町村
	奈良県	奈良をつなぐ家づくりの会	奈良県吉野地方	吉野杉 吉野松	特定地域
	奈良県	Nature Feeling「大和の家」プロジェクト	奈良県川上村・東吉野村・黒滝村の3村を中心とした吉野林業地	吉野材	複数の市区町村
	広島県	ひろしま地域住宅の会	県西部・県東部	スギ・ヒノキ	特定地域
	山口県	山口木配り・喜組みの会	山口県東部地域	山口県産材	特定地域
	徳島県	「かいふの木の家」匠の会	徳島県海部郡	海部材	特定地域
	愛媛県	「五寸角の家」普及推進協議会	愛媛県南予地域	南予産材	特定地域
	宮崎県	諸塚村産直住宅ネットワーク	宮崎県諸塚村	諸塚材FSC森林認証材	一市区町村
	岩手県	胆江地域型住宅づくり研究会	岩手県南地域	胆江地域材	特定地域
	岩手県	住田型地域住宅生産者グループ	住田町	気仙スギ	一市区町村
	宮城県	南三陸復興住宅建設促進協議会	南三陸町、気仙沼市	南三陸杉	複数の市区町村
	山形県	金山杉住宅をつくる会	山形県金山町	金山杉	一市区町村
	福島県	ふくしま再生提案実行集団「くらし塾」	県南（八幡、阿武隈）	杉、檜	特定地域
福島県	チーム「人・住まいに思いやり」	福島県南地域	福島県産材（スギ）	特定地域	
福島県	地球と家族を考える会	福島県阿武隈地域	スギ	特定地域	
福島県	南相馬市小高建設業建築協会	福島県会津地方	福島県産材	特定地域	
非継続型	栃木県	NPO法人 栃木エコロジー設計協会	栃木県鹿沼～日光地域	日光杉	特定地域
	埼玉県	さいたま西川材普及協議会	埼玉県西川林業地	西川材	特定地域
	石川県	世界農業遺産「里海里山」が育む住まいの会	石川県能登地方	能登ヒバ、能登材	特定地域
	静岡県	木材コーディネーターが繋ぐ木組の家の会（掛川の風景を創る会）	倉貫川流域、大井川流域	時ノ舟材、大井川材	特定地域
	静岡県	大井川地域型住宅ブランド化協議会	大井川流域	大井川材（杉、松）	特定地域
	静岡県	天竜材活用住宅協議会	静岡県西部	天竜杉・檜	特定地域
	福岡県	九州住宅研究会	福岡県筑後地域	八女スギ	特定地域
	熊本県	小国杉で山とまちがつながる家づくり協議会	熊本県小国町	小国地熱乾燥材	一市区町村



新しいタイプの住宅で、②地域の代表的な歴史的建造物を基軸にした典型的なスタイルを有するもの」を継承型住宅と定義した上で、継承型住宅の普及により景観形成を図っている9自治体の抽出を行っている。小柳ら<sup>22)</sup>は継承型住宅と地域における住宅の伝統的様式の関係性から継承型住宅のタイプ分けを行い、「町家→町家」タイプ、「屋敷→屋敷」タイプ、「町家→屋敷」タイプの3タイプに分類している。以上の既往研究の結果により報告されている自治体の一覧及び本研究で抽出された木材調達圏が「一市区町村」であるグループの事務局所在地を表2-2-2に示す。合計35自治体が抽出された。富山県八尾市と長野県小布施市が福本ら<sup>20)</sup>の結果と木野勢ら<sup>21)</sup>の結果両方に該当した。唯一山形県金山町のみが全ての結果に該当した。

### 2.2.3. 調査対象地域の位置付け

以上から、山形県金山町は①地域材の生産・供給体制が存在している地域であり、②旧市街地整備、つまり町並み景観整備に取り組んでいる自治体であり、③地域における伝統的様式を継承した住宅が建設されている地域と位置付けられる。地域型住宅ブランド化事業における特定地域産材を使用する採択グループは、都道府県や地方といった広域な範囲を住宅供給圏とするグループが比較的多い。これは、近年における特定地域産材を使用する住宅生産は、広域を商圏とする事で成立している場合が多い事を示している。一方で、ウッドマイレージCO2の削減<sup>11)</sup>を通じた今後の循環型社会の形成を検討する上では、特定地域内における森林資源の地産地消の推進も重要な課題である。特に戦後拡大造林による森林資源の蓄積が利用時期を迎えた現代において、概ね高度経済成長期以前には普遍的に行われていた森林資源

表 2-2-2 既往研究及び本研究で抽出された自治体一覧

福本ら	木野勢ら	本研究で抽出された 木材調達圏が「一市区町村」 であるグループ事務局所在地
自治体名	自治体名	自治体名
北海道江差町	山形県金山町	岩手県住田町
岩手県遠野市	宮城県登米町	山形県金山町
山形県金山町	福島県南郷村	岐阜県中津川市
山形県長井市	群馬県川場村	滋賀県高島市
福島県三春町	群馬県新治村	京都府京都市右京区
福島県猪苗代町	富山県八尾市	熊本県小国町
福島県喜多方市	長野県小布施町	宮崎県諸塚村
茨城県結城市	岐阜県古川町	
群馬県甘楽町	岐阜県八幡町	
富山県八尾町		
富山県新湊市		
石川県寺井町		
長野県小布施町		
岐阜県高山市		
兵庫県出石町		
兵庫県赤穂市		
岡山県津山市		
鳥取県倉吉市		
島根県津和野町		
島根県出雲市		
高知県伊野町		
佐賀県有田町		
長崎県諫早市		

の地産地消を実践・再生する事は意義が深い。山形県金山町は近年では希少である特定地域内での森林資源の建材としての地産地消が行われている地域として位置付けられ、今後の循環型社会の形成に寄与する森林資源の建材利用のあり方を検証するための調査対象地域として適切である。加えて、山形県金山町は東北地方の日本海側に位置し、冬季は寒冷かつ多雪であり日照時間が少ない。したがって、ダイレクトゲインによるパッシブヒーティングが成立する条件は整っておらず、むしろ豊富な森林資源を燃料とする薪ストーブや薪を使用する暖房が普及している可能性が高い。以上から、山形県金山町は本研究で目的としている建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得るための適切な条件が整っている地域と位置付けられる。

### 2.3. 第2章のまとめ

本章では近年における森林資源の建材利用の動向を踏まえた上で、本研究における調査対象地域として山形県金山町に着目する意義について述べた。第1節では「地域型住宅ブランド化事業」採択グループを調査対象とした木材調達圏と住宅供給圏の関係に関する調査を行った。その結果、特定地域産材を使用する住宅生産者は、一般的に住宅供給圏を都道府県や地方といった広域な範囲に設定している事が明らかになった。また、特定地域産材を使用する住宅生産を推進する上で、設計業者との連携を強化する事に有効性がある事が明らかになった。一方、グループ規模が小規模かつ木材使用量の多い住宅を建設するグループには木材調達と住宅工期との調整に難を抱えるケースがある事が課題として示された。第2節では、第1節から抽出された特定地域産材を使用する住宅生産者グループの所在地と、町並み景観整備や継承型住宅に着目した既往研究の結果を整理した。その結果、山形県金山町は近年では希少である特定地域内における森林資源の建材利用が行われており、地域型住宅による町並み景観整備が取り組まれている地域として位置付けられた。加えて、山形県金山町は冬季に寒冷かつ日照時間が少ない地域であり、地域内で森林資源の燃料利用が行われている可能性が高い。山形県金山町は、本研究の目的である建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得る上で適切な調査対象地域として位置付けられた。

## 第2章 脚注・参考文献一覧

## 脚注

- 注1) 「木造」の総戸数から、「ツーバイフォー工法」と「プレハブ工法」の戸数を差し引いた値。
- 注2) 木材表示推進協会による丸太・製材品・集成材などを対象とした原産地等を表示する製品表示ラベルである。
- 注3) 森林管理協会により認証される、木材を生産する森林環境の保全及び持続可能な森林経営が認証された森林から切り出された木材を証明する製品表示ラベルである。
- 注4) 北海道地方、東北地方、関東地方、中部地方、近畿地方、中国地方、四国地方、九州地方の八地方で区分した。
- 注5) 住宅供給圏における3の圏域を主とするが、一部3の圏域外の都道府県が含まれているものを指す。
- 注6) 本研究は参考文献19における「地場産材」の定義を土台としている。例えば長野県であれば中部地方の県に加え群馬県と埼玉県をC及び3の圏域として取り扱った。
- 注7) 平成25年度は採択されず、平成24年度と平成26年度に採択されたグループは3G存在したが、極めて例外的であるため分析対象としていない。
- 注8) HOPE計画策定自治体のうち地方小都市に属し、旧市街地整備を実施している自治体が抽出されている。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：平成30年度建築着工統計，2019.
- 2) 安藤邦廣：2段階方式による産直住宅の試み，住宅建築，建築資料研究社，(237)，pp.112-113，1994.
- 3) 木造建築研究フォーラム・図解木造建築事典編集委員会：図説・木造建築事典 基礎編，学芸出版社，P.275，1995.
- 4) 田中亘：産直住宅活動の地域産業にあたる影響 岐阜県を事例として，林業経済研究，44(1)，pp.87-92，1998.
- 5) 嶋瀬拓也：地域材による家造り運動の現状と今日的意義 産直住宅運動との対比において，林業経済，54(14)，pp.1-16，2002.
- 6) 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業（評価），<http://www.chiiki-brd.jp/>，2016-12-15 閲覧．
- 7) 地域型住宅グリーン化事業評価事務局：地域型住宅グリーン化事業（評価），<http://chiiki-grn.jp/>，2016-12-15 閲覧．
- 8) 中井啓貴，蟹澤宏剛：「地域型住宅ブランド化事業」にみる近未来の木造住宅生産に関する研究，日本建築学会関東支部研究報告集，85(2)，pp.485-488，2015.
- 9) 渡壁克好，鈴木雅之，服部岑生：東京圏における小規模住宅生産者の連携等に関する意識調査「地域型住宅ブランド化事業」の事例を通じて，日本建築学会技術報告集，19(43)，pp.1165-1170，2013.
- 10) 蟹澤宏剛：地域型住宅ブランド化事業の意義と成果，平成25年度 住宅市場秘術基盤強化推進事業 木造住宅・木造建築物の性能及び生産性向上等のための調査検討・普及事業 報告書，全国木造住宅生産体制推進協議会，P.8，2014.
- 11) ウッドマイルズ研究会：ウッドマイルズ 地元の木を使うこれだけの理由，農山漁村文化協会，2007.

- 12) 淵上佑樹, 神代圭輔, 古田裕三: 木材製品の製造プロセスにおける CO2 排出量の評価 京都府産スギ合板の地産地消による CO2 削減効果の検証, 日本建築学会環境系論文集, 75(655), pp.861-867, 2010.
- 13) 地域型住宅ブランド化事業評価事務局: 地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成 24 年度第 2 回版】, 2012.
- 14) 地域型住宅ブランド化事業評価事務局: 地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成 25 年度版】, 2013.
- 15) 地域型住宅ブランド化事業評価事務局: 地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成 26 年度版】, 2014.
- 16) 地域型住宅ブランド化事業評価事務局: 地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成 26 年度第 2 回版】, 2015.
- 17) 林野庁: 木材利用ポイント事業の概要について, 2013.
- 18) 林野庁: 木材・木材製品の合法性、持続可能性の証明のためのガイドライン, 2006.
- 19) 一般社団法人 建築環境・省エネルギー機構: CASBEE- 戸建（新築）の評価方法, P.98, 2016.
- 20) 福本佳世, 土肥博至, 岩田司: 地方小都市における旧市街地の環境整備特性と類型化 HOPE 計画策定自治体の事例を通して, 日本建築学会計画系論文集, 62(491), pp.141-148, 1997.
- 21) 木野勢雄也, 小柳健, 岡崎篤行: 伝統的様式を規範とした継承型住宅の形式と普及 その 1 継承型住宅によって景観形成を図っている歴史的町並みの抽出, 日本建築学会北陸支部研究報告集, (47), pp.340-341, 2004.
- 22) 小柳健, 木野勢雄也, 岡崎篤行: 伝統的様式を規範とした継承型住宅の形式と普及 その 2 継承型住宅の形成経緯・伝統的様式の継承度・普及手法の実態, 日本建築学会北陸支部研究報告集, (47), pp.342-345, 2004.

## 第3章 地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の 家屋形態と分布状況

---

### はじめに

住環境形成に関する森林資源の利用方法として、建築物を形作る建築用木材としての利用と、薪や炭を燃焼させる事によって得られる熱エネルギーの利用がある。本章では森林資源の「建材利用」及び「燃料利用」という着眼点から、金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用住宅を事例として、その分布状況と家屋形態に関する分析を行う。本章の目的は、金山町内の集落を地形立地の違いに基づくエリアごとに分類し、地域型住宅及び薪ストーブ使用住宅のエリア特性を把握した上で、それらの相互関係にを明らかにする事である。

第1節では、研究の概要を提示する。地域型住宅と薪ストーブ使用住宅に関する既往研究を整理し、本研究の位置付けを述べた上で、研究方法を提示する。

第2節では、金山町全域を対象とした住宅の悉皆調査の結果から、金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の分布状況及び家屋形態等に関する全体像を示す。

第3節では、地域型住宅と薪ストーブ使用住宅のエリア特性に関する分析から、エリアごとの森林資源の利用傾向を明らかにする。また、地域型住宅と薪ストーブ使用の相互関係に着目し、森林資源の建材・燃料利用により形成された地域型住宅の特性について考察する。



### 3.1. 研究の概要

#### 3.1.1. 研究の背景と目的

森林資源は適切な管理により半永久的に再生産が可能かつ、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えないカーボンニュートラルな特性を持つ。今後の循環型社会や低炭素社会の形成を目指す上で、この森林資源の利活用に基づいた住環境形成手法を検討する事は重要な課題である。特に我が国においては、主としてスギやヒノキといった戦後の拡大造林により増大した森林資源の建築用材としての利活用に加え、近年着目されつつある薪ストーブやペレットストーブ等といった木質バイオマス燃焼機器用の燃料としての利活用も重要な課題として位置付けられる。近年の森林資源の利活用に向けた社会的な取り組みをみると、建材としての利用については例えば国土交通省により平成24年度から平成26年度に実施された「地域型住宅ブランド化事業」等が挙げられ、地域材の利用に基づいた木造戸建住宅の建設が推進されている。また、木質バイオマスの利用に関しては主に事業者向けの発電及び熱利用等に対する補助事業が取り組まれている他、家庭用の暖房としても多くの自治体で薪ストーブやペレットストーブ設置に関する補助事業等が行われている。このように、国内の森林資源の蓄積量の増大と相まって各方面からその利活用を推進するための支援策が取り組まれている。そこで本研究では、現代における森林資源の建材・燃料としての利用に着目し、地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の実態及び相互関係を明らかにする事を目的として、山形県最上郡金山町を調査対象地域として選定し、住宅の悉皆調査を行った。

#### 3.1.2. 既往研究からの位置付け

このような森林資源の建材としての利用に関する研究には、国産材や地域材を使用する「地域型住宅」や「地域材住宅」<sup>註1)</sup>等と呼ばれるものを対象とした研究が挙げられる。例えば、嶋瀬<sup>1)</sup>は近年における林業や中小工務店の衰退傾向といった社会的背景を踏まえた上での地域材による住宅生産の今日的意義を指摘している。安村<sup>2)</sup>は地域材住宅の生産が地域の林業振興に及ぼす効果を、高嶋ら<sup>3)</sup>は地域材を活用した住宅生産における組織体制の特徴を明らかにしている。また、住宅・民家の家屋形態や分布状況を悉皆的に調査した研究に着目すると、重要伝統的建造物群保存地区を取り扱った研究<sup>註2)</sup>や都心部あるいは地方都市における伝統的な住宅により形成された町並みを取り扱った研究<sup>註3)</sup>が主であり、比較的近年に形成された地域型住宅に関する調査はほとんど行われていない。例えば、益尾ら<sup>8)</sup>は鹿児島県南さつま市加世田麓地区の歴史的風致の維持向上に与する伝統的住宅、準伝統的住宅、地域型住宅を対象として、その分布状況と住宅の供給体制や維持管理システムに関する調査から、伝統的住宅の配置・意匠を地域型住宅が継承している割合を明らかにするとともに、地域における住宅の維持管理体制や空き家利活用の仕組みの整備の重要性を指摘している。また、村西ら<sup>9)</sup>は岐阜県飛騨市古川町の伝統的様式を踏襲した「新町家」を対象として、町並みの構成要素

である「新町家」の建設が始まった戦後から現代に至るまでのファサードの発展過程を明らかにしている。この様に地域型住宅の供給・維持管理システムや意匠の発展過程に着目した研究は蓄積されつつあるものの、市街地から周辺集落部までを含めて一つの市町村全域を対象とした悉皆調査により地域型住宅の分布状況や家屋形態の傾向を明らかにした研究は見当たらない。

森林資源の燃料としての利用に関する研究には今野ら<sup>10)</sup>の研究や、原島ら<sup>11)</sup>の研究、佐藤ら<sup>12)</sup>の研究が挙げられ、それぞれの調査対象地域における薪ストーブや薪を使用する暖房の使用率が報告されている。それぞれの調査結果として、今野ら<sup>10)</sup>は山形県最上町を対象とした調査を実施し、回答数1,072件(回答率36.0%)のうち319世帯(10.7%)で暖房用に薪が使用されていると報告し、原島ら<sup>11)</sup>は長野県伊那市西箕輪地区を対象とした調査を実施し、調査当時の世帯数2,500世帯のうち178戸(7.1%)で薪ストーブが使用されていると報告し、佐藤ら<sup>12)</sup>は岩手県北上市口内町を対象とした調査から527世帯中26世帯(4.9%)で暖房用に薪が使用されていると報告している。これらの報告では薪ストーブの使用が地域の里山再生や家庭用エネルギー消費量低減に期待できる効果等が示されている。このように各地域における森林資源の利用実態に関する報告は蓄積されつつあるものの、地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の実態を併せて検討した調査は見当たらない。

### 3.1.3. 調査対象地域の概要

本研究では、調査対象地域として山形県最上郡金山町を選定した。金山町の位置を図3-1-1に示す。金山町は山形県最北部に位置する町であり、町内の約65.5%が森林である東北地方の農山村地域である。積雪深が約2mに及ぶ特別豪雪地帯に指定されており、アメダス金山観測所の平年値(1981～2010年)を参照すると、1月は平均気温-1.7℃、2月は平均気温-1.3℃と寒冷的な気候条件である。金山町は古くから良材「金山杉」を産出する林業地としても知られ、江戸期から植林・育成されてきた長伐期大径木のスギ材の生産に特化した林業地であり<sup>13)</sup>、この金山杉を町内で地産地消する取り組みとして、「金山型住宅」と呼ばれる地域型住宅の普及に取り組んでいる。金山型住宅の普及に至る経緯としては、1963年に当時の町長が提唱した「全町美化運動」に端を発する。その後、1978年から開始された「金山町住宅建築コンクール」や1983年に提唱された「街並み景観づくり100年運動」、その後の「金山町地域住宅(HOPE)計画推進事業」による1986年の「金山町街並み景観条例」の制定により住宅建設に関する補助金交付が開始され、現在に至っている<sup>14)</sup>。金山型住宅の標準仕様を図3-1-2に示す<sup>15)</sup>。金山型住宅は真壁・白壁・スギ板張り・切妻屋根・妻入のデザインコードを基本としており、この仕様に則って住宅を建設する場合には一戸あたり最高80万円の補助金が交付される。このようにして町内の森林資源の地産地消を通じた町並み景観形成に取り組んでいる(写真3-1-1)。また、金山町では薪ストーブ設置に関する補助事業が実施されており<sup>16)</sup>、上限を20万円とした設置費用の1/2が補助される。町内で建設される金山型住宅の建



築用材の全てが町内から産出された木材より調達されている事が明らかにされており<sup>17)</sup>、金山町における地域型住宅は地域の森林資源の建材利用の典型的な事例として位置付けられる。金山町の景観を対象とした研究としては、恵谷ら<sup>18)</sup>や村松<sup>14)</sup>の研究があるが、主に街並み形成に関する住民の景観形成行動や行政施策に関する報告であり、実際に建設された住宅の実態に着目した研究は見当たらない。



図 3-1-1 金山町の位置

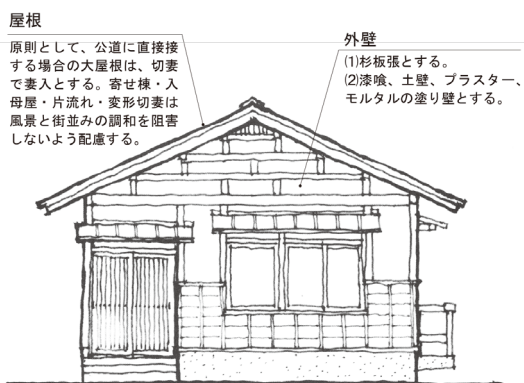


図 3-1-2 金山型住宅の標準仕様  
(参考文献 15 より引用・一部筆者加筆)

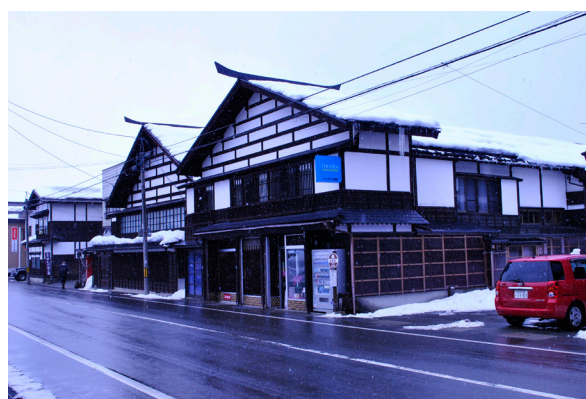


写真 3-1-1 金山町の町並み  
(2016年3月筆者撮影)

#### 3.1.4. 研究方法

金山町内全域の住宅を対象とした悉皆調査を行った。具体的には、奥田ら<sup>17)</sup>の研究結果から地域型住宅を地域の森林資源の建材利用の現代的事例と位置付け、地域型住宅の戸数を確認した。また、薪ストーブ使用住宅を地域の森林資源の燃料利用の現代的事例と位置付け、薪ストーブ使用住宅の戸数を確認した。事前に行った予備調査に基づき、住宅タイプを3類型に、断面構成を3類型に分類した(図3-1-3)。住宅タイプについては住宅の外壁や屋根、基礎に着目し、「地域型」「伝統型」「その他」に分類した。金山型住宅の仕様に則り真壁・白壁・木質素材のいずれかで外壁が構成されており、勾配屋根のものを「地域型」とした。「地域型」以外のもので、茅葺屋根もしくは茅葺屋根に板金を被覆させた屋根であり、基礎が石場建てのものを「伝統型」とした。「地域型」「伝統型」いずれにも属さないものを「その他」とした。住宅の断面構成については、「平屋」「一部2階」「総2階」に分類した。薪ストーブの使用については、主屋の煙突の有無や、主屋周りにおける薪の備蓄の有無を目視により確認して判別した(図3-1-4)。薪の備蓄が主屋周りではなく付属屋周りであるものや、調査期間において煙突を取り外している痕跡が確認されたものに関しては住民に対するヒアリング調査を行い、薪ストーブの使用について確認した。表3-1-1に調査日程を示す。調査は2016年7月21日から7月24日にかけてと、2017年6月2日から6月5日にかけての2回に分けて実施した。住民基本台帳によると金山町は36の小字に分かれているが、分析にあたり小字ごとの地形立地に基づき「市街地」「平地」「山裾」「山間」の4エリアに分類した<sup>19)</sup>。以下にエリア分類の定義を示す。

- ・市街地エリア：台地・段丘の中・高位面のうち、金山町の都市計画区域内
- ・平地エリア：台地・段丘の中・高位面のうち、金山町の都市計画区域外
- ・山裾エリア：山地・丘陵地と台地・段丘との境界域
- ・山間エリア：山間谷底平野で、水系の上流末端部の水源付近

表3-1-2に各小字のエリアの定義を、図3-1-5に各エリアの典型的な空中写真の事例を、図3-1-6に各エリアの典型的な地形立地の事例を示す。調査戸数は市街地エリアが636戸、平地エリアが466戸、山裾エリアが302戸、山間エリアが326戸であり、調査総戸数は1,730戸であった。



図 3-1-3 住宅タイプの分類



図 3-1-4 薪ストーブ使用住宅の判別方法

表 3-1-1 調査日程

小字名	住宅総数	調査日程
下野明、檜台、片貝、安沢、田茂沢、蒲沢、魚清水、稲沢、宮、柳原、下向、入有屋、杉沢、外沢、上中田、下中田、小蟬、漆野、谷口、飛森	714戸	2016年 7月21日 ~24日
十日町、羽場、七日町、内町、山崎、荒屋、三枝、上台、朴山、板橋、長野	1,016戸	2017年 6月2日 ~5日

表 3-1-2 小字のエリア分類

エリア	小字名	住宅総数
市街地	十日町、羽場、七日町、内町	636戸
平地	山崎、荒屋、三枝、上台、下野明、檜台、朴山、板橋、長野	466戸
山裾	片貝、安沢、魚清水、稲沢、小蟬、漆野、飛森	302戸
山間	田茂沢、蒲沢、宮、柳原、下向、入有屋、杉沢、外沢、上中田、下中田、谷口	326戸



図 3-1-5 各エリアの空中写真の事例  
(国土地理院撮影・2013年)

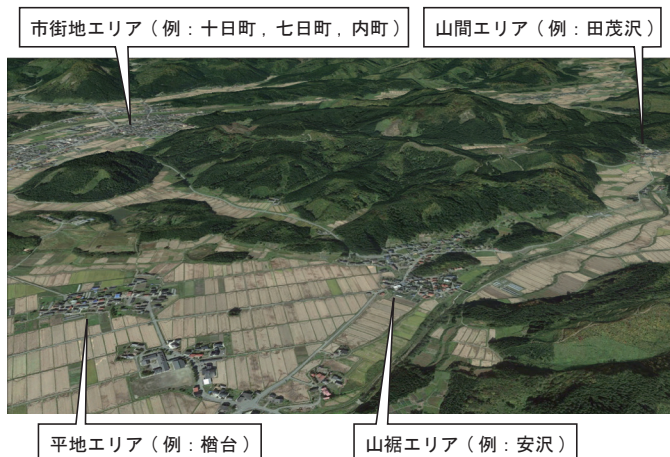


図 3-1-6 各エリアの地形立地の事例  
(Google Earth より作成)

## 3.2. 調査結果

### 3.2.1. 地域型住宅の調査結果

住宅タイプ及び断面構成の調査結果を図3-2-1に示す。住宅タイプ別にみると、地域型が720戸、伝統型が128戸、その他が882戸であった。金山町における地域型住宅は町内の住宅の41.6%を占めている事が明らかになった。全住宅の断面構成の割合をみると、197戸(11.4%)が平屋であり、905戸(52.3%)が一部2階であり、628戸(36.3%)が総2階であった。住宅タイプ別の断面構成は、地域型については一部2階が322戸(44.7%)、総2階が320戸(44.5%)と概ね同数であり、平屋が78戸(10.8%)と少なかった。伝統型については平屋が66戸(50.6%)と約5割を占め、一部2階が50戸(39.0%)であり、総2階が12戸(9.4%)と少なかった。その他については一部2階が533戸(60.4%)と約6割を占め、総2階が296戸(33.6%)であり、平屋が53戸(6.0%)と少なかった。以上の事から、地域型住宅は他の住宅タイプと比べて総2階建てで建設されるケースが多い点の特徴的である事が明らかになった。

地域型住宅の戸数及び割合について上位及び下位3位までの小字の位置を図3-2-2に、小字ごとの住宅タイプの調査結果を図3-2-3に示す。地域型住宅の戸数についてみると、最も多い小字は七日町であり141戸、次いで十日町が87戸、内町が56戸、羽場が45戸、山崎が42戸と多かった。最も少ない小字は長野と上中田であり1戸、次いで外沢が3戸、杉沢が4戸、板橋が5戸、小蟬と魚清水が7戸と少なかった。次に各小字における地域型住宅の割合についてみると、最も高い小字は内町であり72.7%(56戸)、次いで、山崎が60.0%(42戸)、十日町が59.6%(87戸)、田茂沢が58.6%(17戸)、七日町が46.1%(141戸)と高かった。地域型住宅の割合が最も低い小字は上中田であり5.0%(1戸)、次いで長野が7.7%(1戸)、板橋が13.2%(5戸)、外沢が16.7%(3戸)、片貝が21.3%(13戸)と低かった。小字ごとの地域型住宅の断面構成の調査結果を図3-2-4に示す<sup>注5)</sup>。平屋の割合が最も高い小字は朴山であり26.3%(5戸)、次いで羽場が22.2%(10戸)、内町が19.6%(11戸)、下中田が18.8%(3戸)、下向が18.2%(2戸)と高かった。一部2階の割合が最も高い小字は魚清水であり85.7%(6戸)、次いで蒲沢が76.9%(10戸)、三枝が72.7%(16戸)、稲沢が72.4%(21戸)、片貝が69.2%(9戸)と高かった。総2階の割合が最も高い小字は入有屋であり72.7%(8戸)、次いで小蟬が71.4%(5戸)、下中田と漆野が62.5%(下中田10戸、漆野5戸)、柳原が61.1%(11戸)と高かった。以上の事から、地域型住宅は十日町、羽場、七日町、内町といった市街地エリアの小字で戸数、割合ともに多く、市街地から離れた集落部では戸数、割合ともに著しく少ない小字が存在するという実態が明らかになった。また、地域型住宅の断面構成に着目すると、平屋の地域型住宅は市街地エリアと平地エリアの小字で割合が高く、一部2階建ての地域型住宅は平地エリアと山裾エリアの小字で割合が高く、総2階の地域型住宅は山裾エリアと山間エリアの小字で割合が高い事が明らかになった。

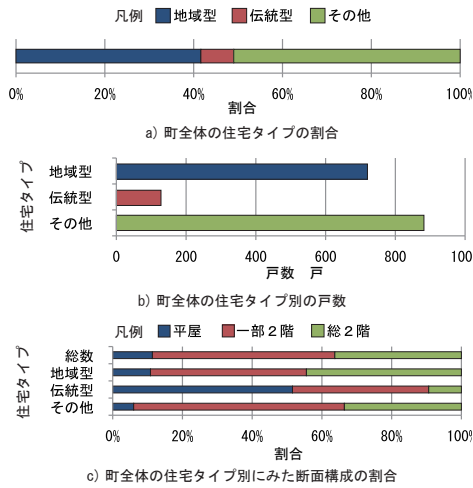


図 3-2-1 住宅タイプ及び断面構成の調査結果

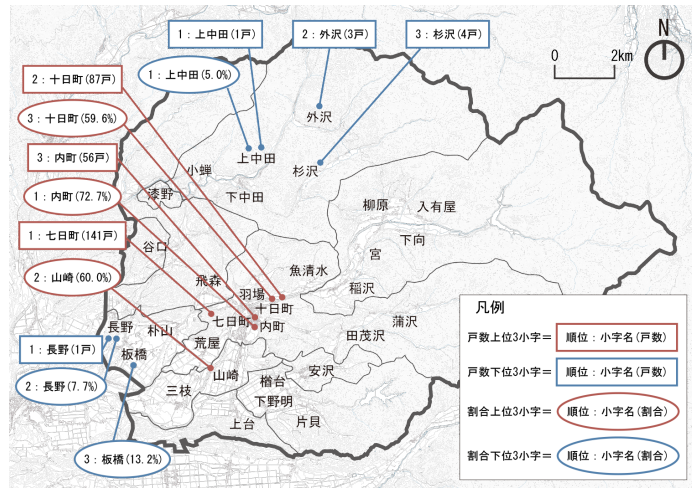


図 3-2-2 地域型住宅の戸数及び割合が上位及び下位3位までの小字の位置

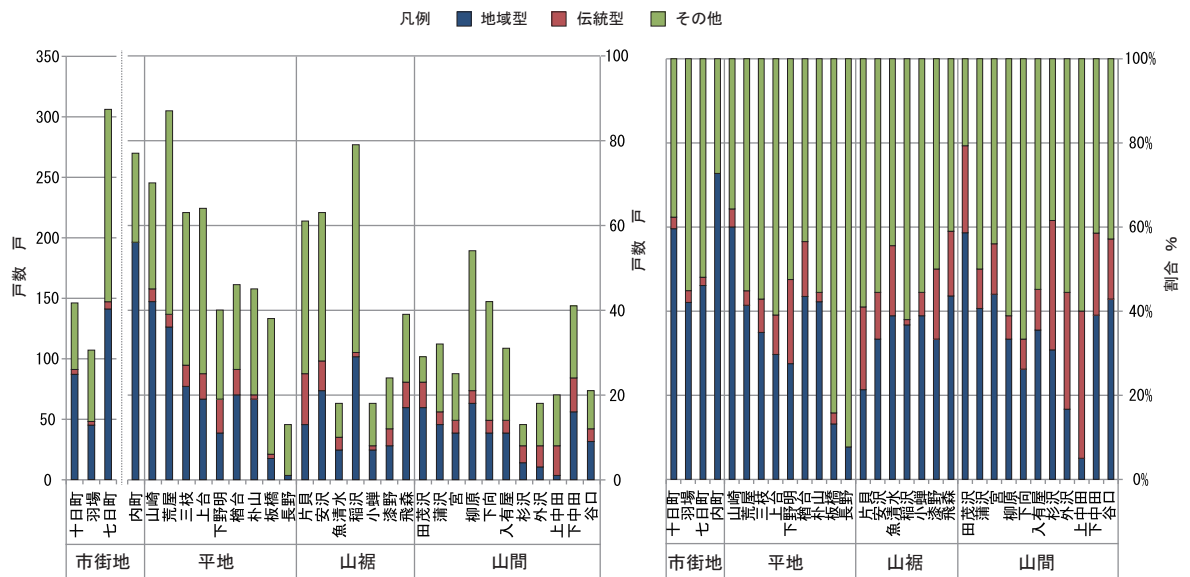


図 3-2-3 小字ごとの住宅タイプの調査結果

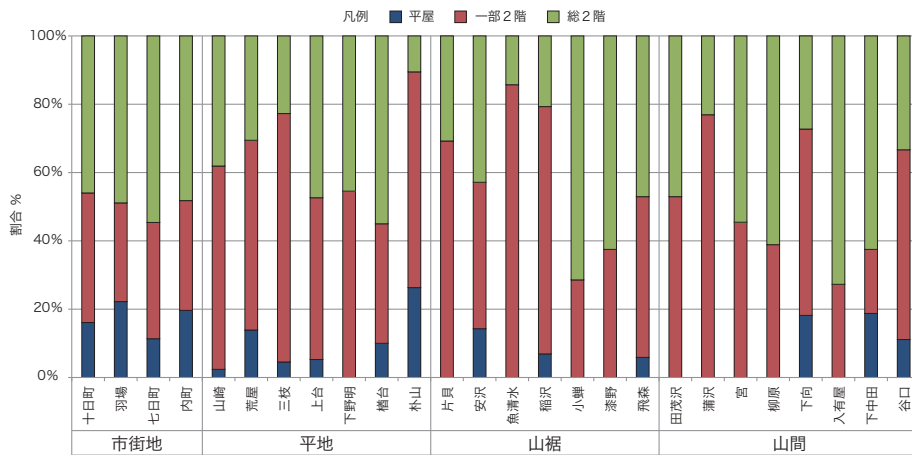


図 3-2-4 小字ごとの地域型住宅の断面構成の調査結果

### 3.2.2. 薪ストーブ使用住宅の調査結果

薪ストーブ使用住宅の調査結果を図3-2-5に示す。町内の全住宅1,730戸の内、199戸(11.5%)で薪ストーブが使用されていた。この割合は既往研究で示された今野ら<sup>10)</sup>や原島ら<sup>11)</sup>、佐藤ら<sup>12)</sup>の結果と比べて高く、金山町は比較的薪ストーブの使用が普及している地域であると考えられる。次に住宅タイプ別の薪ストーブ使用率をみると、伝統型が最も高く26.6%(34戸)であり、その他が10.7%(94戸)、地域型が9.9%(71戸)と次ぐ。金山町全体でみると、伝統型で薪ストーブ使用率が高い事に対し地域型住宅においては薪ストーブ使用率が相対的に低い事が明らかになった。

薪ストーブ使用住宅の戸数及び割合について上位及び下位3位までの小字の位置を図3-2-6に、小字ごとの薪ストーブ使用住宅の調査結果を図3-2-7に示す。薪ストーブ使用住宅の戸数についてみると、最も多い小字は七日町であり24戸、次いで十日町が16戸、下中田が13戸、羽場、荒屋、安沢、下向、田茂沢、杉沢が11戸、山崎と柳原が10戸と多かった。薪ストーブ使用住宅の戸数が最も少ない小字は長野と漆野であり0戸、次いで蒲沢、入有屋、魚清水、小蟬が1戸、下野明、谷口、朴山が2戸、片貝、檜台、飛森、板橋が3戸、内町、上台、宮が4戸と少なかった。薪ストーブ使用率についてみると、最も使用率が高い小字は杉沢であり84.6%(11戸)、次いで上中田が45.0%(9戸)、田茂沢が37.9%(11戸)、下中田が31.7%(13戸)、外沢が27.8%(5戸)と高かった。薪ストーブ使用率が最も低い小字は漆野と長野であり0.0%(0戸)、次いで蒲沢が3.1%(1戸)、入有屋が3.2%(1戸)、朴山が4.4%(2戸)、片貝が4.9%(3戸)と低かった。薪ストーブ使用住宅戸数が比較的多かった市街地の十日町、羽場、七日町の使用割合についてみると、十日町が11.0%、羽場が10.3%、七日町が7.8%であり、全住宅における平均値と比較してみると総じて低かった。以上の事から、金山町において薪ストーブは市街地から集落部までの約1割の住宅で使用されており、集落部の特に山間エリアの小字で使用率が高く、市街地では使用率が相対的に低いという実態が明らかになった。

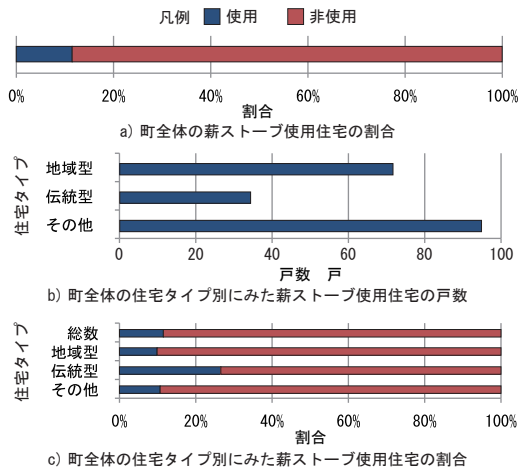


図 3-2-5 住宅タイプ別の薪ストーブ使用住宅の調査結果

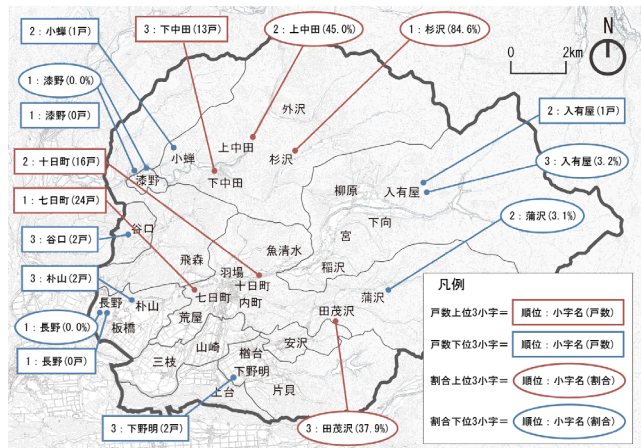


図 3-2-6 薪ストーブ使用住宅の戸数及び割合が上位及び下位3位までの小字の位置

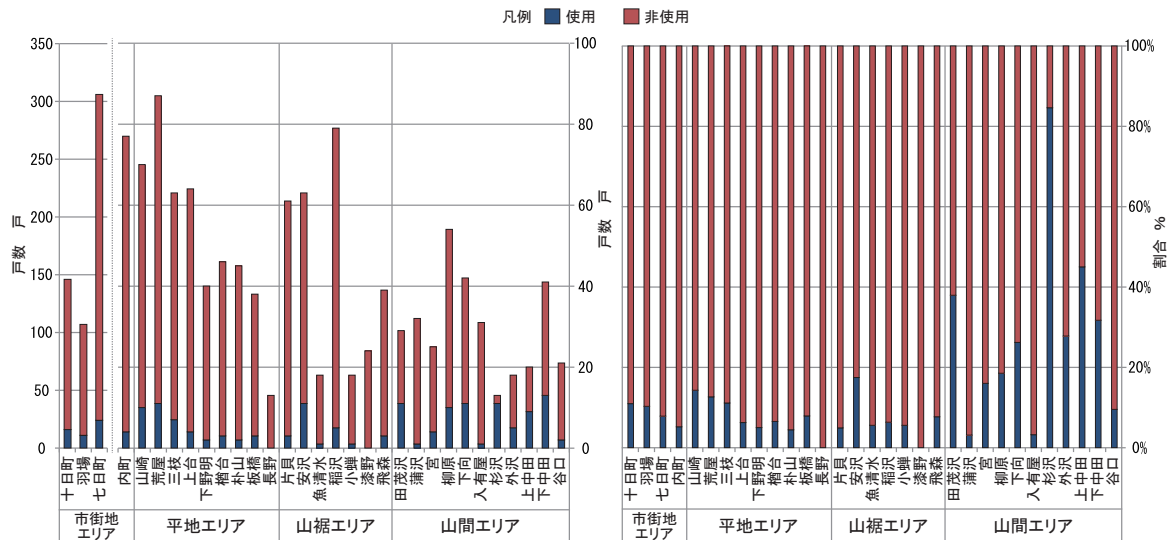


図 3-2-7 小字ごとの薪ストーブ使用住宅の調査結果

### 3.2.3. 薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果

薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果の一覧を表 3-2-1 に示す。薪の調達方法や薪ストーブの使用方法に関する内容を調査し、合計 32 件の証言が得られた。まず、現在の使用に関する調査結果をみると、主屋以外の納屋やビニールハウスで、山菜の灰汁抜きやくじらもちを蒸かすための調理用やビニールハウスの保温用など農業用として使用しているケースが 10 件と少なくない。また、薪を自家で所有する山林から調達しているという証言は 4 件得られたが、建築廃材や端材を使用しているケース（5 件）や、採取した枯れ枝を使用しているケース（2 件）、親戚から譲り受けた薪を使用するケース（1 件）、林業関係の仕事で発生する間伐材を使用するケース（1 件）等も確認された。薪ストーブの使用理由については、石油ストーブよりも暖かい、暖まりが早いなどの証言が得られた。

過去の使用に関する結果をみると、かつて薪ストーブを使用していたという証言は約 50 年前から約 10 年前までと様々であり、一定の傾向は見出せなかった。住宅の暖房については、囲炉裏から薪ストーブへと変化し、その後石油ストーブへと変化したという証言が得られた。住宅を増築した際に暖房機器を薪ストーブから石油ストーブに変更したという証言も得られた。昭和 40 年代までは薪ストーブを使用している世帯も多かったが、度々薪ストーブが出火元となる火事も発生していたという薪ストーブ使用の問題点に関する証言が得られた。この他に、薪の調達については集落の共有林から調達していたケースや、営林署の山（現在の国有林）から調達していたケースがあった。

以上から、金山町での薪ストーブ使用については、時期は定かではないが概ね減少傾向にあるものと考えられる。一方で現在でも農業用や調理用に使用されているケースは少なく、薪を利用する文化や習慣は暖房以外の用途として継承されているケースもある。薪については、自家で所有する山林から調達する世帯もあるが、廃材や採取した枯れ枝を使用している世帯もある。



表 3-2-1 薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果一覧

現在の使用
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 薄板の銅板製の薪ストーブを使用している。すぐ暖まり、消火も早い点が良い（燃焼している薪に灰をかけておくと消火できる）。1年から2年毎に薪ストーブを買い替えている。建築関係の仕事をしており、燃料は廃材や端材を利用している他、倒木を貰ってきている。(羽場52)</li> <li>・ 大工をしており、薪は端材を利用している。給湯用の薪ボイラーも使用している。(七日町352)</li> <li>・ ビニールハウスで薪ストーブを使用している。春にくじら餅を作る（ふかす）時にだけ納屋で薪ストーブを使用している。薪は杉の枯れ枝を使用している。(長野1)</li> <li>・ 1年に2棚程度薪を使用する。山林を所有しており、薪はスギの間伐材を自分で伐採している。(野中4)</li> <li>・ 薪は親戚から全て原木の状態で購入しており、自分で割っている。(上台28)</li> <li>・ 納屋でゼンマイの灰汁抜き用に薪ストーブを使用している。(菅越1-1)</li> <li>・ 石油ストーブより薪ストーブの方が湿度を保てる。(安沢14)</li> <li>・ 納屋で使用している。(安沢61)</li> <li>・ 納屋で使用している。(片貝B35)</li> <li>・ 納屋で山菜の灰汁抜き用に薪ストーブを使用している。(稲沢56)</li> <li>・ 現在は納屋で山菜の灰汁抜き用に薪ストーブを使用しており、薪は廃材である。(羽場田屋2)</li> <li>・ 毎年自家所有山林からスギを伐り出し、薪にしている。(焼山3)</li> <li>・ 町(20万円)と県(10万円)の補助金を利用して鋳鉄製の薪ストーブと屋根から出すタイプの煙突を導入した。冬は薪ストーブを設置している部屋をメインで使う。(杉沢13)</li> <li>・ 豪雪地であるため、雪害により倒れるスギがある。それを山出しして、薪材とする事が多くなった。昭和30年あたりに、囲炉裏の上にドラム缶を設置し湯沸かしをする装置が流行した。しかし夏にも囲炉裏で薪を焚かなくてはならず暑さに耐えられないので、ソーラー式の湯沸かし器に変えた。1999年に主屋を大改修する際、冬期だけでも薪ストーブの熱で湯沸かしを出来るよう、の外側に水がまわり湯沸かしを出来る設備を導入した。薪ストーブはオイルショックの際に一時期町の中でも増加したが、そのうちまた石油ストーブを使う家が増えた。最近新築される家には薪ストーブを設置する家が増えてきていると聞いている。(杉沢2)</li> <li>・ 現在は小屋で使っている。(宮3)</li> <li>・ 山菜の灰汁抜きに使っている。(地境11)</li> <li>・ 廃材を薪にしている(地境4)</li> <li>・ ペレットは安く買えるけど、暖まるまで時間がかかる。薪の乾燥には時間がかかるため、備蓄を切らさないことが大切。(栃ノ木番号不明)</li> <li>・ 薪ストーブは農業用に使っている。(一の倉1)</li> <li>・ 薪は廃材を貰うのと、枯れ枝を拾ってきている。(柳原田尻50)</li> <li>・ ビニールハウスで薪ストーブを使用している。(谷口10)</li> <li>・ 林業関係の仕事をしており、仕事で発生する間伐材を薪として利用している。(谷口16)</li> <li>・ 自家所有山林から薪を調達している。(田茂沢7)</li> </ul>
過去の使用
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過去には主屋でも納屋でも使用していた。(朴山36)</li> <li>・ 昔は集落総出で村の共有林から薪を調達し、集落内に分配していた。(漆野2-7)</li> <li>・ 約40年前まで薪ストーブを使用しており、薪は営林署の山(現在の国有林)から調達していた。(稲沢2-2)</li> <li>・ 納屋で山菜の灰汁抜き用に使用していた。(安沢13)</li> <li>・ 暖房は囲炉裏から薪ストーブ、石油ストーブに変化した。(羽場田屋2)</li> <li>・ 壁出しの煙突では煙が逆流するため不便であった。(杉沢13)</li> <li>・ 20～25年前までは薪ストーブを使っていた。(宮3)</li> <li>・ 30～40年前までは薪ストーブを使っていた。主屋を増築した際に石油ストーブに変えた。(地境9)</li> <li>・ 40年くらい前に石油ストーブに変えた。(地境12)</li> <li>・ 石油から薪ストーブにした。昭和40年代は薪ストーブが多かったが、度々火事も発生した。(栃ノ木番号不明)</li> <li>・ 約50年前までは薪ストーブを使っていた。(蒲沢10)</li> <li>・ 約10年前まで薪ストーブを使っていた。燃料は自家山林調達と建築廃材であった。(下中田20)</li> </ul>

### 3.3. 考察

金山町における地域型住宅は十日町や七日町といった市街地エリアの小字に多く、地域型住宅の断面構成は、小字ごとに傾向が異なる。また、金山町における薪ストーブ使用住宅は市街地よりも集落部の特に山間エリアの小字に多く、地域型住宅においては薪ストーブ使用率が相対的に低い。薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果からは、金山町において住宅内の暖房用としての薪ストーブ使用は概ね減少傾向にありつつも、住宅外での調理用や農業用として薪ストーブ使用が継承されているケースが少なくない。そこで、このような地域特性について考察する。

#### 3.3.1 エリアごとにみた地域型住宅と薪ストーブ使用住宅

エリア別にみた住宅タイプの調査結果を図 3-3-1 に示す。また、エリア別にみた薪ストーブ使用住宅の調査結果を図 3-3-2 に示す。地域型住宅の割合をみると（図 3-3-1）、市街地エリアでは 51.7%(329 戸）が地域型住宅であり、5 割以上を占める戸数が普及している。一方、集落部における地域型住宅の割合は平地エリアでは 37.6%(175 戸）、山間エリアでは 35.0%(114 戸）、山裾エリアでは 33.8%(102 戸）と市街地エリアに比べて低い。一方、薪ストーブ使用率をみると（図 3-3-2）、山間エリアが最も高く 23.9%(78 戸）であり、平地エリアが 9.0%(42 戸）、市街地エリアが 8.6%(55 戸）、山裾エリアが 7.9%(24 戸）となっている。以上のことから、金山町における森林資源の地産地消は、建材については市街地エリアが中心であり、燃料については山間エリアが中心である事が明らかになった。

次に、エリア別にみた地域型住宅の断面構成別の調査結果を図 3-3-3 に示す。市街地エリアでは平屋が 15.5%(51 戸）、一部 2 階が 34.0%(112 戸）、総 2 階が 50.5%(166 戸）であり、平地エリアでは平屋が 8.6%(15 戸）、一部 2 階が 57.1%(100 戸）、総 2 階が 34.3%(60 戸）であり、山裾エリアでは平屋が 5.9%(6 戸）、一部 2 階が 56.9%(58 戸）、総 2 階が 37.3%(38 戸）であり、山間エリアでは平屋が 5.3%(6 戸）、一部 2 階が 45.6%(52 戸）、総 2 階が 49.1%(56 戸）

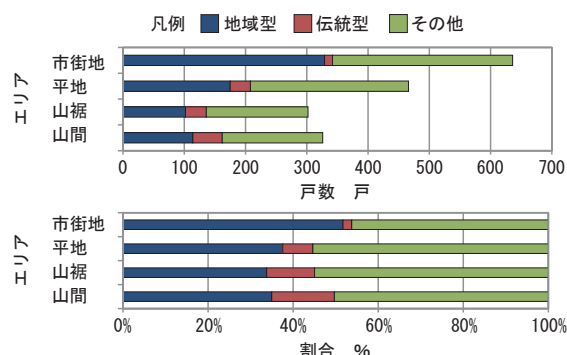


図 3-3-1 エリアごとにみた住宅タイプの調査結果

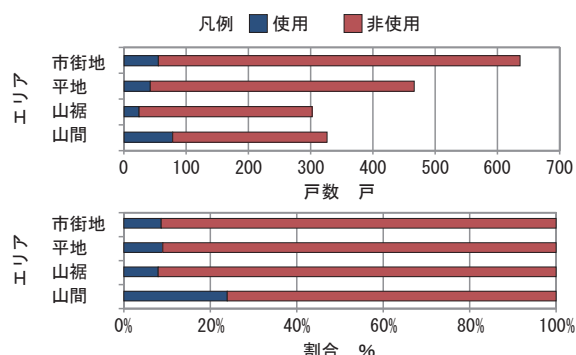


図 3-3-2 エリアごとにみた薪ストーブ使用住宅の調査結果

となっている。金山町における地域型住宅はエリアごとに家屋形態の傾向が異なり、市街地エリアと山間エリアでは総2階建ての割合が高く、平地エリアと山裾エリアでは一部2階建ての割合が高く、市街地エリアでは平屋が比較的多い事が明らかになった。

### 3.3.2. エリアごとにみた薪ストーブ使用地域型住宅

次に、建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅としての典型像である薪ストーブを使用する地域型住宅（以下、薪ストーブ使用地域型住宅という。）に着目する。エリア別にみた薪ストーブ使用地域型住宅の調査結果を図3-3-4に示す。金山町における地域型住宅の薪ストーブ使用率は、町全体としてみると9.9%(71戸)と他の住宅タイプと比較して低い事を前章において指摘したが、エリア別にみると山間エリアでは19.3%(22戸)と比較的高い割合で薪ストーブが使用されている事が明らかになった。市街地エリアでは8.2%(27戸)、平地エリアでは7.3%(11戸)、山裾エリアでは10.8%(11戸)の使用率となっており、市街地エリア及び平地エリアでの使用率が特に低い。森林資源の建材利用の事例である地域型住宅には、燃料利用の事例である薪ストーブの導入は積極的に検討されていなかった可能性が想定される。

次にエリア別にみた薪ストーブ使用伝統型住宅の調査結果を図3-3-5に示す。町全体としてみると伝統型住宅の薪ストーブ使用率は26.6%(34戸)と他の住宅タイプと比較して高い事を前章において指摘したが、エリア別にみた際には戸数、割合ともに山間エリアにおいて47.9%(23戸)と著しく高い事が明らかになった。以上の事から、山間エリアの伝統型住宅での暖房器具として薪ストーブが一般的に使用されてきた事が伺える。加えて、森林に隣接している山間エリアの集落では、自家で山林を所有する世帯が多いものと想定され、燃料の自家調達が比較的容易な環境条件にあるものと考えられる。以上のような社会的・文化的背景が山間エリアにおける地域型住宅の薪ストーブ使用に影響を及ぼしている可能性が高く、薪ストーブの使用が現代まで継承されてきたものと考えられる。

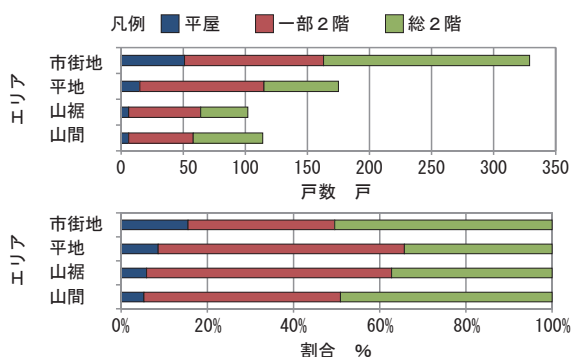


図3-3-3 エリアごとにみた地域型住宅の断面構成の調査結果

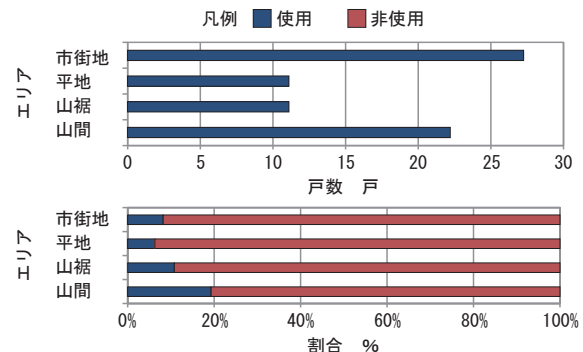


図3-3-4 エリアごとにみた薪ストーブ使用地域型住宅の調査結果

### 3.3.3. 総2階建て地域型住宅に関する考察

次に、薪ストーブ使用地域型住宅の家屋形態に着目する。エリア別にみた薪ストーブ使用地域型住宅の断面構成の調査結果を図3-3-6に示す。全体的に総2階建ての割合が高く、特に山間エリアにおいては総2階建ての割合が68.2%(15戸)と約7割を占めている事が明らかになった。図3-3-7に住宅タイプ別にみた薪ストーブ使用住宅と薪ストーブ非使用住宅の断面構成の調査結果を示す。伝統型とその他では、薪ストーブ使用住宅と薪ストーブ非使用住宅における断面構成の割合は概ね同様である。一方、地域型では薪ストーブ使用住宅において総2階建ての割合が最も高く59.2%(42戸)と約6割を占めている事が明らかになった。

薪ストーブ使用地域型住宅は山間エリアに割合が高く立地しており、総2階建てであるケースが多い。一方で、総2階建ての地域型住宅は市街地エリアにも割合が高く立地している。総2階建ての地域型住宅には基礎が石場建てのものも含まれており、その様な地域型住宅は建築年代が古いものと推定される。そこで、総2階建て地域型住宅の歴史的経緯に関する考察を行う。図3-3-8に総2階建て地域型住宅の基礎に関する調査結果を示す。金山町における総2階建て地域型住宅は320戸であり、その内基礎が石場建てのものは34戸である。エリア別にみると市街地エリアでは166戸中21戸(12.7%)、平地エリアでは60戸中1戸(1.7%)、山裾エリアでは38戸中3戸(7.9%)、山間エリアでは47戸中9戸(16.1%)である。図3-3-9にこれらの基礎が石場建てである総2階建て地域型住宅の屋根について、1976年に撮影された空中写真<sup>注5)</sup>から切妻屋根であるか寄棟茅葺屋根であるかの判別を行った結果を示す(図3-3-10)。市街地エリアでは16戸が切妻屋根であり、1戸が寄棟茅葺屋根であり、4戸が判別不可であった。平地エリアでは1戸が切妻屋根であった。山裾エリアでは3戸が切妻屋根であった。山間エリアでは1戸が切妻屋根であり、5戸が寄棟茅葺屋根であり、3戸が判別不可であった。石場建ての総2階建て地域型住宅は金山町における地域型住宅普及の契機となる1978年から開始された金山町住宅建築コンクールや1986年の「金山町街並み景観条例」制定以前に建設されていたものであり、その住宅は市街地エリアに16戸と最も多く現存する事が明らかになった。ここで金山町地域住宅(HOPE)計画策定調査報告書<sup>20)</sup>及び金山町史<sup>13)</sup>を参照すると、金山町における伝統住宅として農家住宅と

町家住宅の2つのタイプが存在する事が報告されている。農家住宅は平屋建てかつ平入の寄棟茅葺屋根(写真3-3-1)である。一方、町家住宅は総2階建てかつ妻入の切妻屋根(写真3-3-2)であり、両者は家屋形態が大きく異なる。現在金山町において広く普及している総2階建ての地域型住宅は市街地エリアに位置する伝統的な町家住宅のデザインを踏襲している可能性が高い。そ

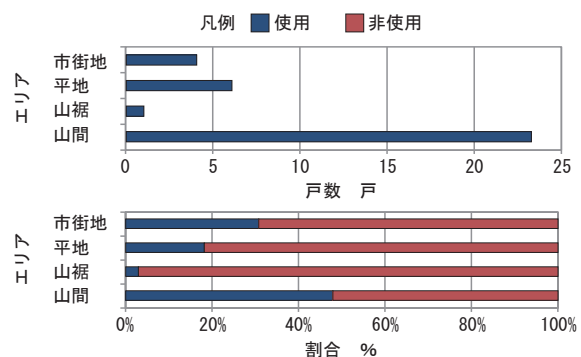


図3-3-5 エリアごとにみた薪ストーブ使用伝統型住宅の調査結果

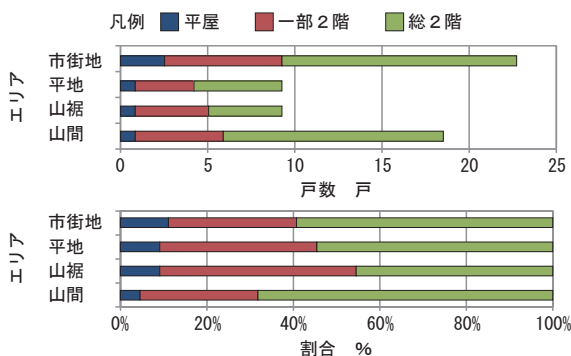


図 3-3-6 エリアごとにみた  
薪ストーブ使用地域型住宅の断面構成

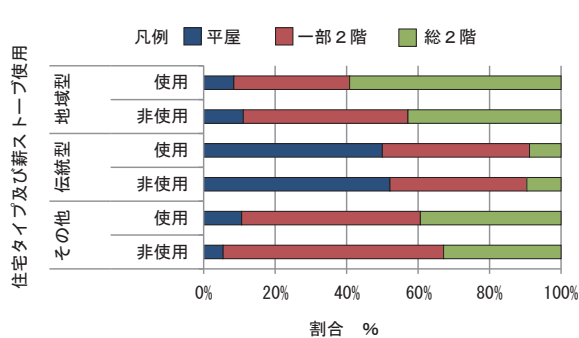


図 3-3-7 薪ストーブ使用住宅と  
非使用住宅の断面構成の比較結果

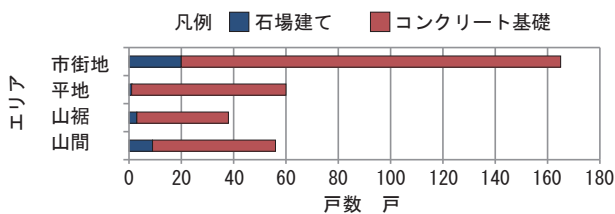


図 3-3-8 総2階建て地域型住宅の  
基礎に関する調査結果

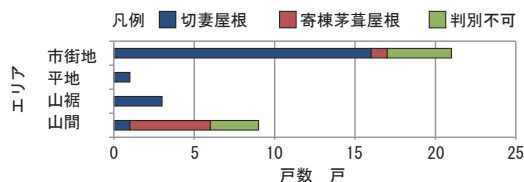


図 3-3-9 石場建て総2階建て  
地域型住宅の屋根に関する調査結果

		外観写真	2013年の空中写真	1976年の空中写真
屋根の判定	切妻から変化無し			
	寄棟茅葺→切妻			

図 3-3-10 空中写真による屋根の仕様に関する判別

して、平地エリアから山間エリアの集落部には元々総2階建ての住宅形態は存在していなかった、或は希少な存在であった可能性を指摘できる。また、山間エリアにおける石場建ての総2階建て地域型住宅の内、1976年の空中写真において寄棟茅葺屋根であったものは、茅葺屋根を撤去し2階部分を切妻屋根として増築し総2階建てにしたものであると推察される。一方で、金山町地域住宅（HOPE）計画策定調査報告書<sup>20)</sup>では、今後の住宅のあり方として「積雪及び排雪に対応し、美しい屋根の形を決めること」を目的として、地域住宅モデルの基本的な考え方の一つとして「落雪及び排雪を考慮した屋根形態」が提案されている。また「金山町標準モデル住宅」の一つとして「総2階建てを原則とし、形態から暖房負荷のミニマムを求める事」とし、切妻屋根・妻入のデザインが提案されている（図3-3-10）。即ち、現在金山町で普及している総2階建ての地域型住宅は伝統的な町家住宅のデザインを踏襲する事のみを目的としている訳ではなく、主に冬季における住宅の維持管理や暖房効率を考慮した結果である事が伺える。以上から、金山町における総2階建て・切妻屋根・妻入の地域型住宅は、助成金交



写真 3-3-1 金山町における伝統的な農家住宅の外観（参考文献 20 より引用）



写真 3-3-2 金山町における伝統的な町家住宅の外観（参考文献 13 より引用）

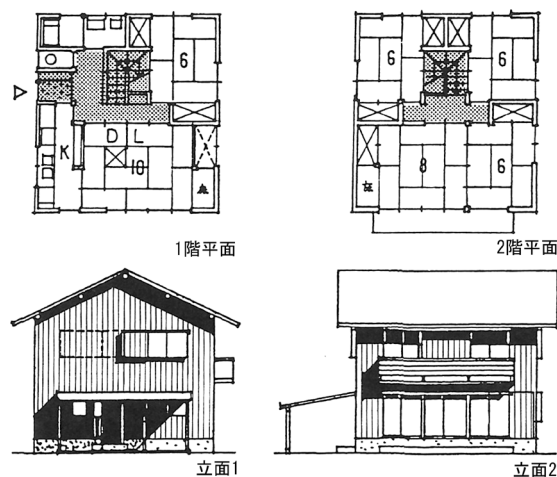


図 3-3-10 「金山町標準モデル住宅」の一例  
（参考文献 19 より引用・一部筆者加筆）

付の基準となる景観条例<sup>15)</sup>に謳われた「伝統的な家並みの連続感を保つため」という目的とともに、冬季が寒冷かつ積雪量の多い気候条件において放射式暖房器具である薪ストーブを使用する事により雪下ろしの簡便化及び住宅の暖房効率の向上を図った結果、総2階建ての地域型住宅が市街地エリア以外にも普及した可能性が高いものと考えられる。

### 3.4. 第3章のまとめ

地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の実態及び相互関係を明らかにする事を目的として、山形県金山町を調査対象地域とした住宅の悉皆調査を行い、以下の知見を得た。

- ① 建材利用の事例である地域型住宅は町全体の41.6%(720戸)の割合、燃料利用の事例である薪ストーブ使用住宅は町全体の11.5%(199戸)の割合である。
- ② 地域型住宅は市街地エリアにおいて最も多く51.4%(330戸)の割合である。薪ストーブ使用住宅は山間エリアにおいて最も多く23.9%(78戸)の割合であり、エリアごとに森林資源の利用傾向が異なる。
- ③ 地域型住宅の断面構成に着目すると、全体としては一部2階建てと総2階建ての割合が同程度であるが、平地エリアと山裾エリアでは一部2階建ての割合が高く、市街地エリアと山間エリアでは総2階建ての割合が高く、エリアごとに地域型住宅の家屋形態が異なる。また、地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の関係を検証し、以下の知見を得た。
- ④ 地域型住宅における薪ストーブ使用率は9.9%(71戸)と町全体の薪ストーブ使用率と比較して低く、森林資源の建材利用の普及において、燃料利用は積極的に導入されていない。
- ⑤ 燃料の調達が容易であると想定される山間エリアの地域型住宅では19.3%(22戸)と比較的高い割合で薪ストーブが使用されており、山間エリアにおける山林利用の文化的背景と薪を得やすい環境条件が影響を及ぼしている。
- ⑥ 薪ストーブを使用する地域型住宅は総2階建てである割合が高く、景観条例に謳われた街並みの連続性への配慮の他にも雪下ろしの簡便化や暖房効率の向上といった金山町の冬季に寒冷かつ積雪量の多い気候条件に対応する事を意図して普及した可能性が高い。
- ⑦ 集落部において総2階建ての家屋形態は地域型住宅の普及が推進される以前には基本的に存在しておらず、現在集落部に立地している総2階建ての地域型住宅には町家住宅と農家住宅の住宅様式が混在しているものも含まれている。

以上から、森林資源の地産地消は、補助事業とデザインコードの設定により建材利用が、薪を得やすい環境条件により燃料利用が推進される事が明らかになった。一方で、同じ町においてもエリアごとに森林資源の利用傾向が異なる事、暖房効率向上等の意図も含まれつつ、市街地エリアと集落部エリアの住宅様式が混在した地域型住宅もある一定数普及しているという事が課題として指摘された。

### 第3章 脚注・参考文献一覧

#### 脚注

- 注1) ここでいう「地域材住宅」とは、嶋瀬<sup>1)</sup>の研究では「近隣地域で生産された木材」を用いて「概ね施工者が宿泊を伴わずに通勤できる範囲」に住宅を建設する範囲としている。また、安村<sup>2)</sup>の研究では「地元産の木材を構造部に使用した住宅」を「地域材住宅」としており、高嶋ら<sup>3)</sup>の研究では「地元あるいは近くの山の木」を「地域材」と定義している。つまり「地域」の範囲について明確な定義が存在していないのが現状であるが、本研究で第2項以降に用いる「地域」とは一つの市町村内、即ち山形県最上郡金山町内を指す事とする。
- 注2) 建築物の悉皆調査に基づき重要伝統的建造物群保存地区を対象とした研究には、例えば宿場町である長野県檜川村奈良井の歴史的景観の変容に着目した大島<sup>4)</sup>の研究や、山間集落である徳島県東祖谷山村落合集落の農家住宅の歴史的変遷に着目した三浦ら<sup>5)</sup>の研究がある。
- 注3) 建築物の悉皆調査に基づき都心部に形成された伝統的な町並みを対象とした研究には、例えば都心部を対象としたものに京都市の京町家の外観的特徴に着目した三村ら<sup>6)</sup>の研究があり、地方都市を対象としたものに新潟市中央区旧新潟町の歴史的建造物の残存状況と外観的特徴を捉えた渡辺ら<sup>7)</sup>の研究がある。
- 注4) 地域型住宅の総戸数が5戸以下の小字は、小字ごとにみた際の集計結果から除外した。
- 注5) 国土地理院撮影の空中写真を調査資料として用いた(1978年10月22日、1978年10月23日撮影)。

#### 参考文献

- 1) 嶋瀬拓也：地域材による家造り運動の現状と今日的意義 産直住宅運動との対比において，林業経済，54(14)，pp. 1-16，2002.
- 2) 安村直樹：地域材住宅事業にみる上下連携の成果 宮崎県諸塚村産直住宅プロジェクトを事例に，林業経済，57(3)，pp. 1-14，2004.
- 3) 高嶋沙里，中山徹：業種間連携による地域材を活用した家づくりと組織体制，日本家政学会誌，57(6)，pp. 421-430，2006.
- 4) 大島規江：伝統的建造物群保存地区における歴史的景観の変容 長野県檜川村奈良井を事例として，日本建築学会計画系論文集，581(0)，pp. 61-66，2004.
- 5) 三浦要一，増井正哉：山間集落における農家住宅の住空間の変容 徳島県東祖谷山村落合集の事例，日本家政学会誌，56(5)，pp. 317-328，2005.
- 6) 三村浩史，リムボン，尹考鎮，橋本清勇：京町家の外観類型別分布特性からみた町並みの保存・継承に関する研究，日本建築学会計画系論文報告集，450(0)，pp. 113-119，1993.
- 7) 渡辺篤史，岡崎篤行：旧新潟町における歴史的建造物の残存状況と外観特性 丁字型及び竪屋町家を中心とした町並みに着目して，日本建築学会計画系論文集，81(720)，pp. 369-376，2016.
- 8) 益尾孝祐，後藤治，三井所清典(2017)：歴史的風致維持向上の観点からみた現状の地域住宅生産システムの実態に関する研究 鹿児島県南さつま市加世田麓地区を事例として，日本建築学会計画系論文集，82(738)，pp. 1967-1976，2017.
- 9) 村西真一，岡崎篤行，小柳健：伝統的様式を継承した現代の町家におけるファサードの発展過程 飛騨古川の「新町家」に着目して，日本建築学会計画系論文集，75(650)，pp. 883-888，2010.
- 10) 今野夏輝，三浦秀一：山間都市における住宅の薪利用状況と普及に関する研究 山形県最上町における調査結果，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp. 773/774，2010.



- 11) 原島義明, 寺田徹, 山本博一, 木平英一:長野県伊那市における薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態, ランドスケープ研究, 77(5), pp. 575-578, 2014.
- 12) 佐藤恵利, 山本信次:北上市口内町における薪利用の現状と課題, 東北森林科学会誌, 21(2), pp. 56-59, 2016.
- 13) 金山町:金山町史, 1988.
- 14) 村松真:農山村における景観形成施策の特色 山形県金山町の景観づくりを事例として, 農業経済研究報告, 33, pp. 67-82, 2002.
- 15) 金山町:美しい風景と街並みをつくる案内書, 2014.
- 16) 金山町:金山町木質バイオマス利用拡大支援事業補助金交付要綱, 2012.
- 17) 奥田裕規, 久保山裕史, 鹿又秀聡, 安村直樹, 村松真:金山町における「住宅用木材の自給構造」の成立要因, 日本林學會誌, 86(2), pp. 144-150, 2004.
- 18) 恵谷浩子, 村松真, 麻生恵:農村地域における景観形成に関わる住民の認識と行動の構造化, ランドスケープ研究, 70(5), pp. 575-578, 2007.
- 19) 日本建築学会:図説集落 その空間と計画, 都市文化社, pp. 103-108, 1989.
- 20) 金山町:金山町地域住宅(HOPE)計画策定調査報告書 金山・杉のふるさと 雪のふる街 木のすまい, pp. 47-72, 1985.



## 第4章 薪ストーブ使用時に形成される 木造戸建住宅の室内温熱環境の実測調査

---

### はじめに

現代の一般家庭における森林資源の燃料としての利用方法として、薪ストーブによる暖房があげられる。一方で、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する学術的蓄積は乏しいのが現状である。本章では調査対象地域である金山町において薪ストーブを使用する住宅に形成される室内温熱環境の実測調査から、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態に関する基礎的な知見を得る事を目的としている。また、住宅の家屋形態や熱的性能を踏まえた分析を行う事により、薪ストーブによる暖房と金山町における地域型住宅の関係性について考察を行う。

第1節では、研究の概要を提示する。薪ストーブに着目した既往研究を整理し本研究の立脚点を明らかにするとともに、研究方法と調査対象の概要について述べる。

第2節では、薪ストーブの使用に関する用語の定義及び使用パターンの推定結果を示し、分析対象とする代表日と時間帯の選定を行う。

第3節では、第2節で選定した代表日における気温、グローブ温度、相対湿度及び重量絶対湿度の日変動を示し、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態を把握する。

第4節では、調査期間に得られた全ての室内温熱環境の測定結果から、住宅タイプ別にみた室内温熱環境の分析を行うとともに、家屋形態・熱的性能を踏まえた分析から、金山町における地域型住宅と薪ストーブによる暖房の関係性について考察を行う。



## 4.1. 研究の概要

### 4.1.1. 研究の背景と目的

国土面積の約66%が森林であり森林資源の蓄積量が年々増加傾向にある日本において、木質バイオマス資源の活用は意義が深い。近年、低炭素社会の実現や環境志向の高まりから薪ストーブ<sup>注1)</sup>やペレットストーブに代表される木質バイオマス燃焼機器を用いた暖房に注目が集まりつつある。特に薪ストーブは燃料の調達が比較的容易であり仕組みがシンプルであるため、日本の一般家庭における木質バイオマス燃焼機器としては最も一般的であると考えられる。また、薪ストーブは電源が不要であるため災害時の暖房機器としても有効である。一方で薪ストーブは、エアコンや石油ファンヒーターとは異なり室温設定や熱出力の設定が容易ではなく<sup>注2)</sup>、実際に形成される室温やその安定性については十分に明らかにされていない。薪ストーブや薪を使用する暖房の使用実態に関する研究としては以下のものがあげられる。全国規模を対象とした根本ら<sup>1)</sup>によれば、日本における薪ストーブ使用率は全世帯の1.5%にあたる約78万世帯と推計され、使用予定あるいは関心を持つ世帯を含めると全世帯の20%を越えており、薪ストーブ利用世帯は今後増加する可能性が示されている。その他にも、山形県最上郡最上町を対象とした今野ら<sup>2)</sup>の研究や、岩手県西和賀町を対象とした齋藤<sup>3)</sup>の研究、長野県伊那市西箕輪地区を対象とした原島ら<sup>4)</sup>の研究、岩手県北上市口内町を対象とした佐藤ら<sup>5)</sup>の研究があり、それぞれの調査対象地域における薪ストーブや薪を使用する暖房の使用率をみると、山形県最上郡最上町では回答数1,072件(回答率36.0%)のうち319世帯(10.7%)で暖房用に薪が使用されており<sup>2)</sup>、岩手県西和賀町では回答数1,034件(回答率43.1%)のうち29.5%で薪ストーブが使用されており<sup>3)</sup>、長野県伊那市西箕輪地区では調査当時の世帯数2,500世帯のうち178戸(7.1%)で薪ストーブが使用されており<sup>4)</sup>、岩手県北上市口内町では527世帯中26世帯(4.9%)で暖房用に薪が使用されている<sup>5)</sup>。これらの研究ではこの他に薪の調達方法や薪の使用量等といった実態や、地域の里山再生に及ぼす効果等が示されているものの、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態は調査されていない。

薪ストーブ使用時の室内温熱環境に着目した研究としては木藤ら<sup>6)</sup>や松尾ら<sup>7)</sup>、米澤ら<sup>8)</sup>の研究が挙げられる。木藤ら<sup>6)</sup>は国産無垢木材や土壁等、自然素材を用いた環境共生型住宅を調査対象として、薪ストーブ使用時の室内温熱環境の実測調査とシミュレーションから、放射式暖房器具である薪ストーブと土壁に代表される熱容量の大きな内装材を併用する事による暖房負荷低減の可能性を示している。松尾ら<sup>7)</sup>は北海道の高気密・高断熱なパッシブ換気住宅において薪ストーブ使用時の一次エネルギー使用量とエネルギー及びエクセルギーの収支の算定による室内温熱環境の形成機構に関する考察を行い、暖房に薪ストーブを用いた際の一次エネルギー使用量の大幅な削減効果と、薪ストーブからの温エクセルギーの多くが室内空気循環と水平方向の対流による熱の拡散及び放射により消費されている可能性を示している。米澤ら<sup>8)</sup>は薪ストーブを設置した実験棟での実測調査及び平屋の一室空間を想定した

CFD 解析から薪ストーブによる暖房可能面積の算定式及び断熱性能・外気温・ストーブ寸法による補正係数を示している。以上の様に、一次エネルギー使用量削減や暖房負荷低減といった観点、室内温熱環境及び暖房可能面積等に関する知見は蓄積されつつあるものの、いずれも対象事例が特殊である。一般的な住宅における暖房時の室内温熱環境に関する研究（例えば、絵内ら<sup>9)</sup>、絵内ら<sup>10)</sup>、絵内ら<sup>11)</sup>、長谷川ら<sup>12)</sup>、菊田ら<sup>13)</sup>、吉野ら<sup>14)</sup>、長谷川ら<sup>15)</sup>、加藤ら<sup>16)</sup>、松原ら<sup>17)</sup>、佐藤ら<sup>18)</sup>）は多く、その中では一部に薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境を対象としたもの（菊田ら<sup>13)</sup>、長谷川ら<sup>15)</sup>）もみられるが、一般的な住宅における薪ストーブ使用時の室内温熱環境に関する基礎的な知見の蓄積や、間取りや断熱性能の異なる複数の住宅を同一時期に調査した事例は十分とは言えない。

そこで本研究では、山形県最上郡金山町を調査対象地域として選定し、薪ストーブを使用する伝統的な住宅、現代的な住宅、同町で普及が推進されている地域型住宅を対象として室内温熱環境の実測調査を行った。本研究の目的は、薪ストーブ使用住宅に形成される室内温熱環境の実態に関する基礎的な知見の蓄積である。具体的には、

- ① 薪ストーブ使用パターンの実態を明らかにする事
  - ② 一般的な住宅における生活環境下での薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態を明らかにする事
  - ③ 住宅の熱的性能の違いが室内温熱環境形成に及ぼす影響を明らかにする事
  - ④ 室内温熱環境からみた地域型住宅の仕様に関する検証を行う事
- である。

#### 4.1.2. 調査対象の選定と概要

調査対象地域として山形県最上郡金山町を選定した。アメダス金山観測所の平年値（気温は1981～2010年、日照時間は1986～2010年、最深積雪は1982～2010年）を参照すると、1月は平均気温が $-1.7^{\circ}\text{C}$ 、日最高気温が $1.2^{\circ}\text{C}$ 、日最低気温が $-4.6^{\circ}\text{C}$ 、日照時間が42.9時間、最深積雪が101cmである。2月は平均気温が $-1.3^{\circ}\text{C}$ 、日最高気温が $2.1^{\circ}\text{C}$ 、日最低気温が $-4.5^{\circ}\text{C}$ 、日照時間が62.2時間、最深積雪が123cmである。この様に、冬季は寒冷かつ日照時間が少なく多雪であり、典型的な東北地方の日本海側気候の地域である。前章で明らかにした金山町全域における薪ストーブ使用住宅の戸数と薪ストーブ使用住宅の住宅タイプ及び家屋形態に関する調査結果を参照すると、町内の全住宅戸数1,730戸のうち約11.5%にあたる199戸で薪ストーブが使用されている。既往研究（根本ら<sup>1)</sup>、今野ら<sup>2)</sup>、齋藤ら<sup>3)</sup>、原島ら<sup>4)</sup>、佐藤ら<sup>5)</sup>）と比較すると、金山町は薪ストーブ使用率が比較的高い地域として位置付けられる。金山町の住宅における薪ストーブ使用率の傾向については、地形立地の違いに基づくエリア別にみると山間エリアで高く、住宅タイプ別にみると伝統型住宅で高い。この結果を踏まえ、まず山間エリアに位置する薪ストーブ使用住宅53戸を調査対象候補とし、その中で調査協力を得られた7世帯に薪ストーブ使用に関するヒアリング調査を実施した。

ヒアリング調査結果の一覧を表4-1-1に、ヒアリング調査結果を整理したものを表4-1-2に示す。調査項目は主屋の建築年と改修年、薪ストーブの導入経緯、使用理由、年間における使用期間、暖房機器以外としての使用方法、薪の調達方法、薪の樹種、薪の年間使用量、使用上の課題についてであり、1件当たり約30分を要した。

薪ストーブの導入経緯については、茅葺き屋根へ板金を被せる改修を行ったことや、茅葺き屋根自体を撤去したことに伴い薪ストーブを導入した件が3件であり、薪ストーブを導入するまでに使用していた暖房器具は囲炉裏との事であった。また、石油ストーブ使用に伴い気管支炎を患った等の健康上の理由から薪ストーブを導入した件が2件であった。その他の2件は特に導入理由が無く、元々使用していたからという事であった。薪ストーブの使用理由については、他の暖房機器よりも暖かい事(4件)や、薪を無料・安価で手に入れられるため燃料代がかからない事(4件)が多く、他にも自家で所有している山林の有効活用(2件)や、調理など暖房以外の用途としても使える事(1件)があげられる。

使用期間については2件が10月～翌年4月、2件が10月～翌年5月と約5～6ヶ月の長期間に渡る場合が多い。いずれの世帯でも薪ストーブを暖房以外の用途としても利用しており、湯沸しが最も多く7件であり、煮物等の調理用としては5件が、洗濯物の乾燥用の熱源としては3件が、山菜の灰汁抜き用としては1件が利用しており、3章のヒアリング調査結果からは住宅外で調理用等として薪ストーブの使用が継承されているケースが確認されたが、住宅内でも調理用等として薪ストーブは利用されている。薪ストーブは暖房器具としてのみではなく、様々な用途の熱源として複合的に利用されている点が特徴的である。

薪を自家山林から調達している世帯は3件であり、積雪の影響により折れたスギ、間伐で発生したスギ、除伐で発生した落葉広葉樹(ナラ、クリ、クルミ)などが使用されており、薪ストーブの使用を通して自家で所有する山林の管理を行っている事例もある。その他に、知人の山林を手入れした返礼として薪を譲り受ける、稲苗を提供する代わりに薪を譲り受けるケースがあり、地域の山林の管理や、農業と関係している場合もある。一方で、建築土木関係の仕事をしており仕事で発生する端材や廃材を利用しているケースも確認され、必ずしも地域の森林資源の地産地消に基づいていない場合もある。地域の森林組合から購入している世帯も3件確認された。

薪の使用量については約15～30 $\text{m}^3$ と様々であったが、既往研究で示された値と比較すると使用量は多い。年間の使用期間が約半年と長期間に及ぶ事と関係があるものと考えられる。また、建築年が古く、薪の樹種が比重の低いスギを使用している世帯では年間の薪使用量が30 $\text{m}^3$ と最も多い事から、薪ストーブの使用にあたり比較的大量の薪を使用して室内温熱環境を維持している可能性が想定される。

薪ストーブを使用する上での課題として、4件が薪割りの手間を、3件が薪調達の手間を指摘している。この他、薪置き場の確保と薪ストーブに薪を焼べ続けなければならない事、他の暖房機器と比べて暖まるまで時間がかかる事がそれぞれ1件で課題として指摘されている。

表 4-1-1 薪ストーブ使用に関するヒアリング調査結果

<p>① 回答者：外沢集落・60代男性・林業 世帯構成員数：2名 主屋の建築年：1900年頃</p> <p>約30年前に、茅葺き屋根に板金を被せた時に使用し始めた。それまでの暖房は囲炉裏で火を焚いていた。石油ストーブ等、他の暖房機器に比べて暖かい。燃料も自分で調達できるため、燃料代がかからない。</p> <p>10月から翌年の4月位まで、約半年間使用する。基本的には終日使用しているが、仕事があるとき等は朝と夜だけ使用している。暖房機器として使用する他に、調理用や洗濯物の乾燥用の熱源としても利用している。薪ストーブ使用時には、常にやかんを置いて湯を沸かしている。</p> <p>自家で所有する山林から調達しており、樹種は全てスギである。前年の秋からスギの立木や雪割木を伐倒し始め、翌年3月頃に山で薪割りをし、4月になったら山から家まで運んでくる。自家以外の山林の手入れを頼まれる事もあり、その御礼に薪を貰う事もある。昔は営林署の山（国有林）の雑木を貰う事もあった。薪の乾燥には大体半年かかる。毎年直径30cm程度、長さ20m程度のスギを20本くらい伐っている。薪ストーブを使っている日は、1日に農業用のコンテナ4～5杯分の薪を使用している。</p> <p>薪ストーブは3,000円程度で購入できる安価な物を使用しており、1～2年で薪ストーブ本体が劣化する度に買い替えている。</p>
<p>② 回答者：杉沢集落・60代男性・農林業 世帯構成員数：2名 主屋の建築年：1997年</p> <p>2013年に町と県の補助金を利用して導入した。その前までは石油ファンヒーターを使用していたが、家族が気管支炎を煩っていた事もあり、薪ストーブを導入したのは健康上の理由もある。薪はほとんど自分で調達しているので、燃料代がかからないし、お金の事を気にしなくても良くなる。自分の山では間伐しなければならぬ木や雪折れる木もあるので、山の手入れも兼ねられる。</p> <p>10月から翌年5月の田植えの時期まで使用する。基本的には終日使用しているが、10月頃は朝と夜だけ使用している。暖房機器として使用する他に、やかんを置いて湯を沸かしたり、イモやカボチャ、ダイコン等を煮るための調理用や干柿の乾燥用、春には山菜の灰汁抜き用の熱源としても利用している。</p> <p>毎年使う薪は、自家で所有する山林からの調達で約7割と、稲苗などの物々交換で約3割調達している。樹種はナラ、クリ、クミミといった落葉広葉樹が8割程度で、最近ではスギも2割程度使用している。使用する薪は自分で割って、家の1階下の収納スペースに貯めておく。薪の長さは50cm程度で、毎年幅5m×高さ2mの棚を4列準備しておく。薪ストーブを使っている日は、1日に農業用のコンテナ2～3杯分の薪を使用している。</p> <p>暖まるまで1時間程時間がかかる。金山では薪ストーブを使用する期間が秋から春にかけてと長いので、その分大量の薪が必要となり、薪を貯めておける場所の確保が難しいと思う。また、薪を焼べ続けられる人が家にないと、薪ストーブを使用する事は難しいと思う。</p> <p>昔、家が茅葺き屋根だった頃には薄板の鋼板製の薪ストーブを使用していた。煙突が壁から出すタイプだったので、時々煙が逆流して大変だった。</p>
<p>③ 回答者：田茂沢集落・70代男性・農業 世帯構成員数：7名 主屋の建築年：1850年頃、1993年に改修</p> <p>約25年前に、茅葺き屋根に板金を被せた際に薪ストーブを導入した。それまでの暖房は囲炉裏で火を炊いていた。他の暖房機器より暖かいし、燃料代もかからない上に、廃材の処分が出来る。調理用の熱源としても利用できる。</p> <p>10月から翌年5月頃まで使用する。11月から3月までは終日使用し、10月と4月から5月は朝と夜だけ使用している。暖房機器として使用する他に、やかんを置いて湯を沸かしたり、モチやオニギリを焼いたり、煮物等を作る時の調理用として利用している。洗濯物の乾燥用や、毎晩家族全員分の湯たんぼの湯を沸かしている。</p> <p>一昨年までは自分の山から薪を調達しており、樹種はナラなどの落葉広葉樹だった。息子が建築土木関係の仕事をしており、去年から仕事で発生する廃材や端材を貰ってきて薪にしている。そのため年間の使用量は分からない。</p> <p>毎年の山からの調達や薪割りが大変だった。</p> <p>昔は馬を飼っており、薪は馬を使って山から調達していた。かつて「循環風呂」という機器を使用していた事があり、暖房と風呂の給湯どちらにも薪を使用していたが、夏には風呂の湯を沸かすと部屋も暑くなってしまったので、使用を止めた。</p>
<p>④ 回答者：杉沢集落・70代男性・農林業 世帯構成員数：7名 主屋の建築年：1820年頃、1999年に改修</p> <p>約70年前から薪ストーブを使用している。それまでの暖房は囲炉裏で火を炊いていたと聞いている。自家で山林を所有しているため、その資源の利活用のためにも使用している。</p> <p>10月中旬から翌年4月頃まで使用する。1月と2月は終日使用し、それ以外は朝と夜だけ使用している。使用している薪ストーブは湯沸し機能も備えているので、冬は食器洗いの際等に利用している。</p> <p>自分の山から調達しており、毎年雪折れるスギが2/3程度を占めている。林道に倒れてくる木も多いので、林道の掃除も兼ねて薪を調達している。薪の調達の時期は農業が忙しくない梅雨の時期に行い、その後農作業の合間を見ながら玉切りや薪割りをを行う。薪は乾燥していなければ使えないので、必ず2年分は貯めておく。薪の年間使用量は15m程度である。</p> <p>毎年の山から調達する事や薪割りには手間がかかる。</p> <p>昭和20年～30年代にかけて、「循環風呂」というものが流行し、それは囲炉裏にドラム缶を設置して、風呂とパイプで繋ぎ給湯するものであった。燃料代がかからないので良かったのだが、夏は暑くて仕方が無かったので、使用を止めた。金山町でもオイルショックの頃には薪ストーブを使用する家庭が増したが、最近は減りつつあると思う。薪ストーブを使用するのは、燃料代は節約できるが、その分薪の準備に手間がかかる。経済性と時間の兼ね合いが大事だと思う。</p>
<p>⑤ 回答者：田茂沢集落・60代男性・建設業 世帯構成員数：2名 主屋の建築年：1985年頃</p> <p>約40年前から薪ストーブを使用している。自家で山林を所有しており、燃料を自分で調達できる。石油ファンヒーターを使用していた時期もあったが、子供が気管支炎を煩った事があり、健康上の理由から薪ストーブのみを使用する様にした。薪ストーブは室温を一定に保てるのが良い。</p> <p>暖房機器として使用する他、調理や湯沸し用の熱源としても利用している。</p> <p>かつては自分の山から調達していたが、現在は森林組合から購入している。樹種はナラで、原木の状態で購入し、玉切りと薪割りは自分でやっている。近くに住む親族の分も一緒に購入している。</p>
<p>⑥ 回答者：田茂沢集落・60代男性・農業 世帯構成員数：4名 主屋の建築年：1880年頃、1995年に改修</p> <p>約40年前に茅葺き屋根に板金を被せた際に薪ストーブを使用している。それまでの暖房は囲炉裏で火を炊いていた。自家で山林を所有しており、燃料を自分で調達できる。</p> <p>暖房機器として使用する他、調理や湯沸し用の熱源としても利用している。</p> <p>かつては自分の山から調達していたが、現在は森林組合から購入している。樹種はナラで、原木の状態で購入し、玉切りと薪割りは自分でやっている。年間の使用量は20m程度である。</p> <p>かつては農業用のトラクターを使って、山から薪にするための木を出していた。</p>
<p>⑦ 回答者：田茂沢集落・40代男性・建設業 世帯構成員数：5名 主屋の建築年：2014年</p> <p>昔住んでいた家でも薪ストーブを使用しており、家を新築する際にも導入した。石油ストーブよりも暖かいので使用している。住宅内の熱が屋根にも伝わっており、雪が溶けて勝手に落ちてくれるので、雪下ろしの手間がかからない。</p> <p>12月から3月まで使用する。暖房機器として使用する他、湯沸し用の熱源としても利用している。薪ストーブ使用時には家の内側の建具をなるべく開けておき、家全体を暖める様にしている。煙突から発生する熱を利用するため、煙突を2階のホールに通して冬の洗濯物の乾燥スペースとしている。</p> <p>森林組合から毎年10万円分の原木を購入している。樹種はナラであり、玉切りと薪割りは自分でやっている。年間の使用量は分からない。山の木を利用する事も出来るが、手間がかかり、現在は仕事が忙しいので利用していない。</p> <p>薪割りが大変である。</p>



住宅タイプや住宅の状況を考慮して、この内4件を室内温熱環境の実測調査対象として選定した。

調査対象の住宅外観及び薪ストーブを図4-1-1に、調査対象の概要を表4-1-3<sup>注3)</sup>に、調査対象の位置を図4-1-2に、調査対象の平面図、薪ストーブ及び2階煙突の位置、薪ストーブが設置されている部屋の断面図を図4-1-3に示す。

A. 伝統型（未改修）：外沢集落に位置し、建築年は1900年頃と伝えられている。薪ストーブは居間に設置されており、放射式の薄板の鋼板製<sup>注4)</sup>である。薪ストーブ使用時には常時薪ストーブの上にやかんを置き、湯を沸かしている他、調理及び洗濯物の乾燥用の熱源としても利用している。薪の樹種は全てスギであり、年間約30 m<sup>3</sup>の薪を使用し、一日の投入量は0.15～0.18 m<sup>3</sup>である。居間の面積は15畳（約24.8 m<sup>2</sup>）、天井高は2,400～2,700mmの船底天井となっている。屋根は厚さ約300mmの茅葺屋根の上に板金仕上げである。壁は室内側が厚さ12mmの石膏ボードにビニルクロス仕上げ、室外側は厚さ約100mmの土壁に金属製サイディング仕上げである。床の断熱材は厚さ30mmのポリスチレンフォーム、仕上げは厚さ12mmの木製フローリングである。

B. 伝統型（改修）：田茂沢集落に位置し、建築年は1850年頃と伝えられている。1993年に茅葺き屋根を撤去し、金山町における地域型住宅の仕様に則り総2階建てに改修している。薪ストーブは居間に設置されており、放射式の薄板の鋼板製である。薪ストーブを湯沸し、調理及び洗濯物の乾燥用の熱源としても利用している。家族に建築土木関係の仕事に従事し

表4-1-2 ヒアリング調査結果の一覧

番号	1	2	3	4	5	6	7
集落	外沢	杉沢	杉沢	田茂沢	田茂沢	田茂沢	田茂沢
回答者	60代男性	70代男性	60代男性	70代男性	60代男性	60代男性	40代男性
職業	林業	農林業	農林業	農業	農業	建設業	建設業
世帯構成員数	2名	7名	2名	7名	4名	2名	5名
建築年	1900年頃	1820年頃	1997年	1850年頃	1880年頃	1985年	2014年
改修年		1999年		1993年	1995年		
導入経緯	茅葺き屋根の改修に伴い健康上の理由から						
使用理由	他の暖房機器より暖かい						
	燃料代がかからない						
	山林の管理と有効利用						
	暖房以外に利用できる						
使用期間	10月～4月	10月～4月	10月～5月	10月～5月	-	-	12月～3月
暖房以外の利用方法	調理						
	湯沸し						
	洗濯物の乾燥						
	山菜の灰汁抜き						
薪の調達	自家山林						
	貰う						
	購入						
薪の樹種	スギ	スギ	ナラ、クリ、クルミ、スギ	不明	ナラ	ナラ	ナラ
薪の使用量	年間	30m <sup>3</sup> 程度	15m <sup>3</sup> 程度	15m <sup>3</sup> 程度	-	20m <sup>3</sup> 程度	-
	一日	0.12～0.15m <sup>3</sup>	-	-	-	-	-
使用上の課題	薪置き場の確保						
	薪ストーブの運転						
	薪調達						
	薪割り						
	暖まるまで時間がかかる						

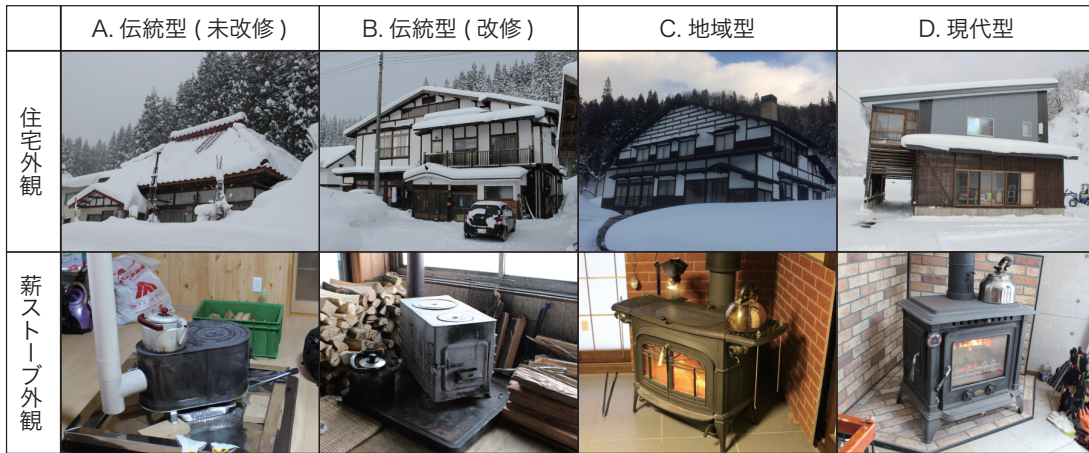


図 4-1-1 測定対象の住宅外観と薪ストーブ外観

表 4-1-3 測定対象の概要

調査対象	A.伝統型(未改修)	B.伝統型(改修)	C.地域型	D.現代型	
集落	外沢	田茂沢	杉沢	田茂沢	
建築年	1900年頃	1850年頃	1997年	2014年	
改修年	-	1993年	-	-	
建築面積	105.76㎡	181.78㎡	136.34㎡	89.24㎡	
延床面積	105.76㎡	323.08㎡	198.31㎡	178.48㎡	
居間	床面積	24.79㎡	23.14㎡	9.92㎡	31.4㎡
	天井高	2,400~2,700mm	2,020mm	2,540mm	2,700mm
断熱材 構成部材	屋根・天井	板金 茅 厚300mm程度	板金 合板 厚12mm	板金 グラスウール 100mm	板金 グラスウール 200mm
	壁(室内側)	石膏ボード 厚12mm ビニルクロス	合板 厚4mm	石膏ボード 厚12mm ビニルクロス	石膏ボード 厚12mm ビニルクロス
	壁(室外側)	土壁 厚100mm程度 金属製サイディング	土壁 厚100mm程度 漆喰塗	グラスウール 厚100mm モルタル塗	グラスウール 厚100mm 金属製サイディング
	床	木製フローリング 厚12mm ポリスチレンフォーム 厚30mm	畳 厚60mm 荒床板 厚12mm	木製フローリング 厚12mm ポリスチレンフォーム 厚30mm	木製フローリング 厚12mm ポリスチレンフォーム厚100mm
居間の開口面積	外部建具	アルミサッシ+ポリカ波板 約6.8㎡	アルミサッシ 約8.2㎡	アルミサッシ 約1.5㎡	樹脂サッシ 約8.5㎡
	内部建具	ガラス障子 約10.2㎡ 襖 約10.2㎡	ガラス障子 約3.4㎡ 襖 約5.1㎡	アルミサッシ 約1.5㎡ 木製ドア 3.4㎡	木製ドア 約5.1㎡
薪ストーブ	素材	薄板の鋼板製	薄板の鋼板製	铸铁製	铸铁製
	大きさ(WxDxH,cm)	40×60×33	40×60×30	65×35×43	68×45×65
居間における薪ストーブから測定点の距離	2.9m	2.2m	2.7m	2.3m	

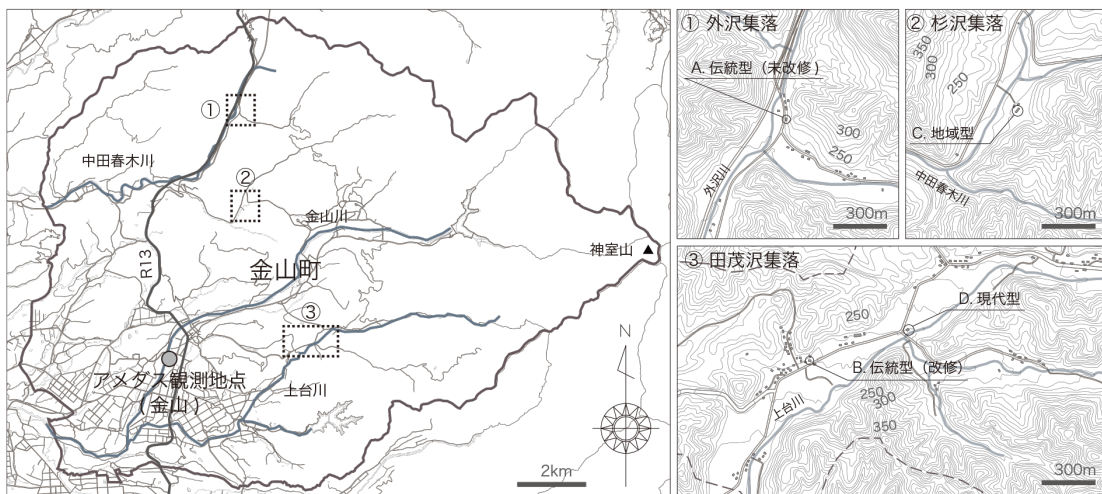


図 4-1-2 調査対象の位置

ている者がおり、仕事場で発生する端材や廃材を燃料としているため、樹種及び薪の使用量は不明であった。居間の面積は14畳（約23.1㎡）、天井高は2,020mmであり、一部が天井高1,800mmとなっている。屋根は厚さ12mmの構造用合板の上に板金仕上げである。壁は室内側が厚さ約4mmの合板仕上げ、室外側は厚さ約100mmの土壁に漆喰仕上げである。床は厚さ約12mmの無垢板の上に厚さ約60mmの畳が敷いてある。

C. 地域型: 杉沢集落に位置し、建築年は1997年である。薪ストーブは居間に設置されており、放射式の鋳鉄製である。金山町と山形県の補助金を利用し、薪ストーブを導入した。薪ストーブを湯沸し及び調理用の熱源としても利用している。薪の樹種は約2割がスギであり、残りがナラ・クリ・クルミといった落葉広葉樹である。年間約15㎡の薪を使用し、一日の投入量は0.07～0.1㎡である。居間の面積は6畳（約9.9㎡）、天井高は2,540mmである。屋根の断熱材は厚さ100mmのグラスウール、仕上げは板金である。壁の断熱材は厚さ100mmのグラ

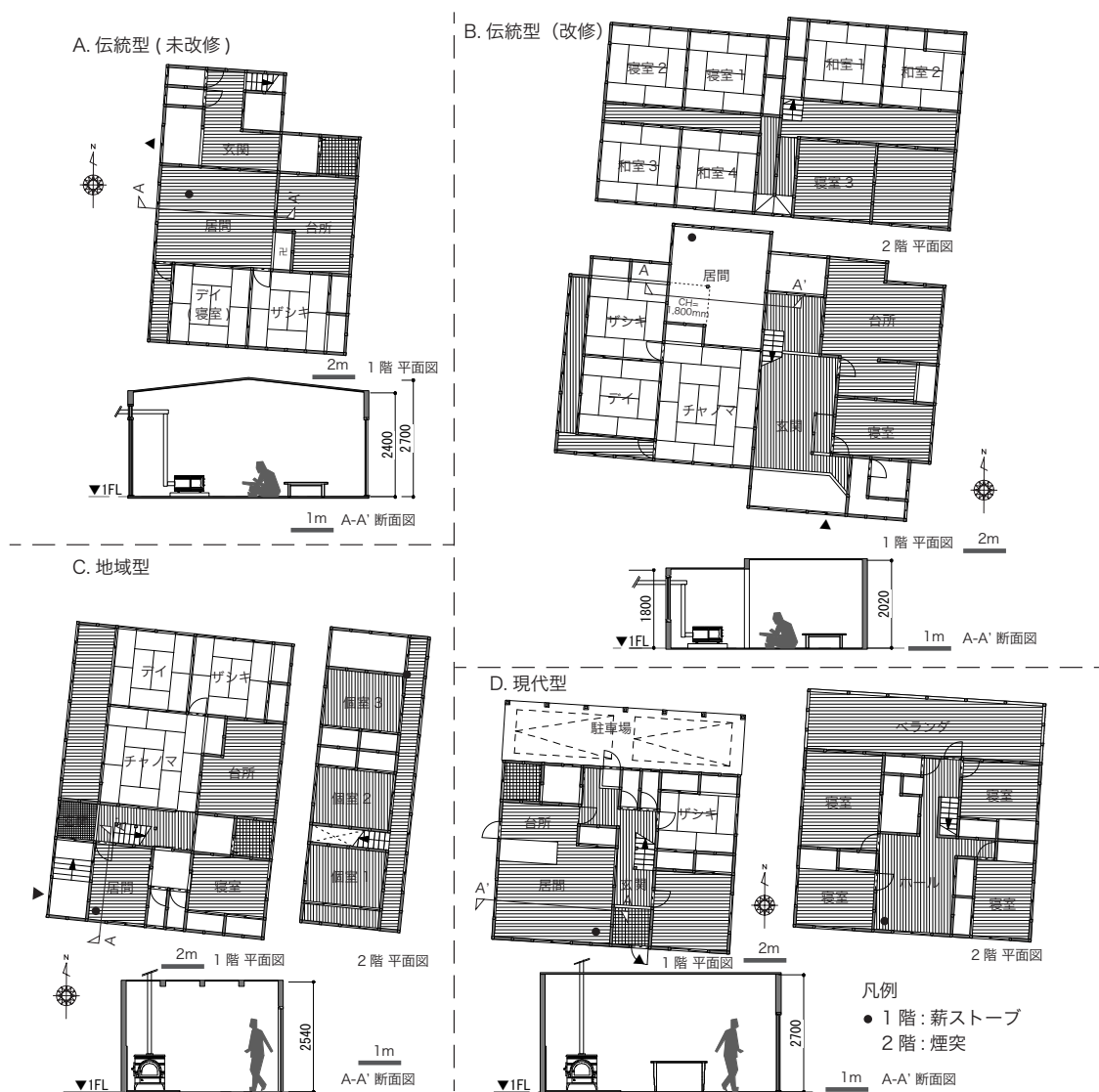


図 4-1-3 調査対象の平面図及び居間の断面図

スウール、室内側は厚さ 12mm のプラスターボードの上にビニルクロス仕上げ、室外側はモルタル塗仕上げである。床の断熱材は厚さ 30mm のポリスチレンフォーム、仕上げは厚さ 12mm の木製フローリングである。

D. 現代型：田茂沢集落に位置し、建築年は 2014 年である。薪ストーブは居間に設置されており、放射式の鋳鉄製である。薪ストーブを湯沸し用の熱源としても利用している。薪の樹種は全てナラであり、薪の年間使用量及び一日の投入量は不明であった。居間の面積は台所を含め 19 畳（約 31.4 m<sup>2</sup>）、天井高は 2,700mm である。屋根の断熱材は厚さ 200mm のグラスウール、仕上げは板金である。壁の断熱材は厚さ 100mm のグラスウール、壁は室内側が厚さ 12mm のプラスターボードにビニルクロス仕上げ、室外側が金属製サイディング仕上げである。床の断熱材は厚さ 100mm のポリスチレンフォーム、仕上げは厚さ 12mm の木製フローリングである。

各調査対象の薪ストーブは全て居間に設置されており、食事や団欒等は基本的に居間で行われている。また、いずれの調査対象でも薪ストーブを暖房用の熱源のみではなく、湯沸しや調理、洗濯物の乾燥用の熱源としても利用している。A～C については薪ストーブ使用時に居間の建具を閉じた状態としており、D については居間の廊下側の建具を開放した状態としている。測定期間中において各居間で使用した暖房機器は薪ストーブのみであり、いずれの調査対象も炬燵等は使用していない。尚、B. 伝統型（改修）では寝室 1 において石油ファンヒーターを併用しており、気温および湿度変動において急激な気温上昇と湿度低下が確認されたため、石油ファンヒーター使用時の予熱期以降と推定されるデータは分析対象から除外した。

#### 4.1.3. 研究方法

室内温熱環境の実測調査は 2018 年の 1 月 28 日から 2 月 18 日にかけて計 22 日間行った。測定項目は気温、相対湿度及びグローブ温度とし、5 分間隔で測定を行った。薪ストーブが設置されている居間においては床上高さ約 0.1m、1.1m、1.7m にて小型温湿度計測ロガー（エスペックミック製：RT-12、RS-12 及び RS-13）を用いて気温及び相対湿度を測定した（以下、床上高さ約 0.1m の気温を  $\theta_f$ 、床上高さ約 1.1m の気温を  $\theta_m$ 、床上高さ約 1.7m の気温を  $\theta_c$ 、相対湿度を RH とする）（図 4-1-4）。また、床上高さ約 1.1m でグローブ温度（ $\phi$  7.5cm<sup>注5</sup>）、温度センサを挿入して固定）（ $\theta_g$ ）を測定した（図 4-1-5）。重量絶対湿度（AH）については  $\theta_m$  と RH から算出した。各調査対象における各測定点を表 4-1-3 に示す。居間の測定点は居住者の薪ストーブ使用時の生活様式を踏まえて薪ストーブから約 2.2～2.9m の距離に設定した。薪ストーブの使用が水平方向の室の室内温熱環境に及ぼす影響を検証するため、全ての調査対象において薪ストーブが設置されている居間に隣接する室（隣接室）の  $\theta_m$ 、 $\theta_g$ 、RH を測定した。また、許可が得られた調査対象については薪ストーブ使用室の垂直方向の室（上部室）と、水平方向かつ隣接しない室（非隣接室）、垂直方向かつ隣接しない室（非上部室）も測定対象とし、 $\theta_m$ 、 $\theta_g$ 、RH を測定した。薪ストーブの煙突が上部室を貫通している調査対象については、煙突からの熱放射の影響を検証するため煙突付近（2 階煙突付近）も測定

対象とした。調査期間中における外気温、日照時間、降雪量はアメダス金山観測所における観測値を参照した。調査期間中において居住者に対する薪ストーブ及び各室の使用に関する制限は行わなかった。

## 4.2. 用語の定義及び使用パターンの推定結果

### 4.2.1. 調査期間の気象概況

調査期間中のアメダス金山観測所における平均気温、日最高気温、日最低気温を表 4-1-4 に示す。調査期間中の平均値を算出すると、平均気温が  $-2.5^{\circ}\text{C}$ 、平均日最高気温が  $0.4^{\circ}\text{C}$ 、平均日最低気温が  $-5.6^{\circ}\text{C}$  であり、調査期間中は平年値と比較して寒冷的な気象条件であった。

### 4.2.2. 用語の定義

薪ストーブ使用時の典型的な気温変動及び用語の定義を図 4-2-1 に示す。薪ストーブ使用時の気温変動の特徴として、着火直後の急激な気温上昇と薪の供給を停止した後の急激な気

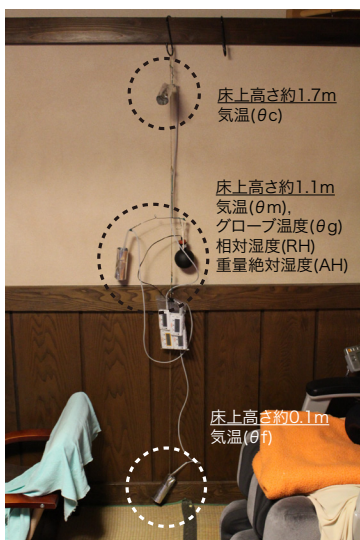


図 4-1-4 居間における測定方法



図 4-1-5 居間以外の測定方法

表 4-1-3 各調査対象の測定点

		A.伝統型(未改修)	B.伝統型(改修)	C.地域型	D.現代型	
居間	薪ストーブ～測定点の距離 m	2.9	2.2	2.7	2.3	
居間との位置関係	水平方向	隣接室	玄関	チャノマ	玄関	玄関
		非隣接室	-	デイ	デイ	-
	垂直方向	2階煙突付近	-	-	個室1	ホール
		上部室	-	寝室1	個室1(室中央)	-
		非上部室	-	和室1	個室2	-

温低下が明確に現れた。そこで、本研究では薪ストーブの使用に関連する各時刻、時間帯を以下の様に定義した。

- ・ 予熱開始時刻：急激な気温上昇が開始する時刻
- ・ 暖房開始時刻：予熱開始時刻の後、最初に気温のピークが出現した時刻
- ・ 暖房停止時刻：予熱開始時刻から遡って最後の気温のピークが出現した時刻
- ・ 初期予熱開始時刻：前日の暖房停止時刻の後、最初に現れる予熱開始時刻
- ・ 最終暖房停止時刻：翌日の初期予熱開始時刻から遡って、最初に現れる暖房停止時刻
- ・ 予熱期：予熱開始時刻から暖房開始時刻までの時間帯
- ・ 冷却期：暖房停止時刻から次の予熱開始時刻までの時間帯
- ・ 暖房時間：暖房開始時刻から暖房停止時刻までの時間帯

#### 4.2.3. 使用パターンの推定結果

各調査対象の気温変動の調査結果から、薪ストーブの使用方法として朝の起床時から夜の就寝前まで終日使用する場合と、朝から夜にかけて間欠的に使用する場合が確認された。暖房時間に形成される室内温熱環境を抽出・分析するためには、薪ストーブを間欠的に使用し

表 4-1-4 調査期間中の外気温

		日時																					
		1/28 日	1/29 月	1/30 火	1/31 水	2/1 木	2/2 金	2/3 土	2/4 日	2/5 月	2/6 火	2/7 水	2/8 木	2/9 金	2/10 土	2/11 日	2/12 月	2/13 火	2/14 水	2/15 木	2/16 金	2/17 土	2/18 日
気温 ℃	日最高気温	-0.1	-0.6	-2.1	-0.2	1.7	1.7	2.0	0.1	-0.1	-0.4	1.3	1.5	0.5	2.1	2.0	-3.0	-3.5	3.8	3.5	1.3	0.0	-2.2
	日最低気温	-1.7	-3.1	-4.7	-2.6	-3.2	-6.0	-2.7	-1.1	-2.3	-1.8	-2.4	-2.5	-1.2	-0.1	-0.6	-4.6	-4.4	-0.1	-0.2	-1.8	-3.9	-4.4
	日最低気温	-3.6	-6.2	-6.4	-5.0	-9.7	-12.1	-8.5	-3.3	-4.6	-2.7	-6.2	-6.9	-4.0	-3.6	-4.4	-5.4	-5.4	-4.0	-2.7	-5.2	-6.0	-6.9

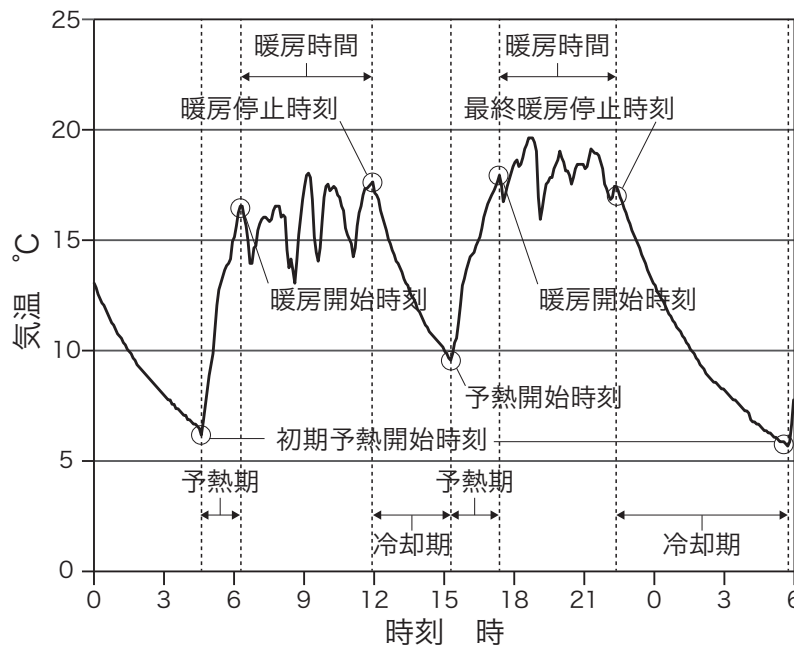


図 4-2-1 用語の定義

た場合の暖房停止時刻について定義が必要である。そこで、本研究では予熱開始時刻の気温 ( $\theta_{ph}$ ) と、暖房時間における気温低下時の気温 ( $\theta_{mc}$ )、気温低下時から遡って最後の気温のピーク ( $\theta_p$ ) に着目し、 $\theta_{ph}$  と  $\theta_p$  の差を2等分した場合に  $\theta_{mc}$  が  $\theta_p$  よりも  $\theta_{ph}$  に近い値を示した場合を間欠的使用時における暖房停止時の基準として推定した。その結果、 $\theta_{mc}$  については、A. 伝統型（未改修）で 2.9 ~ 10.8℃、B. 伝統型（改修）で 2.3 ~ 11.3℃、C. 地域型で 14.2 ~ 15.7℃となり、既往研究<sup>15)</sup>で示された東北地方の住宅における居間の暖房時の気温が約 20℃である事を考慮し、妥当性を有するものと判断した。また、D. 現代型の  $\theta_{mc}$  は 13.4 ~ 20.0℃とやや高温である場合も含まれるが、後述する D. 現代型の全暖房時間における平均  $\theta_m$  が約 25℃と比較的高温である事を考慮し、妥当性を有するものと判断した。よって本研究では、暖房時間における気温低下時の気温が式 (1) に達した場合には、薪ストーブへの薪の供給を一時停止したものと判断し、間欠的使用と推定した。

$$\theta_{mc} < (\theta_p + \theta_{ph}) / 2 \dots\dots\dots (1)$$

$\theta_{mc}$  : 暖房時間における気温低下時の気温 ℃

$\theta_p$  :  $\theta_{mc}$  から遡って最初のピーク時の気温 ℃

$\theta_{ph}$  : 予熱開始時刻の気温 ℃

間欠的使用が確認されない場合には「終日使用パターン」と推定した。間欠的使用が確認された場合にはそれぞれの使用時間帯に応じて「朝夜使用パターン」、「朝昼夜使用パターン」、「夜使用パターン」に分別して推定した。表 4-2-1 に各調査対象の使用パターンの推定結果を示す。薄板の鋼板製ストーブを使用している A. 伝統型（未改修）及び B. 伝統型（改修）では間欠的使用パターンの方が多く、C. 地域型では終日使用パターンの方が多かった。D. 現代型では終日使用パターンと間欠的使用パターンが同程度であった。調査対象の居住者へのヒアリングから、使用パターンの違いは住宅の断熱仕様や薪ストーブの性能の影響ではなく、各世帯のライフスタイルの違いによるものである事を確認した。A. 伝統型（未改修）及び B. 伝統型（改修）では世帯の居住者が家外で就業する機会が増えるにつれて薪ストーブを間欠的に使用することが増えたとの事であった<sup>注7)</sup>。本研究では全ての調査対象が終日使用パターンであった 2018 年 2 月 18 日と全ての調査対象が朝夜使用パターンであった 2018 年 2 月 15 日に着目し、代表日として選定した。

表 4-2-1 使用パターンの推定結果

日時	A.伝統型（未改修）	B.伝統型（改修）	C.地域型	D.現代型
1/28(日)	○	○	●	●
1/29(土)	○	△	●	●
1/30(月)	○	○	●	○
1/31(火)	○	○	●	○
2/1(水)	●	○	●	○
2/2(木)	○	○	●	○
2/3(土)	●	△	●	●
2/4(日)	○	○	●	●
2/5(月)	○	□	●	○
2/6(火)	○	○	●	●
2/7(水)	○	○	●	○
2/8(木)	●	○	●	●
2/9(金)	○	○	●	●
2/10(土)	○	○	●	●
2/11(日)	○	△	●	●
2/12(月)	●	△	○	●
2/13(火)	○	○	●	○
2/14(水)	●	○	●	○
2/15(木)	○	○	○	○
2/16(金)	○	○	●	●
2/17(土)	○	●	○	○
2/18(日)	●	●	●	●
終日使用パターン	6	2	19	12
朝夜使用パターン	16	15	3	10
その他	0	5	0	0

凡例：●=終日使用パターン, ○=朝夜使用パターン, △=朝昼夜使用パターン, □=夜使用パターン

### 4.3. 調査結果

#### 4.3.1. 終日使用パターンの調査結果

2018年2月18日における外気温及び日照時間の日変動を図4-3-1に示す。外気温は-6.6～-2.4℃で推移し日平均気温は-4.4℃であった。日中の最高気温は13:10に出現し、その後緩やかに低下して20:50に最低気温が出現した。日照時間は0.8時間、降雪量は18cmであり、アメダス金山観測所の2月の平年値と比較すると寒冷的な気象条件であった。

##### (1) A. 伝統型（未改修）の調査結果

A. 伝統型（未改修）の居間における $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-2に示す。初期予熱開始時刻は6:20であり $\theta_m$ は3.3℃であった。1時間後(7:20)には19.7℃(+16.4℃)まで上昇し、暖房開始時刻(7:30)には20.7℃(+17.4℃)になった。暖房時間における平均 $\theta_m$ は26.2℃と調査対象の中では比較的高温であり、標準偏差は2.7℃であった。最終暖房停止時刻は22:45であり、 $\theta_m$ は24.0℃であった。1時間後(23:45)に

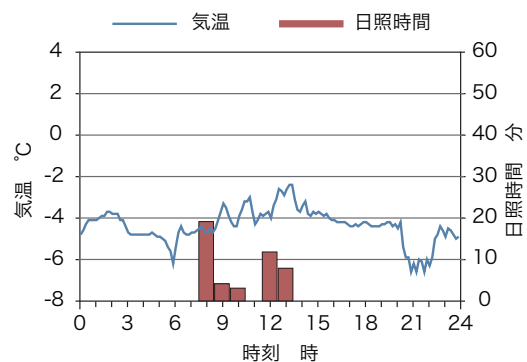


図 4-3-1 2018年2月18日の外気温及び日照時間の日変動



は 19.2℃ (-4.8℃) まで低下し、翌朝の初期予熱開始時刻 (5:45) には 5.0℃ (-19.0℃) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は -0.6℃ と  $\theta_g$  が低温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は 16.6℃ であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は -9.6℃ と大きかった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は 29.5℃ であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は +3.3℃ と調査対象の中では比較的大きかった。

A. 伝統型 (未改修) における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-3 に示す。隣接室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に 2.7℃ であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 5.0℃ であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に 4.2℃ であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は 7.0℃ であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は +2.0℃ と  $\theta_g$  が高温であった。暖房時間における隣接室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の平均値は -21.2℃ であった。

A. 伝統型 (未改修) における RH 及び AH の日変動を図 4-3-4 に示す。初期予熱開始時刻に RH は 53%、AH は 2.5g/kg' であり、暖房開始時刻には RH が 38%、AH が 5.7g/kg' となった。

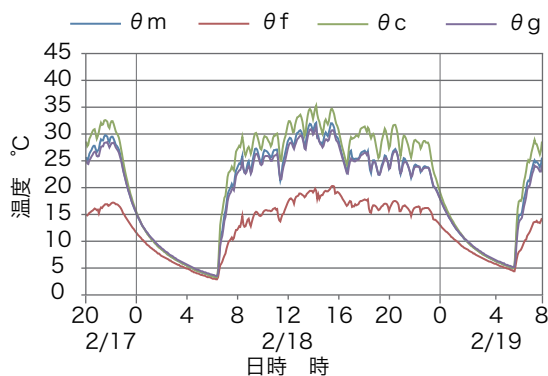


図 4-3-2 A, 伝統型 (未改修) における居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018 年 2 月 18 日)

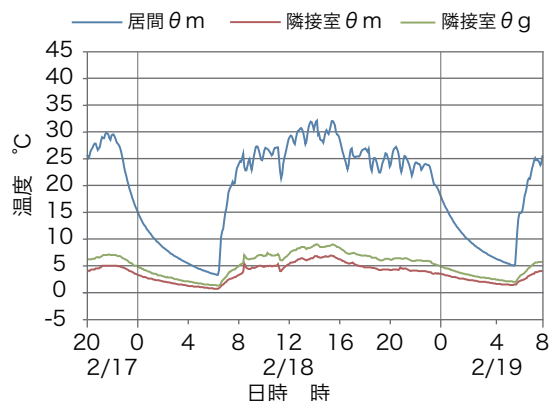


図 4-3-3 A, 伝統型 (未改修) の居間及び居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018 年 2 月 18 日)

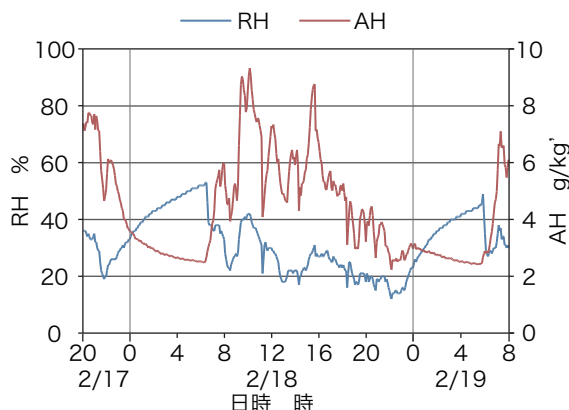


図 4-3-4 A, 伝統型 (未改修) における居間の RH 及び AH の日変動 (2018 年 2 月 18 日)

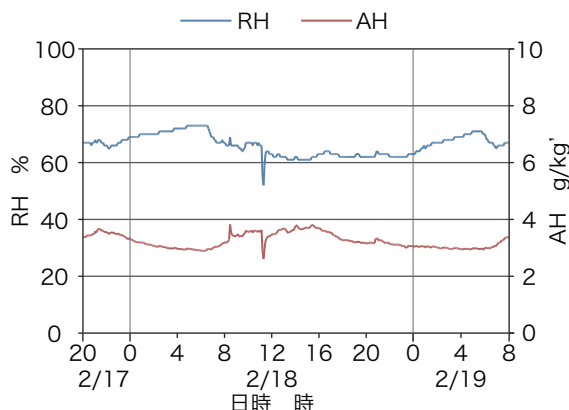


図 4-3-5 A, 伝統型 (未改修) の居間及び居間の水平方向の室の RH 及び AH の日変動 (2018 年 2 月 18 日)

暖房時間において RH は初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は 7.0% であった。暖房時間において AH は初期予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移し、標準偏差は 1.7g/kg' であった。

A. 伝統型（未改修）の居間の水平方向の室における RH 及び AH の日変動を図 4-3-5 に示す。初期予熱開始時刻に RH は 73%、AH は 2.9g/kg' であり、暖房開始時刻には RH が 67%、AH が 3.1g/kg' となった。暖房時間において RH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 2.2% と変動幅が小さかった。AH は居間よりも低い値で推移し、標準偏差は 0.2g/kg' と極めて変動幅が小さかった。

## (2) B. 伝統型（改修）の調査結果

B. 伝統型（改修）の居間における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-6 に示す。初期予熱開始時刻は 5:30 であり  $\theta_m$  は 3.2°C であった。暖房開始時刻（6:05）には 15.8°C (+12.6°C) まで比較的短時間で上昇し、1 時間後（6:30）には 15.5°C (+12.3°C) であった。暖房時間における平均  $\theta_m$  は 23.5°C と調査対象の中では比較的低温であり、標準偏差は 4.1°C と調査対象の中では比較の変動幅が大きかった。最終暖房停止時刻は 21:15 であり  $\theta_m$  は 26.8°C であった。1 時間後（22:15）には 22.3°C (-4.5°C) まで低下し、翌朝の初期予熱開始時刻（5:35）には 1.4°C (-25.4°C) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は -0.6°C と  $\theta_g$  が低温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は 21.7°C であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は -1.8°C と小さかった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は 32.4°C であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は +8.9°C と大きかった。

B. 伝統型（改修）における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-7 に示す。隣接室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に -0.9°C であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 1.5°C であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に -0.9°C であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は 2.1°C であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は +0.6°C と  $\theta_g$  がやや高かった。暖房時間における隣接室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の気温差の平均値は -20.9°C であった。非隣接室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に -1.8°C であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 0.1°C であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に -2.4°C であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は -0.5°C であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は -0.5°C と  $\theta_g$  がやや低かった。暖房時間における非隣接室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の平均値は -23.4°C であった。

B. 伝統型（改修）における居間の垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-8 に示す。上部室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に 1.9°C であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 2.1°C であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に 1.5°C であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は 1.9°C であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は -0.2°C と概ね差が無かった。暖房時間における上部室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の平均値は -21.4°C であった。非上部室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に -0.8°C であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 1.0°C であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に -0.9°C であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は 1.0°C であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は 0.0°C と差が無かった。暖房時間における非上部室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の平均値は -22.0°C であった。

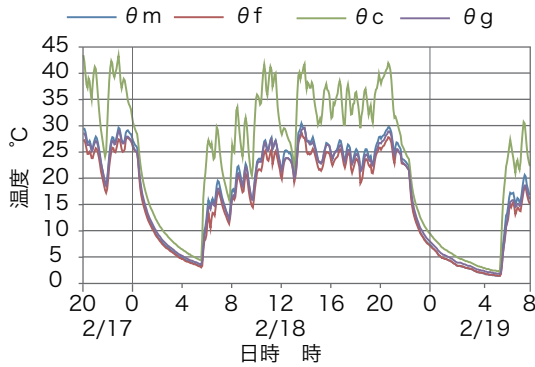


図 4-3-6 B. 伝統型（改修）における居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月18日)

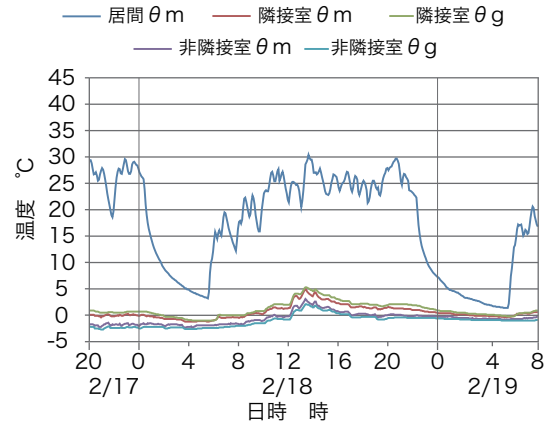


図 4-3-7 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月18日)

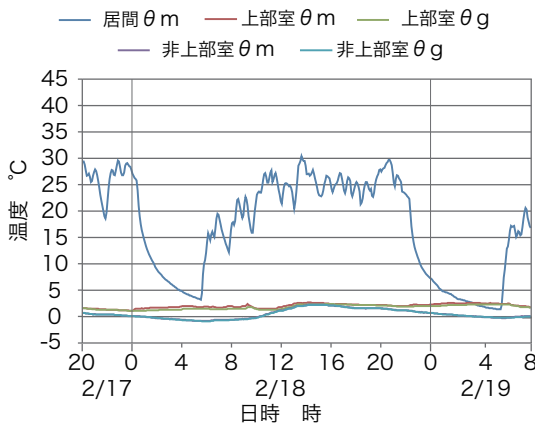


図 4-3-8 B. 伝統型（改修）の居間及び居間伸す直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月18日)

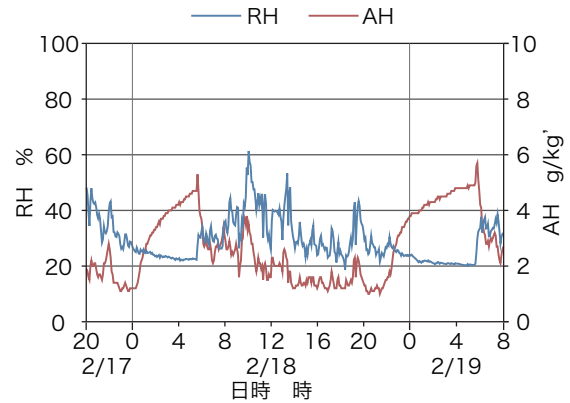


図 4-3-9 B. 伝統型（改修）における居間の RH 及び AH の日変動 (2018年2月18日)

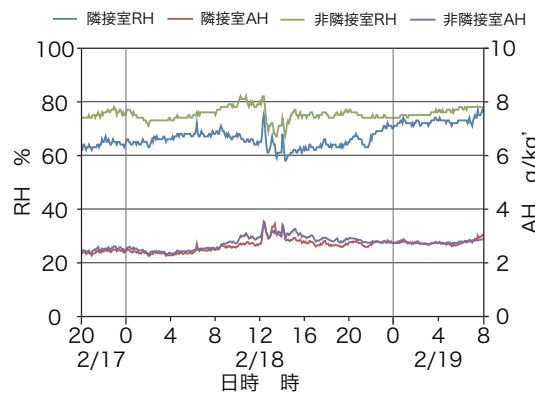


図 4-3-10 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の水平方向の室の RH 及び AH の日変動 (2018年2月18日)

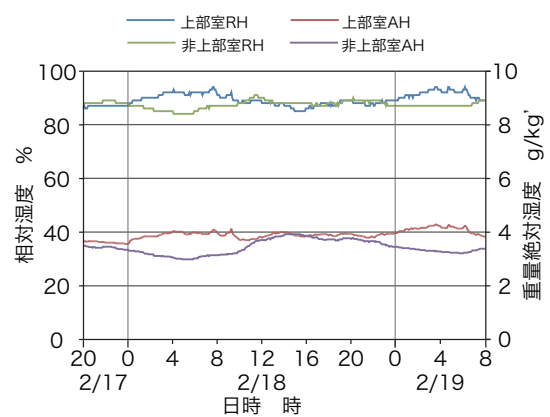


図 4-3-11 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の垂直方向の室の RH 及び AH の日変動 (2018年2月18日)

B. 伝統型（改修）の居間におけるRH及びAHの日変動を図4-3-9に示す。初期予熱開始時刻にRHは47%、AHは $2.2\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが28%、AHが $3.1\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は6.7%であった。暖房時間においてAHは初期予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移し、標準偏差は $0.8\text{g/kg}'$ であった。

B. 伝統型（改修）における居間の水平方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-10に示す。隣接室では初期予熱開始時刻にRHは68%、AHは $2.3\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが68%であり、AHが $2.4\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は2.9%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.2\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。非隣接室では初期予熱開始時刻にRHは74%、AHは $2.4\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが75%、AHが $2.5\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は2.9%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.2\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

B. 伝統型（改修）における居間の垂直方向の室のRH及びAHの日変動を図5-3-11に示す。上部室では初期予熱開始時刻にRHは92%、AHは $4.0\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが92%、AHが $4.0\text{g/kg}'$ であった。その後、暖房時間においてRHは居間及び居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は2.0%と変動幅が小さかった。AHは居間及び居間の水平方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。非上部室では初期予熱開始時刻にRHは84%、AHは $3.0\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが85%となり、AHは $3.0\text{g/kg}'$ であった。暖房時間においてRHは居間及び居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は1.1%と極めて変動幅が小さかった。AHは $3.0\sim 3.9\text{g/kg}'$ と居間及び居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は $0.3\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

### (3) C. 地域型の調査結果

C. 地域型の居間における $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-12に示す。初期予熱開始時刻は7:10であり $\theta_m$ は $5.1^\circ\text{C}$ であった。暖房開始時刻(8:00)には $19.0^\circ\text{C}$ ( $+13.9^\circ\text{C}$ )まで上昇し、1時間後(8:10)には $17.9^\circ\text{C}$ ( $+12.8^\circ\text{C}$ )であった。暖房時間における平均 $\theta_m$ は $26.2^\circ\text{C}$ と調査対象の中では比較的高温であり、標準偏差は $3.6^\circ\text{C}$ であった。最終暖房停止時刻は21:05であり $\theta_m$ は $21.3^\circ\text{C}$ であった。1時間後(22:05)には $17.8^\circ\text{C}$ ( $-3.5^\circ\text{C}$ )まで比較的緩やかに低下し、翌朝の初期予熱開始時刻(7:20)には $6.9^\circ\text{C}$ ( $-14.4^\circ\text{C}$ )になった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は $-0.2^\circ\text{C}$ と温度差が小さかった。暖房時間における平均 $\theta_f$ は $14.7^\circ\text{C}$ であり、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は $-9.5^\circ\text{C}$ と大きかった。暖房時間における平均 $\theta_c$ は $26.8^\circ\text{C}$ であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は $+2.6^\circ\text{C}$ と調査対象の中では中間的な値であった。

C. 地域型における居間の水平方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-13に示す。隣接室の $\theta_m$ は暖房開始時刻に $0.9^\circ\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は $3.2^\circ\text{C}$ であった。 $\theta_g$ は

暖房開始時刻に  $1.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $3.4^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+0.2^{\circ}\text{C}$  と概ね差が無かった。暖房時間における隣接室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-21.0^{\circ}\text{C}$  であった。非隣接室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $-1.1^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $0.8^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $-1.3^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $0.8^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $0.0^{\circ}\text{C}$  と差が無かった。暖房時間における非隣接室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-23.3^{\circ}\text{C}$  であった。

C. 地域型における居間の垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-14 に示す。2階煙突付近の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $2.1^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $7.6^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $3.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $8.7^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では比較的高温であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $1.1^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  が高かった。暖房時間における2階煙突付近  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-16.6^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では比較的小さかった。上部室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $1.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $6.5^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $1.1^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $6.4^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.2^{\circ}\text{C}$  と概ね差が無かった。暖房時間における上部室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-17.6^{\circ}\text{C}$  であった。非上部室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $-0.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $2.3^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $-0.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $2.2^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.2^{\circ}\text{C}$  と概ね差が無かった。暖房時間における非上部室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-21.8^{\circ}\text{C}$  であった。

C. 地域型の居間における RH 及び AH の日変動を図 4-3-15 に示す。初期予熱開始時刻に RH は 37%、AH は  $2.0\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房開始時刻には RH が 12%、AH が  $1.6\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間における RH は初期予熱開始時刻よりも低く、比較的低い値で推移し、標準偏差は 3.3% と比較の変動幅が小さかった。暖房時間における AH は初期予熱開始時刻よりも概ね高かったが、比較的低い値で推移し、標準偏差は  $0.4\text{g}/\text{kg}'$  と比較の変動幅が小さかった。

C. 地域型における居間の水平方向の室の RH 及び AH の日変動を図 4-3-16 に示す。隣接室では初期予熱開始時刻に RH は 60%、AH は  $2.4\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻には RH が 60% であり、AH が  $2.4\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間において RH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 1.3% と極めて変動幅が小さかった。AH は居間よりも低い値で推移し、標準偏差は  $0.2\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。非隣接室では初期予熱開始時刻に RH は 67%、AH は  $2.3\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻には RH が 67%、AH が  $2.3\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間において RH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 0.8% と極めて変動幅が小さかった。AH は居間よりも低い値で推移し、標準偏差は  $0.2\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

C. 地域型における居間の垂直方向の室の RH 及び AH の日変動を図 4-3-17 に示す。2階煙突付近では初期予熱開始時刻に RH は 53%、AH は  $2.0\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻には RH が 49%、AH が  $2.1\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間において RH は居間の水平方向の室と比較して低い値で推移し、標準偏差は 2.2% と変動幅が小さかった。AH は居間よりもやや高い値で推移し、標準偏

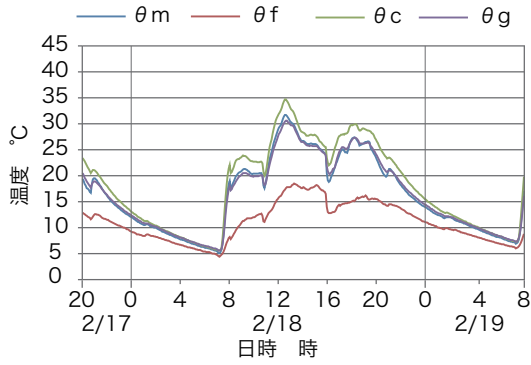


図 4-3-12 C. 地域型における  
居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018年2月18日)

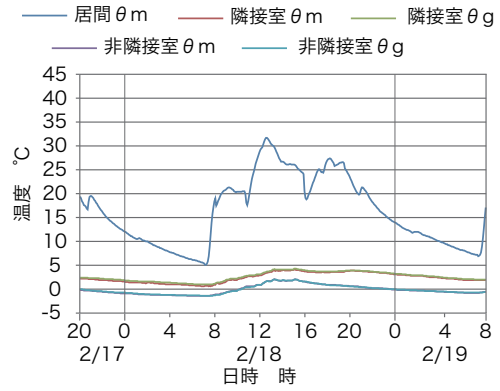


図 4-3-13 C. 地域型の居間及び居間の  
水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018年2月18日)

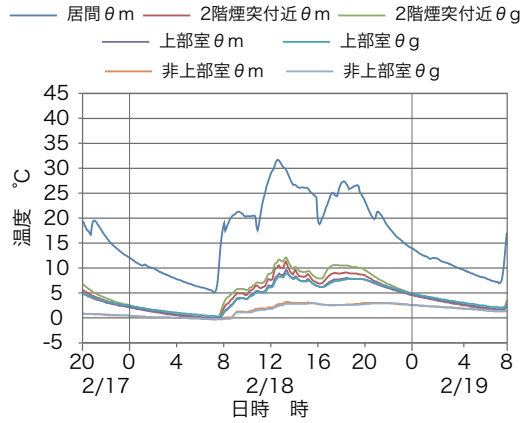


図 4-3-14 C. 地域型の居間及び居間の  
垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018年2月18日)

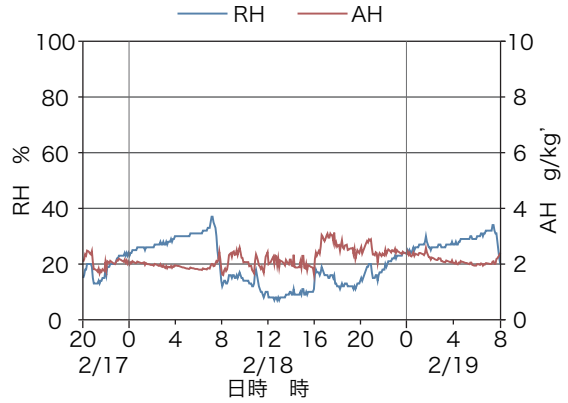


図 4-3-15 C. 地域型における  
居間の RH 及び AH の日変動  
(2018年2月18日)

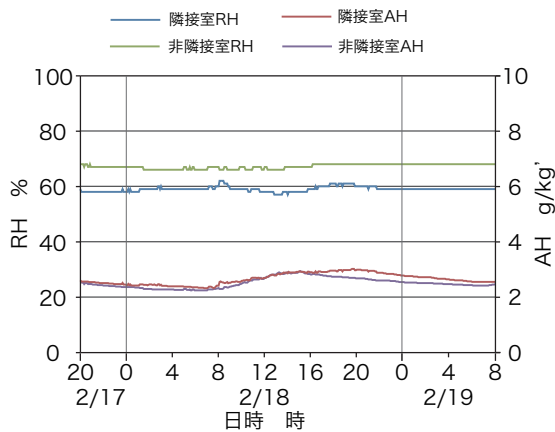


図 4-3-16 C. 地域型の居間及び居間の  
水平方向の室の RH 及び AH の日変動  
(2018年2月18日)

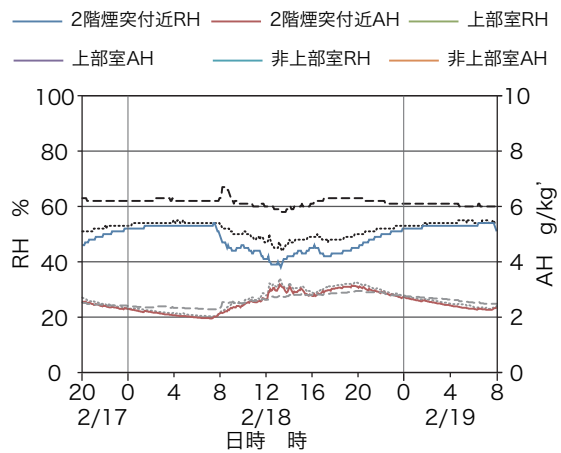


図 4-3-17 C. 地域型の居間及び居間の  
垂直方向の室の RH 及び AH の日変動  
(2018年2月18日)

差は  $0.3\text{g/kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。上部室では初期予熱開始時刻に RH は 54%、AH は  $2.0\text{g/kg}'$  であり、暖房開始時刻には RH が 53%、AH が  $2.2\text{g/kg}'$  となった。その後、暖房時間において RH は居間の水平方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は 1.8% と変動幅が小さかった。AH は居間及び居間の水平方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は  $0.3\text{g/kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。非上部室では初期予熱開始時刻に RH は 62%、AH は  $2.3\text{g/kg}'$  であり、暖房開始時刻には RH が 63% となり、AH は  $2.3\text{g/kg}'$  であった。その後、暖房時間において RH は居間の水平方向の室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は 1.9% と変動幅が小さかった。AH は居間の水平方向の室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は  $0.1\text{g/kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

#### (4) D. 現代型の調査結果

D. 現代型の居間における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-18 に示す。初期予熱開始時刻は 4:10 であり  $\theta_m$  は  $16.5^\circ\text{C}$  であった。1 時間後 (5:10) には  $20.6^\circ\text{C}$  ( $+4.1^\circ\text{C}$ ) まで緩やかに上昇し、暖房開始時刻 (6:20) には  $26.2^\circ\text{C}$  ( $+9.7^\circ\text{C}$ ) まで上昇した。暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $24.3^\circ\text{C}$  であり、標準偏差は  $1.5^\circ\text{C}$  と比較的変動幅が小さかった。最終暖房停止時刻は 23:10 であり  $\theta_m$  は  $23.7^\circ\text{C}$  であった。1 時間後 (24:10) には  $21.4^\circ\text{C}$  ( $-2.3^\circ\text{C}$ ) まで緩やかに低下し、翌朝の初期予熱開始時刻 (4:20) には  $15.6^\circ\text{C}$  ( $-8.1^\circ\text{C}$ ) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+0.4^\circ\text{C}$  と  $\theta_g$  がやや高温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は  $19.2^\circ\text{C}$  であり、 $\theta_f - \theta_c$  の平均値は  $-5.1^\circ\text{C}$  と調査対象の中では中間的な値であった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は  $26.5^\circ\text{C}$  であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は  $+1.2^\circ\text{C}$  と小さかった。

D. 現代型における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-19 に示す。隣接室の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $18.8^\circ\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $19.4^\circ\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $18.3^\circ\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $19.0^\circ\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.4^\circ\text{C}$  であった。暖房時間における隣接室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-4.9^\circ\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さかった。

D. 現代型における居間の垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-20 に示す。2 階煙突付近の  $\theta_m$  は暖房開始時刻に  $24.7^\circ\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $23.5^\circ\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $30.1^\circ\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $26.9^\circ\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+3.5^\circ\text{C}$  と他の結果と比べて  $\theta_g$  が高かった。暖房時間における 2 階煙突付近  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-0.9^\circ\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さかった。

D. 現代型の居間における RH 及び AH の日変動を図 4-3-21 に示す。初期予熱開始時刻に RH は 32%、AH は  $3.7\text{g/kg}'$  であった。暖房開始時刻には RH が 20%、AH が  $4.2\text{g/kg}'$  となった。暖房時間における RH は初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は 3.1% と比較的変動幅が小さかった。暖房時間における AH は初期予熱開始時刻よりも概ね高かったが、比較的低い値で推移した。標準偏差は  $0.3\text{g/kg}'$  と比較的変動幅が小さかった。

D. 現代型における居間の水平方向の室の RH 及び AH の日変動を図 4-3-22 に示す。隣接室で

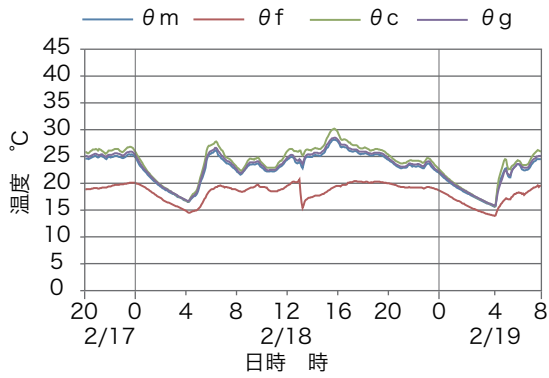


図 4-3-18 D. 現代型における  
居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)

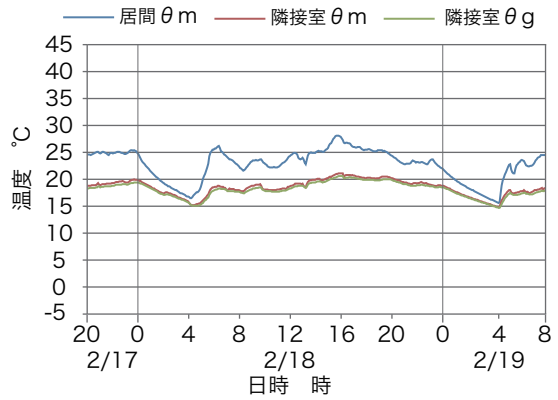


図 4-3-19 D. 現代型の居間及び居間の  
水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)

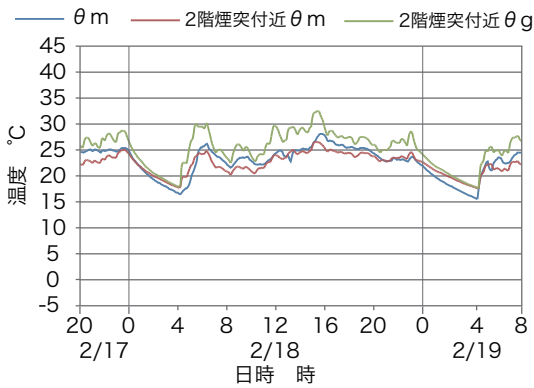


図 4-3-20 D. 現代型の居間及び居間の  
垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)

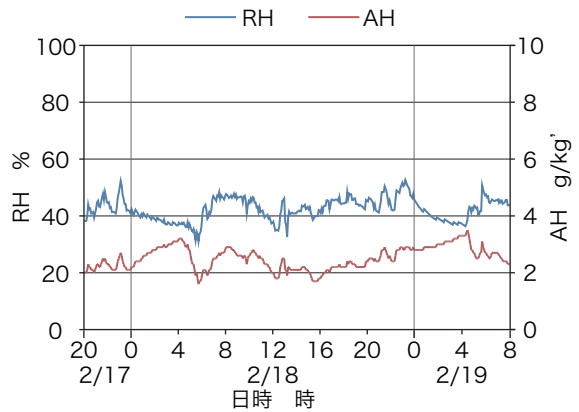


図 4-3-21 D. 現代型における  
居間の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)



図 4-3-22 D. 現代型の居間及び居間の  
水平方向の室の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)

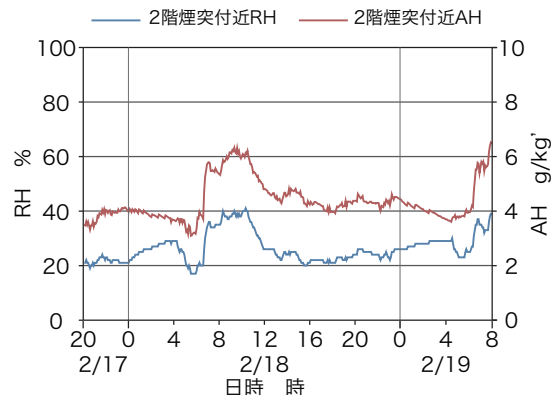


図 4-3-23 D. 現代型の居間及び居間の  
垂直方向の室の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 18 日)



は初期予熱開始時刻に RH は 32%、AH は 3.4g/kg' であり、暖房開始時刻には RH が 40%、AH が 4.7g/kg' となった。暖房時間において RH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 2.2% と変動幅が小さかった。AH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 0.2g/kg' と極めて変動幅が小さかった。

D. 現代型における居間の垂直方向の室の RH 及び AH の日変動を図 4-3-23 に示す。2 階煙突付近では初期予熱開始時刻に RH は 29%、AH は 3.7g/kg' であり、暖房開始時刻には RH が 49%、AH が 2.1g/kg' となった。暖房時間において RH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 6.3% と居間と比較して変動幅が大きかった。AH は居間よりも高い値で推移し、標準偏差は 0.7g/kg' と居間と比較して変動幅が大きかった。

### 5.3.2. 朝夜使用パターンの調査結果

2018 年 2 月 15 日の外気温及び日照時間の日変動を図 4-3-24 に示す。外気温は  $-2.7 \sim 3.5^{\circ}\text{C}$  で推移し、日平均気温は  $-0.2^{\circ}\text{C}$  であった。日中の最高気温は 13:40 に出現し、その後緩やかに低下して 23:30 に最低気温が出現した。日照時間は 2.0 時間、降雪量は 1cm であり、アメダス金山観測所の 2 月の平均値と同程度の気象条件であった。

#### (1) A. 伝統型（未改修）の調査結果

A. 伝統型（未改修）の居間における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-25 に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。初期予熱開始時刻は 5:35 であり  $\theta_m$  は  $7.5^{\circ}\text{C}$  であった。暖房開始時刻 (6:10) には  $18.2^{\circ}\text{C}$  ( $+10.7^{\circ}\text{C}$ ) まで比較的短時間で上昇し、1 時間後 (6:35) には  $20.9^{\circ}\text{C}$  ( $+13.4^{\circ}\text{C}$ ) になった。暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $20.8^{\circ}\text{C}$  と終日使用パターンと比較して低温であり、標準偏差は  $2.0^{\circ}\text{C}$  と終日使用パターンと比較して変動幅が小さかった。暖房停止時刻は 7:10 であり  $\theta_m$  は  $23.8^{\circ}\text{C}$  であった。その後、1 時間後 (8:10) には  $17.4^{\circ}\text{C}$  ( $-6.4^{\circ}\text{C}$ ) まで低下し、夕方の予熱開始時刻 (16:10) には  $6.1^{\circ}\text{C}$  ( $-17.7^{\circ}\text{C}$ ) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.9^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  が低温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は  $12.6^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は  $-8.2^{\circ}\text{C}$  と大きかった。

暖房時間における平均  $\theta_c$  は  $24.1^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は  $+3.3^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では比較的大きかった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。予熱開始時刻は 16:10 であり  $\theta_m$  は  $6.1^{\circ}\text{C}$  であった。暖房開始時刻 (17:05) には  $21.4^{\circ}\text{C}$  ( $+15.3^{\circ}\text{C}$ ) まで上昇し、1 時間後 (17:10) には  $20.3^{\circ}\text{C}$  ( $+14.2^{\circ}\text{C}$ ) であった。暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $24.3^{\circ}\text{C}$  と朝方の暖房時間と比較して高温であった。標準

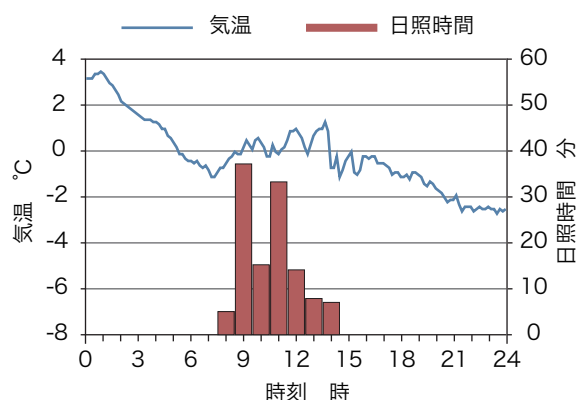


図 4-3-24 2018 年 2 月 15 日の外気温及び日照時間の日変動

偏差は 2.9℃と朝方の暖房時間と比較して変動幅が大きかった。最終暖房停止時刻は 22:45 であり  $\theta_m$  は 26.0℃であった。1 時間後 (23:45) には 19.6℃ (-6.4℃) まで低下し、翌朝の初期予熱開始時刻 (5:30) には 5.9℃ (-20.1℃) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は -0.7℃と  $\theta_g$  が低温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は 15.1℃であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は -9.2℃と大きかった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は 27.6℃であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は +3.3℃と調査対象の中では比較的大きかった。

A. 伝統型 (未改修) における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-26 に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。隣接室の  $\theta_m$  は朝方の暖房開始時刻に 4.6℃であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は 5.2℃であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻 5.8℃であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は 6.6℃であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は +1.5℃と  $\theta_g$  が高かった。暖房時間における隣接室  $\theta_m -$  居間  $\theta_m$  の平均値は -15.6℃であった。

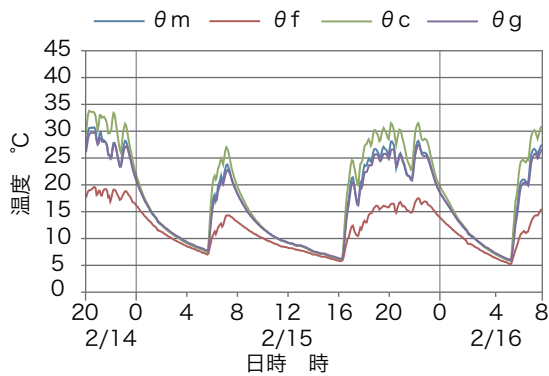


図 4-3-25 A. 伝統型 (未改修) における居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018 年 2 月 15 日)

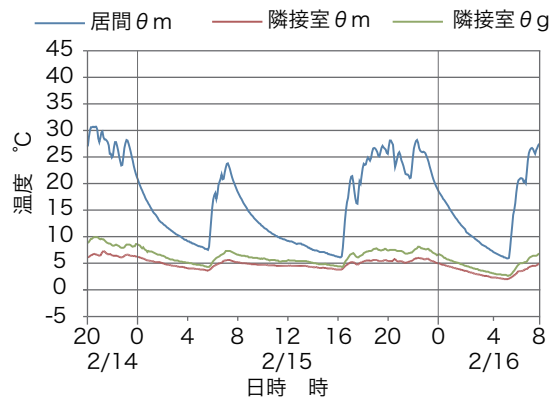


図 4-3-26 A. 伝統型 (未改修) の居間及び居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018 年 2 月 15 日)

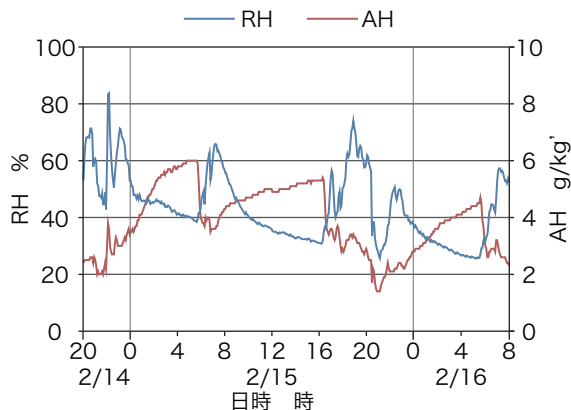


図 4-3-27 A. 伝統型 (未改修) における居間の RH 及び AH の日変動 (2018 年 2 月 15 日)

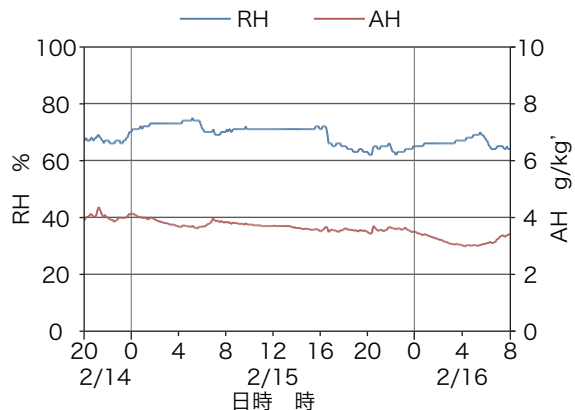


図 4-3-28 A. 伝統型 (未改修) の居間及び居間の水平方向の室の RH 及び AH の日変動 (2018 年 2 月 15 日)

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。隣接室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に $5.2^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は $5.4^{\circ}\text{C}$ であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻 $6.8^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は $7.2^{\circ}\text{C}$ であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は $+1.8^{\circ}\text{C}$ と $\theta_g$ が高かった。暖房時間における隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-18.9^{\circ}\text{C}$ であった。

A. 伝統型（未改修）の居間におけるRH及びAHの日変動を図4-3-27に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。初期予熱開始時刻にRHは60%、AHは $3.8\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが38%、AHが $4.9\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間におけるRHは初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は1.8%と終日使用パターンと比較して変動幅が小さかった。暖房時間におけるAHは初期予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移した。標準偏差は $0.6\text{g}/\text{kg}'$ と終日使用パターンと比較して変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。予熱開始時刻にRHは53%、AHは $3.1\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが35%、AHが $5.5\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間におけるRHは予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は6.4%と朝方と比較して変動幅が大きかった。暖房時間におけるAHは予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移し、標準偏差は $1.3\text{g}/\text{kg}'$ と終日使用パターンと朝方の暖房時間との中間的な値であった。

A. 伝統型（未改修）における居間の水平方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-28に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。初期予熱開始時刻にRHは74%、AHは $3.6\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが70%、AHが $3.7\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は0.5%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g}/\text{kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。夕方の予熱開始時刻にRHは72%、AHは $3.6\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが65%となり、AHが $3.6\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は1.2%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g}/\text{kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

## (2) B. 伝統型（改修）の調査結果

B. 伝統型（改修）の居間における $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-29に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。初期予熱開始時刻は4:40であり $\theta_m$ は $4.2^{\circ}\text{C}$ であった。暖房開始時刻(5:15)には $15.8^{\circ}\text{C}$  ( $+11.6^{\circ}\text{C}$ )まで比較的短時間で上昇し、1時間後(5:40)には $18.7^{\circ}\text{C}$  ( $+14.5^{\circ}\text{C}$ )になった。暖房時間における平均 $\theta_m$ は $21.8^{\circ}\text{C}$ と調査対象の中では比較的低温であり、標準偏差は $2.9^{\circ}\text{C}$ であった。暖房停止時刻は8:05であり $\theta_m$ は $25.0^{\circ}\text{C}$ であった。1時間後(9:05)には $16.0^{\circ}\text{C}$  ( $-9.0^{\circ}\text{C}$ )まで比較的急激に低下し、次回の予熱開始時刻(13:55)には $5.8^{\circ}\text{C}$  ( $-19.2^{\circ}\text{C}$ )になった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は $+0.2^{\circ}\text{C}$ と温度差が小さかった。暖房時間における平均 $\theta_f$ は $20.5^{\circ}\text{C}$ であり、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は $-1.3^{\circ}\text{C}$ と小さかった。暖房時間における平均 $\theta_c$ は $31.5^{\circ}\text{C}$ であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は $+9.7^{\circ}\text{C}$ と大きかった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。予熱開始時刻は17:10であり $\theta_m$ は

6.0℃であった。暖房開始時刻(17:50)には20.5℃(14.5℃)まで比較的短時間で上昇し、1時間後(18:10)には22.0℃(+16.0℃)になった。暖房時間における平均 $\theta_m$ は22.6℃であり、標準偏差は1.9℃と終日使用パターンや朝方の暖房時間と比較して変動幅が小さかった。最終暖房停止時刻は21:20であり $\theta_m$ は26.3℃であった。1時間後(22:20)には18.5℃(-7.8℃)まで比較的急激に低下し、翌朝の初期予熱開始時刻(5:15)には1.5℃(-24.8℃)になった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.2℃と温度差が小さかった。暖房時間における平均 $\theta_f$ は22.0℃であり、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-1.2℃と小さかった。暖房時間における平均 $\theta_c$ は32.6℃であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+9.4℃と大きかった。

B. 伝統型(改修)における居間の水平方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-30に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。隣接室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に2.1℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は2.4℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻2.0℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は2.6℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.2℃と差が小さかった。暖房時間における隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-19.4℃であった。非隣接室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に1.1℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は1.1℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に0.9℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は0.7℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.4℃と差が小さかった。暖房時間における非隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-20.7℃であった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。隣接室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に2.1℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は2.2℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻2.4℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は2.6℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.4℃と差が小さかった。暖房時間における隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-21.0℃であった。非隣接室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に1.0℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は0.9℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻0.7℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は0.4℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.5℃と $\theta_g$ が若干低かった。暖房時間における非隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-22.4℃であった。

B. 伝統型(改修)における居間の垂直方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-31に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。上部室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に4.8℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は4.6℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻4.6℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は4.4℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.1℃と差が小さかった。暖房時間における上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-17.2℃であった。非上部室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に2.8℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は2.8℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に2.8℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は2.7℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.0℃と差が無かった。暖房時間における非上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-19.0℃であった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。上部室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻

に $3.8^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は $3.7^{\circ}\text{C}$ であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻 $3.8^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は $3.6^{\circ}\text{C}$ であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は $-0.1^{\circ}\text{C}$ と差が小さかった。暖房時間における上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-19.1^{\circ}\text{C}$ であった。非上部室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に $3.3^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は $3.0^{\circ}\text{C}$ であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻 $3.2^{\circ}\text{C}$ であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は $3.0^{\circ}\text{C}$ であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は $0.0^{\circ}\text{C}$ と差がなかった。暖房時間における非上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-20.3^{\circ}\text{C}$ であった。

B. 伝統型（改修）における居間のRH及びAHの日変動を図4-3-32に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。初期予熱開始時刻にRHは58%、AHは $3.0\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房開始時刻にはRHが36%、AHが $4.0\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間におけるRHは初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は5.1%であった。暖房時間におけるAHは初期予熱開始時刻よりも高い値で推移し、標準偏差は $0.5\text{g}/\text{kg}'$ と比較的変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。予熱開始時刻にRHは52%、AHは $3.0\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房開始時刻にはRHが27%、AHが $4.0\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間におけるRHは予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は3.5%と終日使用パターンや朝方の暖房時間と比較して変動幅が小さかった。暖房時間におけるAHは夕方の予熱開始時刻よりも高い値で推移し、標準偏差は $0.6\text{g}/\text{kg}'$ と比較的変動幅が小さかった。

B. 伝統型（改修）における居間の水平方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-33に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。隣接室では初期予熱開始時刻にRHは72%、AHは $3.1\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが72%であり、AHが $3.2\text{g}/\text{kg}'$ となった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は1.0%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間よりも概ね低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g}/\text{kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。非隣接室では初期予熱開始時刻にRHは78%、AHは $3.2\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが79%となり、AHが $3.2\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は1.4%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間よりも概ね低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g}/\text{kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。隣接室では夕方の予熱開始時刻にRHは64%、AHは $2.8\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが63%となり、AHが $2.8\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は1.0%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.0\text{g}/\text{kg}'$ とほぼ変動幅しなかった。非隣接室では夕方の予熱開始時刻にRHは70%、AHは $2.9\text{g}/\text{kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが71%となり、AHが $2.9\text{g}/\text{kg}'$ であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は2.9%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g}/\text{kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。

B. 伝統型（改修）における居間の垂直方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-34に示

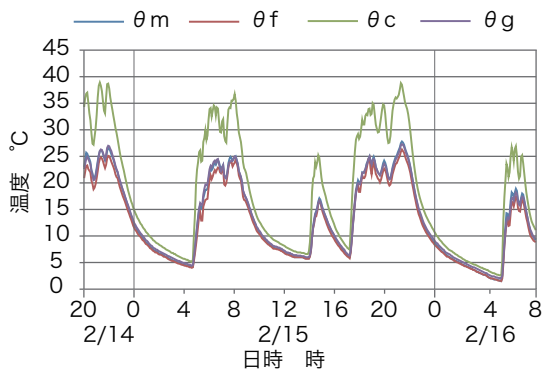


図 4-3-29 B. 伝統型（改修）における居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動（2018年2月15日）

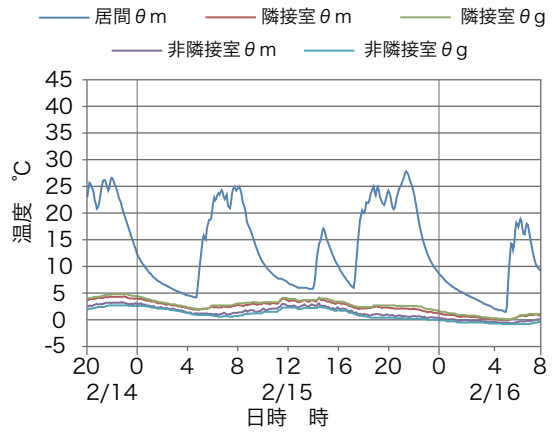


図 4-3-30 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の水平方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動（2018年2月15日）

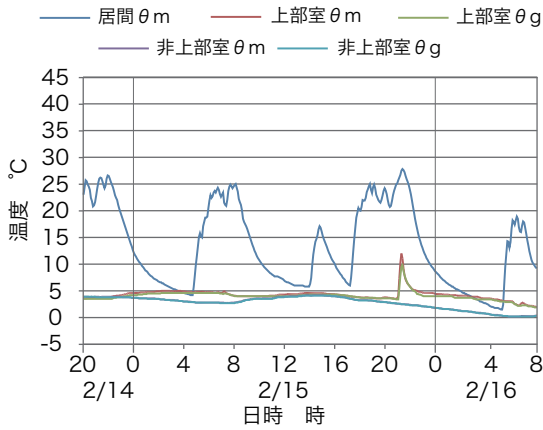


図 4-3-31 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の垂直方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動（2018年2月15日）

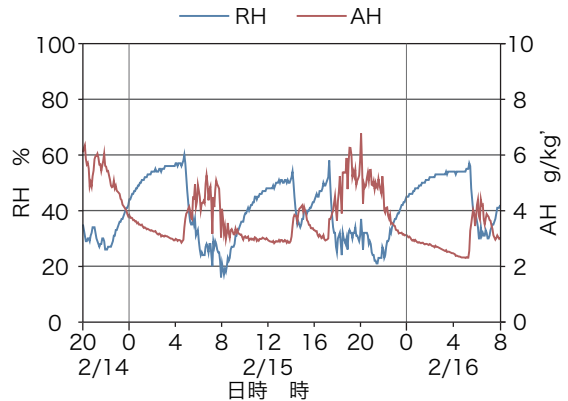


図 4-3-32 B. 伝統型（改修）における居間の RH 及び AH の日変動（2018年2月15日）

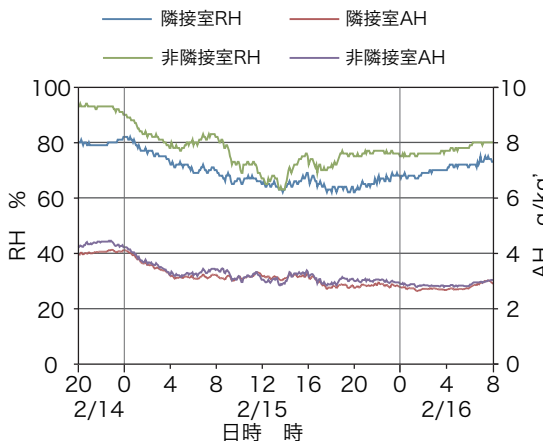


図 4-3-33 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の水平方向の室における RH 及び AH の日変動（2018年2月15日）

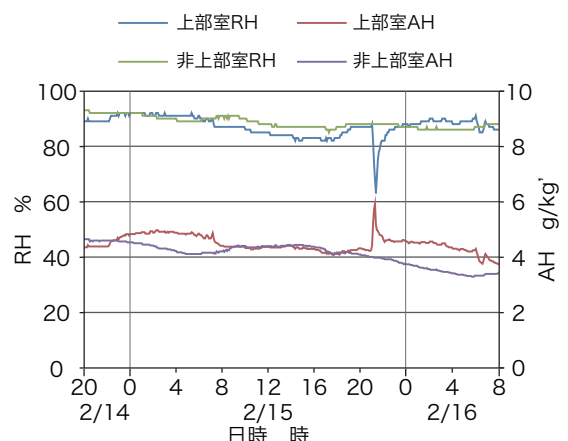


図 4-3-34 B. 伝統型（改修）の居間及び居間の垂直方向の室における RH 及び AH の日変動（2018年2月15日）

す。まず、朝方の湿度変動に着目する。上部室では初期予熱開始時刻にRHは91%、AHは4.8g/kg'であり、暖房開始時刻にはRHが91%、AHが4.8g/kg'であった。暖房時間においてRHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は1.5%と極めて変動幅が小さかった。AHはと居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.2g/kg'と極めて変動幅が小さかった。非上部室では初期予熱開始時刻にRHは89%、AHは4.1g/kg'であり、暖房開始時刻にはRHが89%、AHが4.1g/kg'であった。暖房時間においてRHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.7%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.0g/kg'とほぼ変動しなかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。上部室では夕方の予熱開始時刻にRHは83%、AHは4.2g/kg'であり、暖房開始時刻にはRHが83%であり、AHが4.1g/kg'となった。暖房時間においてRHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は1.5%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.1g/kg'とほぼ変動しなかった。非上部室では夕方の予熱開始時刻にRHは86%、AHは4.2g/kg'であり、暖房開始時刻にはRHが86%であり、AHが4.1g/kg'となった。暖房時間においてRHは居間の水平方向の室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.5%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間の水平方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は0.1g/kg'とほぼ変動しなかった。

### (3) C. 地域型の調査結果

C. 地域型における居間の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-34に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。初期予熱開始時刻は7:25であり $\theta_m$ は8.8℃であった。1時間後の暖房開始時刻(8:25)には19.0℃(+10.2℃)まで調査対象の中では比較的緩やかに上昇した。暖房時間における平均 $\theta_m$ は22.0℃と終日使用パターンと比較して低温であり、標準偏差は2.8℃であった。暖房停止時刻は13:00であり $\theta_m$ は27.9℃であった。1時間後(14:00)には24.7℃(-3.2℃)まで緩やかに低下し、夕方の予熱開始時刻(17:00)には14.5℃(-13.4℃)になった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.6℃と $\theta_g$ が低温であった。暖房時間における平均 $\theta_f$ は14.0℃であり、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-8.0℃と大きかった。暖房時間における平均 $\theta_c$ は24.1℃であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+2.1℃と調査対象の中では中間的な値であった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。予熱開始時刻は17:00であり $\theta_m$ は14.5℃であった。暖房開始時刻(17:55)には20.3℃(+5.8℃)まで比較的緩やかに上昇し、1時間後(18:00)には20.2℃(+5.7℃)であった。暖房時間における平均 $\theta_m$ は22.4℃と調査対象の中では比較的低温であった。標準偏差は1.2℃と朝方の暖房時間よりも変動幅が小さかった。最終暖房停止時刻は20:05であり $\theta_m$ は23.8℃であった。1時間後(21:05)には19.9℃(-3.9℃)まで比較的緩やかに低下し、翌朝の初期予熱開始時刻(6:15)には6.8℃(-17.0℃)になった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.1℃と温度差が小さかった。

暖房時間における平均 $\theta_f$ は14.6℃であり、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-7.8℃と比較的大きかった。暖房時間における平均 $\theta_c$ は25.0℃であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+2.5℃と調査対象の中では中間的な値であった。

C. 地域型における居間の水平方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-36に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。隣接室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に3.6℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は4.7℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻3.9℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は5.0℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.2℃と差が小さかった。暖房時間における隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-17.3℃であった。非隣接室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に2.2℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は3.4℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に2.0℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は3.3℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.1℃と差が小さかった。暖房時間における非隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-18.6℃であった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。隣接室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に4.8℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は4.7℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻5.1℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は5.0℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.2℃と差が小さかった。暖房時間における隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-17.7℃であった。非隣接室の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に3.2℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は2.9℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に3.3℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は3.0℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.1℃とほぼ差が無かった。暖房時間における非隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-19.5℃であった。

C. 地域型における居間の垂直方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-37に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。2階煙突付近の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に5.6℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は8.5℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に6.3℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は9.3℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は+0.8℃と $\theta_g$ がやや高温であった。暖房時間における2階煙突付近 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-13.5℃と調査対象の中では比較的差が小さかった。上部室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に4.6℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は7.5℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に4.4℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は7.2℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.2℃と差が小さかった。暖房時間における上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-14.6℃であった。非上部室の $\theta_m$ は朝方の暖房開始時刻に2.7℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は4.0℃であった。 $\theta_g$ は暖房開始時刻に2.6℃であり、暖房時間における平均 $\theta_g$ は3.7℃であった。暖房時間における $\theta_g - \theta_m$ の平均値は-0.3℃と差が小さかった。暖房時間における非上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は-17.7℃であった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。2階煙突付近の $\theta_m$ は夕方の暖房開始時刻に8.1℃であり、暖房時間における平均 $\theta_m$ は8.4℃であった。 $\theta_g$ は暖房開



始時刻に  $9.3^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $9.6^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+1.1^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  がやや高温であった。暖房時間における2階煙突付近  $\theta_m - \text{居間 } \theta_m$  の平均値は  $-14.1^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では比較的差が小さかった。上部室の  $\theta_m$  は夕方の暖房開始時刻に  $7.1^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $7.4^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $7.0^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $7.3^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.1^{\circ}\text{C}$  とほぼ差が無かった。暖房時間における上部室  $\theta_m - \text{居間 } \theta_m$  の平均値は  $-15.1^{\circ}\text{C}$  であった。非上部室の  $\theta_m$  は夕方の暖房開始時刻に  $4.0^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $3.6^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $4.0^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $3.7^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+0.1^{\circ}\text{C}$  とほぼ差が無かった。暖房時間における非上部室  $\theta_m - \text{居間 } \theta_m$  の平均値は  $-18.8^{\circ}\text{C}$  であった。

C. 地域型における居間のRH及びAHの日変動を図4-3-38に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。初期予熱開始時刻にRHは34%、AHは  $2.4\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房開始時刻にはRHが18%となり、AHが  $2.4\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間におけるRHは初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は3.3%であった。暖房時間におけるAHは初期予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移し、標準偏差は  $0.6\text{g}/\text{kg}'$  と比較の変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。予熱開始時刻にRHは28%、AHは  $2.9\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房開始時刻にはRHが16%、AHが  $2.3\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間におけるRHは予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は1.5%と比較の変動幅が小さかった。暖房時間におけるAHは予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は  $0.1\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

C. 地域型における居間の水平方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-39に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。隣接室では初期予熱開始時刻にRHは60%、AHは  $2.9\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが60%、AHが  $2.9\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は0.8%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間よりも概ね低い値で推移し、標準偏差は  $0.1\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。非隣接室では初期予熱開始時刻にRHは72%、AHは  $3.1\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが71%となり、AHが  $3.1\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は0.6%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間よりも概ね低い値で推移し、標準偏差は  $0.1\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。隣接室では夕方の予熱開始時刻にRHは57%、AHは  $3.2\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが57%であり、AHが  $3.0\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房時間においてRHは非隣接室と比較して低い値で推移し、標準偏差は0.5%と変動幅が小さかった。AHは居間と概ね同じ値で推移し、標準偏差は  $0.0\text{g}/\text{kg}'$  とほぼ変動しなかった。非隣接室では夕方の予熱開始時刻にRHは70%、AHは  $3.4\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開

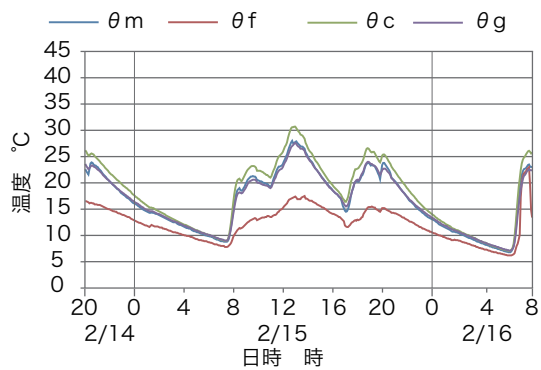


図 4-3-35 C. 地域型における居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月15日)

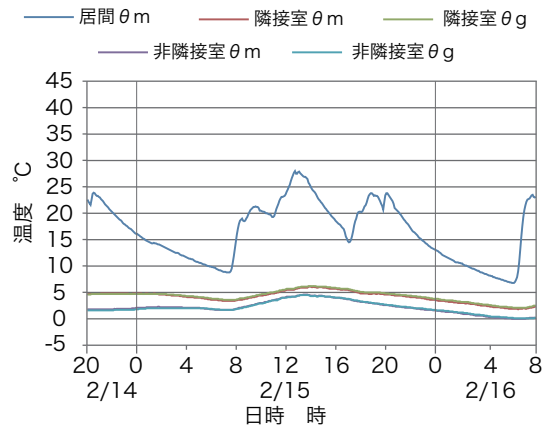


図 4-3-36 C. 地域型の居間及び居間の水平方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月15日)

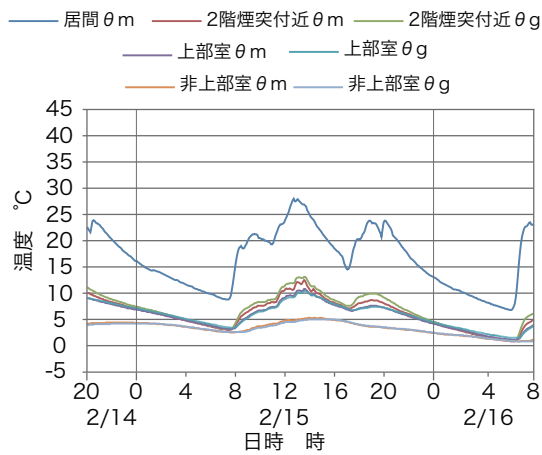


図 4-3-37 C. 地域型の居間及び居間の垂直方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動 (2018年2月15日)

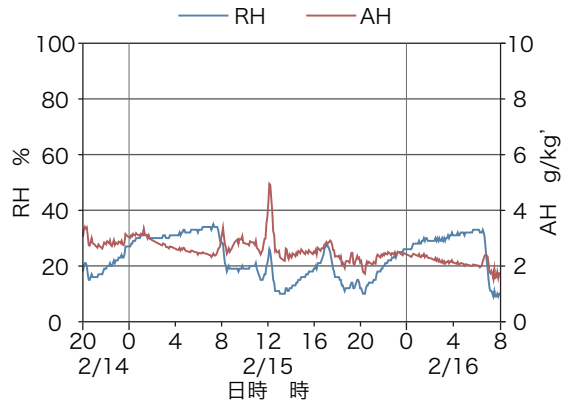


図 4-3-38 C. 地域型における居間の RH 及び AH の日変動 (2018年2月15日)

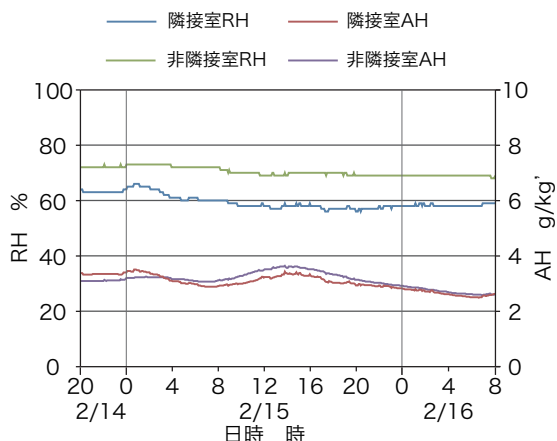


図 4-3-39 C. 地域型の居間及び居間の水平方向の室における RH 及び AH の日変動 (2018年2月15日)

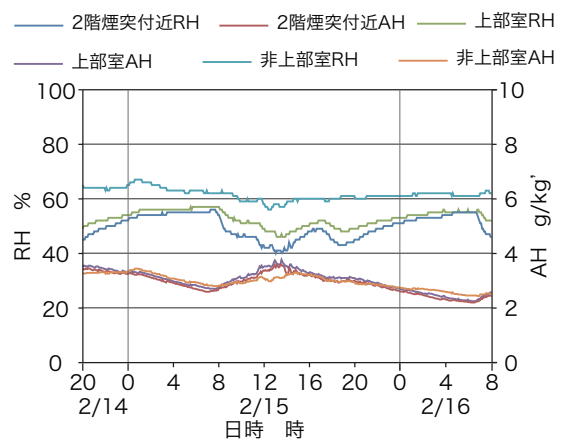


図 4-3-40 C. 地域型の居間及び居間の垂直方向の室における RH 及び AH の日変動 (2018年2月15日)

始時刻にはRHが70%であり、AHが $3.3\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは隣接室よりも高い値で推移し、標準偏差は0.5%と極めて変動幅が小さかった。AHは今及び隣接室と概ね同じ値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g/kg}'$ とほぼ変動しなかった。

C. 地域型における居間の垂直方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-40に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。2階煙突付近では初期予熱開始時刻にRHは56%、AHは $2.6\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが49%、AHが $2.7\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは他の居間の垂直方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は2.3%と変動幅が小さかった。AHは他の居間の垂直方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は $0.2\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。上部室では初期予熱開始時刻にRHは57%、AHは $2.7\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが55%、AHが $2.9\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは居間の水平方向の室と比較して低い値で推移し、標準偏差は2.0%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間の水平方向の室と比較して低い値で推移し、標準偏差は $0.2\text{g/kg}'$ と極めて変動幅が小さかった。非上部室では初期予熱開始時刻にRHは62%、AHは $2.8\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが62%、AHが $2.8\text{g/kg}'$ であった。暖房時間においてRHは隣接室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は1.7%と変動幅が小さかった。AHは隣接室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g/kg}'$ とほぼ変動しなかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。2階煙突付近では夕方の予熱開始時刻にRHは49%、AHは $3.1\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが45%、AHが $3.0\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは他の居間の垂直方向の室よりも低い値で推移し、標準偏差は0.7%と極めて変動幅が小さかった。AHは他の居間の垂直方向の室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は $0.0\text{g/kg}'$ とほぼ変動しなかった。上部室では夕方の予熱開始時刻にRHは52%、AHは $3.2\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが50%となり、AHが $3.1\text{g/kg}'$ であった。暖房時間においてRHは隣接室よりも低い値で推移し、標準偏差は0.6%と極めて変動幅が小さかった。AHは最小値と最大値が $3.1\text{g/kg}'$ であり、標準偏差は $0.0\text{g/kg}'$ と変動しなかった。非上部室では夕方の予熱開始時刻にRHは60%、AHは $3.1\text{g/kg}'$ であり、暖房開始時刻にはRHが60%であり、AHが $3.0\text{g/kg}'$ となった。暖房時間においてRHは隣接室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は0.5%と極めて変動幅が小さかった。AHは隣接室と概ね同様の値で推移し、標準偏差は $0.1\text{g/kg}'$ とほぼ変動しなかった。

#### (4) D. 現代型の調査結果

D. 現代型における居間の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の日変動を図4-3-41に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。初期予熱開始時刻は4:50であり $\theta_m$ は $16.9^\circ\text{C}$ であった。1時間後(5:50)には $21.9^\circ\text{C}$ ( $+5.0^\circ\text{C}$ )まで比較的緩やかに上昇し、暖房開始時刻(7:15)には $26.4^\circ\text{C}$ ( $+9.5^\circ\text{C}$ )まで上昇した。暖房時間における平均 $\theta_m$ は $25.6^\circ\text{C}$ と調査対象の中では比較的高温であり、標準偏差は0.3%と変動幅が小さかった。暖房停止時刻は8:15であり $\theta_m$ は $25.7^\circ\text{C}$ であった。1時間後(9:15)には $24.7^\circ\text{C}$ ( $-1.0^\circ\text{C}$ )まで緩やかに低下し、夕方の予熱開始時刻(16:40)に

は  $15.7^{\circ}\text{C}$  ( $-10.0^{\circ}\text{C}$ ) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+0.4^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  がやや高温であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は  $20.1^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は  $-5.4^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では中間的な値であった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は  $26.8^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は  $+1.2^{\circ}\text{C}$  と小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。予熱開始時刻は 16:40 であり  $\theta_m$  は  $15.7^{\circ}\text{C}$  であった。暖房開始時刻 (17:25) には  $21.5^{\circ}\text{C}$  ( $+5.8^{\circ}\text{C}$ ) まで終日使用パターンや朝方の予熱期と比較して短時間で上昇し、1 時間後 (17:40) には  $21.3^{\circ}\text{C}$  ( $+5.6^{\circ}\text{C}$ ) であった。暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $23.5^{\circ}\text{C}$  であり、標準偏差は  $1.8^{\circ}\text{C}$  と比較の変動幅が小さかった。最終暖房停止時刻は 20:40 であり  $\theta_m$  は  $27.3^{\circ}\text{C}$  であった。1 時間後 (21:40) には  $26.3^{\circ}\text{C}$  ( $-1.0^{\circ}\text{C}$ ) まで緩やかに低下し、翌朝の初期予熱開始時刻 (4:00) には  $16.1^{\circ}\text{C}$  ( $-11.2^{\circ}\text{C}$ ) になった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $0.0^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  と  $\theta_m$  が同程度であった。暖房時間における平均  $\theta_f$  は  $16.8^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は  $-6.7^{\circ}\text{C}$  と比較的大きかった。暖房時間における平均  $\theta_c$  は  $25.0^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_c - \theta_m$  の平均値は  $+1.6^{\circ}\text{C}$  と小さかった。

D. 現代型における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-42 に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。隣接室の  $\theta_m$  は朝方の暖房開始時刻に  $19.3^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $19.2^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻  $18.8^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $18.8^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.4^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  がやや低温であった。暖房時間における隣接室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-6.4^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さかったが、終日使用パターンと比較して気温差が大きかった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。隣接室の  $\theta_m$  は夕方の暖房開始時刻に  $16.9^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $17.8^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻  $16.5^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $17.4^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $-0.4^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  がやや低温であった。暖房時間における隣接室  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-5.6^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さかったが、終日使用パターンと比較して気温差が大きかった。

D. 現代型における居間の垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動を図 4-3-43 に示す。まず、朝方の気温変動に着目する。2 階煙突付近の  $\theta_m$  は朝方の暖房開始時刻に  $22.6^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $22.3^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $26.7^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $26.5^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+4.2^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では例外的に  $\theta_g$  が高温であった。暖房時間における 2 階煙突付近  $\theta_m$  - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-3.3^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さかったが、終日使用パターンと比較して気温差が大きかった。

次に、夕方から夜間にかけての気温変動に着目する。2 階煙突付近の  $\theta_m$  は夕方の暖房開始時刻に  $18.2^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_m$  は  $21.1^{\circ}\text{C}$  であった。 $\theta_g$  は暖房開始時刻に  $19.8^{\circ}\text{C}$  であり、暖房時間における平均  $\theta_g$  は  $24.7^{\circ}\text{C}$  であった。暖房時間にお

る  $\theta_g - \theta_m$  の平均値は  $+3.5^\circ\text{C}$  と調査対象の中では例外的に  $\theta_g$  が高温であった。暖房時間における2階煙突付近  $\theta_m$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-2.3^\circ\text{C}$  と調査対象の中では極めて差が小さく、終日使用パターンと朝方の暖房時間の中間的な値であった。

D. 現代型における居間のRH及びAHの日変動を図4-3-44に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。初期予熱開始時刻にRHは38%、AHは  $4.5\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房開始時刻にはRHが24%、AHが  $5.1\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間におけるRHは初期予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は0.6%と変動幅が小さかった。暖房時間におけるAHは初期予熱開始時刻よりも高い値で推移し、標準偏差は  $0.1\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。予熱開始時刻にRHは38%、AHは  $4.2\text{g}/\text{kg}'$  であった。暖房開始時刻にはRHが30%、AHが  $4.8\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間におけるRHは予熱開始時刻よりも低い値で推移し、標準偏差は3.2%であった。暖房時間におけるAHは予熱開始時刻よりも概ね高い値で推移し、標準偏差は  $0.3\text{g}/\text{kg}'$  と変動幅が小さかった。

D. 現代型における居間の水平方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-45に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。隣接室では初期予熱開始時刻にRHは39%、AHは  $4.4\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが39%であり、AHが  $5.4\text{g}/\text{kg}'$  となった。その後、暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は0.3%と極めて変動幅が小さかった。AHは居間と概ね同様の値で推移し、標準偏差は  $0.0\text{g}/\text{kg}'$  とほぼ変動しなかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。隣接室では夕方の予熱開始時刻にRHは38%、AHは  $4.0\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが40%、AHが  $4.8\text{g}/\text{kg}'$  となった。その後、暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は1.8%と変動幅が小さかった。AHは居間と概ね同様の値で推移し、標準偏差は  $0.2\text{g}/\text{kg}'$  と極めて変動幅が小さかった。

D. 現代型における居間の垂直方向の室のRH及びAHの日変動を図4-3-46に示す。まず、朝方の湿度変動に着目する。2階煙突付近では朝方の予熱開始時刻にRHは34%、AHは  $4.3\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが38%、AHが  $6.5\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間においてRHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は2.5%と変動幅が小さかった。AHは居間よりも高い値で推移し、標準偏差は  $0.4\text{g}/\text{kg}'$  と変動幅が小さかった。

次に、夕方から夜間にかけての湿度変動に着目する。2階煙突付近では夕方の初期予熱開始時刻にRHは35%、AHは  $4.0\text{g}/\text{kg}'$  であり、暖房開始時刻にはRHが32%であり、AHが  $4.1\text{g}/\text{kg}'$  となった。暖房時間においてRHは居間と概ね同様の値で推移し、標準偏差は4.9%であった。AHは居間と概ね同様の値で推移し、標準偏差は  $0.3\text{g}/\text{kg}'$  と変動幅が小さかった。

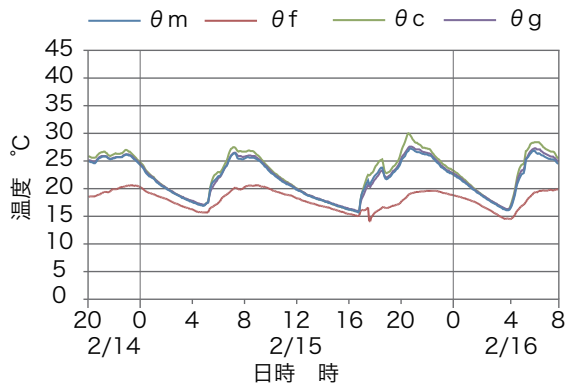


図 4-3-41 D. 現代型における  
居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

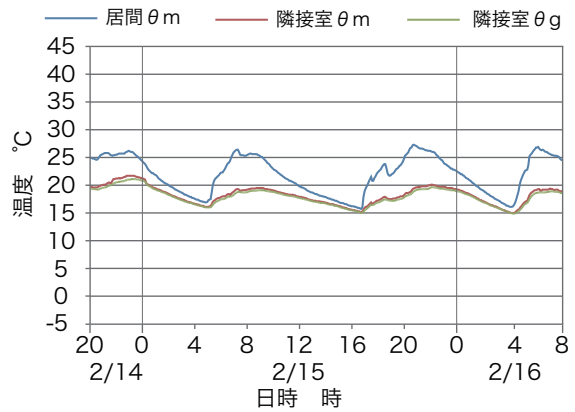


図 4-3-42 D. 現代型の居間及び居間の  
水平方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

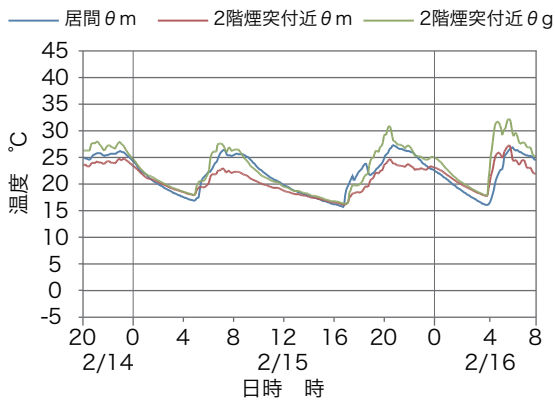


図 4-3-43 D. 現代型の居間及び居間の  
垂直方向の室における  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

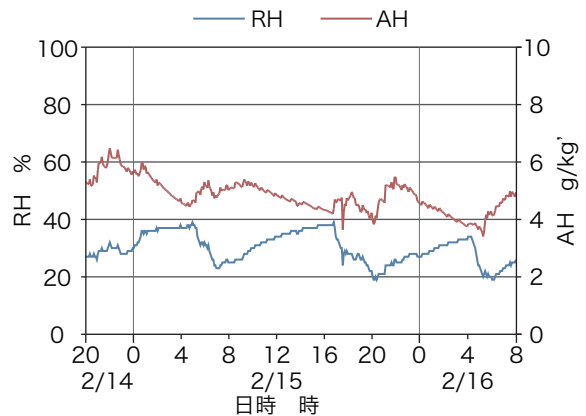


図 4-3-44 D. 現代型における  
居間の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

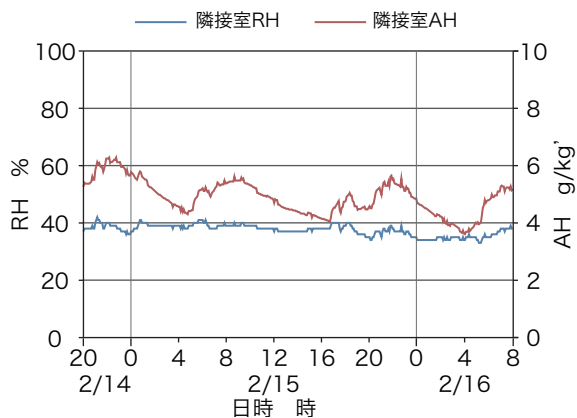


図 4-3-45 D. 現代型の居間及び居間の  
水平方向の室の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

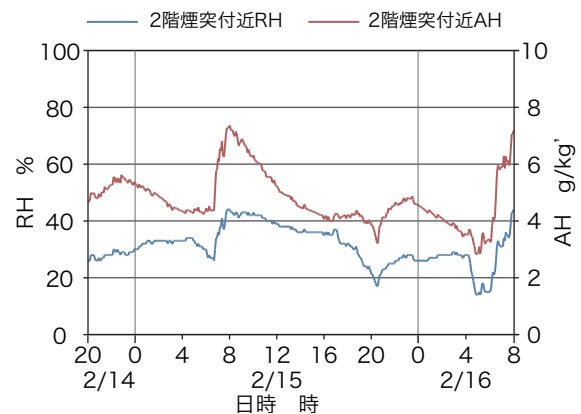


図 4-3-46 D. 現代型の居間及び居間の  
垂直方向室の RH 及び AH の日変動  
(2018 年 2 月 15 日)

#### 4.4. 考察

薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境は各調査対象で特性が異なり、以下の様な傾向が認められる。A. 伝統型（未改修）とB. 伝統型（改修）は予熱開始時刻から比較的短時間で $\theta_m$ が上昇し、暖房時間における $\theta_m$ の変動幅が比較的大きく、暖房停止時刻から比較的短時間で $\theta_m$ が低下する。C. 地域型とD. 現代型は予熱開始時刻から比較的緩やかに $\theta_m$ が上昇し、暖房時間における $\theta_m$ の変動幅が比較的小さく、暖房停止時刻から比較的緩やかに $\theta_m$ が低下する。また、B. 伝統型（改修）では相対的に低温な室内温熱環境が形成されている。一方でB. 伝統型（改修）と断熱仕様に大きな差が無いA. 伝統型（未改修）には、断熱材を使用しているC. 地域型やD. 現代型と比較して高温な室内温熱環境が形成されている。 $\theta_g$ については、A. 伝統型（未改修）、B. 伝統型（改修）及びC. 地域型では $\theta_m$ と同程度または $\theta_m$ より低温になり、D. 現代型では $\theta_m$ と同程度または $\theta_m$ より高温になる。上下温度分布については基本的に $\theta_f$ に低温域が、 $\theta_c$ に高温域が形成され、A. 伝統型（未改修）ではより上下温度差が大きく、D. 現代型ではより上下温度差が小さくなる傾向が認められる。B. 伝統型（改修）では $\theta_m$ と $\theta_f$ の温度差が小さく、 $\theta_m$ と $\theta_c$ の温度差が大きく、 $\theta_c$ が比較的高温となる傾向が確認される。湿度については、暖房時間においてRHは予熱開始時刻よりも低湿に、AHは予熱開始時刻よりも高湿になる。居間の水平方向及び垂直方向の室では薪ストーブ使用時に基本的に低温な室内温熱環境が形成されているが、C. 地域型の煙突付近では $\theta_m$ 及び $\theta_g$ がやや高温であり、D. 現代型の隣接室及び2階煙突付近では居間に近い高温な室内温熱環境が形成されており、湿度環境も $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の変動の影響を受ける。以上の様な代表日の結果から確認された傾向を踏まえ、測定期間における全暖房時間、全予熱期及び全冷却期に形成された室内温熱環境を抽出し、住宅のタイプの違いが薪ストーブ使用時の室内温熱環境形成に及ぼす影響を検証する。

##### 4.4.1. 温度環境に関する考察

調査期間の全暖房時間における平均 $\theta_m$ 、 $\theta_m$ の標準偏差、最高 $\theta_m$ 及び最低 $\theta_m$ を図4-4-1に示す。D. 現代型をみると、平均 $\theta_m$ が24.8℃と相対的に高温であり、標準偏差が2.1℃と相対的に $\theta_m$ の変動幅が小さい。一方でB. 伝統型（改修）をみると、平均 $\theta_m$ が21.0℃と相対的に低温であり、標準偏差が4.1℃と相対的に $\theta_m$ の変動幅が大きい。A. 伝統型（未改修）は平均 $\theta_m$ が25.2℃と相対的に高温であり、標準偏差が

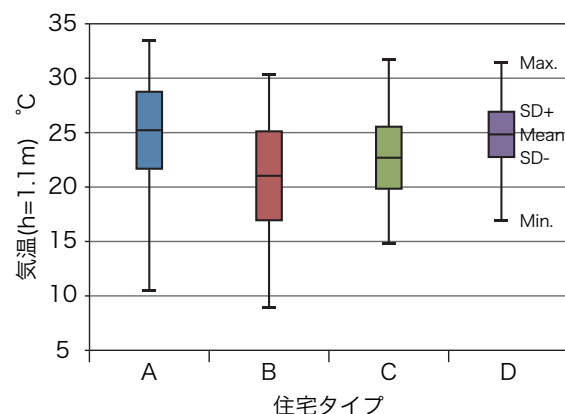


図4-4-1 全暖房時間における平均 $\theta_m$ 、標準偏差、最高 $\theta_m$ 、最低 $\theta_m$

3.4℃と相対的に $\theta_m$ の変動幅が大きい。C. 地域型は平均 $\theta_m$ が22.7℃、標準偏差が2.8℃と調査対象の中では中間的な値である。次に、各日の使用時間と気温形成との関係を検証する。各調査対象の終日使用、朝方の使用、夜間の使用別の暖房時間における日平均 $\theta_m$ と標準偏差の関係を図4-4-2～図4-4-5に示す。A. 伝統型（未改修）（図4-4-2）とB. 伝統型（改修）（図4-4-3）の結果をみると、終日使用、朝方の使用、夜間の使用ともにA. 伝統型（未改修）では標準偏差が約2～4℃、B. 伝統型（改修）では標準偏差が約1～4℃であり、標準偏差が概ね2℃以上と $\theta_m$ の変動幅が大きいケースが多い。断熱性・気密性が低い伝統型住宅では、薪ストーブ使用時の $\theta_m$ が不安定に推移する事が明らかになった。これには、熱容量の小さな薄板の

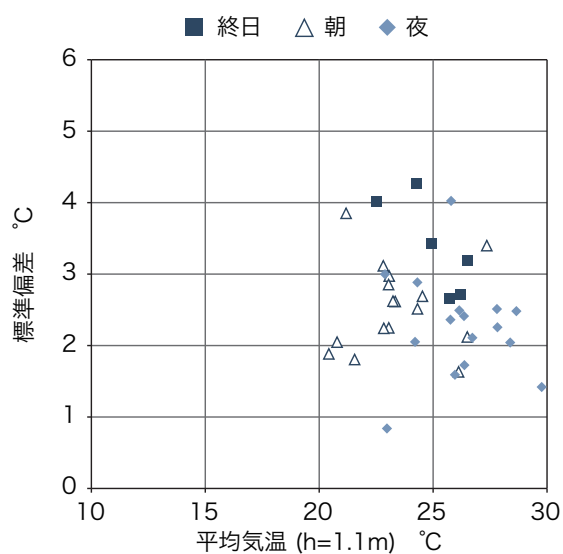


図 4-4-2 A. 伝統型（未改修）における平均 $\theta_m$ と標準偏差の関係

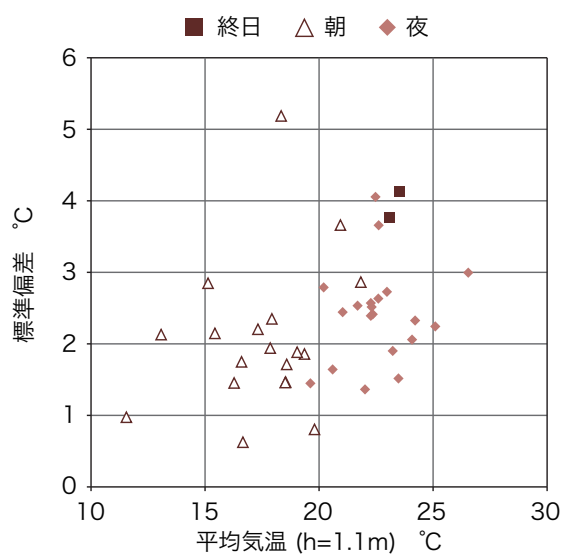


図 4-4-3 B. 伝統型（改修）における平均 $\theta_m$ と標準偏差の関係

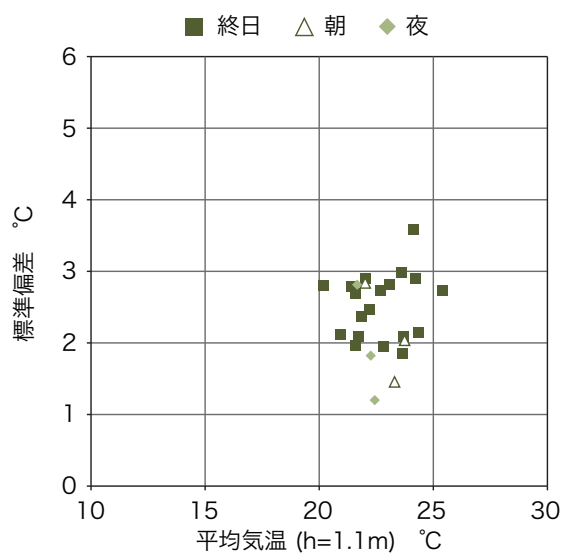


図 4-4-4 C. 地域型における平均 $\theta_m$ と標準偏差の関係

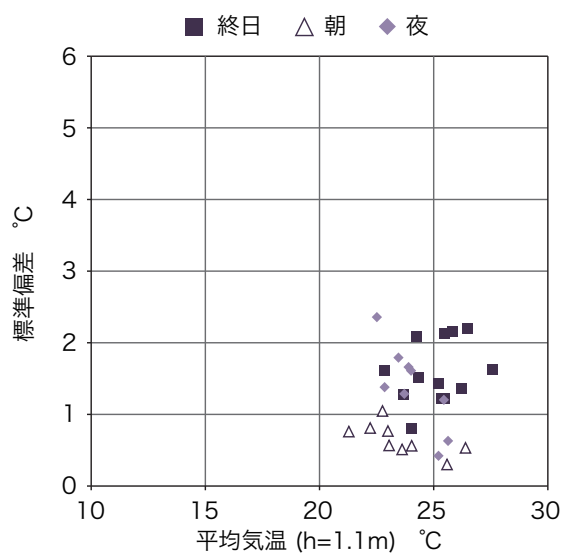


図 4-4-5 D. 現代型における平均 $\theta_m$ と標準偏差の関係



鋼板製の薪ストーブを使用している事も影響しているものと推察される。また、B. 伝統型（改修）における平均 $\theta_m$ をみると、朝方の使用時に平均 $\theta_m$ が約12～22℃と低温な室内温熱環境が形成される。B. 伝統型（改修）では、全暖房時間における平均 $\theta_m$ が21.0℃と最も低温になっているが（図4-4-1）、朝方の使用時に低温となっている事が影響している。夜間使用時の平均 $\theta_m$ は約20～27℃、終日使用時の平均 $\theta_m$ は約23～24℃である。一方、A. 伝統型（未改修）の朝方の使用時における平均 $\theta_m$ は約20～27℃であり、B. 伝統型（改修）よりも相対的に高温であるが、夜間の使用時や終日使用時と比較すると低温である。断熱性・気密性が低い伝統型住宅では朝方における短時間での薪ストーブ使用時に $\theta_m$ が十分に上昇しない恐れのある事が明らかになった。この傾向はB. 伝統型（改修）でより顕著である。これは、茅葺屋根を撤去した事による断熱性の低下と、総2階建てに改修した事による気積の増大が影響しているものと考えられる。一方で、A. 伝統型（未改修）において終日使用時や夜間の使用時には平均 $\theta_m$ が約25～30℃となる事が多く、調査対象の中では相対的に高温である。この事から、一定時間以上連続して使用する事により、薪ストーブは茅葺屋根の民家の暖房器具として十分に機能していたものと推察される。C. 地域型（図4-4-4）では平均 $\theta_m$ が約20～25℃と十分に暖かい室内温熱環境が形成されているが、標準偏差が約2～3℃とD. 現代型と比較すると $\theta_m$ の変動幅が大きい。C. 地域型は総2階建てで気積が大きいため、相対的に $\theta_m$ の変動幅が大きい室内温熱環境が形成されているものと推察される。D. 現代型（図4-4-5）では平均 $\theta_m$ が約23～28℃と相対的に高温な室内温熱環境が形成されており、標準偏差が約1～2℃と相対的に $\theta_m$ の変動幅が小さい。高气密・高断熱住宅で薪ストーブを使用すると $\theta_m$ は安定的に推移する事が示された。これには、熱容量の大きな鋳鉄製の薪ストーブを使用している事も影響しているものと推察される。またD. 現代型では、朝方の使用時に標準偏差が約1℃以下と $\theta_m$ の変動幅がより小さくなる傾向が認められ、平均 $\theta_m$ は終日使用時との明確な差が認められない。高气密・高断熱住宅では、朝方の短時間での使用でも $\theta_m$ が十分に上昇する事が明らかになった。以上の事から、薪ストーブ使用時に形成される $\theta_m$ には、断熱性・気密性といった住宅の基礎的な熱的特性に加え、住宅全体の気積の大きさや使用時間の長さが影響する事が明らかになった。断熱性・気密性が高く気積が適度な大きさの住宅では、より安定した室内温熱環境を形成する事が可能であり、比較的短時間での使用でも薪ストーブが暖房器具として機能する。一方で、断熱性・気密性が低く、気積が過度に大きくと低温かつ不安定な室内温熱環境が形成される危険がある事が指摘できる。特に $\theta_m$ が低下した朝方に短時間使用する場合には $\theta_m$ が十分に上昇しない。また、薄板の鋼板製の薪ストーブと鋳鉄製の薪ストーブとの熱容量の差も薪ストーブ使用時における $\theta_m$ の変動幅に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

次に、 $\theta_g$ と $\theta_m$ の温度差の度数分布を図4-4-6に示す。D. 現代型をみると、約9割が正の値になっており、最頻の温度差は+0.1～+0.5℃である。D. 現代型では基本的には $\theta_g$ が $\theta_m$ よりも高く、良好な放射環境が形成されている。B. 伝統型（改修）とC. 地域型をみると、

$\theta_g$  と  $\theta_m$  の温度差は約  $-1.0 \sim +1.0^\circ\text{C}$  であり、冷放射を解消できていないケースが少なくない。B. 伝統型（改修）及びC. 地域型は共に気積が大きいため、隣室等への熱流出により各構成面の表面温度が低くなる事があるものと考えられる。A. 伝統型（未改修）をみると、約9割が負の値になっており、最頻の温度差は  $-1.0 \sim -0.6^\circ\text{C}$  と、基本的には  $\theta_g$  が  $\theta_m$  よりも低い。これは、断熱性・気密性が低い事だけでなく、A. 伝統型（未改修）の測定機器の位置（図4-1-3）が居間と玄関を隔てるガラス障子に隣接していた事が影響しているものと考えられる。以上の事から、断熱性・気密性が高く気積が適度な大きさの住宅では、 $\theta_m$  よりも  $\theta_g$  がやや高温となる良好な放射環境を形成可能である事が明らかになった。また、薪ストーブの性能に対して住宅全体の気積が過度に大きい場合や、間仕切り壁や建具の断熱性が低い場合には、薪ストーブを使用しても冷放射環境の改善が難しいものと推察される。

#### 4.4.2. 上下温度分布に関する考察

全暖房時間における上下温度分布について  $\theta_m$  と  $\theta_f$  及び  $\theta_c$  の比較結果を算出した。A. 伝統型（未改修）については図4-4-7に、B. 伝統型（改修）については図4-4-8に、C. 地域型については図4-4-9に、D. 現代型については図4-4-10にそれぞれ示す。A. 伝統型（未改修）の結果（図4-4-7）をみると、 $\theta_f - \theta_m$  の平均値は  $-9.6^\circ\text{C}$ 、気温差の標準偏差は  $1.8^\circ\text{C}$  である。

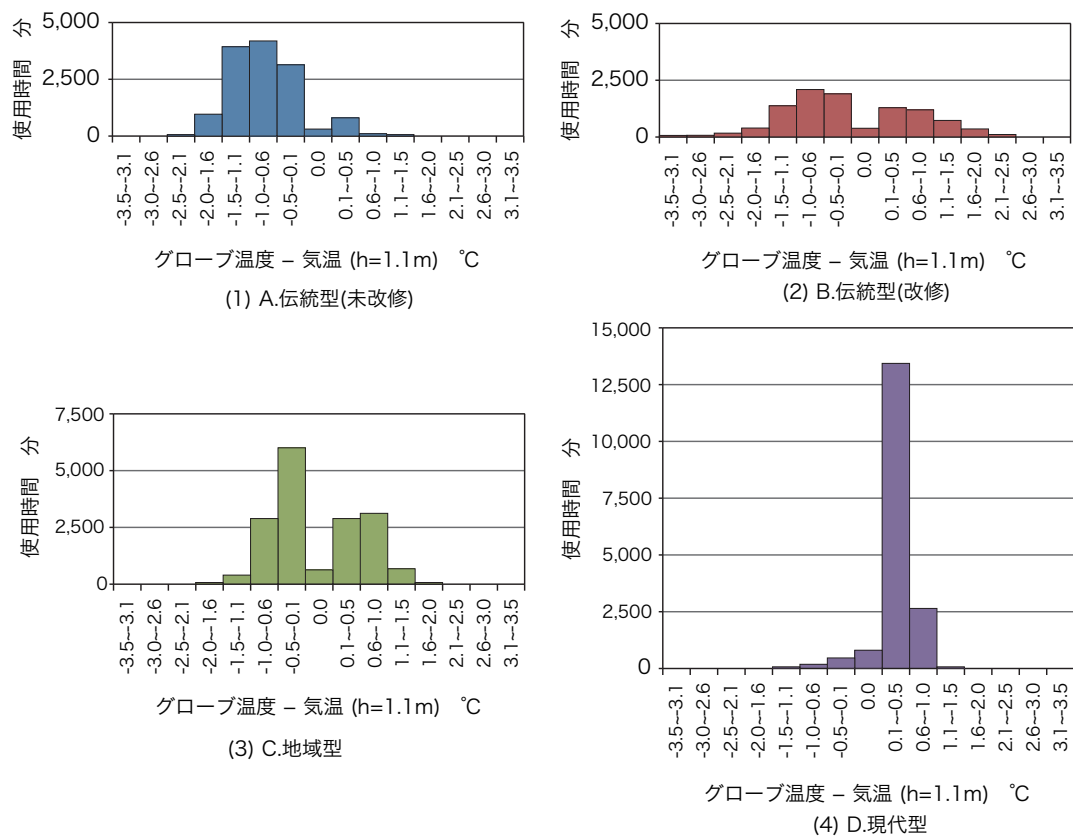


図4-4-6 全暖房時間における  $\theta_g - \theta_m$  の算出結果

$\theta_c - \theta_m$ の平均値は+2.9℃、気温差の標準偏差は1.0℃であり、 $\theta_f$ に低温域が形成されている。C. 地域型の結果（図4-4-9）をみると、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-7.6℃、気温差の標準偏差は2.0℃である。 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+2.5℃、気温差の標準偏差は0.8℃であり、 $\theta_f$ に低温域が形成されているが、A. 伝統型（未改修）と比較すると上下温度分布域が狭い。D. 現代型の結果（図4-4-10）をみると、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-5.2℃、気温差の標準偏差は1.3℃であり、 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+1.2℃、気温差の標準偏差は0.6℃でありA. 伝統型（未改修）及びC. 地域型と同様に $\theta_f$ に低温域が形成されているが、上下温度分布域が最も狭い。一方でB. 伝統型（改修）の結果（図4-4-8）をみると、 $\theta_f - \theta_m$ の平均値は-3.2℃、気温差の標準偏差は

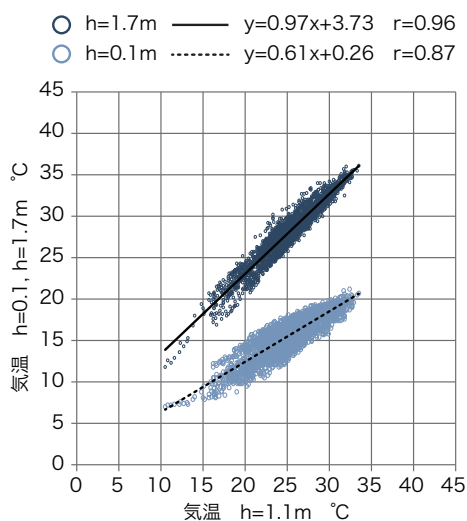


図4-4-7 A. 伝統型（未改修）の居間における上下温度分布

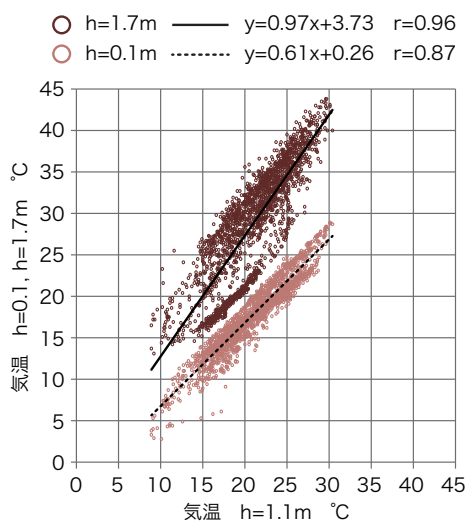


図4-4-8 B. 伝統型（改修）の居間における上下温度分布

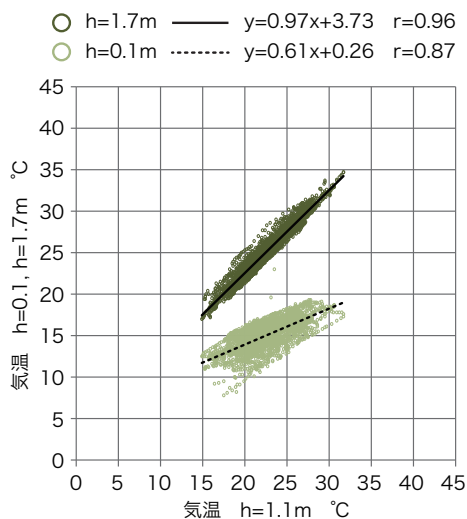


図4-4-9 C. 地域型の居間における上下温度分布

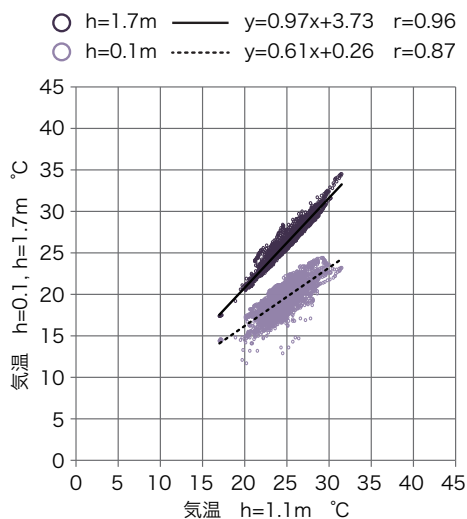


図4-4-10 D. 現代型の居間における上下温度分布

標準偏差は1.3°Cである。 $\theta_c - \theta_m$ の平均値は+7.7°C、気温差の標準偏差は4.1°Cであり、調査対象の中では例外的に $\theta_c$ に気温の変動幅が大きい高温域が形成されている。この事はB. 伝統型（改修）が全調査対象のうち天井高が2,020mmと最も低い事が影響しているものと考えられる。B. 伝統型（改修）の $\theta_f - \theta_c$ の平均値は約10.0°C以上であり、 $\theta_c$ が40°Cを超える場合もある。上下温度分布の不均一は室内温熱環境の快適性を妨げるのみならず、高齢者にとっては脳卒中のリスクを高める要因となる<sup>19)</sup>。断熱性・気密性が低く気積が大きい伝統型住宅では居住者にとって危険性の高い室内温熱環境が形成されているため、一刻も早い改善が求められる。

#### 4.4.3 予熱期及び冷却期に関する考察

予熱期及び冷却期における $\theta_m$ の変動に着目すると、A. 伝統型（未改修）とB. 伝統型（改修）では $\theta_m$ の上昇・低下が比較的激しく、C. 地域型とD. 現代型では $\theta_m$ の上昇・低下が比較的緩やかになる傾向が認められる。そこで、予熱期及び冷却期における $\theta_m$ の変動の特性を検証するため、予熱開始時刻及び暖房停止時刻から1時間後までの $\theta_m$ の変動の平均値を検証する。予熱開始時刻から1時間後までの $\theta_m$ の変動の平均値を図4-4-11に、暖房停止時刻から1時間後までの $\theta_m$ の変動の平均値を図4-4-12にそれぞれ示す。断熱性・気密性が低く、薄板の鋼板製の薪ストーブを使用しているA. 伝統型（未改修）とB. 伝統型（改修）をみると、予熱開始時刻から約30分で約+10°Cと急激に上昇し、その後比較的緩やかに上昇を続け1時間で約+14～+15°Cの上昇である。また、暖房停止時刻から急激に低下を続け1時間で約-9～-8°Cの低下である。そして、気積が大きいB. 伝統型（改修）ではA. 伝統型（未改修）と比較して予熱開始時刻及び暖房停止時刻から1時間後の $\theta_m$ の変動が約1°C低温であり、より暖まりにくく冷めやすいという特性が確認できる。铸铁製の薪ストーブを使用しているC. 地域型は予熱開始時刻から15分頃までは緩やかに上昇し、その後比較的急激に上昇し始め1時間で約+12°Cの上昇である。急激な $\theta_m$ の上昇は、気積が大きいC. 地域型では夜間の気

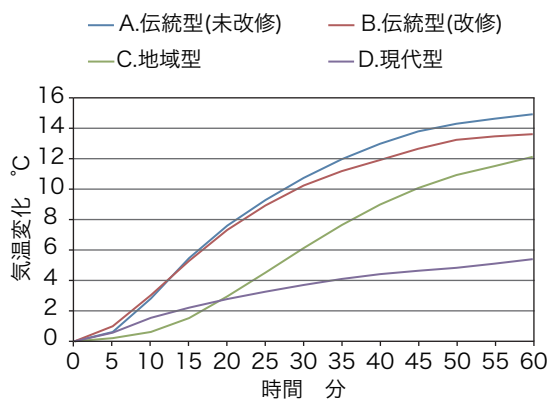


図4-4-11 予熱期から1時間後までの $\theta_m$ 変動

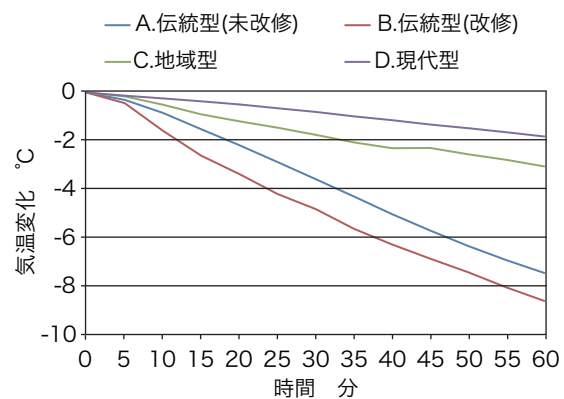


図4-4-12 冷却期から1時間後までの $\theta_m$ 変動

温低下が大きく、予熱開始時刻の $\theta_m$ が $10^{\circ}\text{C}$ 以下になる場合が多い(図4-3-12、図4-3-35)事が影響しているものと考えられる。予熱期初期の $\theta_m$ の変動は緩やかである。暖房停止時刻からは比較的緩やかに低下し、1時間で約 $-3^{\circ}\text{C}$ の低下である。これらは、住宅の熱的な特性に加え、熱容量の大きい鋳鉄製の薪ストーブを使用している事が影響しているものと推察される。鋳鉄製の薪ストーブを使用しているD. 現代型は調査対象の中では最も緩やかに上昇し、1時間で約 $+5^{\circ}\text{C}$ の上昇である。D. 現代型の $\theta_m$ の上昇が顕著に緩やかなのは、高気密・高断熱の効果により予熱開始時刻の $\theta_m$ が約 $15\sim 17^{\circ}\text{C}$ と相対的に高いためである(図4-3-18、図4-3-41)。また、暖房停止時刻から最も緩やかに低下し、1時間で約 $-2^{\circ}\text{C}$ の低下である。C. 地域型と比較しても暖房停止時刻から1時間後の $\theta_m$ の変動が約 $1^{\circ}\text{C}$ 高温である。これは、高気密・高断熱の効果や比較的コンパクトな家屋形態である事に加え、熱容量の大きい鋳鉄製の薪ストーブを使用している事が影響しているものと推察される。以上の事から、予熱期と冷却期の $\theta_m$ の変動には住宅の断熱性・気密性や住宅全体の気積の大きさに加え、薪ストーブ本体の熱的特性が複合的に影響を及ぼす事が明らかになった。

#### 4.4.4. 薪ストーブ使用室に形成される湿度環境に関する考察

薪ストーブ使用時に形成される湿度環境は、RHが予熱開始時刻よりも低湿に、AHが予熱開始時刻よりも高湿になる傾向が認められる。そこで、全暖房時間のRHとAHについて、各調査対象の平均値、標準偏差、最大値及び最小値を検証する。RHの結果を図4-4-13に、AHの結果を図4-4-14にそれぞれ示す。RH(図4-4-13)をみると、C. 地域型で平均値が約16%と最も低湿な環境が形成されている。その他の調査対象も平均値が約25%~33%であり暖房時には低湿な環境が形成されている。次にAH(図4-4-14)をみると、RHと同様にC. 地域型で平均値が約 $3.0\text{g}/\text{kg}$ と最も低湿な環境が形成されている。その他の調査対象の平均値は約 $5.0\text{g}/\text{kg}$ であり、暖房時には低湿な環境が形成されている。標準偏差をみると、C. 地域型とD. 現

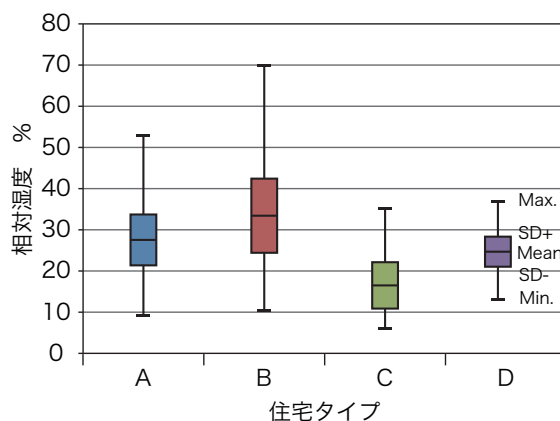


図4-4-13 全暖房時間におけるRHの平均値、標準偏差、最大値、最小値

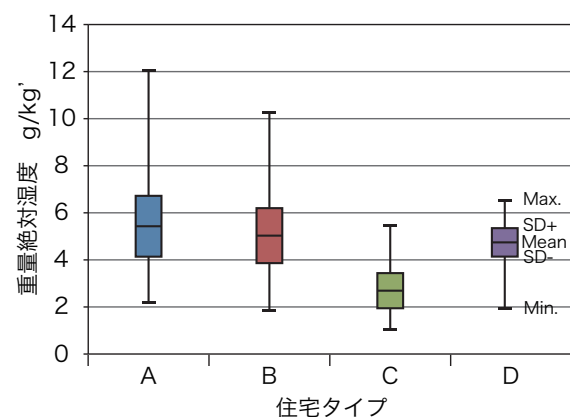


図4-4-14 全暖房時間におけるAHの平均値、標準偏差、最大値、最小値

代型がそれぞれ  $0.8 \text{ g/kg'}$ 、 $0.6 \text{ g/kg'}$  と相対的に変動幅が小さく、A. 伝統型（未改修）と B. 伝統型（改修）がそれぞれ  $1.3 \text{ g/kg'}$ 、 $1.2 \text{ g/kg'}$  と相対的に変動幅が大きい。以上の事から、薪ストーブ使用時には基本的に低湿な環境が形成される事が明らかになった。AH の変動（図 4-3-4、図 4-3-9、図 4-3-15、図 4-3-21、図 4-3-27、図 4-3-32、図 4-3-38、図 4-3-44）をみると、予熱開始時刻よりも高湿となる傾向が認められる。これは、薪ストーブを熱源とした湯沸しや調理、或は洗濯物の乾燥に伴う水蒸気の発生が要因であると考えられる。また、A. 伝統型（未改修）と B. 伝統型（改修）の AH の変動（図 4-3-4、図 4-3-9、図 4-3-27、図 4-3-44）をみると、予熱期に比較的激しく上昇する傾向が認められる。薪ストーブ本体の気密性が必ずしも高くない薄板の鋼板製の薪ストーブでは、着火直後の薪ストーブ低温時に燃焼する薪から発生する水蒸気が室内の湿度環境に影響を及ぼしている可能性が示唆される。いずれにせよ、各調査対象の RH は低湿であり、加湿が不十分であるという実態が明らかになった。薪ストーブ使用時には加湿器等の併用により室内が過乾燥にならないよう注意する必要がある事が実測調査の結果に基づき指摘された。

#### 4. 4. 5. 薪ストーブ使用室の水平方向の室に形成される室内温熱環境に関する考察

全暖房時間における居間の水平方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  について、居間の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  との比較結果を算出した。全調査対象の算出結果を図 4-4-15 に示す。まず、A. 伝統型（未改修）の結果をみると、隣接室  $\theta_m$ - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-20.0^\circ\text{C}$  であり、相関係数は  $0.62$  であり相関が認められるが、隣接室には低温な室内温熱環境が形成されており、居間の薪ストーブ使用による隣接室への暖房効果はほぼ無い。隣接室  $\theta_g$ - 居間  $\theta_g$  の平均値は  $-16.8^\circ\text{C}$  であり、相関係数は  $0.77$  と強い相関が認められ、かつ  $\theta_m$  よりも温度差が小さい。A. 伝統型（未改修）では、居間における  $\theta_m$  と  $\theta_g$  の差が大きく（図 4-4-6）、測定機器の位置が居間と隣接室を隔てるガラス障子付近であったことが影響を及ぼしている可能性を示したが、隣接室には居間の薪ストーブによる熱放射の影響があることが示された。一方で隣接室  $\theta_g$  は低温であり、居間の薪ストーブ使用が隣接室の室内温熱環境形成に及ぼす影響は少ないものと推察される。

次に、B. 伝統型（改修）の結果に着目する。まず居間と隣接室の比較結果をみると、隣接室  $\theta_m$ - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-18.6^\circ\text{C}$  であり、相関係数は  $0.31$  であり、弱い相関が認められる。隣接室  $\theta_g$ - 居間  $\theta_g$  の平均値は  $-17.9^\circ\text{C}$  と気温よりもやや差が小さく、相関係数は  $0.33$  と弱い相関が認められ、 $\theta_m$  よりもやや相関が強い。以上から、居間の薪ストーブ使用が隣接室の室内温熱環境形成に及ぼす影響は少ないものと推察される。隣接室に形成される室内温熱環境が A. 伝統型（未改修）と比較してやや気温差が小さく標準偏差が約  $1^\circ\text{C}$  大きい事は、B. 伝統型（未改修）の居間に形成される室内温熱環境が相対的に不安定かつ低温である事が影響を及ぼしているものと推察される。次に居間と非隣接室との比較結果をみると、非隣接室  $\theta_m$ - 居間  $\theta_m$  の平均値は  $-19.6^\circ\text{C}$  であり、相関係数は  $0.24$  と弱い相関が認められるが、隣接室よりも相関が弱い。非隣接室  $\theta_g$ - 居間  $\theta_g$  の平均値は  $-19.8^\circ\text{C}$  と  $\theta_m$  の結果と差が

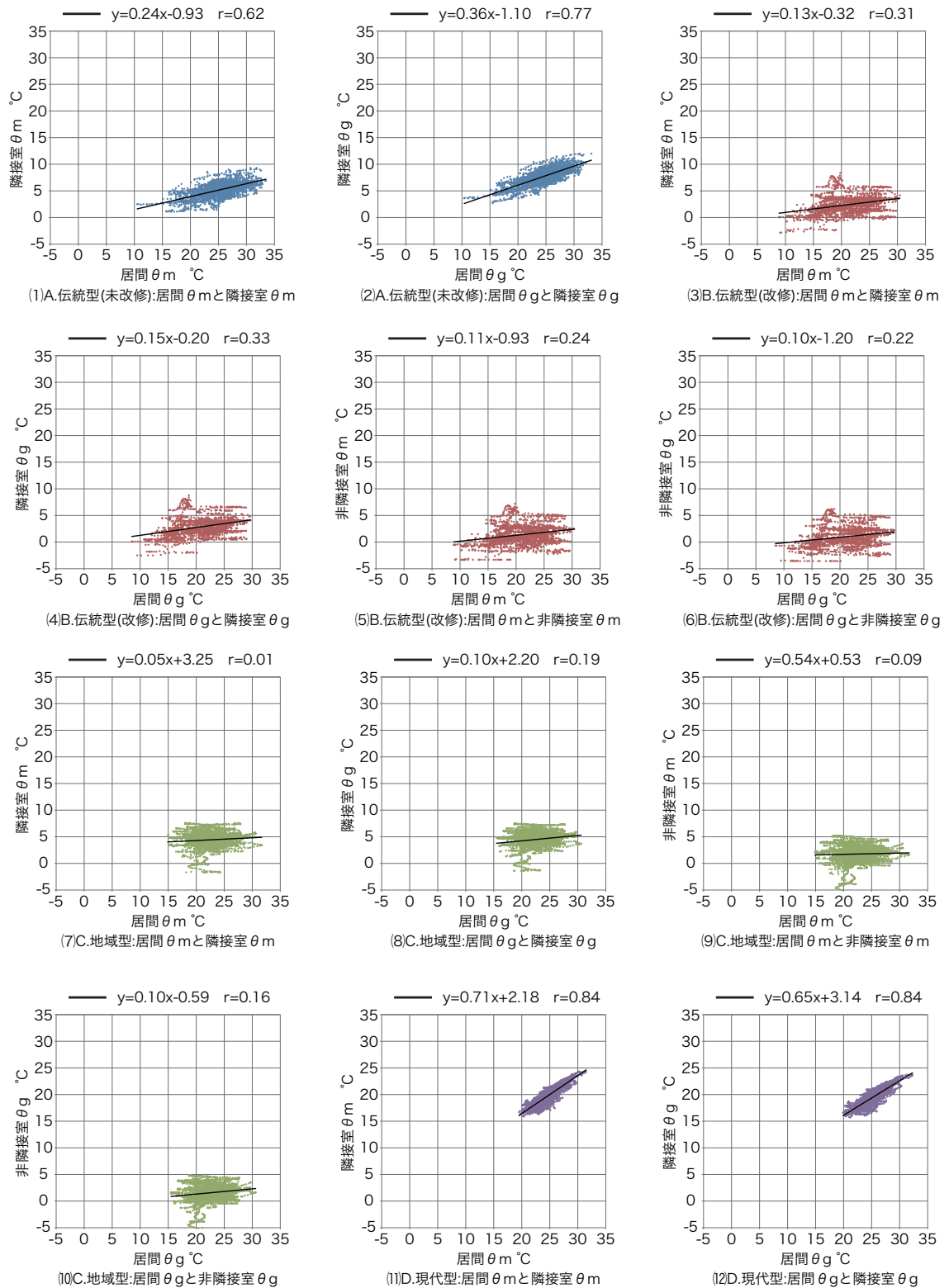


図 4-15 全暖房時間における居間 $\theta_m$ 及び $\theta_g$ と居間の水平方向の室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ の比較結果

小さく、相関係数は0.22と弱い相関が認められるが、隣接室よりも相関が弱い。以上から、非隣接室は暖房時間において隣接室よりも低温かつ $\theta_g$ が $\theta_m$ よりも低温となる室内温熱環境が形成されており、居間の薪ストーブ使用による暖房効果はほぼ無い。

次に、C. 地域型の結果に着目する。まず隣接室と居間との比較結果をみると、隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-18.2^{\circ}\text{C}$ であり、相関係数は0.01とほとんど相関が無い。隣接室 $\theta_g$ -居間 $\theta_g$ の平均値は $-18.1^{\circ}\text{C}$ と $\theta_m$ と同様であり、相関係数は0.19と $\theta_m$ よりもやや高かったものの、ほとんど相関が無い。以上から、伝統型の住宅と比較して断熱性・気密性が高いC. 地域型においても、居間の薪ストーブ使用が隣接室の室内温熱環境形成に及ぼす影響はほぼ無い。次に居間と非隣接室との比較結果をみると、非隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-20.9^{\circ}\text{C}$ であり、相関係数は0.09とほとんど相関がない。非隣接室 $\theta_g$ -居間 $\theta_g$ の平均値は $-20.1^{\circ}\text{C}$ であり、相関係数は0.16とほとんど相関が無い。以上から非隣接室は暖房時間において隣接室よりも低温な室内温熱環境が形成されており、居間の薪ストーブ使用が非隣接室の室内温熱環境形成に及ぼす影響はほぼ無い。

最後に、D. 現代型の結果に着目する。隣接室と居間との比較結果をみると、隣接室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-5.0^{\circ}\text{C}$ と調査対象の中では例外的に気温差が小さく、相関係数は0.84と強い相関が認められる。隣接室 $\theta_g$ -居間 $\theta_g$ の平均値は $-5.7^{\circ}\text{C}$ と $\theta_m$ よりもやや差が大きく、相関係数は0.84と強い相関が認められる。以上から、高気密・高断熱住宅では居間の薪ストーブ使用が隣接室の室内温熱環境形成に影響を及ぼし、 $\theta_m$ が居間よりもやや低温かつ $\theta_g$ が $\theta_m$ よりもやや低温な室内温熱環境が形成される。この事は、D. 現代型では薪ストーブ使用時に居間と隣接室を隔てる建具を開放している事も影響しているものと推察される。他の調査対象では居間と居間の隣接室の気温差が約 $15^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ となっており、住宅内でのヒートショックの発生が危ぶまれる。一方、断熱・気密化を施した適度な気積の住宅であれば、冬季における薪ストーブ使用時に、より安全かつ快適な室内温熱環境を住宅内に形成する事が可能である。

#### 4.4.6. 薪ストーブ使用室の垂直方向の室に形成される室内温熱環境に関する考察

全暖房時間における2階煙突付近、上部室及び非上部室の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ について、居間の $\theta_m$ 及び $\theta_g$ との比較結果を算出した。全調査対象の算出結果を図4-4-16に示す。まず、B. 伝統型(改修)の結果をみると、上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-17.7^{\circ}\text{C}$ と隣接室よりも約 $1^{\circ}\text{C}$ 程度気温差が小さいものの低温な室内温熱環境が形成されており、相関係数は0.13とほとんど相関が無い。上部室 $\theta_g$ -居間 $\theta_g$ の平均値は $-17.8^{\circ}\text{C}$ であり、相関係数は0.15と $\theta_m$ と同様にほとんど相関が無い。以上の事から、断熱性・気密性の低い伝統型住宅では居間の薪ストーブ使用が上部室の室内温熱環境形成に及ぼす影響はほとんど無い。次に非上部室と居間との比較結果をみると、非上部室 $\theta_m$ -居間 $\theta_m$ の平均値は $-18.6^{\circ}\text{C}$ であり、相関係数は0.32と弱い相関が認められる。非上部室 $\theta_g$ -居間 $\theta_g$ の平



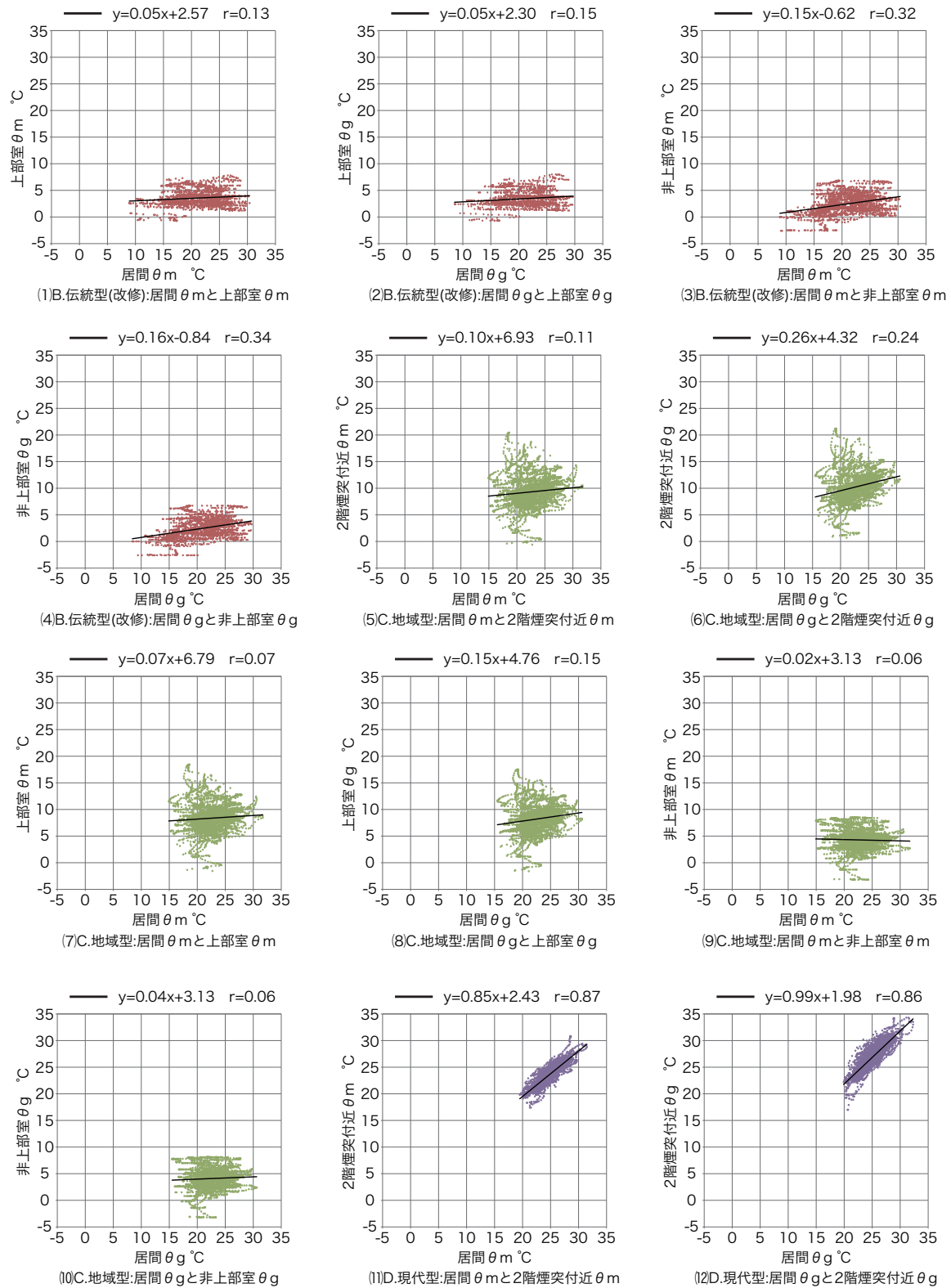


図 4-4-16 全暖房時間における居間  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  と  
居間の垂直方向の室の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  の比較結果

均値は  $-18.3^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_m$  の結果と概ね同様の傾向を示す。相関係数は 0.34 と気温と同様に弱い相関が認められる。以上から、上部室と同様に居間の薪ストーブ使用が非上部室の室内温熱環境形成に及ぼす影響はほとんど無い。一方で、居間の気温との弱い相関が認められた事は、非上部室が階段の吹抜け空間と隣接しており居間の温度が吹抜けを介して非上部室に伝達した可能性も想定される。

次に、C. 地域型の結果に着目する。まず、2階煙突付近と居間の比較結果をみると、2階煙突付近  $\theta_m$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-13.4^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では比較的差が小さく、相関係数は 0.11 とほとんど相関が無い。2階煙突付近  $\theta_g$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-12.4^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_m$  よりも約  $1^{\circ}\text{C}$  温度差が小さく、相関係数は 0.24 と  $\theta_m$  と弱い相関が認められる。居間との気温差が比較的小さかった事から、2階煙突から生じる放射熱が2階煙突付近の熱環境形成に影響を及ぼしている事が明らかになったものの、基本的には  $\theta_m$ 、 $\theta_g$  ともに低温である。気積が過度に大きい住宅では2階煙突が暖房機器としての効果を発揮しない。また、2階煙突付近の  $\theta_m$  及び  $\theta_g$  と居間の  $\theta_m$  の相関はほとんど無く、気積の大きい住宅では薪ストーブ本体と煙突から生じる放射熱量は必ずしも対応していない事が明らかになった。次に上部室と居間との比較結果をみると、上部室  $\theta_m$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-14.3^{\circ}\text{C}$  と2階煙突付近より約  $1^{\circ}\text{C}$  気温差が大きく、相関係数は 0.07 とほとんど相関が無い。上部室  $\theta_g$ -居間  $\theta_g$  の平均値は  $-14.4^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_m$  と概ね同様の傾向を示す。相関係数は 0.15 であり  $\theta_m$  よりやや相関が強い。上部室  $\theta_g$  と居間  $\theta_g$  との温度差について、2階煙突付近では温度差の平均値が  $-12.4^{\circ}\text{C}$  だった事に対して、上部室では平均温度差が  $-14.4^{\circ}\text{C}$  と  $\theta_g$  と  $\theta_m$  の居間との温度差が概ね一致し、上部室の室中央付近では煙突からの熱放射の影響はほとんど無い事が確認される。次に非上部室と居間との比較結果をみると、非上部室  $\theta_m$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-18.4^{\circ}\text{C}$  と隣接室と概ね同様の傾向を示し、相関係数は 0.06 とほとんど相関が無い。非上部室  $\theta_g$ -居間  $\theta_g$  の平均値は  $-18.5^{\circ}\text{C}$  であり、 $\theta_m$  の結果と概ね同様の傾向を示す。相関係数は 0.06 であり  $\theta_m$  と同様にほとんど相関が無い。 $\theta_m$  よりも  $\theta_g$  の方がやや低温であり、非上部室では居間の薪ストーブ使用による熱放射の影響はほぼ無いものと考えられる。

最後に、D. 現代型の2階煙突付近と居間の比較結果(図 4-4-26)をみると、2階煙突付近  $\theta_m$ -居間  $\theta_m$  の平均値は  $-1.2^{\circ}\text{C}$  であり、相関係数は 0.87 と強い相関が確認される。2階煙突付近  $\theta_g$ -居間  $\theta_g$  の平均値は  $+1.8^{\circ}\text{C}$  と調査対象の中では例外的に居間  $\theta_g$  よりも高温であり、相関係数は 0.86 と  $\theta_m$  と同様に強い相関が確認される。C. 現代型では煙突付近に若干の高温域が形成されたものの、暖房効果が期待できる程度ではなかった一方で、高气密・高断熱であり住宅の気積が適度な大きさの住宅では、煙突を2階に通す事により2階が薪ストーブ使用室と同程度あるいは高温となる室内温熱環境を形成する事が可能である。この事は、D. 現代型では薪ストーブ使用時に居間の建具を開放しており、階段部分の吹抜けを介した2階への熱伝達も影響を及ぼしているものと推察される。

4.4.7. 薪ストーブ使用室の水平方向及び垂直方向の室に形成される

湿度環境に関する考察

居間における薪ストーブ使用時に形成される湿度環境は総じて低湿であり、薪ストーブを熱源とした湯沸し等による加湿では不十分である実態を明らかにした。本項では居間の水平方向の室及び居間の垂直方向の室に形成される湿度環境について考察を行う。

各調査対象の各室について、暖房時間におけるRH及びAHの平均値、最大値、最小値、標準偏差を算出した。RHの算出結果を図4-4-17に、AHの算出結果を図4-4-18に示す。まず、A. 伝統型（未改修）の算出結果に着目する。RHをみると、平均値が65.2%、標準偏差が3.2%となっており、居間と比較して高湿かつ変動幅が小さい湿度環境が形成されている。また、AHをみると平均値が3.6g/kg'、標準偏差が0.4g/kg'と居間と比較して低く変動幅が小さい。つまり、温度環境の結果と同様に、隣接室の湿度環境に対して居間の薪ストーブ使用が及ぼす影響は少ないものと考えられ、隣接室におけるRHは高湿かつ変動幅が小さく、薪ストーブ使用による薪や湯沸しを発生源とした水蒸気の影響もほとんど無いものと推察される。

次に、B. 伝統型（改修）の算出結果に着目する。RHの結果をみると、隣接室及び非隣接室は平均値がそれぞれ72.2%、78.5%であり、標準偏差がそれぞれ5.3%、5.3%となっている。上部室と非上部室では平均値がそれぞれ88.0%、88.7%と隣接室及び非隣接室よりもやや高湿であり、標準偏差はそれぞれ2.6%、2.4%とやや変動幅が小さい。以上から、薪ストーブ使用時における湿度環境は垂直方向の室よりも水平方向の室に及ぼす影響の方

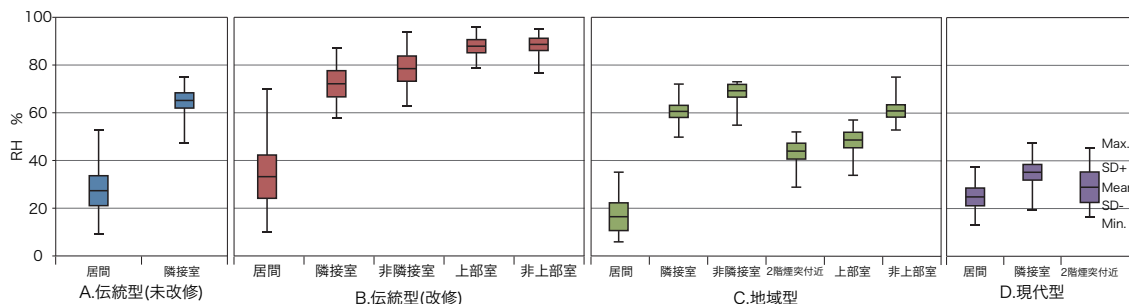


図 4-4-17 全暖房時間における居間及び居間の水平方向・垂直方向の室に形成される RH

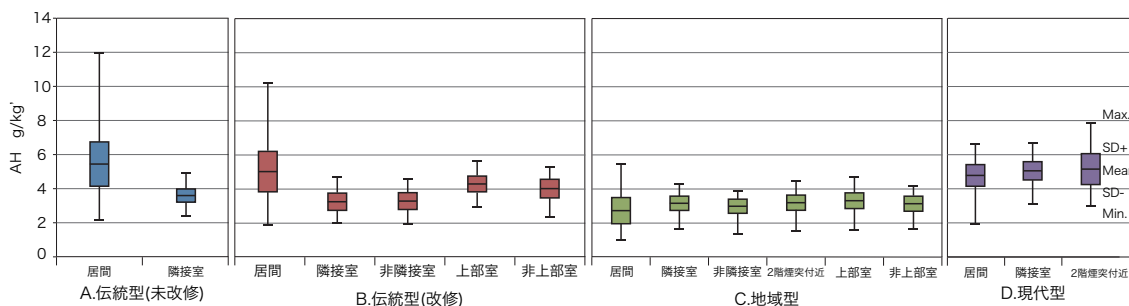


図 4-4-18 全暖房時間における居間及び居間の水平方向・垂直方向の室に形成される AH

が大きいものと考えられる。この事はB. 伝統型（改修）の居間と上部室及び非上部室の温熱環境の相関がほぼ無い事と関係しており、断熱性・気密性が低く気積が過度に大きい住宅においては薪ストーブ使用時に上部室の温熱・湿度環境に及ぼす影響はほとんど無い事が明らかになった。一方で水平方向の室も総じて居間と比べて高湿であり、居間の薪ストーブ使用にほとんど影響されていない。AHをみると（図4-4-29）、隣接室と非隣接室は平均値がどちらも3.3g/kg'、標準偏差がいずれも0.5g/kg'となっており、上部室と非上部室では平均値がそれぞれ4.3g/kg'、4.0g/kg'と居間から垂直方向の室の方がやや高い。この事は居間と水平方向の室よりも居間と垂直方向の室の方が約1°C程度 $\theta_m$ が高温である事が影響しているものと考えられる。

次にC. 地域型の結果に着目する。まず、RHの結果をみると、上部室と非上部室では平均値がそれぞれ60.7%、69.3%、標準偏差が2.4%、2.6%となっており、隣接室がやや低湿である。2階煙突付近と上部室は平均値がそれぞれ44.0%、48.7%と比較的低湿であり、標準偏差がそれぞれ3.3%、3.2%と隣接室・非隣接室と比べて変動幅が大きい。2階煙突からの熱放射の影響を受けているものと推察され、煙突が2階を貫通していないB. 伝統型（改修）の様なケースと比べて、煙突が2階を貫通している場合は温熱環境とともに湿度環境にも影響を受ける事が明らかになった。一方で居間と比較すると高湿であり、加湿が必要な程度では無い。非上部室では平均値が60.9%、標準偏差が2.5%であり隣接室と概ね同様の傾向を示し、非隣接室よりは高湿である。この事は非上部室が非隣接室よりも約2.5°C高温である事が影響しているものと考えられる。次にAHをみると、いずれの室も平均値が3.0～3.3g/kg'であり、標準偏差が0.4～0.5g/kg'と大きな差が無く、居間よりもやや高湿であり変動幅が小さい。つまり、断熱・気密性が確保されており、住宅全体の気積が大きい住宅では、水平方向及び垂直方向の室は居間の薪ストーブ使用が空気中の水蒸気量に対してほとんど影響を与えない事が明らかになった。

最後に、D. 現代型の結果に着目する。まず、RHの結果に着目する。隣接室では平均値が34.9%、標準偏差が3.2%である。2階煙突付近では平均値が28.6%と居間と隣接室の中間的な値となっており、標準偏差は6.5%と居間よりも変動幅が大きい。いずれも調査対象の中では例外的に低湿であり、居間の薪ストーブ使用に伴う気温上昇の影響を受けているものと考えられる。次にAHをみると、隣接室では平均値が5.0g/kg'、標準偏差が0.5g/kg'であり、2階煙突付近では平均値が5.1g/kg'、標準偏差が0.9g/kg'と、居間よりもやや高く、2階煙突付近では変動幅が大きい。D. 現代型では2階煙突付近を洗濯物の物干しスペースとして利用しており、RH及びAHの変動に影響を及ぼしているものと推察される。いずれにせよ調査対象の中では例外的に居間の湿度環境との差が小さく、断熱性・気密性が確保されており気積が適度な大きさの住宅では、薪ストーブ使用時における湿度環境は薪ストーブ使用室よりもやや高湿な値で連動する事が示された。

## 4.5. 第4章のまとめ

薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態に関する基礎的知見の蓄積と金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用との関係を明らかにする事を目的として、2018年の冬季に山形県最上郡金山町のタイプの異なる木造戸建住宅における室内温熱環境の実測調査を行い、以下の知見が明らかになった。

まず、一般的な住宅における生活環境下での薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態について以下の知見が明らかになった。

- ・ 居間における全暖房時間の平均  $\theta_m$  は約 21 ~ 25°C、標準偏差は約 2 ~ 4°C と、冬季において十分に暖かい室内温熱環境が形成される。
- ・ 基本的には  $\theta_f$  (床上 0.1m) に  $\theta_m$  (床上 1.1m) よりも約 -10 ~ -5°C となる低温域が、 $\theta_c$  (床上 1.7m) に  $\theta_m$  (床上 1.1m) よりも約 +1 ~ +3°C となる高温域が形成される
- ・ 予熱期及び冷却期の  $\theta_m$  の変動において、薄板の鋼板製薪ストーブは暖まりやすく冷めやすい、鋳鉄製の薪ストーブは暖まりにくく冷めにくいといった特性が現れる
- ・ 暖房時間には総じて低湿となり、薪ストーブを熱源とした湯沸しや調理等で発生する水蒸気のみでは加湿が不十分である

また、薪ストーブ使用の有効性について以下の知見が明らかになった。

- ・ 断熱性・気密性が高く気積が小さい住宅では、より高温かつ  $\theta_m$  の変動が小さく、上下温度差が小さい室内温熱環境が形成され、 $\theta_g$  が  $\theta_m$  よりもやや高温となる良好な放射環境が形成される。また、居間での薪ストーブ使用が水平・垂直方向の室の温熱環境に影響を及ぼし、住宅全体を暖房可能範囲とする暖房器具として機能する。
- ・ 薪ストーブから生じる熱の伝導・放射を調理用や湯沸し用、洗濯物の乾燥用等の熱として複合的に利用でき、家庭用消費エネルギー量削減に及ぼす効果が期待できる。
- ・ 薪の調達が間伐や雪害木の除去など、自家で所有する山林の管理を兼ねているケースがあり、地域の森林資源の管理に及ぼす効果が期待できる。

一方、薪ストーブ使用に関する課題について以下の知見が明らかになった。

- ・ 断熱性・気密性が低く気積が大きい住宅では、より低温かつ  $\theta_m$  の変動が大きく、上下温度差が大きい室内温熱環境が形成され、特に  $\theta_m$  が低下する朝方の短時間での使用時には  $\theta_m$  が十分に上昇しない。また、居間での薪ストーブ使用が水平・垂直方向の室の温熱環境に及ぼす影響はほとんど無く、薪ストーブ使用室以外が約 -20 ~ -15°C となる室内温熱環境が形成される。
- ・ 使用パターンは世帯のライフスタイルと関係があり、家外で就業する機会が増えるにつれて間欠的使用パターンが増加するものの、薪ストーブは長時間連続して使用する事によりその性能を発揮するため、現代のライフスタイルと不適合となっている。

以上の結果から、薪ストーブ使用と金山町における住宅タイプとの関係に関する模式図を

図 4-5-1 に示す。金山町における地域型住宅の内、極端に気積が大きい総 2 階建ての住宅は、冬季に寒冷である地域の気候条件に対して十分に適応しておらず、温熱環境デザインの観点からは、よりコンパクトな家屋形態での普及が望まれる。地域型住宅の普及を図る上で、街並みや景観に配慮した意匠的な仕様のみならず、地域の気候風土への適合性、地域における生活実態や資源利用を考慮した温熱環境デザインの仕様に関する検討も重要である事が指摘できる。特に茅葺屋根を有する伝統型住宅を改修する場合は、屋根の撤去と気積の増大が良好な室内温熱環境形成の妨げとなるため、住宅の気積が過度に大きくならないよう配慮する事や、壁面及び床面の断熱・気密化改修に重点を置くべきである。

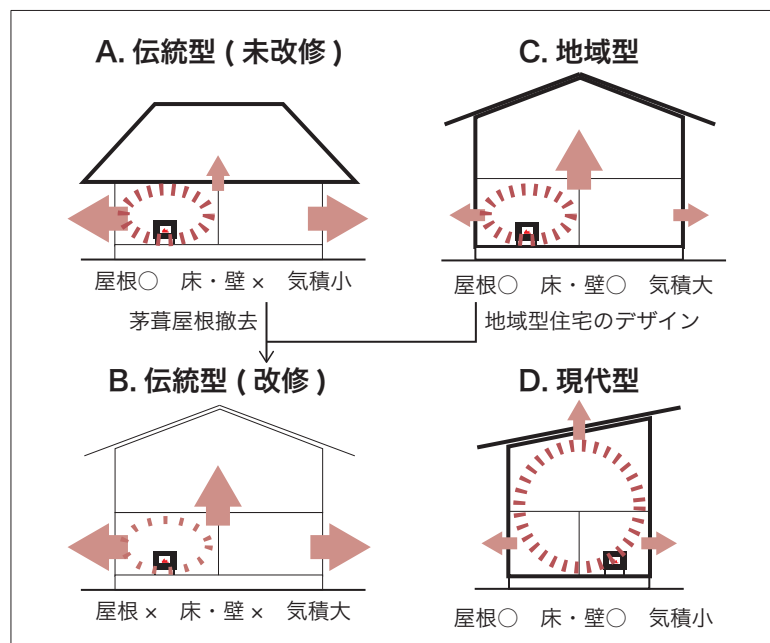


図 4-5-1 薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境と住宅タイプとの関係

## 第4章 脚注・参考文献一覧

## 脚注

- 注1) 本研究における薪ストーブの定義は無垢の木を燃料とし、電源が不要であるものを指す。薪ストーブには、放射式の他に対流式や放射対流複合式、開放式があるが<sup>20)</sup>、本研究が対象としたのは今日最も広く普及しているタイプと考えられる放射式である。尚、木質バイオマス燃焼機器であるペレットストーブは、木材を粉碎後圧縮成型した木質ペレットを燃料とする点、着火と運転に電力が必要である点で薪ストーブとは明確に区分される。
- 注2) 燃焼用の空気量の調節や、触媒方式の二次燃焼システムが備わっている薪ストーブでは煙の流路調節が可能であるが、いずれも自動的に制御されるものではない。
- 注3) 断熱材・構成部材・開口面積については居住者へのヒアリング調査と著者らの目視及び実測調査による。室内温熱環境の分析にあたっては各住宅の熱損失係数を算出する事が望ましいが、本研究における各調査対象は建築年代が大きく異なり構成部材について詳細の把握が困難である場合も含まれるため、算出していない。
- 注4) ここでいう薄板の鋼板とは厚さ3mm未満の鋼板を指すものであり、A. 伝統型（未改修）とB. 伝統型（改修）で使用されている薪ストーブは時計型ストーブ等の呼称がある在来型<sup>21)</sup>のものである。
- 注5) グローブ温度はφ15cmの黒球を用いて測定する事が望ましいが、本調査では日常生活で使用している居間を調査対象としているため可能な限りコンパクトに測定機器を設置する必要があり、φ7.5cmの小型黒球を用いてグローブ温度を測定した。
- 注6) 居住者へのヒアリング調査によると、戦後から高度経済成長期までの金山町では家族で農業を営む世帯が多く、冬季は豪雪の影響により野外での農作業が不可能であるため、藁藪等の作業しながら一家が揃って住宅で過ごす事が多かったとの事であった。

## 参考文献

- 1) 根本和宜, 中村省吾, 森保文: 家庭向け木質バイオマス燃焼機器の普及と燃料消費量, 林業経済研究, 63(3), pp. 82-91, 2017.
- 2) 今野夏輝, 三浦秀一: 山間都市における住宅の薪利用状況と普及に関する研究 山形県最上町における調査結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, D-1, pp. 773-774, 2010.
- 3) 齋藤暖生: 山村における薪ストーブ普及条件の分析 岩手県西和賀町におけるアンケート調査から, 日本森林学会大会発表データベース, 122(0), p. 687, 2011.
- 4) 原島義明, 寺田徹, 山本博一, 木平英一: 長野県伊那市における薪による小規模バイオマスエネルギー利用の実態, ランドスケープ研究, 77(5), pp. 575-578, 2014.
- 5) 佐藤恵利, 山本信次: 北上市口内町における薪利用の現状と課題, 東北森林科学会誌, 21(2), pp. 56-59, 2016.
- 6) 木藤宏美, 中島裕輔: 土壁を利用した住宅における薪ストーブ使用時の室内環境調査, 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2(0), pp. 2075-2078, 2012.
- 7) 松尾悠佑, 菊田弘輝, 斉藤雅也, 羽山広文: パッシブ換気住宅における薪ストーブを用いた全室暖房時のエクセルギー評価, 日本建築学会環境系論文集, 81(719), pp. 73-82, 2016.
- 8) 米澤星矢, 前真之, 三浦尚志, 赤嶺嘉彦, 高瀬幸造, 深野木託: 薪ストーブによる暖房時の室

- 内温熱環境実験と暖房能力の検討，日本建築学会技術報告集，22(50)，pp.171-176，2016.
- 9) 絵内正道，荒谷登：居住室の温熱環境の実態 その1 寒さに応じた住い方と室温変動パターンについて，日本建築学会論文報告集，264，pp.91-98，1978.
  - 10) 絵内正道，荒谷登：居住室の温熱環境の実態 その2 寒さに応じた住い方と設定室温について，日本建築学会論文報告集，265，pp.105-113，1978.
  - 11) 絵内正道，荒谷登：居住室の温熱環境の実態 その3 寒さに応じた住い方と熱消費量について，日本建築学会論文報告集，266，pp.97-103，1978.
  - 12) 長谷川房雄，吉野博，赤林伸一：東北地方都市部における冬季の温熱環境に関する調査研究，日本建築学会計画系論文報告集，326，pp.91-102，1983
  - 13) 菊田道宣，長谷川房雄，吉野博，赤林伸一：東北地方の住宅における温熱環境調査 その16 山形県郡部を対象とした冬季の室温に関する詳細調査，日本建築学会東北支部研究報告集，42，pp.209-212，1983.
  - 14) 吉野博，長谷川房雄，沢田紘次，石川善美，赤林伸一，菊田道宣：熱環境からみた冬の居住性能に関する地域特性の分析 東北地方都市部を対象として，日本建築学会論文報告集，345，pp.92-103，1984.
  - 15) 長谷川房雄，吉野博：東北地方の各種住宅における冬の室温に関する調査研究，日本建築学会計画系論文報告集，371，pp.18-26，1987.
  - 16) 加藤文也，山岸明浩，山下恭弘：長野市を中心とした一戸建住宅の冬季室内温熱環境に関する調査研究 熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて，日本建築学会計画系論文集，470，pp.19-27，1995.
  - 17) 松原斎樹：京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式，日本建築学会計画系論文集，488，pp.75-84，1996.
  - 18) 佐藤豊，郡公子：栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方，日本建築学会計画系論文集，522，pp.7-14，1999.
  - 19) 吉野博：寒冷地における居住環境，日本生気象学会雑誌，34(1)，pp.23-30，1997.
  - 20) 川添大輔，ひよっとこプロダクション：薪ストーブ入門，株式会社地球丸，2016.
  - 21) 新穂栄蔵：ストーブ博物館，北海道大学図書刊行会，1986.



## 第5章 結論

---

### はじめに

本論文では、建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅に着目し、山形県金山町を調査対象地域として、悉皆調査による地域型住宅及び薪ストーブ使用住宅の特性に関する調査結果と、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する調査結果を中心として、森林資源の建材・燃料利用を通じた木造住宅に関する有効性と課題について論じてきた。本章では、第2章から第4章で得られた森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題を統合して考察する事により、今後の循環型社会の形成に向けた森林資源の地産地消を通じた木造住宅のあり方に関する知見を提示する。

第1節では、各章のまとめを示す。

第2節では、まず建材利用からみた検討として森林資源の地産地消に基づく住宅生産のあり方に関する考察を行う。次に山形県金山町における調査結果から、森林資源の建材・燃料としての地産地消を通じた木造住宅のあり方に関する考察を本論文の結論として示す。

第3節では、今後の課題と展望、及び森林資源の地産地消に基づく住環境デザインへの発展可能性について論じる。



## 5.1. 各章のまとめ

### 5.1.1. 第1章のまとめ

第1章では、本研究の目的、位置付け、対象及び方法を示した。本研究の目的は、今後の循環型社会の形成に向けた方策の一つである建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方に関する基礎的知見を得る事である。本研究に関連する既往研究として「地域型住宅」、「産直住宅」、「地域材住宅」、「住宅の室内温熱環境」、「薪ストーブ」、「山形県金山町」をキーワードとした既往研究を整理し、木造住宅における森林資源の建材・燃料としての利用を複眼的に検証する研究として本研究を位置付けた。また、日本の森林資源の利用と林産地の活性化に主眼を置いた「産直住宅」は林産地と住宅建設地との距離に課題を抱えた一方で、「地域材住宅」が対象とする範囲は林産地から「概ね施工者が宿泊を伴わず通勤できる範囲」<sup>1)</sup>と「産直住宅」よりも狭域を対象としている事を把握した。また、本研究の調査対象地域である山形県金山町の概要と本研究のフローを述べた。

### 5.1.2. 第2章のまとめ

第2章では、近年における森林資源の建材利用としての動向を踏まえた上で、地域材による住宅生産における有効性と課題を示し、本研究の調査対象地域である山形県金山町の位置付けを述べた。「地域型住宅ブランド化事業」採択グループを調査対象とした住宅生産における木材調達圏と住宅供給圏の関係に関する調査から、近年の地域型住宅は「地方内外」の木材を使用して「地方内まで」住宅を建設するグループが最も一般的である事が明らかになった。一方で、都道府県内の特定地域産の木材を使用するグループの事業への申請数は減少傾向にありつつ、その申請数は極めて限られている事を示した。特定地域産の木材を使用するグループの内、事業を継続しなかったグループの共通項として、①特定地域産材を多く使用する住宅を建設、②住宅供給圏が局地的、③グループが比較的小規模、④設計業者が少ない、という4点を指摘した。以上から、特定地域産材による住宅生産は住宅供給圏を局所的にしない事、設計業者との連携を強化する点に有効性があり、小規模なグループが大量の木材を使用する住宅を建設する場合には木材調達と住宅工期の調整に課題がある事が示された。

「地域型住宅ブランド化事業」採択グループから抽出された特定地域産木材を使用する住宅生産者グループの所在地と、町並み景観整備や継承型住宅の普及に着目した既往研究の結果から、近年では希少である特定地域内での森林資源の建材利用が行われており、地域型住宅が面的に普及している地域として山形県金山町が位置付けられた。

### 5.1.3. 第3章のまとめ

第3章では、地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の実態及び相互関係を明らかにする事を目的として、山形県金山町を調査対象地域とした住宅の悉皆調査を行い、以下の有効性と課題に

関する知見を得た。地域型住宅は町全体の41.6%(720戸)の割合と、約35年に及ぶ補助事業を通して町の約4割を占める戸数が普及している。このことから、デザインコードと補助事業による地域型住宅の普及は森林資源の建材としての地産地消を推進する上で有効である事が示された。地域型住宅の断面構成に着目すると、全体としては一部2階建てと総2階建ての割合が同程度であるが、平地エリアと山裾エリアでは一部2階建ての割合が、市街地エリアでは総2階建ての割合が高く、エリアごとに概ね異なる家屋形態として普及している。また、薪ストーブ使用住宅は町全体の11.5%(199戸)の割合と、全国的に見て高い割合で普及している。特に山間エリアでは薪ストーブ使用率が高く、伝統的に薪ストーブが使用されてきた文化的背景と薪の調達が容易な環境条件により森林資源の燃料利用は高い割合で継承されている。

一方で、エリア別にみると地域型住宅は市街地エリアにおいて最も多く51.4%(330戸)の割合、薪ストーブ使用住宅は山間エリアにおいて最も多く23.9%(78戸)の割合であり、同じ町内でもエリアごとに森林資源の利用傾向が異なる点が課題として指摘された。また、地域型住宅における薪ストーブ使用率は9.9%(71戸)と町全体の薪ストーブ使用率と比較して低く、森林資源の建材利用の普及において燃料利用は積極的に導入されてこなかったものとみられる。総2階建ての地域型住宅は暖房効率の向上や冬季における雪下ろしの簡便化を意図して普及している。しかしながら、集落部における総2階建ての地域型住宅には伝統的な農家住宅の茅葺き屋根を撤去し町家住宅の屋根を設けるといふ、異なるエリアの住宅様式が混在しているケースがある点が課題として指摘された。

#### 5.1.4. 第4章のまとめ

第4章では、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境の実態に関する基礎的知見を得る事と、温熱環境からみた地域型住宅の仕様に関する検証を行う事を目的として、2018年の冬季に山形県金山町のタイプの異なる木造戸建住宅における室内温熱環境の実測調査を行い、以下の有効性と課題に関する知見を得た。

薪ストーブによる暖房は、断熱性・気密性が高く気積が小さい住宅で相対的に高温かつ気温の変動幅が小さい良好な室内温熱環境が形成され、グローブ温度が気温よりもやや高温となる良好な放射環境が形成される。更に、居間での薪ストーブ使用により隣接室や上部室にも良好な室内温熱環境が形成される。森林資源の調達が比較的容易である農山村地域において、薪ストーブを用いた暖房は現代的な工法の住宅において十分に機能する事が示された。また、薪ストーブから生じる熱の伝導・放射は調理・給湯・乾燥用の熱源として複合的に利用されている。薪を自家調達している世帯では、スギ植林の間伐や雪害木の除伐といった森林資源の維持管理も兼ねているケースがあり、地域の森林資源の管理に及ぼす有効性を期待できる。

一方、断熱性・気密性が低く気積が大きい住宅では相対的に低温かつ気温の変動幅が大きい室内温熱環境が形成され、特に気温低下後の朝方の短時間での暖房時にその傾向が顕著に

現れる。加えて居間での薪ストーブ使用が隣接室や上部室の気温形成に及ぼす影響はほとんど無く、むしろヒートショック発生が危ぶまれる室内温熱環境が形成される。金山町における地域型住宅の仕様と照合すると、総2階建てであり気積が極端に大きい地域型住宅は、冬季に寒冷である地域の気候風土に十分適応していない事が示された。また、断熱・気密性が低い伝統型住宅を地域型住宅の仕様に準じて気積が大きい総2階建てに改修したケースでは、より低温かつ気温の変動幅が大きい室内温熱環境が形成される。そのため、伝統型住宅を改修する場合には住宅全体を適度な気積としつつ壁面及び床面の断熱・気密化改修に重点をおくべきである事が明らかになった。

## 5.2. 森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題

### 5.2.1. 森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題

各章で得られた森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題を表5-2-1に示す。第1章では森林資源の地産地消に関連する既往研究の参照を、第2章では近年における森林資源の建材利用としての動向を把握した。今後の循環型社会の形成を目指す上で、日本各地で利用時期を迎えた森林資源を、なるべく輸送距離が短い圏域内で利用する事は有効である。一方で地産地消が対象とする範囲には適切な圏域があり、過度に広域である場合には住宅のアフターメンテナンス等において問題が発生する点、過度に局所的である場合には住宅需要が限定され事業の継続性に問題が発生する点も課題として指摘された。また、木材調達圏が局所的な場合には、木材の乾燥や乾燥製材のストック量という側面から木材調達と住宅工期の調整にも課題が生じる。

表 5-2-1 森林資源の地産地消に基づく木造住宅の有効性と課題

	有効性	課題
第1章	<ul style="list-style-type: none"> <li>・利用時期を迎えた日本の森林資源の循環的利用</li> <li>・輸送時に排出されるCO<sub>2</sub>量の観点からみた森林資源の地産地消</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・林産地と住宅建設地の距離</li> </ul>
第2章	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域材による住宅供給圏を一市町村など局所に限定しない</li> <li>・木材産業と設計業との連携強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・木材調達と住宅工期の調整</li> </ul>
第3章	<ul style="list-style-type: none"> <li>・住宅建設ネットワーク・補助事業・デザインコードの設定</li> <li>→建材の地産地消は地域型住宅の普及を通して推進される</li> <li>・冬季に寒冷かつ日射量の少ない農山村地域</li> <li>→燃料の地産地消は特に資源が得やすい環境条件により普及する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同じ町でもエリアごとに森林資源の建材・燃料としての利用傾向が異なる</li> <li>・地域型住宅の薪ストーブ使用率は低い</li> <li>・市街地エリアと集落部エリアの伝統的な住宅様式が混在するケースがある</li> </ul>
第4章	<ul style="list-style-type: none"> <li>・薪ストーブにより冬季に十分暖かい室内温熱環境が形成される</li> <li>・高断熱・高气密かつ気積が過度に大きくない事により、住宅全体が暖房可能範囲となる</li> <li>・薪ストーブは暖房以外の熱源として複合的に利用できる</li> <li>・薪の自己調達が可能である場合には燃料代がほとんどかからない</li> <li>・間伐材や雪害木など建材に適さない森林資源の有効活用手段になるとともに、森林資源の管理手段としても評価できる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地域型住宅のデザインコードと冬季の室内温熱環境形成が不適合となるケースがある</li> <li>→特に農家住宅の改修に町家住宅のデザインを用いた場合に、その傾向が顕著に現れる</li> </ul>

第3章と第4章では山形県金山町という一つの市町村内における森林資源の地産地消の事例に着目した。その結果、森林資源の建材としての地産地消の事例である地域型住宅は、既往研究<sup>2)</sup>で示された「住宅用木材の自給構造」の存在と、「街並み景観づくり100年運動」に基づく「金山町の風景と調和した街並み景観条例」<sup>3)</sup>によるデザインコードの設定及び補助制度により、その契機となった1984年の「金山町地域住宅(HOPE)計画」<sup>4)</sup>策定から現在までに町の約4割を占める戸数にまで普及している事が明らかになった。この事は、補助金交付の基準となる景観条例には基礎的な基準が示されているものの、それを厳守させるものではなく、ある程度多様なデザインを許容するという点も功を奏しているものと考えられる。また、森林資源の燃料としての地産地消の事例である薪ストーブは、伝統的に薪が利用されてきた文化的背景や、冬季に寒冷であり日射量が少ないという金山町の気候条件下により、現代において全国的にみても高い割合で利用されている。薪ストーブ使用時には、冬季に寒冷な気候条件である山形県金山町においても十分に暖かい室内温熱環境が形成され、暖房器具としての有効性を確認した。また薪ストーブは熱の放射・伝導を暖房以外の熱源として複合利用できる点、燃料となる薪の調達が地域の森林資源の管理手段の一つとなっている点でも有効性がある。一方で、同じ町内においてもエリアごとに森林資源の建材・燃料としての利用傾向が異なるという点、地域型住宅の薪ストーブ使用率は低く建材・燃料としての相互利用が積極的に推進されていない点、集落部には市街地の町家住宅と集落部の農家住宅の様式が混在した地域型住宅が少なからず建設されている点が課題として指摘された。農家住宅と町家住宅の様式が混在した気積が極端に大きい地域型住宅には薪ストーブ使用時に相対的に低温な室内温熱環境が形成される。特に、茅葺き屋根を有する伝統的な農家住宅の改修に町家住宅のデザインコードを用いた事例ではその傾向が顕著に現れる。地域型住宅の仕様と冬季に寒冷である地域の気候条件との適合性に課題がある事が明らかになった。

#### 5.2.2. 森林資源の地産地消に基づく住宅生産のあり方

第1章における既往研究の整理と第2章における結果・考察から森林資源の地産地消に基づく住宅生産のあり方を取りまとめ、図5-2-1に示す。森林資源の建材としての地産地消を図る上では、木材生産地と住宅建設地という距離的課題と、木材調達と住宅工期という時間的課題を総合的に検討した上で、その対象とする地域の範囲を決める事が望ましい。また、産直住宅や地域型住宅生産に関する既往研究<sup>5)6)</sup>からは住宅生産に関わる木材産業や施工業といった個別の専門性を横断するオーガナイザーとしての設計者に役割が期待される事が指摘されている。この事は本研究の第2章で明らかにした木材産業と設計業の連携強化による有効性とも関連があるものと考えられる。森林資源の建材としての地産地消を実現するためには、距離的・時間的な課題の解決を担える職能としての設計業の役割が重要になるものと推察される。

5.2.3. 建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方

森林資源の地産地消に基づく木造住宅について、建材・燃料利用の双方を促進していくための方策を取りまとめ、図5-2-2に示す。まず建材利用については、市街地エリアと集落部エリアを区分したデザインコードにより、集落部のエリア特性に適合した地域型住宅の普及を図るという方策が考えられる。これは現状において集落部に町家住宅と農家住宅の様式が混在した住宅が少なからず見られる事を解決する上でも有効であり、気積の肥大化を防ぐ事

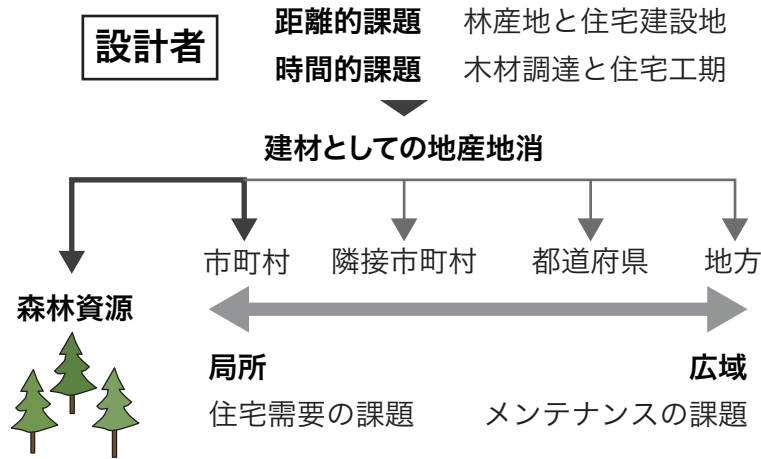


図5-2-1 森林資源の地産地消に基づく住宅生産のあり方

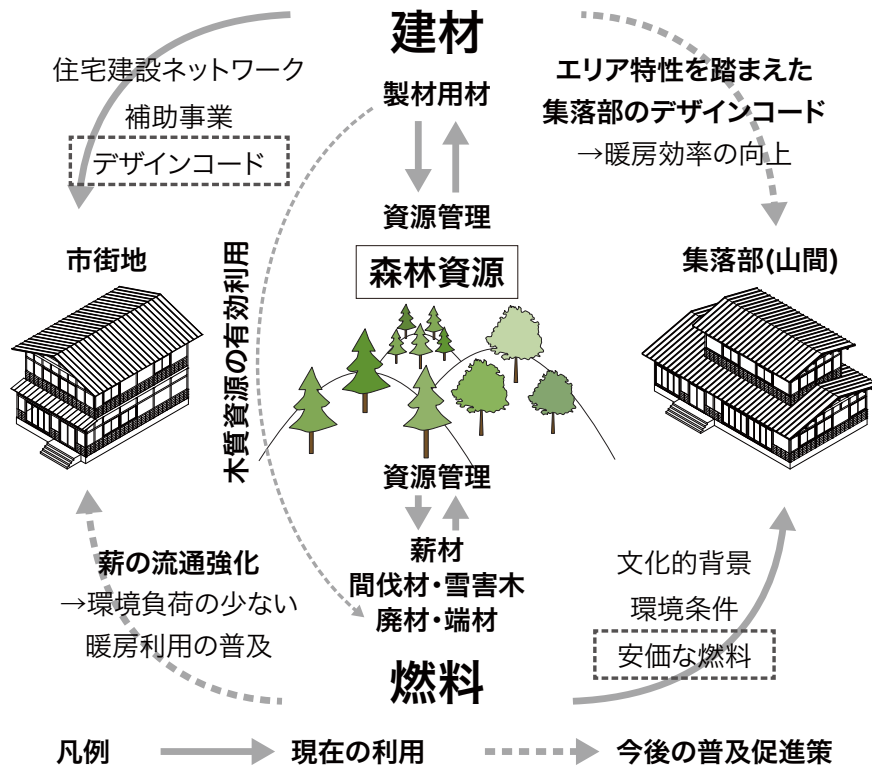


図5-2-2 建材・燃料利用からみた森林資源の地産地消に基づく木造住宅のあり方

によって住宅における暖房効率の向上を図る事が可能である。次に燃料利用については、薪ストーブが安価に薪を得られる条件下で普及する事を鑑み、地域内で他の燃料よりも安価に流通する仕組みの強化という方策が考えられる。薪には建材に適さない間伐材や雪害木を利用できる他、廃材や端材も利用でき、森林資源の適切な管理や木質資源の有効活用とも関係する点で意義が深い。

上記に加え、今後の循環型社会形成に向けた森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及を推進していく上では、建材・燃料利用の相互関係を踏まえた検討が不可欠である。薪ストーブの暖房性能は住宅の間取りや外皮性能といった要素と深く関係しており、基本的には高断熱・高气密化と住宅の規模を過度に大きくしない事により、冬季において良好な室内温熱環境を形成する事が可能である。一方で規模の大きい住宅においても冬季における生活範囲を夏季よりも限定し、その生活範囲の構成面や建具を断熱化する事や、改築が比較的容易であるといった在来軸組構法の特性を生かし、家族構成や住まい方の変化に伴い住宅の減築を図るといった技術的な方策が考えられる（図 5-2-3）。この事は新築需要が年々減少傾向にある我が国において、建物の長寿命化を図りつつ良好なストックとなる住宅の形成を促すための重要な課題であり、熱的性能を高める改修や減築に対する補助事業の実施も有効な方策となり得る。また、本研究では薪ストーブを長時間連続して使用する事によって良好な室内温熱環境が形成される事が明らかになった。薪ストーブは薪の調達のみならず着火や運転に手間がかかるため、家外で勤める場合がほとんどである現代のライフスタイルとの適合性に難がある。この事情は農山村地域である金山町でも例外ではなく、森林資源が豊富な地域において森林資源の燃料利用が促進されにくい要因の一つになっている。一方で、多世代居住を見直し高齢者の役割として薪の調達や薪ストーブの管理を位置付ける事によって、森林資源の燃料利用の促進や良好な室内温熱環境の形成を図る事が可能である。この様に、家族が集まって住まうライフスタイルを見直し、家庭用消費エネルギー量の削減を図るという事も、今後の循環型社会の形成を目指す上では十分に有効な方策である。

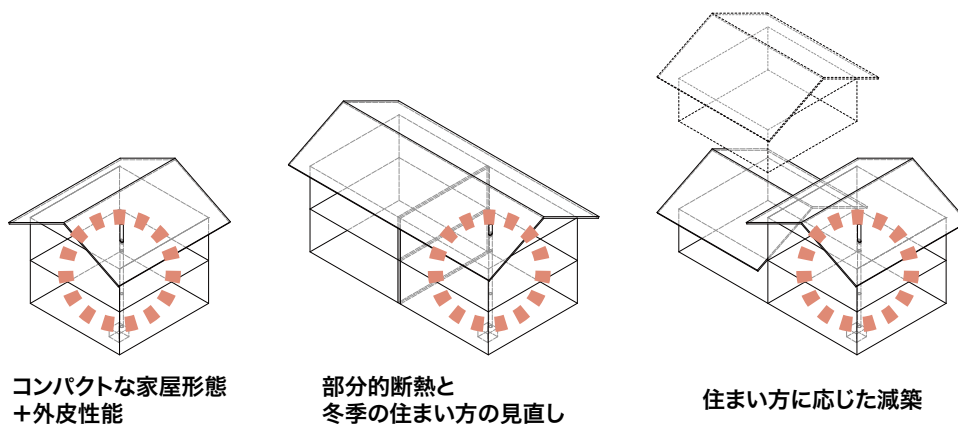


図 5-2-3 良質な住宅ストックの形成に向けた住宅の改修や減築に関する方策



### 5.3. 今後の展望と課題

#### 5.3.1. 森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及に向けた展望

以上、本研究を通して得られた森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及に向けた展望を以下にまとめる。

- (1)森林資源の地産地消に基づく木造住宅生産は、距離的・時間的課題を複眼的に検討した上で住宅供給圏を定める事が望ましい。両者の調整役となる設計業の役割は大きく、今後の人材育成が求められる。
- (2)農山村地域における森林資源の建材としての地産地消は、住宅建設ネットワークとデザインコード、補助事業の存在により地域型住宅の普及を通して推進可能である。地域型住宅のデザインコードは地域における伝統的な住宅様式との整合性を確認し、市街地と集落部で区分する事が望ましい。
- (3)農山村地域における森林資源の燃料としての地産地消は、伝統的に薪を利用する文化的背景があり、薪を得やすい環境条件下においては継承されている。市街地エリアでは薪ストーブ使用率が低く、薪ストーブの普及促進策として地域内における薪の流通システムの強化が有効であると考えられる。
- (4)薪ストーブ使用により寒冷な地域においても冬季に十分に暖かい室内温熱環境が形成される。暖房以外の用途の熱源として利用できる薪ストーブは環境負荷低減に及ぼす効果が複合的に期待できる。加えて、薪の調達は地域の森林資源の管理手段として期待できる。
- (5)森林資源の地産地消に基づく木造住宅は建材利用と燃料利用の相互関係を踏まえて普及する必要がある。住宅の外皮性能を高める他に、規模・気積を考慮した部分的断熱改修や減築も冬季における良好な室内温熱環境形成を図る上で有効である。

#### 5.3.2. 木造住宅研究としての課題と展望

本研究では、現代における森林資源の循環の利用に基づく木造住宅に関する知見を得る事を目的として、山形県金山町の地域型住宅と薪ストーブ使用住宅を事例に森林資源の建材・燃料として利用という複眼的な観点から検討を行った。本研究では調査対象範囲が一市町村全域と広域に渡ったため、悉皆調査により金山町全体の概要を大局的に捉え、その調査結果から抽出された住宅の室内温熱環境について局所的に捉える手法によった。しかしながら、建材利用については間取りや構法、住まい手へのヒアリング調査を実施しておらず、計画学的視点からより詳細な実態を把握する必要がある。また燃料利用については、更に異なるサンプルの測定結果を積み重ねる事が望ましく、薪ストーブ使用と相性の良い木造住宅の具体的な計画・設計手法を確立する必要がある。

また、本研究で調査対象地域とした金山町は典型的な東北地方の日本海型気候を示す地域であり、冬季に寒冷かつ多雪であり日照時間が少ない気候条件を考慮した研究となった。日

本には北から南まで多様な気候条件が存在しており、それに伴い森林植生も大きく異なるため、各地域における気候条件はもちろんの事、森林資源と木造住宅の関係も異なるものと想定される。この点においても調査研究のフィールドを拡大し、各地域における特性を丁寧な作業により検証する事が、今後の木造住宅研究における課題と展望として指摘できる。

### 5.3.3. 森林資源の地産地消に基づく木造住宅の普及に向けた可能性と課題

本研究で得られた結論は金山町における地域型住宅の発展に向けた実践的な知見としての応用が期待できる。例えば、エリア特性を踏まえつつ、規模の異なる地域型住宅のモデルプランを数タイプ計画する事や、熱損失係数や暖房形式と家屋形態の関係を考慮した仕様を検討する事が想定される。また、新築需要が年々減少している社会状況を踏まえて、地域型住宅の仕様に適合する住宅の改修案を検討する事も有効な手法であると考えられる。一方で、本研究では夏季における室内温熱環境測定や屋外熱環境に関する環境測定を行っていないため、住宅のデザインや熱環境に関する仕様は、年間を通した調査に基づいて慎重に検討する必要がある。また、冬季の室内温熱環境測定も一部2階建ての地域型住宅や市街地エリアの総2階建ての地域型住宅などの調査対象を加える事や、薪ストーブ以外の暖房機器使用時に形成される室内温熱環境の実測調査など、調査対象を拡げる事によって本研究で得られた結果を相対化しつつ、より実践的な提案を行う事が出来るものと考えられる。

また、本研究で掲げた「地産地消」という概念をやや広めに捉え、金山町における林業や木材業、大工業の持続性を考慮し、周辺地域への供給も踏まえた住宅生産体制や木材生産・ストックに関する仕組みを検討する事も今後必要な対策であると考えられる。無論、本研究の第1章において把握した産直住宅が抱えた問題点や、第2章において明らかにした木材調達圏と住宅供給圏の関係性を考慮して、無闇に住宅供給圏を拡げる事は避けておく方が望ましい。一方で、嶋瀬<sup>1)</sup>が定義した「概ね施工者が宿泊を伴わず通勤できる範囲」を下敷きとして、例えば隣接する新庄市内や最上郡内を住宅供給圏とする事は、地域型住宅がその土地の気候風土にも十分適合できる範囲と想定されるため、有効な手段であると考えられる。同時に、産直住宅の2段階方式<sup>5)</sup>を応用して、山形県内や隣接する宮城県、秋田県、福島県にも住宅を供給できる体制を整えておく事により、社会情勢に柔軟に対応可能な木材供給体制や住宅生産体制のあり方を検討しておくことも重要であるものと考えられる。この事は地震や津波、洪水といった災害の発生から逃れる事が出来ない日本において、例えば地方区分を基本とした広域的な住宅生産ネットワークを形成しておく事により、災害からの復旧や復興といった社会全体のレジリエンス向上に与する効果も期待できる。もちろん住宅はその土地の気候風土や町並み・景観、住まい方を配慮して計画・供給されるべきものであるため、丁寧な計画・設計により検討を進める必要がある事も付言しておきたい。この事は、金山町における林業や製材業、建築業、あるいは薪生産の担い手として期待できる個人林家の実情も踏まえて慎重に検討すべき課題であり、今後の金山町における林業や木材関連産業の将来展望を含めた

課題として検討したい。

## 第5章 参考文献一覧

- 1) 嶋瀬拓也：地域材による家造り運動の現状と今日的意義 産直住宅運動との対比において，林業経済，54(14)，pp. 1-16，2002.
- 2) 奥田裕規，久保山裕史，鹿又秀聡，安村直樹，村松真：金山町における「住宅用木材の自給構造」の成立要因，日本林學會誌，86(2)，pp. 144-150，2004.
- 3) 金山町：美しい風景と街並みをつくる案内書，2014.
- 4) 金山町：金山町地域住宅（HOPE）計画策定調査報告書 金山・杉のふるさと 雪のふる街 木のすまい，pp. 47-72，1985.
- 5) 安藤邦廣：2段階方式による産直住宅の試み，住宅建築，建築資料研究社，(237)，pp. 112-113，1994.
- 6) 秋山哲一：地域型住宅生産，建築雑誌，建築年報（1989），pp. 34-35，1989.



## 謝辞

浅学であり筆の遅い私を辛抱強く指導して下さった筑波大学芸術系・橋本剛准教授に心から感謝を申し上げます。建築環境工学や環境測定調査の知識と経験に乏しかった私を博士後期課程から受け入れて頂き、様々な地域における調査に同行させて頂いた事は、私の研究者としての礎となる経験でした。主査を引き受けて頂いた筑波大学芸術系・野中勝利教授には、審査を通し今後人生を掛けて取り組むべき様々な研究課題を提示して頂きました。副査を引き受けて頂いた筑波大学芸術系・山田協太准教授には、私のまとまりのない調査結果に対する新たな視点を提示して頂いたとともに、大きな励ましを頂きました。また、外部副査を引き受けて頂いた大同大学・渡邊慎一教授には住環境における積極的／消極的快適性や、熱の均一性／不均一性など、快適性や環境負荷に考慮した住まい方を考える上で様々な興味深いテーマをご教示頂きました。

住宅の悉皆調査は金山町全域の住宅を見て廻る事であり、途方も無い過酷な作業でした。この調査を実現できたのは、橋本研究室の先輩後輩諸氏の力添えによるものです。今和俊氏、韓若氷氏、伊藤梨沙氏には本当に過酷な調査にご協力頂きました。ここに記して感謝の意を表します。特に歴史研究を専門とする今和俊氏と植物や造園を専門とする伊藤梨沙氏とは、公私に渡りお付き合いさせて頂き、互いの研究テーマに関する議論から様々な事を学ばせて頂きました。

本研究の調査を進めるにあたり、ご協力頂いた金山町の住民の皆様とお世話になった関係者一同に深く感謝を申し上げます。また、生活環境下における室内温熱環境の実測にご快諾頂いた居住者の皆様にも深く感謝を申し上げます。お陰様で、我が国において調査事例の少ない地域型住宅の全町悉皆調査によるデータと、薪ストーブ使用時に形成される室内温熱環境に関する貴重なデータが得られました。特に田茂沢集落の須藤実氏には、2015年の春に初めてお会いして以来からこれまでに大変お世話になりました。住宅の悉皆調査中の私に声をかけて頂き、そのまま自宅に泊めて頂ける事となり、金山大工である氏から金山型住宅や金山杉などについて様々な事をご教示頂きました。

金山町は町内の森林資源の循環的利用を通した金山型住宅の普及による町並み・集落景観の形成を図っている日本においても希有な地域であり、金山町の美しい景観や自然は、隣県の宮城県で生まれ育った私にとって憧れの土地でした。東日本大震災により甚大な被害を被った故郷の復興、そして慢性的な林業や木材産業の不振といった社会的状況に対し、建築デザインを専門とする立場から今後の改善に向けた知見を得る事を目標として金山町での調査に取り組み始めました。

最後に、これまで辛抱強く支えて下さった母の栗原浩美、姉の栗原優香と、2011年にこの世を去った父の栗原国夫に深く感謝を申し上げます。今後の人生をかけて、より良い社会の実現に向けた研究や建築設計に取り組み、お世話になった方々のご恩に報いるために努力を重ねていく所存です。



## 参考文献・発表論文

## 参考文献

### 【あ】

- 秋山哲一：地域型住宅生産，建築雑誌，建築年報（1989），pp. 34-35，1989. 第1章 34)  
第5章 6)
- 秋山哲一：地域の住宅生産システム その独自性と課題，住宅総合研究財団研究年報，第1章 35)  
(26)，pp. 19-29，1999.
- 天野耕二，加用千裕：マテリアルフロー分析に基づいた建築分野における木材の炭素収支について，環境システム研究論文集，32，pp. 57-63，2004. 第1章 46)
- 安藤邦廣：産直住宅の意義と問題点，住宅と木材，日本住宅・木材技術センター，P. 20，第1章 37)  
1989.
- 安藤邦廣：2段階方式による産直住宅の試み，住宅建築，建築資料研究社，(237)，第1章 36)  
pp. 112-113，1994. 第2章 2)  
第5章 5)
- 安藤邦廣：住まいを四寸角で考える，住宅建築，建築資料研究社，(193)，pp. 54-61，第1章 15)  
1991.
- 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 第1章 16)  
-熊谷- その1 対象地域の概要および住宅需給の構造，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (53)，pp. 481-484，1982.
- 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 第1章 17)  
-熊谷- その2 住宅生産組織の概要-材木店・工務店の現況を中心に，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (53)，pp. 485-488，1982.
- 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 第1章 18)  
-熊谷- その3 木造住宅の伝統と類型，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (53)，pp. 489-492，1982.
- 安藤正雄，大野勝彦，西村慶徳，藤沢好一，布野修司，松留慎一郎：地域型住宅研究 第1章 19)  
-熊谷- その4 建築職人とすまい・まち・まつり，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (53)，pp. 493-496，1982.
- 安藤正雄，猪田雅裕，遠藤和義：地域型住宅研究-佐倉市 その1 佐倉市における新築木造住宅の使用木材について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (57)，第1章 31)  
pp. 377-380，1986.

### 【い】

- 飯島泰男，川鍋亜衣子：秋田県における近年の木造住宅の特徴 地域産材の利用等に関する実態調査，日本建築学会東北支部研究報告集，計画系 (71)，pp. 171-174，2008. 第1章 56)
- 石田修一，古阪秀三：地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトに関する研究 プロジェクトにおける中核的業務の特定化，日本建築学会計画系論文集，72(621)，pp. 109-113，2007. 第1章 54)
- 石田修一，古阪秀三：地域産材を活用した木造住宅生産プロジェクトの地域間比較 京都におけるプロジェクト最適化の探求，日本建築学会計画系論文集，73(631)，pp. 1947-1952，2008. 第1章 55)
- 泉桂子，小田中文哉，大塚生美：岩手県紫波町における薪利用の実態と今後の利用可能 第1章 81)



- 性, 林業経済研究, 64(3), pp.26-35, 2018.
- 一般社団法人 建築環境・省エネルギー機構: CASBEE-戸建(新築)の評価方法, P.98, 第2章 19)  
2016.
- 伊藤憲介: 高知が発信する住宅「土佐派の家」へ, 新建築住宅特集, 新建築社, (105), 第1章 13)  
pp.143-144, 1995.
- 伊藤ていじ: 民家は生きてきた, 株式会社美術出版社, 1963. 第1章 8)
- 伊藤洋介, 内田文雄: 地域材活用促進のための異業種間連携による住宅供給に関する研究 第1章 57)  
山口県産材活用のための住宅供給の仕組みづくりの取り組みを事例として, 日本建築  
学会中国支部研究報告集, (36), pp.555-558, 2013.
- 井上豊宏, 村橋正武: まちづくりと連携した大工技術の継承方策に関する研究, 都市計 第1章 93)  
画論文集 43(0), pp.67-67, 2008.
- 【う】**
- 内田祥哉, 源愛日児, 河合直人, 伊藤延男, 太田邦夫, 藤井毅, 坂本功, 大野隆司, 第1章 10)  
深尾精一, 安藤邦廣, 松留慎一郎: 在来構法の研究(1) 木造等の継手仕口について,  
住宅建築研究所報, 8(0), pp.35-51, 1982.
- 内田祥哉, 源愛日児, 河合直人, 伊藤延男, 太田邦夫, 藤井毅, 坂本功, 大野隆司, 第1章 11)  
深尾精一, 安藤邦廣, 松留慎一郎: 在来構法の研究(2) 木造継手の強度剛性試験, 住  
宅建築研究所報, 9(0), pp.57-69, 1983.
- ウッドマイルズ研究会: ウッドマイルズ 地元の木を使うこれだけの理由, 農山漁村文化 第1章 47)  
協会, 2007. 第2章 11)
- 宇野勇治, 堀越哲美, 宮本征一, 横山尚平: 中部日本の山間部における伝統的住宅の 第1章 68)  
室内気候調節と立地集落の微気候, 日本建築学会計画系論文集, 65(532), pp.93-100,  
2000.
- 【え】**
- 恵谷浩子, 村松真, 麻生恵: 農村地域における景観形成に関わる住民の認識と行動の構 第1章 92)  
造化, ランドスケープ研究, 70(5), pp.575-578, 2007. 第3章 18)
- 絵内正道, 荒谷登: 居住室の温熱環境の実態 その1 寒さに応じた住い方と室温変動パ 第4章 9)  
ターンについて, 日本建築学会論文報告集, 264, pp.91-98, 1978.
- 絵内正道, 荒谷登: 居住室の温熱環境の実態 その2 寒さに応じた住い方と設定室温に 第4章 10)  
ついて, 日本建築学会論文報告集, 265, pp.105-113, 1978.
- 絵内正道, 荒谷登: 居住室の温熱環境の実態 その3 寒さに応じた住い方と熱消費量に 第4章 11)  
ついて, 日本建築学会論文報告集, 266, pp.97-103, 1978.
- エプタ編集室: 癒しの里 金山, エプタ, 肌粧品科学開放研究所, P.15, 2011. 第1章 94)
- 遠藤和義, 藤澤好一, 布野修司, 猪田雅裕, 西村慶徳: 地域型住宅研究 -熊谷- その 第1章 24)  
9 各専門業種からみた木造住宅生産の変遷, 日本建築学会関東支部研究報告集, 計画系  
(55), pp.509-512, 1984.
- 【お】**
- 大島規江: 伝統的建造物群保存地区における歴史的景観の変容 長野県檜川村奈良井を事 第3章 4)  
例として, 日本建築学会計画系論文集, 69(581), 61-66, 2004.

- 太田猛彦：森林飽和 国土の変貌を考える，NHK 出版，2012. 第1章 1)
- 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，岡宮喜三男，大 第1章 27)
- 嶋攻：地域型住宅研究 -長野県- その1 長野県における試作住宅の工数について，日本 第1章 28)
- 建築学会関東支部研究報告集，計画系 (56)，pp. 517-520，1985.
- 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，岡宮喜三男，大 第1章 29)
- 嶋攻：地域型住宅研究 -長野県- その2 長野県における試作住宅の県産化率について， 第1章 29)
- 日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (56)，pp. 521-524，1985.
- 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，浜元英之，岡宮 第1章 30)
- 喜三男，大嶋攻：地域型住宅研究 -長野県- その3 長野県における試作住宅の資材の流 第1章 30)
- 通特性について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (56)，pp. 525-528，1985.
- 大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，遠藤和義，猪田雅裕，荒木徹，岡宮喜 第1章 31)
- 三男，大嶋攻：地域型住宅研究 -長野県- その4 更埴市にみる地域生産者社会の地縁性， 第1章 31)
- 日本建築学会関東支部研究報告集，計画系 (56)，pp. 529-532，1985.
- 大野勝彦，遠藤和義，猪田雅裕，大戸浩：地域型住宅研究 -福井県大野市- その1 大野 第1章 32)
- 市における新築木造住宅の使用木材について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画 第1章 32)
- 系 (57)，pp. 381-384，1986.
- 大野勝彦：地域住宅工房のネットワーク 住まいから町へ、町から住まいへ，彰国社， 第1章 14)
- 1988.
- 奥田裕規，久保山裕史，鹿又秀聡，安村直樹，村松真：金山町における「住宅用木材の 第1章 82)
- 自給構造」の成立要因，日本林學會誌，86(2)，pp. 144-150，2004. 第3章 17)
- 第5章 2)
- 奥田裕規：金山町の林業，森林科学，47(0)，pp. 44-46，2006. 第1章 84)
- 【か】**
- 鍵谷勇輝，岩田司：山形県金山町における街並み整備とその波及効果に関する研究，日 第1章 89)
- 本建築学会大会学術講演梗概集 都市計画 (2016)，pp. 849-850，2016.
- 加藤友也，山岸明浩，山下恭弘：長野市を中心とした一戸建住宅の冬季室内温熱環境に 第1章 62)
- 関する調査研究 熱損失係数から見た室内温熱環境と居住者意識の違いについて，日本建 第4章 16)
- 築学会計画系論文集，60(470)，pp. 19-27，1995.
- 加藤友也，山岸明浩，山下恭弘：長野市を中心とした一戸建住宅の室内温熱環境と居住 第1章 63)
- 者意識の冬季と夏季の差，日本建築学会計画系論文集，61(481)，pp. 23-31，1996.
- 蟹澤宏剛：地域型住宅ブランド化事業の意義と成果，平成 25 年度 住宅市場技術基盤強 第2章 10)
- 化推進事業 木造住宅・木造建築物の性能及び生産性向上等のための調査検討・普及事業 第2章 10)
- 報告書，全国木造住宅生産体制推進協議会，P. 8，2014.
- 金山町：金山町史，1988. 第3章 13)
- 金山町：金山町地域住宅 (HOPE) 計画策定調査報告書 金山・杉のふるさと 雪のふる街 木 第3章 20)
- のすまい，pp. 47-72，1985. 第5章 4)
- 金山町：美しい風景と街並みをつくる案内書，2014. 第1章 95)
- 第3章 15)
- 第5章 3)
- 金山町：金山町木質バイオマス利用拡大支援事業補助金交付要綱，2012. 第1章 96)
- 第3章 16)

- 川島宙次：滅びゆく民家 間取り・構造・内部，株式会社主婦と生活社，1973. 第1章 7)
- 川添大輔，ひよっこプロダクション：薪ストーブ入門，株式会社地球丸，2016. 第4章 20)
- 川鍋亜衣子，平野陽子：地場産材に着目した町づくりの課題と展望，林業経済，58(2)，pp.16-29，2005. 第1章 88)

#### 【き】

- 菊田道宣，長谷川房雄，吉野博，赤林伸一：東北地方の住宅における温熱環境調査 その16 山形県郡部を対象とした冬季の室温に関する詳細調査，日本建築学会東北支部研究報告集，42，pp.209-212，1983. 第4章 13)
- 木藤宏美，中島裕輔：土壁を利用した住宅における薪ストーブ使用時の室内環境調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集，2012.2(0)，pp.2075-2078，2012. 第1章 73)  
第4章 6)
- 木野勢雄也，小柳健，岡崎篤行：伝統的様式を規範とした継承型住宅の形式と普及 その1 継承型住宅によって景観形成を図っている歴史的町並みの抽出，日本建築学会北陸支部研究報告集，(47)，pp.340-341，2004. 第2章 21)

#### 【く】

- 栗原豪平，齋尾直子：山形県金山町における地域型住宅への地域材利用と山村地域への影響，日本建築学会大会学術講演梗概集 農村計画 (2017)，pp.159-160，2017. 第1章 90)

#### 【け】

- 源城かほり，松本真一，長谷川兼一：寒冷地における集合住宅の冬期室内熱環境とエネルギー消費量に関する事例調査，日本建築学会技術報告集，16(34)，pp.1015-1018，2010. 第1章 66)

#### 【こ】

- 河野元信：木質バイオマス利用の現状と今後の課題，環境技術，34(1)，pp.52-56，2005. 第1章 43)
- 国土交通省：平成30年度建築着工統計，2019. 第1章 2)  
第2章 1)
- 小林紀之：京都議定書と森林吸収源，林業経済，58(8)，pp.29-32，2005. 第1章 42)
- 今野 夏輝，三浦 秀一：山間都市における住宅の薪利用状況と普及に関する研究 山形県最上町における調査結果，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp.773-774，2010. 第1章 77)  
第3章 10)  
第4章 2)
- 小柳健，木野勢雄也，岡崎篤行：伝統的様式を規範とした継承型住宅の形式と普及 その2 継承型住宅の形成経緯・伝統的様式の継承度・普及手法の実態，日本建築学会北陸支部研究報告集，(47)，pp.342-345，2004. 第2章 22)

#### 【さ】

- 齋藤暖生：山村における薪ストーブ普及条件の分析 岩手県西和賀町におけるアンケート調査から，日本森林学会大会発表データベース，122(0)，pp.687-687，2011. 第1章 78)  
第4章 3)
- 坂野上なお：産直住宅ネットワークにおける木材供給システム，京都大学農学部演習林報告，(68)，pp.77-88，1996. 第1章 40)

佐藤恵利， 山本信次：北上市口内町における薪利用の現状と課題， 東北森林科学会誌， 21(2)， pp. 56-59， 2016. 第1章 80)  
第3章 12)

第4章 5)

佐藤勝泰， 山下恭弘， 橋本潤一， 石川清英， 内藤克人：戸建住宅における冬期の住戸内外の温度環境と居住者意識・生活行動 徳島県兵庫県， 北海道， カナダにおける生活実態調査の比較検討， 日本建築学会計画系論文集， 66(546)， pp. 45-52， 2001. 第1章 67)

佐藤豊， 郡公子：栃木県における住宅の熱環境と住まい方に関する研究 冬期の暖房室・非暖房室の熱環境と意識・住まい方， 日本建築学会計画系論文集， 64(522)， pp. 7-14， 1999. 第1章 64)  
第4章 18)

## 【し】

嶋瀬拓也：地域材による家造り運動の現状と今日的意義 産直住宅運動との対比において， 林業経済， 54(14)， pp. 1-16， 2002. 第1章 51)  
第2章 5)

第3章 1)

第5章 1)

嶋瀬拓也， 立花敏：わが国製材業の製品出荷における木材輸送量・距離（ウッド・マイルーヅ）， 日本森林学会誌， 88(2)， pp. 87-94， 2006. 第1章 50)

嶋瀬拓也：金山杉の利用， 森林科学， 47(0)， pp. 47-48， 2006. 第1章 85)

島田浩三久：産直住宅の近況と意義， 林業経済， 43(12)， pp. 10-15， 1990. 第1章 38)

新穂栄蔵：ストーブ博物館， 北海道大学図書刊行会， 1986. 第1章 4)  
第4章 21)

## 【す】

鈴木宏彬， 斉藤雅也， 吉野博：北海道の住まいにおける暖房時の居間室温と住戸形態・暖房対象室・暖房運転方法の関係， 日本建築学会環境系論文集， 76(662)， pp. 369-376， 2011. 第1章 65)

## 【た】

高嶋沙里， 中山徹：業種間連携による地域材を活用した家づくりと組織体制， 日本家政学会誌， 57(6)， pp. 421-430， 2006. 第1章 53)  
第3章 3)

高口洋人， 尾島俊雄：木造専用住宅と森林資源との循環型モデルに関する研究：砺波平野散居村におけるケーススタディ， 日本建築学会計画系論文集， 64(516)， pp. 93-99， 1999. 第1章 44)

高口洋人， 尾島俊雄：木造住宅と森林資源の日本型循環モデル構築に関する研究， 日本建築学会計画系論文集， 66(544)， pp. 85-92， 2001. 第1章 45)

滝口泰弘：地域材利用住宅のウッドマイルーヅ， 住宅建築， 建築資料研究社， (341)， 2003. 第1章 49)

田中亘：産直住宅活動の地域産業にあたえる影響 岐阜県を事例として， 林業経済研究， 44(1)， pp. 87-92， 1998. 第2章 4)

## 【ち】

地域型住宅グリーン化事業評価事務局：地域型住宅グリーン化事業（評価）， <http://> 第2章 6)

- chiiki-grn.jp/, 2016-12-15 閲覧  
 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業（評価）, <http://www.chiiki-brd.jp/>, 2016-12-15 閲覧 第2章 7)
- 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成24年度第2回版】 , 2012. 第2章 13)
- 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成25年度版】 , 2013. 第2章 14)
- 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成26年度版】 , 2014. 第2章 15)
- 地域型住宅ブランド化事業評価事務局：地域型住宅ブランド化事業グループ募集要領【平成26年度第2回版】 , 2015. 第2章 16)
- 地域住宅産業研究会：木造住宅産業 その未来戦略， 彰国社， 1997. 第1章 6)
- 趙海光：失われた木造大陸， 住宅建築， 建築資料研究社， (355)， 2004. 第1章 9)
- 【と】**
- 豊川尚， 橋本剛， 安藤邦廣：長野県諏訪地方の建てぐるみに形成される室内温熱環境の実測調査， 日本生気象学会雑誌， 52(1)， pp. 29-43， 2015. 第1章 72)
- 【な】**
- 中井啓貴， 蟹澤宏剛：「地域型住宅ブランド化事業」にみる近未来の木造住宅生産に関する研究， 日本建築学会関東支部研究報告集， 85(2)， pp. 485-488， 2015. 第2章 8)
- 長野和雄， 高柴日香， 小松充典， 兼子朋也， 堀越哲美：雲南市吉田町における伝統的町並みの室内・集落気候と住まい方に関する調査研究， 日本生気象学会雑誌， 45(4)， p. 141-164， 2008. 第1章 69)
- 長野和雄， 堀越哲美， 石井仁， 宇野勇治， 橋本剛， 兼子朋也：山口県祝島集落の気候適応性能評価， 日本生気象学会雑誌， 50(2)， pp. 77-92， 2013. 第1章 70)
- 【こ】**
- 日本建築学会：図説集落 その空間と計画， 都市文化社， pp. 103-108， 1989. 第3章 19)
- 【ね】**
- 根本和宜， 中村省吾， 森保文：家庭向け木質バイオマス燃焼機器の普及と燃料消費量， 林業経済研究， 63(3)， pp. 82-91， 2017. 第1章 76)  
 第4章 1)
- 【は】**
- 長谷川房雄， 吉野博， 赤林伸一：東北地方都市部における冬季の温熱環境に関する調査研究， 日本建築学会計画系論文報告集， 326， pp. 91-102， 1983 第4章 12)
- 長谷川房雄， 吉野博：東北地方の各種住宅における冬期の室温に関する調査研究， 日本建築学会計画系論文報告集， 371， pp. 18-26， 1987. 第4章 15)
- 花本沙希， 立花敏：地域志向の産直住宅を選択した消費者の属性分析， 林業経済研究， 62(3)， pp. 49-58， 2016. 第1章 59)
- 原島義明， 寺田徹， 山本博一， 木平英一：長野県伊那市における薪による小規模バイオ 第1章 79)

- マスエネルギー利用の実態，ランドスケープ研究，77(5)，pp.575-578，2014. 第3章 11)  
第4章 4)
- 【ふ】**
- 福本佳世，土肥博至，岩田司：地方小都市における旧市街地の環境整備特性と類型化 HOPE 計画策定自治体の事例を通して，日本建築学会計画系論文集，62(491)，pp.141-148，1997. 第2章 20)
- 藤澤好一，遠藤和義：地域型住宅研究 - 熊谷 - その7 鳶職，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.373-376，1983. 第1章 22)
- 藤澤好一，布野修司，池田利行：地域型住宅研究 - 秩父 - その2 秩父夜祭りにおける建築職人の系譜と機能，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(55)，pp.517-520，1984. 第1章 26)
- 藤澤好一，遠藤和義，猪田雅裕：地域型住宅研究 - 高山市 その1 高山市における新築木造住宅の使用木材について，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(57)，pp.385-388，1986. 第1章 33)
- 藤本昌也：〈民家型構法〉の歩み，住宅建築，建築資料研究社，(114)，pp.4-7，1984. 第1章 12)
- 藤原敬：「ウッドマイルズ」(木材総輸送距離)と地域材利用住宅，木材情報，(135)，pp.6-10，2002. 第1章 48)
- 渕上佑樹，神代圭輔，古田裕三：木材製品の製造プロセスにおけるCO2排出量の評価 京都府産スギ合板の地産地消によるCO2削減効果の検証，日本建築学会環境系論文集，75(655)，pp.861-867，2010. 第2章 12)
- 布野修司，大野勝彦，藤澤好一，安藤正雄，松留慎一郎，西村慶徳：地域型住宅研究 - 熊谷 - その5 住宅生産組織の系譜とその伝統，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.365-368，1983. 第1章 20)
- 布野修司：地域型住宅研究 - 熊谷 - その6 棟梁大工型工務店と地域住宅生産ネットワーク，日本建築学会関東支部研究報告集，計画系(54)，pp.369-372，1983. 第1章 21)
- 【ほ】**
- 坊垣和明，森田大，澤地孝男，吉野博，鈴木憲三，赤林伸一，井上隆，大野秀夫，松原斎樹，林徹夫：夏期および冬の居住室温とその地域性に関する研究 全国的調査に基づく住宅のエネルギー消費とライフスタイルに関する研究 - 第2報，日本建築学会計画系論文集，63(505)，pp.23-30，1998. 第1章 60)
- 【ま】**
- 益尾孝祐，後藤治：歴史的地区における地域住宅生産体制の役割とその生業保全に関する研究 福島県南会津町前沢集落を事例として，日本建築学会技術報告集，22(50)，pp.297-302，2016. 第3章 8)
- 松尾悠佑，菊田弘輝，斉藤雅也，羽山広文：パッシブ換気住宅における薪ストーブを用いた全室暖房時のエクセルギー評価，日本建築学会環境系論文集，81(719)，pp.73-82，2016. 第1章 74)  
第4章 7)
- 松岡英俊，市川尚紀：広島県賀茂地方の居蔵造り集落における気候特性に対する空間構成手法に関する研究，日本建築学会技術報告集，17(37)，pp.997-1002，2011. 第1章 71)
- 松留慎一郎，藤澤好一，安藤正雄，深尾精一，角田誠，遠藤和義：地域型住宅研究 - 第1章 23)

- 熊谷 - その 8 3 職種 ( 蔭 , 建具 , 水道 ) の比較 , 日本建築学会関東支部研究報告集 , 計画系 (54) , pp. 377-380 , 1983.
- 松原斎樹 , 澤島智明 : 京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究 暖房機器使用の特徴と団らん時の起居様式 , 日本建築学会計画系論文集 , 61(488) , pp. 75-84 , 1996. 第 1 章 61)  
第 4 章 17)
- 【み】
- 三浦要一 , 増井正哉 : 山間集落における農家住宅の住空間の変容 徳島県東祖谷山村落合の事例 , 日本家政学会誌 , 56(5) , pp. 317-328 , 2005. 第 3 章 5)
- 三村浩史 , リムボン , 尹孝鎮 , 橋本清勇 : 京町家の外観類型別分布特性からみた町並みの保存・継承に関する研究 , 日本建築学会計画系論文報告集 , 450(0) , pp. 113-119 , 1993. 第 3 章 6)
- 宮本基杖 , 飯島泰男 , 立花敏 , 川鍋亜衣子 : 地域材が消費者ニーズほど使用されないのは何故か 秋田県の住宅に関するアンケート調査の分析から , 林業経済研究 , 55(1) , pp. 56-64 , 2009. 第 1 章 58)
- 【む】
- 村西真一 , 岡崎篤行 , 小柳健 : 伝統的様式を継承した現代の町家におけるファサードの発展過程 飛騨古川の「新町家」に着目して , 日本建築学会計画系論文集 , 75(650) , pp. 883-888 , 2010. 第 3 章 9)
- 村松真 : 農山村における景観形成施策の特色 山形県金山町の景観づくりを事例として , 農業経済研究報告 , 33 , pp. 67-82 , 2002. 第 1 章 91)  
第 3 章 14)
- 村松真 : 金山林業の形成過程 , 森林科学 , 47(0) , pp. 41-44 , 2006. 第 1 章 83)
- 【も】
- 木造建築研究フォーラム・図解木造建築事典編集委員会 : 図説・木造建築事典 基礎編 , 学芸出版社 , P. 275 , 1995. 第 1 章 39)  
第 2 章 3)
- 【や】
- 安村直樹 , 立花敏 , 浅井玲香 : 産直住宅事業体の現状と課題 事業体へのアンケート調査を元に , 林業経済 , 54(11) , pp. 14-24 , 2001. 第 1 章 41)
- 安村直樹 : 地域材住宅事業にみる上下流連携の成果 宮崎県諸塚村産直住宅プロジェクトを事例に , 林業経済 , 57(3) , pp. 1-14 , 2004. 第 1 章 52)  
第 3 章 2)
- 安村直樹 : 金山杉がもたらす住宅の地域特性 , 森林科学 , 47(0) , pp. 48-50 , 2006. 第 1 章 86)
- 山形県 : 平成 31 年度山形県再生可能エネルギー等設備導入事業費補助金交付要綱 , 2019 第 1 章 97)
- 八巻秀房 , 布野修司 , 藤沢好一 : 地域型住宅研究 - 秩父 - その 1 住宅生産組織の構造とネットワーク , 日本建築学会関東支部研究報告集 , 計画系 (55) , pp. 513-516 , 1984. 第 1 章 25)
- 【よ】
- 吉野博 , 長谷川房雄 , 沢田紘次 , 石川善美 , 赤林伸一 , 菊田道宣 : 熱環境からみた冬期の居住性能に関する地域特性の分析 東北地方都市部を対象として , 日本建築学会論文報告集 , 345 , pp. 92-103 , 1984. 第 4 章 14)

吉野博：寒冷地における居住環境，日本生気象学会雑誌，34(1)，pp.23-30，1997. 第4章 19)  
米澤星矢，前真之，三浦尚志，赤嶺嘉彦，高瀬幸造，深野木託：薪ストーブによる暖房時の室内温熱環境実験と暖房能力の検討，日本建築学会技術報告集，22(50)，pp.171-176，2016. 第1章 75)  
第4章 8)

#### 【り】

林野庁：木材・木材製品の合法性、持続可能性の証明のためのガイドライン，2006. 第2章 18)  
林野庁：木材利用ポイント事業の概要について，2013. 第2章 17)  
林野庁：木材供給量及び木材需給率の推移，2018. 第1章 3)  
林野庁：森林・林業統計要覧 2019，pp.103-176，2019. 第1章 5)

#### 【わ】

渡壁克好，鈴木雅之，服部岑生：東京圏における小規模住宅生産者の連携等に関する意識調査「地域型住宅ブランド化事業」の事例を通じて，日本建築学会技術報告集，19(43)，pp.1165-1170，2013. 第2章 9)  
渡辺篤史，岡崎篤行：旧新潟町における歴史的建造物の残存状況と外観特性 丁字型及び堅屋町屋を中心とした町並みに着目して，日本建築学会計画系論文集，81(720)，pp.369-376，2016. 第3章 7)



## 発表論文一覧

### ■査読付き論文

栗原広佑，橋本剛，今和俊：山形県最上郡金山町における地域型住宅と薪ストーブ使用住宅の実態調査 森林資源の建材・燃料としての利用に着目して，人間と生活環境，26(2)，pp. 75-85，2019. 【第3章】

栗原広佑，橋本剛：薪ストーブ使用時に形成される居間の室内温熱環境の実測調査 山形県金山町の「地域型住宅」を含む木造戸建住宅を事例として，日本生気象学会雑誌，56(4)，pp. 145-163，2020. 【第4章】

### ■学会発表

栗原広佑，橋本剛：地域型木造住宅生産における木材の地産地消に関する研究 地域型住宅ブランド化事業を対象として，日本建築学会大会学術講演梗概集，建築社会システム(2017)，pp. 371-372，2017. 【第2章 第1節】

栗原広佑，橋本剛：山形県最上郡金山町の民家における薪ストーブ利用の実態と家屋形態との関係，日本生気象学会雑誌，53(3)，p. 33，2016. 【第3章】

栗原広佑，橋本剛，今和俊：山形県最上郡金山町の民家における薪ストーブ利用の実態調査 集落立地と家屋形態の関係に着目して，日本生気象学会雑誌，54(3)，p. 23，2017.

※第56回日本生気象学会大会若手・学生発表コンテスト優秀発表賞受賞【第3章】

栗原広佑，橋本剛，伊藤梨沙：山形県最上郡金山町における地域型住宅の分布状況と家屋形態，人間-生活環境系シンポジウム報告集，41，pp. 91-94，2017. 【第3章】

栗原広佑，橋本剛：冬季における薪ストーブを用いた住宅に形成される室内温熱環境の実測調査，日本生気象学会雑誌，55(3)，p. 20，2018.

※第57回日本生気象学会大会若手・学生発表コンテスト優秀発表賞受賞【第4章】