

NPO 科学技術社会研究所委託研究報告書

IT を利用した浦安市民のエネルギー・環境意識調査の試み

2018 年 2 月

温暖化防止うらやす

大西輝明  
島野圭司  
市坪 宏  
川島謙治

# IT を利用した浦安市民のエネルギー・環境意識調査の試み

## 目 次

1. はじめに
  2. 浦安市の現状
  3. アンケート調査の実際
    - 3.1 調査票とその取扱い
    - 3.2 回答者募集の実際
  4. 調査結果
    - 4.1 回答者の人口統計学的分布
    - 4.2 浦安市世帯の電気エネルギー消費統計量
      - 4.2.1 照明による一世帯あたりの年間消費電気量
      - 4.2.2 冷蔵庫、テレビ、エアコンによる年間消費電気量
      - 4.2.3 乗用車利用による CO<sub>2</sub> 排出量
  5. 浦安市における家庭からの CO<sub>2</sub> 排出量予測
    - 5.1 電力使用起源
    - 5.2 自家用乗用車起源
    - 5.3 電力、ガス、水道および乗用車からの起源
  6. おわりに
- 参考文献
- 付録 「第 1 回温暖化防止うらやすアンケート調査」質問文内容と単純集計値

## 1. はじめに

市民が特定の事柄に対して持つ具体的意識は行政の側面からだけでなく、市民活動団体が独自の立場で市民に対して働きかけを行う場合にも必須で、かつ重要な情報となる。しかし、市民団体が任意の時刻に任意の事柄に関する市民意識を、自由に把握しようとするのは容易ではない。当「意識調査の試み」は市民や市民団体が IT（情報技術）を利用して市民自身の意識調査を行おうとする場合、どのようなアプローチによればそれがどの程度、可能となるのか、どのような手立てや準備、資源が必要か、どれほどの信頼性のあるデータが得られるのかなどを明らかにしようとするものである。

当「試み」では IT としてインターネットを利用する。すなわち当試みでは従来、市民団体が行ってきた直接の聞き取り調査とは別に、あらたに IT を利用する意識調査手法の可能性を探ろうとするものであり、そのためのソフトの導入、調査票サイトの作成、市民への調査協力の呼びかけと調査サイトへの誘導、得られたデータの分析と信頼性の解析など、こうした調査での一連のノウハウの取得と確立を目指すものである。本試み担当者によるこの種のノウハウの取得によって、今後とも同様な手法で市民の意識と行動の調査が可能となることが期待されるが、この種の知見を広く公開することにより、一般の市民団体も同様な手法で独自の市民意識の取得が可能となることをも期待するものである。

当「試み」では調査例として、浦安市世帯の諸種のエネルギー、主として電気エネルギーの利用に関する実態の一端を明らかにするものとした。これを、浦安市民の CO<sub>2</sub> 排出量削減の可能性の程度に係るデータとして採用するためである。こうした背景は 2016 年秋の COP21 におけるパリ協定によっている。

すなわち当協定にしたがって、我が国では 2030 年までに温室効果ガスを 2013 年度比で 26%削減、2050 年までに 80%削減することを目標として掲げている。また千葉県地球温暖化対策実行計画<sup>1)</sup>では、2030 年での県内の民生部門での一世帯当りエネルギー消費量を 2013 年度比で 30%削減、自動車一台当り 25%の削減を目標としている。このような排出削減が浦安市では実際に可能か否かに関してその可能性の限界を予測することは、今日以後の浦安市での地球温暖化対策立案にかかって極めて重要な事柄となるためである。

当報告次章では、浦安市世帯や住宅形態に係る地域的分布を概観し、浦安市住民のこうした生活形態には地域的偏りが大きいことに注目する。第 3 章では調査票内容と調査回答者募集の実際を記す。第 4 章は調査結果と整理した統計量に関して記す。第 5 章では先に検討した浦安市の電気エネルギー利用量予測モデル<sup>2)</sup>、および乗用車に起因する CO<sub>2</sub> 排出量予測モデル<sup>3)</sup>を用いて、将来の浦安市世帯から排出される CO<sub>2</sub> 量の 2013 年度比の経年変化状況をみる。第 6 章は結論である。単純集計値を付した調査票質問文表を付録とした。

## 2. 浦安市の現状

浦安市は全市域面積 16.98 km<sup>2</sup>、東西 6.06 km、南北 6.33 km の市域を持ち、旧来の「浦安町」である面積 4.43 km<sup>2</sup> の元町地区、昭和 40 年代前半に海面埋め立てされた面積 4.2 km<sup>2</sup> の中町地区、昭和 50 年代前半に埋め立てられた面積 3.7 km<sup>2</sup> の新町地区、および 4.7 km<sup>2</sup> の（ほとんど非居住の地区である）千鳥、港、および東京ディズニーランド地区からなる。本調査の対象地域は元、中、および新町の三地区（地域）であり、その各々の地理的位置は図 1 に示すとおりである。平成 28 年度における浦安市の人口は 16 万 6561 人、世帯数は 7 万 7362 戸、世帯あたりの人数は 2.2 人である<sup>4)</sup>。元町、中町、新町のこれらの値は以下の表 1 に示すとおりである。

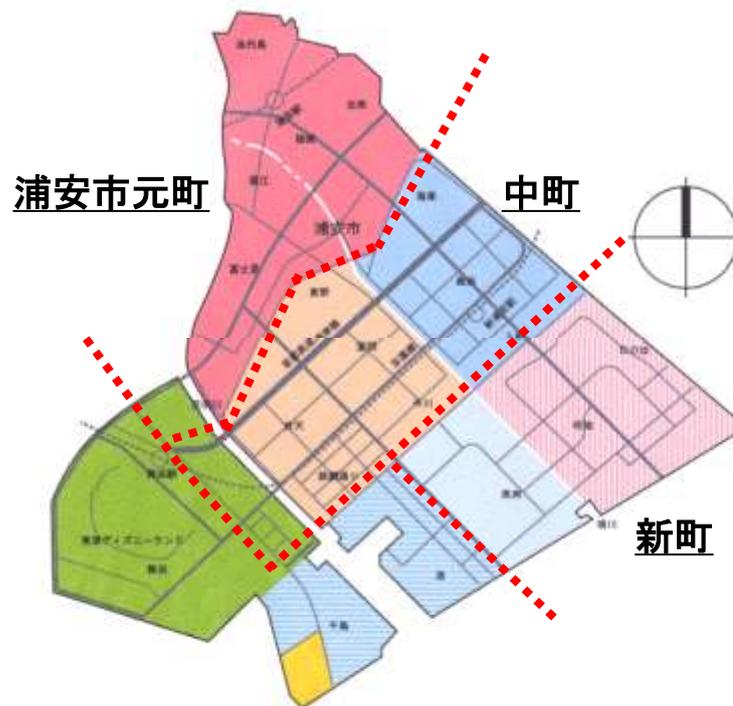


図 1 調査対象の浦安市三地域

表 1 浦安市三地域の現状

地域	面積 (km <sup>2</sup> )	世帯数 (戸)	世帯人数 (人/戸)	C (*)	S (m <sup>2</sup> ) (**)
元町	4.4	38000	1.82	0.73	79.5
中町	4.2	24800	2.29	0.70	92.8
新町	3.7	13900	2.85	0.93	124.0

\*) 全住宅に占める集合住宅割合の推算値

\*\*）集合住宅一戸当り延床面積（戸建住宅床面積は一律 120.7 m<sup>2</sup>とする）

浦安市全体としての住宅総数は 7 万 1280 戸、うち一戸建ては 1 万 4750 戸、集合住宅は 5 万 6540 戸（うち長屋建 1190 戸を含む）などであり、全住宅に占める集合住宅の割合は 79.3%となる。浦安市統計書<sup>4)</sup>などの公刊された文献の

みによれば、元、中、新の各町でのこれら戸建、集合住宅数の正確な割合は不明である。他の公刊物<sup>5,6)</sup>などを利用して算出した各町での「全住宅に占める集合住宅の割合」の推算値 C も表 1 に示している。

住宅一戸あたりの平均床面積情報も以下の分析には必要となるが、これについても各町毎の戸建、集合住宅に係る情報は乏しい。平成 28 年度版の浦安市統計書<sup>4)</sup>中の数値を用いれば、木造住宅については一戸あたり 120.7 m<sup>2</sup> の床面積となる。これを以下では（町にはかかわらず）戸建住宅の平均値として用いるものとする。集合住宅の床面積は表 1 に示すとおりとする。

一方、同上統計書によれば、浦安市民の保有する自家用乗用車数は 3 万 7933 台、小型二輪車や自家用貨物自動車も含めれば、自家用車総数は 4 万 3517 台となる。これは自家用乗用車のみについては世帯あたり 0.49 台/世帯、自家用車総数に対しては 0.56 台/世帯に相当するものとなる。

### 3. アンケート調査の実際

#### 3.1 調査票とその取扱い

既述の通り当調査は、どの程度の人数の市民から調査協力が得られるかなどを知るための「試み」であり、それを一つの社会実験として位置づけるものである。しかし同時に、調査の内容は具体的な目的を持つものでもある。すなわち当調査では、浦安市世帯における電力を主としたエネルギー利用状況の実態をつかみ、先に提案した浦安市の CO<sub>2</sub> 排出量予測モデル<sup>2,3)</sup>に適用し得るデータを取得することを目的に実施するものとした。質問文はこのために独自に作成したもの他に、既に実施された（されつつある）意識調査<sup>7)</sup>のそれに類似形式のものも含むものとした。質問文（および単純集計値）を付録とした。

回答者の属性を質する部分も含めて 39 問の質問文からなる調査票は

- i) Google Form<sup>8)</sup> を利用して、または
- ii) 一般のウェブページ作成用ソフトを用いて

作成した。これらはいわゆる IT によるものであり、作成した調査票をウェブサイトアップロードし、人々をこのサイトへ集めて調査票に直接回答させ、それを（ネット回線を介して）返送させることによって回答を回収するものとした。こうした方法はすでに確立され、インターネット利用のアンケート調査手法として広く知られたものである。調査実施時にはその扱い易さから、もっぱら (i) を利用することとし、調査専用サイトから当調査票サイトへのリンクを構築した。

サイト上への調査票掲載期間は 2017 年 9 月 1 日から 11 月 30 日までの 3 ヶ月間とし、この期間に人々に働きかけ、サイトへのアクセスと回答記入を勧誘した。浦安市の総世帯数は 7 万 7000 戸余りであるので、 $77000 \times 1/100 = 770$  戸に対応するサンプル数の回答があれば、得られる結果の信頼範囲（標準偏差）は  $100^{-1/2} \approx 10\%$  程度となる。

調査期間終了後は直ちに集積データをまとめ、単純集計結果を算出するとともに、希望者にはこの単純集計結果表を送付し公表した。また抽選を行い、当選者にはインセンティブとしての景品を送付した。

### 3.2 回答者募集の実際

インターネットによるこうした調査では、調査票サイトへのアクセス数を増やし、回答者数を高めることが重要なポイントとなる。このため当調査では、アクセスの確保を目的としたインセンティブ（誘引条件としての景品）を付すこととした。これは全回答者中から抽選で 30 名にだけ、買い物カード（1000 円のクオカード）を贈呈するとするものである。既述のとおり、調査終了後に抽選により 30 名を選出し、買い物カードを発送した。しかし、こうしたインセンティブがどれほどの効果があり、何人の回答者の増加につながったかについては明らかにできなかった。

当調査の趣旨や調査期間、調査サイトの URL や上述のインセンティブなどの情報を印刷物として公開、または E メール文として発信することで回答者を募集した。ビラやポスターなどの印刷物によるアナウンスは、①浦安市内の 7 公民館や市民活動センターで掲示、②市民活動フェスティバルなどで配布、③その他、個人的な掲示や配布によって行った。地域新聞のおしらせ欄やイベント欄などを利用した広報としては、④浦安市の広報誌「広報うらやす」での掲載、⑤コミュニティー新聞「浦安新聞」での掲載、⑥市民活動センター管理の URL サイト「活動イベント情報」への掲載などによった。④および⑤は印刷物として浦安市の各家庭に配布されるものである。URL サイト「活動イベント情報」への市民のアクセスは通常のアクセスの他に、⑦市民活動センタの持つ E メールリングアドレスリストを介して、直接のアクセス勧誘も行った。さらに、⑧個人的な情報ネットワークを利用した E メール依頼や勧誘、⑨各種の集会における協力依頼なども行った。こうした調査票へのアクセス勧誘手段は、それぞれがどれほどの効果を持つものであったかを定量的に評価することは困難である。

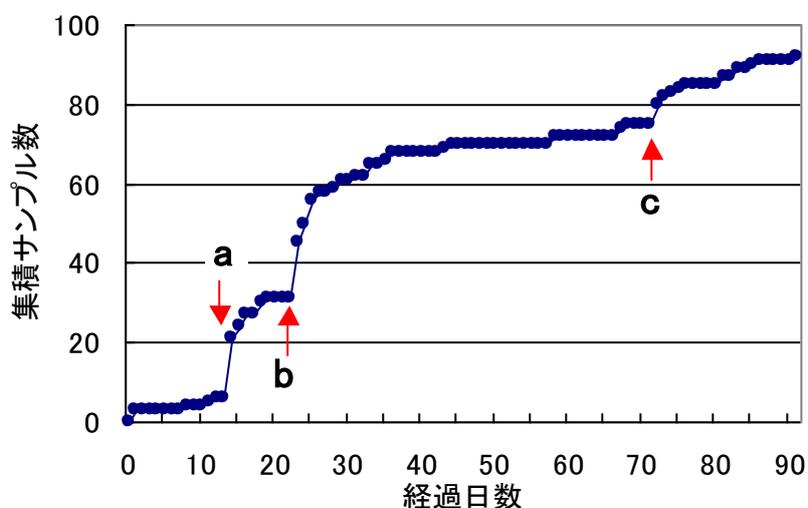


図2 集積サンプル数（回答者数）の時間挙動（回答者総数は92）。a: 本文中のアイテム⑨の効果 b: ⑧の効果 c: ②の効果

図2に調査開始時点からの経過日数（横軸）の関数としての集積回答者数を示す。調査票サイトへのアクセスは主として⑥のサイトへのアクセスに引き続いて、および、⑦、⑧からのメールメッセージの読み取りを契機として行われたことが当図からうかがわれる。これら⑥～⑧による情報取得は、PC 端末やいわゆるスマホによって（それらを介して）行われるものである。⑥～⑧などの手段では、市民は調査票回答者募集のメッセージ読み取りから直ちに（募集文中に調査票サイトの URL が記載され、リンクされておれば、それをクリックすることで直ちに）、調査票サイトへ移行して回答することができる。すなわちアクセスは「ワンステップ」である。

一方、浦安市の広報紙やコミュニティー紙の発行部数が多いにもかかわらず、それらに起源するアクセス数は必ずしも大きくはない。こうした印刷物を介した勧誘では、

印刷内容の理解→PC やスマホへのアプローチ→調査サイト URL の入力  
の余分な（または煩雑な）プロセスが必要となる。こうしたことのため、印刷物による勧誘の効果は、その努力にもかかわらず、必ずしも大きくはない。

## 4. 調査結果

### 4.1 回答者の人口統計学的分布

全回答者数は 92 である。各質問に対する回答者の選択肢選択割合は、付録の「第 1 回『温暖化防止うらやす』アンケート調査集計」に示したとおりである。本節では回答者属性の統計学的な偏りと、居住地域、住宅形態の違いによる調査値の相違について記す。

当調査回答者の属性分布は、浦安市の実際のデモグラフィクスとは大きく異なる。回答者の住宅種類は実際値に比して戸建が多く（調査値は全体の 32%、実態は 21%）、中町居住者が多く（調査値は 57%、実際の世帯数割合は 32%）、また 60 歳以上の高齢回答者割合は 66%と、異常に多い。さらに、男性回答者は女性の 1.5 倍、回答者世帯の乗用車保有率も実際のおよそ 1.5 倍、世帯構成人数についても約 1.2 倍である。

図 3 は居住地域と住居形態の違いによる回答者数の偏り状況を示している。ここで居住地域  $R$  の「サンプル比」は、戸建、集合の各形態  $S$  について  $R$  における  $S$  のサンプル比  $\equiv (R$  における  $S$  の回答者数)  $\div$  ( $S$  の回答者総数) で算出する。「浦安市比」とは

$R$  における  $S$  の浦安市比  $\equiv (R$  における  $S$  の実数)  $\div$  (浦安市での  $S$  の総数) により定義するものとする。従って「サンプル比／浦安市比」が 1.0 に等しい場合には、回答者分率は浦安市の実態に沿ったものであるが、1.0 よりも大きい（小さい）場合は、実態よりも過大な（過小な）回答者分率となっていることになる。図 3 に見るとおり、戸建住宅世帯については新町からの寄与はなく、中町（および元町）からの回答者分率は過剰である。一方、集合住宅については中町回答者数は過剰であり、新町からの回答者数は異常に少ない。

図 4 は回答者の年齢分布についての偏り状況を示す。縦軸変数は図 3 のそれと類似の定義による。これによれば若年回答者は異常に少なく、逆に既述の通

り、60歳以上の高齢回答者は異常に多い。

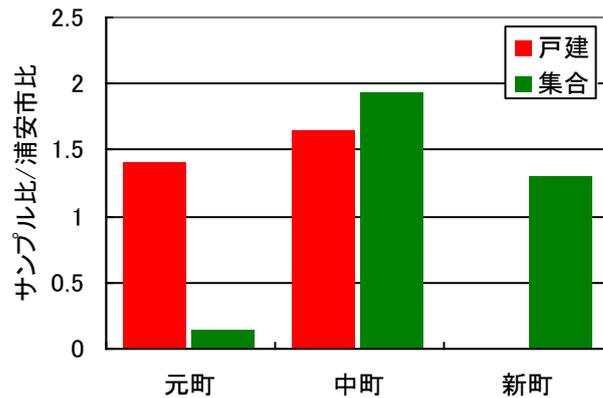


図3 居住地域と住宅形態の違いによる回答者数の偏り

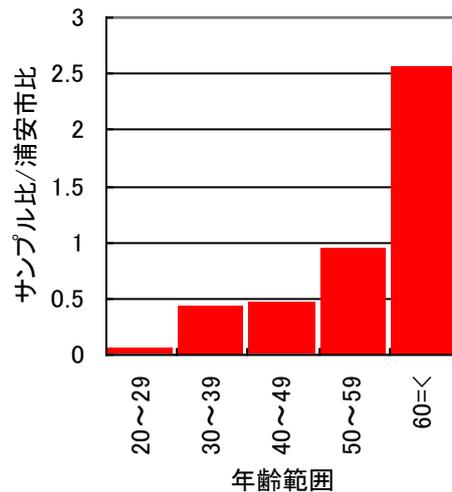


図4 年齢の違いによる回答者数の偏り

当調査では個人の意識や意見を聴取しようとする質問はなく、主として世帯あたりのエネルギー利用に係る定量値を得ようとするものである。年齢分布や男女差、世帯あたりの構成人数などの偏りに関しては以下では特別な補正は行わない（一世帯で一名の回答が得られればよいので、世帯の構成員としての回答者がどのような属性を持つかには関係しない）。しかし、居住地域と住宅形態の偏りについては、以下に示すように、得られた回答値に補正を加えるものとする。

補正は、調査で得られた各居住地域における住宅形態の占有率が実際のそれらに等しくなるように行うものとする。たとえば、戸建と集合の各住宅形態  $S$  ごとに居住地域別  $R$  の傾向を見ようとする場合、その補正の重み  $W(R, S)$  は

$$W(R, S) = F(R, S) \div \{F(\text{元町}, S) + F(\text{中町}, S) + F(\text{新町}, S)\}$$

となる。ただし

$$F(R, S) = (\text{住宅 } S \text{ の地域 } R \text{ における浦安市の実際の割合}) \div (\text{調査で得られた } S \text{ の } R \text{ における割合})$$

である。住宅形態  $S$  を持つ世帯の浦安市全体の平均値を算出する場合には、地

域 R での重みが  $W(R,S)$  となる。さらに、浦安市全体での平均的な傾向を見る場合には、戸建と集合の各住宅に対する平均値に、住宅数割合を補正する重みを乗じて平均操作を行うこととなる。この場合も、上記と類似の計算式で重みを算出する。

表 1 および付録の調査結果を用いて算出した上記補正の重みは、以下の値を持つ。

戸建住宅世帯に対する平均値を算出する場合

元町の各サンプルの数値に対して  $W=0.540$

中町の各サンプルの数値に対して  $W=0.460$

集合住宅世帯に対する平均値を算出する場合

元町の各サンプルの数値に対して  $W=0.846$

中町の各サンプルの数値に対して  $W=0.062$

新町の各サンプルの数値に対して  $W=0.092$

浦安市全体での平均値を算出場合

戸建住宅の平均値に対して  $W=0.360$

集合住宅の平均値に対して  $W=0.640$

ただし、新町での戸建数の調査値は 0 であるので、補正は考慮しない。

「元町の集合住宅世帯」に対応する大きい重み ( $=0.846$ ) は、当該属性を持つサンプル数が小さく ( $=4$ )、逆に実際の戸数が大きいことによる。調査で得られる数値に上記の重みを乗じて算出した平均値が補正值となる。以下ではこれを「補正調査値」と記し、補正を行わない値を単に「調査値」と記す。

#### 4.2 浦安市世帯の電気エネルギー消費統計量

浦安市世帯の照明、冷蔵庫、テレビ、エアコンなどの家電製品の利用実態、及び乗用車の利用実態の把握は、これらによって消費される年間の電気エネルギー量、およびガソリン燃焼による  $CO_2$  の年間排出量の算出のために必要である。さらにこうした年間消費電力量や  $CO_2$  排出量は、 $CO_2$  削減評価年の 2030 年におけるエネルギー消費量予測のために重要となる。

表 2 家電製品の利用実態補正調査値

地域	住宅形態	冷蔵庫容量 (ℓ)	テレビ台数(台/戸)	テレビサイズ (in)	テレビ利用時間 (h/日)	エアコン台数 (台/戸)	真夏のエアコン利用時間 (h/日)
元町	戸建	400.0	3.2	45.0	4.7	3.3	6.5
	集合	370.0	1.0	37.0	4.9	1.8	6.2
中町	戸建	418.8	2.2	40.3	4.5	3.3	6.7
	集合	385.3	1.7	39.8	6.6	2.0	5.9
新町	集合	430.0	1.9	41.2	4.2	2.8	6.8
浦安市	戸建	412.1	2.6	42.3	4.6	3.2	6.9
	集合	398.3	1.7	39.8	5.6	2.3	6.2
	平均	402.2	2.0	40.5	5.3	2.6	6.4

表2に冷蔵庫、テレビ、エアコンのいくつかのアイテムに係る補正調査値を、表3に自家用乗用車に関する補正調査値を、(元、中、新)町における(戸建、集合)住宅ごとに示す。

表3 自家用乗用車に係る補正調査値

地域	住宅形態	乗用車保有率 (%)	排気量 (cc)	燃費 (km/ℓ)	使用頻度 (日/週)	走行距離 (km/年)
元町	戸建	75.0	2128	14.4	2.8	4688
	集合	80.0	1380	19.5	1.9	2625
中町	戸建	87.5	1993	13.8	3.7	4321
	集合	63.9	1652	12.7	4.0	6086
新町	集合	51.7	1803	13.3	4.3	5133
浦安市	戸建	82.8	2064	13.9	3.3	4304
	集合	68.3	1658	13.7	3.9	5416
	平均	72.8	1801	13.9	3.7	4962

#### 4.2.1 照明による一世帯当りの年間消費電気量

当報告書では「照明エネルギー消費の評価法」<sup>9)</sup>に従って消費量の算出を行う。算出には(当該「評価法」に従って)簡単のため、以下の事柄を仮定する。

(i) 照明器具の種類(多灯分散型照明ではシャンデリア、ダウンライト、シーリング、フロアスタンドなどの混合)にかかわらず、床面積一畳(1.66 m<sup>2</sup>)当り10Wの平均光量とする。

(ii) 上記(i)の光量は、居間や台所・食事室、他の居室、トイレ・洗面所・浴室、廊下・ホール・玄関など、全ての部屋に適用する。

(iii) 調査項目に含まれない(居間、食卓・食事室、台所、個室以外の)部屋や床部分の利用時間は、年間平均730時間(=2.0時間/日)とする。

この場合、世帯あたりの照明による年間消費エネルギーE<sub>1</sub>は以下の式で与えられる。

$$E_1 = C \left\{ \sum_{i=1}^4 s_i t_i (1 - g_i + g_i L) + (S - \sum_{i=1}^4 s_i) T (1 - G + GL) \right\}$$

ただしCは定数、添え字iは居間、食卓・食事室、台所、個室をあらわし、s<sub>i</sub>はiの床面積(m<sup>2</sup>)、t<sub>i</sub>は一日あたりの使用時間、g<sub>i</sub>はiでの照明がLEDである割合を、LはLED照明が蛍光灯照明に相当する明るさ(同一ルーメン)の光量を放出するために消費するエネルギーの、蛍光灯のそれに対する比を表す。Sは全床面積(m<sup>2</sup>)、TおよびGはそれぞれ、部屋i以外の床面積部分における一日平均使用時間、およびLED化率である。E<sub>1</sub>の単位を[GJ/年/世帯]とする場合、定数CはC=7.92×10<sup>-3</sup>でなる。この定数は人感センサーや照度センサー、タイマーや照光スイッチなどによる節電効果<sup>9)</sup>を含むものではない。

2017年の浦安市における照明によるエネルギー消費量は、当調査から得られたs<sub>i</sub>、t<sub>i</sub>、g<sub>i</sub>、表1に与えた値S、および上記の仮定(iii)によるT=2.0などを用

いれば、上式から算出できる。この場合、LED 照明の消費電力は、相当する明るさの蛍光灯消費電力の 50%（すなわち  $L=0.5$ ）とおき、調査項目に含まれない部屋での LED 化率を仮に  $G=0.3$  とする場合のエネルギー消費量を表 4 に示す。

表 4 家電機器の電力消費量および乗用車による CO<sub>2</sub> 排出量

地域	住宅形態	冷蔵庫 (GJ/年/ 世帯)	テレビ (GJ/年/ 世帯)	エアコン (GJ/年/ 世帯)	照明 (GJ/年/ 世帯)	四機器計 (GJ/年/ 世帯)	乗用車 (tonCO <sub>2</sub> / 年/世帯)
元町	戸建	3.12	1.74	3.90	3.29	12.05	0.55
	集合	1.98	0.55	2.45	1.58	6.56	0.25
中町	戸建	1.98	1.15	4.04	3.04	10.21	0.64
	集合	2.10	1.23	2.52	2.44	8.29	0.71
新町	集合	1.98	0.94	3.60	2.89	9.41	0.43
浦安市	戸建	2.60	1.47	3.96	3.17	11.20	0.59
	集合	1.99	0.63	2.56	1.76	6.94	0.30
	平均	2.21	0.93	3.06	2.27	9.47	0.40

照明の LED 化は、今後の省エネにかかって本質的に重要な事項である。図 5 は浦安市での LED 化率を全国、および関東甲信地域でのそれ<sup>10)</sup>と比較したものである。全国および関東甲信地域の値は 2014～2015 年におけるものである。また室内での複数の照明のうち、一灯以上が LED 照明である場合の「LED 化率」であり、室内での主要照明が LED であるとは必ずしも限らない（浦安市の今回の調査では、主要照明が LED である場合の「LED 化率」である）。住宅のいずれの室内においても浦安市世帯の LED 化率は高く、特に集合住宅の場合は全国、関東甲信のその 2 倍を超える高率となっている。

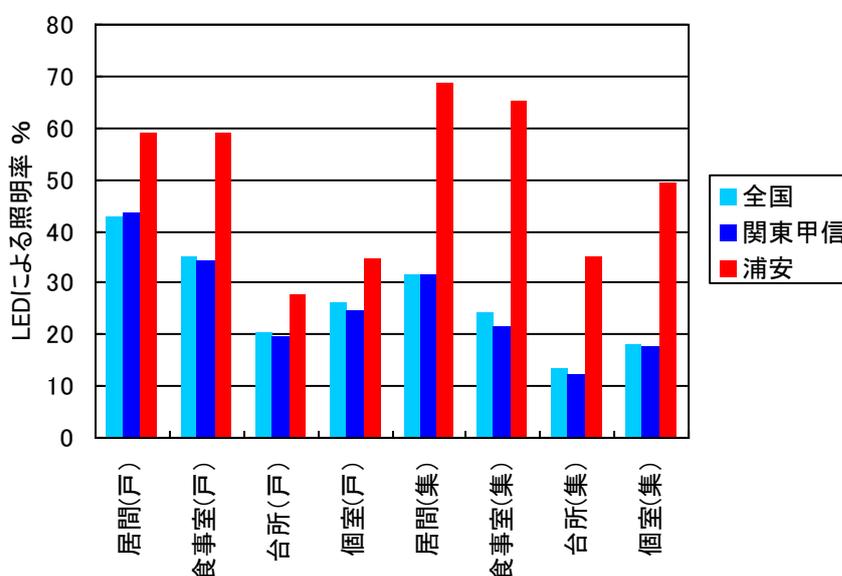


図 5 室内の LED 化率の比較。戸:戸建住宅、集:集合住宅

#### 4.2.2 冷蔵庫、テレビ、エアコンによる年間消費電力量

これらの家電機器の世帯当りの年間消費電力量  $E_k$  (冷蔵庫、テレビ、およびエアコンに対して各々、 $k=1, 2$  および  $3$  とする) は、以下の式で算出できる。

$$E_k = C_k T_k E_k N_k$$

ただし  $C_k$  は定数、 $T_k$  は 1 日あたりの  $k$  の使用時間 [時間]、 $E_k$  は機器  $k$  による単位時間あたりのエネルギー消費量 [W/時間]、 $N_k$  は一世帯が保有する  $k$  の台数とする。これらのうち量  $T_k$ 、 $N_k$  については当調査結果から直接、情報が得られるが、 $E_k$  については機器  $k$  の製造年または購入年、機器  $k$  のサイズ (冷蔵庫の場合は容量、テレビの場合は画面のサイズ、エアコンでは冷暖房能力) などに依存する。当該  $E_k$  は当調査の調査情報や家電製品の「省エネ性能カタログ」<sup>11)</sup> などをもとに、以下のように推算する。

(i) 冷蔵庫の場合：製造 (購入) 年月の補正調査平均値は 2007 年 9 月、内容積の平均値は 402.2 l である。2016 年製造、400l 内容積製品の消費電力カタログ値は平均 345 [kWh/年] であるが、2007 年製造品は 2016 製に比してエネルギー利用効率因子  $\varepsilon$  だけ劣る。いま  $\varepsilon \doteq 5/8$  とすれば<sup>2)</sup>、2017 年における浦安市での利用冷蔵庫の消費電力の平均値は

$$345 / \varepsilon \doteq 550 \text{ [kWh/年/(冷蔵庫一台)]}$$

(ii) テレビの場合：浦安市世帯が所有するテレビの平均サイズの補正調査平均値は 40.5 インチ、製造 (購入) 時期は 2010 年である。当サイズの定格消費電力の平均値は 2016 年において約 80[W] であり、これは 1 日あたり 1 時間の利用について年間

$$29.2 \text{ [kWh/年/(テレビ 1 台 1 日 1 時間の利用)]}$$

だけのエネルギー消費となる。テレビのエネルギー利用効率因子は  $\varepsilon = 0.55$  程度である<sup>2)</sup>。したがって、1 日あたり  $H$ [時間] のテレビ利用による平均消費電力は

$$29.2 H / \varepsilon \doteq 53 H \text{ [kWh/年/(テレビ一台)]}$$

となる。2 台目以降のテレビ利用時間は、一台目の半分であるとする。

(iii) エアコンの場合：製造 (購入) 時期の補正平均値は 2008.6 年であるが、消費電力のカタログ値は製造年にはほとんど依存しない。しかし消費電力量は冷房能力 (すなわち冷房対象の部屋の広さ) に依存し、平均的な 11~17 畳用 (18~28 m<sup>2</sup> 用) 4.0 kW 能力の年間消費電力は、平均 1411 [kWh/年] 程度となる。ただしこの数値は冷房時 27°C (東京において 6 月 2 日~9 月 21 日の期間)、午前 6 時から深夜 24 時までの 18 時間の作動を仮定したものである<sup>11)</sup>。従ってエアコン作動時間が一日あたり  $H$  [時間] の場合、その平均消費電力を簡単に

$$1411 \times (H/18) = 78.4 H \text{ [kWh/年/(エアコン一台)]}$$

で算出するものとする。また、2 台目以降のエアコン利用時間は一台目の半分であるとする。

表 4 に浦安市の地域、住宅形態毎に、これら家電機器による年間消費電力量を [GJ/年/世帯] 単位で示している。ただし 1 [kWh]=0.0036 [GJ] である。表 5 ではこれらの家電機器について、浦安市全体の補正平均値と全国平均値<sup>12)</sup>、および四家電機器内での各機器の消費エネルギー割合とを比較している。浦安市世帯による冷蔵庫および照明による消費エネルギー量は全国平均値と基本的に変わらないが、テレビによる消費量は全国平均値の約 0.6 倍、エアコンによる消費量は逆に約 2.5 倍の大きさとなっている。

表5 家電機器による年間電力消費量比較。単位は[GJ/年/世帯]

地域		冷蔵庫	テレビ	エアコン	照明	四機器計
浦安市	消費量	2.21	0.93	3.06	2.27	8.47
	%	26.1	11.0	36.1	26.8	100.0
全国	消費量	2.36	1.48	1.23	2.23	7.30
	%	32.2	20.3	16.9	30.5	100.0

#### 4.2.3 乗用車利用による CO<sub>2</sub> 排出量

浦安市世帯が保有する乗用車の1台当りが、年間に排出する CO<sub>2</sub> 量 [ton CO<sub>2</sub>/年/乗用車] M は

$$M=C_5(D/P)(1-Q)$$

ただし C<sub>5</sub> は定数、D は年間走行距離 [km/年]、P はガソリン 1ℓ 当りの走行距離 (燃費) [km/ℓ]、Q は乗用車が (電気自動車などの) CO<sub>2</sub> 非排出型である割合である。浦安市におけるこれら因子の値は、表3に示したとおりである (以下では Q=0 とする)。また C<sub>5</sub>=2.32×10<sup>-3</sup> [ton CO<sub>2</sub>/ (ガソリン 1ℓ)] である。乗用車が排出する CO<sub>2</sub> 量の世帯当り平均値 E<sub>5</sub> [ton CO<sub>2</sub>/年/(浦安市一世帯)] は

$$E_5=MnR$$

である。ただし n は乗用車保有世帯が保有する一世帯あたりの乗用車数 (以下では n=1 とする)、R は表3に示した乗用車保有世帯の割合である。

上式から算出した 2017 年秋の時点における E<sub>5</sub> は、表4に示すとおりである。ただしこの E<sub>5</sub> は乗用車からの寄与のみで、小型二輪車や貨物自動車からの寄与は含まれない。この種の自動車を浦安市民が保有する割合は 0.061 [台/世帯] である<sup>4)</sup>。自家用乗用車の保有率は 0.49 [台/世帯] であるので<sup>4)</sup>、それらからの CO<sub>2</sub> 排出量は乗用車からの 1/10 以上となり、無視し得ない量であることには注意すべきである。

## 5. 浦安市における家庭からの CO<sub>2</sub> 排出量予測

前章の分析結果をもとに、将来の浦安市世帯からの電力消費量 (これは CO<sub>2</sub> 排出量に比例する) 予測を行い、2013 年度での消費量に対する 2030 年度の消費量の比 (すなわち、CO<sub>2</sub> 排出量の比) を算出する。既述の通り、この比の値は CO<sub>2</sub> 排出量削減目標の指標の一つとして、極めて重要なものである。

### 5.1 電力消費起源

2017 年における浦安市民一人当りの年間電力消費量 E はほぼ 1.5 [MWh/年/人] であり、これは 0.7 [ton CO<sub>2</sub>/年/人] の CO<sub>2</sub> 排出量に相当する<sup>2)</sup>。この量 E は (公表された統計のある) 1970 年代から着実に増大したが、2010 年近傍でゆるやかな極大値 1.6 [MWh/年/人] をとり、2010 年代には時間の経過とともにしだい

に減少する傾向を持つ<sup>2)</sup>。

先に実施したモデル計算<sup>2)</sup>では、(i) 家電機器のエネルギー利用効率は今後とも(従来と同様に)、時間(年)とともに学習曲線で与えられる様相で上昇すること、および(ii) 照明のLED化が着実に進行することなどを前提として、将来の電力消費量予測を行っている。このとき2017年における(冷蔵庫、テレビ、エアコン、洗濯機、電気便座、温風ヒーター、掃除機、電子レンジなどの)主要な10種類の家電機器による電力消費量は約0.6 [MWh/年/人]である。残余の消費量0.9 (=1.5-0.6) [MWh/年/人]はそれら以外の家電製品、コンセント利用機器、および照明の利用によるものである。このモデルでは、これら残余の使用量中に占める照明の占める割合を $\eta$ とおき、これをパラメーターとして将来の予測計算を行っている。すなわち

$\eta \equiv (\text{照明による電力消費量}) / (\text{照明も含めたその他の機器による電力消費量})$   
将来のCO<sub>2</sub>排出量の2013年度比は、将来にわたる照明のLED化のためにこの $\eta$ の値に強く依存し、2030年における2013年度比は $\eta=0$ で0.98、 $\eta=1.0$ で0.86程度となる<sup>2)</sup>。

ここではパラメーター $\eta$ の値の算出のため、照明による電力消費量の補正調査値(表5) 2.27 [GJ/年/世帯]を用いることとする。この場合

$$\eta = 2.27 \times (0.278/2.2) / 0.9 \doteq 1/3$$

ただし1[GJ]=0.278[MWh]、および浦安市の一世帯あたりの人数を2.2人としている。先のモデル計算<sup>2)</sup>を内挿して、 $\eta=1/3$ に対するCO<sub>2</sub>排出量の2013年度比の経年挙動予想を図6に示す。

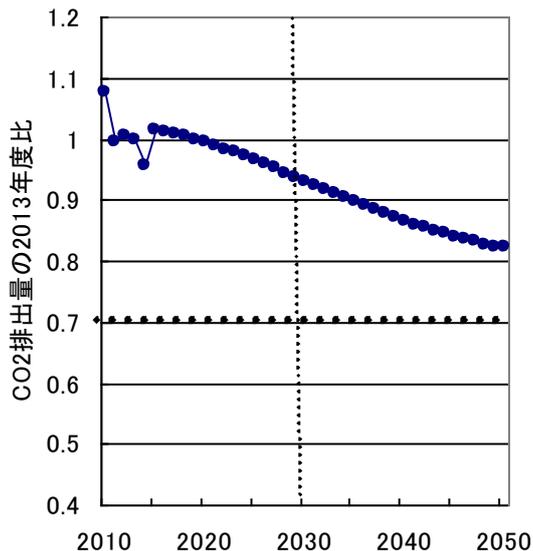


図6 家電機器利用によるCO<sub>2</sub>排出量の2013年度比

当図によれば、浦安市世帯によるCO<sub>2</sub>排出量の2013年度比は、今後しだいに減少し、2030年では0.93程度、2050年で0.82程度なる。しかしこれは、2030年において30%削減する(比の値は0.7)とする千葉県の実行計画からはほど遠い。ただし図6は浦安市民や浦安市行政が、エネルギー消費に関して特別の配慮や対策を講じない場合のものである。こうした措置がとられる場合には、2030年における2013年度比をさらに最大0.1程度だけ(すなわち、比の値を

0.83 程度にまで)、減少させることができる<sup>2)</sup>。

## 5.2 自家用乗用車起源

以下では、浦安市世帯の乗用車利用傾向（軽乗用車の全乗用車に占める割合、利用乗用車の燃費、今後の乗用車購入傾向、今後の年間走行距離傾向のなど）は東京都のそれと同一であるとする。東京都における乗用車の利用傾向は全国平均に比して、(i) 世帯当りの保有乗用車数が少ないこと、(ii) 軽乗用車の占める割合が小さいこと、(iii) 年間走行距離が短いこと、などが特徴的である。さらにこれら (i) ~ (iii) の統計量はともに、今後、しだいに減少する傾向にある。

乗用車起源の CO<sub>2</sub> 排出量の予測は、今後いかなる時点で、どのようなタイプの乗用車がどの程度、普及するかシナリオに依存する。先のモデル計算<sup>3)</sup>では

- (i) シナリオ1：従来型の車種は 2030 年で全体の 65%に、2046 年に 40%に減少し、これに替わってハイブリッド、プラグインハイブリッド、電気自動車等の割合が増大する場合
- (ii) シナリオ2：従来型は 2030 年に 40%、2035 年に 30%に減少し、他車種の割合が増大する場合
- (iii) シナリオ3：2015 年での車種割合（従来型 91.5%、ハイブリッド車 8.5%）が今後も維持される場合

の三シナリオについて検討している。これらのシナリオ下で将来、排出される CO<sub>2</sub> 量の 2013 年度比の経年挙動<sup>3)</sup> を図 7 に示す。乗用車起源の CO<sub>2</sub> に関する千葉県温暖化対策実行計画<sup>1)</sup> は、2030 年において乗用車一台あたり、2013 年度比で 25%削減するとしている。図 7 によれば、乗用車起源の CO<sub>2</sub> 排出に関しては、可能性のあるいずれのシナリオについても、浦安市はクリアできることになる。

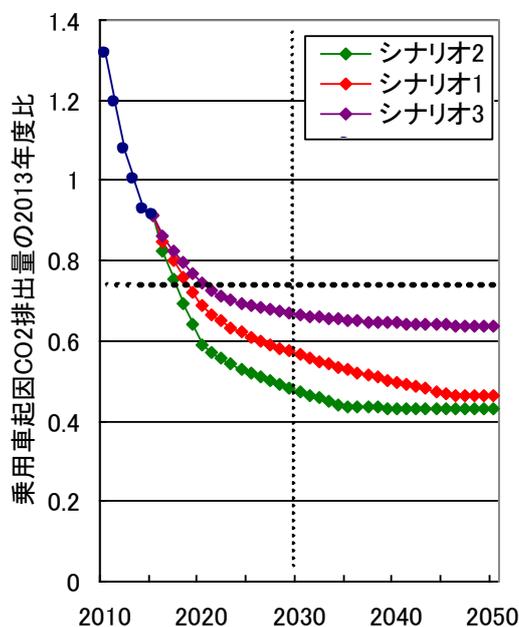


図 7 浦安市の乗用車起源 CO<sub>2</sub> 排出量の 2013 年度比

### 5.3 電力、ガス、水道および乗用車からの起源

図6及び7の比較から、浦安市における乗用車からの今後のCO<sub>2</sub>排出量の時間的な減少率は、電力消費に起源するそれよりも2030年の時点で5~8倍だけ大きく、要請される削減率からは十分に余裕のある値となる。電力消費の削減率は逆に不十分であるため、これら両者をとともに考慮したCO<sub>2</sub>排出量総量をとる場合、電力消費による削減率不足分のいくらかは緩和され、このため、やや緩やかな排出量削減対策が可能となることも期待される。こうした「総量規制」を採用する場合、どの程度の効果となるかを図8に示した。

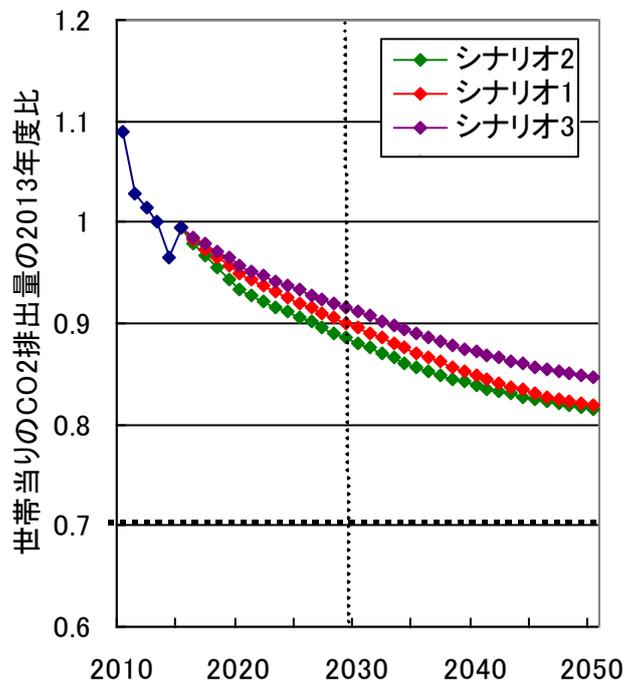


図8 浦安市世帯からの“総”CO<sub>2</sub>排出量の2013年度比

当図はCO<sub>2</sub>排出量総量の2013年度比の経年挙動予測である。ここで、2015年における浦安市の世帯当り乗用車起源CO<sub>2</sub>排出量  $M_{car}$ (浦安) を

$$M_{car}(\text{浦安}) = M_{car}(\text{東京}) \times \{N(\text{浦安})/N(\text{東京})\} \times \{L(\text{浦安})/L(\text{東京})\}$$

によって算出している。ただし  $M_{car}$ (東京)は東京都の世帯当り乗用車起源CO<sub>2</sub>排出量 (=567 [kg CO<sub>2</sub>/年/世帯])<sup>13,14)</sup>、 $N(X)$ 、 $L(X)$ はそれぞれ、場所Xにおける世帯あたりの乗用車数、および乗用車一台当たりの年間走行距離である。浦安市の場合、 $N(\text{浦安})=0.56$ [台/世帯]、 $L(\text{浦安})=4960$  [km/年/台](当調査結果から)、東京都の場合、 $N(\text{東京})=0.59$ [台/世帯]<sup>4)</sup>、 $L(\text{東京})=6500$ [km/年/台](普通乗用車と軽乗用車の重み付平均値)<sup>13, 14)</sup>を用いる場合、 $M_{car}(\text{浦安})=0.411$  [ton CO<sub>2</sub>/年/世帯]となる。一方、浦安市での2015年における電力使用によるCO<sub>2</sub>排出量は1.43 [ton CO<sub>2</sub>/年/世帯]、ガスおよび水道の使用によるそれを各々0.76、0.04 [ton CO<sub>2</sub>/年/世帯]としている<sup>2)</sup>。また、ガス及び水道からのCO<sub>2</sub>排出量は時間的に不変で、一定であるとしている。当図の縦軸はこうしたCO<sub>2</sub>の総量、すなわち、浦安市の一世帯当りの電力、ガス、水道および乗用車の利用によるCO<sub>2</sub>年間“総”排出量の2013年度値に対する比の値を示している。この比の値は将来の乗用車車種の普及程度に依存するが、2030年において0.9±0.3程度とみ

なすことができよう。むろん、この値は削減要請を満たすものではない。

おわりに

インターネット利用調査は調査票を用いる従来型の調査に比して廉価であることのほかに、得られるデータは短時間で回答を得る（街頭や催し物会場などでの）聞き取り調査に比してより信頼性の高いものとなる点で有利である。当「試み」で要した主な費用は、プロバイダー接続料と調査に回答した市民へのインセンティブ費（景品などの提供費）のみであり、安価である。こうした点は市民団体が人々の意識や意見を自ら聴取、収集しようとする場合には有利である。

しかしインターネット調査にはまた、いくつかの不都合な欠点があることも、従来から指摘されているとおりである<sup>15)</sup>。これらの一つは回答者がインターネットに接する人々に限られることに起因するものであり、それ故、回答者のデモグラフィックスは母集団の代表とはなり得ないとするものである。実際、当「試み」においても、偏った地域と偏った年齢層からの回答状況となり、このため単純な平均は平均的な浦安市を表すものとはなっていない。さらに、当アンケートのページへアクセスして回答した市民の数は少なく、得られたデータの統計的な信頼性は低い。こうした欠点の克服は今後の課題となる。

得られたデータの分析とモデル計算によって、最終的には図6～8に示すとおりのCO<sub>2</sub>排出量の2013年度比の将来予測が、浦安市の世帯に対して得られた。千葉県温暖化対策実行計画<sup>1)</sup>の示す2030年における家庭部門での30%削減目標は、なんらの対策をも講じない場合、浦安市では到達の可能性が極めて低い。浦安市で考慮し得る対策としては<sup>2,3)</sup>

- (i) 主として戸建住宅における太陽電池パネルの設置や、家庭用燃料電池導入のより一層の推進
- (ii) 家屋の断熱構造への改造促進
- (iii) スマートメータやHEMSなどの省エネ促進機器の設置援助
- (iv) 乗用車購入の抑制や、徒歩や自転車利用など、自動車のないライフスタイルへの移行促進
- (v) 乗用車購入の場合には環境対応型車種採用を促進し、その種の車種のインフラ整備も推進
- (vi) カーシェアリングや相乗り制度などの導入による乗用車走行距離の削減促進と、自動車の利用量削減「文化」構築の推進

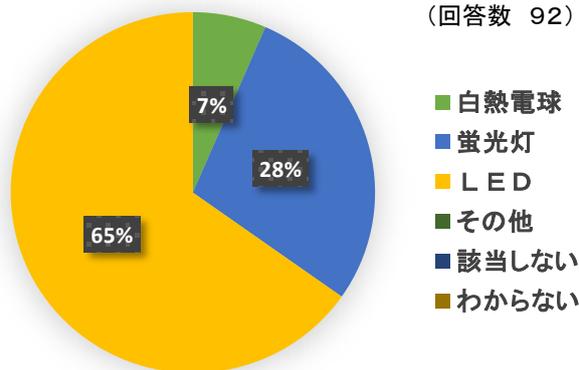
などである。行政のこうした取り組みで、最大10%程度のCO<sub>2</sub>排出量削減が可能となり、従って2030年での排出量の2013年度比を $0.8 \pm 0.3$ 程度にまで低減することも可能である。エネルギー利用削減に関して十分な説得活動やパブリックリレーションズのある場合には、さらに最大15%程度だけ低減できることになるので<sup>2)</sup>、2013年度比を $0.65 \pm 0.3$ にまで下げることができる。CO<sub>2</sub>排出量の2013年度比が0.65～0.9の範囲のいかなる値をとるかは、浦安市行政がどれほどの使命感を持って当該問題に対峙するかや、浦安市民自身がどれほどの危機感を持ってそれに答えるかに負っているとも言えよう。

## 参考文献

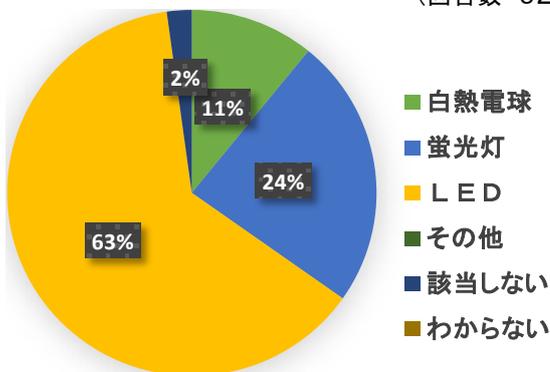
- 1) 「千葉県地球温暖化対策実行計画～CO<sub>2</sub>CO<sub>2</sub> スマートプラン～」(千葉県環境生活部循環型社会推進課 2016)
- 2) 大西輝明、島野圭司、岡田修身 “民生部門における将来の家庭用電力需要と省エネルギーの限界:浦安市の場合” 社会技術研究論文集 Vol.13 (2016)、pp.42-52
- 3) 大西輝明、島野圭司 “乗用車起源 CO<sub>2</sub> 排出量の将来予測”  
<http://sts.or.jp/EngFiles/CO2fromCar.pdf>
- 4) 「浦安市統計書 平成28年度版」(浦安市 2016)
- 5) 「うらやすの集合住宅、今・未来を考える:浦安市集合住宅実態調査報告書概要版」(浦安市 平成8年)
- 6) 「浦安市分譲集合住宅実態調査報告書」(浦安市 平成27年3月)
- 7) 「平成29年度家庭部門のCO<sub>2</sub>排出実態統計調査」(環境省 2017)
- 8) 豊田秀樹 「紙を使わないアンケート調査入門」(東京図書 2015)
- 9) 「照明エネルギー消費の評価法」((財)建築環境・省エネルギー機構)  
[http://ees.ibec.or.jp/documents/img/kaisetsu200903\\_07\\_shoumei.pdf](http://ees.ibec.or.jp/documents/img/kaisetsu200903_07_shoumei.pdf)
- 10) 「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査」(環境省 2015)
- 11) 「省エネ性能カタログ 2016 冬」(経済産業省資源エネルギー庁 2016)
- 12) 「家庭エネルギー消費の実態」(資源エネルギー庁)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving\\_and\\_new/saving/general/actual](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/actual)
- 13) 「自動車輸送統計調査年報」(国土交通省 各年度)
- 14) 「東京都統計年鑑」(東京都 各年度)
- 15) 大隈 昇 “インターネット調査”、林知己夫(編)「社会調査ハンドブック」(朝倉書店 2002), pp.200-240.

付録 「第1回温暖化防止うらやすアンケート調査」質問文内容と単純集計値

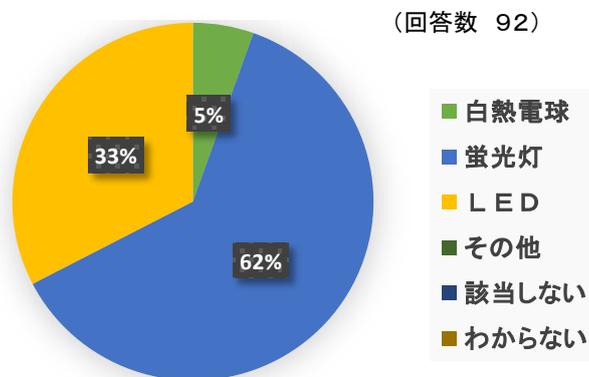
Q 1. ふだんお使いになる照明について、お宅の「居間」で使用している照明の種類を、選択肢の中から選んでお答えください。スタンド照明や机に組み込まれた照明は除きます。居室が1部屋の場合は「居間」としてお答えください。また、居間と食卓・食事室が兼用の場合も「居間」としてお答えください。Q1～Q4で該当する場所がない場合は、「該当しない」とお答えください。複数の種類の照明をお使いの場合、最も使用時間の長いものをお答えください。



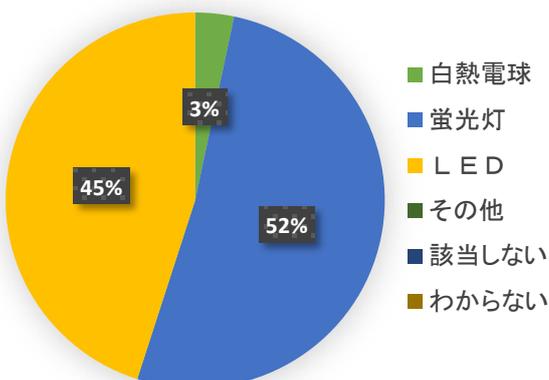
Q 2. 「食卓・食事室」ではどうでしょうか。  
(回答数 92)



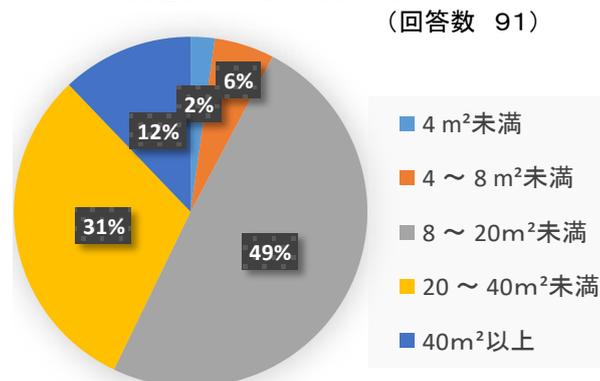
Q 3. 「台所」ではどうでしょうか。



Q 4. 「個室」ではどうでしょうか。  
(回答数 91)

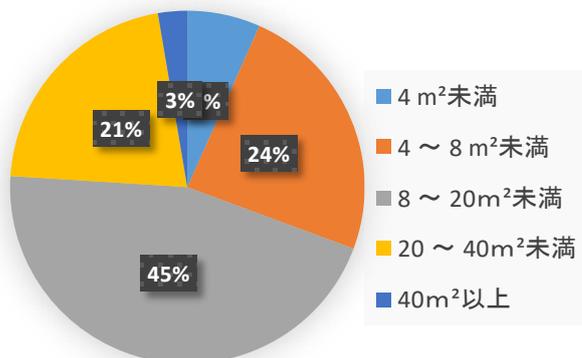


Q 5. お宅の「居間」のおおよその床面積をお答えください。



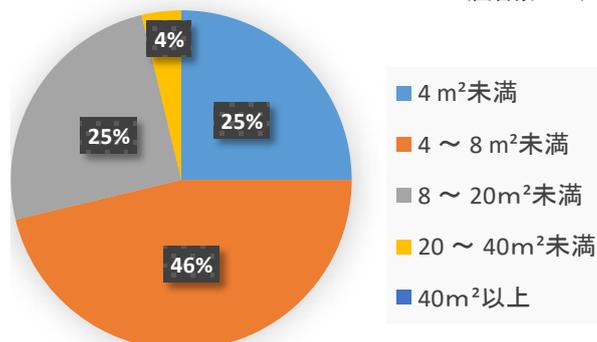
Q 6.「食卓・食事室」はどうでしょうか。

(回答数 91)



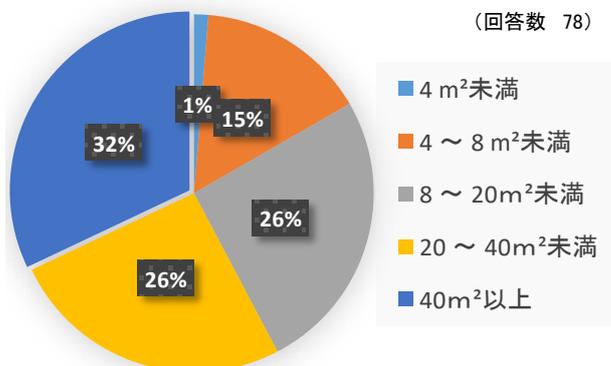
Q 7.「台所」はどうでしょうか。

(回答数 80)



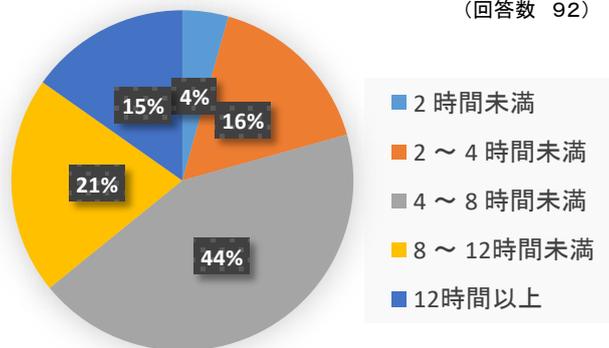
Q 8.「個室(合計)」はどうでしょうか。

(回答数 78)



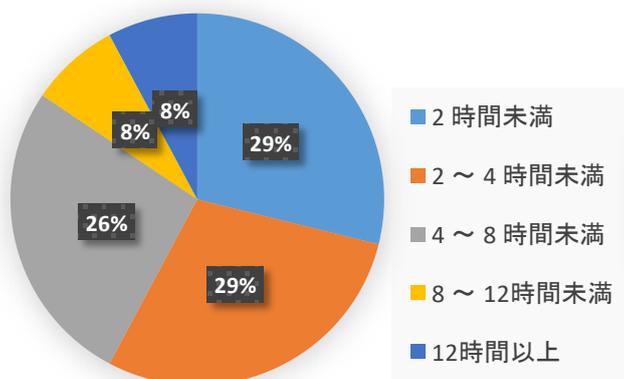
Q 9. お宅の「居間」の平日のおおよその使用時間をお答えください。

(回答数 92)



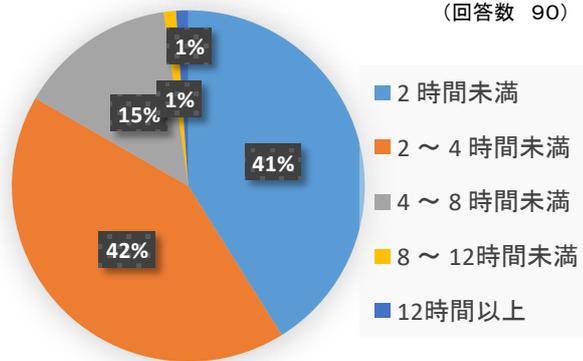
Q 10.「食卓・食事室」はどうでしょうか。

(回答数 90)



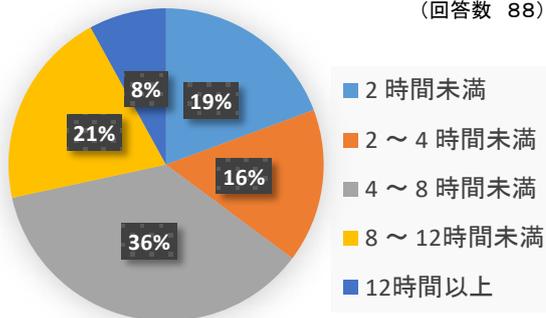
Q 11.「台所」はどうでしょうか。

(回答数 90)



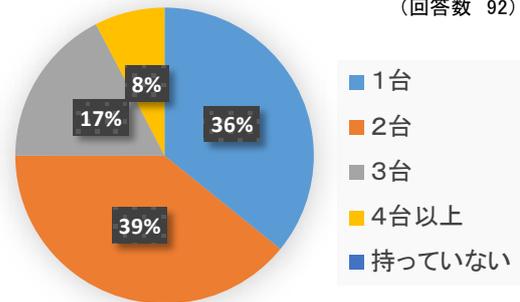
Q 12.「個室(合計)」はどうでしょうか。

(回答数 88)



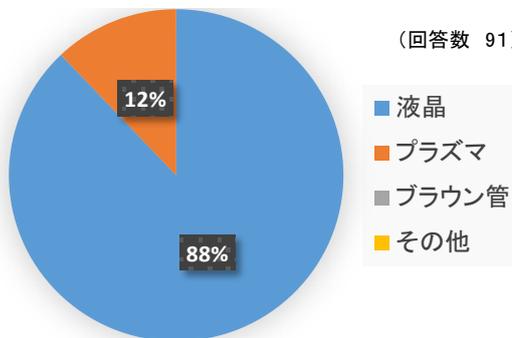
Q 13. テレビの使用台数をお答えください。

(回答数 92)



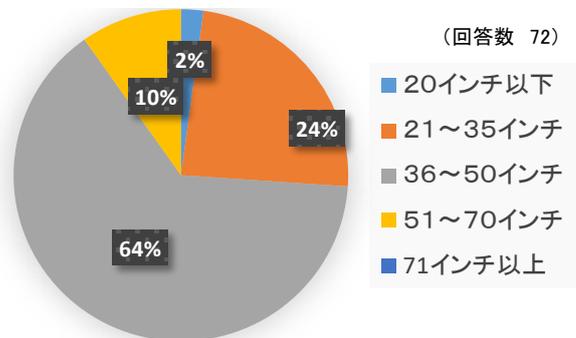
Q 14. 1台目のテレビの種類をお答えください。2台以上お持ちの場合は、最も使用時間の長いものを1台目としてお答えください。

(回答数 91)



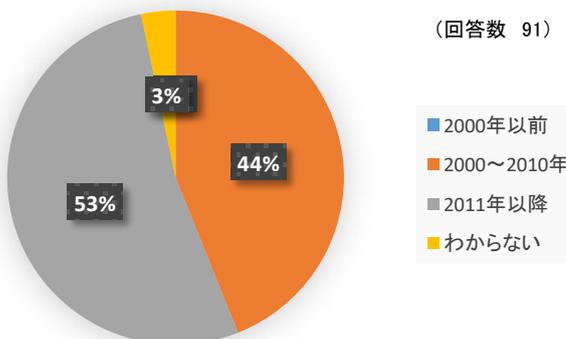
Q 15. 1台目のテレビの画面サイズ(インチ)をお答えください。

(回答数 72)



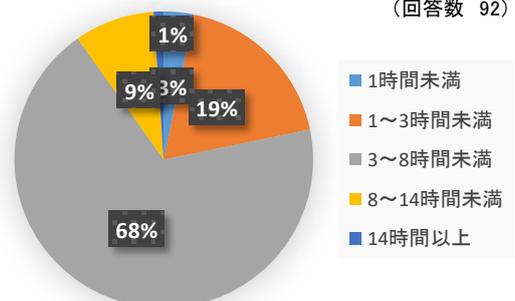
Q 16. 1台目のテレビの製造時期(または購入時期)をお答えください。

(回答数 91)

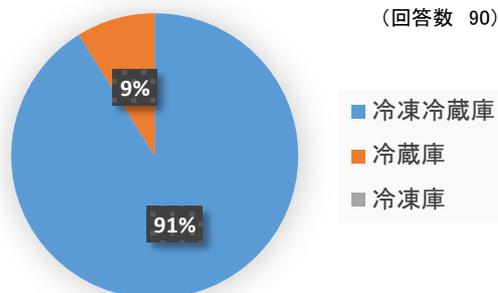
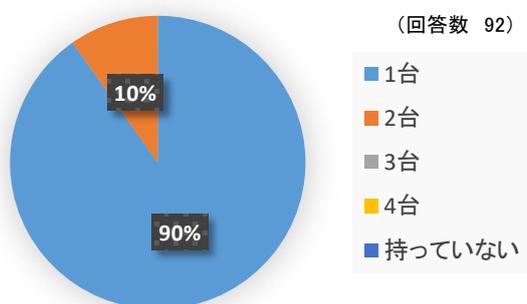


Q 17. 1台目のテレビについて、平日のおおよその使用時間をお答えください。テレビ番組の視聴に限らず、ビデオ鑑賞やテレビゲームでの使用なども含めてお答えください。

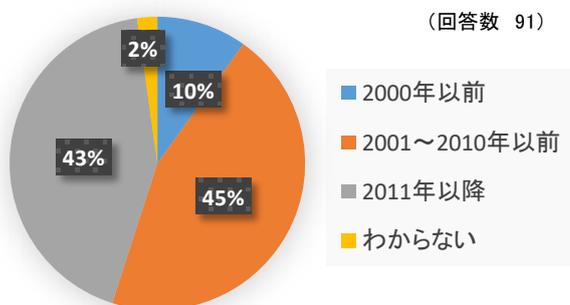
(回答数 92)



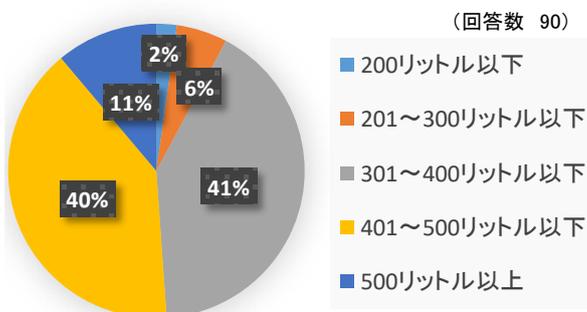
Q 18. 冷蔵庫の使用台数をお答えください。 Q 19. 1台目の冷蔵庫の種類をお答えください。最も内容積の大きいものを1台目としてお答えください。



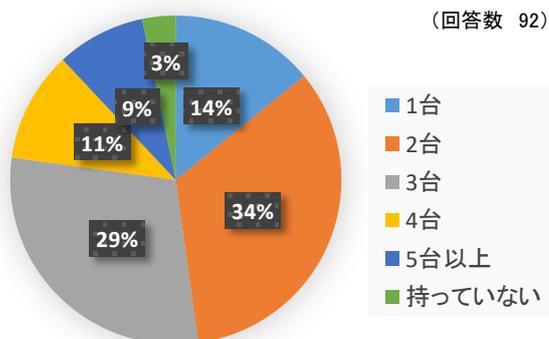
Q 20. 1台目の冷蔵庫の製造時期(または購入時期)をお答えください。



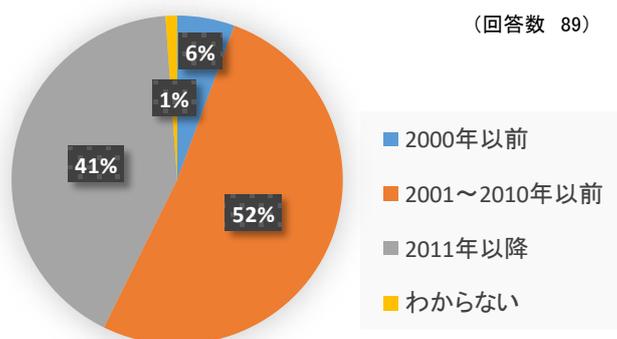
Q 21. 1台目の冷蔵庫の内容積をお答えください。 Q 21. 1台目の冷蔵庫の内容積をお答えください。



Q 22.(年間を通じて1回以上使用する)エアコンの使用台数をお答えください。



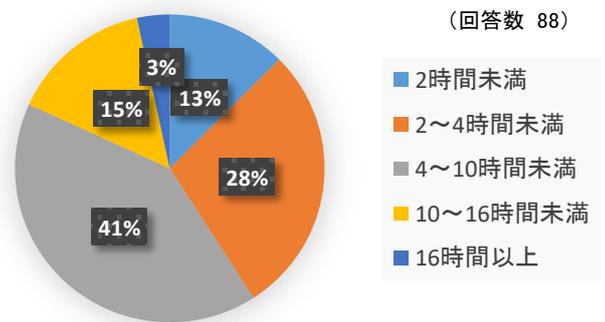
Q 23. 1台目のエアコンの製造時期(または購入時期)をお答えください。



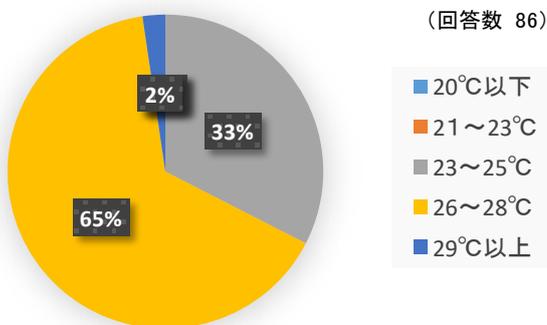
Q 24. 1台目のエアコンの種類をお答えください。



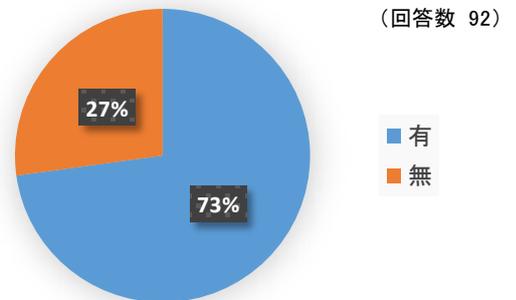
Q 25. 1台目のエアコンについて、夏の暑い時期(8月頃)の、平日のおおよその使用時間をお答えください。



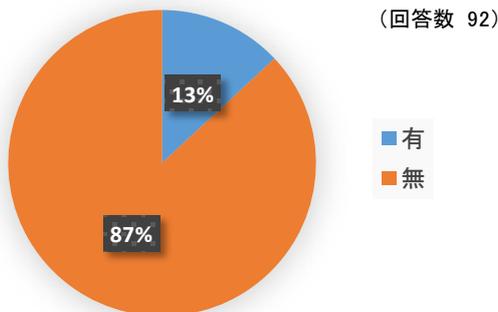
Q 26. 1台目のエアコンについて、冷房時の設定温度(°C)をお答えください。



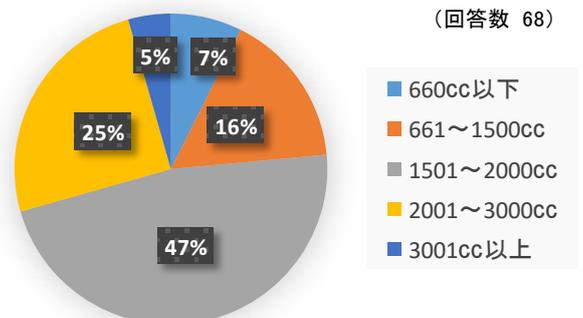
Q 27. お宅での自動車の使用有無をお答えください。主に事業用に使用するものは除きます。



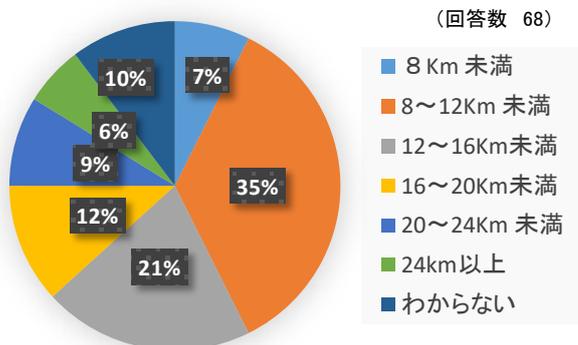
Q 28.「ガソリンを使用するオートバイ・スクーター(原動機付自転車を含む)」についてはどうでしょうか。



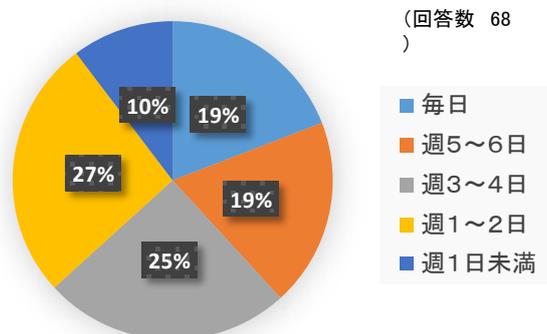
Q 29. 1台目の自動車がガソリン車、ディーゼル車、またはプラグインハイブリッド車の場合、その排気量をお答えください。



Q 30. 1台目の自動車がガソリン車またはディーゼル車の場合、燃料1リットル当りの実際の燃費をお答えください。



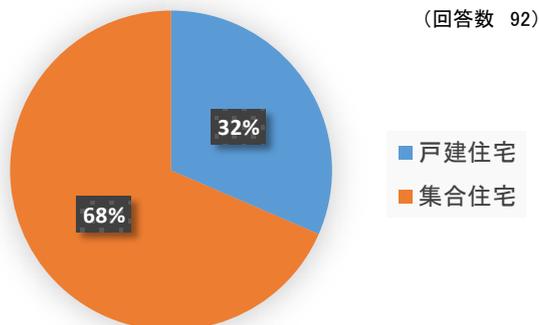
Q 31. 1台目の自動車の使用頻度をお答えください。



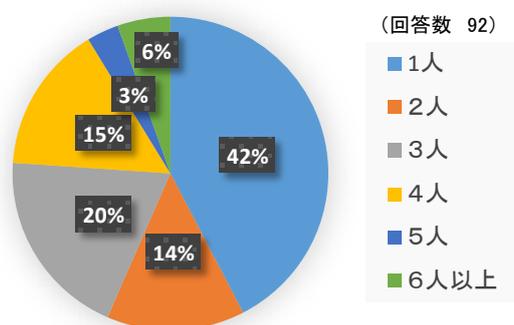
Q 32. 1台目の自動車のおおよその年間の走行距離 (km)も数字でお答えください。



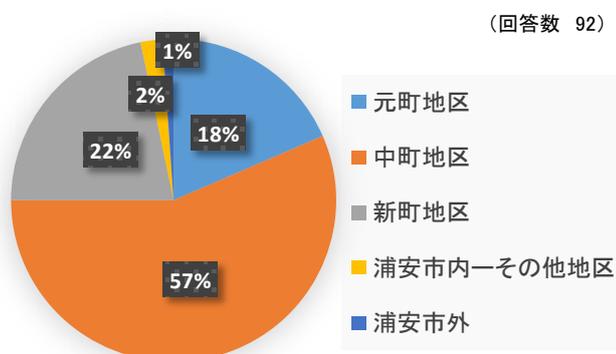
Q 33. あなたの住居の種類をお答えください。



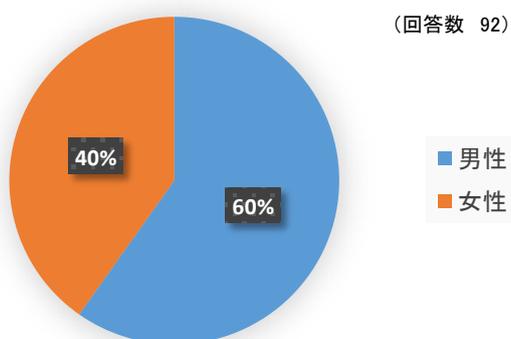
Q 35. 前問で「夫婦と子供」、または「その他」とお答えの場合、世帯人数をお答えください。



Q 36. あなたのお住まい地区をお答えください。



Q 37. あなたの性別をお答えください。



Q 38. あなたの年齢の範囲をお答えください。

