

平成 19 年度

卒業研究論文

環境負荷低減についての研究

家庭用ドライミスト使用による

家庭内の空調エネルギー減少について

東京理科大学工学部二部建築学科

辻本研究室

5103033 熊倉祥記

目次

第1章. 序論

- 1.1. 研究目的.....1

第2章. 研究方法と冷房使用時の判断方法

- 2.1. 研究方法
 - 2.1.1. データベース.....2
 - 2.1.2. データの種類.....3
 - 2.1.3. 利用データ.....3
 - 2.1.4. 研究手順.....3
- 2.2. 冷房使用時の判断方法.....4
- 2.3. 住宅の種類.....6

第3章. 気温と冷房エネルギー消費量の関係

- 3.1. 最高気温とエネルギー消費量の関係.....8
- 3.2. 冷房デGREEアワーとエネルギー消費量の関係
 - 3.2.1. 冷房デGREEアワーとは.....8
 - 3.2.2. 冷房デGREEアワーとエネルギー消費量の関係.....8
- 3.3. 気温と冷房エネルギー消費量および冷房デGREEアワーとの相関.....9

第4章. エネルギー減少量

- 4.1. 評価方法.....11
- 4.2. 一日のドライミスト稼働量の決定方法.....11
- 4.3. エネルギー減少についての考察
 - 4.3.1. サンプル住宅の実測値とドライミスト使用時のエネルギー消費量...12
 - 4.3.2. 住宅別の実測値とドライミスト使用時のエネルギー消費量.....19

第 5 章. 結論と今後の課題

5.1. 結論.....20
5.2. 今後の課題.....21

参考文献.....22

謝辞.....23

付録

付録

関東の実測電力と 減少可能電力

第1章. 序論

1.1. 研究目的

近年、問題とされているヒートアイランド現象において、昼間の人工廃熱の拡大と、それに伴う熱帯夜日数の増加によるエネルギー消費の増加が影響していると考えられる。気温とエネルギーの関係を調査し、家庭用ドライミストを使用することによって、家庭内の冷房エネルギー消費を削減させ、夏季における環境負荷を抑えることができるかを考察する。その際、計算された熱負荷等から効果を測定する方法ではなく、住宅におけるエネルギー消費量の実測値を基に影響を考察する点が本論の特徴となる。

また、この研究が今後のドライミストの環境負荷低減についての一助になることを目的としている。

第 2 章. 研究方法と冷房使用の判断方法

2.1. 研究方法

2.1.1. データベース

(社)日本建築学会 住宅内のエネルギー消費量に関する調査研究委員会が『住宅におけるエネルギー消費量データベース』という実測値を出している。

<http://tkkankyo.eng.niigata-u.ac.jp/HP/HP/index.htm>

これは平成 13 年から日本全国の住宅（集合住宅を含む）80 戸を対象とする住宅のエネルギー消費量を測定したデータである。

この『住宅におけるエネルギー消費量データベース』を用い、家庭用ドライミストを使用したと仮定すると昼間の冷房使用量がどれだけ削減するかについて考察する。

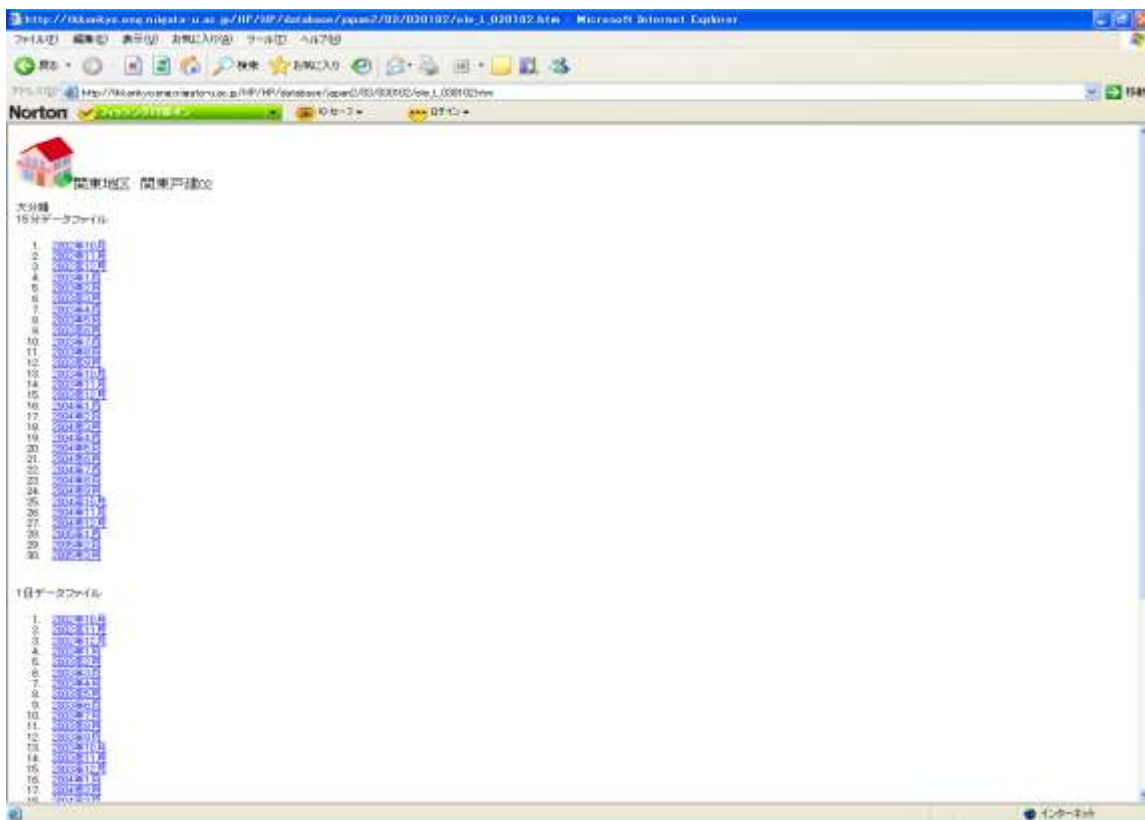


図 1：実際の HP

2.1.2. データの種類

上記データベース内には、北海道から九州までを 8 つの地域に分類し、15 分単位の電力消費量・1 時間単位の電力消費量・1 日単位の電力消費量・1 ヶ月単位の電力消費量の 4 種類が各住宅別に記載されている。東京電力が東京電力供給区域内の住宅を選出し実測をしたものである。

2.1.3. 利用データ

データについては不完全な部分があるため、考察にあたってはデータのサンプルの揃っている『2003 - 関東』のデータを利用した。はじめは 1 時間間隔のデータを用いエネルギー比較を行ったが、比較対象の多い 15 分単位の電力消費量を利用することにした

2.1.4. 研究手順

1 時間間隔のデータを用いエネルギー比較を行っていたが、各時刻での冷房使用量だけを知ることが難しいため、15 分間隔でミストとのエネルギー消費量を比較し、削減する。計算された熱負荷等から効果を測定する方法ではなくエネルギー消費量の実測値より、外気温と家庭内のエネルギーについての相関を求め、エネルギー削減を行う。

2.2. 冷房使用時の判断方法

データは空調エネルギー消費量として整理されているので換気扇等エネルギーも含まれている。関東地方ということで気温のばらつきはあるが、今回は気象庁-大手町観測所の気温で統一し、比較することとする。日平均気温が 24℃以上の初日と終日をとって冷房期間とし、気象庁-大手町観測所における日平均気温が 24℃以上（表 1 内網掛け部）になると冷房を使用するものと判断する。

表 1: 関東地方の日平均気温

表 2: 関東戸建 NO.2 8月

	6月	7月	8月	9月
1日	22.9	21.6	24.6	22.2
2日	22.0	22.5	27.3	26.3
3日	22.0	22.8	28.8	28.7
4日	20.4	24.7	29.6	25.9
5日	22.8	24.5	28.4	26.2
6日	21.8	21.2	27.5	27.7
7日	22.8	22.3	27.6	22.8
8日	22.1	20.0	28.1	23.9
9日	19.8	21.3	27.2	27.7
10日	20.3	23.0	28.5	29.4
11日	21.3	27.3	28.4	29.3
12日	21.4	25.8	27.1	29.4
13日	25.0	20.6	23.8	29.4
14日	25.5	19.5	19.9	28.9
15日	22.6	21.5	19.5	27.6
16日	23.7	23.0	19.3	24.6
17日	23.4	22.7	19.9	26.5
18日	24.0	22.0	22.0	26.8
19日	25.9	23.8	22.1	27.9
20日	27.7	24.9	24.2	21.4
21日	28.6	23.9	27.0	16.2
22日	26.8	21.5	28.6	16.6
23日	21.6	19.4	29.2	18.1
24日	22.7	21.8	29.9	17.7
25日	23.2	22.8	29.8	18.0
26日	20.7	22.5	29.1	21.8
27日	23.4	22.6	25.2	22.4
28日	22.4	22.1	24.9	21.0
29日	24.3	24.4	28.9	21.3
30日	25.5	25.2	25.8	20.4
31日		26.6	24.0	

最高気温	消費E	degree-day
28.4	4.940	27.3
31.4	6.332	79.7
32.0	3.383	115.0
33.4	9.078	134.6
33.3	7.961	104.7
31.0	6.548	83.8
31.3	5.059	86.3
31.0	7.484	98.2
29.0	6.659	75.8
32.5	5.030	107.8
31.4	5.410	106.7
32.1	6.227	78.4
27.2	3.495	17.5
22.8	3.845	0.0
20.7	2.851	0.0
20.2	2.450	0.0
21.6	3.904	0.0
26.4	3.265	0.0
24.6	3.488	0.6
27.7	2.490	27.3
30.5	6.889	71.8
32.5	7.790	109.4
34.1	8.038	124.7
34.3	11.228	141.3
33.7	9.675	138.2
31.9	9.070	121.6
31.9	9.070	35.5
28.4	4.308	35.1
33.9	6.903	116.5
27.8	4.177	46.4
29.7	3.801	24.4

2.3. 住宅の種類

住宅 1	住宅 2	住宅 3
延床面積: 92 m ² 構造: 木造	延床面積: 106 m ² 構造: 木造	延床面積: 105 m ² 構造: 木造
用途別エネルギー源 給湯(風呂): 電気 給湯(台所): 電気 調理: 電気 暖房: 電気	用途別エネルギー源 給湯(風呂): エコキュート 給湯(台所): エコキュート 調理: 電気 暖房: 電気	用途別エネルギー源 給湯(風呂): ガス 給湯(台所): ガス 調理: ガス 暖房: 電気
エネルギー契約種別 電気: 11kVA	エネルギー契約種別 電気: 11kVA	エネルギー契約種別 電気: 10kVA ガス: 13A
住宅 4	住宅 5	住宅 6
延床面積: 90 m ² 構造: 木造	延床面積: 132 m ² 構造: 木造	延床面積: 108 m ² 構造: 木造
用途別エネルギー源 給湯(風呂): ガス 給湯(台所): ガス 調理: ガス 冷暖房: 電気	用途別エネルギー源 給湯(風呂): エコキュート 給湯(台所): エコキュート 調理: 電気 冷暖房: 電気	用途別エネルギー源 給湯(風呂): ガス 給湯(台所): ガス 調理: ガス 冷暖房: 電気
エネルギー契約種別 電気: 40A ガス: 13A	エネルギー契約種別 電気: 電気: 50A	エネルギー契約種別 電気: 40A ガス: 13A

住宅 7	住宅 8	住宅 9
延床面積: 240 m ² 構造: ALC	延床面積: 108 m ² 構造: ALC	延床面積: 113 m ² 構造: 木造
用途別エネルギー源 給湯(風呂): ガス 給湯(台所): ガス 調理: ガス 冷暖房: 電気・ガス	用途別エネルギー源 給湯(風呂): ガス 給湯(台所): ガス 調理: ガス 冷暖房: 電気・灯油	用途別エネルギー源 給湯(風呂): 電気 給湯(台所): 電気 調理: 電気 冷暖房: 電気
エネルギー契約種別 電気: 8kVA ガス: 13A	エネルギー契約種別 電気: 50A ガス: 13A	エネルギー契約種別 電気: 10kVA

以上に示した 9 つの住宅が、今回利用するサンプル住宅の種類である。階高については不明である。延床面積は 90~240 m² と範囲は広い、構造は木造と ALC の 2 種ある。用途別エネルギー源はガス・電気の併用が主であるが中にはエコキュートや灯油というものもあった。エネルギー契約種別においては特に差はないと見てよい。

第3章. 気温と冷房エネルギー消費量の関係

3.1. 最高気温とエネルギー消費量の関係

最高気温とエネルギー消費量の関係について考察した。気象庁の大手町観測所の気温とデータベースの関東戸建 NO.2 2003/8 のエネルギー消費量を元データとして扱う(表 2)。この関係を図 1 に示す。図 1 より、最高気温が高くなると住宅内の消費エネルギーも高くなることがわかった。気温が 28℃を超えるあたりから、急激にエネルギー消費量は増加する傾向にあるので、28℃から冷房を使用する頻度が極端に上がると判断できる。

3.2. 冷房デGREEアワーとエネルギー消費量の関係

3.2.1. 冷房デGREEアワーとは

冷房デGREEデイの概念を利用し、各日で 24℃を超えるデGREEと時間の積算値を冷房デGREEアワーと定義した。冷房デGREEデイとは各日で 24℃を超えるデGREEと日平均気温との積算値のことである。デGREEアワーを用いることにより、より細かな値が求められることとなるはずである。

3.2.2. 冷房デGREEアワーとエネルギー消費量の関係

上記の冷房デGREEアワーを利用して、1日のエネルギー消費量との関係を図に整理した。図 2 においても図 1 同様にデGREEアワーが大きくなるほどエネルギー消費量は増加することがわかった。こちらもデGREEアワーが 75.0 付近から急激にエネルギー消費量は増加しているので、75.0 付近か冷房を使用する頻度が極端に上がると推測できる。しかし、デGREEアワーの図には多少のばらつきが見られた。

3.3. 気温と冷房エネルギー消費量および冷房デGREEアワーとの相関

表 2 より、最高気温とエネルギー消費量の相関係数は 0.75 でデGREEアワーとエネルギー消費量の相関係数は 0.77 であった。最高気温とデGREEアワーには消費エネルギーにおいて強い正の相関が見られることがわかった。また、気温が 28℃を超えるあたりとデGREEアワーが 75.0 付近から急激にエネルギー消費量は増加していることもわかり、冷房が顕著に使われはじめる新たな基準ではないかとも感じられる。デGREEアワーのグラフに 8/3 と 8/27 でばらつきが見られた点について、3 日に関しては外出の可能性が高い。27 日に関しては最高気温が高いが、平均気温が低いために冷房機器をつけっぱなしにしていたものだと推測される。

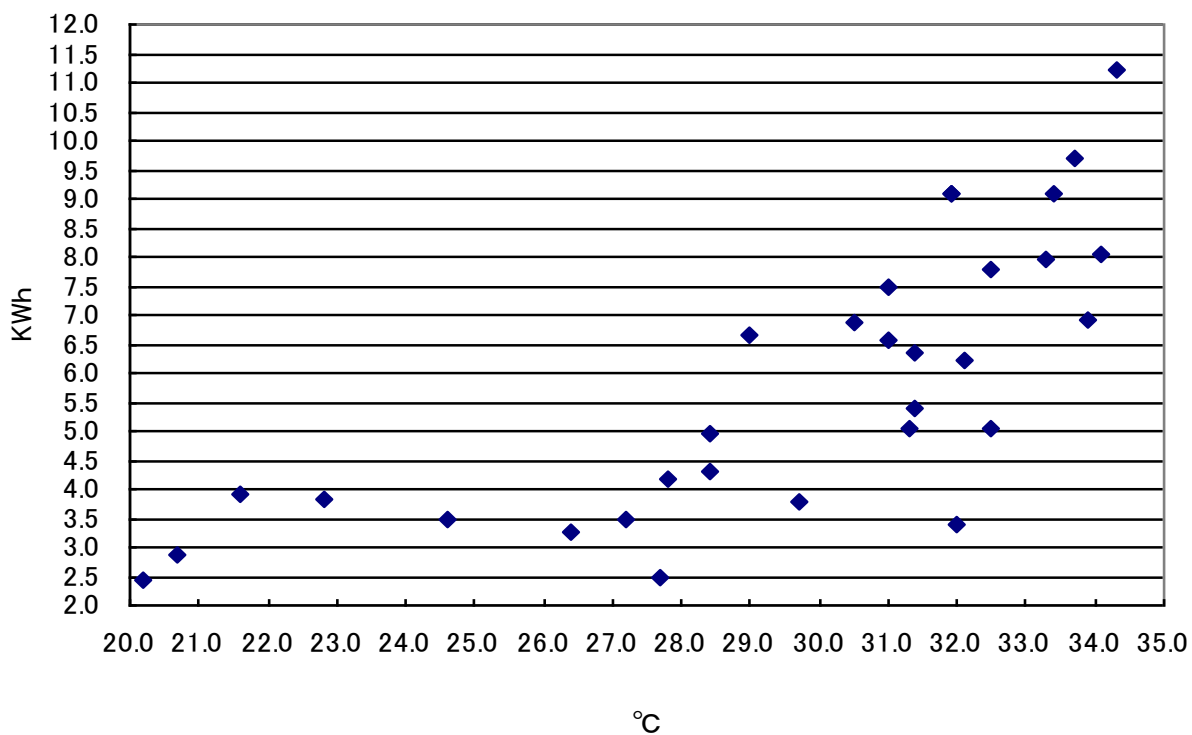


図 2: 最高気温とエネルギー消費量の相関

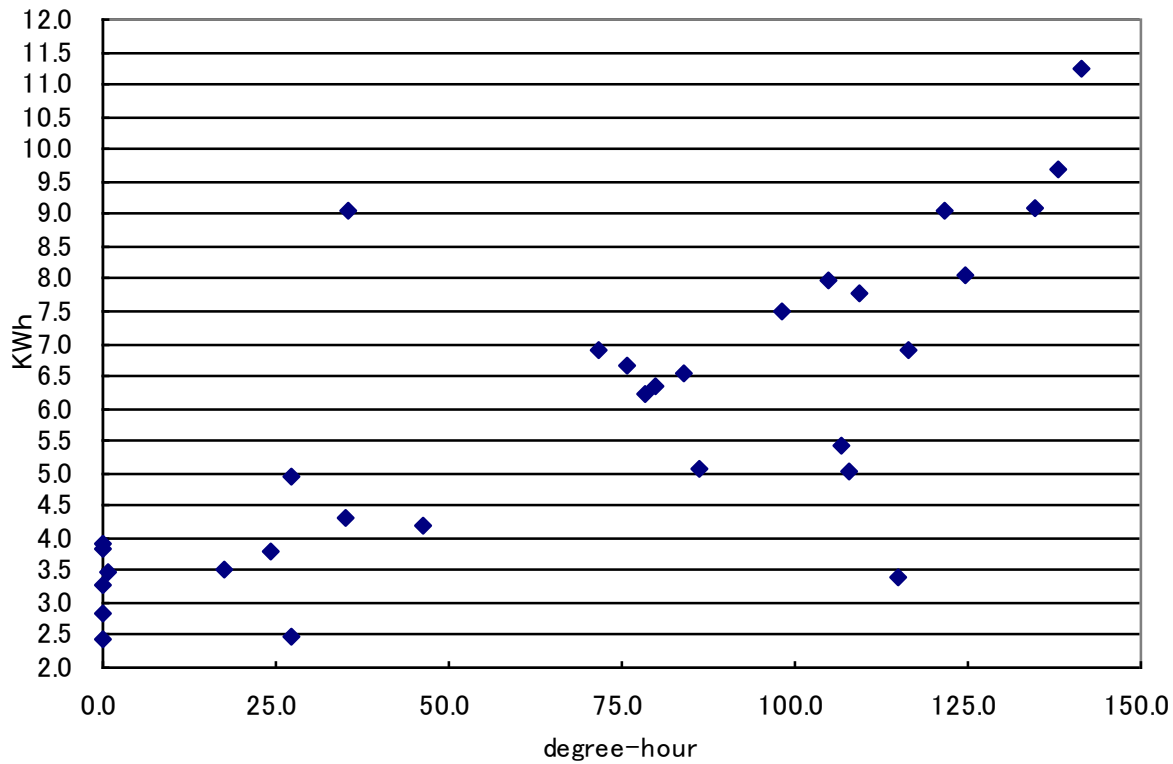


図 3: デGREEアワーとエネルギー消費量の相関

第4章. エネルギー減少量

4.1. 評価方法

戸建内の冷房エネルギー消費量がミストを使用したと仮定して減少値を求める。15 分間隔でミストとのエネルギー消費量を比較し、削減させる。

4.2. 一日のドライミスト稼働量の決定方法

戸建住宅でのミスト実験から、現状適当とされている1分ON、2分OFFでポンプを稼働させることとする。これはドライミスト噴霧により床面に水滴が残らないようにし、無駄な噴霧を防ぐためである。また、ポンプ動力は140Wである。

① エアコンが稼働していると判断される時間帯ではエアコンの電力量をドライミスト1台分に置き換える。

ミスト使用可能時間を気温の低下効果がある程度見込める9:00~17:00に設定。その時間内のエネルギー使用量をミスト使用量として換算する。1時間当たりのミスト使用量は0.047KWhである。(図3)。

② 単位時間あたりのエネルギー消費が0.047KWhより小さいときは環境負荷がミストを使用したときの方が高くなってしまいうので減少させずにそのままの数値として適用させる。

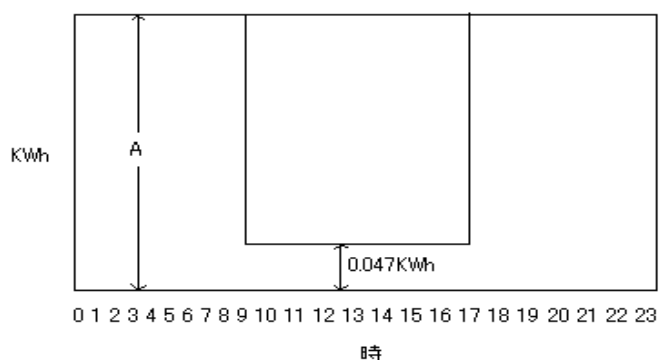


図4：評価方法

4.3. エネルギー減少についての考察

4.3.1 サンプル住宅の実測値とドライミスト使用時のエネルギー消費量

例として、評価方法に従い 2003/8/24 のデータを使用して各住宅で減少を示した。8/24 はこの年の最高気温になった日である。各住宅のデータでは昼間に空調の使用量が大きくなり、夜間の就寝時にも寝苦しさの影響から空調の使用量が大きくなっていることが見て取れた。特に 20:00 以降のエネルギー消費は顕著に大きくなり、人々が就寝時に暑いことをとても嫌うことがよくわかる。また、ドライミスト適用時間の 9:00～17:00 の間ではほとんどの住宅で 13:00 前後から 17:00 までに減少量が大きく現れている。このグラフから、人々の色々な冷房使用パターンが見て取れるので、非常に興味深い。

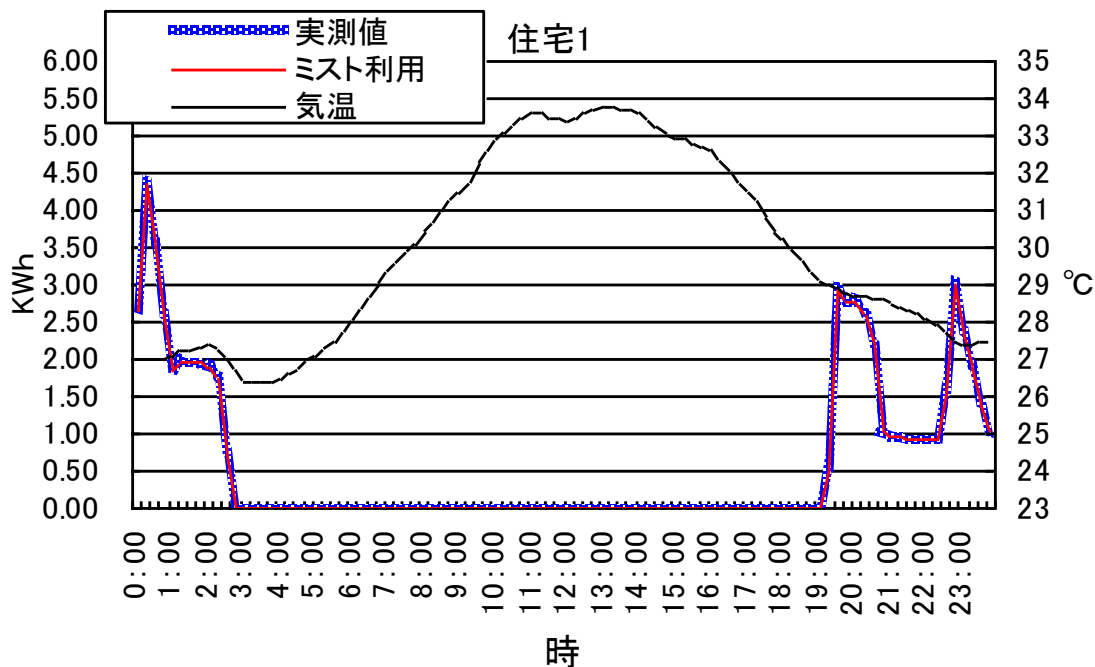


図 5: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

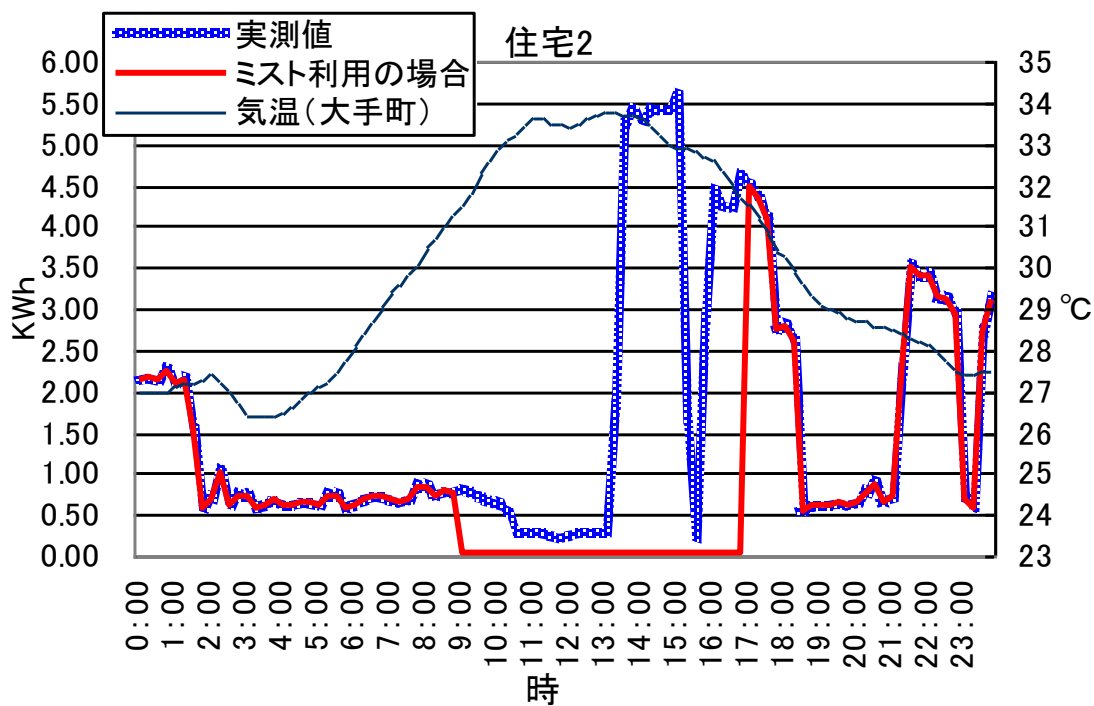


図 6: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

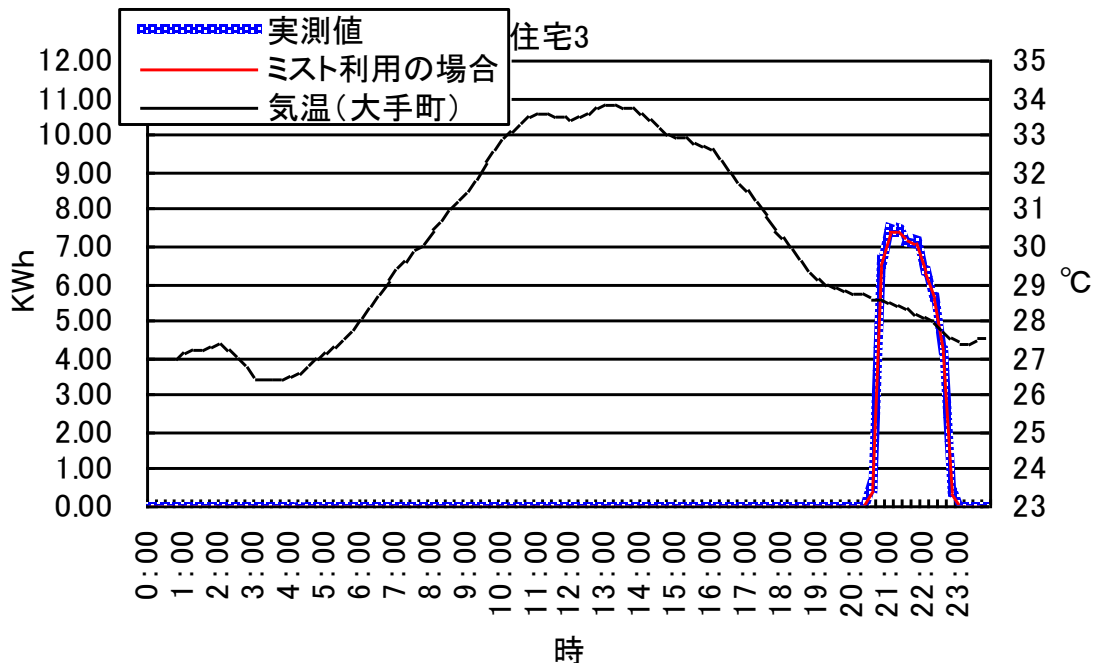


図 7: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

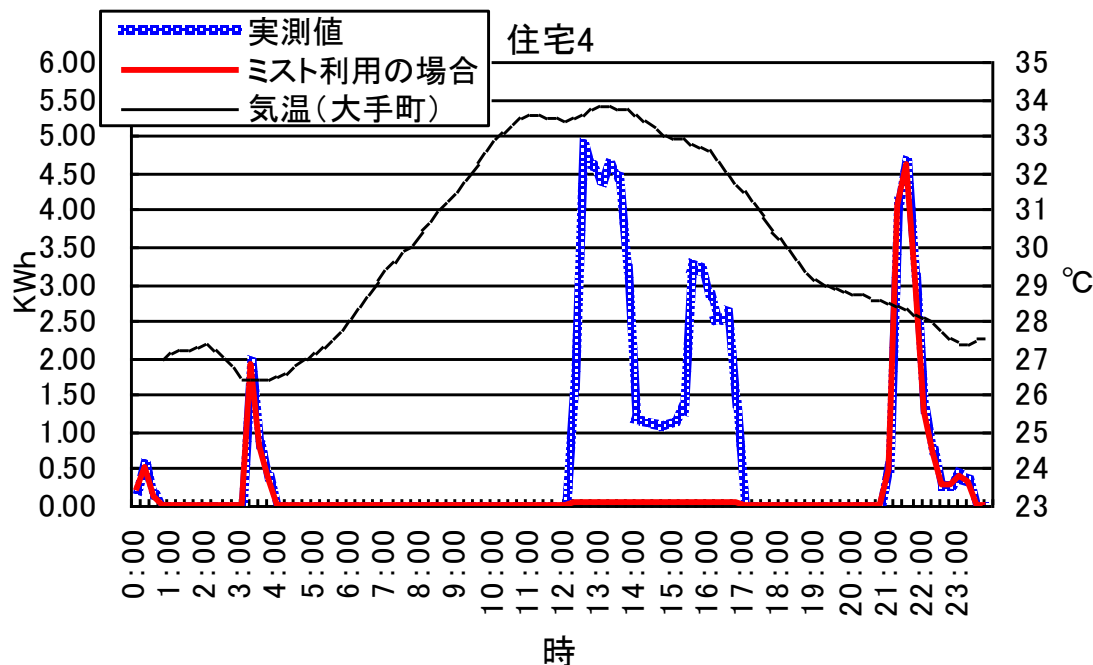


図 8: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

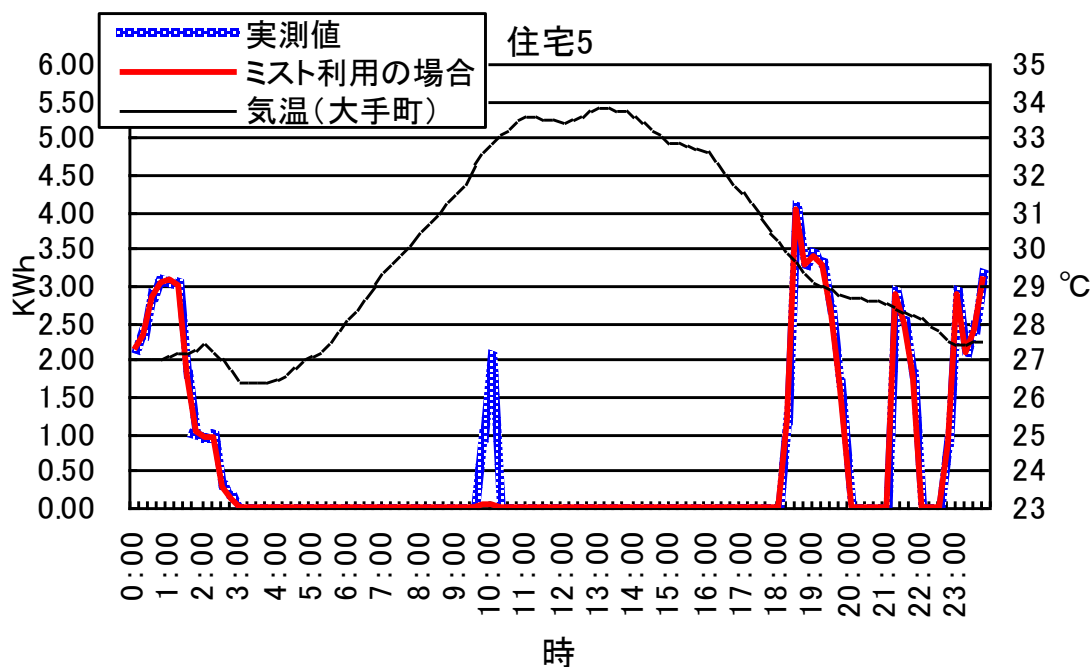


図 9: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

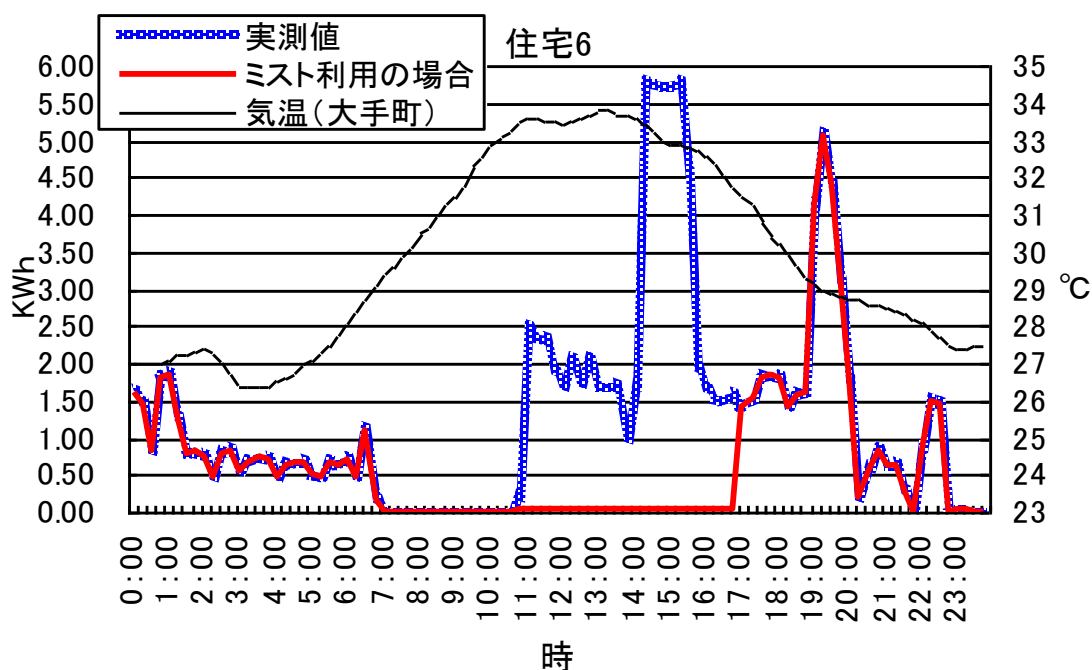


図 10: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

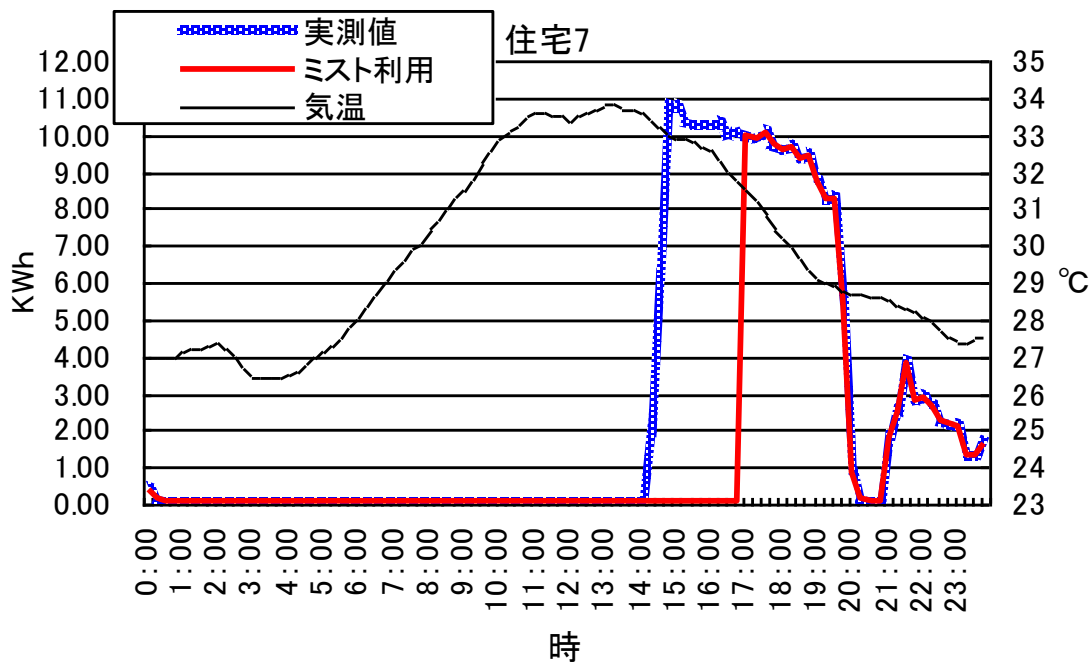


図 11: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

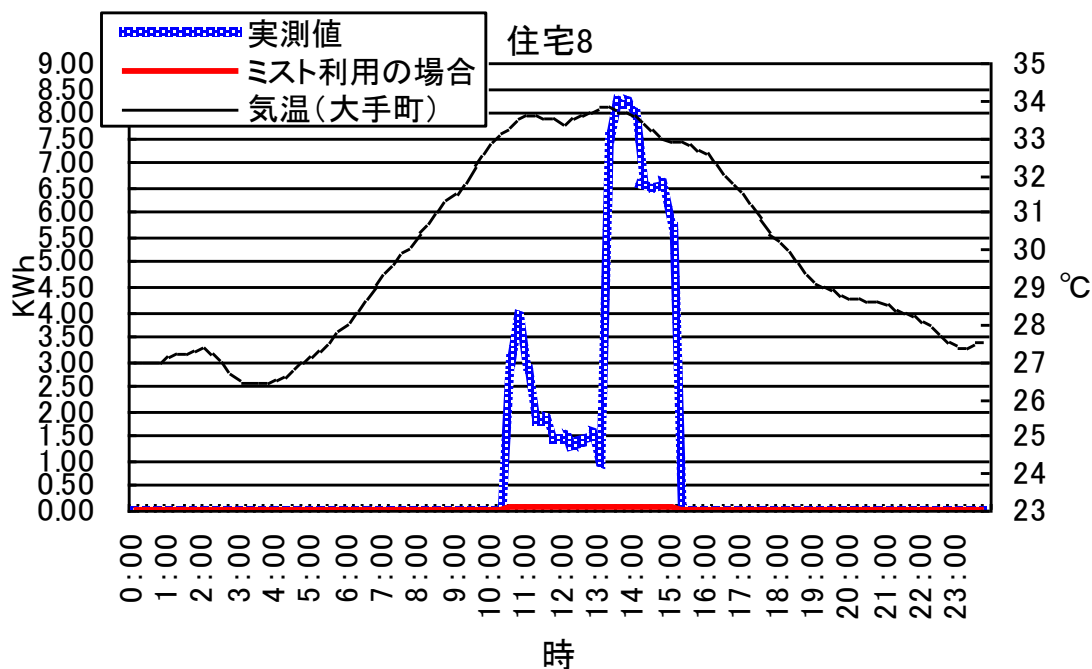


図 12: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

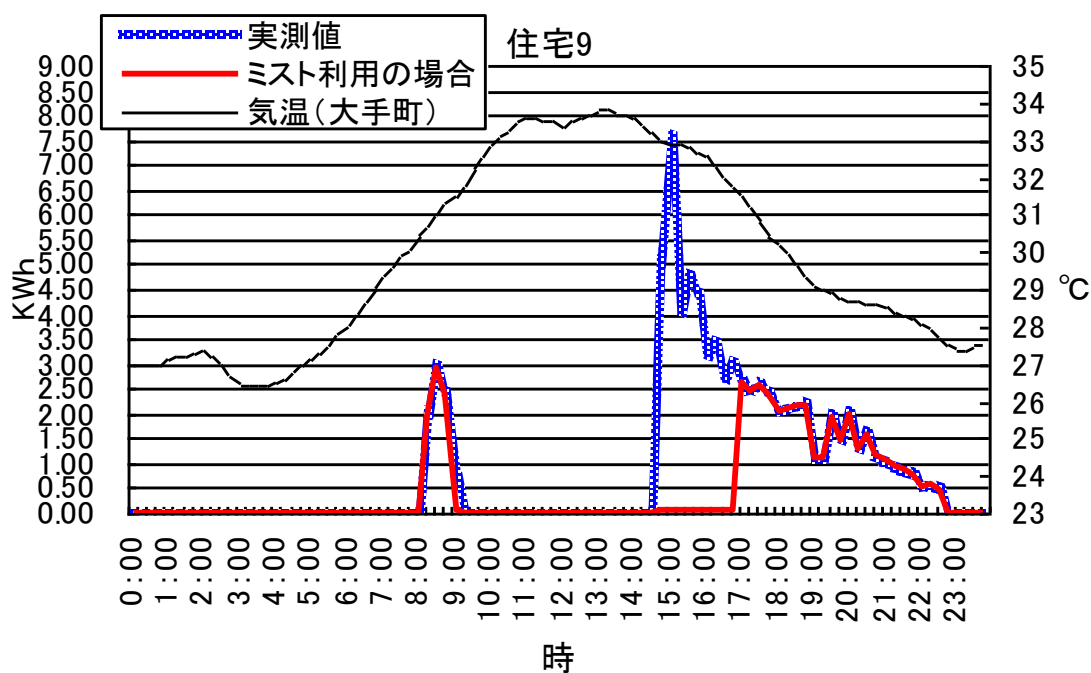


図 13: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

表 3: エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量の数値

	実測値	ミスト利用
住宅1	56.7746	56.7746
住宅2	160.394	93.0694
住宅3	52.1834	52.1834
住宅4	69.5058	20.2311
住宅5	62.5366	59.6652
住宅6	127.473	62.8448
住宅7	244.391	142.5068
住宅8	78.5232	0.893
住宅9	81.2114	43.0597

4.3.2 住宅別の実測値とドライミスト使用時のエネルギー消費量

同じように関東のサンプル戸建で評価方法に従い、全ての冷房使用日について減少率を求めた（図 13）。エネルギー消費の実測値と上記方法で算出した減少値を比較したところ、減少率には 0 から 0.9 までばらつきがあるが平均的には約 3 割減になっている。グラフは X 軸に減少前のエネルギーが表示されており、Y 軸に減少後のエネルギー量が表示されているものである。X=Y の直線よりも点が下方にあればあるほど減少量が多いということになる。住宅 3 と住宅 7 のように、実測されたエネルギー量がほぼ同じであるのに減少率に差がある住宅については、昼間に不在の場合があるなどの推測が立てられる。また、冷房基準温度を上回っているにもかかわらず日中に冷房機器を使用していないことも減少率に差が出てくる理由だと推測される。

表 3：エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

関東	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合算	平均
2003/6/1	0.00	98.71	0.01	9.10	23.05	3.81	60.45	5.56	0.05	200.75	22.31
2003/7/1	0.00	96.43	3.54	0.00	16.33	0.82	23.65	0.00	0.01	140.78	15.64
2003/8/1	12.27	179.38	102.66	82.89	66.01	92.49	114.93	13.99	31.11	695.73	77.30
2003/9/1	2.10	146.92	105.69	35.16	48.13	54.93	111.92	14.88	8.79	528.51	58.72
エネルギー減少前										1565.76	173.97
2003/6/1	0.00	81.66	0.01	6.23	18.90	0.11	47.61	0.00	0.05	154.58	17.18
2003/7/1	0.00	77.38	3.54	0.00	14.42	0.73	19.53	0.00	0.01	115.62	12.85
2003/8/1	10.73	151.01	62.25	55.20	60.51	46.66	52.25	2.11	25.13	465.85	51.76
2003/9/1	0.40	123.28	54.51	28.69	44.43	34.11	82.36	0.21	8.79	376.78	41.86
エネルギー減少後										1112.82	123.65

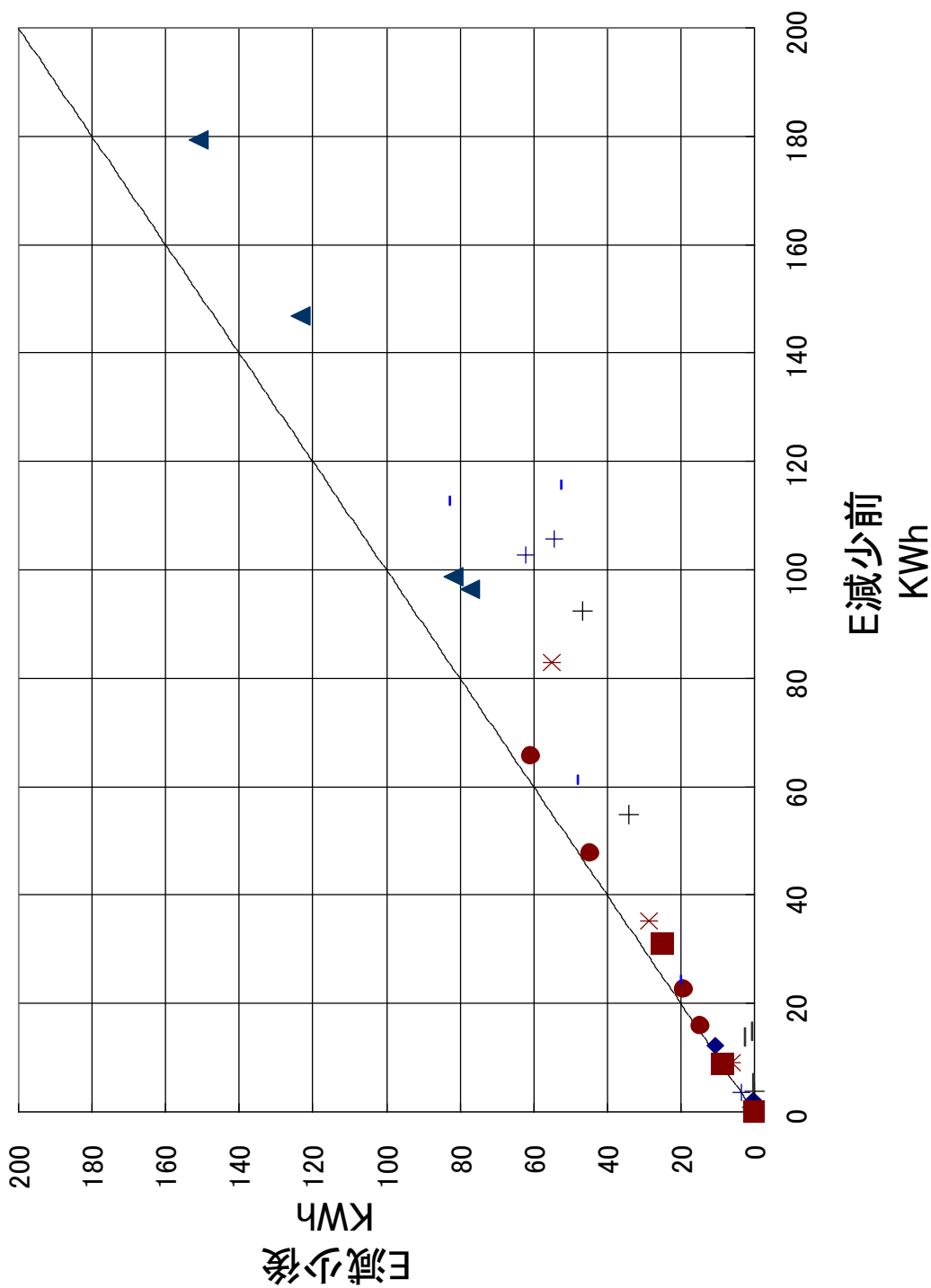
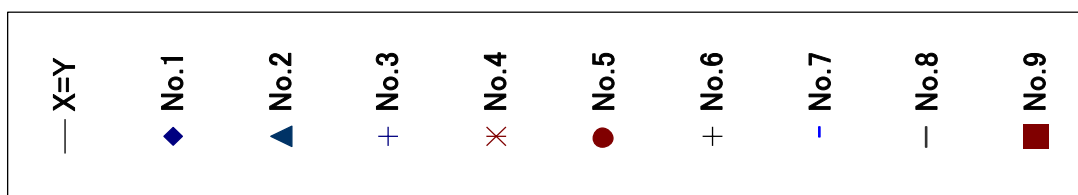


図 14：エネルギー消費の実測値とミスト利用の場合の消費量

第5章. 結論と今後の課題

5.1. 結論

- ① 住宅内の消費エネルギーは、外気温が高温になるほど、増加していく傾向がみられた。
- ② 住宅内のエネルギー消費量に対して、気温、デGREEアワーともに強い正の相関が見られた。
- ③ 最高気温が28℃、デGREEアワーが75.0を超える範囲から、家庭内の冷房エネルギー消費量が極端に増加するため、新たな冷房使用の基準があるのではないかという推測がたてられた。
- ④ 2003年は冷夏であったが、関東ではドライミストを使用することにより住宅ごとにばらつきはあるが、全体的には約3割のエネルギーを減少させることが可能であると分かった。よってドライミストを使用することにより環境負荷を低減させる可能性があると推測される。
- ⑤ 今回の家庭内のエネルギー実態調査により家庭内での昼間冷房使用量があまり多くないことがわかった。

5.2. 今後の課題

今後の課題としては、住宅内のエネルギーデータの中で、エアコンの消費エネルギーだけを特定することができればもっと細かな減少量が求められ、ドライミストの環境負荷低減が実証できると考えている。また、家庭内での昼間冷房使用量がごくわずかなこともわかり、今後はオフィスビル等の高層建築物に対応できるような研究を進めていくことも必要であると感じた。

参考文献

- 1) 赤林伸一ほか：全国の住宅 80 戸を対象とした各種家電機器のエネルギー消費量に関する調査研究－日本建築学会環境系論文集 第 619 号 p p.61 - 67, 2007.9

- 2) 渡辺明美 家庭用ドライミストの効果測定 辻本研卒業論文, 2008

謝辞

本研究をまとめるにあたり、東京理科大学 辻本誠教授には大変熱くご指導をいただきました。筆者の至らぬ部分に多大なるご迷惑をおかけしましたが、最後まで見捨てずにご指導していただき、有難うございました。また、東京理科大学 西田幸夫先生にも細かい部分を丁寧にご指導いただきました。ここで改めてお二人に厚く御礼申し上げます。最後に辻本研究室の皆様、筆者が研究室に来るたびに馬鹿なことを言って邪魔をして申し訳ありませんでした。しかし、皆さんと共に研究してこられて本当に楽しかったです。有難うございました。