郊外住宅団地の家族類型予想から見た居住用エネルギー消費予測と課題研究

茨城県土浦市天川町における戸建住宅のアンケートとエネルギー消費量調査から

STUDY ON THE ESTIMATION OF HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION
BY FAMILY TYPE IN SUBURBAN RESIDENTIAL DISTRICT

Survey of energy consumption and questionnaire of detached houses Amakawa residential district in Tsuchiura-city

中村 美和子*, 中村 勉**, 糸長 浩司***

Miwako NAKAMURA, Ben NAKAMURA and Koji ITONAGA

This paper analyzed Estimation of population projections and domestic energy consumption according to family types. The survey was targeted elderly household in a suburban area, Amakawa residential district in Tsuchiura city, Ibaraki Prefecture as a model case. The area had developed for housing project in postwar of Japan and the population has been decreasing every recent year. The issue was analyzed the trend of depopulation, the estimation of number of household of the area, and the survey of energy consumption and questionnaire in order to predict and apply to the environmental and housing policy in the area and the local government.

The result was clarified that the amount of CO₂ Emissions elderly single households were indicated high score compared to the elderly couple and the other type of household. And it is expected to be the same kind of situation might happen gradually in the other residential districts in the Tsuchiura city in near future.

Keywords: *Sunburn Residential Area, Energy consumption, Lifestyle, Family Type, CO₂ Emissions of Detached houses*郊外住宅地, 家族類型, エネルギー消費, ライフスタイル, 戸建住宅のCO₂排出量

1. はじめに

1.1 背景と目的

地球温暖化問題の課題とされている我が国のCO₂排出量は、2005年以降の京都議定書目標達成計画の取り組みの他、2008年から人口減少が始まっているにもかかわらず、家庭から排出する消費エネルギー消費起源のCO₂排出量は増加し続けている。

2015年、パリ協定の採択を受け、我が国は温室効果ガス排出量の「2030年度に13年度比 26%」の削減目標、併せて「2050年には2010年比で80%減」の努力目標を掲げ、家庭部門は2030年に13年度比40%のCO₂排出削減のための地球温暖化対策計画をまとめている。一方で、将来的には人口縮小による家庭からの総CO₂排出量の縮小が見込まれているが、今後も単身世帯数の増加により、1人当りのCO₂排出量は増加することが予測されている。都市全体での排出削減を実現するために、小規模エリア（住宅団地等）での削減の積み重ねや、住民意識改革等が必至と考える、その具体的な対策を考える際には、世帯構成単位別、町単位でのCO₂排出量の推測により課題を明確にする必要がある。

近年、都市の環境性能の評価ツールCASBEE—都市の開発、低炭素都市づくりガイドラインの策定（2010年、国土交通省）など都市や自治体単位で考えることが注目されてきた。自治体単位で地球温

暖化対策に取り組むことは、気候・風土などの地域特性を活かした対策と施策が可能になるメリットがある。しかしながら自治体の中では、中心部、住宅地、農村部など地域により、住人の年齢層、家族構成などの違いがある。更に町単位でのCO₂排出量を長期的に把握することで、詳細な施策が可能となると考えられる。

現在、住宅地開発においては、住宅地単位での環境負荷削減の取り組みが注目され、環境に配慮した住宅地やスマートタウンなどの新興住宅地の建設が相次いでいる。一方で、戦後からバブルの時期まで宅地開発がなされスプロール化してきた大都市周辺の既成住宅地や住宅団地においては、居住者の減少による空洞化、高齢化、独居老人の増加などが問題となっている。

伊香賀らは住宅から排出するエネルギー消費起因のCO₂排出量の予測について、2005年からの一連の研究¹⁾により、2050年まで都道府県別の推計、世帯類型別には2030年まで都道府県別に推計ができるようなマイクロモデルを開発している。都市単位の世帯類型別の研究に関しては、家族推計の変遷過程による消費エネルギーの設定を行った、菅原・吉野らのLCA評価についての調査報告²⁾、田中・中上らによる世帯類型別のエネルギーの将来予測³⁾などがある。森田らの研究⁴⁾では、住まいから排出されるCO₂排出量について家族類型別に詳細な2050年までのCO₂排出量の原単位を算

* MW 環境計画 修士(環境情報学)

** 中村勉総合計画事務所／ものづくり大学 名誉教授

*** 日本大学生物資源科学部 特任教授・工博

MW Ecological Design, M. Env. & In.

Ben Nakamura and Associates Inc. / Emeritus Prof., Institute of Technologists

Designated Prof., College of Bioresource Sciences, Nihon Univ., Dr. Eng.

出するモデルを構築し、名古屋 20km 圏の市区町村を対象に世帯起源の CO₂排出量を小学校区単位で推計している。

しかし、いずれも都市単位、或いは小学校区単位の大きな予測であり、将来のまちの施策のためには、前項で述べたようにもう少し小さな単位からの予測を併せて行うことが望ましいと考えた。

本研究では、既に人口減少の進む 1960 年代に開発された茨城県土浦市の郊外戸建住宅団地（人口約 2,200 人）をケーススタディとして、長期的な視点から 2050 年までの町内の人口動態と住民の世帯類型を推計した。更に現在の住民の生活の典型を探るために実際にまちの生活についてアンケートを実施し、将来の世帯類型別による年間のエネルギー消費量による CO₂排出量の将来推計を行った。それにより、将来のまちの課題の特徴を掴み、今後の施策に役立てることを目的とする。また、こうした一連の作業が、今後の住宅地単位の施策や環境負荷低減のためのまちづくりの手法に汎用性のあるものとして資することを目的とする。

1.2 研究の方法

本研究は、以下の手順で実施した。

- 1) 住宅団地内の将来人口推計、また市内の類似の住宅団地の将来人口推計を行った。本研究では、2050 年をターゲットとした。
- 2) 団地内の家族類型別世帯数の現在の推計、将来予測を行った。更に 1) の人口推計とその家族類型別世帯数を基に、2050 年までの空き家・空地率を推計した。
- 3) アンケート調査Ⅰ（2010 年 2 月）を実施し、団地内住人の住宅仕様と家族類型、永住志向など生活様式について明らかにした。
- 4) 団地内住宅での年間エネルギー消費量と冷暖房機器の所有・使用状況についてのアンケート調査Ⅱ（2010 年 11 月実施）を実施し、既存の世帯類型別消費 CO₂排出量と比較した。家族類型別の CO₂排出量から家庭から排出する CO₂排出量注を推計した。

2. 研究対象地

2.1 土浦市の概要と市内の人口予測

茨城県土浦市は、東京から約 60 キロ、人口約 14 万人の中都市である。県南の商業地として駅前が栄えたが、高度経済成長期以降、バブルの時期まで工業地の開発に伴い東京のベッドタウンとして幹線道路沿い周辺に宅地開発がされてきた。市では人口減少が始まっている。本研究においては、出生、死亡の特異な傾向や大企業や鉄道の誘致等による社会移動の大きな変化はないと仮定して、2005 年と 2010 年の住民基本台帳データを基にコーホート法⁵⁾ 注1) を用いて 2050 年までの人口推計をした。

その結果、2050 年には、市の人口は現在の 7 割まで減少し、老年人口の割合は現在の約 2.2 倍に増加すると推計された（図 1）。

土浦市の居住地は、大きく分けて、① JR 常磐線駅周辺の駅前市街地、② 昔からある旧水戸街道沿いの町／戦後開発された幹線道路周辺の住宅団地、③ 農山村地域である新治地区に多い江戸時代から続く農村集落がある（図 2）。各地域において、人口密度や老年人口率は異なるため、上記のコーホート要因法を用いて、町丁別の 2050 年までの人口推計を行った。対象範囲が小さくなるため、将来推計としての確な計算方法というよりも 1 つの指標として推計することを考えた。この町別人口密度と老年人口率の相関関係について、

それぞれ上記の 3 つの地域別に 2010 年と 2050 年で比較したものを図 2 に示した。これにより以下のことが明らかとなった。

- 1) 2050 年にはどの地域においても老年人口率が 35% 以上となり総体的な高齢化が予測される。
- 2) ① 駅前市街地は土浦駅前 300m 圏内の町を除き人口密度は大きく減少する。高齢化も大きい。
- 3) ② の人口減少は居住地としてはかなり密度が低くなり、居住地としてのインフラの維持や空き家・空地の問題が予想される。
- 4) ③ 山間部・農村集落地域においては現在人口密度 2.9 人/ha から更に 1.7 人/ha に減少する。

図1 土浦市の人口推計(2050 年まで)

図2 土浦市全体図

図3 土浦市地域別町別人口の高齢率・人口密度の 2010 年と 2050 年の比較

2.2 土浦市内の戦後開発の郊外住宅地の将来人口

本研究の対象地とした天川町は、1966年に市内で始めて市住宅公社により開発された戸建分譲住宅団地である。当時、全国的に宅地開発が供給されている（図4）が、土浦市は天川団地、まりやま団地（1973）、鳥山団地（1976）の開発以後、バブル経済期にかけて少しずつ宅地開発がされていった（図5）。そして平成になってからも宅地開発は続いている。最も新しく大規模な開発におおつ野ヒルズ(2000)があるが、工業団地と一体のまだ多くの区画が空地で開発途上の状態である。

図4 全国の宅地開発供給量と土浦市内の主な住宅地開発

図5 土浦市の戦後開発された住宅地の分布

前節で実施した人口推計の②地域の内、本研究対象である天川団地を含む市内の戦後開発された主な戸建住宅団地の予測結果の詳細について、2010年を基準（100%）として人口増減率を図6に示した。天川町を始めとする1960年代、1970年代に開発された住宅団地は2010年の約49～60%に、1980年代に開発された団地は約58～67%、90年代に開発された団地は10～2%程度に人口縮小するが、東都和団地のみ50%近く縮小すると推計された。同様に、住宅団地の老年人口の占める割合の推移を図7に表したが、2010年に10%から約30%の老年人口率は、2050年には約30%から40%弱の老年人口率になることが予測された。

図6 土浦市内の戦後開発された住宅団地の人口増減率の推計

図7 土浦市内の戦後開発された住宅団地の老年人口率の推計

3. 天川町の2050年人口・家族構成・空き家・空地の推計

3.1 土浦市天川町の概要

天川町はJR土浦駅から約3.3Km離れたつくば市との境界にある。町を横断する幹線道路が十字に走り、その中央に郵便局やショッピングセンター、診療所などの施設が集中している。駅から歩くには遠いため、巡回する関東バスが唯一の公共交通機関であり、住民はマイカーによる移動が中心である（図8）。この自動車中心の生活は、幹線沿いの大型ショッピングセンターに買物圏は移行し、町内の小さなショッピングセンターは現在シャッター化している。また、住民の高齢化と、住人の2代目がまちに居つかないことから空き家・空地の増加が問題となり始めている。表1に町の概要を記す。

表1 茨城県土浦市天川町の概要	
天川1・2丁目	昭和41年～43年に土浦市が開発
地積	335,876㎡
人口/世帯数	2,250人／955世帯(2010年)
人口密度	69.0人/ha
交通	土浦駅からバスで約15分
用途地域	2低専60/100 1低専50/100
利用区分・住宅数	住宅・戸建 980戸・共同 17棟
施設など	保育所1・幼稚園1・診療所1 デイサービス・グループホーム1、郵便局1、ショッピングセンター1

図8 天川町地図

写真1 天川町中央の幹線道路、住宅、ショッピングセンター

3.2 2050年の年齢別人口推計

開発当初約1100人であった天川町内人口は、10年後の1976年には2594人とマックスに達し、その後2000年に人口2327人、2007年は人口2155人と徐々に人口減少が始まっている。一方で世帯数については増加傾向にある（図9）。併せて、前項の町丁別の郊外住宅団地の人口推計に採用したコーホート要因法による将来推計による2050年までの人口推計を示す。

天川町は、開発時まで居住者はなく、開発とほぼ同時期に入居した者がほとんどのため、現在の年齢別人口をみると、70代の人口がもっとも大きい。65歳以上の老年人口が全体の約32%、50歳以上が約52%を占めている。全国平均の老年人口は20%、土浦市全域では18%であるので、市内の中でも高齢者による人口構成が高い町である。2050年には2010年の人口の60%に縮減、老年人口率は約39%になると推測された。

この人口推計を基に年齢別の人口ピラミッドを作成（図10）し、その変化を推測した。老年人口が最も多くなるのは、開発当初に入居した世代と団塊世代が老人人口に移行する2020年頃という結果となった。

図9 天川町の人口と世帯数の推移と2050年までの人口推計

図10 天川町の人口推計のピラミッド(2010年～2050年)

3.3 家族類型別世帯数の推計

次に、天川町の家族類型別世帯数を推計した。

平成22年の国勢調査による土浦市全体の家族類型毎の世帯主年齢別世帯数⁶⁾をグラフに示す（図11）。40代後半から60代前半の「夫婦と子供世帯」が最も多いが、60代に入ると、夫婦のみの世帯が最も多くなり、80代になると単独世帯が大きい割合を占める。

図11 土浦市の家族類型毎の世帯主の年齢別世帯数(平成22年)

この土浦市の家族類型別世帯の割合に、土浦市と天川町の年齢別人口の比率を割り出して2010年、2030年、2050年の全国の家族類型別世帯数の推計（国土審議会政策部会長期展望委員会）⁷⁾の比率を使って家族類型別世帯主世帯数を割り出し（表2）、天川町の2010年、2030年、2050年の世帯数を推計した（表3）。

表2 全国の世帯類型別世帯数による総世帯数に対する比率の推計

	人口	世帯数	単独 高齢	単独 一般	夫婦世帯	夫婦と子	1人親 と子	その他
2010年	144,060	56,583	9.3%	22.0%	20.1%	27.9%	9.0%	11.8%
2030年	126,403	54,917	14.7%	22.7%	19.2%	21.9%	10.3%	11.1%
2050年	100,840	47,342	23.3%	19.1%	18.5%	17.7%	10.5%	10.8%

表3 2050年の天川町世帯類型推定数

天川町	人口	世帯 総数	単独 高齢	単独 一般	夫婦 高齢	夫婦 一般	夫婦と子	1人親 と子	その他
2010	2250	955	107 (11.2%)	167 (17.6%)	138 (14.5%)	74 (7.7%)	258 (22.2%)	89 (6.2%)	122 (20.8%)
2030	1835	834	148 (17.8%)	149 (17.9%)	115 (13.8%)	104 (12.5%)	171 (20.5%)	89 (10.6%)	100 (12.0%)
2050	1341	624	176 (28.3%)	84 (13.4%)	83 (13.3%)	44 (7.1%)	102 (16.4%)	67 (10.8%)	68 (10.8%)

計算方法を図12に示す。この計算では以下を条件とした。

- ① 地域に人口動向に関連する大きな社会現象が起きないことと仮定する。
- ② 2010年の天川町の推計には、コーホート法で得られた天川町と土浦市全体の年齢別人口の比率を補正值としてすることで、推計に近づくようにした。2030年、2050年の推計値は、これを基に全国の家族類型別世帯数の推計比率を採用した。ただし、夫婦世帯の高齢夫婦、一般夫婦の割合に関しては、2010年の天川町の高齢夫婦、一般夫婦の割合を基に補正した。他の世帯タイプの割合に関しては、2050年までの全国の将来の家族類型別世帯数の比率と大きな差がなかったため、そのままの比率を採用したが、別の地域に採用する場合には地域に応じた補正值が必要と考える。

図12 天川町家族類型別世帯数推計の方法

3.4 天川町の既存住宅の概要

天川町の2007年の土地・家屋価格等縦覧帳簿により町内の既存住宅の竣工年代別軒数を分析した。既存建物件数について図13に表す。全体で戸建専用住宅は842戸、併用住宅34戸、共同住宅23棟である。約92%は戸建専用住宅で、そのうち、約68%の625戸は1981年までに建設されたもので、開発当初に入居した家族が継続的に住んでいることが想定できる。共同住宅は戸数が不明であるが、総床

面積を土浦市の共同住宅1戸の平均延床面積54.9㎡で除すと、138戸、1棟あたり約6戸となり、小数戸のアパートが多いと推測される。戸建住宅の1区画当たり平均面積は約240㎡と大きい、平均延床面積は約101.5㎡で、関東大都市圏の平均値113.28㎡を下回る。これは、縦覧帳簿によると開発初期の住宅は平屋建で小規模の住戸が多かったためと考えられる。

図13 天川町の竣工年代別既存建物数

3.5 空き家・空地予測

現地調査では、戸建住宅の空き家の実数について把握することは難しい。以下の方法で空き家・空地の推計を行った。

【空地】1976年から5年ごとの住宅地図上の住戸の変遷を追い、住宅が在った場所で2010年時点で空白となっている区画数とする。

【空き家】市の統計調査による2010年時点の世帯数と住宅地図上の名前等を比較して2010年時の戸建住宅の空き家数を特定した。

2030年以降は、世帯数予測と比較しながら、戸建住宅と集合住宅の2010年の比率を用いて2030年、2050年の戸建住宅数を推計し、それに対する空き家・空地数を合算して推計した。この結果を表4に示す。この結果により、2050年には戸建住宅数が2010年の約65%に、空き家・空地数の合計は2010年の約8.5倍になることが予測された。現在住民に心配されている治安の問題、高齢者世帯の分散的な増加による公的サービスの低下、インフラ維持の限界など住環境の悪化が予測され、その対策をCO₂排出量削減策と連動させていくことが必要となってくる。

表4 天川町空き家・空地数の推計と将来予測

	2010年(既存)	2030年	2050年
世帯数 (共同住宅居住含む)	955	834	624
戸建住宅数(空き家除く)	872	762	570
空き家数	22	150	342
空地数	18		

4. 町内戸建住宅の生活形態とCO₂排出量分析

4.1 アンケート調査(調査I)による生活形態の把握と意向

調査内容は住まいと日常生活について行った。得られた調査結果を以下に示す。

1) 回答者属性: 回答者は39名で、30代1名、40代5名、50代4名、60代10名、70代14名、80代5名であった。世帯構成は親と子が17世帯、その内10世帯が老年者の親と独身の子だった。65歳以上の老年夫婦の世帯は15世帯、老年単身世帯は2世帯。老年者(65歳以上)23名中21名はリタイヤしているか専業主婦であ

る。世帯主の職業は官公庁勤務と企業勤務が8名、専門技術職が5名だった。家族の通勤・通学先は土浦市内（28%）、つくば市（18%）、水戸市（14%）の順に多かった。

2) 天川町に入居の時期：開発当初に入居の世帯が25名、1970年から1990年までに入居が4名、2000年以降は7名だった。移住前の住所は市内から5割、県内の市町村から3割の世帯を占める。

3) **住まい**：持ち家が1世帯を抜き、全て木造2階建て、延面積100～150㎡が9割、4LDK・5LDKが8割を占めている。

4) 建替・改修：建替は8世帯。理由は老後や永住を考えた、古くなったなど。増築・減築は7世帯。子供部屋が必要、老後を考えて、改修は9世帯。子供部屋、バリアフリーに、水回りの改修だった。入居してからの補修・修理は10件で、屋根の雨漏り、雨樋、水回りなどが多い。

5) 交通手段：5割以上の世帯は自動車をもつ。移動手段で最も多いのは、自家用車の約50%だった。

6) 高齢者の家族：65歳以上で子供が同居している（孫も含む）家庭は約5割、その内半分は子供が独身であった。

7) 永住志向：昭和40～45年頃の入居者の子供は新たに所帯を持つ者は近県に移住、或いは独身のまま家にいるケースが多い。回答者は転居を考える3名を除き、生活に支障がない限り生涯天川町に居住することを望んでいる。

4.2 居住者の年間エネルギー消費量（アンケート調査Ⅱ）

1) アンケートによる調査

2010年2月、長年、地域の活動をしている民生委員の協力をいただき、民生委員の目から見て地域の居住者として典型的な暮らしをしていると思われる高齢者を中心とした19世帯を選定していただいた。郵送回収によるアンケート調査を実施、15世帯から詳細な回答を得られた。

2) アンケート内容

- ①住宅の構造・規模・築年数
- ②所有する冷暖房機器とその台数、
- ③主に使用する冷暖房機器と補助冷暖房器
- ④夏冬の温熱環境に対する生活の工夫
- ⑤1日の平均在宅時間
- ⑥年間の月別エネルギー消費量

内容は、光熱量のみ（電気・都市ガス/LPG・石油・水）に限定し、すべてCO₂排出量に換算した。換算方法は、『JIA環境データシート2008』^{注1)}のCO₂換算方法を採用した（表5）。

表5 CO₂排出量の換算方法

電力(kg-CO ₂)= A(kWh)×0.555
都市ガス(kg-CO ₂)= A(m ³)×45.0×0.0506
LPガス(kg-CO ₂)= A(kg)×50.2×0.0598 A(m ³)×2.0747×50.2×0.0598 ≒A(m ³)×104.1×0.0598
石油(灯油)(kg-CO ₂)= A(ℓ)×36.7×0.0678
石油(重油)(kg-CO ₂)= A(ℓ)×39.1×0.0693
上水(kg-CO ₂)= A(m ³)×0.316
下水(kg-CO ₂)= A(m ³)×1.202
薪・チップ(kg-CO ₂)= A(kg)×0.0

3) 回答者の家族類型の属性は、高齢者単独世帯、高齢者夫婦、高齢者夫婦と子供世帯、一般夫婦世帯、一般夫婦と子供世帯とその他の世帯として分類した。

4.3 住宅におけるエネルギー消費量（CO₂排出量）の実態

アンケート結果で得られた情報の概要を表6に示す。表では各月の電気・都市ガス/LPG・石油・水をCO₂排出量に換算した年間合

表6 アンケートによる居住者世帯における住宅内エネルギー消費量(CO₂排出量)

世帯類型	居住者		住宅の概要				冷暖房設備						CO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)			
	家族人数	世帯主年齢	住宅タイプ	建築年	階・構造	面積(㎡)	敷地(㎡)	○主な暖房器 △補助暖房	○主な冷房器 △補助冷房	エアコン台数	高気密サッシ	二重窓	高断熱	在宅時間 (1日平均)	年間計	1人当り (面積当り)
単独高齢	1	85	持ち家 一戸建	1965	木造 2 階 6LDK	166.0	414.0	○石油ストーブ △こたつ △加温器	○扇風機 △エアコン	3		●		15.7	3600.8	3600.8 (21.7)
	1	81	持ち家 一戸建	1967	木造 2 階 4LDK	95.7	264.0	○エアコン	○扇風機 2 台 ○エアコン △除湿機	2				ほとんど	3079.8	3079.8 (32.2)
	1	77	持ち家 一戸建	1973	木造 2 階 3LDK	73.6	228.9	○石油ストーブ △電気カーペット △こたつ	○扇風機 △エアコン	2	●	●		13.9	2733.2	2733.2 (27.3)
	1	77	持ち家 一戸建	1996	木造 2 階 3LDK	161.0	240.0	○石油ストーブ △電気カーペット	○扇風機 △エアコン	5	●			18.5	3115.8	3115.8 (19.4)
高齢夫婦	2	78	持ち家 一戸建	1965	木造 2 階 4LDK	108.9	297.0	○こたつ △石油ストーブ △湯たんぽ	○扇風機 △エアコン	3	●			20	1670.4	835.2 (15.3)
	2	76	持ち家 一戸建	1967	木造 2 階 4LDK	140.0	250.0	○石油ストーブ △こたつ △ガスストーブ	○エアコン △扇風機 △除湿器	4	●			20	3776.6	1888.3 (27.0)
	2	78	借家 一戸建	1979	鉄骨造 2 階 6LDK	119.0	247.3	○石油ストーブ △エアコン	○エアコン △扇風機	4	●			20	3387.1	1693.6 (28.5)
	2	75	持ち家 一戸建	1983	木造 2 階 6LDK	153.7	258.8	○石油ストーブ	○エアコン	3			●	20	4211.7	2105.8 (27.4)
	2	71	持ち家 一戸建	1996	木造 2 階 5LDK	144.0	240.0	○暖炉・ 薪ストーブ △石油ヒーター	○エアコン ○扇風機	5		●		19.4	2241.7	1120.9 (15.6)
一般夫婦	2	43	持ち家 一戸建	1997	木造 2 階 5LDK	88.0	149.0	○石油ストーブ	○扇風機 △エアコン	2	●		●	20.8	1540.2	770.1 (17.5)
夫婦＋子	4	44	持ち家 一戸建	1967	木造 2 階 4LDK	132.0	230.0	○石油ストーブ	○エアコン △扇風機	6			●	15.8	3164.7	791.2 (24.0)
高齢夫婦 ＋子	4	71	持ち家 一戸建	1980	木造 2 階 6LDK	156.0	330.0	○エアコン △石油ストーブ	○エアコン △扇風機	3			● 天井	24	7569.8	1892.5 (48.5)
	3	77	持ち家 一戸建	1998	木造 2 階 10LDK	190.8	256.4	○石油ストーブ △エアコン	○エアコン △扇風機	5				24	3878.7	1292.9 (20.3)
その他	3	59	持ち家 一戸建	1968	木造平屋 5LDK	100.0	320.0	○石油ストーブ △こたつ △エアコン	○エアコン △扇風機	2				24	4624.5	1541.5 (46.2)
	3	67	持ち家 一戸建	1998	鉄骨造 2 階 4LDK	132.0	230.0	○石油ストーブ	○エアコン △扇風機	6	●		●	15.8	791.2	197.8 (23.1)

算として示した。回答者世帯数は少ないが、アンケート調査の結果から町の住宅事情と共に年間の消費エネルギー量の情報を得られたことで、特に高齢者世帯の課題を読み取ることができた。得られた知見は以下である。

- 1) 高齢単独、高齢夫婦世帯の居住する住宅は木造2階建がほとんどで、4～6LDKの住宅に1人若しくは2人で暮らしている。9世帯中6世帯は1960～70年代に入居した当時の住宅に居住する。
- 2) 高気密サッシや二重窓などで気密性に気をつかう世帯は15世帯中9世帯あったが、断熱に関しては5世帯で80年代以降に建築の住宅か或いは若い世代の居住する住宅が多い。
- 3) 回答者の年間CO₂排出量と建築年数、住まいの仕様には相関関係はほとんど見られなかった。冷暖房や家電用品の使い方など、生活様式が大きな要因と思われる。
- 4) 高齢世帯、特に高齢単独世帯の1人当り年間CO₂排出量は高い傾向にある。それに對し、60代以下の世帯主の世帯はサンプル数が少ないが年間CO₂排出量は低かった。
- 5) 所有する冷暖房器で最も多いのがエアコン（平均3.6台）だったが、電気消費量は季節別では、夏期、冬期に少し上昇する程度で（1世帯を除き）大きな変化は見られなかった。
- 6) 1人当たり年間各月のCO₂排出量の大きい世帯は、季節による変動、特に冬が大きい傾向にある。暖房によるエネルギー消費が大きいと想定される。主に使用する暖房機器で多くあげられたのは石油ストーブだった。石油の使用量からみても冬季の暖房負荷は石油ストーブによるものが大きいと想定される。
- 7) 最も頻繁に使用する冷房機器は扇風機とエアコンで同じ割合だった。高齢者の単身世帯や子供のいる家庭は扇風機を主な冷房器として使用する傾向がみられた。

更に詳細な調査項目を加えるなどして、今後増加する高齢者世帯の住まいの課題に役立てることが重要である。

次にアンケート回答者の家族類型別の平均値を算出し、既存調査による全国の家族類型別戸建住宅から排出する年間CO₂排出量³⁾と比較した（表7）。特に高齢単独世帯の年間CO₂排出量平均値が全国平均値を大きく上回り、高齢夫婦世帯の2人分の排出量よりも大きい結果となった。^{注3)}

表7 家族類型別 CO₂排出量の既往研究との比較(単位: kg-CO₂)

家族類型	全国平均	茨城県	回答世帯の平均
高齢単独	2,575	2,563	3132.4
単独一般	2,259	2,311	—
高齢夫婦	4,550	4,153	3057.5
一般夫婦	3,520	3,394	1,540.2
高齢夫婦と子	3,732	3,793	5,623
一般夫婦と子			3,109
1人親と子	3,582	3,535	—
その他	4,227	4,446	4,085

4.4 高齢者世帯のエネルギー消費量の将来推計

2010年、2030年、2050年の天川町の家族類型別世帯数推計に基づき、現状のまま無対策の場合のCO₂排出量を推計した(表8)。

表3に示す2010年、2030年、2050年の天川町の世帯推計値を表4の戸建住宅数に換算し、表6のアンケート調査によるCO₂排出量の平均値を乗じた。ただしデータの少ない家族類型の値については、既往研究の茨城県平均値(表7)を採用した。また、その茨城県平均値をすべて用いて計算した結果を表9に示す。

住人データによる2050年の天川町の戸建住宅の総CO₂排出量は、無対策の場合、2050年に、総体的には2010年の約62%になるが、1人当り年間CO₂排出量は、約65kg-CO₂増加することが予測された。これは、高齢者世帯の割合が増加することに起因する。

表8 本調査の住人データによる天川町戸建住宅のCO₂排出量推計

単位: t-CO ₂ /年	高齢単独	単独一般	高齢夫婦	一般夫婦	一般夫婦と子	1人親と子	その他
2010年	306,037	352,395	385,264	229,328	1,147,495	287,271	455,056
2030年	423,304	314,412	321,054	192,139	760,549	287,271	372,997
2050年	503,388	177,252	231,717	136,357	453,661	216,261	253,638

表9 既存データ(茨城県)による天川町戸建住宅のCO₂排出量推計

単位: t-CO ₂ /年	高齢単独	単独一般	高齢夫婦	一般夫婦	一般夫婦と子	1人親と子	その他
2010年	250,406	352,395	523,304	229,328	893,543	287,271	495,270
2030年	346,357	314,412	436,087	192,139	592,232	287,271	405,959
2050年	411,883	177,252	314,741	136,357	353,261	216,261	276,052

表10 天川町戸建住宅の世帯・1人当りCO₂排出量推計比較

単位: t-CO ₂ /年	住人データ		既存データ(茨城県)	
	総量	1人当り	総量	1人当り
2010年	3,162,847	1,406	3,031,519	1,347
2030年	2,671,726	1,456	2,574,458	1,403
2050年	1,972,274	1,471	1,885,808	1,406

5. まとめ

以上の結果から以下のようなことが明らかとなった。

- 1) 天川町の将来人口推計と世帯数の推計により、世帯が著しく減少し、空き家・空地が拡大することが明らかとなった。
- 2) 家族類型別の世帯数の推計から、高齢者世帯、特に単独高齢者世帯の割合が増加していくこともわかった。
- 3) 郊外住宅地の典型である自動車依存率が高く、住人が高齢になったときの生活に支障が出ることが明らかとなった。
- 4) 居住者の数にかかわらず、エアコンの所有数は居住用エネルギー消費量が将来的にも多くなると予測でき、特に、高齢者世帯の居住用エネルギー消費量が高く、その結果として単身高齢者が最も大きいことがわかった。
- 5) 地域の特徴として、世代にかかわらず石油ストーブの併用が多かった。現在の若い世代が今後も併用していくことも予想される。
- 6) 単身高齢者居住は、低炭素社会構築の課題であると同時に高齢者介護、福祉の視点からも、グループ居住、シェア居住等を含めた、新しい低炭素型居住様式がより必要となってくる。今後調査の母数を増やし、詳細な生活様式についての調査が必要と思われる。

7) CO₂排出量の将来推計をしたが、1人当たりのCO₂排出量は既存の茨城県の平均値を採用した場合よりも大きくなる。特に単身高齢者の推計値が大きく、社会的な問題と共に消費エネルギーの問題も解決していく施策が望まれることが明らかとなった。

8) 現状のまま無対策の場合のCO₂排出量を推計したが、現在様々な環境負荷削減の手法が研究開発されている。どのような方策でこれを抑えていくかを今後の課題としたい。

9) 1960年代に開発された天川町の推計をすることで、2.2節で示したように、同年代に開発された戸建住宅団地や、今後高齢化していく戸建住宅団地の空洞化や1人当たりのCO₂排出量についても時期を移して増加していく傾向にあることが予測される。またその地域の特性を掴みながら、市域全体でどのような推移をたどるかを推計することで、今後の施策の役に立つと思われる。

謝辞

本研究に際し多大な御協力を頂いた土浦市役所、土浦市民生員の方、アンケートにご協力いただきました住民の方々に心から謝意を表します。尚、本研究は、環境省の地球環境研究総合推進費（E-0808）の支援により実施された研究の一部であることを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Ikaga, T., Miura, S. Tonooka, Y. et al.: Development of Macro simulation method on Household energy consumption and CO₂ emission by each Administrative division, Journal of architecture and building science 22, pp.263-268, 2005.12
伊香賀俊治, 三浦秀一, 外岡豊他：住宅のエネルギー消費とCO₂排出量の都道府県別マクロシミュレーション手法の開発, 日本建築学会技術報告集 第22号, pp.263-268, 2005.12
- 2) Sugawara, H., Yoshino, H. et al.: Life Cycle Assessment of Various Energy-Saving Techniques in Residential Building in Consideration of Different Life Stage, Proceedings of Tohoku Chapter Architectural Research Meeting (68), pp.81-84, 2005.6
菅原華子、吉野博他：家族形態の変遷を考慮した住宅における省エネルギー手法のLCA評価(環境工学), 日本建築学会東北支部研究報告集. 計画系 (68), pp.81-84, 2005.6
- 3) Tanaka, A., Kubo, R. et al.: Attribution analyses of Family area and of Household energy use and its future prediction, Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ), Vol. 73, No.628, pp.823-830, 2008.6 (in Japanese)
田中昭雄, 久保隆太郎他：世帯属性を考慮した住宅用エネルギー消費原単位の推定と将来予測, 日本建築学会環境系文集 第73巻 第628号, pp.823-830, 2008.6
- 4) Morita, H., Takano, T., Kato, H. et al.: An Environmental performance evaluation of Neighborhood design in Built-up areas, Journal of JSCE. D3, Vol.70, No.5, pp L_415-L_422, 2014.
森田 紘圭, 金岡 芳美, 加藤 博和 他：既成市街地を対象とした街区群デザインの低炭素性評価、土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第31巻), pp L_415-L_422, 2014.
- 5) 国立社会保障・人口問題研究所 将来人口データベース, <http://www.ipss.go.jp/syoushika/tohkei/mainmenu.asp> (参照：2016.2.24) 『日本の市区町村別将来推計人口』封鎖人口（平成20年12月推計）
- 6) 平成22年国勢調査人口等基本集計（総務省統計局）による世帯の家族類型(16区分)、世帯主の年齢(5歳階級)の表
- 7) 国土交通省国土計画局：国土審議会政策部会長期展望委員会「国土の長期展望」 中間とりまとめ 概要, 2011.2

注

注1) 0-4歳の人口についてコーホート法変化率の計算方法による出生とし、5-100歳以上の人口については2002年全国の年齢別死亡率により計算を行った。土浦市の人口構造が全国平均とよく似ているこ

とから特定のパラメータを設定しなかった。ただ、社会移動のない安定的社会を前提とした予測に過ぎず、本手法には一定の限界があるが、人口変動を想定した上での将来の町のCO₂排出量の推計を行う上で意義あると考える。尚、参考文献5)の人口問題研究所による『日本の市区町村別将来推計人口』は2035年分までである。

注2) 公益社団法人日本建築家協会のJIA環境行動委員会により開発された建築物の環境評価をするデータシート。設計者の環境設計ツールとしても使用され、2003年からJIA環境建築賞の審査資料の1つとして重要な役割をしている。

注3) 天川町の一般夫婦、高齢世帯など世帯類型の平均値の算出に関しては、サンプル数が少ないことから町の平均値と仮定するには限界がある。今後、更に詳細な調査とサンプル数を増やして平均値としていくことが今後の課題として残されている。

STUDY ON THE ESTIMATION OF HOUSEHOLD ENERGY CONSUMPTION BY FAMILY TYPE IN SUBURBAN RESIDENTIAL DISTRICT

Survey of energy consumption and questionnaire of detached houses Amakawa residential district in Tsuchiura-city

*Miwako NAKAMURA **, *Ben NAKAMURA *** and *Koji ITONAGA ****

* MW Ecological Design, M. Env. & In.

** Ben Nakamura and Associates Inc. / Emeritus Prof., Institute of Technologists

*** Designated Prof., College of Bioresource Sciences, Nihon Univ., Dr. Eng.

In recent years, Japanese Domestic carbon dioxide emission has been increased though the population has been decreasing. It is said that the reasons of the increase are the number of household has been growing, and lifestyle of people has changed and consume more energy by utilize many kinds of electronic devices.

This paper analyzed Estimation of Population Projections and Domestic Energy Consumption according to family types. The survey was targeted especially elderly household in a suburban residential district in Tsuchiura City, Ibaraki Prefecture as a model case. The area had developed for housing project in postwar of Japan and the population has been decreasing every year, as the other similar type of suburban residential district in the surrounding area and the other suburban cities in Japan have same problem. The issue was analyzed the following procedure.

At first, Population Projection for 2050 in Suburban residential district were studied in order to analyze trend of depopulation and what type of family has inhabited in Tsuchiura city.

Secondly, the estimation of number of Household of Amakawa residential district in 2050 was analyzed in order to predict the number of vacant lot in the area and make the future Issue clear in the same kinds of suburban area. It clarified that vacant lot of 2050 would be almost eight times of 2010.

Finally, survey of the energy consumption and questionnaire were held in Amakawa residential district in 2010 to revealed the lifestyle of residents and their household CO₂ emissions according to family types especially for the elderly resident's household.

The result was clarified that the amount of CO₂ Emissions elderly single households were indicated high score compared to the elderly couple and the other type of household. And it is expected to be the same kind of situation might happen gradually in the other residential districts in the Tsuchiura city in near future.

It needs further investigation of their lifestyle and the domestic energy consumptions by more examples.

(2016年6月10日原稿受理, 2017年6月19日採用決定)