

戸建住宅を対象としたアンケート及び実測調査結果  
新潟県の住宅における室内温熱環境・エネルギー消費実態に関する調査研究 その1

RESULTS OF A QUESTIONNAIRE SURVEY AND INVESTIGATION  
Research on the indoor thermal environment and the energy consumption  
in detached houses of Niigata prefecture

赤林伸一\*1, 坂口 淳\*2, 山岸明浩\*3, 佐々木 淑貴\*4, 山口 一\*4  
Shin-ichi AKABA YASHI, Jun SAKAGUCHI, Akihiro YAMAGISHI,  
Yoshitaka SASAKI and Hajime YAMAGUCHI

The purpose of this research is performing the survey of an indoor thermal environment, Shelter performance, lifestyle, the amount of energy consumption in Detached Houses of Niigata Prefecture. This paper reports the result of a questionnaire and a survey as part 1. The outline of the results are as follows.

1. The living rooms temperature in summer season are in the range of 24-31 degrees in almost all Detached Houses. And the temperature of living room is higher than the outdoor temperature about 1-3 degrees. It is not concerned with an outer temperature but, as for living room temperature, many detached houses are in the range of 16-24 degrees in winter.
2. Coefficient of heat loss of detached houses which fulfills the standard of new energy saving of Niigata prefecture is about 40% in the whole.
3. The vertical temperature difference of living room in winter season is small in the detached houses which have high of airtightness performance and shelter performance, and is small in the Detached Houses which is installed floor heater.

**Keyword:** Indoor thermal environment, Resident consciousness, Airtightness performance  
Shelter performance, Amount of energy consumption

室内温湿度, 居住者意識, 気密性能, シェルター性能, エネルギー消費量

1. はじめに

近年、住宅のエネルギー消費量を減少させ、快適な住生活や室内環境を形成することが可能であると考えられる、高気密・高断熱住宅が普及している。しかしながら高気密・高断熱住宅では、夏季の排熱の困難さや冬季の室内空気汚染などが生じる可能性が高く、冷暖房や換気設備、居住者の住まい方などに配慮がとられていない場合に特に問題が生じやすいと考えられる。

室内の温熱環境調査<sup>1)~4)</sup>、住宅のエネルギー消費量調査<sup>5)~10)</sup>は各地域あるいは全国規模で行われており、高気密・高断熱住宅の省エネルギー性能や室内環境の快適性の評価がなされている。新潟県においても高気密・高断熱住宅の普及は例外ではなく、その省エネルギー性能、快適性の調査が望まれている。また、新潟県は南北に長く、北西は海、南東は山に囲まれているため、地域により室内外の温熱環境が大きく異なると考えられる。そこでこれらの外部環境に適した住宅性能を明らかにすることが、住宅でのエネルギー消費を削減し、快適な住生活や室内環境を形成する上で重要であると考えられる。

本研究では新潟の気候・風土に適した住宅のシェルター性能・空調設備の開発を行う為の基礎資料を蓄積することを目的として、新潟県の各地域における一戸建て住宅を対象とした室内の温熱環境、シェル

ター性能、住まい方、エネルギー消費量に関する実態調査を行う。また、収集したデータを基に、新潟県の住宅におけるエネルギー消費構造や居住者の住まい方などの把握・検討を行う。

本報(その1)では新潟県の戸建住宅における住まい方、室内温熱環

表1 調査対象住宅

地域	市町村名	98年度調査戸数	99年度調査戸数
上越地域	上越市	2戸	
	新井市	2戸	
	糸魚川市	5戸	
	その他	8戸	
小計		17戸	
中越地域	長岡市	18戸	
	三条市	8戸	
	見附市	4戸	
	柏崎市	3戸	12戸
	北魚沼郡小出町	9戸	1戸
	その他	6戸	6戸
小計		48戸	19戸
下越地域	新潟市	16戸	14戸
	新潟市	12戸	4戸
	新発田市	9戸	5戸
	その他	8戸	11戸
佐渡地域			6戸
小計		45戸	40戸
合計		110戸	59戸

\*1 新潟大学大学院自然科学研究科 助教授・工博

\*2 県立新潟女子短期大学生活科学科 講師・博士(工学)

\*3 県立新潟女子短期大学生活科学科 助教授・博士(工学)

\*4 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生・修士(工学)

Assoc. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Engineering, Niigata Univ., Dr. Eng. Lecturer, Dept. of Human Life and Environmental Niigata Women's College, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Human Life and Environmental Women's College, Dr. Eng. Graduate Student, Division of Science and Technology, Graduate School of Niigata Univ., M. Eng.

境、エネルギー消費量の実態把握を目的としアンケート調査及び実測調査を行ったので、その結果を報告する。

## 2. 調査概要

### 2.1 調査対象地域

表1に地域別の調査対象住宅を示す。調査は新潟県内の上越・中越・下越地域において実施し、上越地域17戸、中越地域67戸、下越地域85戸の計169戸を調査対象とする。調査対象住宅の選定には、新潟県内の建築業者に協力を依頼し、築10年以内の住宅を対象とした。

### 2.2 調査期間

調査は夏季と冬季の2回行う。98年度の夏季調査期間は7月30日～9月16日、冬季調査期間は1月12日～3月15日とし、99年度の夏季調査期間は8月5日～9月22日、冬季調査期間は1月30日～3月22日とした。調査期間は、各調査対象住宅とも約1週間である。

表2 アンケート調査項目

調査項目	質問項目
A、住まい方	平日、休日の在宅状況
	平日、休日の窓の開閉状況
	着衣状況等
B、冷暖房・換気設備	冷暖房設備の種類と台数
	冷暖房設備の運転方法
	換気設備の運転方法等
C、温熱環境	居間の温冷感
	居間の団らん時の室温温度差等
D、空気質環境	居間の団らん時の空気の汚れ
	居間の団らん時の換気、等
E、満足度	総合的な熱環境への満足度
	総合的な空気環境への満足度
	光熱費への満足度等
F、エネルギー消費量	電気・ガス・灯油の消費量
G、結露	結露発生場所等
H、居住者・住宅属性	家族構成(人数、年齢、性別、職業等)
	延床面積、世帯の収入等

※本報では白抜き文字の調査項目について分析を行う。

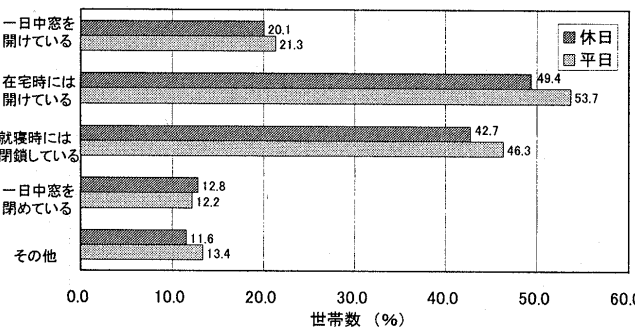


図3 夏季における窓の開閉状況

## 3. 調査内容

### 3.1 居住者意識調査

居住者意識に関する、アンケート調査を世帯主に対して実施する。表2にアンケート調査の項目を示す。アンケート調査項目は、住まい方、冷暖房・換気設備、温熱環境、空気質環境、満足度、エネルギー消費量、結露、居住者及び住宅の属性等である。また、温冷感や満足度などは主に団欒時(19:00～22:00)を対象とする。

### 3.2 シェルター性能の測定

対象住宅の気密性能の測定及び熱損失係数の算出を行う。気密性能測定は室内温度調査と同時にを行った。測定の対象となる住宅の室内に風量測定用ダクトがついたファンを設置し、ファンを運転してダクト内の通過風量を測定しその時の室内外の圧力差を測定する。ファンの能力を何段階かに変化させ、室内外圧力差と風量を測定し両者の関係を求める。測定は外部風が静穏な時に、減圧法で行う。

表3 室内温度調査の測定方法と測定箇所

	測定点	測定方法	測定期間
居室	・床上110cm	・各点10分間隔で温度を自動計測 ・グローブ球を用いて温度測定(110cm)	・約1週間
	・床上5cm		
	・天井下10cm		
非暖房室	・床上110cm	・各点10分間隔で温度を自動計測	
屋外	・住宅北側	・百葉箱内で10分間隔に温度を自動計測	

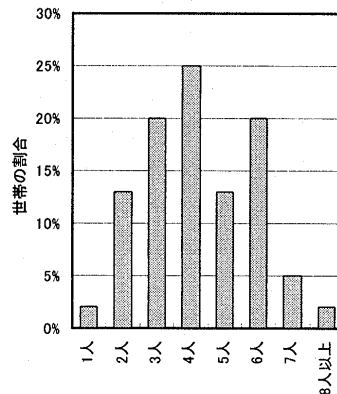


図1 対象住宅の世帯人数

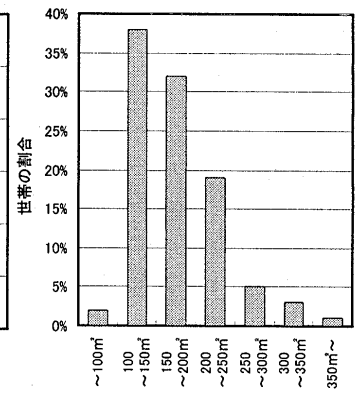


図2 対象住宅の延床面積

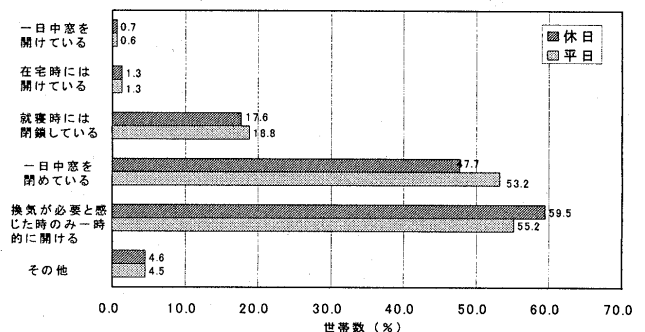


図4 冬季における窓の開閉状況

熱損失係数は、調査対象住宅の設計図書より床面積、構成部材を収集し、計算により算出した。

### 3. 3 エネルギー消費量調査

電気及びガスに関するエネルギー消費量は居住者の承諾を得た上で、エネルギー供給事業者からデータを収集した。灯油に関してはアンケート調査の一部として居住者に回答を依頼した。

### 3. 4 室内温湿度の測定

表3に室内温湿度調査の測定方法及び測定箇所を示す。測定箇所は、居間の床上110cm、床上5cm、天井10cm、通常冷暖房を行わない部屋、外気温の5箇所である。また、居間の床上110cm地点ではグローブ温度も同時に測定した。測定にはメモリ内蔵の温湿度計を使用し、10分間隔で約1週間自動計測を行う。なお、居住者の方々には、普段と変わらない生活をする様依頼した。

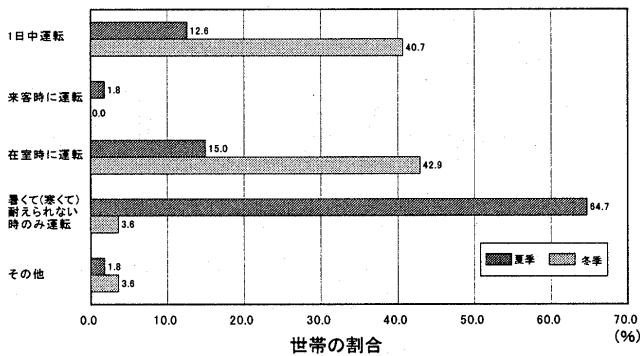


図5 冷暖房機器の運転状況

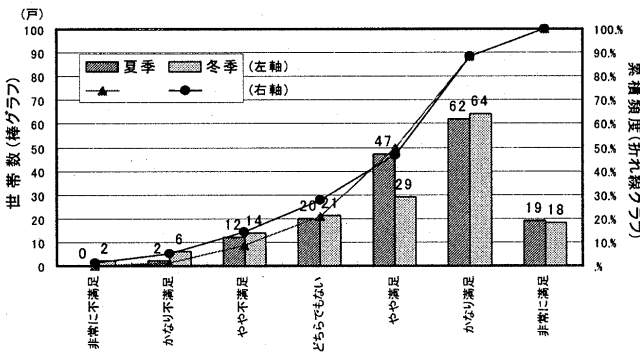


図6 居住者の温熱環境に関する満足度

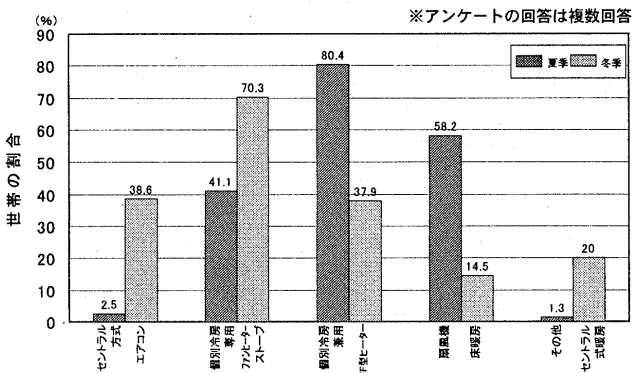


図7 使用冷暖房機器

## 4. 調査結果

### 4. 1 世帯属性

図1に調査対象住宅の世帯人数を示す。4人家族が25%と最も多く、次いで6人が22%、3人が20%である。家族人数の平均は4.2人であり、新潟県の戸建て住宅の平均値4.0人<sup>13)</sup>に比較してやや多い値を示す。図2に調査対象住宅の延べ床面積を示す。100~150㎡未満の住宅が38%と最も多く、次いで150~200㎡未満が32%、200~250㎡未満が19%である。延べ床面積の平均値は175.9㎡であり、新潟県における戸建て住宅の平均の約146㎡<sup>13)</sup>に比較してやや規模の大きな住宅である。

### 4. 2 居住者意識の調査結果

図3に調査対象住宅の夏季における窓の開閉状況を示す。約半数の世帯が、平日、休日ともに在宅時には窓を開け、就寝時には窓を閉鎖している。在宅時は就寝時を除き、窓を開放し通風を取り入れている世帯が多い。図4に冬季の窓の開閉状況を示す。調査した世帯の多くが一日中窓を閉鎖しているか、換気が必要となごきのみ窓を開けると回答している。そのため冬季は夏季と比較して住宅のシェルター性能が室温、暖房運転状況、エネルギー消費量に影響を与えやすいと考えられる。図5に冷暖房機器の運転状況を示す。暑くて耐えられない時だけ冷房を運転する世帯が約65%と多い。在室時にのみ暖房を運転する世帯が約43%、一日中運転する世帯が約41%と多い。夏季は窓を開放し通風を行い、冷房機器の運転を差し控える傾向が見られる。冬季は窓を締め切り、暖房機器を長時間、連続運転している世帯が多い。

表4 気密性能のグレード

気密性能グレード	1	2	3	4	5	6			
床面積当たりの相当開口面積 <sup>2)</sup>	0.41	0.71	1.25	2.24	4.1	7.1	12.5	17.0	22.4 cm <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
相当開口面積 <sup>2)</sup>	0.53	0.95	1.7	3.0	5.3	9.5	17.0	30	
注) 1) 内訳は、換気扇シールド ( )内の数字は住戸数を示す									
北海道	佐々木、寛谷 1985以前 (29) (各機工法含む) 1987 測定 (15) 旭硝子、換気扇シールド								
新潟	戸建のみ (戸建のみ) 1988 (19) 1989 (19) (セントラル換気のみ換気口をシールド) 花原 (55) 断熱材外張り工法 1988,89								
新潟	バネル工法								
新潟	在来工法								
新潟	今回の調査結果								
関東	神田工法 1981~84 建設 吉野、他 1981~84 建設 内務、他 1985~86 石川、他 1987 (6) 1987 測定 (15) 旭硝子、換気扇シールド								
関西	村上、他 1988 RC集合 (換気扇、台所換気系シールド)								
関西	補修、他 1979 ●●● 木造防音実験住宅 (32m <sup>2</sup> )								
スウェーデン	火造戸建 (205) Kronvall 経路コンクリート戸建 (12) 米国パッシブソーラー No vapor barrier (241) With vap. barrier (161) Vapor barrier & Sheathing (43) Sharmen et al. (51) Super tight houses (23) Double wall (292) MCS 仕様 (331) Control (43) Parket								
米国、カナダ	米国北西部 (292) MCS 仕様 (331) Control (43) Parket								
ニュージーランド	Bassett (17) (17) Warren & Webb (12) (12) Eberlitz Sullivan & Jones (13) (13)								
英国	Warren & Webb (12) (12) Eberlitz Sullivan & Jones (13) (13)								
既往の基準など	1.17 準準型 建築学会北海道支部委(公庫利増融資対象) 等気密 4.55 米国北西部電力公社M.C.S仕様 Model Conservation Std. 12.4 AS HR AE Std. 1.4 1.4のときの相対湿度で表示、1.4~0.8として換算								
	0.89 高台3F以上 1.19 戸建 1.78 戸建 ルウエー建築基準 1.78 戸建 スウェーデン建築基準 0.89 集合3F以上 0.89 集合 戸建								

図6に居住者の室内温熱環境に関する満足度を示す。夏季、冬季ともかなり満足していると答える居住者が最も多く全体の約40%となっている。しかしながら不満側の回答の割合が夏季に比較して冬季はやや高い。

#### 4. 3 使用冷暖房設備の調査結果

図7に使用冷暖房機器を示す。夏季は80%以上の世帯で、個別冷房（エアコン）が使用されている。セントラル方式の冷房を行っている世帯は2.5%と少ない。冬季はファンヒーター、ストーブを使用

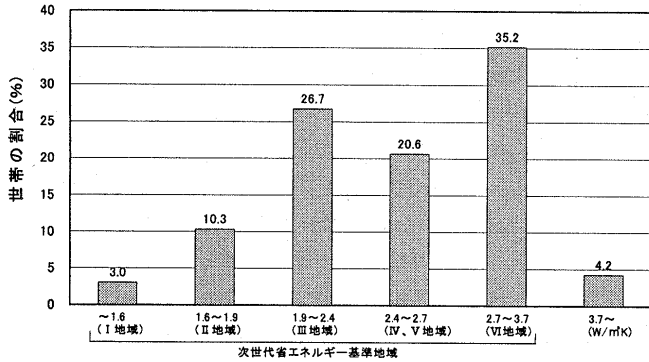


図8 熱損失係数の分布

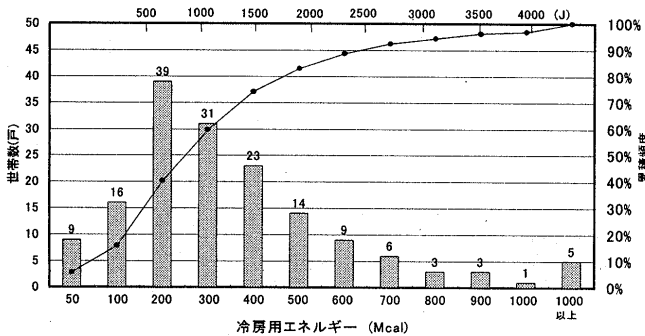


図10 冷房用エネルギーの分布

する世帯が70%と最も多い。セントラル方式の暖房を使用している世帯は約20%である。

#### 4. 4 シェルター性能の測定結果

図8に調査対象住宅の熱損失係数の分布を示す。2.7~3.7W/m²Kの範囲に入る住宅が35.2%と最も多く、ついで1.9~2.4W/m²Kが26.7%と多い。新潟県は次世代省エネルギー基準ではIII地域（基準値2.4~2.7W/m²K）に属しているが、この基準を超える住宅は全体の約40%である。表4に隙間相当面積の分布を示す。これは文献15(吉野「住宅の気密性能とその基準に関する動向調査」<sup>15)</sup>)の表に新潟県の戸建住宅における調査結果を追加したものである。3.0~9.0cm²/m²(図中グレード3~4)の範囲に入る住宅が特に多い。

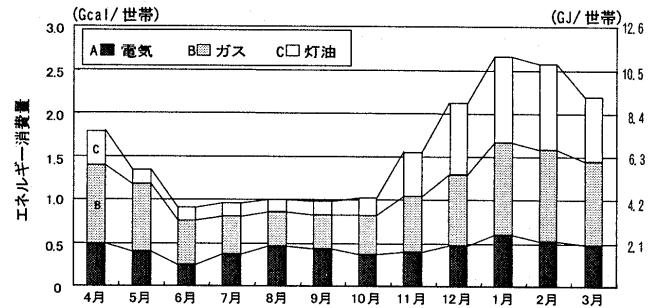


図9 エネルギー消費量の平均年変化

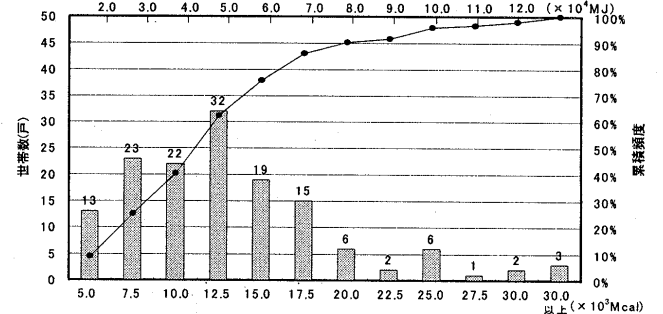


図11 暖房用エネルギーの分布

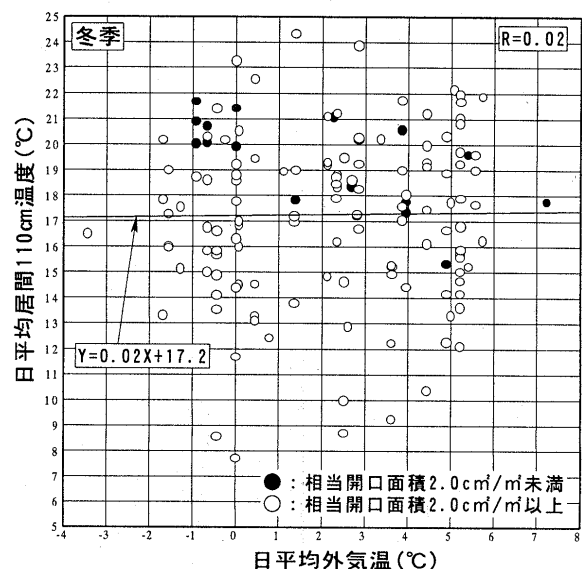
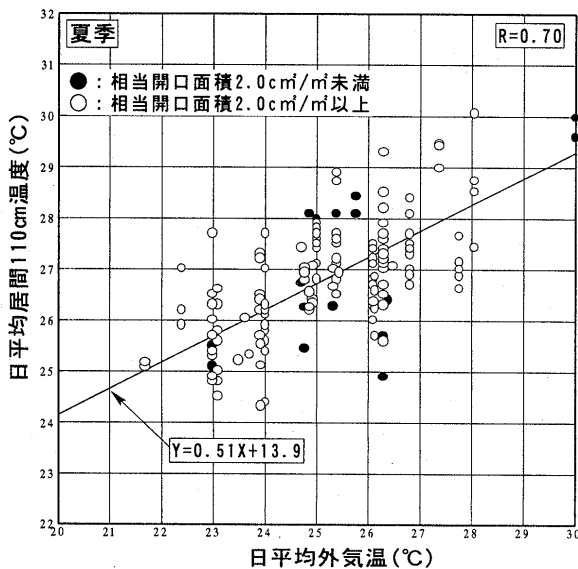


図12 夏季、冬季の団欒時における居間の床上110cm温度と外気温との関係(測定期間中の平均)

#### 4. 5 エネルギー消費量の調査結果

図9に対象住宅におけるエネルギー消費量の平均年変化を示す。電力の消費量は、ガス、灯油と比較して、年間を通じての変化が小さい。ガス、灯油は冬季になると消費量が大幅に増大し、暖房の使用が最も多い1～3月には、月の総エネルギー消費量に対するガス、灯油のエネルギー消費量の割合は70%を超える。本報では、7～9月の電力エネルギーから6月の電気エネルギーを差し引いたものを冷房用エネルギー消費量、11～3月に消費される全エネルギーを冬季エネルギー消費量(暖房用エネルギー消費量<sup>注1)</sup>)と定義する。図10、11にそれぞれのエネルギー消費量の分布を示す。冷房エネルギー消費量では100～200Mcal(419～837MJ)使用している世帯が約23%と最も多く、冬季エネルギー消費量では10000～12500Mcal(4.2～5.4×10<sup>4</sup>MJ)使用している世帯が約22%と最も多い。

#### 4. 6 室内温湿度の測定結果

図12に夏季、冬季の日平均居間110cm温度と日平均外気温との関係を示す。夏季の外気温は21～30℃、居間温度は24～31℃の範囲に入り、室内の温度は外気温より1～3℃高い。外気温が1℃上昇すると居間の温度は約0.5℃上昇する。相関係数は0.70で比較的高い。冬季は外気温は-3～6℃、居間の温度は8～29℃とばらつきが大きい。外気温の変化に関わらず、室温16～24℃の範囲に入る世帯が多く、相関係数は0.02と夏季に比べかなり低い。35年前の住宅の室内気候調査<sup>注2)</sup>では、室内温度は外気温の影響を大きく受けていたが、現在の高気密・高断熱化された住宅では外気温の影響は小さく、暖房設備、暖房運転時間等の影響が大きいと考えられる。

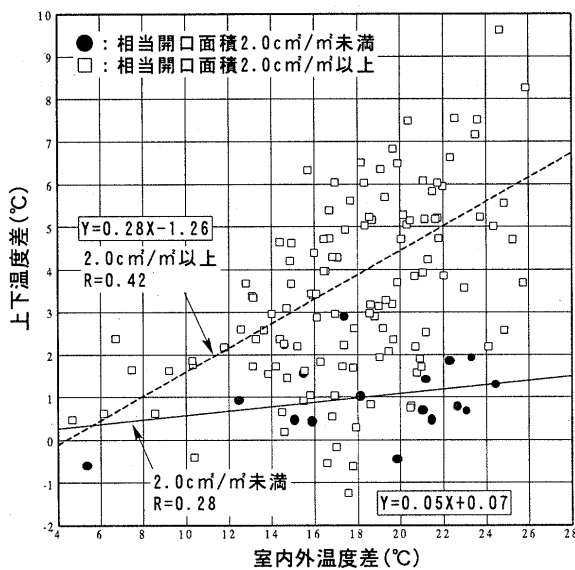
図13に冬季の団欒時における室内外温度差と居間の上下温度差との関係を示す。新潟県は次世代省エネルギー基準地域のⅢ地域にあたり、ここではシェルター性能に優れている住宅をⅡ地域の次世代省エネルギー基準で評価する。相当開口面積2.0cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>未満、熱損失係数

1.9W/m<sup>2</sup>K未満の気密・シェルター性能の高い住宅は外気温の影響を受けにくく、上下温度差0～2℃ほどの住宅が多い。相当開口面積2.0cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>以上、熱損失係数1.9W/m<sup>2</sup>K以上の住宅では室内外温度差が大きくなるにつれて上下温度差も大きくなる傾向にある。

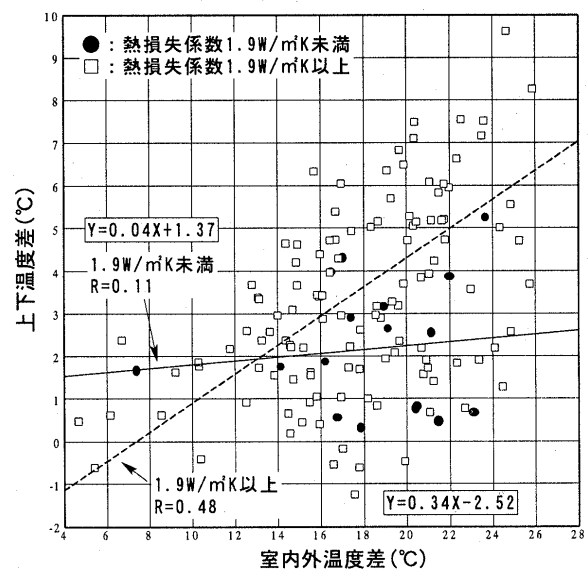
#### 5. まとめ

- ①夏季は在室時に窓を開放し、通風により室温調整を行っている居住者が多く、冷房を差し控える傾向が見られた。冬季は一日中窓を閉鎖し、長時間、暖房を行っている居住者が多い。
- ②隙間相当面積は3.0～9.5cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>の範囲に入る住宅が多い。また、熱損失係数が新潟県における新省エネルギー基準を満たす住宅は全体の約40%である。
- ③調査対象住宅における1戸当り冷房用エネルギー消費量は年間100～200Mcal(419～837MJ)、冬季エネルギー消費量は10,000～12,500Mcal(4.2～5.4×10<sup>4</sup>MJ)の住宅が最も多い。
- ④夏季の居間の温度は各住戸とも24～31℃の範囲に入り、外気温より1～3℃高い。夏季は通風により室温調整を行っている居住者が多いため、室温は外気温の影響を大きく受け、外気温が1℃上昇すると室温は約0.5℃上昇する。冬季は住戸ごとに居間の温度は8～29℃とばらつきが大きい。また、外気温の変化に関わらず、室温16～24℃の範囲に入る世帯が多い。これは住宅の高気密・高断熱化により、室温が外気温の影響を受けにくいためと考えられる。
- ⑤冬季の居間の上下温度差は気密・シェルター性能の高い住宅では外気温の影響を受けにくく、一日を通じて室温は一定に保たれている。

本報ではアンケート調査結果及び室内温熱環境の実測調査結果について報告を行った。次報では新潟県の住宅のエネルギー消費構造の把握を目的とした解析結果について報告をする予定である。



(a) 相当開口面積による分類



(b) 熱損失係数による分類

図13 冬季の団欒時における室内外温度差と居間の上下温度差との関係(測定期間中の平均)

## 謝辞

本研究の一部は、新潟県戦略技術研究プロジェクト委員会で行ったものである。又、本研究を行うに当たり、調査に御協力して頂いた居住者の方々や工務店の各位に深く感謝の意を表します。

## 注釈

1)用途別のエネルギー消費量調査を行うことは極めて困難である。本報では暖房用エネルギー消費量と相関が高いと考えられる冬季の全エネルギー消費量について分析を行った。

2)1次エネルギーへの換算係数

電気：860 kcal/kWh

灯油：8,900 kcal/l

ガス：A事業体	10,000 kcal/m <sup>3</sup> (41,860kJ/m <sup>3</sup> )	B事業体	10,500 kcal/m <sup>3</sup> (43,953kJ/m <sup>3</sup> )
C事業体	24,000 kcal/m <sup>3</sup> (100,464kJ/m <sup>3</sup> )	D事業体	9,700 kcal/m <sup>3</sup> (40,604kJ/m <sup>3</sup> )
E事業体	9,070 kcal/m <sup>3</sup> (37,967kJ/m <sup>3</sup> )	F事業体	23,560 kcal/m <sup>3</sup> (98,622kJ/m <sup>3</sup> )

ガスについては各供給事業体に問い合わせた値を使用。

## 参考文献

- (1)坊垣和明：室内気候と体感の関係について、日本建築学会大会学術講演梗概集、PP541-542、1979.9
- (2)坊垣、澤地、吉野ら：用途別エネルギー消費量原単位の算出と推定式の作成、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1報、日本建築学会計画系論文集 pp41-49、1994.8、No.462
- (3)坊垣、澤地、吉野ら：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、日本建築学会計画系論文集 pp23~30、1998.3、No.505
- (4)坊垣、澤地、吉野ら：全国的調査に基づく住宅の暖冷房時間および暖冷房期間に関する研究、日本建築学会計画系論文集 pp41~47、1998.7、No.509
- (5)宇田川光弘、宿谷昌則、ほか17名：住宅の消費エネルギー計算用設定条件のモデル化 住宅の消費エネルギー計算法小委員会報告書、(社)空気調和・衛生工学会 空気調和設備委員会 1996.3
- (6)白庄司、宮村、垂水：富山県に立地する高断熱高気密モデル住宅に関する温熱環境とエネルギー消費の解析、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、PP53-54、1997.9
- (7)吉野、長谷川：東北地方を中心とした高断熱高気密住宅のエネルギー消費量に関する実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、PP79-80、1997.9
- (8)伊藤、銚井、前田ら：関西地区における高断熱高気密住宅の室内環境と消費エネルギーの実態調査 その1 室内温熱環境とエネルギー消費量の測定、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、PP215-216、1998.9
- (9)黒柳、山下、長谷川ら：長野県に建設された断熱気密住宅のエネルギー消費量に関する研究 その1 室内温熱環境及びエネルギー消費量に関する調査結果、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、PP223-224、1998.9
- (10)吉竹、山下、長谷川ら：長野県に建設された断熱気密住宅のエネルギー消費量に関する研究 その2 断熱気密住宅3棟を対象とした実測調査、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、pp225-226、1998.9
- (11)石川、吉野、佐々木：仙台市に建設された全電化パッシブ住宅の室内熱環境とエネルギー性能に関する長期実測、日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2、PP117-120、1997.9
- (12)坂口淳、赤林伸一、山口一：東北7県の住宅における電力消費量の実態調査、日本建築学会大会学術講演梗概集(中国)、D-2、pp151-152、1999.9
- (13)総務庁統計局 住宅統計調査
- (14)空気調和・衛生設備の知識、(社)空気調和・衛生工学会 編、1993.2
- (15)吉野：住宅の気密性能とその基準に関する動向調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、1990.10

(2001年7月9日原稿受理、2001年12月3日採用決定)