

平成29年度

家庭部門のCO₂排出実態統計調査事業委託業務

(平成30年度調査分の準備等)

報 告 書

平成30年3月

株式会社 インテージ

株式会社 住環境計画研究所

目次

1. 目的と業務内容.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 業務内容.....	1
2. 家庭 CO ₂ 統計平成 30 年度調査の準備.....	3
2.1 調査員調査.....	3
2.2 IM 調査.....	9
2.3 調査の合理化・効率化の課題整理と改善検討.....	13
2.3.1 調査の合理化・効率化に向けた取組.....	13
2.3.2 委任状方式の簡易化の検討.....	21
2.4 業務の効率化等のための取り組み.....	24
3. 統合集計方法の検討.....	25
3.1 背景.....	25
3.2 調査概要・体制.....	25
3.3 実施スケジュール.....	27
3.4 統合集計に関する文献調査.....	27
3.4.1 文献調査の進め方.....	27
3.4.2 調査結果.....	34
3.4.3 考察.....	80
3.5 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討.....	81
3.5.1 検討の方針.....	81
3.5.2 全国試験調査の概要.....	81
3.5.3 統合集計方法を検討するための概念整理.....	86
3.5.4 統合集計方法の候補の検討.....	90
3.5.5 統合集計方法の検討結果.....	97
3.6 統合集計方法の検討結果.....	99
3.6.1 モード間の乖離の要因.....	99
3.6.2 家庭 CO ₂ 統計に適用する統合集計方法の候補.....	100
3.6.3 家庭 CO ₂ 統計検討会での審議結果.....	100
4. 家庭用コージェネレーションシステム・家庭用蓄電池・電気自動車等に関する検討.....	102
4.1 家庭 CO ₂ 統計において自家発電設備等を考慮する場合のエネルギー消費量および CO ₂ 排出量の集計区分のあり方.....	102
4.2 家庭用 CGS.....	105
4.2.1 家庭用 CGS の普及実態.....	105
4.2.2 家庭用 CGS におけるエネルギーバランス.....	106
4.2.3 家庭用 CGS の情報把握に関する調査.....	108

4.2.4	まとめ・調査票案.....	110
4.3	家庭用蓄電池	114
4.3.1	家庭用蓄電池の普及実態.....	114
4.3.2	家庭用蓄電池によるエネルギー消費の取り扱い	115
4.4	EV/PHV	116
4.4.1	EV/PHV の普及実態	116
4.4.2	EV/PHV におけるエネルギーバランス	116
4.4.3	EV/PHV の情報把握に関する調査	118
4.4.4	まとめ・調査票案.....	123
5.	全国試験調査の詳細分析等	127
5.1	家庭 CO ₂ 統計の利用分析に係る検討.....	127
5.1.1	総合エネルギー統計の計上方法の見直しに伴う課題の再整理	128
5.1.2	総合エネルギー統計 2015（遡及修正）と家庭 CO ₂ 統計との比較.....	134
5.1.3	課題(A)：総合エネルギー統計と家庭 CO ₂ 統計の間の定義の差異に関する課題	136
5.1.4	課題(B)：新規項目の反映における課題	140
5.1.5	課題(C)：家庭 CO ₂ 統計を総合エネルギー統計に反映させる際の整合に関する課題.....	149
5.2	用途推計に係る検討.....	151
5.2.1	照明用エネルギー消費量の推計方法の検討	151
5.2.2	灯油消費量の用途推計方法の再検討	171

1. 目的と業務内容

1.1 目的

国連気候変動枠組条約（以下、「UNFCCC」という。）第 21 回締約国会議（以下、「COP21」という。）において、全ての国が参加する公平で実効的な 2020 年以降の枠組みとしてパリ協定が採択された。我が国は、COP21 に先駆けて、国内の排出削減・吸収量の確保により、2030 年度に 2013 年度比で総排出量を 26%削減することとした「日本の約束草案」を決定しており、これを踏まえ「地球温暖化対策計画」（平成 28 年 5 月 13 日閣議決定）が取りまとめられた。

家庭部門においては、2030 年度に 2013 年度比で約 4 割削減する見通しを立てていることから、効果的な削減対策の実施が喫緊の課題となっている。

多くの諸外国では家庭部門の各種データを統計調査として整備している一方、我が国では家庭部門の CO₂ 排出実態やエネルギー消費実態等の詳細な基礎データの把握が不十分である。このため、今後の削減対策の検討や削減効果の検証等のために、早急に統計調査を整備する必要がある。また、UNFCCC により温室効果ガス排出・吸収目録（以下、「インベントリ」という。）の毎年の提出及びインベントリの精緻化が求められており、国際的に約束した削減目標について、精緻な達成評価をするためにも重要である。

これまで、平成 22 年度から政府統計の整備に向けた検討を開始し、平成 24～25 年度に統計法に基づく政府の一般統計調査「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査試験調査」（以下、「試験調査」という。）を実施し、また、平成 26～27 年度には、全国 10 地方の計 15,000 世帯以上を対象として、調査員調査とインターネット・モニター調査（以下、「IM 調査」という。）による「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」（以下、「全国試験調査」という。）を実施した。

本業務は、試験調査及び全国試験調査で得られた知見をもとに最終的な設計を行った一般統計等調査「家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査」（平成 28 年 11 月 4 日付総務省承認）（以下、「家庭 CO₂ 統計」という。）を平成 30 年度に実施することを目的とするものである。

1.2 業務内容

(1) 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備

家庭 CO₂ 統計の平成 30 年度調査について、家庭部門の CO₂ 排出実態やエネルギー消費実態等の詳細な基礎データを把握することを目的として、全国 13,000 世帯（調査員調査 6,500 世帯、インターネット・モニター調査 6,500 世帯）を対象とし、平成 30 年 4 月から平成 31 年 3 月までの 1 年間、電気・ガス・灯油等の使用量や属性事項等を調査する。

平成 29 年度は、統計法に基づく政府の一般統計調査として承認を受けた内容を基本としつつ、総務省への変更申請を必要としない範囲で、調査票等調査資材の改善を行う。また、調査地点の抽出、調査世帯名簿の作成、調査世帯への協力要請、調査票等調査資材の印刷・配布、オンライン回答画面の作成等の調査の準備を行う。なお、回収率の向上に向け、調査員調査の調査票の配布は調査員の訪問により行う等の取り組みを実施する。調査の実施に向けて合理化・効率化の観

点から課題の整理を行い、改善の検討を行う。

(2) 統合集計方法の検討

調査員調査と IM 調査の調査結果を統合して集計する方法について文献調査、ヒアリング調査等により先進動向を調査し、家庭 CO₂ 統計への応用可能性を検討する。

(3) 自家発電・家庭用蓄電池・電気自動車等に関する検討

家庭用燃料電池等のガス発電設備（以下、「自家発電」という）、家庭用蓄電池、電気自動車等の普及状況、発電量・エネルギー消費量等の把握可能性について文献調査、ヒアリング調査等により調査し、家庭 CO₂ 統計への反映について検討する。また、これらの設備の発電量・エネルギー消費量等をもとに、当該設備使用世帯における用途別消費量を推計する方法を検討する。

(4) 全国試験調査結果の詳細分析等

1) 家庭 CO₂ 統計の利用分析に係る検討

「平成 28 年度家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査委託業務」（以下、「28 年度委託業務」という。）における温室効果ガスインベントリとの比較分析の結果を踏まえて、全国試験調査結果を用いた温室効果ガスインベントリへの反映方法を検討し、反映するにあたっての課題を整理する。なお、検討に当たっては、関連統計調査や家庭部門以外の部門への影響についても把握する。

温室効果ガスインベントリのうち家庭部門における現行算定方法の課題及び今後の社会的変化（電力小売全面自由化、世帯の多様化や機器保有の変化など）により生じうる課題と家庭 CO₂ 統計の適用による課題解決の可能性もあわせて整理する。

2) 用途推計に係る検討

全国試験調査結果や文献調査等に基づき、家庭 CO₂ 統計において照明用エネルギー消費量を推計、精度の評価を行い、照明を単独用途として把握するための課題を整理するとともに、解決方法を提案する。

平成 28 年度委託業務の調査結果や全国試験調査結果等に基づき、灯油の購入量から暖房と給湯の消費量を推計する方法の精度について評価を行う。なお、評価した結果、精度が十分でないと判断される場合は、その改善方法について検討する。

なお、業務(4)について、1)の調査の一部を三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社に再委託して実施する。

2. 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備

2.1 調査員調査

表 2.1.1 調査員調査準備スケジュール

	2017 年									2018 年							
	10 月			11 月			12 月			1 月		2 月		3 月			
住民基本台帳による抽出	■	■	■	■	■	■	■	■									
オンライン回答画面の作成								■	■	■							
調査物品の準備									■	■	■	■					
調査員への指示集会												■	■				
調査協力依頼状の送付												■					
調査員による調査協力依頼													■	■	■	■	

(1) 住民基本台帳による抽出

1) 地点抽出

平成 29 年度調査と同様に、調査世帯数は全国計で 6,500 世帯とし、地方 10 層、都市階級 3 層を設定した。都市階級の層化には「平成 27 年国勢調査」（総務省統計局）の主世帯数を用いた。

【地方の層化】

- ・北海道：北海道
- ・東北：青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県
- ・関東甲信：茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県、山梨県、長野県
- ・北陸：新潟県、富山県、石川県、福井県
- ・東海：岐阜県、静岡県、愛知県、三重県
- ・近畿：滋賀県、京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県
- ・中国：鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県
- ・四国：徳島県、香川県、愛媛県、高知県
- ・九州：福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県
- ・沖縄：沖縄県

【都市階級の層化】

- ・都道府県庁所在市（東京都は区部）及び政令指定都市
- ・人口 5 万人以上の市
- ・人口 5 万人未満の市及び町村

なお、実査効率性の観点から 1 調査地点あたりの調査世帯数を 20 世帯と設定し、全国計で 325 地点を設定した。

表 2.1.2 地方別都市階級別調査世帯数（住民基本台帳からの選定による調査）

地方	都市階級①	都市階級②	都市階級③	合計
北海道	220(11)	200(10)	140(7)	560(28)
東北	180(9)	240(12)	180(9)	600(30)
関東甲信	480(24)	520(26)	80(4)	1,080(54)
北陸	220(11)	220(11)	120(6)	560(28)
東海	220(11)	360(18)	80(4)	660(33)
近畿	300(15)	400(20)	60(3)	760(38)
中国	200(10)	280(14)	100(5)	580(29)
四国	220(11)	140(7)	180(9)	540(27)
九州	280(14)	220(11)	160(8)	660(33)
沖縄	120(6)	240(12)	140(7)	500(25)
全国計	2,440(122)	2,820(141)	1,240(62)	6,500(325)

※ 括弧内の数値は調査地点数を表す。

「平成 27 年国勢調査 小地域集計表」（総務省統計）の町丁目別世帯数により抽出確率にウェイトをかけ、30 層ごとに等間隔抽出法を用いて地点抽出を行った。その結果、以下の 325 地点を平成 30 年度調査の対象地点として選定した。なお、同一市区町村から複数選定されている場合、一つの市区町村としているため、表 2.1.3～表 2.1.6 では 298 自治体を掲載している。

表 2.1.3 抽出地点 (1/4)

地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村
1	1	北海道	札幌市中央区	2	1	岩手県	盛岡市	2	3	秋田県	北秋田市
1	1	北海道	札幌市北区	2	1	宮城県	仙台市青葉区	2	3	山形県	長井市
1	1	北海道	札幌市東区	2	1	宮城県	仙台市宮城野区	2	3	山形県	飽海郡遊佐町
1	1	北海道	札幌市白石区	2	1	宮城県	仙台市若林区	2	3	福島県	河沼郡湯川村
1	1	北海道	札幌市豊平区	2	1	宮城県	仙台市泉区	3	1	群馬県	前橋市
1	1	北海道	札幌市南区	2	1	秋田県	秋田市	3	1	埼玉県	さいたま市桜区
1	1	北海道	札幌市西区	2	1	山形県	山形市	3	1	千葉県	千葉市花見川区
1	1	北海道	札幌市手稲区	2	1	福島県	福島市	3	1	東京都	中央区
1	1	北海道	札幌市清田区	2	2	青森県	弘前市	3	1	東京都	文京区
1	2	北海道	函館市	2	2	青森県	八戸市	3	1	東京都	江東区
1	2	北海道	旭川市	2	2	岩手県	花巻市	3	1	東京都	品川区
1	2	北海道	室蘭市	2	2	岩手県	奥州市	3	1	東京都	大田区
1	2	北海道	釧路市	2	2	宮城県	塩竈市	3	1	東京都	世田谷区
1	2	北海道	北見市	2	2	宮城県	栗原市	3	1	東京都	渋谷区
1	2	北海道	苫小牧市	2	2	秋田県	横手市	3	1	東京都	杉並区
1	2	北海道	江別市	2	2	山形県	米沢市	3	1	東京都	北区
1	2	北海道	恵庭市	2	2	山形県	天童市	3	1	東京都	板橋区
1	3	北海道	紋別市	2	2	福島県	郡山市	3	1	東京都	練馬区
1	3	北海道	登別市	2	2	福島県	いわき市	3	1	東京都	足立区
1	3	北海道	二世帯八雲町	2	2	福島県	白河市	3	1	東京都	江戸川区
1	3	北海道	雨竜郡沼田町	2	3	青森県	つがる市	3	1	神奈川県	横浜市神奈川区
1	3	北海道	紋別郡遠軽町	2	3	青森県	三戸郡五戸町	3	1	神奈川県	横浜市磯子区
1	3	北海道	河東郡音更町	2	3	岩手県	岩手郡雫石町	3	1	神奈川県	横浜市戸塚区
1	3	北海道	標津郡中標津町	2	3	宮城県	岩沼市	3	1	神奈川県	横浜市栄区
2	1	青森県	青森市	2	3	宮城県	宮城県利府町	3	1	神奈川県	川崎市川崎区

表 2.1.4 抽出地点 (2/4)

地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村
3	1	神奈川県	川崎市多摩区	3	2	神奈川県	平塚市	4	2	福井県	坂井市
3	1	神奈川県	相模原市中央区	3	2	神奈川県	茅ヶ崎市	4	3	新潟県	見附市
3	1	長野県	長野市	3	2	神奈川県	大和市	4	3	新潟県	胎内市
3	2	茨城県	日立市	3	2	長野県	松本市	4	3	富山県	滑川市
3	2	茨城県	牛久市	3	3	茨城県	稲敷市	4	3	富山県	下新川郡入善町
3	2	茨城県	小美玉市	3	3	群馬県	吾妻郡東吾妻町	4	3	石川県	河北郡津幡町
3	2	栃木県	那須塩原市	3	3	千葉県	いすみ市	4	3	福井県	勝山市
3	2	群馬県	太田市	3	3	山梨県	甲州市	5	1	岐阜県	岐阜市
3	2	埼玉県	熊谷市	4	1	新潟県	新潟市東区	5	1	静岡県	静岡市駿河区
3	2	埼玉県	所沢市	4	1	新潟県	新潟市中央区	5	1	静岡県	浜松市中区
3	2	埼玉県	春日部市	4	1	新潟県	新潟市秋葉区	5	1	静岡県	浜松市北区
3	2	埼玉県	草加市	4	1	新潟県	新潟市西区	5	1	愛知県	名古屋市東区
3	2	埼玉県	朝霞市	4	1	富山県	富山市	5	1	愛知県	名古屋市中村区
3	2	埼玉県	三郷市	4	1	石川県	金沢市	5	1	愛知県	名古屋市瑞穂区
3	2	千葉県	市川市	4	1	福井県	福井市	5	1	愛知県	名古屋市港区
3	2	千葉県	船橋市	4	2	新潟県	長岡市	5	1	愛知県	名古屋市守山区
3	2	千葉県	野田市	4	2	新潟県	柏崎市	5	1	愛知県	名古屋市天白区
3	2	千葉県	柏市	4	2	新潟県	十日町市	5	1	三重県	津市
3	2	千葉県	八千代市	4	2	新潟県	五泉市	5	2	岐阜県	大垣市
3	2	千葉県	白井市	4	2	新潟県	上越市	5	2	岐阜県	恵那市
3	2	東京都	立川市	4	2	富山県	高岡市	5	2	静岡県	沼津市
3	2	東京都	府中市	4	2	富山県	射水市	5	2	静岡県	島田市
3	2	東京都	小金井市	4	2	石川県	小松市	5	2	静岡県	磐田市
3	2	東京都	国立市	4	2	石川県	白山市	5	2	静岡県	袋井市
3	2	東京都	あきる野市	4	2	福井県	鯖江市	5	2	愛知県	豊橋市

表 2.1.5 抽出地点 (3/4)

地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村
5	2	愛知県	一宮市	6	1	大阪府	堺市北区	6	3	京都府	綴喜郡宇治田原町
5	2	愛知県	瀬戸市	6	1	兵庫県	神戸市兵庫区	6	3	兵庫県	淡路市
5	2	愛知県	豊川市	6	1	兵庫県	神戸市北区	6	3	奈良県	北葛城郡広陵町
5	2	愛知県	豊田市	6	1	兵庫県	神戸市西区	7	1	鳥根県	松江市
5	2	愛知県	安城市	6	1	和歌山県	和歌山市	7	1	岡山県	岡山市北区
5	2	愛知県	常滑市	6	2	滋賀県	栗東市	7	1	岡山県	岡山市南区
5	2	愛知県	東海市	6	2	京都府	宇治市	7	1	広島県	広島市中区
5	2	愛知県	日進市	6	2	京都府	京丹後市	7	1	広島県	広島市南区
5	2	愛知県	長久手市	6	2	大阪府	豊中市	7	1	広島県	広島市西区
5	2	三重県	伊勢市	6	2	大阪府	吹田市	7	1	広島県	広島市安佐南区
5	2	三重県	鈴鹿市	6	2	大阪府	貝塚市	7	1	広島県	広島市佐伯区
5	3	岐阜県	羽島郡笠松町	6	2	大阪府	枚方市	7	1	山口県	山口市
5	3	静岡県	牧之原市	6	2	大阪府	八尾市	7	2	鳥取県	米子市
5	3	愛知県	愛知郡東郷町	6	2	大阪府	寝屋川市	7	2	鳥根県	出雲市
5	3	三重県	員弁郡東員町	6	2	大阪府	箕面市	7	2	岡山県	倉敷市
6	1	京都府	京都市北区	6	2	大阪府	高石市	7	2	岡山県	笠岡市
6	1	京都府	京都市東山区	6	2	大阪府	東大阪市	7	2	広島県	呉市
6	1	京都府	京都市伏見区	6	2	兵庫県	姫路市	7	2	広島県	尾道市
6	1	大阪府	大阪市都島区	6	2	兵庫県	尼崎市	7	2	広島県	福山市
6	1	大阪府	大阪市天王寺区	6	2	兵庫県	明石市	7	2	広島県	東広島市
6	1	大阪府	大阪市東成区	6	2	兵庫県	西宮市	7	2	山口県	下関市
6	1	大阪府	大阪市阿倍野区	6	2	兵庫県	加古川市	7	2	山口県	宇部市
6	1	大阪府	大阪市淀川区	6	2	兵庫県	川西市	7	2	山口県	防府市
6	1	大阪府	大阪市平野区	6	2	奈良県	橿原市	7	2	山口県	光市
6	1	大阪府	堺市中区	6	2	和歌山県	岩出市	7	3	鳥取県	境港市

表 2.1.6 抽出地点 (4/4)

地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村	地方	都市階級	都道府県	市区町村
7	3	鳥根県	雲南市	9	1	福岡県	北九州市小倉南区	9	3	福岡県	遠賀郡岡垣町
7	3	岡山県	赤磐市	9	1	福岡県	北九州市八幡西区	9	3	佐賀県	嬉野市
7	3	広島県	庄原市	9	1	福岡県	福岡市東区	9	3	長崎県	雲仙市
7	3	山口県	萩市	9	1	福岡県	福岡市中央区	9	3	熊本県	菊池郡大津町
8	1	徳島県	徳島市	9	1	福岡県	福岡市南区	9	3	大分県	豊後大野市
8	1	香川県	高松市	9	1	福岡県	福岡市城南区	9	3	鹿児島県	枕崎市
8	1	愛媛県	松山市	9	1	佐賀県	佐賀市	9	3	鹿児島県	伊佐市
8	1	高知県	高知市	9	1	長崎県	長崎市	10	1	沖縄県	那覇市
8	2	徳島県	鳴門市	9	1	熊本県	熊本市東区	10	2	沖縄県	宜野湾市
8	2	香川県	丸亀市	9	1	熊本県	熊本市北区	10	2	沖縄県	浦添市
8	2	香川県	観音寺市	9	1	大分県	大分市	10	2	沖縄県	名護市
8	2	愛媛県	今治市	9	1	宮崎県	宮崎市	10	2	沖縄県	糸満市
8	2	愛媛県	宇和島市	9	1	鹿児島県	鹿児島市	10	2	沖縄県	沖縄県
8	2	愛媛県	新居浜市	9	2	福岡県	久留米市	10	2	沖縄県	豊見城市
8	2	愛媛県	西条市	9	2	福岡県	八女市	10	2	沖縄県	うるま市
8	3	徳島県	吉野川市	9	2	福岡県	春日市	10	2	沖縄県	宮古島市
8	3	徳島県	名西郡神山町	9	2	福岡県	福津市	10	3	沖縄県	石垣市
8	3	徳島県	三好郡東みよし町	9	2	佐賀県	伊万里市	10	3	沖縄県	南城市
8	3	香川県	綾歌郡宇多津町	9	2	長崎県	諫早市	10	3	沖縄県	国頭郡本部町
8	3	愛媛県	大洲市	9	2	熊本県	山鹿市	10	3	沖縄県	中頭郡読谷村
8	3	愛媛県	伊予郡松前町	9	2	大分県	中津市	10	3	沖縄県	中頭郡北中城村
8	3	高知県	安芸市	9	2	宮崎県	都城市	10	3	沖縄県	中頭郡西原町
8	3	高知県	四万十市	9	2	鹿児島県	鹿屋市	10	3	沖縄県	鳥取郡渡嘉敷村
8	3	高知県	吾川郡いの町	9	2	鹿児島県	始良市				
9	1	福岡県	北九州市門司区	9	3	福岡県	うきは市				

2) 対象世帯選定

1 地点あたり 60 世帯の対象世帯名簿を、対象地点の含まれる市区町村の住民基本台帳を用いて等間隔抽出法により作成した。その際、選定された対象世帯の世帯主がわかる場合は、世帯主を対象世帯名簿に記載するよう留意した。

(2) オンライン回答画面の作成

対象世帯が調査票への記入により回答する他、インターネットでも回答できるよう、オンライン回答画面を作成した。対象世帯にとっては投函の必要がないことから、労力を軽減することができ、回収率の向上につながる。

なお、オンライン回答画面では、他の対象世帯の回答画面にて回答されないよう、対象世帯ごとに ID とパスワードを発行した。

F1	インターネットコード表に記載のID(6ケタの数字)をご入力ください。 (回答は半角数字で入力)
ID:	<input type="text"/>
入力内容をご確認のうえ、次のページにお進みください：	
F2	インターネットコード表に記載のパスワード(5ケタの数字)をご入力ください。 (回答は半角数字で入力)
パスワード:	<input type="text"/>
入力内容をご確認のうえ、次のページにお進みください：	
<input type="button" value="次のページ"/>	

【お問い合わせ】	
株式会社インテージリサーチ：家庭部門のCO ₂ 排出実態統計調査事務局	
電話番号	[0120-305-105]
問合せ可能日	[平日]
問合せ可能時間帯	[09:30-17:30]

図 2.1.1 ID とパスワード入力画面

(3) 調査物品の準備

2018年4月からの調査開始に向け、調査員が配布する調査票等の調査物品の原稿の作成及び印刷を行った。まず、調査員は、2018年2月下旬～3月に調査協力依頼活動を行った。

家庭CO₂統計は、原則12ヶ月分の調査票と2本の属性調査票（夏季票、冬季票）の全てを回収できることで有効回答とできる。そのため、今後1年間継続してもらえるためにも、2018年5月に最初の調査票となる4月票の回収を調査員が実施することで、対象世帯と良好な関係を築けるよう、準備を進めた。

調査協力依頼活動に、対象世帯に対して表 2.1.7 の調査物品を配布するとともに、調査員に対しては、対象世帯の住所リストや業務概要説明書、依頼活動説明書等を配布し、調査協力依頼活動がスムーズに進められるよう配慮した。

表 2.1.7 対象世帯へ配布する調査物品（調査協力依頼活動時）

調査物品	概要
挨拶状（環境省）	環境省から対象世帯への依頼文書
挨拶状（インテージリサーチ）	実査機関から対象世帯への依頼文書
エネルギー使用量調査票（4月票）	例月票と区別するため水色の調査票とする
エネルギー使用量調査票（5月票）	平成29年度調査の回収票と区別するため薄クリーム色の調査票とする
回答の手引き（4月票・例月票）	4月票及び例月票の回答方法を、検針票等を用いて解説
全国試験調査のご紹介	全国試験調査結果の紹介、対象世帯が協力した結果の活用事例
インターネットコード表	オンライン回答の際のIDとパスワード（対象者ごとにユニーク）

なお、属性調査票の回収も重要となることから、夏季票の回収を2018年9月に、冬季票の回収を2019年3月に、調査員が実施する予定である。

(4) 調査員への指示集会

全国で今後1年間の活動が円滑に進められるように、全国18カ所で調査員指示集会を開催した。1年間に渡る調査の流れを説明するとともに、依頼をかける際の手順について詳細な指示を行った。なお、この指示集会に参加しなければ、本業務の調査員として認めない措置を取り、統計調査の質の確保及び情報管理の徹底等を図った。

表 2.1.8 調査員指示集会の実施状況

エリア	会場	日付	時間
関東甲信	東京	2月14日（水）	14:00～16:00
東北	仙台	2月15日（木）	11:00～13:00
徳島	徳島	2月15日（木）	10:00～12:00
新潟	新潟	2月15日（木）	13:30～15:30
関東甲信	東京	2月20日（火）	14:00～16:00
東海	名古屋	2月20日（火）	10:30～12:30 / 14:00～16:00
北陸	金沢	2月20日（火）	11:00～13:00
近畿	大阪	2月21日（水）	10:30～12:30 / 14:00～16:00
沖縄	沖縄	2月22日（木）	11:00～13:00
福岡・佐賀・長崎・大分、熊本	福岡	2月22日（木）	13:00～15:00
広島	広島	2月23日（金）	14:00～16:00
岡山	岡山	2月23日（金）	14:00～16:00
宮崎・鹿児島	鹿児島	2月23日（金）	14:00～16:00
山口	防府	2月24日（土）	14:00～16:00
鳥取・島根	米子	2月24日（土）	13:30～15:30
愛媛・高知	松山	2月24日（土）	14:00～16:00
香川	高松	2月25日（日）	14:00～16:00
北海道	札幌	2月26日（月）	14:00～16:00

(5) 調査員による調査協力依頼

(1)で作成した対象者名簿（1地点あたり 60 世帯）の中から 20 世帯への調査協力を得られるよう活動を行った。ただし、集計結果の精度を向上させるため、エネルギー消費量と関連の高い世帯区分と住居区分については一定の基準をもって調査協力を得られるよう留意した。

世帯区分では単身世帯 2 割、二人以上世帯 8 割の比率を確保し、住居区分については戸建または集合住宅の一方に偏ることなく、必ずいずれかを 3 割含むようにした。

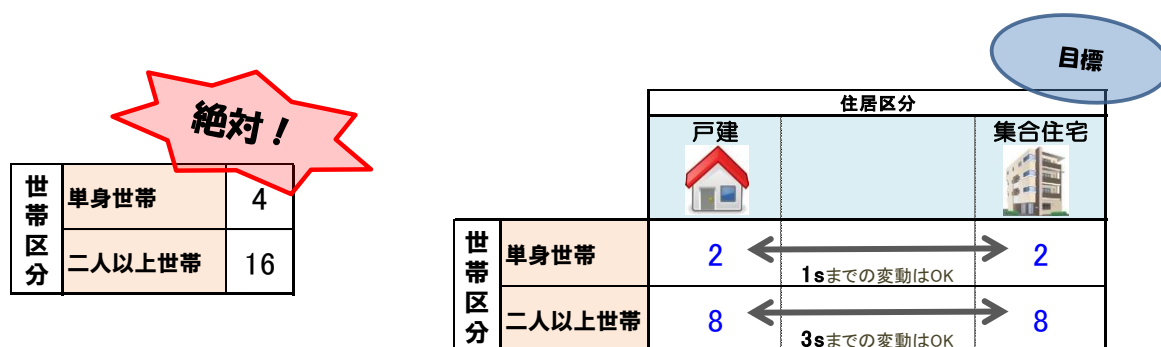


図 2.1.2 調査協力依頼における基準

調査員から調査協力依頼を受けた対象世帯が自治体を通じて当該調査の実施状況について照会がなされることがあるため、対象地点のある市区町村に対して、調査員が依頼活動を実施していることを文書にて環境省より通達した。

2.2 IM 調査

表 2.2.1 IM 調査準備実施スケジュール

	2017 年			2018 年		
	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月
調査画面作成					□ □ □	■ ■ ■
スクリーニング調査						■
対象者選定						■

(1) 調査画面作成

平成 29 年度調査と同様に、「電気」「ガス」「その他の燃料」の入力画面を独立させ、どのエネルギー種からでも回答できる調査画面を用意した。

なお、調査員調査でもオンライン回答画面を作成しており、同様の画面構成としている。

家庭部門のCO₂排出実態統計調査
エネルギー使用量調査

エネルギー使用量をご回答いただくにあたり、こちらの回答手順をご覧ください。回答の際は、対象年月のボタンを押して回答画面に進んでください

回答手順

本調査についてご不明な点がございましたら、こちらの「よくある質問」をご覧ください。

よくある質問

【ご注意ください】

電気、太陽光、ガス、灯油・ガソリン・軽油のどのエネルギー使用量からでもご回答いただけます。5月以降、「前月からの変更内容」がない場合でも、「前月からの変更内容 回答する」を押していただき、「特になし」と回答してください。

検針日[日]には、検針票に記載のある「**検針月日**」の「日」の部分をご回答ください。

〈例〉 検針月日が9月26日の場合は、「26」とご回答ください。

夏季調査
平成30年8月20日より回答いただけます
回答期間：平成30年8月20日～

冬季調査
平成31年2月20日より回答いただけます
回答期間：平成31年2月20日～

平成30年度 4月分	平成30年度 5月分	平成30年度 6月分
世帯の状況について	前月からの変更内容	前月からの変更内容
電気・太陽光使用量	電気・太陽光使用量	電気・太陽光使用量
ガス使用量	ガス使用量	ガス使用量
灯油・ガソリン・軽油使用量	灯油・ガソリン・軽油使用量	灯油・ガソリン・軽油使用量

図 2.2.1 回答する燃料種選択画面

上図のような画面より、月別に燃料種など回答するページを選択すると、電気使用量の回答ページやガス使用量の回答ページなどが表示され、それぞれに回答することができる。なお、灯油、ガソリン、軽油については、月1回の検針票や領収書とは限らないため、一時保存することができるようになっている。

平成29年度調査では、夏季調査及び冬季調査のボタンを最下部に配置していたが、対象世帯のわかりやすさを考慮して、最上部に配置した。

(回答は半角数字で入力)
 ※実際の使用期間に関わらず、「%q6[3]%月分」と記載されている検針票をもとにお答えください。
 ※電気の検針票が複数ある場合は、太陽光発電の売電契約の検針票を除き、合計値を記入して下さい。

	使用量	金額	検針月	検針日	使用期間 開始月	使用期間 開始日	使用期間 終了月	使用期間 終了日
電気	<input type="text"/> kWh	<input type="text"/> 円	<input type="text"/> 月	<input type="text"/> 日	<input type="text"/> 月	<input type="text"/> 日	<input type="text"/> 月	<input type="text"/> 日

Q11_2 お宅が契約している電力会社をお答えください。

(回答は1つ)

- 北海道電力
- 東北電力
- 東京電力エナジーパートナー
- 北陸電力
- 中部電力
- 関西電力
- 中国電力
- 四国電力
- 九州電力
- 沖縄電力
- その他 具体的に：

図 2.2.2 電気使用量の回答ページ

(回答は半角数字で入力)
 ※ガスの検針票が複数ある場合は、合計値を記入してください。

	使用量(注1)	ガス料金(注2)	検針月	検針日
ガス	<input type="text"/> m ³	<input type="text"/> 円	<input type="text"/> 月	<input type="text"/> 日

(注1) LPガスの使用量は、小数点第1位までお答えください(整数で記載されている場合を除く)。
 (注2) ガス料金には一律に請求される他の燃料代(灯油等)を含めないでください。

<ガスの種類>
 (回答は1つ)

- 都市ガス
- LP (プロパン) ガス

<ガス会社名>
 (回答は具体的に)

ガス会社名(注3)

(注3)例)○○ガス、△△市ガス局

図 2.2.3 ガス使用量の回答ページ

(2) スクリーニング調査

インターネット・モニターが調査の対象世帯の条件をクリアしているかを事前に確認するために、スクリーニング調査を調査開始前に実施した。

表 2.2.2 対象世帯のスクリーニング条件

スクリーニング項目	対象世帯の条件
住居形態	店舗併用住宅でないこと
熱供給の利用状況	熱供給を利用していないこと
住居形態の変更	転居や増築の予定がないこと
エネルギー使用量の把握状況	家庭のエネルギー使用量を把握できること
調査協力意向	1年間調査に協力できること

(3) 対象世帯選定

対象世帯選定では、まずスクリーニング条件を満たしていることを必要条件とした。

その他、調査結果の精度向上と1年間継続して調査に協力してもらうことができるよう同居人数が10人未満であることや、タブレットやPCでも回答できること、スクリーニング調査での回答データが登録しているインターネット・モニターの属性情報と齟齬がないこと、スクリーニング調査の回答タイミングが極力早いことなどを考慮した。

なお、IM調査の地方別都市階級別の対象世帯数は表 2.2.3 の事前層化に従った。

表 2.2.3 地方別都市階級別調査世帯数

地方	都市階級①	都市階級②	都市階級③	合計
北海道	208	208	148	564
東北	184	242	169	595
関東甲信	488	519	81	1,088
北陸	216	211	122	549
東海	218	360	88	666
近畿	304	389	65	758
中国	202	276	104	582
四国	223	137	179	539
九州	287	210	158	655
沖縄	125	241	138	504
全国計	2,455	2,793	1,252	6,500

2.3 調査の合理化・効率化の課題整理と改善検討

2.3.1 調査の合理化・効率化に向けた取組

調査の合理化・効率化を進めるために、以下の5つの取組を検討した。

表 2.3.1 調査の合理化・効率化に向けた取組

(1)訪問による配布・回収	調査票を訪問で配布し、一部を訪問で回収（2018年5月、9月、12月（沖縄のみ）、2019年3月）
(2)委任状方式の実施	調査対象世帯から委任状を取得しエネルギー事業者（電力会社・都市ガス会社）からエネルギー使用量データを受領する方法を、一部事業者で導入
(3)エネルギー事業者等によるエネルギー使用量のウェブ閲覧サービスへの加入呼びかけ	全国試験調査のIM調査対象世帯へのフォローアップ調査で調査継続に必要な対策としてあげられていることより、調査対象世帯へその普及を図る
(4)回答の手引きの拡充	電力及びガスの小売り自由化に対応するため、電気及びガスの検針票からの回答方法を「記入の手引き」で詳細に記載
(5)スマートフォンで回答のしやすい画面	近年、インターネットを用いた調査ではスマートフォンでの回答が増加していることより、スマートフォンでも回答しやすい調査画面を採用

(1) 訪問による配布・回収

調査員が訪問して調査票を回収する場合、郵送で回収する場合よりその回収率を向上させることができ回答精度も高くなることから、1年間を通じた回収率を確保するために重要となる1回目の回収と、属性調査票（夏季票、冬季票）の回収時期には調査員が訪問回収を行う。

また、全国試験調査や平成29年度調査では、沖縄の回収率の伸びが低かったことから、沖縄のみ2018年9月の回収と2019年3月の回収の中間にあたる2018年12月にも訪問回収を実施する。

なお、訪問回収を実施する際には、過去の未回収票も極力回収するように努める。

		2018年(平成30年)												2019年(平成31年)			
		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
回収方法		依頼	開始	訪問①	郵送	郵送	郵送	訪問②	郵送	郵送	郵送	郵送	郵送	訪問③	郵送		
調査票	エネルギー使用量調査票(4月票)		記入														
	エネルギー使用量調査票(例月表)			記入	記入	記入	記入	記入	記入	記入	記入	記入	記入	記入			
	夏季調査票(8月末時点で記入)						記入										
	冬季調査票(2月末時点で記入)												記入				
■沖縄地方のみ回収訪問活動を1回追加		3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月		
未回収調査票を過去に遡って回収											訪問						

図 2.3.1 月別調査票回収方法

(2) 委任状方式の実施

委任状方式とは、調査世帯が自らの使用する電気使用量やガス使用量について、エネルギー供給事業者が調査機関に提供するように委任する方式である。委任状方式を実施する地方の選定にあたり、共通の委任状書式で実施できることや当該地方のガス会社の規模等を考慮し、四国地方にて実施することとする。なお、ガス事業者の供給エリアを考慮し、四国地方の 27 地点中 15 地点にて実施する。

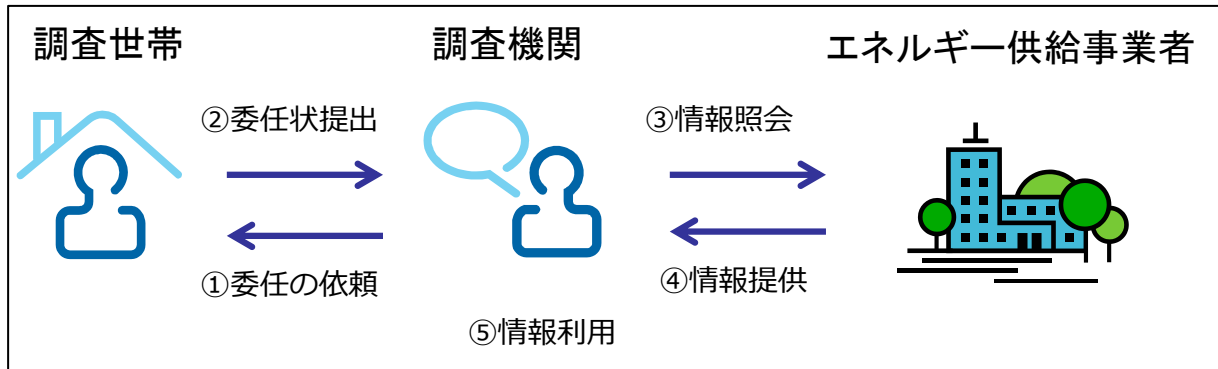









































図 2.3.2 委任状方式の概要

(3) エネルギー事業者等によるエネルギー使用量のウェブ閲覧サービスへの加入呼びかけ

調査員調査、IM 調査ともに回答の手引きに電気小売事業者及びガス小売事業者の Web 閲覧サービスの URL を記載することでその活用を促進することとする。

表 2.3.2 電気小売事業者の Web 閲覧サービス

企業名	サービス名	閲覧可能 機器	サービス URL
北海道電力	Web 料金 お知らせ サービス	 	http://www.hepco.co.jp/home/price/price_info/index.html
東北電力	よりそう e ねっと		https://www3.zf1.tohoku-epco.co.jp/
北陸電力	ほくリンク	 	https://mieruka.rikuden.co.jp/OI008_DOC/contents/login/
東京電力	でんき 家計簿	 	https://www.kakeibo.tepco.co.jp/dk/aut/login/
中部電力	カテエネ		https://katene.chuden.jp/
関西電力	はぴ e みる電		https://kepco.jp/miruden/ServiceTop/
四国電力	よんでん コンシェルジュ	 	http://www.yonden.co.jp/y-con/
中国電力	ぐっとずっ と。WEB	 	http://www.energia-support.com/point/
九州電力	キレイライフ プラス	 	https://www.kireilife.net/
沖縄電力	電気ご使用 実績照会 サービス	 	https://www.okiden.co.jp/service/result/
東京ガス	my Tokyo Gas	 	https://members.tokyo-gas.co.jp/mytokyogas/mtgmenu.aspx
大阪ガス	マイ大阪 ガス	 	https://www.osakagas.co.jp/ssl/my-page/index.html
KDDI	au でんき	 	https://www.au.com/electricity/
ソフトバンク でんき	・自然でんき ・おうちでんき ・ソフトバンク でんき (TEPCO)	 	https://www.softbank.jp/energy/ 各種サービスは、提供エリアの限定や契約の通信サービスにより 異なります。
JXTG エネルギー	ENEOS でんき	 	http://www.no.e.jxtg-group.co.jp/denki/mieruka/index.html
J:COM 電力	エコレポ	 	https://www.jcom.co.jp/service/electricity/
楽天エナジー	まちでんき	 	https://energy.rakuten.co.jp/machidenki/
ミツウロコ ヴェッセル	ミツウロコ でんき	 	https://mitsuurokodenki.jp/
MC リテール エナジー	まちエネ (ローソン)	 	https://enechange.jp/utilities/mc-retail-energy
HTB エナジ ー	(H.I.S ので んき)	 	https://htb-energy.co.jp/
昭和シェル石 油	昭和シェルの 選べる電気	 	https://sss-denki.jp/
















→パソコンで閲覧可能



→スマートフォンで閲覧可

表 2.3.3 ガス小売事業者の Web 閲覧サービス

企業名	サービス名	閲覧可能 機器	サービス URL
北海道ガス	Tag Tag	 	https://tagtag.hokkaido-gas.co.jp/portal/MyPage/top
東京ガス	my Tokyo Gas	 	https://members.tokyo-gas.co.jp/mytokyogas/mtgmenu.aspx
京葉ガス	ウィズ京葉ガス	 	https://www3.keiyogas.co.jp/withkeiyogas/
中部ガス	マイサーラ	 	https://www.mysala.jp/towngas
東邦ガス	Club TOHO GAS	 	https://members.tohogas.co.jp/
大阪ガス	マイ大阪ガス	 	https://www.osakagas.co.jp/ssl/my-page/index.htm
西部ガス	西部ガス マイページ	 	http://www.saibugas.co.jp/home/rates/



→パソコンで閲覧可能



→スマートフォンで閲覧可

(4) 回答の手引きの拡充

電気及びガスの小売自由化で検針票が多様化し、電気使用量や購入金額を回答しにくくなることが懸念されるため、回答の手引きに様々な電気小売事業者の検針票を掲載することで、少しでも対象者の負担を軽減するよう配慮した。

また、調査員調査におけるオンライン回答は回収率の向上のためにも周知が必要との観点から、回答の手引きの冒頭部分にて紹介している。

IV. エネルギーの使用状況についてお伺いします。

問 11 4月分の電気の使用状況をお答えください。

※実際の使用期間に関わらず、「4月分」と記載されている帳

例：電気ご使用量の検針月日欄に「4月〇日」と印字のある検針票や、「4月分ご請求額」と記載のある請求書が4月分となります。（以降の月も同様です）

	電気使用量 【数値を記入】				電気料金 【数値を記入】				検針日 【数値を記入】		使用期間 【数値を記入】	
	千	百	十	一	万	千	百	十	一	月	日	月
電気												

住居とは別棟で契約されている「農事用電力」や「店舗用」などは含みません。
（住居部分のみについてご回答ください）

● 検針票の見方：例1（従来の電力会社検針票）

<1月分回答の場合>

※上記検針票からの転記内容（赤字箇所が回答項目です）

	電気使用量 【数値を記入】				電気料金 【数値を記入】				検針日 【数値を記入】		使用期間 【数値を記入】	
	千	百	十	一	万	千	百	十	一	月	日	月
電気												

● 請求額は税込のままご回答ください。

図 2.3.3 回答の手引きにおける電気小売事業者の検針票①

●検針票の見方：例 2(新規参入した会社と契約し、インターネットから確認できる場合の例)

<10月分回答の場合>



※上記検針票からの転記内容

	電気使用量 【数値を記入】	電気料金 【数値を記入】	検針日 【数値を記入】	使用期間 【数値を記入】
	※電気の検針票が複数ある場合は、太陽光発電の売電契約の検針票を除き、合計値を記入して下さい。			10月1日から
電気	千 百 十 一 3 4 3 kWh	万 千 百 十 一 9 2 9 6 円	月 日	10月31日まで

●使用量の小数点は四捨五入の上、整数で
ご回答ください。

●「使用期間」は契約されている会社により異
なります。ホームページ等でご確認下さい。

図 2.3.4 回答の手引きにおける電気小売事業者の検針票②

● 検針票の見方：例 3(新規参入した会社と契約し、検針票に該当する書面、画面で確認する場合の例)

○ 箇所が、回答月と回答内容になります。

※ 契約会社から「郵送はがきで送付」される検針票

<11 月分回答の場合>

電気ご使用量のお知らせ (検針票) 2016年11月検針券 2016年11月14日発行
いつもご利用ありがとうございます。

本体価格	3,928 円	税込価格	4,242 円	組合員番号	36140813
組合員名					

電気のご使用場所

ご使用期間 10月 7日～11月 5日 (29日間) 検針日 11月 9日

基本料金	842 円 40 銭	全体の料金は税別です。 ご契約開始1年時から、前年 同月の電気使用量と今年の 増減比較を印刷予定です。 ご請求金額には送料(税込)相当 額を含んでおります。送料料 金は当該の目安はご使用量に 応じ準備を致して算定いたし ます。 【平均単価9.26円/kWh(税別)】 平均単価は使用定額料再訪 理等時数値相対値0.112円 以上の電量相対値90.606 円が高まっております。
発電地特定料金	108 円 00 銭	
電力量1段料金	2,342 円 40 銭	
電力量2段料金	1,404 円 00 銭	
電力量3段料金	0 円	
燃料費調整額	-845 円 64 銭	
検針票発行手数料	0 円	
再エネ発電賦課金	391 円	

電気のご契約名義 300000000813
電気のご契約番号 発電地特定プラン A
ご契約料金プラン 発電地特定プラン A
ご契約容量 3.0kVA
電気ご使用量 174 kWh
供給地点特定番号 03-0011-1060-9369-0830-0044
スター(計器)情報
当月指示数 2199
前月指示数 2024
差引 175
計器番号 S156540511
電料費調整のお知らせ(1kWhあたり)
11月(当月)分 -4 円 86 銭
12月(来月)分 -4 円 72 銭
翌月分は当月分に比べ

バルシステムでんき Webサイト
http://www.dsl.or.jp/denki/
電気の使用量明細やバルシステムでんきの発電所情報などを
Web上でご確認ください。

お問い合わせ先
バルシステムでんき 問合せセンター
0120-868-106 月～土 9:00～17:00

今回の請求予定金額は、12月分請求書に反映されます。
お支払い期日は、商品ご利用代金と同じ1月となります。
この「お知らせ」で金額確認やコンビニエンスストアでのお支払いはできません。
次回検針予定日 12月 8日 基本検針日 08

※ 上記検針票からの転記内容

	電気使用量 【数値を記入】	電気料金 【数値を記入】	検針日 【数値を記入】	使用期間 【数値を記入】
	※電気の検針票が複数ある場合は、太陽光発電の売電契約の検針票を除き、合計値を記入して下さい。			10月7日から
電気	千 百 十 一 1 7 4 kWh	万 千 百 十 一 4 2 4 2 円	11月9日	11月5日まで

図 2.3.5 回答の手引きにおける電気小売事業者の検針票③

※ガス会社から発行される検針票（ガス利用と電気利用が併記されている）

<5月分回答の場合>



※上記検針票からの転記内容

	電気使用量 【数値を記入】	電気料金 【数値を記入】	検針日 【数値を記入】	使用期間 【数値を記入】
	※電気の検針票が複数ある場合は、太陽光発電の売電契約の検針票を除き、合計値を記入して下さい。			4月13日から
電気	千 百 十 一 [] [2] [7] [9] kWh	万 千 百 十 一 [] [6] [8] [9] [9] 円	月 日	5月15日まで

図 2.3.6 回答の手引きにおける電気小売事業者の検針票④

(5) スマートフォンでの回答のしやすさ

全国試験調査と平成29年度調査のスマートフォンでの回答率を比較すると、平成29年度調査ではスマートフォンでの回答率が10ポイント以上増加している。

表 2.3.4 IM 調査におけるスマートフォンによる回答率

	1月目	2月目	3月目	4月目	5月目	6月目	7月目
平成29年度調査	23.1%	22.8%	22.9%	22.7%	22.5%	22.0%	20.2%
全国試験調査	9.2%	9.2%	9.1%	8.9%	8.8%	8.8%	8.7%

そこで、平成29年度調査からの継続ではあるが、スマートフォンでも回答しやすく開発されたi-タイトルという技術を用いた独自画面にて調査画面を構築した。

2.3.2 委任状方式の簡易化の検討

平成 30 年度調査では、回収率の向上及び回答精度の向上に向けた取り組みとして、委任状方式¹⁾によりエネルギー事業者から情報を入手する方法も適用することとなっている。しかしながら、調査世帯の観点からは印鑑証明が必要なエネルギー事業者があることなどから、全国試験調査では利用者は限定的であった。

統計調査において回収率の向上は統計の信頼性の確保の観点から重要であることから、簡易な手続きとして、スイッチング支援システムの活用によるデータの取得可能性を検討する。

(1) スwitching支援システムと委任状方式の比較

スイッチング支援システム（以下、「SW システム」）とは電力託送契約の切り替えに係る各種業務を支援するためのシステムであり、需要家が電力契約の切り替えを行う際の手続きなどをサポートするためのものである。

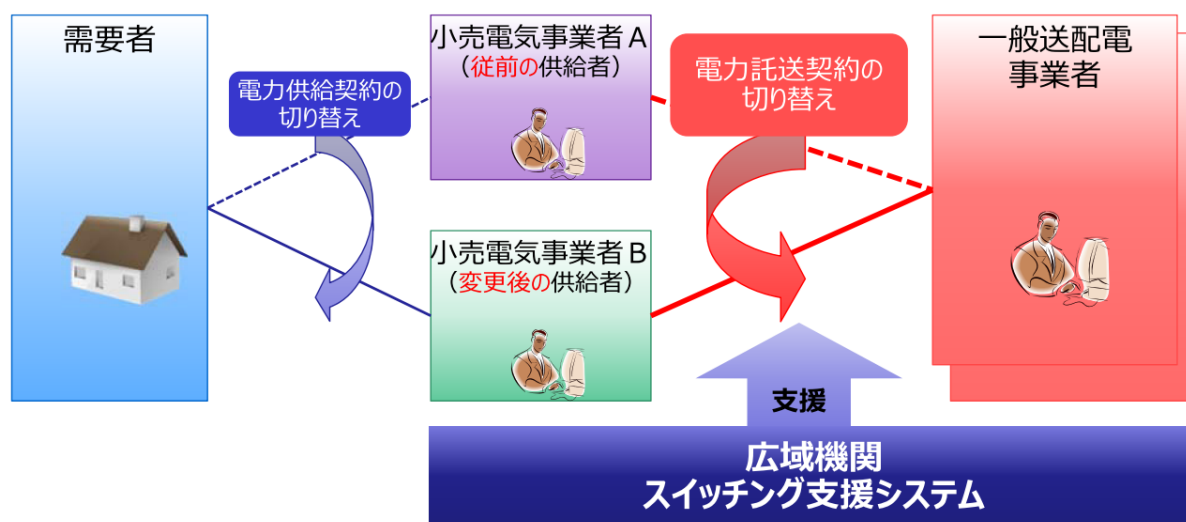


図 2.3.7 スwitching支援システムの概要

出所) 電力システム改革第2段階に向けたシステム対応について、電力広域的運営推進機関（OCCTO），2015年2月16日

表 2.3.5 に従来の委任状方式と SW システムの比較を示す。家庭 CO₂ 統計での活用を考えた際に、従来用いていた委任状方式に比べ、SW システムの活用にはいくつかの利点があると考えられる。

1 点目は本人の同意確認手続きである。委任状方式ではエネルギー事業者によって様々であり、それぞれの事業者に対応する必要があるためオペレーションが煩雑となるが、SW システムでは手続きが共通化されている。また、本人の同意確認にあたり、従来の委任状方式ではエネルギー事業者によっては印鑑証明が必要な場合があるが、SW システムでは本人確認書類としては公的証明書等（自動車運転免許証、健康保険証等）の写しの提出で済むため、委任状方式に比べ調査

¹ 調査対象世帯から委任状を取得し、エネルギー事業者（電力会社等）からエネルギー使用量データを受領する方法

世帯の負担が軽減される場合がある。

2 点目はデータ取得時の媒体及びデータ仕様である。委任状方式では電子データによる提供は一部のエネルギー事業者にとどまっており、そのデータ仕様は様々となっている。このため、紙ベースでの提供の場合は入力の手間が必要となり、また、電子データでの提供の場合は、仕様ごとに異なる加工処理が必要となる。SW システムでは共通仕様の電子データを受領することができる。

最後はデータ受領に要する期間である。委任状方式ではデータ受領に要する期間が様々であったが、SW システムでは手続きの共通化などにより委任状方式に比べ短くなっている。

表 2.3.5 委任状方式とスイッチング支援システムの比較

	委任状方式	スイッチング支援システム
本人の同意確認手続き	事業者により様々	共通化されている
電子媒体によるデータ取得	一部事業者のみ	可能
データの仕様	事業者により様々	共通化されている
データ受領に要する期間 注) ID/PW発行の手続きの時間ではない	事業者により様々	委任状方式に比べ短い

(2) ヒアリング

SW 支援システムを具体的に活用する可能性や活用時の課題等を整理するため、SW システムを運用している電力広域的運営推進機関（以下、OCCTO）にヒアリングを行い、以下の内容を把握している。

- ・ SW システム利用時に需要者に求める内容
- ・ SW システムに保有している情報
- ・ 家庭 CO₂ 統計への活用可能性について

SW システムでは、小売電気事業者が需要者の本人確認書類（自動車運転免許書等）を SW システムに提示してパスワードを申請し、発行されたパスワードを用いて使用量照会を行っている。この時、申請内容の審査は一般送配電事業者が 1 件ずつ行っており、審査については委任状方式と同様である。

保有情報については、過去 13 か月分の各月の検針年月日、契約電力、力率、使用日数、使用量に加え、スマートメーター導入世帯については 30 分時間帯の使用量がある。

SW システムは OCCTO の業務規程に定める機関のみ使用可能である。業務規程に定める機関は業務規程（平成 29 年 9 月 6 日変更版）第 169 条により小売電気事業者および需要抑制契約者（ネガワット事業者）である。また、これらの機関が SW システムを通じて行うことのできる業務は、送配電等業務指針（平成 29 年 9 月 6 日変更版）の第 247 条により、供給地点特定番号検索、供給地点設備情報照会、使用量情報照会、託送等異動業務、スイッチング廃止取次、業務処

理状況照会、小売電気事業者情報照会と定められている。

(3) まとめ

現行の SW システムは小売電気事業者およびネガワット事業者の利用が想定されており、規程以外の業務を行うことができない。そのため、家庭 CO₂ 統計の調査機関が SW システムを利用することはできない。仮に調査機関の利用が可能となった場合でも、SW システムでは委任状方式と同様、本人同意手続きが必要となる。本人同意手続きへの許諾は調査世帯の負担となっているが、これを簡略化させることは個人情報保護の観点から、OCCTO の業務規程の改定手続きに留まらないと予想される。

2.4 業務の効率化等のための取り組み

(1) 調査員調査

調査員調査の対象世帯属性のうち住居形態や世帯類型が母集団とかい離してしまうことを避けるため、「2. 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備 2.1 調査員調査 (5) 調査員による調査協力依頼」に記載のとおり、集合住宅の世帯が 3 割、単身世帯が 2 割含まれることを目安に依頼活動を行った。その結果、集計結果のかい離を小さく抑えることができ、集計段階まで見据えた場合の効率化につながると考えられる。

「2. 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備 2.1 調査員調査 (5) 調査員による調査協力依頼」に記載のとおり、依頼活動において、対象世帯から自治体を通じて当該調査の実施状況について照会がなされることがあるため、対象地点のある市区町村に対して、調査員が依頼活動を実施していることを、環境省より文書にて通達した。その結果、照会をしてきた対象世帯に適切な情報を提供でき、ひいては対象世帯の調査協力率の向上に寄与するものと考えられる。併せて、対象地点のある市区町村以外にも、環境省より地方環境事務所を通じて自治体に対して、調査員が依頼活動を実施していることを周知した。

(2) IM 調査

「2. 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備 2.2 IM 調査 (1) 調査画面作成」に記載のとおり、平成 29 年度調査と同様に、検針票を入手できるタイミングに関係なく、どのエネルギー種からでも回答できる調査画面とした。その結果、実査段階において、対象世帯のストレスを軽減でき、回収率の向上につながると考えられる。

「2. 家庭 CO₂ 統計平成 30 年度調査の準備 2.2 IM 調査 (2) スクリーニング調査」に記載のとおり、スクリーニング調査を実施したが、その際、スクリーニング条件を満たす世帯数が、各地方の対象世帯数の 2 倍を上限とするよう設定することで、費用面での効率化を図った。

なお、「2.3 調査の合理化・効率化の課題整理と改善検討」の項目については、実査段階に実施する回収率の確保又は向上させるための取り組みとなる。

3. 統合集計方法の検討

3.1 背景

全国試験調査では、調査員調査と IM 調査の 2 つの方法が併用されている。しかし、調査結果に乖離が見られたため、平成 29 年度調査からの本格実施にあたり、改善に向けた方策を検討するよう総務省より指摘を受けているところである。そこで、本指摘に対応するため、国内外の統合集計に関する文献調査や全国試験調査の調査票情報を用いた分析を通じて、より良い統合集計方法について検討し、平成 30 年度調査への反映を目指すこととする。

【統合集計方法の改善に係る総務省からの課題について】

本調査²は、住民基本台帳及び民間調査会社のモニターの 2 つの母集団を対象として調査を実施することとしており、これについては、必要性が認められるものの、依然として、エネルギー消費量の推計値に乖離が見られていることから、今後の調査実施においては、この乖離の要因を分析しつつ、全国の傾向を一層正確に推計することが必要と考える。

したがって、今後の調査実施に当たっては、より正確な統合集計に向けて、統計有識者の意見も踏まえつつ、改善方策を十分に検討すること。

3.2 調査概要・体制

統合集計方法の検討における業務では、下記 3 点の調査・分析を行うことにより、家庭 CO₂ 統計において最良の統合集計方法を明らかにする。

(1) 統合集計に関する文献調査

統合集計に関する国内外の文献を調査し、家庭 CO₂ 統計への応用可能性の検討を行う。文献調査にあたっては、青山学院大学 経営学部的美添泰人教授の協力のもと実施する。

(2) 全国消費実態調査（総務省）の統合集計に関するヒアリング

平成 22 年～平成 25 年まで開催されていた家計調査等改善検討会³では、全国消費実態調査（総務省）の単身世帯の標本の分布の偏りに対する改善策として、調査員調査と IM 調査の統合集計の検討がなされた。これは家庭 CO₂ 統計と類似の課題であり、現状、政府統計としての調査員調査と IM 調査の統合集計事例は家庭 CO₂ 統計の全国試験調査を除いて、全国消費実態調査が唯一である⁴。そこで、全国消費実態調査の統合集計に関する検討状況について、総務省統計局の分析担当者にヒアリングを実施し、統合集計を検討するに至った背景、統合集計方法についての経緯等を調査する。

² 全国試験調査のことを指す。

³ 家計調査等改善検討会、総務省統計局、<http://www.stat.go.jp/info/kenkyu/kaizen/>

⁴ 全国消費実態調査の平成 26 年版では、単身世帯収支実態との 2 度目の統合集計が行われているが、同じ全国消費実態調査として扱われている。

(3) 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計の検討

調査員調査と IM 調査間での結果の乖離が小さいことは、統合集計を公的統計の主たる結果として位置づけるための重要な根拠となる。全国試験調査の分析では、主にエネルギー消費構造の観点から調査員調査と IM 調査の乖離ができる限り縮小するよう検討し、「地方 10 区分×建て方 2 区分×単身/2 人以上」の 40 層による事後層化を行い、標本の分布の偏りを補正している。これにより、エネルギー消費量合計において、調査結果をそのまま集計した場合では調査員調査は IM 調査に比べ約 20%多かったところ、14%程度まで乖離が縮小している（図 3.2.1 の①）。その後、上記 40 層の事後層に加え、試行的に「世帯人数 6 区分×世帯主年齢 5 区分」の 30 層による事後層を追加し標本の分布の偏りを補正したところ、10%程度まで乖離が縮小する見通しが得られている（図 3.2.1 の②）。

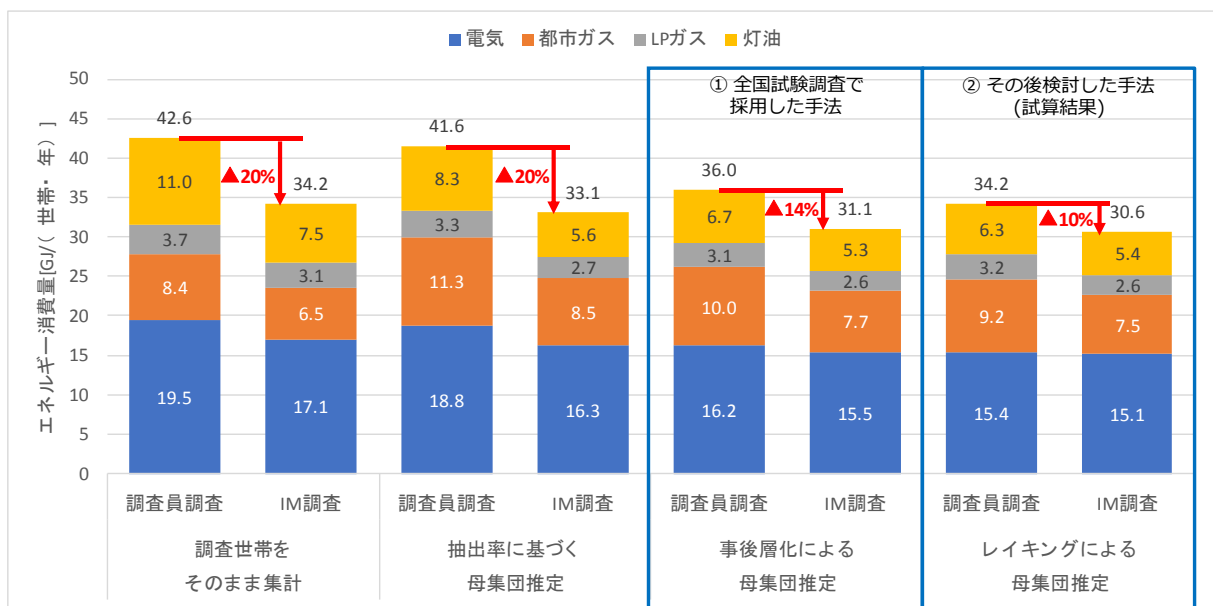


図 3.2.1 調査員調査と IM 調査間の乖離、及びこれまで検討した統合集計方法

本章では、全国試験調査の調査票情報を用いて、統計学の見地から上記統合集計方法の評価及び改善案の検討を行う。毎年度補正を行う必要があることから、統合集計方法の評価においては、推定の妥当性だけでなく、適用の難易度などについても考慮し、家庭 CO₂ 統計において最良の方法を検討する。なお、統合集計方法の妥当性に課題が残る場合は、課題解決の可能性もあわせて整理する。

本検討にあたっては、横浜市立大学 国際総合科学群 データサイエンス推進センターの土屋隆裕教授に依頼する。分析結果は、文献調査、ヒアリング調査の結果も踏まえるものとし、検討結果を家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査事業検討会（以下、「家庭 CO₂ 統計検討会」という）で報告し、検討会委員の承認を得ることにより、統合集計方法を決定するプロセスを経ることとする。

3.3 実施スケジュール

統合集計方法の検討における業務の実施スケジュール（実績）は表 3.3.1 に示す通りである。

表 3.3.1 統合集計方法の検討における業務の実施スケジュール

業務内容		H29									H30		
		4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1) 統合集計に関する 文献調査	文献リストの 作成	●	→										
	文献の収集・ 調査	●	→										
	研究会の実施		●		●●	●	●	●	●				
(2) 全国消費実態調査（総務省）の統合 集計に関するヒアリング			●					●					
(3) 全国試験調査の調査票情報を用いた 統合集計方法の検討						●	→						→
家庭 CO ₂ 統計検討会での報告										●			●

3.4 統合集計に関する文献調査

3.4.1 文献調査の進め方

下記(1)～(4)の手順で統合集計に関連する文献調査を行い、家庭 CO₂ 統計への適用可能性について検討する。

(1) 文献のソースの整理

美添教授、土屋教授をはじめとした有識者へのヒアリングを通じて、統合集計方法の文献が掲載されていると思われる国内外の学会・ジャーナル・ウェブサイトや、統合集計方法の著書・論文を発行していると思われる研究者等を整理する。表 3.4.1 にて、総務省の全国消費実態調査も含めた文献のソース一覧を記載する。

表 3.4.1 統合集計方法に関連する文献のソース一覧

区分	ソース
国内	総務省統計局 全国消費実態調査 http://www.stat.go.jp/data/zensho/2014/index.htm
	総務省統計研究研修所（共同研究、統計研究彙報） http://www.stat.go.jp/training/2kenkyu/2.htm
	日本統計学会（学会誌、月刊誌「統計」） http://www.iss.gr.jp/
	日本行動計量学会 http://www.bsj.gr.jp/
	国立情報学研究所（CiNii Articles） https://ci.nii.ac.jp/
	国立研究開発法人科学技術振興機構（J-STAGE） https://www.jstage.jst.go.jp/browse/-char/ja/
国外	The Journal of Statistics Sweden (JoS) https://www.degruyter.com/view/j/jos
	American Statistical Association (ASA) http://www.tandfonline.com/toc/uasa20/current
	Joint Statistical Meetings (JSM) http://www.amstat.org/ASA/Meetings/Joint-Statistical-Meetings.aspx
	American Association for Public Opinion Research (AAPOR) https://academic.oup.com/jssam
	World Association for Public Opinion Research (WAPOR) https://academic.oup.com/ijpor
	Statistics Canada http://www.statcan.gc.ca/eng/start
	European Survey Research Association (ESRA) https://ojs.ub.uni-konstanz.de/srm/
	European Social Survey (ESS) http://www.europeansocialsurvey.org/
	Mick Couper ⁵ , University of Michigan
	Mario Callegaro ⁶ , Google, UK

⁵ ミシガン大学のサーベイ・リサーチセンターに所属する教授。WEB 調査の設計・データ収集・分析を専門としている。『Methods for Testing and Evaluating Survey Questionnaires』(2004 年)、『Designing Effective Web Surveys』(2008 年)、『Survey Methodology』(2011 年)、『The Science of Web Surveys』(2013 年) など WEB 調査に関連する書籍を多く執筆している。

⁶ Google 英国法人の上席研究員。WEB 調査や電話調査の設計・データ収集・分析を専門としている。『Online Panel Research: A Data Quality Perspective』(2014 年)、『Web Survey Methodology (Research Methods for Social Scientists)』(2015 年) をはじめとした書籍を執筆している。

(2) 文献の収集・整理

(1)にて整理したソースを通じて、表 3.4.2 に示す和文・英文のキーワードを用いて文献の絞り込みを行う。

下表のキーワードに該当した国内外の文献は、計 53 点となっている（文献一覧は別冊の資料 1 参照）。このうち、統合集計方法が明記されている、もしくは統合集計の参考になる文献は、総務省の全国消費実態調査に関する文献を含めて計 18 点である。

表 3.4.2 文献調査において用いられたキーワード

和文キーワード	対応する英文キーワード	キーワードを採用した理由
ミックスモード調査	Mixed-mode survey	本章では、2 つ以上の調査方式について分析する文献に限定して情報収集するため、左記のキーワードを用いて関連文献の絞り込みを行う。
モード間調整／キャリブレーション	Adjustment/Calibration of mode effects	統合に向けて、あらかじめ各モードの結果を統合に適した状態で用意する必要がある。ミックスモード調査には、統合前に調整・キャリブレーションを行う（以下、「モード間調整」という）ことで調査結果を整理する既往研究が多く見られたことから、左記のキーワードを用いて関連文献の絞り込みを行う。
統合	Combination/Integration	調査結果の調整・キャリブレーションを行った後、各モードをどのような比率で統合するかを検討する必要がある。そのため、左記のキーワードを用いて関連文献の絞り込みを行う。

(3) 収集した文献の分析

(2)にて確認した 18 点を文献について、より詳細な分析を行う。文献の概要は表 3.4.3 に示す通りであり、それぞれの記載内容は①モードごとの回答クオリティに関する評価、②モード間の乖離に関する要因分析、③モード間の調整方法、④統合集計方法に分類することができる。本章では③と④を優先して確認しているが、今後の家庭 CO₂ 統計の調査設計の参考になるということで、①と②についても確認している。詳細については、次項「3.4.2 調査結果」にて述べる。

なお、文献 1～9 は③と④の両方について記載があるもの、文献 10～11 は③のみについて記載があるもの、文献 12～18 は①と②について記載があるものとなっている。

表 3.4.3 統合集計方法に関連する文献 18 点の概要

No.	タイトル	発行元・掲載元	著者	発表 時期	頁 数	区分	内容の分類（記載あり：○、記載なし：×）			
							モードごとの 回答クオリティに 関する評価	モード間の 乖離に関する 要因分析	モード間の 調整方法	統合集計方法
1	Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys	Joint Statistical Meetings	Zeynep Tuba Suzer-Gurtekin; Steven G. Heeringa; Richard Valliant	2013 年	15	事例 分析	×	×	○ 多重代入法	○ ①単純平均 ②分散の逆数による ウェイト付け ③平均二乗誤差の逆数 によるウェイト付け ④モード間の乖離を 無視してそのまま統合
2	国民生活基礎調査の標本設計・推定手法等に関する研究会報告書	厚生労働省	岩崎学、石井太、稲葉 由之、西郷浩、樋田勉	2011 年	99	事例 分析	×	×	○ 傾向スコアの推定後、 ①IPW 推定、もしくは ②傾向スコアマッチング	
3	全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について	家計調査等改善 検討会	—	2011 年	37	事例 分析	×	○	○ 世帯分布補正	○ 両標本の乗率に 0.5 を乗じて統合
4	「平成 26 年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成 26 年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について	総務省統計局	総務省統計局	2016 年	11	事例 分析	×	○	○ 世帯分布補正	○ 集計世帯数比で統合
5	Statistical Inference Under Non-ignorable Sampling and Non-response: An Empirical Likelihood Approach	University of Southampton	Moshe Feder; Danny Pfeffermann	2015 年	22	理論	×	×	○ 経験尤度法を用いて調整・統合	
6	Methodological Issues and Challenges in the Production of Official Statistics: 24th Annual Morris Hansen Lecture	American Association for Public Opinion Research	Danny Pfeffermann	2015 年	59	理論	×	×	○ 経験尤度法を用いて調整・統合	

No.	タイトル	発行元・掲載元	著者	発表時期	頁数	区分	内容の分類（記載あり：○、記載なし：×）			
							モードごとの回答クオリティに関する評価	モード間の乖離に関する要因分析	モード間の調整方法	統合集計方法
7	Comparing Two Inferential Approaches to Handling Measurement Error in Mixed-Mode Surveys	The Journal of Statistics Sweden	Bart Buelens; Jan A. Van den Brakel	2017年	19	事例分析	×	×	○ GREG 推定法を用いて調整・統合	
8	Measurement Error Calibration in Mixed-mode Sample Surveys	SAGE Journals	Bart Buelens; Jan A. Van den Brakel	2014年	36	事例分析	×	○	○ GREG 推定法を用いて調整・統合	
9	An imputation approach for handling mixed-mode surveys	Institute of Mathematical Statistics	Seunghwan Park; Jae-Kwang Kim; Sangun Park	2016年	23	事例分析	×	×	△ Parametric Fractional Imputation	
10	Evaluating Three Approaches to Statistically Adjust for Mode Effects	American Association for Public Opinion Research	Stanislav Kolenikov; Courtney Kennedy	2014年	33	事例分析	×	○	○ ①回帰モデリング ②多重代入法 ③効用関数と多重代入法の組み合わせ	×
11	全国消費実態調査を用いたインターネット調査の補正推計～全国的な住宅ローンの状況について～	総務省統計研修所	佐藤慶一	2012年	47	事例分析	×	○	○ 傾向スコア	×
12	Mixed Mode Designs - Finding the Balance Between Nonresponse Bias and Mode Effects	The Journal of Statistics Sweden	Robert J.J. Voogt; Willem E. Saris	2005年	21	事例分析	○	○	×	×
13	The Possibility of Mixed-Mode Surveys in Sociological Studies	International Journal of Japanese Sociology	Takuya Hayashi	2007年	13	事例分析	○	○	×	×
14	調査モードによる回答傾向の違いと回答者—調査員の関係性～ミックスモード調査と	奈良女子大学	林拓也	2009年	18	事例分析	×	○	×	×

No.	タイトル	発行元・掲載元	著者	発表 時期	頁 数	区分	内容の分類（記載あり：○、記載なし：×）			
							モードごとの 回答クオリティに 関する評価	モード間の 乖離に関する 要因分析	モード間の 調整方法	統合集計方法
	多重対応分析に基づく検討～									
15	Mode Effects on Variances, Covariances, Standard Deviations, and Correlations	American Association for Public Opinion Research	Jorre T.A. Vannieuwenhuyze	2015 年	21	事例 分析	×	○	×	×
16	ESS Mixed Mode Experiment Results in Estonia (CAWI and CAPI Mode Sequential Design)	University of Tartu	Mare Ainsaar; Laur Lilleoja; Kaur Lumiste; Ave Roots	2013 年	27	事例 分析	×	○	×	×
17	Comparison of the quality estimates in a mixed-mode and a unimode design: an experiment from the European Social Survey	Springer Verlag	Melanie Revilla	2014 年	20	事例 分析	○	×	×	×
18	Evaluating Relative Mode Effects on Data Quality in Mixed-Mode Surveys	European Survey Research Association	Jorre T.A. Vannieuwenhuyze; Melanie Revilla	2013 年	12	事例 分析	○	×	×	×

(4) 研究会を通じた文献の確認

3～4週間に一度、有識者を交えた統合集計に関する研究会を開催する。(3)にて分析した文献のうち、特に有用だと思われるものについて和文要約を作成し、研究会にて有識者と共に確認しながら、家庭CO₂統計に適用できる統合集計方法について討議する。

研究会の開催概要と出席者は、それぞれ表 3.4.4 と表 3.4.5 に示す通りである。

表 3.4.4 統合集計研究会の開催概要

	開催日時	討議内容
第1回	2017年5月29日(月) 18:00～20:30	<ul style="list-style-type: none"> 文献15『ESS Mixed Mode Experiment Results in Estonia (CAWI and CAPI Mode Sequential Design)』の要約 文献16『Comparison of the quality estimates in a mixed-mode and a unimode design: an experiment from the European Social Survey』の要約 文献17『Evaluating Relative Mode Effects on Data Quality in Mixed-Mode Surveys』の要約
第2回	2017年7月4日(火) 17:00～19:30	<ul style="list-style-type: none"> 文献9『Evaluating Three Approaches to Statistically Adjust for Mode Effects』の要約 文献11『Mixed Mode Designs - Finding the Balance Between Nonresponse Bias and Mode Effects』の要約 文献12『The Possibility of Mixed-Mode Surveys in Sociological Studies』の要約
第3回	2017年7月31日(月) 14:00～16:00	<ul style="list-style-type: none"> 文献7『Comparing Two Inferential Approaches to Handling Measurement Error in Mixed-Mode Surveys』の要約
第4回	2017年8月22日(火) 10:00～12:30	<ul style="list-style-type: none"> 文献6『Methodological Issues and Challenges in the Production of Official Statistics: 24th Annual Morris Hansen Lecture』の要約 文献10『全国消費実態調査を用いたインターネット調査の補正推計～全国的な住宅ローンの状況について～』の要約
第5回	2017年9月19日(火) 16:00～18:00	<ul style="list-style-type: none"> 文献3『全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について』の要約 文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合

	開催日時	討議内容
		集計について』の要約 <ul style="list-style-type: none"> 文献 5『Statistical Inference Under Non-ignorable Sampling and Non-response: An Empirical Likelihood Approach』の要約
第 6 回	2017 年 10 月 24 日 (火) 17:00～19:40	<ul style="list-style-type: none"> 文献 1『Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys』の要約 文献 2『国民生活基礎調査の標本設計・推定手法等に関する研究会報告書』の要約 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討結果
第 7 回	2017 年 11 月 21 日 (火) 17:00～19:50	<ul style="list-style-type: none"> 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討結果
第 8 回	2017 年 12 月 20 日 (水) 16:00～18:15	<ul style="list-style-type: none"> 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討結果

表 3.4.5 統合集計研究会の出席者一覧

区分	出席者氏名・所属
有識者	青山学院大学 経営学部 美添泰人 教授
	早稲田大学 政治経済学術院 西郷浩 教授
	横浜市立大学 国際総合科学群 データサイエンス推進センター 土屋隆裕 教授
	一橋大学 経済研究所 宇南山卓 准教授
傍聴	環境省 地球環境局 総務課 低炭素社会推進室
	総務省 統計局 消費統計課
事務局	株式会社インテージ
	株式会社住環境計画研究所

3.4.2 調査結果

表 3.4.3 にて整理した 4 つの大分類に基づいて調査結果を述べる。なお、文献によっては③モード間の調整方法と④統合集計方法を一つの手法にまとめて対処しているものもあるため、本項においては、③と④の調査結果をまとめて記載する。

(1) モードごとの回答クオリティに関する評価

ミックスモード調査におけるモードごとの回答クオリティについて分析・評価した事例として、文献 17・18 にて取り上げられている European Social Survey についてまとめる。

European Social Survey は、ヨーロッパにおける社会的価値観・態度の変遷を把握するために、2002 年より 2 年おきに各国で実施されている調査である。イギリス・シティ大学ロンドンが主導しており、この他、ドイツ、ベルギー、ノルウェー、オランダ、スペイン、スロベニアなど各国の研究機関も実施体制に参画している。

European Social Survey は当初、調査員による訪問調査によって行われていたが、コストや時間がかかり、さらに回収率低下の問題が発生している。そこで一部の国では、従来の調査員調査によるシングルモード調査（文献では「main survey」という表記となっている）と並行し、試験的にミックスモード調査も行われるようになった。ミックスモード調査の組み合わせは、調査員調査と WEB 調査、調査員調査と電話調査など、国によって異なる。なお、ミックスモード調査はあくまで試験調査という位置づけであり、現時点では、シングルモード調査の結果が主たる結果として認められている。将来的にシングルモード調査からミックスモード調査に完全移行するかについては、引き続き各国にて検討されているところである。

文献 15～17 にて取り上げられているのは、第 4 回（2008～2009 年実施）と第 6 回（2012～2013 年実施）の European Social Survey となっている。調査概要は表 3.4.6 に示す通りである。

表 3.4.6 第 4 回・第 6 回 European Social Survey の概要

	第 4 回 European Social Survey	第 6 回 European Social Survey
実施国	オランダ	エストニア、イギリス
調査標本	Population register（日本では住民基本台帳にあたるもの）から無作為抽出された一般家庭	
調査期間	2008～2009 年	2012～2013 年
調査モード	<ul style="list-style-type: none"> ・ WEB 調査 ・ 電話調査 ・ 調査員調査 (Main survey は調査員調査のみ)	<ul style="list-style-type: none"> ・ WEB 調査 ・ 調査員調査 (Main survey は調査員調査のみ)
回答依頼方法	電話にて依頼（全モード共通）	郵送の依頼状にて依頼（全モード共通）
調査手順	対象世帯のうち半数は、WEB 調査・電話調査・調査員調査のいずれかを選択するよう依頼する。残りの半数は、まず WEB 調査での回答を依頼し、回答が得られなかった場合は電話調査もしくは調査員調査を案内する。	まずは全対象世帯に WEB 回答を依頼する。回答が得られなかった場合、2 度にわたり郵送によるリマインダーを送付し、無回答の場合は電子メールによるリマインダーを送付する。それでも無回答の場合は、調査員調査を実施する。ただし、調査員調査が開始した後も WEB 回答は可能である。

第4回・第6回 European Social Survey のいずれにおいても、ミックスモード調査を行うことで、これまで調査員調査のみでは捕捉しづらかった若年層や都会の比較的高学歴な世帯をより多く捕捉することができた。その結果、これらの層においてより精度の高いデータを収集することができたというメリットが確認されている。しかし、調査モードによって回答者分布が異なるためか、モード間の回答クオリティ⁷に違いが生じていることが示唆された。(例えば、調査員が介在する対面調査では、自分をよく見せようと回答で見栄を張り、調査員が介在しない郵送調査では、全ての質問に目を通すのが面倒のため多くの無回答を残す(あるいはいい加減な回答をする)など、真実とは異なる回答をする傾向がモードごと・質問ごとに現れる可能性がある。)

そこで、回答クオリティを担保するため、第4回・第6回調査では、調査項目の設計において多特定多方法 (MTMM: multitrait-multimethod) 形式の質問を実験的に採用している。表 3.4.7 に示すように、同じトピックについて、複数の異なる質問方法・回答方法が設けられている。回答クオリティについては、操作変数法 (instrumental variable method) という手法を用いて、モード間の測定効果・選択効果を定量化し、品質推定値 q^2 を用いて評価を行っている。

表 3.4.7 MTMM 形式の質問

Topic	Traits	M ₁ ^a Method 1	M ₂ ^b Method 2
Media	On an average weekday, how much time, in total: F1: do you spend watching television? F2: do you spend listening to the radio? F3: do you spend reading the newspapers?	8 points	Hours and min.
Social trust	F1: Generally speaking would you say that most people can be trusted or that you can't be too careful in dealing with people? F2: Do you think that most people would try to take advantage of you if they got the chance or would they try to be fair?	11 points	6 points
Political trust	How much do you personally trust each of the institutions: F1: Dutch parliament? F2: The legal system? F3: The police?	11 points	6 points
Satisfaction	How satisfied are you with: F1: the present state of the economy in NL? F2: the way the government is doing its job? F3: the way democracy works?	extreme labels	normal labels

^a The first method M₁ is part of the principal questionnaire which is always administered by a face-to-face interview.

^b The second method M₂ is part of the supplementary questionnaire which is administered by a face-to-face interview in the mixed-mode ESS survey but by a paper self-completion questionnaire in the main ESS survey.

(Media: メディア利用、social trust: 社会的信頼、political trust: 政権への信頼、satisfaction: 満足度)

⁷ 文献 17・18 では、実際の回答内容と真の回答の乖離度合いを「回答クオリティ」と定義しており、乖離が大きければ大きいほどクオリティが低い整理となっている。

(2) モード間の乖離に関する要因分析

モード間の乖離に関する要因については、以下のようなものが挙げられる。

1. 標本抽出における違い

各モードの調査対象者の分布に違いがある。(例：WEB 調査の方に省エネ意識の高い調査対象者が偏っている)

2. 調査対象者の心理的側面

- モードによって回答率に差が生じる(例：調査員調査では、単身女性はじめ対面に抵抗のある層の回答率が低下する)
- モードによって調査対象者の回答姿勢が異なり、回答に差が生じる(例：調査員調査では自分を良く見せたがる回答者がいる、WEB 調査では監督する者がいないため嘘をつく回答者がいる)

3. 調査媒体の違い

調査媒体の違いにより、回答内容に差が生じる(例：WEB 調査では、空欄が残っていると次の質問に進むことができないなどの制御がかかる)

(3) モード間の調整方法、統合集計方法

モード間の調整方法や統合集計方法について言及している文献 1～7 の要約を、本項にてまとめる。それぞれの文献は、要旨、分析内容・結果、結論、事務局の考察から構成されている。なお、文中の図表番号と数式番号は、原文の通りとしている。

総論として、ほとんどの文献は理論的研究や事例分析に留まっており、総務省が実施している全国消費実態調査を除き、モード間の調整方法あるいは統合集計方法を適用した公的統計に関する報告はまだ確認されていない。

文献1 『Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys』

要旨	<p>逐次式ミックスモード調査 (sequential mixed-mode surveys) は、様々な調査モードを組み合わせて逐次に行うことによって、ある程度のコストの制限下で無回答バイアスを低減する調査手法である。しかし、ノンランダムに調査モードを割り当てている場合、無視できないモード効果により、平均や合計といった母集団推定値において未知のバイアスをもたらす可能性がある。従来の推定手法は、モード効果は無視できるものとして仮定するものがほとんどである。本論文は、ミックスモード調査における「無回答」と「ノンランダムなモードの割り当て」の2点を考慮した多重代入法による推定手法を整理し、経験的評価を行うことを目的とする。ICPSR⁸にて、1973年米国人口動態調査のうち社会保障記録の完全一致データ (public-use Current Population, 1973, Social Security Records Exact Match data) が公共利用目的で整備されているが、それを用いて、平均賃金と給与所得の母集団推定を行い、そのバイアスに関する評価結果を提示する。</p>
分析手法	<ul style="list-style-type: none"> • 概念の整理 (p.4711~4712⁹) <ul style="list-style-type: none"> ✓ 本論文では、$y_i = \mu_i + B_g + \varepsilon_i (i \in U_g)$ というモデルを用いて分析を行っている。ただし、 <ul style="list-style-type: none"> g : 特定のモードでしか回答しない母集団の中のサブグループ y_i : g に含まれている調査単位 i の回答 U_g : g に含まれている調査単位 i の数 μ_i : 調査単位 i による真の回答 B_g : U_g における調査単位 i のバイアス ε_i : 調査単位 i の偶然誤差 (平均=0) ✓ サブグループ g から、サイズ n を持つ標本が無作為に抽出されたとする。標本平均値 $\bar{y} = \sum_{i=1}^n y_i/n$ を用いて母集団平均を推定することとし、\bar{y} のバイアスを $\sum_g P_g B_g$ とする。(P_g : サブグループ g における母集団の比率) 標本平均値を調整せずに母集団平均を推定すると、その推定値にはバイアスが生じる可能性が高い。 • 既往研究の整理 (p.4712~4714) <ul style="list-style-type: none"> ① 母集団推定手法 (2.1.1~2.1.2 節) <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hansen and Hurwitz (1946)は、二重サンプリング手法を用いて無回答者への追跡調査を行い、デザインベースの平均値・分散の推定式を開発した。ただし、この推定式は「モード間に差異がない」ことを前提としている。

⁸ Inter-university Consortium for Political and Social Research (政治・社会調査のための大学協会)。社会科学に関する調査の個票データを世界各国や国際組織から収集、保存し、それらを学術目的での二次分析のために提供する世界最大級のデータアーカイブ。1962年に、ミシガン大学社会調査研究所により設立された。

⁹ 括弧内のページ数や章節番号は、文献本文のものに該当する。以下同様。

文献1 『Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys』

・ Hansen, M., & Hurwitz, W. (1946). The problem of nonresponse in sample surveys. *The American Statistician*, 41(236), 517-529.

- ✓ 上記の二重サンプリング手法をもとに派生した推定手法として、Rao (1983)にて提唱されている頻度統計の考え方と、Singh (1983)にて提唱されているベイズ統計の考え方が挙げられる。本論文は、ベイズ統計の考え方に基いて母集団推定方法を検討した。

・ Rao, P. S. R. S. (1983). Nonresponse and Double Sampling Randomization Approach. In W. G. Madow, I. Olkin, & D. B. Rubin (Eds.), *Incomplete Data in Surveys Volume 2 Theory and Bibliographies* (pp. 97-106). Academic Press, Inc.

・ Singh, B. (1983). Nonresponse and Double Sampling Bayesian Approach. In W. G. Madow, I. Olkin, & D. B. Rubin (Eds.), *Incomplete Data in Surveys Volume 2 Theory and Bibliographies* (pp. 107-124). Academic Press, Inc.

② モード間の違いに関する分析手法 (2.1.3 節)

- ✓ 特定のモードで調査した後、同じ対象者に別のモードで再調査し、それぞれの結果を比較する。

・ Biemer, P. (2001). Nonresponse bias and measurement bias in a comparison of face to face and telephone interviewing. *Journal of Official Statistics*, 17(2), 295-320.

・ Jäckle, A., Roberts, C., & Lynn, P. (2010). Assessing the Effect of Data Collection Mode on Measurement. *International Statistical Review*, 78(1), 3-20.

- ✓ ミックスモード調査と並行してシングルモード調査も行い、それぞれの結果を比較する。

・ Vannieuwenhuyze, J., Loosveldt, G., & Molenberghs, G. (2010). A Method for Evaluating Mode Effects in Mixed-mode Surveys. *Public Opinion Quarterly*, 74(5), 1027-1045.

・ Vannieuwenhuyze, J., Loosveldt, G., & Molenberghs, G. (2012). A Method to Evaluate Mode Effects on the Mean and Variance of a Continuous Variable in Mixed-Mode Surveys. *International Statistical Review*.

③ モード間調整手法 (2.1.4 節)

- ✓ 「モード」をダミー変数として用いて、収集データをキャリブレーションする。
 - ・ Buelens, B., & Van den Brakel, J. (2011). Inference in Surveys with Sequential Mixed-Mode Data Collection. Discussion Paper. Statistics Netherlands.
- ✓ 調査モードを選択する性質を反映した選択モデル(selection model)を用いて、無回答者のデータを補正した。
 - ・ Cobben, F. (2009). Nonresponse in Sample Surveys Methods for Analysis and Adjustment. cbs.nl. Universiteit van Amsterdam.

• 本論文において提案する推定手法 (p.4714)

- ✓ 調査対象者が複数モードのうち一つのモードで回答した際に、回答しなかったモードのデータ(下図の NR_T と NR_I)を missing data として扱う。その missing data を多重代入法で補定することで、モードごとに全ての調査対象者による回答を生成する。

Phase 1	Phase 2
Y_T (Telephone)	Y_I (In-person)
R_T	NR_I
NR_T	R_I

(Suzer-Gurtekin 氏の博士論文発表資料 p.10 より抜粋、

https://www.niss.org/sites/default/files/VII%201%20Suzer-Gurtekin_itsew2013.pdf)

- ✓ 以下の 5 ステップで母集団推定を行った上で、統合集計方法を検討した。
 - (1) 各モード (面接調査と電話調査) において全ての調査単位が回答した場合のデータセット (実際に収集したデータ+補定したデータ) を、多重代入法を用いて生成した。
 - (2) 各モードにおいて生成されたデータセットで、母集団平均を推定した。
 - (3) 各モードの推定値を比較し、モード間の差異を確認した。
 - (4) 各モードの推定値をベンチマーク (社会保障記録) と比較し、バイアスの大小を確認した。
 - (5) 次に示す 3 種類の統合集計方法 (CM1~3) を用いて統合データを作成し、多重代入法で補定しなかった場合の統合集計方法 (CM4) による統合データと比較し、バイアスの大小を確認した。

文献1 『Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys』

Combination Method 1 (CM1) :	単純平均によるウェイト付け $\alpha = \frac{1}{2}$
Combination Method 1 (CM2) :	推定値の分散に反比例したウェイト付け $\alpha = \frac{1}{\text{Var}(\bar{Y}_p^*)} / \sum_p \frac{1}{\text{Var}(\bar{Y}_p^*)}$
Combination Method 1 (CM3) :	推定値の平均二乗誤差 (MSE) に反比例したウェイト付け $\alpha = \frac{1}{\text{MSE}(\bar{Y}_p^*)} / \sum_p \frac{1}{\text{MSE}(\bar{Y}_p^*)}$
Combination Method 1 (CM4) :	多重代入法を用いて補定せずに、そのままデータを統合する ただし、 $\bar{Y}^* = \alpha \bar{Y}_T^* + (1 - \alpha) \bar{Y}_I^*$ $0 \leq \alpha \leq 1$ とする。 (Suzer-Gurtekin 氏の博士論文発表資料より抜粋、 https://www.niss.org/sites/default/files/VII%201%20Suzer-Gurtekin_itsew2013.pdf)

- バイアスに関しては、以下の観点に基づき 8 つのシナリオで確認した。
- ① サンプルサイズ：400、800 のいずれか
 - ② モード選択のアルゴリズム：決定論的手法 (deterministic mode choice)、確率論的手法 (stochastic mode choice) のいずれか
 - ③ item missing を分析に含めるか否か

Table 4: Number of Significant Differences at 95% confidence level between Telephone and In-person Mode-specific Estimates

	400x50x5		800x50x5	
	Deterministic Mode Choice Regression Model	Stochastic Mode Choice Model	Deterministic Mode Choice Regression Model	Stochastic Mode Choice Model
Item Missing Excluded	1	1	3	8
Item Missing Included	1	1	3	9

(p.4718)

分析結果

- 1 つ目の疑問「逐次式ミックスマード調査におけるモード間の測定誤差は無視できるのか」：電話調査における母集団推定値の relative bias と absolute relative bias のいずれも、面接調査のそれより高く、その差異は無視できないレベルだった。

- 2つ目の疑問「無視できない場合、どのような特性を持ったアプローチで調整すべきか」：本論文では、有効なアプローチを特定することができなかった。手法4を比較対象とした場合、手法3のみ、deterministic mode choiceにおいて平均賃金と給与所得の relative bias の改善が見られた。ただし stochastic mode choice においては、手法1〜3はいずれも手法4より relative bias と absolute relative bias が大きかった。

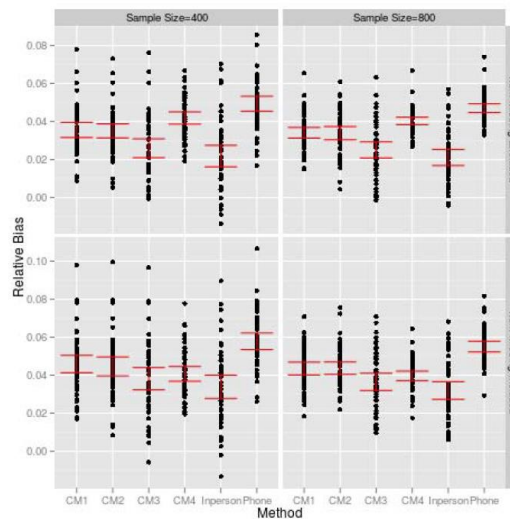


Figure 1. Deterministic mode choice におけるバイアスの比較 (p.4719)

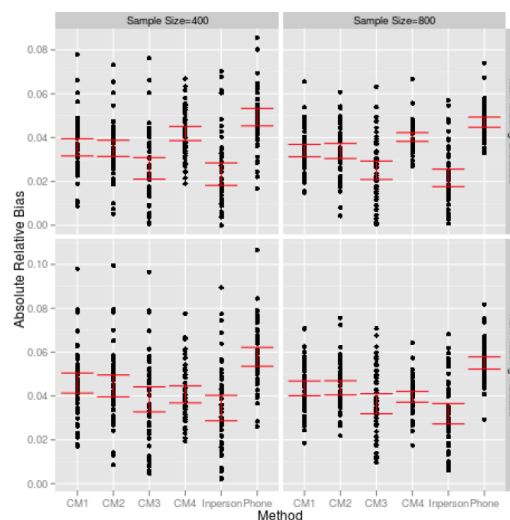


Figure 2. Deterministic mode choice におけるバイアス（絶対値）の比較 (p.4720)

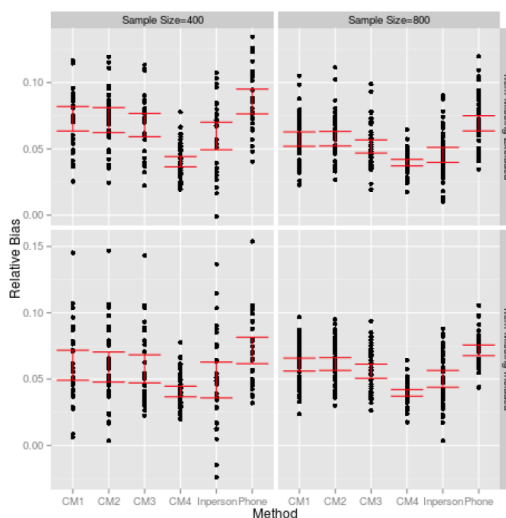


Figure 4. Stochastic mode choice におけるバイアスの比較 (p.4721)

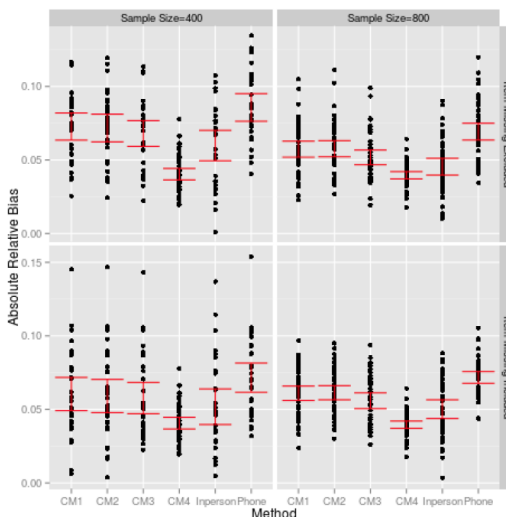


Figure 4. Stochastic mode choice におけるバイアス (絶対値) の比較 (p.4722)

結論

- 1つ目の疑問「逐次式ミックスモード調査におけるモード間の測定誤差は無視できるのか」：モード間の測定誤差は「無視できない」という結論に至った。しかし、本論文では共変量と推定値の相関のみ分析しており、その他バイアスの要因について分析していないため、より徹底的にバイアスに対処するには追加研究が必要となる。
- 2つ目の疑問「無視できない場合、どのような特性を持ったアプローチで調整すべきか」：前述の通り、有効なアプローチを特定することができなかった。補定値を生成できなかった調査単位もあるため、提案手法の改良が必要となる（サンプルサイズ 800 では 3 つ、400 では 18~20 つの調査単位において補定値が生成されなかった）。

文献1 『Investigating the Bias of Alternative Statistical Inference Methods in Mixed-Mode Surveys』

事務局
による
考察

- 本論文は複数の統合集計方法について比較分析しているものの、著者自身も言及しているように、理論が未完成であるため、家庭 CO₂ 統計への適用可能性を検討するのは時期尚早だと思われる。

分析
内容

1. はじめに

国民生活基礎調査の母集団推定方法では、調査票回収率の偏りにより国勢調査との間で世帯構造別の世帯数に乖離があるが、調査票回収率の偏りに関する正確な情報を得るために直ちに採用できる効果的な手段がない。

近年、非標本誤差を解析し、集計値を補正する理論の研究が進んできていることから、それらの利用可能性に関する検討を行うことを目的とする。

※ここでは統合集計の検討に資すると考えられる5.1のみ要約対象とする。

5. 一部不詳データの補整の考え方と試算結果

一部不詳データの補整については、全項目について統一的な方法を適用するのは難しい。不詳データの性質を考慮しながら、個別に推定方法を検討する必要がある。

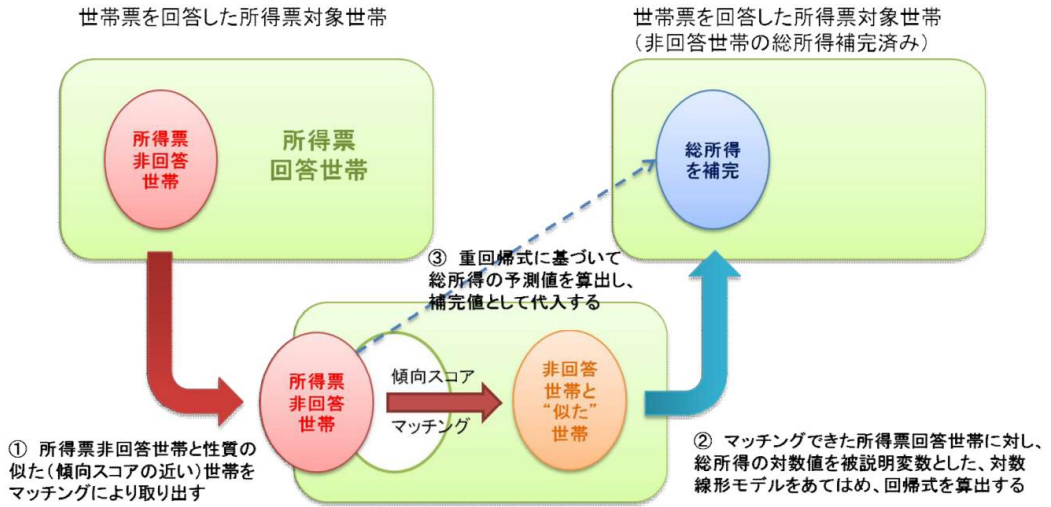
なお、例えば、所得について所得の内訳ごとの補整を行うこととした場合、所得の内訳ごとの補整結果の合計が総所得の補整結果とは必ずしも一致しないと考えられることなど、一部不詳データの補整にはここで検討している事項以外にも多くの問題があるため、今回検討した手法がそのまま適用できるかを含め、慎重に検討する必要がある。

5. 1 所得票無回答世帯の総所得金額

【本試算の概要】

所得票対象世帯の傾向スコア（所得票回答確率）の推定を行い、その推定値を用いて、IPW（Inverse Probability Weighting）推定及び傾向スコアマッチングによる総所得の代入を行った。後者においては、まず傾向スコア推定値による非回答世帯と回答世帯のマッチングを行い、マッチングした回答世帯の総所得を用いて、非回答世帯の総所得にノンパラメトリックな代入及びパラメトリックな代入を行った。

(傾向スコアマッチングとパラメトリックな代入のイメージ)



【傾向スコアの推定】

所得票対象の N 世帯のうち、第 i 世帯が回答のとき 1、非回答のとき 0 をとる欠測インディケータ z_i を定義する。いま、選び出した n 個の世帯票項目の変数（共変量）を $x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni}$ としたとき、第 i 世帯が回答する確率

$$e_i = p(z_i = 1 | x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ni})$$

を第 i 世帯の傾向スコア（Propensity Score）とよぶ。

e_i の真値はわからないため、その推定値をロジスティック回帰モデルにより求める。

$$\hat{e}_i = \frac{1}{1 + \exp(-(\hat{\alpha}_0 + \hat{\alpha}_1 x_{1i} + \dots + \hat{\alpha}_n x_{ni}))}$$

を第 i 世帯の傾向スコア推定値とする。

使用した世帯票項目及びロジスティック回帰分析の結果は表 1 のとおり。

表1. ロジスティック回帰による分析結果

説明変数(1/2)	所得票対象世帯		説明変数(2/2)	所得票対象世帯	
	係数 α	オッズ比 $\exp(\alpha)$		係数 α	オッズ比 $\exp(\alpha)$
市郡 (R=大都市)			世帯類型 (R=高齢者世帯)		
人口15万人以上の市	0.229	1.258 ***	母子世帯	-0.346	0.708 **
人口5万人以上15万人未満の市	0.539	1.715 ***	父子世帯	-0.498	0.608
人口5万人未満の市	0.932	2.540 ***	その他の世帯	-0.310	0.734 ***
郡部	0.705	2.024 ***	世帯業態 (R=常雇者(会社・団体等の役員)世帯)		
地域ブロック (R=北海道)			常雇者(一般常雇者)世帯	0.186	1.205 ***
東北	0.341	1.406 ***	契約の雇業者世帯	0.162	1.176 *
関東-I	0.104	1.109	自営業者	0.087	1.091
関東-II	0.341	1.407 ***	その他	0.003	1.003
北陸	0.389	1.475 ***	不詳	-0.259	0.772 *
東海	0.345	1.412 ***	家計支出額 (R=25万円未満)		
近畿-I	0.064	1.066	25万円以上50万円未満	-0.063	0.939 *
近畿-II	0.004	1.004	50万円以上	-0.155	0.856 **
中国	0.220	1.246 **	不詳	-0.638	0.528 ***
四国	0.006	1.006	住居の種類 (R=持ち家)		
北九州	0.388	1.474 ***	民間賃貸住宅	-0.153	0.858 ***
南九州	0.373	1.453 ***	社宅・公務員住宅等の給与住宅	-0.049	0.952
世帯人員数	0.045	1.046 *	公社・公団等の賃貸公営住宅	0.009	1.009
有業人員数 (R=0人)			借間・その他	-0.331	0.718 ***
1~2人	-0.097	0.908	世帯主年齢階級 (R=25歳未満)		
3人以上	-0.249	0.780 ***	25歳以上35歳未満	0.303	1.353 ***
不詳	-0.484	0.616 ***	35歳以上45歳未満	0.336	1.399 ***
世帯構造 (R=住み込み・寄宿舎等の単独)			45歳以上55歳未満	0.278	1.321 ***
その他の単身世帯(男)	1.051	2.859 ***	55歳以上65歳未満	0.421	1.523 ***
その他の単身世帯(女)	1.128	3.088 ***	65歳以上75歳未満	0.667	1.949 ***
夫婦のみの世帯	1.346	3.840 ***	75歳以上	0.628	1.874 ***
夫婦と未婚の子のみの世帯	1.372	3.945 ***	不詳	-2.837	0.059 ***
ひとり親と未婚の子のみの世帯	1.315	3.723 ***			
三世帯世帯	1.402	4.064 ***			
その他の世帯	1.282	3.604 ***			
			c統計量	0.657	

※Rはダミー変数の基準カテゴリ(Reference category)を表す
* = p < .05, ** = p < .01, *** = p < .001

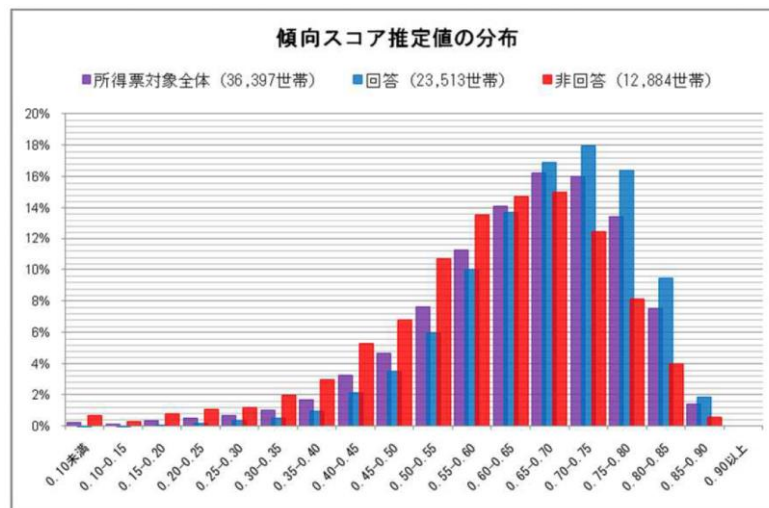


図1. 傾向スコア推定値の分布

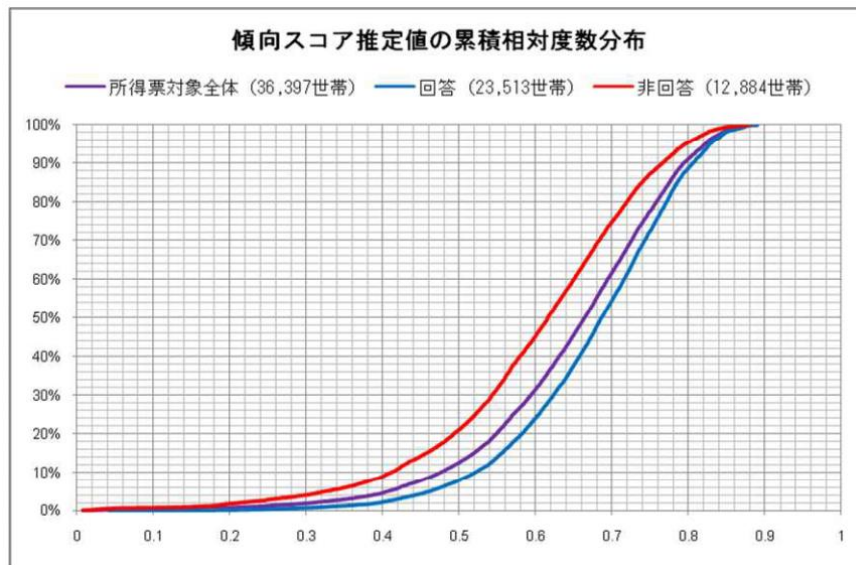


図2. 傾向スコア推定値の累積相対度数分布

【IPW 推定】

第 i 世帯の欠測インディケータ変数 z_i 、傾向スコア e_i に対して、現行の拡大乗数 w_i を $\frac{z_i}{e_i} w_i$ に置き換えて推定を行う。このとき、真の傾向スコアはわからないため、傾向スコア推定値 \hat{e}_i による $\frac{z_i}{\hat{e}_i} w_i$ を新たな拡大乗数として用いた。

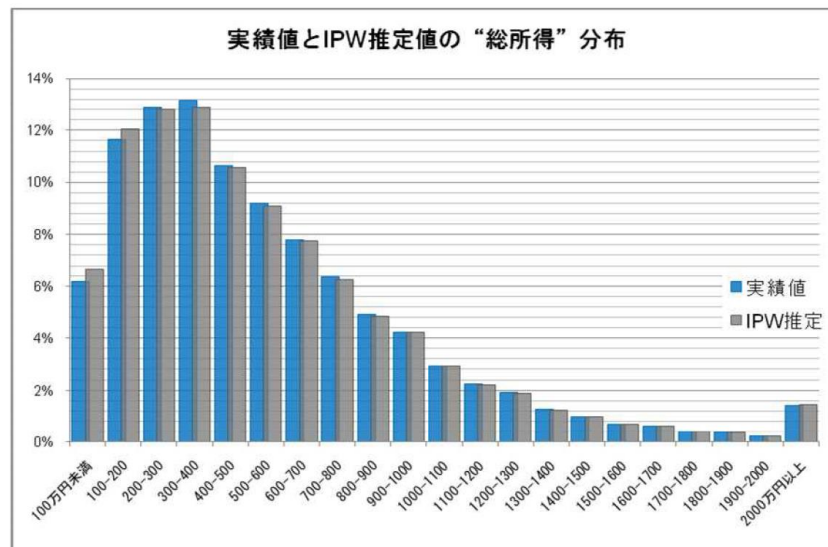


図3. 実績値とIPW推定値の“総所得”分布

表2. 実績値及びIPW推定値における平均所得額と所得分位値

	一世帯あたり平均所得(万円)		所得分位値(万円)	
	実績値	IPW推定値	実績値	IPW推定値
全世帯	566.8	564.0	中央値	451
高齢者世帯	306.3	303.5	第1五分位	214
母子世帯	236.7	236.4	第2五分位	365
父子世帯	515.9	515.9	第3五分位	554
その他の世帯	646.8	634.6	第4五分位	838

【マッチングによる代入】

1) マッチング

傾向スコア推定値の昇順ソートによる一対一マッチングを3パターンについて試算した。

- ・最近傍マッチング (Nearest Neighbor matching)
 - 試算①：復元
 - 試算②：非復元
- ・キャリパーマッチング (Caliper matching)
 - 試算③：非復元 ※傾向スコア推定値の差の絶対値が0.001以上のときはマッチングしない。

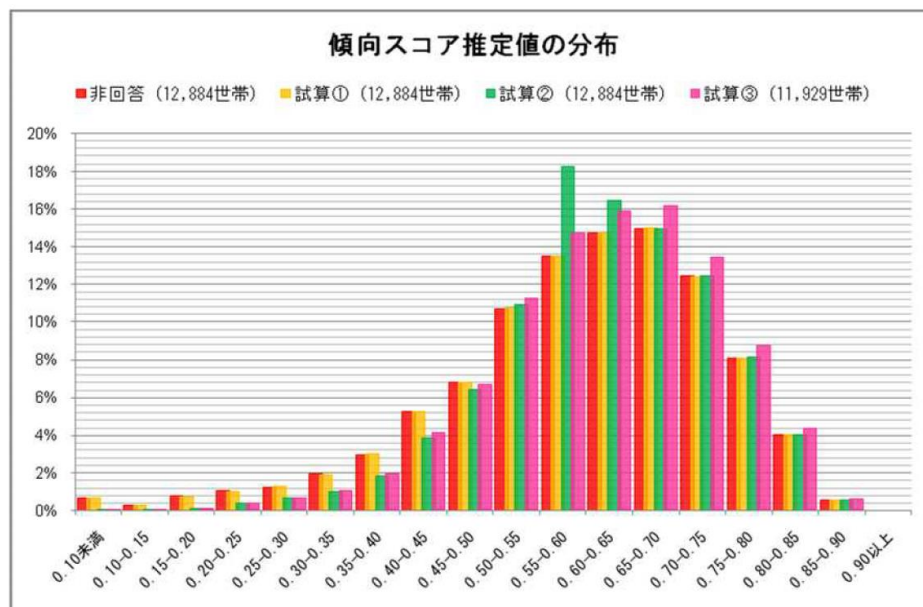


図4. 傾向スコア推定値の分布

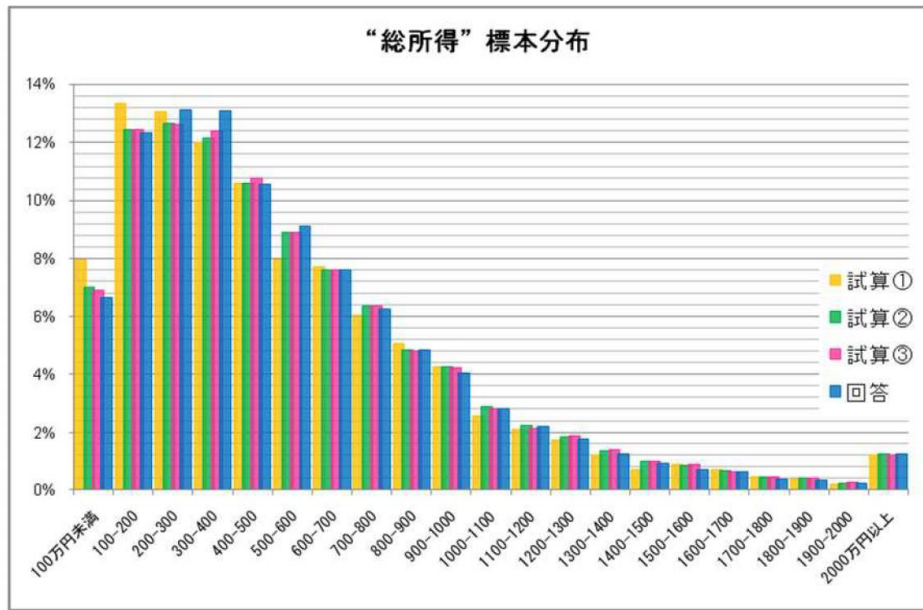


図 5-1. ”総所得”標本分布

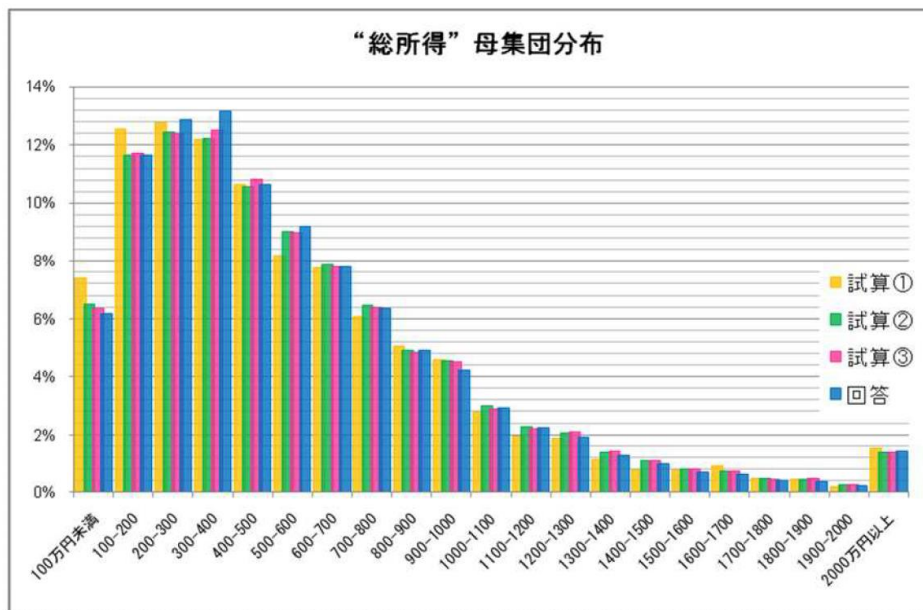


図 5-2. ”総所得”母集団分布

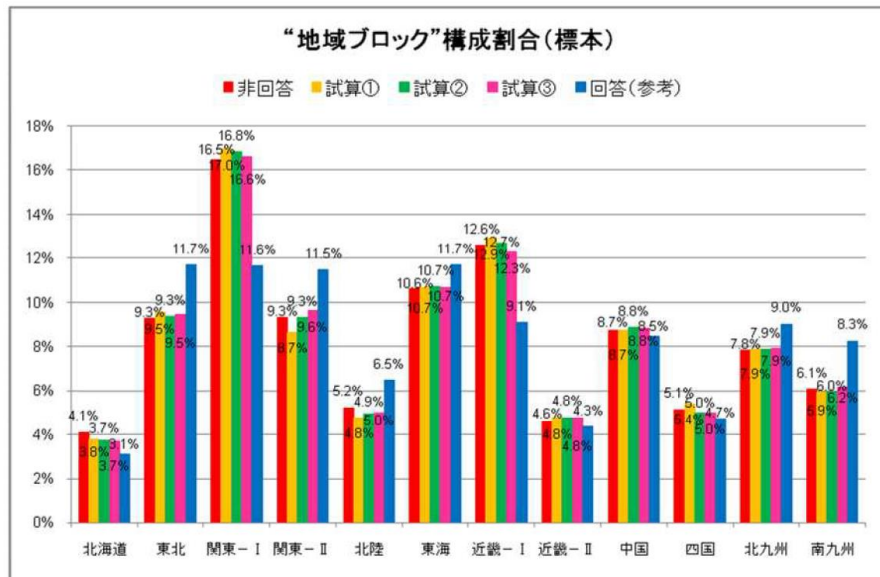


図 7-1. ”地域ブロック”構成割合 (標本)

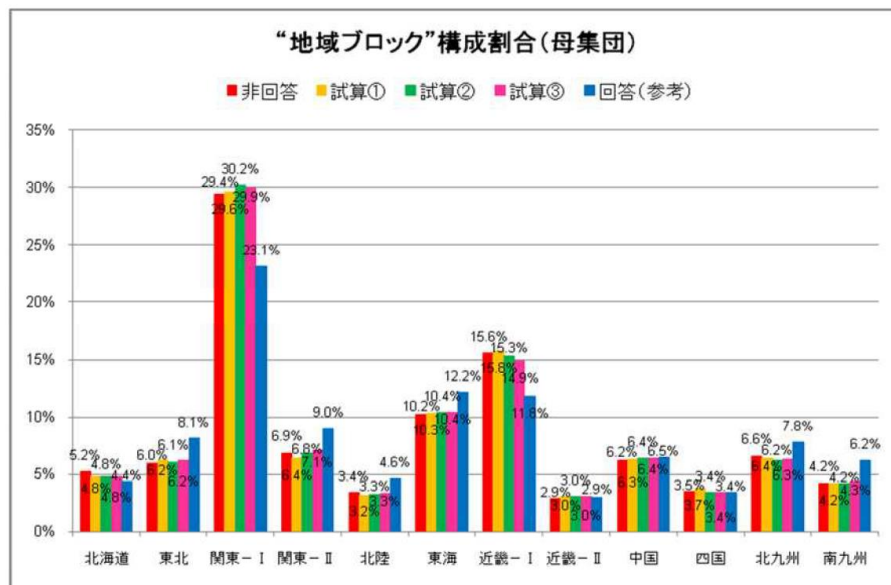


図 7-2. ”地域ブロック”構成割合 (母集団)

2) ノンパラメトリックな代入

一対一最近傍マッチング及びキャリパーマッチングの結果は下記の通り。

表3. 実績値及びノンパラメトリック代入における平均所得額と所得分位値

	実績値	試算①		試算②		試算③(参考値)	
		補完値	補完後	補完値	補完後	補完値	補完後
一世帯あたり平均所得(万円)							
全世帯	566.8	545.1	558.7	564.5	566.0	561.2	564.8
高齢者世帯	306.3	375.1	327.2	452.5	350.9	420.5	340.5
母子世帯	236.7	552.3	361.1	597.4	379.0	581.3	366.3
父子世帯	515.9	384.7	451.0	540.6	528.1	528.3	521.7
その他の世帯	646.8	578.8	620.4	585.9	623.2	590.5	626.2
所得分位値(万円)							
中央値	451	430	446	450	450	450	450
第1五分位	214	189	202	200	210	200	210
第2五分位	365	342	358	360	364	360	363
第3五分位	554	539	550	557	555	550	553
第4五分位	838	830	834	850	842	847	840

注) 試算①：最近傍マッチング(復元)、試算②：最近傍マッチング(非復元)
 試算③：キャリパーマッチング(非復元)

3) パラメトリックな代入

マッチングできたM世帯の第k回答世帯において、総所得の対数値 $\log(Y_k)$ を被説明変数、m個の世帯票情報 $X_{1k}, X_{2k}, \dots, X_{mk}$ を説明変数として、重回帰モデルをあてはめパラメータ β_l の推定値 $\hat{\beta}_l$ を最小二乗法により決定する。

$$\hat{Y}_{1r} = \left\{ 1 + \frac{1}{2}s^2 \right\} \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1r} + \dots + \hat{\beta}_m X_{mr}) \quad \dots (*) \quad \text{回帰代入(不偏推定)}$$

$$\hat{Y}_{2r} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1r} + \dots + \hat{\beta}_m X_{mr}) \quad \text{回帰代入(最尤推定)}$$

$$\hat{Y}_{3r} = \exp(\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1r} + \dots + \hat{\beta}_m X_{mr} + \hat{\varepsilon}_r) \quad \text{確率的回帰代入}$$

をそれぞれ欠測した総所得の補完値として代入する((*)の導出は付録A.1を参照)。

$$\text{ただし, } s^2 = \frac{1}{M-m-1} \sum_k \hat{u}_k^2 \text{ であり, } \hat{u}_k = \log(Y_k) - (\hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X_{1k} + \dots + \hat{\beta}_m X_{mk}) \text{ (第}$$

k世帯の回帰残差), $\hat{\varepsilon}_r \sim N(0, s^2)$ とする。

表4. 重回帰による分析結果

説明変数(1/4)	復元マッチング			説明変数(2/4)	復元マッチング		
	NN 係数 β	NN 係数 β	Caliper(< 0.001) 係数 β		NN 係数 β	NN 係数 β	Caliper(< 0.001) 係数 β
市郡 (R=大都市)				世帯類型 (R=高齢者世帯)			
人口15万人以上の市	0.035 *	0.006	0.007	母子世帯	-0.295 ***	-0.316 ***	-0.287 ***
人口5万人以上15万人未満の市	-0.027	-0.058 ***	-0.053 **	父子世帯	-0.296 *	-0.172	-0.230
人口5万人未満の市	-0.028	-0.066 **	-0.069 **	その他の世帯	-0.079 **	-0.077 **	-0.069 *
郡部	-0.091 ***	-0.094 ***	-0.098 ***	世帯業態 (R=常雇者(会社・団体等の役員)世帯)			
地域ブロック (R=北海道)				常雇者(一般常雇者)世帯	-0.128 ***	-0.110 ***	-0.115 ***
東北	-0.093 **	-0.065 *	-0.060	契約の雇用者世帯	-0.486 ***	-0.382 ***	-0.387 ***
関東-I	0.099 **	0.109 ***	0.120 ***	自営業者	-0.350 ***	-0.240 ***	-0.247 ***
関東-II	-0.010	-0.006	0.005	その他	-0.386 ***	-0.248 ***	-0.269 ***
北陸	0.051	0.017	0.022	不詳	-0.148	-0.191	-0.145
関東	0.073 *	0.071 *	0.087 **	世帯種 (R=国保加入世帯)			
近畿-I	-0.017	-0.005	0.006	被用者保険加入世帯	0.208 ***	0.294 ***	0.299 ***
近畿-II	-0.094 *	-0.060	-0.058	国保・被用者保険加入世帯	0.175 ***	0.207 ***	0.207 ***
中国	0.025	-0.009	0.002	その他の世帯	-0.060	-0.013	-0.026
四国	-0.021	-0.043	-0.039	不詳	-0.159 ***	-0.044	-0.046
北九州	-0.114 ***	-0.040	-0.033	有業者構成 (R=世帯主のみが働いている)			
南九州	-0.149 ***	-0.127 ***	-0.115 **	世帯主と世帯主の配偶者	0.101 ***	0.095 ***	0.088 ***
世帯人員数	0.028 **	0.027 **	0.028 **	世帯主と世帯主の配偶者と子	-0.030	0.104 *	0.117 **
有業人員数 (R=0人)				世帯主と世帯主の配偶者と父母	0.026	0.081	0.089
1~2人	0.189 ***	0.241 ***	0.230 ***	世帯主と世帯主の配偶者と父母と子	-0.131	0.053	0.020
3人以上	0.384 ***	0.340 ***	0.316 ***	世帯主と子	-0.013	0.062 *	0.062 *
不詳	0.157 **	0.151 **	0.127 *	世帯主と父母	-0.006	-0.101	-0.047
世帯構造 (R=住み込み・寄宿舍等の単独)				世帯主とその他	-0.058	0.017	0.028
その他の単独世帯(男)	0.087 *	0.008	-0.061	世帯主の配偶者のみ	-0.202 ***	-0.216 ***	-0.212 ***
その他の単独世帯(女)	0.293 ***	0.086	0.040	子または父母のみ、父母と子	-0.152 ***	-0.073 *	-0.073 *
夫婦のみの世帯	0.219 ***	0.192 ***	0.138 *	その他上記以外	-0.229 ***	-0.036	-0.048
夫婦と未婚の子のみの世帯	0.153 **	0.092	0.031	不詳	-0.463 ***	-0.307 **	-0.366 ***
ひとり親と未婚の子のみの世帯	0.224 ***	0.131 *	0.067				
三世帯世帯	0.239 ***	0.190 **	0.137				
その他の世帯	0.196 ***	0.168 **	0.116				

※Rはダミー変数の基準カテゴリ(Reference category)を表す
* = p < .05, ** = p < .01, *** = p < .001

説明変数(3/4)	復元マッチング			説明変数(4/4)	復元マッチング		
	NN 係数 β	NN 係数 β	Caliper(< 0.001) 係数 β		NN 係数 β	NN 係数 β	Caliper(< 0.001) 係数 β
家計支出額 (R=5万円未満)				世帯主性 (R=男)			
5万円以上10万円未満	0.226 ***	0.214 ***	0.228 ***	女	-0.316 ***	-0.283 ***	-0.283 ***
10万円以上15万円未満	0.405 ***	0.417 ***	0.417 ***	世帯主年齢階級 (R=25歳未満)			
15万円以上20万円未満	0.531 ***	0.542 ***	0.545 ***	25歳以上35歳未満	0.805 ***	0.627 ***	0.623 ***
20万円以上25万円未満	0.689 ***	0.642 ***	0.646 ***	35歳以上45歳未満	0.928 ***	0.732 ***	0.731 ***
25万円以上30万円未満	0.696 ***	0.696 ***	0.692 ***	45歳以上55歳未満	0.985 ***	0.755 ***	0.762 ***
30万円以上35万円未満	0.793 ***	0.789 ***	0.792 ***	55歳以上65歳未満	0.995 ***	0.728 ***	0.732 ***
35万円以上40万円未満	0.857 ***	0.842 ***	0.854 ***	65歳以上75歳未満	0.960 ***	0.690 ***	0.689 ***
40万円以上45万円未満	0.882 ***	0.902 ***	0.905 ***	75歳以上	0.992 ***	0.719 ***	0.724 ***
45万円以上50万円未満	1.043 ***	0.943 ***	0.981 ***	不詳	-0.333 *	0.014	0.035
50万円以上	0.990 ***	0.958 ***	0.953 ***				
不詳	0.537 ***	0.522 ***	0.540 ***				
住居の種類 (R=持ち家)							
民間賃貸住宅	-0.163 ***	-0.197 ***	-0.200 ***				
社宅・公務員住宅等の給与住宅	0.330 ***	0.142 ***	0.152 ***				
公社・公団等の賃貸公営住宅	-0.232 ***	-0.294 ***	-0.307 ***				
借間・その他	-0.209 ***	-0.215 ***	-0.219 ***				
公的年金加入者数 (R=0人)							
1人	0.260 ***	0.144 ***	0.127 ***				
2人以上	0.368 ***	0.277 ***	0.259 ***				
不詳	0.256 *	0.269 **	0.241 **				
公的年金受給者数 (R=0人)							
1人	-0.012	-0.015	-0.024				
2人以上	0.183 ***	0.132 ***	0.126 ***				
不詳	0.185 *	-0.087	-0.125				
(ここまで世帯項目)							
				決定係数	調整なし	0.602	0.566
					調整あり	0.599	0.563

※Rはダミー変数の基準カテゴリ(Reference category)を表す
* = p < .05, ** = p < .01, *** = p < .001

表 5. 所得票の実績値及び補完後の平均所得額と所得分位値

	実績値	回帰代入(不偏推定)			回帰代入(最尤推定)			確率的回帰代入		
		試算①	試算②	試算③	試算①	試算②	試算③	試算①	試算②	試算③
一世帯あたり平均所得(万円)										
全世帯	566.8	565.0	564.2	564.0	534.1	533.6	533.9	568.9	568.2	567.9
高齢者世帯	306.3	304.7	304.1	304.3	291.2	290.7	291.1	305.7	305.0	305.2
母子世帯	236.7	239.8	238.8	240.0	225.5	224.8	226.0	239.7	238.8	240.1
父子世帯	515.9	512.9	538.3	519.6	475.7	497.6	482.2	601.3	632.0	606.3
その他の世帯	646.8	636.1	635.2	634.9	600.6	600.1	600.3	640.6	639.9	639.5
所得分位値(万円)										
中央値	451	472	473	472	442	445	444	438	438	438
第1五分位	214	227	226	226	212	213	213	200	200	200
第2五分位	365	382	382	382	360	360	360	350	350	350
第3五分位	554	575	575	574	540	540	540	542	542	541
第4五分位	838	848	847	846	789	790	790	849	849	848

注) 試算①：最近傍マッチング(復元)、試算②：最近傍マッチング(非復元)
 試算③：キャリパーマッチング(非復元)

結論

傾向スコア推定の結果から、回答実績においては低所得者層の回答率が若干低いと考えられるため、所得分布の補整方法としては IPW 推定やノンパラメトリック代入の結果が補整後のイメージにより近いように思われる。

しかしながら、出現頻度の低い属性においては、属性の異なる世帯とマッチングされる可能性が高くなり、個別の所得分布を見ると実績値と著しく乖離した結果となることもあるため、注意が必要である。

真の所得分布が未知であり、補整結果の妥当性の検証が行えないため、いずれの補整手法も集計に適用可能であると結論づけることまではできない。

事務局による考察

- まとめにあるとおり、各手法の適用の可否について結論づけることができていないため、家庭 CO₂ 統計に適用することは難しい。

分析
内容

【はじめに】

総務省統計局では平成21年全国消費実態調査の実施に当たり、単身世帯の捕捉が困難になっている現状を踏まえ、民間調査機関が管理する登録モニター等の中から選定した年齢60歳未満の単身世帯の収支等の実態を調査し、もって全国消費実態調査の結果を補完することを目的として全国単身世帯収支実態調査を実施した。

両調査については、統計委員会の答申において、「統合集計を行うためには、少なくとも全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の調査対象との間で集団の正確に差異がないか否かを検証するために、アンケート調査等を実施する必要がある。」とされ、アンケート調査を実施した。

【アンケート調査】 (p.1～5)

平成21年全国消費実態調査の単身世帯（以下、「21全消単身世帯」）約4,400世帯及び全国単身世帯収支実態調査の単身世帯（以下、「モニター単身世帯」）約1,600世帯に対して、調査終了後に同一項目からなるアンケート調査を実施した。

■調査項目（全15問）

- (1)家計簿の記入について：家計簿の記入の有無、使用している家計簿
- (2)生活意識等について：生活への満足感、生活水準、働き方など
- (3)属性：性別、年齢、在住地域

■集計結果（p.2～5）

21全消単身世帯では3266世帯が回答した（回答率74.2%）。また、そのうち60歳未満の世帯は1104世帯が回答した。

モニター単身世帯では1432世帯が回答した（回答率89.5%）。

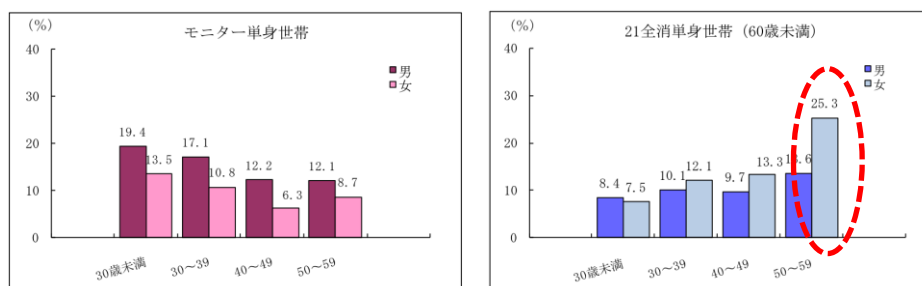


図1. 年齢階級別世帯分布

文献3『全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について』

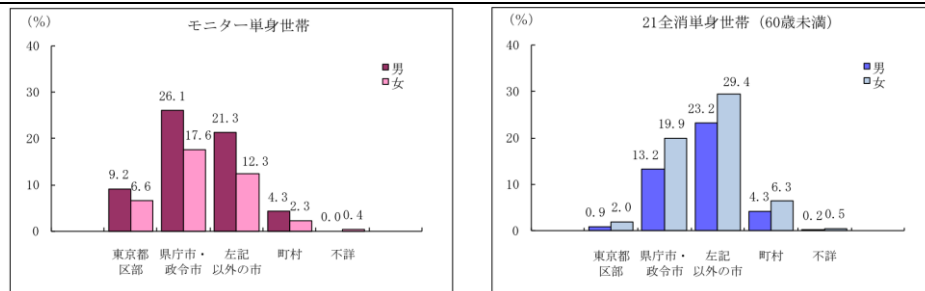


図2. 地域別世帯分布

アンケート結果を比較すると次のような特徴がみられ、モニター単身世帯の方が21全消単身世帯に比べて満足度が低く、また個人志向が強い傾向が見られるものの、その意識の差が家計収支等に影響を与えているかどうかの判断はできない。

- 家計簿ソフトの使用割合は、男女ともに全ての年齢層においてモニター単身世帯の方が高い。
- 生活全体及び所得・収入に対する満足度については、男女ともに全ての年齢層において21全消単身世帯の方が高く、生活の程度が良い（上、中の上）と感じている人の割合も男性の30歳未満を除いて21全消単身世帯の方が高い。
- 生活に対する満足度のうち住生活については、男女ともに全ての年齢層において21全消単身世帯の方が高い。
- “経済的な豊かさ”を実感している又はある程度実感している割合は、男女ともに全ての年齢層において21全消単身世帯の方が高い。
- 毎日の生活を充実させて楽しむよりも貯蓄や投資など将来に備えることに力を入れたいと考えている割合をみると、男性は全ての年齢層においてモニター単身世帯の方が高く、女性は30歳代で21全消単身世帯が高くなっているが、それ以外の年齢層に差はない。

【平成21年全国消費実態調査及び全国単身世帯収支実態調査】(p.5～9)

■ 標本抽出及び結果の方法

	全国単身世帯収支実態調査	平成21年全国消費実態調査 (単身世帯)
抽出方法	平成17年国勢調査に基づく、60歳未満単身世帯数の「都道府県×市部・郡部」及び「地方10区分×男女×年齢階級4区分」別の比例割当方式により1,600世帯を配分し、モニターを募集。	二人以上の世帯の抽出に用いた調査単位区から、それぞれの単身世帯数に応じて0～2世帯を抽出。(4,402世帯)
推計方法	平成17年国勢調査に基づく、60歳未満単身世帯数の「地方10区分×男女×年齢4区分の世帯数」を各区分別の集計世帯数で除した係数を集計用乗率として結果を推計。	① 都道府県の大都市と大都市以外の地域に分けて、線形推定用乗率を作成。 ② 労働力調査の地方、男女、年齢階級別の単身世帯数を用いて、分布補正係数を作成。 ③ ①×②で作成した係数を集計用乗率として結果を推計。

■結果の比較（60歳未満の世帯）

男女ともに21全消単身世帯の方がモニター単身世帯に比べて30歳未満が少なく、50歳代が多い。

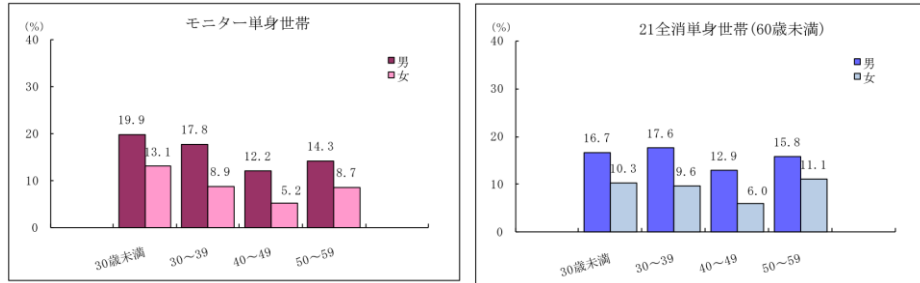


図8. 年齢階級別世帯分布 (抽出率調整済)

男女ともに21全消単身世帯の方がモニター単身世帯に比べて、100万円未満と600万円以上が多く、100万円~600万円未満が概ね少ない。

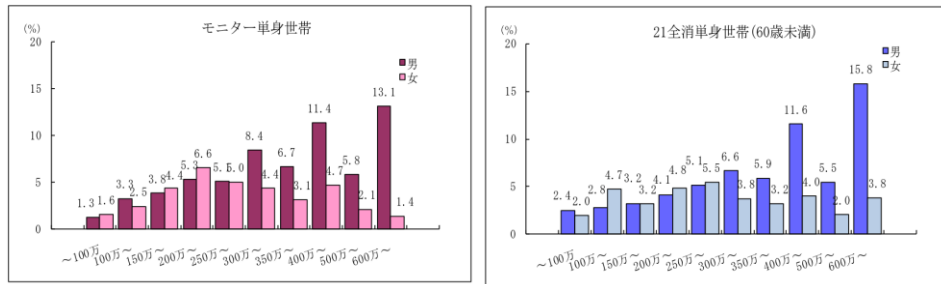


図9. 年収階級別世帯分布 (抽出率調整済)

両調査の勤労者世帯について、男女別の可処分所得をみると、男女ともにモニター単身世帯の方が少なくなっている。また、消費支出も同様にモニター単身世帯の方が少なくなっている。

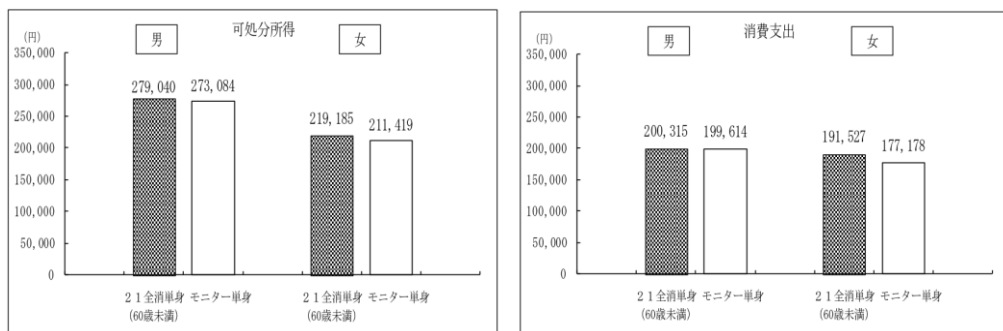


図13. 男女1か月間の可処分所得と消費支出 (勤労者世帯)

文献3『全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について』

年齢階級別に勤労者世帯の消費支出をみると、男女ともに30歳未満と30歳代では大きな差は見られず、消費支出額の差が大きい50歳代については、下記の違いがみられる。

- 男：消費支出額はモニター単身世帯の方が20,542円多く、費目別にみると「交通・通信」と「教養娯楽」が多い。
- 女：消費支出額はモニター単身世帯の方が25,990円少なく、費目別にみると「住居」が少ない。※持ち家率が高いため、高額な「設備修繕維持」が出現する可能性が高いと考えられる。

平均消費性向は、モニター単身世帯が81.4%で、21全消単身世帯が100.8%となっている。

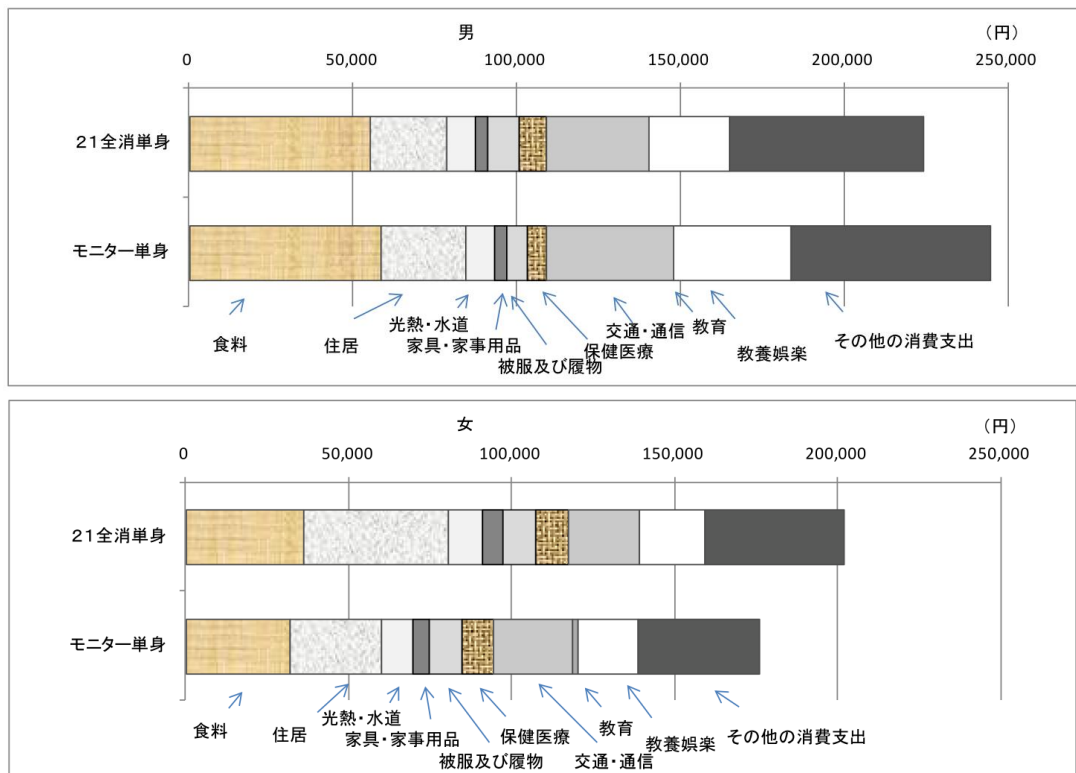


図14. 男女別50歳代世帯の1か月間の消費支出 (勤労者世帯)

男女年齢階級別の消費支出額について、両調査間に差がないかをt検定してみると、1%の有意水準で棄却される。すなわち、両調査の母平均は等しいとはいえないのは男性の50歳代のみとなっている。

表. 21 全消単身世帯（60歳未満）とモニター単身世帯の男女、年齢階級別
1世帯当たり1か月間の消費支出金額のt値

	男				女			
	30歳未満	30-39歳	40-49歳	50-59歳	30歳未満	30-39歳	40-49歳	50-59歳
消費支出	-0.4223	-1.3811	-0.8898	-3.0005 *	-0.3122	-0.0455	0.2032	0.5781
食料	-2.5248	-1.3581	-0.0486	-2.4901	-1.6080	-0.0548	0.6137	1.2600
住居	-1.5888	-1.1944	-3.1306 *	-2.9949 *	-0.2943	-2.0827	-1.8874	-0.3588
光熱・水道	2.6798 *	3.4062 *	2.1860	2.0508	3.0780 *	3.7233 *	4.0487 *	1.7817
家具・家事用品	-1.0024	1.1482	-1.2448	0.2096	0.0325	0.6070	0.6585	1.0199
被服及び履物	-1.2135	-0.8316	1.5224	-1.3562	-0.6422	-0.8787	0.5904	0.6846
保健医療	0.8117	-0.7642	0.1637	-0.0063	0.4043	-0.2689	2.0017	0.2280
交通・通信	0.4231	-0.5371	-1.4144	-2.1709	1.5959	0.1127	-1.0546	-1.9317
教育	-0.0695	-1.7369	-	-	-	1.3375	1.0000	-1.0000
教養娯楽	-1.2001	0.0926	-0.1852	-3.0439 *	0.3208	0.5393	1.2023	-1.0523
その他の消費支出	1.6052	0.1185	1.3579	-0.8538	-1.1458	0.5866	2.1570	1.4720

* : 1%の有意水準で棄却される項目

平成16年全国消費実態調査の単身世帯（以下、「16全消単身世帯」）、21全消単身世帯及びモニター単身世帯について、勤労者世帯の男女別の消費支出の変動係数をみると、21全消単身世帯とモニター単身世帯に差があるとはいえないと考えられる。

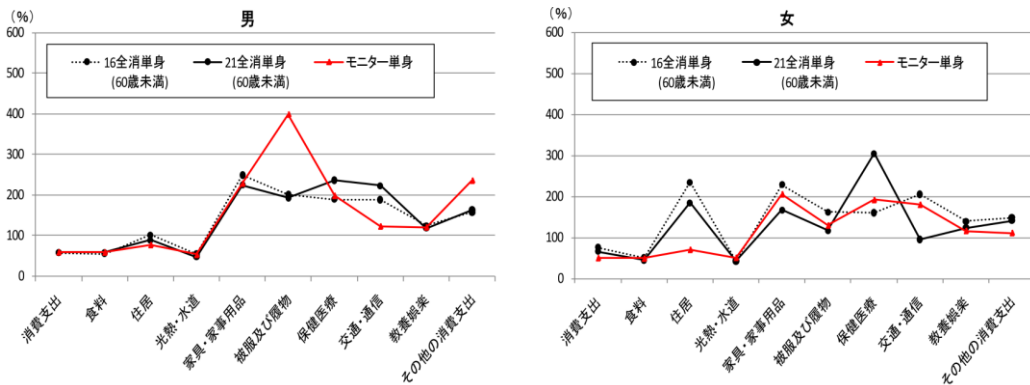


図 15. 男女別消費支出の変動係数（勤労者世帯）

以上のことから、両調査間の家計収支の差が、モニター世帯の特性に起因しているものであるか否かを判断することはできない。

【統合集計】 (p.10~13)

統合モニターによる調査の場合、モニターであることそのものに起因する偏りがあるといわれている。しかしながら、21全消単身世帯とモニター単身世帯の結果数値の違いは、モニター調査であることによる偏りのみに起因しているとは言い切れないことから、今回の統合集計においては両調査の集計用乗率を調整することにより行うことが適当と考え、下記の7案について比較検討し、抽出率の違いを適切に反映している等の観点から、案6が最も適切な方法と考えられる。

文献3『全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について』

統合案の比較 1

		21全消 単身世帯 線形推定 用乗率	モニター 単身世帯 集計用 乗率	H17国調 世帯分布 による 補正係数 ※1	H21労調 世帯分布 による 補正係数 ※2	統合方法(集計用乗率の作成)
本集計	21全消 単身世帯	○			○	5ページ参照
	モニター 単身世帯		○			5ページ参照
案1	21全消 単身世帯 モニター 単身世帯				○	両調査の集計世帯を併せて、H21労調世帯分布による補正係数を作成し、集計用乗率とする。
案2	21全消 単身世帯 モニター 単身世帯			○	○	① 両調査の集計世帯を併せて、H17国調世帯分布による補正係数を作成する。 ② ①で作成した補正係数を用いて、H21労調世帯分布による補正係数を作成する。 ③ ①で作成した補正係数に②で作成した補正係数を乗じて集計用乗率を作成する。
案3	21全消 単身世帯 モニター 単身世帯			○	○	① 調査ごとにH17国調世帯分布による補正係数を作成する。 ② ①で作成した各調査の補正係数を併せて、H21労調世帯分布による補正係数を作成する。 ③ ①で作成した補正係数に②で作成した補正係数を乗じて集計用乗率を作成する。
案4	21全消 単身世帯 モニター 単身世帯	○		○	○	① 21年全消単身世帯について、本集計と同様に線形推定用乗率を作成する。 ② モニター単身世帯について、H17国調世帯分布による補正係数を作成する。 ③ ①及び②で作成した線形推定用乗率及び補正係数を併せて、H21労調世帯分布による補正係数を作成する。 ④ 21全消単身世帯については①で作成した線形推定用乗率に、モニター単身世帯については②で作成した補正係数に、③で作成した補正係数をそれぞれ乗じて集計用乗率を作成する。
案5	21全消 単身世帯 60歳 以上 60歳 未満	○			○	① 21全消単身世帯については60歳以上のみを集計に用いることとし、本集計と同様に集計用乗率を作成する。 ② モニター単身世帯について、本集計の集計用乗率と同じ乗率を作成する。 ③ ②で作成した乗率を用いて、H21労調世帯分布による補正係数を作成する。 ④ モニター単身世帯について、②で作成した乗率に③で作成した補正係数を乗じて集計用乗率を作成する。
	モニター 単身世帯		○		○	
案6	21全消 単身世帯	○			○	① 21全消単身世帯について、本集計の集計用乗率と同じ乗率を作成する。 ② 21全消単身世帯について、60歳以上世帯は①で作成した乗率を集計用乗率とし、60歳未満世帯は①で作成した乗率に0.5を乗じて集計用乗率を作成する。 ③ モニター単身世帯について、本集計の集計用乗率と同じ乗率を作成する。 ④ ③で作成した乗率を用いて、H21労調世帯分布による補正係数を作成する。 ⑤ モニター単身世帯について、③で作成した乗率に④で作成した補正係数を乗じ、さらに②に0.5を乗じて集計用乗率を作成する。
	モニター 単身世帯		○		○	
案7	21全消 単身世帯	○			○	① 案6の①に同じ。 ② 21全消単身世帯について、60歳以上世帯は①で作成した乗率を集計用乗率とし、60歳未満世帯は①で作成した乗率に両調査の集計世帯数の比率を乗じて集計用乗率を作成する。 ③ 案6の③に同じ。 ④ 案6の④に同じ。 ⑤ モニター単身世帯について、③で作成した乗率に④で作成した補正係数を乗じ、さらに両調査の集計世帯数の比率を乗じて集計用乗率を作成する。
	モニター 単身世帯		○		○	

※1 H17 国調世帯分布による補正係数 = $\frac{\text{H17 国勢調査の都道府県別世帯数}}{\text{H21 全消単身世帯・モニター単身世帯の都道府県別集計世帯数}}$

※2 H21 労調世帯分布による補正係数 = $\frac{\text{H21 労働力調査の地方、男女、年齢階級別世帯数}}{\text{H21 全消単身世帯・モニター単身世帯の地方、男女、年齢階級別(調整)集計世帯数}}$

統合案の比較 2

	21 全消単身世帯とモニター単身世帯の抽出率の違いを反映している	21 全消単身世帯の地域ごとの抽出率の違いを反映している	21 全消単身世帯本集計と同じベンチマーク(労働力調査)を使用する	60歳以上の結果が21全消単身世帯本集計結果と同じ
案1	×	×	○	×
案2	×	△	○	×
案3	○	△	○	×
案4	○	○	○	×
案5	—	—	○	○
案6	○	○	○	○
案7	×	○	○	○

結果の推定式は、平成21年全国消費実態調査への全国単身世帯収支実態調査の統合集計の概要を参照されたい。

文献3『全国単身世帯収支実態調査と全国消費実態調査の統合集計について』

事務局
による
考察

- 公的統計で初めて調査員調査と IM 調査の統合集計を行ったものであり参考になる。
- ただし統合ウェイトを1:1とした理由の記載がないため、家庭 CO₂ 統計の統合ウェイトにそのまま活用してよいかの判断は難しい。

文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について』

分析
内容

【集計の目的】

平成26年全国消費実態調査においては、単身世帯への調査依頼が困難になっていることを踏まえ、その結果を補完することを目的として、平成26年全国単身世帯収支実態調査を実施した。

【モニター調査結果と全消結果の比較】

(1)基本属性

平成26年全国消費実態調査（単身世帯）（以下、「全消」）と平成26年全国単身世帯収支実態調査（以下、「モニター」）の基本属性を比較すると、平均年齢はモニター（54.7歳）が全消（58.5歳）よりも3.8歳低くなっている。モニターは全消を補完する目的で実施しているため、「60歳未満」の世帯に配分を多くし調査しているためである。

表 1-1. 基本数

	モニター ①	全消 ②	差 ①-②
調査予定世帯数	2,000	4,696	-2,696
集計世帯数	1,918	4,561	-2,643
持ち家率（現住居）（%）	46.1	60.0	-13.9
現住居の延べ床面積（㎡）	65.8	83.7	-17.9
年齢（歳）	54.7	58.5	-3.8

表 1-2. 年齢階級別世帯分布

	割合（%）		差 ①-②
	モニター ①	全消 ②	
35歳未満	37.4	6.7	30.7
35～59歳	41.9	19.4	22.5
60歳以上	20.7	73.9	-53.2
計	100.0	100.0	0.0

(2)主な結果

モニターは全消に比べ、消費支出が7282円、年収が37万円、貯蓄が319万円高い。

表 1-3. 主な集計結果

	モニター ①	全消 ②	差 ①-②
消費支出（円）	176,827	169,545	7,282
年収（万円）	345	308	37
貯蓄（万円）	1,523	1,204	319

(3)消費支出の比較

男女、年齢階級別にみると、男性はいずれの年齢階級においてもモニターの方が全消よりも高い。一方、女性については、「60歳未満」において全消のほうがモニターよりも高くなっている。

男女、年収階級別にみると、女性の「250万円以上」を除きモニターの方が全消よりも高くなっている。

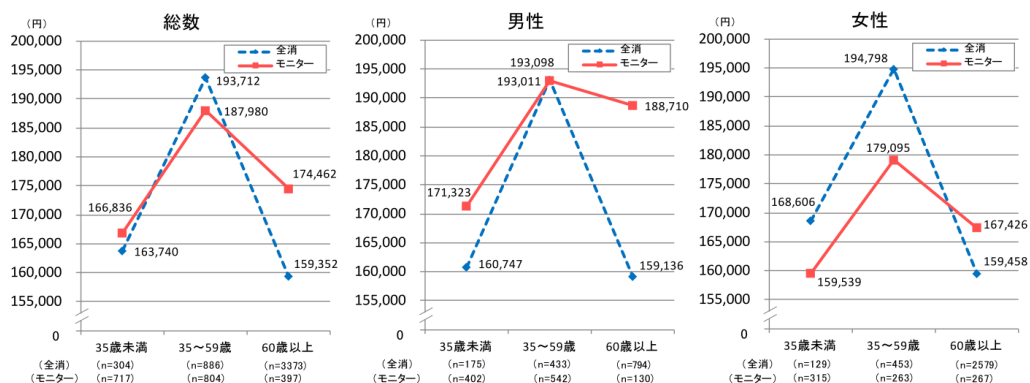


図 1-1. 男女、年齢階級別消費支出

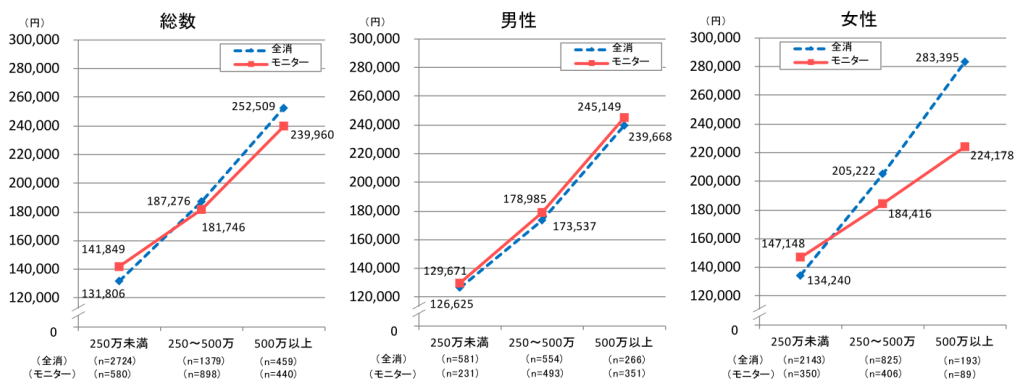


図 1-2. 男女、年収階級別消費支出

費目別消費支出をみると、食料、光熱・水道、家具・家事用品、被服及び履物は全消のほうが高い。

文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について』

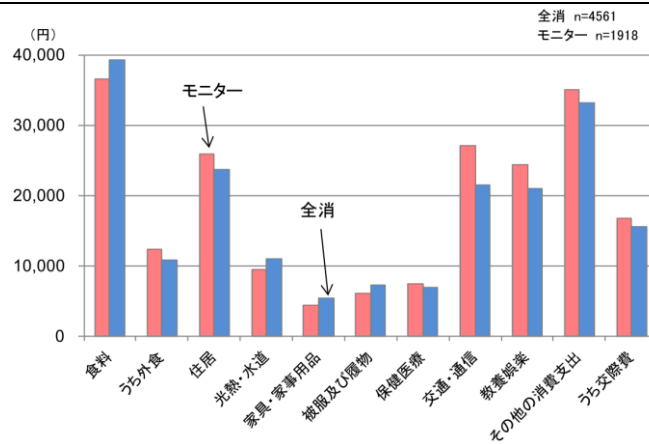


図 1-3. 費目別消費支出

(4) 年収の比較

男女、年齢階級別にみると、女性の「35～59歳」を除くと、モニターの値が全消とほぼ同じか、全消よりも高くなっている。男女年収階級別にみると、いずれの性別、年収階級においても、モニターと全消とに大きな違いはみられない。

(5) 貯蓄の比較

男女、年齢階級別にみると、いずれの性別、年齢階級においても、モニターのほうが全消よりも高くなっており、年齢階級が上がるにつれてその差が大きくなっている。なお、調査終了後に実施したアンケート結果によると、モニター調査世帯は全消調査世帯に比べて金融資産を重視する傾向がみられ、これが貯蓄にも影響を与えていると考えられる。

(6) オンライン回答状況

オンライン回答の状況を比較すると、モニターのオンライン回答率は54.0%と、全回答世帯の半数以上を占めており、全消の4.2%に比べ高くなっている。

表 1-5. 回答方法別集計世帯数

	計	オンライン回答	紙回答
全消	4,561	193	4,368
割合(%)	100.0	4.2	95.8
モニター	1,918	1,035	883
割合(%)	100.0	54.0	46.0

以上の結果を踏まえると、一部の区分において異なる傾向はみられるものの、概ねモニター調査世帯は全消調査世帯に比べ、消費出や年収、貯蓄、オンライン回答率が高い傾向にあると考えられる。

文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について』

【消費支出金額の決定要因の重回帰分析】

消費支出（目的変数）への影響の有無をみるため、モニター調査結果について重回帰分析を行った。説明変数には回答方法、年収、世帯属性分布の違いを取り除くため、基本的な世帯属性（男女、年齢階級）についても説明変数に加えた。

なお、モニター調査世帯の全1990レコードのうち、年収1000万円以上の世帯のレコードを除外した1931レコードを分析対象とした。

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_5x_5$$

$$\left(\begin{array}{ll} y : \text{目的変数} & x_1 \sim x_5 : \text{説明変数} \\ b_0 : \text{定数 (切片)} & b_1 \sim b_5 : \text{偏回帰係数} \end{array} \right)$$

変数				値
目的変数	y	消費支出	連続変数	円
説明変数	x ₁	回答方法	ダミー変数	1: オンライン回答 2: 紙回答
	x ₂	年間収入	連続変数	万円
	x ₃	性別	ダミー変数	1: 男 2: 女
	x ₄	年齢ダミー1	ダミー変数 (35~59歳を基準とする)	1: 35歳未満 0: 上記以外
	x ₅	年齢ダミー2		1: 60歳以上 0: 上記以外

説明変数 (x ₁ ~x ₅)			偏回帰係数 (b ₁ ~b ₅)			
			推定値	標準誤差	t 値	P 値※
x ₁	回答方法	b ₁	-86	5,062	-0.02	0.9865
x ₂	年間収入	b ₂	210	14	14.84	0.0001未満
x ₃	性別	b ₃	5,939	5,219	1.14	0.2552
x ₄	年齢ダミー1	b ₄	-2,482	5,473	-0.45	0.6503
x ₅	年齢ダミー2	b ₅	19,042	6,970	2.73	0.0064

※説明変数の効果が0であるという帰無仮説のもとで、分析結果のt値が出る境目の確率。値が小さい（目安は0.001未満）と、説明変数に有意な差があるといえる。

分析結果によると、回答方法を説明変数とした偏回帰係数については、P値が0.9865となり、有意な差が見られなかった。

これはつまり、回答方法がオンラインか紙かによる違いは消費支出金額の決定に無関係であり、一方、年収の高低は消費支出の決定に関係があることを示している。

以上の結果から、補正のキー項目としては、年収を用いることが適当と考えられる。

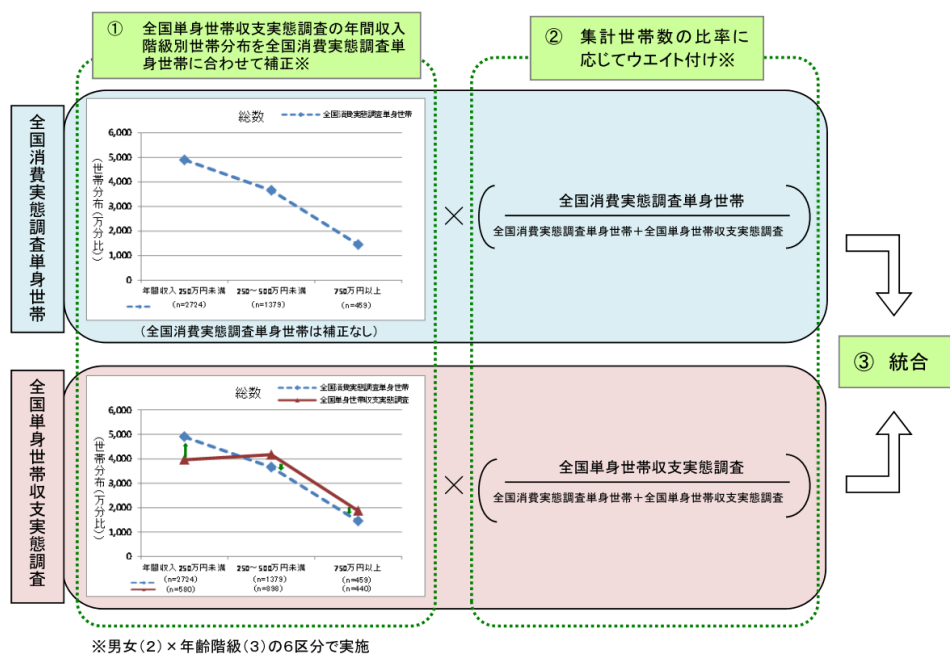
文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について』

【統合方法】

全消に比べてモニターの方が年収階級の高い世帯の分布が大きく、また、重回帰分析結果により、年収が高まると消費支出金額も高まる傾向があることが明らかになっていることから、これらを踏まえると、モニター調査世帯の年収階級別の世帯分布を全消調査世帯の分布に合わせることで両調査の差異を補うことができると考えられる。

したがって、今回の統合に際しては、モニター調査世帯について、年収階級、男女、年齢階級別の世帯分布を全消調査世帯の分布に合わせて補正することが適当と考えられる。

なお、全消調査結果と補正後のモニター調査結果を統合する際の両調査のウェイトについては、男女、年齢階級別の集計世帯数の比率に応じたものとし、調査の実態と同様に若年層はモニター調査結果の、高齢層は全消結果のウェイトが大きくなるように配慮する。



文献4『「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計について』

【試算結果】

統合後の消費支出は169,247円となり、全消の消費支出169,545円に比べ298円減少している。



図 5-1. 男女、年齢階級別消費支出

消費支出、年収、貯蓄の各指標とも、モニター・全消間の差に比べ、総じて、統合後・全消間の差の方が小さくなっている。

統合比率は、若年層は全消よりもモニター比率が大きく、高齢層はモニターよりも全消の比率が大きくなった。

最終的なウェイトは調査種別や男女、年齢階級、年収階級の別によってウェイトはまちまちだが、総じて、低年収・若年層はモニターのウェイトが、高年収・高齢層は全消のウェイトが高い状態で統合されたといえる。

表 5-9. 統合比率 (全消 : モニター)

	男性	女性
35歳未満	30 : 70	29 : 71
35~59歳	44 : 56	63 : 37
60歳以上	86 : 14	90 : 10

結果の推定式は「平成26年全国消費実態調査単身世帯結果」と「平成26年全国単身世帯収支実態調査結果」の統合集計の概要を参照されたい。

事務局による考察

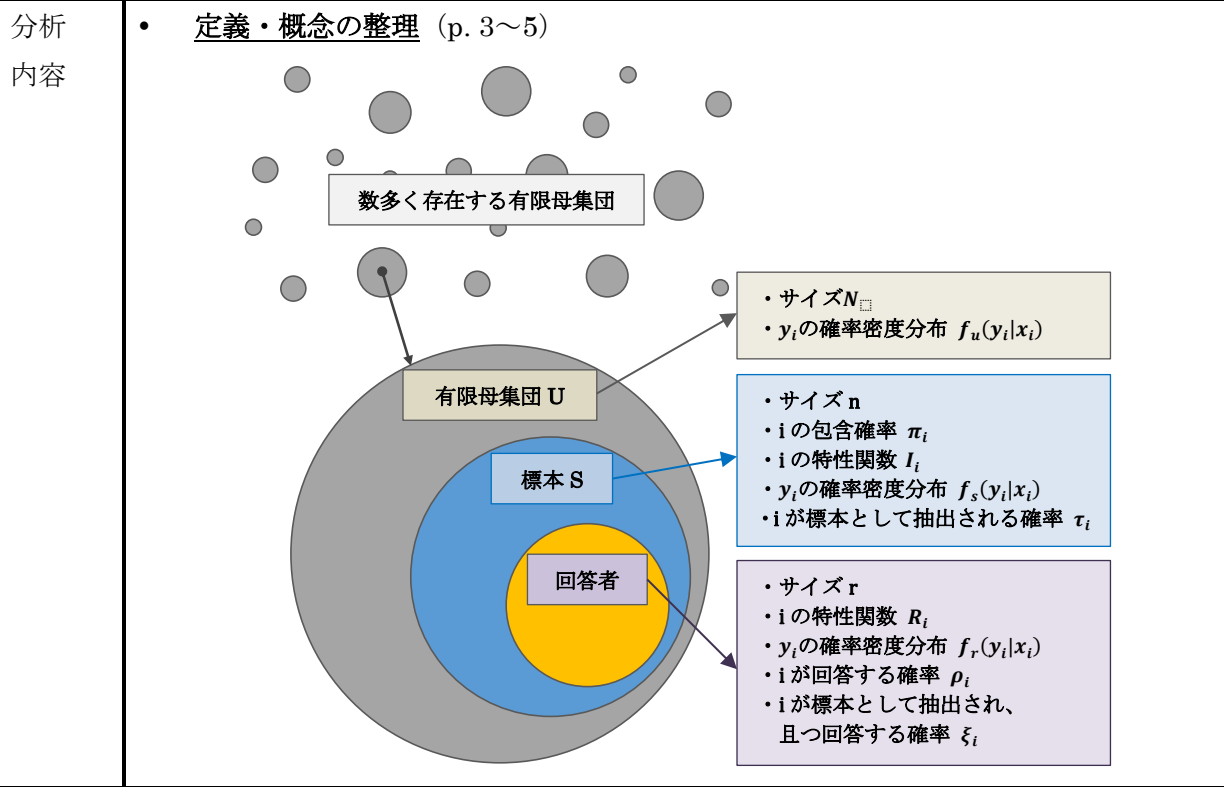
- 全消をベンチマークモードとしている点に留意する必要があるが、家庭CO₂統計の統合集計の参考になると思われる。
- 重回帰モデルはモニター調査に対して実施しており、全消とモニター調査の測定誤差 (Measurement Error) に関する記述が見られないが、測定誤差はないと判断して統合していると思われる。

文献5 『Statistical Inference Under Non-ignorable Sampling and Non-response: An Empirical Likelihood Approach』

要旨

共変量の条件づけ後でも標本の抽出確率 (selection probabilities) と回答確率 (response probabilities) のいずれか (もしくは両方) が目的変数に依存する場合、標本モデルは、その標本が抽出された母集団モデルとは異なると言える。この場合、標本抽出や回答のメカニズムを無視した状態で母集団推定すると、高いバイアスが生じる恐れがある。選択バイアス (selection bias) については、通常、標本の抽出確率が知られていることから対処法が比較的簡単であり、既往研究において様々なアプローチが提案されている。一方、無視できないレベルの無回答 (nonresponse) については、通常、回答確率が知られていないことから対処法が遥かに困難であり、回答メカニズムにおいて何らかの構造を仮定する必要がある。本論文では、無視できない選択バイアスと無回答を同時に対処できるような、複雑な調査データをモデリングする新しいアプローチを開発した。ノンパラメトリックな経験尤度 (EL: Empirical Likelihood) と、目的変数を共変量として含む回答確率のパラメトリックモデルを組み合わせた。提案したアプローチは、任意参加のWEB調査など包含確率が不明な調査データにおいても、原則的には適用可能である。

本アプローチのロバスト性を示し、基礎となるモデルを検証する方法を幾つか提案した。母集団モデルと回答モデルを組み合わせることにより、無回答モデルを定義することができ、その無回答モデルを用いて欠落しているデータを補定することが可能となる。シミュレーションを行った結果、本アプローチはパラメータ推定および欠測値補定において良好なパフォーマンスを見せた。



有限母集団 (finite population) と調査単位 (unit)

- ✓ 有限母集団 $U = \{1, \dots, N\}$ に含まれている調査単位を i とし、その目的変数 Y の値を y_i とする。
- ✓ i には p 項の補助変数 x_i があり、 $x_i = (x_{1,i}, \dots, x_{p,i})'$ と表される。
- ✓ x_i が与えられたときの U における y_i の確率密度分布は、 $f_u(y_i|x_i)$ である。

標本 (sample)

- ✓ U から抽出された標本を S とし、そのサイズを n とする。
- ✓ S における i の包含確率は $\pi_i = \Pr(i \in S) = \Pr(I_i = 1|Z_u)$ である。その特性関数を I_i とし、 i が標本として抽出された場合は 1 を、抽出されなかった場合は 0 を取る。ただし、 Z_u はサンプリングの際に使われる補助変数である (x_i と一部重複している可能性がある)。
- ✓ $I_i = 1$ で、 x_i が与えられたときの S における y_i の確率密度分布は、 $f_s(y_i|x_i) = f_u(y_i|x_i, I_i = 1)$ である。ベイズの定理に基づき、以下(2.1)式のように表される。

$$f_s(y_i|x_i) = \frac{\Pr(I_i=1|x_i, y_i)f_u(y_i|x_i)}{\Pr(I_i=1|x_i)} \quad \dots (2.1)$$

- ✓ S における y_i の期待値は、以下(2.2)式のように表される。

$$E_s(y_i|x_i) = E_u\left(\frac{\Pr(I_i=1|x_i, y_i)}{\Pr(I_i=1|x_i)} y_i \mid x_i\right) \neq E_u(y_i|x_i) \quad \dots (2.2)$$

ただし U と S の確率密度分布は、全ての y_i が $\Pr(I_i=1|x_i, y_i) = \Pr(I_i=1|x_i)$ という条件を満たさない限り、等しくない。よって、 $E_s(y_i|x_i) \neq E_u(y_i|x_i)$ である。

- ✓ なお、 i が標本として抽出される確率を $\tau_i = E_u(I_i|y_i, x_i)$ とする。

回答者 (respondent)

- ✓ S のうち回答者を R とし、そのサイズを r とする。
- ✓ R における i の特性関数を R_i とし、 i が回答した場合は 1 を、回答しなかった場合は 0 を取る。ただし、 i が回答する確率は、 x とは一部異なる共変数 v に依存している可能性がある。
- ✓ $I_i = 1$ 且つ $R_i = 1$ で、 x_i が与えられたときの R における y_i の確率密度分布は、 $f_r(y_i|x_i) = f_u(y_i|x_i, I_i = 1, R_i = 1)$ である。ベイズの定理に基づき、以下(2.3)式のように表される。

$$f_r(y_i|x_i, v_i) = \frac{\Pr(R_i=1|y_i, v_i, I_i=1)f_s(y_i|x_i)}{\Pr(R_i=1|v_i, x_i, I_i=1)} \quad \dots (2.3)$$

ただし S と R の確率密度分布は、全ての y_i が

$\Pr(R_i=1|y_i, v_i, I_i=1) = \Pr(R_i=1|v_i, I_i=1)$ という条件を満たさない限り、等しく

ない。

- ✓ なお、 i が回答する確率を $\rho_i = E_u(R_i|y_i, x_i)$ とする。また、 i が標本として抽出され、且つ回答する確率を $\xi_i = \tau_i \rho_i$ とする。

その他パラメータ

- ✓ Y の母集団におけるパラメータを θ とし、回答 (response) におけるパラメータを γ とする。

- 母集団推定の手順 (p.4~6)

- ✓ i が標本として抽出され、且つ回答する尤度 (likelihood)

i ごとの回答と目的変数 Y が独立していると仮定すると、その尤度は、以下(2.4)式のように表される。

$$L_r(\gamma, \theta) = \prod_{i=1}^r \frac{\Pr(R_i = 1|y_i, v_i, I_i = 1; \gamma) \Pr(I_i = 1|y_i, x_i) f_u(y_i|x_i; \theta)}{\Pr(R_i = 1|x_i, v_i, I_i = 1; \theta, \gamma) \Pr(I_i|x_i)} \quad \dots (2.4)$$

尤度が最大となるような θ と γ を求めることで(2.4)式を解くことも考えられるが、著者いわく、母集団モデルと回答モデルによっては手順が非常に複雑で、しかも推定値も不安定になるため、現実的なアプローチではない。

そこで、著者は次項の経験尤度 (EL) を用いたアプローチを提案した。

- ✓ 経験尤度 (EL)

i ごとに、対応するベクトル $u_i = (y_i, x_i', c_i', \tau_i, \rho_i)'$ があるとする。 c_i は、母集団平均 \bar{c}_u が分かっているベクトルであり、目的変数 Y の推定値の補正に用いられる。

また、母集団における目的変数 Y はベクトル $p = (p_1, \dots, p_r)'$ による多項分布であり、標本の取りうる値のいずれかを取る。ただし、 $p_i = N_i/N$ で、 $N = \sum_i N_i$ である。

回答者の目的変数 Y も同じように多項分布であり、 $p_i^{(r)} = \Pr(u_i | i \in R) =$

$p_i \tau_i \rho_i / \sum_k p_k \tau_k \rho_k$ と表される。そしてその EL は、以下(3.1)式のように表される。

$$L = \prod_i p_i^{(r)} = \prod (\mathbf{p}^{(r)}) \quad \dots (3.1)$$

また、以下(3.2)式・(3.3)式に示す制約条件がつく。

$$\sum_{i \in R} p_i^{(r)} \tau_i^{-1} \rho_i^{-1} (c_i - \bar{c}_u) = 0 \quad \dots (3.2)$$

$$\sum_{i \in R} p_i^{(r)} (1 - r/(N \tau_i \rho_i)) = \sum_{i \in R} p_i^{(r)} (1 - r/(N \xi_i)) = 0 \quad \dots (3.3)$$

$\mathbf{q} = \mathbf{p}^{(r)}$ として、 \mathbf{q} は以下(3.4)式のように、制約付きの最大化問題として表される。

$$\max_{\gamma, \mathbf{q}} \prod (\mathbf{q}) \quad \text{s.t. } A(\gamma) \mathbf{q} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{q} \in \Omega \quad \dots (3.4)$$

文献5 『Statistical Inference Under Non-ignorable Sampling and Non-response: An Empirical Likelihood Approach』	
	(3.4)式における \hat{p} を推定することで、同式を解く。そして、(3.2)式・(3.3)式の制約条件のもと(3.1)式を解き、 \hat{p}_i を推定する。最後に、 $f_u(y_i x_i)$ を求める。
事務局による考察	<ul style="list-style-type: none"> • 本論文は、ミックスモードのモード間調整に直接関連するものではないが、文献6 『Methodological Issues and Challenges in the Production of Official Statistics: 24th Annual Morris Hansen Lecture』の経験尤度法を用いた調整方法についてより詳しく説明している。 • しかし、サウサンプトン大学のレポジトリに掲載されているワーキングペーパーであり、学会等で査読されたものではなく、誤植が多い可能性がある。また、概念が非常に複雑、且つ理解するための情報が不足している。 • 家庭 CO₂ 統計において文献6の統合集計方法の適用可能性を検討する場合は、本論文も活用することになる。ただし理論が未完成であるため、家庭 CO₂ 統計への適用可能性を検討するのは時期尚早だと思われる。

文献6 『Methodological Issues and Challenges in the Production of Official Statistics: 24th Annual Morris Hansen Lecture』

要旨

テクノロジーの大きな進歩と「ビッグデータ」の入手可能性は、より詳細、正確、タイムリーな公的統計データに対する新たな需要を提起している。この記事では、公的統計の作成（POS：Production of Official Statistics）における新しくメジャーな方法論面の課題・挑戦について議論し、うち幾つかについては対処法も併せて提案する。特に次のような課題・挑戦を挙げている：POSにおけるビッグデータの収集・管理とコンピューター・サイエンスとの融合、プライバシーと機密性を維持しつつデータアクセス性を向上、POSにおけるWEBパネルの活用可能性、モード効果への対処、近代的な人口調査における小地域推定の誤差、統計と地理空間情報の融合。記事の最後の部分では、大学が国家統計機関で働く人材を養成しているかについて言及する。

分析手法

- 概要**：仮定①「ベンチマークモードが存在する」と仮定②「ベンチマークモードがない」に分けて、モード効果に対処する考え方を整理した。ベンチマークモードが必ずしも存在するとは限らないことから、仮定②から対処法を検討することとした。共変量と経験尤度法（EL：empirical likelihood）を用いることで、モード効果に対応した母集団の推定式を作成した。

- 仮定①：ベンチマークモードが存在する**（7.1 章節、p.449～451）

複数ある調査モードのうち、測定誤差がない（あるいは無視できるレベル）モードが存在すると仮定する。全ての回答者がこのモードで回答すれば、バイアスなしに母集団を推定できるとする。

ベンチマークモード m_1 とそれとは別のモード m_2 があるとし、 m_1 で回答した場合の目的変数 Y の平均値 μ_{m_1} は、以下(7)式のように表すことができる。

$$\mu_{m_1} = E(Y|D = m_1) \quad \dots(7)$$

ただし、 Y ：目的変数

μ_{m_1} ：目的変数 Y の平均値

D ：実際に回答したモード

m_1 ：ベンチマークモード

また、(7)式は以下(8)式のように定義される。

$$\mu_{m_1} = p_{m_1} \mu_{m_1, m_1} + p_{m_2} \mu_{m_1, m_2} \quad \dots(8)$$

ただし、 m_2 ：ベンチマークとは別のモード

p_{m_1} ： m_1 で回答する確率、 p_{m_2} ： m_2 で回答する確率

$\mu_{d,g} = E(Y|D = d, G = g)$ で、

G ：モード D で回答した者が、仮に回答したモード

μ_{m_1, m_1} ： m_1 の回答者が、 m_1 で回答した場合の目的変数 Y の平均値

μ_{m_2, m_2} ： m_2 の回答者が、 m_2 で回答した場合の目的変数 Y の平均値

一方、selection effect は「同じ回答者が、モードの違いによって回答傾向が異なる現象」、measurement effect は「同じモードが、異なる回答者に対して異なる回答傾向をもたらす現象」を指し、それぞれ以下(9)式のように定義される。

$$Se_{m1} = \mu_{m1,m1} - \mu_{m1,m2}; Me_{m1} = \mu_{m1,m2} - \mu_{m2,m2} \quad \dots(9)$$

ただし、 Se_{m1} : ベンチマーク m1 と別モード m2 の selection effect

Me_{m1} : ベンチマーク m1 と別モード m2 の measurement effect

$\mu_{m1,m2}$: m1 の回答者が、m2 で回答した場合の目的変数 Y の平均値

$\mu_{m2,m1}$: m2 の回答者が、m1 で回答した場合の目的変数 Y の平均値

モード効果は、selection effect と measurement effect が合わさったものであることから、以下のように定義される。

$$MOe_{m1} = \mu_{m1,m1} - \mu_{m2,m2} = Se_{m1} + Me_{m1} \quad (p.450 中段)$$

ただし、 MOe_{m1} : ベンチマーク m1 と別モード m2 を比較した際のモード効果

この考え方をもとに μ とモード効果の推定を行った既往研究として、Judea Pearl 氏の『Causality: Models, Reasoning and Inference (2nd edition)』(2009) が挙げられる。しかしこの考え方は、「ベンチマークモードが存在する」という前提のもとで成立しているため、ベンチマークモードが存在しない場合には適用できない。

• 仮定②: ベンチマークモードがない (7.2 章節, p.451~452)

以下の仮定から成り立っている。

✓ p.451 7.2 章節の 1 段落目:

- ある調査に $M \geq 2$ 個のモードが存在する。
- 標本 S に含まれるそれぞれのユニット (調査単位) i には、実際に回答したモード D_i と、選択したモード G_i が存在する。
- 各モードの selection effect と measurement effect を説明できる共変量 Z と F があり、各ユニット i に対応する z_i と f_i が存在する。
- また、各ユニット i について、目的変数 y の変動を説明できると考えられる共変量を x_i と表し、ベクトル u_i を $u'_i = (x'_i, z'_i, f'_i)$ とする。

✓ p.451 Assumption 1:

有限母集団 U に含まれる各ユニット j の目的変数には、確率密度関数 $pdf f_p(y_j | x_j)$ を持つ真の回答 y_j が存在し、標本の取りうる値のいずれかを取る。

✓ p.452 Remark 12:

ベンチマークモードは存在せず、いずれのモードにもモード効果が生じ得る。

✓ p.452 Assumption 2 :

各ユニット i は、必ずいずれかのモードで回答をしている。つまり、非回答は存在しないものとする。

ベイズの定理を用いて、目的変数の周辺条件付き確率密度関数 (marginal conditional pdf) を因数分解すると、以下(11)式が求まる。

$$f_M(y_i|u_i, D_i = d, G_i = g) \quad \dots(11)$$

$$= \frac{\Pr(D_i = d|y_i, z_i, G_i = g)}{\Pr(D_i = d|z_i, x_i, G_i = g)} \times \frac{\Pr(G_i = g|y_i, f_i) f_p(y_i|x_i)}{\Pr(G_i = g|f_i, x_i)}$$

赤枠部分はモード g で回答した場合による measurement effect、青枠部分はモード d (ただし $d \neq g$) で回答した場合による selection effect を表している。

• 仮定②と経験尤度法 (EL) による母集団推定 (7.3 章節、p.453~454)

以下の仮定をもとに母集団推定を行う。(p.453、7.3 章節の 2 段落目)

- ✓ 標本 S に含まれるユニット i に対応するベクトル v_i を $v_i = (y_i', u_i', c_i')$ とする。
 y_i と u_i の定義は前項と同じ。 c_i は、母集団の情報分かっている変数 (ベクトル) であり、目的変数の推定値の補正に用いられる。
- ✓ Hartley and Rao (1968) の load-scale approach に基づき、目的変数の母集団は、確率 q_i を持った多項分布として推定することができる。
- ✓ N_i : v_i の値を持つ有限母集団 U のユニット j の数とし、 N : 全ユニットの N_i の合計とする。 q_i は、 $q_i = N_i / N$ として表すことができ、全ユニットの q_i の合計は「1」となる。

すると、 v_i の条件付き確率は以下(12)式のように表すことができる。

$$\Pr(v_i|G_i = g, D_i = d) = \frac{q_i P_{gi} P_{di}}{\sum_{k \in S} q_k P_{gk} P_{dk}} \quad \dots(12)$$

これを経験尤度 (EL : empirical likelihood) の式として表すと(13)式のようになる。

また、(13)式が成り立つための制約条件は(14)式の通り。

$$EL = \prod_{i \in S} p_i^{(M)}; p_i^{(M)} = \frac{q_i P_{gd,i}}{\sum_{k \in S} q_k P_{gd,k}} \quad \dots(13)$$

$$\sum_{i \in S} p_i^{(M)} p_{gd,i}^{-1} (c_i - \bar{c}_U) = 0 \quad \dots(14)$$

文献6 『Methodological Issues and Challenges in the Production of Official Statistics: 24th Annual Morris Hansen Lecture』

	<p>このうち、未知の同時確率 $p_{gd,i}$ は、多項ロジスティック回帰分析といった手法で求めることができる。$p_{gd,i}$ が求まった後、(14)式の制約条件をもとに(13)式を最大にするような q_i を求める。</p> <p>最終的には、以下の推定式より母集団を推定することができる。</p> $\hat{Y}_{EL} = N \times \sum_{i \in S} \hat{q}_i y_i \quad (\text{p.454 中段})$
分析結果	<ul style="list-style-type: none"> • 仮定①は必ずしも成立するとは限らない。なぜなら、「ベンチマークモードが存在する」という大本の仮定は必ずしも成立するとは限らないからである。 • 一方、仮定②は、ベンチマークモードの存在によらないため、①よりモード効果の推定において有効だと言える。
結論	<ul style="list-style-type: none"> • 仮定②の方が、より正確にモード効果を推定できる。 • 仮定②のもと、共変量と経験尤度法を用いたアプローチにより、目的変数の母集団推定が可能。
事務局による考察	<ul style="list-style-type: none"> • 本アプローチは、文献7の GREG 推定法より複雑であることと、仮定②が「非回答者が存在しない」ことを前提にしている。家庭 CO₂ 統計に適用するには、非回答者も考慮されるよう、推定式の追加調整が必要。

文献 7 『Comparing Two Inferential Approaches to Handling Measurement Error in Mixed-Mode Surveys』

要旨 今日、標本調査では WEB、電話、対面式インタビュー等様々なモードを組み合わせて、逐次方式で実施されることが主流になりつつある。しかしこのようなミックスモード調査では、モードごとに独自の測定誤差がある。本研究では、この測定誤差に対処できる 2 つの調整手法を評価した。1 つ目の手法では、ウェイトを補正することでモードごとの回答の偏りを調整した。2 つ目の手法では、ベンチマークモードに合わせて回答データを調整した。この 2 つの手法は、異なる切り口から調整を行っているが、対処する問題点や適用するための前提条件には共通点がある。これら手法を評価するため、オランダの労働力調査に両手法を適用した。その結果、主要変数である「失業者数」についてほぼ同じ推定値を導き出すことができた。それぞれの手法にはそれぞれのメリットがあるが、いずれも調査の中で追加的な情報収集を必要としないため、統計データの分析において簡単に適用できる。これは、国の統計調査はじめ各種統計調査のデータ集計において魅力的な要素といえる。

分析手法

- **基本的な概念：GREG 推定式** (p.514)

本研究は、(1)式に示す GREG (Generalized Regression) 推定式を基本概念としている。詳細は Särndal らの論文『Model Assisted Survey Sampling』(1992) にて述べられている。

$$\hat{t}_u = \sum_{k=1}^n w_k u_k \quad \dots \quad (1)$$

\hat{t}_u	変数 u の推定値
w_k	回答者 k に対するウェイト (design weight と呼ばれ、標本誤差を補正するためもの)
u_k	変数 u に対する回答者 k の回答

GREG 推定式は、モードごとの選択バイアスを対処するものであり、測定誤差への対処は考慮されていない。本研究は、GREG 推定式をベースに、測定誤差の調整も加味した推定式 2 種を提示した。

- **測定誤差を調整する 2 つの手法**

手法① : Response Mode Calibration (以下「Calibration」) (p.515~516)

- ✓ GREG 推定式の design weight (w_k) を、モードごとに異なる測定誤差を加味した mode calibrated weight (w_k^c) に置き換えた (モードごとに生じる測定誤差を取り除くのではなく、これら測定誤差を加味したウェイトを新たに作成)。目的変数 y_k は特に調整せず。
- ✓ とあるモード m の回答者 k による目的変数 y を $y_{k,m} = u_k + b_m + \epsilon_{k,m}$ という式 (文中の(2)式) で表し、これを GREG 推定式に代入。結果、Calibration の式は以下となる (詳細は p.515~516 参照)。

$$\hat{y}_y^c = \sum_{k=1}^n w_k y_k = \hat{y}_u^c + \sum_{m=1}^p b_m \hat{y}_m^c = \hat{y}_u^c + \sum_{m=1}^p b_m \Gamma_m \dots(4)$$

手法② : Measurement Error Correction (以下「Correction」) (p.516~518)

- ✓ 反事実の考え方をを用いて、GREG 推定式の目的変数 y_k を調整したもの。Design weight w_k は特に調整せず。
- ✓ 回答者 k がモード m ではない別のモード m' で回答した場合、その目的変数は $y_{k,m}^{m'} = y_{k,m} - \hat{b}_m + \hat{b}_{m'}$ という式 (文中の(7)式) で表現でき、これを GREG 推定式に代入。結果、Correction の式は以下となる (詳細は p.516~518 参照)。

$$\hat{y}_y^{combi} = \sum_k w_k \left(\sum_{m'=1}^p \alpha_{m'} y_{k,m}^{m'} \right) \dots(11)$$

分析
結果

• **Calibration の適用結果** (p.521~522)

Table 2. 通常の GREG 推定と 4 種の Calibration による「無職者数」の調整結果 (p.522)

Scheme	Mode composition	Unemployed	SE
regular	variable	678,126	5,211
calBalanced	44-22-34	677,863	5,202
calLessWeb	10-45-45	668,539	6,482
calLessTel	45-10-45	686,634	5,555
calLessFtf	45-45-10	660,369	5,847

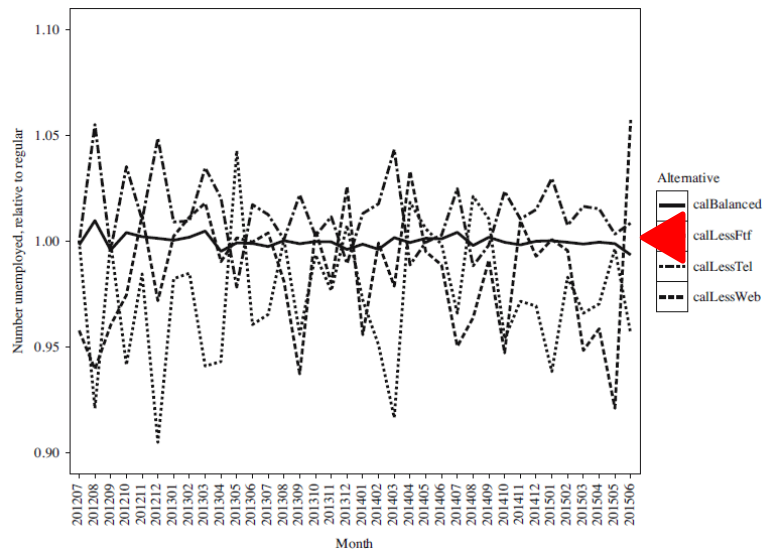


Fig 2. 通常の GREG 推定と 4 種の Calibration による「無職者数」の推定値 (p.522)

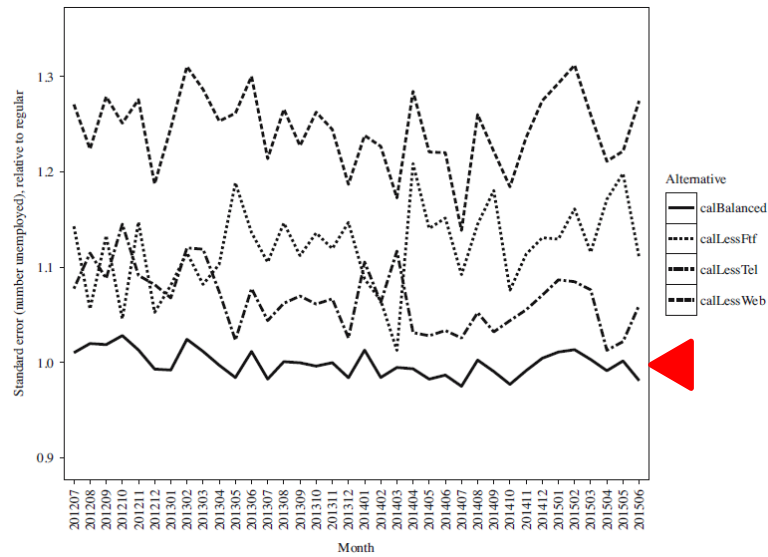


Fig 3. 通常の GREG 推定と 4 種の Calibration による「無職者数」の推定値の標準誤差 (p.523)

• **Correction の適用結果** (p.522~526)

Table 3. 通常の GREG 推定と 4 種の Correction による「無職者数」の調整結果 (p.525)

Estimator	Mode composition	Unemployed	SE
regular	variable	678,126	5,211
corCombi	44-22-34	678,394	5,267
corWeb	100-0-0	691,374	5,311
corTel	0-100-0	626,581	5,507
corFtf	0-0-100	695,122	5,482

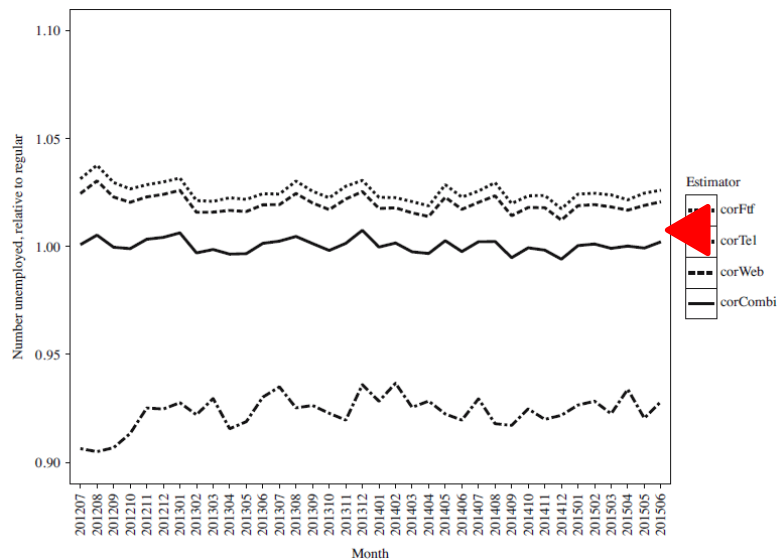


Fig 4. 通常の GREG 推定と 4 種の Correction による「無職者数」の推定値 (p.524)

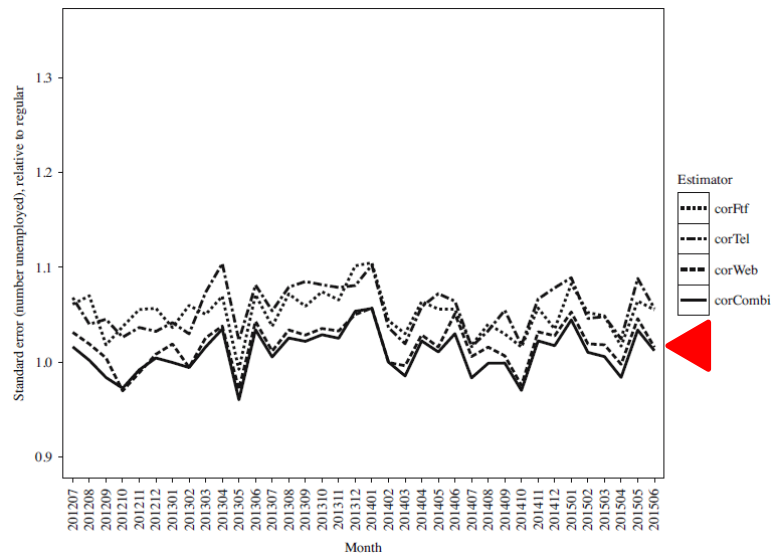


Fig 5. 通常の GREG 推定と 4 種の Correction による「無職者数」の推定値の標準誤差 (p.525)

- **Calibration と Correction の結果比較** (p.526~527)

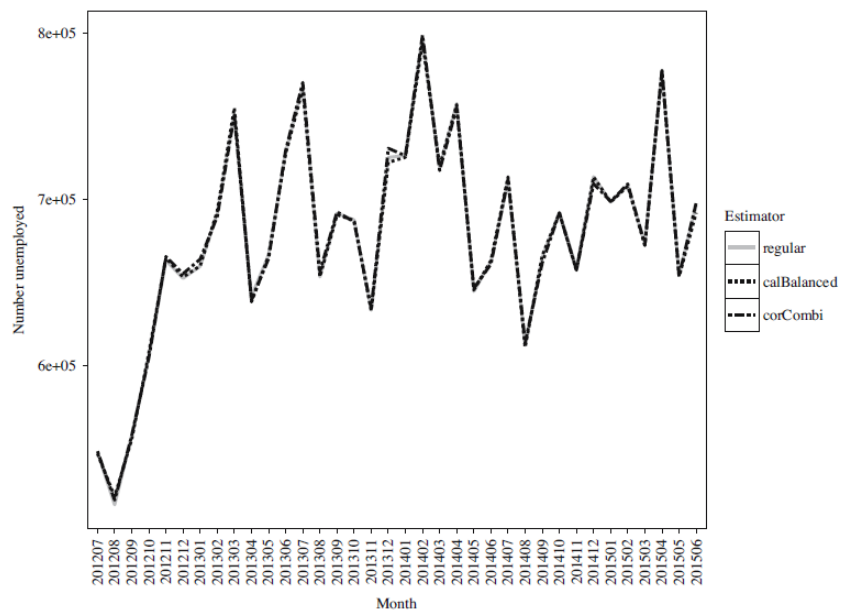


Fig 6. 通常の GREG 推定、Calibration、Correction による推定値の比較 (p.526)

文献 7 『Comparing Two Inferential Approaches to Handling Measurement Error in Mixed-Mode Surveys』

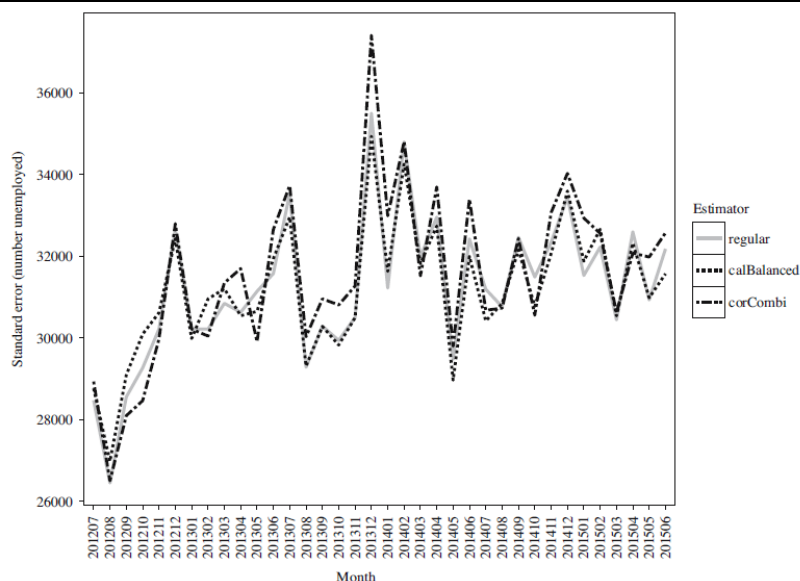


Fig 7. 通常の GREG 推定、Calibration、Correction による推定値の標準誤差の比較 (p.527)

結論

- **Response Mode Calibration** と **Measurement Error Correction** は、いずれも経年的ミックスモード調査のモード間調整と統合集計に用いることができる。また、両手法とも、経年変化により生じる統計データの差異を縮小できることを確認した。
- それぞれの手法による推定値とその標準誤差を比較したところ、両手法間の誤差が小さい。このことから、いずれの手法を適用しても、同等の調整効果を得ることができることが分かった。

事務局による考察

- 本研究の **Response Mode Calibration**、**Measurement Error Correction** は、いずれも家庭 CO₂ 統計の統合集計方法の候補として考えられる。

3.4.3 考察

国外の文献については、モード間調整や統合集計方法に関する研究や、これらの手法を用いて事例分析した研究をいくつか確認できた。しかし、実際にこれらの手法を適用した公的統計は、現時点では確認されていない。一方、国内の文献については、実際にモード間調整及び統合集計を行った公的統計として、平成 21 年及び平成 26 年全国消費実態調査が挙げられる。

統合集計研究会にて討議した結果、家庭 CO₂ 統計に適用可能なモード間調整や統合集計方法の候補として、以下の手法を選定した。これらの手法を後述の 3.5 節「全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討」にて検証し、家庭 CO₂ 統計への適用可能性について分析する。

- 傾向スコアによる調整 (文献 2・11)
- GREG 推定法による調整 (文献 7)
- 平成 26 年全国消費実態調査の世帯分布補正及び集計世帯数比による統合 (文献 4)

3.5 全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討

3.5.1 検討の方針

本節では、横浜市立大学の土屋隆裕教授による支援を得ながら、全国試験調査の調査票情報を用いた統合集計方法の検討結果をまとめる。具体的には、全国試験調査における調査員調査と IM 調査の乖離の原因が何か、またその乖離をいかに縮小できるかに焦点を当てて検討を進める。検討の進め方は以下の通りである。

1. 全国試験調査の標本抽出方法、公表値の算出方法、公表結果の概要を整理し、同調査において採用した事後層化推定による統合集計方法（3.2(3)にて前述）の改善点を確認する。
2. 3.4 節の文献調査にて明らかにしたモード間の調整方法や統合集計方法のうち、統合集計研究会を通じて有用だと判断したもの¹⁰を加味しつつ、考えうる統合集計方法を整理する。
3. 2 のうち適用可能性の高い方法を全国試験調査の調査票情報に適用し、CO₂ 排出量の推定値や標準誤差などを算出する。そして、モード間の乖離幅といった基準を用いて各種の統合集計方法の有用性を評価し、家庭 CO₂ 統計へ適用する方法の候補を選定する。

なお、土屋教授の分析結果の詳細については、別冊の資料 2 を参照されたい。

3.5.2 全国試験調査の概要

(1) 標本抽出方法

調査員調査の標本は、層化二段抽出法によって無作為に選定している。まず全国の市区町村を地域（10 区分）×都市階級（3 区分）に層化した上で、計 400 の調査地点を抽出する。その後、住民基本台帳に基づき、これらの調査地点から計 8,802 世帯を選定する。一方、IM 調査の標本は、層化抽出法によって無作為に選定している。調査員調査と同様の手法で市区町村を層化した後、これらの調査地点で居住し、かつ株式会社インテージのインターネット調査モニターとして登録している世帯から計 7,600 世帯を選定する。調査票の有効回収数は、調査員調査では 5,995 件、IM 調査では 5,637 件となっている。

(2) 公表値の算出方法

集計するために、調査員調査と IM 調査それぞれの世帯に対し、基礎ウェイトと事後層化ウェイトの 2 段階のウェイトを付与している。まず標本抽出の際に用いた地域（10 区分）×都市階級（3 区分）の 30 区分で基礎ウェイトを作成した後、この基礎ウェイトに対し、地域（10 区分）×世帯人数（単身世帯もしくは二人以上世帯の 2 区分）×住宅建て方（戸建住宅もしくは集合住宅の 2 区分）の 40 区分で事後層化ウェイトを作成し、追加調整を行っている。

基礎ウェイトは、回答標本が代表する母集団の世帯数である。地域×都市階級の 30 区分ごとの、回収標本サイズに対する母集団サイズの比によって算出される。基礎ウェイトを W_i 、区分 h における母集団サイズを N_h 、回収標本サイズを n_h とすると、次式の通りとなる。

¹⁰ 3.4.3 項にて選定した 3 つの方法（傾向スコア、GREG 推定法による調整・統合、平成 26 年全国消費実態調査にて挙げられた世帯分布補正及び集計世帯数比による統合）を指す。

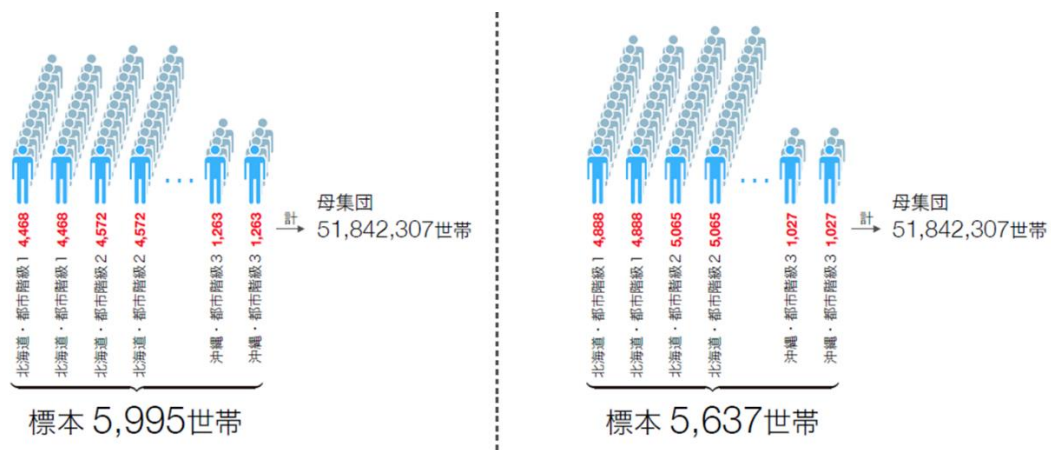
$$W_i = \frac{N_h}{n_h} \quad (1)$$

表 3.5.1 に区分ごとの調査員調査・IM 調査の回収標本サイズと母集団サイズを示す。これをもとに基礎ウェイトを算出する。例えば、調査員調査の「北海道・都市階級 1」の回収標本サイズ n_h は 198 世帯、それに対応する母集団サイズ N_h は 884,750 世帯であるため、基礎ウェイト $W_i = 884,750 / 198 = 4,468.4$ となる。

表 3.5.1 調査員調査・IM 調査の回収標本サイズと母集団サイズ

	調査員調査 回収標本サイズ			IM調査 回収標本サイズ			母集団サイズ		
	都市階級 1	都市階級 2	都市階級 3	都市階級 1	都市階級 2	都市階級 3	都市階級 1	都市階級 2	都市階級 3
北海道	198	195	126	181	176	135	884,750	891,447	642,108
東北	172	279	133	174	207	148	1,048,951	1,381,386	960,505
関東甲信	445	493	75	449	472	68	8,662,822	9,166,891	1,437,568
北陸	187	210	120	185	178	105	759,099	747,647	428,137
東海	215	364	71	207	330	73	1,872,354	3,129,334	764,367
近畿	284	349	56	264	347	59	3,449,265	4,434,847	744,620
中国	179	276	86	183	252	90	1,038,771	1,430,536	535,155
四国	210	128	155	197	123	144	659,677	410,813	531,388
九州	253	172	130	243	188	139	2,334,630	1,695,021	1,281,034
沖縄	118	203	113	84	157	79	129,221	247,250	142,713

このように、区分ごとの基礎ウェイトは、調査員調査と IM 調査でそれぞれ異なる。図 3.5.1 に示す通り、調査員調査では、「北海道・都市階級 1」の標本世帯は母集団 51,842,307 世帯のうち 4,468 世帯を代表しているのに対し、IM 調査では、同じ区分の標本世帯は母集団の 4,888 世帯を代表している。



回答世帯をさらに詳細に見ていくため、図 3.5.2 のように、地域×世帯人数（単身世帯もしくは二人以上世帯）×住宅建て方（戸建住宅もしくは集合住宅）の 40 区分（以下、「事後層」という）ごとに基礎ウェイトを合計する。横軸が区分、縦軸が世帯数である。上段の赤い縦棒が調査

員調査の分布、下段の青い縦棒が IM 調査の分布、そして白地黒枠の縦棒が母集団分布を表す。

「関東・二人以上世帯・戸建住宅」「近畿・二人以上世帯・戸建住宅」をはじめ、いくつかの区分における世帯数が、調査員調査・IM 調査ともに母集団より大きく推定されている。一方、「関東・単身世帯・戸建住宅」「近畿・単身世帯・集合住宅」などは、調査員調査・IM 調査ともに母集団より小さく推定されている。一般的に、集計の際は推定値の分布が母集団分布と一致するよう調整されることが望ましいため、こういった母集団分布と一致しない区分に対し、追加のウェイト調整を行う。この調整手法が「事後層化」であり、これにより算出した推定値が全国試験調査の公表結果となっている。

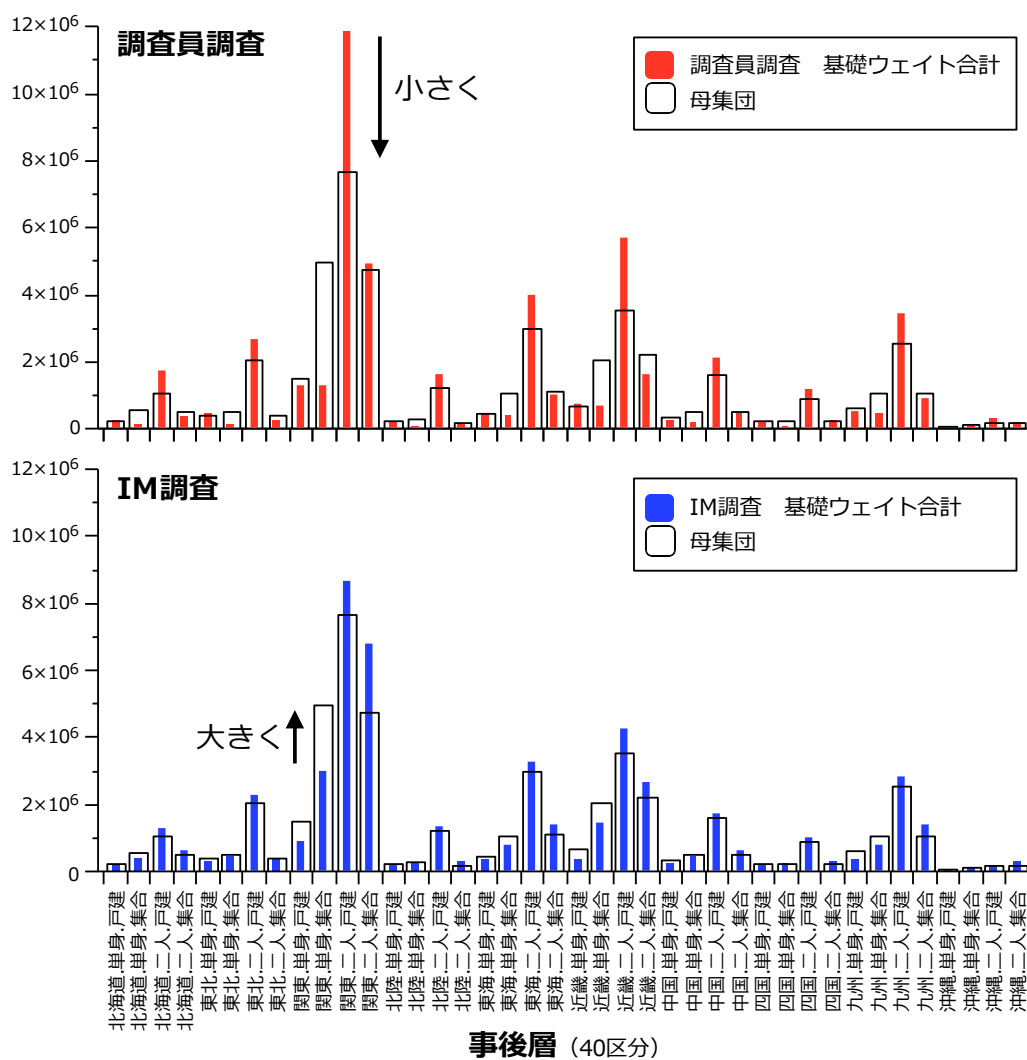


図 3.5.2 調査員調査・IM 調査の基礎ウェイト合計と母集団分布との比較

(3) 公表結果の概要

事後層化推定により推定した1世帯あたりのエネルギー種別年間CO₂排出量を、表 3.5.2 に示す。4種合計（電気、都市ガス、LPガス、灯油）では、調査員調査が3.6633 tCO₂/世帯・年、IM調査が3.3127 tCO₂/世帯・年であり、調査員調査の方が大きく推定されている。モード間の乖離は0.3506 tCO₂/世帯・年、2つのモードを1:1比率で統合した結果は3.4880 tCO₂/世帯・年となっている。

表 3.5.2 エネルギー種別 CO₂ 排出量 (tCO₂/世帯・年)

	統合結果	調査員調査	IM調査
電気	2.4573	2.5124	2.4021
都市ガス	0.4467	0.5040	0.3893
LPガス	0.1719	0.1884	0.1554
灯油	0.4122	0.4585	0.3659
ガソリン	1.2700	1.3135	1.2253
軽油	0.0362	0.0329	0.0396
4種合計	3.4880	3.6633	3.3127

◀ 0.3506 の乖離

「二人以上世帯・戸建住宅」の世帯数が多かったため、この区分に限定し、モード間の比較を行う。

地域（10区分）×世帯人数（5区分）の50区分におけるエネルギー種別のCO₂排出量の推定値を図 3.5.3 の散布図に示す。横軸が調査員調査の推定値、縦軸がIM調査の推定値となっている。各散布図における各点は一つの区分を表しており、合計50点ある。調査員調査とIM調査の推定値が近い区分ほど対角線に近い位置にプロットされる。エネルギー種別ごとに見ると、電気を除き、概ね対角線の下半分にプロットが集中している。このことから、調査員調査の方がIM調査より大きく推定されていることが分かる。また、4種合計についても、調査員調査の方が大きく推定されている。

この他、「二人以上世帯・集合住宅」の区分についても、上記の50区分を用いてエネルギー種別の散布図をプロットしたが、同様に調査員調査の方が大きくなっている傾向が見られた。そのため、地域×世帯人数×住宅建て方という事後層では、モード間の乖離を縮小できない可能性が高い。

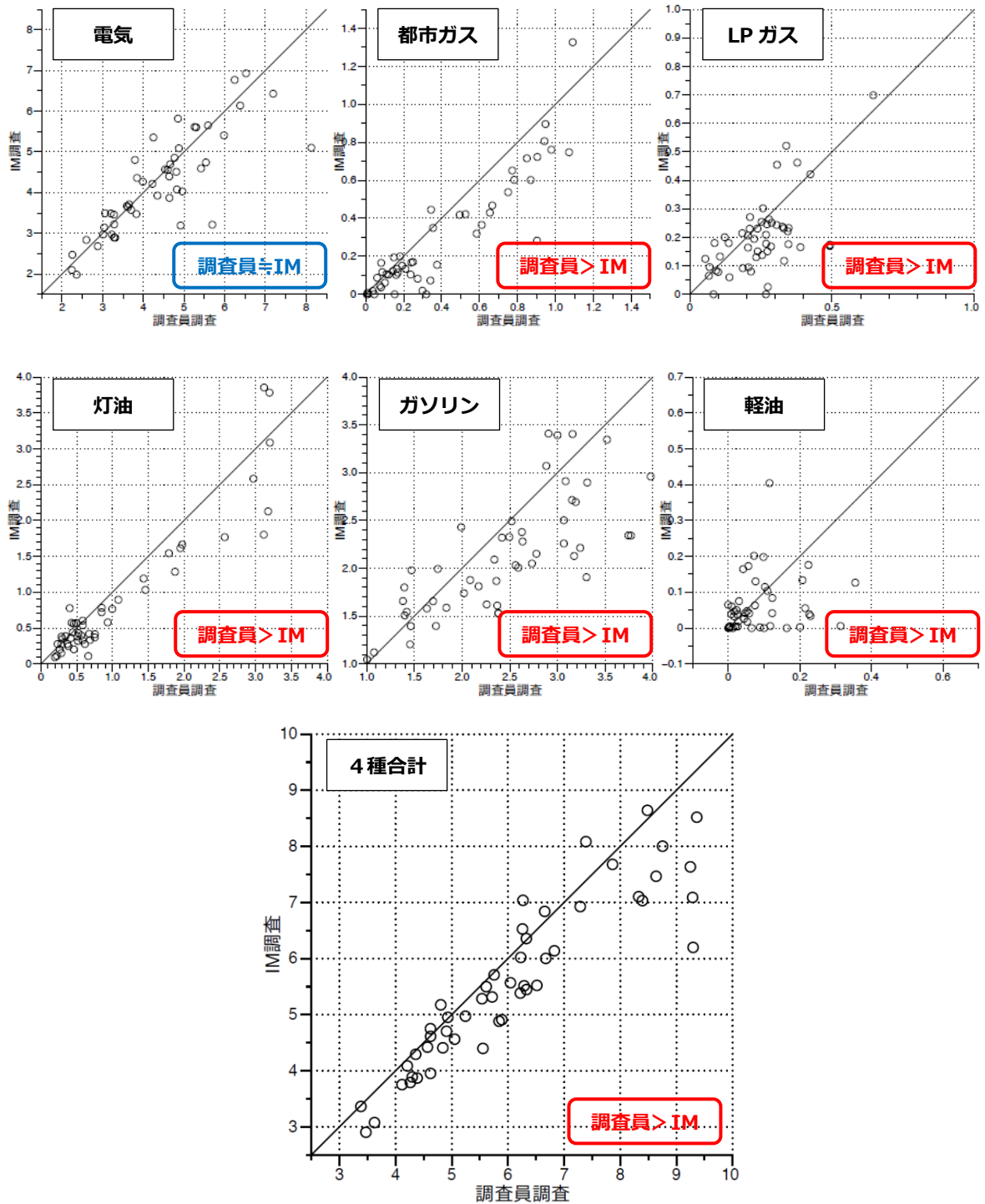


図 3.5.3 二人以上世帯・戸建住宅における地域・世帯人数別 CO₂ 排出量のモード間比較

3.5.3 統合集計方法を検討するための概念整理

家庭 CO₂ 統計の集計結果を作成するにあたり、統合後の推定値や標準誤差の算出方法に加え、統合前に元のウェイトをどのように調整しておくか、どのような比率で各モードを統合するかも併せて検討する必要がある。以下、それぞれの検討事項に関する概念を整理する。

(1) 推定値と標準誤差の算出方法

各モードの平均推定量は(2)式・(3)式、統合結果の推定量は(4)式を用いて算出する。

$$\hat{\mu}_{y,調査員} = \sum_{i \in R} w_i \delta_i y_i / \sum_{i \in R} \delta_i w_i \quad (2)$$

$$\hat{\mu}_{y,IM} = \sum_{i \in T} w_i \delta_i y_i / \sum_{i \in T} \delta_i w_i \quad (3)$$

$$\hat{\mu}_y = \left\{ \alpha \sum_{i \in R} w_i \delta_i y_i + (1 - \alpha) \sum_{i \in T} w_i \delta_i y_i \right\} / \left\{ \alpha \sum_{i \in R} \delta_i w_i + (1 - \alpha) \sum_{i \in T} \delta_i w_i \right\} \quad (4)$$

ただし、調査員調査と IM 調査の有効回収標本をそれぞれ R と T とする。また、世帯 i に関する目的変数の値を y_i 、世帯 i が集計対象か否かの指示変数を δ_i 、最終的なウェイトの値を w_i とする。そして、 α は統合の際に調査員調査の集計結果に付与する比率、 $1 - \alpha$ は IM 調査に付与する比率であり、 $0 \leq \alpha \leq 1$ である。 α の定め方は「(3)統合比率」にて後述する。

標準誤差については、次式の平方根により求める。算出においては、再現性を考慮してジャックナイフ法を採用する。

$$\hat{V}(\hat{\mu}_y) = \sum_{m=1}^2 \sum_{g=1}^{G_m} h_{m,g} \left(\hat{\mu}_y^{(m,g)} - \frac{1}{G} \sum_{m=1}^2 \sum_{g=1}^{G_m} \hat{\mu}_y^{(m,g)} \right)^2 \quad (5)$$

ただし、 m はモードを表しており、 $m=1$ は調査員調査、 $m=2$ は IM 調査である。 $G = \sum_{m=1}^2 G_m$ は全反復数であり、調査員調査における標本 PSU 数 $G_1 = 400$ と IM 調査における有効回収世帯数 $G_2 = 5,637$ を合計した $G = 6,037$ とする。また、 $\hat{\mu}_y^{(m,g)}$ はモード m の第 g 反復で得られる推定値であり、次式のウェイト $W_i^{(m,g)}$ を用いて求めた最終ウェイト $w_i^{(m,g)}$ により算出する。

$$W_i^{(m,g)} = \begin{cases} 0 & : \text{世帯 } i \text{ がモード } m \text{ の第 } g \text{ PSU に属するとき} \\ \frac{G_{m,h}}{G_{m,h} - 1} W_i & : \text{世帯 } i \text{ がモード } m \text{ の第 } g \text{ PSU に属さず、かつ、} \\ & \text{モード } m \text{ の第 } g \text{ PSU と同じモード・層に属するとき} \\ W_i & : \text{上記以外するとき} \end{cases} \quad (6)$$

ただし、 $G_{m,h}$ はモード m の第 g PSU が属す層 h の有効回収標本 PSU 数を表しており、 $G_m = \sum_h G_{m,h}$ である。そして、 $h_{m,g}$ はジャックナイフ乗数であり、 $h_{m,g} = (G_{m,h} - 1)/G_{m,h}$ とする。標準誤差が求めれば、次式により標準誤差率を求めることができる。

$$CV(\hat{\mu}_y) = \sqrt{\hat{V}(\hat{\mu}_y)} / \hat{\mu}_y \quad (7)$$

(2) 各モードにおける集計結果の調整方法

調整方法として、以下の2種類が考えられる。

- 平衡調整（平衡統合）：元のウェイトの分布を、ベンチマーク基準となる分布（母集団分布など）と一致するよう調整する方法（図 3.5.4）
- 傾斜調整（傾斜統合）：元のウェイトの分布を、母集団から見て歪んだ形で調整する、あるいは歪んだまま調整しない方法（図 3.5.5）

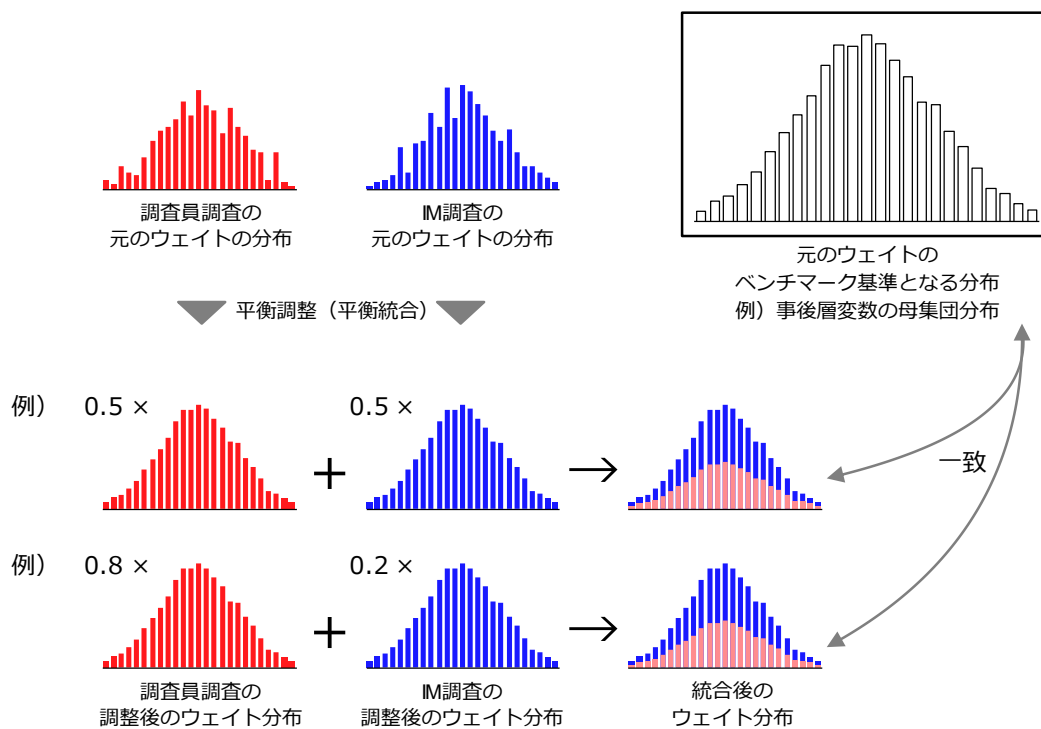


図 3.5.4 平衡調整（平衡統合）の概念図

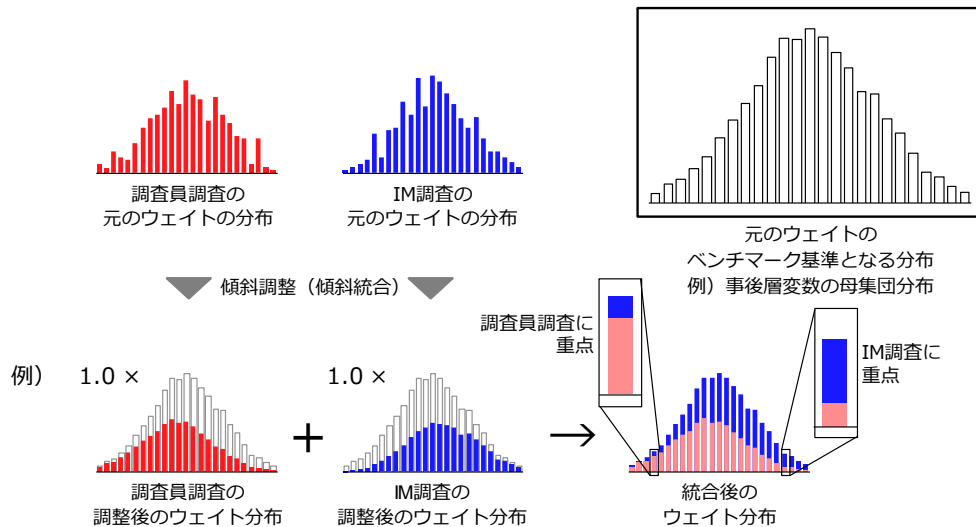


図 3.5.5 傾斜調整 (傾斜統合) の概念図

(3) 統合比率

「(1)推定値と標準誤差の算出方法」にて前述した各モードの結果に与える比率 $\alpha : (1 - \alpha)$ を、統合比率と呼ぶ。今回の分析では、以下 4 つの統合比率を検討する。

- 1 : 1 比率 :
各モードの結果を $\alpha : (1 - \alpha) = 1 : 1$ の比率で統合する。
- 標本サイズ比率 :
標本世帯数が多い方のモードに重点が置かれるよう、 $\alpha : (1 - \alpha) = n_R : n_T$ の比率で統合する。ただし、R と T は前述の通りそれぞれ調査員調査と IM 調査の有効回収標本を表し、 n_R と n_T はそれぞれ調査員調査と IM 調査の有効回収標本サイズを表す。
- 不等加重効果 (UWE : Unequal Weighting Effect) 比率 :
精度が高い方のモードに重点が置かれるよう、 $\alpha : (1 - \alpha) = UWE(w_{i,(R)})^{-1} : UWE(w_{i,(T)})^{-1}$ の比率で統合する。ただし、 $w_{i,(R)}$ と $w_{i,(T)}$ はそれぞれ調査員調査と IM 調査の最終的なウェイトを表す。
- 有効標本サイズ比率 :
標本世帯数が多く、かつ精度が高い方のモードに重点が置かれるよう、 $\alpha : (1 - \alpha) = n_R \times UWE(w_{i,(R)})^{-1} : n_T \times UWE(w_{i,(T)})^{-1}$ の比率で統合する。

(4) 統合方法の組み合わせ

調整方法と統合比率を組み合わせることにより、表 3.5.3 と表 3.5.4 に示す様々な統合集計方法が考えられる。全国試験調査の公表結果の算出にて用いた統合集計方法は、表 3.5.3 に示す方法⑨と表 3.5.4 に示す方法⑱、総務省の平成 26 年全国消費実態調査の統合集計方法は方法⑩に該当する。これらの方法も含め、統合集計方法として検討に値すると土屋教授にて判断されている

ものを、表内では赤色もしくは青色の網掛けで表している。

3.5.4 項ではまず、これらの網掛けで表示されている方法の中でも、代表的な方法による集計結果をピックアップして説明する。その後 3.5.5 項では、網掛けされている全ての方法に対し、CO₂ 排出量の推定値・標準誤差・標準誤差率を算出した上で、いくつかの指標を用いて有用性を評価する。

表 3.5.3 傾斜調整（傾斜統合）による組み合わせ

		元にするウェイト		
		基礎ウェイト		事後層化ウェイト
		統合後事後層化なし	統合後事後層化あり	
事後層に関する傾斜調整	1 : 1	①	⑤	⑨ 公表結果
	標本サイズ	②	⑥	⑩ H26年度全消
	UWE	③	⑦	⑪
	有効標本サイズ	④	⑧	⑫

表 3.5.4 平衡調整（平衡統合）による組み合わせ

平衡調整の方法	平衡調整する変数	平衡調整のためのベンチマーク	元にするウェイト	
			基礎ウェイト	事後層化ウェイト
傾向スコア	CARTグループ	1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	⑬	⑭
	選択変数CARTグループ	1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	⑮	⑯
	各変数	1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	⑰	⑱
キャリブレーション	事後層	母集団	⑲ 公表結果	⑳ 無意味
	事後層+CARTグループ	母集団+ 1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	㉑	㉒
	事後層+選択変数CARTグループ	母集団+ 1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	㉓	㉔
	事後層+太陽光	母集団+母集団	㉕	㉖
	事後層+太陽光+選択変数CARTグループ	母集団+母集団+ 1 : 1 比率で統合した事後層化ウェイト計	㉗	㉘

なお、平衡調整（平衡統合）においては、傾向スコアとキャリブレーションの 2 種類の手法を検討する。以下に概要をまとめる。

- 傾向スコアによる平衡調整

傾向スコアは、3.4 節の文献 2『国民生活基礎調査の標本設計・推定手法等に関する研究会報告書』にて取り上げられている調整手法である。目的変数（文献 2 では総所得金額）に影響を及ぼす可能性がある変数を可能な限り抽出し、これらの変数に関する情報が分かっている全世帯について、回答確率を数値化する。この数値が「傾向スコア」である。

文献 2 では、作成した傾向スコアを用いて、「IPW (Inverse Probability Weighting) 推定」と「傾向スコアマッチング」という 2 つの検討を行っている。前者の IPW 推定では、世帯ごとに傾向スコアの逆数でウェイト調整を行っている。後者の傾向スコアマッチングでは、傾向スコアが近い回答世帯と無回答世帯を対応させることにより、無回答世帯の目的変数を推定している。

今回の統合集計方法の検討では、事後層以外の CO₂ 排出量に影響を及ぼす可能性のある様々な変数のウェイト調整を同時に行うために、傾向スコアを用いる。

- キャリブレーションによる平衡調整

今回の検討では、事後層による標本世帯の区分けの他、3.5.4(2)にて後述する「CART (Classification and Regression Tree)」という手法による区分けも行っている。様々な統合集計方法の中には事後層と CART グループの両方を調整するものもあるが、傾向スコアは変数1つを対象に調整する方法として位置づけ、事後層と CART グループの両方について同時に調整する方法は、キャリブレーションと位置づけることとする。

キャリブレーションの手法としては、3.4 節の文献7『Comparing Two Inferential Approaches to Handling Measurement Error in Mixed-Mode Surveys』にて取り上げられている GREG (Generalized Regression) 推定法を用いる。

3.5.4 統合集計方法の候補の検討

(1) 傾斜調整（傾斜統合）を用いた統合集計方法

傾斜調整（傾斜統合）を用いた統合集計方法の代表例として、方法⑨～⑫が挙げられる。方法⑨は全国試験調査、方法⑩は区分内を標本サイズで傾斜調整するという意味で総務省の平成 26 年全国消費実態調査にあたる。⑨～⑫のいずれも、事後層化ウェイトに対して傾斜調整を行っており、相違点は、傾斜させるために用いる比率のみである。

方法⑨～⑫を適用した後の事後層化ウェイトの分布を、それぞれ図 3.5.6～図 3.5.9 に示す。1:1 比率を用いた全国試験調査の公表結果（方法⑨）と UWE 比率による調整結果（方法⑪）は傾向が似ており、また、標本サイズ比率を用いた全国消費実態調査（方法⑩）と有効標本サイズ比率による調整結果（方法⑫）は傾向が似ている。

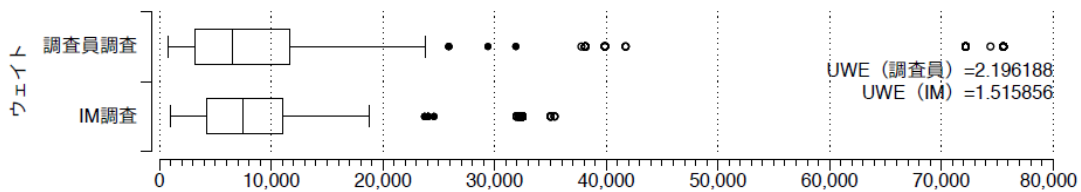


図 3.5.6 方法⑨による事後層化ウェイトの分布

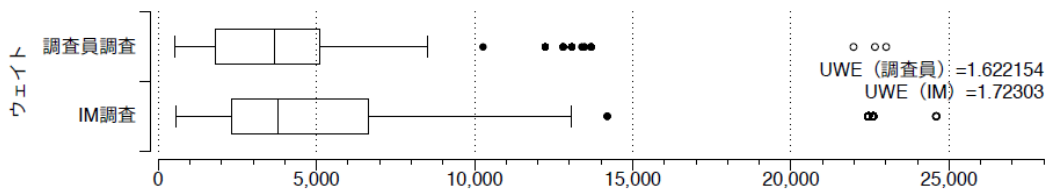


図 3.5.7 方法⑩による事後層化ウェイトの分布

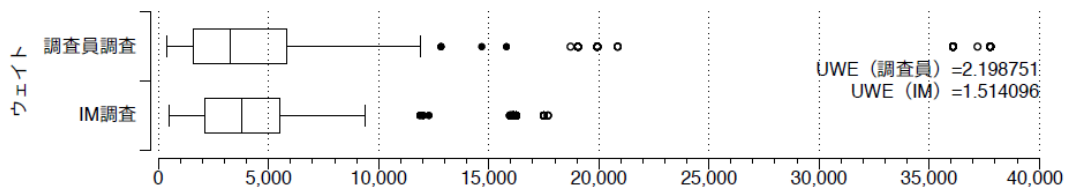


図 3.5.8 方法⑪による事後層化ウェイトの分布

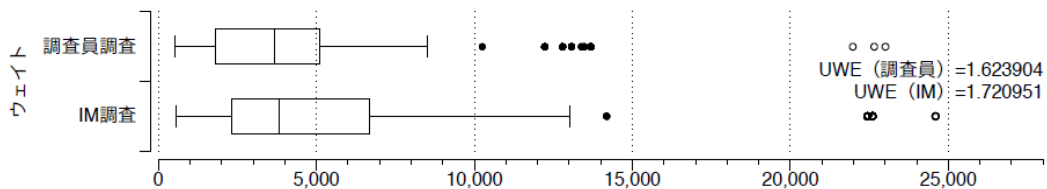


図 3.5.9 方法⑫による事後層化ウェイトの分布

そして、方法⑨～⑫を適用した際の CO₂ 排出量の推定値を表 3.5.5 に示す。モード別では事後層化ウェイトにおける傾向と同様、方法⑨と方法⑪（赤枠）、方法⑩と方法⑫（青枠）がそれぞれ類似している。統合結果については、いずれの方法も大きな違いが見られない。

なお、傾斜調整（傾斜統合）は、いかに正確に統合結果を推定するかに焦点を当て、母集団分布から見て歪んだ形で両モードのウェイト分布を調整するものであるため、両モードの間では CO₂ 排出量の推定値が大きく異なっている。

表 3.5.5 方法⑨～⑫による CO₂ 排出量の推定値（tCO₂/世帯・年）

	⑨ 1:1 比率で傾斜調整（公表結果）			⑩ 標本サイズ比率で傾斜調整			⑪ UWE比率で傾斜調整			⑫ 有効標本サイズ比率で傾斜調整		
	統合結果	調査員調査	IM調査	統合結果	調査員調査	IM調査	統合結果	調査員調査	IM調査	統合結果	調査員調査	IM調査
電気	2.4573	2.5124	2.4021	2.4540	2.6985	2.2276	2.4573	2.5118	2.4029	2.4540	2.6980	2.2285
都市ガス	0.4467	0.5040	0.3893	0.4481	0.5182	0.3831	0.4466	0.5043	0.3891	0.4480	0.5185	0.3829
LPガス	0.1719	0.1884	0.1554	0.1711	0.1928	0.1509	0.1719	0.1883	0.1555	0.1710	0.1927	0.1510
灯油	0.4122	0.4585	0.3659	0.4138	0.5174	0.3179	0.4120	0.4576	0.3666	0.4137	0.5166	0.3186
ガソリン	1.2700	1.3135	1.2253	1.2731	1.4154	1.1385	1.2699	1.3129	1.2259	1.2731	1.4148	1.1392
軽油	0.0362	0.0329	0.0396	0.0362	0.0369	0.0355	0.0362	0.0329	0.0397	0.0362	0.0369	0.0356
4種合計	3.4880	3.6633	3.3127	3.4870	3.9269	3.0795	3.4878	3.6621	3.3140	3.4867	3.9258	3.0810

(2) 平衡調整（平衡統合）を用いた統合集計方法

平衡調整（平衡統合）においては、傾向スコアによる方法とキャリブレーションによる方法に分けて記載する。

1) 傾向スコアによる平衡調整（平衡統合）

傾向スコアを用いた平衡調整（平衡統合）の代表例として、方法⑬が挙げられる。この方法は、モード間の差が大きな変数を用いて、ウェイト調整を行うものである。

事後層変数など母集団情報が既知の変数については、推定値の分布が母集団分布と一致するよう調整することができるが、モード間の差が大きな変数については、必ずしも母集団分布が既知

とは限らない。この場合は、両モードを 1 : 1 比率で統合した結果をベンチマークとしてウェイトの調整を行う。

例えば、Q18_19（パソコンの所持台数）を使用してウェイト調整を行うこととする。しかしその母集団分布は不明である。そこで上記の方針に従い、両モードを合算した Q18_19 の分布をベンチマークとする。このベンチマークを用いて平衡調整を行う。

平衡調整後の事後層化ウェイトの分布を図 3.5.10 に示す。IM 調査でのウェイトの分散が大きくなっており、それに伴い IM 調査の不等加重効果も $UWE = 4.027148$ と大きくなっている。

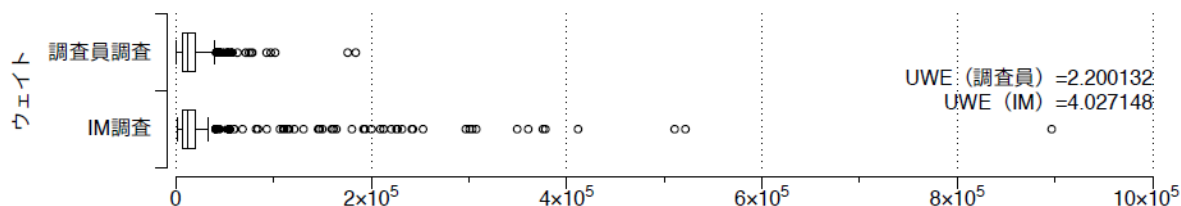


図 3.5.10 方法⑱による事後層化ウェイトの分布

また、方法⑱を適用した際の CO_2 排出量の推定値と全国試験調査の結果（方法⑲）との比較を、表 3.5.6 に示す。IM 調査における一部のウェイトが大きくなっているため、UWE 比率や有効標本サイズ比率による統合結果（赤枠）は、1 : 1 比率や標本サイズ比率（緑枠）よりも調査員調査の集計結果（青枠）に近い値となっている。

ただし、平衡調整（平衡統合）は、モード間の集計結果を互いに近づけることを目指しているものであるが、下表によれば変数 Q18_19 を用いた調整では、全国試験調査のように単純に事後層化推定を行った場合よりもモード間の乖離が広がってしまっている。

表 3.5.6 方法⑱による CO_2 排出量の推定値と方法⑲との比較（ tCO_2 /世帯・年）

	⑲ 公表用事後層化ウェイト使用			⑱ 平衡調整した事後層化ウェイト使用					
	統合結果	調査員調査	IM調査	1 : 1	標本サイズ	UWE	有効標本	調査員調査	IM調査
電気	2.4573	2.5124	2.4021	2.4813	2.4869	2.5345	2.5396	2.6626	2.2999
都市ガス	0.4467	0.5040	0.3893	0.4615	0.4641	0.4856	0.4879	0.5435	0.3796
LPガス	0.1719	0.1884	0.1554	0.1782	0.1786	0.1824	0.1828	0.1926	0.1637
灯油	0.4122	0.4585	0.3659	0.4003	0.4021	0.4181	0.4197	0.4609	0.3397
ガソリン	1.2700	1.3135	1.2253	1.2951	1.2997	1.3385	1.3426	1.4420	1.1452
軽油	0.0362	0.0329	0.0396	0.0367	0.0367	0.0369	0.0369	0.0375	0.0358
4種合計	3.4880	3.6633	3.3127	3.5213	3.5317	3.6205	3.6300	3.8596	3.1829

2) キャリブレーションによる平衡調整（平衡統合）

キャリブレーションを用いた平衡調整（平衡統合）の代表例として、方法㉓が挙げられる。この方法は、事後層変数とその他 CO_2 排出量に影響を与える可能性のある様々な変数に対し、同時にウェイト調整を行うものである。 CO_2 排出量に影響を与える可能性のある変数については、前項の方法⑱では変数 18_19 を使用しているが、方法㉓では CART (Classification and Regression

Tree) という手法により作成される 34 区分から成る選択変数 CART グループを使用する。

CART とは、統計学分野の Leo Breiman 氏によって 1984 年に開発された決定木分析 (Decision Tree Analysis) の代表的なアルゴリズムである。膨大かつ複雑な調査データを木構造で分割し、より小さい単位で調査対象者をグルーピングすることで、目的変数と説明変数の関係性を分析するものである。

全国試験調査では、調査票の調査項目から計 104 の変数を取り上げる。このうちモード間で偏りが生じている変数がいくつか存在すると思われる。CART における目的変数は「回答モード」、説明変数は「モード間で偏りが生じている変数」となる。モード間で偏りが生じる説明変数を明らかにし、これらの変数を用いて標本世帯をグルーピングし、このグループに関して平衡調整してから統合結果を算出することが、方法⑳の特徴である。

まず、CART に適用する説明変数を選択するため、ウェイト調整したらモード間の CO₂ 排出量の乖離が大幅に縮小するような変数を明らかにする。具体的には、104 変数を順に一つずつ取り上げ、方法⑱の変数 Q18_19 に対して行ったのと同じように平衡調整を適用し、モード間の 4 種合計の CO₂ 排出量の差を算出する。また、各変数を説明変数、4 種合計値の対数を目的変数とした単回帰分析を行い、自由度調整済み決定係数を求める。図 3.5.11 に、4 種合計のモード間の乖離と自由度調整済み決定係数の関係をプロットしたものを示す。試行錯誤の結果、今回の検討では、モード間の乖離が 0.29 tCO₂/世帯・年以下の 14 変数 (グレーの領域に含まれるプロット) を CART の説明変数として用いる。

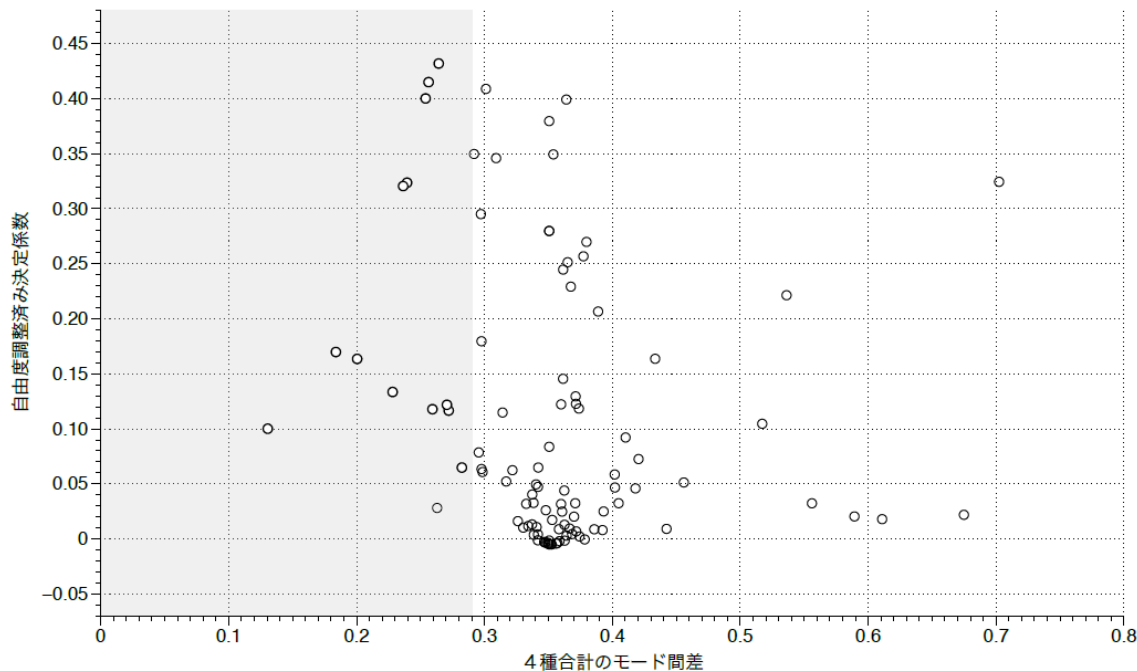


図 3.5.11 4 種合計のモード間の乖離と自由度調整済み決定係数

次に、これらの説明変数を用いて決定木を作成し、各モードの標本世帯を区分けするためのグループを作成する。図 3.5.12 の通り、結果として 34 のグループが作成される。モード間の乖離が縮小するような説明変数を選択した上で CART グループを作成していることから、これを「選択変数 CART グループ」と呼ぶこととする。

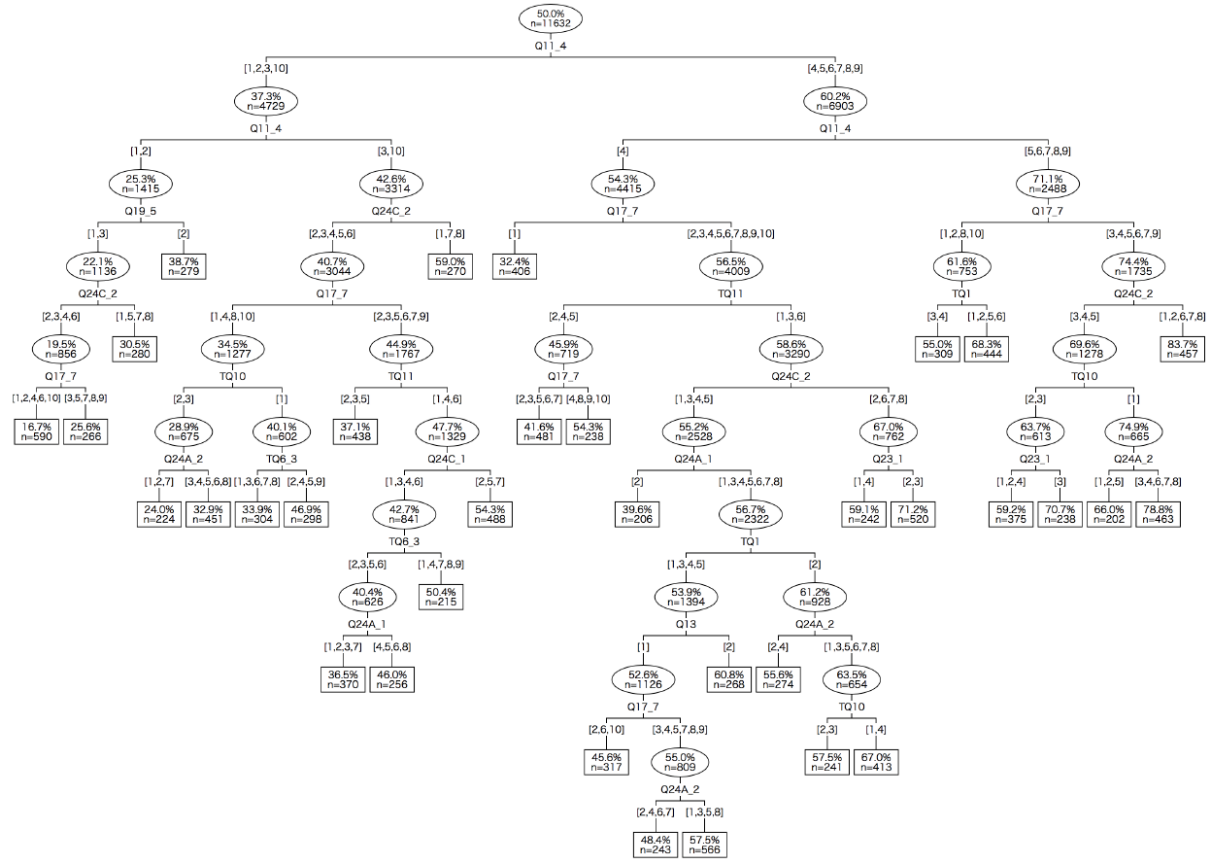


図 3.5.12 回答モードを目的変数とした選択変数 CART の結果

選択変数 CART グループごとに各モードの事後層化ウェイトを合計したものを、図 3.5.13 に示す。横軸が 34 のグループ、縦軸が事後層化ウェイトの合計となっている。上段が調査員調査、下段が IM 調査の事後層化ウェイトの分布だが、モード間で分布が異なることが分かる。そこで、両モードの事後層化ウェイトを平均した値（図 3.5.14）と事後層の母集団分布をベンチマークとし、調整後のウェイト分布がこれらに一致するよう基礎ウェイトのキャリブレーションを行う。

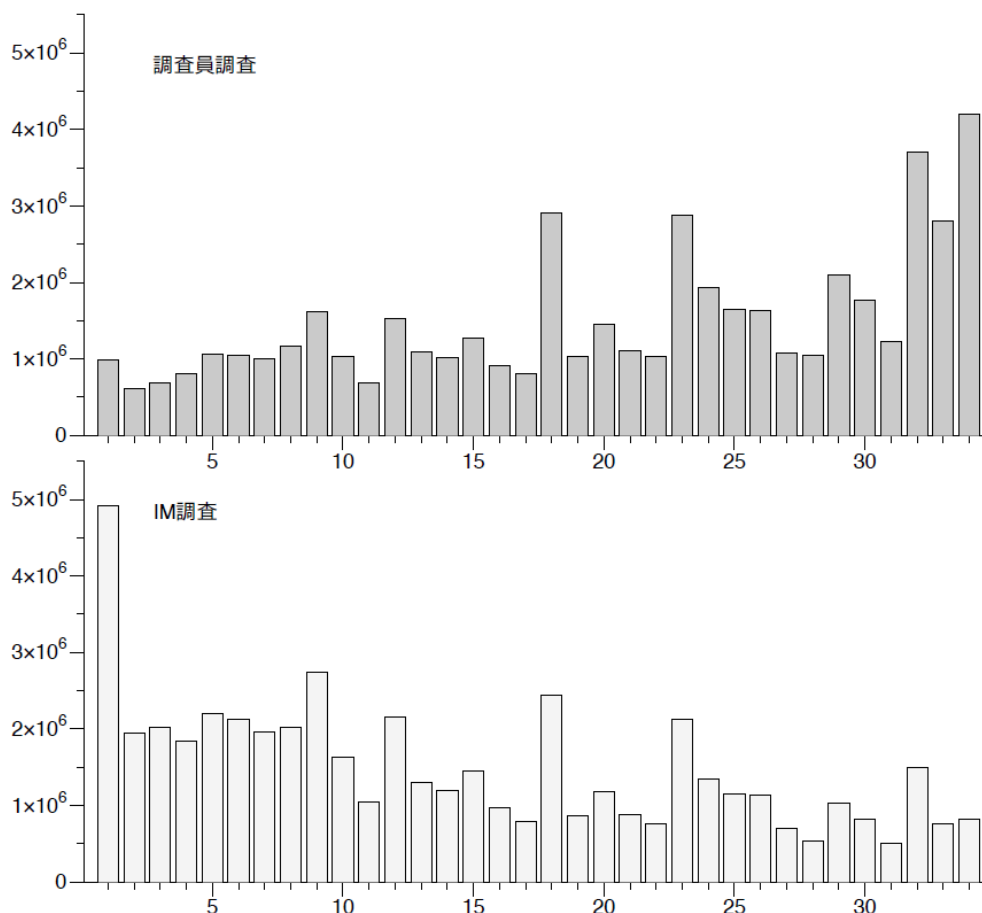


図 3.5.13 モード別・選択変数 CART グループ別の事後層化ウェイトの分布

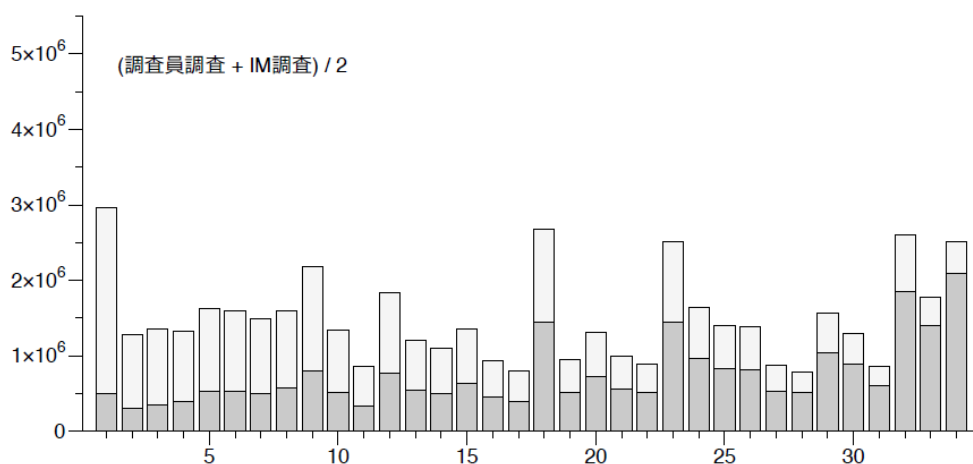


図 3.5.14 ベンチマーク（両モードの事後層化ウェイトを平均した値）の分布

キャリブレーションを通じて得られた最終的なウェイトを図 3.5.15 に示す。また、これをもとに算出した CO₂ 排出量の推定値と全国試験調査の結果（方法⑱）との比較を表 3.5.7 に示す。モード間の CO₂ 排出量の推定値の乖離は、4 種合計では 0.0890 tCO₂/世帯・年まで縮小しており（表 3.5.7 の赤枠）、方法⑱と比較すると 1/4 程度まで小さくなっている。

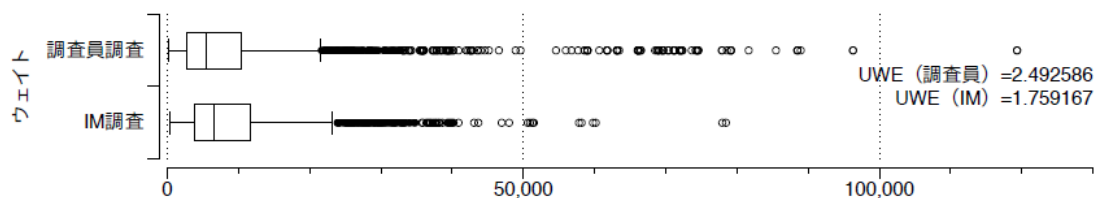


図 3.5.15 方法⑳による事後層化ウェイトの分布

表 3.5.7 方法⑳による CO₂ 排出量の推定値と方法⑱との比較 (tCO₂/世帯・年)

	⑱ 公表用事後層化ウェイト使用			⑳ キャリブレーションした基礎ウェイト使用					
	統合結果	調査員調査	IM調査	1 : 1	標本サイズ	UWE	有効標本	調査員調査	IM調査
電気	2.4573	2.5124	2.4021	2.4692	2.4681	2.4758	2.4747	2.4312	2.5072
都市ガス	0.4467	0.5040	0.3893	0.4489	0.4500	0.4422	0.4434	0.4872	0.4105
LPガス	0.1719	0.1884	0.1554	0.1692	0.1697	0.1669	0.1673	0.1827	0.1558
灯油	0.4122	0.4585	0.3659	0.4066	0.4076	0.4013	0.4023	0.4373	0.3759
ガソリン	1.2700	1.3135	1.2253	1.2663	1.2669	1.2628	1.2634	1.2860	1.2460
軽油	0.0362	0.0329	0.0396	0.0360	0.0359	0.0360	0.0360	0.0355	0.0364
4種合計	3.4880	3.6633	3.3127	3.4940	3.4953	3.4863	3.4876	3.5385	3.4495

▲
0.0890 の乖離

3.5.5 統合集計方法の検討結果

以下 4 つ指標を基準に、各種の統合集計方法の有用性を評価し、家庭 CO₂ 統計に適用する統合集計方法の候補を選定する。

- 乖離幅：
調査員調査と IM 調査の間での 4 種合計 CO₂ 排出量の推定値の差を表す。全国試験調査の公表結果の乖離幅が 0.3506 tCO₂/世帯・年であったことから、同程度もしくはこれ以下の値となるような方法が比較的有用だと考える。
- 標準誤差率：
統合後の 4 種合計 CO₂ 排出量の標準誤差率を表す。全国試験調査の公表結果の標準誤差率が 0.51%であったことから、同程度もしくはこれ以下の値となるような方法が比較的有用だと考える。
- 推定の妥当性：
使用するウェイトや統合結果の分布をもとに、妥当性を評価する。事後層化ウェイトを利用していけば 1 点とし、さらに統合後の事後層の分布が母集団に一致していれば 1 点を加点する。総合点が 2 点であれば“○”、1 点であれば“△”、0 点であれば“×”とし、このうち“○”が付く方法が比較的有用だと考える。
- 適用の難易度：
統合比率や使用する統計手法をもとに、難易度を評価する。1:1 比率や標本サイズ比率よりも UWE 比率や有効標本サイズ比率の方が難しく、CART グループやキャリブレーションを用いる方法はさらに難しいものとし、これをもとに統合集計方法を「易しい」「やや易しい」「やや難しい」「難しい」の 4 段階に分類する。集計結果の再現性の観点から、過度に難しい統合集計方法は公的統計には適さないため、「易しい」寄りの方法が比較的有用だと考える。

表 3.5.8 に評価結果を示す。乖離幅については、最大が方法⑥の 1.2362 tCO₂/世帯・年、最小が方法⑩の 0.0170 tCO₂/世帯・年であり、ばらつきが見られる。そして、いずれの方法を用いても、モード間の乖離はある程度残るということが明らかになっている。標準誤差率については、最大が方法⑭（有効標本サイズ比率で統合）の 0.81%、最小が方法⑦の 0.50%であり、いずれも 1%を下回っている。また、傾斜統合より平衡統合の方が推定の妥当性が高い一方、適用の難易度も高いという傾向となっている。

表 3.5.8 統合集計方法の検討結果

統合の方法	方法	統合比率	評価基準			
			乖離幅 (調査員-IM)	標準誤差率	推定の妥当性	適用の難易度
傾斜統合	①	1 : 1	0.7366	0.62%	×	易しい
	②	標本サイズ	1.0692	0.69%	×	易しい
	③	UWE	0.7339	0.62%	×	やや易しい
	④	有効標本サイズ	1.0665	0.69%	×	やや易しい
	⑤	1 : 1	0.8345	0.50%	△	易しい
	⑥	標本サイズ	1.2362	0.53%	△	易しい
	⑦	UWE	0.8319	0.50%	△	やや易しい
	⑧	有効標本サイズ	1.2335	0.53%	△	やや易しい
	⑨	1 : 1	0.3506	0.51%	○	やや易しい
	⑩	標本サイズ	0.8474	0.52%	○	易しい
	⑪	UWE	0.3481	0.51%	○	やや易しい
	⑫	有効標本サイズ	0.8448	0.53%	○	やや易しい
平衡統合	14	1 : 1	0.4189	0.68%	△	やや難しい
		標本サイズ	0.4189	0.70%	△	やや難しい
		UWE	0.4189	0.79%	△	難しい
		有効標本サイズ	0.4189	0.81%	△	難しい
	16	1 : 1	0.0170	0.59%	△	やや難しい
		標本サイズ	0.0170	0.60%	△	やや難しい
		UWE	0.0170	0.59%	△	難しい
		有効標本サイズ	0.0170	0.59%	△	難しい
	19	1 : 1	0.3506	0.51%	○	やや易しい
		標本サイズ	0.3506	0.53%	○	やや易しい
		UWE	0.3506	0.55%	○	やや難しい
		有効標本サイズ	0.3506	0.57%	○	やや難しい
	23	1 : 1	0.0890	0.55%	○	難しい
		標本サイズ	0.0890	0.55%	○	難しい
		UWE	0.0890	0.55%	○	難しい
		有効標本サイズ	0.0890	0.55%	○	難しい
	24	1 : 1	0.1260	0.53%	○	難しい
		標本サイズ	0.1260	0.54%	○	難しい
		UWE	0.1260	0.54%	○	難しい
		有効標本サイズ	0.1260	0.54%	○	難しい
	25	1 : 1	0.3479	0.52%	○	難しい
		標本サイズ	0.3479	0.54%	○	難しい
		UWE	0.3479	0.55%	○	難しい
		有効標本サイズ	0.3479	0.57%	○	難しい
	26	1 : 1	0.3483	0.52%	○	難しい
		標本サイズ	0.3483	0.54%	○	難しい
		UWE	0.3483	0.55%	○	難しい
		有効標本サイズ	0.3483	0.57%	○	難しい
27	1 : 1	0.0861	0.55%	○	難しい	
	標本サイズ	0.0861	0.56%	○	難しい	
	UWE	0.0861	0.55%	○	難しい	
	有効標本サイズ	0.0861	0.55%	○	難しい	
28	1 : 1	0.1243	0.54%	○	難しい	
	標本サイズ	0.1243	0.54%	○	難しい	
	UWE	0.1243	0.54%	○	難しい	
	有効標本サイズ	0.1243	0.55%	○	難しい	

(注) 赤枠：全国試験調査にて採用した方法（事後層化推定）。家庭 CO₂統計に適用する統合集計方法の候補その 1。

青枠：選択変数 CART グループを用いた方法。家庭 CO₂統計に適用する統合集計方法の候補その 2。

方法⑨と方法⑱の1:1比率による統合は、全国試験調査にて採用した方法にあたる。その他の統合集計方法と比較したところ、乖離幅・標準誤差率・推定の妥当性・適用の難易度のいずれにおいても優位的であることから、有用性が高い方法だと評価できる。なお、方法⑨・⑱はアプローチが異なるものの、最終的に算出される統合結果は同様であるため、これ以降は「方法⑱」としてまとめて考察する。

方法⑱の他、「乖離幅が0.3506 tCO₂/世帯・年もしくはそれ以下」、「標準誤差率が0.51%前後もしくはそれ以下」、「推定の妥当性が“○”」という条件に合致するのは、傾斜統合の方法⑩と、平衡統合の方法⑲と⑳である。

方法⑩は、UWE比率を使用しているため、適用の難易度においては、1:1比率や標本サイズ比率を用いた方法⑱より若干難しい。乖離幅・標準誤差率ともにほとんど変わらないため、方法⑩と⑱を比較した場合には、方法⑱の方が優位である。

また、方法⑲と⑳はいずれも選択変数 CART グループとキャリブレーションを用いた精緻な方法であるため、適用の難易度は「難しい」に分類される。ただし、いずれも方法⑱より大幅に乖離幅が縮小しており、かつ標準誤差率も大きく変わらないため、有力な候補として評価できる。なお、方法⑲の調整対象は基礎ウェイトであるのに対し、方法⑳の調整対象は事後層化ウェイトであることから、方法⑲の方が若干易しい。さらに、僅かな違いではあるが、乖離幅は方法⑲の方が小さい。よって、方法⑲と⑳を比較した場合には、方法⑲の方が優位である。

以上のことを踏まえ、方法⑱（表 3.5.8 赤枠）と方法⑲（表 3.5.8 青枠）を家庭 CO₂ 統計に適用する統合集計方法の候補とする。

3.6 統合集計方法の検討結果

3.1 節に示した総務省からの課題に対応するため、文献調査、ヒアリング調査、全国試験調査の調査票情報の分析及び統計有識者による研究会を通じて、調査員調査と IM 調査の乖離の要因を確認し、より正確な統合集計に向けた改善方策を検討した。

3.6.1 モード間の乖離の要因

モード間の乖離に関しては、3.4.2 項の要因分析の通り、①標本抽出における違い、②調査対象者の心理的側面、③調査媒体の違いに起因している可能性がある。

要因②③はモードの違いによるものであるため、解消するには、同じ時期に同じ世帯に対して調査員調査と IM 調査の両方を実施する必要がある。しかし、この方法は調査対象者にとって負担が大きく、調査の実施側にとってもコストや時間がかかるため、現実的ではないと思われる。

これに対し要因①は、適切な統合集計方法を適用し各モードの回答者分布を調整することで、ある程度は解消できる。そこで、家庭 CO₂ 統計では、この要因を対処するための統合集計方法を検討し、その結果を 3.5.5 項にてまとめた。

3.6.2 家庭 CO₂ 統計に適用する統合集計方法の候補

家庭 CO₂ 統計に適用する統合集計方法に関しては、3.5 節の検討結果の通り、方法⑱と方法㉓を選定した。

方法⑱は、全国試験調査にて採用した統合集計方法と同じものである。その他の統合集計方法と比較したところ、乖離幅・標準誤差率・推定の妥当性・適用の難易度のいずれにおいても高評価であることから、有用性が高い方法だと言える。

一方、方法㉓は、選択変数 CART グループとキャリブレーションを用いた精緻な統合集計方法である。モード間の乖離幅が現行方法である方法⑱の 1/4 程度まで縮小している（同じ 1:1 比率の場合、方法⑱は 0.3506 tCO₂/世帯・年であるのに対し、方法㉓は 0.0890 tCO₂/世帯・年まで縮小している）ことから、有力な方法だと言える。しかし、以下の通り課題が残っており、さらなる有用性の検証が必要だと考える。

(1) 安定性・継続性の検証

方法㉓が毎回、安定した統合結果を算出できるかを検証する必要がある。CART グループの作成においては、モード間の乖離が特定基準（全国試験調査の場合は 0.29 tCO₂/世帯・年以下）を満たす変数のみ使用されるが、毎回、この変数選択を新たに実施する必要があると思われる。全国試験調査の調査票情報の検討では 14 の変数が選択され、34 の CART グループが作成されているが、次回以降の調査では異なる変数が選択され、異なる CART グループが作成される可能性がある。毎回、異なった選択変数や CART グループを作成することが集計結果にどのような影響を及ぼすかも確認する必要があるが、まずは次回以降の調査票情報を用いて検証を重ね、安定的に選択変数と CART グループを用意できる方法であることを確認することが重要だと考える。

(2) 方法論の整理

方法㉓を用いて安定的な統合結果を算出するための方法論を整理する必要がある。まず、CART グループの作成においては、使用する変数の判断条件を設定する必要がある。全国試験調査ではモード間の乖離が 0.29 tCO₂/世帯・年以下となるような変数が選択されているが、次回以降も一律「0.29 tCO₂/世帯・年以下」という基準を採用するか、あるいは調査ごとに見直す必要があるかが検討事項として考えられる。また、変数によっては母集団情報がないため、この場合どのようにベンチマークを設定するかも、重要な検討事項として考えられる。

3.6.3 家庭 CO₂ 統計検討会での審議結果

方法⑱と方法㉓の統合結果を比較したところ、乖離が 0.2% (0.006 tCO₂/世帯・年) 程度でほぼ同じ値である（表 3.6.1）。前述の通り、方法㉓は有力ではあるが課題が残っていることから、現段階では方法⑱を採用し、引き続き方法㉓の有用性を検証することが妥当だと考える。

表 3.6.1 方法⑱と方法㉓による CO₂ 排出量の比較 (tCO₂/世帯・年)

	全国試験調査の 統合集計方法			選択変数CARTグループ による統合集計方法					
	⑱ 公表用事後層化ウェイト使用			㉓ キャリブレーションした基礎ウェイト使用					
	統合結果	調査員調査	IM調査	1 : 1	標本サイズ	UWE	有効標本	調査員調査	IM調査
電気	2.4573	2.5124	2.4021	2.4692	2.4681	2.4758	2.4747	2.4312	2.5072
都市ガス	0.4467	0.5040	0.3893	0.4489	0.4500	0.4422	0.4434	0.4872	0.4105
LPガス	0.1719	0.1884	0.1554	0.1692	0.1697	0.1669	0.1673	0.1827	0.1558
灯油	0.4122	0.4585	0.3659	0.4066	0.4076	0.4013	0.4023	0.4373	0.3759
ガソリン	1.2700	1.3135	1.2253	1.2663	1.2669	1.2628	1.2634	1.2860	1.2460
軽油	0.0362	0.0329	0.0396	0.0360	0.0359	0.0360	0.0360	0.0355	0.0364
4種合計	3.4880	3.6633	3.3127	3.4940	3.4953	3.4863	3.4876	3.5385	3.4495

↑ 0.17%程度の乖離
↑ 0.21%
↑ 0.04%
↑ 0.01%

これを踏まえ、第4回家庭 CO₂ 統計検討会にて統合集計方法の検討結果を報告し、表 3.6.2 の通り、今後の方針について検討会委員から承認を得た。

表 3.6.2 第4回家庭 CO₂ 統計検討会において承認された事項

検討事項	方針
採用する統合集計方法	当面は方法⑱（事後層化推定を用いた統合集計方法）を採用しつつ、引き続き方法㉓（選択変数 CART グループを用いた統合集計方法）を検討する。複数年（2～3年）分の調査票情報が蓄積された段階で方法㉓を適用し、安定性を評価する。
統合結果の「参考値」表記の取り扱い	方法⑱の有用性が確認されたことから、統合結果は「参考値」の表記を削除した状態で公表する。

4. 家庭用コージェネレーションシステム・家庭用蓄電池・電気自動車等に関する検討

現在の家庭 CO₂ 統計では、調査対象としている家庭部門のエネルギーのうち、電気、ガス、灯油は「家庭内」にて、ガソリンおよび軽油は「車両」にて消費されるエネルギーであり、購入するエネルギー種と使用するエネルギー種は同じものである（エネルギー転換を介さない）という前提のもと、エネルギー種別エネルギー消費量からエネルギー用途別エネルギー消費量の推計を実施している。また、電気とガスのエネルギー消費量については、調査月内の購入量と使用量は同じであるという前提での取り扱いとなっている。

しかし、電気自動車（EV）やプラグインハイブリッド自動車（PHV）の使用世帯においては、家庭内から自動車に電気を供給するため、電気は従来の家庭内のエネルギー使用用途（暖房、冷房、給湯、台所用コンロ、照明・家電製品等）を超えて消費されることになる。その上、EV/PHV の走行動力としての電気は、自宅で系統から購入される電気だけでなく、家庭外での充電も含まれる可能性がある。さらに、今後は EV/PHV から家庭内への放電も増えることが予想されるため、家庭外での購入分をエネルギー消費量として計上する必要もある。また、家庭用燃料電池のようなコージェネレーションシステム（家庭用 CGS）の導入世帯においては、系統から購入しているエネルギーはガスであっても、家庭内で使用しているエネルギーは電気（とガス由来の熱）となるため、ガスの使用が電気用途に繋がることになる。家庭用蓄電池の導入世帯においては、電気の購入と消費のタイミングにタイムラグが生じ、その間の放電ロスが想定されるため、購入電力量を消費電力量として計上することができなくなることが想定される。

そのため、現在の家庭 CO₂ 統計では、EV/PHV に係る電力消費量や家庭用蓄電池の有無は考慮できず、家庭用 CGS 導入世帯については用途推計の対象外としている。しかし、これらの設備の普及が進んだ場合には、家庭部門のエネルギー消費および CO₂ 排出の構造に無視できない影響を及ぼす可能性がある。

そこで本章では、家庭用 CGS、家庭用蓄電池、電気自動車等（以下「自家発電設備等」という）を家庭 CO₂ 統計において考慮するための課題を整理する。まずは、家庭 CO₂ 統計において自家発電設備等を考慮する場合のエネルギー消費量および CO₂ 排出量の集計区分のあり方について検討し、その後個別に、統計に反映する上で把握すべき項目をエネルギーバランスの検討を通じて抽出し、その後カタログ調査とヒアリング調査により、それらの項目の把握可能性や課題を整理する。

4.1 家庭 CO₂ 統計において自家発電設備等を考慮する場合のエネルギー消費量および CO₂ 排出量の集計区分のあり方

図 4.1.1 に、自家発電設備等を有する世帯におけるエネルギーバランスを示す。ここで、青枠内は家庭 CO₂ 統計における対象範囲、赤枠内はエネルギー使用端での対象範囲（エネルギー使用用途がある範囲となる。このエネルギーバランスに沿って、家庭部門におけるエネルギー種別エネルギー消費量および CO₂ 排出量の集計区分を細分化すると、表 4.1.1 表側のように、家庭に供給されるエネルギー種を取得方法で細分化した集計となる。用途別エネルギー消費量および CO₂

排出量の集計区分については、表 4.1.1 表頭に示すように従来の区分と同様となるが、電気のエネルギー消費量および CO₂ 排出量が家庭内用途と自動車用途にも跨ることとなる。また、使用端での電気については、表 4.1.1 表側に示す 4 種類の電気はそれぞれ異なる CO₂ 排出係数を持つため（「系統買電」は当該世帯の契約している電力会社の排出係数、「PV 発電（自家消費）」はゼロ、「外部充電」は例えば地域平均排出係数のような平均値、「CGS 発電（自家消費）」は火力平均需要端排出係数）、CO₂ 排出量への換算においては、CO₂ 排出係数の取扱いが複雑になる可能性がある。

また、図中の各フローにおいては各種損失が生じ得るが、それらはエネルギー消費に伴って生じる不可避的な損失であり、例えば省エネルギー行動の実施によりエネルギー消費量が減少すれば、そのエネルギー消費に係る損失も減少すると考えられることから、エネルギー消費量から切り離さずに、エネルギー消費量の一部として計上することが用途推計上は望ましいと考えられる。次節以降では、表 4.1.1 に沿ってエネルギー消費実態を把握するための方法を検討する。

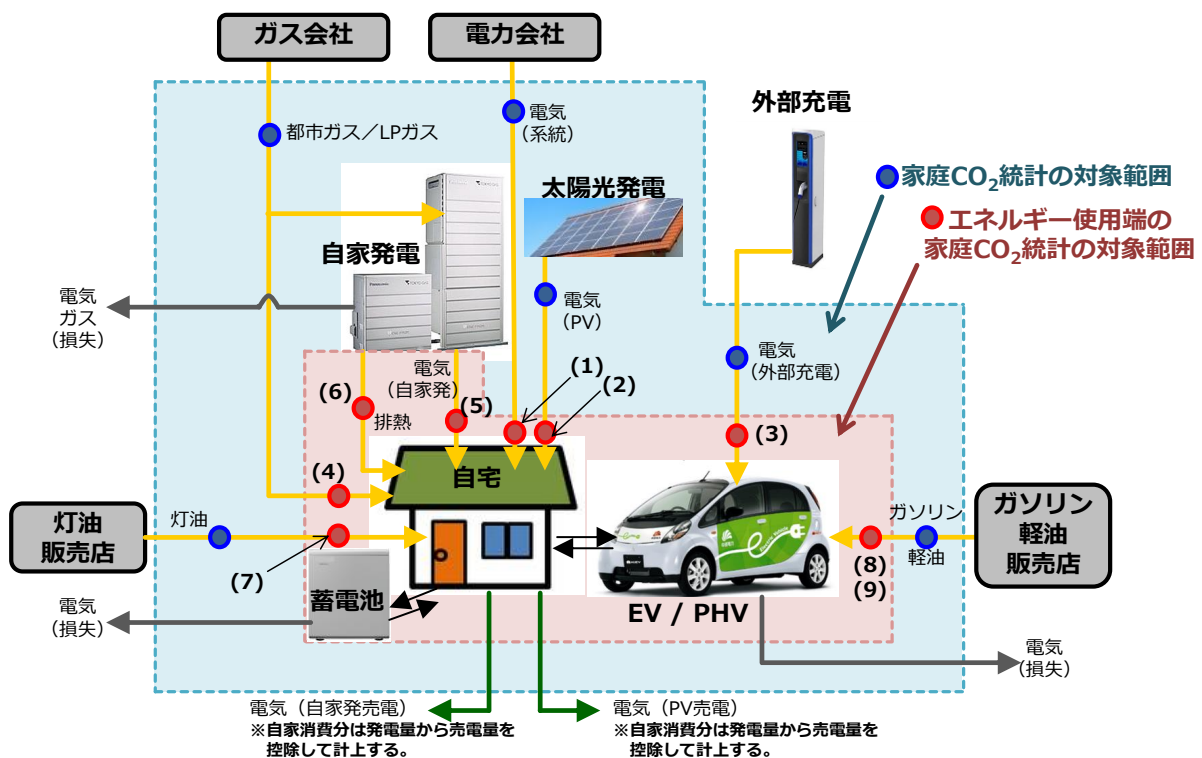


図 4.1.1 自家発電設備等を有する世帯におけるエネルギーバランス

注) 図中の括弧付番号は表 4.1.1 に対応している。

表 4.1.1 自家発電設備等を有する世帯におけるエネルギー取得方法別エネルギー使用用途

家庭に供給される エネルギー種	エネルギー種別		エネルギー使用用途					
	使用するエネルギーの 取得方法	使用端での エネルギー種	暖房	冷房	給湯	台所用 コンロ	照明家電 製品等	自動車
(1) 電気	系統買電	電気	○	○	○	○	○	○
(2)	PV発電 (自家消費) 注1)	電気	○	○	○	○	○	○
(3)	外部充電注2)	電気	△	△	△	△	△	○
(4) 都市ガス/LPガス	供給	ガス	○	—	○	○	—	—
(5)	CGS発電 (自家消費) 注1)	電気	○	○	○	○	○	○
(6)	CGS排熱	ガス (みなし)	○	—	○	—	—	—
(7) 灯油	購入	灯油	○	—	○	—	—	—
(8) ガソリン	購入	ガソリン	—	—	—	—	—	○
(9) 軽油	購入	軽油	—	—	—	—	—	○

注 1) 売電分を控除した値を計上する。

注 2) 表中の△は、EV/PHV の電気が家庭内に供給される場合に対象となる。

注 3) 実際は表記以外に、家庭に供給されるエネルギー種には「熱供給」が、用途には「融雪」があるが、家庭 CO₂ 統計では前者を調査対象外、後者を用途推計対象外としている。

4.2 家庭用 CGS

4.2.1 家庭用 CGS の普及実態

図 4.2.1 に、家庭用燃料電池 CGS（エネファーム）の 2009 年度以降の販売台数の推移を、図 4.2.2 には家庭用ガスエンジン CGS（エコウィル）の 2006 年度以降の出荷台数の推移を、それぞれ示す。家庭用燃料電池 CGS は近年増加傾向にあり、累積販売台数は 2017 年 9 月までに 23 万台超となっている。全国の世帯数約 5,000 万世帯に対する普及率では 0.5%程度であるが、販売台数は 2009 年度以降右肩上がりに上昇しており、2017 年度は半期（4～9 月）の販売台数が前年度の販売台数の 56%超となっている。また、地球温暖化対策計画（2016 年 5 月閣議決定）においても、2020 年度までに 140 万台、2030 年までに 530 万台の導入を目指すと掲げられていることから、今後もより一層の普及が予想される。

一方、家庭用ガスエンジン CGS については、2016 年度時点での出荷台数が累計 14.2 万台となっており、全国の世帯数に対する普及率では 0.3%弱に留まっている。その上、出荷台数は 2009 年度の急減を境に減少し続けている。

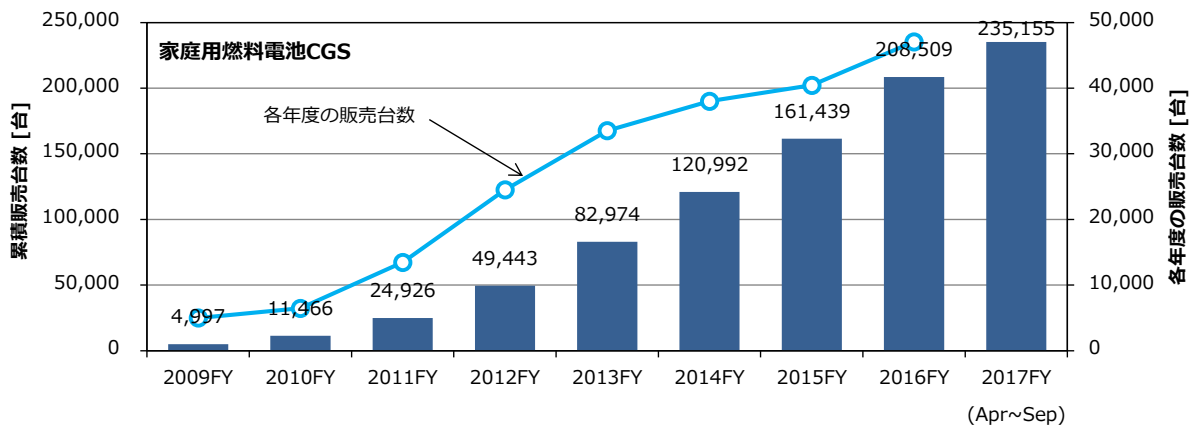


図 4.2.1 家庭用燃料電池 CGS の販売台数の推移

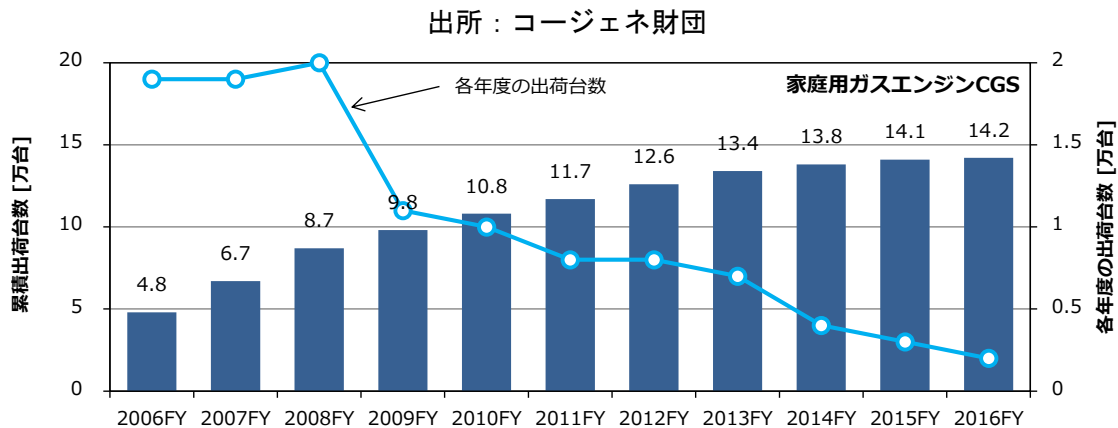


図 4.2.2 家庭用ガスエンジン CGS の出荷台数の推移

出所：日本ガス協会

4.2.2 家庭用 CGS におけるエネルギーバランス

ここでは、家庭用 CGS におけるエネルギーバランスを整理することで、エネルギー消費量を表 4.1.1 に沿って把握するために取得すべき項目を検討する。

図 4.2.3 に家庭用 CGS におけるエネルギーバランスを示す。また図 4.2.4 には家庭用 CGS におけるエネルギー消費量推計の概念を示す。

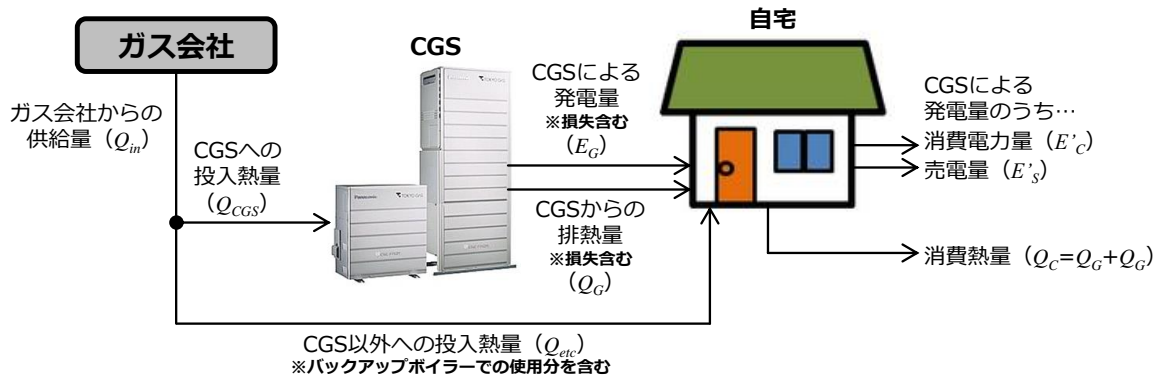


図 4.2.3 家庭用 CGS におけるエネルギーバランス

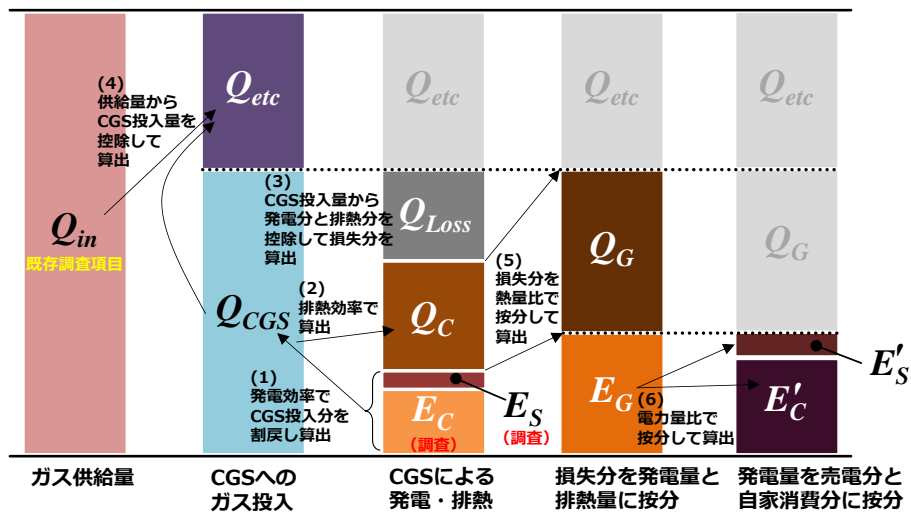


図 4.2.4 家庭用 CGS におけるエネルギー消費量推計の概念

CGS 導入世帯においては、ガス会社からの供給量 Q_G は下式のようなになる。

$$Q_{in} = Q_{CGS} + Q_{etc} \quad (4.2.1)$$

ガス会社からの供給量 Q_G については、既に家庭 CO₂ 統計において調査項目となっているため、CGS への投入熱量 Q_{CGS} を把握できれば、(4.2.1)式より、CGS 以外への投入熱量 Q_{etc} も把握可能となる。

次に、CGS 前後のエネルギーバランスは下式のように表現できる。

$$Q_{CGS} = E_C + E_S + Q_C + Q_{Loss} \quad (4.2.2)$$

なお E_C 、 E_S 、 Q_C 、 Q_{Loss} はそれぞれ、CGS 発電量のうち正味の自家消費量、売電量、CGS 排熱量のうち正味の消費量、CGS における各種損失である。ここで、CGS の発電効率と排熱効率を

それぞれ η_E と η_{WH} とすると、発電量と排熱量について下記の関係が成り立つ。

$$E_C + E_S = \eta_E Q_{CGS} \quad (4.2.3)$$

$$Q_C = \eta_{WH} Q_{CGS} \quad (4.2.4)$$

発電量 $E_G (= E_C + E_S)$ および排熱量 Q_G に損失量 Q_{Loss} を計上すると、下式のようなになる。

$$E_G = (E_C + E_S) + Q_{Loss} \times (E_C + E_S) / (Q_C + E_C + E_S) \quad (4.2.5)$$

$$Q_G = Q_C + Q_{Loss} \times Q_C / (Q_C + E_C + E_S) \quad (4.2.6)$$

4.1 節で述べた通り、各種エネルギー損失をエネルギー消費量の一部として計上するという方針に沿って、(4.2.5)式および(4.2.6)式から求まる損失分を含む発電量および排熱量を消費量 E'_C 、 Q'_C および売電量 E'_S に計上すると、下式のようなになる。

$$E'_C = E_G \times E_C / (E_C + E_S) \quad (4.2.7)$$

$$E'_S = E_G \times E_S / (E_C + E_S) \quad (4.2.8)$$

$$Q'_C = Q_G + Q_{etc} \quad (4.2.9)$$

この関係を用いた CGS におけるエネルギー消費量推計フローを図 4.2.5 に示す。

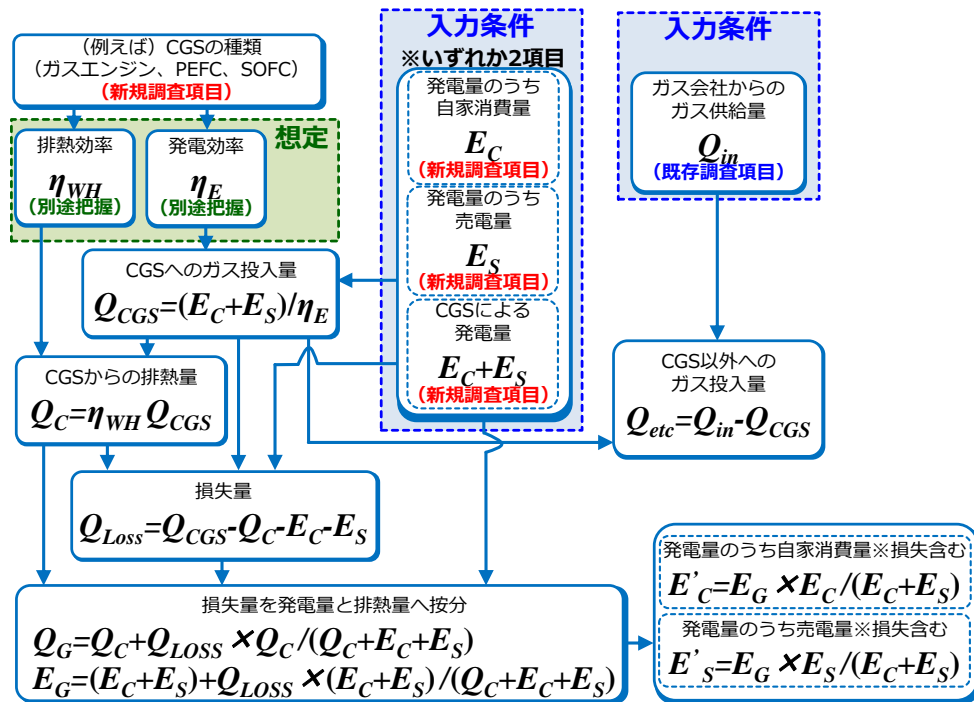


図 4.2.5 家庭用 CGS におけるエネルギー消費量推計フロー

これより、 E_C 、 E_S 、 $(E_C + E_S)$ のうちいずれか 2 項目と、 η_E および η_{WH} の把握ができれば、CGS におけるエネルギー消費量の推計が可能となることがわかる。ただし、 η_E および η_{WH} については、家庭 CO₂統計の調査票で把握できるものではないため、例えば使用している CGS の種類等を調査し、その情報と紐付けた形で別途把握すること必要である。

4.2.3 家庭用 CGS の情報把握に関する調査

4.2.2 節において、家庭用 CGS 使用世帯におけるエネルギー消費量を把握するために取得すべき項目を検討した。本節では、家庭用燃料電池 CGS のモニター画面やマニュアル等から取得可能なデータを整理するとともに、それらのデータから図 4.2.5 のフローに沿った推計が可能かどうかを検討するため、カタログ調査およびヒアリング調査を実施する。

表 4.2.1 に、カタログ調査対象とした家庭用燃料電池 CGS の機種を示す。これら 3 機種は家庭用燃料電池 CGS の主たるメーカー 3 社の製品であるため、これらのカタログを調査することで、一般的に得られるデータの種類についての検討が可能であると考えられる。

表 4.2.1 カタログ調査対象機種（家庭用燃料電池 CGS）

メーカー	燃料電池タイプ	型式
アイシン精機	固体酸化物型 (SOFC)	192-AS05 / 192-AS06
東芝	固体高分子型 (PEFC)	TM1-AG
パナソニック	固体高分子型 (PEFC)	FC-70GR13

表 4.2.2 にカタログ調査結果を示す。これら 3 機種については、共通して発電量の把握が可能である。ただし、機器内の補機動力等に使用される電力量を発電量で賄っているかどうかについては不明である。もし機器内消費量を発電分から得ているのであれば、図 4.2.5 のフローに沿った推計では、損失分を二重計上することとなるため、この点は別途確認が必要である。

表 4.2.2 機種別取得可能情報に関するカタログ調査結果（家庭用燃料電池 CGS）

メーカー	アイシン精機	東芝	パナソニック
型式	192-AS05 / 192-AS06	TM1-AG	FC-70GR13
発電量のうち自家消費量 E_c	(確認できず)	○ 機器内消費量の扱いは不明	○ 機器内消費量の扱いは不明
発電量のうち売電量 E_s	(確認できず)	× 売電は想定されていない	× 売電は想定されていない
自家発電による発電量 E_c+E_s	○ 機器内消費量の扱いは不明	○ 機器内消費量の扱いは不明	○ 機器内消費量の扱いは不明
自家発電へのガス投入量 Q_{CGS}	(確認できず)	△ バックアップボイラー分の有無不明	△ バックアップボイラー分の有無不明
自家発電からの排熱量 Q_c	(確認できず)	△ 「排熱利用量」の取得が可能	× 「給湯量」の取得が可能

図 4.2.5 に示す家庭用 CGS 使用世帯のエネルギー消費量推計フローおよび表 4.2.2 に示すカタログ調査結果を踏まえ、下記項目についてエネルギー事業者へのヒアリングを実施する。

家庭用 CGS のモニター等で取得可能なデータおよびそれらの取得難易度について

- ・ 特に、発電量、自家消費量、売電量は、使用者にとって簡単に把握可能か。
- ・ 発電量に補機内電力消費量は含まれているか。

家庭用 CGS の発電効率および排熱効率について

- ・ 簡便な効率値の適用は可能か、その場合の精度はどの程度か。
- ・ 燃料電池の場合、使用者が SOFC と PEFC を簡単に識別する方法はあるか。

表 4.2.3 にヒアリング先および実施日時を示す。

表 4.2.3 ヒアリング先および実施日時（家庭用 CGS）

ヒアリング先	実施日時
東京ガス株式会社 リビングサービス推進部	2018年2月22日（木） 15:30 ～ 17:00
大阪ガス株式会社 リビング事業部	2018年2月26日（月） 14:00 ～ 15:50

ヒアリングで得られた知見は下記の通りである。

家庭用 CGS のモニター等で取得可能なデータおよびそれらの取得難易度について

- ・ 家庭用燃料電池 CGS については、リモコンで、日（当日と前日）、月（当月と前月）、年（過去 1 年）の発電量および売電量が把握できる。取得難易度は高くない。
- ・ 家庭用ガスエンジン CGS の場合は、累積発電量は把握できないかもしれない。ただし月別値はあるかもしれない。
- ・ 発電量は利用者が利用できる電力量であって、補機分等は含まれていない。補機分は発電効率に含まれている。
- ・ リモコンで把握できるガス消費量にはバックアップボイラー分が加味されている。
- ・ 逆潮流実施世帯（売電実施世帯）は別途契約をしているため、自宅が CGS 発電量を売電していることを認識しているはずだが、逆潮流を実施していない世帯で、太陽光発電とのダブル発電実施世帯であると、リモコンに「売電量」が表示されるため、逆潮流をしているとの勘違いをする恐れがある。また逆潮流実施世帯の場合でも、太陽光発電の売電分を CGS の売電量と勘違いする可能性もある。

家庭用 CGS の発電効率および排熱効率について

- ・ 機種や製造時期によって定格効率は異なる。その上、実効率は負荷率によって大きく異なるため、実態の想定は難しい。ガス会社も実態値に関するデータはほとんど持っていない。
- ・ カタログの定格効率は公表値がある。出荷台数も燃料電池普及協会が把握していると思われるので、ストックの定格効率は求めることはできるかもしれない。
- ・ 逆潮流実施世帯（売電実施世帯）では、ほぼ定格出力で運転していると想定できるため、定格効率が適用できる可能性はある。
- ・ 機器本体、リモコン、取扱説明書に記載されている品番を確認すれば、PEFC と SOFC の識別は可能である。

4.2.4 まとめ・調査票案

4.2 節での検討および調査の結果を踏まえると、家庭用 CGS でのエネルギー消費実態把握の可能性の検討は、下記の結論となる。

調査すべき項目は下記の通りである。

- (1) 家庭用 CGS の使用有無
- (2) 発電量
- (3) 売電有無
- (4) 売電量
- (5) 機種に関する情報

また、(5)機種に関する情報に紐付いた効率値を別途把握しておく必要がある。

これらの情報の把握可能性に関しては、(2)発電量及び(4)売電量はリモコンで把握可能であるので、比較的容易であると考えられる。一方、(5)機種に関する情報は、品番の把握が可能だが、本体が狭小スペースに設置されている関係で品番の確認が困難となる場合や取扱説明書が見つからない場合、そもそも品番のような記号に馴染みがないため誤回答に繋がる恐れがあるなど、回答負担が高くなることが懸念される。効率値については、入手可能な情報は現状ではカタログ効率のみであるため、用途推計においてはその適用が考えられるが、カタログ値を用途推計に用いることに対する妥当性には議論の余地があるため、新たな調査、文献等の情報収集が必要である。

上記(1)～(5)の 5 項目を調査することで、エネルギー種別及び用途別 CO₂ 排出量の推計は可能であるが、回答者の負担軽減のため、調査項目を減らすことを検討する。

回答難易度及び CO₂ 排出量の把握難易度およびその精度の観点から、5 項目全てを調査する基準ケースに対して、以下のそれよりも調査項目数を減らした 3 つの検討ケースを比較する。

基準ケース：

- ・上記 5 項目を全て調査する。(2)～(4)については月別値を調査（年間 12 回調査）する。

検討ケース(1)：

- ・上記 5 項目のうち(3)及び(4)以外を調査する。(2)については毎月（年間 12 回）調査する。

検討ケース(2)：

- ・上記 5 項目のうち(5)以外を調査する。(2)～(4)については毎月（年間 12 回）調査する。

検討ケース(3)：

- ・(2)～(4)を年間値で調査（年間 1 回調査）する。(1)は夏季調査票の既存調査項目（給湯機の種類）で把握することを想定する。

表 4.2.4 に各検討ケースを採用する場合のメリット及びデメリットを整理する。

検討ケース(1)については、調査項目が2つ減り、家庭用 CGS による売電量と PV による売電量との混同を回避できる一方、年間値、月別値問わず売電量が得られないため、売電実施世帯での売電分を月別ガス消費量から控除できない。そのため自家消費分に伴う CO₂ 排出量を計上するためには、売電量の想定方法の検討が必要となる。

検討ケース(2)については、馴染みの無い型番を本体シールやマニュアル等から探す手間を省くことができる一方、用途別 CO₂ 排出量の推計においては、品番に紐付いた効率を適用できないため、各年のストック効率の算出方法を検討する必要がある。また、個票で見ると用途別 CO₂ 排出量に機種別性能が反映されない。

検討ケース(3)の場合は、月別値ではなく年間値で把握することになるため、回答する回数が大幅に減る一方、月別売電量が得られないため、月別 CO₂ 排出量の集計において、売電実施世帯での売電分を月別ガス消費量から控除できない。そのため検討ケース(1)と同様に、自家消費分に伴う CO₂ 排出量を計上するためには、売電量の想定方法の検討が必要となる。また、用途別 CO₂ 排出量についても新たに推計方法の検討が必要となる。

表 4.2.4 調査項目に係る検討ケース別メリット及びデメリットの整理（家庭用 CGS）

	検討ケース（1） 売電量を訊かない場合	検討ケース（2） 品番を訊かない場合	検討ケース（3） 発電量および売電量を月別値ではなく年間値で訊く場合
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用CGSの使用有無 発電量（年間で12回調査） 品番 	<ul style="list-style-type: none"> 家庭用CGSの使用有無 発電量（年間で12回調査） 売電有無（年間で12回調査） 売電量（年間で12回調査） 	<ul style="list-style-type: none"> 発電量（年間で1回調査） 売電有無（年間で1回調査） 売電量（年間で1回調査） 品番
調査項目数	○ 追加する調査項目が2項目減る。	○ 追加する調査項目が1つ減る。	○ 例月票への調査項目の追加が無いいため、大幅に回答回数が減少する。
回答者の回答難易度	○ CGS売電量とPV売電量との混同を回避できる。	○ 馴染みの無い型番を本体シートやマニュアル等から探す手間を省くことができる。	一 月別値も年間値も同じようにリモコンで確認できるため、調査1回当りの回答難易度は同等である。
CO ₂ 排出量の把握難易度およびCO ₂ 排出量の精度	<p>エネルギー種別</p> <p>× 売電分の控除ができないため、売電実施世帯において自家消費分に伴うCO₂排出量を計上するためには、年間値、月別値ともに売電量の想定が必要となる。</p>	○ （問題無し）	△ 年間値の把握には問題無い。一方月別値については、月別売電量の把握ができないため、売電実施世帯において自家消費分に伴うCO ₂ 排出量を計上するためには、売電量の想定が必要となる。
用途別	× （エネルギー種別と同様）	△ 品番に紐付いた効率を適用できないため、各年のストック効率の算出方法を検討する必要がある。また、個票で見ると用途別CO ₂ 排出量に機種別性能が反映されない。	× 月別値が得られないため新たに用途推計方法の検討が必要となる。

注) 家庭用燃料電池 CGS による発電電力の売電（逆潮流）契約数は 2018 年 3 月時点の公表資料では 3 万件程度¹¹となっており、図 4.2.1 の 2017 年 9 月までの累積販売台数 235,155 台の 13%程度である。

注) 各年のストック効率の算定する場合は、各年のカタログに掲載されているフロー効率と出荷台数から算出できる可能性について検討する必要がある

¹¹ 大阪ガス株式会社「2018 年度 Daigas グループ経営戦略」
<http://tyn-imarket.com/pdf/2018/3/8/140120180308485491.pdf>

調査項目(1)～(5)の全て調査するための調査票案を図 4.2.6 に示す。

問● 4月のガスエンジン発電・給湯器(エコウィル)、ガスエンジン発電・暖房機(コレモ)、家庭用燃料電池(エネファーム)の使用状況をお答えください。使用が有る場合は品番、4月分の発電量および売電状況をお答えください。

	使用 【一つに〇】		
エコウィル	1 無	品番 (注1)	発電量 (注2) 【数値を記入】
コレモ	2 有		千 百 十 一 [][][][] kWh
エネファーム			(注1)本体側面や取扱説明書に記載されています (注2) 表示モニタなどをもとにお答えください。
	【一つに〇】		
売電有無	1 無	売電量 (注3) 【数値を記入】	売電金額 (注3) 【数値を記入】
	2 有	千 百 十 一 [][][][] kWh	万 千 百 十 一 [][][][][] 円
		(注3)「4月分」の検針票をもとにお答えください。	

問●へお進みください

図 4.2.6 家庭用 CGS に関する調査票案

4.3 家庭用蓄電池

4.3.1 家庭用蓄電池の普及実態

家庭用蓄電池の普及状況については株式会社矢野経済研究所「定置用蓄電池（ESS）市場に関する調査結果 2015」（2015年10月1日）によると、定置用蓄電池の市場規模（出荷容量ベース）は図 4.3.1 のような推移と予測されている。また、図 4.3.2 に示す 2015 年（見込）と 2020 年（予測）における定置用蓄電池の設置先・需要分野構成比を考慮すると、2020 年の家庭用蓄電池の市場規模（ $3,307\text{MWh} \times 66.0\% = 2,183\text{MWh}$ ）は 2015 年度比（ $581\text{MWh} \times 52.2\% = 303\text{MWh}$ ）で 7 倍以上となると考えられる。

また表 4.3.1 に、2014 年度の経済産業省の定置用リチウムイオン蓄電池導入支援事業補助金¹² 対象の主な家庭用蓄電池について、カタログから得られる定格容量を示す。これより、10 kWh 程度の容量の機種が多いことが分かる。

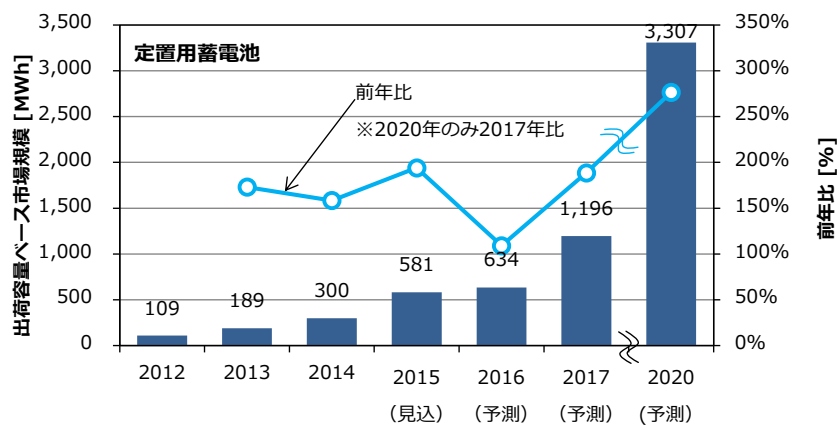


図 4.3.1 定置用蓄電池の市場規模推移と予測

出所：(株)矢野経済研究所

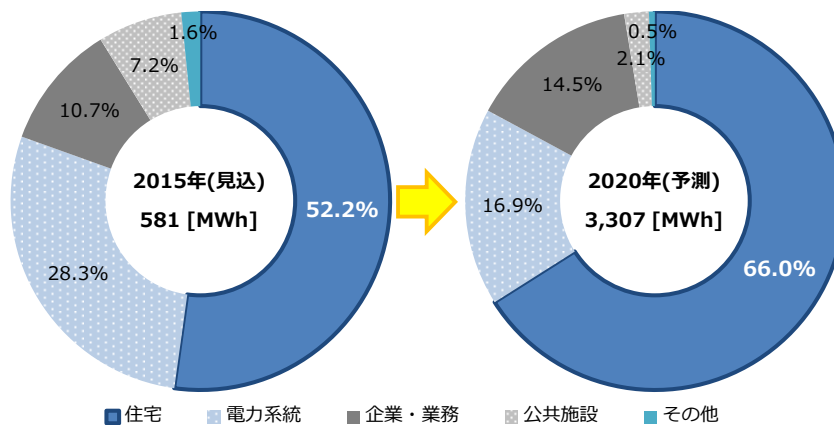


図 4.3.2 2015 年（見込）と 2020 年（予測）における定置用蓄電池の設置先・需要分野構成比

出所：(株)矢野経済研究所

¹² 経済産業省 平成 26 年度補正予算

表 4.3.1 2014 年度補助金対象の主な家庭用蓄電池の定格容量

メーカー	代表型式	名称	定格容量(kWh)
4REnergy	EHB-240A04B	エネハンド蓄電池	12.0
4REnergy	EHB-240A040	エネハンド蓄電池	12.0
日立マクセル	ES-C01	エナジーステーションタイプC	1.4
パナソニック	—	パワーステーション	11.2
NEC	ESS-003007C0	小型蓄電システム	7.8
ニチコン	ESS-H1L1	家庭用蓄電システム	12.0
東芝ライテック	ENG-B4420B3-N6	定置式蓄電システムENEGOON	4.4
シャープ	JH-WB1503	クラウド蓄電池システム	9.6
京セラ	EGS-LM1201	太陽光発電連携型リチウムイオン蓄電システム	12.0
デンソー	DNHCLB-AHW4	リチウムイオン蓄電	8.2
エリーパワー	EPS-11	POWER iE 6	6.2

4.3.2 家庭用蓄電池によるエネルギー消費の取り扱い

家庭用蓄電池のエネルギー消費を考える上では、(1)蓄電池の使用に伴う電力の損失が生じること及び(2)蓄電池の使用に伴う電気の購入と消費のタイミングにタイムラグが生じ、購入電力量と消費電力量が一致しないことが課題として挙げられる。

損失については、蓄電池はそれ自体がエネルギーを消費するわけでもエネルギー転換をするわけでもないため、蓄電池によるエネルギー消費は、エネルギーの供給と消費の間で生じる損失形態のひとつと捉えられる。従って、4.1 節で言及した通り、損失はエネルギー消費に伴って生じる不可避的なものであることから、エネルギー消費量から切り離さずに、エネルギー消費量の一部として計上するという方針に沿うと、家庭用蓄電池による電気の損失分は各電気用途の使用に伴う電力消費量として内包されることになる。

一方タイムラグについては、定量的に検討するため、カタログ調査を行った結果、現状で網羅的に把握できる情報では定格容量が 10 kWh 程度のものが主流であった。この場合、最大限充電された状態で翌年に持ち越されたとしても、購入電力量と消費電力量の差は 10 kWh 程度となる。全国試験調査の結果によると、世帯当たり年間電力消費量は 4,397 kWh であることから、現状ではその差が年間電力消費量に占める割合は 0.2%程度と軽微であると考えられる。

ただし、現時点で把握できている最新の情報が、出荷容量ベース市場規模が 2015 年度（見込値）であり、かつ、増加傾向が見込まれていることや、製品としての蓄電池自体を網羅的に把握していると思われる資料が 2014 年度の補助事業の対象機器であるため、蓄電池の容量の大型化を想定すると、タイムラグに伴う購入電力量と消費電力量の差が大きくなり、統計的に無視できない影響が及ぶことも考えられる。そのため、蓄電池の容量に関する技術動向や導入動向については注視してゆく必要がある。

4.4 EV/PHV

4.4.1 EV/PHV の普及実態

図 4.4.1 に 2011 年度以降の EV および PHV の保有台数の推移を示す。これより EV 乗用車・軽自動車および PHV 乗用車の保有台数は近年増加傾向にあることがうかがえる。これらの普及台数は 2016 年度は約 16 万台となっており、家庭（全国で約 5,000 万世帯）への普及割合は 1% に満たない状況であるものの、2011 年度比では約 6 倍となっている。また、地球温暖化対策計画（2016 年 5 月閣議決定）においても、2030 年までに EV/PHV を含む次世代自動車の新車販売に占める割合を 5～7 割にすることを目指すと掲げられていることから、今後もより一層の普及が予想されるため、家庭 CO₂ 統計において、EV/PHV 使用世帯における家庭内および自動車のエネルギー消費量を把握する方法を検討することとする。

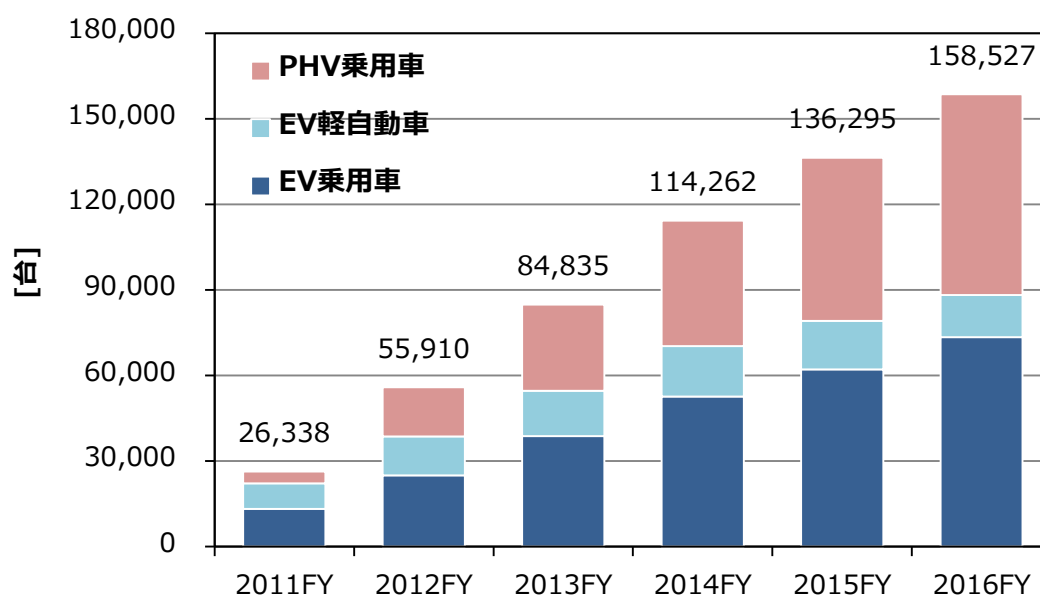


図 4.4.1 EV および PHV 乗用車の保有台数の推移

出所：（一社）次世代自動車振興センター

4.4.2 EV/PHV におけるエネルギーバランス

ここでは、EV/PHV におけるエネルギーバランスを整理することで、エネルギー消費量を表 4.1.1 に沿って把握するために取得すべき項目を検討する。

図 4.4.2 に、EV/PHV におけるエネルギーバランスを示す。

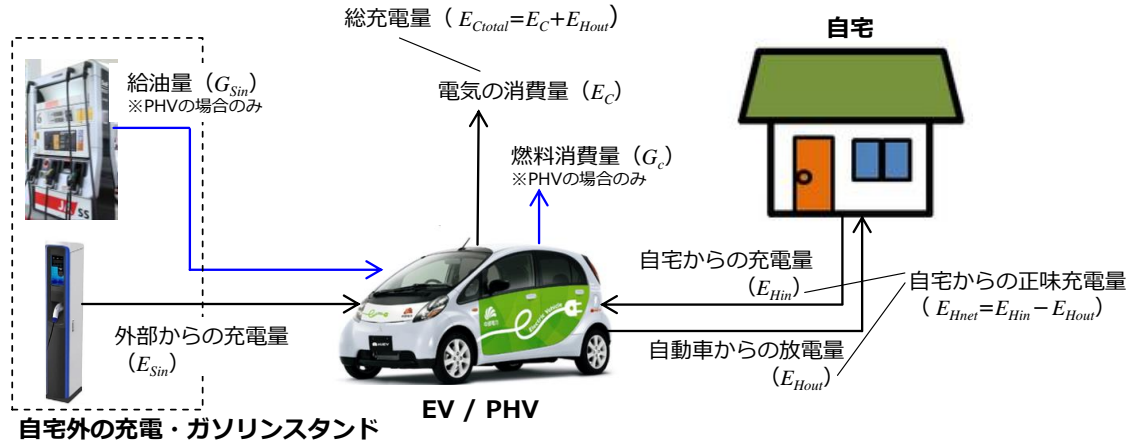


図 4.4.2 EV/PHV におけるエネルギーバランス

- 注1) 単位は全て統一されているものとする。
 注2) 自動車の電気を外部で使用した場合は自動車の電気消費量として計上する。
 注3) EVの場合は燃料(ガソリン・軽油)のフロー(青線)が不要となる。

図 4.4.2 より、EV/PHV における電気のエネルギーバランスは下式のように表現できる。

$$E_C = E_{Ctotal} - E_{Hout} = E_{Hnet} + E_{Sin} \quad (4.4.1)$$

(4.4.1)式は、EV/PHV における電気の消費量を、EV/PHV の出口側で見る場合と入口側で見る場合の2式で構成されている。(4.4.1)式を充足させられた場合、EV/PHV におけるエネルギー消費実態が把握できることになる。なお、EV/PHV における電力使用量 E_C については、直接把握できない場合は下式を満たすような項目を別途得る必要がある。

$$\begin{aligned} E_C &= D_{EV} / \eta_{EV} \\ &= \gamma_{DEV} D / \eta_{EV} \\ &= \gamma_{DEV} t v / \eta_{EV} \\ &= t_{EV} v_{EV} / \eta_{EV} \\ &= \gamma_{tEV} t v_{EV} / \eta_{EV} \end{aligned} \quad (4.4.2)$$

ここで、 η_{EV} は電費(km/kWh)、 γ_{DEV} および γ_{tEV} は電気走行距離比率(km/km)および電気走行時間比率(h/h)、 D および D_{EV} は走行距離(km)および電気走行距離(km)、 t および t_{EV} は走行時間(h)および電気走行時間(h)、 v および v_{EV} は平均速度(km/h)および電気平均速度(km/h)を表す。このうち、 D は家庭CO₂統計の調査票にて既に調査対象となっている。

なお、対象車種がEVの場合は(4.4.2)式において下式が成り立つ。

$$\begin{aligned} \gamma_{DEV} &= 1 \\ \gamma_{tEV} &= 1 \\ D_{EV} &= 1 \\ t_{EV} &= 1 \\ v_{EV} &= 1 \end{aligned} \quad (4.4.3)$$

4.4.3 EV/PHV の情報把握に関する調査

4.4.2 節において、EV/PHV 使用世帯におけるエネルギー消費量を取得方法別および用途別に把握するために取得すべき項目を検討する。ここでは、市場の各種 EV/PHV のカタログおよび取扱説明書を調査し、さらに自動車会社へのヒアリング調査を実施し、車載モニターおよびアプリケーションによって取得可能なデータを整理するとともに、それらのデータから(4.4.1)式の項目が把握可能かどうかを検討する。

カタログ調査の対象とする EV/PHV は表 4.4.1 に示すものであり、2017 年度に補助金対象となっているメーカーのうち、主に自家用車（二輪、大型は除く）として利用するものとする。

表 4.4.1 補助金対象の電気自動車（主に自家用車として利用するもの）

出所：（一社）次世代自動車振興センター補助金対象車両

メーカー	EV/PHV	車種名
トヨタ自動車	PHV	プリウスPHV
日産自動車	EV	e-NV200 バン
	EV	リーフ
三菱自動車工業	EV	i-MiEV
	EV	ミニキャブ・ミーブ
	PHV	アウトランダーPHEV
テスラモーターズ	EV	モデルS
	EV	モデルX
BMW	EV	BMW i3
	PHV	BMW i8
	PHV	BMW i3（レンジ・エクステンダー装備車）
	PHV	BMW X5 xDrive40e iPerformance
	PHV	BMW 740e iPerformance
	PHV	BMW 530e iPerformance
	PHV	BMW 330e iPerformance
	PHV	BMW 225xe iPerformance Active Tourer
	PHV	MINI Cooper S E Crossover ALL4
アウディ	PHV	A3 Sportback e-tron
フォルクスワーゲン	PHV	Golf GTE
	PHV	Passat GTE
メルセデス・ベンツ	PHV	GLC 350 e 4MATIC Sports
ボルボ	PHV	XC90
ポルシェ	PHV	Panamera4 E-Hybrid
GLM	EV	トミーカイラ ZZ

表 4.4.2 にカタログ調査結果を示す。なお、表 4.4.2 に記載の無い車種については、インターネット調査ではカタログ情報および取扱説明書の入手ができなかったものである。

表 4.4.2 車種別取得可能情報に関するカタログ調査結果

トヨタ自動車 プリウスPHV (PHV)	
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)	(確認できず)
電費 η_{EV} (km/kWh)	○ 車載モニターで把握可
電気走行距離比率 γ_{NEV} (km/km)	○ 車載モニターで把握可
電気走行時間比率 γ_{NEV} (h/h)	(確認できず)
走行距離 D (km)	○ 車載モニターで把握可
電気走行距離 D_{EV} (km)	(確認できず)
走行時間 t (h)	○ 車載モニターで把握可
電気走行時間 t_{EV} (h)	(確認できず)
平均速度 v (km/h)	○ 車載モニターで把握可
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)	(確認できず)
EV/PHVの総充電量 E_{total} (kWh)	(確認できず)
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)
自宅からの正味充電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)
外部からの充電量 E_{SIN} (kWh)	(確認できず)

日産自動車 e-NV200バン (EV)		リーフ (EV)
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)	アプリで把握可	アプリで把握可
電費 η_{EV} (km/kWh)	○ 車載モニターおよびアプリで把握可	○ 車載モニターおよびアプリで把握可
電気走行距離比率 γ_{NEV} (km/km)	—	—
電気走行時間比率 γ_{NEV} (h/h)	—	—
走行距離 D (km)	○ 車載モニターで把握可	○ 車載モニターで把握可
電気走行距離 D_{EV} (km)	—	—
走行時間 t (h)	アプリで把握可	アプリで把握可
電気走行時間 t_{EV} (h)	—	—
平均速度 v (km/h)	(確認できず)	△ 車載モニターで把握可 (対象期間不明)
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)	—	—
EV/PHVの総充電量 E_{total} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
自宅からの正味充電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
外部からの充電量 E_{SIN} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)

三菱自動車 i-MiEV (EV)		ミニキャブ (EV)	アウトランダーPHEV (PHV)
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
電費 η_{EV} (km/kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
電気走行距離比率 γ_{NEV} (km/km)	—	—	○ 車載モニターで把握可
電気走行時間比率 γ_{NEV} (h/h)	—	—	(確認できず)
走行距離 D (km)	○ 車載モニターおよびアプリで把握可	○ 車載モニターおよびアプリで把握可	○ 車載モニターおよびアプリで把握可
電気走行距離 D_{EV} (km)	—	—	(確認できず)
走行時間 t (h)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
電気走行時間 t_{EV} (h)	—	—	(確認できず)
平均速度 v (km/h)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)	—	—	(確認できず)
EV/PHVの総充電量 E_{total} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
自宅からの正味充電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)
外部からの充電量 E_{SIN} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)	(確認できず)

BMW	
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)	(確認できず)
電費 η_{EV} (km/kWh)	アプリで把握可 (対象期間不明)
電気走行距離比率 γ_{NEV} (km/km)	(確認できず)
電気走行時間比率 γ_{NEV} (h/h)	(確認できず)
走行距離 D (km)	アプリで把握可 (対象期間不明)
電気走行距離 D_{EV} (km)	アプリで把握可 (対象期間不明)
走行時間 t (h)	アプリで把握可 (対象期間不明)
電気走行時間 t_{EV} (h)	(確認できず)
平均速度 v (km/h)	(確認できず)
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)	(確認できず)
EV/PHVの総充電量 E_{total} (kWh)	(確認できず)
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)
自宅からの正味充電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)
外部からの充電量 E_{SIN} (kWh)	(確認できず)

フォルクスワーゲン Passat GTE (PHV)		Golf GTE (PHV)
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
電費 η_{EV} (km/kWh)	△ 車載モニターで把握可 (月別値、年間値は不可)	△ 車載モニターで把握可 (月別値、年間値は不可)
電気走行距離比率 γ_{NEV} (km/km)	(確認できず)	(確認できず)
電気走行時間比率 γ_{NEV} (h/h)	(確認できず)	(確認できず)
走行距離 D (km)	△ 車載モニターで把握可 (月別値、年間値は不可)	△ 車載モニターで把握可 (月別値、年間値は不可)
電気走行距離 D_{EV} (km)	(確認できず)	(確認できず)
走行時間 t (h)	△ 車載モニターおよびアプリで把握可 (対象期間不明)	△ 車載モニターおよびアプリで把握可 (対象期間不明)
電気走行時間 t_{EV} (h)	(確認できず)	(確認できず)
平均速度 v (km/h)	△ 車載モニターおよびアプリで把握可 (対象期間不明)	△ 車載モニターおよびアプリで把握可 (対象期間不明)
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)	(確認できず)	(確認できず)
EV/PHVの総充電量 E_{total} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
自宅からの正味充電量 E_{Home} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)
外部からの充電量 E_{SIN} (kWh)	(確認できず)	(確認できず)

注) アプリでの把握が可能であっても、車載モニターでの把握可否の確認ができていない場合は判定を記していない。

カタログ調査結果を踏まえ、車種別取得可能情報を星取表形式で示したものが表 4.4.3 である。この結果を見ると、取得可能な情報は各社で異なり、統一されていないことが分かる。(4.4.1)式の項目については、EV/PHV の電力消費量 E_C は一部アプリにて把握可能な車種があるものの、多くの車種において把握が可能かどうかは不明であるため、統一的に得られる可能性については追加で調査する必要がある。(4.4.2)式を用いて推計することを考えると、既に家庭 CO₂統計において調査項目となつてはいるが、走行距離 D については概ね共通して把握可能であると考えられる。また電費 η_{EV} についても把握可能な車種が複数確認されている。EV の場合はこの 2 項目からEV/PHV の電力消費量 E_C は推計可能である。PHV の場合は電気走行距離比率 γ_{DEV} の把握が別途必要となるが、こちらについてはメーカーの問い合わせ窓口によると、車載モニターで取得可能である。

残りの項目については、いずれの車種においてもカタログ調査では情報の確認ができなかった。自宅からの正味充電量 E_{Hnet} については、HEMS メーカーへの問い合わせより HEMS の導入世帯では把握できる可能性があるとのことだが、普及率が低いという課題がある。外部からの充電量 E_{Sin} については充電スタンドで発行されるレシート（領収書）からの把握可能性の確認が必要である。

表 4.4.3 車種別取得可能情報

	トヨタ	日産自動車		三菱自動車			BMW	フォルクスワーゲン	
	プリウス PHV	e-NV200 バン	リーフ	i-MiEV	ミニキャ ブ	アウトラ ンダー PHEV	—	Passat GTE	Golf GTE
	(PHV)	(EV)	(EV)	(EV)	(EV)	(PHV)	—	(PHV)	(PHV)
EV/PHVの電力消費量 E_C (kWh)									
電費 η_{EV} (km/kWh)	○	○	○					△	△
電気走行距離比率 γ_{DEV} (km/km)	○	—	—	—	—	○			
電気走行時間比率 γ_{IEV} (h/h)		—	—	—	—				
走行距離 D (km)	○	○	○	○	○	○		△	△
電気走行距離 D_{EV} (km)			—	—	—				
走行時間 t (h)	○							△	△
電気走行時間 t_{EV} (h)		—	—	—	—				
平均速度 v (km/h)	○		△					△	△
電気走行平均速度 v_{EV} (km/h)		—	—	—	—				
EV/PHVの総充電量 E_{Ctotal} (kWh)									
EV/PHVから自宅への放電量 E_{Hout} (kWh)									
自宅からの正味充電量 E_{Hnet} (kWh)									
外部からの充電量 E_{Sin} (kWh)									

注) 表中の△は対象期間が不明である場合、もしくは月別値や年間値では取得できない場合を指す。

注) アプリでの把握が可能であっても、車載モニターでの把握可否の確認ができていない場合は判定を記していない。

上記の検討を踏まえ、EV/PHV の情報取得可能性に関する下記項目について自動車メーカーへのヒアリング調査を実施する。

車内およびアプリ等でのエネルギー消費量等の取得可能性およびそれらの取得難易度について（特に下記情報の取得可能性について）

- ・ 自動車への総充電量
- ・ （実効）電費（総充電量の推計のために使えるか）
- ・ 充電スポット別充電量（自宅での充電量と自宅外での充電量を切り分けられるか）

充放電損失の実態について

- ・ 無視できない量になるのか、その場合、簡易な推計は可能か。

表 4.4.4 にヒアリング先および実施日時を示す。

表 4.4.4 ヒアリング先および実施日時（EV/PHV）

ヒアリング先	実施日時
日産自動車株式会社 先行技術企画部	2018年2月21日（水） 14:00 ～ 15:30

ヒアリングで得られた知見は下記の通りである。

車内およびアプリ等でのエネルギー消費量等の取得可能性およびそれらの取得難易度について

- ・ EV/PHV への総充電量は、別途サービスに加入した場合はスマートフォン向けのアプリ等で月別値の確認が可能であるが、車載モニターでは把握できない。また、放電量が差し引かれたものではないため、正味充電量ではない。放電量は車載モニターで都度の放電量は確認できるが、その場限りの情報で積算されないため、毎日放電する利用者であれば、放電の都度放電量を記録する必要がある。なお、当該サービスの加入率は高くない。
- ・ 電費については、仮に月 1 回トリップメータをリセットすれば、月別の期間平均実効電費が把握できる。なお、実効電費には各種損失が含まれている。1 年に 1 回だけ実効電費を把握し、メーターから把握した年間走行距離を実効電費で除して充電量を把握することも可能とは言えるが、電費は季節変動が大きいいため、エネルギー消費量把握のための情報としては精度が劣る。
- ・ 定額の充電サービスに加入すると、全国の殆どの充電スポットで充電し放題となる。そうすると利用者は充電量を正確に把握しなくなるのではないか。そのようなサービスがあることから、外部で充電した電気を自宅に放電するケースは少なくはなく、今後増えると考えられる。なお、当該サービスの加入率は非常に高い。
- ・ 自宅・自宅外別の充電量の把握は自動車側ではできない。
- ・ 車載モニターで取得できる情報は、恐らく各社同じようなものではないかと思われる。

充放電損失の実態について

- ・ 自宅から自動車への充電に係る損失は1%未満、自動車から自宅への放電に係る損失は数%程度である。また、使用していない時のバッテリーからの損失はほぼ0である。

上記のヒアリング結果を踏まえると、(4.4.1)式中の5項目全てが直接把握できないことがわかる。

EV/PHVの電力消費量および総充電量については車載モニターでは把握できず、別途サービスに加入した場合はスマートフォン用アプリやPC等で把握できるが加入率は低いのが現状である。また、EV/PHVから自宅への放電量については、放電の都度記録する必要があるため、難易度が非常に高い一方、自宅への放電実施世帯は少なくない可能性があるため、例外扱いはできない。EV/PHVと自宅との間の充放電量については、HEMSの導入世帯では把握できる可能性があるが、HEMSの普及率が低いため、調査対象となった世帯で当該情報を取得できる可能性は低い。また、自宅外からの充電量については、充電時のレシートを参照することを想定していたが、定額充電サービスの利用者が多く、フリーチャージや充電時間単位の料金が設定されているため、自宅外充電量(kWh)の把握は困難と考えられる。

そのため、加工データとして(4.4.1)式中の5項目の把握可能性を探ることとする。

まず、(4.4.1)式における出口側から見たエネルギーバランス ($E_C = E_{Ctotal} - E_{Hout}$) について検討する。EV/PHVの電力消費量 E_C については、(4.4.2)式の電費、走行距離、EV走行比率を用いて算出することができる。総充電量 E_{Ctotal} と自宅への放電量 E_{Hout} は把握できないが、EV/PHVから自宅へ放電していない場合は $E_{Hout} = 0$ となるため、出口側のエネルギーバランス式は充足されることになる。一方、自宅へ放電している場合は、出口側のエネルギーバランスは把握できなくなる(図4.4.3参照)

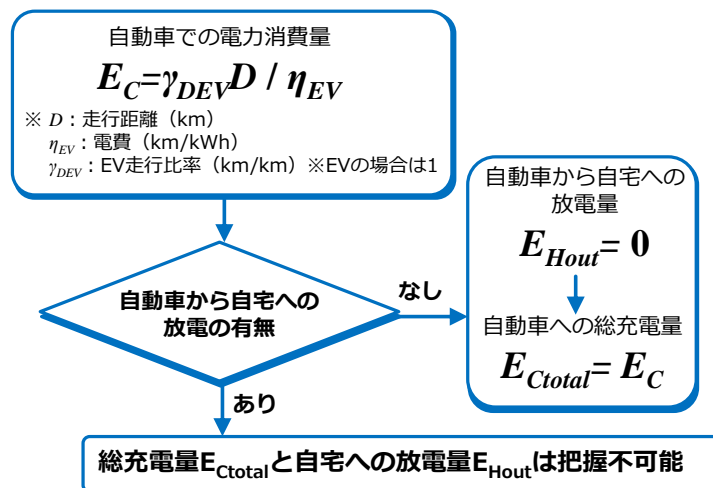


図 4.4.3 充電量推計フロー

次に、(4.4.1)式における入口側から見たエネルギーバランス ($E_C = E_{Hnet} + E_{Sin}$) について検討する。自宅からEV/PHVへの正味充電量と自宅外からの充電量は把握できないため、電力消費量

E_C が得られている場合（自宅への放電が無い場合）は、自宅充電と自宅外充電の割合に関する設問を設けて、その指標で電力消費量を按分することが考えられる。図 4.4.4 に、自宅充電量・自宅外充電量への按分イメージを示す。

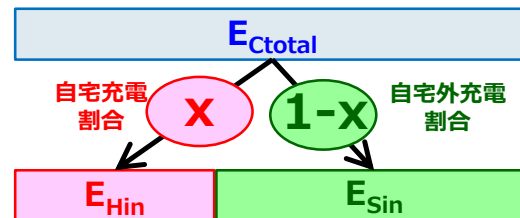


図 4.4.4 自宅充電量・自宅外充電量への按分イメージ

ただし、調査票にて訊くことのできる按分指標は、自動車の電力使用量 E_C を自宅からの正味充電分 E_{Hnet} と自宅外からの充電分 E_{Sin} に分離するものではなく、総充電量 E_{Ctotal} を自宅からの充電分 E_{Hin} と自宅外からの充電分 E_{Sin} に分離するものになるため、下式での調整が必要となる。

$$E_{Ctotal} = E_C + E_{Hout}$$

$$E_{Hin} = E_{Hnet} - E_{Hout}$$

(4.4.4)

よって、自宅への放電量 E_{Hout} の把握が必要となるため、自宅へ放電している場合は、入口側のエネルギーバランスも把握できなくなる。

4.4.4 まとめ・調査票案

前項までの結果を踏まえると、EV/PHVでのエネルギー消費実態把握の可能性の検討は、下記の結論となる。

- ・ 自動車の電力消費量 E_C は電費 η_{EV} と走行距離 D から算出が可能である。
- ・ 自動車から自宅に放電しない場合に限れば、自動車の電力消費量を自宅充電と自宅外充電の割合を用いて按分することにより、エネルギーバランス式を充足させられる。

EV/PHVでのエネルギー消費実態のためには、下記の項目を調査する必要がある。

- (1) EV/PHVの使用有無（夏季調査での既存調査項目）
- (2) 走行距離（夏季調査での既存調査項目）
- (3) EV/PHVから自宅への放電の有無
- (4) 自宅充電と自宅外充電の割合（訊き方については要検討）
- (5) 実際の電費
- (6) PHVの場合は電気走行比率

これらの6項目の調査において月別値での把握を考えると、毎月（年間12回）6項目×使用台数分を調査する必要があり、尚且つそれらが車載モニターから把握せざるを得ない回答難易度の高い項目であることから、EV/PHV 使用者のみ回答難易度が極端に高くなる。そのため年間値での調査が現実的であると考えられる。その場合、項目(1)および(2)は既存調査項目から把握が可能となる。

ここで(3)～(6)の4項目を年間値で調査することを前提に、回答者の回答難易度及び、CO₂排出量の把握難易度およびその精度の観点から、4項目全てを調査する基準ケースに対して、それよりも調査項目数を減らした3つの検討ケースを比較し、それぞれについてメリット及びデメリットの整理を行う。ただし、EV/PHV から自宅内に放電している場合は考察対象から除いている点に留意されたい。

基準ケース：

- ・項目(3)～(6)を全て調査する。

検討ケース(1)：

- ・自宅充電と自宅外充電の割合を調査しない。

検討ケース(2)：

- ・実際の電費を調査しない。

検討ケース(3)：

- ・PHV の場合の電気走行比率を調査しない。

表 4.4.5 に、各検討ケースを採用する場合のメリット及びデメリットを整理する。

検討ケース(1)については、自宅充電と自宅外充電の割合に関する設問が、回答者の感覚に左右されないような回答を求める設問となる場合は、設問省略による回答難易度は軽減される。一方、自宅での充電分が自宅側と EV/PHV 側で二重計上となり、用途別でも自宅内での電力消費量が特定できないため、CO₂排出量を得るためには充電割合の想定方法を検討する必要がある。

検討ケース(2)については、電費は車載モニターを操作して把握する必要があるため、当該設問を省略する場合の回答難易度は軽減される。一方、EV/PHV の電力消費量を得るために電費の想定方法を検討する必要がある。

検討ケース(3)の場合は、EV 使用世帯では問題は無い。PHV 使用世帯では、電費同様回答難易度が軽減される一方、EV/PHV の電力消費量を得るために電気走行比率の想定方法を検討する必要がある。

表 4.4.5 調査項目別メリット及びデメリットの整理 (EV/PHV)

	検討ケース (1) 自宅充電と自宅外充電の割合を 訊かない場合	検討ケース (2) 実際の電費を訊かない場合	検討ケース (3) PHVにおける電気走行比率を訊 かない場合
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> 自宅への放電の有無 実際の電費 PHVの電気走行比率 	<ul style="list-style-type: none"> 自宅への放電の有無 自宅充電と自宅外充電の割合 PHVの電気走行比率 	<ul style="list-style-type: none"> 自宅への放電の有無 自宅充電と自宅外充電の割合 実際の電費
調査項目数	○ 追加する調査項目が1つ減る。	○ 追加する調査項目が1つ減る。	△ PHVの場合は追加する調査項目が1つ減る。
回答者の回答難易度	△ 設問の立て方によるが、回答者の感覚に左右されないような回答を求める設問であれば、当該設問を省略する場合の回答難易度は軽減される。	○ 電費は車載モニターを操作して把握する必要があるため、当該設問を省略する場合の回答難易度は軽減される。	○ 電気走行比率は車載モニターを操作して把握する必要があるため、当該設問を省略する場合の回答難易度は軽減される。
CO ₂ 排出量の把握難易度およびCO ₂ 排出量の精度	× 自宅での充電分が、自宅側とEV/PHV側で二重計上となるため、充電割合の想定方法を検討する必要がある。	△ EV/PHVの電力消費量を得るために、電費の想定方法を検討する必要がある。その場合、カタログ電費での代用が案として考えられる。	△ EVの場合は影響が無い。一方、PHVの電力消費量を得るために、電気走行比率の想定方法を検討する必要がある。
用途別	× (エネルギー種別と同様)	△ (エネルギー種別と同様)	△ (エネルギー種別と同様)

注) ただし、EV/PHV から自宅内に放電している場合は考察対象から除く。

注) なお電費については、文献からの引用も考えられる。例えば田頭ら「電気自動車による地域別充電負荷の推計—一日中の充電行動を考慮して—」電力中央研究所報告 (2014 年 4 月) では、量産型 EV を参考に軽自動車では 11.3km/kWh、普通自動車では 9.5km/kWh が採用されている。

調査項目(1)~(6)を年間値で調査するための調査票案を図 4.4.5 に示す。

	1台目	2台目	3台目
	(注) ↓下に向かってお答えください。		
年間の走行距離 【数値を記入】	1年間に 万 千 百 十 一 □□□□□ km	1年間に 万 千 百 十 一 □□□□□ km	1年間に 万 千 百 十 一 □□□□□ km
年間平均の電気走行比率 【数値を記入】 「種類」で4とお答えの場合	1年間の平均で □ %	1年間の平均で □ %	1年間の平均で □ %
実際の電費 【数値を記入】 「種類」で3または4とお答えの場合	1年間の平均で + 一 小数 □□□.□ km/kWh	1年間の平均で + 一 小数 □□□.□ km/kWh	1年間の平均で + 一 小数 □□□.□ km/kWh
自宅での充電の割合 【一つに○】 「種類」で3または4とお答えの場合	(訊き方については要検討)		
自動車から自宅への放電の有無 【一つに○】 「種類」で3または4とお答えの場合	1 無 2 有	1 無 2 有	1 無 2 有

図 4.4.5 EV/PHV に関する調査票案

注) 現状の調査票では、夏季調査 (8 月末時点) に自動車の使用状況に関する設問を設けている。

注) 自動車の種類 (EV/PHV の使用有無) は別途設問で把握することを想定している

なお、自宅充電と自宅外充電の割合の訊き方については引き続き検討課題である。案としては下記 3 つを検討している。

(案1) 自宅での充電割合を調査して、そのまま按分比率とする。

- ・ 図 4.4.6 に案 1 のイメージを示す。この方法の場合は、回答が極力感覚的にならないようにすることが課題である。

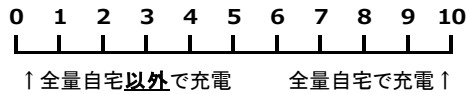


図 4.4.6 案 1 のイメージ

(案 2) 自宅外での充電回数と自動車の使用頻度を調査して、回数ベースでの按分比率を適用する。

- ・ 毎日充電することと仮定し、1 週間の平均的な使用頻度を 1 週間の充電回数と捉える。この場合、1 週間の平均的な使用頻度は既存調査項目として把握可能である。

$$\text{(自宅以外での充電割合)} = \frac{\text{(1週間の平均的な自宅外での充電回数)}}{\text{(1週間の平均的な使用頻度)}} \\ \text{※既存調査項目}$$

(案 3) その他

- ・ 例えば、充電方針（例えば「どのような時に外部で充電しますか？」など）から比率を想定できないか、等。

5. 全国試験調査の詳細分析等

5.1 家庭 CO₂ 統計の利用分析に係る検討

本節では、全国試験調査結果を用いて家庭 CO₂ 統計を温室効果ガスインベントリ（以下、「インベントリ」という。）に反映する際の課題を抽出する。課題の抽出に当たってはインベントリの家庭部門の基となっている総合エネルギー統計のエネルギーバランス表（以下、「エネルギーバランス表」という。）を使用し、エネルギー種別に整理する。具体的には、全国試験調査結果に基づく推定値をエネルギーバランス表に反映し、現行のエネルギーバランス表と比較することで課題を抽出し、家庭部門及び家庭部門以外のエネルギー消費量、CO₂ 排出量への影響を把握する。検討に際しては、まず、総合エネルギー統計の比較対象部分の算出方法を文献調査により把握する。

なお、業務開始時点（2017年4月）において認識していた課題は表 5.1.1 の通りで、このうち今後の社会的変化により想定される課題（E,F,G）については、家庭 CO₂ 統計の適用による課題解決の可能性も併せて検討することとしていた。しかし後述するように、2017年12月に公表された2016年度版総合エネルギー統計では、総合エネルギー統計の基となっている統計の改訂に伴い、計上方法の見直しが行われたため、まずは課題を再整理することとする。

表 5.1.1 業務開始時点（2017年4月）での課題整理

課題	内容
A	電力における家庭部門と業務部門のバウンダリ調整の問題 <ul style="list-style-type: none"> ・現行のインベントリの家庭部門の電力には小規模業務用施設、店舗併用住宅の店舗部分、自動販売機などが含まれ、契約口数が世帯数より約2割多いことが平成28年度業務で明らかになっており、家庭部門と業務部門のバウンダリの調整が必要になると考えられる。
B	世帯数の定義 <ul style="list-style-type: none"> ・現行のインベントリでは住民基本台帳の世帯数を使用している。しかしながら住民基本台帳の世帯数は国勢調査に比べ全国では10%程度多く乖離が生じている。また、国勢調査は5年ごとの公表、住民基本台帳は毎年の公表であり、家庭部門の世帯数の定義によってエネルギー消費量が変化し、他の部門にも影響を及ぼす可能性がある。
C	店舗併用住宅の取り扱い <ul style="list-style-type: none"> ・店舗併用住宅は住宅部分と店舗部分が一つになっており、家庭部門と業務部門への計上方法について調整が必要である。
D	地域熱供給と家庭 CO₂ 統計のバウンダリ調整の問題 <ul style="list-style-type: none"> ・家庭 CO₂ 統計ではエネルギー消費量の把握に課題のある地域熱供給の使用世帯は調査対象外としているが、世帯当たりエネルギー消費量合計が正しく把握されるように設計されている。そのため、家庭 CO₂ 統計をエネルギーバランス表に反映させる場合に、現行のエネルギーバランス表で計上されている地域熱供給のエネルギー消費量をそのまま計上すると総量が過大になると考えられる。
E	電力・ガスの小売自由化によるデータ変更の可能性 <ul style="list-style-type: none"> ・2016年4月から電力小売全面自由化、2017年4月からはガス小売全面自由化となる。総合エネルギー統計で使用している電力調査統計は、2015年度値を最後に掲載内容が変更されたため、従来の計上方法は適用できないと想定される。また都市ガスの自由化についても都市ガス事業年報等の統計が変更となる可能性がある。
F	家庭用燃料電池の取り扱い <ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池が普及すると、エネルギー転換部門と家庭部門の調整が必要となるなど、エネルギーバランス表の再整理が必要となる可能性がある。
G	電気自動車の取り扱い <ul style="list-style-type: none"> ・電気自動車が普及すると、家庭・業務・運輸部門間でのバウンダリの調整が必要となるなど、エネルギーバランス表の再整理が必要となる可能性がある。

5.1.1 総合エネルギー統計の計上方法の見直しに伴う課題の再整理

(1) 総合エネルギー統計の計上方法の見直し

2017年12月に公表された2016年度版総合エネルギー統計では、総合エネルギー統計の基となっている統計（資源エネルギー庁「電力調査統計」）の一部改訂・見直しに伴い、計上方法の見直しが行われている。家庭部門においては、電力、LPガス、灯油の計上方法が変更されている（都市ガスの全国値の計上方法に変更は無い）。改訂総合エネルギー統計におけるエネルギー消費量の具体的な計上方法は図5.1.1～図5.1.4に示す通りである。

①-(2)電力調査統計月報の改訂に伴う家庭部門エネルギー消費量の推計方法の見直し（電力）

	推計方法
現行 [全国値]	$= [\text{定額電灯}] + [\text{従量電灯AB}] + [\text{従量電灯C}] + [\text{選択約款/時間帯別電灯}] + [\text{電力/選択約款}]$
現行 [地域値]	$= [\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 $= \text{世帯人員}[\text{住民基本台帳}] \div \text{世帯人員}[\text{家計調査}]$ 消費支出補正係数: $(\text{国内家計最終消費支出}[\text{県民経済計算}] \div \text{世帯数}) \div \text{消費支出}[\text{家計調査}] \times \text{エネルギー消費支出弾性値}$ 平均世帯消費 $= \text{電気代}[\text{家計調査}] \div \text{平均単価}[\text{電気事業便覧}]$
改訂 [全国値]	都道府県別エネルギー消費統計の推計方法に合わせる。 $= [\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 $= (\mathbf{a} + \mathbf{b} \times \text{世帯人員}[\text{住民基本台帳}]) \div (\mathbf{a} + \mathbf{b} \times \text{世帯人員}[\text{家計調査}])$ 消費支出補正係数: $(\mathbf{c} + \mathbf{d} \times \text{国内家計最終消費支出}[\text{国民経済計算}] \div \text{世帯数}) \div (\mathbf{c} + \mathbf{d} \times \text{消費支出}[\text{家計調査}])$ 平均世帯消費 $= \text{電気代}[\text{家計調査}] \div \text{平均単価}[\text{家計調査}]$
改訂 [地域値]	都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別消費量を地域毎に集計した値とする。都道府県別エネルギー消費統計の推計方法は以下のとおり。 $= [\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 $= (\mathbf{a} + \mathbf{b} \times \text{世帯人員}[\text{住民基本台帳}]) \div (\mathbf{a} + \mathbf{b} \times \text{世帯人員}[\text{家計調査}])$ 消費支出補正係数: $(\mathbf{c} + \mathbf{d} \times \text{国内家計最終消費支出}[\text{県民経済計算}] \div \text{世帯数}) \div (\mathbf{c} + \mathbf{d} \times \text{消費支出}[\text{家計調査}])$ 平均世帯消費 $= \text{電気代}[\text{家計調査}] \div \text{平均単価}[\text{家計調査}]$

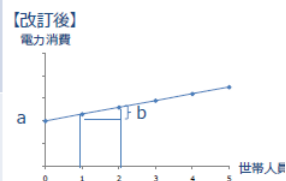
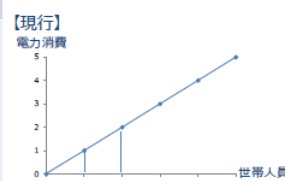


図 5.1.1 改訂された総合エネルギー統計の家庭部門の推計方法（電力）

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の改訂内容」（2017年11月）

①-(2)電力調査統計月報の改訂に伴う家庭部門エネルギー消費量の推計方法の見直し（LPG・灯油）

■ 対応方針

電力消費量の推計方法の改訂に合わせてLPG及び灯油の推計方法も改訂する。**全国値は、都道府県別エネルギー消費統計の推計方法に合わせる。地域値は都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別の消費量を地域毎に集計した値とする。**これにより総合エネルギー統計の地域値は都道府県別エネルギー消費統計と一致し、また、全国値は地域値並びに都道府県別エネルギー消費統計の消費量とほぼ一致が図られる。

	推計方法
現行 [全国値,地域値]	$=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 = 世帯人員[住民基本台帳] ÷ 世帯人員[家計調査] 平均世帯消費 = LPG or 灯油代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]
改訂 [全国値]	都道府県別エネルギー消費統計の推計方法に合わせる。 $=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 = (a+b×世帯人員[住民基本台帳]) ÷ (a+b×世帯人員[家計調査]) 平均世帯消費 = LPG or 灯油代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]
改訂 [地域値]	都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別消費量を地域毎に集計した値とする。 都道府県別エネルギー消費統計の推計方法は以下のとおり。 $=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 = (a+b×世帯人員[住民基本台帳]) ÷ (a+b×世帯人員[家計調査]) 平均世帯消費 = LPG or 灯油代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]

図 5.1.2 改訂された総合エネルギー統計の家庭部門の推計方法（LPG・灯油）

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の改訂内容」（2017年11月）

①-(2)電力調査統計月報の改訂に伴う家庭部門エネルギー消費量の推計方法の見直し（都市ガス）

■ 対応方針

家庭の都市ガス消費量「全国値」の計上方法は、現行から変更しない。**地域値は都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別の消費量を地域毎に集計した値とする。**これにより総合エネルギー統計の地域値は都道府県別エネルギー消費統計と一致し、また、全国値は地域値並びに都道府県別エネルギー消費統計の消費量と一致が図られる。

	全国値
現行	ガス事業生産動態統計調査「小口供給」家庭用」を計上 （現行も改訂後も同じ計上方法）

	地域値
現行	$=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ 世帯員数補正係数 = 世帯人員[住民基本台帳] ÷ 世帯人員[家計調査] 平均世帯消費 = 都市ガス代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]
改訂	都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別消費量を地域毎に集計した値とする。 都道府県別エネルギー消費統計の推計方法は以下のとおり。 ガス事業統計年報の地域毎の「家庭用販売量」を都道府県毎に積み上げる。

図 5.1.3 改訂された総合エネルギー統計の家庭部門の推計方法（都市ガス）

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の改訂内容」（2017年11月）

①-(2)電力調査統計月報の改訂に伴う家庭部門エネルギー消費量の推計方法の見直し（ガソリン）

対応方針

電力消費量の推計方法の改訂に合わせてガソリンの推計方法も改訂する。全国値は、都道府県別エネルギー消費統計の推計方法に合わせる。地域値は都道府県エネルギー消費統計の都道府県別の消費量を地域毎に集計した値とする。これにより総合エネルギー統計の地域値は都道府県エネルギー消費統計と一致し、また、全国値は地域値並びに都道府県別エネルギー消費統計の消費量とほぼ一致が図られる。

	推計方法
現行 [全国値]	$=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ <p>世帯員数補正係数 = 世帯人員[住民基本台帳] ÷ 世帯人員[家計調査] 消費支出補正係数: (国内家計最終消費支出[国民経済計算] ÷ 世帯数) ÷ 消費支出[家計調査] × エネルギー消費支出弾性値 平均世帯消費 = ガソリン代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]</p>
現行 [地域値]	$=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ <p>世帯員数補正係数 = 世帯人員[住民基本台帳] ÷ 世帯人員[家計調査] 消費支出補正係数: (国内家計最終消費支出[県民経済計算] ÷ 世帯数) ÷ 消費支出[家計調査] × エネルギー消費支出弾性値 平均世帯消費 = ガソリン代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]</p>
改訂 [全国値]	都道府県別エネルギー消費統計の推計方法に合わせる。 $=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ <p>世帯員数補正係数 = (a+b × 世帯人員[住民基本台帳]) ÷ (a+b × 世帯人員[家計調査]) 消費支出補正係数: (c+d × 国内家計最終消費支出[国民経済計算] ÷ 世帯数) ÷ (c+d × 消費支出[家計調査]) 平均世帯消費ガソリン代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]</p>
改訂 [地域値]	都道府県別エネルギー消費統計の都道府県別消費量を地域毎に集計した値とする。 都道府県別エネルギー消費統計の推計方法は以下のとおり。 $=[\text{世帯数}] \times [\text{世帯員数補正係数}] \times [\text{消費支出補正係数}] \times [\text{平均世帯消費}]$ <p>世帯員数補正係数 = (a+b × 世帯人員[住民基本台帳]) ÷ (a+b × 世帯人員[家計調査]) 消費支出補正係数: (c+d × 国内家計最終消費支出[県民経済計算] ÷ 世帯数) ÷ (c+d × 消費支出[家計調査]) 平均世帯消費 = ガソリン代[家計調査] ÷ 平均単価[家計調査]</p>

図 5.1.4 改訂された総合エネルギー統計の家庭部門の推計方法（ガソリン）

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計の改訂内容」（2017年11月）

ここで特に大きな変化であると言えるのが電力の計上方法である。

改訂前の総合エネルギー統計では、供給側実績データの統計である資源エネルギー庁「電力調査統計」の契約種別電力量が計上されていたが、表 5.1.1 課題 A に示す通り、小規模業務用施設、店舗併用住宅の店舗部分、自動販売機など、家庭 CO₂ 統計において家庭部門の対象外としているエネルギーが含まれており、両統計の間のバウンダリが一致していなかった（環境省「平成 28 年度家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査事業委託業務報告書」参照）。

一方、表 5.1.1 課題 E に示す通り、2016 年 4 月の改正電気事業法の施行による電力小売自由化に伴い、電力調査統計において契約種別電力量を把握できなくなったため、改訂総合エネルギー統計では、電力調査統計から、家庭 CO₂ 統計と同じく消費側調査の統計である総務省「家計調査」を基にした推計に変更されている。そのため、家庭 CO₂ 統計と総合エネルギー統計のバウンダリの整理（表 5.1.1 課題 A）に関する課題は解消されている。

改訂総合エネルギー統計における、家庭部門のエネルギー消費量の推計方法は前掲の図 5.1.1～図 5.1.4 の通りである。また、改訂前後のエネルギー消費量の比較結果を図 5.1.5～図 5.1.7 に示す。大幅に推計方法が見直された結果、分類不能・地域内内訳推計誤差が減少し、精度の改善がみられている。

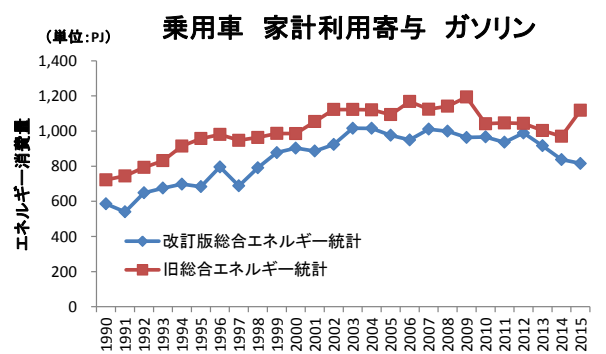
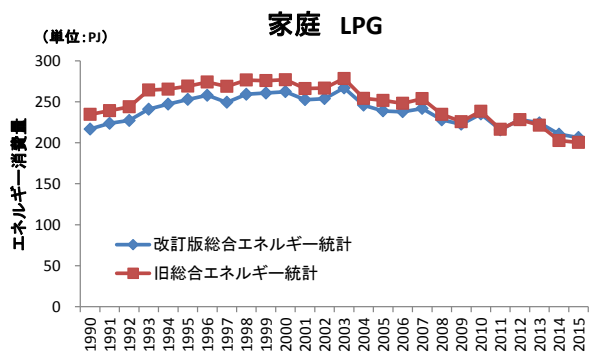
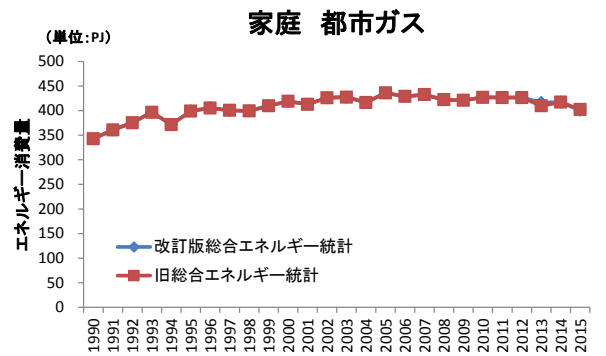
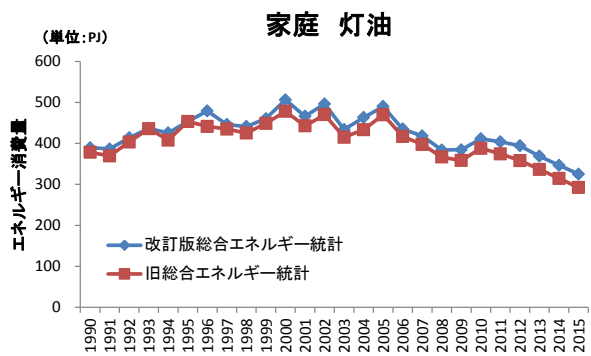
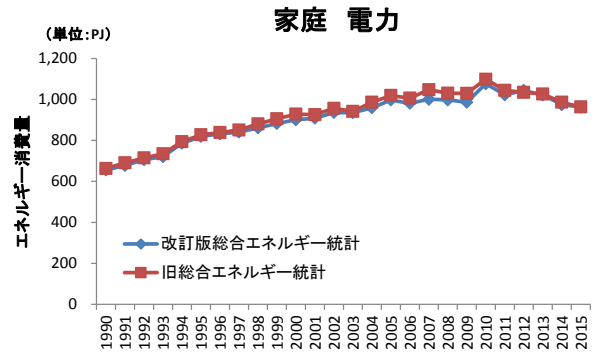
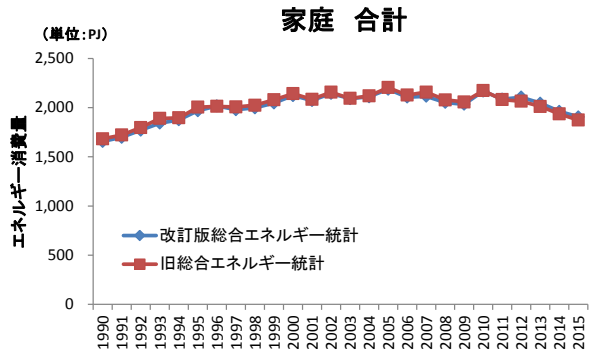


図 5.1.5 総合エネルギー統計改訂前後の家庭部門におけるエネルギー消費量の推移

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)

注) 「家庭 都市ガス」については計上方法に変更が無かったため、図中では改定前後で値が完全に一致している。

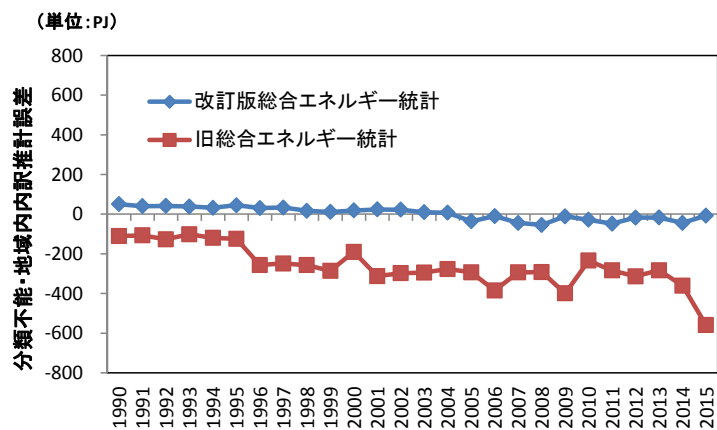


図 5.1.6 改訂前後における分類不能・地域内内訳推計誤差の推移
 (出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)

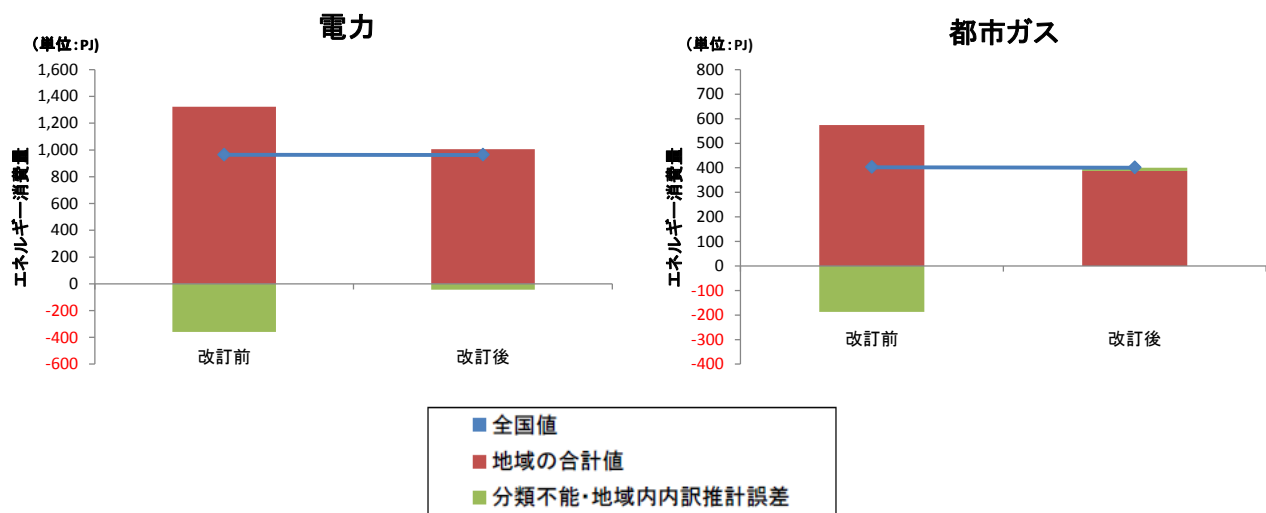


図 5.1.7 電力・都市ガスにおける改訂前後の分類不能・地域内内訳推計誤差 (2015年度)
 (出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)

(2) 総合エネルギー統計に家庭 CO₂ 統計を反映させる場合の課題

(1)で述べた現状を踏まえ、総合エネルギー統計に家庭 CO₂ 統計を反映させる場合の課題を、業務開始時点の認識から見直し、さらに電力、都市ガス、LP ガス、灯油以外に家庭 CO₂ 統計で把握できるエネルギー(太陽光発電)や今後把握が期待される機器(家庭用 CGS および電気自動車)によるエネルギー消費実態を総合エネルギー統計に反映させる場合の課題、及び、家庭 CO₂ 統計を総合エネルギー統計に反映させる際の整合に関する課題についても追加して、表 5.1.2 に示す通り再整理する。なお、業務開始時点の課題として表 5.1.1 に記載している課題 F および課題 G については、第 4 章にて、家庭 CO₂ 統計の枠組みで家庭用 CGS および電気自動車のエネルギー消費実態を調査することについて検討している。

表 5.1.2 再整理した課題

課題	内容
(A) : 総合エネルギー統計と家庭 CO₂ 統計の間の定義の差異に関する課題	
(A-1)	世帯数の定義 ・ 現行の総合エネルギー統計では住民基本台帳の世帯数を使用しているが、住民基本台帳の世帯数は国勢調査に比べ全国では 10%程度多く乖離が生じている。
(A-2)	店舗併用住宅の取り扱い ・ 家庭 CO ₂ 統計では店舗併用住宅を対象としていないため、総合エネルギー統計での店舗併用住宅の取り扱いについて整理する必要がある。
(A-3)	地域熱供給の取り扱い ・ 家庭 CO ₂ 統計ではエネルギー消費量の把握に課題のある地域熱供給の使用世帯は調査対象外としている。総合エネルギー統計では地域熱供給分が「熱」として計上されているため、家庭 CO ₂ 統計の総合エネルギー統計への反映検討においては、総合エネルギー統計の家庭部門における地域熱供給分の取り扱いについて整理する必要がある。
(B) : 新規項目の反映における課題	
(B-1)※	電気自動車の総合エネルギー統計での取り扱い ・ 電気自動車への充電量が把握できるようになった場合、家庭・業務・運輸部門間でのバウンダリの調整が必要となるなど、エネルギーバランス表の再整理が必要となる可能性がある。
(B-2)※	太陽光発電の総合エネルギー統計での取り扱い ・ 改訂総合エネルギー統計にて新たに計上されるようになった太陽光発電の発電量及び自家消費量について、家庭 CO ₂ 統計から得られる値を総合エネルギー統計に反映した場合の差異を確認する必要がある。
(B-3)※	家庭用 CGS の総合エネルギー統計での取り扱い ・ 家庭用 CGS の発電量の自家消費分及び排熱量が把握できるようになった場合、エネルギー転換部門と家庭部門においてエネルギーバランス表の再整理が必要となる可能性がある。
(C) : 家庭 CO₂ 統計を総合エネルギー統計に反映させる際の整合に関する課題	
(C-1)※	家庭 CO₂ 統計の総合エネルギー統計への部分反映 ・ 家庭 CO ₂ 統計の一部のみを総合エネルギー統計に反映させる場合に何らかの調整が必要となるのかについて確認が必要である。

※ 三菱 UFJ リサーチ&コンサルティング株式会社に委託して実施

5.1.2 総合エネルギー統計 2015（遡及修正）と家庭 CO₂ 統計との比較

各課題の検討に入る前に、まずは、改訂総合エネルギー統計の計上方法に則って資源エネルギー庁により遡及修正された総合エネルギー統計（速報値）の 2015 年度の全国値と家庭 CO₂ 統計の値を比較する。ここで比較対象の定義は下記の通りとする。

総合エネルギー統計 2015（遡及修正）：

- ・資源エネルギー庁により遡及修正された「総合エネルギー統計」（2017 年 12 月）に掲載されている 2015 年度の全国値

家庭 CO₂ 統計：

- ・全国試験調査結果のエネルギー消費原単位に、2015 年度住民基本台帳の全国の世帯数（56,950,757 世帯）を乗じて算出した値¹³

※本来、家庭 CO₂ 統計では国勢調査の世帯数を用いた層化を行っているため、全国値の算出においては国勢調査の世帯数を適用すべきであるが、総合エネルギー統計では住民基本台帳の世帯数を用いて電力、LP ガス、灯油の家庭部門エネルギー消費量を推計していることから、比較の際の世帯数要因を除くために、ここでは住民基本台帳の世帯数を適用している（世帯数の定義の差異については課題として後述する）。

両者の比較においては、総合エネルギー統計を基準とした乖離で結果を示している（乖離が正值の場合は家庭 CO₂ 統計の方が総合エネルギー統計よりも大きいことになる）。

表 5.1.3 および図 5.1.8 に、総合エネルギー統計 2015（遡及修正）と家庭 CO₂ 統計との比較結果を示す。電力、都市ガス、LP ガス、灯油の合計値における乖離は 1.2%となっているが、エネルギー種別にみると、電力で-5.5%、都市ガスで 25.7%、LP ガスで-21.6%、灯油で 5.2%となっている。

表 5.1.3 総合エネルギー統計 2015（遡及修正）と家庭 CO₂ 統計との比較

	電力 (TJ)	都市ガス (TJ)	LPガス (TJ)	灯油 (TJ)	(計) (TJ)
総合エネルギー統計2015 ※確定（遡及修正値）	953,047	400,533	206,322	325,206	1,885,108
家庭CO ₂ 統計 ※原単位（統計値）×住基2015世帯数	900,391	503,445	161,740	342,274	1,907,850
乖離 ※（家庭CO ₂ 統計－総合エネ統計）／総合エネ統計	-5.5%	25.7%	-21.6%	5.2%	1.2%

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」（2017 年 12 月）及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」（2016 年 6 月）を用いて独自に算出

¹³ 全国試験調査の実施期間は 2014 年 10 月～2015 年 9 月であるため、総合エネルギー統計の期間とは一致しないが、今回はこれを 2015 年度分とみなす。これ以降の全ての家庭 CO₂ 統計と総合エネルギー統計との比較検討でも同様である。

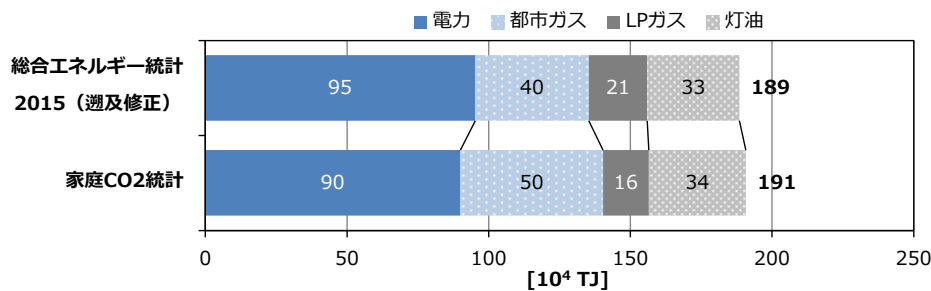


図 5.1.8 総合エネルギー統計 2015 (遡及修正) と家庭 CO₂ 統計との比較

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」(2016年6月)を用いて独自に算出

総合エネルギー統計に家庭 CO₂ 統計を反映させる場合、総合エネルギー統計ではエネルギー種別に総量が把握されているため、表 5.1.3 および図 5.1.8 に示す総合エネルギー統計における家庭部門の値と家庭 CO₂ 統計の差は、総量に変化が生じないように、家庭部門以外の部門において調整されることになる。

ここで、総合エネルギー統計における部門間の調整方法について整理する。図 5.1.9 に総合エネルギー統計における電力の計上方法の概念を示す¹⁴。総合エネルギー統計における各部門の事業用電力消費量は、消費側の統計から計算される。ただし、供給電力量と各部門の電力消費量の合計値が一致しないことから、その差分を調整項として何らかの部門に計上し、各部門の合計量を供給電力量と整合させる必要がある。2017年12月に公表された最新の総合エネルギー統計の算定方法を勘案すると、調整項については、供給電力量と各部門の合計量の差が正值となる(供給電力量の方が大きい)場合は業務その他部門の「分類不能・内訳推計誤差」に計上される、負値の場合は産業部門及び業務その他部門においてエネルギー消費統計を使用して電力消費量を推計している各業種に電力消費量の大きさに按分されることになる。LPガスと灯油も同様である。一方、総合エネルギー統計の算定上、都市ガスは業務その他部門の「分類不能・内訳推計誤差」に販売量と消費量の差分が計上されることになっている。

そのため、表 5.1.3 および図 5.1.8 に示す両統計の乖離分は、電力、LPガス、灯油については業務その他部門もしくは業務その他部門と産業部門の双方で、都市ガスについては業務その他部門で計上されることになると考えられる(ただし、実際の反映方法については総合エネルギー統計側の判断に委ねられることになる)。

¹⁴ 発電量と各部門の電力消費量合計値の差がプラスの場合は分類不能・内訳推計誤差に計上され、マイナスの場合はエネルギー消費統計が使用される各業種に計上されている。

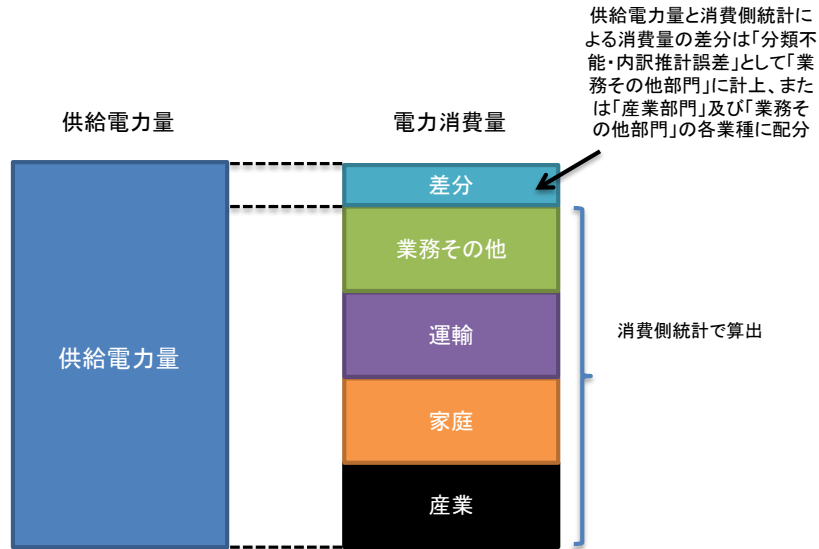


図 5.1.9 総合エネルギー統計における電力の計上方法

5.1.3 課題(A)：総合エネルギー統計と家庭 CO₂ 統計の間の定義の差異に関する課題

(A-1) 世帯数の定義の整理

現状の整理

現行のインベントリでは、電力、LP ガス、灯油のエネルギー消費量の推計において住民基本台帳の世帯数を使用しているが、住民基本台帳の世帯数は、家庭 CO₂ 統計が適用している国勢調査の住宅に住む主世帯数に比べ全国では 10%程度多くなっており（2016 年 1 月 1 日時点の住民基本台帳における全国の世帯数は 56,950,757 世帯である一方、2015 年国勢調査（2015 年 10 月 1 日時点）での全国の住宅に住む主世帯数は 51,984,188 世帯となっている）、世帯数の定義がエネルギー消費量の推計において影響を与えるものと考えられる。

検討・考察

図 5.1.10 に 2015 年国勢調査の世帯数を示す¹⁵。家庭 CO₂ 統計における世帯の属性的範囲は図中の「住宅に住む主世帯」を対象としている。そのため、学生寮、病院、施設等に居住する「施設等の世帯」や、独身寮や店舗併用住宅等に居住する「住宅以外に住む一般世帯」は家庭 CO₂ 統計の対象外となっている。総世帯数に占める対象外世帯数の割合は 2.7%程度となっている。なお、国勢調査における「施設等の世帯」の世帯の単位は基本的に棟ごと、または建物ごととなっている。

¹⁵ 平成 29 年度調査の調査世帯の標本抽出においては、2010 年国勢調査を用いている。

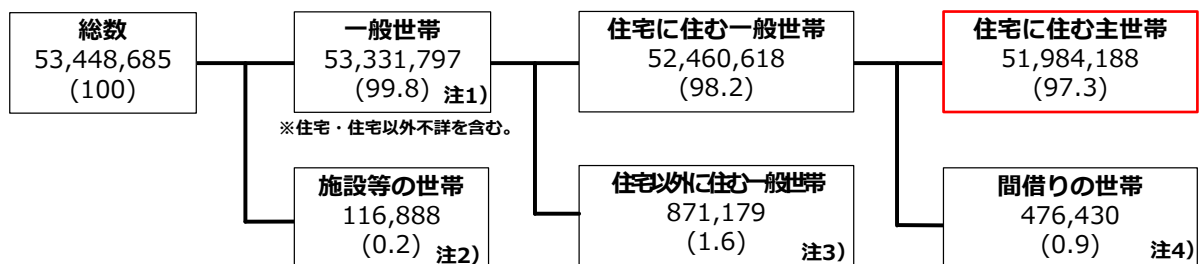


図 5.1.10 2015 年国勢調査の世帯数

(出典) 総務省「平成 27 年国勢調査」

- 注 1) (1) 住居と生計を共にしている人の集まり又は一戸を構えて住んでいる単身者。ただしこれらの世帯と住居を共にする単身の住み込みの雇人については、人数に関係無く雇主の世帯に含む。
(2) 上記の世帯と住居を共にし、別に生計を維持している間借りの単身者又は下宿屋などに下宿している単身者。
(3) 会社・団体・商店・官公庁などの寄宿舍、独身寮などに居住している単身者。
- 注 2) 寮・寄宿舍の学生・生徒、病院・療養所の入院者、社会施設の入所者、自衛隊営舎内居住者、矯正施設の入所者、その他に住む世帯。
- 注 3) 寄宿舍・寮など生計を共にしない単身者の集まりを居住させるための建物や、病院・学校・旅館・会社・工場・事務所などの居住用でない建物（仮小屋など臨時応急的に造られた住居などを含む）に住む一般世帯。
- 注 4) 他の世帯が住んでいる住宅（持ち家、公営の借家、都市再生機構・公社の借家、民営の借家、給与住宅）の一部を借りて住んでいる世帯。

一方、住民基本台帳における世帯の定義は「世帯とは、居住と生計を共にする社会生活上の単位をいいます。寮や寄宿舍の居住者など、居住が一緒であっても生計を共にするものではないものについては、各人がそれぞれの世帯をつくっているとみられます」¹⁶となっている。このことから、住民基本台帳の世帯数には、家庭 CO₂ 統計において対象外としている「施設等の世帯」および「住宅以外に住む一般世帯」が含まれている上に、施設等の世帯は「各人がそれぞれの世帯」として扱われているため、例えば寮一棟だけでも非常に多くの世帯数が計上され得ることになる。これが国勢調査の住宅に住む主世帯数に比べて住民基本台帳の世帯数が 10%程度多くなっている要因のひとつであると考えられる。

「施設等の世帯」が使用するエネルギーは業務部門にも計上されていると考えられることから、住民基本台帳の世帯数を用いて家庭部門のエネルギー消費量を推計すると、その一部が業務部門との二重計上になると考えられる。

(A-2) 店舗併用住宅の取り扱いについて

現状の整理

家庭 CO₂ 統計では店舗併用住宅（国勢調査においては図 5.1.10 中の「住宅以外に住む一般世帯」に含まれる）を対象としていないため、総合エネルギー統計への反映を検討するにあたって、総合エネルギー統計での店舗併用住宅の取り扱いについて整理する必要がある。

総合エネルギー統計の家庭部門におけるエネルギー消費原単位¹⁷は、家計調査を基に推計され

¹⁶ (出典) (公財) 国土地理協会「平成 26 年住民基本台帳人口要覧 I—市区町村別の男女・年齢階級別人口、世帯数、人口動態」p.545

¹⁷ ここでいう「エネルギー消費原単位」は、「単位世帯当たりのエネルギー消費量」を意味する。

ているが、家計調査では店舗併用住宅に住む世帯の一部¹⁸が調査対象となっている。家計調査では、店舗併用住宅に住む世帯であっても家庭用支出のみを調査しているため、総合エネルギー統計の家庭部門には、店舗併用住宅に住む世帯における家庭用エネルギー消費分が反映されていると考えられる¹⁹。一方、総合エネルギー統計における業務他部門のエネルギー消費量は、資源エネルギー庁「エネルギー消費統計」から把握している。エネルギー消費統計では総務省「事業所母集団データベース」が母集団として用いられているが、当該データベースには店舗併用住宅が含まれている。エネルギー消費統計は店舗併用住宅の業務用エネルギー消費を対象とした調査設計となっているため、総合エネルギー統計は、業務他部門において店舗併用住宅の業務用エネルギー消費を捕捉していると考えられる。

従って、総合エネルギー統計における店舗併用住宅の扱いは、家庭用エネルギー消費分は家庭部門に、業務用エネルギーは業務その他部門に計上されており、両者の間で二重計上は生じない整理になっていると考えられる。

検討・考察

家庭 CO₂ 統計では、店舗併用住宅に住む世帯を調査対象としておらず、母集団も国勢調査の「住宅に住む世帯」としていることから、店舗併用住宅に住む世帯のエネルギー消費量は家庭用、業務用問わず捕捉していない。従って、家庭 CO₂ 統計と総合エネルギー統計の間には、対象としている世帯が異なることによるエネルギー消費原単位の差異がある。家庭 CO₂ 統計の総合エネルギー統計への適用に向けては、上述のような対象世帯の違いを考慮した上で、両者のエネルギー消費原単位の差を検討する必要がある。

なお、家計調査に基づき算出された総合エネルギー統計（2017年12月）における世帯あたりのエネルギー消費量²⁰は2014年度が34.1GJ/世帯・年、2015年度が33.1GJ/世帯・年であり、全国試験調査（2014年10月～2015年9月）は33.5GJ/世帯・年であった。

¹⁸ 家計調査では、料理飲食店、旅館又は下宿屋（寄宿舍含む）を営む併用住宅の世帯は調査対象外となっている。

¹⁹ 総務省統計局「家計調査年報」の調査の概要では、「家計上の支出のみを、調査世帯が日々「家計簿」に記入する。」とあるため、一般的には家庭用支出のみが調査対象となっているものと考えられる。

²⁰ 総合エネルギー統計（2017年12月）の2014年度値および2015年度値を、住民基本台帳の世帯数（2014年度値には2015年1月1日時点の世帯数、2015年度値には2016年1月1日時点の世帯数）で除して算出した。

(A-3) 地域熱供給の取り扱い

現状の整理

家庭 CO₂ 統計ではエネルギー消費量の把握に課題のある地域熱供給の使用世帯は調査対象外としている。総合エネルギー統計では地域熱供給分が「熱」として計上されているため、家庭 CO₂ 統計の総合エネルギー統計への反映検討においては、総合エネルギー統計の家庭部門における地域熱供給分の取り扱いについて整理する必要がある。

総合エネルギー統計の家庭部門では地域熱供給量が「熱供給」として計上されている。これは、熱供給事業として地域に供給されている熱であるが、表 5.1.4 に示す通り、総合エネルギー統計（速報値）における 2016 年度値では、家庭部門エネルギー消費量における熱（家庭部門の場合は「熱供給」と一致する）の割合は 0.06%と非常に小さく、また、近年は減少傾向にある。

表 5.1.4 2016 年版総合エネルギー統計速報値における家庭部門エネルギー消費量

	石油製品	都市ガス	再生可能 エネルギー	電力	熱	合計
エネルギー消費量, TJ	528,632	408,603	9,540	969,403	1,102	1,917,280
(構成比)	27.57%	21.31%	0.50%	50.56%	0.06%	100%

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)

検討

総合エネルギー統計に家庭 CO₂ 統計を反映させる場合、地域熱供給分が概念上二重に反映されるという課題がある。

家庭 CO₂ 統計では地域熱供給を受けている世帯を調査対象外としている。そのため地域熱供給を受けている世帯を調査対象とした場合に比べ、熱の消費が無い分、他のエネルギー種（電力、都市ガス、LP ガス、灯油）の消費原単位は高くなると考えられる。図 5.1.11 にその概念を示す。従って、家庭 CO₂ 統計の電力、都市ガス、LP ガス、灯油を総合エネルギー統計に反映させた場合、その消費量に地域熱供給分が既に含まれていることになるが、上述の通り、総合エネルギー統計には別途、地域熱供給が計上されているため、その分、家庭部門エネルギー消費量が課題になる。

これを回避するためには、家庭 CO₂ 統計の電力、都市ガス、LP ガス、灯油のエネルギー消費原単位から地域熱供給量を控除する必要がある。ただし、地域熱供給がどのエネルギー種を代替するものであるかを厳密に想定することはできないという課題がある。

そのため家庭 CO₂ 統計を総合エネルギー統計に反映させる場合、表 5.1.4 に示す地域熱供給量 0.06%に概念上相当するエネルギーが家庭部門のエネルギー種別消費量に計上されることによる増分は、業務その他部門、若しくは、産業部門及び業務その他部門で調整されることになると考えられる。

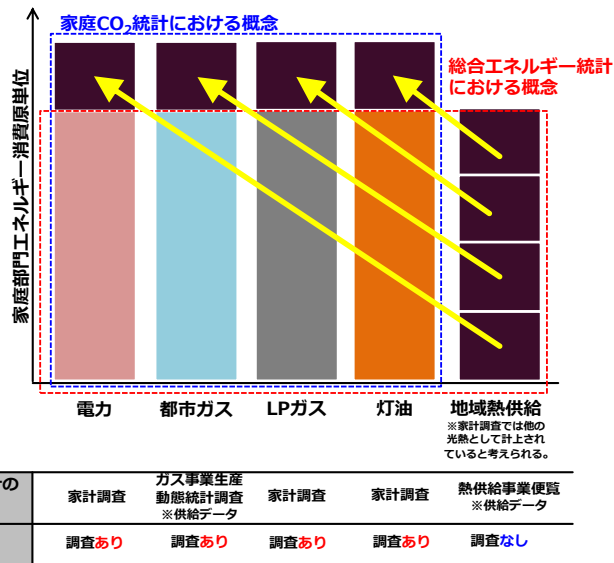


図 5.1.11 総合エネルギー統計および家庭 CO₂ 統計における家庭部門エネルギー消費原単位
の概念

注) 概念図簡略化の都合上、エネルギー種別消費原単位が全エネルギー種で同量として図示している。

5.1.4 課題(B)：新規項目の反映における課題

(B-1) 電気自動車の総合エネルギー統計での取り扱い

現状の整理

電気自動車 (EV) の電力消費量は総合エネルギー統計の運輸部門では計上されておらず、温室効果ガス算定方法検討会でも計上に関する議論は行われてこなかったが、ここでは EV の普及により家庭部門エネルギー消費構造に影響が及ぶことを想定し、電気自動車への充電量が把握できるようになった場合に、総合エネルギー統計でどのように計上されるのかを整理する。

現在、運輸部門では鉄道のみ電力消費量が計上されている。家庭部門では、家計調査における 1 世帯あたりの電力消費量を用いた推計値が計上されている。本推計値は、推計方法としては家庭での電力消費を全てカバーしていると考えられるため、家計調査の調査対象世帯で EV を使用していると仮定すると家庭で自家用 EV への充電量は既に家庭部門に計上されていることになる。一方、スタンド、道路、商業施設等での EV への充電分は、差分の調整項として現在は産業部門または業務その他部門で計上されている。(図 5.1.9 参照)。

なお EV が今後更に普及した場合には、取得可能な情報が増える可能性がある。そのため、総合エネルギー統計への反映に係る検討においては、中長期的な視座で自宅外充電量が把握できるようになった場合も想定して、複数の条件で検討を進めることとする。

検討

計上部門についての検討

EV のマイカー利用に伴う電力消費について、運転中の消費と考えれば計上先は運輸部門、充電

時の消費と考えれば家庭部門での計上となると考えられる。他のエネルギー種では自動車輸送用は基本的に運輸部門に計上されるため、その考え方に従うと EV のマイカー利用についても運輸部門での計上となる。しかし、家庭内での充電量が家庭部門の電力消費量と分離できない可能性があるなど運輸部門での計上が難しい場合も想定し、両部門で計上することについて、それぞれ検討を行う。

A) 運輸部門で計上する場合

- ・家庭での正味充電量のみ把握できる場合
 - ✓ 家庭外での充電分が把握できない場合、自家用 EV の電力消費量を部分的にしか計上できない（家庭内充電分しか計上できない）ことになる。計上されない消費分は差分として産業部門または業務その他部門で計上されることになる。
 - ✓ EV のマイカー利用を運輸部門に計上する場合、既に総合エネルギー統計で家庭内の充電分が捕捉されていると考え、二重計上を避けるため家庭部門の電力消費量から家庭内での充電分を差し引く必要が生じる。
 - ✓ 現状では業務用の EV 利用を計上する方法がないため、運輸部門の乗用車の EV はマイカー利用だけが運輸部門に計上されることになる。

- ・家庭内外での正味充電量を把握できる場合
 - ✓ 家庭内外の充電分、つまり EV のマイカー利用における電力消費量を全て運輸部門に計上できることになる。自宅内の充電分はダブルカウントの控除が必要となる。
 - ✓ 現状では業務用の EV 利用を計上する方法がないため、運輸部門の乗用車の EV はマイカー利用だけが運輸部門に計上されることになる。

B) 家庭部門で計上する場合

- ・家庭内での正味充電量のみ把握できる場合
 - ✓ 通常の家計での電力消費と同様に充電分を家庭部門で計上することになる。計上されない家庭外での充電分は差分として産業部門、業務その他部門で計上されることになる（この計上状態は現在の総合エネルギー統計と同様）。
 - ✓ 総合エネルギー統計における家庭部門でのエネルギー消費量が従来通り家計調査を使用して計上されるとすると、家庭内の充電分は既に家庭部門に計上されていることから、家庭部門内で充電分についてダブルカウントの控除が必要となる。
 - ✓ マイカーにおけるガソリン消費は運輸部門で計上されるため、エネルギー種により計上部門が異なる事態が生じることになる。

- ・家庭内外の正味充電量を把握できる場合
 - ✓ 家庭内外の充電分、つまり EV のマイカー利用における電力消費量を全て家庭部門に計上できることになる。

- ✓ 家庭内の充電分は既に家計調査により家庭部門に計上されている可能性があることから、家庭部門内でのダブルカウントの控除が必要となる。
- ✓ マイカーにおけるガソリン消費は運輸部門で計上されるため、エネルギー種により計上部門が異なる事態が生じることになる。

表 5.1.5 EVのマイカー利用分の計上イメージ

部門	現状	運輸部門に計上		家庭部門に計上	
		家庭内把握	家庭内外把握	家庭内把握	家庭内外把握
家庭部門	家庭内充電が計上されている可能性あり	(ダブルカウント控除)	(ダブルカウント控除)	家庭内充電分を計上 (部門内ダブルカウント控除)	家庭内外充電分を計上 (部門内ダブルカウント控除)
運輸部門	(計上なし)	家庭内充電分を計上	家庭内外充電分を計上	(計上なし)	(計上なし)
産業部門または業務その他部門	供給電力量と電力消費量の差分の一部として家庭外充電分が計上されている (家庭内充電も含まれている可能性あり)	供給電力量と電力消費量の差分の一部として家庭外充電分が計上されている	(家庭外充電分が運輸部門に計上されることで供給電力量と電力消費量の差分から家庭外充電分がなくなる)	供給電力量と電力消費量の差分の一部として家庭外充電分が計上されている	(家庭外充電分が運輸部門に計上されることで供給電力量と電力消費量の差分から家庭外充電分がなくなる)

なお、これまでの検討を踏まえると、以下の留意すべき事項が存在することになる。EVの計上においては、これらの事項についても検討していくことが必要となる。

- ✓ マイカーにおけるガソリン消費は運輸部門で計上されるため、EVを家庭部門に計上するとエネルギー種により計上部門が異なる事態が生じることになる。
- ✓ 運輸部門で把握分を計上する場合、業務等で使用される乗用車が対象外でありEVの乗用車全体を計上できるわけではないため、EVの乗用車分の計上は中途半端な状態となる(ただし、家庭部門に計上しても業務等のEV利用が総合エネルギー統計に計上されないことには変わりはない)。総合エネルギー統計がEVを計上する場合、基本的には家庭用のマイカー利用だけを計上するより業務用のEV利用も含めたEV全体の計上を目指すことになる可能性が高いと考えられるため、併せて業務用のEV利用による電力消費量を計上する方法も検討する必要がある。
- ✓ 運輸部門・家庭部門のどちらに計上しても、総合エネルギー統計における家庭部門でのエネルギー消費量が従来通り家計調査を使用して計上されるとすると、家庭内でのEVへの充電分は既に計上されていることになることから、充電分のダブルカウントを控除する

必要がある。この場合、家計調査で正確に家庭での充電分が把握されているのであれば、家庭 CO₂ 統計における EV 充電分を控除するだけで良いが、家計調査で正確に家庭での充電分が計上されていない可能性もあるため、その精度の検証が必要となる。

次に、EV の電力消費量が把握できるとして、その電力消費量を総合エネルギー統計に反映する場合の検討を行う。上述の通り、EV による電力消費量は、自動車で消費量される他の燃料種と横並びで運輸部門に計上されることが基本になると考えられるため、運輸部門での計上を仮定して検討する。

最も可能性が高いパターンとして、現状の総合エネルギー統計の区分を活用し、乗用車の EV 全体の電力消費量を把握した上でマイカー分を「家計利用」、業務用を「企業利用」にそれぞれ分けて計上することを想定する。具体的な数値は 2016 年度を想定した上で表 5.1.6 のように設定する。なお、マイカーの家計利用分の家庭内外での充電比率は不明なため、家庭内外での充電比率はそれぞれ 50%と仮定して試算を行うこととする。また、企業利用分については、走行距離の統計等から EV 全体の電力消費量を推計し、マイカー分の電力消費量との差分を計上する方法を今回は想定する。

表 5.1.6 EV に関する設定

項目		単位	数量	出典等
EV乗用車台数（2016年度）	A	台	62,136	自動車検査登録協会HP
電費	B	Wh/km	120	日産リーフHP
1台当たり走行距離（2016年度）	C	km/台/年	8,579	自動車輸送統計の走行距離と自検協の保有台数より推計
EVの電力消費量	D	GWh	64	A×B×C
2016年度の自家用乗用車全体のエネルギー消費量	E	TJ	1,489,018	総合エネルギー統計
2016年度の家計利用分のエネルギー消費量	F	TJ	858,362	総合エネルギー統計
家計利用分の割合	G	%	58%	F/E
家計利用分の電力消費量	H	GWh	37	D×G
企業利用分の電力消費量	I	GWh	27	D-H

上記設定による EV の電力消費量を、総合エネルギー統計の事業用電力の 2016 年度値に適用した場合の結果を表 5.1.7 に示す。

総合エネルギー統計の構造上、最終エネルギー消費量全体は動かず、運輸部門で増加した EV の電力消費量は他の部門で吸収されることになる。ただし、運輸部門に計上された EV の電力消費量のうちマイカー利用分の半分は家庭内充電で、家庭部門の電力消費量はその分だけダブルカウントとして控除されるため、EV 分として電力消費量の純増分は 46GWh (64GWh-37GWh×0.5) となる。EV の増加分が吸収されるのは産業部門（非製造業、製造業）、業務その他部門で、EV の電力消費量純増分だけマイナスの補正がされることになる。補正分の電力消費量は産業部門、業務その他部門の元の電力消費量で按分される。ただし、本来はエネルギー消費統計使用部門だけが補正対象となるが、ここでは推計の簡便化のため産業部門、業務その他部門の全てを補正対象

としている。結果として、EVの純増分は元の電力消費量が多い製造業部門と業務その他部門にほとんどが割り振られることになる。

各部門の電力消費量増減分に、2016年度の総合エネルギー統計における事業用電力のCO₂排出係数(0.463kgCO₂/kWh)を乗じ、反映前後の影響をCO₂ベースでも確認した。CO₂排出量は運輸部門では3万tCO₂増加することになるが、逆に非製造業部門では400tCO₂減少、製造業部門では1万tCO₂減少、業務その他部門では1.1万tCO₂減少、家庭部門では9千tCO₂減少となる。

表 5.1.7 EV 反映前後の総合エネルギー統計の事業用電力の消費量 (2016 年度) (単位 : GWh)

部門	現状	反映後	差異	差異 (ktCO ₂)
最終エネルギー消費	884,022	884,022	0	0
非製造業部門	10,653	10,652	-1	-0.4
製造業部門	273,097	273,076	-21	-10
業務その他部門	316,440	316,416	-24	-11
家庭部門	266,228	266,210	-18	-9
運輸部門	17,604	17,668	64	30
自家用車	0	64	64	30
家計利用分	0	37	37	17
企業利用分	0	27	27	13
鉄道	17,604	17,604	0	0

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)を用いて独自に算出

(B-2) 太陽光発電の総合エネルギー統計での取り扱い

現状の整理

2017年12月に公表された総合エネルギー統計では、エネルギー転換部門の自家発電に家庭部門が設けられ、太陽光発電による自家発電量が計上された。また、最終エネルギー消費部門の家庭部門に自家発電の消費量が計上された。なお、発電量及び自家消費量は、再生可能エネルギー固定価格買取制度(FIT)のデータを使用して推計されている。家庭部門の自家発電量、売電量及び自家消費量を図5.1.12に示す。売電量は発電量と自家消費量の差分とした。2001年度から自家発電量、売電量及び自家消費量が計上されているが、余剰電力買取制度が始まった2009年度、及びFIT制度が始まった2012年度がターニングポイントとなり、自家発電量及び売電量は大きく伸びている。しかし、自家消費量は2014年度以降伸びが止まっている。FIT開始後も急増していた自家消費量がいきなり減少することは考えにくいいため、自家消費量の推計精度に課題がある可能性がある。

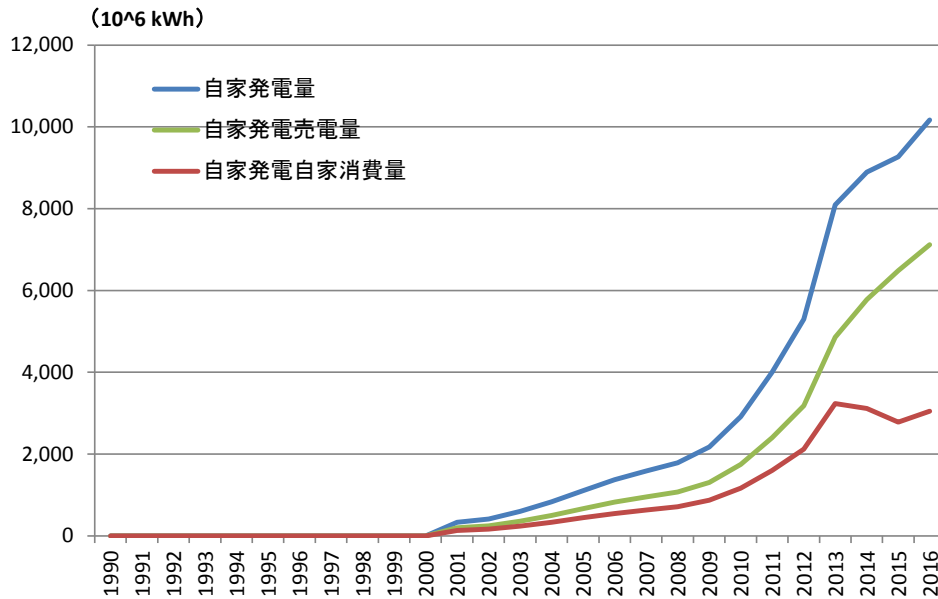


図 5.1.12 家庭部門の自家発電量、売電量及び自家消費量
(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)

検討

総合エネルギー統計で家庭用太陽光発電の発電量及び自家消費量の計上が始まったことから、家庭 CO₂ 統計の結果を総合エネルギー統計に反映する場合は、現在の家庭用太陽光発電の計上部分にそのまま発電量、売電量及び自家消費量を計上していくことになる。

総合エネルギー統計と家庭 CO₂ 統計の比較結果を表 5.1.8 に示す。家庭 CO₂ 統計の数字は、全国試験調査の1世帯当たりの太陽光発電量(4,811kWh/世帯)及び売電量(3,417kWh/世帯)に、全国試験調査の太陽光発電保有率(6.8%)と平成28年1月1日時点の日本人住民・複数国籍合計の世帯数(55,811,969世帯)を乗じて算出している。この結果を見ると、家庭 CO₂ 統計の発電量及び売電量が総合エネルギー統計の倍程度になっていることがわかる。両者に大きな差が生じていることから、まずは差の要因の検証から行っていく必要がある。

表 5.1.8 自家発電部門の家庭部門の太陽光発電量及び売電量の比較(2015年度)(単位: 10⁶ kWh)

	発電量	売電量
総合エネルギー統計	9,266	6,486
家庭 CO ₂ 統計	18,259	12,968
差異	-8,993	-6,482
総合エネルギー統計からの乖離率	97.0%	99.9%

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」(2016年6月)を用いて独自に算出

家庭 CO₂ 統計反映時の検討

家庭 CO₂ 統計の数値を反映した場合、家庭の自家発電量や自家消費量は他の部門に影響を及ぼさないが、事業用発電への売電分は他の部門に影響を及ぼすことになる。事業用発電への売電分が増えると事業用電力から最終消費部門へ販売される電力量が増加することになる。図 5.1.9 で示した通り、販売電力量と各部門の電力消費量の差分が産業部門・業務その他部門に割り当てられる構造となっており、販売電力量が増加した分はこの差分の電力量に影響することになる。

表 5.1.8 の家庭 CO₂ 統計の売電量を総合エネルギー統計の 2015 年度値に反映した場合の、反映前後の電力消費量の変化を表 5.1.9 に示す。販売電力量が増えた分は補正対象である産業部門（非製造業、製造業）、業務その他部門に割り振られる（ただし、本来はエネルギー消費統計使用部門だけが補正対象となるが、ここでは推計の簡便化のため産業部門、業務その他部門の全てを補正対象としている）。販売電力量の増加分は元の電力消費量が多い製造業部門と業務その他部門にほとんどが割り振られることになる。

表 5.1.9 家庭 CO₂ 統計の太陽光発電売電量反映前後の総合エネルギー統計の事業用電力の消費量（2015 年度）（単位：GWh）

部門	現状	反映後	差異
最終エネルギー消費	819,533	826,015	6,482
非製造業部門	9,967	10,087	120
製造業部門	236,955	239,814	2,859
業務その他部門	290,273	293,775	3,503
家庭部門	264,735	264,735	0
運輸部門	17,604	17,604	0

（出典）資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」（2017 年 12 月）及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」（2016 年 6 月）を用いて独自に算出

なお、事業用発電への売電量が変わると事業用発電の CO₂ 排出係数も影響を受けることになるため、各部門の CO₂ 排出量にも影響を与えることになるが、家庭 CO₂ 統計反映後の 2015 年度の CO₂ 排出係数の算出が公表されている情報からでは難しいため、ここでは検討しない。

(B-3) 家庭用 CGS の総合エネルギー統計での取り扱い

現状の整理

総合エネルギー統計の産業部門及び業務その他部門における CGS については、投入エネルギー及び発生エネルギーはエネルギー転換部門の自家用発電及び自家用蒸気において計上され、消費エネルギーは最終エネルギー消費部門に計上されている。計上されるエネルギー消費量、及び発電量・排熱量は、石油等消費動態統計やエネルギー消費統計の数値をベースとしており、エネルギー消費量を自家用発電と自家用蒸気に分割する場合は、電力・熱の発生エネルギー量の比で按分している。

家庭部門については家庭用燃料電池 CGS（エネファーム）が対象となるが、CGS で消費される都市ガス、LPG は、通常の給湯機器での消費と同様と見なされ、消費量だけが総合エネルギー統計の最終エネルギー消費部門で計上されている。発電量については、購入電力消費量の減少として現れており、暗黙的にカウントされている。また、排熱量についても、都市ガスおよび LPG 消費量の減少として暗黙的にカウントされていることになる（排熱が生じる分、余計な都市ガス・LPG 消費が減る、という考え方）。改訂総合エネルギー統計では、自家用発電部門の小部門に新たに家庭部門が追加されたが、太陽光発電の発電量のみが計上されている。

検討

将来的な家庭用 CGS の計上案

家庭部門について、産業部門及び業務その他部門と同様にエネルギーの流れを総合エネルギー統計上で表現することを検討する。現状の総合エネルギー統計では排熱量を計上する適切な区分がないため、排熱量を地域熱供給部門もしくは自家用蒸気部門で計上する「発電量・排熱量を計上する場合」と、無理に排熱量を計上しない「発電量のみ計上する場合」に分けて検討を行う。

A) 発電量・排熱量を計上する場合

・エネルギー消費量

エネルギー消費量（CGS で消費される都市ガス・LPG）は、発電相当分は自家用発電部門、熱発生相当分は地域熱供給部門もしくは自家用蒸気部門で計上する。その場合、産業部門及び業務その他部門の CGS 計上方法と同様に、投入するエネルギーの消費量を電力・熱の発生エネルギー量比で分割する方法が考えられる。また、二重計上を避けるため、最終エネルギー消費部門の都市ガス・LPG 消費量から家庭用 CGS 分を差し引く必要がある。

・発電量

発電量が把握できる場合、その発電量を自家用発電部門の自家用電力にそのまま計上することになる。また、自家消費分は最終エネルギー消費部門の自家用電力で計上するが、発電量と自家消費量の差は売電量として事業用発電の自家用電力（家庭）に、売電量の符号を逆にしたものを事業用発電の事業用電力に計上する必要がある。この場合、家庭用太陽光発電の場合と同様、算定方法の特徴から差分として計上する項目（今回の場合は売電量）はトレンドが不安定になることがあるため、周辺情報から説明できないようなトレンドとなることのないよう注視する必要がある。

・排熱量

排熱量が把握できる場合、その排熱量を地域熱供給部門もしくは自家用蒸気部門の熱供給（温熱・給湯）にそのまま計上することになる。ただし、自家用蒸気部門に計上する場合は小分類として、エネルギー転換部門の自家用蒸気において発生先に家庭部門が想定されていないため、現状では分類不明に計上することになる。自家消費分は最終エネルギー消費部門における家庭部門の

熱供給で計上する。発電量・排熱量を計上する場合の計上イメージは表 5.1.10 の通りである。

表 5.1.10 発電量・排熱量を計上する場合のイメージ

部門		一次エネルギー		二次エネルギー			
		都市ガス	LPG	事業用電力	自家用電力 (家庭)	熱供給	
エネ転部門	事業用発電				買電量	売電量	
	自家発電	家庭	消費量 (要分割)	消費量 (要分割)		発電量	
	地域熱供給 もしくは自家 用蒸気	(自家用蒸 気の場合) 分類不明	消費量 (要分割)	消費量 (要分割)			排熱量
最終エネルギー 消費部門	家庭		消費量 (CGS以外)	消費量 (CGS以外)		自家消費量	自家消費量

B) 発電量のみ計上する場合

・エネルギー消費量

エネルギー消費量は全て自家用発電部門に計上することになる。二重計上を避けるため、最終エネルギー消費部門の都市ガス・LPG 消費量から家庭用 CGS 分を差し引く必要がある。

・発電量

発電量・排熱量を計上する場合と同様、発電量を自家用発電部門の自家用電力にそのまま計上することになる。また、自家消費量、売電量の計上も発電量・排熱量を計上する場合と同様である（差分項のトレンドを注視する必要がある）。発電量のみ計上する場合の計上イメージは表 5.1.11 の通りである。

表 5.1.11 発電量のみ計上する場合のイメージ

部門		一次エネルギー		二次エネルギー			
		都市ガス	LPG	事業用電力	自家用電力 (家庭)	熱供給	
エネ転部門	事業用発電				買電量	売電量	
	自家発電	家庭	消費量	消費量		発電量	
	地域熱供給 もしくは自家 用蒸気	(自家用蒸 気の場合) 分類不明					
最終エネルギー 消費部門	家庭		消費量 (CGS以外)	消費量 (CGS以外)		自家消費量	

今回の総合エネルギー統計速報値から家庭部門の自家発電が計上されたことにより、太陽光発電と同様にすれば家庭用 CGS の発電量を計上することが可能となり、計上すること自体には問題はないと考えられる。

家庭用 CGS を総合エネルギー統計に計上する場合、太陽光発電と同様に事業用発電への売電量が他の部門に影響することとなる。事業用発電への売電分が増えると事業用電力から最終消費部

門へ販売される電力量が増加することになり、販売電力量と各部門の電力消費量の差分が産業部門・業務その他部門に割り当てられることになる。販売電力量が増加した分はこの差分の電力量に影響する。ただし、CGSの売電量を計上した場合の影響は太陽光発電と同様であるため、ここでは具体的な数字を計上しての検証は割愛することとする。

なお、CGSに使用されるLPG、都市ガスの消費量をエネルギー転換部門に計上する場合、その分だけが最終エネルギー消費部門の家庭部門の消費量から控除されるだけであり、他の部門への影響はない。

5.1.5 課題(C)：家庭CO₂統計を総合エネルギー統計に反映させる際の整合に関する課題

(C-1) 家庭CO₂統計の総合エネルギー統計への部分反映

検討

家庭CO₂統計の値を総合エネルギー統計に反映させる場合、全エネルギー種の反映ではなく、一部のエネルギー種のみでの反映になることも考えられる。また、家庭CO₂統計を用いて地域別値を二重クロス化できれば（例えば地域×世帯類型や地域×用途別エネルギー消費量など）、総合エネルギー統計の詳細化に資する。その場合、家庭CO₂統計の中の一部のエネルギー消費量をそのまま反映させられるのか、もしくは何らかの調整が必要となるのかは、総合エネルギー統計側の判断になるが、総合エネルギー統計ではこれまでも家計調査と電力調査統計などエネルギー源別に異なる統計を適用してきた実態があるため、エネルギー種別に個別の最適を求める方針と考えられる。

ここで、全国試験調査で得られている結果を総合エネルギー統計に反映した場合の、反映前後のエネルギー消費量及びCO₂排出量の変化について検証を行う。

家庭CO₂統計の値は、全国試験調査結果の電力、都市ガス、LPガス、灯油の年間エネルギー消費原単位に平成28年1月1日時点の日本人住民・複数国籍合計の世帯数（55,811,969世帯）を乗じて全国のエネルギー消費量を算出している。

総合エネルギー統計に家庭CO₂統計を反映した場合のエネルギー消費量の前後比較結果を表5.1.12に、CO₂排出量の前後比較結果を表5.1.13に、それぞれ示す。表5.1.12より家庭部門における電力、都市ガス、LPガス、灯油それぞれのエネルギー消費量の反映前後の差は、それぞれ-69,544TJ、105,947TJ、-46,700TJ、10,224TJとなっている。この要因については平成28年度業務で検討しているが（環境省「平成28年度家庭部門のCO₂排出実態統計調査事業委託業務報告書」参照）、引き続き差異が確認されており、この点には課題がある。一方、電力、LPガス、灯油は家庭部門での変化分は産業部門・業務その他部門に消費量に応じて割り当てられ、都市ガスは業務その他部門の「分類不能・内訳推計誤差」に販売量と消費量の差分が計上されることになるため、最終エネルギー消費（部門合計）には差異は生じない。CO₂排出量についても総量は変わらないが、部門別のCO₂排出量が変わることになる。特に、都市ガスの家庭部門と業務その他部門が550万tCO₂、電力の家庭部門が940万tCO₂、業務その他部門が510万tCO₂、製造業部門が410万tCO₂と大きく変わることになる。

表 5.1.12 家庭 CO₂ 統計の反映前後の総合エネルギー統計のエネルギー消費量 (2015 年度)

(単位 : TJ)

部門	灯油			LPG		
	反映前	反映後	差異	反映前	反映後	差異
最終エネルギー消費	570,626	570,626	0	569,494	569,494	0
非製造業部門	31,219	29,919	-1,301	685	786	101
製造業部門	71,484	68,506	-2,978	268,821	308,442	39,621
業務その他部門	142,717	136,771	-5,946	47,350	54,329	6,979
家庭部門	325,206	335,430	10,224	206,322	159,622	-46,700
運輸部門	0	0	0	46,316	46,316	0

部門	都市ガス (一般ガス)			電力 (一般用電力)		
	反映前	反映後	差異	反映前	反映後	差異
最終エネルギー消費	1,208,457	1,208,457	0	2,950,320	2,950,320	0
非製造業部門	3,364	3,364	0	35,881	37,171	1,290
製造業部門	260,149	260,149	0	853,037	883,713	30,676
業務その他部門	554,669	448,722	-105,947	1,044,982	1,082,560	37,578
家庭部門	386,872	492,820	105,947	953,047	883,503	-69,544
運輸部門	3,402	3,402	0	63,373	63,373	0

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」(2016年6月)より独自に算出

表 5.1.13 家庭 CO₂ 統計の反映前後の総合エネルギー統計の CO₂ 排出量 (2015 年度)

(単位 : ktCO₂)

部門	灯油			LPG		
	反映前	反映後	差異	反映前	反映後	差異
最終エネルギー消費	39,139	39,139	0	34,170	34,170	0
非製造業部門	2,141	2,052	-89	41	47	6
製造業部門	4,903	4,699	-204	16,129	18,507	2,377
業務その他部門	9,789	9,381	-408	2,841	3,260	419
家庭部門	22,306	23,007	701	12,379	9,577	-2,802
運輸部門	0	0	0	2,779	2,779	0

部門	都市ガス (一般ガス)			電力 (一般用電力)		
	反映前	反映後	差異	反映前	反映後	差異
最終エネルギー消費	62,174	62,174	0	398,869	398,869	0
非製造業部門	173	173	0	4,851	5,025	174
製造業部門	13,384	13,384	0	115,326	119,474	4,147
業務その他部門	28,537	23,086	-5,451	141,276	146,357	5,080
家庭部門	19,904	25,355	5,451	128,847	119,445	-9,402
運輸部門	175	175	0	8,568	8,568	0

(出典) 資源エネルギー庁「総合エネルギー統計」(2017年12月)及び環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査全国試験調査」(2016年6月)より独自に算出

5.2 用途推計に係る検討

本格調査に向けて、全国試験調査に適用した用途推計方法をベースに改良検討を行う。検討項目は以下の通りである。

- ① 照明単独用途の用途推計方法の検討
- ② 灯油の用途推計方法の再検討

5.2.1 照明用エネルギー消費量の推計方法の検討

近年、LED 照明が急速に普及しており、家庭部門のエネルギー消費削減効果への期待は大きい。しかし、家庭 CO₂ 統計では照明用エネルギー消費量は照明・家電製品等に含まれており、照明単独で分類されていないため、LED の普及によるエネルギー消費削減効果の把握が困難な状況である。そこで、照明を単独用途として把握することを目的に、推計方法の検討を行った。

(1) 推計に用いるデータの概要

推計に使用したデータは以下の通りである。

- ① 平成 24 年度「節電・CO₂削減のための構造分析・実践促進モデル事業推進委託業務」照明に関する調査結果（表 5.2.1、表 5.2.2 参照）
- ② 平成 27 年度業務の関連調査結果 照明点灯状況調査
- ③ 環境省「家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査（確報値）＜統合集計＞」

表 5.2.1 照明に関する調査概要

調査方法	インターネット調査	
調査期間	2012 年 11 月 22 日～12 月 22 日	
調査対象	全国の一般家庭 1,500 世帯	
調査項目	世帯属性	<ul style="list-style-type: none"> ・ 世帯人員 ・ 家族類型 ・ 住宅属性（建て方、延床面積等） ・ 平日の昼間の在宅状況 ・ 都道府県・市区町村
	照明器具の消費電力・使用時間	<ul style="list-style-type: none"> ・ 室毎の用途 ・ 照明の種類 ・ 照明台数 ・ 照明器具毎の消費電力 ・ 天気別の照明使用時間帯・使用時間※
	照明に関わる節電行動の実施状況	<ul style="list-style-type: none"> ・ 調光設定の有無 ・ こまめな消灯の実施

※使用時間帯、使用時間は 10 月頃の状況を把握

表 5.2.2 調査世帯の属性

	二人以上戸建	二人以上集合	単身戸建	単身集合
平均延床面積	129 m ²	73 m ²	110 m ²	48 m ²
平均部屋数	6 部屋	4 部屋	5 部屋	2 部屋
平均世帯人数	3.3 人	2.7 人	1 人	1 人

(2) 推計方法

先述のデータ①を用いて照明用エネルギー消費量の推計式（重回帰式）を開発した。データ①と家庭 CO₂ 統計の調査項目の比較を表 5.2.3 に示す。データ①では持ち家、賃貸等の建物所有関係については調査していないが、照明一つひとつについて細かく調査しているのが特徴である。一方、家庭 CO₂ 統計は所有関係を調査しているが、各照明の種類や数、使用時間に関する項目は無く、唯一居間で使用時間が最も長い照明についてのみ調査している。

表 5.2.3 調査項目の比較

調査項目		データ①	家庭 CO ₂ 統計
属性	地域	○	○
	世帯人数	○	○
	居間の在宅状況	○	○
	建て方（戸建・集合等）	○	○
	建築時期	○	○
	所有関係（持ち家・賃貸等）	×	○
	延床面積	○	○
	居室数	○	○
	室用途（居間・食堂・台所・個室等）	○	○
	居室の面積	○	×
照明に関する項目	部屋別照明種類	○	○
	部屋別照明種類別台数	○	×
	部屋別照明種類別消費電力	○	×
	部屋別照明種類別使用時間帯と使用時間	○	×
	居間で最も使用時間の長い照明種類	○	○
	居間で最も使用時間の長い照明の使用時間	○	○
	照明に関わる省エネ行動（調光）	○	○

重回帰分析を行うにあたり、家庭 CO₂ 統計で把握可能な項目から、ステップワイズ法で変数を選択した。変数選択は増減法、投入基準 P 値は 0.200、除去基準 P 値は 0.200 とした。表 5.2.4 にステップワイズ法に用いた目的変数と説明変数を示す。

表 5.2.4 目的変数と説明変数

目的変数	年間照明用電力消費量 (Wh/世帯・年)		データ①で得られた照明器具の使用時間(h)と消費電力(W)から Wh を積み上げて作成	
	世帯人数 (人)			1~7 (7人以上を選択した場合、7人と仮定)
説明変数	居間の在宅状況		ダミー変数 (居間いる : 1 居間いない : 0)	
	建て方		ダミー変数 (集合 : 1 戸建 : 0)	
	延床面積 (㎡)		15, 40, 60, 80, 110, 137.5, 175, 200 (9つ(不明を含む)の階級から選択式。各階級の代表値。)	
	居室数 (室)		1~12 ((選択式。「12室以上」は12室と仮定。))	
	室用途別照明種類 (LEDを基準にダミーを作成)	居間白熱灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		居間蛍光灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		居間その他		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		食堂白熱灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		食堂蛍光灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		食堂その他		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		台所白熱灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		台所蛍光灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		台所その他		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		その他白熱灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
		その他蛍光灯		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)
	その他その他		ダミー変数 (ある : 1 ない : 0)	
	居間で最も使用時間の長い照明種類(白熱灯/蛍光灯/LED)	MAX 居間白熱灯		ダミー変数 (白熱灯 : 1 白熱灯以外 : 0)
MAX 居間蛍光灯		ダミー変数 (蛍光灯 : 1 蛍光灯以外 : 0)		
MAX 居間その他		ダミー変数 (その他 : 1 その他以外 : 0)		
居間で最も使用時間の長い照明の使用時間 (h)	居間使用時間	天候補正、季節別部屋別補正をかけた実変数 (データ①では使用時間を天候別に質問している。季節別部屋別補正係数は表 5.2.5 参照。)		
照明に関わる省エネ行動 (調光)		ダミー変数 (調光あり : 1 調光なし : 0)		

照明点灯時間については、データ②の調査結果からメインで利用する居室、メインで利用する居室以外の居室、非居室についてそれぞれ12か月分の補正係数を設定し、室用途別・月別に補正係数を設定した(表 5.2.5)。これらの求め方は、まずアンケート調査結果と計測結果から、表 5.2.6 に示す居室別の補正係数を作成し、図 5.2.1 に示す月別の推移を求めた。計測期間は2015年7月～2015年12月の半年であることから、残りの6か月については推定を行った。推定は日の出日の入から計算した夜間時間との回帰式を構築し行った。

表 5.2.5 補正係数

	メインで使用する居室	メインで使用する居室 以外の居室	非居室
10月	1.00	0.83	0.74
11月	1.11	0.85	0.81
12月	1.07	0.85	0.88
1月	1.07	0.85	0.83
2月	1.06	0.82	0.78
3月	1.04	0.78	0.73
4月	1.02	0.74	0.67
5月	1.01	0.71	0.63
6月	1.00	0.69	0.60
7月	1.02	0.73	0.68
8月	1.01	0.69	0.62
9月	1.02	0.75	0.64

表 5.2.6 アンケート調査結果による点灯時間の補正係数

用途及び居室非居室	補正係数 (計測/アンケート)
メイン利用の居室照明	1
メイン利用の居室照明以外の居室照明	0.83
非居室	0.74

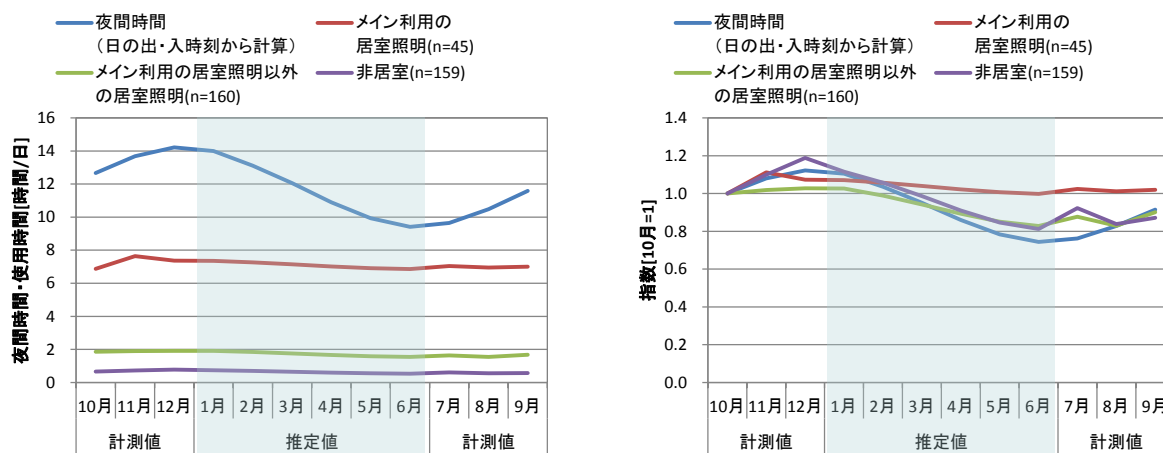


図 5.2.1 照明点灯時間と比率の月別推移

注：メイン利用とは、当該世帯の居室の中で最も使用時間の長いものとした。

(3) 重回帰分析結果

現状の家庭 CO₂ 統計で調査している項目のみを用いてデータ①のステップワイズ法を用いて重回帰分析を行った結果、決定係数（修正 R² 乗）は 0.1834 と低い。そのため、家庭 CO₂ 統計の調査では把握していない項目を追加した場合、決定係数がどのように向上するか検討を行った。

表 5.2.7 回帰式の精度（家庭 CO₂ 統計の項目のみ）

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.4390	0.4283	0.1927	0.1834

表 5.2.8 回帰式に含まれる変数と係数等（家庭 CO₂ 統計の項目のみ）

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	49	8	0.19	34	64	42.07	6.49	< 0.001	**
世帯人数	47,374	8,190	0.17	31,306	63,443	33.46	5.78	< 0.001	**
屋間いない	-40,154	22,133	-0.05	-83,576	3,268	3.29	-1.81	0.0699	
食堂白熱灯	120,415	40,773	0.08	40,422	200,407	8.72	2.95	0.0032	**
食堂蛍光灯	56,360	20,989	0.07	15,181	97,539	7.21	2.69	0.0073	**
台所白熱灯	63,697	42,642	0.04	-19,962	147,356	2.23	1.49	0.1355	
個室白熱灯	65,116	36,348	0.05	-6,195	136,428	3.21	1.79	0.0735	
個室蛍光灯	83,168	27,644	0.09	28,933	137,404	9.05	3.01	0.0027	**
その他蛍光灯	49,668	24,052	0.06	2,481	96,855	4.26	2.07	0.0391	*
延床面積	1,087	223	0.15	649	1,525	23.72	4.87	< 0.001	**
調光	-74,806	20,281	-0.10	-114,595	-35,017	13.61	-3.69	< 0.001	**
M AX居間白熱灯	144,163	49,162	0.09	47,712	240,615	8.60	2.93	0.0034	**
M AX居間蛍光灯	101,684	36,226	0.13	30,611	172,757	7.88	2.81	0.0051	**
M AX居間その他	138,500	44,160	0.14	51,862	225,139	9.84	3.14	0.0018	**
定数項	-161,090	49,352		-257,914	-64,266	10.65	-3.26	0.0011	**

図 5.2.2 に示すとおり、家庭 CO₂ 統計では居間で最も使用時間の長い照明種類とその使用時間について調査しているが、食卓や個室といった他の居室については使用時間が不明である。また、最も使用時間の長い照明の消費電力についても調査をしていない。これらの項目を追加した場合の決定係数について検討を行った。検討したケースは表 5.2.9 示す通りである。

問 14 ふだんお使いになる照明について、以下の場所ごとに使用している照明の種類をお答えください。

- ※スタンド照明や机に組み込まれた照明を除きます。
- ※居室が1部屋の場合は、「個室」ではなく「居間」としてお答えください。
- ※該当する場所がお宅にない場合は「該当しない」とお答えください。

【それぞれあてはまるものすべてに○】

	白熱電球	蛍光灯	LED	その他	該当しない	わからない
居間	1	2	3	4	/	6
食卓・食事室	1	2	3	4		5
台所	1	2	3	4	5	6
個室	1	2	3	4	5	6
その他の場所	1	2	3	4	5	6

居間で複数の種類の照明を使用している場合のみ、問 14-2 もお答えください

問 14-2 居間で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。

【一つに○】

1 白熱電球	2 蛍光灯
3 LED	4 その他（具体的に： _____）

問 15 問 14 でお答えいただいた居間の照明について、平日のおおよその使用時間をお答えください。

- ※就業者がいる世帯の場合、世帯で主に家計を支える方の就労日を「平日」とお考えください。就業者がいない世帯の場合、土・日・祝祭日等を除く日を「平日」とお考えください。
- ※居間で複数の種類を使用している場合は、問 14-2 でお答えいただいた照明についてお答えください。

【一つに○】

1 2 時間未満	2 2 時間～4 時間未満	3 4 時間～6 時間未満
4 6 時間～8 時間未満	5 8 時間～12 時間未満	6 12 時間以上

問 16 お宅での照明に関わる省エネ行動の実施状況をお答えください。

- ※1箇所でも実施していれば「実施している」とお答えください。

【それぞれ一つに○】

	実施している	実施していない	調整できない
状況に応じて照明の明るさを調整している（減灯や自動調光機能の利用を含む）	1	2	3
短時間でも場所を離れるときは消灯を心がけている	1	2	/

図 5.2.2 家庭 CO₂ 統計の調査票における照明に関する項目

表 5.2.9 家庭 CO₂ 統計で調査している項目と検討するケースの項目

室用途		家庭 CO ₂ 統計	ケース						
			1	2	3	4	5	6	7
居間	最も使用時間の長い照明種類	○	○	○	○	○	○	○	○
	最も使用時間の長い照明使用時間	○	○	○	○	○	○	○	○
	最も使用時間の長い照明消費電力				○	○	○	○	
食堂	最も使用時間の長い照明種類		○		○		○		○
	最も使用時間の長い照明使用時間		○		○		○		○
	最も使用時間の長い照明消費電力					○		○	
個室	最も使用時間の長い照明種類			○	○			○	○
	最も使用時間の長い照明使用時間			○	○			○	○
	最も使用時間の長い照明消費電力							○	○

1) ケース 1: 「食堂で最も使用時間の長い照明の種類」「食堂で最も使用時間の長い照明の使用時間」の項目追加

家庭 CO₂ 統計では、居間の最も使用時間の長い照明の種類と使用時間を調査しているが、居間の他に食堂についても追加すると仮定し、ステップワイズ法で変数選択した結果、決定係数は 0.2174 に向上し、選択された変数は表 5.2.11 のようになった。

表 5.2.10 回帰式の精度（食堂を追加した場合）

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.4769	0.4662	0.2275	0.2174

表 5.2.11 回帰式に含まれる変数と係数等（食堂を追加した場合）

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	46	7	0.18	31	60	37.71	6.14	< 0.001	**
食堂使用時間	73	10	0.24	53	93	53.45	7.31	< 0.001	**
世帯人数	44,385	8,030	0.16	28,630	60,139	30.55	5.53	< 0.001	**
屋間いない	-36,173	21,681	-0.05	-78,710	6,363	2.78	-1.67	0.0955	
食堂白熱灯	138,128	48,102	0.09	43,756	232,501	8.25	2.87	0.0042	**
台所白熱灯	60,809	41,796	0.04	-21,192	142,810	2.12	1.45	0.1460	
個室白熱灯	75,906	35,655	0.06	5,954	145,857	4.53	2.13	0.0335	*
個室蛍光灯	84,685	27,090	0.09	31,537	137,833	9.77	3.13	0.0018	**
その他蛍光灯	46,393	23,559	0.05	171	92,614	3.88	1.97	0.0492	*
延床面積	1,104	218	0.15	675	1,532	25.56	5.06	< 0.001	**
調光	-68,880	19,938	-0.09	-107,997	-29,762	11.93	-3.45	< 0.001	**
M AX居間白熱灯	141,035	48,451	0.09	45,978	236,091	8.47	2.91	0.0037	**
M AX居間蛍光灯	115,701	36,828	0.14	43,448	187,954	9.87	3.14	0.0017	**
M AX居間その他	126,758	44,357	0.13	39,735	213,781	8.17	2.86	0.0043	**
M AX食堂蛍光灯	62,917	44,506	0.08	-24,401	150,234	2.00	1.41	0.1577	
M AX食堂その他	121,542	46,556	0.16	30,205	212,880	6.82	2.61	0.0091	**
定数項	-283,049	60,454		-401,653	-164,444	21.92	-4.68	< 0.001	**

2) ケース 2: 「個室で最も使用時間の長い照明の種類」「個室で最も使用時間の長い照明の使用時間」の項目追加

食堂の代わりに個室で最も使用時間の長い照明の種類と使用時間を追加した場合、食堂を追加した場合よりも決定係数が向上し 0.2299 となり、ステップワイズ法で選択された変数は表 5.2.13 のようになった。

表 5.2.12 回帰式の精度 (個室を追加した場合)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.4878	0.4795	0.2380	0.2299

表 5.2.13 回帰式に含まれる変数と係数等 (個室を追加した場合)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	50	7	0.20	36	64	46.44	6.81	< 0.001	**
個室使用時間	65	7	0.24	52	79	88.84	9.43	< 0.001	**
世帯人数	41,175	7,838	0.15	25,799	56,552	27.60	5.25	< 0.001	**
居間白熱灯	97,174	35,390	0.08	27,742	166,606	7.54	2.75	0.0061	**
食堂白熱灯	105,693	39,714	0.07	27,777	183,609	7.08	2.66	0.0079	**
食堂蛍光灯	63,444	20,121	0.08	23,969	102,918	9.94	3.15	0.0017	**
台所白熱灯	75,471	41,218	0.05	-5,395	156,336	3.35	1.83	0.0673	
個室白熱灯	59,002	35,837	0.05	-11,306	129,310	2.71	1.65	0.0999	
その他蛍光灯	53,846	23,187	0.06	8,356	99,336	5.39	2.32	0.0204	*
延床面積	1,096	214	0.15	676	1,516	26.23	5.12	< 0.001	**
調光	-76,501	19,591	-0.10	-114,937	-38,066	15.25	-3.90	< 0.001	**
M AX居間蛍光灯	92,864	31,785	0.11	30,505	155,223	8.54	2.92	0.0035	**
M AX居間その他	95,263	39,931	0.10	16,923	173,603	5.69	2.39	0.0172	*
定数項	-166,891	41,575		-248,457	-85,325	16.11	-4.01	< 0.001	**

3) ケース 3: 「食堂で最も使用時間の長い照明の種類」「食堂で最も使用時間の長い照明の使用時間」「個室で最も使用時間の長い照明の種類」「個室で最も使用時間の長い照明の使用時間」の項目追加

食堂と個室の両方について、最も使用時間の長い照明の種類と使用時間を追加してステップワイズ法で変数選択した結果、決定係数は 0.2538 に向上し、選択された変数は表 5.2.15 のようになった。

表 5.2.14 回帰式の精度 (食堂と個室を追加した場合)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.5127	0.5038	0.2628	0.2538

表 5.2.15 回帰式に含まれる変数と係数等 (食堂と個室を追加した場合)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F値	t値	P値	
居間使用時間	47	7	0.18	33	61	41.90	6.47	< 0.001	**
食堂使用時間	63	10	0.21	44	82	40.94	6.40	< 0.001	**
個室使用時間	58	7	0.22	45	72	71.76	8.47	< 0.001	**
世帯人数	39.023	7.725	0.14	23.867	54.180	25.52	5.05	< 0.001	**
食堂白熱灯	90.670	40.621	0.06	10.976	170.365	4.98	2.23	0.0258	*
台所白熱灯	62.796	40.730	0.04	-17.112	142.704	2.38	1.54	0.1234	
台所蛍光灯	28.833	19.467	0.04	-9.360	67.027	2.19	1.48	0.1388	
個室白熱灯	76.856	34.729	0.06	8.722	144.990	4.90	2.21	0.0271	*
その他蛍光灯	51.791	22.833	0.06	6.994	96.588	5.14	2.27	0.0235	*
延床面積	1,128	212	0.15	712	1,544	28.29	5.32	< 0.001	**
調光	-68,772	19,376	-0.09	-106,785	-30,758	12.60	-3.55	< 0.001	**
M AX居間白熱灯	140,500	47,125	0.09	48,045	232,955	8.89	2.98	0.0029	**
M AX居間蛍光灯	135,229	34,201	0.17	68,130	202,328	15.63	3.95	< 0.001	**
M AX居間その他	123,578	41,812	0.13	41,546	205,609	8.74	2.96	0.0032	**
M AX食堂その他	46,094	25,509	0.06	-3,953	96,140	3.27	1.81	0.0710	
定数項	-248,117	49,297		-344,833	-151,400	25.33	-5.03	< 0.001	**

4) ケース 4: 「居間で最も使用時間の長い照明の消費電力」の項目追加

家庭 CO₂ 統計では照明の消費電力を調査していないが、「居間で最も使用時間の長い照明の消費電力」という項目を追加してステップワイズ法で変数選択した結果、決定係数が 0.2642 に向上し、選択された変数は表 5.2.17 のようになった。

表 5.2.16 回帰式の精度 (居間照明の消費電力追加)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.5221	0.5141	0.2726	0.2642

表 5.2.17 回帰式に含まれる変数と係数 (居間照明の消費電力追加)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	46	7	0.1799	32	60	41.00	6.40	< 0.001	**
世帯人数	49,824	7,770	0.1787	34,581	65,068	41.12	6.41	< 0.001	**
昼間いない	-33,820	20,991	-0.0422	-75,002	7,362	2.60	-1.61	0.1074	
居間その他	-134,307	93,801	-0.0366	-318,335	49,721	2.05	-1.43	0.1524	
食堂白熱灯	75,934	38,689	0.0491	30	151,839	3.85	1.96	0.0499	*
食堂蛍光灯	68,355	19,846	0.0887	29,420	107,291	11.86	3.44	< 0.001	**
台所その他	-337,757	168,623	-0.0513	-668,579	-6,935	4.01	-2.00	0.0454	*
個室白熱灯	68,676	33,253	0.0527	3,436	133,916	4.27	2.07	0.0391	*
個室蛍光灯	63,438	25,789	0.0653	12,843	114,033	6.05	2.46	0.0140	*
その他蛍光灯	41,447	22,783	0.0471	-3,251	86,146	3.31	1.82	0.0691	
延床面積	939	212	0.1288	523	1,355	19.64	4.43	< 0.001	**
調光	-100,835	19,172	-0.1333	-138,449	-63,221	27.66	-5.26	< 0.001	**
M AX居間その他	149,267	28,882	0.1537	92,603	205,931	26.71	5.17	< 0.001	**
居間消費電力	2,463	201	0.3342	2,068	2,859	149.49	12.23	< 0.001	**
定数項	-158,407	37,897		-232,757	-84,056	17.47	-4.18	< 0.001	**

5) ケース5: 「居間で最も使用時間の長い照明の消費電力」「食堂で最も使用時間の長い照明の消費電力」の項目追加

居間の他、食堂で最も使用時間の長い照明の消費電力を追加した場合、決定係数が 0.3434 に向
上し、ステップワイズ法で選択された変数は表 5.2.19 のようになった。

表 5.2.18 回帰式の精度 (居間・食堂照明の消費電力追加)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.5941	0.5860	0.3530	0.3434

表 5.2.19 回帰式に含まれる変数と係数 (居間・食堂照明の消費電力追加)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰 係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	42	7	0.16	28	55	37.89	6.16	< 0.001	**
食堂使用時間	67	9	0.22	48	85	52.35	7.24	< 0.001	**
世帯人数	44,281	7,360	0.16	29,840	58,721	36.19	6.02	< 0.001	**
屋間いない	-28,752	19,872	-0.04	-67,740	10,235	2.09	-1.45	0.1482	
居間その他	-156,088	88,745	-0.04	-330,198	18,022	3.09	-1.76	0.0789	
台所白熱灯	56,330	38,263	0.04	-18,738	131,398	2.17	1.47	0.1412	
台所その他	-223,179	159,681	-0.03	-536,458	90,101	1.95	-1.40	0.1625	
個室白熱灯	67,183	32,148	0.05	4,113	130,254	4.37	2.09	0.0368	*
個室蛍光灯	57,117	24,849	0.06	8,365	105,870	5.28	2.30	0.0217	*
その他蛍光灯	32,480	21,585	0.04	-9,869	74,828	2.26	1.50	0.1327	
延床面積	953	200	0.13	560	1,346	22.64	4.76	< 0.001	**
調光	-87,708	18,325	-0.12	-123,660	-51,756	22.91	-4.79	< 0.001	**
M AX居間蛍光灯	39,355	28,253	0.05	-16,075	94,785	1.94	1.39	0.1639	
M AX居間その他	130,643	36,026	0.13	59,964	201,323	13.15	3.63	< 0.001	**
居間消費電力	1,962	197	0.27	1,576	2,347	99.62	9.98	< 0.001	**
M AX食堂白熱灯	-60,364	44,216	-0.03	-147,111	26,383	1.86	-1.37	0.1724	
M AX食堂その他	182,720	27,389	0.24	128,986	236,454	44.51	6.67	< 0.001	**
食堂消費電力	2,836	295	0.31	2,257	3,414	92.46	9.62	< 0.001	**
定数項	-326,084	46,928		-418,152	-234,017	48.28	-6.95	< 0.001	**

6) ケース 6 : 「居間で最も使用時間の長い照明の消費電力」 「個室で最も使用時間の長い照明の消費電力」の項目追加

居間の他、個室で最も使用時間の長い照明の消費電力を追加した場合、決定係数が 0.3882 に向上し、ステップワイズ法で選択された変数は表 5.2.21 のようになった。

表 5.2.20 回帰式の精度 (居間・個室照明の消費電力追加)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.6294	0.6231	0.3961	0.3882

表 5.2.21 回帰式に含まれる変数と係数 (居間・個室照明の消費電力追加)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	49	7	0.19	36	62	56.32	7.50	< 0.001	**
個室使用時間	67	6	0.25	55	80	109.62	10.47	< 0.001	**
世帯人数	37,899	7,057	0.14	24,053	51,744	28.84	5.37	< 0.001	**
集合	-29,122	21,660	-0.04	-71,617	13,372	1.81	-1.34	0.1790	
食堂白熱灯	61,015	35,211	0.04	-8,066	130,096	3.00	1.73	0.0834	
食堂蛍光灯	60,905	17,947	0.08	25,694	96,116	11.52	3.39	< 0.001	**
台所白熱灯	83,994	36,174	0.05	13,025	154,964	5.39	2.32	0.0204	*
台所その他	-277,270	149,225	-0.04	-570,035	15,495	3.45	-1.86	0.0634	
その他白熱灯	-24,453	18,386	-0.03	-60,524	11,618	1.77	-1.33	0.1838	
その他蛍光灯	29,212	21,248	0.03	-12,474	70,899	1.89	1.37	0.1694	
延床面積	767	222	0.11	331	1,203	11.93	3.45	< 0.001	**
調光	-90,317	17,337	-0.12	-124,331	-56,303	27.14	-5.21	< 0.001	**
M AX居間その他	88,868	26,578	0.09	36,724	141,012	11.18	3.34	< 0.001	**
居間消費電力	1,671	195	0.23	1,289	2,054	73.53	8.57	< 0.001	**
M AX個室その他	162,277	28,098	0.16	107,152	217,402	33.36	5.78	< 0.001	**
個室消費電力	3,188	258	0.34	2,681	3,694	152.58	12.35	< 0.001	**
定数項	-259,107	43,344		-344,145	-174,069	35.73	-5.98	< 0.001	**

7) ケース 7: 「居間で最も使用時間の長い照明の消費電力」「食堂で最も使用時間の長い照明の消費電力」「個室で最も使用時間の長い照明の消費電力」の項目追加

居間の他、食堂、個室で最も使用時間の長い照明の消費電力を追加した場合、決定係数が 0.4321 に向上し、ステップワイズ法で選択された変数は表 5.2.23 のようになった。

表 5.2.22 回帰式の精度 (居間・食堂・個室照明の消費電力追加)

重相関係数		決定係数	
R	修正R	R ² 乗	修正R ² 乗
0.6636	0.6574	0.4404	0.4321

表 5.2.23 回帰式に含まれる変数と係数 (居間・食堂・個室照明の消費電力追加)

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	偏回帰係数の95%信頼区間		偏回帰係数の有意性の検定			*: P<0.05 **: P<0.01
				下限値	上限値	F 値	t 値	P 値	
居間使用時間	44	6	0.17	32	57	49.43	7.03	< 0.001	**
食堂使用時間	59	9	0.19	42	76	46.84	6.84	< 0.001	**
個室使用時間	61	6	0.23	48	73	94.06	9.70	< 0.001	**
世帯人数	34,910	6,795	0.13	21,579	48,241	26.40	5.14	< 0.001	**
集合	-31,211	20,908	-0.04	-72,231	9,808	2.23	-1.49	0.1358	
居間その他	-133,602	79,933	-0.04	-290,423	23,219	2.79	-1.67	0.0949	
台所白熱灯	78,022	34,977	0.05	9,401	146,643	4.98	2.23	0.0259	*
個室蛍光灯	-44,720	34,489	-0.05	-112,385	22,946	1.68	-1.30	0.1950	
その他蛍光灯	29,278	20,167	0.03	-10,287	68,844	2.11	1.45	0.1468	
延床面積	796	214	0.11	376	1,216	13.82	3.72	< 0.001	**
調光	-82,907	16,946	-0.11	-116,154	-49,660	23.94	-4.89	< 0.001	**
M AX 居間蛍光灯	49,580	26,493	0.06	-2,397	101,557	3.50	1.87	0.0615	
M AX 居間その他	100,855	33,802	0.10	34,538	167,171	8.90	2.98	0.0029	**
居間消費電力	1,427	188	0.19	1,057	1,796	57.40	7.58	< 0.001	**
M AX 食堂その他	130,790	25,691	0.17	80,387	181,193	25.92	5.09	< 0.001	**
食堂消費電力	1,891	278	0.21	1,345	2,437	46.19	6.80	< 0.001	**
M AX 個室その他	100,612	36,311	0.10	29,373	171,850	7.68	2.77	0.0057	**
個室消費電力	2,763	263	0.29	2,247	3,279	110.29	10.50	< 0.001	**
定数項	-349,510	53,097		-453,682	-245,339	43.33	-6.58	< 0.001	**

以上の結果から、各ケースの決定係数を表 5.2.24 に示す。ケース 1 とケース 2 を比較すると、居間の他に最も使用時間の長い照明の種類と使用時間を追加する場合、食堂よりも個室を追加する方が、決定係数が 0.217 から 0.223 に向上した。また、消費電力まで追加するケース 5 とケース 6 を比較しても、食堂よりも個室を追加する方が、決定係数が 0.343 から 0.388 に向上した。

ケース 3 とケース 4 を比較すると、食堂と個室の照明種類と使用時間を追加するよりも、居間のみの消費電力を追加した方が、決定係数が 0.254 から 0.264 に向上した。なお、質問数としてはケース 4 の居間の消費電力を調査する方が追加項目は少なく済むが、ケース 3 の照明種類と使用時間を追加する方が回答しやすい可能性もあるため、質問数と回答しやすさについて考慮する必要がある。

表 5.2.24 各ケースの決定係数

室用途	項目	家庭 CO ₂ 統計	ケース						
			1	2	3	4	5	6	7
居間	最も使用時間の長い照明種類	○	○	○	○	○	○	○	○
	最も使用時間の長い照明使用時間	○	○	○	○	○	○	○	○
	最も使用時間の長い照明消費電力					○	○	○	○
食堂	最も使用時間の長い照明種類		○		○		○		○
	最も使用時間の長い照明使用時間		○		○		○		○
	最も使用時間の長い照明消費電力						○		○
個室	最も使用時間の長い照明種類			○	○			○	○
	最も使用時間の長い照明使用時間			○	○			○	○
	最も使用時間の長い照明消費電力							○	○
決定係数		0.183	0.217	0.223	0.254	0.264	0.3434	0.388	0.432

これらの結果の評価にあたり、データ①の有効調査世帯数である 1239 世帯の中から n=10、30、50、100 の世帯をランダムに 1000 パターン抽出し、各パターンの観測値（データ①から得られる各世帯の年間照明用エネルギー消費量）の平均値と予測値（推計式から求められる各世帯の年間照明用エネルギー消費量）の平均値の乖離率を評価した。図 5.2.3 に家庭 CO₂ 統計、図 5.2.4 から図 5.2.10 にケース 1 からケース 7 の乖離率の度数を示す。

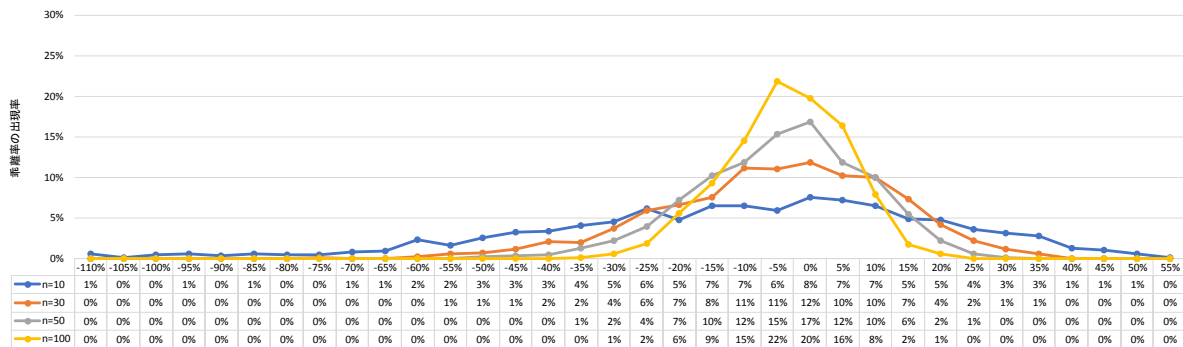


図 5.2.3 家庭 CO₂ 統計の項目のみ

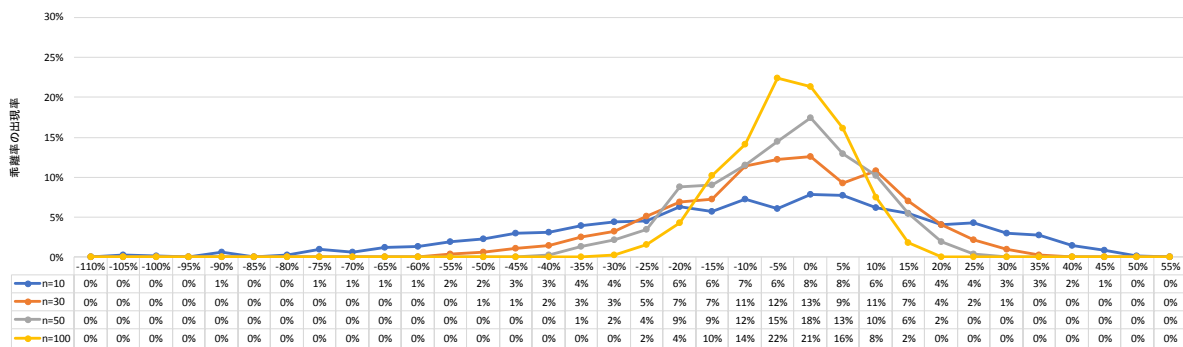


図 5.2.4 ケース 1

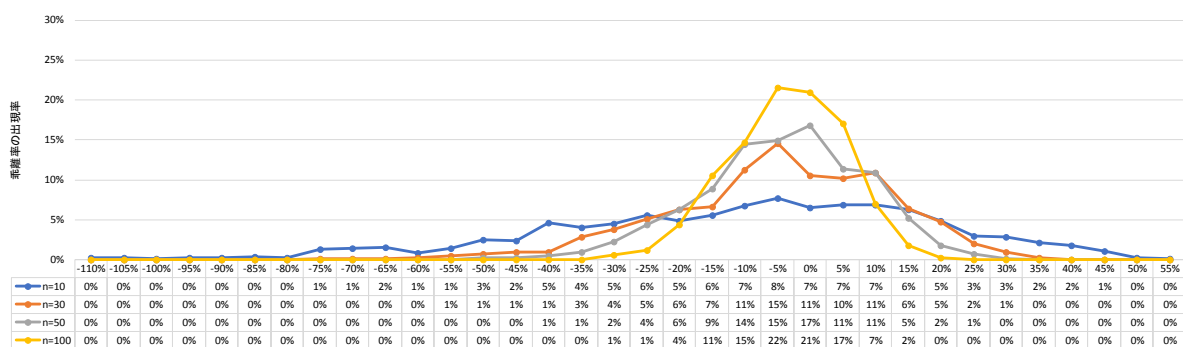


図 5.2.5 ケース 2

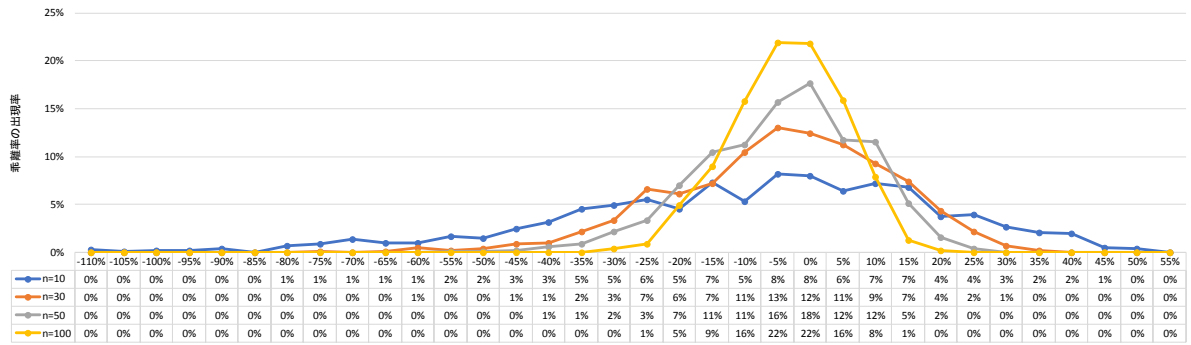


図 5.2.6 ケース 3

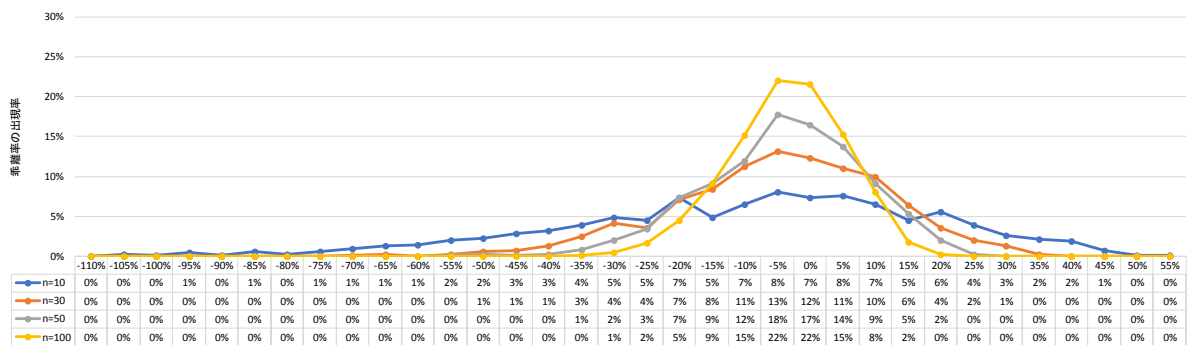


図 5.2.7 ケース 4

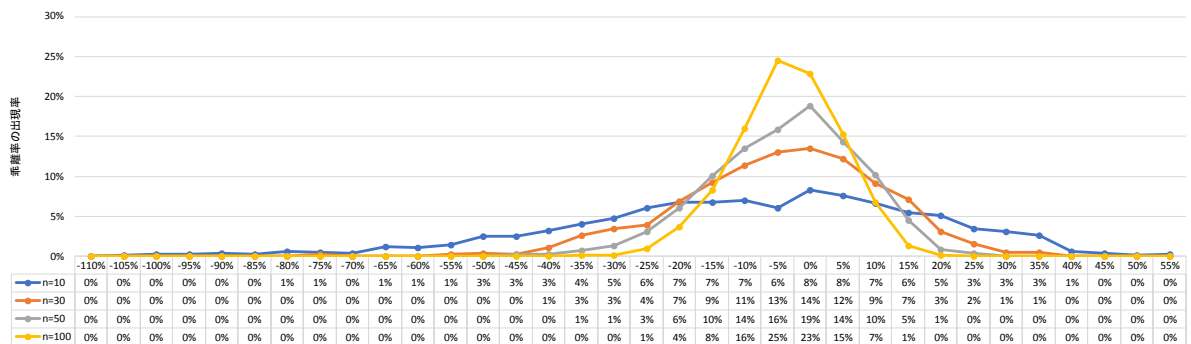


図 5.2.8 ケース 5

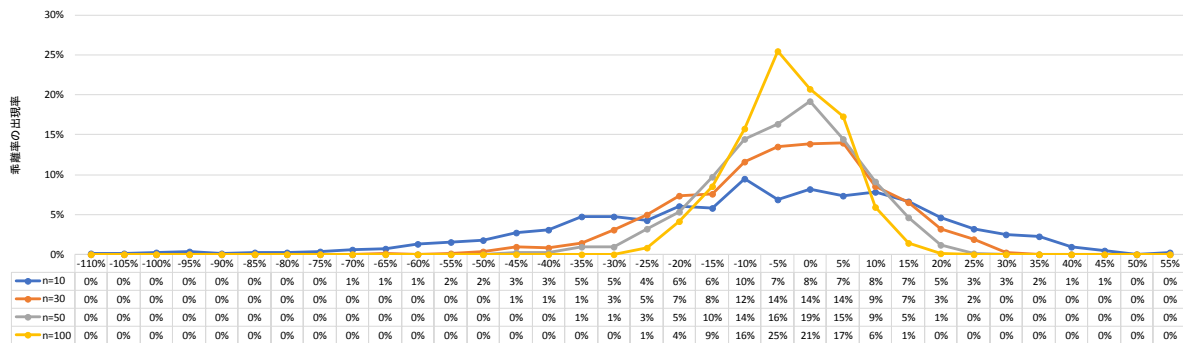


図 5.2.9 ケース 6

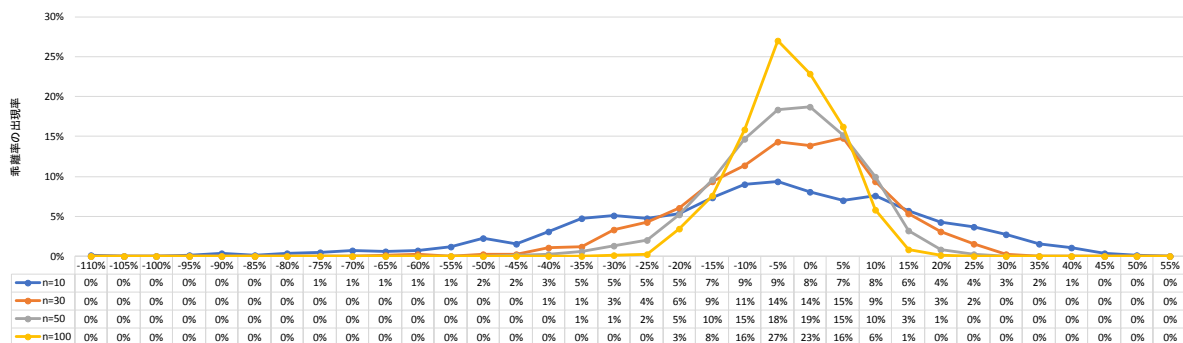


図 5.2.10 ケース 7

表 5.2.25 に乖離率が±10%以内に含まれる割合を示す。居間以外の部屋の最も使用する照明種類と使用時間を新たな調査項目に追加しても、データの信頼性はほぼ変わらない結果となった。(ケース 1~3)

居間・食堂・個室の消費電力まで把握するケース 7 でも、n=10 のように推計対象世帯数が少ないと誤差が大きくなってしまふ。一方、現状の調査票でも、n=100 であれば観測値と予測値との乖離率が±10%以内に含まれる確率は 73%となった。

表 5.2.25 乖離率が±10%以内に含まれる割合

	家庭 CO ₂ 統計	ケース						
		1	2	3	4	5	6	7
	最も使用時間の長い 照明種類と照明使用時間				最も使用時間の長い 照明種類と照明使用時間+消費電力			
	居間	居間 + 食堂	居間 + 個室	居間 + 食堂 + 個室	居間	居間 + 食堂	居間 + 個室	居間 + 食堂 + 個室
n=10	27%	29%	28%	28%	30%	29%	32%	34%
n=30	44%	46%	47%	47%	48%	50%	53%	54%
n=50	56%	57%	58%	56%	60%	63%	65%	67%
n=100	73%	74%	74%	75%	74%	79%	79%	82%

(4) まとめ

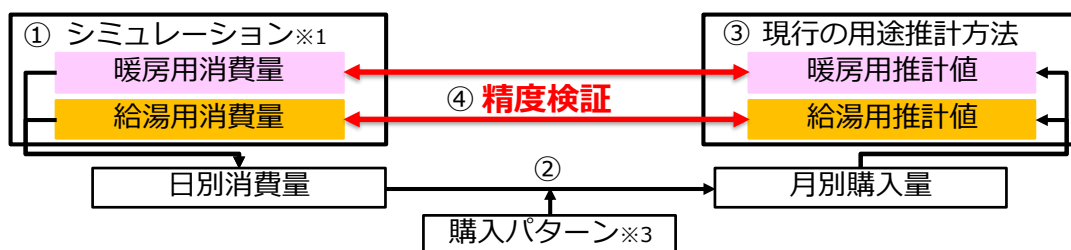
家庭 CO₂ 統計の項目を用いて推計式を作成した結果、決定係数は 0.183 となった。家庭 CO₂ 統計には含まれない項目を追加すると、最大で決定係数は 0.432 に向上した。観測値と予測値の乖離率をみると、居間・食堂・個室の消費電力まで推計式に導入するケース 7 でも、推計する世帯数が少ないと誤差が大きくなり、個別世帯レベルで単独推計を行うことは困難である。また、居間・食堂・個室の消費電力まで回答してもらった負担はかなり大きく、それに対して得られるメリットは限定的であることが明らかとなった。

一方、今回開発した推計式の活用方法として、現状の調査票から得られる推計式でも、地方別や地方別建て方別といった、集計区分が 100 以上の単位であれば、一定の精度を持った集計値になるため、照明用エネルギー消費実態の分析に活用することは有益と考えられる。

5.2.2 灯油消費量の用途推計方法の再検討

毎月の使用量の検針があるガスと異なり、灯油は纏めて購入されるため、灯油を暖房と給湯の2用途に使用している場合の各用途のエネルギー消費量の推計はガス暖房給湯使用世帯に比べ、難しい。そこで本業務では、用途推計の精度検証を行う。

図 5.2.11 に精度検証方法のフロー図を示す。①シミュレーション（詳細は後述）より暖房および給湯用の1年間の日別消費量を作成する。シミュレーションのパターンは様々な使用状況を想定し、全1,452ケースのシミュレーションを行う。次に②作成した日別消費量に購入パターンを考慮し、月別購入量を作成する。次に③後述の全国試験調査における用途推計方法（以下、現行の用途推計方法という）より、月別購入量から暖房および給湯用の年間消費量を推計し、④ケースごとに双方を比較し、推計精度を検証する。



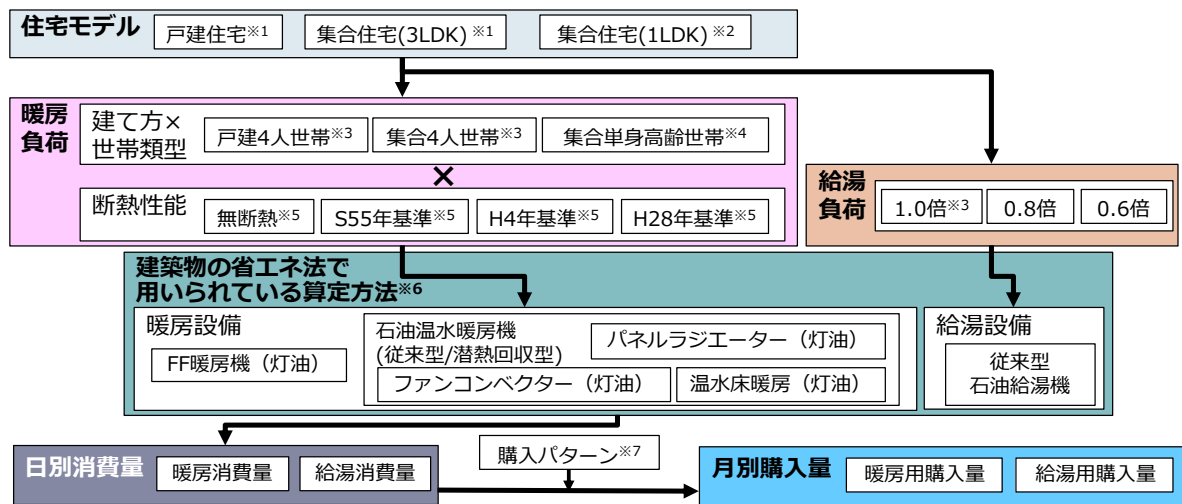
※1 建築物のエネルギー消費性能の向上に関する法律（以下、建築物省エネ法という）で採用されている建物モデル、計算方法を採用。暖房負荷の算出にはシミュレーションソフト（Sim-heat）を使用。

※2 灯油のホームタンクの容量を想定し、タンク内の灯油残量がどの程度まで減ったときに購入するかを3パターン作成。

図 5.2.11 精度検証方法フロー図

(1) シミュレーション方法

本シミュレーションでは建築物省エネ法で採用されている住宅モデルおよび計算方法を用い、給湯および暖房用年間灯油消費量を算出する。まず、1) 住宅モデルを建て方別に戸建住宅と集合住宅の2種類を作成し、住宅モデルごとに居住する世帯属性を設定する。次に暖房負荷を算出するために2) 設定した世帯属性および住宅モデルに合わせ、居室ごとに生活スケジュールおよび機器スケジュールを設定する。住宅の断熱性能が暖房負荷に与える影響が大きいため、省エネ法で定められた基準値を基に断熱性能のパターンを設定し、熱負荷シミュレーションソフトを用いて暖房負荷を算出する。4) 建築物省エネ法で採用されている計算方法を用いて、1年間の時刻別暖房用消費量を算出し、日別暖房用消費量を作成する。次に5) 給湯負荷および1年間の日別給湯用消費量は建築物省エネ法で採用されている計算方法を用いて算出する。4)と5)で作成した日別暖房用消費量および日別給湯用消費量を合算し、日別灯油消費量を作成する。6) 灯油のホームタンクの容量を想定し、タンク内の灯油残量がどの程度まで減ったときに購入するか、購入パターンを設定し、日別灯油消費量から月別購入量を推計する。シミュレーションフローを図 5.2.12 に示す。また、本検証で行う全1,452ケースの計算条件の一覧については別冊の資料4を参照されたい。



※1 建築物省エネ法で採用されているモデル。
 ※2 建築物省エネ法で採用されているモデルより作成。
 ※3 建築物省エネ法に採用されている生活スケジュール・暖房負荷・給湯負荷。
 ※4 「国民生活時間調査2015」の「70代以上女性」より作成したスケジュール。
 ※5 住宅・建築物の省エネルギー施策について、国土交通省、「くらしからの省エネを進める政策デザイン研究国際ワークショップ〜英国グリーンディール政策を参考に〜」発表資料、H26.2.24。
 ※6 建築物省エネ法に準拠した設計一次11時* -消費量算定方法。
 ※7 灯油のホームタンクの容量を想定し、タンク内の灯油残量がどの程度まで減ったときに購入するかを3パターン作成

図 5.2.12 シミュレーション方法フロー図

以下に本シミュレーションで用いた各設定内容を示す。

1) 住宅モデルの設定

住宅モデルの概要を表 5.2.26 にまとめる。No.1、2 は建築物省エネ法で用いられた住宅モデルに準拠して作成する。建築物省エネ法の住宅モデルは4人世帯のモデルであるが、全国試験調査結果(表 5.2.27)をみると、灯油を給湯に使用している1人〜3人世帯もいることから集合住宅の単身世帯のモデルも本シミュレーションに用いることとする。想定する単身世帯の年代は、若中年単身世帯より在宅時間が長い高齢者単身世帯とする。No.3 は No.2 の集合住宅 3LDK を基に間取りを2つの居室を除いた 1LDK とする。また延床面積は住生活基本計画(全国計画)²¹の誘導居住面積水準²²の都市の中心及びその周辺における共同住宅居住を想定した都市居住型誘導居住面積水準の単身者が 40 m²、2人世帯が 50 m²であることを参考に 40〜50 m²になるように作成する。集合住宅は最も外界条件の影響を受ける最上階妻側とする。作成した各住宅モデルの平面図を表 5.2.28 に示す。各住宅モデルの断面図、立体図については別冊の資料 4 を参照されたい。

本シミュレーションでは、住宅モデルの作成および後述の 2) 生活スケジュールの設定、3) 断熱性能の設定を行い、暖房負荷の算出には熱負荷シミュレーションソフト AE-Sim/Heat ver.4.0.4 を用いる。

本シミュレーションで用いる気象地点は、建築物省エネ法で定められた地域区分ごとに表 5.2.29 に示す通りとする。本シミュレーションに用いる気象データは「拡張アメダス気象データ

²¹ 住生活基本計画(全国計画): 国土交通省, 平成 28 年 3 月 18 日閣議決定

²² 住生活基本計画(全国計画)で定められている世帯人数に応じて、豊かな住生活の実現の前提として多様なライフスタイルに対応するために必要と考えられる住宅の面積に関する水準。

1981-2000²³」より表 5.2.29 に示す地点名の標準年データを採用する。本シミュレーションで想定した地域区分ごとの全国試験調査における地方名は、1・2 地域：北海道、3・4 地域：東北、5 地域：北関東、北陸、6 地域：南関東～九州（北部）、7 地域：九州（南部）とする。なお、都道府県や市区町村レベルでは前述の区分にあてはまらない地域があるがあるが、シミュレーション内容が複雑になるため、本シミュレーションでは前述の地域区分と地方名の組み合わせで検討を行う。また、8 地域（沖縄）は建築物省エネ法で採用されている計算方法では暖房負荷が発生しないものとされているため、本シミュレーションの対象地域から除外する。

表 5.2.26 住宅モデルの概要

No.	建て方	延床面積	住宅属性	間取り	世帯属性
1	戸建	120.7 m ²	木造 2 階建て	4LDK	4 人世帯
2	集合	70 m ²	最上階妻側	3LDK	4 人世帯
3		47.46 m ²	最上階妻側	1LDK	単身世帯（高齢）

表 5.2.27 世帯人数別エネルギー使用用途（灯油のみ抜粋）²⁴

世帯人数	世帯数分布（抽出率調整）[世帯]	集計世帯数 [世帯]	世帯数分布[%]			
			全体	暖房	給湯	融雪
1 人	31,496	2,081	32.8	32.1	6.4	0.2
2 人	24,499	3,425	49.9	48.6	13.1	0.6
3 人	19,497	2,671	48.2	47.1	10.5	0.2
4 人以上	24,508	3,455	45.9	44.8	9.5	0.4

²³ 日本建築学会：拡張アメダス気象データ 1981-2000, 2005 年 8 月

²⁴ <第 4 表>基本項目（世帯・住宅）別-エネルギー種別使用用途の一部抜粋：家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査，統合集計，平成 28 年 6 月 30 日

表 5.2.28 住宅モデルの平面図



表 5.2.29 地域区分と採用した Amedas 地点

地域区分	地点名	地点番号
1 地域	北海道旭川市	23
2 地域	北海道札幌市	46
3 地域	岩手県盛岡市	224
4 地域	宮城県仙台市	225
5 地域	新潟県新潟市	498
6 地域	東京都 (東京)	363
7 地域	鹿児島県鹿児島市	806

2) 生活スケジュールと暖房設備の運転スケジュールの設定

住宅種類別に生活スケジュールを設定する。4人世帯の場合は、建築物省エネ法で採用されている生活スケジュールを採用する。高齢者単身世帯は建築物省エネ法で採用されている生活スケジュールがないため、「データブック国民生活時間調査 2015²⁵⁾」のデータを用いて設定する。65歳以上の高齢者のデータのうち、最も在宅時間が長くかつサンプル数の多い、「70代以上女性」のデータを採用し、在宅時間、就寝時間からリビングの在室時間、寝室の在室時間を設定する。次に設定した在室時間に合わせ、各居室の暖房設備の運転スケジュールを設定する。建築物省エネ法では運転スケジュールは暖房設備の組み合わせにより、「連続運転²⁶⁾」と「間歇運転²⁷⁾」に分けられており、連続運転となる暖房設備の場合は、在宅時間とは関係なく、24時間連続で運転しているスケジュールとする。設定した生活スケジュールおよび間歇運転の場合の暖房設備の運転スケジュールの平日を図 5.2.13、休日を図 5.2.14 に示す。

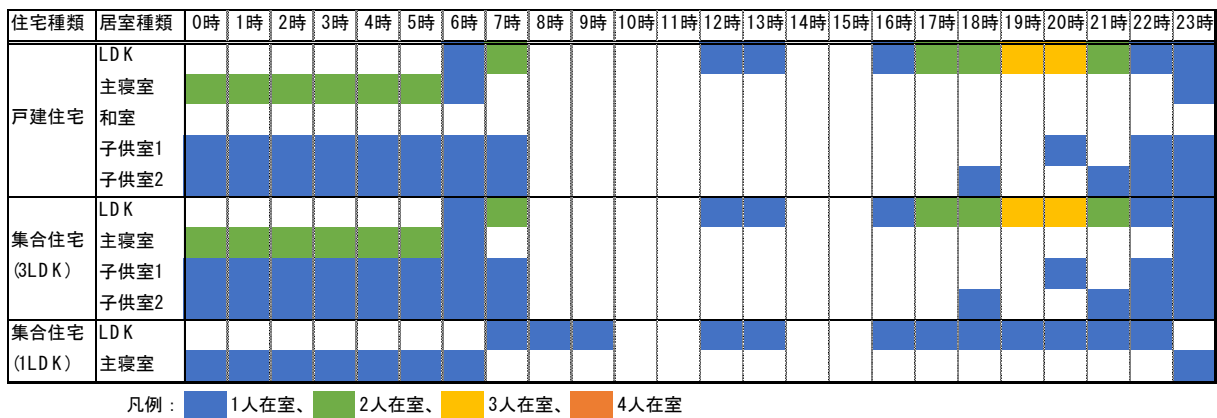


図 5.2.13 生活スケジュールおよび暖房設備の運転スケジュール（平日）

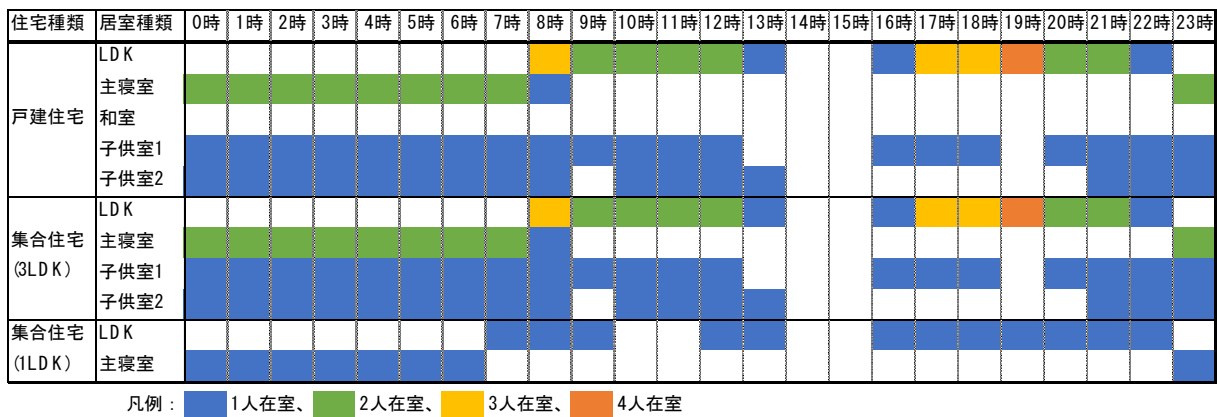


図 5.2.14 生活スケジュールおよび暖房設備の運転スケジュール（休日）

²⁵⁾ NHK 放送文化研究所：データブック国民生活時間調査 2015, 2016 年 3 月

²⁶⁾ 居住者の在室状況にかかわらず、居室を 24 時間連続的に暖房する運転方法。

²⁷⁾ 居住者が在室している時のみ、居室を暖房する運転方法。

3) 断熱性能の設定

様々なケースを検討するために住宅モデルの断熱性能を省エネ法で定められた基準値を用いて複数パターン設定する。省エネ法の制定年は昭和 55 年（以下、S55 年という）、改正年は平成 4 年（以下、H4 年という）、平成 11 年（以下、H11 年という）、平成 28 年（以下、H28 年という）となっており、省エネ法の基準値は省エネ法の改正に伴い、基準値が引き上げられている。なお、H28 年基準は H11 年基準と断熱性能は同等のため、ここでは H28 年基準と表記し、断熱性能は省エネ法の制定年および改正年に従い、S55 年基準、H4 年基準、H28 年基準で区分する。また、上記に示した 3 区分に加え、断熱材が使用されていない仕様（以下、無断熱）を加えた 4 区分でシミュレーションを行う。無断熱、S55 年基準、H4 年基準、H28 年基準の性能値は既往文献²⁸を参考に各基準値の Q 値²⁹または U_A 値³⁰が同等になるように各部材の仕様を設定する。参考として戸建住宅モデルおよび集合住宅モデルで採用した具体的な断熱仕様（6 地域）を表 5.2.30、表 5.2.31 に示す。また、6 地域以外の地域区分でのシミュレーションで用いた住宅モデルの Q 値を表 5.2.32 に示すとおりに設定している。

表 5.2.30 断熱性能の設定（戸建住宅・6 地域）

		無断熱	S55 年基準	H4 年基準	H28 年基準
断熱仕様	天井	なし	GW10K 60mm	GW10K 100mm	高性能 GW16K 100mm
	外壁	なし	GW10K 40mm	GW10K 70mm	高性能 GW16K 50mm
	床	なし	GW10K 40mm	GW10K 60mm	GW16K 100mm
	開口部（窓）	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +複層ガラス
自然換気回数（回/h）		3.0	1.5	1.0	0.5
Q 値（W/m ² K）		10.6	5.1	4.1	2.23
U _A 値（W/m ² K）		3.03	1.42	1.20	0.84
省エネ基準で定められている値	Q 値（W/m ² K）	なし	5.2	4.2	2.7
	U _A 値（W/m ² K）	なし	なし	なし	0.87

表 5.2.31 断熱性能の設定（集合住宅 3LDK・6 地域）

		無断熱	S55 年基準	H4 年基準	H28 年基準
断熱仕様	天井	なし	GW10K 60mm	GW10K 100mm	高性能 GW16K 100mm
	外壁	なし	GW10K 40mm	GW10K 70mm	高性能 GW16K 50mm
	床	なし	GW10K 40mm	GW10K 60mm	GW16K 100mm
	開口部（窓）	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +単板	アルミサッシ +複層ガラス
自然換気回数（回/h）		1.0	1.0	1.0	0.5
Q 値（W/m ² K）		7.83	5.1	4.1	2.6
U _A 値（W/m ² K）		1.73	1.28	0.98	0.66
省エネ基準で定められている値	Q 値（W/m ² K）	なし	5.2	4.1	2.9
	U _A 値（W/m ² K）	なし	なし	なし	0.87

²⁸ 住宅・建築物の省エネルギー施策について、国土交通省、「くらしからの省エネを進める政策デザイン研究国際ワークショップ～英国グリーンディール政策を参考に～」発表資料、平成 26 年 2 月 24 日

²⁹ Q 値（熱損失係数）：床面積あたりの熱損失量。

³⁰ U_A 値（外皮平均熱貫流率）：外皮（天井・屋根、壁、床等）の熱損失量の合計を外皮面積の合計で除した値。

表 5.2.32 シミュレーションで用いた住宅モデルの Q 値 (W/m² K)の一覧 (戸建住宅)

地域 区分	無断熱		S55 年基準		H4 年基準		H28 年基準	
	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値 ³¹
1 地域	10.6	-	2.6	2.8	1.7	1.8	1.3	1.6
2 地域	10.6	-	2.6	2.8	1.7	1.8	1.3	1.6
3 地域	10.6	-	3.9	4.0	2.6	2.7	1.5	1.9
4 地域	10.6	-	4.6	4.7	3.0	3.1	2.0	2.3
5 地域	10.6	-	5.0	5.2	3.6	3.6	2.2	2.6
6 地域	10.6	-	5.0	5.2	3.6	3.6	2.2	2.6
7 地域	10.6	-	5.0	5.2	3.6	3.6	2.2	2.6

表 5.2.33 シミュレーションで用いた住宅モデルの Q 値 (W/m² K)の一覧 (集合住宅 3LDK)

地域 区分	無断熱		S55 年基準		H4 年基準		H28 年基準	
	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値 ³¹
1 地域	6.5	-	2.8	2.8	1.8	1.8	1.9	1.9
2 地域	6.5	-	2.8	2.8	1.8	1.8	1.9	1.9
3 地域	6.5	-	4.0	4.0	2.6	2.7	2.0	2.2
4 地域	6.5	-	4.4	4.7	3.0	3.1	2.5	2.5
5 地域	6.5	-	5.0	5.2	3.6	3.6	2.7	2.9
6 地域	6.5	-	5.0	5.2	3.6	3.6	2.7	2.9
7 地域	6.5	-	5.0	8.3	3.6	3.6	2.7	2.9

表 5.2.34 シミュレーションで用いた住宅モデルの Q 値 (W/m² K)の一覧 (集合住宅 1LDK)

地域 区分	無断熱		S55 年基準		H4 年基準		H28 年基準	
	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値	採用値	基準値 ³¹
1 地域	7.3	-	2.8	2.8	1.7	1.8	1.5	1.5
2 地域	7.3	-	2.8	2.8	1.7	1.8	1.5	1.5
3 地域	7.3	-	4.0	4.0	2.6	2.7	1.7	1.7
4 地域	7.3	-	4.4	4.7	3.0	3.1	2.1	2.2
5 地域	7.3	-	5.1	5.2	3.5	3.6	2.3	2.4
6 地域	7.3	-	5.1	5.2	3.5	3.6	2.5	2.4
7 地域	7.3	-	5.1	8.3	3.5	3.6	2.5	2.4

³¹ U_A 値基準を満たす Q 値。

4) 暖房設備の設定

建築物省エネ法で採用されている計算方法を用いて時刻別の灯油消費量を算出するために暖房設備を設定する。建築物省エネ法では「FF 暖房機」「温水暖房（床暖房パネル）」「温水暖房（パネルラジエーター）」「温水暖房（ファンコンベクター）」が灯油暖房設備として計算方法が採用されているため、本シミュレーションでも上記の4つの暖房設備を採用する。

全国試験調査結果（表 5.2.35）を用いて暖房設備ごとにシミュレーション対象とする地域区分を選定する。表 5.2.35 より、「灯油ストーブ類」は使用世帯数の分布が近畿地方の集合住宅以外では10%以上となっていることから、「FF 暖房機」でシミュレーションを行う地域区分と建て方は、地域区分1地域から7地域の戸建および集合住宅で使用されていると対象とする。「灯油温水床暖房」と「セントラル暖房システム」の世帯数分布を見ると、戸建住宅では中国、四国地方まで分布していることから地域区分1地域から6地域までを「温水暖房」のシミュレーションを行う範囲とする。集合住宅を見ると東北以南は東海地方を除いて0%であることから地域区分1地域から4地域までを「温水暖房」のシミュレーションを行う範囲とする。

建築物省エネ法で採用されている計算方法では暖房設備は主たる居室（LDK）とその他の居室ごとに設定する必要がある。ここで本シミュレーションでは各暖房設備の組み合わせを表 5.2.36 に示すとおりに6パターン作成する。なお、各暖房設備の運転方法は建築物省エネ法で採用されている計算方法に則る。温水暖房設備の種類は従来型と潜熱回収型の2種類を採用し、従来型の定格効率は建築物省エネ法で採用されている計算方法でJIS S 3031 に定める定格効率（熱効率）を用いない場合に使用する82%とし、潜熱回収型は建築物省エネ法で採用されている計算方法で用いられている91%とする。

表 5.2.35 地方別・建て方別の最も良く使う暖房機器³²

地方	建て方	世帯数分布 (抽出率調整)	集計世帯数 [世帯]	世帯数分布[%]		
				灯油ストーブ類	灯油温水床暖房	セントラル暖房システム
北海道	戸建	2,548	705	53.43	4.76	27.33
	集合	2,137	306	60.58	0.19	8.04
東北	戸建	4,740	927	61.74	1.36	3.16
	集合	1,831	184	55.38	0	0
関東甲信	戸建	17,969	1,175	29.39	0.76	1.04
	集合	19,064	825	10.63	0	0
北陸	戸建	2,832	829	49.81	1.25	1.76
	集合	897	153	34.31	0	0
東海	戸建	6,776	872	35.89	0.65	0.34
	集合	4,238	386	17.11	0	0.55
近畿	戸建	8,266	866	24.36	0	0.09
	集合	8,289	486	8.68	0	0
中国	戸建	3,801	760	38.09	0.22	0.26
	集合	1,951	301	22.45	0	0
四国	戸建	2,189	733	33.82	0.25	0.52
	集合	891	219	20.45	0	0
九州	戸建	6,177	751	35.85	0	0.11
	集合	4,056	370	18.98	0	0
沖縄	戸建	406	306	5.75	0	0
	集合	402	307	1.29	0	0

表 5.2.36 暖房設備とシミュレーション対象とする地域区分

No.	暖房設備			運転方法		対象とする地域区分	
	主たる居室 (LDK)	その他の居室	温水暖房 設備の種類	主たる居室 (LDK)	その他の 居室	戸建住宅	集合住宅
1	FF 暖房機	FF 暖房機	-	間歇運転	間歇運転	1～7 地域	1～7 地域
2	床暖房 ^パ 祉	ファンコン ^パ クター	従来型石油 温水暖房機/ 潜熱回収型 石油温水暖 房機	間歇運転	間歇運転	1～6 地域	1、4 地域
3	床暖房 ^パ 祉	パ ^パ 祉 ^パ エーター		連続運転	連続運転		
4	パ ^パ 祉 ^パ エーター	パ ^パ 祉 ^パ エーター		連続運転	連続運転		
5	ファンコン ^パ クター	ファンコン ^パ クター		間歇運転	間歇運転		
6	床暖房 ^パ 祉	灯油暖房なし		間歇運転	間歇運転		

³² <第 3-2 表>基本項目（世帯・住宅）別・機器の使用状況別-暖房使用状況（最も使用時間の長い暖房機器～暖房室数）の一部抜粋：家庭からの二酸化炭素排出量の推計に係る実態調査 全国試験調査，統合集計，平成 28 年 6 月 30 日

5) 給湯負荷及び給湯設備の設定

給湯負荷は建築物省エネ法で採用されている計算方法に則って延床面積より算出する。ここで算出した4人世帯における給湯負荷と全国試験調査における給湯消費量を比較すると、建築物省エネ法で採用されている計算方法に則って算出した給湯負荷の方が大きいため、算出した給湯負荷の0.8倍、0.6倍の給湯負荷を作成し、住宅モデル1つにつき3パターンの給湯負荷を設定する。

給湯設備は建築物省エネ法で採用されている計算方法で算出可能な灯油給湯設備である「従来型石油給湯機」とする。なお従来型石油給湯機の効率、建築物省エネ法で採用されている計算方法でJIS S 2075に基づくモード熱効率の値を用いない場合に採用される効率の77.9%とする。

6) 月別灯油購入量の設定

4) および5) で算出した時刻別暖房用消費量と日別給湯用消費量を合算し、日別の灯油消費量を求める。次に求めた日別の灯油消費量から月別の灯油購入量を算出する。月別の灯油購入量を算出するためには、各世帯が各月にどの程度灯油を購入するかを各世帯のホームタンクの容量と購入するタイミングを設定することで推計を行う。

まず始めに現在販売されているホームタンクの容量調査を行う。調査対象は灯油のホームタンクを製造または販売しており、2017年7月時点でインターネット上にカタログを公開していた4社^{33, 34, 35, 36}とし、製品の容量とその製品の使用を推奨している住宅の種類について調査を行う。調査対象全4社の全144製品の容量の分布を図5.2.15に示す。製品数が多いのは90L、200L、440L、450Lの容量であり、90L～200Lの製品は集合住宅、200L以上の製品は主に戸建住宅用として販売されている。以上の結果より、90L、200L、450Lをホームタンクの代表的な容量として採用する。ケースごとに上記で採用した3種類のホームタンクの容量を選択する。選択方法は、月別灯油使用量の最大値より大きく、かつ最も差が小さい容量のホームタンクとする。

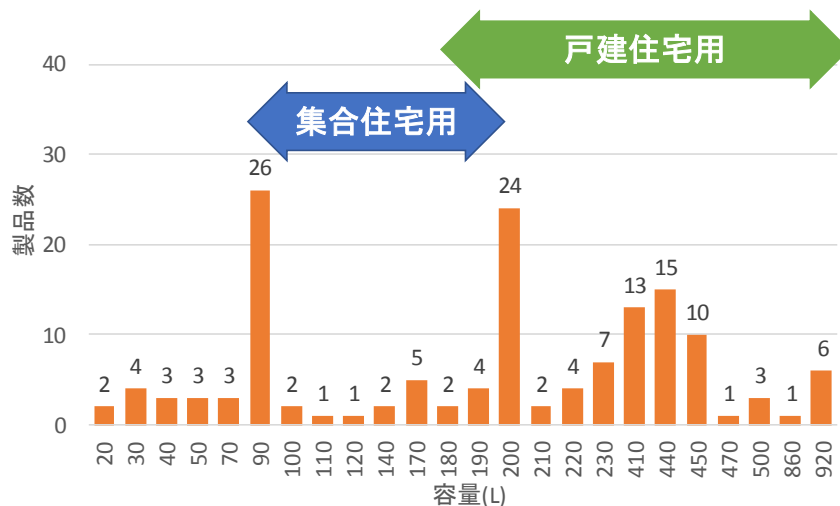


図 5.2.15 ホームタンクの容量

³³ 株式会社サンダイヤの HP, http://www.sundia.co.jp/syohin/tank/oiltank_top.htm (2018年2月16日閲覧確認)

³⁴ 株式会社ダイケンの HP, <http://www.daiken.ne.jp/catalog/index.html> (2018年2月16日閲覧確認)

³⁵ 東洋アルチタイト産業株式会社の HP, <http://www.toyoalchi.com/oiltank.html> (2018年2月16日閲覧確認)

³⁶ 株式会社リーダーの HP, <https://item.rakuten.co.jp/eleader/c/> (2018年2月16日閲覧確認)

次にホームタンクに入っている灯油がどの程度減ったときに購入するか、購入するタイミングのパターンを設定する。可能な限り実態に即した設定とするために灯油の定期配送サービスを提供している会社に定期配送スケジュールの決定方法について問い合わせを実施した。平均的な定期配送（冬期）の頻度は、月 1 回または月 2 回であり、1 回あたりの給油量は 490L のホームタンクの場合、おおよそ 270~280L 程度であるとの回答であった。したがって本シミュレーションでは、ホームタンク内の灯油が半数程度になったときに給油が行われているものと仮定する。本シミュレーションで採用する購入パターンはホームタンク内の灯油残量がタンク容量の半数以下、2/3 以下、1/3 以下となった際に給油するものとする。

7) シミュレーション結果の妥当性の検討

シミュレーションで算出する年間灯油購入量はあくまで仮想の購入量であるため、実際の購入量をどの程度再現できているのかを確認する必要がある。そこでシミュレーションで算出した年間灯油購入量と全国試験調査の暖房・給湯に灯油を使用する世帯の年間灯油購入量の分布を確認する。図 5.2.16 より、全国試験調査での年間灯油購入量の分布は 200L/年未満~5,000L/年未満の範囲、シミュレーションで算出した年間灯油購入量も同じ範囲で分布していることが確認できたため、本事業ではシミュレーションで算出した灯油購入量を基に現行の用途推計方法の精度検証を行うこととする。

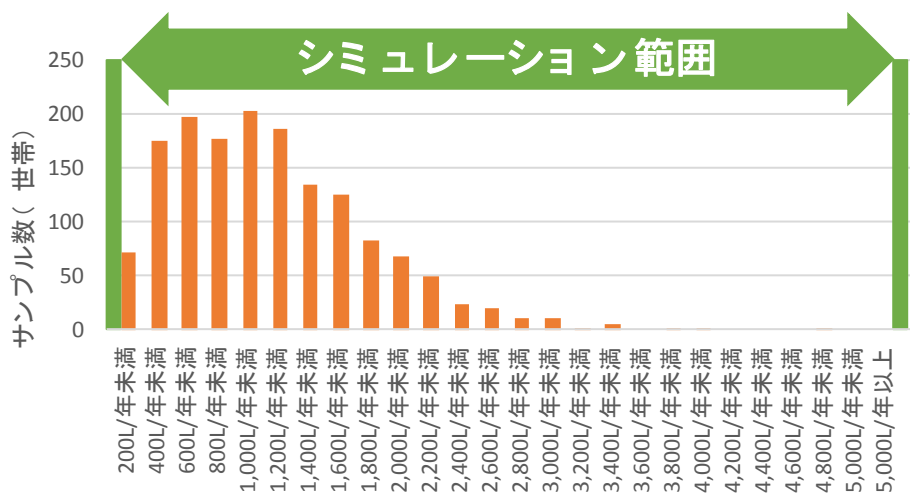


図 5.2.16 シミュレーション範囲と全国試験調査での灯油を暖房・給湯に使用している世帯の年間灯油購入量の分布

(2) 全国試験調査で採用した用途推計方法

全国試験調査において、灯油を給湯および暖房に使用している世帯の給湯消費量を推計するにあたっては以下の方法を採用している。本検証においても同様の方法を用いる。用途推計方法の詳細は平成 29 年度家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査事業委託業務(平成 29 年度調査分の実施等)報告書の第 3 章を参照されたい。

給湯消費量を推計する方法は、非暖房期間の灯油消費量に、年間給湯消費量への換算係数 β を乗じるものとする。月別の灯油消費量は以下の 2 つのパターンで算出する。

- ① ある月の灯油購入量を、そのまま当該月の消費量とみなす。
- ② ある月の灯油購入量は、その月から、次に灯油購入量が測定される前の月までに均等に消費されるものとみなす。

なお、灯油の購入が年に 2 回以内の場合、本手法の適用は不適當であると判断し、例外的対応を行う。

暖房が実施されないと想定される期間(非暖房期間)は、以下の 15 パターンを想定する。

- ① 7 か月間 (5 月～11 月) : 1 パターン
- ② 6 か月間 (5 月～10 月 / 6 月～11 月) : 2 パターン
- ③ 5 か月間 (5 月～9 月 / 6 月～10 月 / 7 月～11 月) : 3 パターン
- ④ 4 か月間 (5 月～8 月 / 6 月～9 月 / 7 月～10 月 / 8 月～11 月) : 4 パターン
- ⑤ 3 か月間 (5 月～7 月 / 6 月～8 月 / 7 月～9 月 / 8 月～10 月 / 9 月～11 月) : 5 パターン

年間給湯消費量への換算係数 β ³⁷については、表 5.2.37 記載のガス使用世帯の用途推定タイプ (A) および (B) に該当する世帯の給湯消費量の 10 地方別月別平均値から算定する。

表 5.2.37 ガス使用世帯の用途推計タイプ

ガス使用用途 推計タイプ	暖房	給湯	台所用 コンロ	備考
(A)		○		ガスを給湯のみに使用している世帯
(B)		○	○	ガスを給湯と台所用コンロに使用している世帯

月別消費量 (2 パターン) と非暖房期間 (15 パターン) の組み合わせ (最大 30 パターン) のうち、年間給湯消費量が 0 になるパターンを除く推計値の候補から、最小値を選定する。年間暖房消費量は年間灯油消費量から年間給湯消費量を差し引いた値とする。

以上の灯油を給湯および暖房に使用している世帯の年間給湯消費量の用途推計方法のフロー図を図 5.2.17 に示す。

³⁷ 10 地方別・非暖房期間のパターン別の年間給湯消費量への換算係数 β は、平成 29 年度家庭部門の CO₂ 排出実態統計調査事業委託業務 (平成 29 年度調査分の実施等) 報告書の第 3 章を参照されたい。

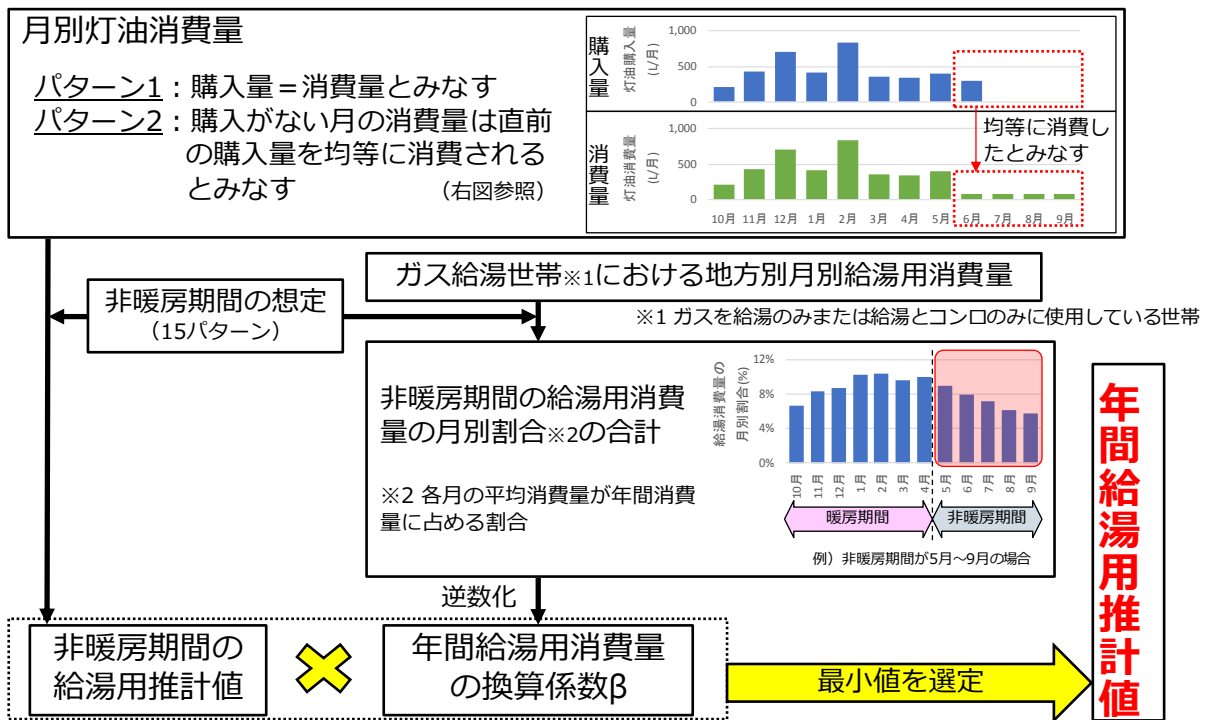


図 5.2.17 現行の用途推計方法 (給湯用推計値)

(3) 検討結果

給湯消費量における断熱性能別購入頻度別の給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率を図 5.2.18 に示す。比率が 100%を超えている場合は、給湯用推計値が過大となっていることを示している。給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率は、どの建て方でも 80%～110%の範囲内となっている。

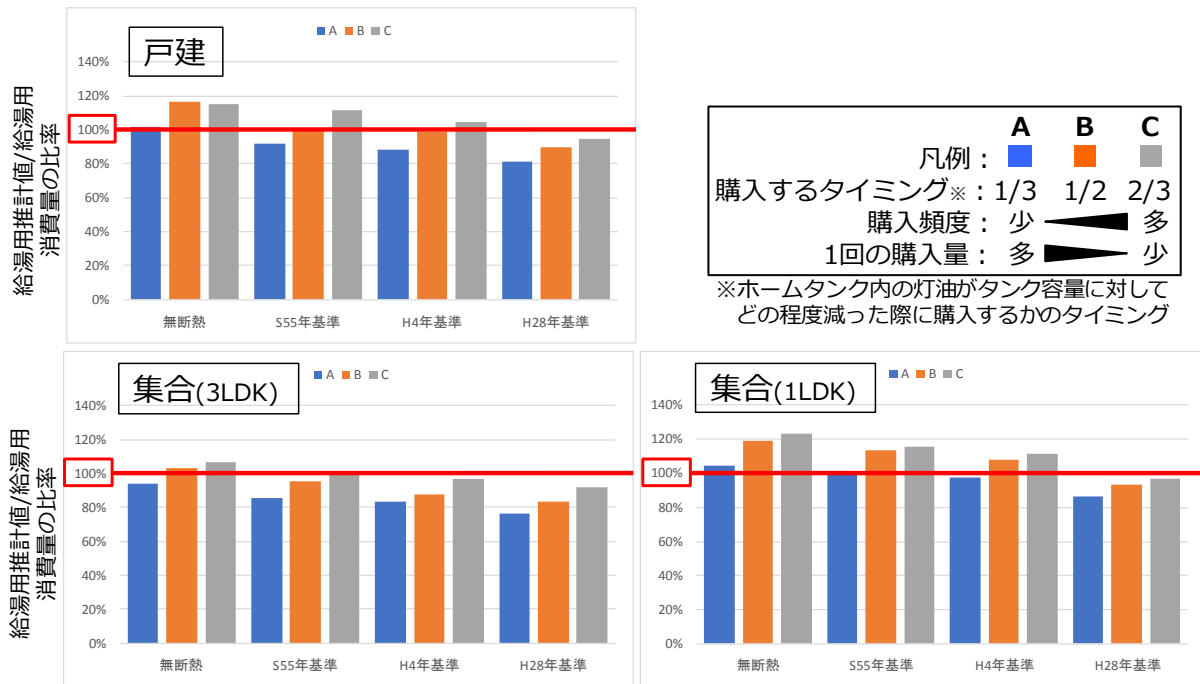


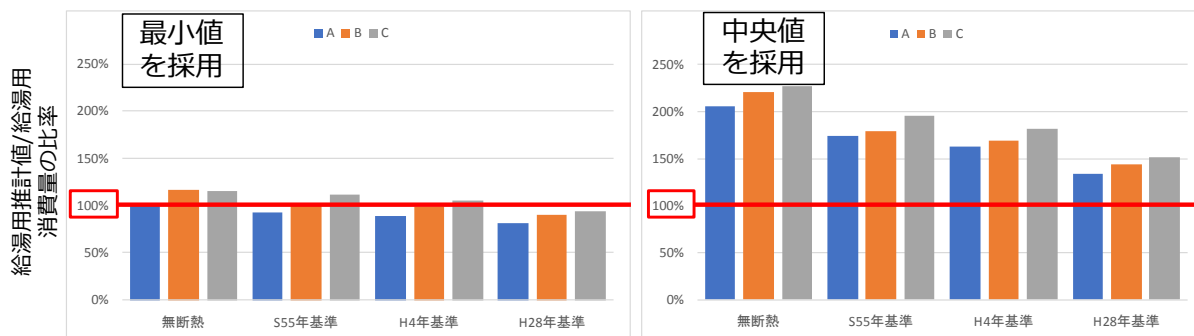
図 5.2.18 断熱性能・購入頻度別の給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率

現行の用途推計方法を検討する際に候補の中央値とする方法を検討したが、ガスを給湯に使用する世帯に比べ、灯油を給湯に使用する世帯の給湯消費量が非常に大きくなる傾向がみられている。このことから現行の用途推計方法では、年間給湯消費量の推計値の候補から、最小値を選定する方法を採用している。そこで本検証でも同様に、最小値を選定する方法と中央値を選定する方法で算出された給湯用推計値の精度比較を行う。最小値を選定する方法と中央値を選定する方法で算出された給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率の結果を図 5.2.19 に示す。中央値を採用する場合、建て方・断熱性能の組み合わせによっては比率が 200%を超え、過大評価となっている。他の条件でも比率が 100%を超えており、過大評価または、最小値を採用した場合との差がほとんど見られない。前述の給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率が 80%～110%であること、中央値を採用することで給湯用推計値が過大評価となる傾向があることから現行の用途推計方法で最小値を選定する方法の採用は適当であると考えられる。

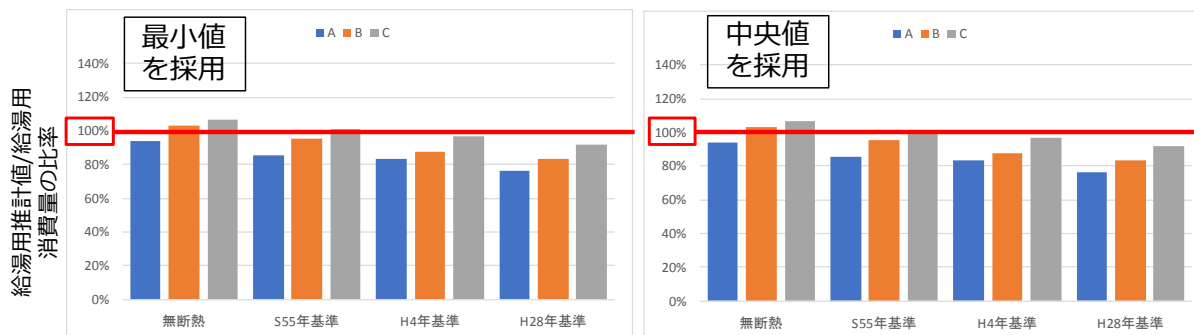
また、中央値を採用した場合に給湯用推計値が過大となっている要因としては、以下のことが挙げられる。灯油消費量が小さい世帯では、灯油を纏めて購入する場合は考えられる。非暖房期間に纏め買いをした場合、その灯油購入量には暖房分も含まれることになる。その結果、非暖房期間の消費量が大きくなり、現行の用途推計方法では給湯用推計値が大きくなると考えられる。

給湯用消費量は断熱性能に関わらず世帯人数や住宅の延床面積が同じであれば、シミュレーションでは同量であるとしているが、暖房用消費量は断熱性能が低い場合は多くなるため、断熱性能によって暖房と給湯の比率が異なる。したがって、断熱性能が低い住宅の場合も同様に非暖房期間の灯油消費量に暖房分の混入が発生し、給湯用推計値が過大評価となっている。

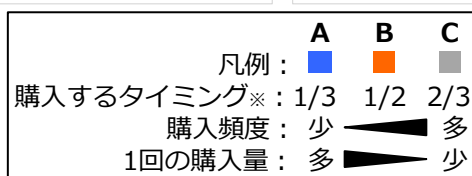
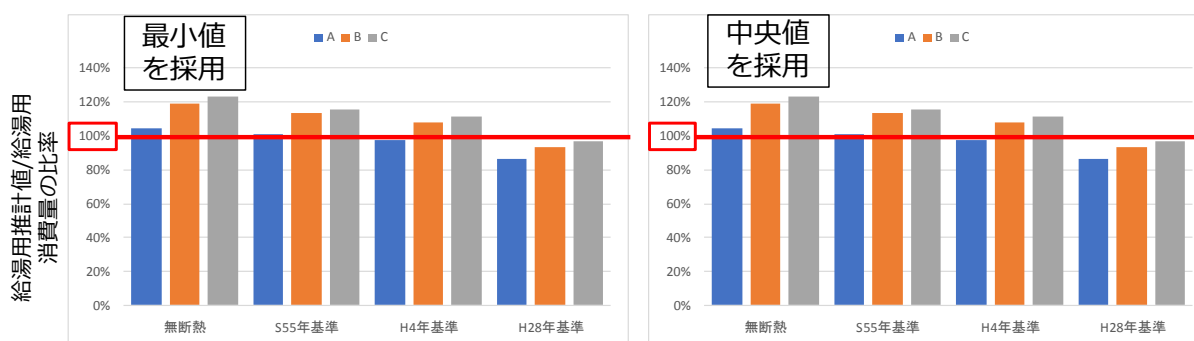
【戸建住宅】



【集合住宅 3LDK】



【集合住宅 1LDK】



※ホームタンク内の灯油がタンク容量に対してどの程度減った際に購入するかタイミング

図 5.2.19 用途推計方法の違いによる

断熱性能・購入頻度別の給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率※

※「最小値を採用」のグラフは図 5.2.18 の再掲。

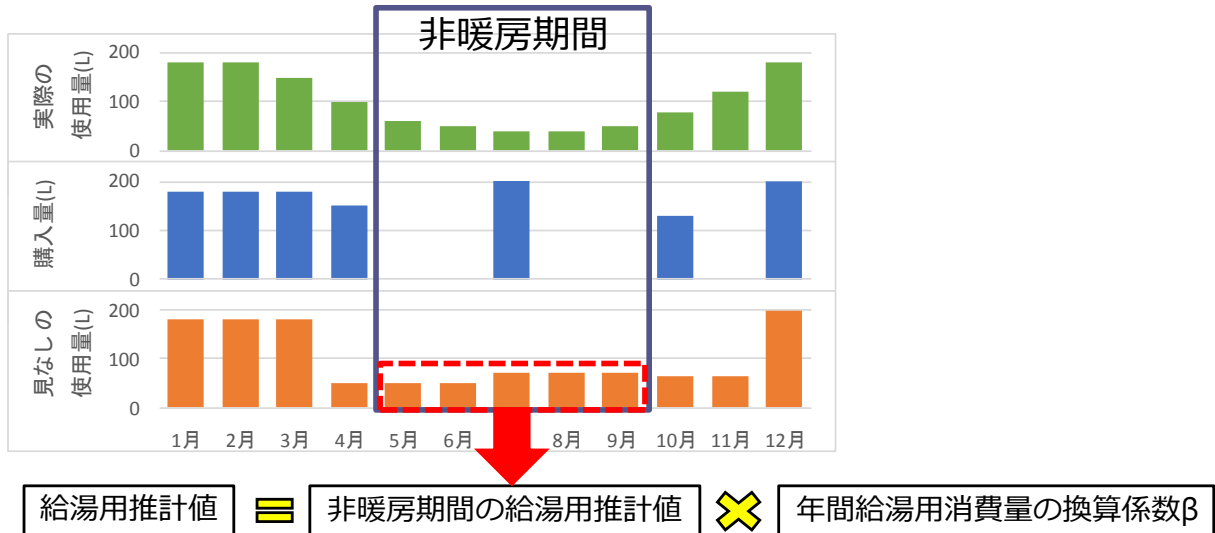


図 5.2.20 給湯推計値が過大評価となる例（非暖房期間が5月～9月の場合）

(4) まとめ

灯油を暖房および給湯に使用している世帯の用途推計方法の精度評価を行うため、シミュレーションを用いた検討を行った。現行の用途推計方法では、年間給湯消費量の推計値の候補から、最小値を選定する方法を採用している。そこで最小値を選定する方法と中央値を選定する方法で算出した給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率を算出している。最小値を選定する方法では、給湯用消費量と給湯用推計値を比較すると、1割～2割程度の乖離となっている。一方の中央値を選定する方法では、給湯用消費量に対する給湯用推計値の比率が100%を超えている場合が多い。設定条件によっては差が2倍以上となるケースもあり、給湯用推計値が過大推計となっている。したがって、現行の用途推計方法である年間給湯用推計値の候補から、最小値を選定する方法は適当であると考えられる。